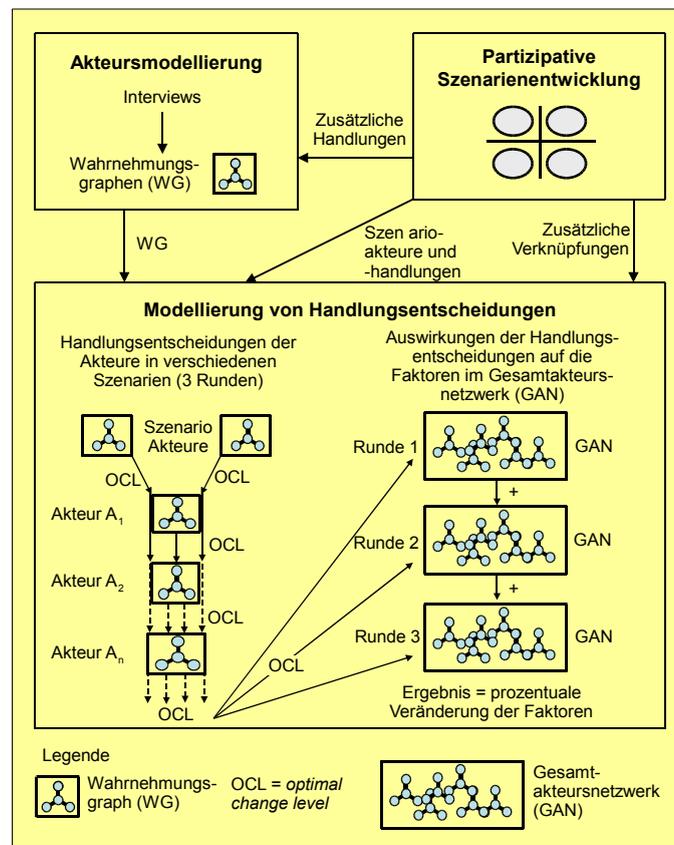


Entwicklung der transdisziplinären Methode „Akteursbasierte Modellierung“ und ihre Anwendung im Problemfeld der mobilen, organischen Fremdstoffe



Christiane Döll

2013

Frankfurt Hydrology Paper

Frankfurt Hydrology Papers:

- 01 A Digital Global Map of Irrigated Areas - An Update for Asia
- 02 Global-Scale Modeling of Nitrogen Balances at the Soil Surface
- 03 Global-Scale Estimation of Diffuse Groundwater Recharge
- 04 A Digital Global Map of Artificially Drained Agricultural Areas
- 05 Irrigation in Africa, Europe and Latin America -
Update of the Digital Global Map of Irrigation Areas to Version 4
- 06 Global data set of monthly growing areas of 26 irrigated crops
- 07 The Global Crop Water Model (GCWM):
Documentation and first results for irrigated crops
- 08 Towards mapping the extent of irrigation in the last century:
time series of irrigated area per country
- 09 Global estimation of monthly irrigated and rainfed crop areas
on a 5 arc-minute grid
- 10 Entwicklung der transdisziplinären Methode
„Akteursbasierte Modellierung“ und ihre Anwendung
im Problemfeld der mobilen, organischen Fremdstoffe

Institute of Physical Geography, University of Frankfurt (Main)
P.O. Box 11 19 32, D-60054 Frankfurt am Main, Germany
Phone +49 (0)69 798 40219, Fax +49 (0)69 798 40347
<http://www.geo.uni-frankfurt.de/ipg/ag/dl/index.html>

Please cite as:

Döll, C. (2013): Entwicklung der transdisziplinären Methode „Akteursbasierte Modellierung“ und ihre Anwendung im Problemfeld der mobilen, organischen Fremdstoffe. *Frankfurt Hydrology Paper 10*, Institute of Physical Geography, University of Frankfurt, Frankfurt am Main, Germany.

Entwicklung der transdisziplinären Methode
„Akteursbasierte Modellierung“ und ihre Anwendung
im Problemfeld der mobilen, organischen Fremdstoffe

Die Verknüpfung von Akteurswahrnehmungen,
partizipativer Szenarienentwicklung und sequentieller
Modellierung von Handlungsentscheidungen

Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Naturwissenschaften

vorgelegt beim Fachbereich
Geowissenschaften und Geographie
der Johann Wolfgang Goethe-Universität
in Frankfurt am Main

von
Christiane Döll
aus Kassel

Frankfurt am Main 2010
(D 30)

Vom Fachbereich Geowissenschaften und Geographie der
Johann Wolfgang Goethe-Universität als Dissertation angenommen.

Dekan: Prof. Dr. Robert Pütz

1. Gutachter: Prof. Dr. Petra Döll

2. Gutachter: Prof. Dr. Egon Becker

Datum der Disputation: 21.02.2011

Die Frage bleibt, ob es nicht andere Möglichkeiten des gesellschaftlichen Lernen gibt – etwa solche, die sich darauf einlassen, dass Kognition auf Schematisierungen angewiesen ist und dass jeder, der behauptet, die Wahrheit zu kennen, nur mitteilt, dass er sein Schema nicht reflektiert.

NIKLAS LUHMANN

Vorwort

An dieser Stelle möchte ich mich herzlich bei Prof. Dr. Petra Döll für die wertvollen Anregungen, Fragen und inspirierenden Diskussionen bedanken. Ein großer Dank auch für die Betreuung einer Dissertation, die weder klassisch physiogeographisch, noch klassisch humangeographisch ausgerichtet ist. Eine Anmerkung zu dem Namen Döll: In der Universität und auf Tagungen sind wir immer wieder gefragt worden, ob wir verwandt seien. Nein, der gleiche, wenn auch seltene, Nachname ist reiner Zufall.

Besonders freut es mich, dass Prof. Dr. Egon Becker – Mitbegründer des Instituts für sozial-ökologische Forschung gGmbH (ISOE) – das Zweitgutachten übernommen hat. Vielen Dank für die Bereitschaft und das Interesse am Projekt INTAFERE, das ein Kooperationsprojekt zwischen der Goethe-Universität Frankfurt und dem ISOE war und in dessen Rahmen diese Dissertation entstanden ist.

Danken möchte ich auch der gesamten INTAFERE-Projektgruppe, insbesondere unserem Projektleiter Dr. Florian Keil und den Projektmitgliedern Dr. Kristin Quednow, Dr. Immanuel Stieß und Dr. Stefan Liehr für die interessante, interdisziplinäre und ideenreiche Zusammenarbeit sowie für die Geduld bei meinen Fragen und Vorschlägen. Den Experten im INTAFERE-Projekt danke ich sehr für ihr Interesse, ihre Offenheit und Mitarbeit bei den Interviews und Stakeholder-Workshops.

Ein großer Dank gebührt Dr. Pieter Bots (Technische Universität Delft), dem Entwickler von DANA, der meine Ideen und Anregungen in hervorragender Weise in DANA umgesetzt hat. Danke für die hilfreichen Erläuterungen und Diskussionen und für die erkenntnisreichen Treffen in Delft und Frankfurt.

Mein Dank gilt auch allen Mitgliedern der Arbeitsgruppe Hydrologie für die schöne Zeit in der Georg-Voigt-Straße und in der Altenhöferallee. Die Deckenheizungen und die Überraschungen des Neubaus werden mir immer in Erinnerung bleiben.

Ich bedanke mich vielmals bei Helga Förster, Ales Macik, Catharina Meyer und Felix Portmann für die anregenden Diskussionen und schönen Abende und bei Meike Düspohl, Dr. Britta Kastens, Susanne Nietzel, Dr. Alexandra Titz und Cathrin Zengerling für die Korrekturen und den fachlichen und fachübergreifenden Austausch.

Ganz herzlich bedanke ich mich bei meinen Eltern Helga und Karl Heinz Döll für Ihre Liebe und Unterstützung in allen Lebenslagen. Sie gaben mir, was Eltern Kindern immer geben sollten: Wurzeln und Flügel.

Und schließlich möchte ich mich bei meinem Mann Dr. Christian Meesters bedanken, für seinen Blick auf die Welt und die Wissenschaft, für die wunderschöne und bereichernde Zeit und für die Anregungen, mein Schema immer wieder zu reflektieren.

Bochum, im Sommer 2010

Christiane Döll

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	vii
Tabellenverzeichnis	xiii
Zusammenfassung	xv
Abstract	xvii
1 Einleitung	1
1.1 Ausgangspunkt und Motivation	1
1.2 Problemstellung	2
1.3 Fragestellung	5
1.4 Aufgabenstellung und Struktur	5
1.5 Integrierte Analyse von mobilen, organischen Fremdstoffen in Fließge- wässern	6
1.6 Mobile organische Fremdstoffe (MOF)	8
1.6.1 Übersicht	8
1.6.2 Bisphenol A	8
1.6.3 Octylphenol	10
1.6.4 Tris(2-chlor-1-methylethyl)phosphat (TCPP)	10
1.6.5 Polyzyklische Moschusverbindungen	11
1.7 Aufbau der Arbeit	11
2 Theorie	15
2.1 Grundannahmen	15
2.2 Transdisziplinarität, Soziale Ökologie und <i>integrated assessment</i>	18
2.3 Exkurs: <i>Bayes'sche Netze</i>	19
2.4 Akteure und Akteursanalysen	20
2.5 Modelle und Modellierung	21
3 DANA – <i>Dynamic Actor Network Analysis</i>	25
3.1 Einführung	25
3.2 Grundlagen von DANA	27
3.2.1 Subjektive Sicht der Akteure	27
3.2.2 Wahrnehmungsgraph und <i>case</i>	27
3.2.3 <i>Change level</i> und <i>change multiplier</i>	28
3.3 Elemente der Wahrnehmungsgraphen	29
3.3.1 Handlungen	29
3.3.2 System- und Akteursattribute	29
3.3.3 Erwartungen	30
3.3.4 Ziele	30
3.3.5 Kausale Verknüpfungen	32

3.3.6	Verknüpfung der Elemente in einem Wahrnehmungsgraphen . . .	32
3.4	Konzept und Berechnung des Nutzens in DANA	33
3.4.1	Einführung in das Konzept „Nutzen“	33
3.4.2	Definitionen und Gleichungen	34
3.4.3	Berechnung des Nutzens	35
3.5	Berechnung von Unsicherheiten in DANA	38
3.6	Analyse <i>Conflict</i>	40
3.7	Analyse <i>Single Goal Strategies</i>	45
3.8	Analyse <i>Inferred Strategies</i>	47
3.9	Anwendungen von DANA	48
4	Methodik	51
4.1	Einführung	51
4.2	Akteursmodellierung	54
4.2.1	Einführung	54
4.2.2	Expertengespräche	54
4.2.2.1	Methode der Expertengespräche	54
4.2.2.2	Auswahl der Akteure	55
4.2.2.3	Gesprächsleitfaden	56
4.2.2.4	Durchführung der Expertengespräche	57
4.2.2.5	Protokollierung und Transkription	58
4.2.2.6	Einordnung von Akteuren	59
4.2.3	Erstellung der Wahrnehmungsgraphen	60
4.2.3.1	Auswertung der Interviews	60
4.2.3.2	Übertragung der Ergebnisse in DANA	61
4.3	Szenarientwicklung	62
4.3.1	Einführung	62
4.3.2	Szenariorahmen	62
4.3.3	Partizipative Szenarientwicklung	63
4.4	Sequentielle Modellierung von Handlungsentscheidungen	67
4.4.1	Einführung	67
4.4.2	Gesamtakeursnetzwerke	69
4.4.3	Einstellungen und Festlegungen für die sequentielle Modellierung	70
4.4.4	Ablauf der sequentiellen Modellierung	72
5	Ergebnisse	75
5.1	Einführung	75
5.1.1	Aufbau des Kapitels	75
5.1.2	<i>Cases</i> , Substanzen und Akteure	76
5.2	Akteursmodellierung	78
5.2.1	Einleitung	78
5.2.2	Akteur Obere Wasserbehörde	78
5.2.3	Akteur Umweltbundesamt	85
5.2.4	Akteur Umwelt- und Verbraucherschutzorganisationen	92
5.2.5	Akteur Wasserversorger	102
5.2.6	Akteur Bisphenol A-Hersteller	113
5.2.7	Akteur Octylphenol-Hersteller	119
5.2.8	Akteur Tris(2-chlor-1-methylethyl)phosphat (TCPP)-Hersteller .	126
5.2.9	Akteur European Flame Retardants Association	132
5.2.10	Akteur polyzyklische Moschusverbindungen (PCM)-Hersteller und Akteur PCM weiterverarbeitende Industrie	134
5.3	Szenarientwicklung	143

5.3.1	Einleitung	143
5.3.2	Szenario A1: das „Gesundheitsszenario“ – hohe Umweltstandards durch nachhaltigkeitsorientierte KonsumentInnen	143
5.3.3	Szenario B1: das „Umweltszenario“ – starke Regulierung und nachhaltigkeitsorientierter Konsum gehen Hand in Hand	146
5.3.4	Szenario A2: das „Globalisierungsszenario“ – Wirtschaftsmacht statt staatliche Regulierung	149
5.3.5	Szenario B2: das „Technikszenario“ – Aufrüstung der Klärwerke und der Trinkwasseraufbereitungsanlagen durch starke Regulierung	151
5.4	Modellierung von Handlungsentscheidungen	154
5.4.1	Einleitung	154
5.4.2	Implementierung der qualitativen Szenarienergebnisse	155
5.4.3	<i>Exkurs: Gemeinsame Ziele, Erwartungen und Handlungen der Akteure</i>	158
5.4.4	<i>Exkurs: Ziel-, Erwartungs- und Handlungskonflikte</i>	160
5.4.5	Gesamtakteursnetzwerke	163
5.4.6	Sequentielle Modellierung	169
5.4.6.1	Einstellungen und Festlegungen	169
5.4.6.2	Handlungsentscheidungen	172
5.4.6.3	Prozentuale Veränderung der Schlüsselfaktoren	175
5.4.6.4	Gesundheitsszenario (Szenario A1)	178
5.4.6.5	Umweltszenario (Szenario B1)	179
5.4.6.6	Umweltszenario mit Brandschutzstandards (Szenario B1')	180
5.4.6.7	Globalisierungsszenario (Szenario A2)	181
5.4.6.8	Technikszenario (Szenario B2)	182
6	Diskussion	185
6.1	Einführung	185
6.2	Visualisierung der Problemwahrnehmungen	186
6.2.1	Übersicht	186
6.2.2	Von Problemwahrnehmungen zu Wahrnehmungsgraphen	186
6.2.3	Validierung von Wahrnehmungsgraphen	188
6.3	Entwicklung von Szenarien und Einbindung von Akteuren	192
6.3.1	Übersicht	192
6.3.2	Szenarientwicklung im transdisziplinären Forschungsprozess	192
6.3.3	Bedeutung der Szenarientwicklung und Einbindung der Akteure in der akteursbasierten Modellierung	193
6.4	Modellierung von Handlungsentscheidungen	194
6.4.1	Übersicht	194
6.4.2	Initiierung bzw. Begleitung von Lernprozessen	194
6.4.3	Validierung der Handlungsentscheidungen	195
6.5	Software DANA	196
6.5.1	Übersicht	196
6.5.2	DANA als Software für die akteursbasierte Modellierung	196
6.5.3	Anleitung für das Programm DANA	197
6.5.4	Auswirkungen der Einstellungen auf die Analysen	198
6.5.5	Vergleich des Gesamtakteursmodells im Projekt <i>start</i> mit dem Gesamtakteursnetzwerk der akteursbasierten Modellierung	202
6.6	Verknüpfung von Akteurshandlungen und Szenarien	205
6.6.1	Übersicht	205
6.6.2	„Objektivität“ des Gesamtakteursnetzwerkes	205
6.6.3	Grenzen der sequentiellen Modellierung	206

6.6.4	Bewertung der Ergebnisse der sequentiellen Modellierung	208
7	Fazit und Ausblick	217
	Literaturverzeichnis	232
A	Anleitung für das Programm <i>Dynamic Actor Network Analysis</i>	233
A.1	Einführung	233
A.2	Einstieg in DANA	234
A.2.1	Aufbau der Benutzeroberfläche	234
A.2.2	Steuerungsbereich „Akteursübersicht“	236
A.2.3	Arbeitsbereich „Wahrnehmungsgraph“	236
A.2.4	Analysebereich	237
A.2.5	Kommentarbereich	237
A.3	Erstellen von Wahrnehmungsgraphen	238
A.3.1	<i>Case</i> und <i>arena</i> erstellen	238
A.3.2	<i>Case</i> speichern und öffnen	238
A.3.3	Wahrnehmungsgraph im <i>case</i> erstellen	239
A.3.4	Handlungen erstellen	240
A.3.5	System- und Akteursattribute erstellen	240
A.3.6	Erwartungen erstellen	241
A.3.7	Ziele erstellen	241
A.3.8	Verknüpfungen erstellen	245
A.3.9	Regeln zur Erstellung eines Wahrnehmungsgraphen	246
A.3.10	Empfehlungen für die Erhebung von Problemwahrnehmungen	246
A.3.11	Empfehlungen für die Erstellung von Wahrnehmungsgraphen	247
A.4	Bearbeiten von Wahrnehmungsgraphen	249
A.4.1	Elemente umbenennen	249
A.4.2	Elemente mit Farben versehen	249
A.4.3	Elementen Kategorien zuordnen	250
A.4.4	Einstellungen ändern	250
A.5	Analysieren von Wahrnehmungsgraphen	253
A.5.1	Analysen in DANA	253
A.5.2	Nutzen	256
A.5.3	Zufriedenheit und Frustration	257
A.5.4	Unsicherheit	258
A.5.5	Analysen auf der <i>case</i> -Ebene	260
A.5.5.1	Einführung	260
A.5.5.2	<i>Issue Linkage</i>	260
A.5.6	Analysen auf der <i>arena</i> -Ebene	264
A.5.6.1	Einführung	264
A.5.6.2	<i>Support and Opposition</i>	265
A.5.6.3	<i>Similarity of Perceived Causality</i>	266
A.5.6.4	<i>Conflict</i>	268
A.5.6.5	<i>Resource Dependency</i>	268
A.5.7	Analysen auf der <i>actor</i> -Ebene	270
A.5.7.1	Einführung	270
A.5.7.2	<i>Perceived Causal Relations</i>	271
A.5.7.3	<i>Multi-Criteria Analysis</i>	273
A.5.7.4	<i>Single Goal Strategies</i>	274
A.5.7.5	<i>Inferred Strategies</i>	275
A.5.8	Analysen auf der <i>factor</i> -Ebene	277

A.5.8.1	Einführung	277
A.5.8.2	<i>Relevance</i>	278
A.5.8.3	<i>Connectivity and centrality</i>	279
A.5.8.4	<i>Controllability</i>	279
A.5.8.5	<i>Rating of Tactics</i>	280
A.6	Akteursbasierte Modellierung mit DANA	284
A.6.1	Einführung in die aktorsbasierte Modellierung mit DANA	284
A.6.2	Akteursmodellierung	285
A.6.3	Modellierung von Handlungsentscheidungen	286
A.6.3.1	Einführung in die Modellierung von Handlungsentscheidungen	286
A.6.3.2	Erstellung der Gesamtakteursnetzwerke	286
A.6.3.3	Vorbereitung der sequentiellen Modellierung	287
A.6.3.4	Ablauf der sequentiellen Modellierung	288
B	Gesprächsleitfaden	291
B.1	Vorbemerkung	291
B.2	Leitfaden Industrie	291
B.3	Leitfaden Organisationen	295
C	Expertengespräch mit Sonja Haider	299
C.1	Vorbemerkung	299
C.2	Transkription	299

Abbildungsverzeichnis

1.1	DPSIR-Schema der Europäischen Umweltagentur	7
2.1	Beispiel eines Bayes'schen Netzes mit dem Programm Netica	20
2.2	Beispiel für ein <i>hexagon</i> -Diagramm	22
2.3	Beispiel für ein Diagramm, das mit der <i>pathway participation metric</i> -Methode erstellt wurde	22
3.1	Voreinstellung der <i>change levels</i> in DANA	28
3.2	Voreinstellung der <i>change multipliers</i> in DANA	28
3.3	Die Handlung „nach Ersatzstoffen forschen“ des Akteurs „Industrie“ als Beispiel für die symbolische Darstellung einer Handlung mit den sieben möglichen <i>change levels</i> in DANA	29
3.4	Das Systemattribut „Anzahl Ersatzstoffe“ und das Akteursattribut „Entwicklungskosten“ des Akteurs „Industrie“ als Beispiele für die symbolische Darstellung von System- und Akteursattributen in DANA	29
3.5	Darstellung der Erwartung „zunehmender demographischer Wandel“ als Beispiel für die symbolische Darstellung einer Erwartung in DANA, mit Wiedergabe des Dialogfensters für die Festlegung der Zu- bzw. Abnahme sowie deren Ausprägung	30
3.6	Darstellung des Ziels „Rückgang der CO ₂ -Konzentration in der Atmosphäre“ als Beispiel für die Symbolik der Zielerstellung in DANA	31
3.7	Beispiel für die Einstellmöglichkeit der Unsicherheit der Ursache-Wirkungsbeziehung im Verknüpfungsdialo g in DANA	32
3.8	Wahrnehmungsgraph des Akteurs „Verbraucher“ mit der Handlung „nachhaltige Produkte kaufen“, dem Ziel „Umweltschutz soll zunehmen“ und dem <i>change multiplier</i> „mittleres Plus“ als Beispiel für die Berechnung des Nutzens in DANA – Beispiel 1	33
3.9	Grundeinstellung der Quantifizierung der 7er-Skalen der <i>change levels</i> , <i>change multipliers</i> und <i>utility levels</i>	35
3.10	Ergebnis der Nutzen-Berechnung des Wahrnehmungsgraphen des Akteurs „Verbraucher“ mit der Handlung „nachhaltige Produkte kaufen“, dem Ziel „Umweltschutz soll zunehmen“ und dem <i>change multiplier</i> „mittleres Plus“ – Beispiel 1	36
3.11	Wahrnehmungsgraph des Akteurs „Verbraucher“ mit der Handlung „nachhaltige Produkte kaufen“, dem Ziel „Umweltschutz soll zunehmen“ und dem <i>change multiplier</i> „großes Plus“ als Beispiel für die Berechnung des Nutzens in DANA – Beispiel 2	37
3.12	Ergebnis der Nutzen-Berechnung des Wahrnehmungsgraphen des Akteurs „Verbraucher“ mit der Handlung „nachhaltige Produkte kaufen“, dem Ziel „Umweltschutz soll zunehmen“ und dem <i>change multiplier</i> „großes Plus“ – Beispiel 2	37

3.13	Berechnung des erwarteten Nutzens für die Taktik „leichte Zunahme“ als Beispiel für die Wirkung der Unsicherheit in DANA	39
3.14	Beispiel- <i>case</i> „Umweltschutz“ zur Erläuterung des Analyse <i>conflict</i> mit den Wahrnehmungsgraphen der Akteure Industrie, Regierung und Verbraucher in einer <i>arena</i>	41
3.15	Ergebnis der Analyse <i>Conflict</i> für den Ziel- und die Handlungskonflikte im modifizierten Beispiel- <i>case</i> „Umweltschutz“	42
3.16	Beispiel- <i>case</i> „Umweltschutz“ zur Darstellung des Fehlers in der Analyse <i>conflict</i> mit den Wahrnehmungsgraphen der Akteure Industrie, Regierung und Verbraucher in einer <i>arena</i>	44
3.17	Korrektes Ergebnis der Analyse <i>Conflict</i> im modifizierten und vereinfachten Beispiel- <i>case</i> „Umweltschutz“	44
3.18	Wahrnehmungsgraph zur Erläuterung der Analysen <i>Single Goal Strategies</i> und <i>Inferred Strategies</i>	45
3.19	Ergebnis der Analyse <i>Single Goal Strategies</i> des Wahrnehmungsgraphen aus Abbildung 3.18 auf Seite 45 für den Akteur „Industrie“	46
3.20	Ergebnis der Analyse <i>Inferred Strategies</i> des Wahrnehmungsgraphen aus Abbildung 3.18 auf Seite 45 für den Akteur „Industrie“	48
3.21	Beispiel eines Wahrnehmungsgraphen aus einer älteren DANA-Version (Wahrnehmung einer Kommunalverwaltung)	50
4.1	Ablaufschema der aktorsbasierten Modellierung	53
4.2	Matrix zur Einordnung von Stakeholdern nach Interesse und Einfluss	59
4.3	Die vier Szenarien im Projekt INTAFERE mit den unterschiedlichen Ausprägungen der Rahmenbedingungen „Regulierung“ und „Verbraucherverhalten“	63
4.4	Zukunftsszenario A1 – Originaldiagramm	67
4.5	Detailliertes Ablaufschema der aktorsbasierten Modellierung	68
4.6	Abhängigkeiten der Akteure von anderen Akteuren, die Nummer zeigt die Reihenfolge an, in der in DANA die OCL berechnet werden	73
5.1	Einordnung der Akteure in eine Einfluss-Interesse-Matrix	77
5.2	Wahrnehmungsgraph des Akteurs Obere Wasserbehörde	80
5.3	Ergebnis der <i>Inferred Strategies</i> -Analyse des Wahrnehmungsgraphen des Akteurs Obere Wasserbehörde	83
5.4	Teilergebnis der <i>Inferred Strategies</i> -Analyse des Wahrnehmungsgraphen des Akteurs Obere Wasserbehörde unter der Prämisse, dass die EU ihre Handlung nicht verändert (Symbol o)	84
5.5	Wahrnehmungsgraph des Akteurs Umweltbundesamt	87
5.6	Ergebnis der <i>Rating of Tactics</i> -Analyse des Wahrnehmungsgraphen des Akteurs Umweltbundesamt (UBA)	92
5.7	Wahrnehmungsgraph des Akteurs Umwelt- und Verbraucherschutzorganisationen (NRO)	94
5.8	Ergebnis der <i>Inferred Strategies</i> -Analyse des Wahrnehmungsgraphen des Akteurs Umwelt- und Verbraucherschutzorganisationen (NRO)	100
5.9	Teilergebnis der <i>Inferred Strategies</i> -Analyse des Wahrnehmungsgraphen des Akteurs Umwelt- und Verbraucherschutzorganisationen (NRO) unter der Prämisse, dass die EU ihre Handlung nicht verändert (Symbol o)	101
5.10	Wahrnehmungsgraph des Akteurs Wasserversorger	104
5.11	Ergebnis der <i>Inferred Strategies</i> -Analyse des Wahrnehmungsgraphen des Akteurs Wasserversorger	110

5.12	Teilergebnis der <i>Multi-Criteria Analysis</i> der Handlung „Umwelt- und verbraucherorientierte Richtlinien erlassen“ (Akteur EU) des Wahrnehmungsgraphen des Akteurs Wasserversorger	112
5.13	Wahrnehmungsgraph des Akteurs Bisphenol A-Hersteller	115
5.14	Ergebnis der <i>Inferred Strategies</i> -Analyse des Wahrnehmungsgraphen des Akteurs Bisphenol A-Hersteller	117
5.15	Ergebnis der <i>Single Goal Strategies</i> -Analyse des Wahrnehmungsgraphen des Akteurs Bisphenol A-Hersteller	119
5.16	Wahrnehmungsgraph des Akteurs Octylphenol-Hersteller	122
5.17	Ergebnis der <i>Inferred Strategies</i> -Analyse des Wahrnehmungsgraphen des Akteurs Octylphenol-Hersteller	125
5.18	Ergebnis der <i>Inferred Strategies</i> -Analyse des Wahrnehmungsgraphen des Akteurs Octylphenol-Hersteller mit veränderter Zielbewertung: Tausch der Zielbewertung von „Nachhaltige Produktion“ und „Gewinn des OP-Herstellers“	126
5.19	Wahrnehmungsgraph des Akteurs TCPP-Hersteller	128
5.20	Ergebnis der <i>Inferred Strategies</i> -Analyse des Wahrnehmungsgraphen des Akteurs TCPP-Hersteller	131
5.21	Wahrnehmungsgraph des Akteurs European Flame Retardants Association (EFRA)	132
5.22	Ergebnis der <i>Inferred Strategies</i> -Analyse des Wahrnehmungsgraphen des Akteurs European Flame Retardants Association	133
5.23	Wahrnehmungsgraph des Akteurs polyzyklische Moschusverbindungen-Hersteller	136
5.24	Wahrnehmungsgraph des Akteurs polyzyklischen Moschusverbindungen weiterverarbeitende Industrie	137
5.25	Ergebnis der <i>Inferred Strategies</i> -Analyse des Wahrnehmungsgraphen des Akteurs PCM-Hersteller	140
5.26	Ergebnis der <i>Single Goal Strategies</i> -Analyse des Wahrnehmungsgraphen des Akteurs PCM-Hersteller für den Ziel-Faktor Nachhaltige Produktion	141
5.27	Ergebnis der <i>Inferred Strategies</i> -Analyse des Wahrnehmungsgraphen des Akteurs PCM-weiterverarbeitenden Industrie	142
5.28	Szenario A1: das „Gesundheitsszenario“ – hohe Umweltstandards durch nachhaltigkeitsorientierte KonsumentInnen	145
5.29	Szenario B1: das „Umweltszenario“ – starke Regulierung und nachhaltigkeitsorientierter Konsum gehen Hand in Hand	147
5.30	Szenario A2: das „Globalisierungsszenario“ – Wirtschaftsmacht statt staatliche Regulierung	150
5.31	Szenario B2: das „Technikszenario“ – Aufrüstung der Klärwerke und der Trinkwasseraufbereitungsanlagen durch starke Regulierung	152
5.32	Rahmenakteure „EU“ und „Verbraucher“ für alle vier Szenarien	156
5.33	Zusätzliche Handlung des Rahmenakteurs „EU“ für die fünf TCPP-Szenarien	157
5.34	Gemeinsame Ziele der Akteure im Wahrnehmungsgraphen zum <i>case</i> Bisphenol A	159
5.35	Gemeinsame Handlungen der Akteure im Wahrnehmungsgraphen zum <i>case</i> Bisphenol A	159
5.36	Zielkonflikte der Akteure im Wahrnehmungsgraphen zum <i>case</i> Bisphenol A	161
5.37	Handlungskonflikte der Akteure im Wahrnehmungsgraphen zum <i>case</i> Bisphenol A für das Szenario A1	162
5.38	Gesamtakteursnetzwerk Bisphenol A	165

5.39	Gesamtakteursnetzwerk Octylphenol	166
5.40	Gesamtakteursnetzwerk TCP	167
5.41	Gesamtakteursnetzwerk PCM	168
5.42	Entwicklung der Handlungsentscheidungen der Akteure (<i>optimal change level</i> (OCL)) im <i>case</i> Bisphenol A für alle vier Szenarien	173
5.43	Zeitlicher Verlauf des Schlüsselfaktors Leistungsfähigkeit der Kläranlagen für alle vier <i>cases</i>	176
5.44	Zeitlicher Verlauf der Schlüsselfaktoren Produktion und Import für den <i>case</i> Bisphenol A	176
5.45	Zeitliche Verlauf der Schlüsselfaktoren Produktion und Import für den <i>case</i> Octylphenol	177
5.46	Zeitliche Verlauf der Schlüsselfaktoren Produktion und Import für den <i>case</i> TCP	177
5.47	Zeitliche Verlauf der Schlüsselfaktoren Produktion und Import für den <i>case</i> PCM	178
6.1	Exemplarischer Wahrnehmungsgraph für die Sensitivitätsanalyse	198
6.2	Einstellungen der vier Varianten für die Sensitivitätsanalyse	198
6.3	Ergebnisse der <i>Multi-Criteria Analysis</i> des exemplarischen Wahrnehmungsgraphen für die vier Varianten der Sensitivitätsanalyse	199
6.4	Ergebnisse der <i>Inferred Strategies</i> -Analyse des exemplarischen Wahrnehmungsgraphen für die vier Varianten der Sensitivitätsanalyse	199
6.5	Gesamtakteursmodell im Projekt <i>start</i> : Das Problemfeld „Arzneimittelwirkstoffe im Trinkwasser“ aus Sicht der Analystin	203
A.1	Aufbau der Benutzeroberfläche von DANA	235
A.2	Darstellung einer Handlung in DANA	240
A.3	Beispiel für eine Erwartung in DANA: Demographischer Wandel	241
A.4	Voreinstellung des Zieldialogs in DANA	242
A.5	Beispiel für die Zieldefinition „Rückgang der CO ₂ -Konzentration in der Atmosphäre“ in DANA	242
A.6	Beispiel für die Zieldefinition „starker Rückgang der CO ₂ -Konzentration in der Atmosphäre“ in DANA	244
A.7	Beispiel für eine nicht sinnvolle Zieldefinition in DANA	244
A.8	Voreinstellung des Verknüpfungsdialogs in DANA	245
A.9	Beispiel für die Einstellmöglichkeit der Unsicherheit der Ursache-Wirkungsbeziehung im Verknüpfungsdialog in DANA	245
A.10	Einstellungen in DANA	251
A.11	Übersicht der möglichen Analysen in DANA auf der <i>case</i> - und der <i>actor</i> -Ebene	253
A.12	Übersicht der möglichen Analysen in DANA auf der <i>arena</i> - und der <i>factor</i> -Ebene	254
A.13	Beispiel- <i>case</i> „Umweltschutz“ zur Erläuterung der Analysetools mit den Akteuren Industrie, Regierung, Verbraucher und Nichtregierungsorganisation (NRO) in den drei <i>arenas</i> A, B und C	255
A.14	Schema der Nutzen-Berechnung in DANA anhand zweier ausgewählter Handlungskombinationen	256
A.15	Wahrnehmungsgraph für die Erläuterung des Zufriedenheits- und Frustrationswertes in DANA	258
A.16	Berechnung des zu erwartenden Nutzens für die Taktik „leichte Zunahme“ als Beispiel für die Wirkung der Unsicherheit in DANA	259

A.17 Teilergebnis der Analyse <i>Issue Linkage</i> für den Beispiel- <i>case</i> „Umweltschutz“	262
A.18 Plot der Analyse <i>Issue Linkage</i> des Beispiel- <i>case</i> „Umweltschutz“	263
A.19 Beispiel- <i>case</i> „Umweltschutz“ zur Erläuterung der Analysetools auf der <i>arena</i> -Ebene	264
A.20 Ergebnis der Analyse <i>Support and Opposition</i> für den Beispiel- <i>case</i> „Umweltschutz“	265
A.21 Ergebnis der Analyse <i>Support and Opposition</i> mit der Berechnung <i>Let A optimize</i> und der Darstellung von <i>A's adaption</i> für den Akteur Verbraucher im Beispiel- <i>case</i> „Umweltschutz“	266
A.22 Teilergebnis der Analyse <i>Similarity of Perceived Causality</i> für den Beispiel- <i>case</i> „Umweltschutz“ für den Akteur „Regierung“	267
A.23 Wahrnehmungsgraph zur Erläuterung der Analysetools auf der <i>actor</i> -Ebene	270
A.24 Ergebnis der Analyse <i>Perceived Causal Relations</i> des Wahrnehmungsgraphen aus der Abbildung A.23 auf Seite 270 für den Akteur „Industrie“	272
A.25 Ergebnis der <i>Multi-Criteria Analysis</i> des Wahrnehmungsgraphen aus der Abbildung A.23 auf Seite 270 für den Akteur „Industrie“	274
A.26 Ergebnis der Analyse <i>Single Goal Strategies</i> des Wahrnehmungsgraphen aus der Abbildung A.23 auf Seite 270 für den Akteur „Industrie“	275
A.27 Ergebnis der Analyse <i>Inferred Strategies</i> des Wahrnehmungsgraphen aus der Abbildung A.23 auf Seite 270 für den Akteur „Industrie“	277
A.28 Beispiel- <i>case</i> „Nachhaltigkeit“ zur Erläuterung des Fehlers im Analysetool <i>Rating of Tactics</i>	281
A.29 Teilergebnis der Analyse <i>Rating of Tactics</i> für die Akteure 1 und 2 im Beispiel- <i>case</i> „Nachhaltigkeit“	282
A.30 Teilergebnis der Analyse <i>Rating of Tactics</i> für die Akteure 3 und 4 im Beispiel- <i>case</i> „Nachhaltigkeit“	283
A.31 Detailliertes Ablaufschema der akteursbasierten Modellierung	284

Tabellenverzeichnis

1.1	PNEC von Bisphenol A in den verschiedenen Umweltkompartimenten	9
1.2	Übersicht über die Fragen A bis E der vorliegenden Arbeit, die daraus abgeleiteten Herausforderungen und deren Umsetzung in Form methodischer Schritte und Ergebnisse	12
1.3	Übersicht über die spezifisch auf das Problemfeld MOF bezogenen Fragen A' bis E', die daraus abgeleiteten Herausforderungen und deren Umsetzung in Form methodischer Schritte und Ergebnisse	13
1.4	Übersicht über die methodologischen Fragen 1 und 2 der vorliegenden Arbeit, die daraus abgeleiteten Herausforderungen und deren Umsetzung in Form methodischer Schritte und Ergebnisse	14
3.1	Die sieben Bewertungssymbole für die Definition der Ziele in DANA und ihre Bedeutung	31
3.2	Konvertierungstabelle der <i>change levels</i> und der <i>change multipliers</i> für die Nutzen-Berechnung in DANA	35
3.3	Berechnungen des erwarteten Nutzens unter Berücksichtigung der Unsicherheit der Verknüpfung des Beispiels aus Abbildung 3.13 auf Seite 39	40
3.4	Übersicht der Berechnungen im Rahmen der Analyse <i>Conflict</i> in DANA	41
3.5	Übersicht der Berechnungen im Rahmen der Analyse <i>Single Goal Strategies</i> in DANA	46
3.6	Übersicht der Berechnungen im Rahmen der Analyse <i>Inferred Strategies</i> in DANA	47
4.1	Übersicht über die ausgewählten Akteure für den Bereich MOF	56
4.2	Übersicht über die geführten Expertengespräche mit Datum des Interviews	58
4.3	Ablaufplan des Nachmittags des 2. Stakeholder-Workshops am 17.10.2006 zur Szenarienentwicklung	64
4.4	Übersicht der Berechnungen im Rahmen der Analyse <i>Overview of rounds</i> in DANA	74
5.1	Produktion von Bisphenol A (in 1.000 t)	113
5.2	Produktion, Exporte, Importe und genutzte Tonnage von Octylphenol in Europa (in Tonnen pro Jahr)	120
5.3	Produktion, Import und Export von TCPP im Jahr 2000 in der EU	127
5.4	Verbrauch von AHTN und HHCB in Europa	135
5.5	Prozentuale Veränderung der Schlüsselfaktoren gegenüber dem Indexwert nach der 3. Runde für Bisphenol A	175
5.6	Prozentuale Veränderung der Schlüsselfaktoren gegenüber dem Indexwert nach der 3. Runde für Octylphenol (OP)	175
5.7	Prozentuale Veränderung der Schlüsselfaktoren gegenüber dem Indexwert nach der 3. Runde für TCPP	175

5.8	Prozentuale Veränderung der Schlüsselfaktoren gegenüber dem Index-Wert nach der 3. Runde für Polyzyklische Moschusverbindungen (PCM)	175
A.1	Bedeutung der Smileys und Frowneys als Bewertungssymbole in DANA	242
A.2	Codierung der Farben in DANA	250
A.3	Nutzen-, Zufriedenheits- und Frustrationswerte aller <i>tactics</i> für den exemplarischen Wahrnehmungsgraphen aus Abbildung A.15	258
A.4	Berechnung des zu erwartenden Nutzens unter Berücksichtigung der Unsicherheit der Verknüpfung für das Beispiel aus Abbildung A.16	260
A.5	Übersicht der Berechnungen im Rahmen der Analyse <i>Issue Linkage</i> in DANA	261
A.6	Übersicht der Berechnungen im Rahmen der Analyse <i>Support and Opposition</i> in DANA	265
A.7	Übersicht der Berechnungen im Rahmen der Analyse <i>Similarity of Perceived Causality</i> in DANA	267
A.8	Auflistung aller Berechnungen im Rahmen der Analyse <i>Conflict</i> in DANA	268
A.9	Übersicht der Berechnungen im Rahmen der Analyse <i>Resource Dependency</i> in DANA – Teil 1	269
A.10	Übersicht der Berechnungen im Rahmen der Analyse <i>Perceived Causal Relations</i> in DANA	271
A.11	Übersicht der Berechnungen im Rahmen der <i>Multi-Criteria Analysis</i> in DANA	273
A.12	Übersicht der Berechnungen im Rahmen der Analyse <i>Single Goal Strategies</i> in DANA	275
A.13	Übersicht der Berechnungen im Rahmen der Analyse <i>Inferred Strategies</i> in DANA	276
A.14	Übersicht der Berechnungen im Rahmen der Analyse <i>Relevance</i> in DANA	278
A.15	Übersicht der Berechnungen im Rahmen der Analyse <i>Connectivity and centrality</i> in DANA	279
A.16	Übersicht der Berechnungen im Rahmen der Analyse <i>Controllability</i> in DANA	280
A.17	Übersicht der Berechnungen im Rahmen der Analyse <i>Rating of Tactics</i> in DANA	281
A.18	Übersicht der Berechnungen im Rahmen der Analyse <i>Overview of rounds</i> in DANA	290
B.1	Übersicht der im Projekt INTAFERE behandelten mobilen organischen Fremdstoffe	297

Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit wurde im Rahmen des Forschungsprojekts „Integrierte Analyse von mobilen, organischen Fremdstoffen in Fließgewässern“ (INTAFERE) am Institut für Physische Geographie an der Goethe-Universität Frankfurt erstellt. In INTAFERE wurde das Gefährdungspotenzial von mobilen, organischen Fremdstoffen (MOF) für aquatische Ökosysteme und die natürlichen Wasserressourcen in integrierter und partizipativer Art und Weise untersucht.

MOF sind chemische Substanzen, die in Alltagsprodukten enthalten sind und durch unterschiedliche Eintragsfaden in unbekanntem Mengen in Oberflächengewässer eingetragen werden. Problematisch sind aus Umweltgesichtspunkten ihre Eigenschaften: sie besitzen im Wasser eine hohe Mobilität und sind schwer abbaubar. Dies führt zu einer Persistenz über lange Zeiträume. Für einige dieser Substanzen wurde zudem gezeigt, dass sie in sehr geringen Konzentrationen biologisch aktiv sind und für aquatische Ökosysteme eine Gefahr darstellen.

In INTAFERE wurden drei zentrale Ziele verfolgt: Charakterisierung des Problemfeldes MOF, Erzeugung von praxisrelevantem Wissen für das Management von MOF und Entwicklung einer Softwareanwendung, die gesellschaftliche Aushandlungsprozesse durch eine transparente Darstellung der Wirkungszusammenhänge im Problemfeld unterstützt.

Um einen Beitrag für die Erfüllung der Ziele zu leisten, war es die Aufgabe der Verfasserin, eine Akteursanalyse und -modellierung durchzuführen sowie Zukunftsszenarien im Bereich der MOF zu entwickeln. Dafür existierte keine adäquate Methodik, daher verfolgt die Dissertation zum einen die Entwicklung einer Methodik und zum anderen deren Anwendung im Kontext des Projektes INTAFERE.

Da im Forschungsprozess die Durchführung von Analysen, die wissenschaftliche und gesellschaftliche Sichtweise der Problematik sowie die Erarbeitung von praktischen Lösungen im Mittelpunkt standen, wurde eine transdisziplinäre Herangehensweise gewählt. Ziel war es, eine Methodik zu entwerfen, die sowohl eine Entwicklung von Szenarien als auch eine Modellierung von Handlungsentscheidungen umfasst.

Eine Modellierung und Visualisierung von Handlungsentscheidungen ist notwendig, um Strategien für ein Umweltproblem für verschiedene Szenarien zu ermitteln, und damit einen Lernprozess der Stakeholder zu initiieren. Dies wurde mit der transdisziplinären Methode „Akteursbasierte Modellierung“ umgesetzt. Hierbei wurden insbesondere Aspekte der Problemwahrnehmung von Akteuren und deren Darstellung, der partizipativen Szenarientwicklung sowie der semi-quantitativen Modellierung von Handlungsentscheidungen berücksichtigt.

Die Verfasserin hat mit der semi-quantitativen aktorsbasierten Modellierung eine Methode erarbeitet und getestet, die bisher unverbundene Komponenten (wie die Software *Dynamic Actor Network Analysis* (DANA) und die Szenarienentwicklung) zusammenführt. Um Handlungsentscheidungen unter verschiedenen Szenarien zu modellieren hat die Autorin eine sequentielle Modellierung entwickelt, die mit der Software DANA durchgeführt werden kann. Die dafür notwendige Weiterentwicklung von DANA wurde von Dr. Pieter Bots (TU Delft) umgesetzt.

Die aktorsbasierte Modellierung läuft in drei methodischen Schritten ab:

1. Modellierung von Akteurs-Sichtweisen in Form von Wahrnehmungsgraphen und deren Analyse, aufbauend auf Ergebnissen von qualitativen, leitfaden-gestützten Expertengesprächen (= Akteursmodellierung),
2. partizipative Szenarienentwicklung mit den Akteuren und
3. Zusammenführung der Ergebnisse der Akteursmodellierung und der Szenarienentwicklung und darauf aufbauend eine sequentielle Modellierung von Handlungsentscheidungen und deren Auswirkungen auf Schlüsselfaktoren.

Im Zuge der Anwendung auf das Problemfeld der MOF wurde für folgende Akteure jeweils ein Wahrnehmungsgraph modelliert: Obere Wasserbehörde, Umweltbundesamt, Umwelt- und Verbraucherschutzorganisationen, Wasserversorger sowie für die Hersteller von verschiedenen MOF, weiterhin für die European Flame Retardants Association und die Weiterverarbeitende Industrie.

Das Ergebnis der Szenarienentwicklung waren vier Szenarien: ein Gesundheitsszenario, unter der Annahme von hohen lokalen Umweltstandards durch nachhaltigkeitsorientierte KonsumentInnen, ein Umweltszenario, in dem eine starke Regulierung und nachhaltigkeitsorientierter Konsum Hand in Hand gehen, ein Globalisierungsszenario, in dem Wirtschaftsmacht und preisbewusste KonsumentInnen statt staatliche Regulierung vorherrschen und ein Technikszenario, unter der Annahme, dass Kläranlagen, bedingt durch eine starke Regulierung, aufgerüstet werden.

Bei der Modellierung von Handlungsentscheidungen wurden die Wahrnehmungsgraphen und die vier Szenarien miteinander verknüpft. Pro Substanz wurde ein Modell entwickelt, welches die wichtigsten Systemkomponenten in einer angemessenen Komplexität umfasst und die von den Akteuren gemeinsam getragene Einschätzung der Wirkungsbeziehungen darstellt. Insgesamt wurden 16 Modelle entwickelt. Basierend auf den simulierten Akteurshandlungen wurden relativen Veränderungen der Schlüsselfaktoren Produktion, Import und Leistungsfähigkeit der Kläranlagen für die vier genannten Szenarien berechnet.

In Zusammenarbeit mit Pieter Bots konnten algorithmische Beiträge zur Analyse- und Modellierungssoftware DANA getestet und verbessert werden. Da keine vollständige und zugleich leicht verständliche Einführung zu DANA vorlag, wurde für Nutzer im Rahmen dieser Dissertation eine Anleitung verfasst, die die Modellierung von Wahrnehmungsgraphen und deren Analyse sowie alle Schritte der aktorsbasierten Modellierung mit DANA erläutert.

Abstract

This dissertation is based on the research project “Integrated analysis of mobile organic xenobiotics in rivers” (INTAFERE) at the Goethe-University Frankfurt, Institute of Physical Geography. In INTAFERE, the potential risk of mobile organic xenobiotics (MOX) for aquatic ecosystems and natural water resources was investigated in an integrated and participative manner.

MOX are chemical substances, contained in everyday products, which enter the surface water in unknown quantities through several pathways. From an environmental point of view, their characteristic features are problematic: They have a high mobility in water and are not easily degradable. This causes persistence over long periods. For some of these substances it has been scientifically proven that they are biologically active in small concentrations and pose a threat to aquatic ecosystems.

During the INTAFERE project, three goals were pursued: The characterization of MOX as a problem domain, the generating of practice-orientated knowledge for the management of MOX and the development of a software that supported social processes of negotiation by a transparent depiction of the interdependencies within this problem domain.

In order to contribute to the accomplishment of the goals, it was the task of the author to perform an actor analysis as well as an actor modelling and develop future scenarios for the field of MOX. There were no adequate methods available; therefore, this dissertation deals with the development of a methodology and its application within the context of the INTAFERE project.

Since the focus during the research process was mainly on the implementation of analyses, the scientific and social perception of the problem and the development of practical solutions, a transdisciplinary approach was chosen. The aim was to design a methodology, which comprises the development of scenarios as well as a modelling of decisions for acting.

Modelling and visualization of decisions for acting is necessary in order to identify strategies for an environmental problem in different scenarios of the future, and thus initiate a learning process of the stakeholders. To achieve this, the transdisciplinary method “actor-based modelling” was developed and implemented. In this context, the problem perceptions of the actors and their visualization, the participatory development of scenarios and the semi-quantitative modelling of actions were considered.

With semi-quantitative actor-based modelling, the author has developed and tested a method that combines components, which were unrelated until then, namely the software Dynamic Actor Network Analysis (DANA) and the development of scenarios. In order to model actions in various scenarios, the author has developed a sequential modelling that is carried out by DANA. The necessary software implementation within DANA was done by Dr. Pieter Bots (TU Delft).

The actor-based modelling proceeds in three methodical steps:

1. the modelling of the actors' point of view with the help of perception graphs and their analysis, based on the outcomes of qualitative guided expert interviews (= actor modelling),
2. the development of scenarios with the actors and
3. the merging of the outcomes of the actor modelling and of scenario development, with a sequential modelling of actions and the impact of these actions on key factors.

In the cause of the application to the problem domain MOX, one perception graph was developed for each of the following actors: water authority, Federal Environment Agency, non-governmental organisations, water supplier, producers of various MOF, European Flame Retardants Association and processing industry.

The results of the scenario development were four different scenarios: A health-oriented scenario based on the assumption of high local environmental standards due to consumers who are focused on sustainability; an environmentally-oriented scenario that combines a strong regulation and an attitude of sustainability towards consumption; a globalization scenario, in which economic power and price-conscious consumers dominate instead of government control; and a technology-oriented scenario where waste water treatment is a means of regulating MOX.

During the modelling, the decisions for actions and the graphs of perception as well as the four scenarios were intertwined. For each substance one model was developed, which comprises the most important components of the system in an appropriate complexity as well as the actors' shared perception of the causal relationships. Altogether, 16 models were developed. Based on the simulated actions, relative changes of the key factors production, import and efficiency of sewage disposal facilities in all four scenarios were calculated.

In collaboration with Pieter Bots, algorithmic contributions to the analysing and modelling software DANA were tested and improved. Since there was no complete and coherent introduction to DANA, a user guideline that explains the modelling of perception graphs and their analysis as well as all steps of actor-based modelling was drafted within the framework of this thesis.

Kapitel 1

Einleitung

1.1 Ausgangspunkt und Motivation

Unser Lebensstil wird geprägt durch eine Vielzahl von synthetisch hergestellten Chemikalien. Diese Chemikalien finden nicht nur Verwendung in Kunststoffen und Flammenschutzmitteln, sondern auch in Parfüms und Waschmitteln. Insgesamt werden in der Europäischen Union mehr als 100.000 chemische Substanzen genutzt, davon werden ca. 30.000 in einer Größenordnung von mehr als einer Tonne pro Jahr produziert und rund 2.700 in einer Größenordnung von mehr als 1.000 Tonnen pro Jahr (BfR 2007).

Vom Jahr 1981 bis zum Jahr 2007 war die Situation folgende: Die 100.000 Chemikalien wurden in die sogenannten Altstoffe (vor 1981 auf den Markt gebracht) und in die sogenannten Neustoffe (nach 1981 auf den Markt gebracht) unterschieden. Gemäß der EU-Richtlinie 67/548/EWG unterlagen ab dem 18.09.1981 alle Neustoffe einer aufwendigen systematischen Prüfung, die auch human- und ökotoxikologische Untersuchungen umfasste.

Aufgrund des großen Aufwandes dieser Prüfung verwendeten die Hersteller weiterhin v. a. Altstoffe, für die keine einheitliche Prüfung und Bewertung vorgeschrieben war. So wurden nach 1981 nur rund 3.000 Neustoffe entwickelt, überprüft und zugelassen. Um auch die Altstoffe zu überprüfen, wurde im Jahr 1993 die EU-Altstoffverordnung 793/93/EWG erlassen. Jedoch wurden seit dem Inkrafttreten der Altstoffverordnung erst 100 Chemikalien auf ihre human- und ökotoxikologische Wirksamkeit überprüft, damit sind für eine Vielzahl von Chemikalien die Stoffeigenschaften und die Risiken für die Umwelt nicht bekannt (EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY 1998; BfR 2007).

Im Jahr 1999 stellten die EU-Umweltminister fest: „Selbst für die Stoffe, die in großen Mengen [mehr als 1.000 Tonnen im Jahr] produziert werden und die den Mensch und die Umwelt in großem Maße belasten, ist unser bisheriges Wissen über die toxikologischen und ökotoxikologischen Eigenschaften für eine adäquate Abschätzung des Risikos unzureichend.“ (BfR 2007: 23). Ausgehend von dieser Erkenntnis wurde eine neue Chemikalienverordnung entwickelt, die im Juni 2007 in Kraft trat.

Die neue Europäische Chemikalienverordnung Nr. 1907/2006 „Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals“ (REACH) hat zum Ziel, innerhalb der EU alle chemischen Substanzen mit einer Produktionsmenge von mehr als einer Tonne pro Jahr zu erfassen, zu evaluieren und zu regulieren. Dadurch ergibt sich für die Altstoffe eine gravierende Änderung, in einem gestuften Verfahren müssen die Altstoffe genauso wie die Neustoffe auf gefährliche Eigenschaften untersucht werden. Für die Hersteller der Chemikalien wurde mit der Chemikalienverordnung REACH ein einfacheres Prüfungs- und Zulassungs-System geschaffen, um die Entwicklung und Vermarktung neuer Substanzen zu erleichtern (LAHL UND HAWXWELL 2006).

Unter 100.000 hergestellten chemischen Substanzen befinden sich auch organische Stoffe, die moderat bis gut wasserlöslich sind, was bedeutet, dass sie im Wasser eine hohe Mobilität haben. Hinzu kommt, dass diese Substanzen entweder in großen Mengen in die Umwelt eingetragen werden oder nur schwer abbaubar sind. Dies führt zu einer Persistenz über lange Zeiträume. Diese Substanzen werden als mobile, organische Fremdstoffe (MOF) bezeichnet. Sie sind in Alltagsprodukten enthalten und gelangen durch unterschiedliche Eintragspfade in unbekanntem Mengen in Oberflächengewässer (DAUGHTON 2004; FRIES UND PÜTTMANN 2003; LEISEWITZ UND SCHWARZ 1997; QUEDNOW UND PÜTTMANN 2008).

Für einige dieser Substanzen wurde gezeigt, dass sie in sehr geringen Konzentrationen (im Bereich von einigen Nanogramm pro Liter) biologisch aktiv sind und für aquatische Ökosysteme eine Gefahr darstellen (OEHLMANN *et al.* 2006; SCHULTE-OEHLMANN *et al.* 2001). Ein Hauptproblem aus Umweltgesichtspunkten besteht darin, dass diese MOF nicht vollständig in Kläranlagen abgebaut werden (AHEL *et al.* 2000; BOLZ *et al.* 2001; ESPEJO *et al.* 2002). Wird die große Anzahl von Substanzen und die Schwierigkeit von umfassenden Toxizitäts-Untersuchungen betrachtet, ist es unmöglich, für alle potentiell gefährlichen Substanzen umfangreiche Prüfungen durchzuführen.

Daher ist es notwendig, alternative Wege für ein nachhaltiges Management mit MOF zu finden. Um ein nachhaltiges Management zu unterstützen, ist es in den meisten Fällen nicht ausreichend, ein Entscheidungsunterstützungssystem zu entwickeln, welches nur die technischen und naturwissenschaftlichen Systemkomponenten beinhaltet. Nachhaltiges Management sollte auch gesellschaftliche Komponenten und menschliches Verhalten einbeziehen, um eine größere gesellschaftliche Akzeptanz für Managementmaßnahmen zu schaffen.

Eine Betrachtung, die die technischen, ökonomischen, sozialen und ökologischen Systemkomponenten zusammenführt und mögliche Folgen bewertet, wird *integrated assessment* genannt. *Integrated assessment* ist ein Ansatz, der nicht nur die einzelnen disziplinären wissenschaftlichen Ergebnisse vernetzt, sondern der auch eine aktive Beteiligung der Stakeholder (gesellschaftliche Akteure) umfasst, um Wissen in gesellschaftliche Entscheidungsprozesse einfließen zu lassen und soziales Lernen der beteiligten Akteure zu fördern (VAN ASSELT UND RIJKENS-KLOMP 2002; PAHL-WOSTL 2004; ROTMANS 2006; PAHL-WOSTL *et al.* 2008).

Die vorliegende Arbeit hat, im Sinne eines *integrated assessments*, zum Ziel, durch die Entwicklung von Szenarien und Handlungsstrategien Wege für einen nachhaltigen Umgang mit MOF aufzuzeigen. Voraussetzung dafür ist eine Partizipation der Stakeholder und eine Modellierung der Systemkomponenten. Die Verfasserin möchte zudem mit der von ihr entwickelten aktorsbasierten Modellierung eine Methode zur Diskussion stellen, die auch auf andere (Umwelt-)Probleme übertragbar ist. Im Mittelpunkt der Methode stehen die Darstellung von Akteurswahrnehmungen und die Modellierung von Akteursentscheidungen und deren Wirkungen für verschiedene Szenarien.

1.2 Problemstellung

Bei den MOF handelt es sich um chemische Substanzen, die gesetzlich nicht reguliert und möglicherweise gefährlich für die Umwelt sind (OEHLMANN *et al.* 2006; DI BENEDETTO *et al.* 2008). Zu den MOF zählen beispielsweise die polyzyklischen Moschusverbindungen AHTN (Tonalid®) und HHCB (Galaxolid®), die als Duftstoffe dienen, sowie Bisphenol A, das zur Produktion von Polycarbonaten und Epoxidharzen verwendet wird. Bisphenol A zählt zudem zu den bedeutendsten Industriechemikalien mit einer Verbrauchsmenge von rund 700.000 Tonnen pro Jahr in Europa (EUROPEAN CHEMICALS BUREAU 2003a).

In der wissenschaftlichen Bewertung der Gefährlichkeit der Substanzen besteht nicht immer Konsens. Als Beispiel möge die Substanz Bisphenol A dienen. Die Wissenschaftler Frederick vom Saal und Claude Hughes haben 115 Studien zu Bisphenol A ausgewertet (VOM SAAL UND HUGHES 2005). Das Ergebnis hat Michael Hagmann im Mai 2005 in der Wochenzeitung DIE ZEIT beschrieben:

Fazit der Recherche: Bisphenol A erwies sich als ungefährlich, wann immer Forscher der Chemieindustrie die Substanz unter die Lupe nahmen. In neun von zehn Studien von Universitäts- oder Regierungsforschern bestätigte sich dagegen der Verdacht, dass Bisphenol A wie weibliche Sexualhormone (Östrogene) wirkt und den Hormonhaushalt von Mensch und Tier durcheinander bringt. Zum Teil wurden massive Wirkungen beobachtet. Bei Mäusen, Ratten und anderen Versuchstieren hat Bisphenol A zu Missbildungen der Geschlechtsorgane, verringerter Spermienproduktion, Chromosomenschäden sowie zu Verhaltensstörungen geführt. „Dass Bisphenol A gesundheitsschädigend ist, darüber braucht man nicht mehr zu spekulieren. Man muss es als erwiesen betrachten“, sagt vom Saal. Die Entwarnungen aus den Labors der Chemie-Multis belegten nur: Die Industrie versteht es, Studien so zu gestalten, dass stets das herauskommt, was ihr genehm ist. (HAGMANN 25.05.2005: 33)

Die sich widersprechenden Ergebnisse der Studien zeigen, dass eine Bewertung von Bisphenol A schwierig ist und dass verschiedene Akteure, wie die chemische Industrie und die Wissenschaft, aber auch Regulierungsbehörden und Verbraucher, im Problemfeld MOF mit unterschiedlichen Interessen und Handlungsmöglichkeiten involviert sind.

Für alle MOF lässt sich konstatieren, dass das Problemfeld „durch erhebliche Wissensdefizite gekennzeichnet“ ist (INSTITUT FÜR SOZIAL-ÖKOLOGISCHE FORSCHUNG 2004: 15), da weder das Ausbreitungsverhalten der einzelnen Substanzen in den verschiedenen Umweltkompartimenten vollständig bekannt ist, noch die human- und ökotoxikologische Wirksamkeit der Einzelsubstanzen ausreichend untersucht wurde. Problematisch ist weiterhin, dass umfassende Tests zu Wirkungen von Substanzgemischen fehlen und in Laborversuchen nachgewiesene Schädigungen nur unzureichend auf Ökosysteme und die dort lebenden Organismen übertragbar sind.

Die oben aufgeführten Wissensdefizite machen deutlich, dass eine Bewertung von MOF nur mit großen Unsicherheiten vorgenommen werden kann. Für eine wissenschaftliche Betrachtung – verbunden mit einer gesellschaftlichen Lösungsfindung – für das Problemfeld MOF wurden zwei Grundannahmen formuliert (INSTITUT FÜR SOZIAL-ÖKOLOGISCHE FORSCHUNG 2004: 16):

- (1) Nachhaltige Lösungen müssen sich am gesamten Problemfeld „Mobile organische Fremdstoffe in Fließgewässern“ orientieren. Am Nachweis der Wirkung von Einzelsubstanzen orientierte Lösungen unterschätzen das komplexe Problemfeld und führen langfristig zu einer Gefährdung der natürlichen Wasserressourcen.
- (2) Die Bewertung der mit dem Einsatz konkreter MOF für Mensch und Umwelt einhergehenden Risiken muss zugleich wissensgeleitet und Gegenstand eines gesellschaftlichen Aushandlungsprozesses sein. Nur dadurch kann die Differenz zwischen der Forderung nach einem wirksamen Schutz von Mensch und Umwelt und nach der Erhaltung eines an den Einsatz spezifischer MOF gekoppelten Lebensstandards überbrückt werden.

SCHERINGER (2006: 9) stellt fest, dass es bei der Bewältigung von Umweltproblemen Hindernisse gibt, von denen viele außerhalb der Wissenschaft als „gesellschaftliche Handlungsblockaden“ vorliegen. Aber innerhalb der Wissenschaft bestehe ein „erhebliches und noch nicht ausgeschöpftes Potential, neue Ansatzpunkte für die Bearbeitung komplexer Umweltprobleme zu erarbeiten.“

Die Herausforderung für die Bearbeitung des Problemfeldes MOF in Oberflächengewässern besteht darin, diese neuen Ansatzpunkte zu finden und zu erarbeiten. POHL

UND HIRSCH HADORN (2006) sprechen von transdisziplinärer Forschung, wenn innerhalb des Forschungsprozesses die Komplexität von Problemen erfasst wird, die wissenschaftliche und gesellschaftliche Sichtweise der Problematik aufgenommen wird und praktische Lösungen erarbeitet werden, die am Gemeinwohl orientiert sind. Nach SCHERINGER *et al.* (2005) ist eine transdisziplinäre (Umwelt-)Forschung erforderlich, wenn es eine kontroverse oder einheitliche gesellschaftliche Wahrnehmung und Einschätzung zu einem (Umwelt-)Problem gibt und zugleich der wissenschaftliche Zugang zu diesem (Umwelt-)Problem unklar bzw. strittig ist.

Aus Sicht der Verfasserin treffen die von POHL UND HIRSCH HADORN (2006) und SCHERINGER *et al.* (2005) genannten Kriterien auf das Problemfeld MOF in Fließgewässern zu. Es wird konstatiert, dass für die Analyse, Bewertung und Entscheidungsunterstützung im Problemfeld MOF eine transdisziplinäre Herangehensweise aus den oben genannten Gründen angemessen und erforderlich ist.

Eine Übersicht der Phasen eines transdisziplinäre Forschungsprozesses gibt SCHERINGER (2006: 1):

1. Aufgreifen eines lebensweltlichen Problems mit unklarem wissenschaftlichem Zugang und unklarer Lösung,
2. Übersetzung des lebensweltlichen Problems in geeignete Forschungsfragen,
3. Suche oder Entwicklung von geeigneten Methoden, um die Teilfragen zu beantworten,
4. Erarbeitung von Lösungen zu den Teilfragen,
5. Zusammenfügen der Lösungen zu einem Gesamtbild und
6. Einspeisung der Resultate in den gesellschaftlichen Problemlöseprozess.

Wenn man diese Phasen auf das Problemfeld MOF überträgt, besteht eine wissenschaftliche Herausforderung insbesondere in der Methodensuche bzw. -entwicklung. Ziel der Methodik sollte sein, soziale (v. a. qualitative) und naturwissenschaftliche (v. a. quantitative) Daten zu visualisieren und zu verknüpfen. Dabei sollten verschiedene wissenschaftliche Methoden wie Modellierung und Szenarienentwicklung miteinander verbunden werden.

CARMICHAEL *et al.* (2004: 171) beschreiben, dass die meisten Modelle im *integrated assessment* einen Schwerpunkt haben und nicht alle Anforderungen, wie sie in der transdisziplinären Forschungsliteratur beschrieben werden, erfüllen:

On the one hand, IA [integrated assessment] practitioners seek to develop more complex and sophisticated interdisciplinary models of human and natural systems. On the other hand, different practitioners focus their efforts on bringing these models to the public in order to explore perceptions of environmental change, collective representations of environmental issues and the human behavioural dimensions of social systems.

Die Problemstellung ist daher, ein Modell zu entwickeln, welches die wichtigsten Systemkomponenten in einer angemessenen Komplexität umfasst. Zugleich sollte die Erstellung des Modells mit den Akteuren erfolgen und die Ergebnisse des Modells sollten in einen partizipativen Prozess diskutiert werden. Damit stellt sich die Herausforderung der Einbindung der gesellschaftlichen Akteure in den Forschungsprozess. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die beteiligten Akteure keine rational handelnden, nutzenmaximierenden Akteure sind, wie sie die neoklassische Ökonomie beschreibt, sondern eine subjektive Wahrnehmung und verschiedene Handlungsmöglichkeiten haben. Es gibt keine einheitliche, sondern viele unterschiedliche Sichtweisen auf die Problemlage.

Eine weitere Herausforderung ist es, einen Lernprozess der beteiligten Akteure, eingeschlossen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, zu initiieren bzw. zu unterstützen, beispielsweise durch eine Modellierung.

1.3 Fragestellung

In einem transdisziplinären Forschungsprozess, der auf Problemwahrnehmungen und Handlungsmöglichkeiten von Akteuren sowie auf deren Analyse und Modellierung fokussiert ist, stellen sich folgende Fragen:

- A Wie können die unterschiedlichen Problemwahrnehmungen der Akteure visualisiert werden?
- B Wie können Szenarien entwickelt werden, die ein Problemfeld in die Zukunft projizieren, unter Berücksichtigung von verschiedenen Rahmenbedingungen?
- C Wie können die Akteure in diesen Prozess eingebunden werden?
- D Wie können Handlungsentscheidungen – unter Berücksichtigung verschiedener Szenarien – modelliert und visualisiert werden?
- E Wie können Auswirkungen der Handlungsentscheidungen auf ausgewählte Faktoren – unter Berücksichtigung verschiedener Szenarien – modelliert werden, mit dem Ziel, Entscheidungsprozesse zu unterstützen?

Daran anschließend stellen sich folgende Fragen: Mit welcher Software kann dieser Modellierungsprozess durchgeführt werden? Ist eine Weiterentwicklung der Software notwendig und existiert für die Software und den Modellierungsprozess eine Anleitung? Hinzu kommt eine zweite Ebene, die Ebene der konkreten Anwendung der obigen Fragen A bis E auf das Problemfeld MOF:

- A' Wie sehen die unterschiedlichen Problemwahrnehmungen der Akteure im Problemfeld MOF aus, welche Unterschiede und welche Gemeinsamkeiten gibt es?
- B' Welche Szenarien sind für das Problemfeld MOF in Zukunft denkbar und realistisch, unter Berücksichtigung verschiedener Rahmenbedingungen?
- C' Wie können MOF-relevante Akteure in den Forschungsprozess eingebunden werden?
- D' Wie sehen Handlungsentscheidungen der Akteure im Problemfeld MOF in verschiedenen Szenarien aus?
- E' Welche Auswirkungen haben die Handlungsentscheidungen auf ausgewählte Faktoren im Problemfeld MOF in verschiedenen Szenarien?

Zwei methodologische Fragen schließen sich dem an, die sich auf den gesamten Modellierungsprozess beziehen:

- 1 Wie können subjektive Akteurseinschätzungen und -handlungen mit Szenarien, die die Umwelt und die Gesellschaft möglichst objektiv abbilden, in einem Modell verbunden werden?
- 2 Wie können qualitative Ergebnisse von Akteurshandlungen und Szenarien mit quantitativen Daten – wie Produktionsmengen von Chemikalien und Konzentrationen von Substanzen in Fließgewässern – miteinander verknüpft werden?

1.4 Aufgabenstellung und Struktur

Im Mittelpunkt dieser Dissertation soll die Entwicklung und Anwendung einer Methode für transdisziplinäre Umweltforschung stehen. Aus den oben formulierten Fragen können folgende Aufgaben abgeleitet werden: Es soll eine Methodik-Entwicklung bzw. Weiterentwicklung im Sinne der transdisziplinären Forschung erfolgen und diese Methodik soll auf das Problemfeld MOF in Oberflächengewässern im Rahmen des Projektes INTAFERE angewendet werden. Die Methode soll ein Analyse- und ein Modellierungswerkzeug umfassen.

Analog zu der Fragestellung soll die Methodik sowohl die Erhebung und Darstellung von Akteurs-Sichtweisen, als auch das Entwerfen von Szenarien, die Einbeziehung partizipativer Elemente und die Modellierung von Entscheidungen und deren Auswirkungen auf ausgewählte Faktoren umfassen. Hinzu kommt eine Anleitung der verwendeten bzw. weiterentwickelten Software.

Diese Aufgaben werden mit der im Rahmen dieser Dissertation entwickelten Methode der akteursbasierten Modellierung in den folgenden Schritten umgesetzt:

- Akteursanalyse mit qualitativen leitfaden-gestützten Expertengesprächen und Darstellung der Akteurs-Sichtweisen mit der Software DANA (*Dynamic Actor Network Analysis*) (= Akteursmodellierung),
- partizipative Szenarienentwicklung und
- Zusammenführung der Ergebnisse der Akteursmodellierung und der Szenarienentwicklung zu einer sequentiellen Modellierung von Handlungsentscheidungen mit der Software DANA, die durch Impulse dieser Arbeit von Dr. Pieter Bots dahingehend weiterentwickelt wurde.

Es ist zu diskutieren, in welcher Form die Methode der akteursbasierten Modellierung weiterzuentwickeln und ob sie auf andere (Umwelt-)Problembereiche übertragbar ist. Eine Anmerkung: Ein Ziel der akteursbasierten Modellierung ist es, die Problemwahrnehmungen und Ziele der relevanten Akteure für die Stakeholder und die involvierten Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen transparent zu machen. Weiterhin sollen mögliche Handlungsentscheidungen modelliert werden. In diesem Zusammenhang wird nicht der Anspruch erhoben, sichere Vorhersagen oder Prognosen zu erbringen, sondern szenariogestützte Möglichkeitsräume aufzuzeigen und damit einen Beitrag zur Erhöhung des gesellschaftlichen Handlungsvermögens zu leisten.

1.5 Integrierte Analyse von mobilen, organischen Fremdstoffen in Fließgewässern

Das Projekt „Integrierte Analyse von mobilen, organischen Fremdstoffen in Fließgewässern“ (INTAFERE) wurde gemeinsam vom Institut für sozial-ökologische Forschung gGmbH (ISOE) und der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main beantragt. Gefördert wurde das Forschungsprojekt vom Hessischen Ministerium für Wissenschaft und Kunst von 2005 bis 2007¹. Zwei Ebenen wurden im Projekt betrachtet: die Untersuchungsregion Hessisches Ried südlich von Frankfurt am Main und deutschland- bzw. europaweit agierende Akteure wie beispielsweise die Hersteller von MOF und das Umweltbundesamt.

In INTAFERE wurden drei zentrale Ziele verfolgt: a) Charakterisierung des Problemfeldes MOF, b) Erzeugung von praxisrelevantem Wissen für das Management von MOF und c) Entwicklung einer Softwareanwendung, die gesellschaftliche Aushandlungsprozesse durch eine transparente Darstellung der Wirkungszusammenhänge im Problemfeld MOF unterstützt.

Dafür wurde ein integratives Modell entwickelt, das sich an das DPSIR-Schema der Europäischen Umweltagentur anlehnt (EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY 2001a). DPSIR steht für *drivers, pressures, states, impacts* und *responses* und beschreibt die Interaktionen zwischen Gesellschaft und Umwelt (EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY 2001a; KRINNER *et al.* 1999; SVARSTAD *et al.* 2008) (siehe Abbildung 1.1 auf der nächsten Seite). Der Teil *responses* wurde im INTAFERE-Projekt nicht berücksichtigt, dafür wurde das Teilprojekt „Integration“ eingeführt.

¹Die Verträge der im Projekt beschäftigten Doktorandinnen hatten davon abweichende Laufzeiten.

Anhand des DPSIR-Schemas erfolgt eine kurze Darstellung der Teilprojekte von INTAFERE²:

- Teilprojekt „Drivers“: Akteursbasierte Modellierung inklusive Szenarientwicklung,
- Teilprojekt „Pressures“: Stoffliche Charakterisierung, Stoffstromanalyse und quantitative Modellierung der Eintragsmengen, Konzentrationen und Frachten,
- Teilprojekt „State“: Erfassung des hydrochemischen und biologischen Gewässerzustandes sowie Bestimmung von Abwasserindikatoren,
- Teilprojekt „Impacts“: Generierung der ökotoxikologischen Datengrundlage zur Bewertung der Umweltwirkungen von Einzelsubstanzen und Substanzgemischen (Ökotoxikologische Wirkungsanalyse) und
- Teilprojekt „Integration“: Entwicklung von Risikobewertungsverfahren und Zusammenführung der Teilmodelle zu einem Gesamtmodell.

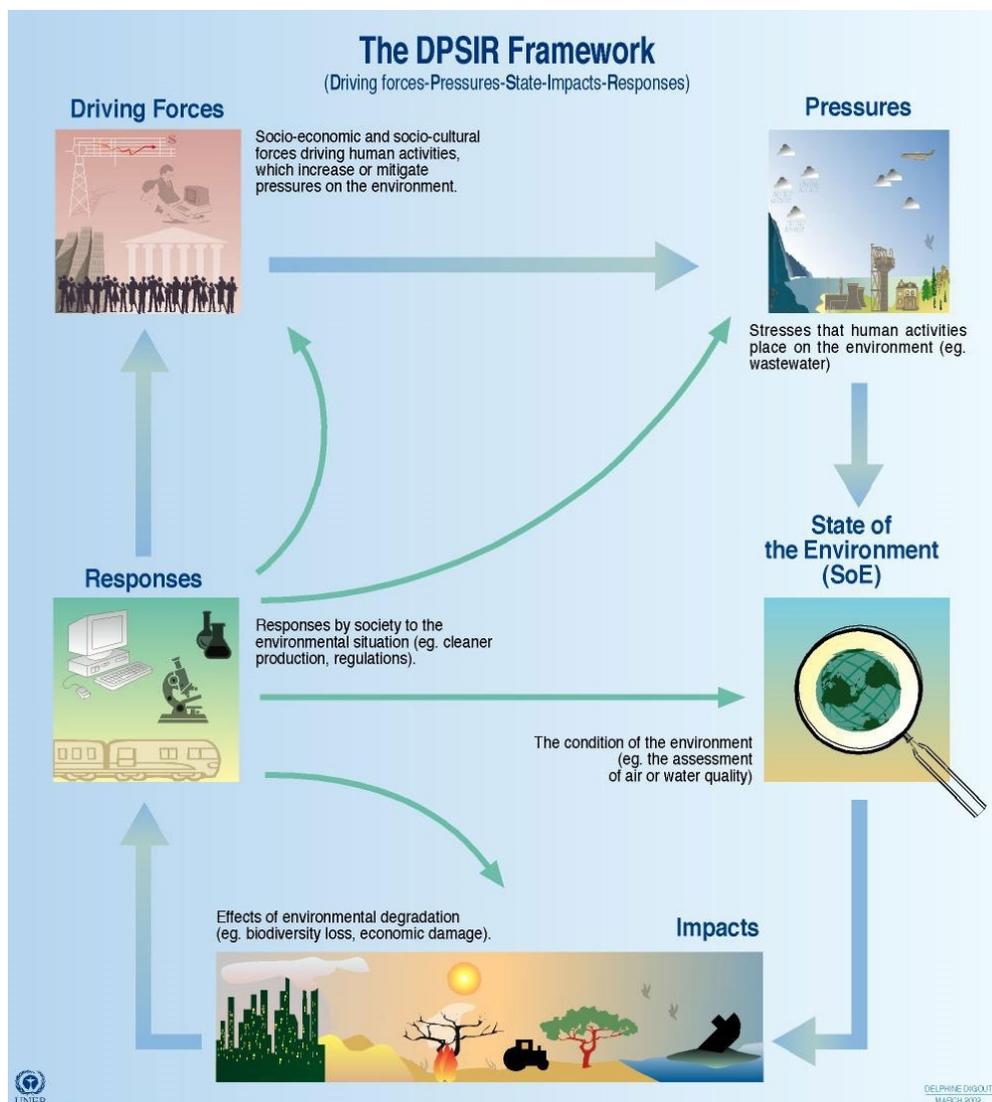


Abbildung 1.1: DPSIR-Schema der Europäischen Umweltagentur, DPSIR steht für *drivers*, *pressures*, *states*, *impacts* und *responses* (Quelle: EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (2001b))

²Die vorliegende Dissertation fußt auf den eigenen Arbeiten in den Teilprojekten „Drivers“ und „Integration“.

Im Rahmen des Projektes INTAFERE fanden vier Stakeholder-Workshops statt:

1. Stakeholder-Workshop: „Risikobewertung von mobilen, organischen Fremdstoffen“ am 10.01.2006,
2. Stakeholder-Workshop: „Zukunftsszenarien zum Umgang mit mobilen, organischen Fremdstoffen“ am 17.10.2006,
3. Stakeholder-Workshop: „Risiken durch mobile, organische Fremdstoffe: Modellierung als Instrument gemeinsamen Lernens“ am 25.06.2007 und
4. Stakeholder-Workshop: „Partizipative Risikobewertung von mobilen, organischen Fremdstoffen: Schlussfolgerungen aus dem INTAFERE-Stakeholderdialog“ am 17.01.2008.

Die Ergebnisse des Teilprojekts „Drivers“ sind in ein Kopplungsmodell und von dort in ein regionales Modell eingeflossen. Eine ausführliche Beschreibung dieser Modelle finden sich in INTAFERE-PROJEKTGRUPPE (2007) und DI BENEDETTO *et al.* (2008).

1.6 Mobile organische Fremdstoffe (MOF)

1.6.1 Übersicht

Die folgenden Substanzen wurden im Projekt INTAFERE untersucht und waren zugleich Gegenstand der Betrachtung in der aktorsbasierten Modellierung der vorliegenden Arbeit:

- Bisphenol A,
- das Alkylphenol Octylphenol,
- das Organophosphat TCPP sowie
- die polyzyklischen Moschusverbindungen AHTN und HHCB (Produktnamen: Tonalid® und Galaxolid®).

Um die Substanzen einordnen zu können, folgt eine kurze Charakterisierung.

1.6.2 Bisphenol A

Mit Bisphenol A (CAS-Nummer³ 80-05-7) wird die chemische Substanz 2,2-Bis(4-hydroxyphenyl)propan bezeichnet. Ihr Schmelzpunkt liegt bei 155 °C und ihr Siedepunkt bei 360 °C. Bisphenol A wird der Wassergefährdungsklasse 2 zugeordnet. GRAY *et al.* (2004: 875) schreiben, dass Bisphenol A „was invented in the 1930's during the search for non-steroidal chemicals with estrogen activity for potential therapeutic use.“ Ein östrogenen Effekt von Bisphenol A bei $< 1 \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ ist wissenschaftlich belegt⁴ (EUROPEAN CHEMICALS BUREAU 2003a).

³CAS = Chemical Abstract Service

⁴„Aquatic compartment: The possible effects of bisphenol-A on endocrine systems have been investigated in a number of species. In fish, effects have been observed with some species on vitellogenin synthesis, secondary sexual characteristics and spermatogenesis. The lowest concentration at which effects have been reported is $1 \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$, but the quality of the data is not considered suitable to define the PNEC [Anmerkung: PNEC = predicted no effect concentration]. Amongst invertebrates, snails appear to be sensitive to bisphenol-A. Effects including increased egg production have been observed in several species, with effects below $1 \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ reported although the study is not considered suitable to define the PNEC.“ (EUROPEAN CHEMICALS BUREAU 2003a: 7)

Im European Union Risk Assessment Report wird der EU-weite Verbrauch von Bisphenol A für die Jahre 1996 bis 1999 auf jährlich 685.000 t beziffert. Hauptsächlich wird die Substanz für die Herstellung von Polycarbonaten (71 % bzw. 486.880 t) und für die Produktion von Epoxidharzen (25 % bzw. 171.095 t) verwendet (EUROPEAN CHEMICALS BUREAU 2003a: 14).

Da Bisphenol A moderat wasserlöslich ist ($300 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$), einen Octanol-Wasser Verteilungskoeffizienten ($\log K_{OW}$ -Wert) von 3,4 hat und eine sehr geringe Henry-Konstante von $4,03 \cdot 10^{-6} \text{ Pa m}^3/\text{mol}$ aufweist, ist zu erwarten, dass die Substanz in der Atmosphäre kaum oder lediglich in kleinsten Mengen auftritt, an Boden oder Sediment mäßig adsorbiert, aber in Gewässern in größeren Mengen vorkommt (GEHRING 2004; EUROPEAN CHEMICALS BUREAU 2003a). Im Jahr 1997 wurden im Abfluss von Berliner Kläranlagen Bisphenol A-Konzentrationen von bis zu $160 \text{ ng} \cdot \text{L}^{-1}$ gemessen (RIPPEN 1999). In hessischen Oberflächengewässern wurden nach LEISEWITZ *et al.* (2003) Konzentrationen von bis zu $440 \text{ ng} \cdot \text{L}^{-1}$ ermittelt.

Zur biologischen Abbaubarkeit der Substanz: Das EUROPEAN CHEMICALS BUREAU (2003a) schlussfolgert nach Auswertung der ihm vorliegenden Studien, dass Bisphenol A in natürlichen Gewässern eine Halbwertszeit von 15 Tagen aufweist und in 75 Tagen zu 97 % abgebaut wird. GEHRING (2004: 31) fasst zusammen, dass Bisphenol A trotz seiner „guten bis sehr guten biologischen Abbaubarkeit unter aeroben Bedingungen [...] sehr häufig und weit verbreitet sowohl in Deutschland als auch weltweit in Oberflächengewässern nachweisbar [ist]. Dies spricht für eine ständige Nachlieferung und das Entstehen einer ‚Quasi-Persistenz‘ zumindest in der Umwelt der Industrienationen.“ (GEHRING 2004: 42) hat die Ergebnisse des EUROPEAN CHEMICALS BUREAU (2003a) für die *predicted no effect concentration* (PNEC)⁵ in den verschiedenen Umweltkompartimenten zusammengestellt:

Tabelle 1.1: PNEC von Bisphenol A in den verschiedenen Umweltkompartimenten (Quelle: GEHRING (2004: 42))

Umweltkompartiment	Konventioneller PNEC	Konservativer PNEC
Wasser	$1,6 \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$	$0,1 \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$
Sediment	$36\text{--}60 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ TR	$3,7 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ TR
Boden	$23 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$	$1,3 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$
Mikroorganismen	$320 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$	$320 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$
Säugetiere/Mensch (oral)	$33 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ Lebensmittel	$33 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ Lebensmittel

GIES (2007) beschreibt, dass über 40 wissenschaftliche Studien zum Ergebnis kommen, dass oral verabreichtes Bisphenol A eine schädigende Wirkung deutlich unterhalb der Dosis von $50 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ Körpergewicht hat, die die Europäische Lebensmittelbehörde EFSA als sicher bezeichnet. Die 40 Studien wurden von verschiedenen behördlichen und universitären Arbeitsgruppen an Nagern durchgeführt, wohingegen die EFSA sich auf zwei Studien bezieht, die von der Kunststoffindustrie finanziert wurden. Insgesamt betrachtet besteht bezüglich der Haupteintragspfade, des Ausbreitungsverhaltens und der östrogenen Aktivität von Bisphenol A – und der damit verbundenen Gefährdung – weiterer Forschungsbedarf (INSTITUT FÜR SOZIAL-ÖKOLOGISCHE FORSCHUNG 2004).

⁵ „Quantitative PEC/PNEC estimation for environmental risk assessment of a substance comparing compartmental concentrations (PEC) with the concentration below which unacceptable effects on organisms will most likely not occur (predicted no effect concentration (PNEC)).“ (EUROPEAN CHEMICALS BUREAU 2003b: 10)

1.6.3 Octylphenol

Octylphenol, auch als 4-tert-Octylphenol bzw. 4-(1,1,3,3-Tetramethylbutyl)phenol bezeichnet, ist ein Alkylphenol und hat die CAS-Nummer 140-66-9. Der Schmelzpunkt der Substanz liegt bei 72–74°C, der Siedepunkt bei 280–283°C. Octylphenol wird der Wassergefährdungsklasse 2 zugeordnet. In der EU-Wasserrahmenrichtlinie 2000/60/EG wurde Octylphenol zur Überprüfung als prioritär gefährlich eingestuft.

Zu den Alkylphenolen zählt auch Nonylphenol, welches ebenfalls in INTAFERE untersucht wurde. Die Substanzen dienen nach BÖHM *et al.* (2002) als Zwischenprodukte für die Herstellung von Phenolharzen (im Vulkanisierungsprozess zur Herstellung von Reifengummi), von antioxidativ wirkenden Additiven sowie von Ethoxylaten, die als Tenside eingesetzt werden. Alkylphenole und ihre Ethoxylate wurden in Kläranlagen-Abläufen und in Oberflächengewässern nachgewiesen (AHEL *et al.* 1994, 2000; FRIES UND PÜTTMANN 2003).

In der EU wurden im Jahr 2001 22.633 t Octylphenol hergestellt, 375 t importiert und 150 t exportiert. Hinzu kommt eine unbestimmte Menge von Octylphenol, das bei der Herstellung von Nonylphenol als Verunreinigung von bis zu 10 % (üblicherweise ca. 3–5 %) entsteht (OSPAR COMMISSION 2004).

Zur (Öko-)Toxizität: Octylphenol hat einen LC_{50} -Wert von $1,05 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ und einen $PNEC_{Wasser}$ -Wert von $0,122 \text{ } \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ (ENVIRONMENT AGENCY 2005). Die endokrine Wirkung von Nonylphenol und Octylphenol ist wissenschaftlich belegt (EUROPEAN CHEMICALS BUREAU 2002; ENVIRONMENT AGENCY 2005).

Nach LEISEWITZ *et al.* (2003) und FRIES UND PÜTTMANN (2003) sind das Auftreten und die Konzentrationen von Alkylphenolen und ihren Ethoxylaten in Oberflächengewässern nur unzureichend erforscht. Die von FRIES UND PÜTTMANN (2003) gemessenen Konzentrationen in Fließgewässern liegen in Bereichen, die endokrine Wirkungen auslösen können.

1.6.4 Tris(2-chlor-1-methylethyl)phosphat (TCPP)

Tris(2-chlor-1-methylethyl)phosphat (TCPP) (CAS-Nummer 13674-84-5) gehört zu den Organophosphaten, wie auch die bekanntere Substanz Tris-(2-chlorethyl)-phosphat mit der Abkürzung TCEP. Organophosphate werden als Flammschutzmittel und Weichmacher verwendet. Der Schmelzpunkt von TCPP liegt bei $< -20^\circ\text{C}$, der Siedepunkt bei 288°C . Die Wasserlöslichkeit liegt bei $1,080 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ (20°C) (EUROPEAN CHEMICALS BUREAU 2008c). Die Wassergefährdungsklasse von TCPP ist 2.

Folgende $PNEC$ -Werte für TCPP werden in EUROPEAN CHEMICALS BUREAU (2008c) angegeben: $PNEC_{freshwater}$: $0,64 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, $PNEC_{WWTP \text{ micro-organisms}}$: $7,84 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ und $PNEC_{Seawater}$: $0,064 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$. Für die Substanzen TCEP und TCPP wurde von FÖLLMANN UND WOBER (2006) eine endokrine Wirkung nachgewiesen.

Die Substanz TCPP wird seit Mitte der 1990er Jahre als Ersatzstoff für das Flammschutzmittel TCEP eingesetzt, das im Verdacht steht, krebserregend zu sein (BECKER *et al.* 2004: 72). Die gesamte Produktion von TCPP in der EU lag im Jahr 2000 bei 36.038 t (EUROPEAN CHEMICALS BUREAU 2008c: 12).

Das additive Flammschutzmittel TCPP wird dem herzustellenden Kunststoff zugesetzt, ohne dass eine chemische Reaktion mit den übrigen Substanzen erfolgt – im Unterschied zu reaktiven Flammschutzmitteln, die in die Kunststoffe chemisch „eingebaut“ werden. Anwendungsgebiete von TCPP sind Polyurethan-Hartschäume, die vorwiegend auf dem Bau und in der Möbelherstellung Verwendung finden, sowie Weichschäume für die Herstellung von Polstern für Möbel, Matratzen, Autositzen und Kopfstützen (EUROPEAN CHEMICALS BUREAU 2008c).

In Oberflächengewässern werden Organophosphate seit 1978 nachgewiesen (SHELDON UND HITES 1978). Ein Beispiel aus Deutschland: In Berliner Teltowkanal wurde die Substanz TCP in einer Konzentration von $0,95 \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ und die Substanz TCEP in einer Konzentration von $0,36 \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ gemessen (HEBERER *et al.* 2002).

1.6.5 Polyzyklische Moschusverbindungen

Die beiden am häufigsten verwendeten polyzyklischen Moschusverbindungen (PCM) sind AHTN (Produktname: Tonalid[®]) mit der CAS-Nummer CAS 1506-02-1 und HHCB (Produktname: Galaxolid[®]) mit der CAS-Nummer 1222-05-5.

AHTN und HHCB bilden zusammen 90 % der in Europa verwendeten PCM. Der chemische Name von AHTN lautet: 6-Acetyl-1,1,2,4,4,7-hexamethyltetralin, der von HHCB 1,3,4,6,7,8-Hexahydro-4,6,6,7,8,8-hexamethylcyclopenta(γ)-2-benzopyran. PCM sind in Duftmischungen enthalten, die in Parfums, Wasch- und Reinigungsmitteln, Duschgels, Deodorants, Crèmes, Lotions, Shampoos, Rasierwassern und Raumluftfrischern Verwendung finden (EAWAG o. J.; EUROPEAN CHEMICALS BUREAU 2008a).

Der Verbrauch von PCM in der EU nimmt seit Anfang der 1990er Jahre ab. 1992 wurden noch bei 885 t AHTN und 2.400 t HHCB in der EU verwendet, 2004 waren es nur noch 247 t AHTN und 1.307 t HHCB (EUROPEAN CHEMICALS BUREAU 2008a, b). PCM gelangen über das Abwasser in Kläranlagen, werden dort aber nicht vollständig entfernt und erreichen über die Kläranlagen-Abflüsse die Oberflächengewässer (SIMONICH *et al.* 2000; LEISEWITZ *et al.* 2003).

Der $\text{PNEC}_{\text{water}}$ -Wert für AHTN liegt bei $2,8 \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ (EUROPEAN CHEMICALS BUREAU 2008a) und der $\text{PNEC}_{\text{water}}$ -Wert für HHCB bei $4,4 \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ (EUROPEAN CHEMICALS BUREAU 2008b).

1.7 Aufbau der Arbeit

Um den Aufbau der Dissertation sowie die Verknüpfung der entwickelten transdisziplinären Methode, die aktorsbasierte Modellierung, mit deren Anwendung im Projekt INTAFERE zu illustrieren, folgen auf den nächsten Seiten drei Übersichtstabellen (1.2, 1.3 und 1.4).

Im Anschluss an diese Einleitung werden in Kapitel 2 die zentralen Begriffe definiert und die grundlegenden Theorien vorgestellt, auf denen die aktorsbasierte Modellierung aufbaut. Im Kapitel 3 (DANA – *Dynamic Actor Network Analysis*) wird das Programm DANA als Darstellungs- und Analyse-Software erläutert. Daran schließt das Kapitel 4 (Methodik) an, in dem die drei Schritte der aktorsbasierten Modellierung dargelegt werden: die Modellierung von Wahrnehmungsgraphen, die partizipative Szenarienentwicklung und die Modellierung von Handlungsentscheidungen. DANA wird in den ersten beiden Schritten als Darstellungs- und Analyse-Software genutzt, im dritten Schritt ist DANA zentraler Bestandteil der sequentiellen Modellierung.

Im Kapitel 5 (Ergebnisse) werden die Resultate der Anwendung der aktorsbasierten Modellierung im Projekt INTAFERE dargelegt. Der Fokus liegt hier auf den Akteuren, ihren Wahrnehmungen und Handlungsstrategien im Bereich der MOF sowie auf den partizipativ entwickelten Szenarien. Im darauf folgenden Kapitel 6 (Diskussion) werden die entwickelte Methode der aktorsbasierten Modellierung und die vorgestellten INTAFERE-Ergebnisse diskutiert. Die Arbeit schließt mit einem Fazit und einem Ausblick.

Im Rahmen der Dissertation wurde eine Anleitung für DANA geschrieben, die im Anhang abgedruckt ist, ebenso wie die Gesprächsleitfäden der Expertengespräche und das transkribierte Expertengespräch mit Sonja Haider von WECF e.V.

Tabelle 1.2: Übersicht über die Fragen A bis E der vorliegenden Arbeit (siehe Abschnitt 1.3 auf Seite 5), die daraus abgeleiteten Herausforderungen und deren Umsetzung in Form methodischer Schritte und Ergebnisse

Fragen	Herausforderungen	Methodische Schritte	Ergebnisse
A Wie können die unterschiedlichen Problemwahrnehmungen der Akteure visualisiert werden?	Erhebung und Darstellung von Akteurs-Sichtweisen	Akteursanalyse mit qualitativen leitfadengestützten Expertengesprächen und Darstellung der Akteurs-Sichtweisen mit der Software DANA	Methode der Akteursmodellierung = 1. Schritt der akteursbasierten Modellierung (siehe Methodik 4.2)
B Wie können Szenarien entwickelt werden, die ein Problemfeld in die Zukunft projizieren, unter Berücksichtigung von verschiedenen Rahmenbedingungen?	Entwerfen von Szenarien	Szenarientwicklung und Darstellung der Szenarien mit der Software DANA	Methode der Szenarientwicklung = 2. Schritt der akteursbasierten Modellierung (siehe Methodik 4.3)
C Wie können die Akteure in diesen Prozess eingebunden werden?	Einbindung von Akteuren	Einbindung der Akteure durch Expertengespräche und durch einen Workshop zur Szenarientwicklung	Einbindung der Akteure in den 1. und 2. Schritt der akteursbasierten Modellierung (siehe Methodik 4.2.2 und 4.3.3)
D Wie können Handlungsentscheidungen – unter Berücksichtigung verschiedener Szenarien – modelliert und visualisiert werden?	Ermittlung (Modellierung) und Darstellung von Handlungsentscheidungen der Akteure	Zusammenführung der Ergebnisse der Akteursmodellierung und der Szenarientwicklung und darauf aufbauend Durchführung einer sequentiellen Modellierung mit der Software DANA, darin in Ermittlung von optimalen Handlungsentscheidungen und Handlungsstrategien der Akteure, die den höchsten Nutzen für ihre Ziele erwarten lassen	Methode der Entwicklung und Visualisierung von Handlungsstrategien = 3. Schritt der akteursbasierten Modellierung – Prozess I (siehe Methodik 4.4)
E Wie können Auswirkungen der Handlungsentscheidungen auf ausgewählte Faktoren – unter Berücksichtigung verschiedener Szenarien – modelliert werden, mit dem Ziel, Entscheidungsprozesse zu unterstützen?	Ermittlung (Modellierung) und Darstellung der Auswirkungen der Handlungsentscheidungen auf ausgewählte Faktoren	Durchführung einer sequentiellen Modellierung mit der Software DANA, darin Modellierung der Auswirkungen der optimalen Handlungsstrategien der Akteure auf ausgewählte Faktoren mit der Software DANA	Methode der Modellierung der Auswirkungen der Handlungsstrategien = 3. Schritt der akteursbasierten Modellierung – Prozess II (siehe Methodik 4.4.4)
A bis E Mit welcher Software kann dieser Modellierungsprozess durchgeführt werden, welche Weiterentwicklung ist ggf. notwendig und existiert eine Anleitung dafür?	Auswahl, ggf. Weiterentwicklung und Dokumentation einer Software für Visualisierung, Analyse und Modellierung	Entscheidung für die Software DANA, Entwicklung von konkreten Ideen für eine Weiterentwicklung von DANA, Durchführung von Testläufen sowie Verfassen von Fehler-Reporten und einer Anleitung	Softwareevaluation von DANA und Anleitung für Nutzerinnen und Nutzer (siehe Kapitel 3 und Anhang A)

Tabelle 1.3: Übersicht über die spezifisch auf das Problemfeld MOF bezogenen Fragen A' bis E' (abgeleitet aus den allgemeinen Fragen A bis E, siehe Abschnitt 1.3 auf Seite 5), die daraus abgeleiteten Herausforderungen und deren Umsetzung in Form methodischer Schritte und Ergebnisse

Fragen	Herausforderungen	Methodische Schritte	Ergebnisse
A' Wie sehen die unterschiedlichen Problemwahrnehmungen der Akteure im Problemfeld MOF aus, welche Unterschiede und welche Gemeinsamkeiten gibt es?	Erhebung, Darstellung und Analyse von Akteurs-Sichtweisen im Bereich der MOF	Erhebung durch qualitative leitfaden-gestützten Expertengespräche sowie Darstellung und Analyse der Akteurs-Sichtweisen mit der Software DANA	Ergebnisse der Akteursmodellierung im Projekt INTAFERE (siehe Kapitel 5.2)
B' Welche Szenarien sind für das Problemfeld MOF in Zukunft denkbar und realistisch, unter Berücksichtigung verschiedener Rahmenbedingungen?	Entwerfen von Szenarien für das Problemfeld MOF	Szenarientwicklung und Darstellung der Szenarien mit der Software DANA	Ergebnisse der Szenarientwicklung im Projekt INTAFERE (siehe Kapitel 5.3)
C' Wie können MOF-relevante Akteure in den Forschungsprozess eingebunden werden?	Einbindung von MOF-relevanten Akteuren	Einbindung der Akteure durch Expertengespräche und durch einen Workshop zur Szenarientwicklung	Einbindung der Akteure in den 1. und 2. Schritt der akteursbasierten Modellierung (siehe Kapitel 5.1.2 und 4.3.3)
D' Wie sehen Handlungsentscheidungen der Akteure im Problemfeld MOF in verschiedenen Szenarien aus?	Modellierung von Handlungsentscheidungen der Akteure im Bereich MOF	Zusammenführung der Ergebnisse der Akteursmodellierung und der Szenarientwicklung und darauf aufbauend Durchführung einer sequentiellen Modellierung mit der Software DANA, darin in Ermittlung von optimalen Handlungsentscheidungen und Handlungsstrategien der Akteure, die den höchsten Nutzen für ihre Ziele erwarten lassen	Ergebnisse der Entwicklung und Visualisierung von Handlungsstrategien im Projekt INTAFERE (siehe Kapitel 5.4)
E' Welche Auswirkungen haben die Handlungsentscheidungen auf ausgewählte Faktoren im Problemfeld MOF in verschiedenen Szenarien?	Modellierung und Darstellung der Auswirkungen der Handlungsentscheidungen der Akteure im Bereich MOF auf ausgewählte Faktoren	Durchführung einer sequentiellen Modellierung mit der Software DANA, darin Modellierung der Auswirkungen der optimalen Handlungsstrategien der Akteure auf ausgewählte Faktoren mit der Software DANA	Ergebnisse der Modellierung der Auswirkungen der Handlungsstrategien im Projekt INTAFERE (siehe Kapitel 5.4.6)

Tabelle 1.4: Übersicht über die methodologischen Fragen 1 und 2 der vorliegenden Arbeit (siehe Abschnitt 1.3 auf Seite 5), die daraus abgeleiteten Herausforderungen und deren Umsetzung in Form methodischer Schritte und Ergebnisse

Fragen	Herausforderungen	Methodische Schritte	Ergebnisse
1 Wie können subjektive Akteurseinschätzungen und -handlungen mit Szenarien, die die Umwelt und die Gesellschaft möglichst objektiv abbilden, in einem Modell verbunden werden?	Verknüpfung von Akteurs-handlungen und Szenarien in einem Modell	Zusammenführung der Ergebnisse der Akteursmodellierung und der Szenarientwicklung mit der Software DANA in ein Gesamtakteursnetzwerk	Methode der Erstellung eines Gesamtakteursnetzwerkes (siehe Kapitel 4.4.2) und Ergebnisse der Gesamtakteursnetzwerke im Projekt INTAFERE (siehe Kapitel 5.4.5)
2 Wie können qualitative Ergebnisse von Akteurshandlungen und Szenarien mit quantitativen Daten – wie Produktionsmengen von Chemikalien und Konzentrationen von Substanzen in Fließgewässern – miteinander verknüpft werden?	Verknüpfung von qualitativen und quantitativen Daten in einem Modell	Umwandlung der qualitativen Ergebnisse der Expertengespräche und der Szenarientwicklung in semi-quantitative Daten mit Hilfe einer 7-stufigen Skala mit der Software DANA und Berechnung von prozentualen Änderungen von Faktoren (Index-Werte) mit der Software DANA	Methode der Konvertierung von qualitativen in semi-quantitative Daten (siehe Kapitel 3.2, 3.3 und Anhang A.3) und Methode der Ermittlung der Index-Werte (siehe Kapitel 3.4, 4.4.4 und 5.4.6)

Kapitel 2

Theorie

Es gibt mehrere richtige Wege, unsere Welt zu analysieren, wobei wir zwischen vielfältigen Gegenständen und Prozessen unterscheiden, die sowohl die Kausalstrukturen als auch unsere Interessen widerspiegeln. Die Vorstellung, es gebe für die Welt nur eine einzige wahre Abbildung [...] ist vermessen. Jede Abbildung ist im besten Fall unvollständig, idealisiert und abstrakt.

SANDRA MITCHELL^a

^aMITCHELL (2008: 23)

2.1 Grundannahmen

Die Verfasserin teilt die Grundannahme des Konstruktivismus, dass es unmöglich ist, die Realität abzubilden, da Aussagen über die Realität nur Konstruktionen sind (GLASER-FELD 1992, 2005; VON FOERSTER 2008; MATURANA UND VARELA 1991). Im Gegensatz dazu wird vom Objektivismus und Realismus die Ansicht vertreten, dass man objektive und absolute Aussagen über die Realität machen kann und dass Wissen unabhängig vom erkennenden Subjekt existiert (SCHMIDT UND SCHISCHKOFF 1991; WILLASCHEK 2000).

Wie Niklas Luhmann vertritt die Verfasserin die Auffassung, dass die Außenwelt existiert, aber es keine Korrespondenz zwischen der Welt und Erkenntnis geben kann. Erkenntnisse sind nur Beobachtungen der Realität und können daher die Wirklichkeit nicht absolut wiedergeben. Diese Beobachtungen beruhen auf Unterscheidungen, die ein Beobachter/eine Wissenschaftlerin/etc. trifft.

Damit sind Beobachtungen Operationen von psychischen bzw. sozialen Systemen. Luhmann unterscheidet biologische, psychische und soziale Systeme, Menschen hingegen sind innerhalb der Systemtheorie von Luhmann keine Systeme: „Der Mensch mag für sich selbst und für Beobachter als Einheit erscheinen, aber er ist kein System.“ (LUHMANN 1984: 67). Allerdings hat der Mensch Anteil an den drei Systemtypen, so ist sein Körper ein biologisches und sein Bewusstsein ein psychisches System (BERGHAUS 2004).

Wie dargelegt, können wir die Wirklichkeit nur bedingt abbilden. Wie MITCHELL (2008: 23) sagt, ist die „Vorstellung, es gebe für die Welt nur eine einzige wahre Abbildung [...] vermessen. Jede Abbildung ist im besten Fall unvollständig, idealisiert und abstrakt.“

Es ist auch nicht möglich, eine vereinfachte Wirklichkeit mit Modellen darzustellen, wie z. B. KOLLER (1969) meint. Dennoch sind Modelle sehr hilfreich, sie dienen zum einen dem Erkenntnisgewinn – im Sinne von Luhmann: dem Erkenntnisgewinn durch den Vergleich der Aussagen (= Konstruktionen) der Beobachter, wobei die Konstruktionen nicht beliebig sind, sondern konsistent sein müssen – und zum anderen der Erkenntnisvermittlung: Durch Modelle können Prozesse/Probleme/etc. strukturiert und vereinfacht werden, man kann relevante Informationen herausstellen und schließlich Aussagen formulieren und Prognosen erstellen, die überprüft werden können. Eine (Erkenntnis-)Vermittlung kann durch bestimmte Formen der Veranschaulichung stattfinden, durch die Reduzierung von Komplexität können Sachverhalte verständlicher dargestellt werden.

Ziel der akteursbasierten Modellierung ist u. a. die Entwicklung von Akteursmodellen, die Ziele und Handlungsmöglichkeiten von Akteuren enthalten sollen. Es stellt sich die Frage, ob subjektive Akteurswahrnehmungen erhoben und dargestellt werden können. Nach Heinze geht man in der qualitativen Sozialforschung davon aus, „dass Individuen ihren Alltag, ihre Gewohnheiten, ihre inhaltlichen Erwartungen und ihre Erfahrungen rekonstruieren, dass sie ihre Bedürfnisse und Motive artikulieren, dass sie in ihren Lebensvollzügen und Interaktionsformen Bedeutungen schaffen und sie uns mitteilen können“ (HEINZE 1987: 154). Diese von HEINZE (1987) formulierte Grundannahme ist eine Voraussetzung für eine erfolgreiche Erhebung von subjektiven Akteurswahrnehmungen, inklusive der Handlungsmöglichkeiten der Akteure.

Von Vorteil für die akteursbasierte Modellierung ist, dass der Ansatz der qualitativen Sozialforschung induktiv ist. Im Gegensatz zum deduktiven Vorgehen wird beim induktiven vom Besonderen auf das Allgemeine geschlossen. Das Wirklichkeitsverständnis der qualitativen Sozialforschung ist per definitionem subjektiv. Anders als bei der quantitativen Forschung wird also keine objektiv existierende und messbare Realität angenommen (DIEKMANN 2002; FLICK 1999; HEINZE 2001). Dies deckt sich mit den oben formulierten Grundannahmen. Verfolgt wird in der akteursbasierten Modellierung ein induktive Methode, die Akteurswahrnehmungen durch leitfadengestützte Interviews ermittelt. Berücksichtigt werden dabei auch mögliche Restriktionen und Erwartungen der Akteure.

Eine weitere Grundannahme betrifft die Nutzenmaximierung. Wenn Menschen Handlungsentscheidungen treffen, wenden sie dazu bewusst oder unbewusst eine Nutzen-Abwägung an (NEUMANN UND MORGENSTERN 1944; SCHOEMAKER 1982; EISENFÜHR UND WEBER 1994). Es wird für die akteursbasierte Modellierung angenommen, dass Entscheidungen, die Unternehmen und Institutionen treffen, auf einer bewussten bzw. nachvollziehbaren Nutzenmaximierung beruhen.

Um die Nutzenmaximierung durchführen zu können, müssen Ziele definiert sein, die die gewünschten Veränderungen im System darstellen. Da die Akteure Repräsentanten eines Funktionssystems wie z. B. der Wirtschaft sind, kann man die Ziele in Anlehnung an Niklas Luhmann als binäre Codierungen auffassen:

Die wichtigsten Funktionssysteme strukturieren ihre Kommunikation durch einen binären, zweiwertigen Code, der unter dem Gesichtspunkt der jeweils spezifischen Funktion universelle Geltung beansprucht und dritte Möglichkeiten ausschließt. Der klassische Fall ist natürlich der Code der zweiwertigen Logik, mit dem das Wissenschaftssystem arbeitet.

(LUHMANN 2008: 50)

Diese Codes sind die treibenden Kräfte für die Ermittlung der optimalen Handlungsstrategie eines jeden Akteurs. Damit wird auch die Motivation der Akteure, die in verschiedenen Teilsystemen agieren, deutlich:

Äußerst wichtige Deutungsstrukturen [...] sind weiterhin die binären Codes der verschiedenen gesellschaftlichen Teilsysteme. Diese Codes orientieren die jeweiligen teilsystemischen Handlungslogiken – etwa Wahrheitsstreben im Wissenschaftssystem, Machtstreben im politischen System oder Profitstreben im Wirtschaftssystem (SCHIMANK 2000: 177).

In der folgenden Liste sind Teilsysteme und ihre Codes nach LUHMANN (1992, 2006) aufgeführt:

- System Wissenschaft – Code: wahr/falsch
- System Recht – Code: Recht/Unrecht
- System Politik – Code: Regierung/Opposition
- System Wirtschaft – Code: in Bezug auf Eigentum und Geld Haben/Nichthaben

Diese Teilsysteme reagieren nach Luhmann nur selektiv auf Umweltereignisse – entsprechend ihren Codes. Zwei Beispiele dazu: Die Subsysteme Recht und Wirtschaft reagieren zuerst einmal nicht, wenn Verkehrslärm in einem Stadtteil stark zunimmt oder wenn durch den anthropogen verursachten Klimawandel die Schneefallhäufigkeit abnimmt. Wenn jedoch eine Rechtsregel vorhanden ist, in der eine Grenze für den Verkehrslärm festgeschrieben ist, und ein Bewohner des Stadtteils Klage einreicht, wird der Verkehrslärm vom Rechtssystem verarbeitet. In zweiten Fall reagiert die Wirtschaft nicht auf den fehlenden Schnee, außer, wenn dies in Wintersportgebieten zu Einbußen beim Tourismus führt. Mögliche finanzielle Einbußen bringen das Wirtschaftssystem dazu, zu reagieren.

Luhmann betrachtet keine einzelnen Akteure, sondern Subsysteme. Da in der akteursbasierten Modellierung aber Akteure als Repräsentanten für Unternehmen und Organisationen im Mittelpunkt der Betrachtung stehen, werden die Handlungslogiken und Codes der Subsysteme auf die jeweiligen Akteure übertragen. Es ist dabei zu berücksichtigen, dass beispielsweise eine staatliche Regulierung die Handlungsentscheidungen eines wirtschaftlichen Akteurs (wie eines Unternehmens) auch indirekt, d. h. ohne direkte finanzielle Strafe, beeinflussen kann. Der Kontext des binären Codes ist hierbei folglich nicht verletzt.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die akteursbasierten Modellierung auf den oben formulierten Grundannahmen aufbaut:

- Es ist unmöglich, die Realität abzubilden.
- Modelle sind hilfreich, auch wenn sie die Realität nicht abbilden können.
- Subjektive Akteurswahrnehmungen können durch qualitative Methoden erhoben werden.
- Entscheidungen von Akteuren werden aufgrund einer Nutzenmaximierung getroffen.

2.2 Transdisziplinarität, Soziale Ökologie und *integrated assessment*

Nach SCHERINGER *et al.* (2005) ist eine transdisziplinäre (Umwelt-)Forschung erforderlich, wenn es eine kontroverse oder einheitliche gesellschaftliche Wahrnehmung und Einschätzung zu einem (Umwelt-)Problem gibt und zugleich der wissenschaftliche Zugang zu diesem (Umwelt-)Problem unklar bzw. strittig ist.

In der Einleitung 1.2 auf Seite 2 sind die Voraussetzungen und Kriterien transdisziplinärer Forschung beschrieben. Dort wurde auch festgestellt, dass für die Analyse, Bewertung und Entscheidungsunterstützung im Problemfeld MOF eine transdisziplinäre Herangehensweise angemessen und erforderlich ist.

An dieser Stelle sei hinzugefügt, dass die transdisziplinäre Forschung viele Überschneidungen mit der Sozialen Ökologie hat. Die Soziale Ökologie wird von BECKER UND JAHN (2006a: 16) „als Wissenschaft von den gesellschaftlichen Naturverhältnissen“ bezeichnet.

Sie [die Soziale Ökologie] impliziert die Suche nach neuen Wissensformen, die auf lebenspraktische gesellschaftliche Probleme bezogen sind und zu deren Bewältigung beitragen. Das wissenschaftliche Wissen soll in praktische Lebens- und Handlungszusammenhänge eingebunden, in materielle Bedingungen und lokale Praktiken eingeschrieben sein.

(BECKER UND JAHN 2006a: 15)

Sowohl in der transdisziplinären Forschung als auch in der Sozialen Ökologie sind Ziele das Erklären und Vorhersagen. Transdisziplinarität bezeichnet nach BURGER (2005: 50) den Typ von Wissenschaftspraxis, „der zur Erreichung seiner Ziele eine Kooperation mit gesellschaftlichen Akteuren eingeht.“ Dies trifft auch auf die Soziale Ökologie zu. Wie in der Einleitung beschrieben, hat die vorliegende Arbeit zum Ziel, durch die Entwicklung von Szenarien und Handlungsstrategien Wege für einen nachhaltigen Umgang mit MOF aufzuzeigen. Dafür sollen ökonomische, soziale und ökologische Systemkomponenten zusammengeführt werden. Diese Form der Zusammenführung und die Bewertung von möglichen Folgen, wird *integrated assessment* genannt.

Integrated assessment implies that not only is the science exemplary but that it is now being done in the context of the social and economic forces at work in society. Science is being used to generate useful knowledge and significant outcomes in a social and economic context.

(HARRIS 2002: 201)

Nach BAILEY *et al.* (1996) und GOUGH *et al.* (1998) umfasst das *integrated assessment* die Anwendung von unterschiedlichen Methoden der Natur- und der Sozialwissenschaften sowie von Evaluationsmethoden, hervorzuheben ist auch die Durchführung von Zukunftsszenarien (BAILEY *et al.* 1996; GOUGH *et al.* 1998). Das *integrated assessment* schließt häufig die Entwicklung und die Anwendung eines integrierten Modells eines Mensch-Umwelt-Systems ein (DÖLL UND KROL 2002; BENDAHAN *et al.* 2004; CARMICHAEL *et al.* 2004).

In vielen *integrated assessments* im Ressourcenmanagement wird die menschliche Systemkomponente durch ökonomische Modelle vertreten. Obwohl ökonomische Theorien häufig für ihre zweifelhaften Annahmen einer vollständigen Information und rationalen Entscheidungen (Rational-Choice-Theorie) kritisiert werden, sind sie konkurrenzlos, wenn Computermodelle konstruiert werden, die menschliches Verhalten simulieren sollen (VRIEND 1996; JAEGER *et al.* 2001; BINDER 2007).

Wie alle quantitativen Modelle benötigen auch die ökonomischen Modelle, die in *integrated assessments* verwendet werden, große empirische Datensätze für ihre Kalibrierung und Validierung (RIBAUDO *et al.* 2001; BAZZANI *et al.* 2005).

Wenn Datenverfügbarkeit und/oder strukturelle Unsicherheit den Aufbau von (sozio-)ökonomischen Modellen verhindert (WALKER *et al.* 2003), kann eine Analyse von Akteuren und ihrer verschiedenen Problemwahrnehmungen Erkenntnisse erbringen, die – in quantitative Daten übersetzt – als Input für integrierte Modelle dienen können.

Die semi-quantitative aktorsbasierte Modellierung geht über die traditionelle Stakeholder-Analyse der Politik- und Wirtschaftswissenschaften hinaus (FREEMAN 1984; BRYSON 2004), weil sie die Interaktion zwischen dem sozioökonomischen System und dem Umwelt-System berücksichtigt.

Dieses Vorgehen ist angemessener als die Nutzung von Bayes'schen Netzen (CASTELLETTI UND SONCINI-SESSA 2007), da unterschiedliche Problemvorstellungen, Handlungsentscheidungen und daraus resultierende Systemveränderungen verarbeitet werden müssen, ohne dafür die bedingten Wahrscheinlichkeiten zu kennen.

2.3 Exkurs: *Bayes'sche Netze*

Mit Bayes'schen Netzen wird die Wahrscheinlichkeitsverteilung von unsicherem Wissen graphisch dargestellt. Dieses quantitative Verfahren beruht auf probabilistischen Ursache-Wirkungsbeziehungen. Im Mittelpunkt stehen dabei die Organisation sowie die Integration von Wissen und Daten. Mit Bayes'schen Netzen ist es auch möglich, Szenarien zu berechnen, indem man die Veränderungen von Variablen unter der Berücksichtigung verschiedener Rahmenbedingungen berechnet.

Zur Erstellung und Berechnung von Bayes'schen Netzen kann man z. B. das Programm Netica verwenden, mit dem auch das folgende Beispiel erstellt wurde¹.

Um die Wahrscheinlichkeitsverteilung verschiedener voneinander abhängiger Ereignisse zu modellieren, werden Ereignisse (Zufallsgrößen) in Form von Kästen („Knoten“) dargestellt. Die Ereignisse werden durch Wirkungspfeile („Kanten“) verbunden, die die Abhängigkeiten der Ereignisse repräsentieren. Jedem Ereignis ist eine Tabelle mit den bedingten Wahrscheinlichkeiten zugeordnet, die den Einfluss anderer Ereignisse auf dieses Ereignis quantifizieren. Dazu ein einfaches Beispiel:

Die Fragestellung ist: Wie gut ist die Stimmung der Studierenden, wenn man das Wetters (Sonne/Regen) und die Qualität des Mensaessens (genießbar/ungenießbar) berücksichtigt. Dem Ereignis „Stimmung“ (mit den Zuständen gut/schlecht) ist eine Tabelle mit den bedingten Wahrscheinlichkeiten der Ereignis-Kombinationen Sonne-genießbar, Sonne-ungenießbar, Regen-genießbar und Regen-ungenießbar zugeordnet. Wenn bekannt ist, dass zu 40 % die Sonne scheint und es zu 60 % regnen wird und das Mensaessen durchschnittlich zu 90 % gut und zu 10 % schlecht bewertet wird, so bekommen wir als Ergebnis des Bayes'schen Netzes die Aussage, dass die Stimmung zu 78,1 % gut und zu 21,9 % schlecht sein wird.

Anwendungen von Bayes'schen Netzen sind die Modellierung von unsicheren Daten und Zusammenhängen, die Entscheidungsfindung für ein Treffen von Entscheidungen unter unsicherem Wissen, die Wissensrepräsentation, Diagnosen und Vorhersagen. Ein Beispiel einer Prognose wäre die Vorhersage von Fischpopulationen in Seen in Abhängigkeit natürlicher Bedingungen und Managementmaßnahmen.

¹Nach Aussage der Norsys Software Corp. auf der Internet-Seite <http://www.norsys.com/netica.html> ist Netica das weltweit meist genutzte Programm zur Erstellung von Bayes'schen Netzen: „Netica, the world's most widely used Bayesian network development software, was designed to be simple, reliable, and high performing. For managing uncertainty in business, engineering, medicine, or ecology, it is the tool of choice for many of the world's leading companies and government agencies.“

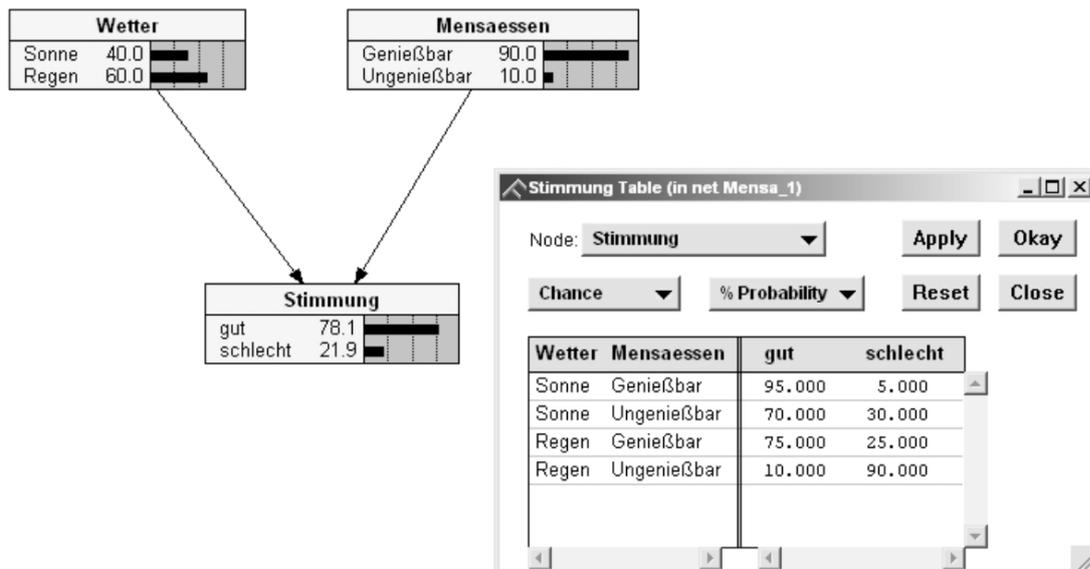


Abbildung 2.1: Beispiel eines Bayes'schen Netzes mit dem Programm Netica

Die Vorteile von Bayes'schen Netzen sind die sehr gute Darstellung von unsicherem Wissen, die Organisation und Integration von Wissen sowie die Unterstützung von Planungen und Entscheidungen. Voraussetzung ist, dass ausreichend quantitative Daten vorhanden sind bzw. erhoben werden können.

Wenn diese Voraussetzung nicht gegeben ist, sind Bayes'schen Netze keine geeignete Methode. Im Projekt INTAFERE standen keine ausreichend quantitativen Daten zum Akteursverhalten zur Verfügung und konnten auch nicht erhoben werden.

2.4 Akteure und Akteursanalysen

Ein Akteur kann als eine Handlungseinheit definiert werden. Diese Einheit kann eine individuelle Person, eine Organisation oder Institution sein (BOTS *et al.* 2000). Stakeholder werden von LEITSCHUH-FECHT (2006: 74) als Personen oder Personengruppen in und außerhalb eines Unternehmens bezeichnet. Sie zählt dazu ökonomisch motivierte Gruppen, Nachbarn, Umwelt- oder Entwicklungsverbände, Gewerkschaften, Kirchen und politische Institutionen, wie z. B. Aufsichtsbehörden.

BECKER UND JAHN (2006b: 492) definieren Stakeholder als „Personen, Gruppen oder Institutionen, deren Bedürfnisse und Interessen zur Entstehung einer Problemsituation beitragen. Im Forschungsprozess artikulieren Stakeholder ihre Bedürfnisse und nehmen berechnete Interessen wahr. Bei der Problemformulierung können sie ihr Wissen und ihre Kenntnisse einbringen und die normative Orientierung der Forschung beeinflussen. Bei der Problemlösung sind sie eine wichtige Instanz, um die gesellschaftliche Relevanz und Umsetzbarkeit der Ergebnisse zu bewerten.“

Stakeholder und Akteure können synonym verwendet werden. In dieser Arbeit wird überwiegend von Stakeholdern gesprochen, wenn die realen Personen gemeint sind, mit denen Expertengespräche geführt wurden und die an den Stakeholder-Workshops teilgenommen haben. Als Akteure werden die „modellierten Akteure“ bezeichnet, also die Repräsentanten einer Organisation bzw. eines Unternehmens, für die ein Wahrnehmungsgraph modelliert wird.

Akteurs- und Stakeholderanalysen werden v. a. in den Politik- und in den Wirtschaftswissenschaften verwendet. Die Zielsetzungen der Analysen sind unterschiedlich: ent-

weder werden Netzwerke, die Wahrnehmung von Akteuren oder Ressourcen und Ziele analysiert.

Beispiele für Ansätze, die Netzwerke analysieren sind *policy networks* (BRANDES *et al.* 1999) und *dynamic access models* (STOKMAN UND BERVELING 1998). Ansätze, die auf die Wahrnehmung von Akteuren fokussieren sind beispielsweise die *Q-methodology* (MCKEOWN UND THOMAS 1988) und die *cognitive mapping*-Ansätze, die in AXELROD (1976) beschrieben sind und die Basis für weitere Methoden bilden (BOTS *et al.* 2000; BOTS 2007; EDEN 2004).

Wenn Akteursvorstellungen visualisiert werden, so geschieht dies meist in Form von *causal maps* (AXELROD 1976; CHAIB-DRAAB UND DESHARNAIS 1998; EDEN 2004; MONTIBELLER UND BELTON 2006). In den *causal maps* werden die Beziehungen zwischen den Zielen und Handlungen von Akteuren sowie externen Einflüssen graphisch dargestellt.

Ressourcen und Ziele stehen in der *metagame analysis* von HOWARD (1971, 1989) im Mittelpunkt sowie in den *policy networks* von PAPPI UND KNOKE (1991). Einen sehr guten Überblick über Akteurs- und Stakeholderanalysen für die Politikwissenschaften gibt HERMANS (2005).

2.5 Modelle und Modellierung

Das Wort Modell hat mehrere Bedeutungen. Im allgemeinen Sprachgebrauch wird die Ausführung eines Gegenstandes in einem bestimmten Maßstab als Modell bezeichnet (z. B. ein Modell eines Schiffes oder Flugzeuges), in der bildenden Kunst wird das Wort Modell oft für den Entwurf einer Plastik verwendet. Im 20-bändigen ZEIT-Lexikon findet man unter dem Begriff Modell drei Bedeutungen, die den Sachgebieten Kunst, Mode und Naturwissenschaften/Technik zugeordnet sind. Uns interessiert die Verwendung im dritten Sachgebiet:

Modell 3) Naturwissenschaften/Technik: materielles Objekt oder theoretisches Konstrukt, das einem Untersuchungsgegenstand in bestimmten Eigenschaften oder Relationen entspricht (Struktur-, Funktions- oder Verhaltensanalogie) und für sonst nicht mögl. oder zu aufwendige experimentelle Untersuchungen, math. Berechnungen, Erklärungs- oder Demonstrationszwecke oder zur Optimierung des Originals verwendet wird. Techn. M. dienen bes. zur Veranschaulichung von Strukturen und Konstruktionen, zur Unterrichtung und (in M.-Versuchen) als wiss. Versuchsobjekt. [...] Wiss. M. (z. B. Atom-M., wirtschaftstheoret. M.) entstehen aus der Wechselwirkung zw. Hypothesenbildung und Beobachtung bzw. messendem Experiment. (ZEITVERLAG GERD BUCERIUS 2005: 28; Bd. 10)

Im Deutschen Wörterbuch wird der Begriff Modell ähnlich definiert:

Modell [ital. modello = Muster, Entwurf, zu lat. modulus]: [...] (Wissenschaft) innere Beziehungen u. Funktionen von etw. abbildendes bzw. [schematisch] veranschaulichendes [u. vereinfachendes, idealisierendes] Objekt, Gebilde: ein M. des Atomkerns [...]. (ZEITVERLAG GERD BUCERIUS 2005: 1578; Bd. 18)

Es gibt vielfältige Ansätze, komplexe Sachverhalte in Form von Modellen zu visualisieren. Methoden, die zugleich auch Stakeholder involvieren, gibt es nur wenige. Dazu gehören die *hexagon*-Methode (HODGSON 1992) und die *pathway participation metric*-Methode (MOJTAHEDZADEH *et al.* 2004). Beispiele hierfür sind in den Abbildungen 2.2 auf der nächsten Seite und 2.3 auf der nächsten Seite dargestellt.

Bei dem *hexagon*-Ansatz handelt es sich um eine qualitative Methode, mit der keine Berechnungen und Analysen möglich sind. Im *pathway participation metric*-Ansatz wird

das Verhalten eines dynamischen Systems dargestellt und berechnet. Akteurswahrnehmungen, Ziele und Handlungsoptionen der Akteure werden dabei nicht berücksichtigt.

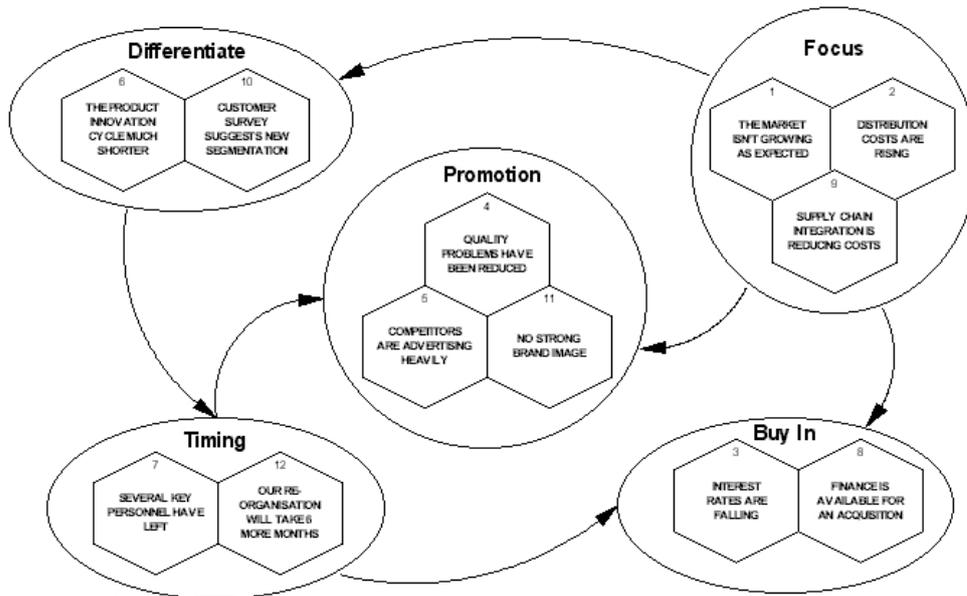


Abbildung 2.2: Beispiel für ein *hexagon*-Diagramm. In den Ellipsen sind Handlungen dargestellt, in den Sechsecken Faktoren. Die Diagramme werden hierbei von den Stakeholdern zusammengestellt. (Quelle: HODGSON (1992: 223))

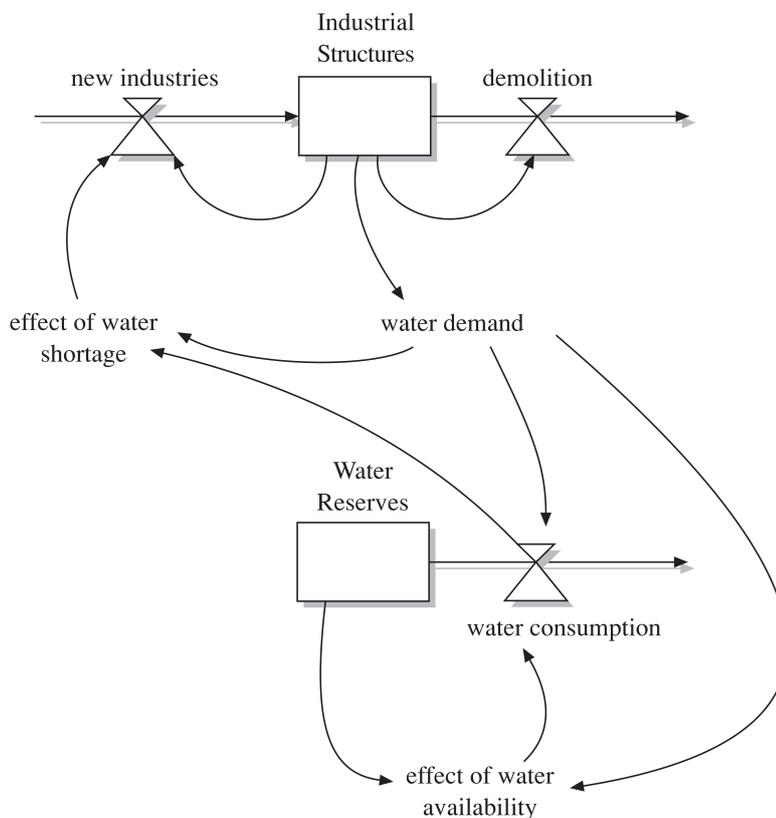


Abbildung 2.3: Beispiel für ein Diagramm, das mit der *pathway participation metric*-Methode erstellt wurde (Quelle: MOJTAHEDZADEH *et al.* (2004: 7))

Für eine Modellierung von Handlungen gibt es eine große Anzahl von Methoden, die als *agent-based modelling*, *agent-based simulation modelling*, *multi-agent simulation*, *multi-agent-based simulation* oder auch *individual-based configuration modelling* bezeichnet und in unterschiedlichen Kontexten angewandt werden (HARE UND DEADMAN 2004). Die meisten Autoren fassen diese Methoden unter dem Begriff *agent-based modelling* (ABM) bzw. *agent-based computational modelling* zusammen (AXELROD 1997; AXTELL 2000; BILLARI *et al.* 2006; BONABEAU 2002).

BONABEAU (2002: 7280) definiert: „In agent-based modeling (ABM), a system is modeled as a collection of autonomous decision-making entities called agents. Each agent individually assesses its simulation and makes decisions on the basis of a set of rules.“ Das System-Verhalten wird nicht vorgegeben, sondern resultiert aus den Entscheidungen der einzelnen Agenten.

ABM-Ansätze werden angewandt, wenn die Interaktionen zwischen den Agenten die folgenden Eigenschaften haben: „complex, nonlinear, discontinuous, or discrete [...]. When space is crucial and the agents' positions are not fixed. Example: fire escape, theme park, supermarket, traffic.“ (BONABEAU 2002: 7287).

Da im Projekt INTAFERE die zu verwendende Methode sowohl eine Akteursanalyse als auch verschiedene Szenarien berücksichtigen sollte (siehe Kapitel 3.1 auf Seite 25), sind „klassische“ agentenbasierte Modellierungen und Simulationen ungeeignet. Daher wurde die akteursbasierte Modellierung entwickelt, die auf der *Dynamic Actor Network Analysis* (BOTS 2007) aufbaut. Im Mittelpunkt dieses Ansatzes steht die Modellierung von Akteurswahrnehmungen (siehe Kapitel 3 auf Seite 25). Die Entwickler der *Dynamic Actor Network Analysis* gehen von einer subjektiven Akteurswahrnehmung aus:

Not the way the [...] analyst sees the (interaction between) relevant factors is directive to their actions, but how actors see these themselves. Precisely because in acting, actors go from their own subjective, possibly incomplete or even blatantly incorrect perceptions, they make these real as it were.
(BOTS *et al.* 1999: 1)

Man kann die akteursbasierte Modellierung als eine Art der ABM ansehen. Im Sinne der Charakterisierung der ABM von HARE UND DEADMAN (2004), fokussiert die akteursbasierte Modellierung auf eine detaillierte Darstellung der spezifischen Problemsicht von gesellschaftlichen Akteuren (= Agenten). Diese Problemsicht bildet die Basis für die Berechnung von Handlungsentscheidungen der Akteure (= Agenten).

Kapitel 3

DANA – *Dynamic Actor Network Analysis*

Probleme kann man niemals mit der gleichen Denkweise lösen, durch die sie entstanden sind.

ALBERT EINSTEIN

3.1 Einführung

Gemäß dem Antrag für das Projekt INTAFERE sollte im Projekt eine Software genutzt bzw. weiterentwickelt werden, mit der a) eine Akteursanalyse durchgeführt werden kann („Entwicklung eines (statischen) Akteursmodells, das die Problemwahrnehmungen und Interaktionen im Akteursnetzwerk repräsentiert“) und b) „Zukunftsszenarien der treibenden Kräfte als Input für das zeitlich-dynamische DPSI-Modell basierend auf den Ergebnissen der Akteursanalyse“ erstellt werden können (INSTITUT FÜR SOZIAL-ÖKOLOGISCHE FORSCHUNG 2004: 32f.).

Die Wahl fiel auf die Software *Dynamic Actor Network Analysis* (DANA) von Dr. Pieter Bots (zur Auswahl dieser Software siehe Methodik 4.1 auf Seite 51f.), mit der die subjektive Sichtweise eines gesellschaftlichen Akteurs auf ein Problem in einem *perception graph* (im Folgenden als Wahrnehmungsgraph bezeichnet) modelliert werden kann (BOTS 2007). Ein Wahrnehmungsgraph ist eine Form von *causal map*, in welchem die Handlungen und Faktoren, die der Akteur im Problembereich als relevant erachtet, als Knoten dargestellt werden, die durch Pfeile miteinander verbunden sind. Diese Pfeile repräsentieren kausale Einflüsse (*causal influences*). Ein Beispiel für einen einfach konstruierten Wahrnehmungsgraphen ist im Anhang in Abbildung A.1 auf Seite 235 wiedergegeben, komplexe Wahrnehmungsgraphen sind im Kapitel 5 auf Seite 75ff. dargestellt.

Zu Beginn des Projektes INTAFERE im Jahr 2005 war DANA mit der Version 1.0.5 ein reines Darstellungs- und Analyse-Programm, welches gut für die Akteursmodellierung¹ verwendet werden konnte. In den Jahren 2006 und 2007 wurde DANA von Dr. Pieter Bots – auf Initiative der Verfasserin dieser Schrift und durch ihre Unterstützung mit Vorschlägen, Testläufen und Fehlerdokumentationen – zu einer Modellierungssoftware weiterentwickelt.

¹Im Antrag für das INTAFERE-Projekt und in den INTAFERE-Berichten wird von einer Akteursanalyse gesprochen, da der Fokus aber auf der Modellierung von Akteurswahrnehmungen liegt, wird auf Vorschlag von Prof. Dr. Petra Döll die Akteursanalyse hier als Akteursmodellierung bezeichnet.

Diese Weiterentwicklung führte zur DANA-Version 1.3.0, mit der erstmals eine sequentielle Modellierung, basierend auf Wahrnehmungsgraphen, durchgeführt werden konnte. DANA konnte nach dieser Weiterentwicklung 2007 als zentraler Bestandteil in die Methode der aktorsbasierten Modellierung aufgenommen werden (Erfüllung des Teils b) des zitierten INTAFERE-Antrags). Die in dieser Schrift vorgestellte Anwendung von DANA ist die erste und – soweit bekannt – bisher einzige dokumentierte Anwendung von DANA als Modellierungssoftware. Nach weiteren Testläufen und Fehlerdokumentationen von Seiten der Verfasserin in den Jahren 2009 und 2010 konnten in den Versionen 1.3.1 bis 1.3.3 Fehler in den Analysen behoben werden.

Um die Methodik und die Ergebnisse der vorliegenden Dissertation einzuordnen, werden in diesem Kapitel die Grundlagen von DANA, die Elemente der Wahrnehmungsgraphen, das Konzept und die Berechnung des Nutzens sowie die Berechnung von Unsicherheit in DANA vorgestellt. Aufbauend auf dem Konzept des Nutzens können durch eine multikriterielle Analyse optimale Handlungskombinationen ermittelt werden. Diese wiederum stellen die Grundlage für die aktorsbasierte Modellierung dar. Die im Rahmen dieser Forschungsarbeit entwickelte Methode der aktorsbasierten Modellierung mit DANA als Modellierungs-Software wird in der Methodik 4.4 auf Seite 67 dargelegt. Dieses Kapitel schließt mit der Erläuterung der zentralen Analysen *Conflict*, *Single Goal Strategies* und *Inferred Strategies* und mit einer Übersicht der bisherigen Verwendung von DANA in Forschungsprojekten.

Die Inhalte dieses Kapitels beruhen vor allem auf den Definitionen und Erläuterungen in BOTS *et al.* (1999, 2000) und BOTS (2007) sowie in einem unveröffentlichtem Arbeitspapier von Dr. Pieter Bots. Weiterhin sind Erkenntnisse durch die eigene Anwendung von DANA sowie aus Diskussionen mit Dr. Pieter Bots, Prof. Dr. Petra Döll, Dr. Britta Kastens und Dr. Alexandra Titz in die folgenden Seiten eingeflossen.

Es gibt von DANA eine Beschreibung auf der Homepage <http://dana.actoranalysis.com> von Pieter Bots. Diese Beschreibung sowie die Publikationen BOTS *et al.* (1999, 2000) und BOTS (2007) werden von Nutzern als schwer verständlich beurteilt und umfassen v. a. nicht alle Analysetools. Britta Kastens schreibt beispielsweise:

Ein großes Hemmnis für die Anwendung von DANA liegt in seiner noch sehr begrenzten Dokumentation zur korrekten Aufstellung der Graphen wie auch dem Analysetool. Der kleine Anwenderkreis der Software ermöglicht derzeit nur begrenzte Austauschmöglichkeiten über Anwendung und Ergebnisse.
(KASTENS 2007: 34)

Neben der Beschreibung auf der genannten Homepage gibt es eine Erläuterung von Britta Kastens in Ihrer Dissertationsschrift (KASTENS 2007), die sich allerdings auf die veraltete DANA Version 1.1.0 bezieht und nur die Analysen *Conflict*, *Multi Criteria Analysis*, *Single Goal Strategies*, *Inferred Strategies* und *Relevance of Factors* umfasst. Diese Analysen werden nur teilweise erklärt, so fehlt beispielsweise für die Analyse *Relevance of Factors* die Erläuterung von acht von insgesamt zehn Berechnungen. Auch die Werte *Satisfaction* und *Frustration* der Analyse *Inferred Strategies* werden nicht behandelt. Für DANA stand damit keine vollständige und zugleich allgemeinverständliche Anleitung zur Verfügung.

Für (zukünftige) Nutzerinnen und Nutzer wurde daher von der Verfasserin im Rahmen der Promotion eine Anleitung für DANA geschrieben, die sich im Anhang befindet (siehe Anhang A auf Seite 233). Dort wird das Konzept und die Benutzeroberfläche von DANA vorgestellt und die Erstellung von Wahrnehmungsgraphen sowie die Verwendung der Analysetools erläutert. Da die Anleitung separat zu nutzen sein soll, kommt es zu Überschneidungen mit Inhalten dieses Kapitels.

Noch eine Anmerkung: In der Beschreibung und Diskussion von DANA und der aktorsbasierten Modellierung wird die Person, die die Graphen erstellt und auswertet als Analystin bezeichnet, wohingegen die Akteure in der maskulinen Form erscheinen BOTS *et al.* (2000: 1) wählten diese Unterscheidung als didaktische Hilfe für die Darlegung ihrer Argumentation:

This is not a gender bias, but a didactic choice. The distinction between ‘policy analyst’ and ‘actor’ is so important in our argumentation, that we shall consistently refer to a policy analyst as ‘she’ and to an actor as ‘he’.

Dadurch wird auch die Verwendung des „I“ (wie in AnalystIn) und Formulierungen wie „Analysten und Analystinnen“ vermieden und zugleich der Fokus auf die Vermittlung der Inhalte gelegt.

3.2 Grundlagen von DANA

3.2.1 Subjektive Sicht der Akteure

Wenn man *policy problems* untersucht, so gibt es nach BOTS *et al.* (2000) keine einzelne korrekte Sichtweise. Problem-Definitionen beruhen immer auf aktorsspezifischen Eigenschaften, Loyalitäten, Erfahrungen und aktuellen Umständen der Beteiligten. Ausgehend von objektiven Fakten werden Probleme und Lösungen, dies gilt für rein gesellschaftliche Probleme im Bildungsbereich genauso wie für Umweltprobleme, unterschiedlich wahrgenommen und bewertet. Und je nach Wahrnehmung und daraus resultierender Bewertung resultieren verschiedene Handlungen.

Man kann zusammenfassen, dass *policy problems* Produkte von subjektiven Urteilen sind. Sie sind sozial konstruiert und sind veränderbar. Daraus folgt die zentrale Annahme in DANA, dass Akteure eine subjektive Sicht auf Situationen und Problemfelder haben.

The actor network view assumes that the situations by which actors are influenced and to which they adapt themselves do not stem from a single objective world, but from their own subjectively perceived world.

(BOTS 2007: 160)

3.2.2 Wahrnehmungsgraph und *case*

Die subjektive Sicht der Akteure wird in DANA in Form von Wahrnehmungsgraphen dargestellt. Sie stellen den Mittelpunkt von DANA dar und sind wie folgt definiert:

A perception graph is a 6-tuple $P = (A, a, \mathbf{F}, \mathbf{P}, \mathbf{L}, \mathbf{G})$ in which A is a policy arena, a is an actor with an interest in A , and \mathbf{F} is the set of factors, \mathbf{P} the set of prospects, \mathbf{L} the set of links, and \mathbf{G} the set of goals that together represent how actor a views the policy issue addressed in arena A .

(BOTS 2007: 163)

Die Analystin kann jedem Akteur (a) einen Wahrnehmungsgraphen zuordnen, der Akteurshandlungen (eigene und fremder Akteure), Ziele, System- und Akteursattribute sowie Erwartungen enthält. Gemeinsam ist allen Akteuren in der *arena* das Interesse an einem spezifischen Themen- oder Problemfeld, in der Definition mit A beschrieben. Die Elemente im Wahrnehmungsgraphen werden durch Einflusspfeile (*links*) (in der Definition mit \mathbf{L} deklariert) miteinander verknüpft. Die Einflusspfeile sind dabei Kausalbeziehungen. Unter Faktoren (\mathbf{F}) werden in DANA Systemattribute, Akteursattribute und Akteurshandlungen zusammengefasst. Die einzelnen Elemente werden in den folgenden Abschnitten erläutert.

Zusätzlich zu den Akteurswahrnehmungsgraphen kann auch ein *analyst view* erstellt werden, der die Sichtweise der Analytistin wiedergibt bzw. einen Gesamtüberblick über das betrachtete Problemfeld *A* mit allen relevanten Akteuren bietet.

DANA ist hierarchisch aufgebaut: Die oberste Gliederungsebene in DANA ist der *case*, der zu analysierende Fall bzw. die Fallstudie. Eine DANA-Datei beinhaltet genau einen *case*, und jeder *case* umfasst mindestens eine *arena*, in der die einzelnen Akteure agieren. Eine *arena* beschreibt das Umfeld der Akteure, also ein spezifisches Themen- oder Problemfeld. In der *arena* werden die Wahrnehmungsgraphen (*perception graphs*) erstellt und bearbeitet.

3.2.3 *Change level und change multiplier*

Die Akteurshandlungen und die Erwartungen der Akteure verändern die Faktoren im Wahrnehmungsgraph. In DANA sind alle Änderungen auf einer semi-quantitativen Skala mit sieben Optionen definiert: starke Abnahme (■), mittlere Abnahme (▬), leichte Abnahme (▭), keine Veränderung (⊙), leichte Zunahme (⊕), mittlere Zunahme (⊚) und starke Zunahme (⊛). Jeder Veränderungsoption (*change level*) wird in DANA ein quantitativer Wert zugeordnet (in symmetrischer Zuordnung). In der Grundeinstellung reichen die Werte von -4 bis 4 (siehe Abbildung 3.1).

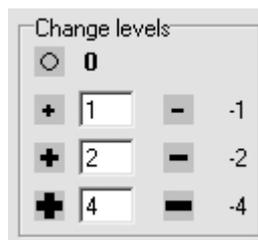


Abbildung 3.1: Voreinstellung der *change levels* in DANA

Eine Änderung von Handlung A^2 bewirkt eine Änderung in Faktor B. Diese Änderung in Faktor B ist das Ergebnis der Änderung in A und der kausalen Verknüpfung zwischen der Handlung A und dem Faktor B. Die kausale Verknüpfung $A \rightarrow B$ gibt die Richtung der Änderung und den Änderungs-Multiplikator (*change multiplier*) an. *Change multipliers* sind ebenfalls auf einer semi-quantitativen Skala mit sieben Optionen definiert. Die Skala reicht (in beide Richtungen), ausgehend von der Mitte „kein Effekt“ über „reduzierter Effekt“, „gleicher Effekt“ zu „vergrößertem Effekt“. Die Grundeinstellungen in DANA sehen Werte von -2 bis 2 vor und sind in der folgenden Abbildung wiedergegeben:

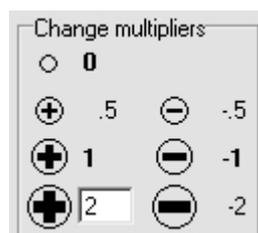


Abbildung 3.2: Voreinstellung der *change multipliers* in DANA

²Da in DANA Akteurshandlungen zu den Faktoren gezählt werden, kann man an dieser Stelle auch von Faktor A sprechen.

3.3 Elemente der Wahrnehmungsgraphen

3.3.1 Handlungen

Die Handlungen der Akteure stellen neben den Zielen das zentrale Element eines jeden Wahrnehmungsgraphen dar. Jede Handlung ist durch drei Dinge gekennzeichnet: den Namen der Handlung, den Namen des Akteurs, der diese Handlung ausführt bzw. aus der Sicht eines anderen Akteurs ausführen kann und sieben Veränderungsoptionen – die *change levels* – der Handlung. Die *change levels* sind über jeder Handlung als schwarze Symbole in einem grauen Balken zu sehen: in der Mitte ein „Gleichbleibend-Symbol“, links davon drei unterschiedlich große Minus- und rechts davon drei unterschiedlich große Plus-Symbole. Ein Beispiel: Die Handlung „nach Ersatzstoffen forschen“ umfasst sieben *change levels* mit der Bedeutung (analog zu der allgemeinen Definition von *change level*): die Handlung kann gegenüber heute gleichbleibend, stark, mittel oder leicht verringernd bzw. leicht, mittel oder stark zunehmend durchgeführt werden (siehe auch Abbildung 3.3).



Abbildung 3.3: Die Handlung „nach Ersatzstoffen forschen“ des Akteurs „Industrie“ als Beispiel für die symbolische Darstellung einer Handlung mit den sieben möglichen *change levels* in DANA

Man kann die *change levels* auch einschränken. Wenn die Symbole schwarz sind, sind sie aktiv („erlaubt“), wenn sie weiß sind, sind sie deaktiviert und werden bei Analysen nicht berücksichtigt³.

3.3.2 System- und Akteursattribute

Zu den Faktoren werden in DANA neben den Handlungen die System- und Akteursattribute gerechnet. Attribute sind Faktoren, die von Akteurshandlungen, Erwartungen und anderen Attributen beeinflusst werden können. Systemattribute sind allgemeine Systemvariablen und Akteursattribute sind Systemvariablen, die einem bestimmten Akteur zugeordnet sind. Ein Beispiel für ein System- und ein Akteursattribut wird in Abbildung 3.4 gezeigt.



Abbildung 3.4: Das Systemattribut „Anzahl Ersatzstoffe“ und das Akteursattribut „Entwicklungskosten“ des Akteurs „Industrie“ als Beispiele für die symbolische Darstellung von System- und Akteursattributen in DANA

³Eine Ausnahme bildet die *Multi-Criteria Analysis*, die alle Handlungskombinationen aufführt. Bei den *Single Goal Strategies* und den *Inferred Strategies*, auf deren Ergebnisse die aktorsbasierte Modellierung aufbaut, werden die deaktivierten *change levels* der jeweiligen Handlungen nicht mit in die Berechnung einbezogen.

3.3.3 Erwartungen

Neben Akteurshandlungen können in DANA von der Analystin auch Erwartungen von Akteuren in die Wahrnehmungsgraphen eingefügt werden. In DANA sind Erwartungen nicht beeinflussbare, aber zugleich relevante, Entwicklungen aus der Sicht der Akteure. Erwartungen wirken auf Attribute, können aber durch Handlungen, Attribute und andere Erwartungen selbst nicht beeinflusst werden. Sie wirken nur in das System.

Ein Beispiel für eine Erwartung ist der zunehmende demographische Wandel (die Überschreitung der Sterberate gegenüber der Geburtenrate). Auch hier stehen der Analystin sieben *change levels* zur Verfügung: die Erwartung kann sich aus Sicht des Akteurs stark, mittel oder leicht abnehmend verändern, gleichbleibend sein oder leicht, mittel und stark zunehmend ändern. Im Beispiel der Abbildung 3.5 erwartet der Akteur, dass der demographische Wandel in Zukunft eine mittlere Zunahme erfährt.

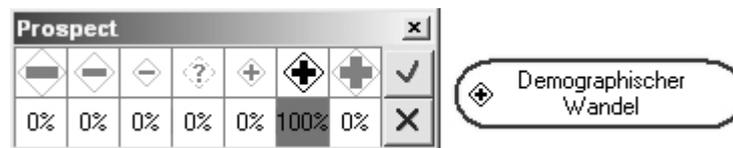


Abbildung 3.5: Darstellung der Erwartung „zunehmender demographischer Wandel“ als Beispiel für die symbolische Darstellung einer Erwartung in DANA, mit Wiedergabe des Dialogfensters für die Festlegung der Zu- bzw. Abnahme sowie deren Ausprägung

Es ist auch möglich, die Erwartung mit einer Wahrscheinlichkeit zu verknüpfen. Ein Beispiel soll dies illustrieren: Ein Akteur sagt, dass mit großer Wahrscheinlichkeit der demographische Wandel in Zukunft eine mittlere Zunahme erfährt, es aber mit geringerer Wahrscheinlichkeit sein kann, dass der demographische Wandel nur eine leichte Zunahme erfährt und mit ebenfalls geringerer Wahrscheinlichkeit, dass er eine starke Zunahme erfährt. Um diese Wahrscheinlichkeiten einzugeben, betätigen Sie im Erwartungsdialog die Pfeiltasten (Oben- und Unten-Pfeile der Tastatur). Möglich sind die vier folgenden Einstellungen: 100 %, 10 %-80 %-10 %, 5 %-15 %-60 %-15 %-5 %, 10 %-20 %-40 %-20 %-10 %.

3.3.4 Ziele

Von zentraler Bedeutung für die Analysen in DANA sind die Ziele der Akteure. Ziele (oder Interessen) sind gewünschte Änderungen des Akteurs im System. In DANA werden Ziele durch System- oder Akteursattribute in Kombination mit einer Bewertung in die Wahrnehmungsgraphen eingefügt. Für die Bewertung stehen sieben Symbole zur Verfügung. Diese Symbole spiegeln die Emotionen wider, die die Änderung des bewerteten Attributes beim Akteur auslöst (von großem Ärger/Ablehnung über neutral bis zu großer Freude/Zustimmung). Die sieben Bewertungssymbole sind drei lachende Smileys, ein gleichgültig blickender Smiley und drei traurige Smileys. Letztere können nach AGGARWAL (2000: 243) als Frowneys bezeichnet werden. Die Idee, die Bezeichnung Frowneys für die traurigen Smileys in DANA einzuführen stammt von Britta Kastens (KASTENS 2007) (in Tabelle 3.1 auf der nächsten Seite sind die Bedeutungen der sieben Bewertungssymbole aufgelistet).

Die Analystin hat die Aufgabe, das vom Akteur formulierte Ziel/Interesse in DANA zu modellieren. Ein Beispiel, um diesen Vorgang in DANA zu verdeutlichen: Gegeben ist das Ziel „Rückgang der CO₂-Konzentration in der Atmosphäre“. Zuerst wird dafür das Systemattribut „CO₂-Konzentration in der Atmosphäre“ erstellt, danach wird der Zieldialog in DANA geöffnet und eine Zieldefinition vorgenommen.

Tabelle 3.1: Die sieben Bewertungssymbole für die Definition der Ziele in DANA und ihre Bedeutung

Symbol	Bewertung des Akteurs
😊	große Freude/Zustimmung
🙂	mittlere Freude/Zustimmung
😊	leichte Freude/Zustimmung
😐	gleichgültig
😞	leichter Ärger/Ablehnung
😡	mittlerer Ärger/Ablehnung
😤	großer Ärger/Ablehnung

Für jede der sieben möglichen Änderungen (*change levels*) des Attributes wird eine Bewertung mit Hilfe der Smileys und Frowneys durchgeführt. Die sieben Änderungsmöglichkeiten stellen dabei die addierten und dann skalierten negativen bzw. positiven Auswirkungen der Handlungen und Erwartungen auf das Attribut dar. In Abbildung 3.6 ist ein Beispiel für die Symbolik der Zielerstellung sowie für die Bewertungssymbole für die sieben möglichen *change levels* dargestellt.



Abbildung 3.6: Darstellung des Ziels „Rückgang der CO₂-Konzentration in der Atmosphäre“ als Beispiel für die Symbolik der Zielerstellung in DANA. Rechts ist das Systemattribut mit dem Zielsymbol des nach unten weisenden Dreiecks (für die gewünschte Abnahme) zu sehen, links ist der Zieldialog mit der Festlegung der Bewertungssymbole für die sieben möglichen *change levels* dargestellt.

Für die Bewertung stehen 42 Grundkombinationen zur Verfügung, durch Modifikationen im Zieldialog sind weitere Kombinationen möglich, siehe dafür die Anleitung im Anhang A.3.7 auf Seite 241. Nach Abschluss der Bewertung erscheint im Attribut ein Dreieck. Ein Dreieck zeigt an, dass es sich bei diesem Element nicht mehr um ein Attribut, sondern um ein Ziel handelt. Ein blaues Dreieck mit der Spitze nach unten bedeutet immer eine gewünschte Abnahme des Attributes, ein rotes bzw. oranges Dreieck mit der Spitze nach oben symbolisiert immer eine gewünschte Zunahme des Attributes und ein durchkreuztes Dreieck bedeutet, dass diese Entwicklung nicht gewünscht wird. Ein Beispiel hierzu: wenn das Ziel des Akteurs ein Rückgang des ausgewählten Attributes ist (z. B. Rückgang der CO₂-Konzentration in der Atmosphäre) und er keinesfalls wünscht, dass das Attribut in Zukunft zunimmt und ebenfalls nicht – gegenüber heute – auf gleichem Niveau bleibt, dann müsste die Analystin im Zieldialog unter dem großen blauen Dreieck mit der Spitze nach unten einen lachenden Smiley und unter dem „Gleichbleibend-Symbol“ einen Frowney wählen. Nach Bestätigung dieser Zielsetzung erscheint die gleiche Symbolik wie im Zieldialog im Element des Ziels im Wahrnehmungsgraphen: der Hintergrund erscheint blau eingefärbt und rechts neben der Schrift wird ein Dreieck mit der Spitze nach unten angezeigt (siehe Abbildung 3.6).

3.3.5 Kausale Verknüpfungen

Die kausalen Beziehungen zwischen zwei Faktoren werden durch Pfeilverknüpfungen dargestellt. Die Verknüpfungen geben die Richtung der Wirkung an (zum Beispiel Faktor A wirkt auf Faktor B) und zugleich die Effektstärke in Form des *change multiplier* (siehe auch Abschnitt 3.2.3 auf Seite 28). Sieben Wahlmöglichkeiten stehen der Analystin zur Verfügung: „kein Effekt“ (Kreissymbol) und in jede der beiden Richtungen: „vergrößerter Effekt“ (großes Minus bzw. großes Plus), „gleicher Effekt“ (mittleres Minus bzw. mittleres Plus) und „reduzierter Effekt“ (kleines Minus bzw. kleines Plus).

Dadurch gibt es die Möglichkeit, positive und negative Korrelationen abzubilden: „wenn A zunimmt, dann wird auch B zunehmen“ und zugleich „wenn A abnimmt, dann wird auch B abnehmen“ (positive Korrelation) oder „wenn A zunimmt, dann wird B abnehmen“ und zugleich „wenn A abnimmt, dann wird B zunehmen“ (negative Korrelation). Die Korrelation ist nicht notwendigerweise linear.

Ein Beispiel für eine positive Korrelation: Wenn die Verbraucher mehr Produkte mit MOF kaufen, dann steigt der Umsatz der MOF-Produzenten. Gleichzeitig gilt damit auch: Wenn die Verbraucher weniger Produkte mit MOF kaufen, dann sinkt der Umsatz der MOF-Produzenten.

Ein Beispiel für eine negative Korrelation: Wenn die Konzentration von toxischen Stoffen in Oberflächengewässern steigt, dann sinkt die Umweltqualität der Oberflächengewässer. Gleichzeitig gilt damit auch: Wenn die Konzentration von toxischen Stoffen in Oberflächengewässern sinkt, dann steigt die Umweltqualität der Oberflächengewässer (unter der Voraussetzung, dass alle anderen Faktoren die die Umweltqualität betreffen, in diesem Beispiel ausgeklammert werden).

Es ist auch möglich, eine Unsicherheit der Verknüpfung einzugeben, wenn Sie darstellen möchten, dass der Einfluss der Ursache-Wirkungsbeziehung nicht eindeutig ist. Ein Beispiel soll dies illustrieren: Ein Akteur sagt, dass mit großer Wahrscheinlichkeit ein mittlerer positiver Einfluss von Faktor A auf Faktor B vorherrscht, es aber mit geringerer Wahrscheinlichkeit sein kann, dass dieser Einfluss auch kleiner bzw. größer sein kann. Um eine Unsicherheit der Ursache-Wirkungsbeziehung darzustellen, betätigen Sie im Verknüpfungsdialo die Pfeiltasten (Oben- und Unten-Pfeile der Tastatur). Möglich sind die vier folgenden Einstellungen: 100 %, 10 %–80 %–10 %, 5 %–15 %–60 %–15 %–5 %, 10 %–20 %–40 %–20 %–10 %.

Ein Beispiel für die 5 %–15 %–60 %–15 %–5 % - Einstellung ist in Abbildung 3.7 dargestellt. Im Beispiel wird diese Variante durch den „Rand-Effekt“ zu 5 %–15 %–60 %–20 % (die 15 % und die 5 % werden zu 20 % bei dem großen Plus addiert).

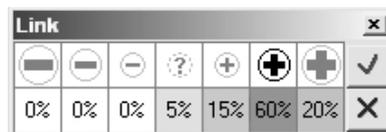


Abbildung 3.7: Beispiel für die Einstellmöglichkeit der Unsicherheit der Ursache-Wirkungsbeziehung im Verknüpfungsdialo in DANA

3.3.6 Verknüpfung der Elemente in einem Wahrnehmungsgraphen

Bei der Verknüpfung der Elemente in einem Wahrnehmungsgraphen sollten folgende Regeln beachtet werden:

- Eine Handlung darf nicht auf eine andere Handlung einwirken, sondern nur auf System- und Akteursattribute sowie auf Ziele.

- Eine Erwartung darf nicht auf Handlungen und andere Erwartungen einwirken, sondern ebenfalls nur auf System- und Akteursattribute sowie auf Ziele.
- Ein Akteur darf auch Handlungen anderer Akteure in seinem Wahrnehmungsgraphen haben.
- Es ist auch möglich, dass ein Akteur nur fremde Handlungen als relevant in dem Problemfeld sieht und dementsprechend sein Wahrnehmungsgraph keine eigenen Handlungen aufweist.
- Ziele können zwar Einfluss auf System- und Akteursattribute sowie andere Ziele haben, allerdings dürfen Ziele niemals auf Handlungen und Erwartungen einwirken.
- Es bietet sich an, Handlungen und Erwartungen an den oberen Rand des Wahrnehmungsgraphen zu platzieren, darunter die System- und Akteursattribute und ganz unten die Ziele.

3.4 Konzept und Berechnung des Nutzens in DANA

3.4.1 Einführung in das Konzept „Nutzen“

Grundlegend für viele Analysen in DANA ist die Nutzen-Berechnung. Auch für die aktorsbasierte Modellierung ist die Nutzen-Berechnung zentraler Bestandteil. Ziel ist es dabei, mit Hilfe der Nutzen-Berechnung die optimalen Handlungskombinationen zu ermitteln. Dafür wird die Kombination der *change levels* unter Berücksichtigung aller möglichen Akteurshandlungen in Bezug auf den höchsten Nutzen bei gleichzeitig geringstem Aufwand berechnet. Mit dieser Berechnung ist auch eine vergleichende Analyse der Wahrnehmungsgraphen (siehe Anhang A.5 auf Seite 253) sowie die Identifikation von Ziel- und Handlungskonflikten möglich (siehe Abschnitt 3.6 auf Seite 40).

Für die Ermittlung des Nutzens sind neben den möglichen Handlungsoptionen die Ziele der Akteure zentral. Im Abschnitt 3.3.4 auf Seite 30 wurde bereits eine Zielfestlegung erläutert. In Abbildung 3.8 ist die einfachste mögliche Darstellung eines Wahrnehmungsgraphen abgebildet: Ein Akteur („Verbraucher“) mit einer Handlung („nachhaltige Produkte kaufen“) und einem Ziel („Umweltschutz soll zunehmen“). Wichtig anzumerken ist, dass der Wert des „glücklichsten Smiley“ als Maßstab für die Nutzen-Berechnung verwendet wird.

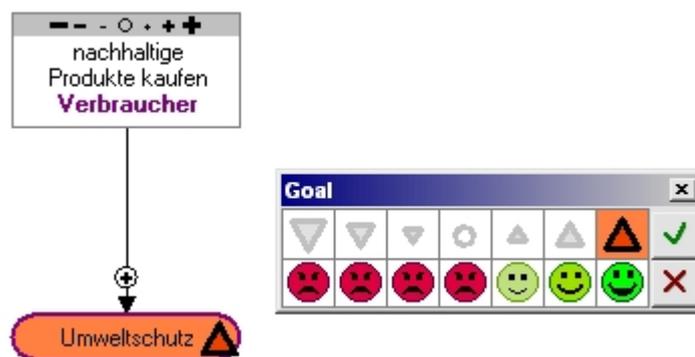


Abbildung 3.8: Wahrnehmungsgraph des Akteurs „Verbraucher“ mit der Handlung „nachhaltige Produkte kaufen“, dem Ziel „Umweltschutz soll zunehmen“ und dem *change multiplier* „mittleres Plus“ als Beispiel für die Berechnung des Nutzens in DANA – Beispiel 1

In DANA wird der Nutzen aller im Wahrnehmungsgraphen enthaltenen Handlungsoptionen über die Multiplikation der *change levels* mit den *change multipliers* und durch den Abgleich mit den *utility levels* berechnet.

3.4.2 Definitionen und Gleichungen

Für die formale Beschreibung der Nutzen-Berechnung in DANA sind die folgenden Definitionen und Gleichungen relevant, die aus BOTS (2007: 161ff.) entnommen sind.

Die Änderung ist mit dem Buchstaben c für *change* definiert:

Definition 3.4.2.1 (*change c*). $c \in \{\blacksquare, \square, \ominus, \otimes, \oplus, \oplus, \oplus\}$

Der Änderungs-Multiplikator ist mit dem Buchstabe m für *change multiplier* definiert:

Definition 3.4.2.2 (*change multiplier m*). $m \in \{\ominus, \ominus, \ominus, \circ, \oplus, \oplus, \oplus\}$

Die kausalen Verknüpfungen funktionieren wie *change multipliers*, daher wird die Veränderung (*change*) in Faktor B als das Resultat der Veränderung in Faktor A definiert, wobei \otimes ein spezieller Multiplikationsoperator ist⁴.

Definition 3.4.2.3 (kausale Verknüpfung zwischen zwei Faktoren). $c(B) = m \otimes c(A)$

Eine Taktik wird als ein geordnetes Paar definiert:

Definition 3.4.2.4 (Taktik). (f, c) , wobei f ein Faktor ist, der eine Handlung repräsentiert und c ein spezifischer Veränderungswert ist, der die Wirkung der Handlung repräsentiert

Ein Ziel wird als geordnetes Paar definiert:

Definition 3.4.2.5 (Ziel). $g = (f, \bar{u})$, wobei f ein Faktor und \bar{u} ein Nutzen-Vektor $(u[\blacksquare], u[\square], u[\ominus], u[\otimes], u[\oplus], u[\oplus], u[\oplus])$ mit $u[c] \in \{\text{☹}, \text{😞}, \text{😟}, \text{😊}, \text{😄}, \text{😃}, \text{😁}\}$ ist

In DANA können drei Maße verwendet werden, um Veränderungen zu bewerten: *utility*, *satisfaction* und *frustration*. Jedes der drei Maße ist eine Funktion von einem Ziel und einer Veränderung.

Definition 3.4.2.6. *Es sei $g = (f, \bar{u})$ ein Ziel mit dem höchsten positiven utility-Wert u_{max} und mit dem niedrigsten negativen utility-Wert u_{min} und es sei \bar{c} ein Veränderungsvektor und v_3 der maximale Ziel-Bewertungswert, der dem Symbol 😊 zugeordnet ist, dann gilt⁵:*

$$utility(g, \bar{c}) = \sum u[c]/v_3 \text{ für } c = \blacksquare, \dots, \oplus \quad (3.1)$$

$$satisfaction(g, \bar{c}) = 1 - \sum (u_{max} - u[c])/u_{max} \text{ für } c = \blacksquare, \dots, \oplus \text{ mit } u[c] > 0 \quad (3.2)$$

$$frustration(g, \bar{c}) = 1 - \sum (u_{min} - u[c])/u_{min} \text{ für } c = \blacksquare, \dots, \oplus \text{ mit } u[c] < 0 \quad (3.3)$$

⁴Zur Erläuterung des Multiplikationsoperators siehe BOTS (2007: 161).

⁵Somit kann in einem Wahrnehmungsgraph der Nutzenwert pro Ziel einen Wert zwischen 1 und -1 erreichen.

3.4.3 Berechnung des Nutzens

In DANA der Nutzen aller im Wahrnehmungsgraphen enthaltenen Handlungsoptionen über die Multiplikation der *change levels* mit den *change multipliers* und durch den Abgleich mit den *utility levels* berechnet (siehe Gleichung 3.1 auf der vorherigen Seite). Dafür wird zuerst eine Konvertierung der semi-quantitativen Symbole in quantitative Werte durchgeführt. Die Grundeinstellung der Quantifizierung der 7er-Skalen der *change levels*, der *change multipliers* und der *utility levels* ist aus der Abbildung 3.9 zu ersehen. Die Konvertierung der *change levels* und der *change multipliers* ist in Tabelle 3.2 dargestellt.

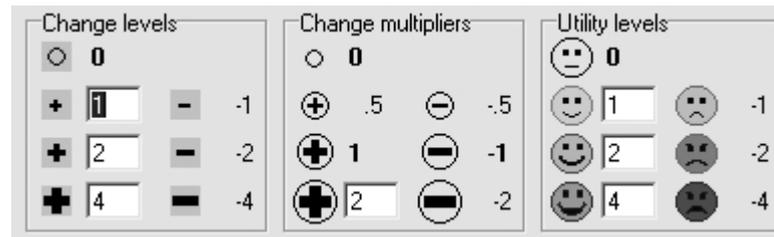


Abbildung 3.9: Grundeinstellung der Quantifizierung der 7er-Skalen der *change levels*, *change multipliers* und *utility levels*

Tabelle 3.2: Konvertierungstabelle der *change levels* und der *change multipliers* für die Nutzen-Berechnung in DANA (Quelle: BOTS (2007: 162))

„Input c “	Symbol c	„Output c “	„Input m “	Symbol m	„Output m “
$\langle -\infty, -\gamma_3 \rangle$	■	$-\gamma_3$	$\langle -\infty, -\mu \rangle$	⊖	$-\mu$
$\langle -\gamma_3, -\gamma_2 \rangle$	■	$-\gamma_2$	$\langle -\mu, -1 \rangle$	⊖	-1
$\langle -\gamma_2, -\gamma_1 \rangle$	■	$-\gamma_1$	$\langle -1, -1/\mu \rangle$	⊖	$-1/\mu$
$\langle -\gamma_1, \gamma_1 \rangle$	○	0	$\langle -1/\mu, 1/\mu \rangle$	○	0
$\langle \gamma_1, \gamma_2 \rangle$	+	γ_1	$\langle 1/\mu, 1 \rangle$	+	$1/\mu$
$\langle \gamma_2, \gamma_3 \rangle$	+	γ_2	$\langle 1, \mu \rangle$	+	1
$\langle \gamma_3, \infty \rangle$	+	γ_3	$\langle \mu, \infty \rangle$	+	μ

Das Ergebnis der Nutzen-Berechnung wird in Form der Ergebnisdarstellung der multikriteriellen Analyse ausgegeben (siehe Abbildung 3.10 auf der nächsten Seite). Man sieht in der Spalte *Tactics* die sieben Optionen der Handlung „nachhaltige Produkte kaufen“. In der Spalte *Goal* ist das Ziel in Kombination von Text und Histogramm abgebildet. Die vier roten Balken des Histogramms symbolisieren die vier dunkelroten Frowneys (☹) als Bewertung der Abnahme bzw. des Gleichbleibens des Faktors Umweltschutz. Die drei unterschiedlich hohen grünen Balken im Histogramm symbolisieren die drei grünen Smileys als Bewertung der Zunahme des Faktors Umweltschutz: Der kleine grüne Balken steht stellvertretend für den Smiley 😊, der mittlere grüne Balken für den Smiley 😊 und der große grüne Balken für den Smiley 😊.

In der nächsten Spalte mit der Überschrift „*Effect*“ ist die Wirkung der jeweiligen Handlungsoption auf den Faktor Umweltschutz angegeben. So zeigt der dunkelblaue Balken über dem Minus die Änderung des Faktors an: der Umweltschutz nimmt stark ab, der graue Balken steht für keine Änderung und der dunkelrote Balken über dem Plus für eine starke Zunahme.

Beispiel arena A			
Akteur Verbraucher			
Tactics	Goal	Effect	Σ Expected utility
nachhaltige Produkte kaufen [Verbraucher]	Umweltschutz	↓	-1 Sum: -1
	Umweltschutz	↓	-1 Sum: -1
	Umweltschutz	↓	-1 Sum: -1
	Umweltschutz	↓	-1 Sum: -1
	Umweltschutz	↓	0.25 Sum: 0.25
	Umweltschutz	↓	0.50 Sum: 0.50
	Umweltschutz	↓	1 Sum: 1

Abbildung 3.10: Ergebnis der Nutzen-Berechnung des Wahrnehmungsgraphen des Akteurs „Verbraucher“ mit der Handlung „nachhaltige Produkte kaufen“, dem Ziel „Umweltschutz soll zunehmen“ und dem *change multiplier* „mittleres Plus“ – Beispiel 1

Die rechte Spalte „ Σ Expected utility“ gibt schließlich das Ergebnis an: Der erwartete Nutzen in einer Spanne von 1 bis -1 . Wenn mehr als ein Ziel in diesem Wahrnehmungsgraphen enthalten wäre, so würden an dieser Stelle die einzelnen Nutzenwerte aufsummiert.

Die folgenden Rechenschritte führen in diesem Beispiel zu dem Ergebnis, wie es in Abbildung 3.10 erscheint, exemplarisch an der Handlungsoption \oplus durchgespielt:

1. Der Handlungsoption \oplus wird der Wert 2 zugeordnet (siehe Abbildung 3.9 auf der vorherigen Seite) (= Schritt der Konvertierung von qualitative in semi-quantitative Werte).
2. Der Wert 2 wird mit dem *change multiplier* \oplus multipliziert (Wert des Multiplikators ist 1 (siehe Abbildung 3.9 auf der vorherigen Seite)), das Ergebnis ist 2.
3. Der Effekt von 2 wird, bevor er auf den Faktor Umweltschutz wirkt, in einen qualitativen Wert konvertiert (siehe Tabelle 3.2 auf der vorherigen Seite) (= Schritt der Konvertierung von semi-quantitative in qualitative Werte): Das Ergebnis der Konvertierung ist das Symbol \oplus .
4. Die Änderung in Form des Symbols \oplus wirkt nun auf den Faktor Umweltschutz ein. Dieses Symbol ist durch die Zielfestsetzung dem Smiley 😊 zugeordnet. Dieser Smiley wiederum hat den Wert 2 (siehe Abbildung 3.9 auf der vorherigen Seite) (= Schritt der Konvertierung von qualitative in semi-quantitative Werte).
5. Dieses Ergebnis wird nun durch v_3 (= 4), dem maximalen Ziel-Bewertungswert, der dem Symbol 😊 zugeordnet ist, geteilt. Das Endergebnis ist 0,5.

Um die Bedeutung und Logik dieser Schritte und insbesondere der Konvertierungen deutlich zu machen, wird ein zweites Beispiel konstruiert: Im Wahrnehmungsgraph wird der *change multiplier* verändert, aus dem mittleren Plus wird ein großes Plus (siehe Abbildung 3.11). Das Ergebnis der Analyse ist in Abbildung 3.12 zu ersehen.

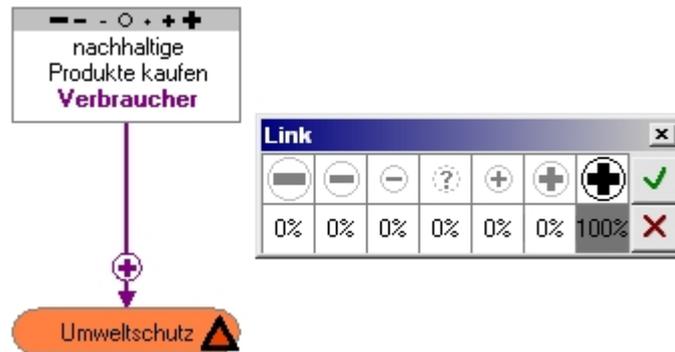


Abbildung 3.11: Wahrnehmungsgraph des Akteurs „Verbraucher“ mit der Handlung „nachhaltige Produkte kaufen“, dem Ziel „Umweltschutz soll zunehmen“ und dem *change multiplier* „großes Plus“ als Beispiel für die Berechnung des Nutzens in DANA – Beispiel 2

		Beispiel arena A		
		Akteur Verbraucher		
Tactics	Goal	Effect	Expected utility	
nachhaltige Produkte kaufen [Verbraucher]	Umweltschutz	↓	-1	
	Umweltschutz	↓	-1	
	Umweltschutz	↓	-1	
	Umweltschutz	↓	-1	
	Umweltschutz	↔	0.50	
	Umweltschutz	↑	1	
	Umweltschutz	↑	1	

Abbildung 3.12: Ergebnis der Nutzen-Berechnung des Wahrnehmungsgraphen des Akteurs „Verbraucher“ mit der Handlung „nachhaltige Produkte kaufen“, dem Ziel „Umweltschutz soll zunehmen“ und dem *change multiplier* „großes Plus“ – Beispiel 2

An dieser Stelle werden die Rechenschritte exemplarisch an der Handlungsoption \blacksquare durchgespielt:

1. Der Handlungsoption \blacksquare wird der Wert 4 zugeordnet (siehe Abbildung 3.9 auf Seite 35) (= Schritt der Konvertierung von qualitative in semi-quantitative Werte).
2. Der Wert 4 wird mit dem Änderungs-Multiplikator \oplus multipliziert (Wert des Multiplikators ist 2 (siehe Abbildung 3.9 auf Seite 35)), das Ergebnis ist 8.
3. Der Effekt von 8 wird, bevor er auf den Faktor Umweltschutz wirkt, in einen qualitativen Wert konvertiert (siehe Tabelle 3.2 auf Seite 35) (= Schritt der Konvertierung von semi-quantitative in qualitative Werte): Das Ergebnis der Konvertierung ist das Symbol \blacksquare .
4. Die Änderung in Form des Symbols \blacksquare wirkt nun auf den Faktor Umweltschutz ein. Dieses Symbol ist durch die Zielfestsetzung dem Smiley $\color{green}\bullet$ zugeordnet. Dieser Smiley wiederum hat den Wert 4 (siehe Abbildung 3.9 auf Seite 35) (= Schritt der Konvertierung von qualitative in semi-quantitative Werte).
5. Dieses Ergebnis wird nun durch v_3 (= 4), dem maximalen Ziel-Bewertungswert, der dem Symbol $\color{green}\bullet$ zugeordnet ist, geteilt. Das Endergebnis ist 1.

Es wird ersichtlich, dass die Konvertierungen dann relevant werden, wenn hohe *change level* mit hohen *change multipliers* multipliziert werden. Wenn es keine Konvertierung im oben beschriebenen zweiten Beispiel gegeben hätte, läge das Endergebnis bei 2 statt bei 1. Es ist aber in DANA festgelegt, dass pro Ziel im Wahrnehmungsgraphen die Spanne des Nutzenwertes von -1 bis $+1$ reicht. Dies ist auch sehr sinnvoll, um Vergleiche mit anderen Wahrnehmungsgraphen zu ermöglichen.

Die Konvertierungen werden auch dann relevant, wenn auf einen Faktor mehrere Handlungen bzw. mehrere System- oder Akteursattribute einwirken. Ohne die Zwischenschritte der Konvertierungen würden die Nutzenwerte fehlerhaft ermittelt und die Ergebnisse könnten nicht mehr mit Ergebnissen von anderen Wahrnehmungsgraphen verglichen werden.

Auf der Nutzen-Berechnung beruhen auch die Werte „Zufriedenheit“ und „Frustration“ (in DANA: *satisfaction* und *frustration*) (siehe Anhang A.5.3 auf Seite 257). Die Zufriedenheits- und Frustrationswerte werden nach den Gleichungen 3.2 und 3.3 auf Seite 34 berechnet. Ein Beispiel für die Zufriedenheits- und Frustrationswerte ist in Abbildung 3.20 auf Seite 48 dargestellt.

3.5 Berechnung von Unsicherheiten in DANA

In DANA gibt es zwei Möglichkeiten, mit „Unsicherheit“ zu arbeiten: bei den Verknüpfungen (*links*) und bei den Erwartungen. Im ersten Fall wird der Verknüpfung eine Wahrscheinlichkeitsverteilung zugeordnet. Ein Beispiel ist in Abbildung 3.13 auf der nächsten Seite wiedergegeben. Die dortige Verknüpfung zwischen der Handlung „nachhaltige Produkte kaufen“ des Akteurs „Verbraucher“ und dem Ziel „Umweltschutz“ ist eine graue, gestrichelte Linie mit grauer Pfeilspitze statt einer schwarzen, durchgezogenen Linie mit schwarzer Pfeilspitze. Rechts von der Verknüpfung ist die Wahrscheinlichkeitsverteilung abgebildet: Aus Sicht des Akteurs ist der mittlere positive Einfluss (mittleres Plus) mit 80% sehr wahrscheinlich, ein geringer und ein starker positiver Einfluss mit jeweils 10% weniger wahrscheinlich.

Die Wirkung der gewählten Unsicherheit bei Verknüpfungen wird anhand der Nutzen-Berechnung für eine Taktik erläutert: Das Beispiel für diese Nutzen-Berechnung sowie alle relevanten Einstellungen sind in Abbildung 3.13 gezeigt.

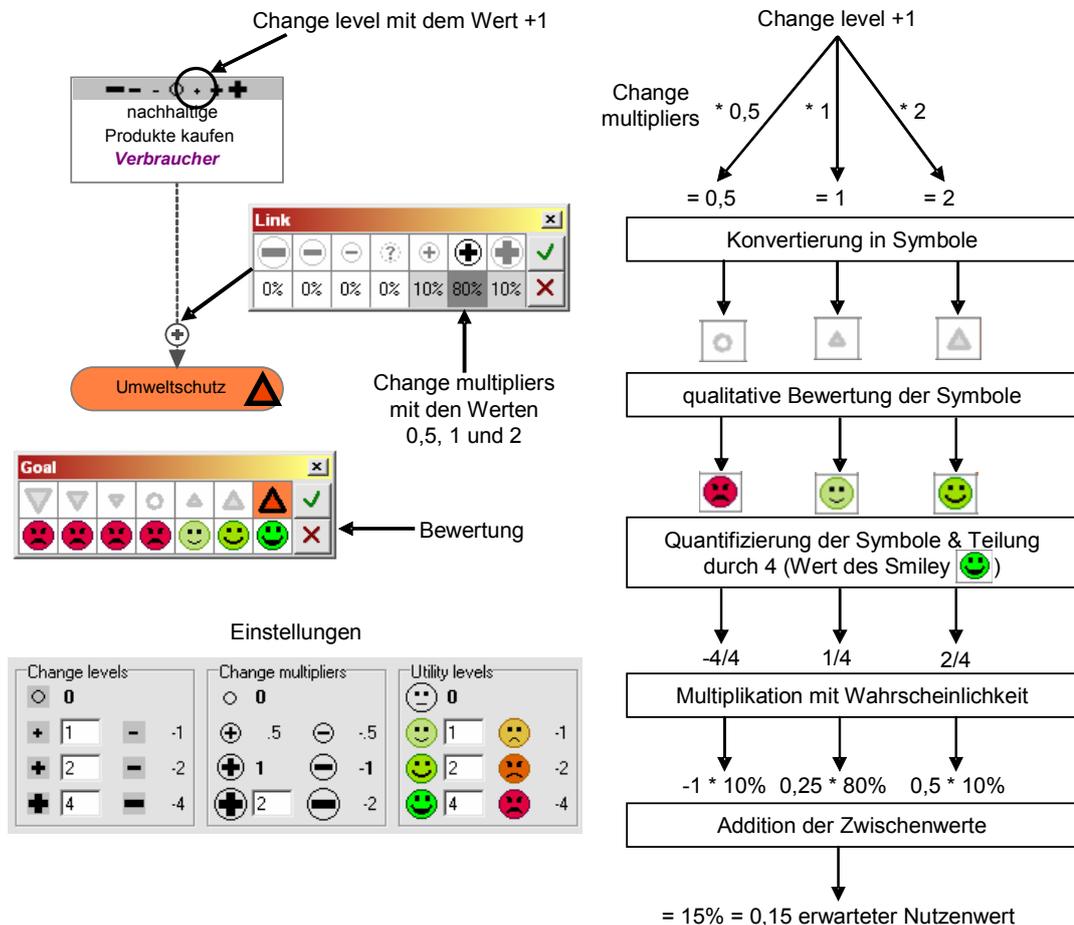


Abbildung 3.13: Berechnung des erwarteten Nutzens für die Taktik „leichte Zunahme“ als Beispiel für die Wirkung der Unsicherheit in DANA

Die Berechnung in DANA erfolgt in mehreren Schritten, die für jede Handlungsoption durchgeführt werden. Als Beispiel dient die Taktik „leichte Zunahme der Handlung nachhaltige Produkte kaufen“:

1. Zuerst wird der *change level* der zu berechnenden Handlungskombination festgestellt, im Beispiel +1 (für die Handlungsoption „leichte Zunahme“).
2. Dann wird der *change level* mit den *change multiplier*, die durch die Zuordnung der Wahrscheinlichkeitsverteilung einen Wert haben, einzeln multipliziert. Im Beispiel trifft dies bei drei *change multipliers* zu, das Ergebnis ist: 0,5, 1 und 2. Diese Werte werden nicht addiert.
3. Nun folgt der Schritt der Konvertierung von quantitativen Werten in qualitative (dargestellt mit Symbolen, analog einer Konvertierungstabelle, die auf den Werten der *change levels* beruht). In unserem Beispiel wird aus dem Wert 0,5 das Symbol des Kreises (alle Werte zwischen größer -1 und kleiner 1 werden zu 0), aus dem Wert 1 das Symbol des kleinen Dreiecks mit der Spitze nach oben (alle Werte zwischen größer gleich 1 und kleiner 2 werden zum kleinen Dreieck) und aus dem Wert 2 das Symbol des mittleren Dreiecks mit der Spitze nach oben (alle Werte größer gleich 2 werden zum mittleren).

4. Jetzt folgt der Schritt der Bewertung. Dafür werden die Symbole mit den Smileys bzw. Frowneys, die im Ziel-Dialog festgelegt wurden, bewertet. Im Beispiel ist dies für den Kreis der Frowney 😞, für das kleine Dreieck der Smiley 😊 und für das mittlere Dreieck der Smiley 😄.
5. Der nächste Schritt ist Quantifizierung der „Bewertungs-Symbole“ anhand der *utility levels*. In unserem Beispiel ist dem Frowney 😞 der Wert -4 , dem Smiley 😊 der Wert $+1$ und dem Smiley 😄 der Wert $+2$ zugeordnet. Diese Werte werden durch den Wert des Smileys 😄 ($=4$) geteilt.
6. Die Ergebnisse werden mit den Wahrscheinlichkeitswert (10 % bzw. 80 % in diesem Beispiel) multipliziert.
7. Der letzte Schritt ist die Addition. Wenn man das Ergebnis nun durch 100 teilt, erhält man den erwarteten Nutzen für die betrachtete Handlungskombination.

In DANA werden diese Schritte für alle sieben Handlungsmöglichkeiten durchgeführt. In Tabelle 3.3 sind die Berechnungsschritte für den erwarteten Nutzen nach dem Schritt der Quantifizierung für alle sieben Handlungsmöglichkeiten des Ausgangsbeispiels (siehe Abbildung 3.13 auf der vorherigen Seite) aufgelistet.

Tabelle 3.3: Berechnungen des erwarteten Nutzens unter Berücksichtigung der Unsicherheit der Verknüpfung des Beispiels aus Abbildung 3.13 auf der vorherigen Seite

Taktik	Σ <i>Expected utility</i>	Berechnung
■	-1	$((-4/4) * 10 + (-4/4) * 80 + (-4/4) * 10)/100 = -1$
▬	-1	$((-4/4) * 10 + (-4/4) * 80 + (-4/4) * 10)/100 = -1$
-	-1	$((-4/4) * 10 + (-4/4) * 80 + (-4/4) * 10)/100 = -1$
○	-1	$((-4/4) * 10 + (-4/4) * 80 + (-4/4) * 10)/100 = -1$
+	0,15	$((-4/4) * 10 + 1/4 * 80 + 2/4 * 10)/100 = 0,15$
+	0,53	$(1/4 * 10 + 2/4 * 80 + 4/4 * 10)/100 = 0,525$
+	0,95	$(2/4 * 10 + 4/4 * 90)/100 = 0,95$

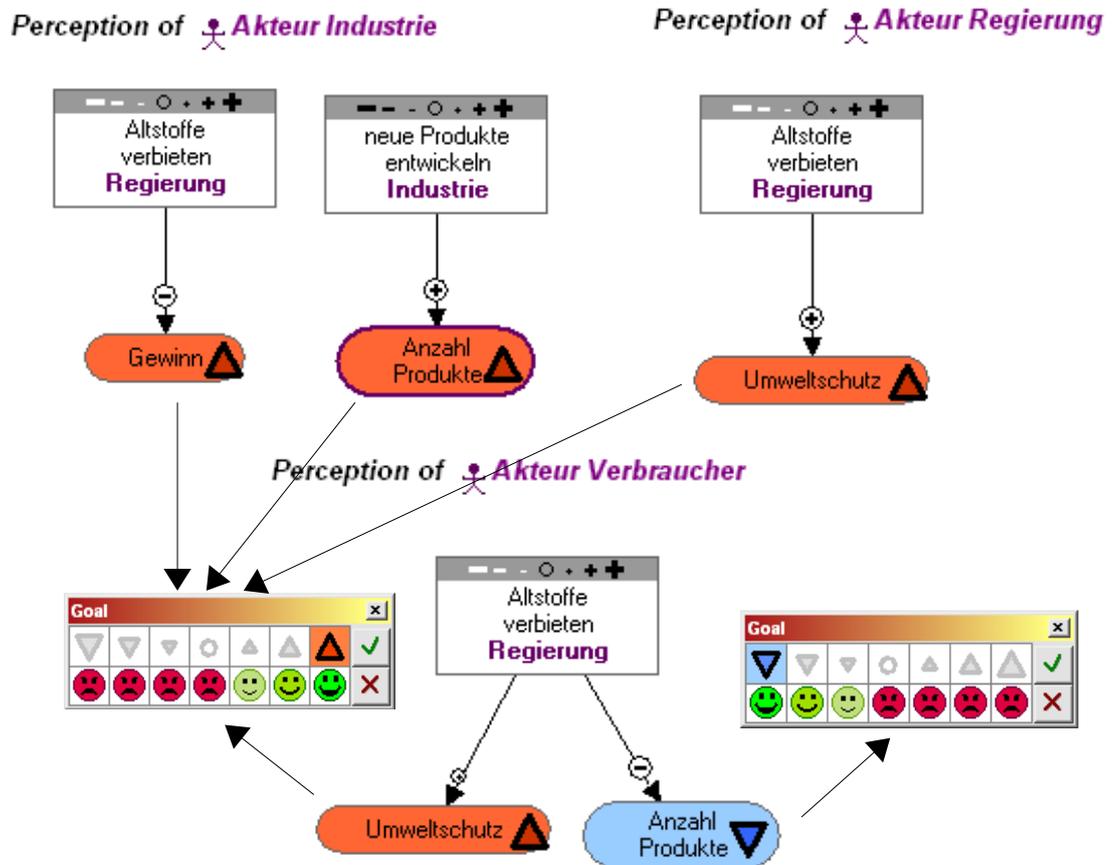
3.6 Analyse *Conflict*

Konflikte resultieren in DANA aus unterschiedlichen Wahrnehmungen und Bewertungen der Akteure. Es gibt in DANA Ziel-, Erwartungs-, Einfluss- und Handlungskonflikte. Für diese Analyse werden die Ziele, die Erwartungen, die Richtung der Kausalbeziehungen und die Wirkungen der Handlungen auf den Nutzen des „Zeilen-Akteurs“ mit dem des „Spalten-Akteurs“ abgeglichen (zur Veranschaulichung der Begriffe Zeilen- und Spalten-Akteur siehe Abbildung 3.15 auf Seite 42). Alle Berechnungen, die im Rahmen dieser Analyse durchgeführt werden können, sind in Tabelle 3.4 auf der nächsten Seite dargestellt.

Zur Erläuterung dieser zentralen Analyse wurde der Beispiel-*case* „Umweltschutz“ nochmals modifiziert, um Ziel- und Handlungskonflikte zeigen zu können (siehe Abbildung 3.14 auf der nächsten Seite).

Tabelle 3.4: Übersicht der Berechnungen im Rahmen der Analyse *Conflict* in DANA

Berechnung	Erläuterung
# Goals	Anzahl der gemeinsamen Ziele
μ Goal Conflict	Wert des Zielkonfliktes (Differenz in der Richtung der gewünschten Änderungen, jeder Wert > 0 zeigt einen Zielkonflikt an)
# Prospect	Anzahl der gemeinsamen Erwartungen
μ Prospect Conflict	Wert des Erwartungskonfliktes (Differenz in der Richtung der vorhergesehenen Änderung, Werte zwischen 0 und 1 zeigen nur einen Unterschied in der Ausprägung an, Werte zwischen 1 und 2 zeigen einen Unterschied in Richtung der vorhergesehenen Änderung, also einen Konflikt, an)
# Influences	Anzahl der gemeinsamen Kausalbeziehungen
μ Influences Conflict	Wert des Kausalbeziehungskonfliktes (Richtung der Kausalbeziehung wird betrachtet, gegensätzliche (inverse) Verbindungen werden als Konflikt angesehen)
# Actions	Anzahl der gemeinsamen Handlungen
μ Action Conflict	Wert des Handlungskonfliktes (Einfluss der Handlung auf ein Ziel und der damit verbundene Nutzen wird betrachtet, die Unterschiede im erwarteten Nutzen werden über die Handlungsoptionen summiert)

Abbildung 3.14: Beispiel-case „Umweltschutz“ zur Erläuterung des Analyse *conflict* mit den Wahrnehmungsgraphen der Akteure Industrie, Regierung und Verbraucher in einer arena

Die Abbildung 3.15 zeigt die Ergebnisse der Ziel- und der Handlungskonflikte im Beispiel-*case*. Der einzige Zielkonflikt besteht zwischen dem Akteur „Industrie“ und dem Akteur „Verbraucher“. Es handelt sich dabei um die unterschiedliche Bewertung des Faktors „Anzahl der Produkte“. Der Wert des Konfliktes wird mit 1,4 angegeben. Wie berechnet DANA diesen Wert? Durch die Zielsetzung der Analytistin hat jede der sieben möglichen Änderungen des Faktors „Anzahl der Produkte“ eine quantitative Zuordnung bekommen. Diese Bewertung ist Grundlage der Berechnung des Zielkonfliktes. Die Berechnung des beschriebenen Zielkonfliktes läuft wie folgt ab:

1. Identifizierung des Zielkonfliktes: gemeinsamer Faktor „Anzahl der Produkte“ in zwei Wahrnehmungsgraphen mit unterschiedlicher Bewertung der Änderungen
2. Vergleich der Smiley-/Frowney-Kombination und Berechnung der numerischen Abstände zwischen den einzelnen Bewertungen für jede der sieben Änderungsmöglichkeiten (*change levels*):
 - (a) für den *change level* ■ ist dem Akteur Industrie die Bewertung 😞 = -4 zugeordnet⁶ worden und dem Akteur Verbraucher die Bewertung 😊 = +4, da diese Werte ein unterschiedliches Vorzeichen haben, werden ihre Beträge addiert (= 8) (falls die Werte das gleiche Vorzeichen haben, werden die Werte subtrahiert) und durch den Wert des höchsten Smileys (+4) geteilt (= 2)
 - (b) für den *change level* ■ ist dem Akteur Industrie die Bewertung 😞 = -4 zugeordnet worden und dem Akteur Verbraucher die Bewertung 😊 = +2, da diese Werte ein unterschiedliches Vorzeichen haben, werden ihre Beträge addiert (= 6) und durch den Wert des höchsten Smileys (+4) geteilt (= 1,5)
 - (c) usw. bis zum *change level* ■
3. im nächsten Schritt werden diese sieben Werte summiert und durch sieben geteilt, das Ergebnis ist der Wert des Zielkonfliktes, in unserem Beispiel aufgerundet 1,4.

⚙	Akteur Industrie				Akteur Regierung				Akteur Verbraucher				
	Actors	# Goals	Goal Conflict	# Actions	Action Conflict	# Goals	Goal Conflict	# Actions	Action Conflict	# Goals	Goal Conflict	# Actions	Action Conflict
Akteur Industrie		2	0	2	0	0	0	1	1.9	1	1.4	1	1.6
Akteur Regierung		0	0	1	1.9	1	0	1	0	1	0	1	0.25
Akteur Verbraucher		1	1.4	1	1.6	1	0	1	0.25	2	0	1	0

Abbildung 3.15: Ergebnis der Analyse *Conflict* für den Ziel- und die Handlungskonflikte im modifizierten Beispiel-*case* „Umweltschutz“

Weiterhin bestehen drei Handlungskonflikte: Zwischen der Industrie und der Regierung, zwischen der Industrie und dem Verbraucher und zwischen der Regierung mit dem Verbraucher (siehe Abbildung 3.15).

Die Berechnung eines Handlungskonfliktes in DANA soll am Beispiel des Handlungskonfliktes mit der Handlung „Ersatzstoffe verbieten“ zwischen den Akteuren „Industrie“ und „Regierung“ erläutert werden (Grundlage ist der Beispiel-*case* in Abbildung 3.14 auf der vorherigen Seite):

1. Identifizierung des Handlungskonfliktes: gemeinsame Handlung „Ersatzstoffe verbieten“ in zwei Wahrnehmungsgraphen mit unterschiedlicher Wirkung auf den erwarteten Nutzen (in einem Fall steigt der Faktor „Umweltschutz“, im anderen Fall sinkt der Faktor „Gewinn“),

⁶Diese Zuordnung von qualitativen Symbolen zu quantitativen Werten folgt den Einstellungen in DANA (siehe Abbildung 3.1 auf Seite 28).

2. Berechnung der Wirkung jeder Änderungsmöglichkeit (*change level*) der Handlung im Hinblick auf den erwarteten Nutzen (da nur vier der sieben *change levels* erlaubt sind, werden auch nur diese vier berücksichtigt und deren Wirkung berechnet)⁷,
 - (a) für den Akteur „Industrie“: der Einfluss des *change level* ☒ multipliziert mit dem *change multiplier* von -1 ist 0 , der erwartete Nutzen im Hinblick auf das Ziel ist durch die Bewertung ☹ = -1 , für den Akteur „Regierung“: der Einfluss des *change level* ☒ multipliziert mit dem *change multiplier* von $+1$ ist 0 , der erwartete Nutzen im Hinblick auf das Ziel ist durch die Bewertung ☹ = -1 , da diese Werte das gleiche Vorzeichen haben, werden sie addiert ($= 0$),
 - (b) für den Akteur „Industrie“: der Einfluss des *change level* ☒ multipliziert mit dem *change multiplier* von -1 ist -1 , der erwartete Nutzen im Hinblick auf das Ziel ist durch die Bewertung ☹ = -1 , für den Akteur „Regierung“: der Einfluss des *change level* ☒ multipliziert mit dem *change multiplier* von $+1$ ist 1 , der erwartete Nutzen im Hinblick auf das Ziel ist durch die Bewertung 😊 = $0,25$, da diese Werte ein unterschiedliches Vorzeichen haben, wird ihr Betrag addiert ($= 1,25$),
 - (c) für den Akteur „Industrie“: der Einfluss des *change level* ☒ multipliziert mit dem *change multiplier* von -1 ist -2 , der erwartete Nutzen im Hinblick auf das Ziel ist durch die Bewertung ☹ = -1 , für den Akteur „Regierung“: der Einfluss des *change level* ☒ multipliziert mit dem *change multiplier* von $+1$ ist 2 , der erwartete Nutzen im Hinblick auf das Ziel ist durch die Bewertung 😊 = $0,5$, da diese Werte ein unterschiedliches Vorzeichen haben, wird ihr Betrag addiert ($= 1,5$),
 - (d) für den Akteur „Industrie“: der Einfluss des *change level* ☒ multipliziert mit dem *change multiplier* von -1 ist -4 , der erwartete Nutzen im Hinblick auf das Ziel ist durch die Bewertung ☹ = -1 , für den Akteur „Regierung“: der Einfluss des *change level* ☒ multipliziert mit dem *change multiplier* von $+1$ ist 4 , der erwartete Nutzen im Hinblick auf das Ziel ist durch die Bewertung 😊 = 1 , da diese Werte ein unterschiedliches Vorzeichen haben, wird ihr Betrag addiert ($= 2$) und
3. im nächsten Schritt werden diese vier Werte summiert ($= 4,75$) und durch vier geteilt ($= 1,1875$), nach Aufrundung erhält man den Wert des Handlungskonfliktes in Höhe von $1,2$.

Das Ergebnis für den Handlungskonflikt stimmt nicht mit dem in DANA berechneten Wert von $1,9$ überein (siehe Abbildung 3.15 auf der vorherigen Seite). Um zu zeigen, dass DANA einen Bug hat, wird der Beispiel-*case* vereinfacht und nochmals die gleiche Analyse durchgeführt. Der *case* besteht pro Wahrnehmungsgraph nur noch aus einem Akteur, einer Handlung und einem Ziel (siehe Abbildung 3.16 auf der nächsten Seite). Das Analyseergebnis ist in Abbildung 3.17 auf der nächsten Seite wiedergegeben. Betrachtet man den Handlungskonflikt zwischen Regierung und Industrie, so ist der Wert $1,2$ und entspricht damit dem im Erläuterungsbeispiel berechneten Wert. In diesem vereinfachten Beispiel-*case* wurde weder die Handlung noch das Ziel, das mit dem Handlungskonflikt in Verbindung, steht verändert. Es wurden lediglich andere Handlungen und Ziele entfernt, die in DANA zur fehlerhaften Berechnung des etwas komplexeren Beispiels geführt haben.

⁷Die Nutzen-Berechnung ist hier nur verkürzt wiedergegeben, eine ausführliche Beschreibung ist dem Abschnitt 3.4 auf Seite 33 zu entnehmen.

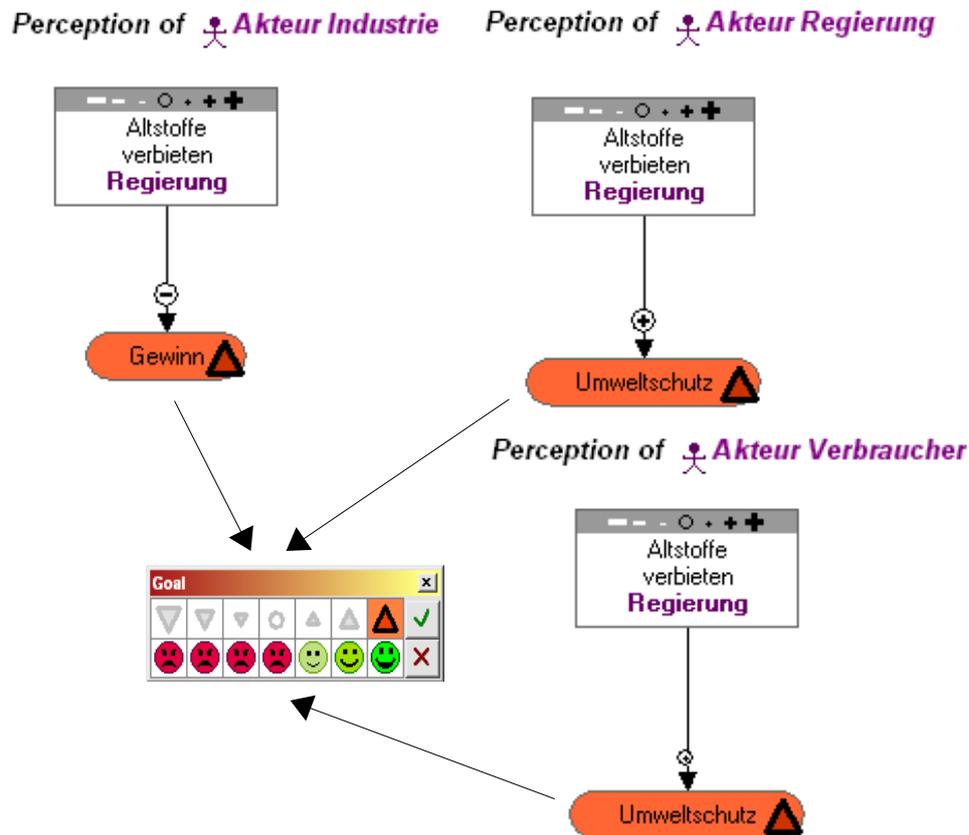


Abbildung 3.16: Beispiel-case „Umweltschutz“ zur Darstellung des Fehlers in der Analyse *conflict* mit den Wahrnehmungsgraphen der Akteure Industrie, Regierung und Verbraucher in einer arena

⊗	Akteur Industrie				Akteur Regierung				Akteur Verbraucher				
	Actors	# Goals	⊥ Goal Conflict	# Actions	⊥ Action Conflict	# Goals	⊥ Goal Conflict	# Actions	⊥ Action Conflict	# Goals	⊥ Goal Conflict	# Actions	⊥ Action Conflict
Akteur Industrie		1	0	1	0	0	0	1	1.2	0	0	1	0.69
Akteur Regierung		0	0	1	1.2	1	0	1	0	1	0	1	0.31
Akteur Verbraucher		0	0	1	0.69	1	0	1	0.31	1	0	1	0

Abbildung 3.17: Korrektes Ergebnis der Analyse *Conflict* im modifizierten und vereinfachten Beispiel-case „Umweltschutz“

Man muss davon ausgehen, dass auch auch andere Ergebnisse dieser Analyse nicht korrekt sind. Dieser Fehler ist in der bisherigen Arbeit mit DANA nicht aufgefallen, weil für Testzwecke immer nur ein sehr einfacher case wie im obigen Beispiel verwendet wurde, für den in DANA korrekte Werte berechnet wurden. Für die aktorsbasierte Modellierung ist diese Analyse nicht notwendig.

Aufgrund eines Reports der Verfasserin an den Programmierer Pieter Bots wurde der Fehler in der DANA-Version 1.3.3 behoben. Im Unterkapitel 5.4.4 auf Seite 160 ist ein Exkurs mit Ziel-, Erwartungs- und Handlungskonflikten eingefügt worden, dessen Ergebnisse mit der DANA Version 1.3.3 berechnet wurden.

3.7 Analyse *Single Goal Strategies*

Die Analyse *Single Goal Strategies* wie auch die im nächsten Abschnitt behandelte Analyse *Inferred Strategies* werden in DANA zu den Analysen auf der *actor*-Ebene gezählt. Die Analysen auf der *actor*-Ebene fokussieren auf einen oder mehrere Akteure⁸. Im Folgenden werden die Begriffe Handlung, Taktik und Strategie verwendet. Eine Taktik in DANA ist die Kombination einer Handlung (z. B. „Bücher kaufen“) und einer der sieben Änderungsmöglichkeiten dieser Handlung (z. B. „großes Plus – starke Zunahme“). Eine Taktik wäre dann z. B.: stark vermehrt Bücher kaufen, also wesentlich mehr Bücher kaufen als zum gegenwärtigen Zeitpunkt. Eine Strategie in DANA ist eine Kombination aller Taktiken in einem Wahrnehmungsgraphen.

Für die Erläuterungen der Analysen wurde ein Wahrnehmungsgraph mit dem Akteur „Industrie“ konstruiert (siehe Abbildung 3.18).

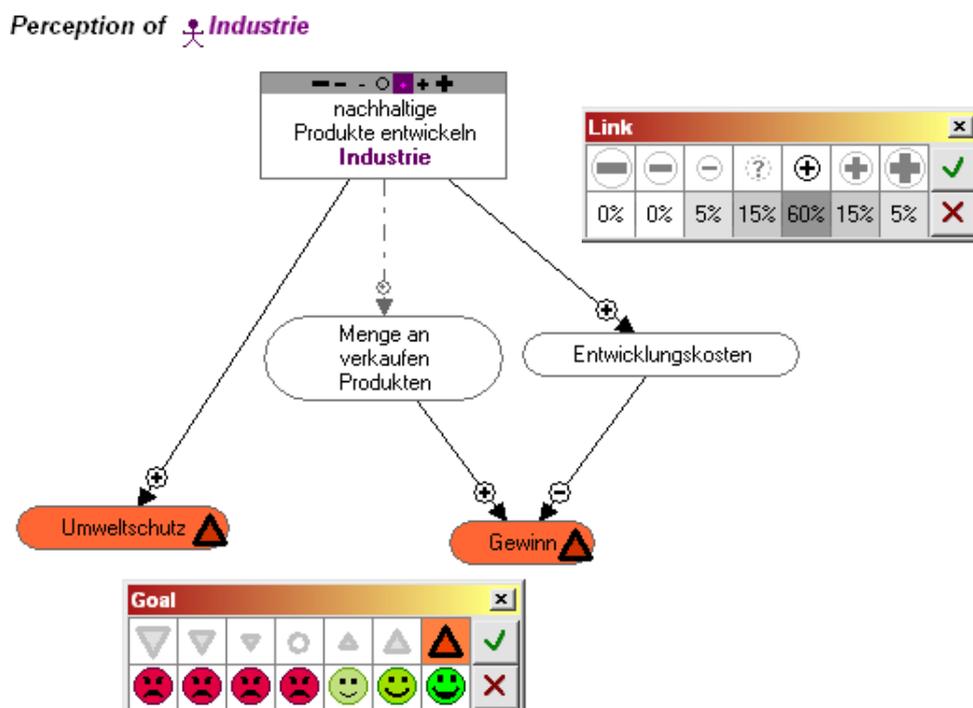


Abbildung 3.18: Wahrnehmungsgraph zur Erläuterung der Analysen *Single Goal Strategies* und *Inferred Strategies* mit dem Akteur „Industrie“ und seinen Zielen zunehmender Umweltschutz und zunehmender Gewinn

Die *Single Goal Strategies*-Analyse ermittelt für jedes Ziel, welches sich im Wahrnehmungsgraphen befindet, die Strategie, die den höchsten Nutzen aus Sicht des Akteurs erwarten lässt. Dabei werden alle Erwartungen, die auf das jeweilige Ziel einwirken, berücksichtigt.

Die berechnete Strategie setzt sich aus den Taktiken zusammen, die mit niedrigstem Aufwand den jeweils höchsten Nutzen erwarten lassen. In DANA wird der „geringste Aufwand“ wie folgt ermittelt: wenn zwei oder mehr Änderungsmöglichkeiten einer Handlung den höchsten Nutzen erwarten lassen, dann wird die Taktik ausgewählt, deren

⁸Für diese Analysen muss im Dialog „*Grouping for Analysis*“ folgende Einstellung gewählt werden, wenn die Akteure aus nur einer *arena* betrachtet werden sollen: *Arena groups*: „*selected arena only*“. Es ist auch möglich, Akteure aus ausgewählten oder allen *arenas* zu betrachten. Das Gleiche gilt für die Einstellung für *Actor groups*. Die Einstellung für *Factor groups* sollte „*no grouping*“ sein, um alle Faktoren zu berücksichtigen.

Änderungsmöglichkeit (*change level*) den geringsten Abstand vom Symbol „gleichbleibend“ hat.

Neben den Nutzenwert wird für die ermittelte Strategie auch ein Zufriedenheits- und ein Frustrationswert berechnet. Während in der *Multi-Criteria Analysis* die einzelnen Handlungen des Wahrnehmungsgraphen im Vordergrund standen, sind es hier die einzelnen Ziele des Akteurs. In Tabelle 3.5 sind die Berechnungen dieser Analyse dargestellt.

Tabelle 3.5: Übersicht der Berechnungen im Rahmen der Analyse *Single Goal Strategies* in DANA

Berechnung	Erläuterung
 <i>Goal</i>	Ziel, für das der Nutzen-, der Zufriedenheits- und der Frustrationswert berechnet werden
 <i>Tactics</i>	Strategie, die den höchsten Nutzen für das Ziel erwarten lässt, mit Taktiken, die den geringsten Aufwand aufweisen
μ <i>Utility</i>	Summe des zu erwartenden Nutzens (höchster Wert pro Ziel +1, niedrigster Wert pro Ziel: -1)
% <i>Satisfaction</i>	Zufriedenheitswert in Bezug auf die Zielerreichung in Prozent (100 % höchstmögliche Zufriedenheit)
% <i>Frustration</i>	Frustrationswert in Bezug auf die Zielerreichung in Prozent (100 % höchstmögliche Frustration)
 <i>Full set</i>	wenn hier ein Haken gesetzt wird, dann werden Strategien mit allen Taktiken angezeigt, die den höchsten Nutzen für das Ziel erwarten lassen, ohne Berücksichtigung der Höhe des Aufwandes

In Abbildung 3.19 ist das Ergebnis des Beispiel-Wahrnehmungsgraphen (siehe Abbildung 3.18 auf der vorherigen Seite) für diese Analyse dargestellt. Für das Ziel „Gewinn erhöhen“ wird als beste Taktik die „starke Verringerung der Entwicklung nachhaltiger Produkte“ ermittelt (Gesamt-Nutzen auf beide Ziele: -0,7). Der Zufriedenheitswert wird mit 25 % und der Frustrationswert mit 60 % angegeben. Für das Ziel „Umweltschutz verbessern“ wird als beste Taktik die „starke Intensivierung der Entwicklung nachhaltiger Produkte“ errechnet, der Gesamt-Nutzen liegt bei 0,1, der Zufriedenheitswert bei 52 % und der Frustrationswert bei 48 %.

 <i>Industrie</i>						
<input type="checkbox"/> Goal factor	 Goal	<input type="checkbox"/> Tactics	μ Utility	% Satisfaction	% Frustration	
<input type="checkbox"/> Gewinn		<input type="checkbox"/> nachhaltige Produkte entwickeln [<i>Industrie</i>] 	-0.70	25%	60%	
<input type="checkbox"/> Umweltschutz		<input type="checkbox"/> nachhaltige Produkte entwickeln [<i>Industrie</i>] 	0.10	52%	48%	

Abbildung 3.19: Ergebnis der Analyse *Single Goal Strategies* des Wahrnehmungsgraphen aus Abbildung 3.18 auf der vorherigen Seite für den Akteur „Industrie“

3.8 Analyse *Inferred Strategies*

In der *Inferred Strategies*-Analyse wird der Gesamt-Nutzen, der Zufriedenheits- und der Frustrationswert für vier Fälle unter Berücksichtigung aller Ziele, Erwartungen und Handlungen im Wahrnehmungsgraphen berechnet. Im ersten Fall (*Base*) werden alle Taktiken auf „gleichbleibend“ gesetzt, damit wird eine zukünftige Situation bewertet, in der alle Handlungen gegenüber heute unverändert weitergeführt werden. Gleichzeitig wird damit auch die gegenwärtige Situation bewertet. Im zweiten Fall (*Ideal*) wird die Strategie ermittelt, die den höchsten Nutzen erbringt, die also die Ziele bestmöglich erreichen lässt – zusammengesetzt aus Taktiken, die mit dem geringsten Aufwand einhergehen.

Im dritten Fall (*Worst*) wird die Strategie ermittelt, die den niedrigsten Nutzen erbringt (also den negativsten *utility*-Wert), die also die Ziele schlecht möglichst erreichen lässt, mit Taktiken, die mit dem geringsten Aufwand einhergehen. Der vierte Fall schließlich (*Chosen*) berechnet den Nutzen für eine ausgewählte Strategie (Kombination von ausgewählten Taktiken). In Tabelle 3.6 sind zusammenfassend die Berechnungen dieser Analyse aufgeführt.

Tabelle 3.6: Übersicht der Berechnungen im Rahmen der Analyse *Inferred Strategies* in DANA

Berechnung	Erläuterung
<input type="checkbox"/> <i>Base</i>	Bewertung der Situation, in der sich gegenüber der Ist-Situation die Strategie nicht verändert
<input type="checkbox"/> <i>Ideal</i>	Ermittlung der besten Strategie und Bewertung dieser „idealen“ Situation
<input type="checkbox"/> <i>Worst</i>	Ermittlung der schlechtesten Strategie und Bewertung dieser Situation
<input type="checkbox"/> <i>Chosen</i>	Bewertung der Situation, in der die von der Analystin ausgewählte Strategie berücksichtigt wird
<input type="checkbox"/> <i>Details</i>	wenn hier ein Haken gesetzt wird, wird für alle vier Fälle zusätzlich zum Gesamt-Nutzenwert der Nutzenwert jedes einzelnen Ziels aufgeführt
<input type="checkbox"/> <i>Full set</i>	wenn hier ein Haken gesetzt wird, dann werden alle Strategien mit allen Taktiken angezeigt, ohne Berücksichtigung der Höhe des Aufwandes

In Abbildung 3.20 auf der nächsten Seite ist das Ergebnis der *Inferred Strategies*-Analyse für den gewählten Wahrnehmungsgraphen abgebildet. Für den *Base*-Fall wird ein Gesamt-Nutzenwert von -2 berechnet, ein Zufriedenheitswert von 0% und ein Frustrationswert von 100% . Die gegenwärtige Situation bzw. eine zukünftige Situation, in der sich die Handlungen der gegenwärtigen Situation nicht verändern, wird mit dem schlecht möglichsten Nutzen- und Zufriedenheitswert und dem höchsten Frustrationswert bewertet. Dies bedeutet, dass die „gleichbleibend“-Option der Handlung sehr negativ bewertet wird und den Zielen des Akteurs diametral entgegensteht.

Im zweiten Fall wird die Strategie „nachhaltige Produkte stark zunehmend entwickeln“ als ideal ermittelt⁹. Der Gesamt-Nutzenwert liegt bei $0,1$. In der Zeile *Detailed analysis* ist zu ersehen, dass die identifizierte „ideale“ Strategie einen Nutzenwert von $-0,9$ auf das Ziel „Gewinn erhöhen“ erwarten lässt (keine Zielerreichung), wohingegen das Ziel „Umweltschutz erhöhen“ mit dem Nutzenwert von 1 voll erfüllt wird. Daher ist der Gesamt-Nutzenwert leicht positiv. Da DANA diese Strategie als „ideal“ ermittelt hat, gibt es keine andere Strategie, die einen höheren Gesamt-Nutzenwert erbringen würde.

⁹Diese Strategie ist zugleich Taktik, da es nur eine Handlung im Beispiel-Wahrnehmungsgraphen gibt. Wenn es zwei Handlungen gäbe, dann würde hier eine Strategie mit zwei Taktiken aufgeführt bzw. mehrere Strategien mit den dazugehörigen Taktiken – wenn mehrere Taktik-Kombinationen den gleichen höchsten Nutzen bei gleich geringem Aufwand erwarten lassen.

☺ Industrie				
☐ Factors	☒ Base	☒ Ideal	☒ Worst	☒ Chosen
☒ nachhaltige Produkte entwickeln [Industrie]	☐	☒	☐	☒
Utility	-2	0.10	-2	-0.69
Satisfaction	0%	52%	0%	13%
Frustration	100%	48%	100%	48%
Detailed analysis	● Gewinn -1 ● Umweltschutz -1 Utility: -2	-0.90 1 Utility: 0.10 +1 -0.90	-1 -1 Utility: -2	-0.94 0.25 Utility: -0.69 +0.25 -0.94

Abbildung 3.20: Ergebnis der Analyse *Inferred Strategies* des Wahrnehmungsgraphen aus Abbildung 3.18 auf Seite 45 für den Akteur „Industrie“

Im dritten Fall, dem *Worst case*, wird die Strategie „nachhaltige Produkte so wie heute entwickeln“ als schlechteste Strategie ermittelt. Mit dieser Strategie wird bei geringstem möglichem Aufwand der negativste Gesamt-Nutzenwert erreicht.

Der vierte Fall (*Chosen*) schließlich berücksichtigt die von der Analytistin gewählte Taktik „nachhaltige Produkte leicht zunehmend entwickeln“ – die mangels weiterer Handlungen und damit verbundener Taktiken zugleich auch Strategie ist – und berechnet für diese Strategie den Gesamt-Nutzen, der bei $-0,69$ liegt. In der Zeile *Detailed analysis* können Sie erkennen, dass diese Strategie einen Nutzenwert von $-0,94$ auf das Ziel „Gewinn erhöhen“ erwarten lässt (keine Zielerreichung), wohingegen das Ziel „Umweltschutz erhöhen“ mit dem Nutzenwert von $0,25$ teilweise erfüllt wird. Der Frustrationswert liegt daher wie beim Fall *Ideal* bei 48% , der Zufriedenheitswert hingegen liegt mit 13% niedriger als beim Fall *Ideal*, aber höher als bei den Fällen *Base* und *Worst*.

Zusammenfassend kann man sagen, dass die „ideale“ Strategie nur für ein Ziel zur Zielerreichung (mit höchstmöglichem erwartbaren Nutzenwert für dieses Ziel) führt und der *Base case* dem *Worst case* entspricht, mit dem höchstmöglichen Frustrationswert von 100% .

3.9 Anwendungen von DANA

DANA wurde in verschiedenen wissenschaftlichen Projekten als Darstellungs- und Analyseprogramm verwendet, allerdings nicht – mit Ausnahme der vorliegenden Arbeit – für eine sequentielle Modellierung. In diesem Abschnitt werden Projekte, in denen DANA genutzt wurde, in chronologischer Abfolge kurz vorgestellt.

Im BMBF-Projekt „Rückgewinnung von Retentionsflächen und Altauenreaktivierung an der Mittleren Elbe in Sachsen-Anhalt“ (Laufzeit: 01.09.1998 bis 31.08.2001) wurde im Teilprojekt „Sozioökonomie“ eine Akteursanalyse mit DANA durchgeführt. Im Rahmen des Projektes wurde eine sozioökonomische Bewertung vorgenommen, die aus zwei Teilen bestand: einer Akteurs- und Konfliktanalyse und der Ermittlung von sozioökonomischen Wirkungen, inkl. der Kosten einer Projektrealisierung. Darauf aufbauend wurden Vorschläge für ein Maßnahmenkonzept entwickelt (HAFERKORN 2001; DEHNHARDT UND PETSCHOW 2001). In diesem Projekt wurde von A. Peine eine Masterarbeit an der Delft University of Technology geschrieben, der Titel lautet „A Basic Stakeholder Network Appraisal Methodology for River Basin Management“ (PEINE 2000).

Ethjel Tolsma (Deventer Larenstein University of Professional Education) hat 2004 eine Masterarbeit mit dem Titel „Rural Development and the fight against HIV/AIDS

in Burkina Faso – Actor analysis among rural development and health organisations in Ouagadougou, Diebougou and rural farmers in Bapla“ verfasst. Die in Burkina Faso geführten Interviews wurden mit Hilfe von DANA im Rahmen einer Akteursanalyse ausgewertet. Das Ziel der Akteursanalyse war die Identifikation von Problemen in der ländlichen Entwicklung und in der ländlichen Entwicklung in Beziehung zu HIV/AIDS (TOLSMA 2004).

2004 hat sich Leon Hermans (Delft University of Technology, Faculty of Technology, Policy and Management) mit der Thematik der „Diffuse pollution in the province of North-Holland“ beschäftigt und beschreibt DANA als ersten Schritt in einer interaktiven Politikentwicklung, an der unterschiedliche Akteure beteiligt sein sollten, um „policies“ zu entwickeln und effektiv zu implementieren (HERMANS 2004). DANA könne dabei helfen, einen Überblick über alle involvierten Akteure und ihre Sicht auf die Problematik zu bekommen. Ein weiteres Ziel ist die Darstellung der Akteursinteressen und ihrer Einflussmöglichkeiten. Er kommt zu dem Schluss, „[...] that DANA is a promising tool for offering new and useful insights to decision makers, although more practical experience is needed to better assess the utility of this analysis tool“ (HERMANS 2004: 205).

Im Jahre 2005 hat S. Sukardi an der Delft University of Technology, Faculty of Technology, Policy and Management, seine Masterarbeit „Poundsterling turns to the euro: conditions for the UK to adopt the euro“ eingereicht (SUKARDI 2005a). Die Arbeit umfasst eine Akteursanalyse mit DANA. In SUKARDI (2005b) werden die Ergebnisse der *Conflict*-Analyse dargelegt, im Mittelpunkt standen dabei die Ziel- und Handlungskonflikte u. a. der Akteure *Labour government*, *Labour party*, *Liberal Democrats*, *Bank of England*, *Confederation of British Industry* und *British Chambers of Commerce*.

In den Arbeiten von PEINE (2000), HERMANS (2004), TOLSMA (2004) und SUKARDI (2005b) stehen graphische Darstellungen der Akteurswahrnehmungen in Form der Wahrnehmungsgraphen im Mittelpunkt. Die Autoren haben ältere DANA-Versionen genutzt, die sich deutlich von der in INTAFERE verwendeten Version 1.3 und der aktuellen Version 1.3.3 unterscheiden. Ein Beispiel für einen Wahrnehmungsgraphen, der mit einer älteren DANA-Version erstellt wurde, ist in Abbildung 3.21 auf der nächsten Seite zu sehen. Leider ist in der Publikation nicht die DANA-Versionsnummer angegeben. Bei den Handlungen der Akteure fehlen die *change levels*, die Ziele beinhalten keine Symbolik und sind daher schwer von den anderen Faktoren zu unterscheiden.

Britta Kastens (Universität Osnabrück) hat DANA für die Auswertung ihrer qualitativen Interviews zum Thema der diffusen Nitratbelastung aus der Landwirtschaft im Rahmen ihrer Dissertation verwendet (KASTENS 2007). Sie wechselte aber während ihrer Arbeit zu einer anderen Auswertungsmethode, da sich DANA „[...] im Verlauf der Auswertung als nicht umfassend nutzbar [erwies]“ (KASTENS 2007: 29).

Im Projekt „Strategien zum Umgang mit Arzneimittelwirkstoffen im Trinkwasser“ (*start*) wurde DANA von Dr. Alexandra Titz (Goethe-Universität Frankfurt, Institut für Physische Geographie) verwendet, um eine Akteursmodellierung durchzuführen. Im Fokus standen Akteure, wie Apotheker, Arzneimittelhersteller und Kläranlagenbetreiber, die als einflussreich im Problemfeld der Arzneimittelwirkstoffe im Trinkwasser identifiziert wurden. Ziel der Akteursmodellierung war es, „durch die Erfassung und Analyse der akteurspezifischen Problemwahrnehmungen die Entwicklung einer integrierten Handlungsstrategie zu unterstützen, die gleichermaßen Ziele und Handlungsoptionen der relevanten Akteure berücksichtigt“ (INSTITUT FÜR SOZIAL-ÖKOLOGISCHE FORSCHUNG 2008: 33).

Von Alexandra Titz wurden dafür sieben Wahrnehmungsgraphen erstellt und mit DANA analysiert, um zuerst die jeweils beste Handlungsstrategie für jeden Akteur zu ermitteln. Weiterhin wurde von ihr ein Gesamtakteursmodell erstellt, welches Teile der

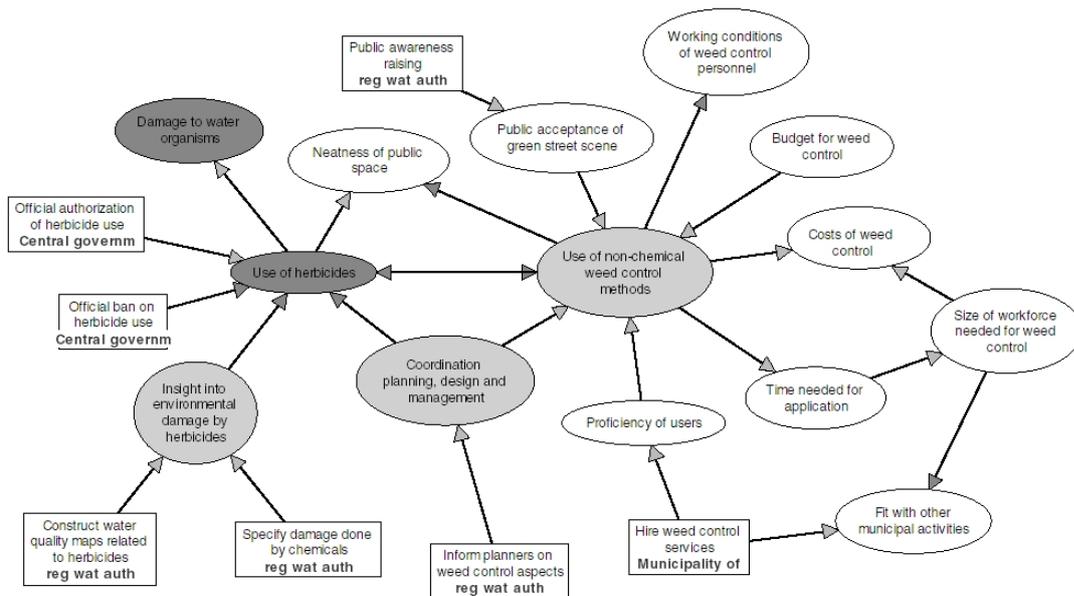


Abbildung 3.21: Beispiel eines Wahrnehmungsgraphen aus einer älteren DANA-Version (Wahrnehmung einer Kommunalverwaltung) (Quelle: HERMANS (2004: 207))

Wahrnehmungsgraphen und der drei Strategieansätze Technikansatz, Verhaltensansatz und Wirkstoffansatz, die in anderen Teilprojekten von *start* entwickelt wurden, enthält. Das Gesamtaktorsmodell wurde erstellt, um „Erkenntnisse über die mögliche Gestaltung einer integrierten Handlungsstrategie zu liefern“ (TITZ UND DÖLL 2008: 3).

Schließlich wurde von Susanne Nietzel von 2007 bis 2008 eine Diplomarbeit an der Goethe-Universität Frankfurt am Institut für Physische Geographie mit dem Titel „Akteursanalysen mit DANA in Naturschutz und Umweltplanung. Partizipation und Kooperation in einem geplanten Naturschutzgroßprojekt im Biosphärenreservat Rhön“ verfasst (NIETZEL 2008). Die Arbeit entstand im Rahmen der Planungen für das Naturschutzgroßprojekt „Fließgewässersysteme der bayerischen Rhön“, in dem Fließgewässer und ihre Einzugsgebiete renaturiert werden sollen.

Ziel der Diplomarbeit war es, die Sichtweisen der beteiligten Akteure auf das Problemfeld zu erheben, um einen Beitrag für eine erfolgreiche Umsetzung des Projektes zu leisten. Insgesamt wurden elf Wahrnehmungsgraphen erstellt und analysiert. Susanne Nietzel kommt in Ihrer Arbeit zum Schluss:

DANA erscheint ein geeignetes Instrument zur Akteursanalyse zu sein. Die vorliegende Fragestellung aus dem Bereich des Naturschutzes ließ sich – trotz des hohen Zeit- und Arbeitsaufwandes – gut mit DANA bearbeiten. Die Akteursanalyse selbst ist eine angemessene und sinnvolle Methode, um Einblicke in die Wahrnehmung der Akteure eines Projekts zu erhalten. Sie erleichtert sicherlich die Kommunikation zwischen Projektleitung und Akteuren und kann somit zu einer besseren Partizipation und Kooperation beitragen.

(NIETZEL 2008: 107)

Kapitel 4

Methodik

Methoden ermöglichen es der wissenschaftlichen Forschung, sich selbst zu überraschen.

NIKLAS LUHMANN

4.1 Einführung

Ausgehend von der Aufgabenstellung und den Rahmenbedingungen im Forschungsprojekt INTAFERE werden in diesem Kapitel die Auswahl der verwendeten Software und das Konzept der aktorsbasierten Modellierung vorgestellt. Danach folgen die drei methodischen Schritte der aktorsbasierten Modellierung: Aktorsmodellierung, Szenarienentwicklung und Modellierung von Handlungsentscheidungen. Diese drei Schritte werden in der Form, wie sie im Projekt INTAFERE durchgeführt wurden, erläutert. Wie im Kapitel DANA 3.1 auf Seite 25 beschrieben, lautete die Aufgabenstellung für die Verfasserin dieser Schrift im Projekt INTAFERE eine Aktorsanalyse durchzuführen und Zukunftsszenarien für den Bereich der MOF zu erstellen. Neben der Nutzung und ggf. Weiterentwicklung einer geeigneten Software für die Aktorsanalyse waren vier Stakeholder-Workshops und Interviews mit Akteuren als Rahmenbedingungen durch den Projektantrag vorgegeben (INSTITUT FÜR SOZIAL-ÖKOLOGISCHE FORSCHUNG 2004).

Zentraler Punkt zu Beginn des Projektes war die Auswahl einer Software für die Aktorsanalyse. Aus Sicht der Verfasserin sollte man mit der Software die Ergebnisse der Interviews und der Szenarienentwicklung graphisch darstellen und analysieren können. Folgende Anforderungen wurden durch Prof. Dr. Petra Döll und Christiane Döll als Verantwortliche für das Teilprojekt „Drivers“ an die Software gestellt:

- Darstellung von Akteuren und ihren Handlungen,
- Darstellung von Systemzusammenhängen und Akteursnetzwerken,
- Analyse von Akteursnetzwerken,
- Verarbeitung von qualitativen bzw. semi-quantitativen Daten und
- möglichst freie Verfügbarkeit der Software.

Bei der Recherche nach einer geeigneten Software stellte sich heraus, dass sich die Programme vor allem durch die Eingabe- und Verarbeitungsmöglichkeit der Daten (qualitativ vs. quantitativ) unterscheiden.

Man kann die Software-Möglichkeiten in vier Kategorien einteilen:

- a) Programme, die die Eingabe qualitativer Daten erlauben und mit denen rein qualitative Zusammenhänge dargestellt werden können,
- b) Software zur Entwicklung von Bayes'schen Netzen mit einer quantitativen Datenstruktur,
- c) Modellierungs-/Simulationsprogramme, die quantitative Daten verarbeiten und analysieren, aber nicht auf Bayes'schen Netzen aufbauen und
- d) Software, die qualitative und semi-quantitative Daten verarbeiten kann.

Zur ersten Kategorie gehören Softwarelösungen, die ausschließlich Darstellungsfunktionen haben und mit denen keine Analysen möglich sind, wie Grafikprogramme und Programme zur Erstellung von Mindmaps und Conceptmaps. Beispiele dafür sind die Mindmap-Programme *FreeMind*¹ und der kommerzielle *Mindmanager*² sowie das Programm *CmapsTools* zur Erstellung von Conceptmaps³.

Bayes'sche Netze können mit den Programmen *Netica*⁴, *Hugin Expert*⁵ und *JavaBayes*⁶ entwickelt und analysiert werden. Die Grundlage dafür sind quantitative Daten zum Aufbau eines probabilistisches Netzwerkes.

Zur Kategorie c) gehören Modellierungs- und Simulationsprogramme, wie *Open Knowledge Simulation Modeling* (OKSIMO)⁷, mit diesem Programm können beispielsweise Agenten im Rahmen der Spieltheorie modelliert werden, und *VisSim*, ein Programm zur Simulation und Modellierung von komplexen dynamischen Systemen⁸.

Um qualitative und semi-quantitative Daten bearbeiten sowie Akteursnetzwerke darstellen und analysieren zu können, verblieb nur Kategorie d). Das einzige Programm, das für diese Kategorie gefunden werden konnte, ist die Software *Dynamic Actor Network Analysis* (DANA)⁹. DANA entsprach vollständig den aufgeführten Anforderungen: Es handelt sich um ein frei verfügbares Programm, die Sichtweise von Akteuren mit ihren Handlungen sowie Zielen können dargestellt werden, Akteursnetzwerke und Ursache-Wirkungszusammenhänge sind abbildbar und durch die semi-quantitative Datenstruktur können vielfältige Analysen durchgeführt werden (BOTS *et al.* 1999, 2000; BOTS 2007). Zur Erläuterung von DANA siehe Kapitel 3 auf Seite 25 und die Anleitung für DANA im Anhang A auf Seite 233.

Ein weiteres Kriterium, das für die Verwendung von DANA sprach, war die Bereitschaft des Entwicklers, Dr. Pieter Bots, DANA den INTAFERE Projekt-Erfordernissen anzupassen und zusammen mit der Verfasserin dieser Schrift weiterzuentwickeln. Mit der nun verfügbaren Version 1.3.0 kann mit DANA eine sequentielle akteursbasierte Modellierung durchgeführt werden, in der Akteurs-Handlungen und deren Einfluss auf Systemvariablen berechnet werden können. Damit konnte die Aufgabe, Zukunftsszenarien zu erstellen, mit der Software DANA umgesetzt werden.

Zur Erfüllung der oben aufgeführten Aufgabenstellung und unter Berücksichtigung der genannten Rahmenbedingungen wurde von der Verfasserin mit der akteursbasierten Modellierung eine Methode entwickelt, die auf einer Akteursanalyse aufbaut, eine Szenarienentwicklung und eine Modellierung von qualitativen und semi-quantitativen Daten umfasst sowie partizipative Elemente beinhaltet.

¹http://freemind.sourceforge.net/wiki/index.php/Main_Page

²<http://www.mindjet.com>

³<http://cmap.ihmc.us>

⁴<http://www.norsys.com>

⁵<http://www.hugin.com>

⁶<http://www.cs.cmu.edu/~javabayes>

⁷<http://oksimoinm.de>

⁸<http://www.vissim.us>

⁹<http://dana.actoranalysis.com>

Um einen Überblick über den Ablauf der aktorsbasierten Modellierung zu geben, sind in Abbildung 4.1 die drei methodischen Schritte in allgemeiner Form dargestellt: Zuerst wird eine Akteursmodellierung mit leitfaden-gestützten Expertengesprächen und der Modellierung von Wahrnehmungsgraphen durchgeführt (siehe Abschnitt 4.2 auf der nächsten Seite). Ergebnis der Akteursmodellierung und damit Zwischenergebnis der aktorsbasierten Modellierung sind die Wahrnehmungsgraphen (siehe oben links in Abbildung 4.1).



Abbildung 4.1: Ablaufschema der aktorsbasierten Modellierung

Der zweite Schritt ist eine partizipative Szenarientwicklung (siehe Abschnitt 4.3 auf Seite 62). Ergebnis dieses Schrittes sind vier qualitative Szenarien. Es kann der Fall auftreten, dass neue Handlungen genannt werden, die in die Wahrnehmungsgraphen einfließen (siehe oben rechts in Abbildung 4.1).

Im letzten Schritt – der Modellierung von Handlungsentscheidungen – werden die Wahrnehmungsgraphen und die Ergebnisse der Szenarientwicklung zusammengeführt. Zwischenergebnis ist die Entwicklung von Gesamtaktorsnetzwerken (eines pro Szenario). Mit einer sequentiellen Modellierung werden dann für die vier unterschiedlichen Szenarien Auswirkungen von Handlungsentscheidungen auf relevante Faktoren berechnet (siehe Abschnitt 4.4 auf Seite 67).

Die Ergebnisse der einzelnen Schritte werden im Programm DANA eingefügt, weiter bearbeitet und analysiert. Damit stellt DANA die zentrale Verknüpfung innerhalb der aktorsbasierten Modellierung dar. Wie oben erwähnt, wurde diese Methode im Projekt INTAFERE entwickelt, sie kann aber auch in anderen Projekten verwendet werden.

4.2 Akteursmodellierung

4.2.1 Einführung

Die Akteursmodellierung als erster Schritt der akteursbasierten Modellierung hat zum Ziel, subjektive Modelle der Wahrnehmung der beteiligten Akteure (Expertinnen und Experten sowie Stakeholder eines bestimmten Problembereichs) in Form von Wahrnehmungsgraphen zu erstellen. Dafür wurden Interviews mit ausgewählten Akteuren in Form von qualitativen, leitfaden-gestützten Expertengesprächen geführt.

Grundsätzlich können Wahrnehmungsgraphen auf zwei Weisen erstellt werden. Entweder entwickelt die Analystin die Wahrnehmungsgraphen, aufbauend auf Ergebnissen von Interviews mit einem oder mehreren Akteuren. Oder die Akteure erstellen selbst ihre Wahrnehmungsgraphen, entweder am PC oder auf dem Papier, und werden dabei von der Analystin unterstützt. Da zu Beginn des Projektes keine Erfahrungen mit der Erstellung von Wahrnehmungsgraphen vorlagen und die Nomenklatur von DANA (siehe Kapitel 3 auf Seite 25) komplex und damit verbunden eine Erklärung zeitaufwändig ist, wurde die erste Variante gewählt. Die zweite Variante wurde von Dr. Alexandra Titz im Projekt „start“ durchgeführt, sie konnte dabei auf den Erfahrungen, die im Projekt INTAFERE gesammelt wurden, aufbauen (TITZ UND DÖLL 2009).

In diesem Kapitel wird die Methode des Expertengesprächs, die Auswahl der Akteure, der Gesprächsleitfaden, die Durchführung, die Protokollierung und die Transkription der Interviews dargelegt. Im Anschluss daran wird erläutert, wie die Ergebnisse der Interviews aufbereitet und im Programm DANA in Form von Wahrnehmungsgraphen modelliert wurden. Die Expertengespräche wurden in Kooperation mit Dr. Immanuel Stieß vom ISOE durchgeführt. Die Aufbereitung und Weiterverarbeitung der Ergebnisse für die vorliegende Arbeit, inklusive der Erstellung der Wahrnehmungsgraphen in DANA, oblag der Verfasserin.

4.2.2 Expertengespräche

4.2.2.1 Methode der Expertengespräche

Die Gespräche im Projekt INTAFERE mit den Expertinnen und Experten hatten drei Aufgaben:

- Erhebung der Datengrundlage für die Akteursmodellierung für Teilprojekt „Drivers“ (verantwortlich: Christiane Döll),
- Ermittlung der Risikowahrnehmung und -bewertung für die Charakterisierung des Risikotyps in Teilprojekt „Integration“ (verantwortlich: Immanuel Stieß) und
- Erfassung von Daten und Einschätzungen zu den untersuchten Substanzen für das Teilprojekt „Pressures“ (verantwortlich: Immanuel Stieß und Christiane Döll).

Um diesen vielfältigen Aufgaben gerecht zu werden, wurden leitfadengestützte Interviews durchgeführt. Leitfaden-Interviews sind halbstandardisierte Befragungen, die mit Hilfe eines im Voraus entwickelten Gesprächsleitfadens durchgeführt werden. Im Gegensatz zu standardisierten Interviews bieten nicht- und halbstandardisierte Interviewformen Flexibilität in der Durchführung. Diese Flexibilität ist ein großer Vorteil, da die Interviews der alltäglichen Gesprächssituation besser angepasst werden können. Es wird eine Atmosphäre geschaffen, in der die Befragten Raum zu lebensnäheren Antworten haben. Weiterhin ist es möglich, Fragen und neue Aspekte während des Gesprächs zu entwickeln.

FLICK (1999) zählt zu den Leitfaden-Interviews das fokussierte, das halbstandardisierte, das problemzentrierte, das Experten- und das Ethnographische Interview. Im Rahmen der Akteursmodellierung in der vorliegenden Arbeit wurden Experteninterviews nach MEUSER UND NAGEL (1991, 1994) durchgeführt. In den 1990er Jahren haben sich Meuser und Nagel verstärkt mit Experteninterviews als eine Form des Leitfaden-Interviews auseinander gesetzt und eine detaillierte Auswertungsmethode erarbeitet. Anders als bei biografischen Interviews steht beim Experteninterview die befragte Person in ihrer Eigenschaft als Experte im Vordergrund. Als Experten werden Personen mit spezialisiertem Sonderwissen verstanden (MEUSER UND NAGEL 1991)

4.2.2.2 Auswahl der Akteure

Ausgangspunkt für die Auswahl der Akteure waren die im Antrag beschriebenen und für das Projekt INTAFERE ausgewählten MOF Bisphenol A, die Moschusverbindungen HHCB und AHTN, Octyl-/Nonylphenole und deren Ethoxylate sowie die Flammenschutzmittel TBP, TBEP, TCEP, TCPP und TDCPP¹⁰. Diese Auswahl von MOF wurde vor Beginn dieser Promotionsarbeit federführend von Prof. Dr. Püttmann und Prof. Dr. Oehlmann getroffen (siehe Kapitel 2 in INSTITUT FÜR SOZIAL-ÖKOLOGISCHE FORSCHUNG (2004)). Als Stakeholder sollten möglichst Vertreter der Herstellungsfirmen und/oder der weiterverarbeitenden Industrie der genannten MOF in den Stakeholderprozess von INTAFERE einbezogen werden.

Im Laufe der Antragsphase für das Forschungsprojekt fanden im Jahr 2004 zwei Treffen mit Vertretern der chemischen Industrie und der Wasserwirtschaft statt. Während dieser Treffen wurde die Bereitschaft zur Mitwirkung der Teilnehmer am Forschungsprojekt geklärt und besprochen, welche weiteren Institutionen und Organisationen relevant für das Problemfeld sind. Neben der chemischen Industrie und der Wasserwirtschaft sollten auch das Umweltbundesamt und Umweltverbände bzw. Bürgerinitiativen einbezogen werden (DI BENEDETTO *et al.* 2008).

Zu Beginn des Projektes INTAFERE wurden die Gesprächspartner für die Interviews festgelegt. Die Verfasserin schlug als weitere Akteure Vertreter bzw. Vertreterinnen der Kläranlagenbetreiber sowie örtlicher Vereine (wie Anglervereine) vor. In Abstimmung mit dem Projektleiter Dr. Florian Keil wurde die Auswahl der zu Befragenden auf folgende Bereiche festgelegt: MOF-produzierende Industrie, weiterverarbeitende Industrie, Umweltschutz- und Verbraucherschutzverbände, das Umweltbundesamt sowie die für das Hessische Ried zuständige Obere Wasserbehörde und der dort tätige Wasserversorger Hessenwasser.

Die Tabelle 4.1 listet alle ausgewählten Interviewpartner alphabetisch auf, mit Angabe der Organisation bzw. des Unternehmens, das sie vertreten, und dem Bereich, dem sie zugeordnet werden können (wie z. B. Chemische Industrie).

Von diesen Akteuren wurden Prof. Dr. Hermann Dieter, Dr. Wolfgang Führer, Dr. Claus-Dierk Hager, Sonja Haider, Ulrike Kallee, Sander Kroon, Helmut Migge und Dr. Bernhard Post zu den vier INTAFERE-Stakeholder-Workshops eingeladen. Zwei der Akteure, Dr. Roland Schröder (Henkel AG) und Dr. Adrian Beard (Clariant GmbH), zählten nicht zum Stakeholder-Kreis.

¹⁰Das Pflanzenschutzmittel Terbutryn war ebenfalls im Antrag als zu untersuchende Substanz aufgeführt, wurde aber im Rahmen der Akteursmodellierung nicht berücksichtigt, da nach DI BENEDETTO *et al.* (2008: 4) MOF durch „ihr Auftreten in einer Vielzahl von Alltagsprodukten“ charakterisiert sind und die Anwendung von terbutrynhaltigen Pflanzenschutzmitteln nach der Richtlinie 91/414/EWG des Europäischen Rates und der Verordnung (EG) 2076/2002 der Europäischen Kommission seit dem 1.1.2004 verboten ist.

Die Henkel AG stellte im Projektzeitraum keine polyzyklischen Moschusverbindungen mehr her und verwendete sie auch nicht mehr in ihren Produkten. Als Vertreter der produzierenden und zugleich der weiterverarbeitenden Industrie konnten aber Roland Schröder und zwei weitere Konzernangehörige viele Informationen geben, die in die Modelle für die polyzyklischen Moschusverbindungen eingeflossen sind.

Die Clariant GmbH hatte die Herstellung von halogenierten Organophosphaten 2000 und den Handel damit Ende 2004 eingestellt. Die Einschätzungen und Erfahrungen von Adrian Beard und zwei seiner Kollegen wurden in die Modelle für die Flammenschutzmittel eingearbeitet.

Tabelle 4.1: Übersicht über die ausgewählten Akteure für den Bereich MOF

Person	Organisation	Bereich
Dr. Adrian Beard	Clariant GmbH	Chemische Industrie
Prof. Dr. Hermann Dieter	Umweltbundesamt	Behörde des Bundes
Dr. Wolfgang Führer	Bayer Industry Services GmbH & Co OHG	Chemische Industrie
Dr. Claus-Dierk Hager	Sasol GmbH	Chemische Industrie
Sonja Haider	Women in Europe for a Common Future e.V. (WECF)	Umwelt-/Verbraucherorganisation
Ulrike Kallee	Greenpeace e.V.	Umwelt-/Verbraucherorganisation
Sander Kroon	Supresta Netherlands BV	Chemische Industrie
Helmut Migge	Regierungspräsidium Darmstadt	Obere Wasserbehörde
Dr. Bernhard Post	Hessenwasser GmbH Co. KG	Wasserwirtschaft
Dr. Roland Schröder	Henkel AG	Chemische Industrie

Expertengespräche für die Akteursmodellierung wurden mit allen in der Tabelle genannten Personen bis auf Wolfgang Führer (Bayer Industry Services GmbH & Co OHG) geführt. Führer stand leider nicht für ein Interview zur Verfügung, dafür brachte er die Position von Bayer als Teilnehmer aller vier Stakeholder-Workshops in das Forschungsprojekt ein. Seine Akteurssichtweise wurde in die Modelle für Bisphenol A aufgenommen. Da Sander Kroon für sein Unternehmen zugleich Vertreter in der European Flame Retardants Association (EFRA) ist, konnten seine Aussagen auch für den Akteur EFRA genutzt werden.

4.2.2.3 Gesprächsleitfaden

Für die Interviews haben Immanuel Stieß und Christiane Döll einen ausführlichen Gesprächsleitfaden zusammengestellt. Um diesen Leitfaden zu testen, wurde ein Expertengespräch mit Dr. André Leisewitz von der Firma Ökorecherche am 21.07.2005 geführt. André Leisewitz ist ausgewiesener Experte auf dem Gebiet der MOF und Mitautor des im Auftrag des Umweltbundesamtes erstellten Forschungsberichtes „Stoffströme wichtiger endokrin wirksamer Industriechemikalien“ (LEISEWITZ UND SCHWARZ 1997). Die hilfreichen Hinweise und Ergänzungen zum Leitfaden und dem Problemfeld MOF von André Leisewitz wurden in den Leitfaden eingearbeitet. Aus diesem Leitfaden wurden zwei Leitfäden erarbeitet, einen für die Akteursgruppe „Industrie“ und einen für die Akteure der Nichtregierungsorganisationen (NRO), der Behörden und weiteren Institutionen. Diese beiden Leitfäden sind im Anhang B abgedruckt.

Die Leitfäden sind in folgende Bereiche untergliedert:

1. Vor dem Interview (Vorstellung von Immanuel Stieß, Christiane Döll und des Projektes INTAFERE)
2. Allgemeines (vor allem Angaben zu Person der Experten und Expertinnen, wie der Aufgabenbereich in der Organisation)
3. Herstellung und Anwendung der Substanzen (Akteursgruppe „Industrie“)/Bezug zum Thema MOF (alle anderen Akteure)
4. Umweltmissionen/Eintragspfade der MOF
5. Risikowahrnehmung und -bewertung
6. Akteure und Handlungsoptionen
7. Zukunft/Szenarien (u. a. wünschenswerte Entwicklung im Bereich MOF, Einschätzung von Instrumenten zur Regulierung der Substanzen)
8. Ausblick (u. a. Einschätzung der Zukunft vom MOF unter Berücksichtigung von REACH und der EU-Wasserrahmenrichtlinie, vergleichbare Substanzen, die ein ähnliches Gefährdungs-/Risikopotenzial wie MOF aufweisen)

Zu Beginn der Expertengespräche waren die Fragen nach Akteuren und nach Handlungsoptionen getrennt, es stellte sich aber heraus, dass diese Fragen und vor allem ihre Beantwortung eng zusammenhängen, so dass die Fragen zu einem Bereich zusammengefasst wurden (siehe Anhang B.3 auf Seite 295).

Um die erforderlichen Daten für die Akteursmodellierung zu gewinnen, wurden in den Bereichen „Akteure und Handlungsoptionen“, „Zukunft/Szenarien“ und „Ausblick“ die Fragen so formuliert, dass die Antworten im Sinne der Modellierungsanforderungen interpretiert werden konnten. So wurde erfragt, welche Akteure Einfluss auf die Verwendung von MOF haben (Frage nach den beteiligten Akteuren und relevanten Einflussfaktoren), welche Ziele diese Akteure verfolgen und welche Handlungsoptionen sie haben. Auch wurde nach den Zielen (Interessen) und Handlungsoptionen des Unternehmens bzw. der jeweiligen Organisation gefragt. Abschließend wurden Fragen zu möglichen Szenarien gestellt, wie „Was würde passieren, wenn Gesundheitsbedenken/Krankheitsfälle auftreten?“.

4.2.2.4 Durchführung der Expertengespräche

Im Zeitraum von Juli 2005 bis März 2006 führten Immanuel Stieß und Christiane Döll zehn qualitative, leitfadengestützte Experteninterviews mit den oben genannten Akteuren und dem Experten André Leisewitz durch. Mit Ausnahme des Interviews mit André Leisewitz, das im ISOE stattfand, wurden alle anderen Personen am Sitz ihres Unternehmens bzw. ihrer Organisation interviewt. Die Gespräche dauerten durchschnittlich drei Stunden, hinzu kam in den meisten Fällen ein gemeinsames Mittagessen mit den Gesprächspartnern. Bedingt durch die langen Fahrtzeiten (zum Beispiel nach Berlin, München und in die Niederlande) betrug der Zeitaufwand für ein Interview inklusive der Hin- und Rückfahrt durchschnittlich 8 Stunden.

Den Ablauf der Expertengespräche kann man allgemein in drei Phasen gliedern: die Einführungsphase, die Befragungsphase und die Schlussphase. Die erste Phase hat zum Ziel, eine angenehme Gesprächsatmosphäre zu schaffen und zum Thema hinzuführen. Zu diesem Zeitpunkt wird auch die Zustimmung zum Mitschnitt des Interviews eingeholt, falls dies nicht bereits vorher geschehen ist. Die zweite Phase umfasst das eigentliche Interview. Strukturiert wird das Interview mit Hilfe des Leitfadens. In der Schlussphase folgt der Dank für die Bereitschaft und Mitarbeit. Falls noch Fragen offen sind, können diese an dieser Stelle geklärt werden.

In der Tabelle 4.2 sind die Interviews mit allen Gesprächspartnern, dem Datum des jeweiligen Interviews und dem zugeordneten Bereich aufgeführt.

Tabelle 4.2: Übersicht über die geführten Expertengespräche mit Datum des Interviews

Datum	Gesprächspartner/in	Bereich (MOF)
21.07.2005	Dr. André Leisewitz	Wissenschaft
16.08.2005	Dr. Claus-Dierk Hager	produzierende & weiterverarbeitende Industrie (Octyl-/Nonylphenole)
14.10.2005	Dr. Adrian Beard, Dr. Mathias Dietz & Wilfried Krieger	produzierende Industrie (TCEP, TCPP, TDCP)
18.10.2005	Sander Kroon	produzierende & weiterverarbeitende Industrie (TCEP, TCPP, TDCP)
19.01.2006	Sonja Haider	NRO
20.01.2006	Helmut Migge	Behörde
10.02.2006	Dr. Bernhard Post & Arnd Allendorf	Wasserversorger
15.02.2006	Prof. Dr. Hermann Dieter	Behörde
16.03.2006	Dr. Roland Schröder, Kerstin Ochs & Dr. Rainer Jeschke	produzierende & weiterverarbeitende Industrie (PCM)
28.03.2006	Ulrike Kallee	NRO

4.2.2.5 Protokollierung und Transkription

Die Vertreter der chemischen Industrie lehnten alle eine Tonband-Aufnahme des Gespräches ab, so dass Immanuel Stieß und Christiane Döll diese Gespräche protokollierten, nach dem Interview abtippten und zusammenführten. Diese Protokolle bildeten die Grundlage für die Auswertung der Hersteller und der weiterverarbeitenden Industrie sowie des Europäischen Flammschutzmittelverbandes EFRA.

Alle anderen Interviews wurden mit einem Aufnahmegerät mitgeschnitten und transkribiert. Bis auf eine Ausnahme wurde die Transkription der Interviews von Christiane Döll übernommen. Diese Ausnahme betrifft das Expertengespräch mit Bernhard Post und Arnd Allendorf, das von Mitarbeitern des ISOE auf Vorschlag von Immanuel Stieß transkribiert wurde.

An Stelle einer vollständigen Transkription der Interviews wurde aus zwei Gründen nur eine partielle Transkription durchgeführt. Zum einen sind die Interviews mit durchschnittlich drei Stunden sehr umfangreich. Zum anderen sollen vor allem diejenigen Gesprächsabschnitte, die keine Relevanz für die Fragestellung haben, heraus gefiltert werden. Auch MEUSER UND NAGEL (1991) sehen bei Experteninterviews keine vollständige Transkription vor. Sie weisen stattdessen darauf hin, dass je nach Verlauf und Gelingen des Interviews über die Ausführlichkeit der Transkripte entschieden werden muss. „Anders als beim biografischen Interview ist die Transkription der gesamten Tonaufnahme nicht der Normalfall.“ (MEUSER UND NAGEL 1991).

Die partielle Transkription kann in drei Schritte gegliedert werden:

1. Die Aufnahme wird abgespielt und dabei werden die angesprochenen Themen und die wichtigsten Stichwörter notiert, um einen Überblick zu erhalten. Neben diesem thematischen Überblick dient das erste Anhören auch dazu, sich an die Stimmen der Teilnehmer und Teilnehmerinnen des Gesprächs zu gewöhnen.
2. Während des zweiten Anhörens der Kassetten wird die partielle Transkription durchgeführt. Dabei werden Gesprächspassagen, die nichts mit der Thematik zu

tun haben (z. B. Frage nach Ankunft oder nach Kaffee) nicht transkribiert. Passagen, die sehr ausführlich sind, aber nur wenig inhaltliche Relevanz besitzen, werden auf das Wesentliche verkürzt und ggf. mit wortwörtlichen Zitaten ergänzt, die eine hohe Aussagekraft besitzen. Passagen die eine insgesamt hohe Aussagekraft besitzen werden vollständig transkribiert.

3. Im dritten und letzten Schritt werden die Transkripte durchgesehen. Bei Unstimmigkeiten wird der jeweilige Teil der Kassette erneut abgehört und die Textstelle verbessert. Semantische und grammatikalische Fehler werden verbessert, ohne den Sinn zu verändern.

In Anlehnung an MEUSER UND NAGEL (1991) wurde auf differenzierte Notationssysteme, die beispielsweise Pausen und Stimmlagen mit notieren, verzichtet, da nonverbale Elemente nicht interpretiert werden. Bei der Transkription wurden folgende Regeln angewandt: Unverständliche Stellen werden mit einem Fragezeichen in runden Klammern, Auslassungen mit drei Punkten markiert, nachträgliche Ergänzungen werden in eckigen Klammern eingefügt. Im Anhang ist exemplarisch die Transkription des Expertengesprächs mit Sonja Haider abgedruckt (siehe Anhang C).

4.2.2.6 Einordnung von Akteuren

Es gibt vielfältige Möglichkeiten, Akteure/Stakeholder zu charakterisieren bzw. einzuordnen (ALLAS UND GEORGIADES 2001; BRYSON 2004; PAHL-WOSTL 2005). Sinnvoll für eine Einordnung sind Kategorien wie Macht (im Sinne von Einfluss) und Interesse. Nach SCHUBERT (2008), BRYSON (2004) und VAN DER HEIJDEN (1999) kann man Stakeholder nach Einfluss und Interesse in ein Koordinatensystem/Matrix einordnen. Auf der x-Achse ist das Interesse und auf der y-Achse der Einfluss der Stakeholder aufgetragen. Durch die Kombination von „niedrig“ und „hoch“ der beiden Kategorien entstehen vier Felder, die mit den Buchstaben A bis D bezeichnet werden können (siehe Abbildung 4.2). Diese Matrix wird daher auch Vier-Felder-Tafel genannt – analog zur Vier-Felder-Tafel in der Statistik.

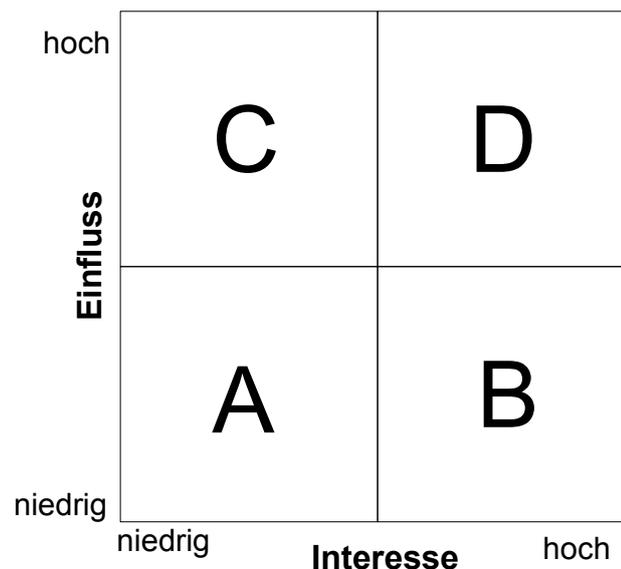


Abbildung 4.2: Matrix zur Einordnung von Stakeholdern nach Interesse und Einfluss (verändert nach SCHUBERT (2008: 66))

SCHUBERT (2008) bezieht sich in seiner Beschreibung der „Stakeholdermatrix“ auf das Netzwerkmanagement aus einer ökonomischen Sichtweise. Er schlägt Strategien vor,

wie mit den A- bis D-Akteuren im Rahmen von Netzwerkkooperationen zu verfahren ist. So scheiden aus seiner Sicht Stakeholder der Kategorie A „aus dem Kreis der potentiellen Kooperationspartner aus, aber es kann sinnvoll sein, über Informationsketten im Rahmen von Kommunikations- und Marketingprozessen mit ihnen im punktuellen Kontakt zu stehen.“ (SCHUBERT 2008: 67).

VAN DER HEIJDEN (1999) betrachtet die Ergebnisse der Stakeholdermatrix nicht aus einer ökonomischen, sondern aus einer sozial-/politikwissenschaftlichen Perspektive und ordnet die Stakeholder wie folgt ein:

- geringer Einfluss und geringes Interesse: „*Bystanders*“,
- geringer Einfluss und hohes Interesse: „*Victims*“,
- hoher Einfluss und geringes Interesse: „*Referees*“ und
- hoher Einfluss und hohes Interesse: „*Players*“.

Es ist es sinnvoll, diese Stakeholdermatrix gemäß Abbildung 4.2 auf der vorherigen Seite auch auf Akteure im Umweltbereich bzw. bei transdisziplinären Problemstellungen anzuwenden. In der vorliegenden Arbeit werden die ausgewählten Akteure im Bereich MOF in diese Matrix nach den Kategorien Einfluss, im Sinne von Einflussmöglichkeiten auf andere Akteure und das Problemfeld, und ihrem Interesse an der Thematik der MOF in Fließgewässern eingeordnet.

4.2.3 Erstellung der Wahrnehmungsgraphen

4.2.3.1 Auswertung der Interviews

Bei der Akteursmodellierung ist zweierlei relevant: Zum einen die Ziele, Handlungsmöglichkeiten und Einschätzungen der einzelnen Akteure, zum anderen die Systemfaktoren, Handlungsmöglichkeiten und weiteren Akteure, die im gesamten Akteursnetzwerk eine Rolle spielen und dementsprechend in mehreren Wahrnehmungsgraphen vorkommen (sollten). Daher wurde die Auswertung so angelegt, dass sowohl akteurspezifische Aussagen als auch akteursübergreifende Erkenntnisse aus den Interviews ableitbar sind.

Die Auswertung der Interviews erfolgte in Anlehnung an MEUSER UND NAGEL (1991). Statt der Formulierung einer Überschrift für jede Passage der Interviews hat die Verfasserin jeden Abschnitt der Protokolle und Transkripte durch ein oder mehrere Stichworte inhaltlich zusammengefasst und diese Stichworte (beispielsweise „Kriterien für Bewertung“) als Randnotiz neben den betreffenden Abschnitt eingefügt. So erfolgte mit den Randnotizen eine thematische und zugleich akteurspezifische Strukturierung.

Bei MEUSER UND NAGEL (1991) folgt nach der Überschriften-Zuordnung (vergleichbar mit den Randnotizen in dieser Arbeit) der „Thematische Vergleich“. Inhaltlich ähnliche Passagen aus verschiedenen Interviews werden dabei zusammengeführt und die Überschriften vereinheitlicht. Die Auswertung orientiert sich an thematischen Einheiten, die über die einzelnen Passagen der Interviews verstreut vorliegen. Man spricht von einem Funktionskontext, der es erlaubt, die Ergebnisse der Befragung interview-übergreifend anhand der thematischen Einheiten auszuwerten.

Für die Akteursmodellierung wurden die Interviews nach thematischen Einheiten ausgewertet. Statt einer Zusammenführung der Passagen aller Gespräche wurde von der Verfasserin die akteursübergreifende Auswertung in einer Tabelle mit den Akteuren in den Spalten und den thematischen Einheiten in den Zeilen erstellt, da für die Erstellung der Wahrnehmungsgraphen eine akteurspezifische Sicht notwendig ist.

In den Expertengesprächen wurden die Ziele der Institution erfragt und durch Recherche (wie Unternehmensberichte etc.) ergänzt. Um die Ziele der Akteure mit DANA zu analysieren zu können, war es erforderlich, die Antworten der Experten auf kurze, prägnante und damit auch vergleichbare Formulierungen zu bringen.

4.2.3.2 Übertragung der Ergebnisse in DANA

Der nächste Schritt ist Modellierung der Wahrnehmungsgraphen, aufbauend auf den akteursspezifischen und akteursübergreifenden Ergebnissen der Expertengespräche. Zuerst wurde für jede Organisation bzw. jedes Unternehmen ein Wahrnehmungsgraph in DANA erstellt. Im Laufe des Modellierungsprozesses wurden folgende Veränderungen vorgenommen:

- Zusammenfassung der beiden Flammenschutzmittelhersteller (Clariant GmbH und Supresta Netherlands BV) zu einem Hersteller von Organophosphaten,
- Zusammenfassung der Umwelt- und Verbraucherschutzorganisationen WECF e.V. und Greenpeace e.V. zu Nichtregierungsorganisationen (NRO),
- hinzugefügt wurde der Hersteller für die Substanz Bisphenol A,
- hinzugefügt wurde die European Flame Retardants Association (EFRA) und
- hinzugefügt wurde der Hersteller von polyzyklischen Moschusverbindungen.

Damit wurden für insgesamt zehn Akteure Wahrnehmungsgraphen modelliert (die Auflistung der Akteure ist im Ergebniskapitel 5.1.2 auf Seite 76 dargelegt). Zuerst wurden dafür die Handlungen und Ziele (Interessen) des jeweiligen Akteurs in DANA eingefügt. Dann folgten die Erwartungen, die Systemattribute, die Akteursattribute und die Handlungen der anderen Akteure. Die genaue Festlegung der Ziele, der Erwartungen und der Verknüpfungen zwischen den einzelnen Elementen in den Wahrnehmungsgraphen wurde mit Hilfe einer 7-stufigen Skala vorgenommen. Die Umsetzung der qualitativen Ergebnisse der Expertengespräche in die semi-quantitative Datenstruktur der Wahrnehmungsgraphen ist im Kapitel DANA A.3 auf Seite 238 ausführlich beschrieben. Nachdem alle Wahrnehmungsgraphen erstellt wurden, wurde jeder Wahrnehmungsgraph auf Konsistenz und Plausibilität überprüft. Die Konsistenz- und Plausibilitäts-Überprüfung erfolgte durch die Analysetools *Multi-Criteria Analysis* und *Inferred Strategies* (siehe Anhang A.5.7 auf Seite 270). Waren die Ergebnisse der Analysen widersprüchlich/unlogisch, so wurden alle Handlungen und Verknüpfungen im Wahrnehmungsgraphen überprüft und korrigiert – jeweils unter Berücksichtigung der Aussagen der Akteure.

Danach folgte der wichtige Schritt der Harmonisierung und Vereinfachung der verschiedenen Ziele, Systemattribute, Akteursattribute und Handlungen. Dieser Schritt ist notwendig, um die Graphen analysieren und die Akteure miteinander vergleichen zu können. So ist es unabdingbar, für die gleichen Faktoren auch die gleichen Namen zu verwenden. Dies bedeutet, dass die von den Akteuren genannten Ziele, Handlungen usw. in den Wahrnehmungsgraphen umbenannt werden müssen, so dass einerseits der Sinn nicht verloren geht, andererseits aber die Wahrnehmungsgraphen und damit die Akteure in DANA analysierbar und für den letzten methodischen Schritt, der sequentiellen Modellierung, vorbereitet werden.

Ein Beispiel für den Schritt der Harmonisierung: In einem Wahrnehmungsgraphen steht der Faktor „ökonomischer Gewinn“, ein Wahrnehmungsgraph eines anderen Akteurs beinhaltet den Faktor „wirtschaftlicher Gewinn“. Beide Faktoren sollen das Gleiche ausdrücken, würden aber in dieser Form von DANA als zwei unterschiedliche Faktoren behandelt. Die Analystin muss daher entscheiden, welcher der Faktoren umbenannt werden soll.

4.3 Szenarientwicklung

4.3.1 Einführung

Ein Szenario ist ein plausibles, begründetes Bild der Zukunft. Idealerweise umfasst es auch den Entwicklungspfad in diese Zukunft, wobei kausale Zusammenhänge und Abfolgen beschrieben werden. Ein Szenario ist jedoch keine Vorhersage. Denn für komplexe Systeme und längere Zeiträume sind oft keine Vorhersagen möglich, die nicht mit sehr großen Unsicherheiten behaftet sind. Die Entwicklung mehrerer, alternativer Zukunftsszenarien ermöglicht es, die Auswirkungen dieser Unsicherheiten explizit zu betrachten. Eine Szenarioanalyse führt zu einem verbesserten Systemverständnis und ermöglicht die Identifizierung von Handlungsoptionen unter Berücksichtigung der inhärenten Unsicherheiten. Daher ist die Szenarioanalyse in Unternehmensplanung und Umweltforschung bei der Entscheidungsunterstützung weit verbreitet.

Die Szenarientwicklung ist eine etablierte Methode zur Erarbeitung von Handlungsoptionen und dient der Entscheidungsunterstützung. Oft wird diese Methode auch Szenarioanalyse genannt. Ein Szenario ist ein plausibles und zugleich begründetes Bild der Zukunft, nicht zu verwechseln mit einer Vorhersage. Neben dem Bild der Zukunft umfasst ein Szenario auch die Beschreibung des (Entwicklungs-)Weges zu dieser Zukunft mit Darstellung der kausalen Zusammenhänge.

In der Unternehmensplanung und in der Umweltforschung ist die Szenarioanalyse verbreitet und wird dort verwendet, um Entscheidungsfindungen zu unterstützen. Eine Nutzung findet vor allem dann statt, wenn nicht auf Vorhersagen zurückgegriffen werden kann.

Der Vorteil von alternativen Zukunftsszenarien ist im Gegensatz zu Vorhersagen, die bestehenden Unsicherheiten aufzugreifen und deren Auswirkungen zu diskutieren. Das Ziel ist ein verbessertes Systemverständnis und ermöglicht die Identifizierung von Handlungsoptionen unter Berücksichtigung der inhärenten Unsicherheiten.

Im Rahmen der aktorsbasierten Modellierung umfasst die Szenarientwicklung zwei Teile: der erste Teil ist die Entwicklung eines Szenariorahmens, der zweite Teil ist die partizipative Szenarientwicklung.

4.3.2 Szenariorahmen

Es gibt mehrere Methoden, alternative Szenarien zu entwickeln. Ein erster Schritt ist dabei immer die Identifizierung wichtiger Faktoren, die die Zukunft des jeweiligen Problemfelds beeinflussen. Um eine konsistente Szenarioanalyse zu ermöglichen, können daraufhin die beiden wichtigsten Faktoren, die zudem unsicher und möglichst voneinander unabhängig sind, gewählt werden (VAN DER HEIJDEN 1999). Diese Faktoren bilden die beiden Dimensionen, die den „Szenarioraum“ aufspannen und die Rahmenbedingungen von vier Szenarien definieren. Für jedes Szenario wird dann beschrieben, wie sich die relevanten Akteure unter den Rahmenbedingungen verhalten würden, und welche Auswirkungen dies auf die problemspezifischen Kenngrößen haben würde (VAN DER HEIJDEN 1999). Ein Beispiel für diese Szenariomethode ist die Entwicklung der IPCC-Szenarien in NAKICENOVIC UND SWART (2000).

Aus den Interviews mit den Expertinnen und Experten haben sich zwei Faktoren herauskristallisiert, die sinnvollerweise den Szenarioraum für das Problemfeld MOF aufspannen:

- die gesetzliche Regulierung von MOF, mit den Ausprägungen „gering“ und „stark“ und
- das Verbraucherverhalten, mit den Ausprägungen „nachhaltigkeitsorientiert“ und „nicht-nachhaltigkeitsorientiert“.

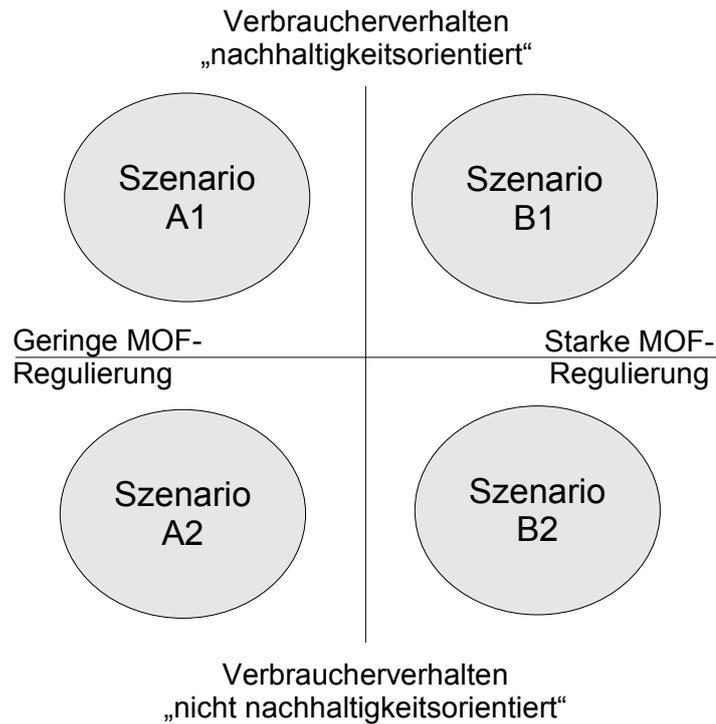


Abbildung 4.3: Die vier Szenarien im Projekt INTAFERE mit den unterschiedlichen Ausprägungen der Rahmenbedingungen „Regulierung“ und „Verbraucherverhalten“

In diesem Szenarioraum ergeben sich somit vier Szenarien (siehe Abbildung 4.3), für die von den Projektmitarbeitern Christiane Döll, Stefan Liehr und Immanuel Stieß Rahmenszenarien formuliert wurden. In INTAFERE-PROJEKTGRUPPE (2006) sind die Rahmenszenarien dokumentiert, sie stellen die Grundlage für die partizipative Szenarientwicklung dar, wie sie im nächsten Abschnitt beschrieben ist.

4.3.3 Partizipative Szenarientwicklung

Ziel der partizipativen Szenarientwicklung im Projekt INTAFERE war die Ausarbeitung alternativer Szenarien möglicher zukünftiger Entwicklungen im Problemfeld MOF. Es sollten qualitative Szenarien entwickelt werden, die sich insbesondere mit den Triebkräften der Emissionen von MOF in die Umwelt befassen und als Grundlage für die Berechnung quantitativer Szenarien (zum Beispiel der Stoffkonzentrationen im Hessischen Ried) dienen. Die Szenarien sollten das Verhalten aller wichtigen Akteure des Problemfelds sowie die Entwicklung von MOF-Emissionen bis zum Jahr 2040 beschreiben.

Nach einer Generalprobe mit Projektgruppenmitgliedern am 9.10.2006 erfolgte die Erstellung der Szenarien auf dem 2. INTAFERE Stakeholder-Workshop am 17.10.2006. Auf dem Workshop arbeiteten die Stakeholder in zwei moderierten Arbeitsgruppen die Szenarien aus, basierend auf den oben genannten Rahmenszenarien, die den Stakeholdern mit der Einladung zum Workshop zur Verfügung gestellt wurden.

Der Ablauf war wie folgt: Nach der Erläuterung der Szenario-Methode wurden in zwei Kleingruppen jeweils zwei Szenarien erarbeitet. Die Moderation der „Gruppe A“ (Szenarien A1 und A2) übernahm Christiane Döll, die Moderatorin der „Gruppe B“ (Szenarien B1 und B2) war Prof. Dr. Petra Döll. Die beiden Gruppen entwickelten – ausgehend von vorgegebenen Rahmenszenarien – Zukunftsszenarien für MOF allgemein in Form von Diagrammen.

Zum zeitlichen Ablauf: Die Projektleitung hatte entschieden, am Vormittag des Workshops Ergebnisse aus dem Projekt vorzustellen und zu diskutieren, so dass für die Szenarientwicklung nur das Zeitfenster von 12:45 bis 16:00 Uhr verblieb. In der Tabelle 4.3 ist der Ablaufplan für die Szenarientwicklung inklusive der Einführung, der Ergebnispräsentation und der Abschlussdiskussion wiedergegeben.

Tabelle 4.3: Ablaufplan des Nachmittags des 2. Stakeholder-Workshops am 17.10.2006 zur Szenarientwicklung

Uhrzeit	Dauer	Thema	Verantwortliche
12:45 Uhr	15'	Einführung in die Szenarioentwicklung und -analyse	Petra Döll
13:00 Uhr	10'	Akteure und Einflussfaktoren – Vorbereitung für die Szenarientwicklung	Christiane Döll
13:10 Uhr	110'	Szenarientwicklung (in 2 Kleingruppen)	Petra Döll & Christiane Döll
15:00 Uhr	15'	Pause und Vorbereitung der Ergebnispräsentation	Petra Döll & Christiane Döll
15:15 Uhr	20'	Vorstellung der Szenarien (= Ergebnispräsentation)	Petra Döll & Christiane Döll
15:35 Uhr	15'	Diskussion der Szenarien, Aufgabe für Diskussion: Kommentierung der Szenarien der anderen Gruppe bezüglich fehlender Handlungen und Faktoren sowie Plausibilität und Konsistenz	Immanuel Stieß
15:50 Uhr	10'	Ausblick und Verabschiedung	Florian Keil

Der zentrale Teil der Szenarientwicklung (von 13:10 Uhr bis 15:00 Uhr) fand in zwei Kleingruppen mit folgender Aufteilung statt:

Kleingruppe A (Moderation: Christiane Döll, Protokoll: Immanuel Stieß)

1. Dr. Wolfgang Führer (Bayer Industry Services GmbH & Co OHG – Chemische Industrie, Bisphenol A)
2. Sonja Haider (Women in Europe for a Common Future e.V. (WECF) – Umwelt-/ Verbraucherorganisation)
3. Helmut Migge (Regierungspräsidium Darmstadt – Obere Wasserbehörde)
4. Patrizia Di Benedetto (Goethe-Universität Frankfurt, Institut für Ökologie, Evolution und Diversität – Wissenschaft)

Kleingruppe B (Moderation: Petra Döll, Protokoll: Stefan Liehr)

1. Sander Kroon (Supresta Netherlands BV – Chemische Industrie, Flammschutzmittel)
2. Prof. Dr. Hermann Dieter (Umweltbundesamt – Behörde des Bundes)
3. Dr. Bernhard Post (Hessenwasser GmbH Co. KG – Wasserwirtschaft)
4. Prof. Dr. Wilhelm Püttmann (Goethe-Universität Frankfurt, Institut für Atmosphäre und Umwelt – Wissenschaft)

In den Kleingruppen sollte diskutiert und beschrieben werden, wie sich entsprechende Handlungen der Akteure auf Schlüsselfaktoren wie die Produktions- und Verbrauchsmengen oder die Ersatzstoffproduktion von MOF auswirken. Weiterhin sollte besprochen und festgehalten werden, wie sich die Handlungen der Akteure gegenseitig beeinflussen. Zur Charakterisierung dieser (Wechsel-)Wirkungen wurde eine siebenstufige semi-quantitative Skala eingeführt, die von „sehr schwache“ (--) über „keine“ (0) bis „sehr starke“ (++) Beeinflussung reichte. Unterstützt durch die Moderatorinnen, haben die Stakeholder die antizipierten Handlungen der Akteure auf Karten notiert, die

jeweiligen Wechselwirkungen untereinander bzw. mit Schlüsselfaktoren charakterisiert und visuell auf Metaplanwänden dargestellt.

Der genaue Ablauf der beiden Kleingruppenarbeiten ist im Folgenden mit Angabe der Dauer in Minuten dargestellt ¹¹:

1. Vorstellung der Szenariorahmen und Aufgabenstellung (10')
2. Szenarioentwicklung A1 bzw. B2 (60')
 - (a) Karten schreiben lassen: „Wie handeln Sie?“ (5-10')
 - (b) Vorstellung der Karten (einzeln) & Anbringung an Wand (an die Ränder) (15-20')
 - (c) Fehlende Akteure und ihre Handlungen ergänzen (5')
 - (d) Zuordnung der Faktoren mit Pfeilen mit Symbolen auf 5er Skala (Einfluss) (10')
 - (e) Syntheserunde mit Frage nach Konsistenz und Plausibilität (10')
 - (f) Abschätzung der Entwicklung der Faktoren mit Symbolen auf 5er Skala (10')
3. Szenarioentwicklung A2 bzw. B1 (40')
 - (a) Einführung in die Szenariowelt (5')
 - (b) Karten schreiben lassen: „Wie handeln Sie?“ (Hinweis: Differenz zu 1. Szenario!) (5')
 - (c) Vorstellung der Karten (Differenz herausstellen) (einzeln) & Anbringung an Wand (an die Ränder) (15')
 - (d) Fehlende Akteure und ihre Handlungen ergänzen (Akteure verringern, je nach Relevanz im 1. Szenario) (5')
 - (e) Zuordnung der Faktoren mit Pfeilen mit Symbolen auf 5er Skala (Einfluss) (5')
 - (f) Abschätzung der Entwicklung der Faktoren mit Symbolen auf 5er Skala (5')

Dabei sollen folgende Akteure und Faktoren (Systemattribute) behandelt werden:

Akteure

- Chemische Industrie
- Weiterverarbeitende Industrie
- Umwelt- und Verbraucherverbände
- Wasserversorger
- Obere Wasserbehörde
- Umweltbundesamt
- Wissenschaft
- Kläranlagenbetreiber

Faktoren

- Verbrauch von MOF in Deutschland
- Produktionsmenge von MOF in der EU
- Import von MOF in die EU
- Abbaurrate von MOF in Kläranlagen
- Ersatzstoffproduktion

Anleitung für die Kleingruppenarbeit:

Erstes Szenario (Beginn mit Szenario A1 – Christiane Döll bzw. B2 – Petra Döll)

1. Karten schreiben lassen: „Wie handeln Sie?“
 - (a) Fragen an die Akteure: Welche Handlungen werden Sie unter den Bedingungen in der beschriebenen Szenariowelt durchführen? Und welchen Einfluss haben die einzelnen Handlungen auf die Faktoren? (Hinweis auf die Karten mit den Faktoren an der Stellwand)

¹¹Die Methode ist an dieser Stelle so ausführlich dargelegt, weil sie von der Verfasserin für das INTAFERE-Projekt entwickelt wurde.

- (b) Aufgabe an die Akteure: eine Handlung pro Karte aufschreiben, max. 3 Karten, Einfluss auf die Faktoren merken, aber nicht auf die Karte notieren, insgesamt max. 10 Minuten
 - (c) Material: Beispiel-Karte „Handlung eines Akteurs“, vorbereitete Karten „Handlungen der Akteure“ (pro Akteur 3 Karten) sowie ausreichend Stifte
2. Vorstellung und Anbringung der Karten
 - (a) Jeder Akteur liest seine Handlungs-Karten vor
 - (b) Reihenfolge: siehe Einteilung Kleingruppen
 - (c) Die Moderatorin pinnt die Handlungs-Karten an die Stellwand (möglichst an den linken, oberen und rechten Rand, damit in der Mitte genügend Platz für die Faktoren bleibt)
 3. Fehlende Akteure und ihre Handlungen ergänzen
 - (a) Ergänzung der Akteurshandlungen von den Akteuren, die nicht durch einen Stakeholder vertreten sind, Frage nach Handlungen der fehlenden Akteure an alle
 4. Zuordnung der Faktoren mit Pfeilen mit Symbolen auf 5er Skala (Einfluss)
 - (a) Handlungen den Faktoren zuordnen lassen, Faktoren-Karten umstecken
 - (b) Reihenfolge der Akteurs-Handlungs-Karten: siehe Einteilung Kleingruppen
 - (c) Symbole für den Einfluss einer Handlung (bzw. eines Faktors) auf einen Faktor (bzw. Handlung) an die Pfeile schreiben:
 - ++ starker Einfluss (Faktor wird stark erhöht)
 - + mäßiger Einfluss (Faktor wird mäßig erhöht)
 - 0 kein Einfluss (Faktor wird nicht verändert)
 - mäßiger Einfluss (Faktor wird mäßig verringert)
 - starker Einfluss (Faktor wird stark verringert)
 Möglich sind auch Kombinationen, z.B.: ++ /+ (= starker bis mäßiger Einfluss) und +/0 (= mäßiger bis kein Einfluss)
 5. Syntheserunde mit Frage nach Konsistenz und Plausibilität
 - (a) Aufgabe: „Bitte machen Sie begründete Vorschläge für Ergänzungen bzw. Veränderungen der Handlungen, Faktoren und Wirkungsbeziehungen hinsichtlich Plausibilität und Konsistenz des Szenarios.“
 6. Abschätzung der Entwicklung der Faktoren mit Symbolen auf 5er Skala
 - (a) Abfrage der Entwicklung der Faktoren
 - (b) Symbole siehe unter Punkt 4

Daran anschließend folgte die Entwicklung des zweiten Szenarios (A2 – Christiane Döll bzw. B1 – Petra Döll). Nach einer Einführung in die Szenariowelt mit der Wiederholung der wichtigsten Punkte der Szenariorahmen im Vergleich zum ersten Szenario war der Ablauf der gleiche wie der für das erste Szenario.

In den Kleingruppen wurde pro Szenario ein Diagramm mit Moderationskarten auf Packpapier erstellt. Ein Beispiel dafür ist in Abbildung 4.4 auf der nächsten Seite zu sehen. Diese Diagramme wurden von der Verfasserin mit Hilfe der DANA-Software aufbereitet, um die Ergebnisse für die sequentielle Modellierung nutzen zu können. Damit stellen die DANA-Diagramme die formalisierte Form der abgedruckten Textform der Szenarien dar.

Die Resultate der Szenarien flossen in die Wahrnehmungsgraphen in Form von zusätzlichen Handlungen und Erwartungen ein (siehe Ergebnisse 5.4.2 auf Seite 155). Zugleich dienten die Szenarien für die Validierung der Wahrnehmungsgraphen der einzelnen Akteure.

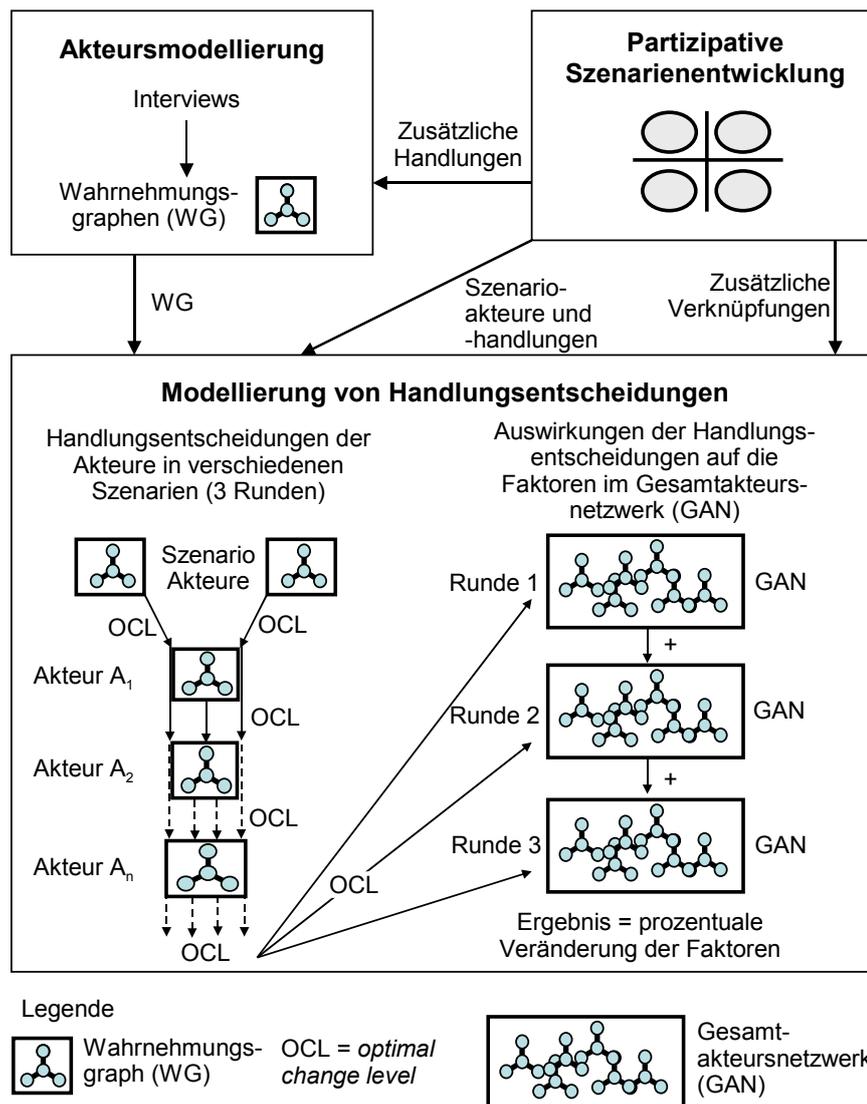


Abbildung 4.5: Detailliertes Ablaufschema der aktorsbasierten Modellierung (eine Erläuterung zu Gesamtaktorsnetzwerken ist dem Abschnitt 4.4.2 auf der nächsten Seite und eine Erläuterung zu *optimal change level* (OCL) ist dem Abschnitt 4.4.4 auf Seite 72 zu entnehmen)

Man kann die Modellierung von Handlungsentscheidungen in zwei grundlegende Prozesse gliedern: Im ersten Prozess werden die Handlungsentscheidungen der Akteure (inklusive der Szenarioakteure, die als ein Ergebnis der Szenarientwicklung einfließen) ermittelt. Im Mittelpunkt stehen dabei die *optimal change level* (OCL), die das Handlungsergebnis repräsentieren (zur Erläuterung der OCL siehe Abschnitt 4.4.4 auf Seite 72) und für alle Akteure für alle Runden und Szenarien errechnet werden.

Im zweiten Prozess (in Abbildung 4.5 im unteren Bereich rechts) werden die Auswirkungen der Handlungsentscheidungen der Akteure auf die Faktoren im Gesamtaktorsnetzwerk berechnet. Dafür fließen in der ersten Runde alle ermittelten OCL und deren Wirkungen auf die Faktoren in das Gesamtaktorsnetzwerk ein, es wird dann das Ergebnis jeden einzelnen Faktors ermittelt und gespeichert (relative Zunahme bzw. Abnahme des Faktors), dann wird dieses Verfahren für die zweite und dritte Runde wiederholt. Das Endergebnis sind prozentuale Veränderungen der Faktoren. Der Begriff der sequentiellen Modellierung wurde gewählt, weil es sich um aufeinander aufbauende Sequenzen (in diesem Fall um 3 Runden = 3 Sequenzen) handelt.

Um den Schritt der sequentiellen Modellierung durchzuführen, werden die Ergebnisse der Akteursmodellierung und der Szenarientwicklung benötigt. Wie in Abbildung 4.5 auf der vorherigen Seite zu sehen, sind die einzelnen Schritte der akteursbasierten Modellierung eng miteinander verknüpft. Im Projekt INTAFERE fanden die Ergebnisse der qualitativen Szenarien über vier Wege Eingang in den gesamten Prozess (diese Implementierung ist in Abschnitt 5.4.2 auf Seite 155 ausführlich dargestellt):

1. über zusätzliche Handlungen und Erwartungen in die Wahrnehmungsgraphen,
2. über die Rahmenakteure EU und Verbraucher mit ihren Handlungen und Zielsetzungen,
3. über zusätzliche Verknüpfungen im Gesamtaktorsnetzwerk (Akteursnetzwerk, dass aus der Zusammenführung der einzelnen Wahrnehmungsgraphen gebildet wurde) und
4. über die Festlegung der Ausrichtung und Stärke der Kausalbeziehungen im Gesamtaktorsnetzwerk, wenn es unterschiedliche Auffassungen darüber in den einzelnen Wahrnehmungsgraphen der Akteure gab.

Im Folgenden werden die Erstellung der Gesamtaktorsnetzwerke, die Einstellungen und Festlegungen für die sequentielle Modellierung sowie der Ablauf der sequentiellen Modellierung erläutert.

4.4.2 Gesamtaktorsnetzwerke

Vorbemerkung

Für den Schritt der sequentiellen Modellierung werden für jede Substanz separat die Ergebnisse der Akteursmodellierung (= die einzelnen Wahrnehmungsgraphen) und die Ergebnisse der Szenarientwicklung in jeweils ein Gesamtaktorsnetzwerk zusammengeführt. Das Gesamtaktorsnetzwerk repräsentiert die gemeinsame Sicht der Akteure, visualisiert durch die Analystin.

Im Gegensatz zu den subjektiven Wahrnehmungsgraphen ist das Gesamtaktorsnetzwerk eine Annäherung an die „objektive“ Darstellung der Realität. Nach Luhmann könnte man sagen, dass das Gesamtaktorsnetzwerk den Blick des Beobachters 2. Ordnung auf das Problemfeld darstellt und dabei die „Blinden Flecke“ der Beobachter 1. Ordnung – der interviewten Expertinnen und Experten – nicht mehr enthält (LUHMANN 1992, 2006, 2008).

Erstellung von Gesamtaktorsnetzwerken in DANA

Der Prozess der Erstellung von Gesamtaktorsnetzwerken wird im Programm DANA über die Funktion *Initialize round 0* über den Menüpunkt *Case* gesteuert. Dabei wird in einer neuen *arena* automatisch ein *analyst view* eingerichtet, der alle Faktoren (inklusive aller Handlungen) und deren Verknüpfungen der Wahrnehmungsgraphen aller Akteure umfasst. Weiterhin werden der *arena* mit dem Namen *Round 0* automatisch alle handelnden Akteure mit ihren zugeordneten Wahrnehmungsgraphen angefügt.

Existieren mehrere *arenas*, werden in der sequentiellen Modellierung die Akteure (und ihre Wahrnehmungsgraphen) aller *arenas* berücksichtigt und im Gesamtaktorsnetzwerk gebündelt. So wird beispielsweise aus der *arena 1* mit den Akteuren A, B und C, der *arena 2* mit den Akteuren A, C und D und der *arena 3* mit den Akteuren A, C und E in der Initialisierungsphase die *arena Round 0* mit den Akteuren A, B, C, D und E.

Handlungsreihenfolge der Akteure

Die Analystin muss als nächsten Schritt in der *arena round 0* die Handlungsreihenfolge der Akteure festlegen. Dies erfolgt auf Basis der Entscheidungsmacht, die den Akteuren von den anderen Akteuren zugeschrieben wird. Umfasst beispielsweise der Wahrnehmungsgraph des Akteurs „Wasserversorger“ sowohl eine Handlung des Akteurs „Obere Wasserbehörde“ als auch eine Handlung des Akteurs „EU“ und der Wahrnehmungsgraph des Akteurs „Obere Wasserbehörde“ keine Handlung des „Wasserversorgers“, wohl aber der EU und ist die EU Szenarioakteur, so ist die Handlungsreihenfolge: 1. EU, 2. Obere Wasserbehörde, 3. Wasserversorger (siehe auch Abbildung 4.5 auf Seite 68).

In DANA wird die Handlungsreihenfolge durch die Funktion *Higher priority* im Menüpunkt *Edit* bzw. durch die Funktion *Lower priority*, ebenfalls im Menüpunkt *Edit*, umgesetzt. Dafür muss der jeweilige Akteur ausgewählt sein, dessen Rangfolge verschoben werden soll. Falls es Rückbeziehungen gibt, muss die Analystin entscheiden, welche Akteure mehr Einfluss als die anderen Akteure haben und diesbezüglich die Handlungsreihenfolge festlegen. Im Projekt INTAFERE kam dieser Fall allerdings nicht vor.

Festlegung der Runden

Der nächste Schritt ist die Festlegung der Runden. Eine Entwicklung kann durch die Festlegung mehrerer Runden plausibler dargestellt werden, da die Akteure auf die Wirkungen der Handlungen der anderen Akteure und auf veränderte Rahmenbedingungen in der nächsten Runde „reagieren“ können. In DANA werden die Runden durch Initiierung über die Funktion *Next round* im Menüpunkt *Case* gesteuert.

Im Projekt INTAFERE wurden drei Runden (= aufeinander aufbauende Sequenzen) festgelegt, in der die Akteure in der festgelegten Handlungsreihenfolge agieren. Es wurden drei Runden gewählt, um bis zu drei in einem Szenario aufeinander folgende Regulierungsinstrumente (MOF-Grenzwerte in Fließgewässern, MOF-Verbot und Importregulierung von Produkten mit MOF aus nicht EU-Ländern) und deren Wirkungen angemessen berücksichtigen zu können. Die erste Runde umfasst die Jahre von 2006 bis ca. 2015, die zweite Runde die folgenden Jahre bis ca. 2025 und die dritte Runde die folgenden Jahre bis 2040. Es ist natürlich auch möglich, eine andere Rundenanzahl zu wählen.

Einschränkung der Handlungsoptionen

Die Analystin hat nun die Aufgabe, die Entscheidung zu treffen, ob und wenn ja, welche Handlungsoptionen eingeschränkt werden sollen. Dies wird in DANA durch die weißen und schwarzen Symbole in den Handlungssymbolen gekennzeichnet (siehe Anhang A.3.4 auf Seite 240). Im Projekt INTAFERE wurde, um die Entwicklung gesellschaftlicher, politischer und wirtschaftlicher Entscheidungen und deren Auswirkungen plausibel darstellen zu können, die Optionen der Handlungen zu Beginn in der ersten Runde eingeschränkt und in der zweiten und dritten Runde erweitert.

Zu den Einschränkungen bzw. Erweiterungen der Handlungsoptionen: Z. B. wurde für das Verbraucherverhalten festgelegt, dass in der 1. Runde nur die Handlungsoptionen keine Veränderung, leichte Zunahme und leichte Abnahme der Handlung (3 von 7 Möglichkeiten) zur Verfügung stehen. In der 2. Runde wurden diese drei Handlungsoptionen um die mittlere Zunahme und die mittlere Abnahme der Handlung erweitert (5 von 7 Möglichkeiten). In der 3. Runde schließlich standen alle sieben Handlungsoptionen zur Verfügung. Für weitere Einstellungen, die im Projekt INTAFERE getätigt wurden, siehe Ergebnisse 5.4.6 auf Seite 169.

Berechnung der Änderung von (Schlüssel-)Faktoren

Von der Analystin können Schlüsselfaktoren identifiziert werden, die entscheidend von den Handlungen der Akteure beeinflusst werden und relevant für das Problemfeld sind, dies können Akteurs- oder Systemattribute sein. Im Falle des Projektes INTAFERE kam hinzu, dass diese Schlüsselfaktoren für die Berechnung quantitativer Szenarien (Stoffkonzentrationen und Frachten) für das Hessische Ried benötigt wurden.

Die Veränderung aller Akteurs- und Systemattribute und damit auch der Schlüsselfaktoren wird in DANA berechnet, indem jedem Akteurs- und Systemattribut zu Beginn der Index-Wert 100 (= 100%) zugeordnet wird. Dieser Index-Wert steigt oder sinkt je nach dem Einfluss der Handlungen. Bei allen Modellen wurde dem Symbol (= *change level*) „mittleres Plus“ eine 20%ige Zunahme zugeordnet (alle anderen *change level* werden relativ dazu berechnet, gemäß den Einstellungen der *change level* in den *DANA case options*, siehe Anhang A.4.4 auf Seite 250). In DANA ist dieser Wert im Dialog *DANA case options* unter dem Punkt *Simulation* zu ändern. Zu erreichen ist dieser Dialog im Menü *Case* unter *Options*.

Ein Beispiel: Die optimale Entscheidung (*optimal change level*) für die Handlung A ist die „mittlere Zunahme“ dieser Handlung (Symbol „mittleres Plus“ mit dem Wert 20), die Handlung A ist über die Kausalverbindung B mit dem Systemattribut C verknüpft. Die Kausalverbindung B besitzt einen *change multiplier* mit dem Symbol „kleines Plus“ (Wert: 0,5). Damit würde das Systemattribut C in der ersten Runde von 100% um 10% auf 110% steigen. Falls in der zweiten Runde erneut eine Veränderung um weitere 10% hinzukäme, so stiege der Index-Wert des Systemattributs C auf 121%.

4.4.4 Ablauf der sequentiellen Modellierung

Start der 1. Runde

Wie wird nun die sequenzielle Modellierung begonnen? Der Prozess wird im Programm DANA über die Funktion *Next round* über den Menüpunkt *Case* gestartet. Dabei wird in einer neuen *arena* mit dem Namen *Round 1* automatisch ein *analyst view* sowie alle handelnden Akteure mit ihren zugeordneten Wahrnehmungsgraphen eingerichtet.

Reihenfolge der handelnden Akteure

In jeder Runde wird zuerst wird der *optimal change level* (OCL) der Rahmenbedingungen berechnet. Repräsentiert werden die Rahmenbedingungen durch die Szenarioakteure, im Projekt INTAFERE waren dies die Akteure EU und Verbraucher. Danach „handelt“ der Akteur, der in der Rangfolge nach den Szenarioakteuren kommt. Dies ist der Akteur, der in seiner Wahrnehmung nur eigene Handlungen, die Regulierung und das Verbraucherverhalten berücksichtigt. Der nächste Akteur in der Rangfolge berücksichtigt neben seinen eigenen Handlungen auch die des ersten Akteurs usw. In Abbildung 4.6 auf der nächsten Seite sind die Abhängigkeiten der Akteure von anderen Akteuren sowie die Handlungsreihenfolge für das Projekt INTAFERE angegeben.

Ermittlung der optimalen Handlungsstrategie/OCL

Der Einfluss der Akteure wird durch die optimale Handlungsstrategie bestimmt, die durch die Berechnung des OCL für jeden Akteur für jede Handlung ermittelt wird. Die Ermittlung der optimalen Handlungsstrategie und damit der OCL erfolgt durch die *Inferred Strategies*-Analyse (siehe Anhang A.5.7.5 auf Seite 275). Dabei wird der OCL jeder Handlung ermittelt, der den größten Nutzen bei gleichzeitig geringstmöglichem Aufwand hinsichtlich der Erfüllung der festgelegten Ziele des Akteurs erwarten lässt.

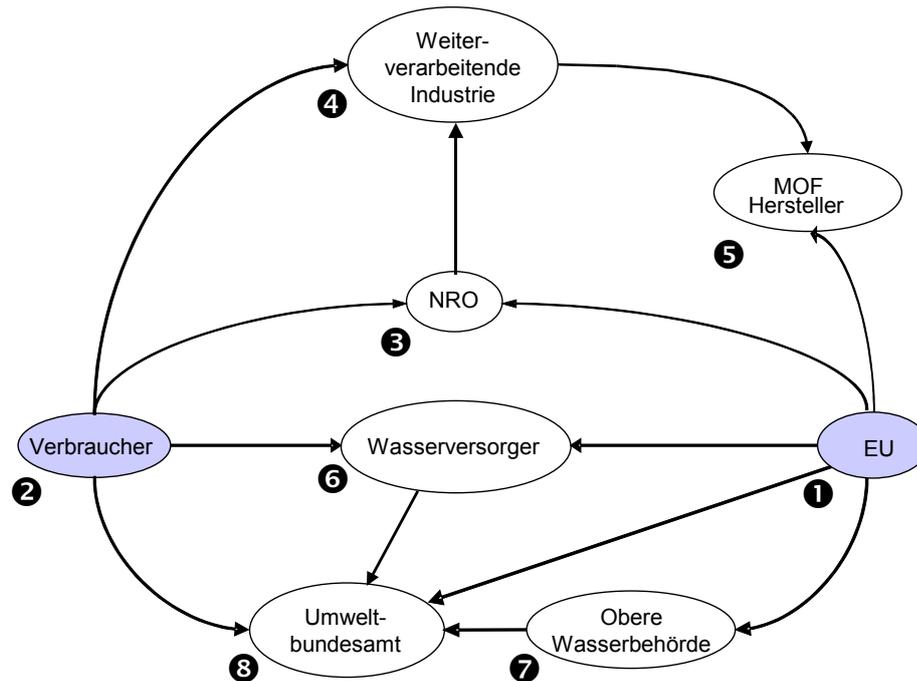


Abbildung 4.6: Abhängigkeiten der Akteure von anderen Akteuren, die beiden Szenarioakteure „EU“ und „Verbraucher“ sind grau markiert, die Nummer zeigt die Reihenfolge an, in der in DANA die OCL berechnet werden

Wenn der optimale Nutzenwert z. B. durch eine mittlere und eine starke Zunahme einer bestimmten Handlung erreicht werden kann, dann wird die mittlere Zunahme dieser Handlung durch DANA als OCL identifiziert, da diese Option den geringsten Aufwand für den Akteur erwarten lässt. Der OCL für jede Handlung ist die „ausgewählte“ und damit auch in der sequenziellen Modellierung durchgeführte Handlungsoption. Jeder OCL wird automatisch in das Akteursnetzwerk und in die Wahrnehmungsgraphen aller nachfolgenden Akteure eingefügt und wird damit für deren Entscheidungsfindung berücksichtigt.

Ergebnisse der sequentiellen Modellierung

In der *analyst view* ist das Gesamtaktorsnetzwerk mit den Ergebnissen der ersten Runde zu ersehen (blaue Ziffern in den Faktoren geben die Veränderung des Indexwertes an) und in den Wahrnehmungsgraphen der handelnden Akteure erscheint die optimale Handlungsstrategie der einzelnen Akteure. Der OCL wird mit einem schwarzen Symbol gekennzeichnet, alle anderen Handlungsoptionen sind auf weiß gesetzt.

Änderung der Rahmenbedingungen

Wie oben beschrieben, ist es möglich, die sequentielle Modellierung durch Einschränkung bzw. Erweiterung der Handlungsoptionen zu steuern. Im Projekt INTAFERE hatten z. B. zu Beginn die Handlungen „Umwelt- und verbraucherorientierte Richtlinien erlassen“ und „Ersatzstoffe entwickeln“ nur 3 von 7 Handlungsoptionen: leichte Zunahme, gleichbleibend und leichte Abnahme der Handlung im Vergleich zu heute. In der 2. Runde wurden die Handlungsoptionen auf 5 von 7 und in der 3. Runde auf 7 von 7 gesetzt. Damit wurde einem realistischeren Verlauf Rechnung getragen, da sowohl eine gesetzliche Regulierung als auch eine Ersatzstoffentwicklung Zeit benötigt.

Weiterer Ablauf der Runden

Nachdem die erste Runde beendet ist und ggf. Einschränkungen bzw. Erweiterungen der Handlungsoptionen vorgenommen wurden, kann die nächste Runde gestartet werden. Dies erfolgt wiederum mit dem Befehl *Next round* über den Menüpunkt *Case*. Der Ablauf wiederholt sich: Die Akteure handeln in der vorgegebenen Reihenfolge und die ermittelten OCL werden in den Wahrnehmungsgraphen der einzelnen Akteure berücksichtigt. In der *analyst view* ist das Gesamtakteursnetzwerk mit den Ergebnissen der jeweiligen Runde zu ersehen¹².

Für weitere Informationen gibt es innerhalb der Analysen auf der *case*-Ebene für die sequentielle Modellierung die Analyse *Overview of rounds*. Die Ergebnisse der Analyse werden in DANA numerisch und in Form von Plots (Diagrammen) ausgegeben. In der Ergebnisdarstellung werden für alle System- und Akteursattribute die Index-Werte pro Runde angezeigt. Wenn die Analystin die Ziele der Akteure im Gesamtakteursnetzwerk belassen hat, dann werden zusätzlich der erwartete Nutzen eines Akteurs (bzw. der ausgewählten Akteure), seine Zufriedenheit und seine Frustration (bzw. die der ausgewählten Akteure) für jede Runde ausgegeben (siehe Tabelle 4.4).

Die Ziele der einzelnen Akteure sollten im Gesamtakteursnetzwerk belassen werden, wenn der Fokus auf der Ermittlung des Nutzens der Akteure in den verschiedenen Szenarien liegt. Im Projekt INTAFERE hingegen lag der Fokus auf den Schlüsselfaktoren. Um mehr Übersichtlichkeit zu gewinnen, wurden die Ziele der sieben bzw. acht Akteure aus dem Gesamtakteursnetzwerk entfernt. Daher konnten weder der erwartete Nutzen, noch die Zufriedenheit und Frustration der einzelnen Akteure für die Szenarien berechnet werden.

Tabelle 4.4: Übersicht der Berechnungen im Rahmen der Analyse *Overview of rounds* in DANA. In der Ergebnistabelle korrespondiert jede Zeile mit einem System- bzw. Akteursattribut und jede Spalte mit einer Runde. Wenn die Einstellung „*selected actor only*“ gewählt wurde, beziehen sich die Werte in den Zellen auf den jeweils ausgewählten Akteur, wenn hingegen die Einstellung „*total aggregation*“ gewählt wurde, dann werden alle Akteure berücksichtigt und die Ergebnisse in den Zellen repräsentieren die kumulierten Werte (bei *Affected goals* und *Utility*) bzw. die Durchschnittswerte (bei *Satisfaction* und *Frustration*) aller Akteure im Gesamtakteursnetzwerk.

Berechnung	Erläuterung
\boxtimes <i>Change</i>	Index-Wert der System- und Akteursattribute pro Runde in Prozent, relativ zum Basiswert, der im Einstellungsdialog festgelegt wurde
# <i>Affected goals</i>	Anzahl der „betroffenen“ Ziele (wenn nur ein Akteur ausgewählt wurde, bedeutet eine „1“, das der Faktor der Zeile das Ziel des Akteurs repräsentiert, wenn die Einstellung „ <i>total aggregation</i> “ gewählt wurde, zeigt der Wert an, wie viele Akteure diesen Faktor als Ziel in ihrem Wahrnehmungsgraphen haben)
Σ <i>Utility</i>	Erwarteter Nutzen (aus Sicht des ausgewählten Akteurs bzw. der kumulierte Wert aller berücksichtigten Akteure)
μ <i>Satisfaction</i>	Zufriedenheitswert (ein Durchschnittswert, wenn mehr als ein Akteur ausgewählt wurde)
μ <i>Frustration</i>	Frustrationswert (ein Durchschnittswert, wenn mehr als ein Akteur ausgewählt wurde)

¹²Eine Anleitung für die Analysen in DANA ist im Anhang A.5.1 auf Seite 253 dargelegt. Dort wird beschrieben, wie die unterschiedlichen Einstellungsmöglichkeiten, wie z. B. die Auswahl der Akteure, vorgenommen werden können.

Kapitel 5

Ergebnisse

Zu wählen wissen. Das meiste im Leben hängt davon ab.

BALTHASAR GRACIAN

5.1 Einführung

5.1.1 Aufbau des Kapitels

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der aktorsbasierten Modellierung vorgestellt. Die dafür entwickelte Methodik ist im Kapitel 4 auf Seite 51 dargelegt.

Nach der Vorstellung der vier Fallstudien (*cases*) mit den ausgewählten Beispielsubstanzen werden die Akteure aufgeführt, für die mit DANA Wahrnehmungsgraphen modelliert wurden. Um einen Überblick über die Akteure zu gewinnen, werden sie in eine Einfluss-Interesse-Matrix eingeordnet.

Die weitere Ergebnisdarstellung ist analog der im Methodikkapitel erläuterten drei Schritte gewählt: 1) Akteursmodellierung, 2) Szenarienentwicklung und 3) Modellierung von Handlungsentscheidungen.

Im Unterkapitel „Akteursmodellierung“ werden die aus den Interviews und den Diskussionsbeiträgen der Expertinnen und Experten auf den INTAFERE-Workshops entwickelten Wahrnehmungsgraphen und deren Analyseergebnisse beschrieben. Daran anschließend folgen die Resultate der partizipativen Szenarienentwicklung. Für den dritten Schritt, die sequentielle Modellierung, werden die Ergebnisse der Akteursmodellierung und der Szenarienentwicklung zusammengeführt. Die Resultate der sequentiellen Modellierung für die unterschiedlichen Szenarien werden im Unterkapitel „Modellierung von Handlungsentscheidungen“ vorgestellt.

Für alle Schritte der aktorsbasierten Modellierung wird die Software DANA verwendet, die im Kapitel 3 auf Seite 25ff. beschrieben ist. Ein weiteres Ergebnis dieser Arbeit liegt in Form einer ausführlichen Anleitung für das Programm DANA im Anhang A auf Seite 233ff. vor. Diese Anleitung umfasst die Beschreibung der wichtigsten Elemente und der Benutzeroberfläche von DANA, eine Schritt-für-Schritt-Anleitung zur Erstellung von Wahrnehmungsgraphen sowie die Erläuterung der Analysetools in DANA anhand von Beispielen.

5.1.2 Cases, Substanzen und Akteure

Da für die im Projekt INTAFERE betrachteten Substanzen unterschiedliche Akteure relevant sind, wurden die Akteure nicht zusammenfassend in einer Fallstudie (in DANA *case* genannt) dargestellt und analysiert, sondern in vier getrennten – entsprechend den vier Substanzgruppen: Bisphenole, Alkylphenole, Organophosphate und polyzyklische Moschusverbindungen.

Für die vier DANA-*cases* der vorliegenden akteursbasierten Modellierung wurden folgende Substanzen in Absprache mit dem Projektleiter, Dr. Florian Keil, und der Verantwortlichen für das Teilprojekt „Drivers“, Prof. Dr. Petra Döll, ausgewählt:

case 1 für die Substanzgruppe Bisphenole: die Substanz Bisphenol A (BPA)

case 2 für die Substanzgruppe Alkylphenole: die Substanz Octylphenol

case 3 für die Substanzgruppe Organophosphate (Phosphorsäureester): das Flamm-
schutzmittel Tris(2-chlor-1-methylethyl)phosphat (TCPP)

case 4 für die Substanzgruppe polyzyklische Moschusverbindungen: die zwei am häufigsten verwendeten polyzyklischen Moschusverbindungen AHTN und HHCB (zusammengefasst zu polyzyklischen Moschusverbindungen (PCM))

Ausgehend von den interviewten Expertinnen und Experten (siehe Methodik 4.2.2 auf Seite 54) wurde für folgende Akteure jeweils ein Wahrnehmungsgraph mit DANA modelliert:

1. Obere Wasserbehörde
2. Umweltbundesamt
3. Umwelt- und Verbraucherschutzorganisationen
4. Wasserversorger
5. Hersteller von Bisphenol A
6. Hersteller von Octylphenol
7. Hersteller von Tris(2-chlor-1-methylethyl)phosphat
8. European Flame Retardants Association (Europäischer Flammenschutzmittel Verband)
9. Hersteller von polyzyklischen Moschusverbindungen
10. Weiterverarbeitende Industrie für polyzyklische Moschusverbindungen
11. Europäische Union
12. Verbraucher

Die beiden Akteure Europäische Union und Verbraucher wurden erst nach Durchführung der Szenarienentwicklung durch Aufbereitung der Ergebnisse der Akteursmodellierung und der Szenarienentwicklung ergänzt.

Die folgenden Akteure kommen in allen vier *cases* vor: die Obere Wasserbehörde, das Umweltbundesamt, die Umwelt- und Verbraucherschutzorganisationen, die Wasserversorger, die Europäische Union und die Verbraucher. Die anderen Akteure (die vier Hersteller von MOF, die weiterverarbeitende Industrie und die European Flame Retardants Association) kommen ausschließlich in den ihnen zugehörigen *cases* vor.

Wie in Kapitel 4.2.2.6 auf Seite 59 dargelegt, kann man Akteure in eine Einfluss-Interesse-Matrix einordnen. In der Abbildung 5.1 auf der nächsten Seite sind die oben genannten Akteure nach ihrem Interesse an der Thematik der MOF in Fließgewässern und ihrem Einfluss in diesem Problemfeld angeordnet.

Die Hersteller der vier ausgewählten Substanzen sind als „MOF-Hersteller“ zusammengefasst, die weiterverarbeitende Industrie für polyzyklische Moschusverbindungen steht stellvertretend für die weiterverarbeitende Industrie in diesem Bereich.

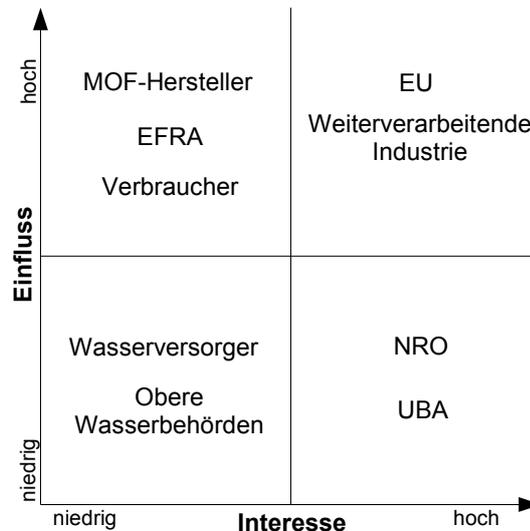


Abbildung 5.1: Einordnung der Akteure in eine Einfluss-Interesse-Matrix

Die Aussagen in den Expertengesprächen und den Stakeholder-Workshops lassen den Schluss zu, dass sowohl die Wasserversorger als auch die Oberen Wasserbehörden nur mäßig Interesse am Problemfeld der MOF in Fließgewässern haben (siehe Abbildung 5.1, Feld unten links). Beide Akteure sehen zur Zeit keine Veranlassung, tätig zu werden. Im Fall der Oberen Wasserbehörden, weil die MOF nicht zu den Substanzen gehören, die einer Regulation unterworfen sind und daher auch nicht im Kläranlagenabfluss analysiert werden müssen. Im Fall der Wasserversorger, da sie bisher bei Kontrollen keine MOF in relevanten Konzentrationen im Grundwasser und im Trinkwasser detektieren konnten, für sie also kein Handlungsbedarf besteht. Weiterhin haben diese beiden Akteure nur wenig Einfluss. Die Wasserversorger können lediglich weitere Trinkwasseraufbereitungsverfahren installieren, die Oberen Wasserbehörden können nur tätig werden, wenn in Richtlinien entsprechende Grenzwerte festgelegt sind, die in den Einleitungen der Kläranlagen bzw. im Kläranlagenabfluss überschritten werden bzw. wenn die Gewässerbeiräte im Rahmen der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie Wasserqualitätsziele formulieren, die auch Grenzwerte für MOF enthalten.

Das Interesse des Umweltbundesamtes (UBA) und der Umwelt- und Verbraucherschutzorganisationen (zusammengefasst als Nichtregierungsorganisationen (NRO)) ist hoch, allerdings haben beide Akteure nur wenig bzw. mäßigen Einfluss (siehe Abbildung 5.1, Feld oben links). Das UBA ist beratende Behörde für das Bundesumweltministerium und kann nur Empfehlungen aussprechen sowie Studien initiieren bzw. durchführen. Die NRO informieren bereits seit Jahren Verbraucher über die möglichen Gefahren von MOF, sie konnten aber das Verbraucherverhalten nicht bzw. nur wenig beeinflussen. Der Einfluss der NRO auf Entscheidungsträger in Politik und Wirtschaft ist ebenfalls nur gering. So wurde beispielsweise – trotz intensiver Lobbyarbeit – die Substanz Bisphenol A nicht verboten bzw. in ihrer Verwendung eingeschränkt.

Die Hersteller der MOF, die European Flame Retardants Association (EFRA) und die Verbraucher haben zwar großen Einfluss, allerdings zur Zeit nur wenig Interesse an der Problematik der MOF in Fließgewässern (siehe Abbildung 5.1, Feld unten rechts). Die MOF-Hersteller produzieren ihre Substanzen gemäß den geltenden Gesetzen und Richtlinien und für die EFRA und die Unternehmen, die die EFRA vertritt, stehen die Brandschutzwirkungen und die menschliche Gesundheit im Vordergrund. Den Verbrauchern sind MOF eher unbekannt, andere Probleme sind zudem für sie wichtiger. Falls MOF bekannt sind, liegt der Fokus der Verbraucher eher auf dem Trinkwasser bzw. auf Lebensmittelprodukten als auf Fließgewässern.

Die Europäische Union (EU) und die weiterverarbeitende Industrie haben Interesse und Einfluss im Bereich der MOF (siehe Abbildung 5.1 auf der vorherigen Seite, Feld oben rechts). Die EU nimmt sich der Problematik von gefährlichen bzw. potentiell gefährlichen Chemikalien an und hat zum Beispiel die Verordnung REACH¹ auf den Weg gebracht. Durch REACH und andere EU-weite Richtlinien kann die EU die MOF in den verschiedenen Umweltkompartimenten regulieren. Für die weiterverarbeitende Industrie wird eine nachhaltige Produktion (Stichwort: „Nachhaltigkeits-Image“) immer wichtiger, um die Produkte an Firmen und Konsumenten auch weiterhin verkaufen zu können. Die weiterverarbeitende Industrie kann Druck auf die Hersteller der von ihnen benötigten Chemikalien ausüben und auf bestimmte Substanzen verzichten.

5.2 Akteursmodellierung

5.2.1 Einleitung

Die Akteursmodellierung stellt die Basis für die spätere sequentielle Modellierung dar. Im Zentrum der Akteursmodellierung stehen die Wahrnehmungsgraphen der einzelnen Akteure, sie sind das Ergebnis eines „Modellierungsprozesses“, in dem aus den Daten der Expertengespräche, ergänzender Recherchen und Ergebnissen der Stakeholder-Workshops die Problemwahrnehmungen der Akteure mit dem Programm DANA in der Version 1.3.0 erstellt („modelliert“) wurden.

Zuerst werden die übergreifenden Akteure – die in allen vier *cases* enthalten sind – dargestellt, danach die spezielle Akteure für die einzelnen MOF-Substanzen. Jeder „Akteur-Abschnitt“ ist in drei Teile gegliedert: a) Vorstellung des Akteurs, mit Aufgaben und Zielen bei den Institutionen, mit einer Beschreibung bei den Unternehmen, b) Wahrnehmung des Akteurs – mit dem Wahrnehmungsgraphen, dessen Erläuterung und Zitaten aus den Interviews bzw. Belegstellen aus den Protokollen und c) Analyse der Wahrnehmungsgraphen. Die Faktoren, die an zentraler Stelle im Wahrnehmungsgraphen stehen, sind bei ihrer ersten Erwähnung im Text fett markiert.

5.2.2 Akteur Obere Wasserbehörde

Obere Wasserbehörde

Die Obere Wasserbehörde ist verantwortlich für die kommunalen und industriellen Abwässer sowie für die Bewirtschaftungspläne und Maßnahmenprogramme im Rahmen der Umsetzung der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie (WRRL)².

Für das Hessische Ried, dem Untersuchungsgebiet des Projektes INTAFERE, ist die Obere Wasserbehörde am Regierungspräsidium (RP) Darmstadt die zuständige Behörde. Die relevante Abteilung ist die Abteilung IV „Arbeitsschutz und Umwelt“ mit den Dezernaten 41.2 „Oberflächengewässer“ und 41.4 „Abwasser, anlagenbezogener Gewässerschutz“ (RP DARMSTADT 2009a).

¹Die Verordnung Nr. 1907/2006 (REACH-Verordnung) ist eine EU-Chemikalienverordnung, die am 1. Juni 2007 in Kraft getreten ist. REACH steht für *Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals*.

²Die Europäische Wasserrahmenrichtlinie bezeichnet die Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 23. Oktober 2000. Ziel der Richtlinie ist die „Schaffung eines Ordnungsrahmens für den Schutz der Binnenoberflächengewässer, der Übergangsgewässer, der Küstengewässer und des Grundwassers zwecks Vermeidung einer weiteren Verschlechterung sowie Schutz und Verbesserung des Zustands der aquatischen Ökosysteme und der direkt von ihnen abhängenden Landökosysteme und Feuchtgebiete im Hinblick auf deren Wasserhaushalt.“ (WRRL Artikel 1, Absatz a).

Die Obere Wasserbehörde hat u. a. folgende Aufgaben (RP DARMSTADT 2009b, c, d):

Erlauben von Einleitungen: Für den Schutz der Gewässer vor schädlichen oder nachteiligen Verunreinigungen setzt die Wasserbehörde bei Einleitungen von kommunalem Abwasser die Anforderungen nach dem Stand der Technik fest.

Genehmigen von Kläranlagen: Wenn eine Umweltverträglichkeitsprüfung notwendig ist, führt die Wasserbehörde das Genehmigungsverfahren für den Bau oder die Erweiterung einer Kläranlage durch.

Überwachen von Abwasseranlagen: Eine regelmäßige Überwachung der Einleitungen aus Abwasseranlagen wird sichergestellt.

Finanzielle Förderung des Baus von Abwasseranlagen: Anträge auf finanzielle Förderung von Maßnahmen, die die Gewässerbelastung durch Abwassereinleitungen weiter verringern, werden geprüft.

Aufstellen von Bewirtschaftungsplänen: Um im Rahmen der WRRL bis Ende 2015 alle oberirdischen Gewässer in einen „guten chemischen und ökologischen Zustand“ zu überführen, werden flussgebietsbezogene Bewirtschaftungspläne und Maßnahmenprogramme aufgestellt, die Wasserbehörde habe dabei die Koordinierungsfunktionen.

Renaturierung von Gewässern: Die Wasserbehörde ist Ansprechpartner, Genehmigungsbehörde und Fachaufsicht bezüglich der Renaturierung von Gewässern.

Helmut Migge, Dezernatsleiter am RP Darmstadt, fasst die Aufgabe und die Möglichkeiten der Wasserbehörde – auch in Bezug auf MOF – wie folgt zusammen:

Die Wasserbehörde vollzieht das Wasserrecht, nicht mehr und nicht weniger. Sie vollzieht kein Chemikalienrecht, sie vollzieht kein Emissionsschutzrecht, sie vollzieht kein Abfallwirtschaftsrecht, keine Klärabfallgesetzgebung, sie vollzieht das Wasserrecht. Im Prinzip ist mit dem Vollzug des Wasserrechts der gesamte Gewässerschutz verbunden. Das heißt, es gibt schon in dem Rahmengesetz des Bundes die Zielsetzung den Wasserhaushalt zum Wohl der Allgemeinheit zu bewirtschaften und zu schützen. Und da kann man eigentlich alles rein packen. Dann kann man sicher auch das hier [Migge zeigt auf Tabelle mit MOF-Substanzen] rein packen. (Interview Migge, Zeile 27ff.)

Wahrnehmung der Oberen Wasserbehörde

Der Wahrnehmungsgraph in der Abbildung 5.2 auf der nächsten Seite zeigt die Wahrnehmung des Akteurs „Obere Wasserbehörde“ aus Sicht des damaligen Dezernatsleiters 41.4 „Abwasser, anlagenbezogener Gewässerschutz“ Helmut Migge am RP Darmstadt. Der Wahrnehmungsgraph enthält die Ziele des Akteurs, seine und die Handlungen anderer Akteure sowie Systemattribute. Im folgenden werden Systemattribut und Faktor synonym verwendet, anzumerken ist, dass in DANA neben den System- und Akteursattributen auch die Handlungen, Erwartungen und Ziele zu den Faktoren zählen (siehe Anhang A.1 auf Seite 233).

Zwei Ziele werden von der Oberen Wasserbehörde verfolgt: zum einen den Umweltschutz – im Sinne des Gewässerschutzes – zum Wohl der Allgemeinheit stark zu verbessern und zum anderen die Partizipation durch die Gewässerbeiräte im Rahmen der Umsetzung der WRRL zu erhöhen, wobei das erste Ziel eine höhere Priorität als das zweite hat (siehe Abbildung 5.2 auf der nächsten Seite).

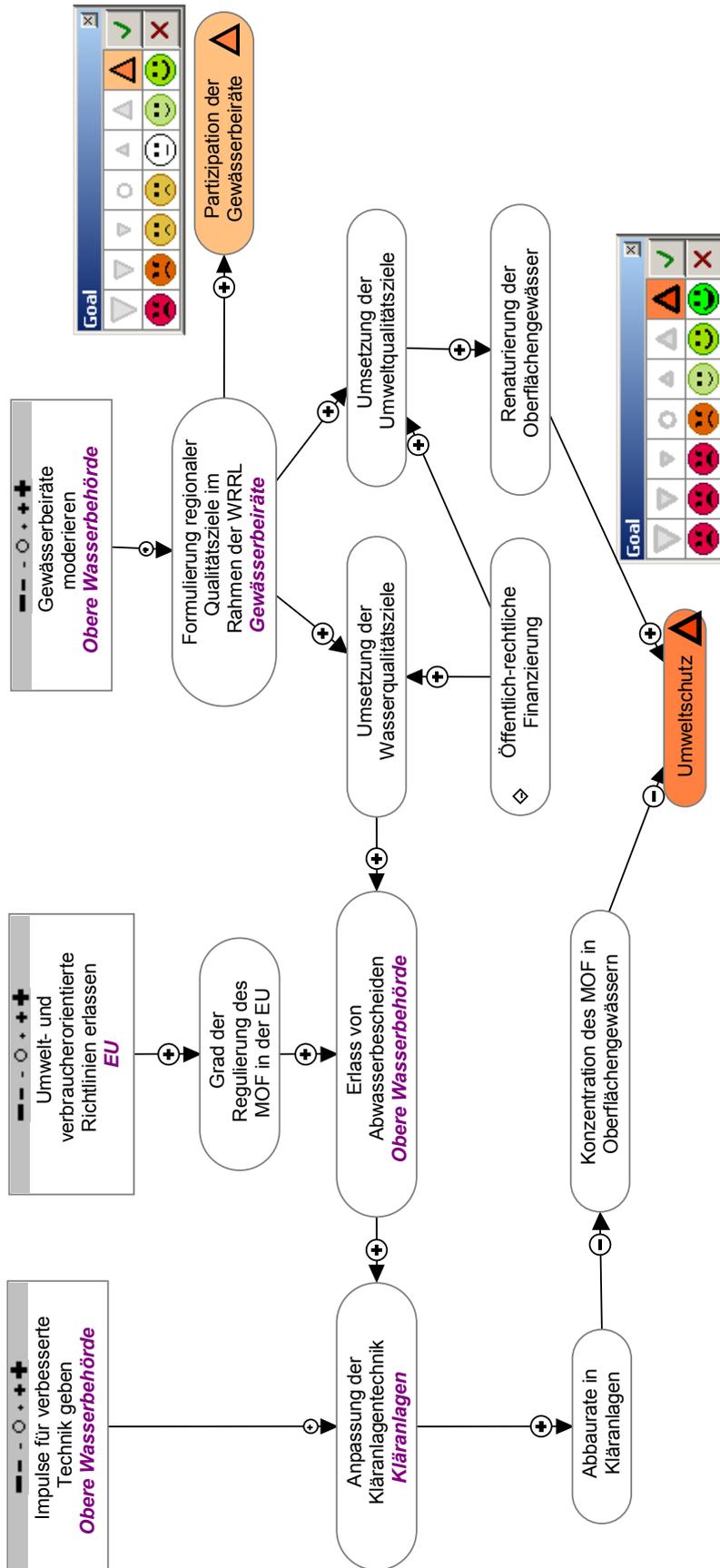


Abbildung 5.2: Wahrnehmungsgraph des Akteurs Obere Wasserbehörde

Zum ersten Ziel: Migge betonte mehrmals die Zielsetzung den Wasserhaushalt zum Wohl der Allgemeinheit zu bewirtschaften und zu schützen. Um diese Zielformulierung in DANA mit den Wahrnehmungsgraphen der anderen Akteure kompatibel zu machen, wurde daraus das Ziel „Umweltschutz – im Sinne des Gewässerschutzes – stark verbessern“. Beide Ziele finden sich im folgenden Zitat von Migge:

Ich wünsche mir eine erfolgreiche Umsetzung der WRRL, um die ehrgeizigen Ziele der WRRL möglichst gut und möglichst bald erreichen zu können. [...] Es wäre toll, wenn das mit den Gewässerbeiräten klappt.
(Interview Migge, Zeile 592ff.)

Der entscheidende Faktor im System MOF in Fließgewässern ist aus Sicht der Oberen Wasserbehörde die Entscheidung der EU, **MOF in Form von Richtlinien zu regulieren**. Die Richtlinien sollten einen Grenzwert für die einzelnen MOF enthalten bzw. vom deutschen Staat auf Grund der Richtlinien festgelegt werden.

Bei den Grenzwerten kann es sich aus Sicht von Migge allerdings nur um Emissions-Grenzwerte handeln, also stoffbezogene Grenzwerte für die Einleitungen industrieller Abwässer und die Einleitungen des geklärten Wassers aus Kläranlagen in die Gewässer:

Insgesamt ist der Gewässerschutz und dabei die Einleitung von Abwasser in der Bundesrepublik Deutschland so geregelt, dass es an für sich ein dominierendes Emissionsprinzip gibt. Das heißt, es gibt für die Abwassereinleitungen bestimmte Grenzwerte für die Emission, für die Einleitung aus Abwasserbehandlungsanlagen.
(Interview Migge, Zeile 68ff.)

Falls die Konzentration eines MOF (z. B. der Substanz Bisphenol A) in Abwässern bzw. in den Einleitungen der Kläranlagen in die Fließgewässer über dem von der EU bzw. von Deutschland festgelegten Grenzwert liegt, ist die Obere Wasserbehörde verpflichtet, Abwasserbescheide zu erlassen. Bisher gibt es keine Grenzwerte für die in INTAFERE untersuchten MOF.

Im Prinzip ist es im klassischen Gewässerschutzbereich – Abwassereinleitung so, dass entsprechende Bescheide, Sanierungsbescheide, an die Abwassereinleiter erlassen werden. Das heißt bei der Kläranlage oder bei den Indirekteinleitern werden nach Möglichkeit Sanierungsmaßnahmen eingeleitet. Der klassische Gewässerschutz arbeitet letzten Endes nach dem Polizeirecht: Du darfst es nicht einleiten.
(Interview Migge, Zeile 339ff.)

Durch das Instrument der Abwasserbescheide werden die Kläranlagenbetreiber verpflichtet, die Kläranlagentechnik anzupassen, um die Abbaurate der Substanz in den Kläranlagen zu erhöhen und damit die Konzentration in den Oberflächengewässern zu senken. Dies funktioniert aber nur für direkte Einträge, die in die Kläranlagen gelangen, diffuse Einträge, die nicht über den Weg der Kläranlagen in die Gewässer eingetragen werden, werden mit dieser Strategie nicht berücksichtigt. Es handelt sich bei dieser Strategie um eine klassische *End-of-Pipe*-Lösung. Die Obere Wasserbehörde sieht zudem die Möglichkeit, Impulse für eine verbesserte Technik zu geben und damit die Anpassung der Kläranlagentechnik positiv zu beeinflussen.

Zu berücksichtigen ist, dass die Anpassung der Kläranlagentechnik Geld kostet, das die Abwassergebühren erhöht, was auch eine politische Entscheidung ist:

Klärwerke könnten auch Aktivkohlefiltration machen, wobei das natürlich auch Geld kostet und die Kläranlagen das nicht direkt aus eigener Tasche bezahlen müssen, es ist ja so, dass die Kläranlagen über kommunale Abwassergebühren finanziert werden. Und deren Erhöhung bzw. Festsetzung ist ein kommunal-politischer Prozess und bei Bürgermeistern nicht so beliebt.
(Interview Migge, Zeile 367ff.)

Die zweite Strategie der Oberen Wasserbehörde bezieht sich auf die Gewässerbeiräte, die im Rahmen der WRRL **regionale Qualitätsziele für Flussgebietsabschnitte** bzw. Teileinzugsgebiete formulieren können.

Die Koordination der WRRL ist hier angesiedelt. Durch den neuen integrierten und umfassenden Ansatz und die Öffentlichkeitsbeteiligung erhält die Aufstellung der Bewirtschaftungspläne mehr Druck. [...] Der Ansatz ist jetzt eben wirklich neuartig, dass so umfassend und mit der vorgeschriebenen Öffentlichkeitsbeteiligung umzusetzen.

(Interview Migge, Zeile 114ff.)

Die Obere Wasserbehörde kann über die Moderation der Gewässerbeiräte die Formulierung der Qualitätsziele unterstützen und anregen. Wenn die Qualitätsziele auch Grenzwerte für MOF umfassen, kann die Obere Wasserbehörde die Wasserqualitätsziele über den Erlass von Abwasserbescheiden versuchen umzusetzen. Dieser Weg setzt die Zustimmung der Landesregierung voraus und geht konform mit der oben bereits beschriebenen *End-of-Pipe*-Strategie.

Bei der WRRL ist der ‚Gute ökologische Zustand‘ als Umweltziel der Gewässerbewirtschaftung definitiv festgelegt. Der gute ökologische Zustand umfasst die ökologische Funktionsfähigkeit der gesamten aquatischen Fauna und Flora. Alle Toxizitätseffekte, kurz-, mittel- und langfristig, werden erfasst. Der Rahmen ist umfassend, es kann keine anderen Kriterien geben. Es kommt darauf an, diese Kriterien zu konkretisieren, zu operationalisieren, dass man sie praktisch umsetzen kann. [...] Bei der WRRL ist der gute chemische Zustand nur durch die 33 prioritären Stoffe definiert. Für den ökologischen Zustand [in der WRRL] können auch spezifische Schadstoffe, die das Ökosystem des Gewässers beeinträchtigen können, geregelt und überwacht werden. Bei den spezifischen Schadstoffen kann eine nach unten oder oben offene Liste und auch flussgebietsrelevant, entsprechend den jeweiligen Verhältnissen, an den speziellen Gewässern festgelegt werden. Es können auch Einzelgrenzwerte oder einzelne Umweltziele bezüglich dieser spezifischen Schadstoffe bei der Bewirtschaftung der Gewässer festgesetzt werden.³

(Interview Migge, Zeile 402ff.)

Weiterhin besteht die Möglichkeit, über die Umsetzung von Umweltqualitätszielen und einer von der Landesregierung bewilligter Finanzierung die Renaturierung von Oberflächengewässern durchzuführen. Was nach Ansicht der Oberen Wasserbehörde, ebenso wie die technische Lösung über die angepasste Kläranlagenstrategie, zur Verbesserung des Faktors Umweltschutz führt. Das Ziel der Partizipation der Gewässerbeiräte ist in der WRRL festgeschrieben und kann durch die Moderation und Unterstützung der Oberen Wasserbehörde erreicht werden. Zur Frage der Finanzierung führt Migge aus:

Probleme wird es aus meiner Sicht vor allem bei der Finanzierung der Maßnahmen geben. Auf der anderen Seite wird der Umsetzungsumfang und das Geld, das letzten Endes von der Gesellschaft zur Verfügung gestellt werden wird, bei der WRRL, wird davon abhängen, wie interessiert, wie groß das gesellschaftliche Interesse ist.

(Interview Migge, Zeile 598ff.)

³Zur Umsetzung der Richtlinie 76/464/EWG und der WRRL (demnächst 2. Tochterrichtlinie zur WRRL zu Gütezielen für prioritäre Schadstoffe): Die Güteziele für prioritäre Schadstoffe (Anhang X WRRL) werden einheitlich gemäß Art 16(10) WRRL für das EU-Gebiet vorgeschlagen, für sonstige Stoffe müssen die Mitgliedsstaaten Umweltqualitätsnormen (UQN) erlassen (Art 7 76/464/EWG), siehe auch: Richtlinie 2000/60/EG, Anhang V, Randnote 1.2.6: „Verfahren zur Festlegung chemischer Qualitätsnormen durch die Mitgliedsstaaten“.

Migge erläuterte in einem späteren Telefongespräch, dass die Umsetzung der Wasser- und Umweltqualitätsziele abhängig von einer ausreichenden Finanzierung ist. Es ist sehr unwahrscheinlich, dass aufwändige und teure Renaturierungsmaßnahmen mit öffentlichen Geldern finanziert werden. Wahrscheinlich ist hingegen, dass günstige Maßnahmen finanziert werden und insgesamt die öffentlich-rechtliche Finanzierung leicht abnimmt. Dieser Sachverhalt ist im Wahrnehmungsgraphen durch die Erwartung „leichte Abnahme der öffentlich-rechtlichen Finanzierung“ wiedergegeben.

Analyse des Wahrnehmungsgraphen der Oberen Wasserbehörde

Neben der Visualisierung ist es im Programm DANA möglich, die besten Handlungsstrategien zu ermitteln. Bei der *Inferred Strategies*-Analyse werden dafür alle Handlungskombinationen in Bezug auf alle angegebenen Ziele abgeglichen und der Nutzen berechnet (zur Erläuterung der Analyse siehe Anhang A.5.7.5 auf Seite 275). Die *Inferred Strategies*-Analyse wird für drei Fälle durchgeführt: a) wenn alle Handlungen so wie bisher ausgeführt werden (*Base*), b) in Bezug auf den maximalen Nutzen (*Ideal*) und c) in Bezug auf den minimalen Nutzen (*Worst*).

		☺ <i>Obere Wasserbehörde</i>		
☐ Factors		☒ Base	☒ Ideal	☒ Worst
☑	Gewässerbeiräte moderieren [Obere Wasserbehörde]	☐	1☒ 2☒ (+16)	1☐ (+191)
☑	Impulse für verbesserte Technik geben [Obere Wasserbehörde]	☐	1☐ 2☐ (+16)	1☐ (+191)
☑	Umwelt- und verbraucherorientierte Richtlinien erlassen [EU]	☐	1☒ 2☒ (+16)	1☐ (+191)
Utility		-1.3	1	-1.3
Satisfaction		0%	50%	0%
Frustration		67%	0%	67%
Detailed analysis		☐ Partizipation der Gewässerbeiräte -0.33 ☐ Umweltschutz -1 Utility: -1.3	0 Utility: 1	-0.33 Utility: -1.3

Abbildung 5.3: Ergebnis der *Inferred Strategies*-Analyse des Wahrnehmungsgraphen des Akteurs Obere Wasserbehörde. Angegeben sind der Nutzen-, der Zufriedenheits- und der Frustrationswert für den *base case*, den *ideal case* und den *worst case* sowie die Handlungskombinationen, die mit dem geringsten Aufwand zum *ideal* und zum *worst case* führen. In Klammern ist die Anzahl der weiteren Handlungskombinationen angegeben, die mit größerem Aufwand zum gleichen Ergebnis führen. Im Abschnitt *Detailed analysis* sind die Zielsetzungen (in Form eines Histogramms), die Veränderung des Ziel-Faktors (in Form eines Balkendiagramms), der ermittelte Nutzenwert für die einzelnen Ziele und der Gesamt-Nutzenwert dargestellt.

Von theoretisch 343 möglichen Handlungskombinationen führen 18 zum maximalen Nutzen (siehe Abbildung 5.3 auf der vorherigen Seite). Davon gibt es zwei, die mit dem geringstmöglichen Aufwand zu erreichen sind. Der geringstmögliche Aufwand ist festgelegt als die kleinstmögliche Entfernung zur Handlungsoption „gleichbleibend“, gekennzeichnet durch das Symbol „o“. Der theoretisch durch die Zielsetzung erreichbare maximale Nutzen beträgt $1\frac{2}{3}$. Dieser kann jedoch mit keiner Handlungsstrategie erzielt werden, da der Faktor „Partizipation“ durch einen Multiplikator von 0,5 (kleines Plus) mit der Handlung „Gewässerbeiräte moderieren“ verbunden ist (siehe Abbildung 5.2 auf Seite 80). Alle sieben Optionen dieser Handlung (= Taktiken) führen lediglich maximal zu einer leichten Zunahme des Faktors, was durch die Zielsetzung mit einer „0“ bewertet wird.

		♣ Obere Wasserbehörde
○	Factors	♣ Ideal
♣	Gewässerbeiräte moderieren [Obere Wasserbehörde]	all 2 ♣
♣	Impulse für verbesserte Technik geben [Obere Wasserbehörde]	1 ♣ (+1)
♣	Umwelt- und verbraucherorientierte Richtlinien erlassen [EU]	all 2 ○
Utility		0.67
Satisfaction		33%
Frustration		0%
Detailed analysis		
○	Partizipation der Gewässerbeiräte	0
○	Umweltschutz	0.67
		Utility: 0.67

Abbildung 5.4: Teilergebnis der *Inferred Strategies*-Analyse des Wahrnehmungsgraphen des Akteurs Obere Wasserbehörde unter der Prämisse, dass die EU ihre Handlung nicht verändert (Symbol o). Angegeben sind der Nutzen-, der Zufriedenheits- und der Frustrationswert für den *ideal case* sowie die Handlungskombination, die mit dem geringsten Aufwand zum *ideal case* führt. Die Angabe (+1) zeigt an, dass es eine weitere Handlungskombination gibt, die mit größerem Aufwand zum gleichen Ergebnis führt. Im Abschnitt *Detailed analysis* sind die Zielsetzungen (in Form eines Histogramms), die Veränderung des Ziel-Faktors (in Form eines Balkendiagramms), der ermittelte Nutzenwert für die einzelnen Ziele und der Gesamt-Nutzenwert dargestellt.

Während die Handlung „Impulse für verbesserte Technik geben“ keine Relevanz für die beiden Ziele hat (siehe Abbildung 5.2 auf Seite 80 und 5.3 auf der vorherigen Seite), haben die EU und die Gewässerbeiräte im Rahmen der WRRL einen gleich großen Einfluss auf den Faktor „Umweltschutz“. Zwar reduziert sich die Wirkung der Handlung „Gewässerbeiräte moderieren“ durch den Multiplikator 0,5 auf die Hälfte, aber ihr Einfluss wirkt auf zwei Wegen auf den Faktor „Umweltschutz“ und verdoppelt sich damit ihren Einfluss: zum einen über die Faktoren „Umsetzung der Wasserqualitätsziele“ und „Abbauraten in Kläranlagen“ und zum anderen über „Umsetzung der Umweltqualitätsziele“ und „Renaturierung der Oberflächengewässer“ und erreicht damit die gleiche Wirkungsgröße wie die EU mit ihrer Handlung „Umwelt- und verbraucherorientierte Richtlinien erlassen“.

Unter der Annahme, dass die Zielsetzung und die Kausalbeziehungen korrekt wiedergegeben sind, wäre es aus Sicht der Oberen Wasserbehörde die beste Handlungsstrategie, wenn die EU MOF stärker regulieren würde (mittleres bzw. großes Plus der Handlung der EU). Gleichzeitig müsste sich die Obere Wasserbehörde entweder für eine starke bzw. mittlere Zunahme ihrer Handlung „Gewässerbeiräte moderieren“ entscheiden. Falls die EU keine Veränderung der Richtlinien veranlassen würde, so müsste die Obere Wasserbehörde anders reagieren (siehe Abbildung 5.4 auf der vorherigen Seite): Um die eigenen Ziele zu erreichen, wäre es notwendig, die „Gewässerbeiräte moderieren“ in jedem Falle intensiv durchzuführen (großes Plus) und zugleich „Impulse für verbesserte Technik geben“ (mittleres Plus). Um den in diesem Falle maximalen Nutzen von nur $\frac{2}{3}$ zu erreichen, gibt es noch eine zweite Handlungsstrategie, die Handlung „Impulse für verbesserte Technik geben“ müsste stark zunehmen, da dies aber zu keinem größeren Nutzen führen wird, wird nur erste Variante ausgegeben (siehe Abbildung 5.4 auf der vorherigen Seite).

5.2.3 Akteur Umweltbundesamt

Umweltbundesamt (UBA)

Das Umweltbundesamt (UBA) wurde 1974 gegründet und gehört zum Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Die wichtigsten gesetzlichen Aufgaben des UBA sind der Vollzug von Umweltgesetzen (darunter fällt z. B. die Zulassung von Chemikalien), die wissenschaftliche Beratung des Bundesministeriums für Umwelt und weitere Bundesministerien sowie die Information der Öffentlichkeit zu Umweltschutzthemen (UMWELTBUNDESAMT 2010a).

Mit gefährlichen bzw. potenziell gefährlichen Substanzen in Fließgewässern und im Trinkwasser beschäftigt sich der Fachbereich II „Gesundheitlicher Umweltschutz, Schutz der Ökosysteme“ und der Fachbereich IV „Chemikaliensicherheit“. Innerhalb des Fachbereiches II ist dies insbesondere die Abteilung 2 „Wasser und Boden“ mit dem Fachgebiet 2.1 „Übergreifende Angelegenheiten Gewässergüte und Wasserwirtschaft, Grundwasserschutz“ und dem Fachgebiet 2.2 „Stoffhaushalt Gewässer“ sowie die Abteilung 3 „Trink- und Badebeckenwasserhygiene“ mit dem Fachgebiet 3.6 „Toxikologie des Trink- und Badebeckenwassers“ (Leiter DirProf Dr. Hermann Dieter). Im Fachbereich IV „Chemikaliensicherheit“ ist die Abteilung 2 für „Arzneimittel, Chemikalien und Stoffuntersuchungen“ zuständig. Dort insbesondere das Fachgebiet 2.4 „Wassergefährdende Stoffe – Ökotoxikologielabor“ und das Fachgebiet 2.5 „Spurenanalytik, Fließ- und Stillgewässersimulation“. (UMWELTBUNDESAMT 2010b)

Hermann Dieter, Fachgebietsleiter im UBA, erläutert, dass beim Umgang mit MOF grundsätzlich berücksichtigt werden muss, dass der Handlungsspielraum des UBA und anderer Regulierungsbehörden begrenzt ist:

Vorsorgeorientiertes Handeln ist nur bei gesundheitlichen Bedenken möglich, nicht jedoch nicht beim Verdacht auf umweltbezogene Schädigungen. Vielfach sind umwelt- und gesundheitsschädigende Wirkungen von chemischen Substanzen nicht eine Folge fehlenden Wissens über potenzielle negative Nebenwirkungen dieser Stoffe. In vielen Fällen gab es bereits sehr frühe Hinweise auf umwelt- oder gesundheitsbezogene Schädigungen. Diesen ist aber aufgrund mangelhafter Regulierungskompetenzen oder aus anderen Gründen nicht nachgegangen worden. Insgesamt ist das Vorsorgeprinzip daher nur von einer sehr begrenzten Wirksamkeit.
(Interview Dieter, Zeile 25ff.)

Wahrnehmung des UBA

Der Wahrnehmungsgraph in der Abbildung 5.5 auf der nächsten Seite zeigt die Wahrnehmung des Akteurs UBA aus Sicht des Fachgebietsleiters II 3.6 „Toxikologie des Trink- und Badebeckenwassers“ DirProf Dr. Hermann Dieter, mit den relevanten Handlungen, Systemattributen, Erwartungen und Zielen. Alle folgenden Beschreibungen beziehen sich auf diesen Wahrnehmungsgraphen.

Das UBA verfolgt zwei Ziele, zum einen soll der Umweltschutz verbessert werden und zum anderen soll sich die menschliche Gesundheit keinesfalls verschlechtern. Die beiden Zielsetzungen unterscheiden sich in ihrer DANA-Zieldefinition und damit in ihrer Wirkung bei Analysen: Ein Gleichbleiben des Faktors Umweltschutz wird vom UBA bereits als negativ, eine Verschlechterung in jeglicher Ausprägung des Faktors als sehr negativ bewertet. Je mehr der Faktor zunimmt, desto positiver wird diese Entwicklung angesehen. Wenn hingegen der Faktor der menschlichen Gesundheit gleichbleibend ist oder in jeglicher Ausprägung zunimmt, so wird dies mit „neutral“ mit dem Symbol ☺ bewertet. Eine Verschlechterung in jeder Ausprägung des Faktors wird wie der Faktor Umweltschutz als sehr negativ angesehen und dementsprechend mit dem Symbol ☹ bewertet.

Das Ziel, dass die menschliche Gesundheit sich nicht verschlechtern soll, verdeutlicht gut, dass das UBA auch den gesundheitlichen Umweltschutz zur Aufgabe hat. Die Abteilung „Trink- und Badebeckenwasserhygiene“ war zunächst dem Bundesgesundheitsamt zugeordnet und wurde nach dessen Auflösung dem UBA angegliedert. Sie untersteht aber weiterhin der Fachaufsicht des Gesundheitsministeriums.

Zu den möglichen gesundheitlichen Folgen beschreibt Dieter die Bildung von Metaboliten:

Mögliche gesundheitlich relevante Probleme durch MOF im Trinkwasser könnten z. B. durch die Bildung von Metaboliten auftreten (analog zur Bildung von Nitrosaminen). Dies könnte der Fall sein, wenn bei Aufbereitungsschritten wie Chlorung oder Ozonung, z. B. von PCB Metaboliten mit möglicherweise problematischen Kontaminanten entstehen.

(Interview Dieter, Zeile 40ff.)

Als zentrale Faktoren werden vom UBA die Produktion der MOF-Substanzen in der EU, die Konzentration der einzelnen MOF in Oberflächengewässern und im Trinkwasser gesehen. Für den Faktor **Konzentration MOF im Trinkwasser** ist die MOF-Konzentration in Oberflächengewässern und die Installation von naturfernen Trinkwasseraufbereitungsverfahren (wie Chlorung oder der Einsatz von Aktivkohle) des Akteurs „Wasserversorger“ relevant. Dieter führt dazu aus:

Angesichts der zunehmenden Belastung von Oberflächengewässern durch MOF folgt [...], dass das wünschenswerte Leitbild einer Schließung regionaler Wasserkreisläufe perspektivisch nur umgesetzt werden kann, wenn eine entsprechende technische Aufbereitung des Rohwassers erfolgt. [...] Wenn MOF in unerwünscht hoher Konzentration im Rohwasser auftreten, können sie im Prinzip durch entsprechende Aufbereitungstechniken entfernt werden. Beispielsweise können MOF bei der Trinkwasseraufbereitung durch Ozonung (bzw. Chlorung) abgebaut und durch Aktivkohle zurückgehalten werden. Bei dieser Aufbereitung können jedoch Metaboliten entstehen, die nicht durch Aktivkohle zurückgehalten werden können. [...] Chlorung ist in Deutschland bei der Trinkwasseraufbereitung nicht üblich. Ausnahmen gibt es lediglich bei der Trinkwassergewinnung aus Talsperren (Verwendung von Oberflächengewässern) oder wenn der Verdacht auf unzureichenden Schutz des Netzes gegen Mikroorganismen (Verkeimung) besteht.

(Interview Dieter, Zeile 55ff.)

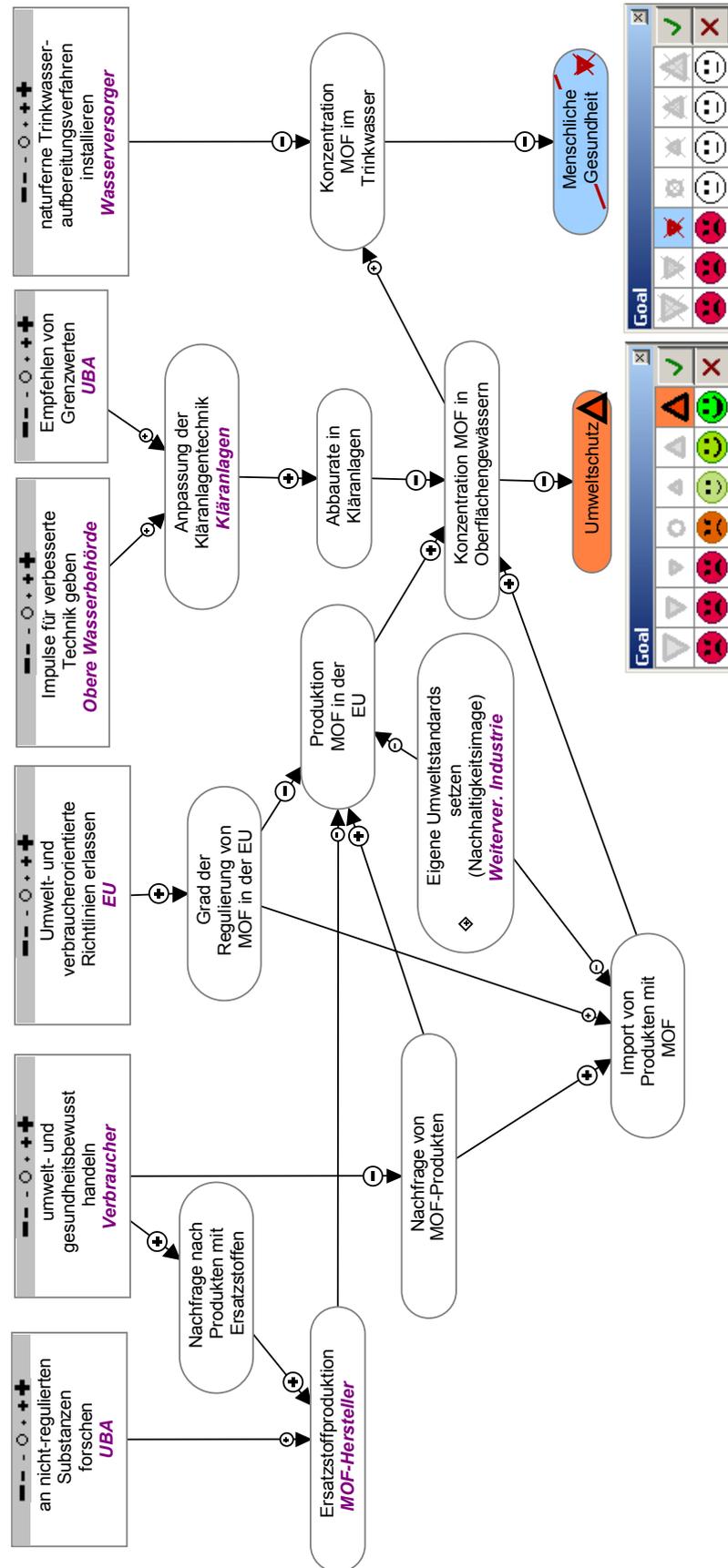


Abbildung 5.5: Wahrnehmungsgraph des Akteurs Umweltbundesamt

Trinkwasser wird entweder aus Grundwasser, aus Talsperrenwasser oder aus Uferfiltrat von Oberflächengewässern gewonnen. Für die letzten beiden Fälle ist für die Konzentration von MOF im Trinkwasser daher die Konzentrationen von diesen Substanzen im Talsperrenwasser bzw. in den Oberflächengewässern, die das Uferfiltrat speisen, für persistente Substanzen von großer Bedeutung.

Da aber in Deutschland der größte Teil des Trinkwassers aus Grundwasser gewonnen wird⁴, welches nur in geringem Maße durch Oberflächengewässer beeinflusst wird, ist die Ursache-Wirkungsbeziehung nur mit einem kleinen Plus gekennzeichnet (geringe positive Korrelation). Der Faktor „Konzentration MOF im Trinkwasser“ ist mit einer positiven Korrelation mit dem Faktor „menschliche Gesundheit“ verbunden. Wenn die MOF-Konzentration im Trinkwasser steigt, weil der Eintrag höher ist als die Eliminierung durch entsprechende Trinkwasseraufbereitungsverfahren, so wirkt sich dies negativ auf die menschliche Gesundheit aus.

Betrachten wir den Faktor **Produktion MOF in der EU**. Auf diesen Faktor wirken die Ersatzstoffproduktion, der Grad der Regulierung von MOF in der EU, die Nachfrage von MOF-Produkten durch die Verbraucher und die Erwartung „vermehrt eigene Umweltstandards setzen“ für ein Nachhaltigkeitsimage durch die weiterverarbeitende Industrie ein.

Die **Ersatzstoffproduktion** kann durch das UBA angeregt werden, indem das UBA an nicht regulierten Substanzen forscht – bzw. diese Forschung in Auftrag gibt – und die Erkenntnisse dazu führen, dass die Industrie problematische Substanzen nicht mehr herstellt und dafür in die Ersatzstoffentwicklung investiert⁵. Auch die Verbraucher können durch ihr Verhalten über eine verstärkte Nachfrage nach Produkten mit Ersatzstoffen die Ersatzstoffentwicklung und -produktion durch die Industrie erhöhen. Den Verbrauchern wird dabei ein größerer Einfluss als dem UBA zugebilligt. Gleichzeitig können die Verbraucher durch ihr Einkaufsverhalten die Nachfrage von MOF-Produkten senken. In dem Maße, wie die Nachfrage nach MOF-Produkten sinkt, sinkt auch der Import von Produkten mit MOF. Zum Punkt der Nachfrage durch die Verbraucher und die damit einhergehende gesellschaftliche Diskussion führt Dieter aus:

[Man] müsste [...] auf der Diskussionsebene Nützlichkeit, Vermeidbarkeit – Vermeidbarkeit schließt die Substituierbarkeit aus – müsste man auf der Ebene wirklich hart diskutieren und sagen: diese Stoffe gelangen in die Umwelt, hart unterhalb oder selbst sogar schon auf der Schwelle der Schädlichkeit, weil sie gentoxisch sind. Von der Sachlage relativ klar. [Ersatzstoffe] hat man doch schon. Wenn die teurer sind, dann muss die Gesellschaft das eben bezahlen oder sie muss sagen, wir akzeptieren das Risiko, das davon ausgeht. Das muss aber dann offen gesagt werden. Zurzeit geschieht das nicht, da wird einfach gehandelt, das ist nicht richtig. Wenn die Gesellschaft nicht zu zahlen bereit ist, für die besseren Stoffe, dann muss sie auch letzten Endes damit leben.
(Interview Dieter, Zeile 445ff.)

Zurück zum Faktor „Produktion MOF in der EU“. Wie genannt, wirken darauf der **Grad der Regulierung von MOF in der EU** ein. Dieser Faktor wird nur durch den Akteur Europäische Union durch die Handlung „Umwelt- und verbraucherorientierte Richtlinien erlassen“ beeinflusst. Dieter erläutert dazu:

In Deutschland gibt es das Minimierungsgebot der TVO (Trinkwasserverordnung). Dieses Gebot ist sinnvoll anwendbar, wenn es eine klare Verursacherstruktur gibt.

⁴In Deutschland werden 73,3% des Trinkwassers aus Grund- und Quellwasser, 21,9% aus Oberflächenwasser und 4,8% aus Uferfiltrat gewonnen (http://www.bmu.de/gewaesserschutz/fb/trinkwasser_wasserwerk/doc/3259.php).

⁵Diese Handlung fand nach dem 2. Stakeholder-Workshop Eingang in den Wahrnehmungsgraphen, als Ergebnis der qualitativen Szenarienentwicklung (siehe dazu Ergebnisse 5.4.2 auf Seite 155)

In solchen Fällen ist eine Minderung durch die Kooperation von Akteuren möglich (Beispiel Verringerung des Pestizideinsatzes in der Landwirtschaft). Weitaus schwieriger wird es bei einer unklaren Verursacherstruktur, wie dies bei MOF der Fall ist. In diesem Fall ist lediglich eine Einwirkung auf der Ebene der Zulassung von Substanzen möglich. Dafür kommt die neu formulierte EU-Chemikalienverordnung (REACH) in Frage. Grundlage für eine Bewertung nach REACH sind die Persistenz und Toxizität von Substanzen. Mobilität und Persistenz von Stoffen reichen für eine Klassifikation von Substanzen als umweltschädigend dagegen nicht aus. Durch dieses von REACH verwendete Kriterienraster fallen die meisten MOF durch, da ihre Bioakkumulation zu langsam erfolgt.
(Protokoll Interview Dieter, Zeile 78ff.)

Der Grad der Regulierung senkt die Produktion von MOF in der EU, gleichzeitig erhöht es leicht den Import von Produkten mit MOF, die außerhalb der EU hergestellt, deren Inhaltsstoffe nicht oder nicht korrekt angegeben und nur unzureichend überprüft werden können und dadurch in die EU zu den Verbrauchern gelangen. Die weiterverarbeitende Industrie kann im Gegensatz zur EU durch die vermehrte Setzung von eigenen Umweltstandards den Import von Produkten mit MOF reduzieren⁶. Das UBA geht davon aus, dass die weiterverarbeitende Industrie in Zukunft ihr Nachhaltigkeitsimage verbessern wird und daher Umweltstandards setzt, die problematische Substanzen aus ihren Produkten verbannen. Dieter führt das Beispiel EDTA an, bei dem die Unternehmen sich freiwillig verpflichtet haben, die Produktion und die Verwendung von EDTA zu mindern:

Ein weiteres Beispiel ist die freiwillige Verpflichtung zur Minderung der EDTA durch die Industrie, das als Ersatzstoff des vermeintlich weitaus schwerer abbaubaren NTA eingeführt worden war. [...] Es konnte eine Reduktion um 50 % erreicht werden, v. a. durch Umstellungen bei großen Unternehmen. Vom Verfahren her sind die EDTA-Gespräche ein gutes Modell für den Umgang mit Industriechemikalien. Sie zeigen aber auch die Schwierigkeiten auf (unzureichende Einbindung KMU, Importproblematik). Eine freiwillige Selbstverpflichtung auf einen Wert von 0,1 µg/l im Trinkwasser könnte tolerabel sein. Wenn es um einen Grenzwert gegangen wäre, wären die Gespräche sofort abgebrochen worden.
(Interview Dieter, Zeile 301ff.)

Die Wirkungen der Handlungen „an nicht regulierten Substanzen forschen“ (UBA), „umwelt- und gesundheitsbewusst handeln (Verbraucher) und „umwelt- und verbraucherorientierte Richtlinien erlassen“ (EU) beeinflussen wie beschrieben den Faktor MOF-Produktion, der zusammen mit dem Faktor „Import von Produkten mit MOF“ auf den Faktor **Konzentration MOF in Oberflächengewässern** mit jeweils einer positiven Korrelation einwirkt und darüber mit dem Ziel „Umweltschutz erhöhen“ verbunden ist. Die Konzentration von MOF in Oberflächengewässern steigt, wenn die MOF-Produktion und/oder der Import von Produkten mit MOF steigen. Gesenkt wird die MOF-Konzentration durch die Abbauraten in Kläranlagen, die wiederum von der Kläranlagentechnik (Membranfiltration, Aktivkohle, Chlorung) abhängt. Die Kläranlagentechnik kann aus Sicht des UBA durch zwei Akteure jeweils leicht erhöht, im Sinne von verbessert, werden: durch den Akteur Obere Wasserbehörde, der Impulse für verbesserte Technik geben kann und durch das UBA, das Grenzwerte empfehlen kann, die dann Eingang in Richtlinien bzw. Gesetze finden können. Zu den Grenzwerten führt Dieter aus:

Eine „Null-Toleranz“ bei der Regulierung von Stoffen ist nicht sinnvoll. Der Orientierungswert von 0,1 µg/l als maximale Konzentration im Rohwasser bildet eine angemessene Grundlage. Für stark genotoxisch [mutagen] wirkende Stoffe sollte ein

⁶Diese Erwartung floss erst nach dem 2. Stakeholder-Workshop in diesen Wahrnehmungsgraphen ein (zur Erläuterung siehe Ergebnisse 5.4.2 auf Seite 155)

Sicherheitsfaktor von 10 berücksichtigt werden.
(Interview Dieter, Zeile 111ff.)

Dieter nennt die sogenannte umwelthygienische Grundregel UHGR, die besagt, nutzlose Belastungen möglichst zu vermeiden, nützliche vernünftig zu minimieren und schädliche zu unterbinden. In diesem Zusammenhang unterscheidet Dieter zwischen Nützlichkeits-schwellen (werden hinsichtlich der Nützlichkeit von der Ökonomie benannt), Duldungsschwellen (werden hinsichtlich der Vermeidbarkeit von der Politik und der Wissenschaft benannt) und Schädigungsschwellen (werden hinsichtlich der Verträglichkeit von der Wissenschaft benannt). Am Beispiel der polyzyklischen Moschusverbindungen erläutert Dieter, dass man für die Substanzen, deren Wirkungen auf Mensch und Umwelt problematisch sind und die in Gewässern bzw. im Trinkwasser vorkommen und zugleich gesellschaftlich nicht notwendig sind, eine Duldungsschwelle festlegen sollte:

Da kann man nur eine Duldungsschwelle im Gewässer festlegen. Man sagt 0,1 µg/l und wenn die nicht einzuhalten ist, dann muss [man] sagen, ist die Nutzung dieser Mittel [nicht duldbar] [...]. Das sind Stoffe, die keine Risikobewertung verdienen, weil sie nicht notwendig sind. Bei Arzneimitteln ist das anders. [...] [ironisch:] Hinzu kommt die gesellschaftliche Bewertung, wenn Moschusduft als bedeutend und wichtig eingeschätzt wird.
(Interview Dieter, Zeile 275ff.)

Zurück zum Faktor MOF-Konzentration in Oberflächengewässern. Wenn man Punkteinträge und diffuse Einträge betrachtet, so steigt der Faktor MOF-Konzentration in Oberflächengewässern, wenn der Eintrag über Punktquellen größer ist als die Kläranlagen eliminieren können und zusätzlich der diffuse Eintrag zunimmt (der nicht über die Kläranlagen abgefangen werden kann).

Da nicht bekannt ist, in welchem Verhältnis der Punkteintrag zum diffusen Eintrag in die Umwelt steht und dieses Verhältnis zudem für die einzelnen MOF auch unterschiedlich wäre, nehmen wir vereinfacht an, dass das Verhältnis Punkteintrag zu diffusen Eintrag 1:1 beträgt. Sowohl der Punkt- als auch der diffuse MOF-Eintrag ist im Wahrnehmungsgraphen nicht explizit dargestellt.

Durch die beiden gleich großen mittleren Plus-Symbole der Pfeile, die auf den Faktor MOF-Konzentration in Oberflächengewässern einwirken, sind aber Punkt- und diffuser MOF-Eintrag implizit mit jeweils 50 % enthalten. Davon können maximal 50 %, der Punkteintrag, durch Kläranlagen eliminiert werden, symbolisiert durch das mittlere Minus-Symbol der Verknüpfung vom Attribut „Abbaurate in Kläranlagen“ auf die MOF-Konzentration. Zur Erläuterung: das mittlere Minus-Symbol hat in DANA den quantitativen Wert -1 , das mittlere Plus-Symbol dementsprechend den Wert $+1$.

Am Ende des Interviews macht Dieter den Vorschlag, ein Forum einzurichten, da aber dessen Wirkung nur schwer auf die Faktoren einzuschätzen ist, wird dieser Vorschlag an dieser Stelle zwar aufgeführt, aber nicht als Handlung in den Wahrnehmungsgraphen übernommen:

Erforderlich ist ein Forum, das „Nutzungstechniker“ (Chemische Industrie), „Vermeidungstechniker“ (Politik) und „Schädigungstechniker“ (Wissenschaftler) an einen Tisch bringt. Politiker als Vermeidungstechniker vermitteln sozusagen. Sie sind Mehrheitsbeschaffer. Wissenschaftler sind Schädigungstechniker. Sie legen Schädigungsschwellen fest. Außerdem müssen NGO-Vertreter einbezogen werden, damit die sich mitvertreten fühlen.
(Interview mit Dieter, Zeile 458ff.)

Analyse des Wahrnehmungsgraphen des UBA

Mit der *Inferred Strategies*-Analyse wird die beste Handlungsstrategie aus Sicht des UBA ermittelt. Von 7^6 (= 117.649) möglichen Handlungskombinationen (= *tactics*) erbringt die Kombination aus den folgenden *tactics* bei möglichst geringen Aufwand den höchsten Nutzen für den Akteur UBA: Handeln die Verbraucher etwas umweltbewusster (Handlung „umwelt- und gesundheitsbewusst handeln“ mit kleinem Plus), ohne Veränderung weiterer Handlungsintensitäten im Vergleich zum Ist-Zustand, so ergibt sich bereits der größtmögliche Nutzen⁷. Dieses Ergebnis überrascht auf den ersten Blick, wäre doch zu erwarten, dass eine starke Regulierung und ein umweltorientiertes Verbraucherverhalten den höchsten Nutzen erzielt.

Warum ist aus Sicht des UBA die Handlung „umwelt- und gesundheitsbewusst handeln“ der Verbraucher wirkungsvoller als die anderen Handlungen? Sie wirkt über drei Pfade auf den Faktor „Umweltschutz“: über den Import (mit einem *change multiplier* von 1) und zweimal über die Produktion (über die Ersatzstoffproduktion mit einem *change multiplier* von 0,5 und über die Nachfrage nach Produkten mit einem *change multiplier* von 1). Wenn die Handlung der Verbraucher nur leicht erhöht wird, so erbringt dies allein – ohne die Berücksichtigung aller anderen Faktoren – bereits einen Nutzen von $\frac{2}{3}$, bei einer mittleren und starken Zunahme wird jeweils der maximal Nutzen von 1 erreicht.

Die Handlung der EU wirkt nur über zwei Pfade auf den Faktor „Umweltschutz“: über die Produktion mit einem *change multiplier* von 1 und über den Import mit einem *change multiplier* von $-0,5$. Dies hat zur Folge, dass die *tactic* „leicht Zunahme von umwelt- und verbraucherschutzorientierte Richtlinien“ (kleines Plus) zu einem Nutzen von $-\frac{2}{3}$ führt (wenn alle anderen Faktoren unberücksichtigt bleiben). Eine mittlere und eine starke Zunahme der EU-Handlung führen jeweils nur zu einem Nutzen von $\frac{1}{3}$ durch die positive Korrelation von „Grad der Regulierung“ mit „Import von Produkten mit MOF“, letzterer Faktor verringert den Umweltschutz, wenn die EU umwelt- und verbraucherschutzorientierte Richtlinien erlässt.

Alle anderen Handlungen sind nur über einen Pfad mit dem Faktor „Umweltschutz“ verbunden und damit weniger einflussreich. Wenn man weiterhin berücksichtigt, dass von der *Inferred Strategies*-Analyse auch die Erwartung „vermehrt eigene Umweltstandards setzen“ der weiterverarbeitenden Industrie miteinbezogen wird und eine Erhöhung des Faktors „menschliche Gesundheit“ keinen weiteren Nutzen bringt (siehe Zielsetzung in Abbildung 5.5 auf Seite 87), dann wird deutlich, dass bereits eine kleine Zunahme der Handlung „umwelt- und gesundheitsbewusst handeln“ den höchsten Nutzen erbringt.

Die Analyse *Rating of Tactics* ermittelt die Wirkung aller *tactics* aller Handlungen in Bezug auf beide Ziele und unter Berücksichtigung der Erwartung „vermehrt eigene Umweltstandards setzen“. In der Abbildung 5.6 auf der nächsten Seite ist das Ergebnis der *Rating of Tactics*-Analyse für das UBA abgedruckt.

In der ersten Spalte sind jeweils die Handlungen aufgeführt, dann folgen die *tactics*, die Anzahl der Ziele, auf die die Handlung Einfluss hat, und der errechnete Nutzenwert. Die Handlung der Verbraucher ist am einflussreichsten, ihre Wirkungsspanne auf den Nutzen reicht von -2 bis $+1$. Der Nutzen von -2 kann als maximaler „negativer Nutzen“ (= Schaden) erreicht werden, wenn auch das Ziel „menschliche Gesundheit soll keinesfalls geringer werden“ nicht erfüllt wird. Jede Abnahme des Faktors „menschliche Gesundheit“ führt zu einem negativen Nutzen von -1 . Wenn dann durch die Nicht-Erfüllung des Ziels „Umweltschutz soll erhöht werden“ ebenfalls ein Nutzenwert von -1 erreicht wird, addieren sich beide Werte zu -2 .

⁷DANA hat weitere 44.914 Handlungskombinationen errechnet, die ebenfalls zum höchsten Nutzen führen, allerdings mit mehr Aufwand (symbolisiert durch die weitere Entfernung zum *change level* „gleichbleibend“ mit dem Symbol ) verbunden sind.

Entscheidend sind also im Wahrnehmungsgraphen des UBA die drei Pfade der Verbraucher-Handlung „umwelt- und gesundheitsorientiert handeln“, die positive Korrelation von „Grad der Regulierung“ mit „Import von Produkten mit MOF“, da letzterer Faktor den Umweltschutz verringert, und die Erwartung, dass die weiterverarbeitende Industrie eigene Umweltstandards setzt und dadurch die Produktion und den Import von MOF bzw. Produkten mit MOF verringert.

Umweltbundesamt			
Tactics	# Affected goals	Expected utility	
an nicht-regulierten Substanzen forschen [UBA]	■	2	-0.67
	■	2	-0.67
	■	2	-0.67
	⊙	2	0.33
	■	2	0.33
	■	2	0.33
	■	2	0.33
Empfehlen von Grenzwerten [UBA]	■	2	-0.67
	■	2	-0.67
	■	2	-0.67
	⊙	2	0.33
	■	2	0.33
	■	2	0.67
	■	2	0.67
umwelt- und gesundheitsbewusst handeln [Verbraucher]	■	2	-2
	■	2	-2
	■	2	-1
	⊙	2	0.33
	■	2	1
	■	2	1
	■	2	1
Impulse für verbesserte Technik geben [Obere Wasserbehörde]	■	2	-0.67
	■	2	-0.67
	■	2	-0.67
	⊙	2	0.33
	■	2	0.33
	■	2	0.67
	■	2	0.67
naturferne Trinkwasseraufbereitungsverfahren installieren [Wasserversorger]	■	1	-0.67
	■	1	-0.67
	■	1	0.33
	⊙	1	0.33
	■	1	0.33
	■	1	0.33
	■	1	0.33
Umwelt- und verbraucherorientierte Richtlinien erlassen [EU]	■	2	-0.67
	■	2	-0.67
	■	2	-0.67
	⊙	2	0.33
	■	2	0.33
	■	2	0.67
	■	2	0.67

Abbildung 5.6: Ergebnis der *Rating of Tactics*-Analyse des Wahrnehmungsgraphen des Akteurs Umweltbundesamt (UBA). Unter *tactics* sind die einzelnen Handlungen mit den sieben Änderungsmöglichkeiten alphabetisch aufgelistet. Rechts davon wird die Anzahl der Ziele angegeben, auf die die Handlung Einfluss hat. Die nächste Spalte zeigt den Nutzenwert an, der unter Berücksichtigung der Erwartungen für die jeweilige *tactic* erwartet werden kann.

5.2.4 Akteur Umwelt- und Verbraucherschutzorganisationen

Umwelt- und Verbraucherschutzorganisationen WECF und Greenpeace

Die Umwelt- und Verbraucherschutzorganisationen wurden im Projekt INTAFERE durch „Women in Europe for a Common Future“ und Greenpeace vertreten. Eine Beteiligung des „Bundes für Umwelt und Naturschutz Deutschland“ (BUND) wurde angestrebt, ist aber von Seiten des BUND nicht zu Stande gekommen.

Der Verein „Women in Europe for a Common Future“ (WECF) wurde 1994 gegründet und ist in den Bereichen nachhaltige Entwicklung und Umweltpolitik aktiv. WECF ist ein Netzwerk von ca. 100 Frauen- und Umweltorganisationen in insgesamt 40 Ländern. Die Ziele und das Selbstverständnis der Organisation sind im folgenden Zitat prägnant zusammengefasst:

Ziel ist es, Umwelt- und Gesundheitsaspekte sowie ökonomische Faktoren ins Gleichgewicht zu bringen. WECF setzt sich für eine gesunde Umwelt für alle ein. [...] Unsere Projektarbeit vor Ort bringt sichere ökologische Lösungen für Probleme in den Bereichen Chemikalien, Sanitäranlagen, Energie und Landwirtschaft. Durch unsere politische Arbeit auf nationaler, europäischer, UN- und internationaler Ebene bringen Frauen ihre Sichtweisen direkt in den politischen Entscheidungsprozess ein. (WECF 2008)

Auch wenn WECF in der Bevölkerung keine große Bekanntheit hat, so ist dieser Verein eine repräsentative Umwelt- und Verbraucherschutzorganisation, da WECF u. a. NGO-Status beim Wirtschafts- und Sozialrat der Vereinten Nationen (ECOSOC) hat, offizieller Partner des Umweltprogramms der Vereinten Nationen (UNEP) sowie Mitglied des Europäischen Komitees für Umwelt und Gesundheit (EEHC) ist (WECF 2009a).

Die Hauptthemen von WECF sind: sichere Chemikalien, sichere Energie, sichere Nahrungsmittel, eine nachhaltige ländliche Entwicklung, sauberes Wasser und eine sanitäre Grundversorgung (WECF 2008). In der Vision, die WECF formuliert hat, ist der erste Punkt, dass bis zum Jahr 2020 alle Produkte frei von gefährlichen Chemikalien sind (WECF 2009b).

Greenpeace wurde 1971 von Friedensaktivisten in Kanada gegründet und ist eine internationale Umweltschutzorganisation. Neun Jahre später erfolgte die Gründung von Greenpeace Deutschland. Nach eigenen Angaben hatte Greenpeace 2005 weltweit rund 2,74 Millionen Fördermitglieder, in Deutschland waren es im Jahre 2006 mehr als 558.500. Weltweit arbeiten ca. 1200 Menschen für Greenpeace, in Deutschland beschäftigt der Verein 206 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter (GREENPEACE 2007). Greenpeace International fasst die wichtigsten Ziele wie folgt zusammen:

Greenpeace is an independent global campaigning organisation that acts to change attitudes and behaviour, to protect and conserve the environment and to promote peace by: Catalysing an energy revolution to address the number one threat facing our planet: climate change. Defending our oceans by challenging wasteful and destructive fishing, and creating a global network of marine reserves. Protecting the world's ancient forests and the animals, plants and people that depend on them. Working for disarmament and peace by tackling the causes of conflict and calling for the elimination of all nuclear weapons. Creating a toxic free future with safer alternatives to hazardous chemicals in today's products and manufacturing. Campaigning for sustainable agriculture by rejecting genetically engineered organisms, protecting biodiversity and encouraging socially responsible farming.
(GREENPEACE 2009)

Wahrnehmung der Umwelt- und Verbraucherschutzorganisationen (NRO)

Der Akteur „Umwelt- und Verbraucherschutzorganisationen“ steht stellvertretend für Nichtregierungsorganisationen (NRO) im Umwelt und Verbraucherschutzbereich und wird im Folgenden als NRO abgekürzt. Der Wahrnehmungsgraph in der Abbildung 5.7 auf der nächsten Seite ist eine Zusammenstellung der Sicht von WECF, vertreten durch Sonja Haider, der Leiterin des deutschen Büros von WECF, und der Sicht von Greenpeace, vertreten durch Ulrike Kallee, der Chemikalienexpertin von Greenpeace Deutschland.

WECF und Greenpeace vertreten in der Chemikalienpolitik die gleichen Ziele, schätzen das Problemfeld MOF in Fließgewässern gleich ein und ergänzen sich in einigen Punkten, so dass entschieden wurde, aus den Wahrnehmungsgraphen von WECF und Greenpeace einen Graphen zu erstellen. Wie auch in bei den anderen Akteuren, enthält der hier vorgestellte Wahrnehmungsgraph die relevanten Handlungen, Systemattribute, Erwartungen und Ziele aus Sicht des Akteurs. Alle folgenden Beschreibungen beziehen sich auf diesen Wahrnehmungsgraphen.

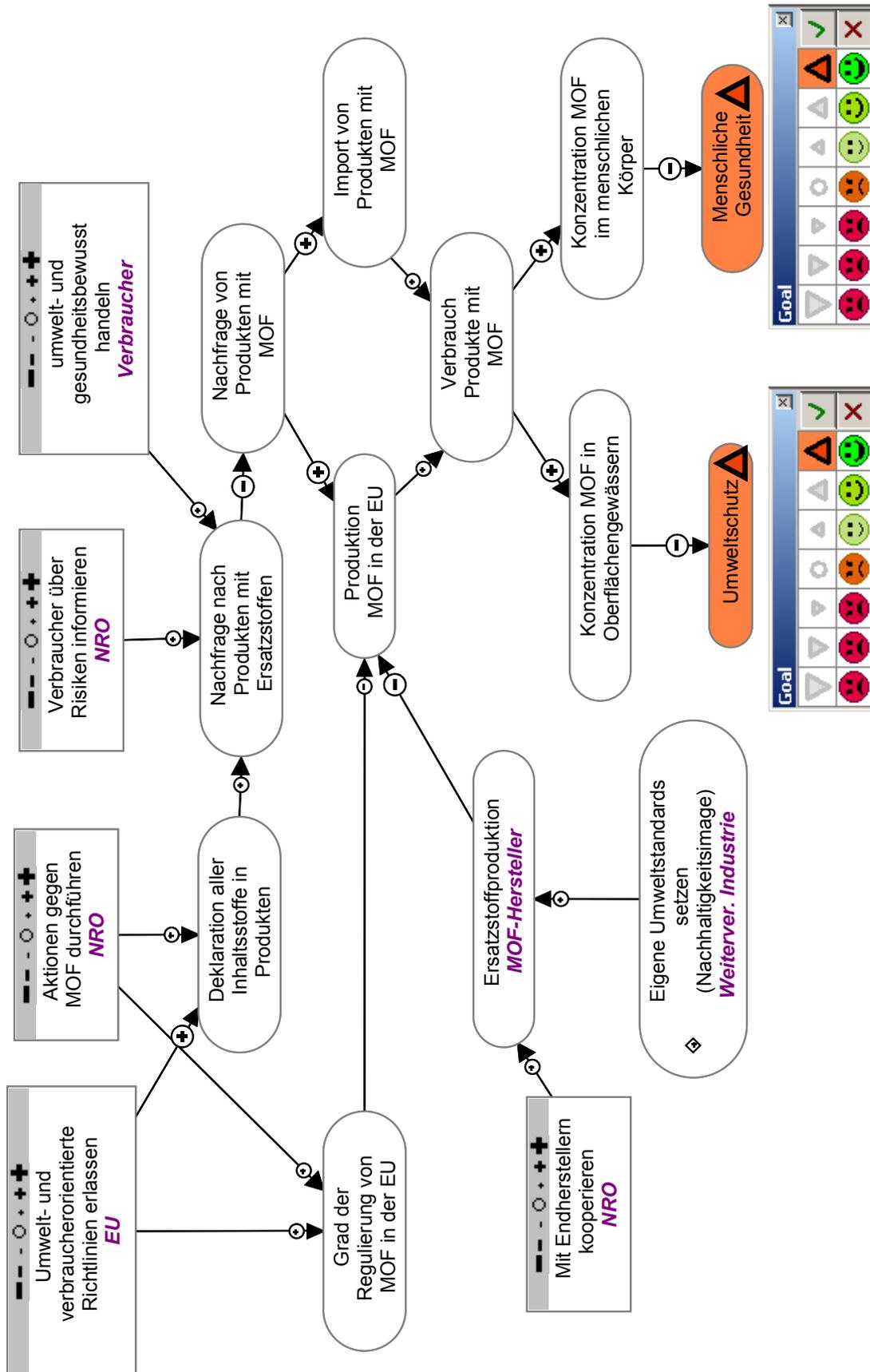


Abbildung 5.7: Wahrnehmungsgraph des Akteurs Umwelt- und Verbraucherschutzorganisationen (NRO)

Die NRO verfolgen zwei Ziele: Der Umweltschutz soll intensiviert werden und die menschliche Gesundheit soll sich verbessern. In diesen abstrakten Zielformulierungen sind auch die Voraussetzungen für ein gesundes und im ökologischen Gleichgewicht befindlichen Leben eingeschlossen.

Im Gegensatz zum UBA gehen die NRO davon aus, dass die menschliche Gesundheit bereits heute durch Substanzen, die karzinogen, erbgutverändernd oder reproduktionstoxisch wirken, geschädigt wird. Daher wird ein Gleichbleiben des Faktors „menschliche Gesundheit“ als negativ gesehen und eine Verbesserung als Ziel formuliert. Beide Ziele der NRO beinhalten den konkreten Wunsch nach einer „toxic free future with safer alternatives to hazardous chemicals in today’s products and manufacturing“ (GREENPEACE 2009).

Neben der Gesundheit ist auch der Umweltschutz im Fokus. So wie eine erhöhte Konzentration MOF im menschlichen Körper die Gesundheit verringert, so wirkt sich eine erhöhte Konzentration von MOF negativ auf den Umweltschutz aus (im Wahrnehmungsgraphen durch die negative Korrelation der Faktoren „Konzentration MOF in Oberflächengewässern“ auf den Umweltschutz und „Konzentration MOF im menschlichen Körper“ auf Gesundheit dargestellt). Der Blick ist dabei nicht nur auf die Oberflächengewässer gerichtet, sondern auf die Umwelt allgemein, in der sich Substanzen, die persistent sind, anreichern:

Wir sind der Meinung, dass man diese Stoffe [die langlebig sind und die sich anreichern] nicht kontrollieren kann. Und dementsprechend macht auch kein expositionsbasierter Ansatz Sinn. [...] Nach dem Motto: Wir haben einen Stoff, der ist besonders gefährlich, aber wir können eben sagen, wir kriegen das irgendwie hin. (Interview Kallee, Zeile 127ff.)

WECF und Greenpeace setzen sich dafür ein, dass endokrin wirkende Substanzen, wie bromierte Flammschutzmittel und Bisphenol A sowie CMR-Stoffe, das sind Substanzen, die krebserregend (*carcinogenic*), erbgutverändernd (*mutagenic*) und fortpflanzungsgefährdend (*toxic to reproduction*) wirken, verboten werden. Sie wenden sich gegen **Regulierungen**, die nur Grenzwerte für oben genannte Substanzen in den Umweltkompartimenten vorsehen:

Bei dem Anwendungsaspekt halten wir uns immer relativ zurück, weil das dann wieder ein Expositionsansatz ist, denn die Industrie auch immer gerne verfolgt und sagt: Dann machen wir eben die Exposition ein bisschen geringer. Und da sagen wir: Nein, wir wollen diese Stoffe prinzipiell nicht mehr haben. (Interview Kallee, Zeile 40ff.)

Begründet wird die Ablehnung von Grenzwerten u. a. mit Forschungsergebnissen, die hormonelle Wirkungen von untersuchten Substanzen – wie Bisphenol A – bereits im Niedrigkonzentrationsbereich nachweisen. Bisher werden Grenzwerte nach toxikologischen Gesichtspunkten (mit Sicherheitsfaktoren) festgelegt, aber diese Grenzwerte greifen erst bei Konzentrationen, die oberhalb der gemessenen Werte liegen, für die bereits hormonelle Wirkungen nachgewiesen wurden. Haider führt aus, wie schwierig es aus Ihrer Sicht ist, Grenzwerte für Bisphenol A festzulegen:

Was mich gerade bei Bisphenol A schockiert hat ist, dass Toxikologen vom Umweltbundesamt gesagt haben, es gibt diese Studien, dass es auch im Niedrigdosisbereich Schädigungen gibt, dies zeigen die Tests, die dann zur Aussage geführt haben, dass die Toxikologie, so wie sie im Moment betrieben wird, nicht aussagekräftig ist. Es ist wirklich sehr schwer zu verstehen. Und es würde wirklich alles über den Haufen werfen. (Interview Haider, Zeile 117ff.)

Die NRO haben zwar die oben beschriebene Position, dass problematische Stoffe verboten werden sollten, aber sie gehen davon aus, dass die EU keine Verbote ausspricht, sondern nur umwelt- und verbraucherorientierte Richtlinien erlässt. Zum einen sehen die NRO, dass die EU MOF-Grenzwerte für Umweltkompartimente festlegen und damit den bestehenden Grad der Regulierung erhöhen kann (da MOF bisher – außer Nonylphenol – nicht reguliert sind). Zum anderen gehen die NRO davon aus, dass die EU per Richtlinie die Deklaration aller Inhaltsstoffe in Produkten gesetzlich verankern kann. Haider beschreibt, wie sich die Deklaration der Inhaltsstoffe positiv auswirken kann:

Mit der Öffnung der Transparenz der Inhaltsstoffe wird auch der Weg möglich zurück zu den Herstellern und auch zu anderen Produkten.
(Interview Haider, Zeile 499ff.)

Sowohl der Grad der Regulierung als auch die Deklaration der Inhaltsstoffe werden durch Aktionen der NRO gegen MOF unterstützt, indem Druck auf politische Entscheidungsträger ausgeübt wird. Haider beschreibt die Handlung, die im Wahrnehmungsgraphen als „Aktionen gegen MOF durchführen“ beschrieben ist:

Was wir machen, ist Aufklärung. Wir versuchen eher an Multiplikatoren als an Endverbraucher ran zugehen. Das gelingt uns nur zum Teil. Dann natürlich politische Einflussnahme bei Gesetzesvorhaben.
(Interview Haider, Zeile 452ff.)

Greenpeace versucht, über die Medien und Verbraucher die Entscheidungsträger zu beeinflussen:

Wir haben immer das Ziel über die Medien, über die Verbraucher, Entscheidungsträger zu beeinflussen. Und das geht einfach mit diesen Gesundheitsthemen am besten zu kommunizieren. Daher haben wir uns auf diese Gesundheitsthemen konzentriert und versuchen irgendwie die Umweltthemen da einfach mitzukommunizieren.
(Interview Kallee, Zeile 86ff.)

Was für Interesse gesorgt hat, das waren diese Bluttests im Nabelschnurblut und Chemikalien in der Muttermilch. Die BUND-Studie zu Muttermilch hat eine große Resonanz gebracht. Wir haben das zusammengefasst und als Studie herausgegeben⁸.
(Interview Kallee, Zeile 288ff.)

So wird angenommen, dass der Grad der Regulierung nur eine geringe Wirkung auf den Faktor **Produktion MOF in der EU** hat (kleines Minus), ein Verbot würde die Produktion in der EU drastisch senken, dies wird aber nicht erwartet. Eine Deklaration aller Inhaltsstoffe in verständlicher Form, so dass alle Verbraucher diese Information nutzen können, würde die Nachfrage nach Produkten mit Ersatzstoffen erhöhen. Die Verbraucher könnten nun Produkte bewusst auswählen und auf Produkte mit gefährlichen Inhaltsstoffen verzichten. Auf die Verbrauchernachfrage nach Ersatzstoffen wirken neben der Deklaration auch die Informationen der NRO ein (Handlung „Verbraucher über Risiken informieren“), da es nicht ausreicht, die Inhaltsstoffe zu lesen, sondern auch die Wirkung und Alternativen zu kennen. So planen und führen WECF Bewusstseinsbildungs- und Informationskampagnen durch:

⁸Die Studie ist auf der Seite http://www.bund.net/bundnet/themen_und_projekte/chemie/chemie_und_gesundheit/chemikalienbelastung/muttermilch/ beschrieben und kann dort heruntergeladen werden

Im Chemikalienbereich haben wir etwas Neues angefangen, [...] es sind Bewusstseinsbildungs- und Informationskampagnen. In den Niederlanden haben wir angefangen, in Deutschland sind wir nachgezogen, weil der WECF schon seit über zehn Jahren in diesem POP-Prozess [Stockholm-Konvention zum Bann von *Persistent Organic Pollutants*] dabei ist.
(Interview Haider, Zeile 35ff.)

WECF wendet sich mit Informationskampagnen direkt an Verbraucherinnen. Ein Beispiel dafür ist die Broschüre „Frauen für eine giftfreie Zukunft – Was Sie schon immer über Chemikalien in Ihrem Alltag wissen wollten“ (http://www.wecf.eu/english/publications/2005/broschuere_frauen_giftfrei.php). Weiterhin werden andere Verbände und Organisationen von WECF informiert, um ihrerseits als Multiplikatoren zu wirken. Allerdings berichtet Haider dabei von Schwierigkeiten:

[...] ich habe ein Projekt, gefördert vom Bundesumweltministerium, um Frauenorganisationen auf dieses Thema aufmerksam zu machen und über die Gesetzgebung zu informieren. Und da gibt es durchaus Organisationen, die interessiert sind, aber die haben sich bisher [auch] schon mit dem Thema beschäftigt oder sind im Umweltbereich stärker. Andere Frauennetzwerke dafür zu gewinnen ist echt ein bisschen schwierig.
(Interview Haider, Zeile 51ff.)

Es gibt Gesundheitsverbände, die sehr interessiert sind. Der deutsche Frauenrat hat uns schon ein paar Mal unterstützt, wir haben gemeinsam Briefe geschrieben an Parlamentarier. Ansonsten sind wir sehr gut vernetzt in der Umweltszene, also viel mehr eigentlich als in der Frauenszene. Zum Beispiel der deutsche Hausfrauenbund, den will ich unbedingt weiter dazu kriegen, dass sie das nicht nur in dem Umwelt-AK besprechen, sondern weitergehend. Aber die sagen, Umwelt ist im Moment gar kein Thema. Es geht um Arbeitslosigkeit, es geht um ganz andere Themen als um Umwelt.
(Interview Haider, Zeile 64ff.)

Auch Kallee von Greenpeace berichtet, dass es schwierig ist, Umweltthemen zu vermitteln. Greenpeace geht dabei den Weg über Gesundheitsthemen:

Unser Fokus ist im Grunde ja auch die Umwelt, das Problem ist ja nur, wenn man an den Verbraucher ran will, die Gesundheitsthemen abdecken muss, weil ansonsten das weder die Medien noch den Verbraucher interessiert. Umweltthemen sind einfach immer relativ schwierig zu vermitteln.
(Interview Kallee, Zeile 76ff.)

Zusammenfassend ist die Sichtweise der NRO, dass die EU Richtlinien zur Regulierung von MOF sowie zur Deklaration von Inhaltsstoffen erlassen kann, ein Verbot von MOF wird dabei nicht erwartet. Hinzu kommen Aktionen der NRO gegen MOF und Informationen der Verbraucher über Risiken sowie ein umwelt- und verbraucherorientiertes Verhalten der Verbraucher, die über ihr Einkaufsverhalten die Nachfrage nach Ersatzstoffen erhöhen und zugleich die Nachfrage von Produkten mit MOF verringern können.

Die **Nachfrage nach MOF-Produkten** wirkt sich direkt auf die Produktion und den Import von MOF aus. Wohingegen der Import durch den Grad der Regulierung nicht beeinflusst wird, da der Import von Produkten mit MOF aus Staaten außerhalb der EU kaum geprüft und unterbunden werden kann.

Es ist durchaus ein globales Problem. [...] Je restriktiver unsere Gesetzgebung ist, so eher gehen die Unternehmen wo anders hin und machen ohne Richtlinien und Verordnungen die Dinge woanders. Das ist auch nicht zielführend. [...] Gerade auch

die Chemikalien muss man in einem weltweiten Zusammenhang sehen. Wünschenswert wäre, es würden auf alle Importe die gleichen Richtlinien angewandt wie auf europäische Produkte. Wie das genau umgesetzt wird, da ist sich keiner so richtig einig. Es heißt zwar, importierte Artikel müssen auch berücksichtigt sein, aber da wird gestritten. Und die WTO sagt: Das ist ein Handelshemmnis. Man muss das auch immer so gestalten, dass es nicht bei der WTO durchfällt. Es kann nicht angehen, dass hier keiner mehr einen Stuhl mit einem bestimmten Lack beschichten kann, aber der gleiche eben aus China eingeführt wird.

(Interview Haider, Zeile 658ff.)

Im Wahrnehmungsgraphen fließen die MOF-Produktion in der EU und der Import von MOF-Produkten außerhalb der EU in den Faktor „Verbrauch“ ein. Dieser Faktor ist mit der Konzentration MOF in Oberflächengewässern und im menschlichen Körper verbunden (positive Korrelation). Und diese beiden Faktoren wirken wie beschrieben auf das Ziel „Umweltschutz verbessern“ und „menschliche Gesundheit erhöhen“ ein. Im Gegensatz zur Oberen Wasserbehörde und dem UBA sehen die NRO die Lösung nicht in *End-of-Pipe*-Strategien wie in der Aufrüstung von Kläranlagen, da die technischen Lösungen die diffusen Einträge nicht berücksichtigen können:

Es sind ja nicht mehr die lokalen Eintragspfade, sondern die diffusen Sachen [...]. Man kann die Einträge im Grunde nur über die Produkte steuern oder über das Konsumverhalten von Menschen. Und nicht: Wir haben jetzt hier ein Abflussrohr und da kommen die Schadstoffe an bestimmten Punkten heraus.

(Interview Kallee, Zeile 62ff.)

Neben Kampagnen und Projekten für die Zielgruppe der Verbraucher und Medien und darüber für die Zielgruppe der politischen Entscheidungsträger, setzen sich WCEF und Greenpeace für gemeinsame Projekte mit der weiterverarbeitenden Industrie und den Endherstellern ein:

Was wir noch recht wenig machen, wo ich noch ganz gerne hinkommen möchte, ist mit der Industrie gemeinsam, sei es Produkte zu entwickeln, die gesund sind. Oder sei es in ein Gespräch zu kommen statt sich gegenseitig zu beschuldigen.

(Interview Haider, Zeile 454ff.)

In Deutschland gab es interne Treffen zwischen BUND und Otto, aber die äußern sich nicht öffentlich zu REACH. Greenpeace und der BUND haben diverse Male versucht, Veranstaltungen zu machen, aber es klappt aber nicht. In Holland arbeiten Umweltverbände mit Kosmetik-Herstellern zusammen und gucken auf die Inhalte. In England im Elektronikbereich (bromierte Flammschutzmittel).

(Interview Kallee, Zeile 248ff.)

Ein gelungenes Beispiel für eine Kooperation erläutert Haider mit dem Projekt „Nestbau“, einer zentralen Informationsplattform im Internet, die im Jahr 2007 umgesetzt wurde und noch heute online ist und weiterhin aktualisiert wird (<http://www.nestbau.info/>):

Das Projekt „Nestbau“ (gesundes Kinderzimmer), das gemeinsam vom WECF, H&M, Teppichherstellern und Möbelhäusern durchgeführt wird, ist ein Beispiel für eine Handlungsoption.

(Interview Haider, Zeile 460ff.)

[...] für die Verbraucher ist es ein Vorteil, für die Produkte, die dann eher gekauft werden, die gesünderen Produkte, die dann eher gekauft werden und vielleicht die Unternehmen dann feststellen, das ist ein Verkaufsargument. Also nicht so ein Schreckensszenario.

(Interview Haider, Zeile 522ff.)

Ein Umdenken bei der weiterverarbeitenden Industrie wird von Haider beschrieben. Dies ist im Wahrnehmungsgraphen unter der Erwartung „eigene Umweltstandards setzen (Nachhaltigkeitsimage)“ zusammengefasst. Diese Erwartung wirkt auf den Faktor **Ersatzstoffproduktion**, auf den auch die Handlung „Mit Endherstellern kooperieren“ der NRO einwirkt. Das Umdenken bei der Industrie beschreibt Haider am Beispiel der Phtalate:

Phtalate kommen jetzt gerade ein bisschen in das Bewusstsein. Es gibt mittlerweile schon Produkte, da steht ‚*Phtalat free*‘ drauf. Bei Schlecker, bei Tchibo, also selbst diese Hersteller schreiben das mittlerweile drauf. Es gab wohl Nachfragen, ob da Phtalate drin sind.

(Interview Haider, Zeile 333ff.)

Ein weiteres interessantes Beispiel für die Umweltstandards der weiterverarbeitenden Industrie bzw. der Firmen, die die Produkte an die Verbraucher verkaufen, ist das Unternehmen H&M, das eine Liste mit Chemikalien führt, welche nicht in die Produkte Eingang finden dürfen:

Gerade bei H&M weiß ich, die haben PVC ersetzt und haben eine ganz tolle Chemikalienpolitik, mittlerweile. Weiß aber keiner. Das wird nicht kommuniziert. [...] Aber die haben wirklich, meiner Meinung nach, für so ein Unternehmen ein hervorragendes Management. Die haben eine Liste von Chemikalien, die sie jedes mal erweitern, eben im Vorsorgeprinzip. So bald sie [H&M] von einer Studie über eine Chemikalie erfahren, die Gesundheitsschäden nachweist, dann nehmen die dies aus dem Programm und ersetzen das. Ich habe auch gefragt: Warum kommuniziert ihr das nicht? Das weiß weder ein Verkäufer bei euch, noch wissen es irgendwelche Kunden. Ich sage euch, in Deutschland wäre es für die Leute ein tolles Kaufargument. [...] Selbst wenn sie Produkte machen, die wirklich gut und gesund und ökologisch sind, tun sie es oftmals nicht so benennen.

(Interview Haider, Zeile 347ff.)

Haider betont, dass die Hersteller der problematischen Substanzen nicht von sich aus auf die Produktion der Substanzen verzichten und in die Ersatzstoffentwicklung investieren. Neben kritischen Verbrauchern und Unternehmen wie H&M sieht Haider als weiteren Akteur den Staat, der durch gesetzliche Regulierungen die Hersteller zwingen kann, Alternativen zu produzieren bzw. zu entwickeln. Eine Regulierung muss nicht unbedingt ein Verbot der Substanzen sein, sondern könnte z. B. auch eine Steuer auf problematische Substanzen/Produkte sein:

Da sehe ich auch den Staat gefordert, er muss regulativ eingreifen. Unternehmen werden nicht freiwillig Umweltschützer. Sie haben keinen Vorteil davon. Wenn das Produkt zu teuer ist und keiner will es kaufen, dann wird es vom Markt verschwinden. [...] Genaue Details vorzugeben finde ich nicht gut, lieber Rahmenbedingungen. [...] Warum brauchen wir Shampoos, die langfristig Allergien verursachen? Es gibt genug Alternativen.

(Interview Haider, Zeile 474ff.)

Analyse des Wahrnehmungsgraphen der NRO

Die *Inferred Strategies*-Analyse des Wahrnehmungsgraphen des Akteurs NRO ergibt, dass von theoretisch $7^5 = 16.807$ möglichen Handlungskombinationen 1.750 zum maximalen Nutzen von 2 (siehe Abbildung 5.8 auf der nächsten Seite) führen. Allerdings wurden nur neun Handlungskombinationen berechnet, die mit dem geringstmöglichen Aufwand zum maximalen Nutzen führen.

Das Ergebnis in der Abbildung 5.8 auf der nächsten Seite) zeigt, dass die Handlung „Umwelt- und verbraucherorientierte Richtlinien erlassen“ des Akteurs EU den größten

Einfluss auf die Zielerreichung und damit verbunden auf den Nutzen des Akteurs NRO hat. Wenn beispielsweise die EU die genannte Handlung sehr verstärkt (großes Plus) und damit sowohl eine Deklarationspflicht der Inhaltsstoffe als auch eine Regulierung über Grenzwerte von MOF einführt, so wirkt sich dies – verbunden mit einem gegenüber heute gesteigerten Umweltverhalten der Verbraucher (mittleres Plus) – so positiv auf die Zielerreichung der NRO aus, dass der maximale Nutzen und die maximal mögliche Zufriedenheit von 100 % erreicht wird.

Umwelt- und Verbraucherorganisationen		
Factors	Base	Ideal
Aktionen gegen MOF durchführen [NRO]	○	1 ○ 2 + 3 ○ 4 + 5 ○ 6 ○ 7 ○ 8 ○ 9 ○ (+1741)
Mit Endherstellern kooperieren [NRO]	○	1 ○ 2 ○ 3 ○ 4 ○ 5 ○ 6 ○ 7 ○ 8 ○ 9 ○ (+1741)
umwelt- und gesundheitsbewusst handeln [Verbraucher]	○	1 + 2 + 3 + 4 ○ 5 + 6 + 7 ○ 8 + 9 ○ (+1741)
Umwelt- und verbraucherorientierte Richtlinien erlassen [EU]	○	1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6 + 7 + 8 + 9 + (+1741)
Verbraucher über Risiken informieren [NRO]	○	1 ○ 2 ○ 3 ○ 4 + 5 + 6 + 7 + 8 + 9 + (+1741)
Utility	-1.3	2
Satisfaction	0%	100%
Frustration	67%	0%
Detailed analysis	<ul style="list-style-type: none"> ○ Menschliche Gesundheit  -0.67 ○ Umweltschutz  -0.67 <p>Utility: -1.3</p>	<ul style="list-style-type: none"> 1 1 <p>Utility: 2</p>

Abbildung 5.8: Ergebnis der *Inferred Strategies*-Analyse des Wahrnehmungsgraphen des Akteurs Umwelt- und Verbraucherschutzorganisationen (NRO). Angegeben sind der Nutzen-, der Zufriedenheits- und der Frustrationswert für den *base* und den *ideal case* sowie die Handlungskombinationen, die mit dem geringsten Aufwand zum *ideal case* führen. In Klammern ist die Anzahl der weiteren Handlungskombinationen angegeben, die mit größerem Aufwand zum gleichen Ergebnis führen. Im Abschnitt *Detailed analysis* sind die Zielsetzungen (in Form eines Histogramms), die Veränderung des Ziel-Faktors (in Form eines Balkendiagramms), der ermittelte Nutzenwert für die einzelnen Ziele und der Gesamt-Nutzenwert dargestellt.

Neben dieser Handlungsstrategie gibt es acht weitere, die den höchsten Nutzen erzielen können. Dafür wird für die Handlung der EU entweder ein großes oder ein mittleres Plus vorgesehen (= verstärkte bzw. sehr verstärkte Zunahme der Handlung gegenüber heute) und zugleich müssen entweder die Verbraucher mit der Zunahme der Handlung „umwelt- und verbraucherorientiert handeln“ oder die NRO mit der Zunahme der Handlung „Verbraucher über Risiken informieren“ zur Zielerfüllung beitragen.

Die Handlungen „Aktionen gegen MOF durchführen“ und „mit Endherstellern kooperieren“, beide durch den Akteur NRO, wirken positiv auf die Ziele des Akteurs ein, tragen allerdings in der Gesamtbetrachtung nicht zur Zielerfüllung bei. Beide Handlungen können bis auf eine Ausnahme gleichbleibend gegenüber heute weitergeführt werden, ohne dass sich eine Änderung für den Nutzen der NRO ergibt. Dies ist da-

durch zu erklären, dass diese Handlungen eine geringere Wirkung als die Handlungen der EU, der Verbraucher und der „Verbraucher informieren“ Handlung der NRO haben. Die Handlung „mit Endherstellern kooperieren“ wirkt ebenso wie die Erwartung der zunehmenden Umweltstandards der weiterverarbeitenden Industrie auf den Faktor Ersatzstoffproduktion ein. Da die Erwartung bereits positiv wirkt, müssen die NRO – wenn man der *Inferred Strategies*-Analyse folgt – dies nicht noch zusätzlich unterstützen, da die Ersatzstoffproduktion in jedem Falle steigt und damit die MOF-Produktion und damit verbunden auch die Konzentrationen in den Oberflächengewässern und im menschlichen Körper abnimmt.

Falls sich jedoch die EU entschließen sollte, keinerlei Regulierung durchzuführen, so würden sich auch die Handlungskombinationen der NRO ändern (siehe Abbildung 5.9). Um die eigenen Ziele zu erreichen, wäre es nun aus Sicht der NRO notwendig, die Verbraucher sehr intensiv über die Risiken mit MOF zu informieren und/oder zugleich müssten die Verbraucher so handeln, dass sie Produkte mit Ersatzstoffe verstärkt nachfragen und Produkte mit MOF ablehnen (Handlung „umwelt- und verbraucherorientiert handeln“).

		Umwelt- und Verbraucherorganisationen	
Factors		Base	Ideal
Aktionen gegen MOF durchführen [NRO]	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	1 2 3 4 5 6 7 8 (+125)
Mit Endherstellern kooperieren [NRO]	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	1 2 3 4 5 6 7 8 (+125)
umwelt- und gesundheitsbewusst handeln [Verbraucher]	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	1 2 3 4 5 6 7 8 (+125)
Umwelt- und verbraucherorientierte Richtlinien erlassen [EU]	<input type="radio"/>		all 133
Verbraucher über Risiken informieren [NRO]	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	1 2 3 4 5 6 7 8 (+125)
Utility		-1.3	2
Satisfaction		0%	100%
Frustration		67%	0%
Detailed analysis		<input type="radio"/> Menschliche Gesundheit -0.67 <input type="radio"/> Umweltschutz -0.67 Utility: -1.3	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 1 Utility: 2

Abbildung 5.9: Teilergebnis der *Inferred Strategies*-Analyse des Wahrnehmungsgraphen des Akteurs Umwelt- und Verbraucherschutzorganisationen (NRO) unter der Prämisse, dass die EU ihre Handlung nicht verändert (Symbol o). Angegeben sind der Nutzen-, der Zufriedenheits- und der Frustrationswert für den *base* und den *ideal case* sowie die Handlungskombination, die mit dem geringsten Aufwand zum *ideal case* führen. Die Angabe (+125) zeigt an, dass es 125 weitere Handlungskombinationen gibt, die mit größerem Aufwand zum gleichen Ergebnis führen. Im Abschnitt *Detailed analysis* sind die Zielsetzungen (in Form eines Histogramms), die Veränderung des Ziel-Faktors (in Form eines Balkendiagramms), der ermittelte Nutzenwert für die einzelnen Ziele und der Gesamt-Nutzenwert dargestellt.

Neu hinzu kommt gegenüber der ersten Analyse die Empfehlung einer leichten bis mittleren Zunahme der Handlung „Aktionen gegen MOF durchführen“. Es zeigt sich, dass auch ohne eigene Initiative der EU die Ziele der NRO erreicht werden können, unter der Voraussetzung, dass die Verbraucher ihre Macht nutzen und die weiterverarbeitenden

Industrie eigene, von der Gesetzgebung unabhängige, Umweltstandards festlegt und diese auch durchsetzen kann.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass nur eine Kombination von verschiedenen Handlungsänderungen von mehreren Akteuren zur Zielerreichung der NRO führt. Relevant sind dabei die EU durch die Regulierung und insbesondere durch eine Deklarationspflicht und die weiterverarbeitenden Industrie durch eigene Umweltstandards. Wichtige Faktoren sind die Ersatzstoffproduktion und die Nachfrage nach Ersatzstoffen, hingegen spielt die WRRL und die Anpassung der Kläranlagentechnik keine Rolle.

5.2.5 Akteur Wasserversorger

Wasserversorger

Unter „Wasserversorger“ werden in dieser Arbeit die privatwirtschaftlichen und kommunalen Wasserversorgungsunternehmen zusammengefasst, die Trinkwasser gewinnen, aufbereiten und verteilen. Aufgaben der Wasserversorgungsunternehmen sind das Betreiben von Wasserversorgungsanlagen und die Überwachung des Rohwassers.

Das Untersuchungsgebiet des Projektes INTAFERE, das Hessische Ried, gehört zum Versorgungsgebiet der Hessenwasser GmbH & Co. KG. Das regionale Wasserversorgungsunternehmen Hessenwasser gehört zu 36,5 % der Mainova AG Frankfurt, zu 27,3 % der HEAG Süd Hessische Energie AG, zu 18,2 % der ZV Riedwerke Groß-Gerau und zu 18,2 % der ESWE Versorgungs AG (HESSENWASSER 2009a). Die direkten Eigentümer der Hessenwasser sind kommunale Unternehmen, die teilweise einen privaten Partner als Minderheitseigentümer haben, wie die Mainova AG, die über die Stadtwerke Frankfurt am Main Holding zu 75,2 % der Stadt Frankfurt gehört. Die restlichen Anteile der Mainova AG verteilen sich auf die Thüga AG (24,4 %) und Aktien im Streubesitz (0,4 %) (MAINOVA 2009).

Die Hessenwasser sieht als ihre Aufgaben die „sichere Versorgung von Südhessen mit qualitativ hochwertigem Trinkwasser, regionalweite Koordinierung und Bündelung der Wasserbeschaffung“ und die „günstige Wasserbeschaffungskosten durch Ausnutzung von Synergien“ (HESSENWASSER 2009b) für mehr als 2 Millionen Menschen im Raum Südhessen, inklusive des Rhein-Main-Gebietes mit der Stadt Frankfurt am Main.

Neben der Versorgungssicherheit und der regionalen Verbundenheit – als Unternehmen von Landkreisen und Kommunen im Rhein-Main-Neckar-Raum – ist für Hessenwasser auch die nachhaltige Wasserwirtschaft ein großes Anliegen. Die Unternehmensziele von Hessenwasser sind eine „bedarfsorientierte Bereitstellung von Trinkwasser in hervorragender Qualität und ausreichender Menge, vorbeugender Gewässerschutz in Verbindung mit einer umweltverträglichen und nachhaltigen Trinkwassergewinnung“ und eine „angemessene Verzinsung des Kapitals“ (HESSENWASSER 2009c).

Wahrnehmung des Wasserversorgers

Der Wahrnehmungsgraph in der Abbildung 5.10 auf Seite 104 zeigt die Wahrnehmung des Akteurs „Wasserversorger“ aus Sicht des Unternehmens Hessenwasser, vertreten durch Dr. Bernhard Post (Bereichsleiter Trinkwassergüte) und Arnd Allendorf (Bereichsleiter Ressourcenschutz und Umweltsicherung)⁹. Alle folgenden Beschreibungen beziehen sich auf diesen Wahrnehmungsgraphen.

Zuerst eine Übersicht der fünf Ziele des Wasserversorgers:

1. Trinkwasserrelevante Stoffe sollen auf der Prioritären Liste der WRRL ergänzt, also neu aufgenommen werden.

⁹Mit Post und Allendorf wurde ein gemeinsames Experteninterview geführt, daher beziehen sich die Zitate beider Personen auf die Transkription des einen Interviews „Hessenwasser“.

2. Die Konzentration von MOF im Grundwasser soll nicht steigen, da bisher keine relevanten MOF-Konzentrationen im Grundwasser gemessen wurden, wird ein Gleichbleiben als „neutral“ bewertet, lediglich eine Zunahme wird negativ gesehen.
3. Die Konzentration von MOF im Trinkwasser soll keinesfalls steigen, da auch hier bisher keine relevanten MOF-Konzentrationen gemessen wurden, wird ein Gleichbleiben als „neutral“ bewertet, lediglich eine Zunahme wird negativ gesehen. Eine Zunahme von MOF im Trinkwasser wird allerdings kritischer als eine Zunahme von MOF im Grundwasser eingeschätzt.
4. Die naturnahe und einfache Trinkwasseraufbereitung soll nicht zugunsten von naturfernen Verfahren reduziert werden.
5. Der Gewinn des Wasserversorgungsunternehmens soll steigen (Gewinnorientierung).

Betrachten wir zuerst das Ziel der Aufnahme von trinkwasserrelevanten Stoffen in die WRRL. Der Akteur Wasserversorger ist der Meinung, dass die Trinkwasserversorgung und -nutzung und damit verbunden trinkwasserrelevante Stoffe bisher zu wenig Berücksichtigung in der WRRL gefunden haben:

[...] im Rahmen der WRRL [...] werden [wir] natürlich auch dort versuchen, die Interessen der Trinkwasserversorgung, die nach dem jetzigen Stand nur unzureichend berücksichtigt werden, auch zu verfolgen. [...] Und ein Schwerpunkt unserer Stellungnahme ist, dass der Aspekt der Trinkwasserversorgung und -nutzung im Rahmen der WRRL nur nachrangig behandelt wird [...] Allein die Wechselwirkung Oberflächenwasser – Grundwasser ist dort nur insoweit berücksichtigt, wie Grundwasser Auswirkungen auf die Ökologie der Oberflächenwasser haben kann, aber umgekehrt gibt es dort keinen einzigen Bezug, und das wird auch im Rahmen der Umsetzung nicht weiter verfolgt.

(Interview Hessenwasser – Allendorf, Zeile 211ff.)

Um das Grundwasser – und damit verbunden auch das Trinkwasser – frei von problematischen Substanzen, wie der MOF, zu halten, wird als Ziel formuliert, trinkwasserrelevanten Substanzen auf die Prioritäre Liste der WRRL zu setzen. Damit wird es möglich, die Konzentrationen dieser Substanzen in den Gewässern zu verringern und damit im Sinne des Vorsorgeprinzips das Grund- und Trinkwasser von den trinkwasserrelevanten Stoffen frei zu halten. Über die Handlung „Umwelt- und verbraucherorientierte Richtlinien erlassen“ des Akteurs EU wird der **Grad der Regulierung** beeinflusst. Eine Möglichkeit der Regulierung ist die beschriebene Aufnahme von trinkwasserrelevanten Stoffe in die WRRL. Allendorf erläutert die Sichtweise von Hessenwasser:

Also dieser Aspekt: Emissions-/Immissionsprinzip, wobei es darum geht, dass man versucht, die beiden Sachen zu kombinieren, indem man dann auch prioritäre Stoffe definiert und versucht, sie mit Hilfe eines Einleitungsverbotes zu bewegen, sind natürlich für uns grundsätzlich wichtig und auch zu unterstützen [...]. Viele der Stoffe [...] sind hinsichtlich der Grundvorgängigkeit [sind] völlig vernachlässigbar, weil sie an Sedimentpartikel gebunden sind und dann im Oberflächenwasser irgendwann natürlich dann nachweisbar sind, aber im Grundwasser nicht. Also sie haben dann auch überhaupt keine Relevanz mehr für die Trinkwasserversorgung, weder im Rahmen der Aufbereitung noch im Rahmen der Grundwassergängigkeit. Und andere Stoffe, die für uns sehr wohl natürlich ins Blickfeld kommen müssen, auch wenn sie mit der Toxizität vielleicht noch nicht bekannt sind, aber einfach naturfremd sind, aber im Grund- und vor allem im Trinkwasser nichts zu suchen haben, werden überhaupt nicht oder nur sehr nachlässig berücksichtigt.

(Interview Hessenwasser – Allendorf, Zeile 231ff.)

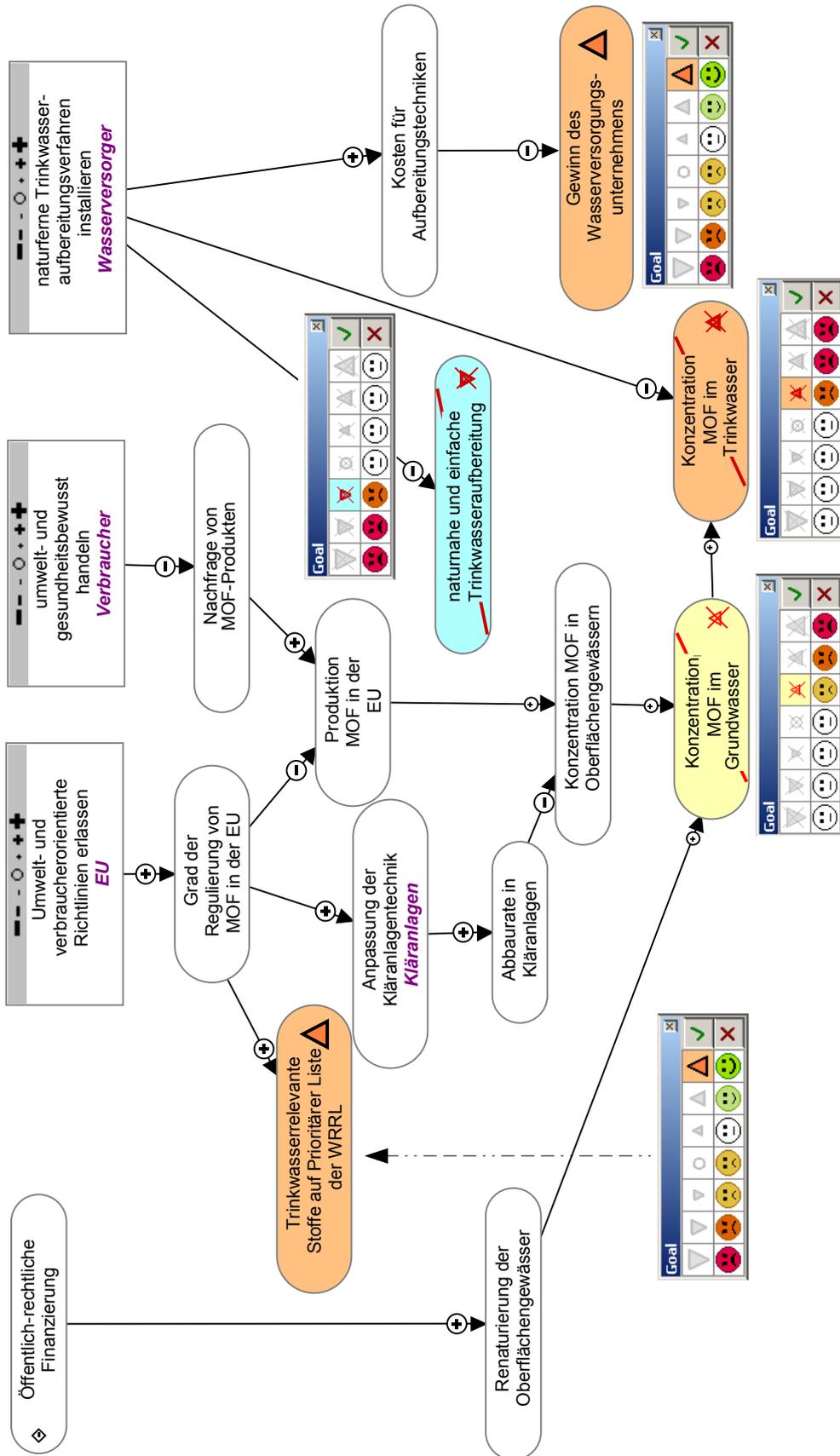


Abbildung 5.10: Wahrnehmungsgraph des Akteurs Wasserversorger

Die Handlung „Umwelt- und verbraucherorientierte Richtlinien erlassen“ der EU wirkt über den Faktor „Grad der Regulierung“ auf die Anpassung der Kläranlagentechnik ein. Durch EU- bzw. deutschlandweit festgesetzte Grenzwerte in Kläranlagenabflüssen müssten die Kläranlagenbetreiber die Kläranlagentechnik aufrüsten. Dies betrifft v. a. die industriellen Kläranlagen. Dies führt zu einer erhöhten Abbaurate der Substanzen in den Kläranlagen und damit zu einer verminderten Konzentration von MOF in Oberflächengewässern.

Eine weitere Möglichkeit der Regulierung durch die EU ist ein Verbot der Substanzen für gewässerrelevante Anwendungsbereiche. Durch solch ein Verbot würde die Produktion von MOF in der EU reduziert werden. Im folgenden Zitat erläutert Post, dass er für Stoffe, die sich einfach vermeiden lassen, eine Regulierung in Form eines Verbotes erwartet und bei Stoffen, für die es keine Ersatzstoffe gibt, eine technische Lösung in Form der Aufbereitung des Trinkwassers notwendig wird:

Substitution der Stoffe, Ersatz durch Stoffe, die weniger problematisch sind, sofern das im Einzelfall wirklich möglich ist. Bei Stoffen, die sich vermeiden lassen, ist es einfach. Etwas anders kann der Ansatz sein bei Stoffen, die [...] ins Trinkwasser gelangen, und wo man auch einmal überlegen kann, mache ich selbst eine Aufbereitung oder ähnliches.

(Interview Hessenwasser – Post, Zeile 1290ff.)

Neben Verboten kann die EU bzw. der Gesetzgeber auch Grenzwerte für Oberflächengewässer und für Trinkwasser festsetzen. Am Beispiel der Pestizide verdeutlicht Allendorf die Regulierung durch Grenzwerte und führt aus, dass ein Grundwasserschaden durch das Überschreiten von Grenzwerten entsteht. Falls problematische Substanzen im Grund- bzw. Trinkwasser vorkommen, die keinem Grenzwert unterliegen, so wird dies nicht als Grundwasserschaden beurteilt:

[...] bei den Pestiziden ist die Situation ja recht einfach zu handeln. Dafür gab es einen Grenzwert. Da ist ganz klar: wenn es eine Überschreitung dieses Grenzwerts gibt, müssen die Behörden aktiv werden. Da gibt es ein ganz klares Prozedere in der Trinkwasserordnung und auch in den Empfehlungen vom Umweltbundesamt, entsprechend gilt es bei Sanierungsvorgaben etc. Es gibt Werte für Trinkwasser, die toxikologisch gebunden sind [...]. Da ist ein klares Prozedere vorgegeben, das gilt für die Behörden auch. [...] Wir müssen im Prinzip ja erst mal nachweisen, dass wir überhaupt einen Schaden erlitten haben, einen Grundwasserschaden [...]. Ein Schaden definiert sich heute [...] juristisch über die Einhaltung von Grenzwerten und über die Ausfälle oder die Zusatzaufwendungen die man kostenseitig hat.

(Interview Hessenwasser – Allendorf, Zeile 689ff.)

Hessenwasser hat ein eigenes Labor in Darmstadt, in dem Wasserproben untersucht werden. Der Fokus liegt dabei auf dem „Rohwasser“, also dem Grund- bzw. Oberflächenwasser, wenn dieses Wasser über Aufbereitungsanlagen zu Trinkwasser wird, und dem Trinkwasser. Auf Nachfrage führt Allendorf aus, dass nur vereinzelte MOF untersucht wurden und diese auch nicht regelmäßig. Dies hängt damit zusammen, dass hauptsächlich die in der Trinkwasserverordnung vorgesehenen Stoffe analysiert werden und es auch eine Frage der Kosten ist, weitere Stoffe zu analysieren:

Die Analyseprogramme sind natürlich zugeschnitten auf die Problematik in dem jeweiligen Einzugsgebiet. In erster Linie sind es die Parameter der Trinkwasserverordnung, die uns hier interessieren. Wir sind ja auch gehalten wirtschaftlich zu arbeiten und insofern die Stoffe bzw. die Analytik auf diese Spurenstoffe zu beschränken.[...]

(Interview Hessenwasser – Allendorf, Zeile 108ff.)

Der Wasserversorger geht davon aus, dass die Inhaltsstoffe der Produkte nur im geringen Maße Eingang in die Gewässer finden, da der größere Teil von ihnen in den Kläranlagen oder in der Bodenpassage abgebaut wird. Daher ist der Faktor **Produktion MOF in der EU** nur mit einer schwachen positiven Korrelation mit der MOF-Konzentration in Oberflächengewässern verbunden. So stellt Allendorf fest, dass in der WRRL Stoffe berücksichtigt werden, die für die Wasserversorger keine Relevanz besitzen:

Das heißt, da [in der WRRL] stehen eine Menge Stoffe drin, die überhaupt aus unserer Sicht nicht trinkwasserrelevant sind, teilweise nicht mal wasserwerksrelevant, das heißt die bei der Bodenpassage schon problemlos entfernt werden.
(Interview Hessenwasser – Allendorf, Zeile 742ff.)

Als weitere Handlung ist das Verbraucherverhalten aufgeführt, dass die **Nachfrage nach MOF-Produkten** reduzieren kann und damit auf die Konzentration von MOF in Oberflächengewässern einen Einfluss hat. Post nennt im folgenden Zitat die politischen Entscheidungsträger (im Wahrnehmungsgraphen steht stellvertretend dafür die EU) und die Verbraucher:

Es sind die politischen Entscheidungsträger, die einfach den Rahmen stellen müssen, um agieren zu können. Auf der anderen Seite gibt es natürlich den Verbraucher, der durch sein Verbrauchsverhalten auch in der Vergangenheit schon sehr oft wirken und vor allem auch Vorgaben machen konnte, also mit Sicherheit starken Einfluss haben kann.
(Interview Hessenwasser – Post, Zeile 1535ff.)

Allendorf beschreibt, dass das öffentliche Interesse an Trinkwasser-Fragen nachgelassen hat und führt als Grund die wirtschaftliche Entwicklung und das höhere Umweltbewusstsein an:

Also mein Eindruck ist, dass das Interesse an qualitätsbezogenen Fragen in der Öffentlichkeit doch stark nachgelassen hat. Viel mehr Nachfragen gab es vor Jahren noch über Pestizide oder über Blei im Trinkwasser oder Arzneimittel oder wie auch immer. Dann vor fünf, sechs oder sieben Jahren standen die Telefone hier nicht still, und wir konnten hier wirklich einen Telefondienst einrichten, der ständig neben dem Gerät saß und auch beschäftigt war. Das hat sich mit der wirtschaftlichen Entwicklung und möglicherweise auch aufgrund des gestiegenen Umweltbewusstseins geändert.
(Interview Hessenwasser – Allendorf, Zeile 948ff.)

Wenn man die Einflusswege der beschriebenen Handlungen weiter im Wahrnehmungsgraphen verfolgt, so sieht man, dass deren Wirkungen im Faktor **Konzentration MOF in Oberflächengewässern** zusammenfließen. Hinzu kommt der Faktor der Renaturierung von Oberflächengewässern, der mit einer positiven Korrelation mit der MOF-Konzentration verbunden ist. Es mag auf den ersten Blick überraschend erscheinen, dass Renaturierungsmaßnahmen aus Sicht der Wasserversorger zu einer, wenn auch nur kleinen, Erhöhung der Konzentration von MOF im Grundwasser führen sollen. Eine Renaturierung von Oberflächengewässern umfasst das Entfernen von Betonschalen – damit verbunden ist eine geringere Fließgeschwindigkeit. So können ökologisch sinnvolle Renaturierungsvorhaben dazu führen, dass Problemstoffe in das Grundwasser versickern. Auf die Frage, ob es Zielkonflikte zwischen dem Umweltschutz, Stichwort „Renaturierung“, und der Trinkwasseraufbereitung gibt, nennt Allendorf diese Verknüpfung:

Auf jeden Fall, und zwar auch wieder im Zusammenhang mit der WRRL [...]. Es gab auch beim [Hessischen] Ried zunächst immer wieder Diskussionen, diese Bäche

hier naturnah zu regenerieren. [...]. Genau, das [Betonschalen herausnehmen] würde dazu führen, dass ja mehr Wasser versickert aus diesen Bächen und eben auch das Problemstoffe viel besseren Zugang haben zum Grundwasser. Das heißt, so eine Maßnahme sollte dann immer voraussetzen, dass die Gewässerqualität vorhanden ist.

(Interview Hessenwasser – Allendorf, Zeile 1122ff.)

Als weiteres Beispiel von Renaturierungsmaßnahmen nennt Post die Ausweitung von Überschwemmungsgebieten. Auch hier bestünde die Problematik, dass Stoffe in das Grundwasser eingetragen werden, insbesondere bei Hochwasser, und die Grundwasserbeschaffenheit und damit die Grundwasserqualität verändern können. Post ergänzt, dass Untersuchungen diesbezüglich in Dresden gezeigt hätten, dass der Einfluss der Grundwasserqualität kurzzeitig war. Bei Untersuchungen in Karlsruhe hingegen kam es in Überschwemmungsgebieten, über mehrere Jahre betrachtet, zu einer Verschlechterung der Grundwasserqualität.

Im Zuge der Umsetzung der WRRL sollen im Jahr 2009 für das Hessische Ried Bewirtschaftungspläne entworfen und verabschiedet werden. Post ist der Meinung, dass in diesen Bewirtschaftungsplänen nur kosteneffiziente (Renaturierungs-)Maßnahmen für die Erreichung der Ziele der WRRL enthalten sein werden. Dies ist im Wahrnehmungsgraphen mit der Erwartung einer leicht sinkenden öffentlich-rechtlichen Finanzierung für Renaturierungsmaßnahmen der Oberflächengewässer dargestellt.

Da die Wasserversorger davon ausgehen, dass die MOF nur im geringen Maße vom Oberflächenwasser in das Grund- und Trinkwasser eingetragen werden, ist der Faktor „Konzentration MOF in Oberflächengewässern“ nur mit einer schwachen positiven Korrelation mit der MOF-Konzentration im Grundwasser verbunden und diese wiederum mit ebenfalls nur einer schwachen positiven Korrelation mit der MOF-Konzentration im Trinkwasser.

Wir haben natürlich einerseits hier relativ hohe Konzentrationen, andererseits aber auch, bezogen auf das Grundwasser, sehr geringe Fracht. Das heißt, der unmittelbare Einfluss auf das Grundwasser wirkt sich in aller Regel nur in den Randbereichen der Gewässer aus, und die Frachten, die dann insgesamt ins Grundwasser kommen sind gering.

(Interview Hessenwasser – Post, Zeile 1358ff.)

Als Ziele wurden vom Wasserversorger formuliert, dass die **Konzentration von MOF im Grundwasser** nicht steigen soll. Da aber bisher keine relevanten MOF-Konzentrationen im Grundwasser gemessen wurden, wird ein Gleichbleiben als „neutral“ bewertet, lediglich eine Zunahme wird negativ gesehen. Zugleich soll die Konzentration von MOF im Trinkwasser keinesfalls steigen. Da auch hier bisher keine relevanten MOF-Konzentrationen gemessen wurden, wird ein Gleichbleiben als „neutral“ bewertet und eine Zunahme negativ gesehen.

Falls es zu einer lokalen Belastung des Rohwassers im Hessischen Ried kommen sollte, so ist dies nach Post nicht problematisch, da das den Nutzern gelieferte Trinkwasser ein Mischwasser ist – gewonnen aus dem Rohwasser verschiedener Grundwasserbrunnen. Post schildert, dass bereits Pestizide und Arzneimittel im Grundwasser gefunden wurden, aber durch Verdünnung (bedingt durch Weg vom belasteten Oberflächenwasser zum Grundwasser), Grundwasserneubildung und Mischung von belasteten und unbelasteten Rohwasser das Trinkwasser den gesetzlichen Anforderungen entspricht.

Wir haben natürlich in den Oberflächengewässern [...] auch Pestizide, Arzneimittel und ähnliches. Das ist auch schon seit längerem bekannt. Die findet man teilweise auch im Grundwasser, je nach Grundwassergängigkeit, wobei unsere Wasserwerke aber noch deutlich in einiger Entfernung liegen von den Oberflächenwässern und

wir haben insofern dann noch eine erhebliche Verdünnung [der problematischen Substanzen]. Wir haben eine Grundwasserneubildung auf der Wegstrecke zu den Brunnen. Wir haben im Wasserwerk mehrere Brunnen, also 11, 12, 15 Brunnen. Das heißt, das gewonnene Rohwasser ist ein Mischwasser aus verschiedenen Brunnen, die sich über eine Strecke von mehreren Kilometern hinzieht. Und insofern ist eine lokale Belastung doch nicht so relevant für das Trinkwasser.

(Interview Hessenwasser – Post, Zeile 184ff.)

Eine Zunahme von **MOF im Trinkwasser** wird allerdings kritischer als eine Zunahme von MOF im Grundwasser eingeschätzt. Für diese Ziele ist die „Wasserwerks-“ und die „Trinkwasserrelevanz“ von Stoffen entscheidend:

Und da ist natürlich für uns das Kriterium in erster Linie die Wasserwerksrelevanz von Stoffen. Das ist definiert worden als ein Stoff der [...] vom Oberflächenwasser durch die Bodenpassage in die Förderbrunnen kommen kann, indem, wie gesagt, auch am gesamten Rhein in Deutschland praktisch [...] kein Flusswasser direkt, von Talsperren mal abgesehen, so eine Passage hinter sich hat. Die Bodenpassage ist das Kriterium für die Wasserwerksrelevanz. Wenn Stoffe durch die Bodenpassage durchkommen, also schwer abbaubar sind unter natürlichen Bedingungen, dann sind sie wasserwerksrelevant. Die nächste Stufe wäre dann, wenn ich den Stoff im Rohwasser habe, zu schauen, ob es vielleicht dann doch Möglichkeiten gibt, entsprechend mit einer Standardaufbereitung, Aktivkohle in erster Linie, zu reagieren, und wenn ich das nicht kann, dann ist er trinkwasserrelevant. Und das sind die Stoffe, auf die wir uns in erster Linie bei der Gewässerüberwachung, bei der Trinkwasserüberwachung konzentrieren.

(Interview Hessenwasser – Post, Zeile 304ff.)

Sollten MOF vom Wasserversorger oder vom Gesetzgeber als trinkwasserelevant eingestuft werden, so müssten die Wasserwerke nachgerüstet werden. Post führt Aktivkohle an, die in Trinkwasseraufbereitungsanlagen eingesetzt wird:

Also das Resultat dieser Eigenschaft, die Trinkwasserrelevanz, haben in aller Regel die Stoffe, die schwer abbaubar sind, die persistent sind, die die Bodenpassage überstehen, sich also beim natürlichen Abbauverhalten ungünstig darstellen und schlecht absorbiert werden im Boden. [...] Bei denen, die trinkwasserrelevant sind, muss man sicher noch mal differenzieren. Da steht dann natürlich das Kriterium Toxizität an erster Stelle für uns.

(Interview Hessenwasser – Allendorf, Zeile 548ff.)

Ein wichtiges Ziel der „Internationalen Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke im Rheineinzugsgebiet“ (IAWR)¹⁰, welches auch Hessenwasser teilt, ist eine **naturnahe und einfache Trinkwasseraufbereitung**, die nicht zugunsten von naturfernen Verfahren reduziert werden soll:

Das ist ja das Problem der Wasserwerke, die Wassergewinnung so zu betreiben, wie es eben unserer eigenen Philosophie entspricht, nämlich der Dienstleistung, [...] dass unsere Trinkwasserqualität sich orientieren soll an unbelastetem Grundwasser. [...] Die Arbeitsgemeinschaft Rheinwasserwerke und die IAWR haben da entsprechend noch einmal gesagt, wir wollen ein Trinkwasser gewinnen, das möglichst mit einem einfachen Aufbereitungsverfahren mit naturnahen Aufbereitungsverfahren darstellbar ist. Wir wollen also keine Trinkwasserfabrik. [...] Wir wollen mit Enteisenung und Entmanganung und mit der Bodenpassage als ganz banalem Bestandteil einer Wassergewinnung in der Lage sein, gutes Trinkwasser zu gewinnen.

(Interview Hessenwasser – Post, Zeile 285ff.)

¹⁰Die „Internationale Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke im Rheineinzugsgebiet“ vertritt als Dachorganisation die Mitglieder der Arbeitsgemeinschaft der Rheinwasserwerke e. V. (ARW), der Arbeitsgemeinschaft Wasserwerke Bodensee-Rhein (AWBR) sowie der Vereniging van Rivier Waterbedrijven (RIWA).

Schließlich verfolgt ein Unternehmen das Ziel der Gewinnorientierung. Im Wahrnehmungsgraph ist dieses Ziel als „Gewinn des Wasserversorgungsunternehmens soll steigen“ dargestellt. Dieses Ziel wurde so im Expertengespräch nicht formuliert, aber durch das von Hessenwasser gesetzte Unternehmensziel der „angemessenen Verzinsung des Kapitals“ (HESSENWASSER 2009c) belegt.

Das Ziel der Gewinnorientierung wird durch die Kosten für Aufbereitungstechniken beeinflusst. Im Interview wurde dargelegt, dass die Kosten für naturferne Trinkwasseraufbereitungsverfahren, wie zum Beispiel die Nachrüstung mit Aktivkohle, erheblich steigen würden. Dies hat zur Folge, dass der Gewinn sinkt, zum einen, da es im Fall von Hessenwasser langfristige Verträge gibt, die verhindern, kurz- und mittelfristig höhere Kosten in Rechnung zu stellen. Und zum anderen, weil Hessenwasser keine Endkunden hat, an die sie die höheren Kosten weitergeben kann:

[...] aber es [Aktivkohlefilterung] ist natürlich auf jeden Fall teurer. Das ist eine gewaltige Investition für das Wasserwerk. Man darf ja nicht nur den Kubikmeter-Preis sehen, wobei Hessenwasser in der besonderen Situation ist, dass wir letztlich keine Endkunden haben und den Preis in dem Sinne nicht direkt weitergeben können, sondern dass wir über unsere Bewirtschafter und Lieferanten preislich ja auch gebunden sind über langzeitliche Verträge und [...] die Kosten nicht unmittelbar weitergeben können.

(Interview Hessenwasser – Post, Zeile 342ff.)

Eine weitere, besondere Situation liegt laut Post in Hessen vor. In Hessen würde die Kartellbehörde es verbieten, die höheren Kosten die durch Aufbereitungstechniken verursacht werden, um Stoffe wie MOF zu eliminieren, mit in den Preis einzurechnen. Dies läge daran, dass die Preisgestaltung nur Posten beinhalten dürfe, die als unbedingt notwendig angesehen würden:

Wir haben zum Zweiten das Problem, dass hier gerade in Hessen eine sehr aktive Kartellbehörde arbeitet, die es sich zu eigen gemacht hat [...], dass [...] nur dann Aufbereitungsverfahren preislich mit eingerechnet werden können, wenn es um Preisvergleiche geht, um den Nachweis, dass das eben hier keine kommerzielle Vorgabe ist, also nur solche Verfahren [...] für die Preisgestaltung anzurechnen sind, die unbedingt notwendig sind. Das heißt, solche Stoffe, die hier nicht mal in der Trinkwasserverordnung vermerkt sind, würden dort bei der Aufbereitung erst einmal als überflüssig definiert. Es ist ein Rechtfertigungsproblem, wenn das im Preis geltend gemacht werden soll [...]. Es ist nicht so einfach zu sagen, also 10 bis 20 Cent, das ist der Kunde sicherlich bereit zu tragen, wenn er einwandfreies Wasser dafür bekommt.

(Interview Hessenwasser – Post, Zeile 350ff.)

Die höheren Kosten für technische, naturferne Aufbereitungsverfahren, dürften also nur in den Preis eingerechnet werden, wenn diese Verfahren Konzentrationen von Stoffen minimieren, die in der Trinkwasserverordnung aufgeführt sind, was bei MOF nicht der Fall ist. Damit würden die teuren Aufbereitungstechniken den Gewinn des Unternehmens verringern, wie im Wahrnehmungsgraphen dargestellt. Die im Hessischen Ried tätigen Riedwasserwerke führen beispielsweise nur eine Enteisung und Entmanganung durch und haben keinerlei sonstige Aufbereitung.

Analyse des Wahrnehmungsgraphen des Wasserversorgers

Von theoretisch 343 möglichen Handlungskombinationen führen sechs zum maximal erreichbaren Nutzen von eins (siehe Abbildung 5.11 auf der nächsten Seite). Davon gibt es eine, die mit dem geringstmöglichen Aufwand zu erreichen ist: der Akteur Wasserversorger dürfte keine naturfernen Trinkwasseraufbereitungsverfahren installieren (Minus),

der Akteur Verbraucher sollte sich so verhalten wie heute (gleichbleibendes Symbol) und der Akteur EU sollte stark regulierend eingreifen und umwelt- und verbraucherorientierte Richtlinien erlassen (großes Plus) (siehe Abbildung 5.11).

Warum ist der maximal erreichbare Nutzen bei fünf Zielen nur eins und nicht fünf? Dies ist durch die unterschiedlichen Zielbewertungen und deren Wirkung zu erklären: Da in der Zielbewertung für den Faktor „Trinkwasserrelevante Stoffe auf Prioritärer Liste der WRRL“ und für den Faktor „Gewinn des Wasserversorgungsunternehmens“ jeweils als höchster positiver Smiley der mittlere Smiley mit einem Wert von 2 gewählt wurde, kann für diese beiden Ziele maximal ein Nutzen von je $\frac{2}{3}$ erreicht werden (zur Erläuterung der Nutzenberechnung siehe Anhang A.5.2 auf Seite 256).

Für die Ziele „die Konzentration von MOF im Grundwasser soll nicht steigen“, „die Konzentration von MOF im Trinkwasser soll keinesfalls steigen“ und „die naturnahe und einfache Trinkwasseraufbereitung soll nicht zugunsten von naturfernen Verfahren reduziert werden“ ist in der Zielbewertung kein einziger grüner (= positiver) Smiley enthalten (siehe die Zielbewertung in Abbildung 5.10 auf Seite 104). Dies hat zur Folge, dass für jedes dieser Ziele maximal ein Nutzen von 0 zu erreichen ist. Insgesamt kann also theoretisch ein maximaler Nutzen von $\frac{4}{3}$ erreicht werden.

Wasserversorger		
Factors	Base	Ideal
naturferne Trinkwasseraufbereitungsverfahren installieren [Wasserversorger]	☉	all 6 ▣
umwelt- und gesundheitsbewusst handeln [Verbraucher]	☉	1☉ (+5)
Umwelt- und verbraucherorientierte Richtlinien erlassen [EU]	☉	all 6 ▣
Utility	-0.67	1
Satisfaction	60%	90%
Frustration	13%	0%
Detailed analysis	<ul style="list-style-type: none"> ☉ Gewinn des Wasserversorgungsunternehmens -0.33 0.33 ☉ naturnahe und einfache Trinkwasseraufbereitung 0 0 ☉ Trinkwasserrelevante Stoffe auf Prioritärer Liste der WRRL -0.33 0.67 ☉ Konzentration TCPP im Grundwasser 0 0 ☉ Konzentration TCPP im Trinkwasser 0 0 <p style="text-align: right;">Utility: -0.67 Utility: 1</p>	

Abbildung 5.11: Ergebnis der *Inferred Strategies*-Analyse des Wahrnehmungsgraphen des Akteurs Wasserversorger. Angegeben sind der Nutzen-, der Zufriedenheits- und der Frustrationswert für den *base* und den *ideal case* sowie die Handlungskombination, die mit dem geringsten Aufwand zum *ideal case* führt. In Klammern ist die Anzahl der weiteren Handlungskombinationen angegeben, die mit größerem Aufwand zum gleichen Ergebnis führen. Im Abschnitt *Detailed analysis* sind die Zielsetzungen (in Form eines Histogramms), die Veränderung des Ziel-Faktors (in Form eines Balkendiagramms), der ermittelte Nutzenwert für die einzelnen Ziele und der Gesamt-Nutzenwert dargestellt.

Um diesen Nutzen von $\frac{4}{3}$ zu erlangen, müsste die Handlung „Umwelt- und verbraucherorientierte Richtlinien erlassen“ stark intensiviert (= großes Plus) und zugleich die Handlung „naturferne Trinkwasseraufbereitungsverfahren installieren“ stark verringert (großes Minus) werden. Dies hätte aber zur Folge, dass der Faktor „Konzentration MOF im Trinkwasser“ durch diese Handlungsentscheidung steigen würde. Dieser Faktor ist mit folgender Zielsetzung verbunden: je größer die MOF-Konzentration, desto negati-

ver die Bewertung, was einen negativen Nutzen diese Ziels zur Folge hat. Daher kann der theoretisch maximale Nutzen von $\frac{4}{3}$ nicht erreicht werden.

Hier liegt also ein Interessenskonflikt vor: Um das Ziel der Gewinnorientierung zu verfolgen, ist es aus Sicht des Wasserversorgers sinnvoll, die Handlung „naturferne Trinkwasseraufbereitungsverfahren installieren“ zu verringern. Gleichzeitig bewirkt diese Handlungsentscheidung, dass die MOF-Konzentration im Trinkwasser zunimmt, was auch nicht gewünscht wird. Da es aber weitere Handlungen und Faktoren gibt, die die MOF-Konzentration im Trinkwasser beeinflussen, liegt hier ein Abwägungsprozess vor. Wenn die anderen Handlungen die MOF-Konzentration so weit sinken lassen, dass keine zusätzlichen Trinkwasseraufbereitungsverfahren mehr benötigt werden, so kann dennoch gewinnorientiert gehandelt werden.

In der *Inferred Strategies*-Analyse sind die Nutzen-Werte für die einzelnen Ziele aufgeführt (siehe Abbildung 5.11 auf der vorherigen Seite). Mit der oben beschriebenen „idealen“ Handlungskombination, die zum maximal möglichen Nutzen in diesem Wahrnehmungsgraphen führt, steigt der Faktor Gewinn an, die Zielbewertung führt zu einem Nutzen von $\frac{1}{3}$. Der Faktor der naturnahen und einfachen Trinkwasseraufbereitung steigt ebenfalls an, dies ergibt durch den neutralen Smiley lediglich einen Nutzen von 0. Die „ideale“ Handlungskombination hat weiterhin zur Folge, dass die MOF-Konzentration im Grundwasser mittelstark sinkt und die MOF-Konzentration im Trinkwasser gleichbleibend ist (siehe die kleinen Histogramme in Abbildung 5.11 auf der vorherigen Seite). Diese Wirkungen auf die Faktoren führen durch die Zielsetzungen jeweils zu einem Nutzen von 0, da wie oben beschrieben die Konzentrationszunahmen negativ, die Abnahmen bzw. ein Gleichbleiben hingegen als neutral bewertet werden.

Eine Änderung der Handlung „Umwelt- und verbraucherorientierte Richtlinien erlassen“ der EU hat die größte Wirkung auf die Ziele des Wasserversorgers. Dies wird deutlich, wenn man das Ergebnis der *Multi-Criteria Analysis* für die Handlung „Umwelt- und verbraucherorientierte Richtlinien erlassen“ betrachtet (siehe Abbildung 5.12 auf der nächsten Seite). Die *Multi-Criteria Analysis* berechnet den erwarteten Nutzen für alle Taktiken einer Handlung hinsichtlich der Ziele des Akteurs (siehe Anhang A.5.7.3 auf Seite 273). Man muss dabei beachten, dass alle anderen Handlungen und deren Änderungsmöglichkeiten sowie die Erwartungen nicht in die Analyse einfließen.

Die Handlung „Umwelt- und verbraucherorientierte Richtlinien erlassen“ der EU wirkt sich auf insgesamt drei Ziele aus: Konzentration MOF im Grundwasser soll nicht steigen, Konzentration MOF im Trinkwasser soll keinesfalls steigen und trinkwasserrelevante Stoffe sollen als prioritäre Stoffe in die WRRL aufgenommen werden.

Da wie oben ausgeführt, in der Zielbewertung für die Faktoren MOF-Konzentration im Grund- und im Trinkwasser kein einziger grüner (= positiver) Smiley enthalten ist, können diese Ziele bei den Analysen nur einen negativen Nutzen (= Schaden) oder einen Nutzenwert von 0 erreichen. Ein positiver Nutzenwert ist durch die Zielbewertung nicht möglich. Die Zielbewertung des Faktors „Trinkwasserrelevante Stoffe auf Prioritärer Liste der WRRL“ hingegen ermöglicht einen maximalen Nutzenwert von $\frac{2}{3}$ und einen minimalen von -1 .

Dies hat zur Folge, dass die Handlungsänderung „starke Verringerung“ (großes Minus) zu einem Nutzenwert von $-2\frac{1}{3}$ führt, da diese Handlungsänderung zu einer höheren Konzentration von MOF im Grund- und Trinkwasser sowie zu einer Nicht-Aufnahme von trinkwasserrelevanten Stoffe auf die Prioritäre Liste der WRRL führt (siehe die Balkendiagramme links von den *Utility*-Werten in der Abbildung 5.12 auf der nächsten Seite).

 Umwelt- und verbraucherorientierte Richtlinien erlassen [EU]	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/> Konzentration TCPP im Grundwasser <input type="radio"/> Konzentration TCPP im Trinkwasser <input type="radio"/> Trinkwasserrelevante Stoffe auf Prioritärer Liste der WRRL	  	  	-0.67 -0.67 -1 Sum: -2.3
	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/> Konzentration TCPP im Grundwasser <input type="radio"/> Konzentration TCPP im Trinkwasser <input type="radio"/> Trinkwasserrelevante Stoffe auf Prioritärer Liste der WRRL	  	  	-0.33 0 -0.67 Sum: -1
	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/> Konzentration TCPP im Grundwasser <input type="radio"/> Konzentration TCPP im Trinkwasser <input type="radio"/> Trinkwasserrelevante Stoffe auf Prioritärer Liste der WRRL	  	  	0 0 -0.33 Sum: -0.33
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="radio"/> Konzentration TCPP im Grundwasser <input type="radio"/> Konzentration TCPP im Trinkwasser <input type="radio"/> Trinkwasserrelevante Stoffe auf Prioritärer Liste der WRRL	  	  	0 0 -0.33 Sum: -0.33
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="radio"/> Konzentration TCPP im Grundwasser <input type="radio"/> Konzentration TCPP im Trinkwasser <input type="radio"/> Trinkwasserrelevante Stoffe auf Prioritärer Liste der WRRL	  	  	0 0 0 Sum: 0
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="radio"/> Konzentration TCPP im Grundwasser <input type="radio"/> Konzentration TCPP im Trinkwasser <input type="radio"/> Trinkwasserrelevante Stoffe auf Prioritärer Liste der WRRL	  	  	0 0 0.33 Sum: 0.33
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="radio"/> Konzentration TCPP im Grundwasser <input type="radio"/> Konzentration TCPP im Trinkwasser <input type="radio"/> Trinkwasserrelevante Stoffe auf Prioritärer Liste der WRRL	  	  	0 0 0.67 Sum: 0.67

Abbildung 5.12: Teilergebnis der *Multi-Criteria Analysis* der Handlung „Umwelt- und verbraucherorientierte Richtlinien erlassen“ (Akteur EU) des Wahrnehmungsgraphen des Akteurs Wasserversorger. Angegeben sind die sieben Handlungsmöglichkeiten (*tactics*), die Ziele auf die die Handlung Einfluss hat, die Zielsetzungen (in Form eines Histogramms) und die Veränderung des Ziel-Faktors durch die jeweilige *tactic* (in Form eines Balkendiagramms). In der rechten Spalte sind der ermittelte Nutzenwert für die einzelnen Ziele und der Gesamt-Nutzenwert für alle Ziele dargestellt.

Die Handlungsänderung „Gleichbleibend“ (Kreis-Symbol) führt zu einem Nutzenwert von $-1/3$, da diese Handlungsänderung zu einer gleichbleibenden Konzentration von MOF im Grund- und Trinkwasser sowie zu keiner Änderung der Aufnahme von trinkwasserrelevanten Stoffe auf die Prioritäre Liste der WRRL führt.

Die Handlungsänderung „starke Zunahme“ (großes Plus) schließlich führt zu einem Nutzenwert von $\frac{2}{3}$, da diese Handlungsänderung zu einer Abnahme der Konzentration von MOF im Grund- und Trinkwasser führt, dies aber nicht positiv vom Wasserversorger honoriert wird, sowie zu einer Aufnahme von trinkwasserrelevanten Stoffe auf die Prioritäre Liste der WRRL (maximaler Nutzenwert für diese Zielerreichung von $\frac{2}{3}$).

5.2.6 Akteur Bisphenol A-Hersteller

Bisphenol A

Die Substanz Bisphenol A (2,2-Bis-(4-hydroxyphenyl)-propan) hat die CAS-Nummer 80-05-7 und ist Ausgangsmaterial für Polycarbonat-Kunststoffe. Polycarbonat findet in Plastikschüsseln, in Baby-, Wasser- und Milchflaschen, in CDs und DVDs Verwendung. Weiterhin wird Bisphenol A für Epoxidharz verwendet, diese Harze finden sich in Klebstoffen, Lacken und Beschichtungen von Konservendosen (HAGMANN 25.05.2005). Die Produktionsmenge von Bisphenol A lag im Jahr 1998 in der EU bei 700.000 t, wenn man Importe hinzu addiert und Exporte abzieht, verblieben 1998 690.000 t Bisphenol A zur Nutzung in der EU (EUROPEAN CHEMICALS BUREAU 2003a). Davon wurden 71,1 % zur Herstellung von Polycarbonaten und 25 % zur Produktion von Epoxidharzen verwendet. Die restlichen 3,9 % verteilen sich auf unterschiedliche Anwendungsbereiche, darunter die Produktion von Phenolharzen und Thermodruckpapier (EUROPEAN CHEMICALS BUREAU 2003a).

In der Tabelle 5.1 ist die Produktion von Bisphenol A in den USA, Westeuropa, Japan und Deutschland für die Jahre 1994, 1996 und 1998 aufgetragen. Der Wert für Westeuropa für das Jahr 1998 stimmt mit dem von EUROPEAN CHEMICALS BUREAU (2003a) für die EU bis auf 5.000 t überein. Die Produktion ist in Westeuropa und Deutschland im Zeitraum von 1994 bis 1998 kontinuierlich gestiegen, in den USA und Japan wurde im Jahre 1998 jeweils mehr Bisphenol A als im Jahr 1994 produziert.

Tabelle 5.1: Produktion von Bisphenol A (in 1.000 t) (Quelle: ARPE (2007: 399))

	1994	1996	1998
USA	772	681	836
Japan	220	311	280
Westeuropa	413	497	705
davon Deutschland	190	214	320

Zur Situation in Deutschland: LEISEWITZ UND SCHWARZ (1997: 4) geben für das Jahr 1995 eine Produktionsmenge von 210.000 t Bisphenol A in Deutschland an, alleinige Hersteller waren zu diesem Zeitpunkt die Bayer AG (Krefeld-Uerdingen) und die Dow Deutschland Inc. (Rheinmünster). Der Import von Bisphenol A ist gering, die Substanz selbst wird nur zu ca. 10 % exportiert. Bedeutsam ist der Export der verarbeiteten Ware, nur 57 % des umgesetzten Bisphenol A verbleiben in Deutschland verbrauchten Produkten, was 119.700 t Bisphenol A entspricht (LEISEWITZ UND SCHWARZ 1997: 4). Die Aufteilung der Verwendung von Bisphenol A in Deutschland entspricht mit ca. 70 % für Polycarbonat und ca. 30 % für Epoxidharz in etwa der Aufteilung in der EU (LEISEWITZ UND SCHWARZ 1997: 5).

Wahrnehmung des Bisphenol A-Herstellers

Der Wahrnehmungsgraph in der Abbildung 5.13 auf der nächsten Seite zeigt die Wahrnehmung des Akteurs „Bisphenol A-Hersteller“ und wurde aus Diskussionsbeiträgen von Dr. Wolfgang Führer (in INTAFERE-Workshops und insbesondere der Szenarienentwicklung) sowie aus übertragbaren Ergebnissen der Expertengespräche der anderen MOF-Hersteller modelliert. Ein geplantes Expertengespräch mit Führer, der als Stakeholder für die Currenta GmbH & Co. OHG, vormals Bayer Industry Services, für den Bisphenol A-Hersteller Bayer AG am INTAFERE-Projekt teilnahm, wurde von Seiten der Bayer AG erst verschoben und dann abgesagt.

Alle folgenden Beschreibungen beziehen sich auf den Wahrnehmungsgraphen in der Abbildung 5.13 auf der nächsten Seite, der die relevanten Handlungen, Systemattribute, Erwartungen und Ziele des Akteurs Bisphenol A-Hersteller umfasst.

Neben dem Ziel „Zunahme des Unternehmensgewinnes“, das von der Produktion von Bisphenol A und den Produktionskosten von Ersatzstoffen abhängt, wird das Ziel eines zunehmenden Umweltschutzes verfolgt, wobei dem Unternehmensgewinn eine bedeutendere Rolle zugewiesen wird als dem Umweltschutz.

Die Logik des Wahrnehmungsgraphen des Bisphenol A-Herstellers erschließt sich am leichtesten durch die Betrachtung der vier zentralen Faktoren Ersatzstoffproduktion, Nachfrage von Bisphenol A-Produkten, Grad der Regulierung und Produktion von Bisphenol A sowie deren Verknüpfungen.

Auf den Faktor der **Ersatzstoffproduktion** wirken zwei Handlungen ein: der Bisphenol A-Hersteller kann selbst Ersatzstoffe vermehrt entwickeln bzw. die Ersatzstoffentwicklung verringern. Die Verbraucher können durch ihr Verhalten entweder mehr oder weniger Produkte mit Ersatzstoffen nachfragen. Je nach Änderungsrichtung der Handlungen steigt bzw. sinkt die Ersatzstoffentwicklung.

Nun kommt noch eine Erwartung ins Spiel: der Bisphenol A-Hersteller geht davon aus, dass die weiterverarbeitende Industrie eigene Umweltstandards setzen wird, die über die gesetzlich vorgeschriebenen hinausgehen. Dadurch kommt es zu einer verstärkten Nachfrage von Seiten der weiterverarbeitenden Industrie nach Ersatzstoffen für einige, aber nicht alle, Anwendungsgebiete (daher auch nur eine schwache positive Korrelation, symbolisiert mit einem kleinen Plus). Falls die Ersatzstoffproduktion steigen sollte, so rechnet das Unternehmen mit höheren Entwicklungs- und Produktionskosten, die den Gewinn des Unternehmens verringern. Auf der anderen Seite steigt der Gewinn durch den Verkauf von Ersatzstoffen leicht an.

Betrachten wir den zweiten zentralen Faktor, die **Nachfrage von Bisphenol A-Produkten**. Die Handlung der Verbraucher („umwelt- und gesundheitsbewusst handeln“) wirkt auch auf diesen Faktor ein: Falls diese Verbraucher-Handlung intensiviert wird, so sinkt die Nachfrage, falls die Handlung verringert wird, so steigt aus Unternehmenssicht die Nachfrage nach Bisphenol A-Produkten.

Auf den Faktor der Bisphenol A-Produktion wirkt zudem die Erwartung ein, dass die NRO vermehrt Aktionen gegen Bisphenol A durchführen werden und damit die Nachfrage von Bisphenol A-Produkten leicht verringern können. Schließlich können die Bisphenol A-Hersteller selbst aktiv werden und die Weiterverarbeiter sowie die Endhersteller über Risiken informieren und darlegen, dass Bisphenol A unbedenklich ist, was zu einer leicht erhöhten Nachfrage führt.

Die Website <http://www.bisphenol-a.org> ist ein Beispiel für diese Informationspolitik. Dort werden Verbraucher, aber auch Weiterverarbeiter und Endhersteller über die Position der Industrie informiert. Die Website wurde von der „Polycarbonate/BPA Global Group“ finanziert, dahinter stehen „American Chemistry Council“, „Plastics-Europe“ und „Japan Chemical Industry Association“. Auf der Seite wird die vielseitige Verwendung und die Sicherheit von Bisphenol A beschrieben:

Bisphenol A (BPA) is a chemical building block that is used primarily to make polycarbonate plastic and epoxy resins. Over four decades of extensive safety research on BPA shows that consumer products made with BPA are safe for their intended uses and pose no known risks to human health. Polycarbonate plastic is a lightweight, high-performance plastic that possesses a unique balance of toughness, optical clarity, high heat resistance and excellent electrical resistance.
(POLYCARBONATE/BPA GLOBAL GROUP 2010a)

Unter dem Punkt „Human Health & Safety“ stehen ausführliche Informationen zur „Low-Dose Endocrine Hypothesis“, die Schlussfolgerung lautet:

The low-dose hypothesis for BPA has been thoroughly tested with a series of comprehensive, carefully conducted studies. Included are definitive large-scale studies as well as studies aimed at replicating the results of studies reporting low-dose effects. The consistent lack of low-dose effects found in these studies demonstrates that the low-dose hypothesis is not valid. The weight of scientific evidence provided by these studies clearly supports the safety of BPA and provides strong reassurance that there is no basis for human health concerns from exposure to low doses of BPA.
(POLYCARBONATE/BPA GLOBAL GROUP 2010b)

Auch das Thema Umweltsicherheit wird auf der Website behandelt. Es werden wissenschaftliche Studien zitiert, die die Haltung der chemischen Industrie unterstützen:

Numerous validated studies have been completed to determine what happens to BPA in the environment [...] and the possible impacts [...]. Recent comprehensive reviews of these studies (Staples et al, 1998; Staples et al, 2002) conclude that current manufacturing and use patterns of BPA pose virtually no risk to the environment.
(POLYCARBONATE/BPA GLOBAL GROUP 2010c)

Der dritte zentrale Faktor ist der **Grad der Regulierung von Bisphenol A in der EU**. Die EU kann über eine Regulierung der Grenzwerte den Faktor „Anpassung der Kläranlagentechnik“ verändern und durch ein Verbot von Bisphenol A für bestimmte Anwendungsbereiche die Produktion von Bisphenol A in der EU verringern. Der Hersteller geht nicht davon aus, dass die EU Bisphenol A vollständig verbieten wird. Der Import von Produkten mit Bisphenol A aus Nicht-EU-Ländern bleibt von der Regulierung unberührt. Es ist aus Sicht des Herstellers kaum möglich, alle Produkte, die in die EU eingeführt werden, auf alle Inhaltsstoffe zu überprüfen.

Betrachtet man den Faktor **Produktion Bisphenol A in der EU**, so zeigt sich, dass neben der Nachfrage und dem Grad der Regulierung auch die Erwartung, dass die weiterverarbeitende Industrie eigene Umweltstandards setzt, die Produktion beeinflusst. Aus Hersteller-Sicht wird die Produktion von Bisphenol A in der EU durch die industrieeigenen Umweltstandards leicht verringert, sie senkt aber nicht den Import von Produkten mit Bisphenol A aus Nicht-EU-Ländern.

Eine erhöhte Produktion von Bisphenol A wirkt sich positiv auf den Unternehmensgewinn aus. Zugleich lässt eine erhöhte Produktion sowie ein erhöhter Import von Bisphenol A-Produkten die Konzentration von Bisphenol A in der Umwelt steigen, allerdings

nur leicht. Der Hersteller geht davon aus, dass Bisphenol A nicht aus den Produkten entweichen kann und wenn doch, baue sich die Substanz in den Kläranlagen bzw. in der Umwelt ab. Den Kläranlagen wird eine wichtige Funktion zugewiesen: Eine verbesserte Kläranlagentechnik verringert aus Industrie-Sicht die Konzentration von Bisphenol A in der Umwelt und trägt so zu einem verbesserten Umweltschutz bei.

Analyse des Wahrnehmungsgraphen des Bisphenol A-Herstellers

Von 2401 möglichen Handlungskombinationen werden durch die *Inferred Strategies*-Analyse sieben Handlungsstrategien identifiziert, die den höchsten Nutzen bezüglich der beiden Ziele des Bisphenol A-Herstellers erwarten lassen (siehe Abbildung 5.14). Der Unterschied zwischen den sieben optimalen Handlungsstrategien besteht in den Änderungsmöglichkeiten der Handlung „Ersatzstoffe entwickeln“: bei keiner Veränderung gegenüber heute wird der gleiche Nutzen erzielt wie bei einer Zunahme bzw. Abnahme dieser Handlung. Dies ist zu erklären durch die höheren Entwicklungs- und Produktionskosten, die den Gewinn schmälern (siehe Abbildung 5.13 auf Seite 115). Da in DANA bei der *Inferred Strategies*-Analyse nur die Handlungsstrategien mit Symbolen angezeigt werden, die den höchsten Nutzen bei geringstmöglichem Aufwand erwarten lassen, ist für die Handlung „Ersatzstoffe entwickeln“ der Kreis als Symbolik für eine gleichbleibende Handlung angegeben.

👤 Bisphenol A-Hersteller		
Factors	📊 Base	📊 Ideal
👤 Ersatzstoffe entwickeln [BA-Hersteller]	○	1👤 (+6)
👤 umwelt- und gesundheitsbewusst handeln [Verbraucher]	○	all 7 📊
👤 Umwelt- und verbraucherorientierte Richtlinien erlassen [EU]	○	all 7 📊
👤 Weiterverarbeiter/Endhersteller über Risiken informieren [BA-Hersteller]	○	all 7 📊
Utility	-1	0.33
Satisfaction	0%	33%
Frustration	50%	17%
Detailed analysis	Gewinn des Bisphenol A-Herstellers: -1 Umweltschutz: 0 Utility: -1	0.67 -0.33 Utility: 0.33 +0.67 -0.33

Abbildung 5.14: Ergebnis der *Inferred Strategies*-Analyse des Wahrnehmungsgraphen des Akteurs Bisphenol A-Hersteller. Angegeben sind der Nutzen-, der Zufriedenheits- und der Frustrationswert für den *base* und den *ideal case* sowie die Handlungskombination, die mit dem geringsten Aufwand zum *ideal case* führt. In Klammern ist die Anzahl der weiteren Handlungskombinationen angegeben, die mit größerem Aufwand zum gleichen Ergebnis führen. Im Abschnitt *Detailed analysis* sind die Zielsetzungen (in Form eines Histogramms), die Veränderung des Ziel-Faktors (in Form eines Balkendiagramms), der ermittelte Nutzenwert für die einzelnen Ziele und der Gesamt-Nutzenwert dargestellt.

Allen sieben Handlungsstrategien ist gleich, dass die Verbraucher sich nicht umwelt- und gesundheitsbewusst verhalten sollten, um die Bisphenol A-Nachfrage zu steigern. Dabei muss beachtet werden, dass der Terminus „umwelt- und gesundheitsbewusst handeln“ aus Gründen der Vergleichbarkeit mit anderen Wahrnehmungsgraphen eingeführt

wurde. Die Industrieunternehmen gehen davon aus, dass ihre Produkte nicht umwelt- bzw. gesundheitsgefährdend sind. Sie billigen den Verbrauchern aber zu, ihre Produkte abzulehnen bzw. Ersatzstoffe zu fordern. Man könnte die Verbraucherhandlung daher auch mit einem anderen Terminus wie „kritisches Verbraucherverhalten“ bezeichnen. Der Bisphenol A-Hersteller würde es begrüßen, wenn die EU „Umwelt- und verbraucherorientierte Richtlinien erlassen“ würde (leichte Zunahme der Handlung gegenüber heute). Auch dieser Terminus ist aus Sicht der Unternehmen nicht ganz korrekt, die Handlung bedeutet: MOF-Grenzwerte festlegen bzw. Anwendungsverbote aussprechen. Warum ist hier eine leichte Zunahme der Regulierung erwünscht? Über diese Handlung werden die Kläranlagen aufgerüstet, was aus Sicht der Unternehmen wirksam zu einer geringeren Konzentration von MOF in Oberflächengewässern und in der Umwelt führt und damit den Faktor „Umweltschutz“ erhöht (siehe Abbildung 5.13 auf Seite 115). Als einflussreiche Handlung wird die Information der Weiterverarbeiter und Endhersteller durch die Bisphenol A-Hersteller gesehen, die den Aktionen der NRO entgegenwirkt und die Nachfrage nach Produkten mit Bisphenol A steigen lässt (siehe Abbildung 5.13 auf Seite 115).

Um zu sehen, welche Wirkungen die Handlungen und ihre Handlungsänderungen auf die einzelnen Ziele – ohne Berücksichtigung der Erwartungen – haben, betrachten wir die Ergebnisse der *Single Goal Strategies*-Analyse. Diese Analyse berechnet die die idealen Handlungsstrategien für jeweils ein Ziel (siehe Abbildung 5.15 auf der nächsten Seite) (zur Erläuterung der *Single Goal Strategies*-Analyse siehe Anhang A.5.7.4 auf Seite 274).

Für das Ziel der Gewinnsteigerung werden durch die *Single Goal Strategies*-Analyse in DANA 30 Handlungsstrategien identifiziert, die zum maximalen Nutzen von 0 führen, alle anderen Strategien erbringen einen negativen Nutzenwert. Von diesen 30 gibt es fünf Handlungsstrategien, die mit dem geringstmöglichen Aufwand durchzuführen sind, es handelt sich dabei um die folgenden Handlungsänderungen (siehe den oberen Teil der Abbildung 5.15 auf der nächsten Seite):

- Handlung „Ersatzstoffe entwickeln“ (Akteur Bisphenol A-Hersteller) gleichbleibend ausführen
- Handlung „umwelt- und verbraucherbewusst handeln“ (Akteur Verbraucher) (stark) reduzieren
- Handlung „Umwelt- und verbraucherorientierte Richtlinien erlassen“ (Akteur EU) (stark) verringern
- Handlung „Weiterverarbeiter/Endhersteller über Risiken informieren“ (Akteur Bisphenol A-Hersteller) leicht intensivieren bzw. gleichbleibend ausführen

Für das Ziel der Steigerung des Umweltschutzes werden durch die *Single Goal Strategies*-Analyse in DANA 115 Handlungsstrategien identifiziert, die zum maximalen Nutzen von $-1/3$ führen, alle anderen Strategien erbringen einen noch schlechteren Nutzenwert. Von diesen 115 gibt es vier Handlungsstrategien, die mit dem geringstmöglichen Aufwand durchzuführen sind, es handelt sich dabei um die folgenden Handlungsänderungen (siehe den unteren Teil der Abbildung 5.15 auf der nächsten Seite):

- Handlung „umwelt- und verbraucherbewusst handeln“ (Akteur Verbraucher) gleichbleibend oder (leicht) zunehmend durchführen
- Handlung „Umwelt- und verbraucherorientierte Richtlinien erlassen“ (Akteur EU) (leicht) intensivieren bzw. in einem Fall gleichbleibend durchführen
- Handlung „Weiterverarbeiter/Endhersteller über Risiken informieren“ (Akteur Bisphenol A-Hersteller) gleichbleibend bzw. in einem Fall leicht reduzierend ausführen

Erst durch die Kombination der Wirkungen der Erwartungen und der durch die *Inferred Strategies*-Analyse ermittelten *tactics* ergibt sich ein positiver Nutzenwert von $1/3$. Ohne die Berücksichtigung der beiden Erwartungen und der Wirkungen der Handlungsänderungen auf beide Ziele im Wahrnehmungsgraphen wäre die Zielerreichung und damit verbunden der zu erwartende Nutzen noch geringer.

👤 Bisphenol A-Hersteller				
☐ Goal factor	📊 Goal	📋 Tactics	📈 Utility	
☐ Gewinn des Bisphenol A-Herstellers		📋 Ersatzstoffe entwickeln [BA-Hersteller] \downarrow all 30 📋 umwelt- und gesundheitsbewusst handeln [Verbraucher] \downarrow 1-2-3-4-5 (+25) 📋 Umwelt- und verbraucherorientierte Richtlinien erlassen [EU] \downarrow 1-2-3-4-5 (+25) 📋 Weiterverarbeiter/Endhersteller über Risiken informieren [BA-Hersteller] \downarrow 1-2-3-4-5 (+25)	0	
☐ Umweltschutz		📋 umwelt- und gesundheitsbewusst handeln [Verbraucher] \downarrow 1-2-3-4 (+111) 📋 Umwelt- und verbraucherorientierte Richtlinien erlassen [EU] \downarrow 1-2-3-4 (+111) 📋 Weiterverarbeiter/Endhersteller über Risiken informieren [BA-Hersteller] \downarrow 1-2-3-4 (+111)	-0.33	

Abbildung 5.15: Ergebnis der *Single Goal Strategies*-Analyse des Wahrnehmungsgraphen des Akteurs Bisphenol A-Hersteller. Dargestellt sind die beiden Ziel-Faktoren, ihre Zielsetzungen (in Form eines Histogramms), die Handlungen, die auf den jeweiligen Ziel-Faktor einen Einfluss haben, die Veränderung des Ziel-Faktors im *ideal case* (in Form eines Balkendiagramms) und die Handlungskombinationen, die mit dem geringsten Aufwand zum *ideal case* führen. In Klammern ist die Anzahl der weiteren Handlungskombinationen angegeben, die mit größerem Aufwand zum gleichen Ergebnis führen. Ganz rechts wird der ermittelte Nutzenwert für das jeweilige Ziel dargestellt.

5.2.7 Akteur Octylphenol-Hersteller

Octylphenol

Octylphenol, auch als 4-tert-Octylphenol bzw. 4-(1,1,3,3-Tetramethylbutyl)phenol bezeichnet, ist ein Alkylphenol und hat die CAS-Nummer 140-66-9. Zu den Alkylphenolen zählt auch Nonylphenol, welches ebenfalls in INTAFERE untersucht wurde. Alkylphenole dienen nach BÖHM *et al.* (2002) als Zwischenprodukte für die Herstellung von Phenolharzen, von antioxidativ wirkenden Additiven sowie von Ethoxylaten, die als Tenside eingesetzt werden.

In der EU wurden im Jahr 2001 22.633 t Octylphenol hergestellt, 375 t importiert und 150 t exportiert (siehe Tabelle 5.2 auf der nächsten Seite). Hinzu kommt eine unbestimmte Menge von Octylphenol, das bei der Herstellung von Nonylphenol als Verunreinigung von bis zu 10 % (üblicherweise ca. 3-5 %) entsteht. (OSPAR COMMISSION 2004)

Nach LEISEWITZ *et al.* (2003) wurden in Deutschland im Jahr 2000 bei rückläufiger Tendenz ca. 2.000 t Octylphenol hergestellt. Davon wurden 1.200 t in Deutschland zu Ethoxylaten ($2/3$) und Phenolharzlacken ($1/3$) weiterverarbeitet. Die Produktion von Nonylphenol war mit 37.000 t deutlich höher. Davon wurden ca. 60 Prozent in Deutsch-

land zu Nonylphenol-Ethoxylaten (80 %) und Phenolharzen (ca. 20 %) weiterverarbeitet (LEISEWITZ *et al.* 2003). Diese in LEISEWITZ *et al.* (2003) publizierten Angaben stammen von Dr. Claus-Dierk Hager, verantwortlich für die Bereiche Product Safety and Market Research im Unternehmen Sasol Germany GmbH. Hager nahm als Stakeholder am Projekt INTAFERE teil und wurde im Rahmen eines Expertengesprächs interviewt. Nach Hager produziert in Deutschland nur das Unternehmen Sasol Germany GmbH Octylphenol.

Tabelle 5.2: Produktion, Exporte, Importe und genutzte Tonnage von Octylphenol in Europa (in Tonnen pro Jahr) (Quelle: OSPAR COMMISSION (2004))

Faktor	1997	1998	1999	2000	2001
Produktion	17.520	18.259	19.626	22.215	22.633
Exporte	234	104	6	0	150
Importe	1.035	1.337	1.240	1.308	375
genutzte Tonnage	18.051	19.492	20.928	23.523	22.858

Zu den Anwendungen: In der EU werden 98 % des produzierten Octylphenols zur Herstellung von Phenolharzen verwendet. Im Jahr 2001 waren dies 22.458 t, die in folgenden Bereichen Verwendung fanden (ENVIRONMENT AGENCY 2005):

- Reifengummi (18.458 t): als Klebverstärker in Reifen, um das Haftvermögen zwischen den Schichten zu verbessern, der Gesamtgehalt in den Reifen liegt bei ca. 0,3 % Octylphenol,
- elektrischer Isolationslack (2.000 t): für sekundäre Isolierung bei Motoren und Transformatoren,
- Druckfarben (1.000 t): als Inhaltsstoffe von Druckfarben, die eine schnelle Trocknung ermöglichen,
- Offshore Ölproduktion (200 t): in der Ölrückgewinnung für die Trennung von Öl und Wasser und
- weitere Anwendungen (800 t): in der Papierbeschichtung und in der Gießerei sowie in besonderen Farben für Anwendungen in Meereswasser.

Die restlichen 2 % Octylphenol (insgesamt ca. 400 t) wurden im Jahr 2001 als Octylphenolethoxylate für die folgenden Anwendungen verwendet: Emulsionspolymerisation, Textilien/Leder, Pflanzenschutzmittel, Wasserfarben und Herstellung von Octylphenolethersulphaten (OSPAR COMMISSION 2004).

Wahrnehmung des Octylphenol-Herstellers

Der Akteur Octylphenol-Hersteller steht stellvertretend für alle Unternehmen, die Octylphenol produzieren und an die weiterverarbeitende Industrie verkaufen. Der Wahrnehmungsgraph in der Abbildung 5.16 auf Seite 122 zeigt die Wahrnehmung des Akteurs Octylphenol-Hersteller aus Sicht des Unternehmens Sasol Germany GmbH, vertreten durch Dr. Claus-Dierk Hager (Head of Product Safety and Market Research). Alle folgenden Beschreibungen beziehen sich auf diesen Wahrnehmungsgraphen.

Das Expertengespräch mit Hager wurde zu den Substanzen Nonylphenol und Octylphenol geführt. Da Nonylphenol im Gegensatz zu Octylphenol reguliert ist, wurde im Laufe des Projektes entschieden, in der akteursbasierten Modellierung nur die Substanz Octylphenol zu nehmen. Einige Äußerungen von Hager beziehen sich auf Nonylphenol. Wenn sich diese auf Octylphenol übertragen lassen, wurden sie auch für die Wahrnehmungsgraph des Octylphenol-Herstellers verwendet.

Da das Expertengespräch auf Wunsch von Hager nicht auf Tonband aufgenommen wurde, liegt keine Transkription vor. Die Entwicklung des Wahrnehmungsgraphen und dessen Erläuterung beziehen sich auf das Gesprächsprotokoll, das gemeinsam von Christiane Döll und Immanuel Stieß erstellt wurde.

Der Akteur Octylphenol-Hersteller hat drei Ziele: die nachhaltige Produktion, der Umweltschutz und der Gewinn sollen erhöht werden. Hager hat diese Ziele nicht explizit genannt. Die Ziele wurden aus dem Leitbild des Unternehmens (*Responsible Care*) und Hagers Erklärung, dass die Herstellung und Vermarktung von Octylphenol gerechtfertigt sei, solange aus wissenschaftlicher Sicht keine negativen Umweltwirkungen auftreten, abgeleitet. Das Unternehmens-Leitbild wird auf der Website von Sasol Germany dargelegt:

Wir tun alles zum Schutz von Mitarbeitern und Nachbarn unserer Werke sowie der Umwelt. Als Unterzeichner des „Responsible Care“- Programms, einer weltweiten Initiative der chemischen Industrie, wollen wir unsere Leistungen in den Bereichen Sicherheit, Gesundheits- und Umweltschutz kontinuierlich verbessern. Mit der Unterzeichnung machen wir deutlich, dass das Prinzip des „verantwortlichen Handelns“ (responsible care) für alle unsere Aktivitäten gilt. Wir stellen nur solche Erzeugnisse her, die wir sicher für Mensch und Natur produzieren, transportieren, verwenden und entsorgen können. Unser integriertes Managementsystem bietet die organisatorische Basis dafür, um diese Ziele zu erreichen und dabei immer besser zu werden. Unsere Verpflichtungen im Sinne von „Responsible Care“ haben im Zweifel Vorrang vor wirtschaftlichen Überlegungen.
(SASOL GERMANY o.J.)

Zur Produktverantwortung: Hager erläutert, dass die Produktverantwortung über den ganzen Lebenszyklus (*Product Stewardship*) geht: „ich weiß, was meine Kunden damit machen [...] die Produktverantwortung endet nicht bei der Herstellung“. *Product Stewardship* bedeutet für Sasol, dass alle Kunden durch Produktdokumentationen über EU- und deutsche Verordnungen informiert werden, einschließlich der Sicherheitsinformationen. Sasol übernimmt die – allerdings nicht juristisch einklagbare – Verantwortung für die korrekte Verwendung der hergestellten Substanzen durch die Kunden. Die Kunden werden nach Verwendung und Region befragt und wenn die Anwendung dort gegen geltendes Recht verstößt, wird die Ware nicht geliefert.

Zentrale Faktoren im Wahrnehmungsgraphen sind die Ersatzstoffproduktion, die Produktion von Octylphenol in der EU und die Konzentration von Octylphenol in der Umwelt.

Auf den Faktor **Ersatzstoffproduktion** wirkt die Erwartung „Eigene Umweltstandards setzen“ des Akteurs weiterverarbeitende Industrie ein. Laut Hager setzen Markenhersteller, z. B. in der Automobilbranche, auf eigene unternehmensbezogene Standards, die auch Nachhaltigkeitsfaktoren berücksichtigen (*Integrated Product Policy*). Die Ziele der Autohersteller sind eine gutes Image, welches zunehmend auch Umwelt- bzw. Nachhaltigkeitsaspekte beinhaltet. In diesem Zusammenhang gab es bereits Nachfragen (z. B. von Ford und Daimler) für alternative Substanzen zu Nonylphenol. Es ist zu erwarten, dass es in Zukunft auch Interesse an Alternativen für Octylphenol gibt. Der Octylphenol-Hersteller kann selbst tätig werden und Ersatzstoffe entwickeln (eigene Handlung im Wahrnehmungsgraphen). Hager führt dazu aus, dass Octylphenol ein wichtiger Ausgangsstoff zur Herstellung spezieller Phenolharze ist, die in der Vulkanisation von Kautschuk zur Reifenherstellung benötigt werden (siehe oben). Alternativen hierzu sind ihm dafür nicht bekannt.

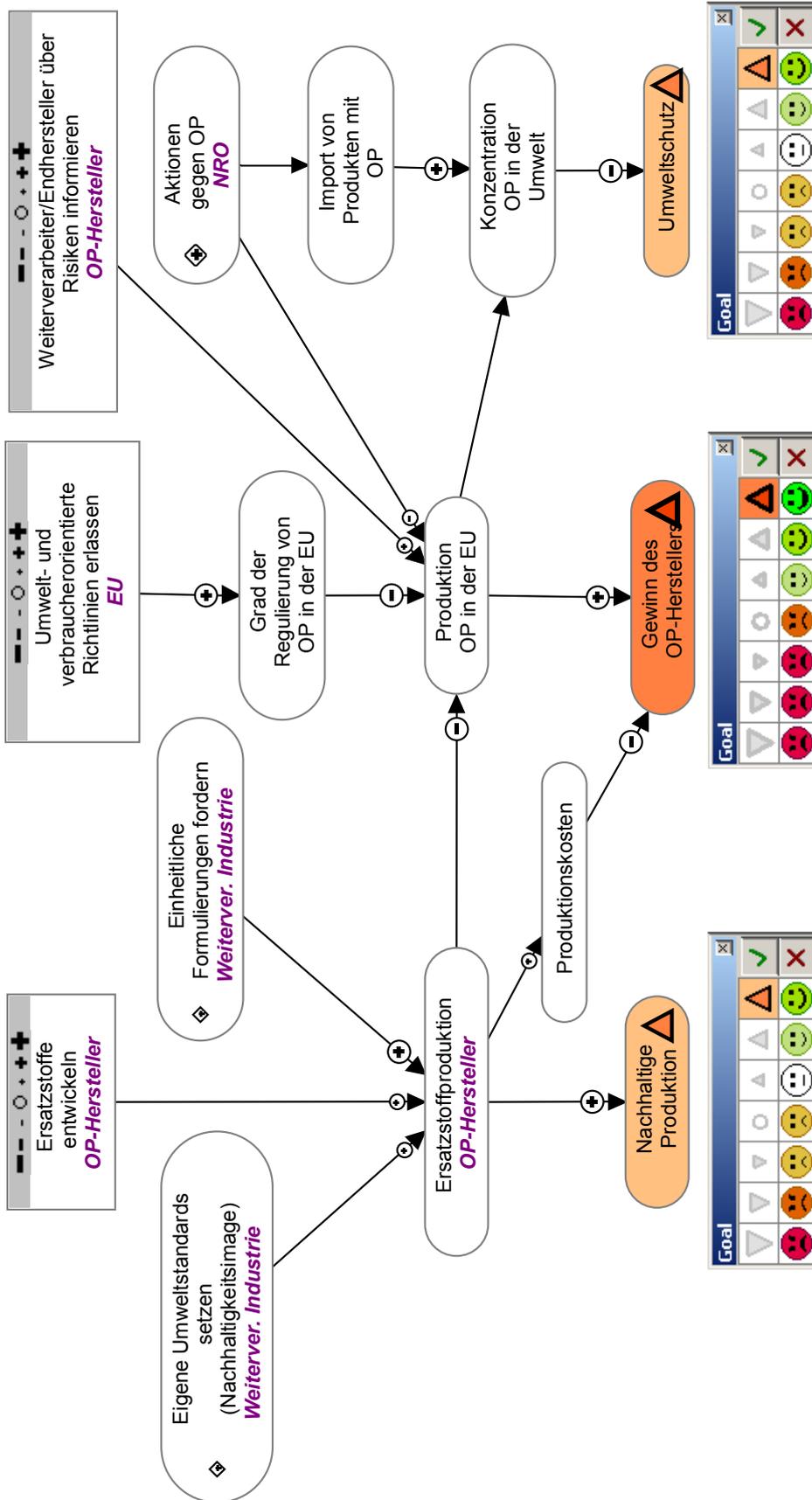


Abbildung 5.16: Wahrnehmungsgraph des Akteurs Octylphenol-Hersteller

Auf den Faktor der Ersatzstoffproduktion wirkt auch die Erwartung „Einheitliche Formulierungen fordern“ der weiterverarbeitenden Industrie ein. Die Gesetzgebung ist weltweit unterschiedlich, bestimmte Substanzen sind in einigen Ländern erlaubt, in anderen verboten. Daher streben die Formulierer global akzeptierte Formulierungen an, die nur Substanzen enthalten, die weltweit (bzw. in ihren Exportländern) nicht reguliert sind. Nach Hager gibt es daher eine Suche nach verwendbaren Substanzen, die auch strengeren Regulierungen gerecht werden. In Skandinavien beispielsweise gibt es die politische Entscheidung, in Kunststoffen kein Nonylphenol mehr zu verwenden.

Die Ersatzstoffproduktion wirkt auf das Ziel der nachhaltigen Produktion mit einer positiven Korrelation ein und mit einer geringen positiven Korrelation auf die Produktionskosten, die wiederum den Gewinn schmälern. Im Falle von Nonylphenol konnte Sasol für seine Kunden, die weiterverarbeitende Industrie, die Substanz leichter substituieren als andere Hersteller mit einer weniger umfangreichen Produktpalette. Hager betont, dass die Entscheidung, ob nonylhaltige oder nonylfreie Produkte bezogen werden, allein beim Kunden liegt.

Auf den zweiten zentralen Faktor, die **Produktion von Octylphenol in der EU**, haben zwei Akteure Einfluss: der Akteur EU und der Octylphenol-Hersteller. Die Handlung der EU „Umwelt- und verbraucherorientierte Richtlinien erlassen“ kann den Grad der Regulierung beeinflussen. So wurde Nonylphenol in allen gewässerrelevanten Anwendungen verboten, dies könnte auch bei Octylphenol gesetzlich festgelegt werden, was die Produktion von Octylphenol in der EU reduzieren würde.

Der Faktor Produktion von Octylphenol in der EU wirkt sich direkt auf den Gewinn des Octylphenol-Herstellers aus (positive Korrelation im Wahrnehmungsgraphen). Die Produktion leicht erhöhen bzw. stabilisieren kann der Octylphenol-Hersteller, indem er Weiterverarbeiter und Endhersteller über Risiken informiert. Diese Verknüpfung ist analog der im Wahrnehmungsgraphen des Bisphenol A-Herstellers.

Neben diesen beiden Handlungen wirken auch Aktionen der NRO auf die Produktion ein. Hager führt als Beispiel die Organisationen Greenpeace und WWF an, die Druck machten, mit dem Ziel, dass Sasol die Produktion einstellen soll. Im Blick sei bei den NRO nur die vermutete endokrine Wirkung von Nonylphenol und Octylphenol auf Menschen. Diese Aktionen haben zur Folge, dass die Produktion in der EU leicht zurückgeht, wenn Verbraucher und dadurch auch die weiterverarbeitende Industrie kein Nonyl- und Octylphenol in Produkten mehr wünschen. Da Octylphenol-Hersteller außerhalb der EU nicht von den NRO-Aktionen betroffen sind, ändert sich der Import nicht. Auch eine strengere Regulierung wird den Import nicht begrenzen können, da eingeführte Produkte nicht alle auf ihre Inhaltsstoffe hin kontrolliert werden können.

Dies führt zum letzten zentralen Faktor, der **Konzentration Octylphenol in der Umwelt**. Hager hat seine Aussagen auf Nonylphenol bzw. Alkylphenole bezogen. Nonylphenol besitzt unbestreitbar eine hohe aquatische Toxizität. Allerdings sind Gesundheitsrisiken aus Sicht von Hager nicht gegeben. So seien hormonelle Wirkungen bei Fischen nachgewiesen worden, aber die Ergebnisse dieser Untersuchungen seien nicht auf den Menschen übertragbar.

Hager geht davon aus, dass durch die Produktion von Alkylphenolen in der EU die Konzentration von Nonylphenol und Octylphenol in der Umwelt nicht erhöht wird. Nonylphenol ist in den gewässerrelevanten Anwendungen nicht mehr enthalten. Und das in Deutschland hergestellte Octylphenol würde so weiterverarbeitet, dass es nicht in die Umwelt gelangen kann. Im Gegensatz zu Phthalaten, die als Weichmacher bzw. Lösemittel in Kunststoffen verwendet werden und den Kunststoff verlassen können („diffundiert aus dem Kunststoff heraus“), werden die Alkylphenole chemisch weiter umgesetzt und können den Kunststoff nicht verlassen. Einen größeren Eintrag in die Umwelt vermutet Hager durch Import-Produkte, zum großen Teil durch Textilien. Ha-

ger sandte der Verfasserin die Zusammenfassung einer Studie, die seine Vermutung untermauert (HAGER 2005).

In den Jahren 1998 und 1999 wurden von Sasol (damalige Bezeichnung CONDEA) stichprobenartig sowohl Rohtextilien als auch importierte Fertigware auf Gehalte von Alkylphenoethoxylaten (APEO) untersucht. Die Ergebnisse waren: hohe APEO-Gehalte konnten in Polyester-Rohtextilien außereuropäischer Herkunft (z. B. aus Korea oder Japan) festgestellt werden. Der APEO-Gehalt bei ca. 700 bis 800 mg APEO/kg Rohtextil, was dem ca. zwanzigfachen der gemessenen europäischen Ware entsprach. Nahezu alle untersuchten bunt bedruckten Fertigartikel enthielten zwischen 400 und 2.600 mg Nonylphenol- und/oder Octylphenoethoxylate pro kg Textil. Ursache für die hohe APEO-Belastung sind die im Ausland verwendeten APEO-haltigen Waschmitteln und die beim Textildruck verwendeten Pigmentkleber. Nach einer Hochrechnung werden allein 500 bis 1.000 t NPEO pro Jahr durch importierte Roh- und Fertigtextilien nach Deutschland importiert. (HAGER 2005)

Die Mengen an Alkylphenoethoxylaten, die durch importierte Textilien in die Umwelt eingetragen werden, sind nicht in den Import-Zahlen in der Tabelle 5.2 auf Seite 120 enthalten.

Die Konzentration von Octylphenol in der Umwelt lässt den Faktor Umweltschutz sinken. Das Ziel, den Umweltschutz zu verstärken, kann aus Sicht von Hager nur erreicht werden, wenn auch die Importe von Produkten mit Octylphenol und Nonylphenol zurückgehen.

Analyse des Wahrnehmungsgraphen des Octylphenol-Herstellers

Von 343 möglichen Handlungskombinationen werden durch die *Inferred Strategies*-Analyse zwei Handlungsstrategien identifiziert, die den höchsten Nutzen bezüglich der beiden Ziele des Octylphenol-Herstellers erwarten lassen (siehe Abbildung 5.17 auf der nächsten Seite): Die Handlung „Ersatzstoffe entwickeln“ des Octylphenol-Herstellers und die Handlung „Umwelt- und verbraucherorientierte Richtlinien erlassen“ der EU sollten in beiden Fällen stark vermindert werden. Weiterhin sollte die Handlung „Weiterverarbeiter/Endhersteller über Risiken informieren“ intensiviert oder stark intensiviert werden (mittleres oder großes Plus). Da bereits die *tactic* „intensivieren“ zum höchstmöglichen Nutzen führt, wird die *tactic* „stark intensivieren“ nur als zweite Möglichkeit angegeben.

Insgesamt führen diese beiden Handlungsstrategien zu einem zu erwartenden Nutzenwert von $\frac{1}{3}$. Die Ziele „Umweltschutz und nachhaltige Produktion verbessern“ werden nicht erreicht (jeweils $-\frac{1}{3}$), wohingegen das Ziel der Gewinnorientierung mit dem maximal möglichen Nutzen von 1 erreicht wird. Zusammen ergibt dies den einen Nutzen von $\frac{1}{3}$ und dementsprechend einen Zufriedenheitswert von 33 % (eine Erläuterung, wie der Zufriedenheits- und Frustrationswert ermittelt wird, ist im Abschnitt A.5.3 auf Seite 257 zu finden).

Warum sind die ermittelten Nutzenwerte für die Ziel-Faktoren nachhaltige Produktion und Umweltschutz negativ?

Der Ziel-Faktor nachhaltige Entwicklung und damit verbunden der Nutzenwert kann nur positiv werden, wenn die Handlung „Ersatzstoffe entwickeln“ verstärkt wird, da dies nicht der Fall ist (siehe das Ergebnis der *Inferred Strategies*-Analyse in der Abbildung 5.17 auf der nächsten Seite), ist der Nutzenwert negativ.

Beim Ziel-Faktor Umweltschutz ist die Lage anders. Im Wahrnehmungsgraphen sieht man, dass drei Handlungen auf den Ziel-Faktor einwirken, dies ist aber nicht korrekt. Den beiden Pfaden, die zum Ziel-Faktor Umweltschutz führen, fehlt der *change multiplier*. Dies hat zu Folge, dass der Faktor Umweltschutz seinen Wert nicht ändert (der „Wert“ ist gleichbleibend, in DANA mit dem Symbol des Kreises dargestellt). Die

Zielbewertung für den gleichbleibenden Zustand ist $-1/3$ (siehe die Zielbewertung in Abbildung 5.16 auf Seite 122). Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Handlungen und die Erwartungen keinen Einfluss auf den Ziel-Faktor Umweltschutz haben und der Nutzenwert durch die Zielbewertung konstant bei $-1/3$ liegt.

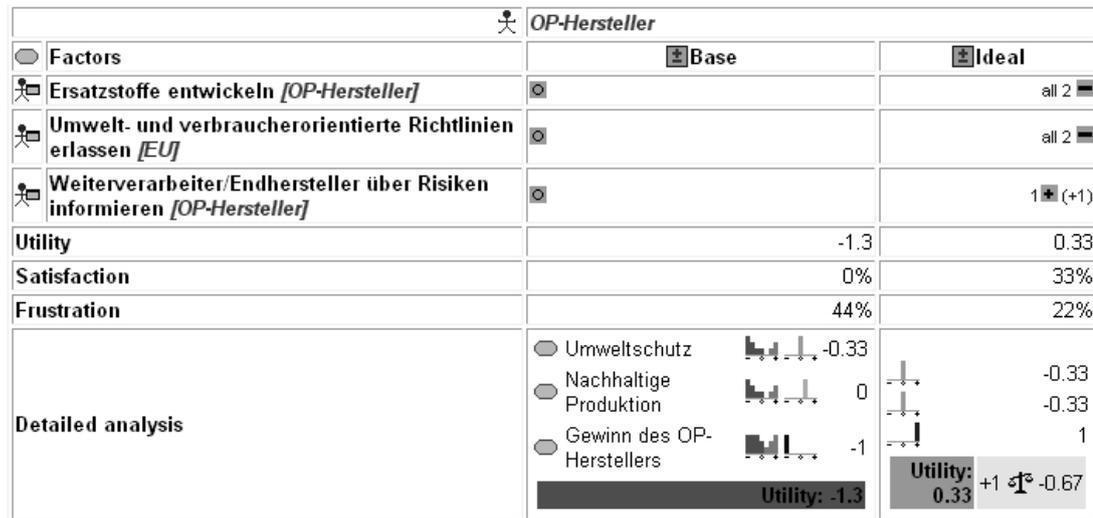


Abbildung 5.17: Ergebnis der *Inferred Strategies*-Analyse des Wahrnehmungsgraphen des Akteurs Octylphenol-Hersteller. Angegeben sind der Nutzen-, der Zufriedenheits- und der Frustrationswert für den *base* und den *ideal case* sowie die Handlungskombination, die mit dem geringsten Aufwand zum *ideal case* führt. In Klammern ist die Anzahl der weiteren Handlungskombinationen angegeben, die mit größerem Aufwand zum gleichen Ergebnis führen. Im Abschnitt *Detailed analysis* sind die Zielsetzungen (in Form eines Histogramms), die Veränderung des Ziel-Faktors (in Form eines Balkendiagramms), der ermittelte Nutzenwert für die einzelnen Ziele und der Gesamt-Nutzenwert dargestellt.

Abschließend betrachten wir die unterschiedliche Bewertung der Ziel-Faktoren Gewinn und nachhaltige Produktion (siehe Abbildung 5.16 auf Seite 122): durch die Bewertung des Ziels der Gewinnorientierung kann maximal ein Nutzenwert von 1 erreicht werden, da der höchste Smiley enthalten ist. In der Zielbewertung des Faktors nachhaltige Produktion ist hingegen nur der mittlere positive Smiley enthalten, was einen Nutzenwert von maximal $1/2$ ermöglicht. Damit wird dem Ziel der Gewinnorientierung ein höherer Stellenwert als dem Ziel der nachhaltigen Produktion beigemessen.

Wird die Leitlinie des Unternehmens Sasol betrachtet, die besagt, dass „Verpflichtungen im Sinne von „Responsible Care“ [...] im Zweifel Vorrang vor wirtschaftlichen Überlegungen [haben]“ (SASOL GERMANY o.J.), dann könnte die Bewertung der Ziel-Faktoren Gewinn und nachhaltige Produktion im Wahrnehmungsgraphen getauscht werden, um diese Leitlinie besser in DANA abzubilden.

In Abbildung 5.18 auf der nächsten Seite ist das Ergebnis der *Inferred Strategies*-Analyse mit dieser veränderten Zielbewertung (Tausch der Zielbewertung von „Nachhaltige Produktion“ und „Gewinn des Octylphenol-Herstellers“) dargestellt.

Diese neue Zielbewertung hat eine Wirkung auf die Wahl der optimalen Handlungskombinationen. Demnach müsste der Octylphenol-Hersteller sehr stark in die Entwicklung von Ersatzstoffen investieren (großes Plus) und die Weiterverarbeiter/Endhersteller über die Risiken informieren (mittleres Plus).

Zugleich wäre es sinnvoll, wenn die EU keine Richtlinien erlassen würde, die die Produktion bzw. den Verbrauch von Octylphenol regulieren würden (siehe Abbildung 5.18 auf der nächsten Seite). Die Handlung der EU wirkt sich lediglich negativ auf den Un-

ternehmensgewinn aus, aber nicht positiv auf die nachhaltige Produktion, daher wird in der *Inferred Strategies*-Analyse für diese Handlungsoption ein großes Minus ermittelt. Mit dieser Handlungsstrategie würde der Nutzenwert für den Ziel-Faktor Gewinn sinken (von 1 auf $-1/3$). Der Nutzenwert für den Ziel-Faktor nachhaltige Produktion läge bei 1 statt bei $-1/3$. Da der Nutzenwert für den Ziel-Faktor Umweltschutz nicht durch die Handlungen beeinflusst wird, liegt er auch hier unverändert bei $-1/3$.

Es zeigt sich, dass eine kleine Verschiebung der Zielbewertung einen großen Einfluss auf die optimalen Handlungsstrategien und damit verbunden auf den zu erwartenden Nutzen hat.

☺ OP-Hersteller			
Factors	Base	Ideal	
🔧 Ersatzstoffe entwickeln [OP-Hersteller]	☐	all 2 🚩	
🔧 Umwelt- und verbraucherorientierte Richtlinien erlassen [EU]	☐	all 2 🚩	
🔧 Weiterverarbeiter/Endhersteller über Risiken informieren [OP-Hersteller]	☐	1 🚩 (+1)	
Utility	-1	0.33	
Satisfaction	11%	33%	
Frustration	44%	22%	
Detailed analysis	<ul style="list-style-type: none"> ☐ Umweltschutz -0.33 ☐ Nachhaltige Produktion 0.33 ☐ Gewinn des OP-Herstellers -1 	<ul style="list-style-type: none"> -0.33 1 -0.33 	
	Utility: -1	+0.33	-1.3
	Utility: 0.33	+1	-0.67

Abbildung 5.18: Ergebnis der *Inferred Strategies*-Analyse des Wahrnehmungsgraphen des Akteurs Octylphenol-Hersteller mit veränderter Zielbewertung: Tausch der Zielbewertung von „Nachhaltige Produktion“ und „Gewinn des OP-Herstellers“. Angegeben sind der Nutzen-, der Zufriedenheits- und der Frustrationswert für den *base* und den *ideal case* sowie die Handlungskombination, die mit dem geringsten Aufwand zum *ideal case* führt. Die (+1) zeigt an, dass es eine weitere Handlungskombination gibt, die mit größerem Aufwand zum gleichen Ergebnis führt. Im Abschnitt *Detailed analysis* sind die Zielsetzungen (in Form eines Histogramms), die Veränderung des Ziel-Faktors (in Form eines Balkendiagramms) und der ermittelte Nutzenwert für die einzelnen Ziele und der Gesamt-Nutzenwert dargestellt.

5.2.8 Akteur Tris(2-chlor-1-methylethyl)phosphat (TCPP)-Hersteller

Tris(2-chlor-1-methylethyl)phosphat

Tris(2-chlor-1-methylethyl)phosphat (TCPP) hat die CAS-Nummer 13674-84-5 und ist ein additives Flammschutzmittel, das dem herzustellenden Kunststoff zugesetzt wird, ohne dass eine chemische Reaktion mit den übrigen Substanzen erfolgt – im Unterschied zu reaktiven Flammschutzmitteln, die in die Kunststoffe chemisch „eingebaut“ werden. Anwendungsgebiete von TCPP sind Polyurethan-Hartschäume, die vorwiegend auf dem Bau und in der Möbelherstellung Verwendung finden, sowie Weichschäume für die Herstellung von Polstern für Möbel, Matratzen, Autositzen und Kopfstützen (EUROPEAN CHEMICALS BUREAU 2008c). Es gibt vier Produzenten in der EU, die TCPP herstellen: Supresta (früher Akzo Nobel), Lanxess (früher Bayer), BASF/Elastogran und Albemarle (früher Rhodia, davor Albright and Wilson) (EUROPEAN CHEMICALS BUREAU 2008c: 11).

Die Substanz TCPP wird seit Mitte der 1990er Jahre als Ersatzstoff für das Flammschutzmittel TCEP eingesetzt, das im Verdacht steht, krebserregend zu sein (BECKER *et al.* 2004: 72). Die gesamte Produktion von TCPP lag im Jahr 2000 bei 36.038 t. Wenn

man Importe hinzuzählt und Exporte abzieht, ergibt dies einen Verbrauch innerhalb der EU von 38.131 t für das Jahr 2000 (siehe Tabelle 5.3).

Tabelle 5.3: Produktion, Import und Export von TCPP im Jahr 2000 in der EU (Quelle: EUROPEAN CHEMICALS BUREAU (2008c: 12))

Faktor	Tonnen
Produktion	36.038
Import	8.304
Export	6.211

Als Stakeholder war im INTAFERE-Projekt Sander Kroon von Supresta Netherlands B.V. beteiligt, mit dem auch ein Expertengespräch geführt wurde. Supresta ist Marktführer in Europa für TCPP und TDCP, ein weiteres Flammschutzmittel. Die Substanzen sind nach Kroon die „Hauptumsatzträger für Supresta“.

Das Unternehmen Clariant GmbH mit Sitz in Hürth hat bis zum Jahr 2000 TCPP hergestellt und bis Ende 2004 mit dieser Substanz gehandelt. Dr. Adrian Beard von der Clariant GmbH war kein Stakeholder im INTAFERE-Projekt, aber mit ihm wurde ein Expertengespräch geführt, an dem auch zwei weitere Mitarbeiter von Clariant teilnahmen. Aus Sicht von Beard ist TCPP kein strategisches Produkt mehr, da der Patentschutz abgelaufen und die Substanz einfach und preiswert herzustellen ist.

Wahrnehmung des TCPP-Herstellers

Der Akteur „TCPP-Hersteller“ steht stellvertretend für alle Unternehmen, die TCPP produzieren und an die weiterverarbeitende Industrie verkaufen. Der Wahrnehmungsgraph in der Abbildung 5.19 auf der nächsten Seite ist eine Zusammenstellung der Sicht des Unternehmens Supresta Netherlands B.V., vertreten durch Sander Kroon (Manager Regulatory, Health & Environmental Affairs), sowie der Sicht des Unternehmens Clariant GmbH, vertreten durch Dr. Adrian Beard (verantwortlich für den Bereich Phosphorus Flame Retardants), Dr. Mathias Dietz (Technical Manager Phosphorus Products) und Wilfried Krieger (Technical Manager Flame Retardants). Alle folgenden Beschreibungen beziehen sich auf diesen Wahrnehmungsgraphen.

Clariant hat, wie oben beschrieben, bis zum Jahr 2000 TCPP hergestellt. Für den Wahrnehmungsgraphen wurden die Aussagen von Beard, Dietz und Krieger verwendet, die für die Modellierung des Akteurs TCPP-Hersteller plausibel erschienen.

Da beide Expertengespräche auf Wunsch der Gesprächsteilnehmer nicht auf Tonband aufgenommen wurden, liegen keine Transkriptionen vor. Die Entwicklung des Wahrnehmungsgraphen und dessen Erläuterung beziehen sich auf die Gesprächsprotokolle, die gemeinsam von Christiane Döll und Immanuel Stieß erstellt wurden.

Der TCPP-Hersteller verfolgt vier Ziele:

- Erhöhung der nachhaltigen Produktion,
- verbesserter Schutz der menschlichen Gesundheit (= körperliche Unversehrtheit, bezieht sich hier auf die Gefährdung durch Feuer),
- Steigerung des Unternehmensgewinns (Gewinnorientierung) und
- verbesserter Umweltschutz.

Im Wahrnehmungsgraphen des TCPP-Herstellers lassen sich die folgenden zentralen Faktoren identifizieren: Ersatzstoffproduktion, TCPP-Produktion und TCPP-Konzentration in der Umwelt.

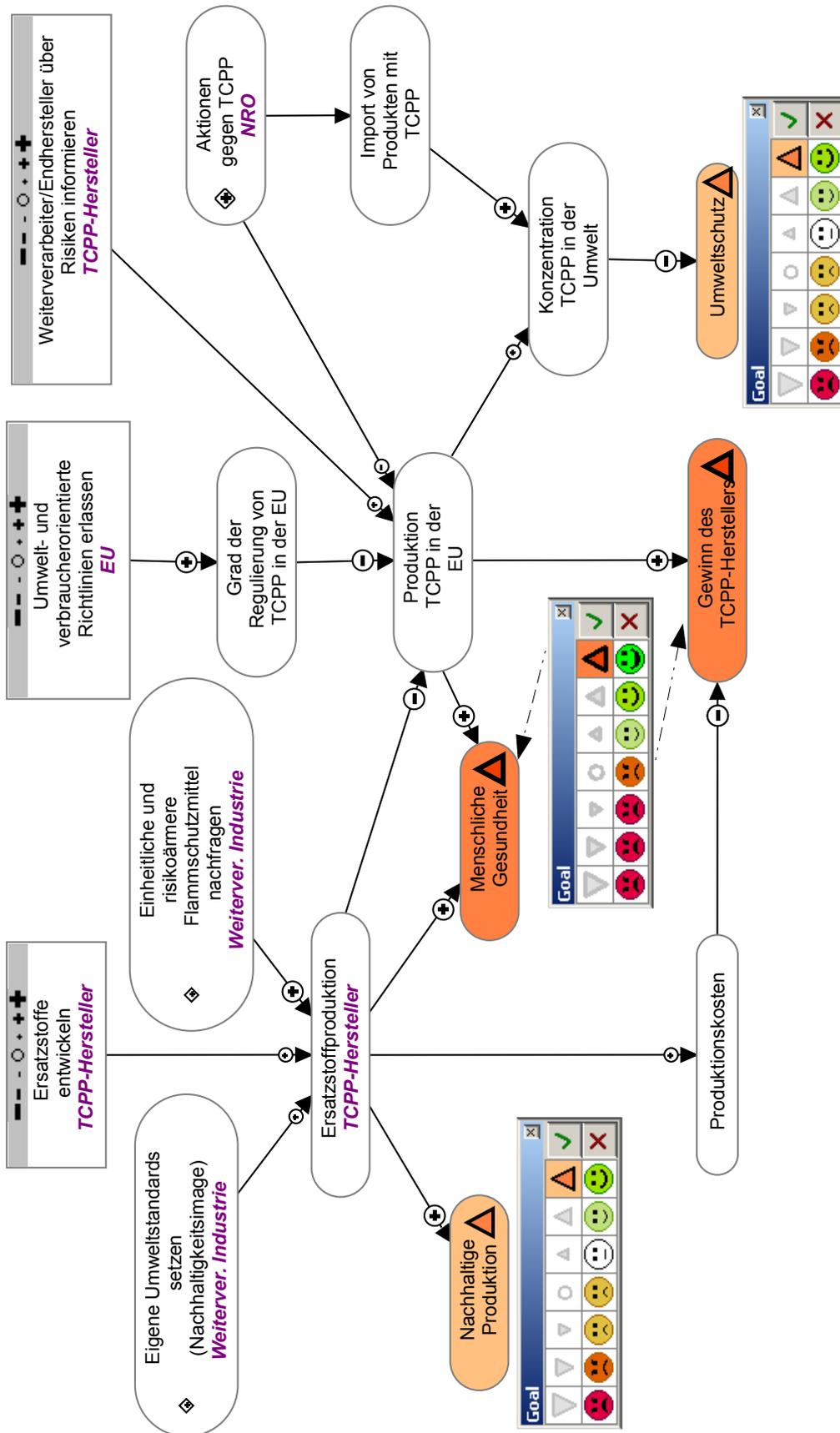


Abbildung 5.19: Wahrnehmungsgraph des Akteurs TCPP-Hersteller, der Ziel-Faktor „menschliche Gesundheit“ bezieht sich hier auf die Gefährdung durch Feuer

Auf den Faktor **Ersatzstoffproduktion** wirken eine Handlung und zwei Erwartungen ein. Die TCPP-Hersteller haben die Handlungsmöglichkeit, Ersatzstoffe zu entwickeln und zu produzieren. Nach Beard geht der Trend in Richtung halogenfreie Stoffe mit geringen Emissionen und toxikologisch unbedenklichen Additiven. Entwickelt werden Substanzen mit einem höheren Molekulargewicht, die weniger gasförmige und flüssige Emissionen aufweisen sowie Stoffe, die in Kunststoffe eingebaut werden können (reaktive Flammschutzmittel) – was allerdings technisch komplizierter ist. Die neuen Produkte unterliegen dem Patentschutz (und sind damit für die Konkurrenz nicht einfach produzierbar) und weisen bessere Umwelteigenschaften auf. Ihre Nachteile gegenüber den etablierten Lösungen bestehen in der Preisdifferenz, in der schwierigeren technischen Handhabung und in dem Aufwand für Genehmigungsverfahren. Flammschutzmittel auf anorganischer Basis (z. B. Aluminiumhydroxid) sind weitaus preiswerter. Ihr technischer Nachteil ist, dass die erforderlichen Einsatzmengen teilweise recht hoch sind (bis zu 50 % Gewichtsanteil im Endprodukt).

Aus Sicht von Kroon sind TCPP und TDCP wichtige Produkte. Entscheidend für den weiteren Umgang mit diesen Stoffen ist das *European Union Risk Assessment* (EU-RA). Wenn dieses Verfahren die Toxizität bestätigen sollte, werden Ersatzstoffe verstärkt entwickelt und die Kunden darüber entsprechend informiert. Für diesen Fall sollte genügend Zeit zur Umstellung eingeräumt werden, insbesondere für die Weiterverwender.

Der TCPP-Hersteller hat die Erwartung, dass die weiterverarbeitende Industrie eigene Umweltstandards setzen wird. Beard erläutert, dass die Endhersteller (z. B. Automobilhersteller) einflussreiche „Entscheider“ sind. Für sie spielt neben den technischen Eigenschaften, Flexibilität und Preis der verwendeten Substanzen auch das Image („Giftcocktail im Auto“) eine wichtige Rolle. Die Autohersteller nehmen allerdings unterschiedliche Positionen ein. So möchte Daimler seine Autos mit Flammschutzmitteln ohne umweltgefährdende Emissionen herstellen und andere Hersteller möchten möglichst günstige Flammschutzmittel verwenden.

Weiterhin gibt es die Erwartung, dass die weiterverarbeitende Industrie einheitliche und risikoärmere Flammschutzmittel nachfragt. Nach Beard haben die Endhersteller den größten Einfluss. Sie können Druck auf Formulierer (Unternehmen der weiterverarbeitenden Industrie) ausüben und dabei mehr bewirken als ein Hersteller oder Zulieferer in der Vorkette. Bereits heute gibt es Anfragen von der weiterverarbeitenden Industrie bezüglich risikoärmeren Flammschutzmitteln.

Der Faktor Ersatzstoffproduktion wirkt sich auf den Ziel-Faktor Nachhaltige Produktion mit einer positiven Korrelation aus. So hat Supresta das Leitbild der *Sustainable Production*, das sich mit dem Ziel verbindet, die Phosphorsäureester-Chemie umweltfreundlicher zu machen. Für Kroon ist die chemische Industrie notwendig für die Herstellung umweltfreundlicher und nachhaltiger Produkte. Seit ca. fünf Jahren findet bei Supresta bereits vor der Markteinführung neuer Produkte ein ökotoxikologisches und humantoxikologisches Screening der neu entwickelten Substanzen statt. Dabei kommen Testmethoden, die auch bei dem EU-RA verwendet werden, zur Anwendung. Kroon stellt fest: „Heute muss ein Produkt nachhaltig sein, sonst hat es keine Chance“.

Bei TCPP besteht allerdings ein Grundproblem darin, dass die spezifischen Stoffeigenschaften des additiven Flammschutzmittels zu den Zielen der *Sustainable Production* im Widerspruch stehen: Flammschutzmittel müssen schwer abbaubar und nicht hydrolysierbar sein.

Der zweite zentrale Faktor ist die **TCPP-Produktion in der EU**. Beard geht davon aus, dass TCPP nicht vom Markt verschwinden wird, da die Substanz günstig ist und gute technische Eigenschaften aufweist. Hochwertige Ersatzstoffe werden aus seiner

Sicht Nischen besetzen, aber der Massenmarkt sei konservativ. Ein vollständiger Ersatz sei nur durch ein gesetzliches Verbot zu erreichen.

Die EU kann die Substanz regulieren, in dem Grenzwerte in Umweltkompartimenten festgesetzt werden, Anwendungsverbote ausgesprochen werden oder die Substanz verboten wird. Je höher der Grad der Regulierung, desto niedriger die TCPP-Produktion. Auf die Produktion wirkt sich auch die Ersatzstoffproduktion aus, je mehr alternative Stoffe TCPP in den verschiedenen Anwendungen ersetzen, desto geringer wird die TCPP-Produktion sein.

Der TCPP-Hersteller hat schließlich die Möglichkeit, die Weiterverarbeiter und die Endhersteller über Risiken zu informieren. Der Hersteller hat im Gegensatz zum Lobbyverband (siehe Akteur EFRA in den Ergebnissen 5.2.9 auf Seite 132) v. a. Kontakt zu Großkunden (Automobilhersteller, Verbände der Möbelhersteller). Es wird angestrebt, die technischen Vor- und Nachteile sowie die komplexen toxikologischen Risiken besser zu vermitteln. Eine erfolgreiche Vermittlung führt zu einer Erhöhung der Nachfrage und damit auch der Produktion.

Der TCPP-Hersteller erwartet, dass die NRO Aktionen gegen Substanzen wie TCPP durchführen werden. Nach Kroon ist es das Ziel der Umweltorganisationen, bromierte FSM verbieten zu lassen. Er erwartet Kampagnen und Verbotsforderungen weiterer Flammschutzmittel. Umweltorganisationen wie WWF und Greenpeace seien gegen „bad old chemicals“, insbesondere gegen bromierte Flammschutzmittel.

Die NRO würden teilweise fragwürdige und wissenschaftlich nicht haltbare Studien verbreiten, ein Beispiel dafür ist die WWF-Studie u. a. zu TBBP-A (ein bromiertes Flammschutzmittel) im Nabelschnurblut. Kroon nennt auch eine Kampagne über Flammschutzmittel-belasteten Staub in den Büros der Mitglieder des EU-Parlamentes, allerdings läge der gemessene Flammschutzmittel-Gehalt weit unter gesundheitlich problematischen Grenzwerten.

Da die Konsumenten den Untersuchungen von Umweltorganisationen wie dem WWF eine hohe Glaubwürdigkeit zubilligen, haben die NRO einen gewissen Einfluss, der sich auf eine Verringerung der Produktion von Flammschutzmitteln auswirken kann.

Je höher die TCPP-Produktion sein wird, desto höher wird der Unternehmensgewinn ausfallen (Ziel der Gewinnorientierung). Zugleich führt eine hohe Flammschutzmittel- und TCPP-Produktion zu einem besseren Schutz vor Feuer/Bränden durch Flammschutzmittel und damit zu einer geringeren Gefährdung der körperlichen Unversehrtheit (Ziel der Verbesserung der menschlichen Gesundheit).

Der dritte zentrale Faktor ist die **TCPP-Konzentration in der Umwelt**. Es ist nicht klar, welche Eintragspfade für TCPP in die Umwelt existieren. Kroon erklärt, dass TCPP schwach flüchtig ist und in der Luft nur in sehr geringen Mengen gemessen wird. Einen Eintrag über den Regen in die aquatische Phase hält er für sehr unwahrscheinlich. Hingegen kann es durch Nutzung und Verbrauch sowie durch die Lagerung von Baumaterial und Möbeln (Polstermöbel, Matratzen) auf Deponien zu diffusen Einträgen kommen. Kroon äußert die Vermutung, dass der größte Eintrag von TCPP und TDCP in die Umwelt von Deponien stammt, von dort könnten die Substanzen durch Sickerwasser in das Grundwasser gelangen.

Zu den Emissionen auf den unterschiedlichen Stufen des Lebenszyklus und den Eintragspfaden in die Umwelt von halogenierten Organophosphaten liegen Beard keine Informationen vor. Als mögliche Emissionsquellen kommen nach Beard durch Regen ausgewaschene Ausdampfungen aus Fertigteilen sowie Sickerwasser aus Deponien infrage. Weitere mögliche Eintragspfade könnten die beim Autowaschen weggeworfenen Lappen sowie die Entsorgung von Schaumstoffsitzen seien.

Keinen Einfluss haben die NRO auf den Import von TCPP-haltigen Produkten. Da der Patentschutz für TCPP abgelaufen ist, ist der Stoff einfach und preiswert herzustellen. Nach Beard erfolgt der Wettbewerb primär über den Preis. Es gibt einen starken Importdruck aus Asien. TCPP wird beispielsweise in China und Indien hergestellt.

Analyse des Wahrnehmungsgraphen des TCPP-Herstellers

Von 343 möglichen Handlungskombinationen wird durch die *Inferred Strategies*-Analyse eine Handlungsstrategie identifiziert, die den höchsten Nutzen bei geringst möglichem Aufwand bezüglich der vier Ziele des TCPP-Herstellers erwarten lässt (siehe Abbildung 5.20): Die Handlung „Ersatzstoffe entwickeln“ des TCPP-Herstellers und die Handlung „Umwelt- und verbraucherorientierte Richtlinien erlassen“ der EU sollten stark vermindert werden. Weiterhin sollte die Handlung „Weiterverarbeiter/Endhersteller über Risiken informieren“ intensiviert werden (mittleres Plus).

Insgesamt führt diese Handlungsstrategie zu einem zu erwartenden Nutzenwert von 1,3 (genauer $1 \frac{1}{3}$). Die Ziele „Umweltschutz und nachhaltige Produktion verbessern“ werden nicht erreicht (jeweils $-1/3$), wohingegen die Ziele der Gewinnorientierung und der Verbesserung der menschlichen Gesundheit (im Sinne einer geringeren Gefährdung durch Brände) mit jeweils dem maximal möglichen Nutzen von 1 erreicht werden. Zusammen ergibt dies den einen Nutzen von $1 \frac{1}{3}$ und dementsprechend einen Zufriedenheitswert von 50%.

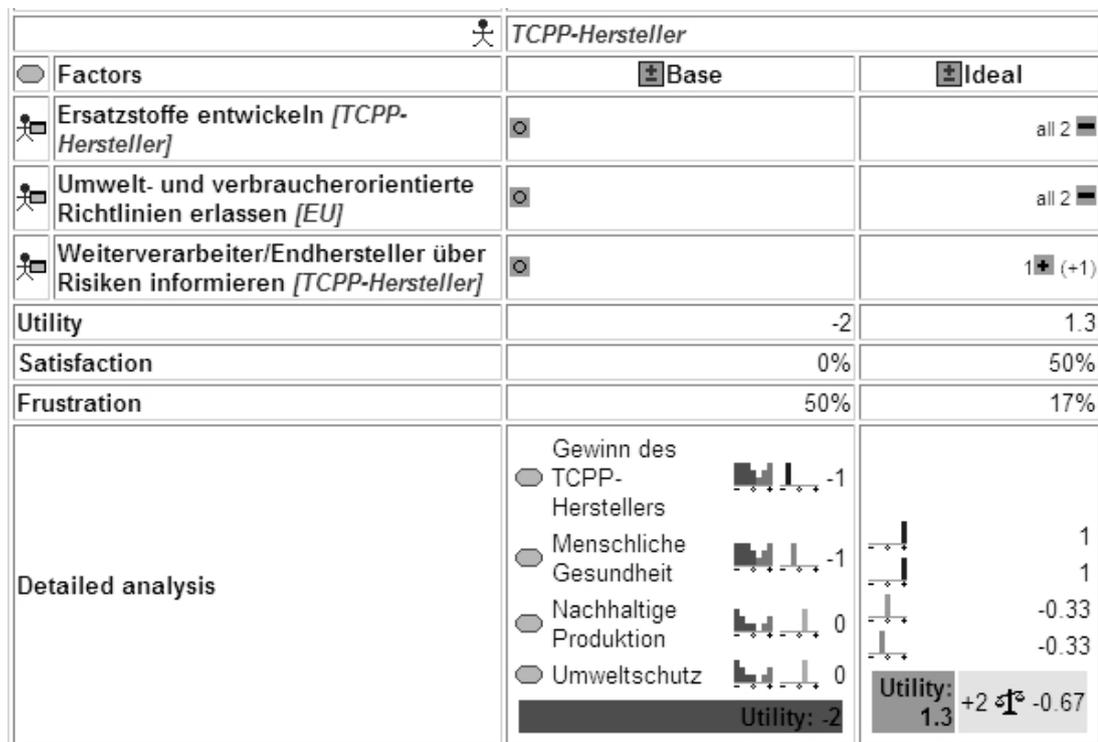


Abbildung 5.20: Ergebnis der *Inferred Strategies*-Analyse des Wahrnehmungsgraphen des Akteurs TCPP-Hersteller. Angegeben sind der Nutzen-, der Zufriedenheits- und der Frustrationswert für den *base* und den *ideal case* sowie die Handlungskombination, die mit dem geringsten Aufwand zum *ideal case* führt. Die Angabe (+1) zeigt an, dass es eine weitere Handlungskombination gibt, die mit größerem Aufwand zum gleichen Ergebnis führt. Im Abschnitt *Detailed analysis* sind die Zielsetzungen (in Form eines Histogramms), die Veränderung des Ziel-Faktors (in Form eines Balkendiagramms), der ermittelte Nutzenwert für die einzelnen Ziele und der Gesamt-Nutzenwert dargestellt.

5.2.9 Akteur European Flame Retardants Association

European Flame Retardants Association

Die European Flame Retardants Association (EFRA) ist der europäische Lobbyverband der Flammenschutzmittel-Hersteller, zu denen auch Supresta gehört. Die Aufgaben und Ziele der EFRA sind:

EFRA brings together all the major companies which manufacture or market flame retardants in Europe. EFRA covers all types of flame retardants: chemicals based on bromine, phosphorus, nitrogen, inorganic compounds and intumescent systems. (EFRA 2006)

Wahrnehmung von EFRA

Der Wahrnehmungsgraph in der Abbildung 5.21 zeigt die Wahrnehmung des Akteurs „European Flame Retardants Association (EFRA)“ aus Sicht von Sander Kroon (Mitglied im Aufsichtsrat der EFRA) und Dr. Adrian Beard (Clariant GmbH). Der Wahrnehmungsgraph enthält die Ziele des Akteurs, seine und die Handlungen anderer Akteure sowie Systemattribute.

Da die Expertengespräche auf Wunsch von Kroon und Beard nicht auf Tonband aufgenommen wurden, liegen keine Transkriptionen vor. Die Entwicklung des Wahrnehmungsgraphen und dessen Erläuterung beziehen sich auf die Gesprächsprotokolle, die gemeinsam von Christiane Döll und Immanuel Stieß erstellt wurden.

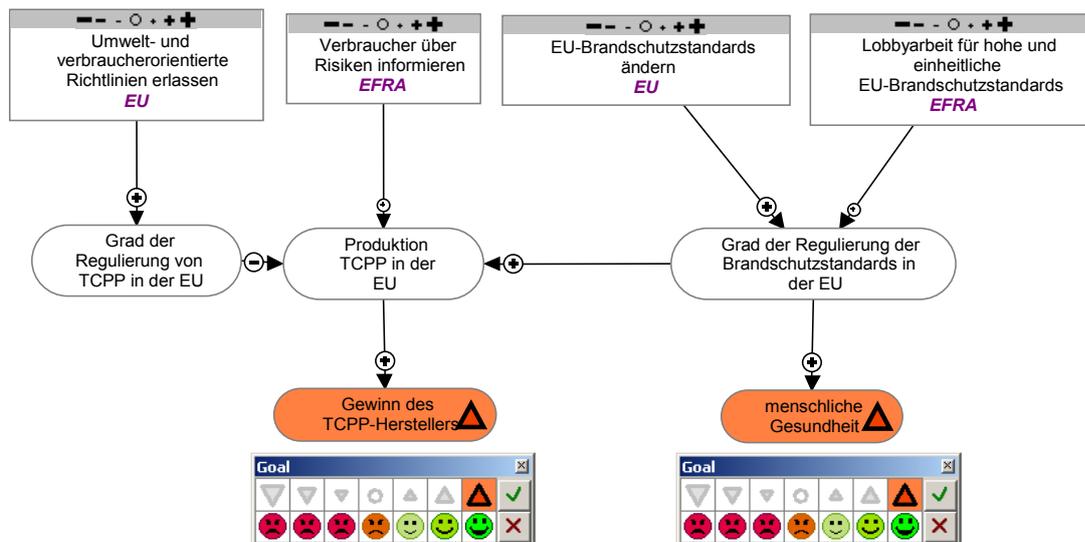


Abbildung 5.21: Wahrnehmungsgraph des Akteurs European Flame Retardants Association (EFRA), der Ziel-Faktor „menschliche Gesundheit“ bezieht sich hier auf die Gefährdung durch Feuer

EFRA hat zwei Ziele: die Zunahme des Gewinns der Flammenschutzmittel-Hersteller und damit auch der TCPP-Hersteller und einen besseren Schutz der menschlichen Gesundheit durch eine geringere Gefährdung durch Brände. Zentrale Faktoren im Wahrnehmungsgraphen sind die Produktion von TCPP und der Grad der Regulierung der Brandschutzstandards.

Zum ersten zentralen Faktor, der **Produktion von TCPP in der EU**. Auf diesen Faktor wirkt die Handlung „Umwelt- und verbraucherorientierte Richtlinien erlassen“ der EU über den Faktor „Grad der Regulierung von TCPP“ ein. Je höher der Grad der Regulierung, desto geringer die Produktion in der EU.

Auf die Produktion kann die EFRA einen schwachen Einfluss ausüben, sie kann Verbraucher über Risiken informieren und dadurch eine höhere Akzeptanz für Flammenschutzmittel und damit verbunden eine höhere Nachfrage und Produktion schaffen (gleiche Handlung wie die TCPP-Hersteller). Kroon erläutert, dass eine bessere Kommunikation mit den Verbrauchern und den Unternehmen, die Zwischenprodukte herstellen, angestrebt wird. Es soll versucht werden, die technischen Vor- und Nachteile sowie die komplexen toxikologischen Risiken besser zu vermitteln. Neben der Aufklärung über die Gefahren von Produkten ohne Flammenschutzmittel sollen auch alternative – halogenfreie, aber teurere – Substanzen beworben werden.

Der zweite zentrale Faktor ist der **Grad der Regulierung der Brandschutzstandards in der EU**. Die EFRA betreibt aktiv Lobbyarbeit für hohe und einheitliche Brandschutzstandards in der EU. Beard führt aus, dass die Unternehmen und die EFRA eine einheitliche EU-Gesetzgebung mit strengen Brandschutzstandards wie in Großbritannien anstreben. Dies sei zugleich kommerzielles Interesse und im Sinne der Brandopfer.

Die EU hat die Handlungsmöglichkeit, die EU-Brandschutzstandards zu ändern. Falls die Brandschutzstandards erhöht würden, würden Teppiche, Polstermöbel und Matratzen mit Flammenschutzmitteln behandelt. Aus Sicht der EFRA wirkt sich ein hoher Grad der Regulierung positiv auf die Produktion aus und erhöht die körperliche Unversehrtheit. In diesem Sinne ist auch das Ziel der Verbesserung der menschlichen Gesundheit in Abbildung 5.21 auf der vorherigen Seite zu verstehen.

Analyse des Wahrnehmungsgraphen von EFRA

		Europäischer Flammenschutzmittelverband	
Factors	Base	Ideal	
EU-Brandschutzstandards ändern [EU]	1	1 (+181)	
Lobbyarbeit für hohe und einheitliche EU-Brandschutzstandards [EFRA]	1	1 (+181)	
Umwelt- und verbraucherorientierte Richtlinien erlassen [EU]	1	1 (+181)	
Verbraucher über Risiken informieren [EFRA]	1	1 (+181)	
Utility		-1.3	2
Satisfaction		0%	100%
Frustration		67%	0%
Detailed analysis	Gewinn des TCPP-Herstellers -0.67 Menschliche Gesundheit -0.67 Utility: -1.3		1 1 Utility: 2

Abbildung 5.22: Ergebnis der *Inferred Strategies*-Analyse des Wahrnehmungsgraphen des Akteurs European Flame Retardants Association. Angegeben sind der Nutzen-, der Zufriedenheits- und der Frustrationswert für den *base* und den *ideal case* sowie die Handlungskombination, die mit dem geringsten Aufwand zum *ideal case* führt. In Klammern ist die Anzahl der weiteren Handlungskombinationen angegeben, die mit größerem Aufwand zum gleichen Ergebnis führen. Im Abschnitt *Detailed analysis* sind die Zielsetzungen (in Form eines Histogramms), die Veränderung des Ziel-Faktors (in Form eines Balkendiagramms), der ermittelte Nutzenwert für die einzelnen Ziele und der Gesamt-Nutzenwert dargestellt.

Von 2401 möglichen Handlungskombinationen wird durch die *Inferred Strategies*-Analyse eine Handlungsstrategie identifiziert, die den höchsten Nutzen bei geringstmöglichem Aufwand bezüglich der zwei Ziele der EFRA erwarten lässt (siehe Abbildung 5.22 auf der vorherigen Seite):

- Die Handlung „EU-Brandschutzstandards ändern“ der EU sollte stark intensiviert werden (großes Plus). Dies bedeutet, dass in der EU Brandschutzstandards eingeführt werden sollten, die die Anwendung von Flammschutzmitteln im Alltag, wie z. B. in Postermöbeln, vorschreiben.
- Die Handlung „Lobbyarbeit für hohe und einheitliche EU-Brandschutzstandards“ durch die EFRA sollte so wie bisher durchgeführt werden (Symbol o). Die EFRA betreibt bereits aktive Lobbyarbeit.
- Die Handlung „Umwelt- und verbraucherorientierte Richtlinien erlassen“ der EU sollte so bleiben wie bisher (Symbol o). Dies bedeutet, dass TCPP nicht reguliert und damit weiterhin als Flammschutzmittel in allen Anwendungsbereichen erlaubt bliebe.
- Die Handlung „Verbraucher über Risiken informieren“ sollte ebenso wie heute durchgeführt werden (Symbol o). Damit sind Informationskampagnen gemeint, die die Verbraucher v. a. über die Vorzüge von Flammschutzmitteln aufklären sollen.

Insgesamt führt diese Handlungsstrategie zu einem zu erwartenden Nutzenwert von 2. Die Ziele der Gewinnorientierung und der Verbesserung der menschlichen Gesundheit werden mit jeweils dem maximal möglichen Nutzen von 1 erreicht. Dies ergibt einen Zufriedenheitswert von 100 %.

5.2.10 Akteur polyzyklische Moschusverbindungen (PCM)-Hersteller und Akteur PCM weiterverarbeitende Industrie

Polyzyklische Moschusverbindungen

Die beiden am häufigsten verwendeten polyzyklischen Moschusverbindungen (in dieser Arbeit mit PCM abgekürzt) sind AHTN (Produktname: Tonalid®) mit der CAS-Nummer CAS 1506-02-1 und HHCB (Produktname: Galaxolid®) mit der CAS-Nummer 1222-05-5. AHTN und HHCB bilden zusammen 90 % der in Europa verwendeten PCM. Der chemische Name von AHTN lautet: 6-Acetyl-1,1,2,4,4,7-hexamethyltetraline, der von HHCB 1,3,4,6,7,8-Hexahydro-4,6,6,7,8,8-hexamethylcyclopenta(γ)-2-benzopyran. Kosmetika und Waschmittel enthalten Duftmischungen, die aus bis zu 50 verschiedenen Inhaltsstoffen zusammengesetzt sein können. Der Anteil der Duftmischungen im Endprodukt liegt zwischen 0,2 bis 1 %. Werden den Duftmischungen die PCM AHTN und HHCB beigefügt, so liegt deren Anteil in den Duftmischungen zwischen 2 und 4 %. Verwendung finden PCM als Duftstoffe für Wasch- und Reinigungsmittel, Körperpflegemittel wie Seifen, Duschgels, Deodorants, Crèmes, Lotions, Shampoos, Parfums, Rasierwasser, Raumluftfrischer sowie teilweise Nahrungsmittel, Genusswaren, Papier und Textilien. (EAWAG o. J.; EUROPEAN CHEMICALS BUREAU 2008a)

Es gibt keine gesetzliche Regelung in der EU, die den Einsatz von PCM in Wasch- und Reinigungsmitteln verbietet. Der Verbrauch von PCM in der EU nimmt seit Anfang der 1990er Jahre ab. 1992 wurden noch bei 885 t AHTN und 2.400 t HHCB in der EU verwendet, 2004 waren es nur noch 247 t AHTN und 1.307 t HHCB (siehe Tabelle 5.4 auf der nächsten Seite).

Tabelle 5.4: Verbrauch von AHTN und HHCb in Europa (Quelle: EUROPEAN CHEMICALS BUREAU (2008a: 11) und EUROPEAN CHEMICALS BUREAU (2008b: 12))

Jahr	AHTN [t/a]	HHCb [t/a]
1992	885	2.400
1995	585	1.482
1998	385	1.473
2000	358	1.427
2003	265	1.441
2004	247	1.307

Wahrnehmung des PCM-Herstellers und der PCM-weiterverarbeitenden Industrie

Im Rahmen des Projektes INTAFERE wurden Dr. Roland Schröder (Director Laundry and Home Care – Sustainability), Dr. Rainer Jeschke (Product Development Director Laundry and Home Care – Special Laundry Care) und Kerstin Ochs (Senior Communications Manager) der Firma Henkel KGaA interviewt.

Die Verwendung von PCM wurde von der Firma Henkel nach einem zweijährigen Entscheidungsprozess 1998 eingestellt. Von den Gesprächspartnern der Firma Henkel konnten daher Informationen zur Wahrnehmung, Zielen und Handlungsmöglichkeiten sowohl von PCM-Herstellern als auch von der weiterverarbeitende Industrie gewonnen werden. Aus diesen Informationen wurde ein Wahrnehmungsgraph für den Akteur PCM-Hersteller und ein Wahrnehmungsgraph für den Akteur PCM-weiterverarbeitende Industrie modelliert. Beide Wahrnehmungsgraphen werden im Folgenden gemeinsam vorgestellt und erläutert.

Der Wahrnehmungsgraph in der Abbildung 5.23 auf der nächsten Seite zeigt die Wahrnehmung des Akteurs „PCM-Hersteller“. In der Abbildung 5.24 auf Seite 137 wird die Wahrnehmung der PCM-weiterverarbeitenden Industrie dargestellt. Alle folgenden Beschreibungen beziehen sich auf diese beiden Wahrnehmungsgraphen.

Da das Expertengespräch auf Wunsch der Teilnehmer nicht auf Tonband aufgenommen wurde, liegt keine Transkription vor. Die Entwicklung des Wahrnehmungsgraphen und dessen Erläuterung beziehen sich auf das Gesprächsprotokoll, das gemeinsam von Christiane Döll und Immanuel Stieß erstellt wurde.

Beide Akteure verfolgen die gleichen vier Ziele: die nachhaltige Produktion erhöhen und den Unternehmensgewinn steigern (Gewinnorientierung) sowie die menschliche Gesundheit und den Umweltschutz nicht verschlechtern. Zur nachhaltigen Produktion sagte Schröder, dass es das oberste Ziel von Henkel – wie für die anderen großen Hersteller von Wasch- und Reinigungsmitteln – sei, sichere Produkte für Verbraucher und Umwelt herzustellen.

Konkret umgesetzt wird das Ziel der nachhaltigen Produktion bei neuen Stoffen: Neue Stoffe, die bei Prozessen eingesetzt werden sollen, müssen bei Henkel einem mehrstufigen unternehmensinternen Prüf- und Bewertungsprozess durchlaufen:

1. *Science*: öko- und humantoxikologische Unbedenklichkeit
2. *Legislation*: Konformität mit gesetzlicher Regulierung in Vertriebsländern
3. *Policy*: unternehmenspolitische Bewertung, auch über gesetzliche Vorgaben hinaus (z. B. keine PCM), dafür existiert eine Liste von nicht erwünschten Stoffen im Unternehmen

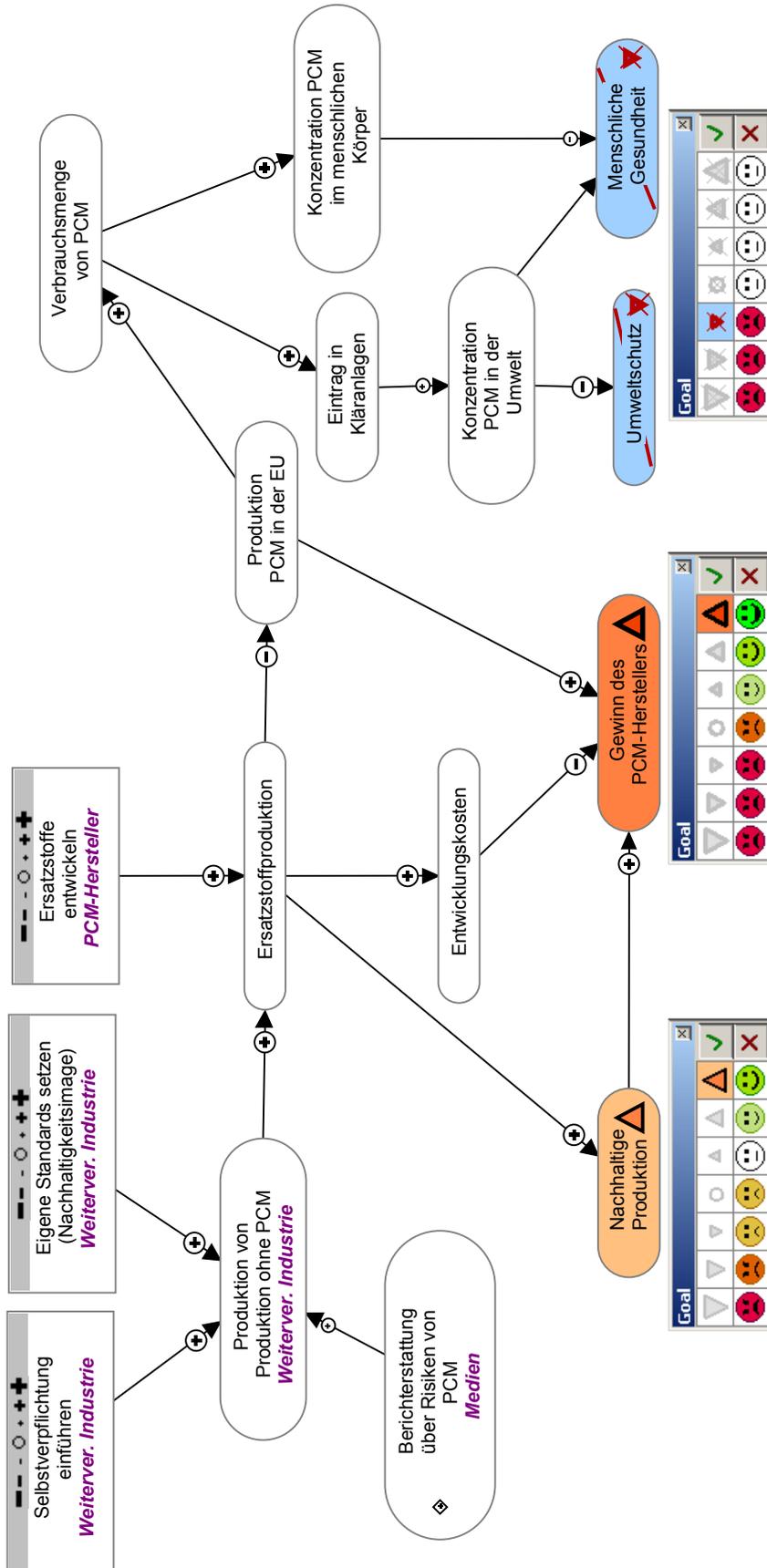


Abbildung 5.23: Wahrnehmungsgraph des Akteurs polyzyklische Moschusverbindungen-Hersteller

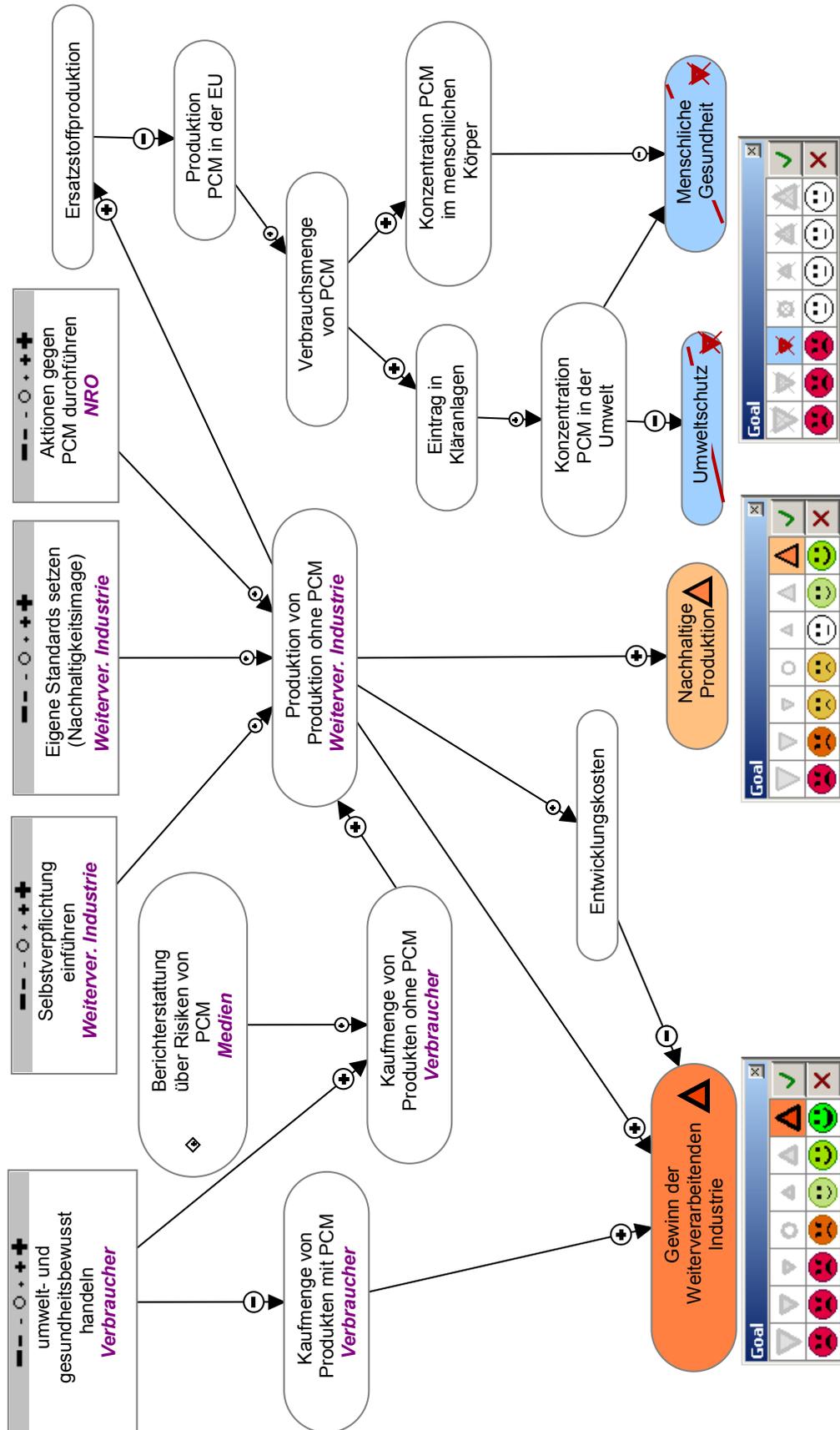


Abbildung 5.24: Wahrnehmungsgraph des Akteurs polyzyklischen Moschusverbindungen weiterverarbeitende Industrie

Zentrale Faktoren in beiden Wahrnehmungsgraphen sind: die Produktion von Produkten ohne PCM (und damit verbunden die Ersatzstoffproduktion) und die Produktion von PCM in der EU (damit verbunden die PCM-Konzentration in der Umwelt und im menschlichen Körper).

Betrachten wir zuerst den Faktor **Produktion von Produkten ohne PCM**. Auf diesen Faktor wirken im Wahrnehmungsgraph des PCM-Herstellers und der PCM-weiterverarbeitenden Industrie die zwei Handlungen „Selbstverpflichtung einführen“ und „Eigene Standards setzen“ der weiterverarbeitenden Industrie ein.

Eine freiwillige Selbstverpflichtung könnte so aussehen, dass alle deutschen Wasch- und Reinigungsmittel-Hersteller den Verzicht auf PCM erklären. Eine aktive Rolle könnte dabei der Industrieverband Körperpflege- und Waschmittel e.V. (IKW)¹¹ spielen, eine Kooperation mit UBA wäre in diesem Zusammenhang auch möglich.

Henkel beteiligt sich an dem A.I.S.E Code of Good Environmental Practice. Die beteiligten Unternehmen hatten sich verpflichtet, in der Periode von 1996-2002 den Einsatz schwer abbaubarer organischer Stoffe, die Menge Waschmittel sowie die Verpackung pro Kopf um 10 % und die Energie pro Waschgang um 5 % zu verringern. Im derzeit laufenden Nachfolgeprozess legen sich die teilnehmenden Unternehmen nicht mehr auf fest definierte quantitative Zielwerte fest, sondern verpflichten sich zur Einhaltung von Nachhaltigkeits-Prozeduren in mindestens sechs von zehn Bereichen. Für jeden dieser Bereiche, die sich auf den gesamten Lebenszyklus von Produkten beziehen, sind Schlüsselindikatoren festgelegt, die im Sinne eines *continual improvements* kontinuierlich zu verringern sind (www.sustainable-cleaning.com).

Die weiterverarbeitende Industrie kann eigene nachhaltigkeitsorientierte Standards setzen. Ein Beispiel von Henkel: Die Verwendung von Stoffen durch Henkel orientiert sich an folgenden Grundsätzen: Allen Lieferanten, wie den Parfümhäusern, wurde und wird mitgeteilt, dass Henkel keine Produkte ankauft und weiterverarbeitet, die nach der Detergenzienverordnung der EU (2005) verboten sind und die auf den sogenannten Listen 1A und 1B von Henkel stehen.

Die Lieferanten bestätigen vertraglich, dass sie diese Forderungen einhalten und damit keine kritischen Stoffe verarbeiten. Auf der Liste 1A stehen Stoffe wie PCM und Nitroschusverbindungen, die aus Unternehmenssicht nicht erwünscht sind, auch wenn sie gesetzlich nicht verboten sind. Die Liste 1B enthält Stoffe, die nur unter bestimmten Voraussetzungen verwendet werden. Ein Beispiel für einen Liste 1B-Stoff ist Triclosan, das aus hygienischen Gründen (SARS) in einem Desinfektionsmittel von Henkel für China enthalten ist. Allerdings führen die drei bis fünf Stufen der Lieferkette dazu, dass nicht 100 %ig sichergestellt werden kann, dass im Produkt nicht doch Spuren von z. B. PCM enthalten sind.

Die Verwendung von PCM wurde bei Henkel nach einem zweijährigen Entscheidungsprozess 1998 eingestellt. Hauptargument für den Verwendungsverzicht von PCM waren mögliche gesundheitliche Bedenken der Verbraucher, ökologische Gründe spielten keine Rolle. Wichtig war es Henkel, Wasch- und Reinigungsmittel aus dem Schussfeld zu nehmen („GAU ist, dass ein Produkt Schaden nimmt.“ (Zitat Schröder)). Auch das Selbstbild von Henkel als ökologischem Pionier hat die Entscheidung des PCM-Verzichtes positiv beeinflusst: Henkel hat Zeolit als Phosphatersatz europaweit praktisch im Alleingang durchgesetzt.

Auf die Produktion von Produkten ohne PCM wirkt auch die Erwartung einer zunehmenden Berichterstattung über Risiken von PCM durch die Medien ein. Schröder berichtet, dass durch den PCM-Verzicht eine negative Medienberichterstattung verhindert

¹¹Der IKW hat zurzeit rund 370 Mitglieder, davon sind 270 Hersteller von Körperpflegemitteln und 100 Hersteller von Wasch- und Reinigungsmitteln.

und einer Diskussion über Substanzen aus Weichspülern in Muttermilch vorgebeugt werden sollte.

Im Wahrnehmungsgraph der PCM-weiterverarbeitenden Industrie kommen zwei Handlungen vor, die nicht im Wahrnehmungsgraphen der PCM-Hersteller zu finden sind: Die Handlung der Verbraucher, umwelt- und gesundheitsbewusst einzukaufen und die Handlung der NRO, Aktionen gegen PCM durchzuführen. Die Verbraucher können durch ihr Verhalten die Kaufmenge von Produkten mit bzw. ohne PCM aktiv steuern. Nach Schröder liegt die Entscheidung, ökologisch optimale Produkte zu kaufen, beim Verbraucher.

Die NRO können durch Aktionen und Studien die Verbraucher über Risiken aufklären und auch die Industrie beeinflussen. So war bei Henkel der Ausgangspunkt für die Einstellung der Verwendung von PCM eine Studie von NRO zum Nachweis von PCM in Muttermilch. Hinzuzufügen ist, dass nach Einschätzung von Schröder die gemessene PCM Konzentration keine humantoxische Wirkungen auf den Menschen hat.

Eine Produktion ohne PCM erhöht die Entwicklungskosten und senkt dadurch den Gewinn des Unternehmens. Bei Henkel entstanden hohe Kosten durch den Forschungsaufwand für die Entwicklung von Ersatzstoffen und die Änderungen der Rezepturen. Der Umstellungsprozess wurde parallel zur PCM-Verzichts-Entscheidung in die Wege geleitet, hat aber einige Jahre länger gedauert. PCM wurden durch verschiedene, vollkommen andere Stoffe ersetzt. Ein Problem war, dass Lösungen für ca. 70 Anwendungen mit sehr unterschiedlichen Anforderungen gefunden werden mussten.

Zum Faktor der Ersatzstoffproduktion: Die PCM-Hersteller können selbst aktiv werden und Ersatzstoffe entwickeln und produzieren. Diese Handlung ist nur im Wahrnehmungsgraph des PCM-Herstellers dargestellt, da die weiterverarbeitende Industrie davon ausgeht, dass die Verbraucher und sie selbst die „Handelnden“ sind.

Der nächste zentrale Faktor im Wahrnehmungsgraphen ist die **Produktion von PCM in der EU**. Nach Schröder sind in Parfüms weiterhin PCM enthalten. Da es keine gesetzliche Regelung gibt, gäbe es immer noch Unternehmen – davon ein sehr großes – die weiterhin PCM in Waschmitteln einsetzen. Die Einschätzung von Schröder ist, dass PCM in Wasch- und Reinigungsmitteln europaweit stetig abnehmen werden. Ein Problem sei aber die sehr komplexe Zuliefererkette. Viele Formulierer wissen nicht genau, welche Stoffe sich in ihren Formulierungen befinden. Vielfach bestünde bei den Formulierern nur ein geringes Problembewusstsein.

Je höher die Produktion, desto höher die Verbrauchsmenge und damit auch der Eintrag in Kläranlagen. Nach Schröder stammt der Haupteintrag von PCM aus „diffusen Quellen“ und landet in kommunalen Kläranlagen. Dort würden PCM weitgehend abgebaut, der Eintrag in die Umwelt ist nach Schröder daher relativ gering.

Schröder erklärt, dass der Abbau von PCM in der Kläranlage durch sogenanntes „Strippen“ stattfindet, d. h. durch ein Ausblasen von PCM durch Sauerstoffzugabe und anschließendem fotochemischen Abbau. Dieses Verfahren funktioniert bei höheren Konzentrationen recht zuverlässig. Schröder räumt aber ein, dass bei niedrigen oder schwankenden PCM-Konzentrationen im Zulauf von Kläranlagen der Abbau nicht vollständig erfolgen kann. Diese Wirkung ist im Wahrnehmungsgraphen durch die Verknüpfung „Eintrag in Kläranlagen“ mit einer kleinen positiven Korrelation zu „Konzentration PCM in der Umwelt“ wiedergegeben. Eine hohe PCM-Konzentration in der Umwelt führt dazu, dass der Ziel-Faktor Umweltschutz sinkt.

Schröder führt weiter aus, dass man durch technische Verfahren in den kommunalen Klärwerken den PCM-Level von 100 auf 10 ng/L sinken lassen könne, man müsse aber sehen, in welchem Verhältnis dafür der Aufwand von Geld, Energie und anderen Chemikalien steht („Technisch ist fast alles machbar!“).

Ein weiterer Faktor ist die PCM-Konzentration im menschlichen Körper. Schröder vermutet, dass die größten Einträge durch das direkte Auftragen von Parfums und Deos auf die Haut in den menschlichen Körper gelangen. Schröder stellt pointiert fest: „Bei der Kosmetik ist der Verbraucher bereit, größere Risiken einzugehen.“

Analyse des Wahrnehmungsgraphen des PCM-Herstellers

Von 343 möglichen Handlungskombinationen werden durch die *Inferred Strategies*-Analyse sechs Handlungsstrategien identifiziert, die den höchsten Nutzen bei geringst möglichem Aufwand bezüglich der vier Ziele des PCM-Herstellers erwarten lassen (siehe Abbildung 5.25): Die Handlungen „Eigene Standards setzen“, „Ersatzstoffe entwickeln“ (eigene Handlung des PCM-Herstellers) und „Selbstverpflichtung einführen“ sollten entweder gleichbleibend oder leicht bis mäßig verringert werden – jeweils in einer anderen Kombination. Dann gibt es 27 weitere Handlungsstrategien, die mit größerem Aufwand den gleichen Nutzen erwarten lassen.

Insgesamt führen Handlungsstrategien zu einem zu erwartenden Nutzenwert von 0. Die Ziele, den Umweltschutz und die menschliche Gesundheit nicht zu verschlechtern, werden erreicht (jeweils Nutzenwert 0 von maximal 0). Das Ziel der Gewinnsteigerung wird zu einem $\frac{1}{3}$ erreicht und das Ziel, die nachhaltige Produktion zu steigern, wird mit $-\frac{1}{3}$ verfehlt. Dies ergibt sich ein Zufriedenheitswert von 58 % und ein Frustrationswert von 8 % (eine Erläuterung, wie der Zufriedenheits- und Frustrationswert ermittelt wird, ist im Abschnitt A.5.3 auf Seite 257 zu finden).

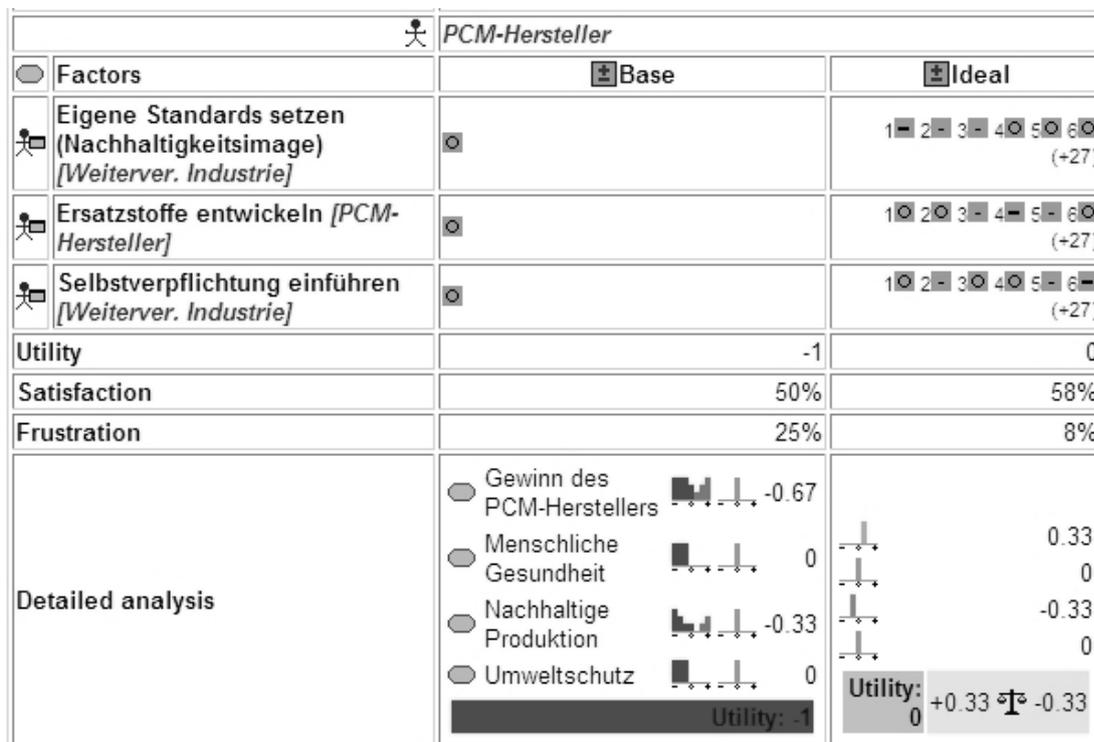


Abbildung 5.25: Ergebnis der *Inferred Strategies*-Analyse des Wahrnehmungsgraphen des Akteurs PCM-Hersteller. Angegeben sind der Nutzen-, der Zufriedenheits- und der Frustrationswert für den *base* und den *ideal case* sowie die Handlungskombinationen, die mit dem geringsten Aufwand zum *ideal case* führt. In Klammern ist die Anzahl der weiteren Handlungskombinationen angegeben, die mit größerem Aufwand zum gleichen Ergebnis führen. Im Abschnitt *Detailed analysis* sind die Zielsetzungen (in Form eines Histogramms), die Veränderung des Ziel-Faktors (in Form eines Balkendiagramms), der ermittelte Nutzenwert für die einzelnen Ziele und der Gesamt-Nutzenwert dargestellt.



Abbildung 5.26: Ergebnis der *Single Goal Strategies*-Analyse des Wahrnehmungsgraphen des Akteurs PCM-Hersteller für den Ziel-Faktor Nachhaltige Produktion. Dargestellt sind der Ziel-Faktor Nachhaltige Produktion mit seiner Zielsetzung (in Form eines Histogramms), die drei Handlungen, die auf den Ziel-Faktor einen Einfluss haben, die Veränderung des Ziel-Faktors im *ideal case* (in Form eines Balkendiagramms) und die Handlungskombinationen, die mit dem geringsten Aufwand zum *ideal case* führen. In Klammern ist die Anzahl der Handlungskombinationen abgebildet, die mit größerem Aufwand zum *ideal case* führen. Ganz rechts wird der ermittelte Nutzenwert dargestellt.

Betrachtet man das Ergebnis der *Single Goal Strategies*-Analyse für den Ziel-Faktor „Nachhaltige Produktion“, so wird deutlich, dass es einen Konflikt mit dem Ziel der Gewinnmaximierung gibt. Wenn nur die nachhaltige Produktion als Ziel gewählt worden wäre, so sähen die optimalen Handlungsstrategien anders aus. Nach dem Analyse-Ergebnis (siehe Abbildung 5.26) müssten die Handlungen „Eigene Standards setzen“, „Ersatzstoffe entwickeln“ (eigene Handlung des PCM-Herstellers) und „Selbstverpflichtung einführen“ jeweils in einer anderen Kombination gleichbleibend, leicht, mäßig und stark intensiviert werden – im Gegensatz zum Ergebnis der *Inferred Strategies*-Analyse, in dem alle Ziele Berücksichtigung finden.

Analyse des Wahrnehmungsgraphen der PCM-weiterverarbeitenden Industrie

Von 2401 möglichen Handlungskombinationen werden durch die *Inferred Strategies*-Analyse vier Handlungsstrategien identifiziert, die den höchsten Nutzen bei geringst möglichem Aufwand bezüglich der vier Ziele der PCM-weiterverarbeitenden Industrie erwarten lassen (siehe Abbildung 5.27 auf der nächsten Seite):

Eine Verstärkung der Handlung „Aktionen gegen PCM durchführen“ wird positiv betrachtet (je nach Handlungsstrategie das Symbol gleichbleibend bis hin zum großen Plus). Die eigene Handlung „Eigene Standards setzen“ wird ebenso positiv wie die vorherige Handlung gesehen (je nach Handlungsstrategie das Symbol gleichbleibend bis hin zum großen Plus). Die eigene Handlung „Selbstverpflichtung einführen“ wird noch positiver bewertet, für den maximalen Nutzen sollte diese Handlung in jeder der vier Handlungsstrategien stark intensiviert werden (jeweils großes Plus). Die vierte Handlung „umwelt- und gesundheitsbewusst handeln“ der Verbraucher sollte hingegen am besten leicht verringert werden (kleines Minus). Es gibt noch weitere 28 weitere Handlungsstrategien, die mit größerem Aufwand den gleichen Nutzen erwarten lassen.

Insgesamt führen Handlungsstrategien zu einem zu erwartenden Nutzenwert von 1,7 von maximal 2. Die Ziele, den Umweltschutz und die menschliche Gesundheit nicht zu verschlechtern, werden erreicht (jeweils Nutzenwert 0 von maximal 0). Das Ziel der Gewinnsteigerung wird vollständig erreicht und das Ziel, die nachhaltige Produktion zu steigern, wird mit einem Nutzenwert von $\frac{2}{3}$ von maximal 1 erreicht. Dies ergibt sich ein Zufriedenheitswert von 100 % und ein Frustrationswert von 0 %.

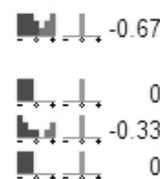
 <i>Weiterverarbeitende Industrie</i>		
Factors	Base	Ideal
 Aktionen gegen PCM durchführen [NRO]		 1+ 2+ 3+  4+ (+28)
 Eigene Standards setzen (Nachhaltigkeitsimage) [Weiterver. Industrie]		 1+ 2+ 3+  4+ (+28)
 Selbstverpflichtung einführen [Weiterver. Industrie]		 1+ 2+ 3+  4+ (+28)
 umwelt- und gesundheitsbewusst handeln [Verbraucher]		 1- 2- 3-  4- (+28)
Utility	-1	1.7
Satisfaction	50%	100%
Frustration	25%	0%
Detailed analysis	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 60%;"> <p>Gewinn der Weiterverarbeitenden Industrie</p> <p>Menschliche Gesundheit</p> <p>Nachhaltige Produktion</p> <p>Umweltschutz</p> </div> <div style="width: 35%;">  <p>-0.67</p> <p>0</p> <p>-0.33</p> <p>0</p> </div> </div> <div style="margin-top: 10px;"> <p>Utility: -1</p> <p>Utility: 1.7</p> </div>	

Abbildung 5.27: Ergebnis der *Inferred Strategies*-Analyse des Wahrnehmungsgraphen des Akteurs PCM-weiterverarbeitenden Industrie. Angegeben sind der Nutzen-, der Zufriedenheits- und der Frustrationswert für den *base* und den *ideal case* sowie die Handlungskombinationen, die mit dem geringsten Aufwand zum *ideal case* führen. In Klammern ist die Anzahl der weiteren Handlungskombinationen angegeben, die mit größerem Aufwand zum gleichen Ergebnis führen. Im Abschnitt *Detailed analysis* sind die Zielsetzungen (in Form eines Histogramms), die Veränderung des Ziel-Faktors (in Form eines Balkendiagramms), der ermittelte Nutzenwert für die einzelnen Ziele und der Gesamt-Nutzenwert dargestellt.

5.3 Szenarientwicklung

5.3.1 Einleitung

Qualitative Szenarien sind, wie in Kapitel 4 auf Seite 51 beschrieben, zentraler Bestandteil der aktorsbasierten Modellierung. Im INTAFERE-Projekt erzählen sie die Entwicklung der MOF-Problematik rückblickend aus dem Jahre 2040 und bilden die Grundlage für die Szenarien der vier ausgewählten MOF-Substanzen (siehe Ergebnisse 5.4 auf Seite 154).

In den Expertengesprächen kristallisierten sich zwei Dimensionen heraus, die den problemspezifischen Szenarioraum aufspannen: Zum einen die gesetzliche Regulierung von MOF mit den Ausprägungen „gering“ und „stark“ und zum anderen das Verbraucherverhalten mit den Ausprägungen „nachhaltigkeitsorientiert“ und „nicht nachhaltigkeitsorientiert“ (siehe Methodik 4.3.2 auf Seite 62).

Aus diesem Szenarioraum ergeben sich die vier Szenarien A1, A2, B1 und B2: Die beiden A-Szenarien sind durch eine geringe bzw. keine gesetzliche Regulierung gekennzeichnet, die beiden B-Szenarien durch eine starke Regulierung. Die Szenarien A1 und B1 haben die Gemeinsamkeit, dass nachhaltigkeitsorientierte Konsumentinnen und Konsumenten die Mehrheit der Gesellschaft stellen, wohingegen in den Szenarien A2 und B2 nicht nachhaltigkeitsorientierte Konsumentinnen und Konsumenten das Verbraucherverhalten repräsentieren.

Auf dem 2. INTAFERE Stakeholder-Workshop wurden mit den Expertinnen und Experten nach der Erläuterung der Szenario-Methode in zwei Kleingruppen die vier Szenarien erarbeitet¹². Im Rahmen der Auswertung wurden den Szenarien prägnante Namen zugewiesen:

- Szenario A1: das „**Gesundheitsszenario**“ – hohe Umweltstandards durch nachhaltigkeitsorientierte KonsumentInnen
- Szenario B1: das „**Umweltszenario**“ – starke Regulierung und nachhaltigkeitsorientierter Konsum gehen Hand in Hand
- Szenario A2: das „**Globalisierungsszenario**“ – Wirtschaftsmacht und preisbewusste KonsumentInnen statt staatliche Regulierung
- Szenario B2: das „**Technikszenario**“ – Aufrüstung der Klärwerke und der Trinkwasseraufbereitungsanlagen durch starke Regulierung

Im Folgenden werden diese partizipativ erarbeiteten Szenarien in Textform¹³ und in der Umsetzung als Graph¹⁴ dargelegt.

5.3.2 Szenario A1: das „Gesundheitsszenario“ – hohe Umweltstandards durch nachhaltigkeitsorientierte KonsumentInnen

Durch politischen und wirtschaftlichen Druck infolge der zunehmenden Globalisierung gibt es nur geringe nationale und internationale gesetzliche Regulierungen im Umweltbereich. Im Rahmen der europäischen Chemikalienrichtlinie REACH gibt es keine EU-weite Regulierung von mobilen, organischen Fremdstoffen (MOF). Die Liste der prioritären Stoffe der europäischen Wasserrahmenrichtlinie (EU-WRRL) wurde seit 2006

¹²In der ersten Kleingruppe wurden die Szenarien A1 und A2 unter Moderation von Christiane Döll und in der zweiten Kleingruppe die Szenarien B1 und B2 unter Moderation von Prof. Dr. Petra Döll entwickelt.

¹³Die Szenarien wurden für den 2. INTAFERE-Stakeholder-Bericht von Christiane Döll (Szenarien A1 und A2) und Dr. Immanuel Stieß (Szenarien B1 und B2) formuliert (INTAFERE-PROJEKTGRUPPE 2006).

¹⁴Die Graphen wurden von Christiane Döll mit dem Programm DANA erstellt und mit der Software OpenOffice bearbeitet.

nicht verändert. Für einige Einzugsgebiete beschließen die Gewässerbeiräte Umweltqualitätsziele, die über die EU-weiten Standards hinausgehen.

Mehrere Umweltskandale haben zu Verunsicherung der VerbraucherInnen geführt. Es werden Forschungsergebnisse veröffentlicht, die Hinweise auf die Gefahr von persistenten und endokrin wirksamen Chemikalien liefern. Es kommt zu Boykottaufrufen von einzelnen Marken. Die VerbraucherInnen stellen hohe Ansprüche an die Funktionalität, Sicherheit, Umwelt- und Gesundheitsverträglichkeit von Produkten. Gegenüber MOF-Ersatzstoffen nehmen die VerbraucherInnen eine kritische Haltung ein, da auch jeder Ersatzstoff potenzielle Risiken birgt.

Entwicklung von Verbrauch, Produktion und Import von MOF

Neue Umweltbewegungen versuchen verstärkt, die VerbraucherInnen zu mobilisieren, um den öffentlichen Druck weiter zu erhöhen. Eine wichtige Rolle spielen Produktions- und Verbrauchsempfehlungen, die durch eine Veränderung der Nachfrage Bewegung in den Markt bringen sollen. Die chemische Industrie wählt ihre Produkte marktkonform aus. Dies führt teilweise auch zu einer Verteidigung des Produktspektrums: Massenprodukte mit hohem Marktanteil und starker Verbrauchernachfrage werden gehalten, Nischenprodukte werden dagegen fallen gelassen. Im Ergebnis trägt dies zu einem gleichbleibenden oder zunehmenden Verbrauch von MOF in Deutschland bei. Wenn die KundInnen Produkte mit bestimmten MOF konsequent ablehnen, steigt die chemische Industrie aus der Produktion dieser MOF aus. Die weiterverarbeitende Industrie setzt auf eigene Umweltstandards und verzichtet in diesem Zusammenhang auf bestimmte MOF, was Importe und Produktionsmengen von MOF bezogen auf die EU verringert.

Risikokommunikation und Verbraucheraufklärung

Das UBA als Fachbehörde führt gemeinsame Projekte mit der Wissenschaft durch. Die Wissenschaft kann, wie das UBA, die gesetzliche Regulierung nicht direkt beeinflussen, aber durch Forschung an nicht regulierten Substanzen und durch Wissens- und Risikokommunikation einen Beitrag zur gesellschaftspolitischen Diskussion leisten. Die Kommunikationsmaßnahmen richten sich spezifisch auf die Zielgruppe der EntscheidungsträgerInnen und der VerbraucherInnen mit dem Ziel, auf eine stärkere Regulierung von MOF einzuwirken. Über die zunehmende Verbraucheraufklärung und damit verbunden eine in Richtung Nachhaltigkeit veränderte Nachfrage wird die Entwicklung von Ersatzstoffen befördert.

Entwicklung und Produktion von Ersatzstoffen für MOF

Die chemische Industrie nimmt Ersatzstoffprüfungen vor, wenn ein Stoff in der Öffentlichkeit problematisiert wird. Eine Prüfung ist abhängig davon, ob wenige oder viele Produkte mit diesem Stoff betroffen sind, ob der Stoff akut humantoxisch ist oder eine Gefährdung des Trinkwassers darstellt und ob überhaupt ein adäquater Ersatzstoff vorhanden ist. Ist ein solcher vorhanden, gilt es, die Gefährdungspotenziale des optionalen Ersatzstoffes und des problematisierten Stoffes gegeneinander abzuwägen. Die weiterverarbeitende Industrie befindet sich in der Klemme zwischen Verbraucherforderungen und Regulierung. Sie fordert daher zunehmend Daten von den Produzenten, um sich gegen Anklagen aus Öffentlichkeit und Politik abzusichern. Entsprechend wird die Wissenskommunikation zwischen Produzenten und Händlern durch den Aufbau geeigneter Informationsplattformen intensiviert. Dies führt dazu, dass durch die weiterverarbeitende Industrie vermehrt eigene Umweltstandards gesetzt werden und zum Teil ein gezielter Verzicht von bestimmten MOF erfolgt. Durch diese Umweltstandards wird ebenfalls die Entwicklung und Produktion von Ersatzstoffen für MOF gefördert.

Eintrag von MOF in die Umwelt und Abbaurate von MOF in Kläranlagen

Die im Rahmen der EU-WRRL gebildeten Gewässerbeiräte fordern strengere Umweltziele und schlagen konkrete Maßnahmen zur Reduzierung von MOF in Oberflächengewässern vor. Diese Forderungen und Vorschläge werden an die Landesumweltministerien weitergeleitet. In Abstimmung mit der Oberen Wasserbehörde wird daraufhin vom zuständigen Landesumweltministerium ein Maßnahmenprogramm beschlossen, in dem die nationalen Umweltziele für die Einzugsgebiete konkretisiert und Maßnahmen beschlossen werden. Die Obere Wasserbehörde initiiert unter Berücksichtigung der finanziellen Situation Maßnahmen aus dem beschlossenen Programm. So werden Sanierungsbescheide für bestimmte Kläranlagen erlassen. Daraufhin werden die Kläranlagen zum Teil mit Techniken wie Ozonierung oder UV-Bestrahlung aufgerüstet. Eine flächendeckende vierte Klärstufe wird jedoch nicht realisiert. Ziel der Wasserversorger ist es, kostenbedingt keine überzogene Technik zur Rohwasseraufbereitung einzusetzen, sondern auf naturnahe Aufbereitungsverfahren zurückzugreifen. Wenn die Einträge von MOF in die Umwelt steigen und das geförderte Wasser aus den Brunnen die Qualitätsstandards nicht erreicht, weichen die Wasserversorger auf andere Brunnen aus. Es kommt zu einer verstärkten Verbundnutzung, also einem Ausweichen auf andere Versorger bis hin zu einer Stilllegung von Brunnen.

Image-Schaden von Produkten

Durch die Medien kommt es zu Skandalisierungen und Zuspitzungen von Problemen. Die Umwelt- und Verbraucherverbände initiieren gezielte Aktionen, um Unternehmen zum Umdenken zu bewegen. Die Folge dieser Aktionen sind Image-Schäden, insbesondere von Produkten, die bestimmte MOF enthalten, wie Polstermöbel mit Flammschutzmitteln oder Körperpflegeprodukte mit spezifischen Duftstoffen. Wegen einer nur geringen Markttransparenz bei MOF-haltigen Produkten aufgrund fehlender gesetzlicher Vorgaben, bleiben die Einflussmöglichkeiten der VerbraucherInnen jedoch begrenzt.

5.3.3 Szenario B1: das „Umweltszenario“ – starke Regulierung und nachhaltigkeitsorientierter Konsum gehen Hand in Hand

Die novellierte europäische Chemikalienrichtlinie REACH und die überarbeitete EU-WRRL sehen eine strengere gesetzliche Regulierung mobiler organischer Fremdstoffe vor. Die Verwendung endokrin wirksamer Stoffe wird eingeschränkt, einige spezifische Anwendungen von MOF sind gänzlich verboten. Erstmals sind für Gewässer auch Obergrenzen für Gemische aus Stoffen mit ähnlichen Wirkmechanismen festgelegt. Es werden Grenzwerte für MOF im Trinkwasser festgesetzt. In der Bevölkerung ist ein deutlicher Einstellungswandel in Richtung eines nachhaltigen Lebensstils zu verzeichnen. VerbraucherInnen legen großen Wert auf ein gesundes Lebensumfeld und reagieren sehr sensibel auf Berichte über mögliche Umwelt- oder Gesundheitsgefährdungen durch MOF. Auch weniger wohlhabende KonsumentInnen greifen verstärkt zu risikoarmen und umweltfreundlichen Produkten.

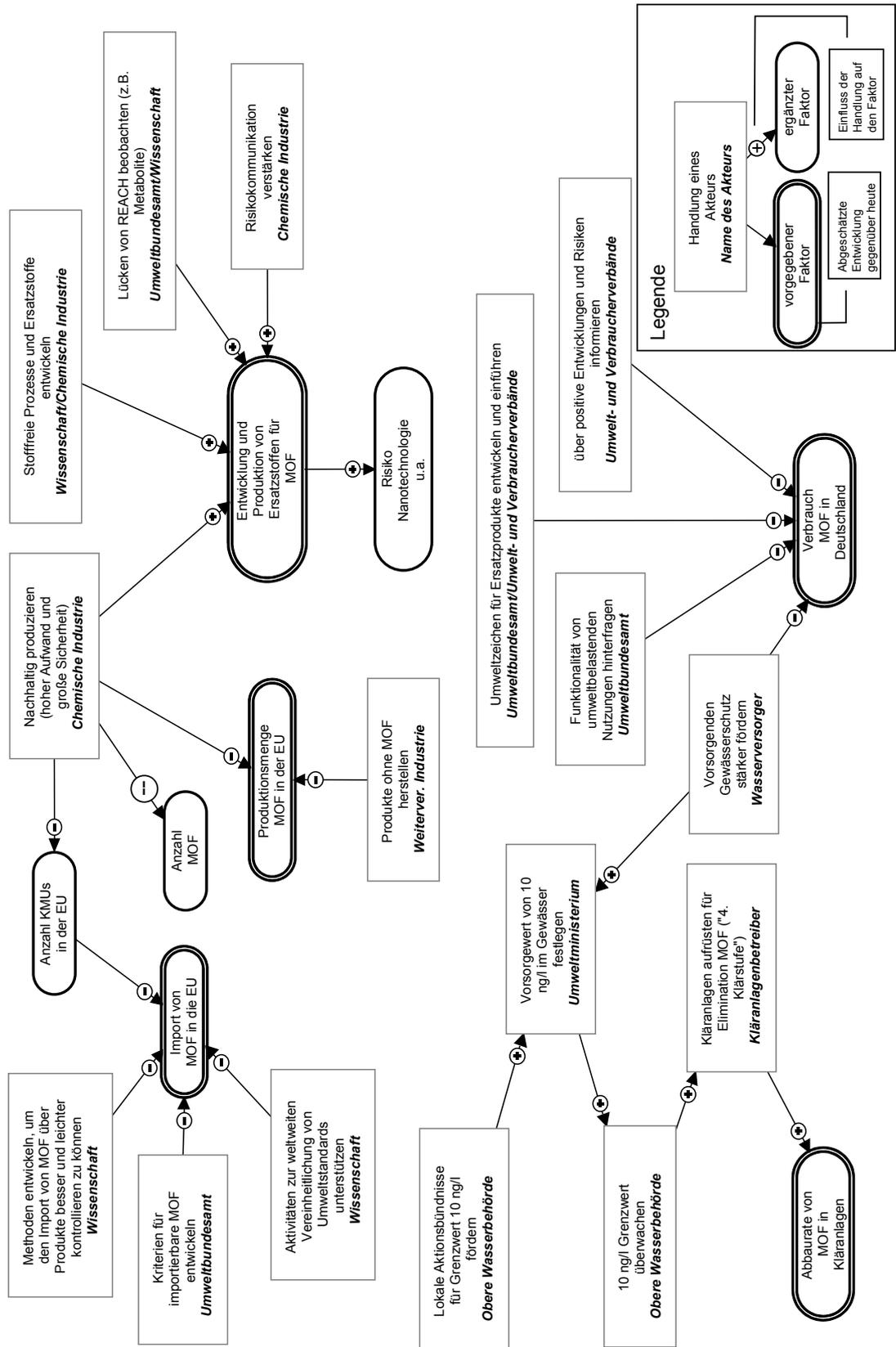


Abbildung 5.29: Szenario B1: das „Umweltszenario“ – starke Regulierung und nachhaltigkeitsorientierter Konsum gehen Hand in Hand

Entwicklung von Verbrauch, Produktion und Import von MOF

Der Verbrauch von MOF in Deutschland geht zurück. Umweltzeichen, wie der weiterentwickelte Blaue Engel, stellen eine größere Markttransparenz über MOF-haltige Produkte her und erleichtern den VerbraucherInnen die Entscheidung für den Kauf risikoarmer Produkte. Der verstärkte Wunsch der VerbraucherInnen nach nachhaltigen Produkten setzt vor allem kleinere und mittlere Chemieunternehmen unter Druck. Sie können den hohen Aufwand für die Entwicklung neuer Substanzen und Produkte nicht aufbringen und verschwinden vom Markt oder lagern ihre Produktion aus Europa aus. Auch der Import von MOF-Produkten geht zurück. Um zu verhindern, dass MOF unerkannt in verarbeiteten Produkten eingeführt werden, entwickelt das UBA praktikable Kriterien für die Bewertung und den Umgang mit MOF-haltigen Substanzen und Produkten. Die Wissenschaft entwickelt neue Nachweismethoden, mit denen der MOF-Gehalt in Importprodukten einfacher und zuverlässiger erkannt werden kann. Wissenschaftler beteiligen sich an Aktivitäten zur weltweiten Vereinheitlichung von Umweltstandards mit Bezug auf MOF.

Risikokommunikation und Verbraucheraufklärung

Angesichts der hohen Sensibilität der VerbraucherInnen besitzt die Risikokommunikation für die Unternehmen der chemischen Industrie eine zentrale Bedeutung. Dies gilt insbesondere für die Vielzahl neu entwickelter Substanzen und Produkte auf dem Markt. Wegen der anhaltenden Diskussion um Spurenkonzentrationen von chemischen Stoffen im Trinkwasser verstärken Wasserversorgungsunternehmen ihre Risikokommunikation mit kritischen VerbraucherInnen, um die Akzeptanz des Trinkwassers als Lebensmittel weiterhin zu sichern. Das UBA moderiert Stakeholderrunden mit VertreterInnen der Industrie, Umwelt- und Verbraucherorganisationen und WissenschaftlerInnen, in denen die Funktion von umweltbelastenden Produkten und Nutzungsformen hinterfragt wird. Darüber hinaus beobachtet das UBA bestehende Lücken in der Chemikalienverordnung (z. B. über das Verhalten von Abbauprodukten chemischer Stoffe in der Umwelt) mit besonderer Aufmerksamkeit.

Entwicklung und Produktion von Ersatzstoffen für MOF

Der starke öffentliche Druck von KonsumentInnen und Umweltorganisationen führt zu einer Verschärfung von Umweltstandards, die über die Regelungen von REACH hinausgehen. Auch die Weiterverarbeiter üben starken Druck auf die chemische Industrie aus, MOF-freie Produkte herzustellen. Ersatzstoffe werden vor der Markteinführung intensiv getestet und bergen daher weniger Risiken. Die Kosten für die Neuentwicklung von Chemikalien gleichen sich jedoch tendenziell den Entwicklungskosten von Arzneimittelwirkstoffen an. Im Fokus der Wissenschaft steht die Erforschung der Folgen neuer Technologien, Stoffe und Produkte (z. B. Nanotechnik), die bei der Herstellung von Ersatzstoffen zum Einsatz kommen. Bei der Suche nach Ersatzstoffen kooperieren akademische Einrichtungen eng mit der chemischen Industrie, beispielsweise bei der Entwicklung stofffreier (z. B. physikalischer) Prozesse.

Eintrag von MOF in die Umwelt und Abbauraten von MOF in Kläranlagen

Über die Forderung der Wasserversorger nach vorsorgeorientierten Standards für die MOF-Belastung von Gewässern besteht ein breiter Konsens. Ein Wert von 10 ng/L könnte realisiert werden. In diesem Fall müssten auch die Grenzwerte für den Eintrag von MOF deutlich verschärft werden. Dies hätte zur Folge, dass die Leistung der Kläranlagen durch die Erweiterung, etwa um eine vierte Klärstufe, ausgebaut werden müsste. Die Einhaltung dieser Grenzwerte durch die Kläranlagen wird durch die obere Wasserbehörde überwacht. Diese fördert darüber hinaus lokale Aktionsbündnisse, die sich für eine Umsetzung des 10 ng/L-Ziels einsetzen.

5.3.4 Szenario A2: das „Globalisierungsszenario“ – Wirtschaftsmacht statt staatliche Regulierung

Durch politischen und wirtschaftlichen Druck infolge der zunehmenden Globalisierung gibt es nur geringe gesetzliche Regulierungen im Umweltbereich. So gibt es im Rahmen von REACH keine EU-weite Regulierung von MOF. Die Liste der prioritären Stoffe der EU-WRRL wurde seit 2006 nicht verändert. Die wirtschaftliche Entwicklung in der EU bleibt hinter den Erwartungen zurück. Viele VerbraucherInnen fragen daher verstärkt preiswerte Produkte nach, ökologische Aspekte spielen dagegen kaum eine Rolle. Es gibt einen vermehrten Import von billigen Konsumgütern, die oftmals auch MOF enthalten. Die Medien berichten vereinzelt über Umweltskandale, bei denen Chemikalien zu Gesundheitsschäden geführt haben, allerdings rufen sie damit nur punktuelle Aufmerksamkeit bei den VerbraucherInnen hervor.

Entwicklung von Verbrauch, Produktion und Import von MOF

Für die Produzenten bestimmt der Markt, was gemacht wird, daher wird die Produktion ausschließlich an der Nachfrage ausgerichtet. Problematisch ist jedoch der Preisdruck in einem knappen Markt. Die Produktpalette wird sich nach den eingeführten Anwendungsfeldern richten. Eine große Rolle für die Produktion in der EU spielen Preiskriterien. Wenn die VerbraucherInnen nicht bereit sind, einen angemessenen Preis für die Produkte zu bezahlen und damit die Nachfrage stark sinkt, werden die Produkte in der EU nicht mehr hergestellt. Durch günstigere Produktion der Firmen außerhalb der EU steigt der Import von MOF über ihre Verwendung in Produkten in die EU. Je mehr Importe in die EU kommen, desto weniger MOF werden in EU-Ländern produziert. Je nach Nachfrage der KonsumentInnen bleibt der Verbrauch von MOF insgesamt entweder gleich oder nimmt zu. Die Umwelt- und Verbraucherschutzorganisationen versuchen, mit der Industrie in einen Dialog zu treten, um die Verringerung der Produktionsmenge von MOF und die Entwicklung von Ersatzstoffen positiv zu beeinflussen. Diese Aktionen haben aber nur einen geringen Einfluss.

Entwicklung und Produktion von Ersatzstoffen für MOF

Aus Sicht der Industrie haben Ersatzstoffe nur dann eine Chance, wenn sie unternehmerische Vorteile bieten. Die Ersatzstoffproduktion wird leicht steigen, falls ein Kostenvorteil besteht und zurückgehen, wenn es nicht zu einem Zufallsfund kommt bzw. gleich bleiben. Die weiterverarbeitende Industrie reagiert auf den allgemeinen Preisdruck der VerbraucherInnen und drängt die chemische Industrie zur Suche nach kostengünstigeren Alternativen. Die Entwicklung und Produktion von Ersatzstoffen wird zurückgehen, außer, die Ersatzstoffe sind preislich günstiger als die MOF, dann wird die Ersatzstoffproduktion zunehmen. Dieser Fall wird allerdings als sehr unwahrscheinlich angesehen.

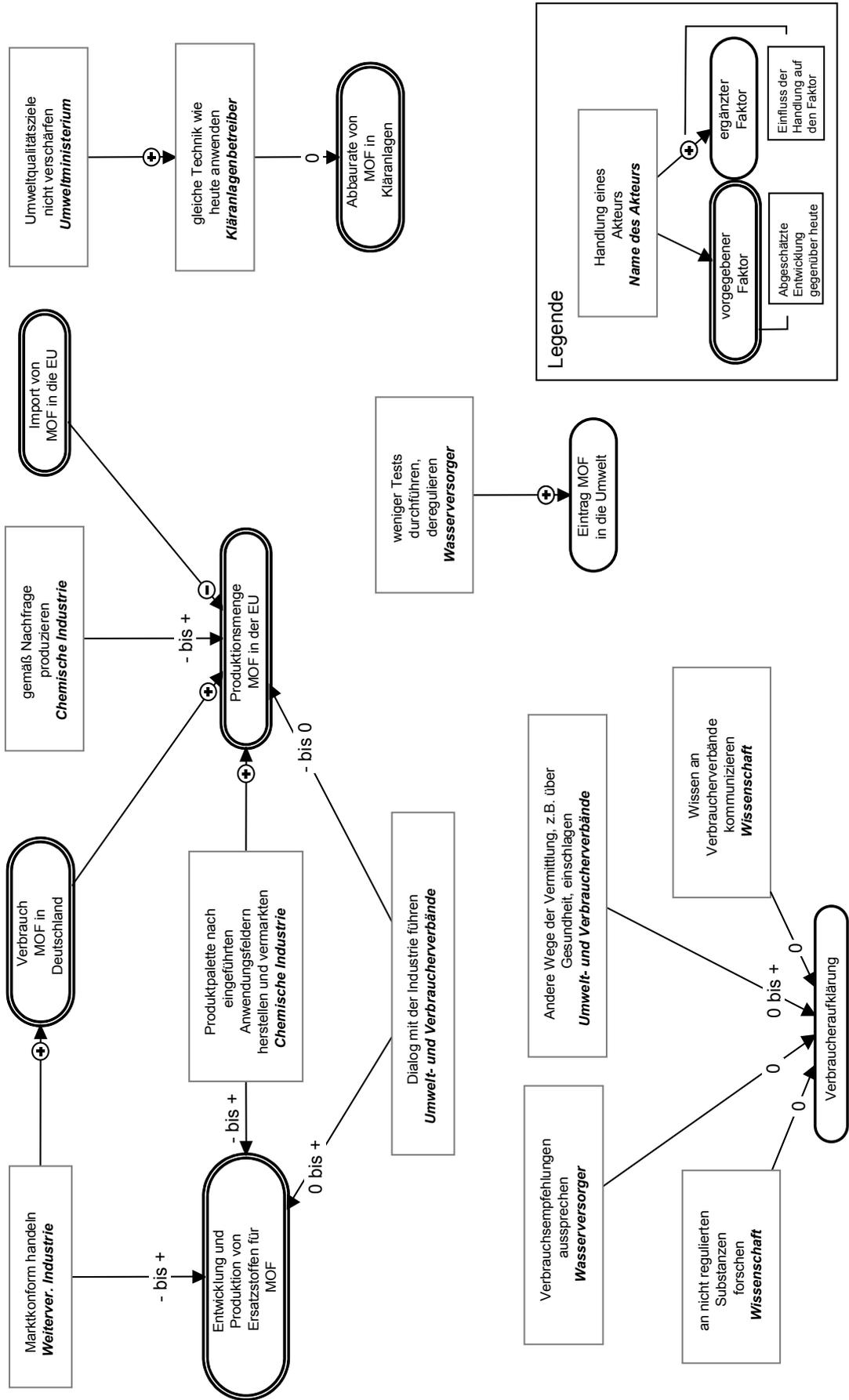


Abbildung 5.30: Szenario A2: das „Globalisierungsszenario“ – Wirtschaftsmacht statt staatliche Regulierung

Verbraucheraufklärung

Die Wissenschaft forscht verstärkt an nicht regulierten Substanzen und kommuniziert ihre Forschungsergebnisse an Verbraucherverbände, um die Verbraucheraufklärung zu erhöhen. Die Wasserwirtschaft spricht Verbrauchsempfehlungen aus und die Umwelt- und Verbraucherverbände versuchen über andere Wege der Vermittlung (wie z. B. eine stärkere Betonung von Gesundheitsaspekten) die KonsumentInnen zu erreichen und aufzuklären. Insgesamt bleibt die Verbraucheraufklärung jedoch auf einem niedrigen Niveau.

Eintrag MOF in die Umwelt und Abbaurate von MOF in Kläranlagen

Die Wasserversorger gehen verstärkt zu einer Verbundversorgung über. Eingeschränktes Monitoring, Bürokratieabbau, Deregulierung und ein Rückgang der Qualitätsstandards prägen das Bild. Das UBA wird mit der allgemeinen Linie konform laufen und die Deregulierung unterstützen. Die Deregulierung hat auch zur Folge, dass weniger Tests durchgeführt werden. Der Eintrag von MOF in die Umwelt hat gegenüber dem Stand vor gut zwanzig Jahren deutlich zugenommen. Die Kläranlagenbetreiber werden keine Aktivitäten entfalten und die gleiche Technik wie heute anwenden, da gesetzlich keine Veranlassung besteht, etwa eine vierte Klärstufe zu installieren. Die Kosten und die Technik der Kläranlagen werden sich nicht wesentlich ändern. Durch die geringe Regulierung werden aus Sicht der Oberen Wasserbehörde die Umweltqualitätsnormen nicht verschärft. Damit gibt es kein Handlungsinstrument, regional bzw. lokal die Kläranlagenbetreiber zu einer Aufrüstung der Technik zu bewegen. Dies hat insgesamt zur Folge, dass die Abbaurate von MOF in Kläranlagen im Vergleich zu heute gleichbleibend ist.

5.3.5 Szenario B2: das „TechnikszENARIO“ – Aufrüstung der Klärwerke und der Trinkwasseraufbereitungsanlagen durch starke Regulierung

Die novellierte europäische Chemikalienrichtlinie REACH und die überarbeitete EU-WRRL sehen eine strengere gesetzliche Regulierung mobiler organischer Fremdstoffe vor. Die Verwendung endokrin wirksamer Stoffe wird eingeschränkt, einige spezifische Anwendungen von MOF sind gänzlich verboten. Erstmals sind für Gewässer auch Obergrenzen für Gemische aus Stoffen mit ähnlichen Wirkmechanismen festgelegt. Es werden Grenzwerte für MOF im Trinkwasser festgesetzt. Der finanzielle Handlungsspielraum der privaten Haushalte ist durch stagnierende Einkommen und wachsende private Vorsorgeaufwendungen eng begrenzt. Die KonsumentInnen fragen verstärkt preisgünstige Produkte nach. Mögliche, mit diesen Produkten verbundene Risiken für Umwelt und Gesundheit werden nur wenig beachtet. Trotz gelegentlicher Skandalberichte finden die durch MOF-Chemikalien in Alltagsprodukten ausgelösten Umweltbelastungen nur geringe Aufmerksamkeit. Die Mehrheit der KonsumentInnen verlässt sich auf die geltenden Standards und kümmert sich nicht weiter darum, welche Stoffe die im Alltag verwendeten Produkte enthalten. Nur wenige sind bereit, Mehrkosten für umweltfreundlichere Produkte in Kauf zu nehmen.

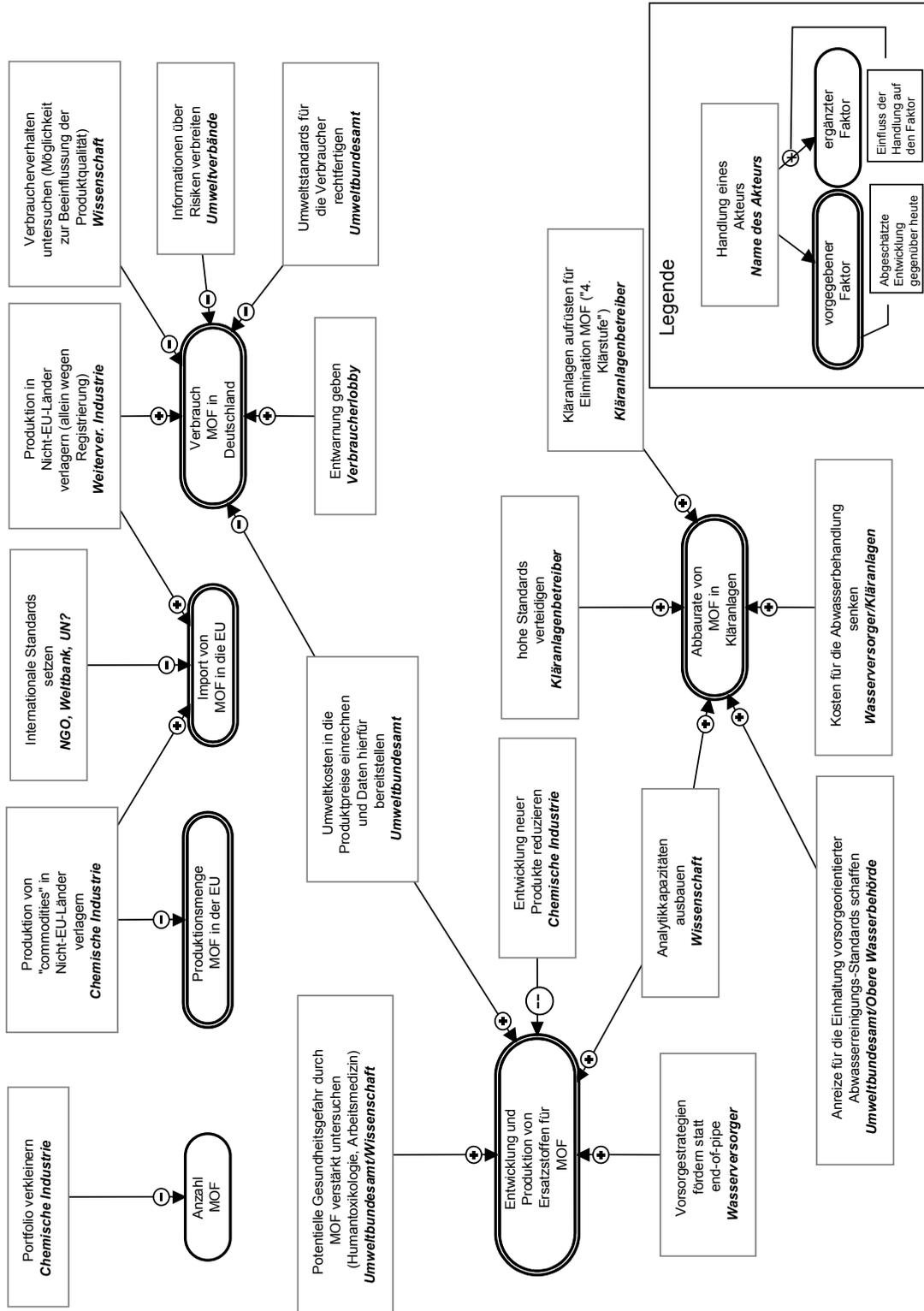


Abbildung 5.31: Szenario B2: das „Technicszenario“ – Aufrüstung der Klärwerke und der Trinkwasseraufbereitungsanlagen durch starke Regulierung

Entwicklung von Verbrauch, Produktion und Import von MOF

Die chemische Industrie reagiert auf die Registrierungskosten durch REACH mit einer Verkleinerung ihres Produktportfolios. Etwa 30 bis 50 % der Stoffe verschwinden vom Markt. Auch die Anzahl von MOF geht deutlich zurück. Vor allem die Produktion von so genannten „Commodities“, d. h. einfach zu produzierende Substanzen, die in mittleren Mengen hergestellt werden, wird in Staaten außerhalb der EU verlagert. Bei den Flammschutzmitteln betrifft dies sogar ca. 80 %. Die Einfuhr von Halbfertigprodukten (z. B. Schaumstoff für Möbel etc.) in die EU nimmt stark zu. Die Auswirkung der Regulierung auf die Produktion von MOF ist unterschiedlich. Einerseits gelangen durch die strengere Regulierung verstärkt neue Stoffe auf den Markt und in die Umwelt. Andererseits wird der Eintrag von MOF durch die Verkleinerung der Produktportfolios und geringe Innovationsanreize zum Teil verringert. Insgesamt wird sich der Verbrauch von Chemikalien in der EU durch eine strengere Regulierung nicht verändern und steigt vereinzelt sogar an, da durch Importe preiswertere MOF-haltige Produkte auf den Markt kommen. Um eine Verringerung von MOF-Importen zu erreichen, fordern Umweltorganisationen internationale Organisationen wie UN und Weltbank dazu auf, sich für eine Verschärfung internationaler Standards einzusetzen.

Risikokommunikation und Verbraucheraufklärung

Das UBA verteidigt die hohen Umweltstandards und betreibt eine intensive Verbraucheraufklärung mit dem Ziel, den Verbrauch von MOF in Deutschland einzuschränken. Umweltverbände übernehmen eine zentrale Rolle bei der Verbraucherinformation und versuchen durch gezielte Informationskampagnen, den MOF-Verbrauch zu verringern. Zwischen den Verbraucherorganisationen kommt es zu einer kontroversen Debatte. Einige Verbraucherorganisationen geben angesichts der erreichten Erfolge Entwarnung und plädieren für eine Rücknahme vorsorgeorientierter Maßnahmen, da diese mit einer hohen Kostenbelastung für die VerbraucherInnen verbunden sind. Dagegen schließen sich andere Verbraucherorganisationen der Position der Umweltverbände an und verteidigen die bestehenden Umweltstandards.

Entwicklung und Produktion von Ersatzstoffen für MOF

Die Entwicklung von Ersatzstoffen für MOF wird durch die strengere Regulierung nicht stimuliert. Der hohe Aufwand für die Registrierung neuer Stoffe macht die Entwicklung von Ersatzstoffen wirtschaftlich uninteressant, da diese zunächst nur in kleinen Mengen produziert werden können. Auch von der weiterverarbeitenden Industrie geht kein Druck auf Hersteller aus, nachhaltigere Chemikalien zu entwickeln. Durch verstärkte humantoxikologische und arbeitsmedizinische Untersuchungen möglicher durch MOF verursachter Gesundheitsgefährdungen am Arbeitsplatz und im Haushalt versucht das UBA der Debatte um die Entwicklung von MOF-Ersatzstoffen neue Impulse zu geben. Um zusätzliche Anreize für die Entwicklung von Ersatzstoffen zu schaffen, startet das UBA eine Initiative mit dem Ziel, die mit der Umweltbelastung von MOF-Stoffen entstehenden Kosten in die Preise für MOF-haltige Produkte einzurechnen. Auf diese Weise könnten ökologisch verträgliche Produkte, die z. B. nur leicht abbaubare MOF enthalten, verbilligt werden. Durch wissenschaftliche Untersuchungen über das Verbraucherverhalten sollen zudem Ansatzpunkte für eine umweltfreundlichere Gestaltung von Produkten identifiziert werden.

Eintrag von MOF in die Umwelt und Abbaurate von MOF in Kläranlagen

Durch den Ausbau der Kläranlagen durch die Einführung einer vierten Klärstufe (Ozonierung, Aktivkohle) soll die möglichst vollständige Entfernung von MOF aus dem Abwasser gewährleistet werden. Die Wasserversorger installieren aufwändige Trinkwasseraufbereitungsanlagen. Höhere Preise für Abwasserreinigung und Trinkwasseraufbereitung werden auf die Wassergebühren umgelegt. Zwar wird durch eine erhöhte Nachfrage die Kosteneffizienz der Aufbereitungsverfahren gesteigert. Dennoch nötigen gestiegene Kosten der Wasseraufbereitung die Wasserversorger bzw. Kläranlagenbetreiber dazu, z. B. durch Konzentration in der Wasserwirtschaft Wege aus der Kostenfalle zu suchen. Der Preisdruck wird insgesamt stärker, da die Kartellbehörde nur Maßnahmen im Rahmen der Trinkwasserverordnung genehmigt. Die maximal zulässigen Konzentrationen werden voll ausgereizt, vorsorgeorientierte Grenzwerte verlieren an Akzeptanz. Wasserversorger befürchten, dass KonsumentInnen das Vertrauen in die Trinkwasserqualität verlieren. Sie setzen sich daher für Vorsorgestrategien (z. B. durch die Ausweisung von Schutzgebieten oder Maßnahmen des vorsorgenden Gewässerschutzes) ein, um die Trinkwassergrenzwerte einzuhalten. Das UBA schafft in Kooperationen mit den oberen Wasserbehörden der Länder Anreize für die Einhaltung bzw. Überschreitung weitergehender vorsorgeorientierter Umweltstandards bei der Abwasserreinigung. Um diese Maßnahmen zu finanzieren, wird das Abwasserabgabengesetz um Kriterien für MOF-Stoffe erweitert. Die Wissenschaft profitiert von dem hohen Bedarf an Analytik, um die Effizienz der Wasseraufbereitung und -reinigung zu garantieren.

5.4 Modellierung von Handlungsentscheidungen

5.4.1 Einleitung

Ziel der Modellierung von Handlungsentscheidungen ist es, transdisziplinäre Handlungsstrategien für einen nachhaltigen Umgang mit mobilen organischen Fremdstoffen für verschiedene mögliche Szenarien zu ermitteln und für die Stakeholder darzustellen, um damit einen Lernprozess zu initiieren. Ein weiteres Ziel ist die Modellierung der Änderung von Faktoren, die für die einzelnen Substanzen und die damit verbundenen Umweltwirkungen relevant sind.

Um Handlungsstrategien zu ermitteln, wurden zuerst die Ergebnisse der Akteursmodellierung und der Szenarientwicklung zusammengeführt. Der erste Schritt dafür war die Implementierung der Ergebnisse der Akteursmodellierung. Für jede Substanz wurde ein Gesamtakteursnetzwerk aus den Wahrnehmungsgraphen der einzelnen Akteure gebildet. Dann erfolgte die Implementierung der qualitativen Szenarienergebnisse, die im nächsten Unterkapitel erläutert wird.

Nach der Implementierung und Festlegung von Einstellungen, wie der Handlungsreihenfolge der Akteure, wurde die sequentielle Modellierung für die unterschiedlichen Szenarien durchgeführt. Ergebnisse dieser Modellierung sind optimale Handlungsstrategien und deren Wirkung auf ausgewählte Faktoren (zusammengefasst als „Modellierung von Handlungsentscheidungen“).

Im Folgenden wird beschrieben, wie die qualitativen Szenarienergebnisse in die Modelle implementiert wurden. Danach folgt die Erläuterung der Erstellung der Gesamtakteursnetzwerke und die Vorstellung der Gesamtakteursnetzwerke für die vier Substanzen. Anschließend werden die Einstellungen und Ergebnisse der sequentiellen Modellierung dargelegt, beginnend mit der Zuweisung der Handlungsreihenfolge, der Festlegung der Runden (= Anzahl der Sequenzen) und der Einschränkungen von Handlungsoptionen. Am Ende werden die Ergebnisse der Modellierung von Handlungsentscheidungen für die vier Szenarien dargestellt.

5.4.2 Implementierung der qualitativen Szenarienergebnisse

Überblick

Die Ergebnisse der qualitativen Szenarien fanden über vier Wege Eingang in die Modellierung von Handlungsentscheidungen:

1. über zusätzliche Handlungen und Erwartungen in die Wahrnehmungsgraphen der Akteure,
2. über die Rahmenakteure EU und Verbraucher mit ihren Handlungen und Zielsetzungen und damit verbunden zu vier Szenarien pro Substanz (Ausnahme: TCPP mit fünf Szenarien),
3. über zusätzliche Verknüpfungen im Gesamtakteursnetzwerk (Akteursnetzwerk, das aus der Zusammenführung der einzelnen Wahrnehmungsgraphen gebildet wurde) und
4. über die Festlegung der Ausrichtung und Stärke der Kausalbeziehungen im Gesamtakteursnetzwerk, wenn es unterschiedliche Auffassungen darüber in den einzelnen Wahrnehmungsgraphen der Akteure gab (siehe Ergebnisse 5.4.5 auf Seite 163).

Zusätzliche Handlungen und Erwartungen

In den qualitativen Szenarien A1 und A2 wurde die Handlung „gemeinsame Projekte mit Wissenschaft durchführen“ des Akteurs UBA genannt, die mit der Handlung „an nicht regulierten Substanzen forschen“ des Akteurs Wissenschaft verbunden war. Diese Handlungen waren neu und relevant für das Problemfeld, daher wurde entschieden, die Handlung „an nicht regulierten Substanzen forschen“ mit aufzunehmen. Da aber der Akteur Wissenschaft nicht als relevanter Akteur im Projekt INTAFERE vorgesehen war, wurde diese Handlung dem UBA in dessen Wahrnehmungsgraphen zugeordnet, was insofern stimmig ist, da das UBA solche Forschungen selbst durchführen oder als Auftrag vergeben kann.

Im qualitativen Szenario A1 wurde die Handlung „Eigene Umweltstandards setzen“ (Akteur weiterverarbeitende Industrie) von den Stakeholdern ergänzt. Im Wahrnehmungsgraphen der NRO sowie beim Octylphenol- und beim TCPP-Hersteller war dieser Sachverhalt über die Erwartung „vermehrt eigene Umweltstandards setzen“ bereits enthalten. Da nur für die PCM die weiterverarbeitende Industrie als Akteur mit eigenem Wahrnehmungsgraph vorhanden war, wurde aus der Handlung eine Erwartung konzipiert. Diese Erwartung fand Eingang in die Wahrnehmungsgraphen des UBA und der des Bisphenol A-Herstellers.

Da mit dem Akteur Bisphenol A-Hersteller kein Expertengespräch geführt werden konnte, wurde der Wahrnehmungsgraph des Bisphenol A-Hersteller aus den übertragbaren Ergebnissen der Expertengespräche mit den anderen MOF-Herstellern und den Ergebnissen der qualitativen Szenarienenwicklung erstellt. Zum Wahrnehmungsgraph des Bisphenol A-Herstellers siehe Ergebnisse 5.2.6 auf Seite 113.

Rahmenakteure EU und Verbraucher

Ein wichtiges Ergebnis der qualitativen Szenarien waren die Rahmenakteure EU und Verbraucher. Das Verhalten und der Einfluss der EU und der Verbraucher auf das Problemfeld wurde über eine unterschiedliche Zielsetzung in DANA umgesetzt (siehe Abbildung 5.32 auf der nächsten Seite). Damit fanden die vier qualitativen Szenarien Eingang in die Modellierung von Handlungsentscheidungen.

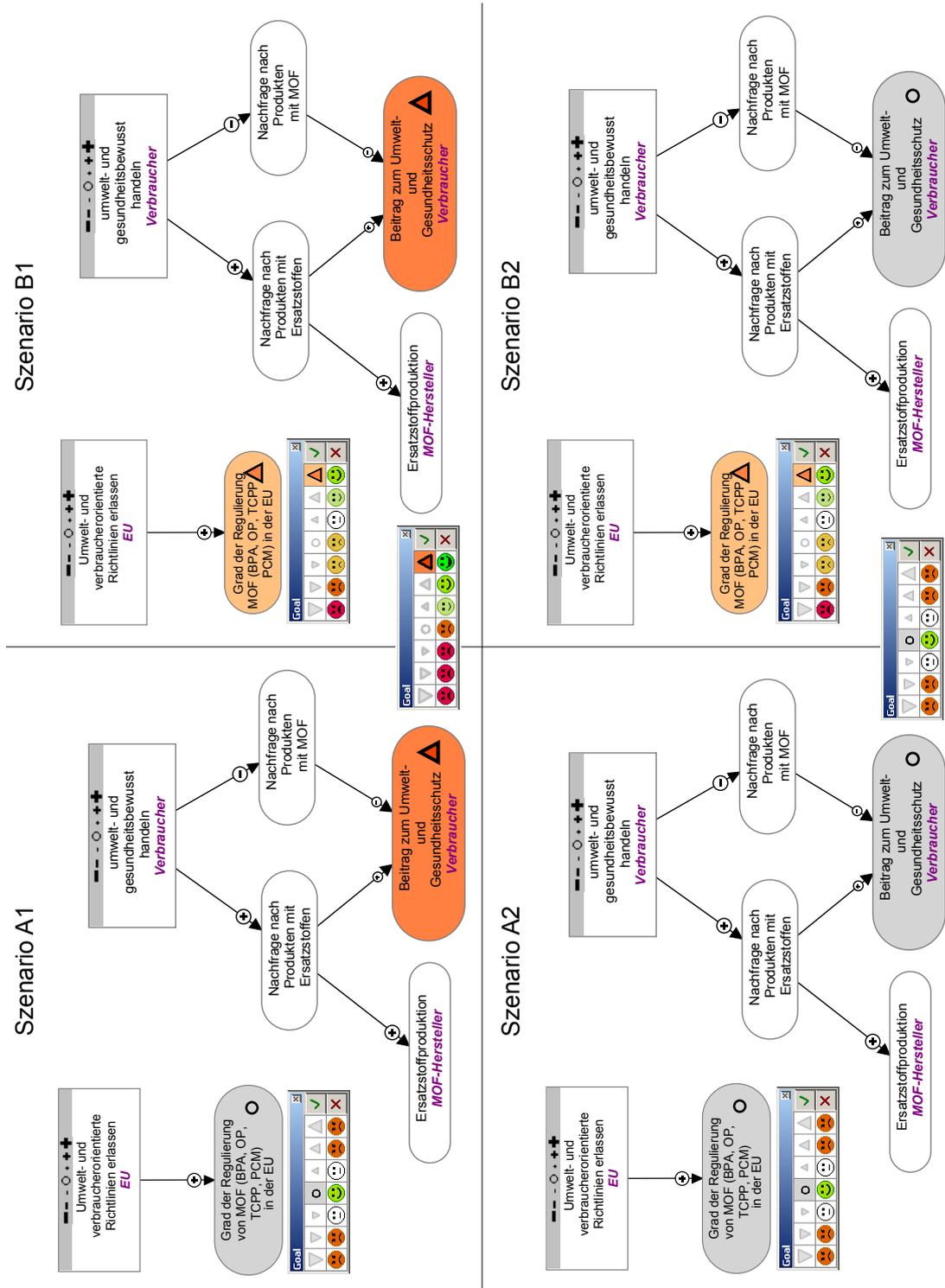


Abbildung 5.32: Rahmenakteure „EU“ und „Verbraucher“ für alle vier Szenarien, die Unterschiede der Szenarien manifestieren sich hier in den verschiedenen DANA-Graphen

Die EU kann über die Handlung „Umwelt- und verbraucherorientierte Richtlinien erlassen“ den Grad der Regulierung der jeweiligen Substanzen beeinflussen. In den Szenarien A1 („Gesundheitsszenario“) und A2 („Globalisierungsszenario“) ist die Zielsetzung „keine Änderung des bestehenden Zustandes“, also weiterhin keine EU-weite Regulierung, die z. B. ein Anwendungsverbot zur Folge haben könnte. In den Szenarien B1 („Umweltszenario“) und B2 („Technikszenario“) ist die Zielsetzung der EU eine Regulierung der Substanzen.

Da durch die beschriebene Handlung der EU die Form der Regulierung nicht gesteuert werden kann, wurde die Erwartung „Importregulierung“ im Gesamtszenariennetzwerk ergänzt. Wenn es im zeitlichen Ablauf eines Szenarios zu einer Importregulierung kommt, dann wird diese Erwartung „aktviert“, in dem sie von der Standardeinstellung „Fragezeichen“ auf ein Plus-Symbol gesetzt wird.

Die Verbraucher können über ihre Handlung „umwelt- und gesundheitsbewusst handeln“ die Nachfrage nach Produkten mit weniger problematischen Ersatzstoffen und die Nachfrage nach Produkten mit den jeweiligen MOF beeinflussen (siehe Abbildung 5.32 auf der vorherigen Seite). Im „Gesundheitsszenario“ A1 und im „Umweltszenario“ B1 haben die Verbraucher das Ziel, einen aktiven Beitrag zum Umwelt- und Gesundheitsschutz zu leisten. Im „Globalisierungsszenario“ A2 und im „Technikszenario“ B2 hingegen streben die Verbraucher keine Änderung des Umwelt- und Gesundheitsschutzes an.

Die beschriebenen Handlungen und Zielsetzungen der Rahmenakteure EU und Verbraucher gelten für alle vier MOF-Substanzen. Da für das Flammschutzmittel TCP-PP eine Regulierung der Brandschutzstandards relevant ist – im Gegensatz zu allen anderen MOF in der aktorsbasierten Modellierung – wurde für diese Substanz ein fünftes Szenario ergänzt, das eine Zukunft mit hohen Brandschutzstandards beschreibt – aufbauend auf dem „Umweltszenario“ B1. In allen fünf TCP-PP-Szenarien wurde dafür eine Handlung für den Rahmenakteur EU ergänzt: „EU-Brandschutzstandards ändern“.

Die Zielsetzung der EU ist in den Szenarien A1, A2, B1 und B2 identisch: keine Änderung der gegenwärtigen Brandschutzstandards. Nur im fünften Szenario B1' mit hohen Brandschutzstandards ist die Zielsetzung der EU eine andere, die EU möchte in diesem Szenario die Brandschutzstandards erhöhen (siehe Abbildung 5.33). Damit ist das fünfte Szenario B1' identisch mit dem Szenario B1, lediglich die Zielsetzung des Rahmenakteurs EU ist bezüglich der Brandschutzstandards eine andere.

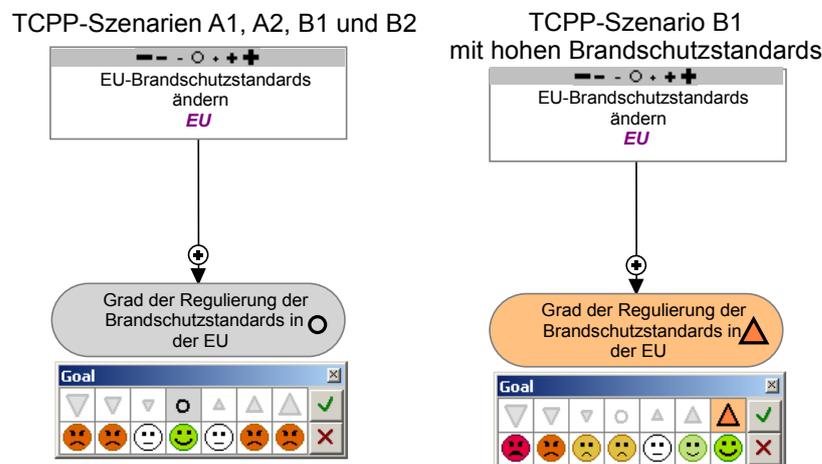


Abbildung 5.33: Zusätzliche Handlung des Rahmenakteurs „EU“ für die fünf TCP-PP-Szenarien

Zusätzliche Verknüpfungen (Kausalbeziehungen)

Die Erwartung „vermehrt eigene Umweltstandards setzen“ wurde in allen Gesamtakteursnetzwerken über den Faktor „Nachfrage nach Produkten mit Ersatzstoffen“ mit dem Faktor „Ersatzstoffproduktion“ verknüpft. Nur im PCM Gesamtakteursnetzwerk wurde die Erwartung entfernt, da es sonst eine Dopplung mit der vorhandenen Handlung der weiterverarbeitenden Industrie „Eigene Standards setzen (Nachhaltigkeitsimage)“ gegeben hätte. Diese Handlung wurde mit dem Faktor „Produktion von Produkten ohne PCM“ der weiterverarbeitenden Industrie verbunden. Dieser Faktor wiederum ist verknüpft mit dem Faktor „Ersatzstoffproduktion“ – analog der Gesamtakteursnetzwerke der drei anderen Substanzen.

Weiterhin wurde die Kausalbeziehung¹⁵ von „Importregulierung“ → „Import von Produkten mit MOF in die EU“ im Gesamtakteursnetzwerk ergänzt, um die Möglichkeit in den Szenarien B1 und B2 zu eröffnen, die Regulierung des Akteurs EU auch in Form einer Importregulierung im Sinne eines Verbotes der Einfuhr von Produkten mit MOF in die EU zu ermöglichen. Die Kausalbeziehung (keine bzw. negative Korrelation) ist entscheidend, ob eine Importregulierung eingeführt wird und sich auf den Import negativ auswirkt (negative Korrelation) oder ob keine Importregulierung eingeführt wird und dementsprechend keine Wirkung auf den Import existiert (keine Korrelation).

5.4.3 Exkurs: Gemeinsame Ziele, Erwartungen und Handlungen der Akteure

Neben der Analyse der einzelnen Wahrnehmungsgraphen der Akteure im Problemfeld MOF ist es möglich, alle Wahrnehmungsgraphen in einem *case* hinsichtlich der Ziele, Erwartungen und Handlungen zu analysieren. Dies wird im Folgenden am Beispiel von Bisphenol A dargestellt¹⁶.

In der Abbildung 5.34 auf der nächsten Seite sind die gemeinsamen Ziele der Akteure im *case* Bisphenol A dargestellt. Der Akteur Bisphenol A-Hersteller hat mit den drei Akteuren UBA, NRO und Obere Wasserbehörde (und natürlich auch umgekehrt) ein gemeinsames Ziel, in der Abbildung durch die dünne gestrichelte Linie gekennzeichnet. Weiterhin hat der Akteur Obere Wasserbehörde neben dem gemeinsamen Ziel mit den Bisphenol A-Hersteller ein gemeinsames Ziel mit UBA und der NRO. Es handelt sich in allen Fällen um den Zielfaktor „Umweltschutz“.

Die Akteure UBA und NRO haben zwei gemeinsame Ziele, in der Abbildung durch die dickere durchgezogene Linie gekennzeichnet. Es handelt sich dabei um die Ziel-Faktoren „Umweltschutz“ und „Menschliche Gesundheit“.

In gleicher Weise lassen sich die gemeinsamen Erwartungen und Handlungen darstellen. Eine gemeinsame Erwartung gibt es zwischen den Akteuren Wasserversorger und der Oberen Wasserbehörde (verminderte öffentlich-rechtliche Finanzierung) und eine weitere zwischen den Akteuren Bisphenol A-Hersteller und UBA (zunehmend eigene Umweltstandards setzen der weiterverarbeitenden Industrie).

Gemeinsame Handlungen sind weitaus zahlreicher. In der Abbildung 5.35 auf der nächsten Seite sind alle gemeinsamen Handlungen im *case* Bisphenol A graphisch dargestellt. Die meisten Akteure haben eine gemeinsame Handlung mit einem anderen Akteur (in der Abbildung mit einer dünnen gestrichelten Linie gekennzeichnet), einige wenige haben zwei gemeinsame Handlungen mit anderen Akteuren (in der Abbildung mit einer dünnen durchgezogenen Linie gekennzeichnet).

¹⁵Eine Kausalbeziehung zwischen zwei Faktoren ist in den Wahrnehmungsgraphen in DANA als Pfeil mit der Angabe des *change multiplier* dargestellt, im Text wird die Kausalbeziehung/Verknüpfung durch das Symbol → wiedergegeben.

¹⁶Die Ergebnisse dieses Exkurses wurden mit der DANA-Version 1.3.3 erstellt.

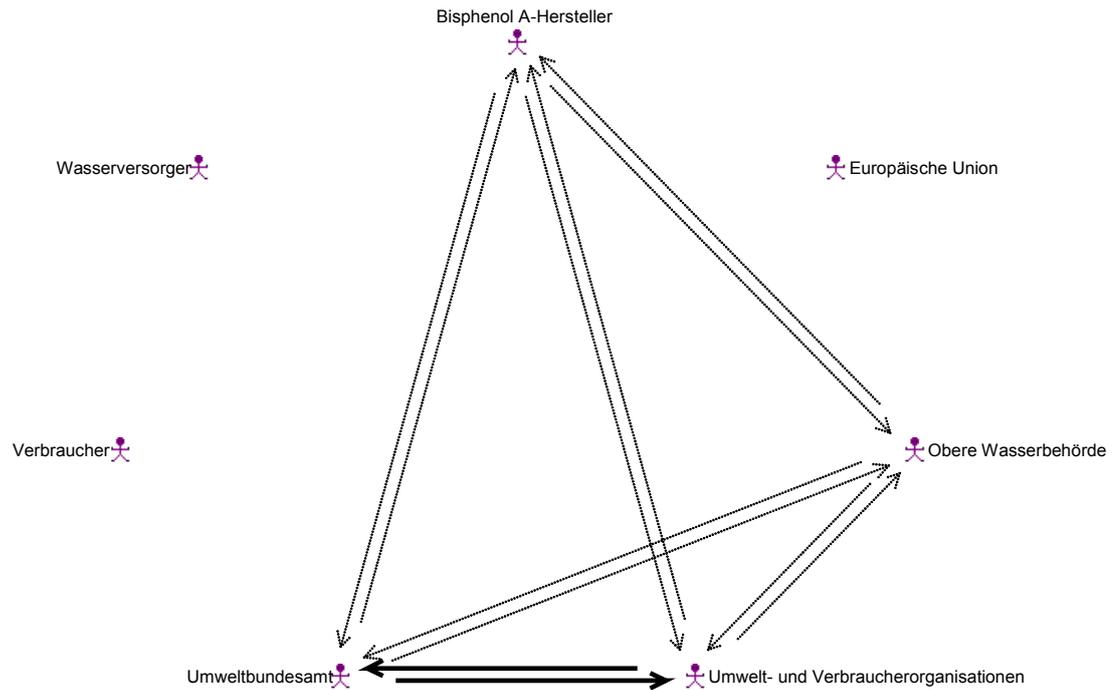


Abbildung 5.34: Gemeinsame Ziele der Akteure im Wahrnehmungsgraphen zum *case* Bisphenol A. Die dünne gestrichelte Linie zeigt ein gemeinsames Ziel, die dickere durchgezogene Linie zwei gemeinsame Ziele an.

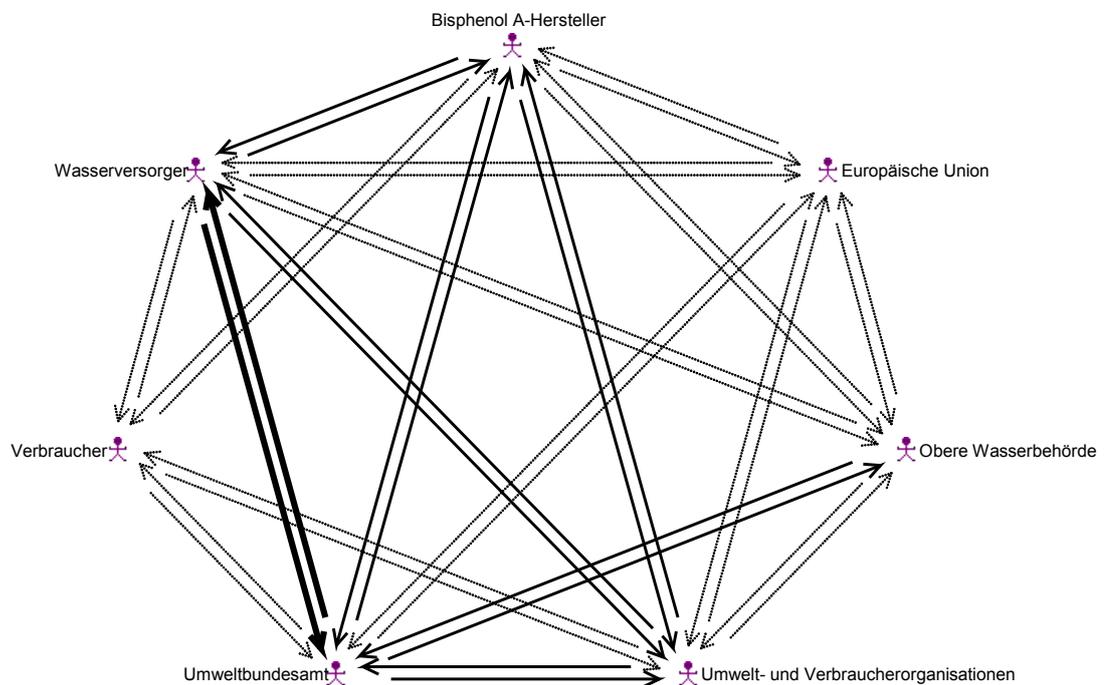


Abbildung 5.35: Gemeinsame Handlungen der Akteure im Wahrnehmungsgraphen zum *case* Bisphenol A. Die dünne gestrichelte Linie zeigt eine, die dünne durchgezogene Linie zwei und die stärkere durchgezogene Linie drei gemeinsame Handlungen an.

Nur die Akteure Wasserversorger und UBA haben drei gemeinsame Handlungen (in der Abbildung mit einer stärkeren durchgezogenen Linie gekennzeichnet). Es handelt sich um die Handlungen „Umwelt- und verbraucherorientierte Richtlinien erlassen“ (Akteur EU), „Umwelt- und gesundheitsbewusst handeln“ (Akteur Verbraucher) und „naturferne Trinkwasseraufbereitungsverfahren installieren“ (Akteur Wasserversorger).

5.4.4 *Exkurs: Ziel-, Erwartungs- und Handlungskonflikte*

Mit dem Programm DANA ist es auch möglich, Ziel-, Erwartungs- und Handlungskonflikte zu berechnen. Mit der DANA-Version 1.3.0 wurden allerdings fehlerhafte Ergebnisse produziert. Die Fehler wurden von Christiane Döll dokumentiert und von Pieter Bots in der DANA-Version 1.3.3 behoben (zur Erläuterung siehe Kapitel DANA 3.6 auf Seite 40 und A.5.6.4 auf Seite 268)¹⁷.

Betont sei, dass gemeinsame Ziele, Erwartungen bzw. Handlungen der Akteure in den Wahrnehmungsgraphen identisch sein können, in bestimmten Konstellationen aber einen Konflikt zwischen den Akteuren verursachen. Dies erläutert der folgende Abschnitt.

Ein Zielkonflikt in DANA ist definiert als ein Unterschied in der Richtung der angestrebten Veränderungen eines Faktors (jeder Wert > 0 zeigt einen Zielkonflikt an, je größer der Wert, desto intensiver der Zielkonflikt). Zur Verdeutlichung ein Beispiel für einen Zielkonflikt: Die Ausgangslage ist, dass die Substanz Z zur Zeit keiner Regulierung unterworfen ist. Wenn nun Akteur A möchte, dass die Substanz Z verboten werden soll (starke Zunahme der Regulierung) und Akteur B das Ziel verfolgt, den Status Quo nicht zu verändern (keine Zunahme der Regulierung), dann liegt ein Zielkonflikt vor.

Rein rechnerisch liegen im *case* Bisphenol A drei Zielkonflikte vor, jeweils aus Sicht des Bisphenol A-Herstellers mit den Akteuren UBA, NRO und Obere Wasserbehörde (siehe Abbildung 5.36 auf der nächsten Seite).

Diese drei Zielkonflikte haben jeweils einen Wert von 0,05. Zur Berechnung der Werte siehe Kapitel DANA 3.6 auf Seite 40. Der niedrige Zielkonfliktwert kommt dadurch zustande, dass der Bisphenol A-Hersteller, das UBA, die NRO und die Obere Wasserbehörde alle den Zielfaktor „Umweltschutz“ in ihren Wahrnehmungsgraphen haben, allerdings mit einem kleinen Unterschied: Der Bisphenol A-Hersteller vertritt die Einschätzung, dass der Zielfaktor in Zukunft zunehmen möge, die Akteure UBA, NRO und Obere Wasserbehörde jedoch vertreten die Einschätzung, dass der Zielfaktor in Zukunft stark zunehmen möge. Dieser kleine Unterschied führt zu dem Zielkonflikt von 0,05. Damit wird deutlich, dass keine „Konflikte“ vorliegen, sondern nur leichte Unterschiede in der Einschätzung des Zielfaktors „Umweltschutz“. Bei den anderen drei Substanzen verhält es sich analog.

Genauso wie Zielkonflikte können auch Erwartungs- und Handlungskonflikte ermittelt werden. Erwartungskonflikte resultieren aus gemeinsamen Erwartungen zwischen zwei Akteuren, die mit einer gegensätzlichen Ausrichtung in den Wahrnehmungsgraphen enthalten sind. Erwartungskonflikte treten in keinem *case* dieser Arbeit auf.

Ein Handlungskonflikt ist festgelegt als ein Unterschied im erwartenden Nutzen einer Handlung zwischen zwei Akteuren. Voraussetzung dafür ist, dass zwei Akteure die gleiche Handlung in ihrem Wahrnehmungsgraphen haben. Der erwartete Nutzen wird dann unter Berücksichtigung aller sieben Handlungsoptionen für diese Handlung bei Akteur A und B berechnet und dann verglichen. Eine Differenz zeigt einen Handlungskonflikt an (jeder Wert > 0 zeigt einen Handlungskonflikt an, je größer der Wert, desto intensiver der Handlungskonflikt).

¹⁷Die Ergebnisse dieses Exkurses wurden mit der DANA-Version 1.3.3 erstellt.

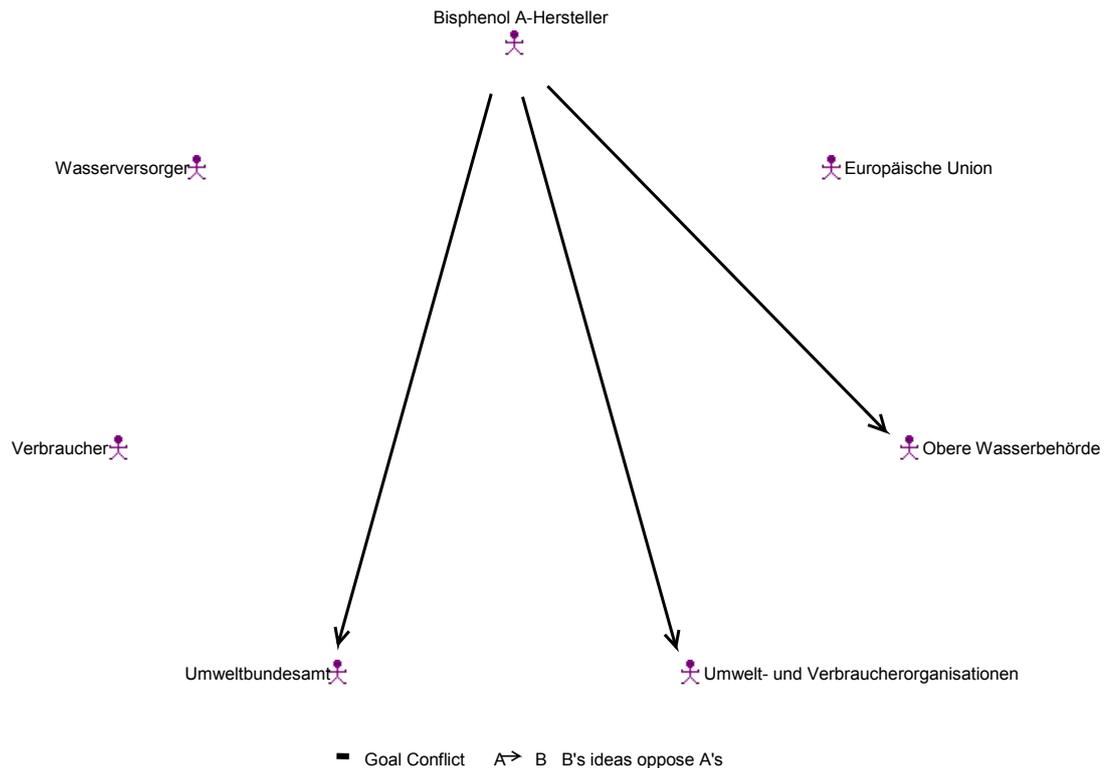


Abbildung 5.36: Zielkonflikte der Akteure im Wahrnehmungsgraphen zum *case* Bisphenol A. Die drei Zielkonflikte haben einen Wert von jeweils 0,05.

Ein Beispiel für einen Handlungskonflikt: Wenn für Akteur A die Zunahme der Handlung „Umwelt- und verbraucherorientierte Richtlinien erlassen“ einen positiven Nutzenwert zur Folge hat und eine Abnahme oder ein Gleichbleiben einen negativen Nutzenwert verursacht und für Akteur B dies genau spiegelverkehrt zutrifft, dann liegt hier ein Handlungskonflikt vor. Anders formuliert: Die Akteure haben ein unterschiedliches Interesse in Bezug auf die Änderung (Zu- bzw. Abnahme) der Handlung.

Im Problemfeld MOF treten in jedem *case* Handlungskonflikte auf. Da die Rahmenakteure EU und Verbraucher in den einzelnen Szenarien unterschiedliche Zieldefinitionen haben – im Gegensatz zu den anderen Akteuren – sind auch die Werte der Handlungskonflikte unterschiedlich. In der Abbildung 5.37 auf der nächsten Seite sind die Handlungskonflikte im *case* Bisphenol A für das Szenario A1 dargestellt, die im Wertebereich von 0,5 bis 0,86 liegen. Der Wert 0,86 ist der maximale Wert für einen Handlungskonflikt im *case* Bisphenol A. Insgesamt traten 26 Handlungskonflikte auf. Um nur die relevanten Handlungskonflikte zu kennzeichnen, wurden ausschließlich Handlungskonflikte mit Werten $> 0,5$ dargestellt.

Folgende Handlungskonflikte treten im Wertebereich von 0,5 bis zum Maximum von 0,86 im *case* Bisphenol A für das Szenario A1 auf (die gemeinsamen Handlungen, die die Konflikte verursachen, sind den jeweiligen Wahrnehmungsgraphen im Kapitel 5.2 auf Seite 78 zu entnehmen, in der DANA-Analyse werden ausschließlich die Anzahl der gemeinsamen Handlungen und die Konfliktwerte, nicht aber die jeweiligen Handlungen, die zum Handlungskonflikt geführt haben, aufgelistet):

- Bisphenol A-Hersteller und UBA in Höhe von 0,86,
- Bisphenol A-Hersteller und Verbraucher in Höhe von 0,62,
- EU und Obere Wasserbehörde in Höhe von 0,67,
- EU und NRO in Höhe von 0,67,
- EU und Wasserversorger in Höhe von 0,52,

5.4.5 Gesamtakteursnetzwerke

Wie oben beschrieben, wurden für jede Substanz separat die Ergebnisse der Akteursmodellierung (= die einzelnen Wahrnehmungsgraphen) und die Ergebnisse der Szenarienentwicklung in ein Gesamtakteursnetzwerk zusammengeführt (siehe auch Methodik 4.4 auf Seite 67).

Wenn im Prozess der Zusammenführung die Auffassungen der einzelnen Akteure über die Kausalbeziehungen voneinander abweichen (unterschiedliche Wirkung von Faktoren auf andere Faktoren im Wahrnehmungsgraphen der Akteure), dann müssen diese Kausalbeziehungen im Gesamtakteursnetzwerk durch die Analystin festgelegt werden. Dazu wurden die Ergebnisse der Szenarienentwicklung, der Diskussionen in den Stakeholder-Workshops und die vergleichende Betrachtung der Wahrnehmungsgraphen verwendet. In den Gesamtakteursnetzwerken der vier Substanzen wurden folgende Kausalbeziehungen vereinheitlicht:

- Handlung „Umwelt- und verbraucherorientierte Richtlinien erlassen“ der EU → Faktor „Grad der Regulierung von MOF“: mittlere positive Korrelation ¹⁸,
- Handlung „umwelt- und gesundheitsbewusst handeln“ (Verbraucher) → „Nachfrage nach Produkten mit Ersatzstoffen“: geringe positive Korrelation bei Octylphenol, TCPD und PCM und eine mittlere positive Korrelation bei Bisphenol A (da diese Handlung des Rahmenakteurs Verbraucher mit anderen Handlungen addiert wird, die ebenfalls das Verbraucherverhalten beeinflussen, bekommt der Rahmenakteur Verbraucher insgesamt betrachtet einen relativ großen Einfluss, bei der bekannten Substanz Bisphenol A haben die Verbraucher einen noch größeren Einfluss, da dessen Produkte Verbraucher leichter ablehnen können),
- Faktor „Produktion Bisphenol A in der EU“ → Faktor „Konzentration Bisphenol A in Oberflächengewässern“: geringe positive Korrelation (da Bisphenol A relativ zu den anderen MOF in Gewässern schnell abgebaut wird (EUROPEAN CHEMICALS BUREAU 2003a), bei den anderen drei Substanzen: mittlere positive Korrelation),
- Handlungen „an nicht regulierten Substanzen forschen“ (UBA) und „Ersatzstoffe entwickeln“ (MOF-Hersteller) → Faktor „Ersatzstoffproduktion“: jeweils eine geringe positive Korrelation (da dem Faktor „Nachfrage nach Produkten mit Ersatzstoffen“ ein größerer Einfluss eingeräumt wurde) und
- im Gesamtakteursnetzwerk TCPD: Erwartung „vermehrt einheitliche und risikoärmere Flammenschutzmittel nachfragen“ (weiterverarbeitende Industrie) → Faktor „Nachfrage nach Produkten mit Ersatzstoffen“: geringe positive Korrelation (analog zur Verknüpfung der Erwartung „vermehrt eigene Umweltstandards setzen“ → Faktor „Nachfrage nach Produkten mit Ersatzstoffen“)

Die wichtigsten Kausalbeziehungen im Gesamtakteursnetzwerk wurden auf dem dritten Stakeholder-Workshop von den beteiligten Akteuren verifiziert und stellen damit eine gemeinsam getragene Einschätzung der Wirkungsbeziehungen dar (INTAFERE-PROJEKTGRUPPE 2007). Im Folgenden werden die vier Gesamtakteursnetzwerke in der Form der DANA-Wahrnehmungsgraphen dargelegt.

¹⁸Die mittlere positive Korrelation gibt folgende Wirkungsbeziehung wieder: der Faktor erhöht sich im gleichen Maße wie die Handlung zunimmt bzw. verringert sich im gleichen Maße wie die Handlung abnimmt; eine geringe positive Korrelation, wie im Wahrnehmungsgraph der NRO gezeigt, würde bedeuten, dass der Faktor nur leicht zunimmt, wenn die Handlung mittelstark intensiviert würde und eine starke positive Korrelation würde bedeuten, dass der Faktor überproportional zunimmt, wenn die Handlung mittelstark intensiviert würde

In Abbildung 5.38 auf der nächsten Seite ist das Gesamtakteursnetzwerk für den Weichmacher Bisphenol A dargestellt, in der Abbildung 5.39 auf Seite 166 das für die Substanz Octylphenol, in der Abbildung 5.40 auf Seite 167 das für das Flammschutzmittel TCPP und in der Abbildung 5.41 auf Seite 168 das für die Duftstoffe PCM.

Die vier Gesamtakteursnetzwerke haben aufgrund der Akteure EU, Verbraucher, UBA, NRO, Obere Wasserbehörde und Wasserversorger, die in allen vier Gesamtakteursnetzwerken enthalten sind, den grundsätzlich gleichen Aufbau. In jedem Gesamtakteursnetzwerk sind zudem die drei Schlüsselfaktoren Produktion der Substanz in der EU, Import von Produkten mit der Substanz aus Nicht-EU-Ländern und Abbaurate der Substanz in Kläranlagen enthalten.

Die vier Gesamtakteursnetzwerke unterscheiden sich in den Handlungen und Faktoren, die durch die jeweils spezifischen Akteure vorgegeben sind. Diese spezifischen Akteure sind die vier MOF-Hersteller, im Fall PCM die weiterverarbeitende Industrie und im Fall TCPP der Lobbyverband EFRA.

So ist in den Gesamtakteursnetzwerken der Substanzen Bisphenol A, Octylphenol und TCPP (siehe jeweils unten links in den Abbildungen 5.38 auf der nächsten Seite, 5.39 auf Seite 166 und 5.40 auf Seite 167) die Handlung „Weiterverarbeiter/Endhersteller über Risiken informieren“ des jeweiligen MOF-Herstellers enthalten, wohingegen eine entsprechende Handlung im Gesamtakteursnetzwerk der PCM fehlt. Dies resultiert aus der unterschiedlichen Wahrnehmung der MOF-Hersteller (siehe dazu die Erläuterungen der einzelnen Wahrnehmungsgraphen im Ergebniskapitel 5.2 auf Seite 78).

Ein weiterer Unterschied liegt beim Gesamtakteursnetzwerk des Flammschutzmittels TCPP vor: Da im *case* TCPP auch der Akteur EFRA vorkommt, fließen auch dessen Handlungen mit in das Gesamtakteursnetzwerk ein. Dies sind die Handlungen „Verbraucher über Risiken informieren“ und „Lobbyarbeit für hohe und einheitliche EU-Brandschutzstandards“ (siehe Abbildung 5.40 auf Seite 167).

Im Gesamtakteursnetzwerk der PCM gibt es die Handlung „Eigene Standards setzen“ des Akteurs weiterverarbeitende Industrie (siehe unten links in Abbildung 5.41 auf Seite 168). Dieser Sachverhalt ist in den anderen drei Gesamtakteursnetzwerken durch die Erwartung „vermehrt eigene Umweltstandards setzen“ enthalten, da – wie oben beschrieben – nur im *case* PCM der Akteur weiterverarbeitende Industrie existiert.

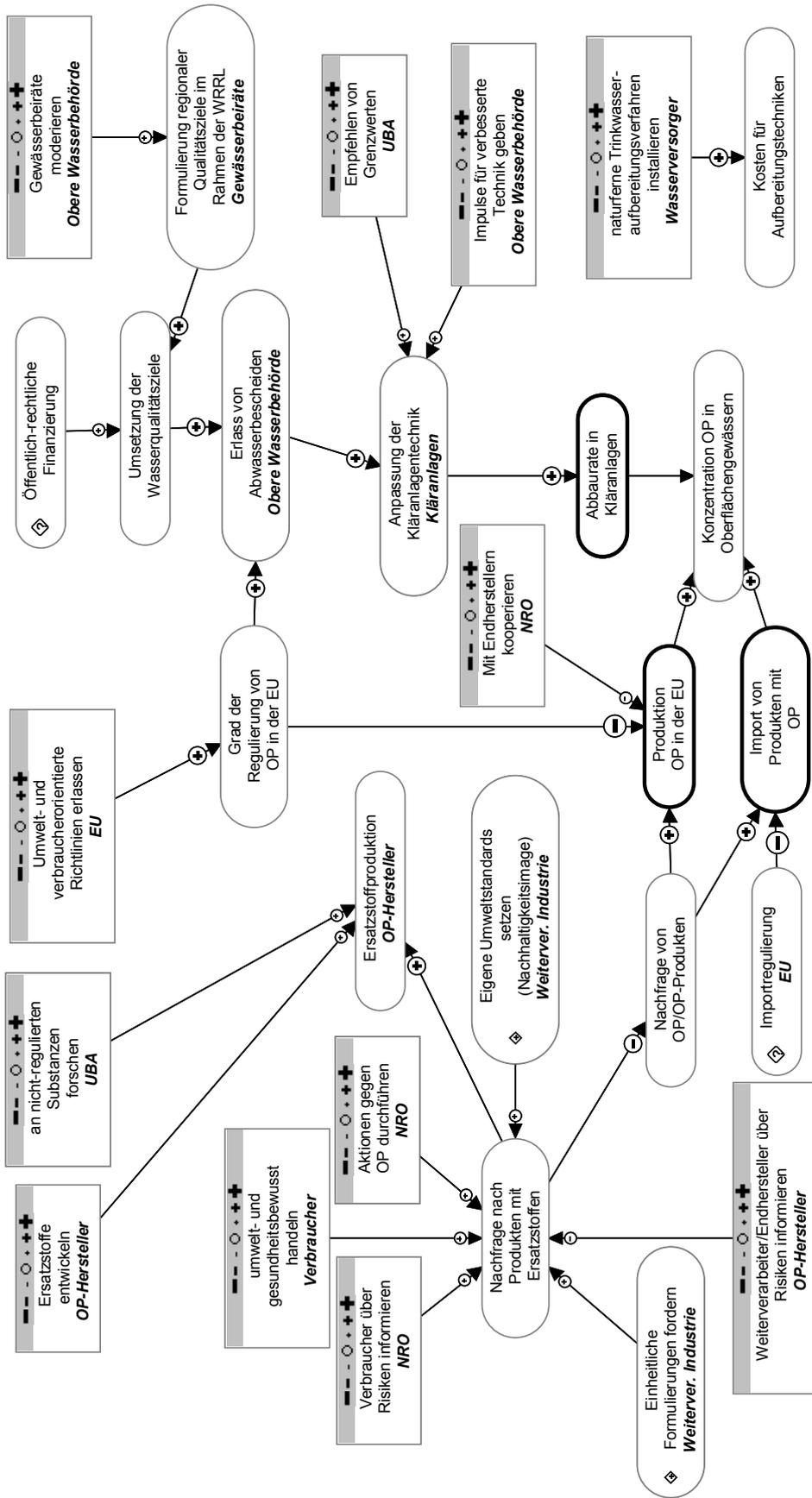


Abbildung 5.39: Gesamtaktorsnetzwerk Octylphenol

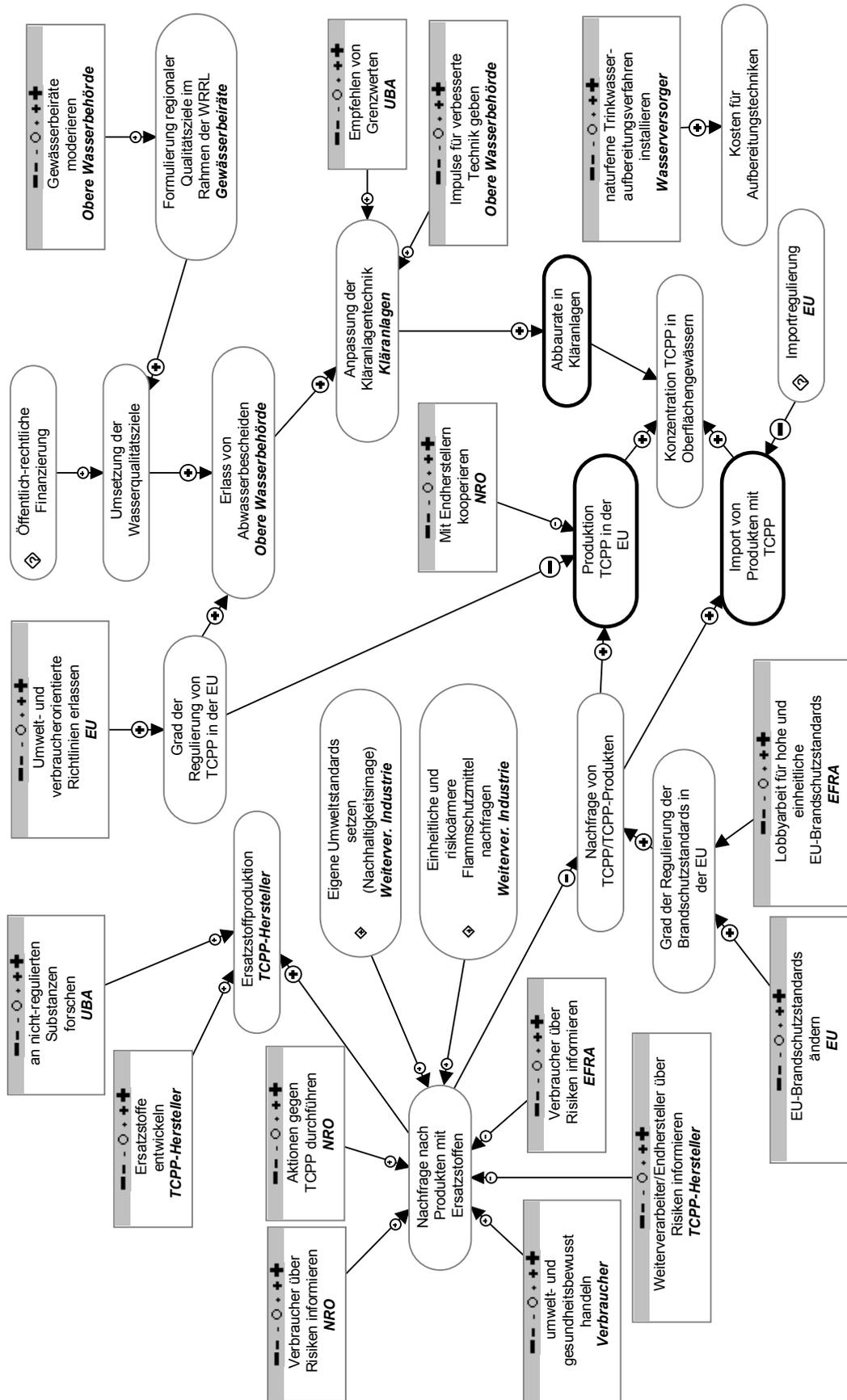


Abbildung 5.40: Gesamtaktorsnetzwerk TCPP

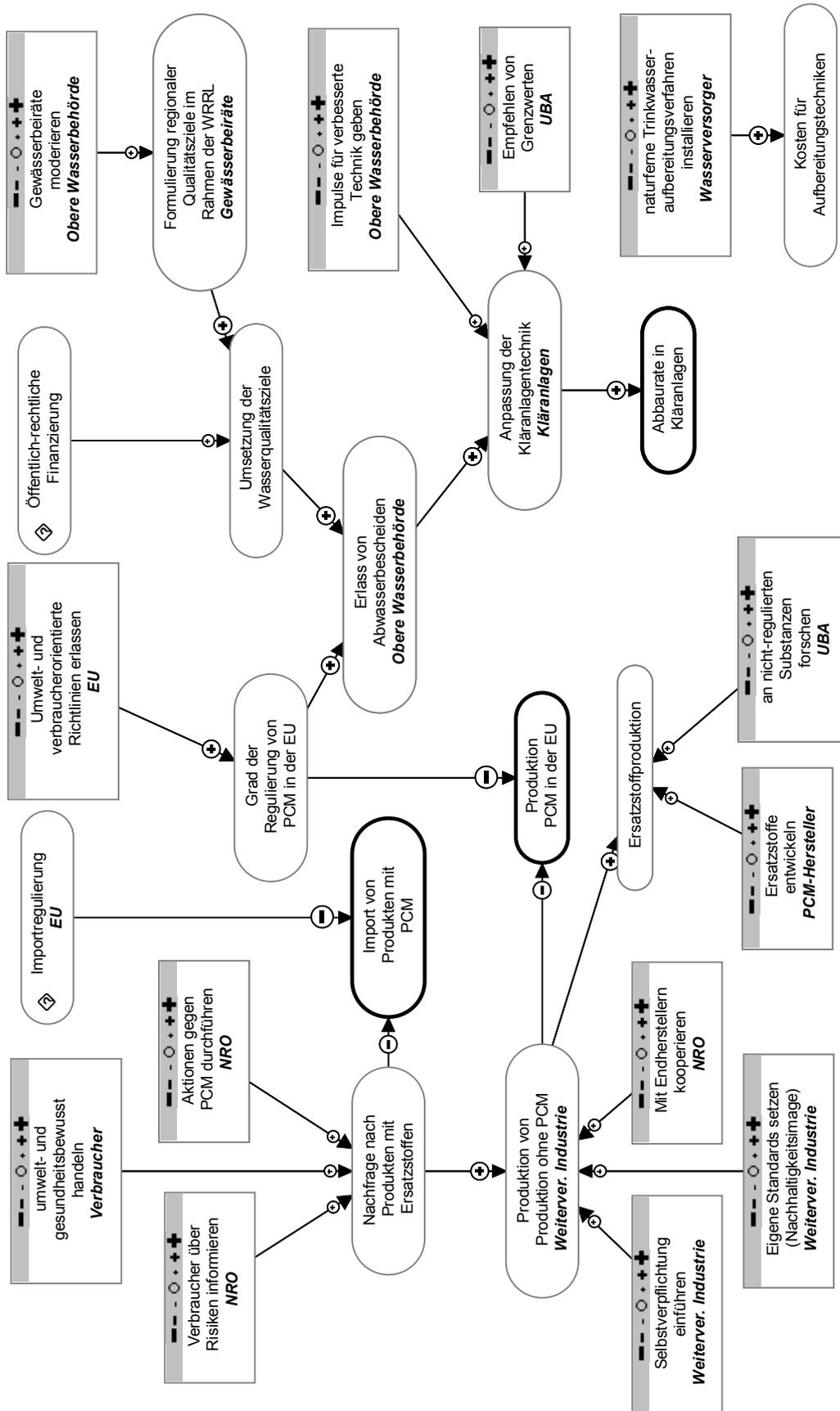


Abbildung 5.41: Gesamtakteursnetzwerk PCM

5.4.6 Sequentielle Modellierung

5.4.6.1 Einstellungen und Festlegungen

Pro Substanz wurden vier (im Falle von TCPP fünf) Modelle erstellt, in deren Zentrum jeweils ein Gesamtakteursnetzwerk steht. Die vier Modelle pro Substanz repräsentieren das Gesundheitsszenario, das Umweltszenario, das Globalisierungsszenario und das Technikszenario. Für TCPP wurde zusätzlich ein Umweltszenario mit hohen Brandschutzstandards hinzugefügt. Damit wurden insgesamt 17 verschiedene Modelle mit DANA erstellt.

Jedes dieser 17 Modelle ist in einem DANA *case* gespeichert und umfasst neben der *arena* mit den einzelnen, alphabetisch geordneten Wahrnehmungsgraphen der Akteure eine *arena* mit dem Namen *round 0*, die das Gesamtakteursnetzwerk in der *analyst view* enthält. In dieser *arena* sind auch alle Wahrnehmungsgraphen der Akteure enthalten (siehe Ergebnisse 5.2 auf Seite 78). In der *arena round 0* wurde die Handlungsreihenfolge festgelegt. Die Handlungsreihenfolge der Akteure lautet:

1. Europäische Union
2. Verbraucher
3. im Fall von TCPP: EFRA
im Fall von PCM: weiterverarbeitende Industrie
4. MOF-Hersteller
5. Wasserversorger
Umwelt- und Verbraucherorganisationen
Obere Wasserbehörde
6. Umweltbundesamt

Die Reihenfolge der Akteure Wasserversorger, Umwelt- und Verbraucherorganisationen sowie Obere Wasserbehörde ist austauschbar, da die Wahrnehmungsgraphen dieser drei Akteure nur Handlungen der Akteure EU, Verbraucher, weiterverarbeitende Industrie und MOF-Hersteller umfassen. Der Akteur UBA hingegen muss unterhalb der Oberen Wasserbehörde und des Wasserversorgers stehen, da der Wahrnehmungsgraph des UBA Handlungen dieser beiden Akteure beinhaltet.

Es wurden drei Runden (= aufeinander aufbauende Sequenzen) festgelegt, in der die Akteure in der oben aufgeführten Reihenfolge „handeln“. Es wurden drei Runden gewählt, um bis zu drei in einem Szenario aufeinander folgende Regulierungsinstrumente (MOF-Grenzwerte in Fließgewässern, MOF-Verbot und Importregulierung von Produkten mit MOF aus nicht EU-Ländern) und deren Wirkungen angemessen berücksichtigen zu können. Die erste Runde umfasst die Jahre bis ca. 2015, die zweite Runde die folgenden Jahre bis ca. 2025 und die dritte Runde die folgenden Jahre bis 2040¹⁹.

Um die Entwicklung gesellschaftlicher, politischer und wirtschaftlicher Entscheidungen und deren Auswirkungen plausibel darstellen zu können, wurden die Optionen der Handlungen zu Beginn in der ersten Runde eingeschränkt und in der zweiten und dritten Runde erweitert. Zu den Einschränkungen bzw. Erweiterungen der Handlungsoptionen: Für das Verbraucherverhalten wurde festgelegt, dass in der 1. Runde nur die Handlungsoptionen keine Veränderung, leichte Zunahme und leichte Abnahme der Handlung (3 von 7 Möglichkeiten) zur Verfügung stehen. In der 2. Runde wurden diese drei Handlungsoptionen um die mittlere Zunahme und die mittlere Abnahme der Handlung erweitert (5 von 7 Möglichkeiten). In der 3. Runde schließlich standen alle sieben

¹⁹Im INTAFERE-Projekt wurde ein Zeitraum von 2006 bis 2030 gewählt. Auf Anregung von Prof. Dr. Petra Döll wurde der Zeitraum um 10 Jahre verlängert, um den Entscheidungsprozessen und Verhaltensänderungen Rechnung zu tragen, bei denen mehrere Jahre vergehen, bis es zu einem Beschluss bzw. einer Änderung im Verhalten und der damit verbundenen Wirkung kommt.

Handlungsoptionen zur Verfügung. Analog zu den Erweiterungen von Handlungsoptionen für das Verbraucherverhalten wurde das gleiche Vorgehen für folgende Handlungen gewählt:

- Umwelt- und verbraucherorientierte Richtlinien erlassen (EU),
- EU-Brandschutzstandards ändern (EU),
- im Fall PCM: Selbstverpflichtung einführen (weiterverarbeitende Industrie),
- Ersatzstoffe entwickeln (MOF-Hersteller),
- naturferne Trinkwasseraufbereitungsverfahren installieren (Wasserversorger) und
- an nicht regulierten Substanzen forschen (UBA).

Die aufgeführten Handlungen können nicht kurzfristig und im großen Maßstab umgesetzt werden. So können beispielsweise aus technischen und aus Kostengründen nicht innerhalb weniger Jahre alle Trinkwasseraufbereitungsanlagen umgerüstet oder Ersatzstoffe entwickelt werden. Bis eine EU-Richtlinie in nationales Recht umgesetzt wird, vergehen auch einige Jahre, daher sind die EU-Handlungen, Brandschutzstandards zu ändern und umwelt- und verbraucherorientierte Richtlinien zu erlassen ebenfalls mit dieser rundenweisen Erweiterung der Handlungsoptionen versehen worden.

Es gibt Handlungen, die bereits in wenigen Jahren umgesetzt werden können und die keine so lange Vorlaufzeit wie z. B. die Ersatzstoffentwicklung haben. Daher wurde entschieden, für folgende Handlungen eine schrittweise Erweiterung von 5 von 7 Handlungsoptionen in der 1. Runde auf 7 von 7 Handlungsoptionen in der 2. und 3. Runde festzulegen:

- im Fall TCPP: Verbraucher über Risiken informieren (EFRA),
- im Fall TCPP: Lobbyarbeit für hohe und einheitliche EU-Brandschutzstandards (EFRA),
- im Fall PCM: eigene Standards setzen (weiterverarbeitende Industrie),
- Weiterverarbeiter/Endhersteller über Risiken informieren (MOF-Hersteller),
- Aktionen gegen MOF durchführen (NRO),
- Verbraucher über Risiken informieren (NRO),
- mit Endherstellern kooperieren (NRO),
- Impulse für verbesserte Technik geben (Obere Wasserbehörde),
- Gewässerbeiräte moderieren (Obere Wasserbehörde) und
- empfehlen von Grenzwerten (UBA).

Mit der Wahl der drei Runden und den sich erweiternden Handlungsoptionen wird der Dauer von technischen Innovationen und deren Implementierung Rechnung getragen sowie angestrebt, politische, gesellschaftliche und wirtschaftliche Änderungsprozesse realistischer abzubilden. Die Festlegung der Runden ging einher mit der unterschiedlichen Form der Regulierung in den vier Szenarien:

- Szenario A1: das „**Gesundheitsszenario**“ – hohe Umweltstandards
 - alle drei Runden: keine EU-weite Regulierung von MOF
 - alle drei Runden: nur Festlegung regionaler Grenzwerte für MOF durch die Gewässerbeiräte im Rahmen der WRRL
- Szenario B1: das „**Umweltszenario**“ – starke Regulierung
 - alle drei Runden: Verbot von MOF in gewässerrelevanten Anwendungen
 - ab Runde 2: Importregulierung von Produkten mit Octylphenol und TCPP aus nicht EU-Ländern
- Szenario A2: das „**Globalisierungsszenario**“

- alle drei Runden: keine Regulierung von MOF
- Szenario B2: das „**TechnikszENARIO**“ – Aufrüstung der Klärwerke und der Trinkwasseraufbereitungsanlagen
 1. Runde 1: EU-weite Grenzwerte für MOF in Fließgewässern
 2. Runde 2: Verbot von Octylphenol und TCPP in gewässerrelevanten Anwendungen
 3. Runde 3: Importregulierung von Produkten mit Octylphenol und TCPP aus nicht EU-Ländern

Als Schlüsselfaktoren wurden die Faktoren Produktion, Import und Abbaurate in Kläranlagen identifiziert, die entscheidend von den Handlungen der Akteure beeinflusst werden und relevant für die Berechnung quantitativer Szenarien (Stoffkonzentrationen und Frachten) für das Hessische Ried sind.

Erst im Laufe der Dissertation wurde deutlich, dass es sinnvoller ist, den Faktor „Abbaurrate in Kläranlagen“ in „Leistungsfähigkeit der Kläranlagen“ umzubenennen, da die Abbaurate für eine bestimmte Substanz im Gegensatz zu Produktions- und Importzahlen der einzelnen MOF nicht durch dimensionslose Indexzahlen ausgedrückt werden kann. Überdies wird die Abbaurate der MOF von verschiedenen Autoren mit Spannweiten angegeben, da die Abbaurate abhängig von den unterschiedlichen Kläranlagentechniken ist. Ab dieser Stelle wird daher nicht mehr von der „Abbaurrate in Kläranlagen“ sondern von der „Leistungsfähigkeit der Kläranlagen“ gesprochen.

Die Veränderung der Schlüsselfaktoren Produktion, Import und Leistungsfähigkeit der Kläranlagen wird berechnet, indem jedem Faktor zu Beginn der Index-Wert 100 (= 100 %) zugeordnet wird. Dieser Index-Wert steigt oder sinkt je nach dem Einfluss der Handlungen. Bei allen Modellen wurde dem Symbol „mittleres Plus“ eine 20%ige Zunahme zugeordnet, alle anderen Symbole sind relativ dazu. Durch die prozentuale Veränderung der Faktoren ist nur ein Vergleich zu heute möglich. Die auf diese Weise berechneten Index-Werte fließen über ein Kopplungsmodell in ein Regionalmodell ein. Das Kopplungs- und das Regionalmodell wurden federführend von Dr. Stefan Liehr konzipiert. An dieser Stelle erfolgt nur eine kurze Beschreibung der beiden Modelle, die genaue Methodik und die Ergebnisse sind in (DI BENEDETTO *et al.* 2008) nachzulesen. Ziel des Regionalmodells ist die Abschätzung von Stoffeinträgen durch diffuse und punktuelle Einträge in das Untersuchungsgebiet, das Hessische Ried. Ausgehend von diesen Stoffeinträgen soll im Regionalmodell eine quantitative Beschreibung von Belastungsfaktoren für die Fließgewässer im Hessischen Ried erfolgen. Als konzeptionelle Basis dient ein statistisches Ausbreitungsmodell von Substanzen in Fließgewässersystemen. Um die räumlichen Skalenunterschiede zwischen der akteursbasierten Modellierung (überregionale Skala) und dem Regionalmodell zu überbrücken und um die Ergebnisse der akteursbasierten Modellierung (Veränderung der Schlüsselfaktoren) und die Inputgrößen des Regionalmodells (Veränderungen der diffusen und punktuellen Einträge) zu verknüpfen, wurde ein Kopplungsmodell entwickelt.

In das Kopplungsmodell wurden die Index-Werte der akteursbasierten Modellierung eingespeist und in einem Backward-Forward-Schema in Veränderungen der diffusen und punktuellen Stoffeinträge umgerechnet: „Im Backward-Schritt werden ausgehend von einem Referenz-Stoffeintrag von 100 % und auf Basis von Daten zu stoffspezifischen Lebenszyklen sowie empirisch ermittelten Abbauraten in Kläranlagen abgeleitete Referenzmengen zu den Ergebnisgrößen des Akteursmodells ermittelt. Der anschließende Forward-Schritt ermittelt zunächst aus den Referenzmengen die entsprechenden szenarienbezogenen Mengen anhand der Werte des Akteursmodells und führt anschließend eine Rückrechnung der abgeleiteten Größen auf den diffusen und punktuellen Stoffeinträgen durch.“ (DI BENEDETTO *et al.* 2008: 110-111).

5.4.6.2 Handlungsentscheidungen

Um zu zeigen, welche Handlungsentscheidungen – im Prozess der sequentiellen Modellierung als *optimal change level* (OCL) bezeichnet (siehe Methodik 4.4.4 auf Seite 72) – ermittelt wurden, werden in Abbildung 5.42 auf der nächsten Seite alle OCL der Akteure für die vier Szenarien für den *case* Bisphenol A dargestellt und im Folgenden erläutert²⁰. Für die anderen drei Substanzen gilt diese Abbildung und die Erläuterung analog.

In keinem der vier Szenarien ändern sich die OCL der Handlungen „an nicht regulierten Substanzen forschen“ (UBA) und „Ersatzstoffe entwickeln“ (Bisphenol A-Hersteller). Letztere Handlung ist im Sinne der Eigeninitiative des Unternehmens zu verstehen, von sich aus neue Ersatzstoffe zu entwickeln. Diese Handlungsbeschreibung umfasst nicht die Ersatzstoffentwicklung des Unternehmens, die durch äußere Faktoren wie der Nachfrage von Verbrauchern oder der weiterverarbeitenden Industrie initiiert wird. Dieser Vorgang bzw. dessen Ergebnis wird durch die Veränderung des Faktors „Ersatzstoffentwicklung“ angezeigt.

Diese beiden genannten Aktivitäten des UBA und des Bisphenol A-Herstellers werden also weder zurückgefahren noch verstärkt ausgeführt. Dies ergibt sich aus den Nutzenberechnungen, deren Ergebnis ist, dass zusätzliche freiwillige Investitionen in die Ersatzstoffentwicklung von Seiten des Unternehmens sowie vermehrt an nicht regulierten Substanzen forschen nicht zielführend sind. Änderungen der Intensität der beiden Handlungen (in beide Richtungen) ergeben keinen Nutzenzuwachs. Daher wird die Entscheidung getroffen, die Handlungen so wie bisher durchzuführen, der OCL bleibt also gleich. Wie oben angedeutet, steigt die Ersatzstoffproduktion dennoch, was aber auf Handlungsentscheidungen des Akteurs Verbraucher und auf Erwartungen (Akteur weiterverarbeitende Industrie) zurückzuführen ist, auf deren Entscheidungen die Unternehmen reagieren und den Faktor der Ersatzstoffproduktion steigen lassen.

Die OCL der Handlungen „Umwelt- und verbraucherorientierte Richtlinien erlassen“ (Szenarioakteur EU) sowie „umwelt- und gesundheitsbewusst handeln“ (Szenarioakteur Verbraucher) nehmen in den Szenarien analog der Ergebnisse der Szenariorahmen zu bzw. bleiben gleich (siehe Methodik 4.3.2 auf Seite 62 und Ergebnisse 5.3 auf Seite 143). Die NRO haben drei Handlungen, deren OCL sich unterschiedlich entwickeln. Der OCL der Handlung „Aktionen gegen Bisphenol A durchführen“ ist in jedem Szenario ein anderer. Im Szenario A1 steigt der OCL und damit die Anzahl der Aktionen der NRO in der ersten und zweiten Runde an, in der dritten Runde sinkt der OCL und damit auch die Aktivität auf das Niveau der ersten Runde. Ähnlich sieht es im Szenario B1 aus, hier steigt der OCL und damit die Anzahl der Aktionen in der ersten Runde, um bereits in der zweiten und dritten Runde wieder zu sinken. In beiden Szenarien wirkt sich das nachhaltigkeitsorientierte Verbraucherverhalten positiv auf die Zielerreichung der NRO aus, so dass die eigenen Handlungen nicht mehr so stark zur Zielerreichung beitragen müssen. In den beiden Szenarien A2 und B2 steigt der OCL der Handlung „Aktionen gegen Bisphenol A durchführen“ in der ersten Runde und verbleibt in der zweiten und dritten Runde auf diesem Niveau bzw. sinkt im Szenario B2 leicht. Hier fehlt das Engagement der Verbraucher, so dass die NRO aus eigenem Antrieb verstärkt aktiv werden.

²⁰Die Abbildung wurde aus vier Grafiken zusammengesetzt, die als Windows Metafile aus DANA exportiert wurden. Eine andere Exportmöglichkeit dieser Grafiken bzw. der zugrunde liegenden Daten aus DANA ist z. Z. nicht möglich

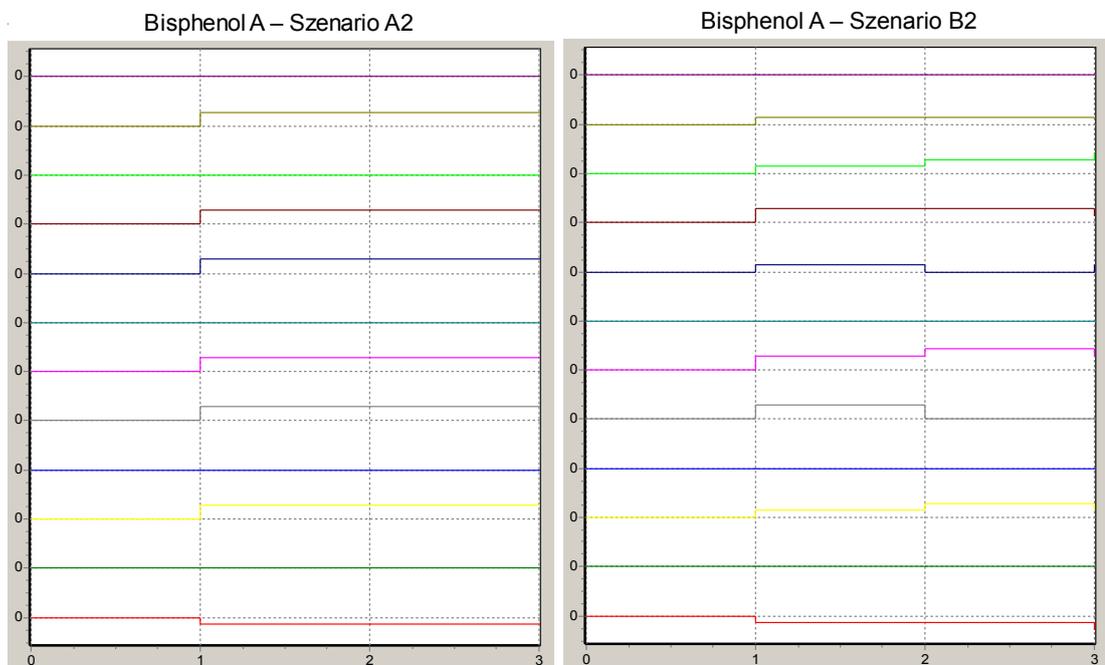
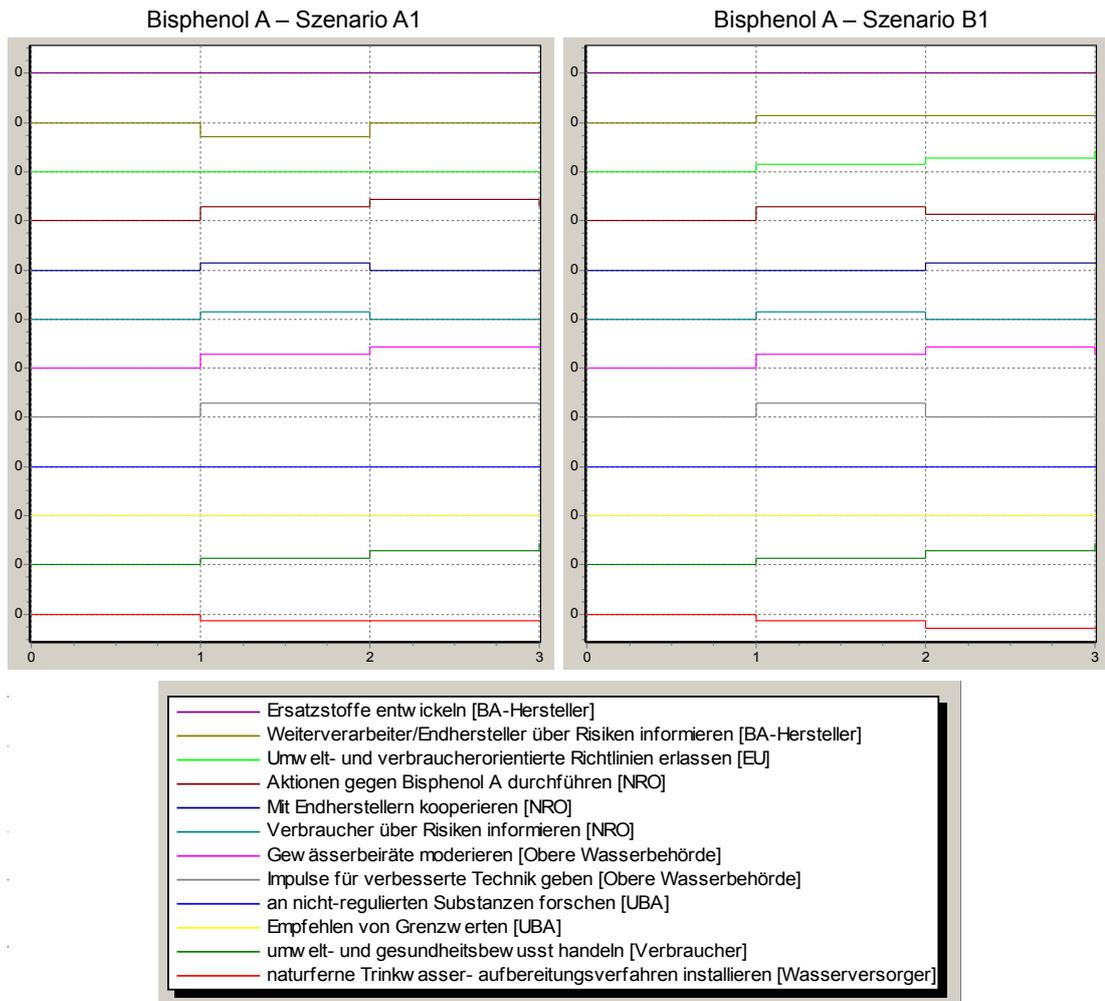


Abbildung 5.42: Entwicklung der Handlungsentscheidungen der Akteure (*optimal change level* (OCL)) im *case* Bisphenol A für alle vier Szenarien. Die Runden sind auf der Rechtsachse aufgetragen, die Handlungen auf der Hochachse, beginnend mit einem OCL von 0. Ein Ansteigen (bzw. Sinken) des OCL zeigt an, dass die Handlung verstärkt (bzw. abnehmend) durchgeführt wird, die Abstände der OCL auf der Hochachse beruhen auf den *change level*-Einstellungen in DANA (siehe DANA-Anleitung A.10 auf Seite 251).

Ein ähnliches Muster ist bei der Handlung „Mit Endherstellern kooperieren“ zu sehen. Lediglich im Szenario A2 bleibt die diese Aktivität der NRO hoch (hoher OCL), da hier weder eine starke Regulierung, noch nachhaltigkeitsorientierte Verbraucher zur Zielerreichung der NRO beitragen. Der OCL der Handlung „Verbraucher über Risiken informieren“ (NRO) steigt in den beiden Szenarien mit den nachhaltigkeitsorientierten Verbrauchern (A1 und B1) in der ersten Runde an, in der zweiten und dritten Runde ist der OCL so hoch wie zu Beginn. In den Szenarien A2 und B2 ist der OCL der Handlung in allen Runden unverändert gegenüber der Ausgangssituation.

Der OCL der Handlung „Empfehlen von Grenzwerten“ vom UBA hingegen bleibt in den Szenarien A1 und B1 unverändert. In den Szenarien A2 und B2, in denen die Verbraucher nicht nachhaltigkeitsorientiert sind, erhöht sich der OCL der Handlung in der ersten und zweiten Runde. In der dritten Runde im Szenario A2 verharrt der OCL auf dem Niveau der ersten beiden Runden, im Szenario B2 sinkt der OCL wieder zurück auf das Niveau der ersten Runde.²¹

Der OCL der Handlung „Gewässerbeiräte moderieren“ des Akteurs Obere Wasserbehörde nimmt in allen vier Szenarien in der erste Runde zu. In den Szenarien A1, B1 und B2 steigt der OCL dieser Handlung in der zweiten Runde. In Szenario A2 bleibt der OCL in der zweiten und dritten Runde gleich. In den beiden Szenarien, die durch eine starke MOF-Regulierung geprägt sind (B1 und B2), sinkt der OCL der Handlung wieder auf das Niveau der ersten Runde. Hier ist die verstärkte Regulierung entscheidender für die Zielerreichung des Akteurs Obere Wasserbehörde.

Die Obere Wasserbehörde verstärkt die Intensität ihrer Handlung, Impulse für eine verbesserte Technik für die Abwasseraufbereitung zu geben, in allen vier Szenarien in der ersten Runde (der OCL steigt). In den Szenarien A1 und A2 wird diese Verstärkung in der zweiten und dritten Runde beibehalten (der OCL bleibt gleich hoch), aber in den beiden Szenarien, die durch eine starke MOF-Regulierung geprägt sind (B1 und B2), sinkt der OCL der Handlung wieder auf das Niveau der Ausgangsrunde 0. Hier ist die verstärkte Regulierung wesentlich entscheidender für die Zielerreichung des Akteurs Obere Wasserbehörde.

Interessant ist auch, dass der OCL der Handlung der Wasserversorger, naturferne Trinkwasseraufbereitungsverfahren zu installieren, in allen vier Szenarien, wenn auch mit kleinen Unterschieden, abnimmt. Diese Handlungsentscheidung beruht auf der Nutzenberechnung der Wasserversorger, die sich für eine naturnahe und einfache Trinkwasseraufbereitung einsetzen und auch die Aufrüstungskosten berücksichtigen. Dies passt zu den Ergebnissen der Szenarienentwicklung und der Modellierung, die ergeben, dass vermehrt in die Abwasseraufbereitung investiert wird und die Kläranlagen auferüstet werden, allerdings in den vier Szenarien im unterschiedlichen Maße. Die Wasserversorger gehen davon aus, dass der größte Teil der MOF über das Abwasser in die Oberflächengewässer gelangt. Für die Trinkwassergewinnung aus Oberflächengewässern ist daher eine verbesserte Abwasseraufbereitung in den Kläranlagen relevant. Aber auch für die Gewinnung von Trinkwasser aus Grundwasser ist es wichtig, dass das Abwasser frei von MOF ist, denn auch das Grundwasser steht mit dem Oberflächengewässer in Kontakt.

²¹Durch die „verkürzte“ Darstellung der Rechtsachse in den DANA-Grafiken ist dies nur schwer zu erkennen (die Handlungsentscheidung der dritten Runde fällt mit der gestrichelten Abgrenzungslinie der jeweiligen Grafik zusammen). Hinzu kommt eine automatisch zugeordnete Farbgebung. Sowohl die Darstellung der Rechtsachse als auch die Farbgebung sind Grundeinstellungen in DANA, die durch die Analystin nicht verändert werden können. Eine andere Exportmöglichkeit dieser Daten aus DANA ist z. Z. nicht möglich, wird aber ebenso wie eine Verbesserung der Plotting-Qualität angestrebt.

5.4.6.3 Prozentuale Veränderung der Schlüsselfaktoren

In den folgenden vier Tabellen ist die prozentuale Veränderung der Schlüsselfaktoren Produktion, Import und Leistungsfähigkeit der Kläranlagen gegenüber dem Referenzwert (Index 100 im Jahr 2006) für alle vier Szenarien für das Jahr 2040 (Ergebnis nach der 3. Runde) aufgelistet.

Tabelle 5.5: Prozentuale Veränderung der Schlüsselfaktoren gegenüber dem Index-Wert nach der 3. Runde für Bisphenol A

Faktor	A1	B1	A2	B2
Produktion	-82	-100	+33	+16
Import	-80	-61	+33	+16
Leistungsfähigkeit der Kläranlagen	+88	+52	+10	+146

Tabelle 5.6: Prozentuale Veränderung der Schlüsselfaktoren gegenüber dem Index-Wert nach der 3. Runde für Octylphenol (OP)

Faktor	A1	B1	A2	B2
Produktion	-73	-98	-14	-86
Import	-70	-94	-14	-60
Leistungsfähigkeit der Kläranlagen	+88	+52	+10	+146

Tabelle 5.7: Prozentuale Veränderung der Schlüsselfaktoren gegenüber dem Index-Wert nach der 3. Runde für TCPP

Faktor	A1	B1	B1' *	A2	B2
Produktion	-52	-97	-63	+27	-74
Import	-49	-86	-32	+27	-37
Leistungsfähigkeit der Kläranlagen	+88	+52	+52	+10	+146

* B1' steht für das Umweltszenario mit hohen Brandschutzstandards

Tabelle 5.8: Prozentuale Veränderung der Schlüsselfaktoren gegenüber dem Index-Wert nach der 3. Runde für Polyzyklische Moschusverbindungen (PCM)

Faktor	A1	B1	A2	B2
Produktion	-92	-98	-10	-10
Import	-64	-42	+27	+27
Leistungsfähigkeit der Kläranlagen	+88	+52	+10	+146

In den folgenden Diagrammen ist der zeitliche Verlauf der drei Schlüsselfaktoren dargestellt.

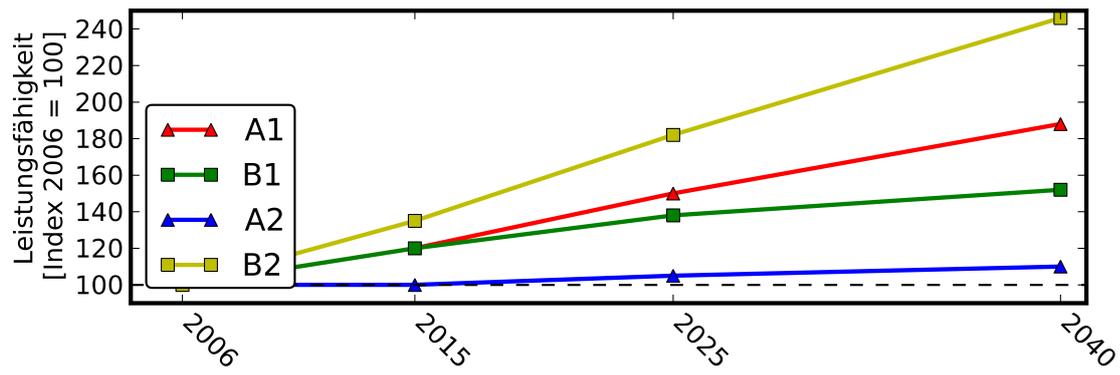


Abbildung 5.43: Zeitlicher Verlauf des Schlüsselfaktors Leistungsfähigkeit der Kläranlagen für alle vier cases

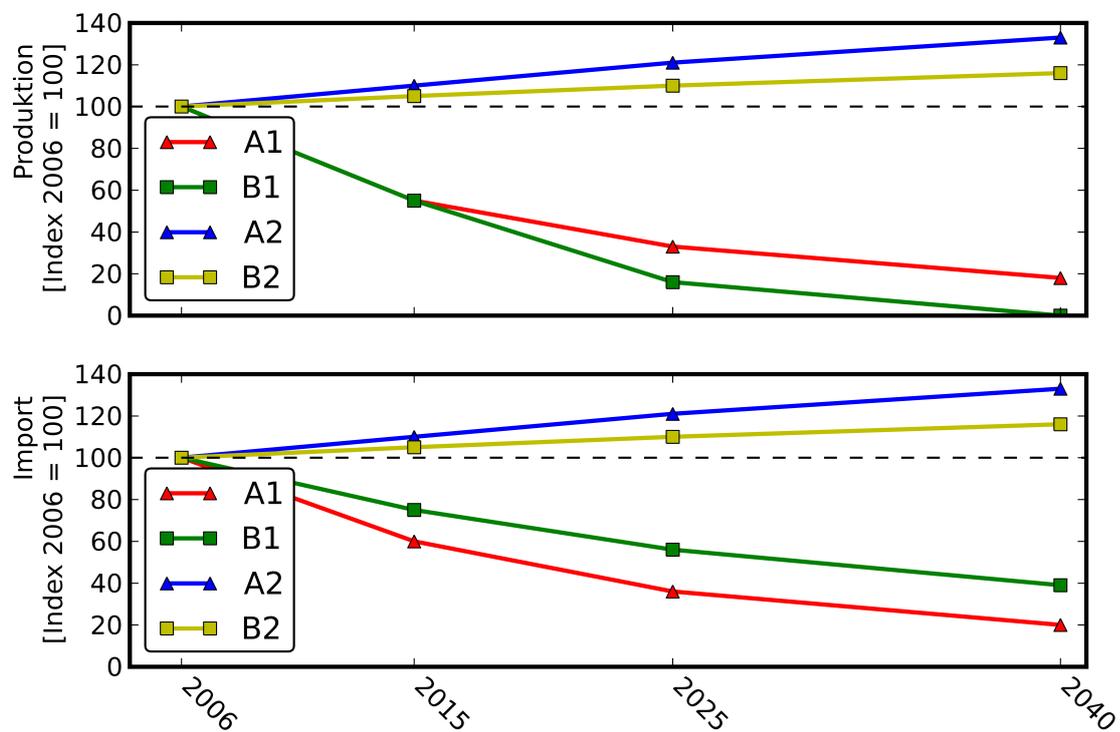


Abbildung 5.44: Zeitlicher Verlauf der Schlüsselfaktoren Produktion und Import für den case Bisphenol A

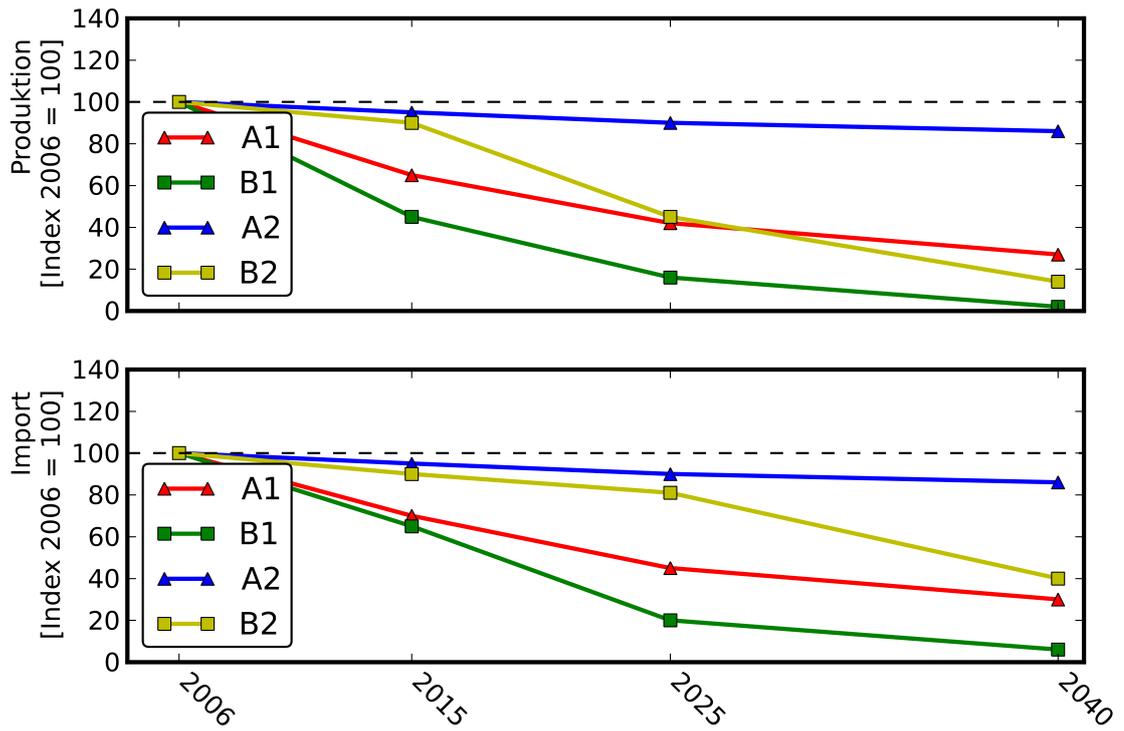


Abbildung 5.45: Zeitliche Verlauf der Schlüsselfaktoren Produktion und Import für den *case* Octylphenol

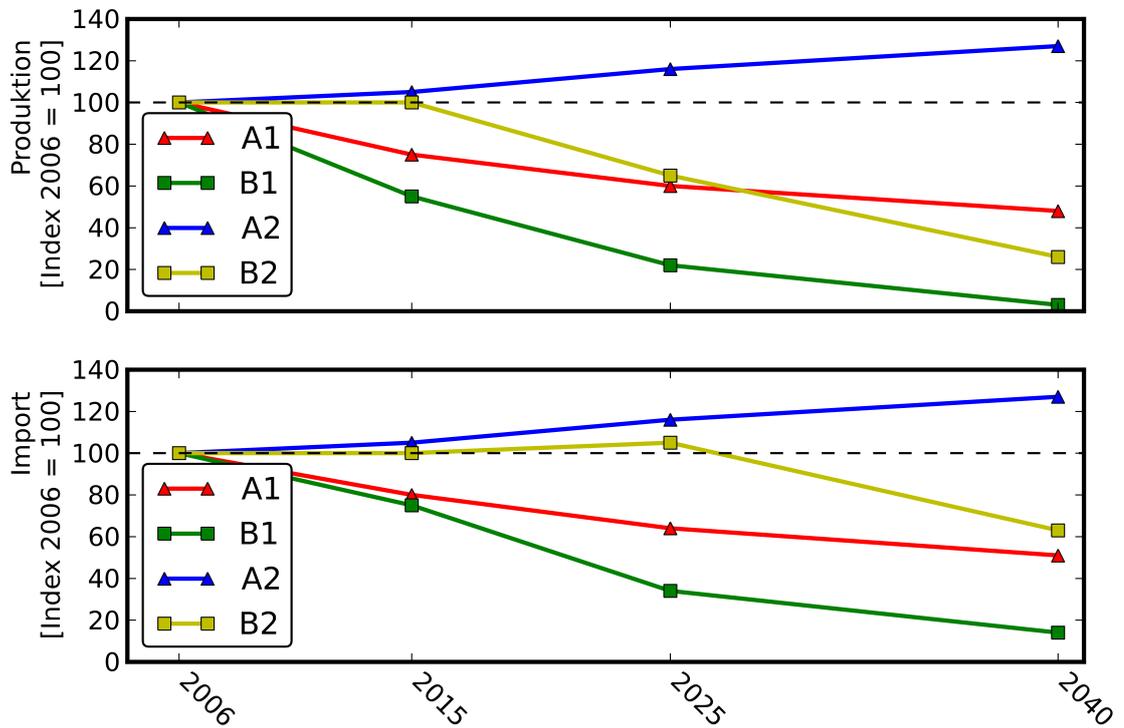


Abbildung 5.46: Zeitliche Verlauf der Schlüsselfaktoren Produktion und Import für den *case* TCP

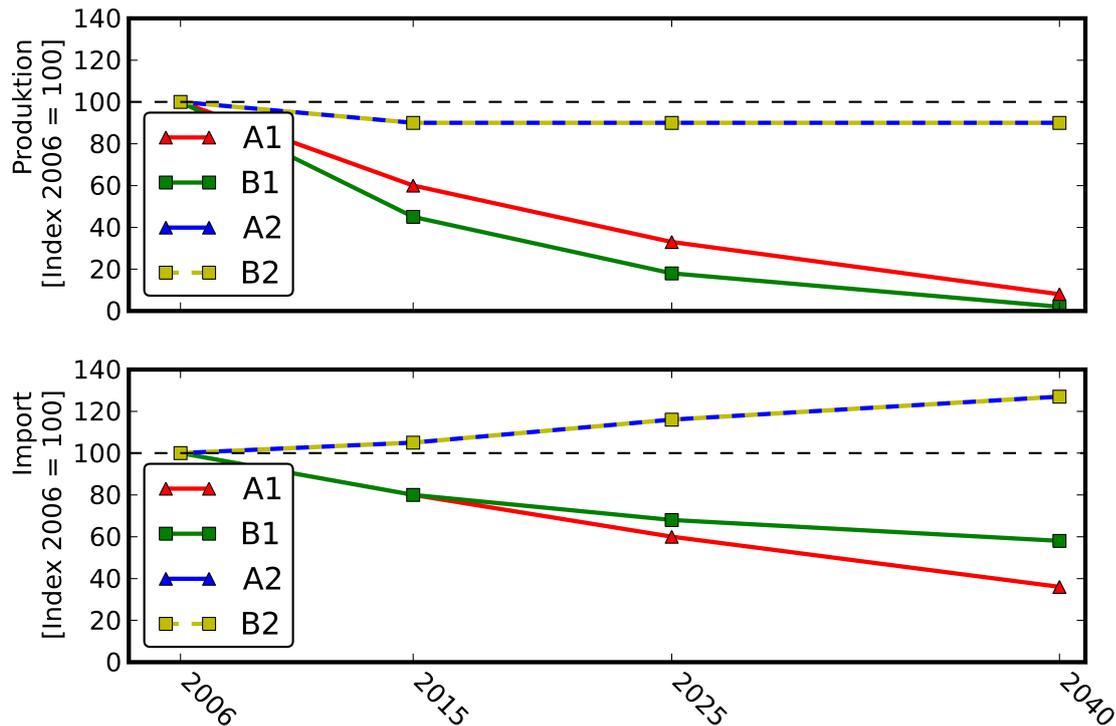


Abbildung 5.47: Zeitliche Verlauf der Schlüsselfaktoren Produktion und Import für den case PCM

Die Beschreibung der vier Szenarien in den nächsten Abschnitten erfolgt aus der Perspektive des Jahres 2040.

5.4.6.4 Gesundheitsszenario (Szenario A1)

Im Gesundheitsszenario, in dem eine schwache EU-weite Regulierung und nachhaltigkeitsorientiertes Verbraucherverhalten vorherrschen, wird die Produktion von Bisphenol A fast gänzlich eingestellt (-82%). Durch die Aktionen der NRO gegen Bisphenol A und dem insgesamt sehr umwelt- und gesundheitsbewussten Verbraucherhandeln steigt die Nachfrage nach Produkten ohne Bisphenol A. Zugleich setzt die weiterverarbeitende Industrie eigene Umweltstandards, was zu einer sehr hohen Ersatzstoffproduktion und einem starken Rückgang der Nachfrage von Bisphenol A führt.

Auch die Produktion von Octylphenol sinkt im Gesundheitsszenario stark (um 73%). Bei dieser Substanz führen umwelt- und nachhaltiges Verbraucherverhalten, die Umweltstandards der weiterverarbeitende Industrie sowie Forderungen der Formulierer²² nach einheitlichen Formulierungen zu einer erhöhten Nachfrage nach Produkten ohne Octylphenol. Da Octylphenol von einigen Unternehmen nicht mehr nachgefragt wird, treten die Formulierer dafür ein, nur noch ausgewählte bzw. nur noch einen Ersatzstoff herzustellen statt Octylphenol und eine Vielzahl von Ersatzstoffen zu produzieren, was sowohl günstiger für die Formulierer als auch für die Abnehmer ist. Die erhöhte Nachfrage nach Produkten ohne Octylphenol führt zu einer hohen Ersatzstoffproduktion sowie zu einem starken Rückgang der Octylphenol-Produktion. Insgesamt geht die Produktion nicht ganz so stark zurück wie bei der Substanz Bisphenol A, dies ist auf das weniger einflussreiche Verbraucherverhalten (hier nur eine kleine positive Korrelation) gegenüber dem Einfluss des Verbraucherverhaltens bei Bisphenol A zurückzuführen (mittlere positive Korrelation).

²²Formulierer sind Teil der weiterverarbeitenden Industrie, die komplexe Mischungen von chemischen Verbindungen zur Weiterverarbeitung entwickeln (= formulieren).

Die Produktion von TCPP sinkt im Gesundheitsszenario nur um 52 % und damit weniger als bei den anderen drei Substanzen. Auch hier ist das Verbraucherverhalten nicht so einflussreich wie bei Bisphenol A. Zusätzlich kommt ein anderer Akteur ins Spiel, den es bei den anderen Substanzen nicht gibt, der Lobbyverband EFRA, der Verbraucher über die Gefahren von Bränden informiert und TCPP erfolgreich als bewährtes Flammschutzmittel platziert, was aber nicht alle Verbraucher in ihrem Kaufverhalten beeinflusst. Dadurch steigt insgesamt die Nachfrage nach Ersatzstoffen und die Nachfrage und die Produktion von TCPP sinkt, allerdings nicht so stark wie bei den anderen drei Substanzen.

Das gleiche Wirkungsgefüge wie bei Bisphenol A ist bei der Substanz PCM der Fall, hier sinkt die Produktion um 92 %. Auch hier sind die Aktionen der NRO erfolgreich und die Verbraucher fragen verstärkt Produkte ohne PCM nach. Zusätzlich führt hier die weiterverarbeitende Industrie die Selbstverpflichtung ein PCM nach und nach aus den Produkten zu entfernen und Ersatzstoffe zu nutzen. Dies zusammen führt zu einem noch höheren Rückgang der Produktion als bei Bisphenol A, wo zwar die Verbraucher einflussreicher sind, aber die weiterverarbeitende Industrie keine Selbstverpflichtung einführt.

In diesem Szenario gibt es keine Importregulierung, aber durch das oben beschriebene Verbraucherverhalten und die Einführung von Umweltstandards der weiterverarbeitenden Industrie nimmt die Nachfrage nach Bisphenol A stark ab. Damit sinkt auch der Import von Produkten mit Bisphenol A (−80 %). Das Gleiche gilt für die Substanz Octylphenol, hier sinkt durch das Verbraucherverhalten, was etwas weniger einflussreich als im Fall Bisphenol A ist, die Forderungen nach einheitlichen Formulierungen und der Einführung von eigenen Umweltstandards der weiterverarbeitenden Industrie die Nachfrage nach Produkten ohne Octylphenol und damit auch der Import von Octylphenol-Produkten aus Nicht-EU-Ländern (−70 %).

Wie oben beschrieben, sinkt die Nachfrage nach Produkten ohne TCPP nicht so stark wie bei den anderen drei Substanzen, dementsprechend sinkt der Import von TCPP-Produkten nur auf 51 %. Die Faktor Import von Produkten mit PCM schließlich sinkt um 64 %. Dies resultiert aus dem Zusammenwirken von Verbraucherverhalten, eigenen Umweltstandards der weiterverarbeitenden Industrie (weniger intensiv als bei den anderen drei Substanzen) und der Einführung einer Selbstverpflichtung.

Die Leistungsfähigkeit der Kläranlagen steigert sich in diesem Szenario um 88 %. Dieser sehr hohe Wert wird nicht durch staatliche Regulierung, sondern durch nachhaltigkeitsorientierte Bürgerinnen und Bürger bewirkt. Die Bürger engagieren sich in den Gewässerbeiräten, die von der Oberen Wasserbehörde moderiert werden, und beschließen strenge regionale Wasserqualitätsziele im Rahmen der EU-WRRL. Dies führt über den Weg der Abwasserbescheide zu einer Verbesserung und Aufrüstung der Kläranlagentechnik in den kommunalen und industriellen Kläranlagen.

5.4.6.5 Umweltszenario (Szenario B1)

Im Umweltszenario, in dem eine starke EU-weite Regulierung und nachhaltigkeitsorientiertes Verbraucherverhalten vorherrschen, wird die Produktion von Bisphenol A in der EU gänzlich eingestellt (−100 %). Die Substanzen Octylphenol, TCPP und PCM werden nur noch in sehr geringen Mengen in der EU produziert. Die Produktion von Octylphenol und PCM sinkt um jeweils 98 %, die Produktion von TCPP sinkt um 97 %. Zum einen wird dies durch die EU-weite Regulierung (Verbot von MOF in gewässerrelevanten Anwendungen) und zum anderen durch das Verbraucherverhalten verursacht. Das nachhaltige Verbraucherverhalten und die Umweltstandards der weiterverarbeitenden Industrie führen zu einer kontinuierlich steigenden Nachfrage nach Produkten

ohne MOF. Dies führt zu einer hohen Ersatzstoffproduktion sowie zu einem starken Rückgang der MOF-Produktion.

Bisphenol A und PCM sind Substanzen, die über Punkteinträge in die Kläranlagen und von dort in die Oberflächengewässer eingetragen werden. Durch das Verbot von Bisphenol A und PCM in Produkten mit gewässerrelevanten Anwendungen kam es zu einem starken Rückgang der Substanzen in Oberflächengewässern, so dass keine weiteren Regulierungsmaßnahmen vorgenommen wurden.

Octylphenol und TCPP hingegen gelangen hauptsächlich durch diffuse Einträge in die Umwelt und damit auch in die Oberflächengewässer. Auch gelangen diese Substanzen mehr durch Importprodukte in die Umwelt als es bei Bisphenol A und PCM der Fall ist. Octylphenol gelangt durch Reifenabrieb in die Umwelt, TCPP durch Materialien, die Polyurethan-Hartschäume enthalten.

Daher wird für die Substanzen Octylphenol und TCPP neben dem Verbot von MOF in gewässerrelevanten Anwendungen eine Importregulierung von Produkten mit diesen MOF aus nicht EU-Ländern beschlossen. Dies führt dazu, dass der Import von Octylphenol- und TCPP-Produkten sehr stark sinkt (um 94 % bzw. 86 %), der Import von Bisphenol A- und PCM-Produkten hingegen weniger stark um 61 % bzw. 42 %.

Der Unterschied der Werte von Octylphenol und TCPP ist auf den Einfluss des Lobbyverbandes EFRA zurückzuführen. Durch breit gestreute Informationen über die Vorteile von Flammenschutzmitteln und der Gefahr durch Brände fragen die Verbraucher trotz ihres nachhaltigkeitsorientierten Verhaltens weniger Produkte mit Ersatzstoffen für TCPP als Produkte mit Ersatzstoffen für Octylphenol nach.

Der Unterschied der Werte von Bisphenol A und PCM beruht auf den unterschiedlichen Einflusswegen der weiterverarbeitenden Industrie. Die Umweltstandards der weiterverarbeitenden Industrie bei PCM wirken sich auf die Produktion von PCM, nicht aber auf den Import aus. Die weiterverarbeitende Industrie innerhalb der EU verzichtet auf die PCM als Duftstoffe, hingegen hat sie keinen Einfluss auf die weiterverarbeitende Industrie außerhalb der EU, die dort PCM produzieren, in Produkte verarbeiten und exportieren. Bei Bisphenol A übt die weiterverarbeitende Industrie über den Faktor „Nachfrage nach Produkten mit Ersatzstoffen“ einen Einfluss auf den Import von Produkten mit Bisphenol A aus. Den größten Einfluss haben aber auch hier die Verbraucher, die über die Nachfrage sowohl die Produktion von Bisphenol A als auch den Import von Produkten mit der Substanz steuern können.

Die Leistungsfähigkeit der Kläranlagen nimmt in diesem Szenario um 52 % zu. Das Verbot von MOF in gewässerrelevanten Anwendungen führt zwar zu einer verminderten Produktion der MOF, allerdings bewirkt diese Form der Regulierung keine Änderung der Leistungsfähigkeit der Kläranlagen. Die Verbesserung der Leistungsfähigkeit der Kläranlagen kann auf das nachhaltigkeitsorientierte Verhalten der Bürger zurückgeführt werden, die sich in Gewässerbeiräten engagieren. Die Gewässerbeiräte beschließen strenge regionale Wasserqualitätsziele im Rahmen der EU-WRRL. Dies führt über den Weg der Abwasserbescheide zu einer Verbesserung und Aufrüstung der Kläranlagentechnik in den kommunalen und industriellen Kläranlagen.

5.4.6.6 Umweltszenario mit Brandschutzstandards (Szenario B1')

Im Umweltszenario mit hohen und EU-weit einheitlichen Brandschutzstandards sinkt die Produktion von TCPP nur um 63 % statt um 97 % wie im Umweltszenario ohne Brandschutzstandards. Dies ist auf die beschlossenen Brandschutzstandards zurückzuführen, die die Nachfrage nach TCPP erhöhen. Insgesamt sinkt die Nachfrage, was durch das nachhaltige Verbraucherverhalten und die weiterverarbeitende Industrie bewirkt wird. Letztere setzt zum einen eigene Umweltstandards durch und zum anderen fragen sie vermehrt einheitliche und risikoärmere Flammenschutzmittel nach.

Der Import von Produkten mit dem Flammschutzmittel TCPP nimmt nur um 32 % statt um 42 % ab wie im Referenzszenario ohne Brandschutzstandards. Dies resultiert, wie die geringe Abnahme der Produktion, durch die hohen und EU-weit einheitlichen Brandschutzstandards, die die Nachfrage nach TCPP nicht so stark sinken lassen wie im Referenzszenario.

In diesem Szenario nimmt die Leistungsfähigkeit der Kläranlagen um 52 % zu. Das Verbot von TCPP in gewässerrelevanten Anwendungen führt zwar zu einer verminderten Produktion von TCPP, allerdings bewirkt diese Form der Regulierung keine Änderung der Leistungsfähigkeit der Kläranlagen. Die Verbesserung der Leistungsfähigkeit der Kläranlagen resultiert aus dem nachhaltigkeitsorientierten Verhalten der Bürger. Die Bürger engagieren sich in Gewässerbeiräten, die strenge regionale Wasserqualitätsziele im Rahmen der EU-WRRL beschließen. Dies führt über den Weg der Abwasserbescheide durch die Obere Wasserbehörde zu einer Verbesserung und Aufrüstung der Kläranlagentechnik in den kommunalen und industriellen Kläranlagen.

5.4.6.7 Globalisierungsszenario (Szenario A2)

Im Globalisierungsszenario, das von einer schwachen Regulierung und einem nicht nachhaltigkeitsorientierten Verbraucherverhalten geprägt wird, wird die Produktion von Bisphenol A zunehmen (+33 %). Die NRO führen zwar Aktionen gegen Bisphenol A durch, aber die Verbraucher lassen sich nicht beeinflussen und fragen weder mehr noch weniger Produkte mit Ersatzstoffen nach. Die Bisphenol A-Hersteller informieren die Weiterverarbeiter und die Endhersteller aus ihrer Sicht erfolgreich über Bisphenol A und dessen Ungefährlichkeit, so dass die weiterverarbeitende Industrie keine eigenen Umweltstandards setzt und die Nachfrage nach Produkten ohne Bisphenol A zurückgeht. Dies wirkt sich positiv auf die Produktion von Bisphenol A aus, das verstärkt von den Weiterverarbeitern und den Endherstellern nachgefragt wird.

Die Produktion von Octylphenol wird leicht abnehmen (−14 %). Dies resultiert aus der Erwartung „vermehrt einheitliche Formulierungen fordern“ durch die weiterverarbeitende Industrie: Da Octylphenol von einigen Herstellern nicht mehr nachgefragt wird, treten die Formulierer dafür ein, nur noch ausgewählte bzw. nur noch einen Ersatzstoff herzustellen statt Octylphenol und eine Vielzahl von Ersatzstoffen zu produzieren, was sowohl günstiger für die Formulierer als auch für die Abnehmer ist. Diese Erwartung führt zu einer erhöhten Nachfrage nach Produkten mit Ersatzstoffen und damit zu einer verminderten Produktion. Alle anderen Handlungen und Erwartungen haben keinen Einfluss auf den Faktor der Produktion, entweder, weil sich die Handlungen gegenüber heute nicht ändern und damit den Einfluss „0“ auf die Produktion haben oder weil die Handlungen durch einen *change multiplier* von „?“ keinen Einfluss ausüben. In diesem Fall wird die Handlung „Aktionen gegen OP durchführen“ des Akteurs NRO zwar verstärkt, aber durch das nicht nachhaltigkeitsorientierte Verbraucherverhalten zeigen diese Aktionen keine Wirkung auf den Faktor Produktion.

Im Fall von TCPP steigt die Produktion im Globalisierungsszenario um 27 %. Dieses Ergebnis resultiert aus einer erhöhten Nachfrage von Ersatzstoffen durch die Forderung der weiterverarbeitenden Industrie nach einheitlichen und risikoärmeren Flammschutzmitteln und einer verminderten Nachfrage nach Ersatzstoffen durch die Wirkung der Handlung „Verbraucher über Risiken informieren“ des Lobbyverbandes EFRA. Die Handlung der EFRA ist insgesamt einflussreicher als die Forderung der weiterverarbeitenden Industrie nach einheitlichen und risikoärmeren Flammschutzmitteln, daher steigt die Produktion.

Die Produktion von PCM hingegen wird in diesem Szenario leicht abnehmen (−10 %). Die NRO führen Aktionen gegen PCM durch und versuchen, die Verbraucher über die Risiken zu informieren, aber die Verbraucher lassen sich dadurch nicht beeinflussen

und fragen sogar weniger Produkte mit Ersatzstoffen nach. Da aber auf den Faktor „Produktion von Produkten ohne PCM“ auch die Handlung „Eigene Standards setzen“ der weiterverarbeitenden Industrie einwirkt und diese Handlung verstärkt ausgeübt wird, steigt insgesamt die Ersatzstoffproduktion und die Produktion von PCM sinkt leicht.

Im Globalisierungsszenario steigt der Import von Bisphenol A (um 33 %), von TCPP (um 27 %) und von PCM (ebenfalls um 27 %). Der Import von Octylphenol sinkt hingegen um 14 %. Der erhöhte Import bei den Substanzen Bisphenol A, TCPP und PCM ist durch die erhöhte Nachfrage erklärbar, die in den obigen Absätzen erläutert wurde. Der verminderte Import bei Octylphenol resultiert durch die Erwartung „vermehrte einheitliche Formulierungen fordern“, dieser Faktor erhöht die Nachfrage nach Produkten mit Ersatzstoffen und verringert damit die Produktion und den Import im gleichen Maße.

Die Leistungsfähigkeit der Kläranlagen steigt im Globalisierungsszenario nur um 10 %. Dieses Ergebnis wirkt sich kaum auf die Konzentration der MOF in Oberflächengewässern aus und ist mit Abstand der niedrigste Wert aller vier Szenarien. Die nur leicht verbesserte Leistungsfähigkeit der Kläranlagen ist allein auf das Engagement der Oberen Wasserbehörde und der Gewässerbeiräte zurückzuführen, die trotz abnehmender öffentlich-rechtlicher Finanzierung und Desinteresse der Verbraucher versuchen, die Wasserqualitätsziele umzusetzen, was über den Erlass von Abwasserbescheiden in die Aufrüstung einzelner Kläranlagen mündet.

5.4.6.8 Technikszenario (Szenario B2)

Das Technikszenario ist von einer starken Regulierung mit EU-weiten Grenzwerten für alle MOF in Fließgewässern und einem nicht nachhaltigkeitsorientierten Verbraucherverhalten geprägt. Für Bisphenol A und PCM gibt es keine weitere Regulierung außer den Grenzwerten für diese Substanzen in Fließgewässern.

Die NRO führen zwar Aktionen gegen Bisphenol A durch, aber die Verbraucher lassen sich nicht beeinflussen und fragen weder mehr noch weniger Produkte mit Ersatzstoffen nach. Die Bisphenol A-Hersteller informieren die Weiterverarbeiter und die Endhersteller aus ihrer Sicht erfolgreich über Bisphenol A und dessen Ungefährlichkeit, so dass die weiterverarbeitende Industrie keine eigenen Umweltstandards setzt und die Nachfrage nach Produkten mit Ersatzstoffen zurückgeht. Dies wirkt sich positiv auf die Produktion von Bisphenol A aus, das verstärkt von den Weiterverarbeitern und den Endherstellern nachgefragt wird. Insgesamt nimmt die Produktion von Bisphenol A in diesem Szenario leicht zu (+16 %).

Die Produktion von PCM nimmt in diesem Szenario leicht ab (−10 %). Die NRO führen Aktionen gegen PCM durch und versuchen, die Verbraucher über die Risiken zu informieren, aber die Verbraucher lassen sich dadurch nicht beeinflussen und fragen sogar weniger Produkte mit Ersatzstoffen nach. Da aber auf den Faktor „Produktion von Produkten ohne PCM“ auch die Handlung „Eigene Standards setzen“ der weiterverarbeitenden Industrie einwirkt und diese Handlung verstärkt ausgeübt wird, steigt insgesamt die Ersatzstoffproduktion und die Produktion von PCM sinkt leicht.

Im Gegensatz zu Bisphenol A und PCM, die über Punkteinträge in die Kläranlagen gelangen und dort durch die verbesserte Kläranlagentechnik entfernt werden, werden in den Oberflächengewässern weiterhin Octylphenol und TCPP gefunden. Dies resultiert aus den diffusen Einträgen, die nicht über die Kläranlagen erfasst werden. Daher wird für Octylphenol und TCPP ein Verbot in gewässerrelevanten Anwendungen beschlossen und darauf aufbauend eine Importregulierung von Produkten mit Octylphenol und TCPP aus nicht EU-Ländern.

Diese genannten Formen der Regulierung haben zur Folge, dass die Produktion von Octylphenol und TCPP stark abnimmt (-86% bzw. -74%). Neben der Regulierung kommt bei Octylphenol die Erwartung „vermehrt einheitliche Formulierungen fordern“ durch die weiterverarbeitende Industrie und bei TCPP die Forderung der weiterverarbeitenden Industrie nach einheitlichen und risikoärmeren Flammenschutzmitteln hinzu. In beiden Fällen führt dies zu einer erhöhten Nachfrage nach Produkten mit Ersatzstoffen und damit zu einer verminderten Produktion. Der Unterschied im Produktionsrückgang von Octylphenol und TCPP resultiert aus einer verminderten Nachfrage von Ersatzstoffen durch die Wirkung der Handlung „Verbraucher über Risiken informieren“ des Lobbyverbandes EFRA.

Wie oben beschrieben, gibt es für die Substanzen Bisphenol A und PCM in diesem Szenario keine Importregulierung. Da ein nicht haltigkeitsorientiertes Verbraucherverhalten vorherrschend ist und die Regulierung in Form der Grenzwerte für Fließgewässer weder die Produktion noch den Import beeinflusst, steigt der Import von Bisphenol A im gleichen Maße wie die Produktion ($+16\%$).

Der Import von PCM steigt ebenfalls leicht ($+27\%$). Der Unterschied der Import-Werte von Bisphenol A und PCM beruht auf den unterschiedlichen Einflusswegen der weiterverarbeitenden Industrie. Die Umweltstandards der weiterverarbeitenden Industrie bei PCM wirken sich wie im Umweltszenario beschrieben auf die Produktion von PCM, nicht aber auf den Import aus. Bei Bisphenol A übt die weiterverarbeitende Industrie über den Faktor „Nachfrage nach Produkten mit Ersatzstoffen“ einen Einfluss auf den Import von Produkten mit Bisphenol A aus.

Durch die Importregulierung der Substanzen Octylphenol und TCPP verringern sich deren Importwerte gegenüber denen von Bisphenol A und PCM wesentlich stärker (-60% bei Octylphenol und -37% bei TCPP). Der Unterschied der Werte von Octylphenol und TCPP ist auf den Einfluss des Lobbyverbandes EFRA zurückzuführen. Durch breit gestreute Informationen über die Vorteile von Flammenschutzmitteln und der Gefahr durch Brände fragen die Verbraucher weniger Produkte mit Ersatzstoffen für TCPP als Produkte mit Ersatzstoffen für Octylphenol nach.

Die Leistungsfähigkeit der Kläranlagen steigt im Technikszenario um 146% . Dieser Wert ist mit Abstand der höchste der vier Szenarien. Die sehr hohe Leistungsfähigkeit wird hauptsächlich durch die staatliche Regulierung in Form der EU-weiten Grenzwerte für MOF in Fließgewässern erreicht. Diese Regulierungsform greift bereits in der ersten Runde und wird auch die anderen beiden Runden beibehalten. Durch Festlegung der Grenzwerte kann die Obere Wasserbehörde flächendeckend das Instrument der Abwasserbescheide anwenden. Die Umsetzung der Abwasserbescheide führt zu einer kontinuierlichen Verbesserung und Aufrüstung der Kläranlagentechnik in den kommunalen und industriellen Kläranlagen.

Kapitel 6

Diskussion

Es reicht keinesfalls aus, Menschen von neuen Erkenntnissen nur zu erzählen. Statt neues Wissen in die Köpfe einzutrichtern, müssen sie Menschen zu einer neuen Brille verhelfen, mit der sie die Welt mit anderen Augen sehen.

JOHN SEELY BROWN

6.1 Einführung

Die vorgestellten Ergebnisse dieser Arbeit, insbesondere die Methode der aktorsbasierten Modellierung, werden in diesem Kapitel diskutiert. Zuerst erfolgt die Diskussion der Visualisierung von Problemwahrnehmungen, darin wird die Frage behandelt, wie man von Problemwahrnehmungen zu formalisierten Wahrnehmungsgraphen kommt. Daran anschließend wird die Validierung von Wahrnehmungsgraphen behandelt.

Im Abschnitt 6.3 auf Seite 192 wird die Entwicklung von Szenarien und die Einbindung von Akteuren diskutiert. Themen sind die Relevanz der Szenarientwicklung in einem transdisziplinären Forschungsprozess und die Bedeutung der Szenarientwicklung sowie die Einbindung der Akteure in die aktorsbasierte Modellierung.

Der Abschnitt 6.4 auf Seite 194 greift die Modellierung von Handlungsentscheidungen auf. Es werden die Fragen: „Wie können durch die sequentielle Modellierung Lernprozesse initiiert bzw. begleitet werden?“ und „Wie kann die sequentielle Modellierung validiert werden?“ behandelt.

Die Software DANA steht im Abschnitt 6.5 auf Seite 196 im Mittelpunkt. Zu beantworten ist, ob DANA für die aktorsbasierte Modellierung geeignet ist, ob durch die verfasste Anleitung für DANA „eine Lücke geschlossen“ werden konnte und welche Auswirkungen verschiedene Einstellungen in DANA haben (Sensitivitätsanalyse). Schließlich wird das Gesamtakeursmodell im Projekt *start* mit dem Gesamtakeursnetzwerk der aktorsbasierten Modellierung verglichen.

Im letzten Abschnitt „Verknüpfung von Akteurshandlungen und Szenarien“ wird diskutiert, ob das Gesamtakeursnetzwerk „objektiv“ sein kann. Weiterhin werden die Grenzen der aktorsbasierten Modellierung dargelegt und ein Vorschlag für die Bewertung der Ergebnisse der aktorsbasierten Modellierung vorgestellt.

6.2 Visualisierung der Problemwahrnehmungen

6.2.1 Übersicht

Aus der Frage „Wie können die unterschiedlichen Problemwahrnehmungen der Akteure visualisiert werden?“ wurde die Herausforderung abgeleitet, eine Erhebung und Darstellung von Akteurs-Sichtweisen durchzuführen (siehe Einleitung 1.7 auf Seite 11). Die Umsetzung erfolgte mit einer Akteursanalyse mit qualitativen, leitfaden-gestützten Expertengesprächen und einer Visualisierung der Akteurs-Sichtweisen mit der Software DANA. Als Ergebnis wurde die Methode der Akteursmodellierung und damit der erste Schritt der akteursbasierten Modellierung entwickelt (siehe Methodik 4.2 auf Seite 54). Betrachtet man die Methode der Akteursmodellierung, so ergeben sich folgende Fragen:

- Wie gelangt man von Problemwahrnehmungen zu formalisierten Wahrnehmungsgraphen? Und warum waren dabei qualitative, leitfadengestützte Expertengespräche zielführend?
- Wie können die Wahrnehmungsgraphen validiert werden?

6.2.2 Von Problemwahrnehmungen zu Wahrnehmungsgraphen

Bei jedem transdisziplinären Problem sind Akteure involviert. Diese Akteure können Individuen sein, aber auch Institutionen, wie Behörden, Vereine und Unternehmen, die wiederum von Akteuren vertreten und repräsentiert werden. Jeder Akteur hat eine subjektive Wahrnehmung auf das Problem. Und jeder Akteur sieht eigene bzw. Handlungsmöglichkeiten anderer, die zur Lösung des Problems beitragen können. Und es darf konstatiert werden, dass jeder Akteur bzw. jede Institution, die er vertritt, eigene Interessen und Ziele hat, die handlungsleitend sind.

Wenn man dies als Ausgangslage nimmt und als Wissenschaftlerin das Ziel verfolgt, diese subjektiven Problemwahrnehmungen zu analysieren und die Handlungsentscheidungen der Akteure, die auf den Problemwahrnehmungen und Zielen beruhen, zu modellieren, so ist eine formalisierte Form der Problemwahrnehmungen notwendig. Voraussetzung ist, dass mit dieser formalisierten Form die subjektiven Wahrnehmungen und Einschätzungen der Akteure abbildet werden können. Diese formalisierte Form kann als Wahrnehmungsgraph bezeichnet werden. Die Herausforderung lautet folglich: Wie gelangt man von Problemwahrnehmungen zu formalisierten Wahrnehmungsgraphen? Mit der Software DANA können Sichtweisen von Akteuren mit ihren Handlungen und Zielen dargestellt werden. Weiterhin sind Akteursnetzwerke und Ursache-Wirkungszusammenhänge abbildbar und die semi-quantitative Datenstruktur ermöglicht vielfältige Analysen (BOTS *et al.* 1999, 2000; BOTS 2007). Die Verfasserin hat die oben dargelegte Ausgangslage und Zielsetzung mit den technischen Möglichkeiten der Software DANA zu dem methodischen Schritt der Akteursmodellierung verknüpft (siehe Methodik 4.2 auf Seite 54).

Um die Problemwahrnehmungen zu erfassen, haben sich qualitative, leitfadengestützte Expertengespräche (MEUSER UND NAGEL 1991, 1994; DÖLL UND DÖLL 2008) als zielführend erwiesen, da durch qualitative Interviews komplexe Problemwahrnehmungen von Akteuren detailliert erhoben werden können. Im Verlauf der qualitativen Interviews wurden die für die Akteure relevanten Ziele, Handlungen und Erwartungen von den Akteuren selbst genannt. Bei quantitativen Interviews wäre der Rahmen vom interviewenden Wissenschaftler/in gesetzt worden und durch die standardisierten Fragen hätten nicht alle relevanten Ziele, Handlungen und Erwartungen der Akteure erfasst werden können (HEINZE 2001; LAMNEK 2005).

In diesem Zusammenhang beschreibt KÜBLER (1984: 63) die qualitative Sozialforschung als ein Entdeckungsverfahren, „die in unbekanntem sozialen Realitäten Verbindungen und Bezüge eröffnet. Sie tut dies weit unvoreingenommener und gründlicher als quantitative Forschung, da diese nur Daten innerhalb eines vorgegebenen Kategorienschemas liefern kann, aber nicht das Kategorienschema selbst.“

Zur Begründung einer qualitativen Methodik kann zudem angeführt werden, dass keine Theorien und Modelle existieren, welche die Erwartungen, Handlungen und Ziele von Akteuren und die damit verbundenen Kausalbeziehungen eindeutig erklären und beschreiben, was eine unabdingbare Voraussetzung für die Verwendung einer quantitativen Methode ist (FLICK 1999; KLEINING 1982; LAMNEK 2005).

Zudem ist die Schwierigkeit und Fehleranfälligkeit einer quantitativen Modellierung eines Systems proportional zur Zahl der Freiheitsgrade bzw. der Komplexität im sozialen Sinne (SHANNON 1948; KIRKPATRICK *et al.* 1983). Die Zahl von Akteursichtweisen und -handlungen ist *a priori* nicht determiniert und die Freiheitsgrade hoch (siehe Anhang A.5.2 auf Seite 256), folglich fällt der im Projekt INTAFERE behandelte Gegenstand der MOF in diese Kategorie.

Die Ergebnisse der Expertengespräche konnten für die Erstellung der Wahrnehmungsgraphen in DANA gut genutzt werden, da sie neben Interessen/Zielen und Handlungsmöglichkeiten auch Ursache-Wirkungsbeziehungen enthielten. Die Gesprächsergebnisse wurden komprimiert, formalisiert und in eine Graphenstruktur übersetzt (der genaue Ablauf ist im Abschnitt 4.2.3 auf Seite 60 dargelegt). Empfehlungen für die Erhebung von Problemwahrnehmungen sind im Anhang A.3.10 auf Seite 246 zusammengestellt. Die Arbeit von KASTENS (2007) hatte ebenfalls zum Ziel, Wahrnehmungsgraphen von Akteuren zu erstellen und diese einer Akteursanalyse zu unterziehen:

In der vorliegenden Arbeit wurde DANA zur Unterstützung der Akteursanalyse mit der Erwartung genutzt, dass so eine schnellere, strukturierte Aufarbeitung der Interviewdaten erfolgen kann und erste Analyseschritte nicht manuell durchgeführt werden müssen.

(KASTENS 2007: 31)

Dabei traten folgende Probleme auf: Ihre Gesprächspartner hatten meist Schwierigkeiten „ihre Sichtweise in klaren Ursache-Wirkungs-Zusammenhängen auszudrücken.“ (KASTENS 2007: 33). Auch im Projekt INTAFERE zeigte sich, dass es schwierig ist, in einem Expertengespräch Ursache-Wirkungsbeziehungen zu erfassen, die mit DANA abzubilden sind.

Von Vorteil ist es dabei, wenn die Analyistin vor dem ersten Expertengespräch mehrere Wahrnehmungsgraphen mit DANA probeweise erstellt. Dies kann z. B. nach Interviews mit Kollegen und Kolleginnen oder Studierenden erfolgen, die ihre Sicht zu einem (Umwelt-)problem wie dem anthropogenen Klimawandel kundgetan haben. Mit diesen Probe-Wahrnehmungsgraphen sollte die Analyistin einige Analysen durchführen. Zu empfehlen sind die Analysen *Single Goal Strategies* und *Inferred Strategies* (zur Erläuterung siehe die Abschnitte 3.7 auf Seite 45 und 3.8 auf Seite 47), denn mit diesen Analysen lässt sich prüfen, ob die Elemente der Wahrnehmungsgraphen plausibel miteinander verbunden und die Ziele logisch formuliert sind.

KASTENS (2007) beschreibt auch die Schwierigkeiten bei der Anwendung von DANA, insbesondere für den Schritt der Übertragung der Interviewergebnisse in Wahrnehmungsgraphen:

Ein großes Hemmnis für die Anwendung von DANA liegt in seiner noch sehr begrenzten Dokumentation zur korrekten Aufstellung der Graphen wie auch dem Analysetool. Der kleine Anwenderkreis der Software ermöglicht derzeit nur begrenzte Austauschmöglichkeiten über Anwendung und Ergebnisse.

(KASTENS 2007: 34)

Ausgehend von dieser Schwierigkeit wurden von der Verfasserin der vorliegenden Arbeit Empfehlungen für die Erstellung von Wahrnehmungsgraphen nach Interviews bzw. Expertengesprächen formuliert (siehe Anhang A.3.11 auf Seite 247).

6.2.3 Validierung von Wahrnehmungsgraphen

Wie im Methodikkapitel beschrieben, können Wahrnehmungsgraphen in DANA grundsätzlich auf zwei Wegen erstellt werden. Entweder werden Interviews mit einem oder mehreren Akteuren geführt und die Analystin entwickelt danach die Wahrnehmungsgraphen. Oder die Akteure erstellen selbst ihre Wahrnehmungsgraphen, entweder im Programm DANA am PC oder auf dem Papier, und werden dabei von der Analystin unterstützt. Da zu Beginn des Projektes keine Erfahrungen mit der Erstellung von Wahrnehmungsgraphen vorlagen und die Nomenklatur von DANA komplex und damit verbunden eine Erklärung für die Stakeholder zeitaufwändig ist, wurde für das Projekt INTAFERE die erste Variante gewählt.

Die zweite Variante wurde von Dr. Alexandra Titz im Projekt *start* durchgeführt, sie konnte dabei auf Erfahrungen, die im Projekt INTAFERE gesammelt wurden, aufbauen. Alexandra Titz erstellte die Wahrnehmungsgraphen zusammen mit den Akteuren auf Papier und mit farbigen Klebezetteln. Diese Ergebnisse wurden von der Analystin später in DANA eingegeben und bei einem zweiten Termin mit den einzelnen Akteuren besprochen und verändert (TITZ UND DÖLL 2009).

Eng mit der Erhebung der Wahrnehmungsgraphen ist ihre Validierung zu sehen. Im Projekt INTAFERE wurden die Wahrnehmungsgraphen auf einem Workshop durch die Stakeholder validiert (INTAFERE-PROJEKTGRUPPE 2007), es fand dabei aber keine umfassende Validierung der einzelnen Wahrnehmungsgraphen durch den jeweils zugehörigen Akteur statt. Dieses Verfahren wurde von der Projektleitung beschlossen, die sich gegen einen zweiten Termin bei den Stakeholdern und gegen eine schriftliche Validierung ausgesprochen hatte. Aus Sicht der Projektleitung wurde das Zeitkontingent der Stakeholder bereits durch die Expertengespräche sowie vier Workshops und z. T. deren Vor- bzw. Nachbereitung ausgeschöpft.

Die Verfasserin hat für eine schriftliche Validierung plädiert. Dafür hätte die Analystin jedem Stakeholder neben der Grafik des Wahrnehmungsgraphen auch eine ausführliche verbale Beschreibung des Wahrnehmungsgraphen und zentraler Analyseergebnisse sowie einer Einführung in die Nomenklatur von DANA gesandt. Um die Wirkungen der einzelnen Ziele im Wahrnehmungsgraphen zu verdeutlichen, wäre es sinnvoll gewesen, mehrere Wahrnehmungsgraph-Varianten mit verschiedenen Zielen bzw. unterschiedlichen Prioritäten zu erstellen und den Stakeholdern zur Auswahl zu senden. Die Stakeholder hätten die Aufgabe bekommen, mit diesem Material Fehler in den Wahrnehmungsgraphen zu erkennen und zu beheben.

Da im Projekt INTAFERE keine schriftliche Validierung durchgeführt wurde und auf dem oben genannten Stakeholder-Workshop nur die wichtigsten Handlungen sowie Ursache-Wirkungsbeziehungen diskutiert und angepasst werden konnten, überprüfte die Analystin die Plausibilität der Wahrnehmungsgraphen auf zwei Wegen: Zum einen erfolgte ein ausführlicher Abgleich mit den Protokollen und Transkriptionen der Interviews (siehe Methodik 4.2.3.1 auf Seite 60 und als Beispiel den Wahrnehmungsgraphen NRO in den Ergebnissen 5.2.4 auf Seite 92 und die Transkription C auf Seite 299). Zum anderen wurden alle Wahrnehmungsgraphen mit den Analysetools *Multi-Criteria Analysis* und *Inferred Strategies* in DANA auf Konsistenz und Plausibilität hin überprüft (siehe Methodik 4.2.3.2 auf Seite 61).

Im Projekt *start* wurden die Wahrnehmungsgraphen von den Stakeholdern bei einem zweiten Termin validiert. Alexandra Titz stellte dabei die Wahrnehmungsgraphen vor, erläuterte sie und bat die Stakeholder um Ergänzung und Validierung. Die Ergänzung-

gen und Veränderungen wurden durch Alexandra Titz dann später in die Wahrnehmungsgraphen in DANA eingearbeitet. Es erfolgte also keine direkte Arbeit an den Wahrnehmungsgraphen mit den Stakeholdern mit DANA.

Vergleicht man die Varianten, so ergeben sich sowohl Vor- als auch Nachteile. Die Auswahl der Variante hängt vom Projektkontext, der Anzahl der Stakeholder, der verfügbaren Zeit sowie den finanziellen Ressourcen des Projektes/der Analystin und der Stakeholder ab.

Vorteile der Variante „Analystin erstellt die Wahrnehmungsgraphen“ (Beispiel: Projekt INTAFERE)

- Während des Expertengesprächs steht der Stakeholder mit seiner Problemsicht (= Inhalte) im Mittelpunkt, nicht die Art und Weise der Übertragung der Problemsicht in Wahrnehmungsgraphen (= Methodik). Dadurch wird eine willkürliche Anpassung der Schilderungen von Akteuren an Schemata vermieden und die Stakeholder können ihre Sicht unvoreingenommen schildern.
- Die Umstände eines Expertengesprächs sind den meisten Stakeholdern vertraut, eine interaktive Erstellung von Wahrnehmungsgraphen, ob mit Klebezetteln oder direkt in DANA, hingegen nicht. Dies erleichtert die Fokussierung auf die Problemschilderung und lenkt weniger ab.
- Die Wahrnehmungsgraphen werden nach dem Interview von der Analystin nach den Regeln von DANA erstellt. Nur wenn diese Regeln eingehalten werden, können die Wahrnehmungsgraphen analysiert und später in die sequentielle Modellierung übernommen werden. Dies ist wesentlich zeiteffektiver und weniger fehleranfällig als ein wiederholter Abgleich der Wahrnehmungsgraphen mit den Stakeholdern.
- Es wird eine Plausibilitätskontrolle der Wahrnehmungsgraphen mit den Analysetools *Multi-Criteria Analysis* und *Inferred Strategies* durchgeführt. Wenn die Ergebnisse der Analysen unlogisch sind, werden alle Elemente und ihre Verknüpfungen im Wahrnehmungsgraphen von der Analystin überprüft und korrigiert.

Nachteile der Variante „Analystin erstellt die Wahrnehmungsgraphen“ (Beispiel: Projekt INTAFERE)

- Es besteht die Gefahr, dass die Analystin Informationen aus den Interviews für die Modellierung der Wahrnehmungsgraphen selektiv auswählt und Ursache-Wirkungsbeziehungen „passend“ macht. Dann würden die Wahrnehmungsgraphen nicht mehr die subjektive Problemsicht der Stakeholder darstellen, sondern die subjektive Sicht der Analystin. Dies kann durch eine Validierung der Wahrnehmungsgraphen durch die Stakeholder aufgedeckt und korrigiert werden.
- Bei der Modellierung der Wahrnehmungsgraphen kann der Analystin auffallen, dass wichtige Elemente oder Ursache-Wirkungsbeziehungen fehlen, dies kann aber durch Nachfrage bzw. im Zuge der Validierung nachgeholt werden.
- Wenn im weiteren Forschungsprozess die Stakeholder ihre eigenen und Wahrnehmungsgraphen der anderen Akteure sehen und darüber diskutieren sollen, so benötigen sie dafür eine Einführung in die DANA-Elemente, um die Wahrnehmungsgraphen vollständig zu erfassen und darüber angemessen diskutieren zu können. Dies erfordert Zeit und eine didaktisch versierte Analystin.

Vorteile der Variante „Stakeholder erstellen die Wahrnehmungsgraphen – ohne DANA“ (Beispiel: Projekt *start*)

- Die Stakeholder werden in den Modellierungsprozess direkt einbezogen und bekommen damit ein unmittelbares Feedback durch die Analystin.
- Die Analystin kann direkt nachfragen, wenn aus ihrer Sicht Elemente oder Ursache-Wirkungsbeziehungen fehlen.
- Eine spätere Validierung durch die Stakeholder ist einfacher, da die Stakeholder die Grundzüge der DANA-Symbolik vom ersten Interview her kennen und daher Fehler schneller korrigieren können als Stakeholder, die selbst noch keine Wahrnehmungsgraphen erstellt haben.

Nachteile der Variante „Stakeholder erstellen die Wahrnehmungsgraphen – ohne DANA“ (Beispiel: Projekt *start*)

- Die Stakeholder kennen die Bedeutung und Wirkung der einzelnen DANA-Elemente und Regeln nicht bzw. nur in Grundzügen. Dies führt dazu, dass keine vollständigen Wahrnehmungsgraphen erstellt werden, die später von der Analystin 1:1 in DANA umgesetzt werden können.
- Wenn es zu methodischen Fehlern während der Erstellung der Wahrnehmungsgraphen kommt, hat die Analystin zwei Möglichkeiten: Sie lässt die Fehler zunächst auf sich beruhen und behebt sie später in DANA oder sie erläutert diese dem Stakeholder und zeigt Lösungsmöglichkeiten auf. Letzteres ist aber sehr schwierig, da ja nicht mit dem Programm DANA gearbeitet wird, in dem Fehler durch Analysedurchläufe schnell erkannt und kommuniziert werden können.
- Eine Durchführung von Plausibilitätskontrollen mit den Analysetools *Multi-Criteria Analysis* und *Inferred Strategies* könnte entweder zusammen mit den Stakeholdern erfolgen, dies setzt aber viel Zeit und eine hohe didaktische Vermittlungskompetenz der Analystin voraus, oder die Analystin führt die Kontrollen ohne die Stakeholder durch, dann wären die Stakeholder aber nicht mehr in den Prozess der Modellierung eingebunden (siehe den ersten Punkt der Vorteile dieser Variante).

Vorteile der Variante „Stakeholder erstellen die Wahrnehmungsgraphen mit DANA“ (bislang ohne Beispiel)

- Die Stakeholder werden in den Modellierungsprozess direkt einbezogen und bekommen damit ein unmittelbares Feedback durch die Analystin.
- Die Analystin kann direkt nachfragen, wenn aus ihrer Sicht Elemente oder Ursache-Wirkungsbeziehungen fehlen.
- Eine spätere Validierung ist viel einfacher, da die Stakeholder die DANA-Nomenklatur kennen und mit ihr umzugehen wissen.

Nachteile der Variante „Stakeholder erstellen die Wahrnehmungsgraphen – mit DANA“ (bislang ohne Beispiel)

- Die Stakeholder kennen die Bedeutung und Wirkung der DANA-Elemente und Regeln nicht bzw. nur in Grundzügen (für das Durchdringen der DANA-Syntax ist mehr Zeit notwendig als in einem Gespräch zur Verfügung steht). Dies erschwert und verlängert die Erstellung von Wahrnehmungsgraphen.
- Da die Stakeholder im Gegensatz zur Analystin keine DANA-Experten sind, kommt es unweigerlich zu Fehlern während der Erstellung der Wahrnehmungsgraphen. Die Analystin hat nun zwei Möglichkeiten: Sie lässt die Fehler zunächst

auf sich beruhen und behebt sie später oder sie erläutert diese dem Stakeholder (führt z. B. eine Analyse durch, die Widersprüche aufdeckt) und zeigt Lösungsmöglichkeiten auf. Die erste Möglichkeit ist u. U. willkürlich und intransparent. Die zweite Möglichkeit kostet viel Zeit und setzt Erfahrung mit DANA sowie eine hohe Problemlöse- und Vermittlungskompetenz der Analytistin voraus.

- Eine ausführliche Erläuterung von DANA und dessen Anwendung kann dazu führen, dass die zu erhebende Sichtweise des Stakeholders in den Hintergrund tritt. Es besteht die Gefahr, dass es statt einer Abfrage der Problemwahrnehmung zu einer Methodendiskussion kommt.

Für alle Varianten gilt, dass als Ergebnis Wahrnehmungsgraphen im Programm DANA entstehen, die als Papier-Ausdruck, im Programm DANA selbst, in Form einer Beamer-Präsentation und in jedem Internet-Browser den Stakeholdern gezeigt und mit ihnen diskutiert werden können. Hinzu kommt die Möglichkeit, die Wahrnehmungsgraphen gemeinsam mit den Stakeholdern im Programm DANA zu verändern und zu validieren. Allerdings besteht hier noch Forschungsbedarf: Mit welcher Herangehensweise kann die subjektive Problemwahrnehmung der Stakeholder am besten in Wahrnehmungsgraphen abgebildet werden? Die obige Zusammenstellung der Vor- und Nachteile ist ein erster Schritt¹.

Eine systematische Evaluierung der unterschiedlichen Herangehensweisen kann erreicht werden, indem eine Vielzahl von transkribierten Expertengesprächen von verschiedenen Analytistinnen ausgewertet werden. So würden pro Akteur mehrere Wahrnehmungsgraphen modelliert (erste Variante). Parallel dazu könnten die Stakeholder ihre eigenen Wahrnehmungsgraphen erstellen, die eine Hälfte zusammen mit einer Analytistin auf Papier und mit Klebezetteln (zweite Variante) und die andere Hälfte direkt in DANA (dritte Variante). Nach Fertigstellung aller Wahrnehmungsgraphen würden sie hinsichtlich Gemeinsamkeiten und Unterschieden verglichen – in einem ersten Schritt werden die Ergebnisse der Wahrnehmungsgraphen, die mit Variante Eins erstellt wurden, gemittelt und in einem zweiten Schritt mit denen der Varianten Zwei und Drei verglichen. Zum Vergleich können arbiträre Kenngrößen, z. B. Mittelwerte von DANA-Analysen (siehe unten), herangezogen werden. Für den numerischen Vergleich der Ergebnisse werden multiple t-Tests vorgeschlagen und, wenn die Zahl potentieller Analytistinnen groß genug ist, ggf. eine *analysis of variance* (ANOVA) (FARAWAY 2005; PARK *et al.* 2009).

Es eignen sich beispielsweise die folgenden Analysen in DANA (die unterschiedlichen Wahrnehmungsgraphen werden in eine *arena* eingefügt bzw. für die *Issue Linkage*-Analyse in verschiedene *arenas* kopiert):

- *Issue Linkage*: Mit diesem Tool werden Verbindungen zwischen jeweils zwei *arenas* untersucht. Im Mittelpunkt der Analyse stehen die gemeinsamen Akteure und Faktoren, die in den beiden betrachteten *arenas* vorkommen sowie die daraus resultierenden gemeinsamen Interessen und möglichen Konflikte. Die Analyseergebnisse geben einen Überblick über die Anzahl der gemeinsamen Akteure und Faktoren sowie über Indikatoren, die mögliche Dilemmata anzeigen. Ein Dilemma in diesem Sinne wäre, wenn die gleiche Handlung aus der Sicht eines Akteurs einen Gewinn und aus der Sicht eines anderen Akteurs einen Verlust bedeuten würde.
- *Support and Opposition*: Diese Analyse produziert einen Überblick darüber, wie die einzelnen Akteure die bevorzugten Strategien der anderen Akteure bewerten,

¹Anmerkung: Die Ausführungen in diesem Abschnitt beziehen sich nur auf die Akteursmodellierung, weiterführende Gedanken zur sequentiellen Modellierung sind in der Diskussion 6.4.3 auf Seite 195 dargelegt.

von welchem Akteur sie Unterstützung und von welchem Akteur sie Widerstand zu erwarten haben.

- *Similarity of Perceived Causality*: Mit diesem Tool werden die Ähnlichkeit der wahrgenommenen Kausalzusammenhänge ermittelt. Für die Ergebnisdarstellungen dieser Analyse gilt, dass jeweils der Wahrnehmungsgraph des „Zeilen-Akteurs“ mit dem des „Spalten-Akteurs“ verglichen wird.
- *Perceived Causal Relations*: Bei dieser Analyse stehen die vom jeweiligen Akteur wahrgenommenen Ursache-Wirkungsbeziehungen im Vordergrund. Die Analyse produziert eine tabellarische Darstellung der Wirkungszusammenhänge zwischen den einzelnen Elementen in einem Wahrnehmungsgraphen.
- *Relevance*: Im Rahmen dieser Analyse wird die Häufigkeit und die Wichtigkeit (im Sinne von Bedeutung) von Faktoren berechnet. Diese Analyse fokussiert auf einen oder mehrere Faktoren innerhalb eines oder innerhalb von mehreren Wahrnehmungsgraphen.
- *Connectivity and centrality*: Dieses Tool fokussiert auf die Verbundenheit (Konnektivität) und die zentrale Lage von Faktoren in den zu betrachtenden Wahrnehmungsgraphen.

6.3 Entwicklung von Szenarien und Einbindung von Akteuren

6.3.1 Übersicht

Ausgehend von der Frage „Wie können Szenarien entwickelt werden, die ein Problemfeld in die Zukunft projizieren, unter Berücksichtigung von verschiedenen Rahmenbedingungen?“ wurde eine Methode erarbeitet, die eine partizipative Szenarientwicklung und Darstellung der Szenarien mit der Software DANA umfasst. Diese Methode der Szenarientwicklung ist zugleich der zweite Schritt der aktorsbasierten Modellierung (siehe Methodik 4.3 auf Seite 62).

Aus den Fragen „Wie können die Akteure in diesen Prozess eingebunden werden?“ und „Welche Form der Partizipation ist erfolgreich?“ kann die Herausforderung abgeleitet werden, Stakeholder aktiv in den Forschungsprozess einzubinden. Dies wurde mit einer Einbindung der Stakeholder durch Expertengespräche und durch einen Workshop zur Szenarientwicklung umgesetzt. Die Expertengespräche bilden zugleich die Grundlage der Akteursmodellierung und damit dem ersten Schritt der aktorsbasierten Modellierung (siehe Methodik 4.2.2 auf Seite 54). Der Workshop zur Szenarientwicklung stellt die Grundlage für die Szenarientwicklung dar (siehe Methodik 4.3.3 auf Seite 63).

Ausgehend von diesen Fragestellungen können folgende Diskussionsfragen gestellt werden:

- Warum ist Szenarientwicklung in einem transdisziplinären Forschungsprozess relevant?
- Welche Bedeutung hat die Szenarientwicklung und die Einbindung der Akteure in der aktorsbasierten Modellierung?

6.3.2 Szenarientwicklung im transdisziplinären Forschungsprozess

Die Relevanz von Szenarien ist vielfältig beschrieben worden (KAHANE 2002; OGILVY 2002; SCHWARTZ 1996; VAN DER HEIJDEN 1999). ERNST (2002: 74) fasst sehr gut zusammen, dass der Nutzen von Szenarien nicht in der Prognose liegt, sondern „in der Beschreibung solcher Handlungskorridore, innerhalb derer ein nachhaltiges Wirtschaften wahrscheinlich ist und nicht wichtige Handlungsoptionen zur Gestaltung der

Zukunft verschenkt werden. Aber auch dies bleibt ein Abenteuer.“ Hinzu kommt, dass eine genaue Vorhersage der Zukunft, also einer Prognose, unmöglich zu leisten ist. Innerhalb eines transdisziplinären Forschungsprozess beschäftigt man sich mit Fragen, die auch die Zukunft betreffen, daher ist es sinnvoll und notwendig, eine Szenarientwicklung durchzuführen (SCHOLZ UND TIETJE 2002). Nach KAHANE (2002: 33) können vier Arten von Ergebnissen in einem Szenarioprozess erlangt werden: „reframed mental models, shared commitment to change developed through dialogue, regenerated energy and optimism and renewed action and momentum“. Leider wurde im Rahmen des Forschungsprojektes INTAFERE der Szenarioprozess nicht unter den aufgeführten Arten von möglichen Szenario-Ergebnissen evaluiert. Daher kann an dieser Stelle keine Bewertung des Szenarioprozesses erfolgen. Es bleibt aber festzuhalten, dass es eine interessante Forschungsaufgabe ist, diese Punkte in einem transdisziplinären Forschungsprozess aufzugreifen und zu evaluieren.

6.3.3 Bedeutung der Szenarientwicklung und Einbindung der Akteure in der akteursbasierten Modellierung

WALK (2007: 21) betont, dass „ohne eine breite Einbindung gesellschaftlicher Interessen, ohne gemeinsames Lernen und das gemeinsame Schaffen von neuem Wissen [...] wir keine Nachhaltige Entwicklung vorantreiben [werden] können“. Dies gilt auch für die Ziele der akteursbasierten Modellierung.

Der Szenarioprozess mit den Stakeholdern in der akteursbasierten Modellierung zielt auf eine breite Einbindung gesellschaftlicher Interessen ab und versucht, das gemeinsame Lernen durch die Szenarientwicklung zu befördern. In diesem Prozess wird auch gemeinsam neues Wissen geschaffen. Die Analytikerin und die Wissenschaftler sind dabei Begleiter und Moderatoren des Prozesses. Die Entfaltung eines Möglichkeitsraumes im Zuge des Szenarioprozesses kann helfen, nachhaltige Handlungsoptionen zur Entschärfung einer sich abzeichnenden Problemlage zu identifizieren.

Die entwickelten qualitativen Szenarien dienen zudem einer Validierung der Kausalbeziehungen. Da die Szenarien das gemeinsame Ergebnis von unterschiedlichen Stakeholdern sind, stellen sie eine möglichst „objektive“ Sicht auf das Problemfeld dar.

Im Projekt INTAFERE wurde auf dem 2. Stakeholder-Workshop eine Szenarientwicklung durchgeführt. Die dort gewählte Arbeitsform regte die Diskussion unter den Stakeholdern an und förderte den Austausch der unterschiedlichen Positionen. Dabei wurden nicht Fronten geschaffen oder verstärkt, sondern im Gegenteil Verständnis für die Handlungen der anderen Akteure entwickelt. Die Einschätzung der Entwicklung der einzelnen Faktoren, wie Ersatzstoffe für MOF und Import von MOF, erfolgte in konstruktiver Weise. Die Teilnehmer beurteilten die Entwicklung der Faktoren objektiv und nicht von ihren Wünschen bzw. Vorstellungen geleitet.

Die Ergebnisse der qualitativen Szenarien fanden im Projekt INTAFERE über vier Wege Eingang in die Modellierung von Handlungsentscheidungen:

1. über zusätzliche Handlungen und Erwartungen in die Wahrnehmungsgraphen,
2. über die Rahmenakteure EU und Verbraucher mit ihren Handlungen und Zielsetzungen,
3. über zusätzliche Verknüpfungen im Gesamtaktorsnetzwerk (Aktorsnetzwerk, dass aus der Zusammenführung der einzelnen Wahrnehmungsgraphen gebildet wurde) und
4. über die Festlegung der Ausrichtung und Stärke der Kausalbeziehungen im Gesamtaktorsnetzwerk, wenn es unterschiedliche Auffassungen darüber in den einzelnen Wahrnehmungsgraphen der Akteure gab.

Diese Wege zeigen die enge Verknüpfung der einzelnen Elemente Wahrnehmungsgraph, Szenarien und Gesamtakteursnetzwerk. Dabei stellen die Szenarien eine Schnittstelle zwischen den einzelnen Wahrnehmungsgraphen der Akteure und dem Gesamtakteursnetzwerk dar und damit eine Voraussetzung, um eine Modellierung von Handlungsentscheidungen durchführen zu können.

6.4 Modellierung von Handlungsentscheidungen

6.4.1 Übersicht

Ausgehend von der Frage „Wie können Handlungsentscheidungen – unter Berücksichtigung verschiedener Szenarien – modelliert und visualisiert sowie die Auswirkungen der Handlungsentscheidungen auf ausgewählte Faktoren berechnet werden?“ wurde eine Methode erarbeitet, die eine Modellierung und Darstellung von Handlungsentscheidungen von Akteuren erlaubt. Dafür wurden die Ergebnisse der Akteursmodellierung und der Szenarienentwicklung zusammengeführt. Darauf aufbauend wurde eine sequentiellen Modellierung mit der Software DANA entwickelt, in der optimale Handlungsentscheidungen und Handlungsstrategien ermittelt werden, die den höchsten Nutzen für die Ziele der jeweiligen Akteure erwarten lassen. Darauf folgt die Berechnung der Auswirkungen der optimalen Handlungsstrategien auf ausgewählte Faktoren. Dies stellt zusammen den dritten Schritt der akteursbasierten Modellierung, der Modellierung von Handlungsentscheidungen, dar (siehe Methodik 4.4 auf Seite 67). Folgende Fragen können in diesem Zusammenhang diskutiert werden:

- Wie können durch die sequentielle Modellierung Lernprozesse initiiert bzw. begleitet werden?
- Wie kann die sequentielle Modellierung validiert werden?

6.4.2 Initiierung bzw. Begleitung von Lernprozessen

Während des gesamten Prozesses der akteursbasierten Modellierung spielt das „Lernen“ eine entscheidende Rolle. Das Lernen bezieht sich zum einen auf den Lernprozess der Stakeholder, die mit anderen Akteurswahrnehmungen sowie den Ergebnissen der sequentiellen Modellierung konfrontiert werden und für sich und ihre Organisation das Wissen um die Handlungsmöglichkeiten der anderen Akteure erweitern können. Wichtig ist in diesem Zusammenhang, solche Prozesse zu initiieren und zu begleiten. Dies setzt eine vertrauensvolle und offene Atmosphäre voraus.

Zum anderen geht es um das „Lernen“ der Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler: durch die Szenarien- und die Modellierungsergebnisse können Problembereiche identifiziert und Maßnahmen entwickelt werden. In der Literatur wird in diesem Zusammenhang von *social learning* gesprochen (CUMMINGS UND VAN ZEE 2005; HARE *et al.* 2003; PAHL-WOSTL 2002a, b, 2005; WEBLER *et al.* 1995; YOUNG 2005). Neben *social learning* wird dieser hier skizzierte Lernprozess von VANWYNSBERGHE *et al.* (2003/2004) *expert learning* genannt. BOOD UND POSTMA (1997) und WELP *et al.* (2006) sprechen von *organisational learning*.

Im Projekt INTAFERE fand „soziales Lernen“ statt: Die Stakeholder lernten in den Workshops durch die vorgestellten Wahrnehmungsgraphen die Problemwahrnehmung, die Interessen (Ziele) und die Handlungsmöglichkeiten der anderen Akteure kennen und konnten dadurch ihre eigene Problemsicht und ihre Handlungsmöglichkeiten reflektieren und anpassen.

Warum ist die akteursbasierte Modellierung – und darin die Modellierung von Handlungsentscheidungen – für einen Lernprozess von Vorteil? Im Gegensatz zu (klassischen) agentenbasierten Modellierungen bzw. Simulationen, bei denen Entscheidungen

aufgrund von vergleichsweise einfachen Agenteneigenschaften und Regeln getroffen werden (AXELROD 2003; AXTELL 2000; BONABEAU 2002; EPSTEIN 1999), resultieren bei der aktorsbasierten Modellierung die Handlungsentscheidungen aus den subjektiven Problemwahrnehmungen und Zielen aggregierter Akteure. Die Problemwahrnehmungen und Handlungsentscheidungen können von den Stakeholdern mit Hilfe der Analystin nachvollzogen werden und bieten eine gute Grundlage für Diskussionen und damit einhergehenden Lernprozessen.

Zusammenfassend sind die Ziele der Akteursmodellierung und der sequentiellen Modellierung das Kennenlernen der Problemsichten und Handlungsmöglichkeiten der Akteure, der Vergleich der Problemsichten der Akteure untereinander, z. B. zur Bewertung der Umsetzbarkeit von Handlungsstrategien (Konflikte und Win-Win-Situationen) sowie die Abschätzung des Akteurshandelns unter verschiedenen Rahmenbedingungen. Stakeholder sollten bereits frühzeitig und aktiv in den Forschungsprozess eingebunden werden (ANTUNES *et al.* 2006). Im besten Falle findet der Lernprozess der Stakeholder nicht nur durch einfaches Betrachten und Kommentieren der eigenen und fremden Wahrnehmungsgraphen statt, sondern durch einen Austausch und eine Diskussion mit den anderen Stakeholdern. Eine passende Form dafür sind World Cafés (BROWN UND ISAACS 2007; STEIER *et al.* 2008) und Open Space-Konferenzen (MALEH 2002; OWEN 2001, 2008).

6.4.3 Validierung der Handlungsentscheidungen

Im Abschnitt 6.2.3 auf Seite 188 wurde ein Verfahren für eine Validierung der Wahrnehmungsgraphen vorgestellt (für den methodischen Schritt „Akteursmodellierung“). An dieser Stelle folgt dessen Fortsetzung für die Validierung von Handlungsentscheidungen (für den methodischen Schritt „Modellierung von Handlungsentscheidungen“).

Da in den meisten Fällen, wie auch im Problemfeld MOF, keine ausreichenden Daten zur historischen Entwicklung der Schlüsselfaktoren ermittelt werden können, kann keine Kalibrierung der Modellierung hinsichtlich der Veränderungen der Schlüsselfaktoren vorgenommen werden.

Für die Validierung der Wahrnehmungsgraphen wurde beschrieben, dass eine systematische Evaluierung der unterschiedlichen Herangehensweisen bei der Erstellung der Wahrnehmungsgraphen erreicht werden kann, indem eine Vielzahl von transkribierten Expertengesprächen von verschiedenen Analystinnen ausgewertet werden.

Analog dazu kann eine systematische Evaluierung der Modellierung von Handlungsentscheidungen durch verschiedene Analystinnen vorgenommen werden. Ausgangspunkt dafür sind eine überschaubare Anzahl von Wahrnehmungsgraphen (ca. 3 bis 5) und vier qualitative Szenarien. Sowohl die Wahrnehmungsgraphen als auch die Szenarien müssten von den beteiligten Akteuren als plausibel und konsistent bewertet worden sein.

Jede Analystin, die an dem Validierungsprozess teilnimmt, bekommt das gleiche Ausgangsmaterial zur Verfügung gestellt: 3 bis 5 Wahrnehmungsgraphen von befragten Stakeholdern und qualitative Szenarien, inkl. zweier Szenarioakteure, sowie die Vorgabe, was die Schlüsselfaktoren sind und wie viele Runden die sequentielle Modellierung umfassen soll.

Die Analystinnen arbeiten unabhängig voneinander und erstellen zuerst zwei zusätzliche Wahrnehmungsgraphen für die beiden Szenarioakteure (die zu den 3 bis 5 Wahrnehmungsgraphen der befragten Stakeholder hinzu kommen) und dann ein Gesamtkteursnetzwerk. Dann erfolgt die Umsetzung der Szenarioergebnisse in das Gesamtkteursnetzwerk und die Festlegung der Reihenfolge der handelnden Akteure. Daran anschließend folgt ggf. die Einschränkungen der Handlungsoptionen der einzelnen Akteure. Pro Runde können durch die Analystin Änderungen – nach den Vorgaben der qualitativen

Szenarien – vorgenommen werden. Alle diese Schritte sind im Kapitel Methodik 4.4 auf Seite 67 dargelegt. Jeder dieser Schritte sollte dokumentiert werden.

Nach erfolgter Umsetzung dieser Schritte und dem Durchlauf der sequentiellen Modellierung werden die Ergebnisse hinsichtlich Gemeinsamkeiten und Unterschieden verglichen. Zum Vergleich können arbiträre Kenngrößen, z. B. die Index-Werte der Schlüsselfaktoren bzw. deren relative Abstände zueinander herangezogen werden. Für den numerischen Vergleich der Ergebnisse werden t-Test und ggf. *analysis of variance* (ANOVA) (FARAWAY 2005; PARK *et al.* 2009) vorgeschlagen.

Eine Anmerkung: Da die Komplexität in einem Wahrnehmungsgraph proportional zur Zahl der Handlungen in diesem Wahrnehmungsgraphen ist (siehe A.5.2 auf Seite 256), sollte darauf geachtet werden, dass möglichst maximal 3 bis 4 Handlungen in einem Wahrnehmungsgraphen enthalten sind. Es wird empfohlen, dass die Zahl der Analysinstimmen mindestens quadratisch gegenüber der Zahl der analysierten Wahrnehmungsgraphen gesteigert wird, wenn eine systematische Evaluation mathematischer *Power* durchgeführt werden soll.

6.5 Software DANA

6.5.1 Übersicht

Die Herausforderung bestand darin, eine geeignete Software für den Modellierungsprozess zu finden und diese Software bei Bedarf weiterzuentwickeln und zu dokumentieren. Die Auswahl fiel auf die Software DANA (siehe Methodik 4.1 auf Seite 51). Es folgten konkrete Ideen für eine Weiterentwicklung von DANA und eine Durchführung von Testläufen sowie das Verfassen von Fehler-Reporten und einer Anleitung. Das Ergebnis ist eine umfangreiche Softwareevaluation von DANA und eine Anleitung für Nutzerinnen und Nutzer (siehe Anhang A auf Seite 233).

Daraus lassen sich folgende Fragen ableiten:

- Ist die Software DANA für die aktorsbasierte Modellierung geeignet?
- Konnte durch die verfasste Anleitung „eine Lücke geschlossen werden“?
- Welche Auswirkungen haben verschiedene Einstellungen in DANA (Sensitivitätsanalyse)?
- Wie wurde die weiterentwickelte Software DANA in anderen Projekten genutzt? (Vergleich des Gesamtaktorsmodells im Projekt *start* mit dem Gesamtaktorsnetzwerk der aktorsbasierten Modellierung)

6.5.2 DANA als Software für die aktorsbasierte Modellierung

Folgende Rahmenbedingungen waren durch das Projekt INTAFERE gesetzt: Die Aufgabenstellung lautete, eine Aktorsanalyse durchzuführen und Zukunftsszenarien für den Bereich der MOF zu erstellen. Dafür sollte eine geeignete Software genutzt und – wenn notwendig – weiterentwickelt werden (INSTITUT FÜR SOZIAL-ÖKOLOGISCHE FORSCHUNG 2004). Um diese Aufgaben zu erfüllen, wurde eine Software gesucht, die es erlaubt, Akteure und ihre Handlungen darzustellen, Systemzusammenhänge und Aktorsnetzwerke abzubilden, Aktorsnetzwerke zu analysieren und qualitative (bzw. semi-quantitative) Daten zu verarbeiten. Nur die Software DANA erfüllte diese Anforderungen.

Nach Entwicklung und Anwendung der aktorsbasierten Modellierung mit der Software DANA sollen an dieser Stelle Vor- und Nachteile von DANA aufgeführt werden.

Vorteile von DANA als Software für die aktorsbasierte Modellierung:

- Mit DANA können Graphen erstellt werden, die Akteurshandlungen und Akteur-sattribute enthalten. Weiterhin sind Systemzusammenhänge in DANA einfach und übersichtlich zu erstellen. Dies geschieht durch Pfeile (*links*), die Elemente wie Handlungen und Systemattribute, miteinander verknüpfen.
- Durch eine semi-quantitative Datenstruktur ist es möglich, die Graphen in DANA zu analysieren.
- Es handelt sich um eine frei verfügbare Software.
- Der engagierte Entwickler Pieter Bots war bereit, seine Software zu erweitern und an neue Herausforderungen anzupassen.
- Es gab Fehler in DANA, die durch Pieter Bots aufgrund von Fehler-Reporten der Verfasserin behoben wurden. Es kam dadurch zu einer stetigen Weiterentwicklung und Verbesserung von DANA.

Nachteile von DANA als Software für die aktorsbasierte Modellierung:

- Es lag keine Anleitung vor, wie man Wahrnehmungsgraphen erstellt und analysiert, dies erschwerte die Arbeit mit DANA.
- Der Nutzerkreis war sehr klein, so dass nur wenig Austausch möglich war.
- Die ursprüngliche Idee, DANA selbst weiterzuentwickeln, wurde aufgegeben, da der Programmcode nicht dokumentiert war, dennoch war der von Pieter Bots zur Verfügung gestellte Code für das Verständnis der Analysen hilfreich.
- DANA benötigt ein Windows-Betriebssystem, unter Linux kann DANA nicht verwendet werden.
- Der Export von Wahrnehmungsgraphen erfolgt ausschließlich als HTML-Datei und als Grafik. HTML ist jedoch ein Format, welches zur Weiterverarbeitung ungeeignet ist. Und der Grafik-Export ist ausschließlich für das Microsoft Programm *Power-Point* konzipiert. In *Power-Point* kann man den Wahrnehmungsgraphen auch bearbeiten. Es besteht die Möglichkeit, den Wahrnehmungsgraphen, nach der Gruppierung aller Elemente, aus *Power-Point* in weitere Anwendungen zu kopieren, wie beispielsweise in das Open-Source-Programm *OpenOffice*. Von dort ist beispielsweise eine Umwandlung der Grafik als PDF-Dokument möglich, dieses Verfahren wurde für die vorliegende Arbeit verwendet. Einen direkten JPEG- oder PDF-Export aus DANA gibt es nicht.

6.5.3 Anleitung für das Programm DANA

Wie im Kapitel DANA 3.1 auf Seite 25 ausgeführt, gab es zu Beginn des Projektes INTAFERE von DANA nur eine kurze Anleitung auf der Homepage <http://dana.actoranalysis.com> von Pieter Bots. Diese Anleitung sowie die Publikationen BOTS *et al.* (1999, 2000) und BOTS (2007) werden von Nutzern als schwer verständlich beurteilt und erläutern nicht die vielfältigen Analysemöglichkeiten in DANA. Britta Kastens, die sich im Rahmen ihrer Dissertation in DANA eingearbeitet hat, kommt 2007 zu dem Schluss:

Für das Analysetool [...] gibt es nahezu keine Dokumentation. Insbesondere hierzu sind jedoch weitere Erläuterungen erforderlich, denn zur Kontrolle von Plausibilität und Korrektheit der Analyseergebnisse ist z. B. ein Verständnis der Rechenwege erforderlich, da sich diese nicht intuitiv erfassen lassen. Gefragt ist jedoch auch eine Dokumentation der grundsätzlichen Regeln zur Aufstellung der Wahrnehmungsgraphen.

(KASTENS 2007: 34f.)

Die vorliegende Dissertation möchte mit der Anleitung für das Programm DANA eine anwendungsorientierte Einführung für alle Interessierten zur Verfügung stellen (siehe Anhang A auf Seite 233). Die Anleitung enthält eine Erläuterung der wichtigsten DANA-Elemente und der Benutzeroberfläche mit ihren vier Bereichen, eine Schritt-für-Schritt-Anleitung zur Erstellung und Bearbeitung von Wahrnehmungsgraphen sowie eine Beschreibung der Analysetools anhand von Beispielen. Der Abschnitt A.6 auf Seite 284 umfasst die Anleitung der aktorsbasierten Modellierung mit DANA. Mit dieser Anleitung steht erstmalig eine detaillierte Nutzerführung und ein Überblick über die Analysen in DANA zur Verfügung. Es ist geplant, die Anleitung separat zu veröffentlichen, um DANA einem größeren Nutzerkreis zu erschließen.

6.5.4 Auswirkungen der Einstellungen auf die Analysen

Um zu untersuchen, welche Auswirkungen unterschiedliche *change level*- und *utility level*-Werte auf die Nutzenberechnung haben, wird ein exemplarischer Wahrnehmungsgraph für den Akteur „Unternehmer“ mit zwei Handlungen, einer Erwartung und dem Ziel „nachhaltige Produktion erhöhen“ Ziel konstruiert (siehe Abbildung 6.1).

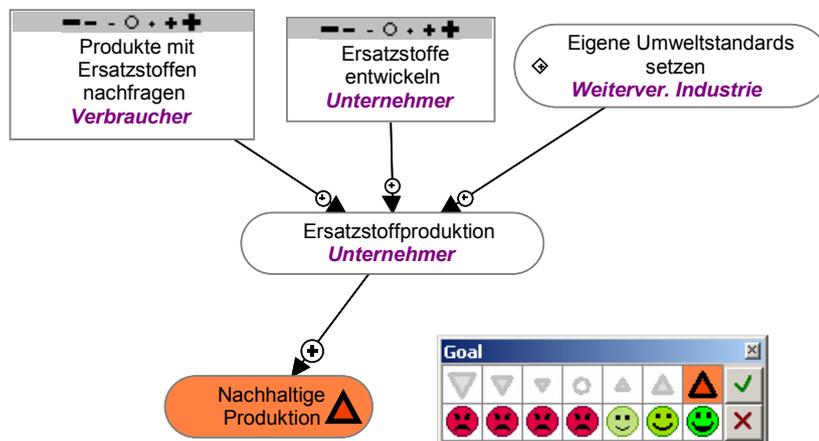


Abbildung 6.1: Exemplarischer Wahrnehmungsgraph für die Sensitivitätsanalyse mit zwei Handlungen und einer Erwartung (die den gleichen *change multiplier* haben), einem Faktor und dem Ziel „Nachhaltige Produktion soll steigen“

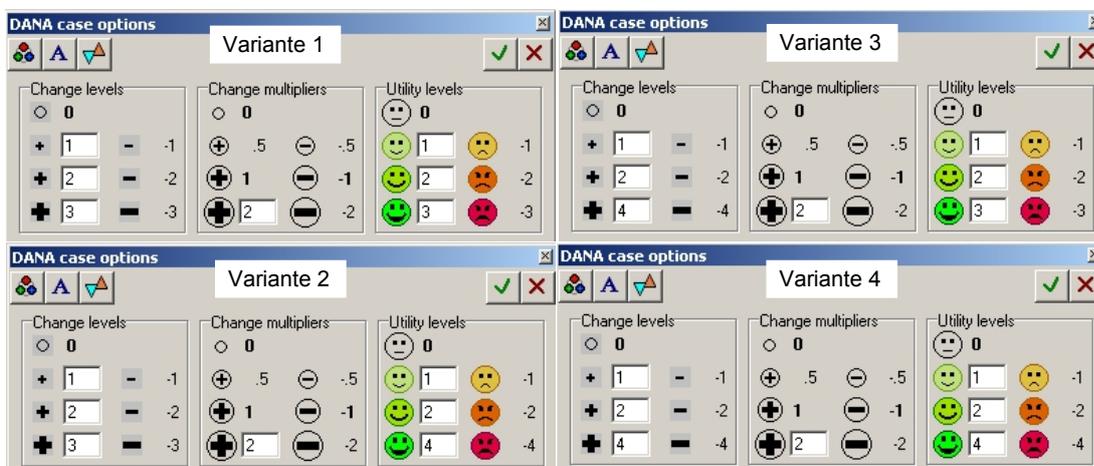


Abbildung 6.2: Einstellungen der vier Varianten für die Sensitivitätsanalyse, die Varianten unterscheiden sich in den Werten für die *change level* \oplus und \ominus sowie in den Werten für die *utility level* \odot und \ominus

Für diese Sensitivitätsanalyse werden vier Varianten durchgerechnet: Es werden die DANA-Standard-Einstellungen verwendet und diese wie folgt modifiziert: In der Variante 1 hat der *change level* den Wert 3 (und damit der *change level* den Wert -3) und der *utility level* ebenfalls den Wert 3. Bei der Variante 2 wird der *utility level* von 3 auf 4 gesetzt, bei der Variante 3 wird der *change level* von 3 auf 4 erhöht. Und schließlich bei der Variante 4 werden sowohl dem *change level* als auch dem *utility level* der Wert 4 zugewiesen (siehe Abbildung 6.2 auf der vorherigen Seite). Die Ergebnisse der *Multi-Criteria Analysis* und der *Inferred Strategies*-Analyse sind in den Abbildungen 6.3 und 6.4 dargestellt.

		Variante 1		Variante 2		Variante 3		Variante 4	
	Goal	Effect	Σ Expected utility						
	Nachhaltige Produktion		-1.3 Sum: -1.3		-1 Sum: -1		-1.3 Sum: -1.3		-1 Sum: -1
	Nachhaltige Produktion		-1.3 Sum: -1.3		-1 Sum: -1		-1.3 Sum: -1.3		-1 Sum: -1
	Nachhaltige Produktion		-1.3 Sum: -1.3		-1 Sum: -1		-1.3 Sum: -1.3		-1 Sum: -1
	Nachhaltige Produktion		-1.3 Sum: -1.3		-1 Sum: -1		-1.3 Sum: -1.3		-1 Sum: -1
	Nachhaltige Produktion		-1.3 Sum: -1.3		-1 Sum: -1		-1.3 Sum: -1.3		-1 Sum: -1
	Nachhaltige Produktion		0.33 Sum: 0.33		0.25 Sum: 0.25		0.33 Sum: 0.33		0.25 Sum: 0.25
	Nachhaltige Produktion		0.33 Sum: 0.33		0.25 Sum: 0.25		0.67 Sum: 0.67		0.50 Sum: 0.50

Abbildung 6.3: Ergebnisse der *Multi-Criteria Analysis* des exemplarischen Wahrnehmungsgraphen für die vier Varianten der Sensitivitätsanalyse, die Ergebnisse gelten für beide Handlungen („Produkte mit Ersatzstoffen nachfragen“ und „Ersatzstoffe entwickeln“) gleichermaßen.

	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4
Factors	Ideal	Ideal	Ideal	Ideal
Ersatzstoffe entwickeln [Unternehmer]	1 2 (+1)	1 2 (+1)		
Produkte mit Ersatzstoffen nachfragen [Verbraucher]	1 2 (+1)	1 2 (+1)		
Utility	1	1	1	1
Satisfaction	100%	100%	100%	100%
Frustration	0%	0%	0%	0%
Detailed analysis	Nachhaltige Produktion 1 Utility: 1			

Abbildung 6.4: Ergebnisse der *Inferred Strategies*-Analyse des exemplarischen Wahrnehmungsgraphen für die vier Varianten der Sensitivitätsanalyse

Die Ergebnisse der *Multi-Criteria Analysis* zeigen deutlich, dass der berechnete Nutzenwert in den vier Varianten unterschiedlich hoch ist: Im Falle der *tactic* liegt der Nutzenwert bei $\frac{1}{4}$ in Variante 2, bei $\frac{1}{3}$ in Variante 1, bei $\frac{1}{2}$ bei Variante 4 und bei $\frac{2}{3}$ bei Variante 3 (siehe die untere Zeile in der Ergebnistabelle der Abbildung 6.3).

Der Effekt, also die Wirkung der jeweiligen *tactic* auf den Zielfaktor, ist für sechs der sieben *tactics* für alle vier Varianten identisch. Nur für die *tactic* ♣ unterscheidet sich der Effekt, wobei er in den Varianten 1 und 2 sowie in den Varianten 3 und 4 wiederum gleich ist.

Diese Ergebnisse beruhen auf den unterschiedlichen *change level*- und *utility level*-Werten. Zu beachten ist ferner, dass bei der *Multi-Criteria Analysis* der erwartete Nutzen für alle Taktiken einer Handlung hinsichtlich der Ziele des Akteurs berechnet werden, in unserem Fall für ein Ziel. Erwartungen, die auf das Ziel einwirken, werden bei der *Multi-Criteria Analysis* nicht berücksichtigt – im Gegensatz zu der *Single Goal*- und *Inferred Strategies*-Analyse.

Ein Rechenbeispiel (gilt für beide Handlungen gleichermaßen): Die *tactic* ♣ einer Handlung hat den Wert 3, dieser Wert wird mit dem *change multiplier* von 0,5 multipliziert. Das Ergebnis von 1,5 wird in das Symbol ♠ konvertiert. Dieses Symbol korrespondiert in der Zielsetzung mit dem Symbol des Smileys 😊, dieser Smiley hat den Wert 1, dieser wird durch den Wert des höchsten Smileys geteilt, das Ergebnis ist folglich $\frac{1}{3}$ (die Berechnung des Nutzens und der Vorgang der Konvertierung ist im Kapitel DANA 3.4.3 auf Seite 35 erläutert).

Warum hat nun die *tactic* ♣ den gleichen Effekt und den gleichen Nutzenwert? Die *tactic* ♣ hat den Wert 2, dieser Wert wird mit dem *change multiplier* von 0,5 multipliziert. Das Ergebnis von 1 wird in das Symbol ♠ konvertiert. Dieses Symbol korrespondiert in der Zielsetzung mit dem Symbol des Smileys 😊, dieser Smiley hat den Wert 1. Dieses Zwischenergebnis wird durch den Wert des höchsten Smileys geteilt, das Ergebnis ist $\frac{1}{3}$. Hier wird bereits deutlich, dass es sinnvoll ist, den quantitativen Wert des *change levels* ♣ doppelt so hoch wie den quantitativen Wert des *change levels* ♣ zu setzen, um den Unterschied im Ergebnis korrekt abzubilden.

Dies bestätigt sich bei Variante 2 (siehe Abbildung 6.3 auf der vorherigen Seite), auch hier ist der Effekt und der Nutzenwert für die beiden *tactics* ♣ und ♣ gleich groß. Anders hingegen sieht es bei den Varianten 3 und 4 aus. Zur Verdeutlichung ein Rechenbeispiel: In Variante 4 hat die *tactic* ♣ der Handlung „Ersatzstoffe entwickeln“ hat den Wert 2, dieser Wert wird mit dem *change multiplier* von 0,5 multipliziert. Das Ergebnis von 1 wird in das Symbol ♠ konvertiert. Dieses Symbol korrespondiert in der Zielsetzung mit dem Symbol des Smileys 😊, dieser Smiley hat den Wert 1. Der nächste Schritt ist die Division des Wertes 1 durch den Wert des höchsten Smileys (bei dieser Variante 4), das Ergebnis ist folglich $\frac{1}{4}$.

Für die *Multi-Criteria Analysis* kann also die Empfehlung ausgesprochen werden, den quantitativen Wert des *change levels* ♣ doppelt so hoch wie den quantitativen Wert des *change levels* ♣ zu setzen.

Betrachtet man die Ergebnisse der *Inferred Strategies*-Analyse (siehe Abbildung 6.4 auf der vorherigen Seite), so wird ersichtlich, dass für jede Variante der Nutzenwert von 1 ermittelt wird. Die *Inferred Strategies*-Analyse ist eine Synthese aus der *Multi-Criteria Analysis* und der *Single Goal Strategies*-Analyse. Hier wird der Gesamt-Nutzen, der Zufriedenheits- und der Frustrationswert unter Berücksichtigung aller Ziele, Erwartungen und Handlungen im Wahrnehmungsgraphen berechnet. Nun werden also die Handlungen „Ersatzstoffe entwickeln“ und „Produkte mit Ersatzstoffen nachfragen“ sowie die Erwartung „vermehrt eigene Umweltstandards setzen“ zusammen betrachtet.

Ein Unterschied ist nur in den Strategien zu sehen. In den Varianten 1 und 2 gibt es jeweils drei Strategien, die zum höchsten Nutzen führen, wobei zwei davon mit dem geringst möglichen Aufwand zu realisieren sind. In den Varianten 3 und 4 gibt es jeweils nur eine Strategie, die den höchsten Nutzen erbringt, diese Strategie umfasst die *tactic* ♣ für beide Handlungen.

Warum unterscheiden sich die Varianten 1 und 2 von den Varianten 3 und 4? Um in den Varianten 1 und 2 den höchst möglichen *utility*-Wert zu erlangen, reicht es aus, wenn für eine Handlung die *tactic* ♣ und für die andere Handlung die *tactic* ♠ gewählt wird (statt für beide Handlungen die *tactic* ♣).

Nehmen wir Variante 1 als Beispiel, dort gehen die *tactics* mit $2 * 0,5 = 1$ und mit $3 * 0,5 = 1,5$ in den Faktor Ersatzstoffproduktion ein. Hinzu kommt der Wert 0,5 von der Erwartung. Dies summiert sich auf 3. Durch die Konvertierung ergibt sich das Symbol ♣. Wäre die Summe 3,5 oder 4, so würde die Konvertierung ebenfalls das Symbol ♣ ergeben. Man also sagen, dass es bei dieser Variante zu „keinem Verlust“ kommt, da die Summe von 3 genau dem Grenzwert für das Symbol ♣ entspricht. Der nächste Schritt in der Nutzenberechnung ist die Übertragung des Symbols ♣ entsprechend der Zielsetzung in das Symbol 😊. Dieser Smiley hat den Wert 3, der durch den Wert des höchsten Smileys geteilt wird, das Ergebnis ist 1.

In den Varianten 3 und 4 wird durch die Konvertierung von quantitativen Werten in die qualitative Symbolik „abgerundet“: Betrachten wir Variante 4, dort gehen die *tactics* ♣ der beiden Handlungen nach der Multiplikation mit der Summe 4 in den Faktor Ersatzstoffproduktion. Hinzu kommt der Wert 0,5 von der Erwartung. Dies summiert sich auf 4,5, wird aber durch den Konvertierungsvorgang auf das Symbol ♣ (mit dem Wert 4) reduziert. Dieses Symbol wird gemäß der Zielsetzung dem Symbol 😊 zugeordnet. Dieser Smiley hat den Wert 4, der durch den Wert des höchsten Smileys geteilt wird, das Ergebnis ist ebenfalls 1.

Im Gegensatz zur *Multi-Criteria Analysis* wirken sich die unterschiedlichen *change level*- und *utility level*-Werte bei der *Inferred Strategies*-Analyse nur minimal aus. Der berechnete *utility*-Wert ist bei allen vier Varianten gleich groß, lediglich die Strategien, also die Kombination der *tactics*, variieren leicht.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass durch die Berücksichtigung aller Handlungsentscheidungen und der Erwartungen in der *Inferred Strategies*-Analyse – in Kombination mit den Konvertierungsschritten bei der Nutzenberechnung – unterschiedliche *change level*- und *utility level*-Werte zu keiner relevanten Veränderung in den Ergebnissen führen. Daher können durchaus unterschiedliche *change level*- und *utility level*-Werte in DANA-Analysen verwendet werden, allerdings sollte die Analystin darauf achten, innerhalb eines *cases* die Einstellung nicht zu verändern.

Interessant ist, dass in den Varianten 2 und 3, in denen die *change level*- und *utility level*-Werte unterschiedlich sind, keine Fehler produziert werden. Dies ist auf die Konvertierungsschritte bei der Nutzenberechnung zurückzuführen. Von Bedeutung ist der Schritt, in dem der qualitative *change level* gemäß der Zielsetzung in den qualitativen *utility level* überführt wird (siehe dazu auch Kapitel DANA 3.4.3 auf Seite 35).

Im Ergebniskapitel ist ein Beispiel für die Wirkung einer veränderten Zielsetzung dargestellt (siehe Ergebnisse 5.2.7 auf Seite 119 und dort die Abbildung 5.18 auf Seite 126). Dort wird für den Akteur Octylphenol-Hersteller eine veränderte Zielbewertung durchgespielt. Dafür wird ein Tausch der Zielbewertung von „Nachhaltige Produktion“ mit „Gewinn des OP-Herstellers“ durchgeführt.

Die sachliche Begründung lautet dafür: Wenn man die Leitlinie des Unternehmens Sasol betrachtet, die besagt, dass „Verpflichtungen im Sinne von „Responsible Care“ [...] im Zweifel Vorrang vor wirtschaftlichen Überlegungen [haben]“ (SASOL GERMANY o.J.), dann könnte man die Bewertung der Ziel-Faktoren Gewinn und nachhaltige Produktion im Wahrnehmungsgraphen tauschen, um diese Leitlinie besser in DANA abzubilden.

Die neue Zielbewertung hat eine Wirkung auf die Wahl der optimalen Handlungskombinationen. Demnach müsste der Octylphenol-Hersteller sehr stark in die Entwicklung von Ersatzstoffen investieren (großes Plus) und die Weiterverarbeiter/Endhersteller über die Risiken informieren (mittleres Plus). Mit dieser Handlungsstrategie würde der

Nutzenwert für den Ziel-Faktor Gewinn sinken (von 1 auf $-1/3$). Der Nutzenwert für den Ziel-Faktor nachhaltige Produktion läge bei 1 statt bei $-1/3$. Da der Nutzenwert für den Ziel-Faktor Umweltschutz nicht durch die Handlungen beeinflusst wird, liegt er auch hier unverändert bei $-1/3$.

Es zeigt sich, dass eine kleine Verschiebung der Zielbewertung einen großen Einfluss auf die optimalen Handlungsstrategien und damit verbunden auf den zu erwartenden Nutzen hat. Daher hat die Analytistin den Auftrag, die Ziele der Akteure sehr genau in DANA abzubilden, um keine Fehler zu produzieren. Im Zweifelsfall sollte die Analytistin die Zielsetzung bzw. die unterschiedlichen Prioritäten der Ziele bei den Akteuren nachfragen.

6.5.5 Vergleich des Gesamtakteursmodells im Projekt *start* mit dem Gesamtakteursnetzwerk der aktorsbasierten Modellierung

Das Projekt *start* hatte zum Ziel, eine integrative Handlungsstrategie zu entwickeln, um das Vorkommen von Arzneimittelwirkstoffen im Trinkwasser zu reduzieren (INSTITUT FÜR SOZIAL-ÖKOLOGISCHE FORSCHUNG 2008). Im Projekt *start* gab es ein Teilprojekt mit dem Titel „Akteursmodellierung“ (Bearbeitung: Prof. Dr. Petra Döll & Dr. Alexandra Titz), in dem die Problemwahrnehmungen von Akteuren mit DANA erfasst und analysiert wurden (siehe auch Kapitel DANA 3.9 auf Seite 48).

Von der Analytistin Alexandra Titz wurde mit der erweiterten DANA-Software (Version 1.2.0) ein Gesamtakteursmodell erstellt, welches Teile der Wahrnehmungsgraphen und drei Strategieansätze (Technikansatz, Verhaltensansatz und Wirkstoffansatz), die in anderen Teilprojekten von *start* entwickelt wurden, enthält. Zielsetzung des Gesamtakteursmodells und seiner Analyse war, „Erkenntnisse über die mögliche Gestaltung einer integrierten Handlungsstrategie zu liefern“ (TITZ UND DÖLL 2008: 3), dafür sollten optimale Maßnahmenkombinationen für die Reduzierung der Arzneimittelwirkstoffen mit Hilfe der multikriteriellen Bewertung in DANA gefunden werden.

Um das Gesamtakteursmodell in *start* zu erstellen, wurde die Funktion *Initialize round 0* verwendet. In diesem Prozess wird ein Gesamtakteursnetzwerk erstellt. Dabei wird in einer neuen *arena* automatisch ein *analyst view* eingerichtet, der alle Faktoren (inklusive aller Handlungen) und deren Verknüpfungen der Wahrnehmungsgraphen aller Akteure umfasst (siehe Methodik 4.4.2 auf Seite 69).

Im Gegensatz zum Projekt INTAFERE, in dem das Gesamtakteursnetzwerk die von den Akteuren gemeinsam getragene Einschätzung der Wirkungsbeziehungen repräsentiert, spiegelt das Gesamtakteursmodell im Projekt *start* das Problemfeld aus Sicht der Analytistin wider (TITZ UND DÖLL 2008, 2009). In Abbildung 6.5 auf der nächsten Seite ist das Gesamtakteursmodell mit den Handlungen der drei Strategieansätze dargestellt. In einem Gesamtakteursnetzwerk der aktorsbasierten Modellierung sind keine Ziele enthalten, da dieses Netzwerk möglichst „objektiv“ die Wirkungsbeziehungen darstellt und nicht die einzelnen, subjektiven Wahrnehmungen und – unterschiedlichen – Ziele der Akteure. Daher kann am Gesamtakteursnetzwerk auch keine multikriterielle Analyse durchgeführt werden, da dafür der Nutzen berechnet werden müsste, was ohne Ziele nicht möglich ist. In der aktorsbasierten Modellierung sowie in ihrer Anwendung im Projekt INTAFERE findet die multikriterielle Analyse in den einzelnen Wahrnehmungsgraphen der Akteure statt und deren Ergebnisse werden in das Gesamtakteursnetzwerk eingespeist.

Das Gesamtakteursmodell im Projekt *start* hingegen enthält ein Ziel, welches von der Analytistin festgelegt wurde. Damit kann dieses Gesamtakteursmodell wie jeder Wahrnehmungsgraph analysiert werden. Weiterhin enthält das Gesamtakteursmodell 26 Handlungen, die alle auf ein Ziel einwirken.

reichung notwendig sind (wie Wassergewinnungsanlagen nachzurüsten und einen einheitlichen Entsorgungsstandard für Arzneimittel durch den Gesetzgeber zu schaffen) keine Berücksichtigung finden. Die *Inferred Strategies*-Analyse gibt richtigerweise für diese Handlungen das Ergebnis „gleichbleibend“ (◻) aus. Dies bedeutet, dass die Handlungen, wenn sie bisher noch nicht ausgeführt werden, wie „Wassergewinnungsanlagen nachrüsten“, nicht durchgeführt werden müssten, um das Ziel, Arzneimittelwirkstoffe im Wasserkreislauf zu reduzieren, zu erreichen.

Um diesen Widerspruch zu beheben, hat Alexandra Titz die DANA-Ergebnisse (ausgedrückt in den Symbolen ◻, ◼ und ◽) neu interpretiert: „Für die Ergebnisinterpretation wurde daher in Abweichung von der DANA-Terminologie folgende Regelung getroffen: ◻ – sinnvolle Handlung, die jedoch nicht nachdrücklich durchgeführt werden muss, ◼ / ◽ – Handlung, die mit Nachdruck betrieben werden muss (TITZ UND DÖLL 2008: 23). Wie im Anhang A.3.4 auf Seite 240 beschrieben, hat jede Handlung sieben Änderungsmöglichkeiten: Die Handlung kann in ihrer Intensität entweder gegenüber heute gleichbleiben, sich stark, mittel oder leicht verringern oder leicht, mittel oder stark zunehmen. Diese sieben Möglichkeiten bilden die *action range* einer jeden Akteurshandlung. Jede der sieben Änderungsmöglichkeiten wird – in Bezug auf die jeweilige Handlung – in DANA als *tactic* bezeichnet.

Die im Projekt *start* neu definierten Symbole haben in DANA und in der akteursbasierten Modellierung folgende Bedeutung (BOTS *et al.* 2000; BOTS 2007):

- ◻: die Handlung verändert sich in ihrer Intensität nicht
- ◼: die Handlungsintensität nimmt leicht zu
- ◽: die Handlungsintensität nimmt mittelstark zu.

In dem Gesamtkteursmodell in Abbildung 6.5 auf der vorherigen Seite ist zu sehen, dass bei allen 26 Handlungen die drei negativen Änderungsmöglichkeiten von der Analystin ausgeschlossen wurden (weiße statt schwarzer Symbole), also die *action range* verkürzt wurde. Dies hat zur Folge, dass im Rahmen der Analysen in DANA diese ausgeschlossenen *tactics* nicht mehr berücksichtigt werden. Jeder Akteur hat also nur noch die Möglichkeit, die jeweilige Handlung gleichbleibend, leicht, mittel oder stark zunehmend durchzuführen.³

Ein Beispiel: Der Handlung „Umweltaspekte bei der Arzneimittelwahl berücksichtigen“ (Akteur Arzt) werden nur die vier Änderungsmöglichkeiten ◻, ◼, ◽ und ◾ zugewiesen. Das Ergebnis der Analyse ist die *tactic* ◻ (TITZ UND DÖLL 2008: 24), dies bedeutet nach der *start*-Interpretation: eine sinnvolle Handlung, die jedoch nicht nachdrücklich, aber dennoch durchgeführt werden muss.

In der DANA-Terminologie bedeutet das Ergebnis: Der Akteur Arzt führt die Handlung unverändert durch. An dieser Stelle ist die Ausgangssituation entscheidend, berücksichtigt der Arzt bereits Umweltaspekte bei der Arzneimittelwahl, dann führt er dies so weiter wie bisher, berücksichtigt er keine Umweltaspekte, dann wird er dies – nach der Entscheidung ◻ – auch zukünftig nicht tun. In der Ergebnisdarstellung zum Akteur Arzt steht jedoch: „Die Problematik ‚Arzneimittelwirkstoffe im Trinkwasser‘ ist für den Akteur Arzt generell nachvollziehbar, aktuell besteht jedoch ein geringes Problembewusstsein. Bei der Therapie stehen eindeutig die therapeutische Wirkung, geringe Nebenwirkungen sowie die Kosten des Arzneimittels im Vordergrund. Umweltaspekte spielen bei der Therapie bislang keine Rolle“ (TITZ UND DÖLL 2008: 24). Dies würde für die *tactic* ◻ bedeuten, dass der Arzt auch weiterhin keine Umweltaspekte bei der Arzneimittelwahl berücksichtigt.

³Dieses Gesamtkteursmodell ist auch in TITZ UND DÖLL (2009: 678) abgebildet, allerdings ohne die farbliche Kennzeichnung der drei Strategieansätze.

Festzuhalten ist, dass durch die Einschränkung der drei negativen Änderungsmöglichkeiten bei allen Handlungen von DANA keine Handlung identifiziert werden kann, die vielleicht weniger „sinnvoll“ ist. Es wird durch diese Einschränkung also die Ermittlung von *tactics* verhindert, die ein anderes Ergebnis hervorbringen könnten.

Überdies verletzt das Gesamtakteursmodell in TITZ UND DÖLL (2008) die Logik nach DANA. Zur Illustration möge folgendes Beispiel dienen: Betrachtet man die Handlung „Prävention als politisches Mandat vertreten“ des Akteurs Politik (in der Abbildung 6.5 auf Seite 203 direkt unter dem Ziel), so würde eine mittlere Zunahme der Handlungsintensität zu einem erhöhten Vorkommen von Arzneimittelwirkstoffen im Trinkwasser führen. Berechnung: $+2$ (Wert der *tactic* 🟩) $\cdot (-1)$ (durch den *change multiplier* mit dem Wert -1 zwischen Handlung und Faktor „Erkrankungen“) $\cdot (-1)$ (durch den *change multiplier* mit dem Wert -1 zwischen Faktor „Erkrankungen“ und Faktor „Arzneimittelgebrauch“) $\cdot 1$ (durch den *change multiplier* mit dem Wert $+1$ zwischen Faktor „Arzneimittelgebrauch“ und Zielfaktor) $= +2$. Dies erhöht den Faktor „Vorkommen von Arzneimittelwirkstoffen“! Die Nutzenberechnung ist folgende: Der Wert $+2$ wird zum Symbol 🟩 konvertiert. Diesem Symbol ist in der Zielsetzung der Smiley 😡 zugeordnet. Dieser hat den Wert -4 . Im letzten Schritt wird dieser Wert durch den Wert des Smileys 😊 dividiert. Das Ergebnis ist ein Nutzen von -1^4 .

Um einen positiven Nutzen zu erhalten, müsste das Vorkommen von Arzneimittelwirkstoffen vermindert werden. Dafür wäre die optimale Taktik eine starke Abnahme der Intensität der Handlung „Prävention als politisches Mandat vertreten“ des Akteurs Politik“ (Symbol 🟩). Berechnung: -4 (Wert der *tactic* 🟩) $\cdot (-1) \cdot (-1) \cdot 1 = -4$. Die Nutzenberechnung ergibt in diesem Fall – gemäß der Zielsetzung – einen Wert von $+1$. Die Ausführungen zeigen, dass die Herangehensweise und die Ergebnisse des Gesamtakteursmodells im Projekt *start* nicht mit denen der akteursbasierten Modellierung im Projekt INTAFERE vergleichbar sind.

6.6 Verknüpfung von Akteurshandlungen und Szenarien

6.6.1 Übersicht

Aufbauend auf die Frage „Wie können subjektive Akteurseinschätzungen und -handlungen mit Szenarien, die die Umwelt und die Gesellschaft möglichst objektiv abbilden, in einem Modell verbunden werden?“ wurden im Rahmen der akteursbasierten Modellierung die Ergebnisse der Akteursmodellierung und der Szenarienentwicklung mit der Software DANA in ein Gesamtakteursnetzwerk zusammengeführt und dort bearbeitet (siehe Methodik 4.4.2 auf Seite 69 und Ergebnisse 5.4.5 auf Seite 163).

Nun stellen sich die folgenden Fragen:

- Kann das Gesamtakteursnetzwerk „objektiv“ sein?
- Welche Grenzen hat die akteursbasierte Modellierung?
- Wie können die Ergebnisse der akteursbasierten Modellierung bewertet werden?

6.6.2 „Objektivität“ des Gesamtakteursnetzwerkes

Das Gesamtakteursnetzwerk stellt die gemeinsame Sicht der Akteure dar, visualisiert durch die Analystin. Im Gegensatz zu den subjektiven Wahrnehmungsgraphen ist das Gesamtakteursnetzwerk eine Annäherung an eine möglichst „objektive“ Darstellung der Realität.

⁴In TITZ UND DÖLL (2009: 678) sind die Handlung „Support disease prevention as a political mandate“ und die oben beschriebenen Wirkungsbeziehungen ebenfalls im Gesamtakteursmodell enthalten.

Wie in der Methodik ausgeführt, könnte man mit Luhmann sagen, dass das Gesamtakteursnetzwerk den Blick eines Beobachters 2. Ordnung auf das Problemfeld darstellt und dabei die „Blinden Flecke“ der Beobachter 1. Ordnung – repräsentiert durch die interviewten Expertinnen und Experten – nicht mehr enthält (LUHMANN 1992, 2006, 2008). Es bleibt festzuhalten, dass das Gesamtakteursnetzwerk nicht vollständig sein kann (auch die Beobachter 2. Ordnung haben einen oder mehrere „Blinde Flecke“) und daher erhebt das Gesamtakteursnetzwerk keinen Anspruch, die Realität objektiv abzubilden. Dennoch ist diese gemeinsam getragene Sichtweise der Akteure (durch die gemeinsame Szenarienentwicklung) eine tragbare Modellkonzeption.

6.6.3 Grenzen der sequentiellen Modellierung

Die akteursbasierte Modellierung hat Grenzen. In den folgenden Absätzen werden diese, sowie ihr Umgang im Projekt INTAFERE, dargelegt.

Im Modellierungsprozess spielen Institutionen und Unternehmen in Form von aggregierten Akteuren die zentrale Rolle. Diese Akteure sind keine einzelnen Individuen sondern Akteure, die Institutionen oder Unternehmen repräsentieren. Es wird angenommen, dass jeder in DANA aggregierte Akteur „homogen“ ist. Dies bedeutet z. B., dass alle Wasserversorger und alle Hersteller von einem MOF die gleiche Problemwahrnehmung haben. Um dies zu validieren, müssten mehrere Institutionen bzw. Unternehmen, die für einen Akteur stehen, befragt werden, entweder in einem gemeinsamen Interview oder in getrennten Gesprächen.

Im INTAFERE-Projekt wurden für den Wahrnehmungsgraphen des Akteurs „Umwelt- und Verbraucherschutzorganisationen“ zwei Expertengespräche geführt. Eines mit Sonja Haider, der Leiterin des deutschen Büros von „Women in Europe for a Common Future“ und eines mit Ulrike Kallee, der Chemikalienexpertin von Greenpeace Deutschland. Ein drittes Gespräch mit einer Expertin für Chemikalien und REACH vom „Bundes für Umwelt und Naturschutz Deutschland“ (BUND) wurde angestrebt, ist aber von Seiten des BUND nicht zu Stande gekommen.

Für den Wahrnehmungsgraph des Akteurs „Wasserversorger“ wurde ein gemeinsames Experteninterview mit Dr. Bernhard Post, Bereichsleiter Trinkwassergüte, und Arnd Allendorf, Bereichsleiter Ressourcenschutz und Umweltsicherung des Unternehmens Hessenwasser geführt. Es wurden aber keine weiteren Personen von anderen Wasserversorgungsunternehmen interviewt, da von Seiten der Projektleitung beschlossen worden war, nur denjenigen Wasserversorger in das Projekt INTAFERE einzubinden, der im Untersuchungsgebiet tätig ist.

Der Akteur „TCPP-Hersteller“ steht stellvertretend für alle Unternehmen, die TCPP produzieren und an die weiterverarbeitende Industrie verkaufen. Der Wahrnehmungsgraph beruht auf Interviews mit Sander Kroon, Manager Regulatory, Health & Environmental Affairs des Unternehmens Supresta Netherlands B.V., Dr. Adrian Beard, verantwortlich für den Bereich Phosphorus Flame Retardants, Dr. Mathias Dietz, Technical Manager Phosphorus Products und Wilfried Krieger, Technical Manager Flame Retardants des Unternehmens Clariant GmbH. In diesem Fall ist der „aggregierte Akteur“ (s. o.) durch zwei Unternehmen repräsentiert.

Ebenfalls eine Sonderstellung hat der Wahrnehmungsgraph des Akteurs „European Flame Retardants Association (EFRA)“, der aus der Sicht von Sander Kroon (Mitglied im Aufsichtsrat der EFRA und Manager im Unternehmen Supresta Netherlands B.V.) und Dr. Adrian Beard (Clariant GmbH) erstellt wurde. Auch hier wird der „aggregierte Akteur“ (s. o.) durch zwei Unternehmen repräsentiert.

Die Wahrnehmungsgraphen der Akteure „PCM-Hersteller“ und „PCM-weiterverarbeitende Industrie“ resultieren aus einem Interview mit Dr. Roland Schröder, Director Laundry and Home Care – Sustainability, Dr. Rainer Jeschke, Product Development Director Laundry and Home Care – Special Laundry Care und Kerstin Ochs, Senior Communications Manager der Firma Henkel KGaA.

Im Projekt INTAFERE wurde davon ausgegangen, dass die erstellten Wahrnehmungsgraphen die Problemsichten und Einschätzungen der im Projekt involvierten und interviewten Akteure wiedergeben. Dabei ist zu berücksichtigen, dass Hintergedanken und Aussagen, die eher strategisch gewählt wurden und nicht der eigentlichen Meinung entsprechen, nur schwer zu erkennen sind. Um die Stellungnahmen der Stakeholder im Projekt INTAFERE zu überprüfen, wurden sie auf Konsistenz mit den schriftlichen Stellungnahmen der Institution bzw. des Unternehmens abgeglichen (siehe Ergebnisse 5.2 auf Seite 78).

Die Handlungen und Ziele in den Wahrnehmungsgraphen entsprechen nicht den genauen Formulierungen der Stakeholder. Um die Wahrnehmungsgraphen analysieren zu können, wurden die Handlungen und Ziele durch die Analystin vereinheitlicht, wenn es sich um unterschiedliche Begriffe für die gleichen oder sehr ähnliche Handlungen bzw. Ziele handelte (siehe Methodik 4.2.3.2 auf Seite 61). Diese Vereinheitlichung führte zu einer Reduktion der Begrifflichkeiten in den Wahrnehmungsgraphen. Allerdings sind Wahrnehmungsgraphen mit vereinheitlichten Elementen besser dazu geeignet, sie mit den Stakeholdern zu diskutieren und zu vergleichen.

Eine plausible, aber nicht notwendigerweise korrekte Annahme ist, dass die Akteure die Entscheidungen und Maßnahmen ergreifen, die laut der multikriteriellen Analyse und Nutzenbrechnung entsprechend ihrer Problemvorstellung zur optimalen Erreichung ihrer Ziele führen. Entscheidungen und Handlungen werden auch von anderen Faktoren beeinflusst, die im Rahmen von Expertengesprächen und Workshops nicht erhoben bzw. getestet werden können. Hier ist sicherlich noch Forschungsbedarf in Richtung Psychologie (Umweltpsychologie) und Soziologie (Umweltsoziologie) gegeben.

Schließlich hat der Zustand des Systems (z. B. der Wert des Faktors „Konzentration von MOF in Oberflächengewässern“) gegenwärtig in DANA keinen Einfluss auf die Entscheidungen der Akteure. Die Wahrnehmung und Bewertung der Lage verändert sich nicht, wenn sich im Zuge der sequentiellen Modellierung die Systemattribute verändern. Es finden also keine Anpassungen der Wahrnehmungsgraphen aufgrund der Veränderung der Systemattribute statt. Auch die Zielformulierungen bleiben unverändert.

Diese Punkte sollten in einer zukünftigen Weiterentwicklung der sequentiellen Modellierung bearbeitet werden. Zu fragen ist, wie eine Rückkopplung der Systemzustände (in Form der veränderten Werte der Systemattribute, insbesondere der Zielfaktoren) zu den Handlungen möglich ist. Weiterhin sollte es die Möglichkeit geben, die Zielsetzung anzupassen. Ein Beispiel dazu: Ein Akteur könnte sagen, dass der Faktor Umweltschutz nur bis zu einem bestimmten Punkt (quantitativ zu ermittelnder Wert) verbessert werden sollte und nicht für alle Zeitschritte der Szenarien eine ständige Verbesserung vorsieht. Dies könnte durch eine Anpassung der Zielfaktoren erreicht werden. Eine manuelle Änderung der Zielsetzung ist mit der DANA-Version 1.3.3 möglich.

Die Stakeholder gaben – trotz der formulierten Begrenzungen – am Ende des Forschungsvorhabens INTAFERE an, dass Ihnen die Methode der akteursbasierten Modellierung geholfen hat, ihre Ansichten und ihr Wissen zu erweitern.

Im 3. INTAFERE-Stakeholder-Bericht wird die Meinung der Teilnehmer und Teilnehmerinnen bezüglich der Szenarienarbeit wie folgt zusammengefasst:

In der Feedback-Runde wurde die Szenarienarbeit von den Stakeholdern als eine hilfreiche Methode eingeschätzt, um die komplexe Problematik im Kontext eines Stoffs wie beispielsweise TCPP, der einerseits Leben retten und andererseits ein Risiko für die Umwelt sein kann, zu strukturieren. Dabei wurde das Vorgehen in INTAFERE, Randbedingungen transparent zu machen und den Einfluss von Handlungen auf Schlüsselfaktoren für die Belastung der Umwelt mit MOF aufzuzeigen, als konstruktiv eingeschätzt.

(INTAFERE-PROJEKTGRUPPE 2007: 11f.)

Von den Stakeholdern wurde empfohlen, die Vorgaben und Modellannahmen noch deutlicher zu kennzeichnen sowie die zentralen Stellschrauben und relevanten Handlungsstränge besser herauszustellen (INTAFERE-PROJEKTGRUPPE 2007). Dieser Kritikpunkt ist berechtigt, war jedoch v. a. der geringen verfügbaren Zeit auf den Workshops geschuldet.

Abschließend bleibt festzuhalten, dass insbesondere die Szenarientwicklung und die Arbeit mit den Szenarioergebnissen von den Stakeholdern positiv bewertet wurde. Ein Teilnehmer sagte, dass es ein „hilfreicher Prozess“ und ein „überzeugendes Vorgehen“ war. Ein anderer Teilnehmer ergänzte, dass Denken in Szenarien „positiv disziplinierend“ wirkt, die Szenarienburg kreativ ist, es aber schwierig sei, in Szenarien zu denken. Ein dritter Teilnehmer fand es „sehr spannend“, mit einem vorstrukturiertem Modell zu diskutieren, dabei Schwachpunkte aufzuzeigen und auf neue Gedanken zu kommen. Mit einem letzten Zitat aus dem Stakeholderkreis schließt dieser Absatz: den „Ansatz, in Szenarien zu denken und Modelle zu diskutieren, halte ich für ganz wichtig!“

6.6.4 Bewertung der Ergebnisse der sequentiellen Modellierung

Um die Ergebnisse der sequentiellen Modellierung zu bewerten, sei vorab gesagt, dass nicht Kategorien wie „wahr oder falsch“ berücksichtigt werden sollten, sondern Kategorien wie „hilfreich“ versus „nicht hilfreich“.

Eine Möglichkeit, die Modellierungsergebnisse einzuordnen und zu evaluieren, ist die Einteilung der Öko-Effizienzstrategien von Michael Braungart und William McDonough. Die Öko-Effizienz wird in vier Strategien untergliedert (BRAUNGART UND MCDONOUGH 2005):

1. Vermindern
2. Wiederverwenden
3. Verwerten
4. Regulieren

Die erste Strategie „Vermindern“ ist nach (BRAUNGART UND MCDONOUGH 2005: 69) die typische Reaktion auf Umweltzerstörungen in industrialisierten Gesellschaften. Diese Strategie besteht darin, nach „einer weniger schlechten Methode zu suchen“, z. B. Maschinen mit leiseren und schnelleren Motoren auszurüsten.

Im Mittelpunkt der Strategie stehen wirtschaftliche Erfolge der Industrie und Einsparungen durch Umweltmaßnahmen, wie ein geringerer Ressourcenverbrauch und weniger Abfälle und Emissionen. Begriffe wie vermeiden, vermindern und reduzieren werden in diesem Zusammenhang verwendet. Diese Begriffe spielten und spielen in vielen Verordnungen und Umweltprogrammen eine wichtige Rolle.

Doch irgendeine Verminderung in irgendeinem dieser Bereiche [Menge der verwendeten Rohstoffe, emittierte Menge an Giftmüll etc.] beendet weder die Erschöpfung von Rohstoffquellen noch die Zerstörung der Umwelt – sie sorgt lediglich dafür, dass diese Prozesse verlangsamt und hinausgezögert werden.

(BRAUNGART UND McDONOUGH 2005: 78)

Die zweite Strategie ist das Wiederverwenden. Als Beispiel wird von BRAUNGART UND McDONOUGH (2005: 80) das Beispiel Klärschlamm angeführt. Klärschlamm wird in einigen Entwicklungsländern als Tierfutter verwendet. Problematisch ist dabei, dass der Klärschlamm Chemikalien enthält, die für Tiere gesundheitsschädlich sind. Auch das Wiederverwenden von Klärschlamm als Kunstdünger ist nicht ohne Gefahr, da er hormonell wirksame Substanzen und Antibiotika enthalten kann, darunter auch Bisphenol A (GEHRING 2004; LEISEWITZ UND SCHWARZ 1997).

Mit der dritten Strategie, dem Verwerten, ist der Recycling-Prozess gemeint. Jedoch findet in der Regel ein Downcycling, also eine Verminderung der Material-Qualität, statt. Beispiel sind Kunststoffe, die im Verwertungsprozess mit anderen Kunststoffen vermischt werden. Ergebnis sind Kunststoff-Hybride mit geringerer Qualität. Damit entsteht ein Verlust an Material und Wert. Neben diesen Verlusten kann Downcycling auch zu einer Verschmutzung der Umwelt führen, „da downgecycelte Materialien aller Art nicht so hart sind wie ihre Vorgänger, fügt man oft mehr Chemikalien hinzu, um sie wieder wertvoll zu machen. [...] Als Ergebnis kann der downgecycelte Kunststoff mehr Zusatzstoffe enthalten als der Neukunststoff.“ (BRAUNGART UND McDONOUGH 2005: 82).

Die vierte Strategie ist das Regulieren. Durch Gesetze und Verordnungen werden Abfall- und Verschmutzungsströme reguliert, aber dabei bleiben die Ursachen der Umweltverschmutzung unberücksichtigt. BRAUNGART UND McDONOUGH (2005) führen aus, dass Grenzwerte in Verordnungen großen Einfluss auf die Hersteller der Produkte ausüben. Die Folge sind oft einheitliche „Grenzwertlösungen“, aber keine kreativen Ansätze zur Problemlösung, da keine Änderungen am Design der Produkte verlangt werden und der Handel keine Initiative ergreift. Es besteht die Gefahr, dass durch Regulierungen, insbesondere durch Setzen von Grenzwerten, Umweltschutz und Industrie gegeneinander ausgespielt werden.

Wenn man diese vier Strategien der Öko-Effizienz betrachtet, so führt keine zu einem Erfolg, der den Grundsätzen der Nachhaltigkeit entspricht.

Öko-Effizienz ist von außen betrachtet ein ausgezeichnetes, ja wirklich vortreffliches Konzept, jedoch keine Strategie für langfristigen Erfolg, weil es nicht tief genug reicht. Es weist nicht über die Grenzen des Systems hinaus, das das Problem überhaupt erst verursacht hat, und vermag lediglich, die problematischen Prozesse mit Hilfe moralischer Verbote und Strafmaßnahmen hinauszuzögern. Es bietet kaum mehr als die Illusion von Wandel.

(BRAUNGART UND McDONOUGH 2005: 86)

Auch die in Deutschland oft angewandte *End-of-Pipe*-Technik wird nicht als wirksamer Umweltschutz angesehen. Die Deutschen seien lange Zeit der Auffassung gewesen, im Umweltschutz Weltspitze zu sein. Nach BRAUNGART UND McDONOUGH (2005: 13) jedoch stagniert der Umweltschutz in Deutschland seit über 15 Jahren: Umweltschutz wird als „Verringerung von Zerstörung durch ‚End of Pipe-Technik‘ begriffen“. Die *End-of-Pipe*-Technik kann zur Strategie „Vermindern“ gezählt werden.

LAMMEL *et al.* (2007: 136) greifen diese Sichtweise auf. Ihrer Meinung nach fehlen Suffizienzstrategien. So werde es weiter Umweltprobleme geben, provoziert durch Eingriffe des Menschen in die Stoffhaushalte, die nicht durch die Umweltschutztechnik gelöst werden. Ihre Argumentation ist, dass „die Effekte von end-of-the-pipe-Technologien und Effizienzgewinnen (etwa: Dreiliterauto) durch steigende Nachfragen in Industrie-

und Schwellenländern überkompensiert werden“. Sie konstatieren, dass Suffizienzstrategien nicht greifen bzw. fehlen und daher gar nicht angewandt werden können.

Als Alternative zu den vier aufgeführten Strategien der Öko-Effizienz wird von Michael Braungart und William McDonough die Öko-Effektivität postuliert. Produkte, die entweder als biologische Nährstoffe in biologische Kreisläufe zurückgeführt oder als „technische Nährstoffe“ kontinuierlich in technischen Kreisläufen gehalten werden können, werden als öko-effektiv bezeichnet.

Damit wird die Herausforderung formuliert, kreative (Design-)Lösungen für Produkte zu entwerfen und bisherige Produktionsprozesse neu auszurichten.

Ordnet man die Handlungsstrategien der Akteure im Projekt INTAFERE den vier Strategien der Öko-Effizienz bzw. der Öko-Effektivität zu, so zeigt sich, dass am häufigsten die Strategien „Vermindern“ und „Regulieren“ vorkommen. Von einigen Akteuren werden auch Handlungsstrategien genannt, die der Öko-Effektivität zugeordnet werden können.

Die Strategien „Wiederverwenden“ und „Verwerten“ werden von den Akteuren nicht genannt. Dies kann damit erklärt werden, dass der Fokus der Expertengespräche auf dem Eintrag von MOF in Oberflächengewässer und nicht auf der Wiederverwendung bzw. Recycling-Prozessen der MOF lag.

In den nächsten Abschnitten werden die dominanten Handlungsstrategien der einzelnen Akteure den oben vorgestellten Strategien zugeordnet.

Der Akteur Obere Wasserbehörde verfolgt hauptsächlich die Strategie „Regulieren“. Die Obere Wasserbehörde ist der Meinung, dass der entscheidende Faktor im System MOF in Fließgewässern die Entscheidung der EU, MOF in Form von Richtlinien zu regulieren ist. Die Richtlinien sollten einen Grenzwert für die einzelnen MOF enthalten bzw. vom deutschen Staat auf Grund der Richtlinien festgelegt werden. Bei den Grenzwerten kann es sich allerdings nur um Emissions-Grenzwerte handeln, also stoffbezogene Grenzwerte für die Einleitungen industrieller Abwässer und die Einleitungen des geklärten Wassers aus Kläranlagen in die Gewässer (siehe Ergebnisse 5.2.2 auf Seite 78).

Das UBA sieht als zentralen Faktor die Konzentration von MOF im Trinkwasser an. Für diesen Faktor ist die MOF-Konzentration in Oberflächengewässern und die Installation von naturfernen Trinkwasseraufbereitungsverfahren (wie Chlorung oder der Einsatz von Aktivkohle) des Akteurs „Wasserversorger“ relevant. Vom UBA wird also die Strategie „Vermindern“ verfolgt (siehe Ergebnisse 5.2.3 auf Seite 85).

Es sind aber auch Ansätze der Öko-Effektivität beim UBA festzustellen, in Kombination mit *End-of-Pipe*-Technik, die allerdings skeptisch bewertet wird:

Angesichts der zunehmenden Belastung von Oberflächengewässern durch MOF folgt [...], dass das wünschenswerte Leitbild einer Schließung regionaler Wasserkreisläufe perspektivisch nur umgesetzt werden kann, wenn eine entsprechende technische Aufbereitung des Rohwassers erfolgt. [...] Wenn MOF in unerwünscht hoher Konzentration im Rohwasser auftreten, können sie im Prinzip durch entsprechende Aufbereitungstechniken entfernt werden. Beispielsweise können MOF bei der Trinkwasseraufbereitung durch Ozonung (bzw. Chlorung) abgebaut und durch Aktivkohle zurückgehalten werden. Bei dieser Aufbereitung können jedoch Metaboliten entstehen, die nicht durch Aktivkohle zurückgehalten werden können. (Interview Dieter, Zeile 55ff.)

Schließlich werden vom UBA auch die Ersatzstoffe als Lösungsstrategie gesehen, allerdings wird der „Gesellschaft“ überlassen, höhere Preise dafür zu bezahlen oder das Risiko der bestehenden Stoffe zu akzeptieren:

[Ersatzstoffe] hat man doch schon. Wenn die teurer sind, dann muss die Gesellschaft das eben bezahlen oder sie muss sagen, wir akzeptieren das Risiko, das davon ausgeht. Das muss aber dann offen gesagt werden. Zurzeit geschieht das nicht, da

wird einfach gehandelt, das ist nicht richtig. Wenn die Gesellschaft nicht zu zahlen bereit ist, für die besseren Stoffe, dann muss sie auch letzten Endes damit leben. (Interview Dieter, Zeile 445ff.)

Die NRO sprechen sich klar gegen Grenzwerte aus und fordern statt dessen Verbote. So setzen sich WECF und Greenpeace dafür ein, dass endokrin wirkende Substanzen, wie bromierte Flammschutzmittel und Bisphenol A sowie CMR-Stoffe, das sind Substanzen, die krebserregend (*carcinogenic*), erbgutverändernd (*mutagenic*) und fortpflanzungsgefährdend (*toxic to reproduction*) wirken, verboten werden. Sie wenden sich gegen Regulierungen, die nur Grenzwerte für oben genannte Substanzen in den Umweltkompartimenten vorsehen (siehe Ergebnisse 5.2.4 auf Seite 92).

Im Gegensatz zur Oberen Wasserbehörde und dem UBA sehen die NRO die Lösung nicht in *End-of-Pipe*-Strategien wie in der Aufrüstung von Kläranlagen, da die technischen Lösungen die diffusen Einträge nicht berücksichtigen können. Weiterhin setzen die NRO auf Kooperationen mit Industrie, um gemeinsam Projekte zu initiieren:

Was wir noch recht wenig machen, wo ich noch ganz gerne hinkommen möchte, ist mit der Industrie gemeinsam, sei es Produkte zu entwickeln, die gesund sind. Oder sei es in ein Gespräch zu kommen statt sich gegenseitig zu beschuldigen. (Interview Haider, Zeile 454ff.)

Dies zielt auf die Strategie der Öko-Effektivität. Ebenso wie die Handlung, Verbraucher über die MOF zu informieren, damit die Verbraucher Druck auf den Handel ausüben können, der seinerseits Druck auf die Hersteller der Substanzen ausüben kann, um Ersatzstoffe zu entwickeln und zu verwenden, die für Mensch und Umwelt unbedenklich sind.

Neben kritischen Verbrauchern und Unternehmen wird als weiterer Akteur der Staat gesehen, der durch gesetzliche Regulierungen die Hersteller zwingen kann, Alternativen zu produzieren bzw. zu entwickeln. Eine Regulierung muss aus Sicht der NRO nicht unbedingt ein Verbot der Substanzen sein, sondern könnte z. B. auch eine Steuer auf problematische Substanzen/Produkte sein (siehe Ergebnisse 5.2.4 auf Seite 92). Also hier eine Kombination der Strategien „Regulieren“ und Öko-Effektivität.

Der Akteur Wasserversorger sieht als zentrale Handlung an, Umwelt- und verbraucherorientierte Richtlinien zu erlassen (Akteur EU). Diese Handlung wirkt über den Faktor „Grad der Regulierung“ auf die Anpassung der Kläranlagentechnik ein. Durch EU- bzw. deutschlandweit festgesetzte Grenzwerte in Kläranlagenabflüssen müssten die Kläranlagenbetreiber die Kläranlagentechnik aufrüsten. Dies führt aus Sicht der Wasserversorger zu einer erhöhten Abbaurate der Substanzen in den Kläranlagen und damit zu einer verminderten Konzentration von MOF in Oberflächengewässern (siehe Ergebnisse 5.2.5 auf Seite 102).

Eine weitere Möglichkeit der Regulierung ist für den Akteur Wasserversorger ein Verbot der Substanzen für gewässerrelevante Anwendungsbereiche. Durch solch ein Verbot würde die Produktion von MOF in der EU reduziert werden. Für Stoffe, die sich einfach vermeiden lassen wird eine Regulierung in Form eines Verbotes erwartet und für Stoffe, für die es keine Ersatzstoffe gibt, sei eine technische Lösung in Form der Aufbereitung des Trinkwassers notwendig. Vom Wasserversorger wird also eine Kombination der Strategien „Regulieren“ und „Vermindern“ vorgeschlagen.

Aus Sicht des Bisphenol A-Herstellers kann die EU über eine Regulierung der Grenzwerte den Faktor „Anpassung der Kläranlagentechnik“ beeinflussen und durch ein Verbot von Bisphenol A für bestimmte Anwendungsbereiche die Produktion von Bisphenol A in der EU verringern. Der Hersteller geht aber nicht davon aus, dass die EU Bisphenol A vollständig verbieten wird. Der Import von Produkten mit Bisphenol A aus Nicht-EU-Ländern bliebe von der Regulierung unberührt, denn es ist aus Sicht des Herstellers

kaum möglich, alle Produkte, die in die EU eingeführt werden, auf alle Inhaltsstoffe zu überprüfen (siehe Ergebnisse 5.2.6 auf Seite 113).

Der Hersteller geht davon aus, dass Bisphenol A nicht aus den Produkten entweichen kann und wenn doch, baue sich die Substanz in den Kläranlagen bzw. in der Umwelt ab. Den Kläranlagen wird eine wichtige Funktion zugewiesen: Eine verbesserte Kläranlagentechnik verringert aus Industrie-Sicht die Konzentration von Bisphenol A in der Umwelt und trägt so zu einem verbesserten Umweltschutz bei. Im Fokus sind also hier die Strategien „Regulieren“ und „Vermindern“.

Der Octylphenol-Hersteller sieht die Ersatzstoffproduktion als zentral an. Auf den Faktor Ersatzstoffproduktion wirkt die Erwartung „Eigene Umweltstandards setzen“ des Akteurs weiterverarbeitende Industrie ein. Laut dem Akteur setzen Markenhersteller, z. B. in der Automobilbranche, auf eigene unternehmensbezogene Standards, die auch Nachhaltigkeitsfaktoren berücksichtigen (*Integrated Product Policy*). Die Ziele der Autohersteller sind eine gutes Image, welches zunehmend auch Umwelt- bzw. Nachhaltigkeitsaspekte beinhaltet. In diesem Zusammenhang gab es bereits Nachfragen (z. B. von Ford und Daimler) für alternative Substanzen zu Nonylphenol. Es ist zu erwarten, dass es in Zukunft auch Interesse an Alternativen für Octylphenol gibt (siehe Ergebnisse 5.2.7 auf Seite 119).

Das Unternehmens-Leitbild des Octylphenol-Herstellers Sasol Germany lautet:

Wir tun alles zum Schutz von Mitarbeitern und Nachbarn unserer Werke sowie der Umwelt. Als Unterzeichner des „Responsible Care“- Programms, einer weltweiten Initiative der chemischen Industrie, wollen wir unsere Leistungen in den Bereichen Sicherheit, Gesundheits- und Umweltschutz kontinuierlich verbessern. Mit der Unterzeichnung machen wir deutlich, dass das Prinzip des „verantwortlichen Handelns“ (responsible care) für alle unsere Aktivitäten gilt. Wir stellen nur solche Erzeugnisse her, die wir sicher für Mensch und Natur produzieren, transportieren, verwenden und entsorgen können. Unser integriertes Managementsystem bietet die organisatorische Basis dafür, um diese Ziele zu erreichen und dabei immer besser zu werden. Unsere Verpflichtungen im Sinne von „Responsible Care“ haben im Zweifel Vorrang vor wirtschaftlichen Überlegungen.
(SASOL GERMANY o.J.)

Hier wird deutlich, dass die Industrie auf Angebot und Nachfrage wird reagieren müssen und eine Nachfrage nach Produkten mit Ersatzstoffen würde demzufolge zu einer vermehrten Ersatzstoffentwicklung bzw. -produktion führen. Allerdings werden auch Grenzen angesprochen, denn es kann sein, dass in absehbarer Zeit keine adäquaten Ersatzstoffen entwickelt werden können. Nach der obigen Einteilung würde diese Strategie und das Leitbild des Unternehmens der Öko-Effektivität entsprechen. Eine Einschätzung, inwieweit dies auch bereits umgesetzt wurde bzw. wird, wäre zu diskutieren.

Der TCPP-Hersteller sieht ebenfalls den Faktor Ersatzstoffproduktion als zentral an. Der Trend gehe in Richtung halogenfreier Stoffe mit geringen Emissionen und toxikologisch unbedenklichen Additiven. Entwickelt werden Substanzen mit einem höheren Molekulargewicht, die weniger gasförmige und flüssige Emissionen aufweisen sowie Stoffe, die in Kunststoffe eingebaut werden können (reaktive Flammschutzmittel) – was allerdings technisch komplizierter ist. Die neuen Produkte weisen bessere Umwelteigenschaften auf. Ihre Nachteile gegenüber den etablierten Lösungen bestehen in der Preisdifferenz, in der schwierigeren technischen Handhabung und in dem Aufwand für Genehmigungsverfahren (siehe Ergebnisse 5.2.8 auf Seite 126).

Der TCPP-Hersteller hat die Erwartung, dass die weiterverarbeitende Industrie eigene Umweltstandards setzen wird. Die Endhersteller (z. B. Automobilhersteller) seien einflussreiche „Entscheider“. Für sie spiele neben den technischen Eigenschaften, Flexibilität und Preis der verwendeten Substanzen auch das Image („Giftcocktail im Auto“)

eine wichtige Rolle. Allerdings besteht ein Grundproblem darin, dass die spezifischen Stoffeigenschaften von additiven Flammschutzmitteln zu den Zielen der *Sustainable Production* im Widerspruch stehen: Flammschutzmittel müssen schwer abbaubar und nicht hydrolyisierbar sein (siehe Ergebnisse 5.2.8 auf Seite 126).

Mit der Ersatzstoffproduktion wird die Strategie der Öko-Effektivität aufgenommen, allerdings wird deutlich, dass es keine einfachen Wege von problematischen Substanzen zu gänzlich unproblematischen gibt. Letztlich gibt es weniger problematische Substanzen, die weiterhin in der Umwelt persistent sind. Also ist dieses Vorgehen eher der Strategie „Vermindern“ zuzuordnen.

Aus Sicht des PCM-Herstellers könnte über eine freiwillige Selbstverpflichtung aller deutschen Wasch- und Reinigungsmittel-Hersteller der Verzicht auf PCM erreicht werden (siehe Ergebnisse 5.2.10 auf Seite 134)

Die PCM-weiterverarbeitende Industrie sieht zudem, dass die Verbraucher durch ihr Verhalten die Kaufmenge von Produkten mit bzw. ohne PCM aktiv steuern können. Die NRO könnten durch Aktionen und Studien die Verbraucher über Risiken aufklären und auch die Industrie beeinflussen. So war bei Henkel der Ausgangspunkt für die Einstellung der Verwendung von PCM eine Studie von NRO zum Nachweis von PCM in Muttermilch.

Aus Sicht der Industrie erhöht eine Produktion ohne PCM die Entwicklungskosten und senkt dadurch den Gewinn des Unternehmens. Bei Henkel entstanden hohe Kosten durch den Forschungsaufwand für die Entwicklung von Ersatzstoffen und die Änderungen der Rezepturen. Der Umstellungsprozess wurde parallel zur PCM-Verzichts-Entscheidung in die Wege geleitet, hat aber einige Jahre länger gedauert. PCM wurden durch verschiedene, vollkommen andere Stoffe ersetzt. Ein Problem war, dass Lösungen für ca. 70 Anwendungen mit sehr unterschiedlichen Anforderungen gefunden werden mussten.

Die erfolgte Ersatzstoffentwicklung und der Verzicht auf PCM durch das Unternehmen Henkel ist der Strategie der Öko-Effektivität zuzuordnen. Allerdings gibt es eine große Anzahl von Unternehmen, die weiterhin PCM in ihren Produkten verwenden, da PCM nicht reguliert ist.

Nach Darstellung der bevorzugten Strategien der einzelnen Akteure folgt nun die Einordnung der dominanten Strategie(n) in den vier Szenarien:

- Szenario A1 (Gesundheitsszenario) – Strategie: Öko-Effektivität (Kauf von gesundheitlich unbedenklichen Produkten durch nachhaltigkeitsorientierte Verbraucher und Entwicklung von Produkten ohne problematische Eigenschaften durch Industrie auf Druck der Verbraucher)
- Szenario B1 (Umweltszenario) – Strategien: Regulieren (strengere gesetzliche Regulierung durch novellierte Chemikalienrichtlinie REACH und überarbeitete EU-WRRL) und Öko-Effektivität (Kauf von gesundheitlich unbedenklichen Produkten durch nachhaltigkeitsorientierte Verbraucher und Entwicklung von Produkten ohne problematische Eigenschaften durch Industrie auf Druck der Verbraucher)
- Szenario A2 (Globalisierungsszenario) – Strategie(n): keine
- Szenario B2 (Technikszenario) – Strategien: Vermindern (durch Aufrüstung der Klärwerke (*End-of-Pipe*-Strategie) und Regulieren (strengere gesetzliche Regulierung durch novellierte Chemikalienrichtlinie REACH und überarbeitete EU-WRRL)

Eine Beurteilung, ob diese Strategien „richtig“ oder „falsch“ sind, kann nicht getroffen werden. Allerdings sei an dieser Stelle eine subjektive Bewertung hinsichtlich der Kategorien „hilfreich“ versus „nicht hilfreich“ gegeben. Dabei meint „hilfreich“, dass diese

Strategie zum Ziel der Reduzierung von MOF in Oberflächengewässern führt und „sehr hilfreich“, dass eine schnelle Reduzierung angenommen werden kann.

- Szenario A1 – Öko-Effektivität: durch das umwelt- und gesundheitsorientierte Verbraucherverhalten wird die Industrie gezwungen, Produkte ohne problematische Eigenschaften zu entwickeln \implies hilfreich
- Szenario B1 – Regulieren und Öko-Effektivität: durch eine starke Regulierung (Verbote und Grenzwerte) und durch das umwelt- und gesundheitsorientierte Verbraucherverhalten wird die Industrie gezwungen, Produkte ohne problematische Eigenschaften zu entwickeln \implies sehr hilfreich
- Szenario A2 – keine Strategie: \implies nicht hilfreich
- Szenario B2 – Vermindern und Regulieren: durch *End-of-Pipe*-Strategie und eine starke Regulierung geht die Konzentration von MOF zurück \implies hilfreich

Die prozentuale Veränderung der Schlüsselfaktoren Produktion, Import und Leistungsfähigkeit der Kläranlagen gegenüber dem Referenzwert (Index 100 im Jahr 2006) für alle vier Szenarien für das Jahr 2040 wurde im Kapitel Ergebnisse 5.4.6.3 auf Seite 175 dargelegt. Auch wenn die Strategien für die Szenarien gleich sind, sind die einzelnen Ergebnisse für die Faktoren Produktion und Import für die vier Substanzen Bisphenol A, Octylphenol, TCPP und PCM unterschiedlich hoch (siehe Ergebnisse 5.4.6.3 auf Seite 175).

Im folgenden Abschnitt werden die Ergebnisse hinsichtlich der Abnahme von Produktion und Import der Substanzen/Produkte mit den Substanzen sowie der steigenden Leistungsfähigkeit der Kläranlagen bewertet. Zu beachten ist dabei, dass eine steigende Leistungsfähigkeit der Kläranlagen sich nur dann positiv auf die Abnahme von MOF in Oberflächengewässern auswirkt, wenn die Substanz hauptsächlich durch Punkteinträge eingetragen und damit durch Kläranlagen eliminiert werden kann. Diffuse Einträge werden dadurch nicht erfasst.

Die Veränderungen der Schlüsselfaktoren Produktion und Import aller vier Substanzen spiegeln sehr gut wieder, dass die Strategie-Kombination von Regulieren und Öko-Effektivität im Szenario B1 (Umweltszenario) die besten Ergebnisse erbringt, wenn man die Konzentration von MOF in Oberflächengewässern schnell und stark reduzieren möchte. Danach folgen die Werte im Szenario A1 (Gesundheitsszenario), das durch die Strategie der Öko-Effektivität gekennzeichnet ist. Auch hier sind die Ergebnisse sehr positiv im Sinne einer starken Reduzierung zu beurteilen.

Im Szenario B2 (Technikszenario) werden die Strategien Vermindern und Regulieren verfolgt. Bei den Substanzen Octylphenol und TCPP können sehr gute Ergebnisse mit diesen Strategien erzielt werden. Bei den Substanzen Bisphenol A und PCM jedoch nicht. Wie kommt dieser Unterschied zu stande?

Das Technikszenario ist von einer starken Regulierung mit EU-weiten Grenzwerten für alle MOF in Fließgewässern und einem nicht nachhaltigkeitsorientierten Verbraucherverhalten geprägt. Im Szenario passiert folgendes (siehe Ergebnisse 5.4.6.8 auf Seite 182): Im Gegensatz zu Bisphenol A und PCM, die über Punkteinträge in die Kläranlagen gelangen und dort durch die verbesserte Kläranlagentechnik entfernt werden, werden in den Oberflächengewässern weiterhin Octylphenol und TCPP gefunden. Dies resultiert aus den diffusen Einträgen, die nicht über die Kläranlagen erfasst werden. Daher wird für Octylphenol und TCPP ein Verbot in gewässerrelevanten Anwendungen beschlossen und darauf aufbauend eine Importregulierung von Produkten mit Octylphenol und TCPP aus nicht EU-Ländern.

Diese genannten Formen der Regulierung haben zur Folge, dass die Produktion von Octylphenol und TCPP stark abnimmt (-86% bzw. -74%). Neben der Regulierung kommt bei Octylphenol die Erwartung „vermehrt einheitliche Formulierungen fordern“

durch die weiterverarbeitende Industrie und bei TCPP die Forderung der weiterverarbeitenden Industrie nach einheitlichen und risikoärmeren Flammschutzmitteln hinzu. Das Szenario A2 (Globalisierungsszenario), in dem nicht nachhaltigkeitsorientierte Verbraucher und eine geringe Regulierung vorherrschen, und dem keine Strategie zugeordnet werden konnte, zeigt die schlechtesten Ergebnisse. Im Falle der Substanzen Bisphenol A und TCPP steigen die Werte sogar gegenüber heute an. Im Falle der Substanzen Octylphenol und PCM sinken sie nur leicht bzw. der Import nimmt bei PCM-Produkten zu.

Erfreulich ist in allen vier Szenarien für alle vier Substanzen die Entwicklung der Leistungsfähigkeit der Kläranlagen zu beurteilen. In allen Szenarien steigt die Leistungsfähigkeit an, am stärksten im Szenario B2 (Technikszenario), in welchem die Strategien Vermindern und Regulieren verfolgt werden, und am geringsten im Szenario A2 (Globalisierungsszenario), in dem keine Strategie verfolgt wird.

Wie oben beschrieben, ist die Leistungsfähigkeit aber kein direkter Indikator für die Konzentration der MOF in Oberflächengewässern. Es kann davon ausgegangen werden, dass Bisphenol A und PCM hauptsächlich über Abwasser in die Umwelt gelangen und in den Kläranlagen zum großen Teil eliminiert werden können (EUROPEAN CHEMICALS BUREAU 2003a; HERA 2004). Bisherige Abbauraten von Bisphenol A in Kläranlagen liegen nach dem EUSES-Modell bei ca. 80 % (EUROPEAN CHEMICALS BUREAU 2003a), die von PCM bei 40 bis 100 % (HERA 2004). Octylphenol und das Flammschutzmittel TCPP gelangen auch über diffuse Einträge in die Umwelt (EUROPEAN CHEMICALS BUREAU 2008c; ENVIRONMENT AGENCY 2005).

Daher ist die Leistungsfähigkeit der Kläranlagen nur für die Substanzen Bisphenol A und PCM für die Szenarien A1 und B2 als sehr gut zu bewerten, für das Szenario B1 als zufriedenstellend und als nicht ausreichend für das Szenario A2 (siehe Ergebnisse 5.4.6.3 auf Seite 175). Für die Substanzen Octylphenol und TCPP ist die Leistungsfähigkeit der Kläranlagen aus den beschriebenen Gründen kein geeigneter Indikator für die Konzentration dieser MOF in Oberflächengewässern und kann daher nicht bewertet werden. Insgesamt decken sich die Ergebnisse der prozentualen Veränderung der Schlüsselfaktoren Produktion, Import und Leistungsfähigkeit der Kläranlagen für die vier betrachteten MOF mit den hauptsächlich verwendeten Strategien und deren Bewertung in den Szenarien.

Es wäre sicherlich interessant, die Akteure während eines Forschungsprojektes über die vier Strategien der Öko-Effizienz und der Öko-Effektivität zu informieren und ihre Einschätzung zu erfragen, wie sie ihre eigenen Handlungen sowie die Handlungen der anderen Akteure einordnen. Diese Befragung sollte zu Beginn und am Ende des Projektes durchgeführt und evaluiert werden. Es ist hervorzuheben, dass durch die Reflexion der eigenen und fremden Handlungsoptionen ein Beitrag zum „Sozialen Lernen“ geleistet werden kann (siehe Abschnitt 6.4 auf Seite 194).

Kapitel 7

Fazit und Ausblick

Wir sind manchmal viel zu sehr geneigt
zu glauben, dass die gegenwärtigen
Voraussetzungen für einen Stand der
Dinge die einzig möglichen seien.

MARCEL PROUST

In dieser Arbeit wurde mit der semi-quantitativen aktorsbasierten Modellierung eine Methodik vorgestellt, die in transdisziplinären Forschungen eingesetzt werden kann. Mit Hilfe der aktorsbasierten Modellierung kann das Verständnis von Mensch-Umwelt-Systemen verbessert werden, indem Handlungsmöglichkeiten identifiziert und ihre Auswirkungen modelliert und diskutiert werden können.

Es wurde gezeigt, dass aktorspezifische Problemvorstellungen durch Expertengespräche erhoben und in Form von Wahrnehmungsgraphen dargestellt werden können. In einem partizipativen Prozess können qualitative Szenarien entwickelt werden, die zusammen mit den semi-quantitativen Wahrnehmungsgraphen in einer sequentiellen Modellierung weiterverarbeitet werden. In diesem transparenten und logischen Prozess werden Handlungsentscheidungen für verschiedene Szenarien modelliert. Ergebnis sind Änderungen von relevanten Variablen in Form von Index-Werten, die Eingang in quantitative (physiogeographische) Modelle finden können.

Die im Forschungsprojekt INTAFERE mit der aktorsbasierten Modellierung ermittelten Szenarien und Modellierungsergebnisse wurden von den beteiligten Stakeholdern als plausibel bewertet. Die Erfahrungen im Projekt INTAFERE lassen den Schluss zu, dass die aktorsbasierte Modellierung ein angemessenes Verfahren ist, wenn das zu untersuchende Problemfeld die folgenden Eigenschaften aufweist: das (quantitative) Wissen im Problemfeld ist niedrig und das Problemmanagement erfordert die Mitarbeit der verschiedenen gesellschaftlichen Akteure mit ihren unterschiedlichen Problemvorstellungen (einschließlich ihrer Werte und Ziele).

Um ökologisch-gesellschaftlich relevante Entscheidungen sowie Lösungs- und Managementstrategien für Umweltprobleme zu unterstützen, ist es sinnvoll, einflussreiche Akteure und ihre Handlungsoptionen zu analysieren. Die aktorsbasierte Modellierung mit DANA bildet die Vorstellungen (einschließlich der Ziele) der Akteure in einem Problemfeld transparent ab und fördert das Systemverständnis der Stakeholder, der Wissenschaftler und Entscheidungsträger, insbesondere durch die Modellierung der Handlungsentscheidungen und ihrer Auswirkungen auf ausgewählte Variablen.

Betrachtet man die Methodik der aktorsbasierten Modellierung mit ihren drei Einzelschritten Akteursmodellierung, partizipative Szenarienentwicklung und sequentielle Modellierung von Handlungsentscheidungen, so kann man die Methodik als Ganzes für Fragestellungen im Bereich der transdisziplinären (Umwelt-)Forschung nutzen. Da die aktorsbasierte Modellierung eine datenbasierte und transparente Methode ist, ist sie für das Analysieren und Quantifizieren der menschlichen/gesellschaftlichen Systemkomponente für Umweltmodelle geeignet. Als Beispiel dafür möge die Anwendung der aktorsbasierten Modellierung im Projekt INTAFERE dienen.

Eine weitere Nutzungsmöglichkeit besteht darin, die Einzelschritte Akteursmodellierung und partizipative Szenarienentwicklung als jeweils eigenständige Methode zu verwenden. Der dritte methodische Schritt, die Modellierung von Handlungsentscheidungen, kann nicht als eigenständige Methode verwendet werden, da er die anderen beiden methodischen Schritte voraussetzt.

Mögliche Anwendungsfelder für die Methodik als Ganzes bzw. die Akteursmodellierung und partizipative Szenarienentwicklung als eigenständige Methoden können nach den Bereichen Forschung, Praxis und (Hochschul-)Lehre untergliedert werden.

Im Bereich der (universitären) Forschung bieten sich Problem- und Fragestellungen an, die in den Mensch-Umweltwissenschaften, wie der Geographie und der Humanökologie, behandelt werden. Es ist sicherlich eine methodische Herausforderung, Handlungsstrategien und Akteurssichtweisen aus systemtheoretischer Sicht mit DANA zu visualisieren und dabei den „Blinden Fleck“ sichtbar zu machen.

Weiterhin bieten sich Fragestellungen an, die sich mit der Modellierung von Feedbackschleifen und Unsicherheiten befassen, z. B. Entscheidungen unter Unsicherheit. Hier befindet sich im methodischen Schritt der sequentiellen Modellierung von Handlungen und Faktoren noch Forschungsbedarf, insbesondere in der Umsetzung und Validierung von Rückkopplungen.

Wichtig wäre es, den Lernprozess der Stakeholder zu dokumentieren und zu evaluieren, indem die *mental models* und das Systemverständnis der einzelnen Akteure zu Beginn des Prozesses in Form von Wahrnehmungsgraph festgehalten werden. Während des Forschungs- und Lernprozesses könnten die Veränderungen der *mental models* und des Systemverständnisses mit DANA dokumentiert und am Ende mit den Stakeholdern evaluiert werden. Interessante Punkte sind in diesem Kontext die veränderten Ansichten der anderen Akteure und veränderte Einschätzungen der Wirkungen von Handlungen. Für die Verwendung in der Praxis kann die Akteursmodellierung und die partizipative Szenarienentwicklung eine Unterstützung in strittigen und komplexen Planungsverfahren der Stadtplanung wie der Regionalplanung sein. Bei vielen beteiligten Akteuren, die unterschiedliche Interessen vertreten, ist es sinnvoll die Wahrnehmungen und Interessen sowie die möglichen Handlungsoptionen zu visualisieren, dafür bietet sich DANA und die Methode der Akteursmodellierung an. Besonders interessant sind in diesem Zusammenhang die Analysetools von DANA, wie die Analyse von Handlungs- und Zielkonflikten.

Sowohl die partizipative Szenarienentwicklung als auch die Akteursmodellierung können in Moderations- und in Mediationsverfahren als Elemente eingesetzt werden und die Beteiligten darin unterstützen, eine gemeinsame Lösung für ihr Problem bzw. ihren Konflikt zu finden.

Im dritten Bereich, der (Hochschul-)Lehre, kann insbesondere die Akteursmodellierung eingesetzt werden. Denkbar sind Studienprojekte oder Seminare, in denen ein Mensch-Umweltproblem behandelt und auf verschiedenen Wegen analysiert wird. Die Studierenden könnten beispielsweise Interviews führen und die Gesprächsergebnisse in Form von Wahrnehmungsgraphen in DANA visualisieren. Es ist dabei sowohl Einzelarbeit als auch Kleingruppenarbeit möglich. Am Ende sollten die Ergebnisse verglichen und kritisch reflektiert werden.

Im Wintersemester 2010/2011 wird die Verfasserin zusammen mit Dipl.-Geographin Corinna Berger am Geographischen Institut der Ruhr-Universität Bochum ein Seminar zum Thema Freiflächenentwicklung in Kooperation mit der Stadt Bochum durchführen. Inhaltlich werden die Bachelor-Studierenden sich mit einem realen Freiflächenentwicklungsprojekt auseinandersetzen, in dem verschiedene Akteure eingebunden sind. Methodisch werden die Studierenden – aufgeteilt in drei Kleingruppen – eine quantitative, eine qualitative und eine semi-quantitative Methode eigenständig vorbereiten, durchführen und dokumentieren.

Im Rahmen der semi-quantitativen Methode wird eine Kleingruppe Interessen und Handlungsmöglichkeiten der Akteure erheben und in Wahrnehmungsgraphen in DANA umsetzen. Von Vorteil ist, dass mit der vorliegenden Arbeit eine ausführliche Anleitung des Programmes DANA zur Verfügung steht und dass DANA eine frei verfügbare Software ist, die die Studierenden kostenlos nutzen können.

In dieser Lehrveranstaltung wird „forschendes Lernen“ im Mittelpunkt stehen. Ein positiver Aspekt ist dabei, dass die Methode der Akteursmodellierung mit der Erstellung von Wahrnehmungsgraphen keine etablierte Lehrbuchmethode ist, sondern in einem Forschungs- und Lernprozess entstanden ist, der immer noch andauert.

Literaturverzeichnis

- Aggarwal, A. (2000): *Web-based learning and teaching technologies. Opportunities and challenges*. Hershey: Idea Group.
- Ahel, M.; Giger, W. und Koch, M. (1994): Behaviour of alkylphenol polyethoxylate surfactants in the aquatic environment. I. Occurrence and transformation in sewage treatment. In: *Water Resources Management* 28: 1131–1142.
- Ahel, M.; Molnar, E.; Ibric, S. und Giger, W. (2000): Detection of endocrine disruptors – estrogenic metabolites of alkylphenol polyethoxylates in secondary sewage effluents and rivers. In: *Water Science and Technology* 42 (7-8): 15–22.
- Allas, T. und Georgiades, N. (2001): New tools for negotiators. A few simple ideas make it possible to construct powerful strategies for even the most complex deals. In: *McKinsey Quarterly* 18 (2): 86–97.
- Antunes, P.; Santos, R. und Videira, N. (2006): Participatory decision making for sustainable development – the use of mediated modelling techniques. In: *Land Use Policy* 23 (1): 44–52.
- Arpe, H.-J. (2007): *Industrielle organische Chemie. Bedeutende Vor- und Zwischenprodukte*. 6., vollständig überarbeitete Auflage. Weinheim: Wiley-VCH.
- van Asselt, M. B. und Rijkens-Klomp, N. (2002): A look in the mirror: reflection on participation in Integrated Assessment from a methodological perspective. In: *Global Environmental Change* 12 (3): 167–184.
- Axelrod, R. (Hg.) (1976): *Structure of Decision: The Cognitive Maps of Political Elites*. Princeton: Princeton University Press.
- Axelrod, R. (1997): *The Complexity of Cooperation. Agent-Based Models of Competition and Collaboration*. Princeton: Princeton University Press.
- Axelrod, R. (2003): Advancing the Art of Simulation in the Social Sciences. In: *Japanese Journal for Management Information System* 12 (2): 16–22.
- Axtell, R. (2000): Why Agents? On the Varied Motivations for Agent Computing in the Social Sciences. Center on Social and Economic Dynamics. Nr. 17 in Dynamics Working Paper, Washington D.C. URL <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.90.9253&rep=rep1&type=pdf> – zuletzt geprüft am: 20.03.2010.
- Bailey, P.; Gough, C.; Chadwick, M. und McGranahan, G. (1996): *Methods for Integrated Environmental Assessment: Research directions for the European Union*. Stockholm: Stockholm Environment Institute.
- Bazzani, G. M.; Di Pasquale, S.; Gallerani, V.; Morganti, S.; Raggi, M. und Viaggi, D. (2005): The sustainability of irrigated agricultural systems under the Water Framework Directive: first results. In: *Environmental Modelling & Software* 20 (2): 165–175.
- Becker, E. und Jahn, T. (2006a): Einleitung. In: Becker, E. und Jahn, T. (Hg.) *Soziale Ökologie. Grundzüge einer Wissenschaft von den gesellschaftlichen Naturverhältnissen*. Frankfurt am Main: Campus, 11–26.

- Becker, E. und Jahn, T. (Hg.) (2006b): *Soziale Ökologie. Grundzüge einer Wissenschaft von den gesellschaftlichen Naturverhältnissen*. Frankfurt am Main: Campus.
- Becker, K.; Kaus, S.; Seifert, M.; Heidrich, F.; Roskamp, E.; Schulz, C.; Schlüter, C. und Seifert, B. (2004): Umwelt-Survey 1998. Band V: Hausstaub. Stoffgehalte im Hausstaub aus Haushalten der Bevölkerung in Deutschland. Umweltbundesamt. Nr. 05/04 in WaBoLu-Hefte, Berlin. URL <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-1/2786.pdf> – zuletzt geprüft am: 20.03.2010.
- Bendahan, S.; Camponovo, G. und Pigneur, Y. (2004): Multi-Issue Actor Analysis: Tools and Models for Assessing Technology Environments. In: *Journal of Decision Systems* 13 (2): 223–253.
- Berghaus, M. (2004): *Luhmann leicht gemacht. Eine Einführung in die Systemtheorie*. 2., überarbeitete und ergänzte Auflage. Köln: Böhlau.
- BfR (2007): REACH: Die neue Chemikalienpolitik in Europa. URL http://www.bfr.bund.de/cm/238/reach_die_neue_chemikalienpolitik_in_europa.pdf – zuletzt geprüft am: 30.03.2010.
- Billari, F. C.; Fent, T.; Prskawetz, A. und Scheffran, J. (Hg.) (2006): *Agent-Based Computational Modelling. Applications in Demography, Social, Economic and Environmental Sciences*. Heidelberg: Physica-Verlag.
- Binder, C. R. (2007): From material flow analysis to material flow management Part I: social sciences modelling approaches coupled to MFA. In: *Journal of Cleaner Production* 15 (17): 1596–1604.
- Böhm, E.; Hillenbrand, T. und Marscheider-Weidemann, F. (2002): Ermittlung der Quellen für die prioritären Stoffe nach Artikel 16 der Wasserrahmenrichtlinie und Abschätzung ihrer Eintragsmengen in die Gewässer in Deutschland. Umweltbundesamt. Nr. 68/02 in UBA-Texte, Berlin. URL <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-1/2243.pdf> – zuletzt geprüft am: 30.03.2010.
- Bolz, U.; Hagenmaier H. und Körner, W. (2001): Phenolic xenoestrogens in surface water, sediments, and sewage sludge from Baden-Württemberg, south-west Germany. In: *Environmental Pollution* 115: 291–302.
- Bonabeau, E. (2002): Agent-based modeling: Methods and techniques for simulating human systems. In: *Proceedings of the National Academy of Sciences* 99: 7280–7287.
- Bood, R. und Postma, T. (1997): Strategic learning with scenarios. In: *European Management Journal* 15 (6): 633–647.
- Bots, P. W. G. (2007): Analysis of multi-actor policy contexts using perception graphs. In: Lin, T. Y. (Hg.) *Proceedings of the International Conference on Intelligent Agent Technologies (IAT 2007)*. IEEE Computer Society Press, 160–167. URL <http://dx.doi.org/10.1109/IAT.2007.31>.
- Bots, P. W. G.; van Twist, M. J. W. und van Duin, R. J. H. (1999): Designing a Power Tool for Policy Analysts: Dynamic Actor Network Analysis. In: Nunamaker, S. F. und Sprague, R. H. (Hg.) *Proceedings of the 32nd Hawaii International Conference on System Sciences*, Bd. 6. 6029.
- Bots, P. W. G.; van Twist, M. J. W. und van Duin, R. J. H. (2000): Automatic Pattern Detection in Stakeholder Networks. In: Nunamaker, S. F. und Sprague, R. H. (Hg.) *Proceedings of the 33rd Hawaii International Conference on System Sciences*, Bd. 2. 2016.
- Brandes, U.; Kenis, P.; Raab, J.; Schneider, V. und Wagner, D. (1999): Explorations into the Visualization of Policy Networks. In: *Journal of Theoretical Politics* 11 (1): 75–106. URL [doi:10.1177/0951692899011001004](https://doi.org/10.1177/0951692899011001004).

- Braungart, M. und McDonough, W. (2005): *Einfach intelligent produzieren. Cradle to cradle: Die Natur zeigt, wie wir die Dinge besser machen können*. 2. Auflage. Berlin: Berliner Taschenbuch Verlag.
- Brown, J. und Isaacs, D. (2007): *Das World Cafe. Kreative Zukunftsgestaltung in Organisationen und Gesellschaft*. Heidelberg: Carl-Auer.
- Bryson, J. M. (2004): What to Do When Stakeholders Matter. Stakeholder Identification and Analysis Techniques. In: *Public Management Review* 6 (1): 21–53.
- Burger, P. (2005): Die Crux mit dem Zielwissen. Erkenntnisziele in transdisziplinärer Nachhaltigkeitsforschung und deren methodologische Implikationen. In: *Technikfolgenabschätzung - Theorie und Praxis* 14 (2): 50–56.
- Carmichael, J.; Tansey, J. und Robinson, J. (2004): An integrated assessment modeling tool. In: *Global Environmental Change* 14: 171–183.
- Castelletti, A. und Soncini-Sessa, R. (2007): Bayesian Networks and participatory modelling in water resource management. In: *Environmental Modelling & Software* 22 (8): 1075–1088.
- Chaib-Draab, B. und Desharnais, J. (1998): A relational model of cognitive maps. In: *International Journal of Human-Computer Studies* 49 (2): 181–200.
- Cummings, S. und van Zee, A. (2005): Communities of practice and networks: reviewing two perspectives on social learning. In: *Knowledge Management for Development Journal* 1 (1): 8–22.
- Daughton, C. G. (2004): Groundwater Recharge and Chemical Contaminants: Challenges in Communicating the Connections and Collisions of Two Disparate Worlds. In: *Ground Water Monitoring & Remediation* 24 (2): 127–138.
- Dehnhardt, A. und Petschow, U. (2001): BMBF-Projekt „Rückgewinnung von Retentionsflächen und Altauenreaktivierung an der Mittleren Elbe in Sachsen-Anhalt“. Teilprojekt 3: Sozioökonomie. Berlin. URL http://elise.bafg.de/servlet/is/3939/TP_3_Soziooekonomie.pdf – zuletzt geprüft am: 30.03.2010.
- Di Benedetto, P.; Döll, C.; Düffel, R.; Heß, M.; Keil, F.; Liehr, S.; Quednow, K. und Stieß, I. (2008): Integrierte Analyse von mobilen, organischen Fremdstoffen. Abschlussbericht des Forschungsprojekts INTAFERE für den Zeitraum 1. Januar 2005 bis 31. Dezember 2007. Frankfurt am Main.
- Diekmann, A. (2002): *Empirische Sozialforschung. Grundlagen, Methoden, Anwendungen, rowohlts enzyklopädie*, Bd. 55551. 8. Auflage. Reinbeck bei Hamburg: Rowohlt.
- Döll, C. und Döll, P. (2008): Modellierung der Problemwahrnehmungen und Handlungen von Akteuren im Problemfeld „Mobile, organische Fremdstoffe in Gewässern“. In: Koch, A. und Mandel, P. (Hg.) *Modellierung und Simulation komplexer geographischer Systeme, Salzburger Geographische Arbeiten*, Bd. 43. Salzburg.
- Döll, P. und Krol, M. (2002): Integrated scenarios of regional development in two semi-arid states of Northeastern Brazil. In: *Integrated Assessment* 3 (4): 308–320.
- Eawag (o. J.): Projekt SEA - Beobachtung des Stoffwechsels der Anthroposphäre im Einzugsgebiet ausgewählter Abwasserreinigungsanlagen. Stoffdatenblatt HHCB und AHTN. URL http://www.sea.eawag.ch/inhalt/sites/stoffe/pdf/PMV_d.pdf – zuletzt geprüft am: 30.03.2010.
- Eden, C. (2004): Analyzing cognitive maps to help structure issues or problems. In: *European Journal of Operational Research* 159 (3): 673–686.
- EFRA (2006): European Flame Retardants Association. About us. URL <http://www.cefic-efra.com/content/Default.asp?PageID=104> – zuletzt geprüft am: 30.03.2010.

- Eisenführ, F. und Weber, M. (1994): *Rationales Entscheiden*. 2. Auflage. Berlin: Springer.
- Environment Agency (2005): Environmental Risk Evaluation Report: 4-tert-Octylphenol. URL <http://publications.environment-agency.gov.uk/pdf/SCH00405BIYZ-e-e.pdf> – zuletzt geprüft am: 20.03.2010.
- Epstein, J. M. (1999): Agent-Based Computational Models And Generative Social Science. In: *Complexity* 4 (5): 41–60.
- Ernst, A. M. (2002): Modellierung der Trinkwassernutzung bei globalen Umweltveränderungen. In: *Umweltpsychologie* 6 (1): 62–76.
- Espejo, R.; Valter, K.; Simona, M.; Janin, Y. und Arrizabalaga, P. (2002): Determination of nineteen 4-alkylphenol endocrine disrupters in Geneva municipal sewage wastewater. In: *Journal of Chromatography* (976): 335–344.
- European Chemicals Bureau (2002): 4-Nonylphenol (branched) and Nonylphenol European Union Risk Assessment Report. Luxembourg. URL http://ecb.jrc.it/DOCUMENTS/Existing-Chemicals/RISK_ASSESSMENT/REPORT/4-nonylphenol_nonylphenolreport017.pdf.
- European Chemicals Bureau (2003a): 4,4'-Isopropylidenebisphenol (Bisphenol-A). European Union Risk Assessment Report. Luxembourg. URL http://ecb.jrc.it/Documents/Existing-Chemicals/RISK_ASSESSMENT/REPORT/bisphenolareport325.pdf – zuletzt geprüft am: 30.03.2010.
- European Chemicals Bureau (2003b): Technical Guidance Document on Risk Assessment. 2. Auflage. Ispra. URL <http://ecb.jrc.ec.europa.eu/tgd/> – zuletzt geprüft am: 30.03.2010.
- European Chemicals Bureau (2008a): European Union Risk Assessment Report AHTN. Luxembourg. URL http://ecb.jrc.ec.europa.eu/DOCUMENTS/Existing-Chemicals/RISK_ASSESSMENT/REPORT/ahtnreport418.pdf – zuletzt geprüft am: 30.03.2010.
- European Chemicals Bureau (2008b): European Union Risk Assessment Report HHCB. URL http://ecb.jrc.ec.europa.eu/documents/Existing-Chemicals/RISK_ASSESSMENT/REPORT/hhcbreport414.pdf – zuletzt geprüft am: 30.03.2010.
- European Chemicals Bureau (2008c): European Union Risk Assessment Report Tris(2-chloro-1-methylethyl) phosphate (TCPP). URL http://ecb.jrc.ec.europa.eu/DOCUMENTS/Existing-Chemicals/RISK_ASSESSMENT/REPORT/tcppreport425.pdf – zuletzt geprüft am: 30.03.2010.
- European Environment Agency (1998): Chemicals in the European Environment: Low Doses, High Stakes? The EEA and UNEP Annual Message 2 on the State of Europe's Environment. Copenhagen. URL http://www.unep.ch/roe/publications/assessment/02_chemicals.pdf – zuletzt geprüft am: 30.03.2010.
- European Environment Agency (2001a): Environmental Signals 2001. Copenhagen. URL <http://www.eea.europa.eu/publications/signals-2001/signals2001> – zuletzt geprüft am: 30.03.2010.
- European Environment Agency (2001b): Global International Water Assessment. Copenhagen.
- Faraway, J. J. (2005): *Linear Models with R, Texts in Statistical Science*, Bd. 63. Boca Raton: Chapman & Hall/CRC.
- Flick, U. (1999): *Qualitative Forschung. Theorie, Methoden, Anwendung in Psychologie und Sozialwissenschaften, rowohlt's enzyklopädie*, Bd. 55546. 4. Auflage. Reinbeck bei Hamburg: Rowohlt.
- von Foerster, H. (2008): *Wahrheit ist die Erfindung eines Lügners. Gespräche für Skeptiker*. 8. Auflage. Heidelberg: Carl-Auer-Systeme-Verlag.

- Föllmann, W. und Wober, J. (2006): Investigation of cytotoxic, genotoxic, mutagenic, and estrogenic effects of the flame retardants tris-(2-chloroethyl)-phosphate (TCEP) and tris-(2-chloropropyl)-phosphate (TCPP) in vitro. In: *Toxicology Letters* 161 (2): 124–134.
- Freeman, R. E. (1984): *Strategic Management: A Stakeholder Approach*. Boston: Pitman.
- Fries, E. und Püttmann, W. (2003): Occurrence and behaviour of 4-nonylphenol in river water of Germany. In: *Journal of Environmental Monitoring* 5: 598–603. URL doi:10.1039/b302229n.
- Gehring, M. (2004): *Verhalten der endokrin wirksamen Substanz Bisphenol A bei der kommunalen Abwasserentsorgung, Beiträge zu Abfallwirtschaft und Altlasten*, Bd. 34. Pirna: Forum für Abfallwirtschaft und Altlasten.
- Gies, A. (2007): Problems in assessing low dose effects of endocrine disrupters. In: Nicolopoulou-Stamati, P. (Hg.) *Reproductive Health and the Environment*. Berlin: Springer, 283–296.
- Glaserfeld, E. v. (1992): *Wissen, Sprache und Wirklichkeit. Arbeiten zum radikalen Konstruktivismus, Wissenschaftstheorie, Wissenschaft und Philosophie*, Bd. 24. Braunschweig: Vieweg.
- Glaserfeld, E. v. (2005): *Radikaler Konstruktivismus. Ideen, Ergebnisse, Probleme, Suhrkamp-Taschenbuch Wissenschaft*, Bd. 1326. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Gough, C.; Castells, N. und Funtowicz, S. (1998): Integrated Assessment: an emerging methodology for complex issues. In: *Environmental Modeling and Assessment* 3 (1,2): 19–29.
- Gray, G. M.; Cohen, J. T.; Cunha, G.; Hughes, C.; McConnell, E. E.; Rhomberg, L.; Sipes, I. G. und Mattison, D. (2004): Weight of the Evidence Evaluation of Low-Dose Reproductive and Developmental Effects of Bisphenol A. In: *Human and Ecological Risk Assessment* 10: 875–921.
- Greenpeace (2007): Fragen & Antworten zu Greenpeace. URL http://www.greenpeace.de/themen/sonstige_themen/nachrichten/artikel/fragen_antworten_zu_greenpeace/ – zuletzt geprüft am: 01.03.2010.
- Greenpeace (2009): About Greenpeace. URL <http://www.greenpeace.org/international/about> – zuletzt geprüft am: 01.03.2010.
- Haferkorn, J. (2001): Schlussbericht. Rückgewinnung von Retentionsflächen und Altanreaktivierung an der Mittleren Elbe in Sachsen-Anhalt. Halle (Saale). URL http://elise.bafg.de/servlet/is/4008/Synthesebericht_LAU_Retentionsflaechen1.pdf?command=downloadContent&filename=Synthesebericht_LAU_Retentionsflaechen1.pdf – zuletzt geprüft am: 30.03.2010.
- Hager, K.-D. (2005): APEO-Gehalt in neuen Textilien und Rohtextilien.
- Hagmann, M. (25.05.2005): Kleine Dosis, fatale Wirkung. Ist Bisphenol A giftig oder nicht? Je nach Studie und Versuchstier lautet die Antwort Ja oder Nein. In: *DIE ZEIT* 60 (Nr. 22): 33.
- Hare, M. und Deadman, P. (2004): Further towards a taxonomy of agent-based simulation models in environmental management. In: *Mathematics and Computers in Simulation* 64 (1): 25–40.
- Hare, M.; Letcher, R. A. und Jakeman, A. J. (2003): Participatory Modelling in Natural Resource Management: A Comparison of Four Case Studies. In: *Integrated Assessment* 4 (2): 62–72.
- Harris, G. (2002): Integrated assessment and modelling: an essential way of doing science. In: *Environmental Modelling & Software* 17 (3): 201–207.

- Heberer, T.; Feldmann, D.; Reddersen, K.; Altmann, H. J. und Zimmermann, T. (2002): Production of drinking water from highly contaminated surface waters: Removal of organic, inorganic, and microbial contaminants applying mobile membrane filtration units. In: *Acta hydrochimica et hydrobiologica* 30 (24-156).
- Van der Heijden, K. (1999): *Scenarios. The Art of Strategic Conversation*. Chichester: Wiley.
- Heinze, T. (1987): *Qualitative Sozialforschung. Erfahrungen, Probleme und Perspektiven*. Opladen: Westdeutscher Verlag.
- Heinze, T. (2001): *Qualitative Sozialforschung. Einführung, Methodologie und Forschungspraxis*. München: Oldenbourg.
- HERA (2004): Environmental Risk Assessment Polycyclic Musks AHTN and HHCB. HERA (Human and Environmental Risk Assessment) Project, Version 2.0. URL http://ecb.jrc.it/DOCUMENTS/Existing-Chemicals/RISK_ASSESSMENT/DRAFT/R068_0603_env.pdf.
- Hermans, L. (2004): Dynamic actor network analysis for diffuse pollution in the province of North-Holland. In: *Water Science and Technology* 49 (3): 205–212.
- Hermans, L. (2005): *Actor analysis for water resources management. Putting the promise into practice*. Delft: Eburon.
- Hessenwasser (2009a): Unternehmen - Anteilseigner. URL http://www.hessenwasser.de/unternehmen/seite_19.jsp – zuletzt geprüft am: 20.03.2010.
- Hessenwasser (2009b): Unternehmen - Aufgaben. URL http://www.hessenwasser.de/unternehmen/seite_18.jsp – zuletzt geprüft am: 20.03.2010.
- Hessenwasser (2009c): Unternehmen - Unternehmensziele. URL http://www.hessenwasser.de/unternehmen/seite_16.jsp – zuletzt geprüft am: 20.03.2010.
- Hodgson, A. M. (1992): Hexagons for systems thinking. In: *European Journal of Operational Research* 59 (1): 220–230.
- Howard, N. (1971): *Paradoxes of Rationality: Theory of Metagames and Political Behavior*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press.
- Howard, N. (1989): The manager as politician and general: the metagame approach to analysing cooperation and conflict. In: Rosenhead, J. (Hg.) *Rational analysis for a problematic world*. Chichester, England: John Wiley & Sons.
- Institut für sozial-ökologische Forschung (2004): INTAFERE - Integrierte Analyse von mobilen, organischen Fremdstoffen in Fließgewässern. Ein Forschungsprojekt im Rahmen der Fortsetzung des Forschungsverbundes „Modellierung von Mensch-Umwelt-Systemen“. Frankfurt am Main.
- Institut für sozial-ökologische Forschung (2008): Systemische Risiken in Versorgungssystemen - Strategien zum Umgang mit Arzneimittelwirkstoffen im Trinkwasser (start). Schlussbericht. Frankfurt am Main.
- INTAFERE-Projektgruppe (2006): Zukunftsszenarien zum Umgang mit mobilen, organischen Fremdstoffen. Ergebnisse des 2. Stakeholder-Workshops im Rahmen des Forschungsprojekts INTAFERE. Frankfurt am Main.
- INTAFERE-Projektgruppe (2007): Risiken durch mobile, organische Fremdstoffe: Modellierung als Instrument gemeinsamen Lernens. Ergebnisbericht des 3. Stakeholder-Workshops im Rahmen des Forschungsprojekts INTAFERE. Frankfurt am Main.
- Jaeger, C. C.; Renn, O.; Rosa, E. A. und Webler, T. (2001): *Risk, Uncertainty, and Rational Action*. London: Earthscan Publications Ltd.
- Kahane, A. (2002): Civic scenarios as a tool for societal change. In: *Strategy and Leadership* 30 (1): 32–37.

- Kastens, B. (2007): *Ermittlung von (Miss)-Erfolgsfaktoren für die Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie in Agrarintensivregionen*. Dissertation, Universität Osnabrück, Osnabrück. URL http://elib.ub.uni-osnabrueck.de/publications/diss/E-Diss783_thesis.pdf.
- Kirkpatrick, S.; Gelatt, C. D. und Vecchi, M. P. (1983): Optimization by Simulated Annealing. In: *Science* 220 (4598): 671–680. URL <http://dx.doi.org/10.1126/science.220.4598.671>.
- Kleining, G. (1982): Umriß zu einer Methodologie qualitativer Sozialforschung. In: *Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie* 34: 224–253.
- Koller, H. (1969): *Simulation und Planspieltechnik*. Wiesbaden: Gabler.
- Krinner, W.; Lallana, C.; Estrela, T.; Nixon, S.; Zabel, T.; Laffon, L.; Rees, G. und Cole, G. (1999): Sustainable Water Use in Europe. Part 1: Sectoral Use of Water. European Environment Agency. Nr. 1 in Environmental assessment report, Copenhagen. URL <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.15.724&rep=rep1&type=pdf> – zuletzt geprüft am: 20.03.2010.
- Kübler, H.-D. (1984): Rezipient oder Individuum - Beweisen oder verstehen? Fragen der Medienpädagogik an die Wirkungsforschung. In: de Haen, I. (Hg.) *Medienpädagogik & Kommunikationskultur*. Frankfurt am Main, 55–73.
- Lahl, U. und Hawxwell, K. A. (2006): REACH – The New European Chemicals Law. In: *Environmental Science & Technology* 40 (23): 7115–7121.
- Lammel, G.; Battersby, Rüdiger V.; Lorenz, W.; Schäffer, A.; Scheringer, M.; Schwarz-Schulz, B. und Tolls, J. (2007): Umweltchemie und Ökotoxikologie: Teilgebiete inter- und transdisziplinärer Umweltwissenschaft. In: *Umweltwissenschaften und Schadstoff-Forschung - Zeitschrift für Umweltchemie und Ökotoxikologie* 19 (2): 136.
- Lamnek, S. (2005): *Qualitative Sozialforschung. Lehrbuch*. 4. vollständig überarbeitete Auflage. Weinheim: Beltz - Psychologie Verlags Union.
- Leisewitz, A.; Fengler, S. und Seel, P. (2003): Orientierende Messungen gefährlicher Stoffe - Landesweite Untersuchungen auf organische Spurenverunreinigungen in hessischen Fließgewässern, Abwässern und Klärschlämmen. Zusammenfassender Abschlussbericht 1991 - 2003. Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie. Wiesbaden. URL <http://www.hlug.de/medien/wasser/gewaesserbelastung/messungen.htm> – zuletzt geprüft am: 20.03.2010.
- Leisewitz, A. und Schwarz, W. (1997): Stoffströme wichtiger endokrin wirksamer Industriechemikalien (Bisphenol A; Dibutylphthalat/Benzylbutylphthalat; Nonylphenol/Alkylphenolethoxylylate). Forschungsbericht 106 01 076 im Auftrag des Umweltbundesamtes. Frankfurt am Main. URL <http://www.oekorecherche.de/deutsch/berichte/volltext/vollEndokrin.pdf> – zuletzt geprüft am: 20.03.2010.
- Leitschuh-Fecht, H. (2006): David zu Gast bei Goliath - Stakeholderdialoge haben Konjunktur. In: Altner, G.; Leitschuh, H.; Michelsen, G.; Simonis, U. E. und von Weizäcker, E. U. (Hg.) *Jahrbuch Ökologie 2007*. München: Beck, 72–80.
- Luhmann, N. (1984): *Soziale Systeme. Grundriß einer allgemeinen Theorie*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Luhmann, N. (1992): *Die Wissenschaft der Gesellschaft*. 5. Auflage. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Luhmann, N. (2006): *Soziale Systeme. Grundriß einer allgemeinen Theorie*. 12. Auflage. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Luhmann, N. (2008): *Ökologische Kommunikation. Kann die moderne Gesellschaft sich auf ökologische Gefährdungen einstellen?* 5. Auflage. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

- Mainova (2009): Unternehmen - Mainova-Aktionäre. URL <http://www.mainova.de/uebermainova/1063.jsp> – zuletzt geprüft am: 20.03.2010.
- Maleh, C. (Hg.) (2002): *Open space in der Praxis. Erfahrungsbeispiele: Highlights und Möglichkeiten*. Beltz Weiterbildung, Weinheim: Beltz.
- Maturana, H. R. und Varela, F. J. (1991): *Der Baum der Erkenntnis. Die biologischen Wurzeln menschlichen Erkennens*. München: Goldmann.
- McKeown, B. und Thomas, D. (1988): *Q-Methodology, Quantitative Applications in the Social Sciences*, Bd. 07-066. Newbury Park, California: Sage Publications.
- Meuser, M. und Nagel, U. (1991): ExpertInneninterviews - vielfach erprobt, wenig bedacht. Ein Beitrag zur qualitativen Methodendiskussion. In: Garz, D. und Kraimer, K. (Hg.) *Qualitativ-empirische Sozialforschung. Konzepte, Methoden, Analysen*. Opladen: Westdeutscher Verlag, 441–471.
- Meuser, M. und Nagel, U. (1994): Expertenwissen und Experteninterview. In: Hitzler, R.; Honer, A. und Maeder, C. (Hg.) *Expertenwissen. Die institutionelle Kompetenz zur Konstruktion von Wirklichkeit*. Opladen: Westdeutscher Verlag, 180–192.
- Mitchell, S. (2008): *Komplexitäten. Warum wir erst anfangen, die Welt zu verstehen*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Mojtahedzadeh, M.; Andersen, D. und Richardson, G. P. (2004): Using Digest to implement the pathway participation method for detecting influential system structure. In: *System Dynamics Review* 20 (1): 1–20.
- Montibeller, G. und Belton, V. (2006): Causal maps and the evaluation of decision options: a review. In: *The Journal of the Operational Research Society* 57 (7): 779–791.
- Nakicenovic, N. und Swart, R. (2000): Special Report on Emissions Scenarios. A Special Report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press. URL http://www.grida.no/publications/other/ipcc_sr/?src=/climate/ipcc/emission/index.htm – zuletzt geprüft am: 20.03.2010.
- Neumann, J. und Morgenstern, O. (1944): *Theory of Games and Economic Behavior*. Princeton: Princeton University Press.
- Nietzel, S. (2008): Akteursanalysen mit DANA in Naturschutz und Umweltplanung. Partizipation und Kooperation in einem geplanten Naturschutzgroßprojekt im Biosphärenreservat Rhön. Diplomarbeit, Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main, Institut für Physische Geographie. Frankfurt am Main. URL http://fuldok.hs-fulda.de/volltexte/2009/31/pdf/Diplomarbeit_Susanne_Nietzel.pdf – zuletzt geprüft am: 30.03.2010.
- Oehlmann, J.; Schulte-Oehlmann, U.; Bachmann, J.; Oetken, M.; Lutz, I.; Kloas, W. und Ternes, T. A. (2006): Bisphenol A induces superfeminization in the ramshorn snail *Marisa cornuarietis* (Gastropoda: Prosobranchia) at environmentally relevant concentrations. In: *Environmental Health Perspectives* 114 (1): 127–133.
- Ogilvy, J. A. (2002): *Creating better futures. Scenario planning as a tool for a better tomorrow*. New York: Oxford University Press.
- OSPAR Commission (2004): Octylphenol. Hazardous Substances Series. URL http://www.ospar.org/documents/dbase/publications/p00173_octylphenol.pdf – zuletzt geprüft am: 30.03.2010.
- Owen, H. (2001): *Open space technology. Ein Leitfaden für die Praxis*. Stuttgart: Klett-Cotta.
- Owen, H. (2008): Open Space Konferenz: Eine transformative Praxis. In: Kersting, N. (Hg.) *Politische Beteiligung. Einführung in dialogorientierte Instrumente politischer und gesellschaftlicher Partizipation*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, 159–166.

- Pahl-Wostl, C. (2002a): Participative and Stakeholder-Based Policy Design, Evaluation and Modeling Processes. In: *Integrated Assessment* 3 (1): 3–14.
- Pahl-Wostl, C. (2002b): Towards sustainability in the water sector. The importance of human actors and processes of social learning. In: *Aquatic Sciences* 64: 394–411.
- Pahl-Wostl, C. (2004): The Implications of Complexity for Integrated Resources Management. In: Pahl-Wostl, C.; Schmidt, S. und Jakeman, T. (Hg.) *iEMSs 2004 International Congress: Complexity and Integrated Resources Management. International Environmental Modelling and Software Society*. Osnabrück.
- Pahl-Wostl, C. (2005): Actor based analysis and modeling approaches. In: *Integrated Assessment* 5 (1): 97–118.
- Pahl-Wostl, C.; Tàbara, D.; Bouwen, R.; Craps, M.; Dewulf, A.; Mostert, E.; Ridder, D. und Taillieu, T. (2008): The importance of social learning and culture for sustainable water management. In: *Ecological Economics* 64 (3): 484–495.
- Pappi, F. U. und Knoke, D. (1991): Political Exchange in the German and American Labor Policy Domains. In: Marin, B. und Mayntz, R. (Hg.) *Policy Networks. Empirical Evidence and Theoretical Considerations*. Frankfurt am Main: Campus.
- Park, E.; Cho, M. und Ki, C.-S. (2009): Correct Use of Repeated Measures Analysis of Variance. In: *The Korean Journal of Laboratory Medicine* 29 (1): 1–9. URL doi:10.3343/kjlm.2009.29.1.1.
- Peine, A. (2000): A Basic Stakeholder Network Appraisal Methodology for River Basin Management. Masterarbeit, Delft University of Technology. Delft.
- Pohl, C. und Hirsch Hadorn, G. (2006): *Gestaltungsprinzipien für die transdisziplinäre Forschung. Ein Beitrag des td-net*. München: oekom Verlag.
- Polycarbonate/BPA Global Group (2010a): Bisphenol A. URL <http://www.bisphenol-a.org/about/index.html> – zuletzt geprüft am: 30.03.2010.
- Polycarbonate/BPA Global Group (2010b): Bisphenol A Low-Dose Endocrine Hypothesis Not Confirmed. URL <http://www.bisphenol-a.org/human/herLowDose.html> – zuletzt geprüft am: 30.03.2010.
- Polycarbonate/BPA Global Group (2010c): Environmental Safety. URL <http://www.bisphenol-a.org/esafety/index.html> – zuletzt geprüft am: 30.03.2010.
- Posteguillo, S. (2003): *Netlinguistics. Language, Discourse and Ideology in Internet, Universitas*, Bd. 16. Castelló de la Plana: Universitat Jaume I.
- Quednow, K. und Püttmann, W. (2008): Endocrine disruptors in freshwater streams of Hesse, Germany: Changes in concentration levels in the time span from 2003 to 2005. In: *Environmental Pollution* 152 (2): 476–483.
- Ribaudo, M. O.; Heimlich, R.; Claassen, R. und Peters, M. (2001): Least-cost management of nonpoint source pollution: source reduction versus interception strategies for controlling nitrogen loss in the Mississippi Basin. In: *Ecological Economics* 37 (2): 183–197.
- Rippen, G. (1999): *Handbuch Umweltchemikalien. Stoffdaten, Prüfverfahren, Vorschriften. 49. Ergänzungslieferung*. 3. Auflage. Landsberg: Ecomed.
- Riva, G. (2002): Communicating in CMC: Making Order Out of Miscommunication. In: Anolli, L.; Ciceri, R. und Riva, G. (Hg.) *Say not to say. New perspectives on miscommunication, Emerging communication*, Bd. 3. Amsterdam, Washington DC: IOS Press, 197–228.
- Rotmans, J. (2006): Tools for Integrated Sustainability Assessment: A two-track approach. In: *Integrated Assessment* 6 (4): 35–57.

- RP Darmstadt (2009a): Gewässerbeschaffenheit. URL http://www.hessen.de/irj/RPDA_Internet?cid=afe2628d51b2e79e11853d7a58a60069 – zuletzt geprüft am: 01.03.2010.
- RP Darmstadt (2009b): Gewässerstruktur. URL http://www.hessen.de/irj/RPDA_Internet?cid=dc80dcd03030411653e2d06f71b19364 – zuletzt geprüft am: 01.03.2010.
- RP Darmstadt (2009c): Informationen zu Struktur und Aufbau des Regierungspräsidiums. URL http://www.hessen.de/irj/RPDA_Internet?cid=e59d0901d73f90a7f8c518a6af0a1e81 – zuletzt geprüft am: 01.03.2010.
- RP Darmstadt (2009d): Kommunales Abwasser. URL http://www.hessen.de/irj/RPDA_Internet?cid=398f513589c12d49f2d48864585ca5de – zuletzt geprüft am: 01.03.2010.
- vom Saal, F. S. und Hughes, C. (2005): An extensive new literature concerning low-dose effects of bisphenol A shows the need for a new risk assessment. In: *Environmental Health Perspectives* 113 (8): 926–933. URL doi:10.1289/ehp.7713.
- Sasol Germany (o.J.): Responsible Care. URL <http://www.sasolgermany.de/responsiblecare.html?&L=%271> – zuletzt geprüft am: 30.03.2010.
- Scheringer, M. (2006): Themenstellung und Problemspektrum der transdisziplinären Umweltforschung. ETH Zürich, Institut für Chemie- und Bioingenieurwissenschaften. Zürich. URL <http://www.sust-chem.ethz.ch/docs/ScheringerTdUforschung.pdf> – zuletzt geprüft am: 20.03.2010.
- Scheringer, M.; Valsangiacomo, A.; Hirsch Hadorn, G.; Pohl, C. und Ulbrich, S. (2005): Transdisziplinäre Umweltforschung: eine Typologie. In: *GAIA* 14: 192–195.
- Schimank, U. (2000): *Handeln und Strukturen. Einführung in die akteurtheoretische Soziologie*. Weinheim: Juventa.
- Schmidt, H. und Schischkoff, G. (1991): *Philosophisches Wörterbuch, Kröners Taschenausgabe*, Bd. 13. 22. Auflage. Stuttgart: Kröner.
- Schoemaker, P. (1982): The Expected Utility Model. Its Variants, Purposes, Evidence and Limitations. In: *Journal of Economic Literature* 20: 529–563.
- Scholz, R. W. und Tietje, O. (2002): *Embedded case study methods. Integrating quantitative and qualitative knowledge*. Thousand Oaks: Sage Publications.
- Schubert, H. (2008): Netzwerkkooperation - Organisation und Koordination von professionellen Vernetzungen. In: Schubert, H. (Hg.) *Netzwerkmanagement. Koordination von professionellen Vernetzungen - Grundlagen und Praxisbeispiele*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, 7–105.
- Schulte-Oehlmann, U.; Tillmann, M.; Casey, D.; Duft, M.; Markert, B. und Oehlmann, J. (2001): Östrogenartige Wirkungen von Bisphenol A auf Vorderkiemerschnecken (Mollusca: Gastropoda: Prosobranchia). In: *Umweltwissenschaften und Schadstoff-Forschung - Zeitschrift für Umweltchemie und Ökotoxikologie* 13: 319–333.
- Schwartz, P. (1996): *The art of the long view. Paths to strategic insight for yourself and your company*. New York: Bantam Doubleday Dell Pub. Group.
- Shannon, C. E. (1948): A Mathematical Theory of Communication. In: *Bell System Technical Journal* 27: 379–423.
- Sheldon, L. S. und Hites, R. A. (1978): Organic compounds in Delaware River. In: *Environmental Science & Technology* 12 (1188–1194).
- Simonich, S. L.; Begley, W. M.; Debaere, G. und Eckhoff, W. S. (2000): Trace analysis of fragrance materials in wastewater and treated wastewater. In: *Environmental Science & Technology* 34: 959–965.

- Steier, F.; Gyllenpalm, B.; Brown, J. und Bredemeier, S. (2008): World Café. Förderung der Teilhabekultur. In: Kersting, N. (Hg.) *Politische Beteiligung. Einführung in dialogorientierte Instrumente politischer und gesellschaftlicher Partizipation*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, 167–180.
- Stokman, F. N. und Berveling, J. (1998): Dynamic Modeling of Policy Networks in Amsterdam. In: *Journal of Theoretical Politics* 10 (4): 577–601. URL doi:10.1177/0951692898010004009.
- Sukardi, S. (2005a): Poundsterling turns to the euro: conditions for the UK to adopt the euro. Masterarbeit, Delft University of Technology, Faculty of Technology, Policy and Management. Delft.
- Sukardi, S. (2005b): Ten Actors Blowing their Trumpets. Understanding a constellation for the Labour government to secure the euro adoption. URL <http://www.dana.tudelft.nl/publications/Sukardi%20-%20Ten%20actors%20blowing%20the%20trumpet.pdf> – zuletzt geprüft am: 20.03.2010.
- Svarstad, H.; Petersen, L. K.; Rothman, D.; Siepel, H. und Wätzold, F. (2008): Discursive biases of the environmental research framework DPSIR. In: *Land Use Policy* 25 (1): 116–125.
- Titz, A. und Döll, P. (2008): Akteursmodellierung zur Identifizierung einer integrierten Handlungsstrategie im Problemfeld „Arzneimittelwirkstoffe im Trinkwasser“. Analyse der Wahrnehmungsgraphen und des Gesamtsystemmodells. In: *Systemische Risiken in Versorgungssystemen - Strategien zum Umgang mit Arzneimittelwirkstoffen im Trinkwasser (start). Schlussbericht*. Frankfurt am Main, 1–31 der Anlage 3.
- Titz, A. und Döll, P. (2009): Actor modelling and its contribution to the development of integrative strategies for management of pharmaceuticals in drinking water. In: *Social Science & Medicine* 68: 672–681.
- Tolsma, E. (2004): Rural Development and the fight against HIV/AIDS in Burkina Faso. Actor Analysis among rural development and health organisations in Ouagadougou, Diebouyou and rural farmers in Bapla. Masterarbeit, Larenstein University of Professional Education. Deventer. URL <http://home.wanadoo.nl/etolsma2000/researchreport.htm> – zuletzt geprüft am: 19.04.2009.
- Umweltbundesamt (2010a): Das Umweltbundesamt (UBA) - Aufgaben und Organisation. URL <http://www.umweltbundesamt.de/uba-info/index.htm> – zuletzt geprüft am: 01.03.2010.
- Umweltbundesamt (2010b): Organisationsübersicht des UBA. URL <http://www.umweltbundesamt.de/uba-info/uba-organisation.pdf> – zuletzt geprüft am: 01.03.2010.
- VanWynsberghe, R.; Moore, J.; Tansey, J. und Carmichael, J. (2003/2004): Towards community engagement: six steps to expert learning for future scenario development. In: *Futures* 35 (3): 203–219.
- Vriend, N. J. (1996): Rational behavior and economic theory. In: *Journal of Economic Behavior and Organization* 29 (2): 263–285.
- Walk, H. (2007): Partizipation in der Sozial-ökologischen Forschung - Ergebnisse der Querschnittsarbeitsgruppe Partizipation. In: Jonuschat, H.; Baranek, E.; Behrendt, M.; Dietz, K.; Schlußmeier, B.; Walk, H. und Zehm, A. (Hg.) *Partizipation und Nachhaltigkeit. Vom Leitbild zur Umsetzung, Sozial-ökologische Forschung*, Bd. 7. München: oekom Verlag, 13–27.
- Walker, W. E.; Harremoës, P.; Rotmans, J.; van der Sluijs, J. P.; van Asselt, M. B. A.; Janssen, P. und von Krayen Krauss, M. P. (2003): Defining Uncertainty: A Conceptual Basis for Uncertainty Management in Model-Based Decision Support. In: *Integrated Assessment* 4 (1): 5–17.
- Webler, T.; Kastenholz, H. und Renn, O. (1995): Public Participation in Impact Assessment: A Social Learning Perspective. In: *Environmental Impact Assessment Review* 15 (5): 443–463. URL doi:10.1016/0195-9255(95)00043-E.

- WECF (2008): Menschen bewegen für eine Welt im Gleichgewicht. Women in Europe for a Common Future. URL <http://www.wecf.eu/download/2008/WECFRZdeutsch.internet.pdf> – zuletzt geprüft am: 01.03.2010.
- WECF (2009a): About WECF. URL <http://www.wecf.eu/english/wecf/network.php> – zuletzt geprüft am: 01.03.2010.
- WECF (2009b): Profile. Healthy Environment for all. URL <http://www.wecf.eu/english/wecf/index.php> – zuletzt geprüft am: 01.03.2010.
- Welp, M.; de La Vega-Leinert, A.; Stoll-Kleemann, S. und Jaeger, C. C. (2006): Science-based stakeholder dialogues: Theories and tools. In: *Global Environmental Change* 16 (2): 170–181.
- Willaschek, M. (2000): *Realismus, Probleme der Philosophie*, Bd. 2143. Paderborn: Schöningh.
- Young, H. P. (2005): The Spread of Innovations through Social Learning. Nr. 43 in Center on Social and Economic Dynamics Working Paper, Washington D.C. URL http://www.brookings.edu/~media/Files/rc/reports/2005/12fixtopicname_young/CSED_wp43.pdf – zuletzt geprüft am: 20.03.2010.
- Zeitverlag Gerd Bucerius (Hg.) (2005): *Die Zeit. Das Lexikon in 20 Bänden*. Hamburg: Zeitverlag Gerd Bucerius.

Anhang A

Anleitung für das Programm *Dynamic Actor Network Analysis*

A.1 Einführung

Das Programm *Dynamic Actor Network Analysis* (DANA) ist ein graphenbasiertes Tool, das für die *Policy*-Analyse entwickelt wurde (BOTS *et al.* 1999, 2000). Mit DANA ist es möglich, Sichtweisen von Akteuren in Form von sogenannten Wahrnehmungsgraphen zu modellieren. Diese Graphen können als *causal maps* bezeichnet werden und repräsentieren die Beziehungen zwischen Zielen von Akteuren, Akteurshandlungen und externen Einflüssen (BOTS 2007). Aufgrund der semi-quantitativen Datenstruktur können die erstellten Wahrnehmungsgraphen analysiert werden. So ist es beispielsweise möglich, mit DANA optimale Handlungsstrategien von Akteuren auf Grundlage der subjektiven Akteurswahrnehmungen zu berechnen. Weiterhin kann mit Hilfe von DANA eine akteursbasierte Modellierung durchgeführt werden.

Da bislang keine vollständige und zugleich leicht verständliche Einführung in DANA vorliegt, wurde für Nutzerinnen und Nutzer diese Anleitung verfasst. Sie beruht v. a. auf Gesprächen mit Dr. Pieter Bots, dem Entwickler von DANA, Erfahrungen mit der Software sowie den Informationen und der Beispielfallstudie „*Fossil fuel resources*“ auf der Homepage <http://dana.actoranalysis.com>. Eingeflossen sind auch Ergebnisse aus Diskussionen mit Prof. Dr. Petra Döll, Dr. Britta Kastens, Susanne Nietzel und Dr. Alexandra Titz. Die Anleitung für die akteursbasierte Modellierung mit DANA wird hiermit erstmals dokumentiert und beruht auf den Ergebnissen aus dem Forschungsprojekt „Integrierte Analyse von mobilen, organischen Fremdstoffen in Fließgewässern“ (INTAFERE). Alle Erläuterungen und Beispiele beziehen sich auf die DANA-Version 1.3.0¹.

Für diese DANA-Anleitung wurde folgende Gliederung gewählt: Nach einer Vorstellung der wichtigsten Elemente, die in DANA Verwendung finden, wird in Kapitel A.2 auf der nächsten Seite die Benutzeroberfläche mit ihren vier Bereichen erläutert, danach folgt mit Kapitel A.3 eine Schritt-für-Schritt-Anleitung zur Erstellung von Wahrnehmungsgraphen. In Kapitel A.4 wird die weitere Bearbeitung von Wahrnehmungsgraphen erklärt. Die Analysetools in DANA werden anhand von Beispielen in Kapitel A.5 vorgestellt. Das Kapitel A.6 umfasst die Anleitung der akteursbasierten Modellierung mit DANA.

¹Die Software DANA steht auf der Homepage <http://dana.actoranalysis.com> nach einer Registrierung kostenlos zur Verfügung, Voraussetzung ist ein Windows-Betriebssystem.

Um die Lesbarkeit zu erhöhen und zugleich die direkte Anwendung von DANA zu erleichtern, wurde die direkte Ansprache gewählt. Wie in der gesamten vorliegenden Schrift wird die Person, die die Graphen erstellt und auswertet als Analystin bezeichnet, wohingegen die Akteure in der maskulinen Form erscheinen. Die Idee dazu hatten BOTS *et al.* (2000: 1), die diese Unterscheidung als didaktische Hilfe für ihre Argumentation eingeführt haben:

This is not a gender bias, but a didactic choice. The distinction between ‘policy analyst’ and ‘actor’ is so important in our argumentation, that we shall consistently refer to a policy analyst as ‘she’ and to an actor as ‘he’.

Im Deutschen wird dadurch auch die Verwendung des „I“ (wie in AnalystIn) und Formulierungen wie „Analysten und Analystinnen“ vermieden und der Fokus auf die Vermittlung der Inhalte gelegt.

Wenn Sie mit DANA arbeiten möchten, ist es unabdingbar die Gliederungsebenen und die wichtigsten Elemente zu kennen. Die oberste Gliederungsebene in DANA ist der *case*, also der zu analysierende Fall bzw. die Fallstudie. Die nächste Gliederungsebene ist die *arena*, sie beschreibt das Umfeld der Akteure, d. h. ein spezifisches Themen- oder Problemfeld. Eine mit DANA erstellte Datei umfasst genau einen *case*, der mindestens eine *arena* beinhaltet. In den *arenas* „agieren“ die Akteure, die die nächste Gliederungsebene bilden. Für jeden Akteur kann die Analystin einen Wahrnehmungsgraphen (*perception graph*) erstellen und analysieren.

Für die Erstellung eines Wahrnehmungsgraphen muss die Analystin zuerst in der *arena* einen Akteur anlegen, dessen subjektive Wahrnehmung in Form eines Graphen modelliert werden soll. Jedem Akteur kann pro *arena*, in der er agiert, genau ein Wahrnehmungsgraph zugeordnet werden. Zusätzlich zu den Wahrnehmungsgraphen der einzelnen Akteure kann auch ein *analyst view* erstellt werden, der die Sichtweise der Analystin abbildet und einen Gesamtüberblick über das betrachtete Problemfeld mit allen relevanten Akteuren gibt.

Ein Wahrnehmungsgraph kann die folgenden Elemente beinhalten: Akteurshandlungen (eigene Handlungen und die anderer Akteure), Erwartungen, Systemattribute (Elemente, die durch Akteurshandlungen und Erwartungen beeinflusst werden können), Akteursattribute (wie Systemattribute, die allerdings einem Akteur zugeordnet werden) und Ziele des Akteurs sowie Verknüpfungen zwischen diesen Elementen. In DANA werden System- und Akteursattribute, Akteurshandlungen, Erwartungen und Ziele als Faktoren zusammengefasst. Die Faktoren bilden die unterste der vier Gliederungsebenen in DANA.

A.2 Einstieg in DANA

A.2.1 Aufbau der Benutzeroberfläche

Nachdem Sie DANA gestartet und die Lizenzvereinbarung bestätigt haben, wählen Sie unter dem Menüpunkt „File“ entweder die Option „New“ für eine neue DANA-Datei oder öffnen mit der Option „Open“ eine bereits bestehende DANA-Datei. In beiden Fällen erscheint daraufhin die Benutzeroberfläche, die ein Hauptfenster mit einer Titelleiste und einer Menüleiste enthält sowie einen Bereich, in dem ein *case* erstellt und bearbeitet werden kann.

Jeder *case* wird in einem eigenen Fenster dargestellt, welches in Titelleiste, Statuszeile und die folgenden vier Bereiche gegliedert ist, die jeweils mit einer eigenen Werkzeugleiste ausgestattet sind (siehe Abbildung A.1 auf der nächsten Seite): dem Steuerungsbereich mit der Akteursübersicht (oben links), dem Arbeitsbereich für die Erstellung

der Wahrnehmungsgraphen (unten links), dem Analysebereich (unten rechts) und dem Kommentarbereich (oben rechts).

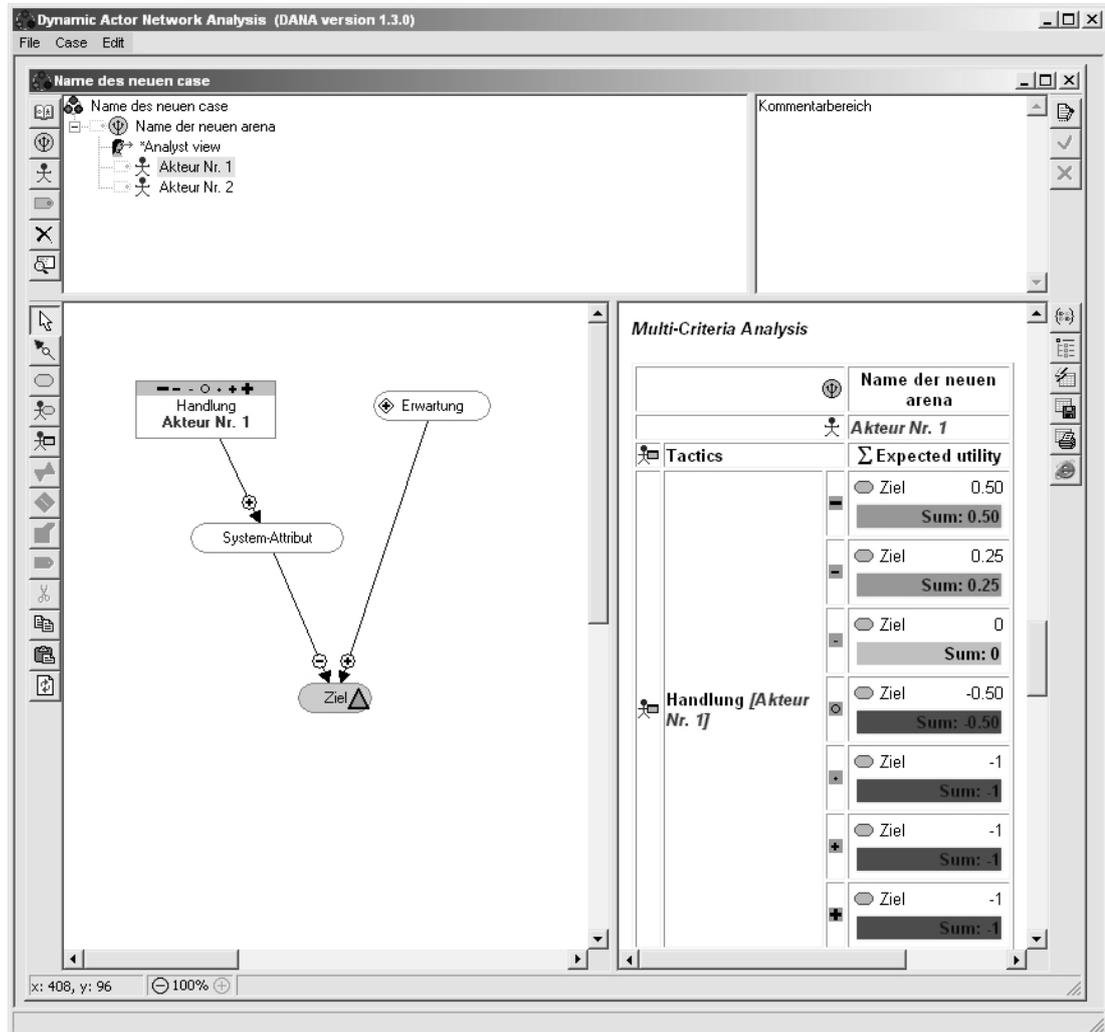


Abbildung A.1: Aufbau der Benutzeroberfläche von DANA mit dem Steuerungsbereich, der die Akteursübersicht enthält (oben links), dem Arbeitsbereich für die Erstellung der Wahrnehmungsgraphen (unten links, mit einem Wahrnehmungsgraphen als Beispiel), dem Analysebereich (unten rechts, in der Abbildung werden Ergebnisse einer *Multi-Criteria Analysis* angezeigt) und dem Kommentarbereich (oben rechts)

Die Titelleiste des Hauptfensters zeigt den Namen des Programms (*Dynamic Actor Network Analysis*) sowie die Versionsnummer an. In den Titelleisten der *case*-Fenster erscheint der Name des *case*. Sowohl die Titelleiste des Hauptfensters als auch die Titelleisten der einzelnen *case*-Fenster bieten die bekannten Möglichkeiten der Größenveränderung und des Schließens des jeweiligen Fensters. Wenn nur ein *case* geöffnet ist und das Haupt- und das *case*-Fenster auf maximale Größe eingestellt sind, dann verschmelzen beide Titelleisten optisch zu einer Titelleiste.

In der Menüleiste können Sie zwischen *File* (einen *case* beginnen, öffnen, speichern und schließen), *Case* (Einstellungen für den *case*, die in den folgenden Abschnitten erläutert werden) und *Edit* (ausschneiden, kopieren, einfügen sowie Einstellungen für die sequentielle Modellierung) wählen. Die Optionen der Menüleiste beziehen sich immer nur auf den *case*, der gerade im Vordergrund und sich damit im Bearbeitungsmodus befindet (siehe Abbildung A.1).

In der Statusleiste wird die Position der Maus im Arbeitsbereich in Form von x- und y-Koordinaten in Pixeln sowie der aktuelle Vergrößerungsfaktor des Arbeitsbereiches (100 %, 90 % etc.) angegeben. Mit dem Plus- bzw. Minus-Symbol kann diese Ansicht vergrößert bzw. verkleinert werden.

A.2.2 Steuerungsbereich „Akteursübersicht“

Der zentrale Steuerungsbereich (siehe Abbildung A.1 auf der vorherigen Seite oben links im *case*-Fenster) umfasst die Akteursübersicht. Dort erstellt und benennt die Analystin den *case* mit dem Symbol , die *arenas* mit dem Symbol  und die Akteure mit dem Symbol  (alle Symbole befinden sich in der Werkzeugleiste am linken Rand des Steuerungsbereiches). Jedem Akteur muss ein Langname und ein Kurzname zugewiesen werden. Der Kurzname darf maximal 20 Zeichen umfassen und wird für die Elemente im Wahrnehmungsgraphen verwendet. Nach der oben erläuterten Gliederung werden zuerst der *case* und dann die *arenas* mit ihren Akteuren alphabetisch aufgelistet.

Das Steuerungsfenster bietet zwei Ansichtsmöglichkeiten: die beschriebene Akteursübersicht mit dem Symbol  und den Wörterbuch-Modus mit dem Symbol , in dem die einzelnen Elemente der Wahrnehmungsgraphen der verschiedenen *arenas* aufgelistet sind. Zuerst werden alle Systemelemente, die nicht mit Akteuren verknüpft sind, in alphabetischer Reihenfolge aufgeführt, dann folgen die Akteure mit ihren zugeordneten Handlungen und Attributen, ebenfalls in alphabetischer Reihenfolge. Diese Ansicht dient der Übersicht der Systemelemente und Akteure im jeweiligen *case*.

Wichtig ist, dass die Analystin in der Akteursübersicht *arenas* erstellen, benennen, umbenennen und löschen sowie Akteure in die *arenas* aufnehmen und wieder entfernen kann. In diesem Fall werden die Akteure aber nicht vollständig im *case* gelöscht, sondern lediglich aus der *arena* entfernt. Möchte die Analystin die Akteure aus dem gesamten *case* löschen, so ist dies ausschließlich im Wörterbuch-Modus möglich. Dies gilt nicht nur für die Akteure, sondern auch für alle weiteren Elemente der Wahrnehmungsgraphen wie z. B. Handlungen. Eine Umbenennung ist dagegen sowohl im Wörterbuch-Modus als auch in der Akteursübersicht und in den Wahrnehmungsgraphen selbst möglich (siehe Abschnitt A.4.1 auf Seite 249).

Abschließend noch eine Anmerkung: Der Wahrnehmungsgraph der Analystin, gekennzeichnet mit dem Symbol , ist ausschließlich im Akteursübersichts-Modus zu sehen und kann weder umbenannt noch gelöscht werden.

A.2.3 Arbeitsbereich „Wahrnehmungsgraph“

Ausgangspunkt in DANA sind die Akteure, die das Problem- bzw. Themenfeld auf subjektive Weise wahrnehmen. Im Arbeitsbereich (unten links im *case*-Fenster) kann für jeden Akteur ein Wahrnehmungsgraph erstellt werden. Dafür markiert die Analystin zuerst einen bereits vorhandenen Akteur in der Akteursübersicht (im Wörterbuch-Modus ist dies nicht möglich). Zu Beginn ist der Arbeitsbereich leer, der Wahrnehmungsgraph wird mit den Elementen, die in der Werkzeugleiste am linken Rand als Symbole aufgeführt sind, erstellt. Möglich sind (von oben nach unten): Verknüpfungen zwischen Elementen , Systemattribute , Akteursattribute  und Akteurshandlungen . In DANA werden die System-, die Akteursattribute und die Akteurshandlungen als Faktoren zusammengefasst (siehe Abschnitte A.3.4 auf Seite 240 und A.3.5 auf Seite 240). Aus einem System- bzw. Akteursattribut kann die Analystin mit dem Symbol  ein Ziel gestalten und mit dem Symbol  eine Erwartung (damit zählen auch die Ziele und Erwartungen zu den Faktoren in DANA). Mit dem Symbol  können schließlich Ziele und Erwartungen gelöscht werden, die Elemente gehen aber nicht verloren, sondern werden wieder zu Attributen.

Weiterhin ist es möglich, die Akteure und Faktoren mit Markierungen (*tags*) zu versehen. Mit Hilfe der *tags* können die Akteure und/oder die Faktoren einer oder mehreren Kategorien zugeordnet werden. Die *tags* dienen der Übersicht und der Gruppierung für bestimmte Analysen (siehe Abschnitt A.4.3 auf Seite 250). Um einen Akteur oder einen Faktor mit einem *tag* zu versehen, markieren Sie zuerst das Element. Mit dem Symbol  gelangen Sie dann in den *tag*-Dialog. Im Gegensatz zu den *tags* der Akteure, die in der Akteursübersicht und im Wörterbuch-Modus zu sehen sind, sind die *tags* der Faktoren, Ziele und Erwartungen nur im Wörterbuch-Modus sichtbar.

A.2.4 Analysebereich

Im dritten Bereich (unten rechts im *case*-Fenster) werden die Analysen ausgewählt und die Analyseergebnisse dargestellt. Um eine Analyse zu starten, wählen Sie in der Werkzeugleiste das Symbol  und bestimmen dort, was analysiert werden soll. Hier wird z. B. festgelegt, ob eine oder alle *arenas* in einem *case* in die Analyse einbezogen werden sollen. Es ist hier auch möglich, Akteure oder Faktoren nach den im *tag*-Modus festgelegten Kategorien zu analysieren. Mit dem Symbol  werden die Analysen ausgewählt. In DANA werden vier Formen von Analysen – analog der vier in der Einführung beschriebenen Gliederungsebenen – unterschieden:

1. Analysen auf der *case*-Ebene,
2. Analysen auf der *arena*-Ebene,
3. Analysen auf der *actor*-Ebene und
4. Analysen auf der *factor*-Ebene.

Um die Analyse(n) zu starten, klicken Sie auf das Symbol  in der Werkzeugleiste. Um die Analyse zu speichern wählen Sie danach das Symbol . Die Ergebnisse werden im htm-Format abgespeichert und können mit jedem Browser geöffnet werden. Eine Anleitung für ausgewählte Analysewerkzeuge folgt im Abschnitt A.5.

A.2.5 Kommentarbereich

Oben rechts im *case*-Fenster befindet sich der Kommentarbereich. Alle Elemente der Wahrnehmungsgraphen sowie der *case*, die *arenas* und der Wahrnehmungsgraph der Analystin können mit einem Kommentar versehen werden.

Dafür ist es notwendig, zuerst das Element zu markieren (entweder in der Akteursübersicht oder im Wahrnehmungsgraphen) und dann das Symbol  zu wählen. Daraufhin wird in den Editier-Modus gewechselt, das Fenster wird grün und die Analystin kann ihren Kommentar verfassen. Mit dem grünen Haken-Symbol  wird der Vorgang bestätigt, mit dem roten x-Symbol  wird der Editier-Vorgang abgebrochen. Wenn die Eingabe und die Bestätigung erfolgreich abgeschlossen sind, erscheint nach dem erneuten Markieren des Elements der Kommentar auf weißem Grund (weiß ist der Ansichts-Modus, grün der Editier-Modus). Kommentare werden in der Browser-Ansicht unter den jeweiligen Elementen als Fließtext dargestellt.

A.3 Erstellen von Wahrnehmungsgraphen

A.3.1 *Case* und *arena* erstellen

Um Wahrnehmungsgraphen modellieren und analysieren zu können, müssen Sie zunächst einen *case* und dann eine *arena* erstellen. Folgende Schritte sind dafür notwendig:

1. DANA starten, im Hauptfenster unter der Titelleiste erscheint die Menüleiste.
2. Im Menü „*File*“ die Option „*New*“ auswählen oder die Tastenkombination **Strg+N** nutzen, daraufhin öffnet sich ein neues *case*-Fenster.
3. Mit der linken Maustaste den blau markierten Bereich „*New case*“ anwählen und dem *case* über die Tastatur einen Namen geben und mit der Eingabetaste die Änderung bestätigen (auch alle weiteren Umbenennungen erfolgen nach diesem Schema).
4. Das Symbol  in der Werkzeugleiste des Steuerungsbereiches anwählen, einen *arena*-Namen per Tastatur eingeben und die Eingabe mit dem grünen Haken-Symbol bestätigen (einen alternativen Weg über die Menü-Leiste gibt es für diese Vorgänge nicht).

Wenn die *arena* markiert ist (weiße Schrift auf dunkelblauem Hintergrund), können Sie mit dem Symbol  beliebig viele Akteure der ausgewählten *arena* hinzufügen. Ebenso ist es möglich – aber nicht notwendig – den Akteuren *tags* zuzuordnen (siehe Abschnitt A.2.2 auf Seite 236). Mit dem Symbol  wird der markierte Akteur aus der *arena* entfernt, allerdings nicht aus dem *case*. Um dies zu veranlassen, müssen Sie – wie oben beschrieben – in den Wörterbuch-Modus () wechseln

A.3.2 *Case* speichern und öffnen

Nachdem Sie als Analystin einen *case* mit einer *arena* (oder mehreren *arenas*) erstellt haben, können Sie den *case* wie folgt speichern (der zu speichernde *case* muss dabei im Vordergrund sein, dies ist relevant bei mehreren offenen *cases*):

1. Im Menü „*File*“ die Option „*Save*“ wählen oder die Tastenkombination **Strg+S** nutzen, es erscheint ein Speichern-Dialogfenster.
2. Den gewünschten Speicherort im Eingabefeld unterhalb der Werkzeugleiste eingeben (per Tastatur oder mit Hilfe der Symbole) und die Eingabe mit dem grünen Haken-Symbol bestätigen.
3. Hinweis: im unteren Feld des Speichern-Dialogfensters wird der gesamte *case* angezeigt, so wie er abgespeichert wird.

Automatisch wird neben der Datei DANA case.htm ein Ordner mit Grafikdateien im GIF-Format angelegt. Diese 165 Grafikdateien enthalten alle Symbole, die in den Wahrnehmungsgraphen vorkommen. Falls die DANA case-Datei verschoben werden soll, ist zu beachten, dass auch der Ordner mit den Grafikdateien mit in das neue Verzeichnis verschoben wird, sonst wird beim Öffnen der Datei DANA case.htm eine Fehlermeldung angezeigt und die DANA-Datei kann nicht bearbeitet werden.

Möchten Sie die Datei zwischenspeichern, so wählen Sie im Menü „*File*“ die Option „*Save*“ oder nutzen Sie die Tastenkombination **Strg+S**. Da dem *case* bereits ein Speicherort zugewiesen wurde, öffnet sich kein Speichern-Dialogfenster, sondern der aktuelle Bearbeitungsstand wird abgespeichert und der vorherige überschrieben. Falls Sie einen anderen Speicherort wünschen, z. B. weil Sie verschiedene Zwischenstände dokumentieren möchten, so nutzen Sie die Option „*Save as*“ im Menü „*File*“ (eine Tastenkombination gibt es dafür nicht). Wie oben beschrieben, öffnet sich das Speichern-Dialogfenster und Sie können den neuen Speicherort angeben.

Um einen vorhandenen oder selbst erstellten *case* zu öffnen, gibt es zwei Möglichkeiten: entweder in DANA selbst oder in einem Internetbrowser. In der ersten Variante können die DANA-Dateien bearbeitet werden, in der zweiten Variante können Sie nur die Inhalte nur betrachten, aber nicht verändern. Die zweite Variante ist jedoch für Stakeholder, Projektmitarbeiterinnen und Projektmitarbeiter, die sich nicht in das Programm DANA einarbeiten möchten, aber dennoch über den aktuellen Stand des Projektes informiert werden sollen, eine praktische Option. Um eine DANA-Datei in einem Internetbrowser zu öffnen, folgen Sie bitte dieser Anleitung:

1. Starten Sie Ihren Dateimanager (z. B. den Windows Explorer).
2. Suchen Sie den Ordner, in dem die Datei „DANA case.htm“ gespeichert wurde und öffnen Sie die Datei „DANA case.htm“ in Ihrem Dateimanager.
3. Daraufhin öffnet sich der Browser und die DANA-Datei wird als htm-Seite angezeigt, Hinweis: Sie können den *case* nur betrachten, nicht verändern.
4. Mit dem Browser-Befehl „Schließen“ beenden Sie auch die Ansicht der DANA-Datei.

Um einen *case* in DANA bearbeiten zu können, müssen Sie ihn zuerst öffnen. Dafür sind folgende Schritte durchzuführen:

1. DANA starten, im Hauptfenster unter der Titelleiste erscheint die Menüleiste.
2. Im Menü „File“ die Option „Open“ auswählen oder die Tastenkombination **Strg+O** nutzen, es erscheint ein Dialogfenster.
3. Den Speicherort der DANA-Datei im Eingabefeld unterhalb der Werkzeugleiste eingeben (per Tastatur oder mit Hilfe der Symbole) und die Eingabe mit dem grünen Haken-Symbol bestätigen.
4. Daraufhin öffnet sich ein *case*-Fenster und Sie können den *case* bearbeiten.

Eine Anmerkung zum Speicherort: Im Dialogfenster wird immer der letzte *case*-Speicherort angezeigt. Wenn die Dateien verschoben wurden, müssen Sie mit den Symbolen in der Werkzeugleiste in den neuen Ordner bzw. das neue Verzeichnis navigieren und mit der linken Maustaste den korrekten Ordner anwählen.

A.3.3 Wahrnehmungsgraph im *case* erstellen

Wenn Sie einen *case* und darin eine *arena* mit einem oder mehreren Akteuren erstellt haben (siehe Abschnitt A.3.1 auf der vorherigen Seite), können Sie nun einen Wahrnehmungsgraphen modellieren. Dafür müssen Sie als Analytistin einen Akteur im Steuerungsbereich auswählen. Ausgewählt ist der Akteur dann, wenn der Akteursname mit weißer Schrift auf dunkelblauem Hintergrund zu sehen ist. Daraufhin wird im Arbeitsbereich die Werkzeugleiste aktiviert. Sie haben nun die Möglichkeit, Faktoren zu erstellen und diese mit Pfeilen zu verknüpfen. Folgende Faktoren stehen zur Verfügung: System- und Akteursattribute sowie Akteurshandlungen.

Nachdem Sie das jeweilige Symbol angewählt haben, befinden Sie sich im Editier-Modus und werden aufgefordert, den Faktor zu benennen. Falls bereits Elemente im *case* enthalten sind, können Sie aus diesen auswählen und mit  bestätigen (hier wird intern der Wörterbuch-Modus aufgerufen und z. B. alle bisher eingegebenen Handlungen alphabetisch aufgelistet). Bei Akteursattributen und -handlungen müssen Sie zusätzlich einen Akteur auswählen, dem das Attribut zugeordnet wird bzw. der die Handlung ausführt. Dafür wählen Sie aus der Liste der bereits eingegebenen Akteure aus oder erstellen einen neuen Akteur. Wichtig in diesem Zusammenhang ist, dass nicht für jeden Akteur ein Wahrnehmungsgraph erstellt werden muss. Es darf auch Akteure geben, die in den Wahrnehmungsgraphen anderer Akteure vorkommen, aber selbst keinen eigenen Wahrnehmungsgraphen besitzen.

A.3.4 Handlungen erstellen

Zentrale Elemente in einem Wahrnehmungsgraphen sind die Handlungen der Akteure. Eine Handlung in DANA ist eine neutrale Beschreibung einer Tätigkeit, die einem Akteur zugeordnet wird. Die Handlung sollte mit Hilfe eines Verbs formuliert werden und keine Änderungen wie „stärker“ oder „weniger“ beinhalten. Ein fiktives Beispiel dazu: „Ersatzstoffe herstellen“ (Akteur: Industrie) ist eine korrekte Formulierung. Keine Akteurshandlungen im Programm DANA sind beispielsweise „mehr Ersatzstoffe herstellen“ und „Ersatzstoffproduktion“. Das erste Beispiel ist nicht korrekt, da die Formulierung eine Änderung der Handlung in eine bestimmte Richtung beinhaltet und damit nicht mehr „neutral“ ist. Das zweite Beispiel ist keine Handlung, sondern ein Attribut (siehe nächster Abschnitt).

Handlungen werden wie folgt erstellt: Mit dem Symbol  wird ein Fenster geöffnet, in dem Sie zuerst die Handlung benennen müssen, dann werden Sie aufgefordert, den dazugehörigen Akteur zu wählen. Falls der Akteur bereits definiert wurde, wählen Sie ihn aus der Liste aller bisherigen eingetragenen Akteure aus, falls dies noch nicht geschehen ist, definieren Sie einen neuen Akteur.

Nach der Bestätigung des Vorgangs erscheint im Wahrnehmungsgraphen die Handlung in Form eines Rechtecks (siehe Abbildung A.2). Im Rechteck sind der Name der Handlung und der zugeordnete Akteur eingetragen. Im oberen Bereich des Rechtecks sind sieben schwarze Symbole zu sehen, die abgestufte Änderungsmöglichkeiten (*change levels*) der Handlung repräsentieren: in der Mitte ein Kreis (für ein Gleichbleiben der Handlung), links davon drei unterschiedlich große Minus-Symbole (für ein Abschwächen der Handlung) und rechts davon drei unterschiedliche große Plus-Symbole (für ein Intensivieren der Handlung).



Abbildung A.2: Darstellung einer Handlung in DANA

Die sieben Symbole haben folgende Bedeutung: Die Handlung kann in ihrer Intensität entweder gegenüber heute gleichbleiben, sich stark, mittel oder leicht verringern oder leicht, mittel oder stark zunehmen. Diese sieben Möglichkeiten bilden die *action range* einer jeden Akteurshandlung. Als Analytikerin können Sie diese Änderungsmöglichkeiten auch einschränken. Dies funktioniert mit einem Klick der linken Maustaste auf die einzelnen schwarzen Symbole, die daraufhin weiß und damit inaktiv werden. In DANA wird jede der sieben Änderungsmöglichkeiten in Bezug auf die jeweilige Handlung als *tactic* bezeichnet.

A.3.5 System- und Akteursattribute erstellen

In einem nächsten Schritt können System- und Akteursattribute in den Wahrnehmungsgraphen eingefügt werden. Beides sind Elemente, die von Handlungen oder anderen Elementen beeinflusst werden können. Systemattribute sind allgemeine Faktoren, wie zum Beispiel „Umweltschutz“. Akteursattribute sind Faktoren, die einem bestimmten Akteur zugeordnet werden. Ein Beispiel für ein Akteursattribut ist „Ersatzstoffproduktion“ (Akteur Industrie). Grundsätzlich sollten Attribute in DANA mit einem Substantiv und Handlungen mit einem Verb formuliert werden.

Zur Erstellung eines Systemattributs wählen Sie das Symbol  und geben im Dialog für das Systemattribut eine prägnante Beschreibung ein. Wichtig ist, dass die Formulierung neutral ist und keine Veränderungen ausdrückt. So ist „zunehmende Bevölkerung“ falsch, korrekt hingegen ist „Einwohnerzahl“ oder „Bevölkerungsdichte“.

Über das Symbol  können Sie Akteursattribute erstellen. Akteursattribute werden in DANA wie Systemattribute behandelt. Der einzige Unterschied ist, dass sie im Wörterbuch-Modus unter den dazugehörigen Akteuren aufgelistet sind, während die Systemattribute in alphabetischer Reihenfolge vor den Akteuren stehen.

A.3.6 Erwartungen erstellen

Erwartungen in DANA sind von Akteuren nicht beeinflussbare Entwicklungen, die auf System- und/oder Akteursattribute einwirken. Dies kann z. B. der zunehmende demographische Wandel (definiert als die Überschreitung der Sterberate gegenüber der Geburtenrate) sein. Erwartungen können Sie wie folgt erstellen: Zuerst definieren Sie ein Attribut mit dem Symbol , dann benennen Sie das Attribut und bestätigen zum Schluss den Vorgang.

Um die Erwartung weiter zu definieren, öffnen Sie den Erwartungsdialog mit dem Symbol  und wählen in der oberen Zeile eine der folgenden sieben Auswirkungsmöglichkeiten: stark, mittel oder leicht abnehmend, gleichbleibend, leicht, mittel oder stark zunehmend. In dem Beispiel von Abbildung A.3 erwartet der Akteur, dass der demographische Wandel in Zukunft eine mittlere Zunahme erfährt und schließt zugleich die anderen Möglichkeiten aus.

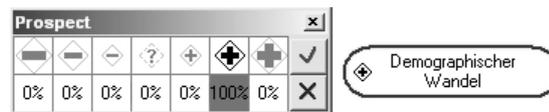


Abbildung A.3: Beispiel für eine Erwartung in DANA: Demographischer Wandel

Es ist auch möglich, die Erwartung mit einer Wahrscheinlichkeit zu verknüpfen. Ein Beispiel soll dies illustrieren: Ein Akteur sagt, dass mit großer Wahrscheinlichkeit der demographische Wandel in Zukunft eine mittlere Zunahme erfährt, es aber mit geringerer Wahrscheinlichkeit sein kann, dass der demographische Wandel nur eine leichte Zunahme erfährt und mit ebenfalls geringerer Wahrscheinlichkeit, dass er eine starke Zunahme erfährt. Um diese Wahrscheinlichkeiten einzugeben, betätigen Sie im Erwartungsdialog die Pfeiltasten (Oben- und Unten-Pfeile der Tastatur). Möglich sind die vier folgenden Einstellungen: 100 %, 10 %–80 %–10 %, 5 %–15 %–60 %–15 %–5 %, 10 %–20 %–40 %–20 %–10 %. Gleiches gilt für die Festlegung der Unsicherheit bei Verknüpfungen (siehe Abschnitt A.3.8 auf Seite 245). Die Wirkung dieser Einstellungsmöglichkeiten wird bei den Analyseergebnissen deutlich. Eine Erläuterung der Berechnung der Wahrscheinlichkeiten erfolgt im Abschnitt A.5.4 auf Seite 258.

A.3.7 Ziele erstellen

Ziele sind zentrale Elemente in Wahrnehmungsgraphen, da erst durch sie die Nutzenberechnung erfolgen kann, auf der viele Analysen in DANA aufbauen. Ziele werden nach dem gleichen Schema wie Erwartungen erstellt: Zuerst definieren Sie ein Systemattribut mit dem Symbol , benennen das Ziel und bestätigen den Vorgang. Auch hier sollte eine prägnante Benennung gewählt und auf beschreibende Wörter wie abfallend, zunehmend, besser, schlechter etc. verzichtet werden.

Mit dem Symbol  öffnen Sie den Zieldialog. Es erscheint draufhin die Voreinstellung mit einem Smiley unter dem Kreis-Symbol (siehe Abbildung A.4).



Abbildung A.4: Voreinstellung des Zieldialogs in DANA

Die Symbolsprache von DANA ist streng logisch aufgebaut. Die obere Zeile im Zieldialog zeigt alle Veränderungsmöglichkeiten² eines Systemattributs an: starker, mittlerer und leichter Rückgang, gleichbleibend (in der Mitte), leichte, mittlere und starke Zunahme (siehe Abbildung A.4). Die untere der beiden Zeilen stellt die Bewertung der jeweiligen Veränderung des Systemattributs durch den Akteur dar. Hierfür gibt es sieben verschiedene Symbole: drei lachende Smileys, ein gleichgültig blickender Smiley und drei traurige Smileys. Letztere werden nach RIVA (2002: 206), POSTEGUILLO (2003: 64) und KASTENS (2007: 89) als Frowneys bezeichnet. In Tabelle A.1 sind die Bedeutungen dieser Smileys und Frowneys aufgeführt.

Tabelle A.1: Bedeutung der Smileys und Frowneys als Bewertungssymbole in DANA

Symbol	Bewertung durch den Akteur
😊	große Freude/Zustimmung
🙂	mittlere Freude/Zustimmung
😄	leichte Freude/Zustimmung
😐	gleichgültig
😞	leichte/r Ablehnung/Ärger
😡	mittlere/r Ablehnung/Ärger
😤	große/r Ablehnung/Ärger

Als Analytistin müssen Sie entscheiden, wie die vom Akteur formulierte Zielsetzung am besten in die DANA-Symbolsprache zu „übersetzen“ ist. Ein Beispiel dafür ist in Abbildung A.5 dargestellt: Das Ziel eines Akteurs soll der Rückgang der CO₂-Konzentration in der Atmosphäre sein.

Abbildung A.5: Beispiel für die Zieldefinition „Rückgang der CO₂-Konzentration in der Atmosphäre“ in DANA

Der Akteur wünscht sich, dass die CO₂-Konzentration in Zukunft weder zunimmt noch – gegenüber heute – auf gleichem Niveau bleibt, sondern stark abnimmt. In der DANA-Symbolsprache entspricht dies im Zieldialog einem lachenden Smiley (für große Freude/Zustimmung) unter der Position ganz links (für starke Abnahme). Wenn diese Eingabe im Zieldialog bestätigt wird, erscheint das gewählte Dreieck im Attribut, dessen Hintergrund zusätzlich blau eingefärbt wird (siehe Abbildung A.5). Damit wird das Attribut zu einem Ziel, behält aber seine Attributeigenschaften bei.

²Diese sieben Veränderungsmöglichkeiten resultieren aus den addierten und dann skalierten negativen und positiven Auswirkungen der Handlungen und Erwartungen auf das Systemattribut.

Zur DANA-Symbolik: Ein blaues Dreieck mit nach unten zeigender Spitze bedeutet immer eine gewünschte Abnahme des Attributs, ein rotes bzw. oranges Dreieck mit nach oben zeigender Spitze symbolisiert immer eine gewünschte Zunahme des Attributs und ein durchkreuztes Dreieck bedeutet, dass die Entwicklung nicht gewünscht wird.

Es gibt insgesamt 42 verschiedene Standard-Zieldefinitionen, aus denen die Analystin die geeignete für jedes Ziel auswählen muss. Zuerst wird dafür die Position mit der Links- bzw. Rechts-Pfeiltaste im Zieldialog festgelegt. Diese Positionierung erfolgt je nach Zielformulierung des Akteurs: Wenn der Akteur eine Zunahme wünscht, wird eine der drei rechten Positionen gewählt, bei gewünschter Abnahme eine der drei linken und wenn ein Gleichbleiben angestrebt wird, dann die mittlere der sieben Positionen. Bei einer sehr starken gewünschten Zunahme wird die Position ganz rechts, bei einer mittleren gewünschten Zunahme die Position links davon ausgewählt usw. Danach wählt die Analystin mit der Oben- bzw. Unten-Pfeiltaste eine von sechs möglichen Einstellungen aus. Die Einstellungen der anderen sechs Positionen werden dabei automatisch mitverändert. Bei der Auswahl der sechs Einstellungen stehen der Analystin die drei lachenden Smiley-Symbole zur Verfügung – jeweils kombiniert mit einem Dreieck-Symbol, einmal mit einem normalen Dreieck und einmal mit einem durchkreuzten Dreieck (wenn die Aussage verneint werden soll). Eine Anmerkung: Die Frowneys selbst können an dieser Stelle nicht ausgewählt werden, sie werden automatisch auf die anderen Positionen verteilt. In dieser Weise entstehen die 42 verschiedenen Standard-Zieldefinitionen.

Die Dreiecke der Zieldefinition sind durch vier Merkmale gekennzeichnet: ihre Größe, ihre Strichstärke, ihre Farbe und die Ausrichtung ihrer Dreiecksspitze. Die Größe des Dreiecks korrespondiert dabei mit der Position im Zieldialog: Ein großes Dreieck erscheint im Zieldialog auf den Positionen ganz links (Position 1) und ganz rechts (Position 7), ein mittleres Dreieck auf den Positionen 2 und 6 usw. Die sieben Positionen im Zieldialog stehen für die sieben möglichen Änderungsintensitäten des Attributs. Die Positionen 1 und 7 stehen stellvertretend für eine starke Abnahme bzw. eine starke Zunahme des Attributs, die Positionen 2 und 6 stehen stellvertretend für eine mittlere Abnahme bzw. mittlere Zunahme des Attributs usw.

Die Strichstärke und die Farbe des Dreiecks gehen einher mit der „Smiley-Intensität“: Je stärker der Smiley lächelt, desto dicker ist die Strichstärke und desto dunkler ist zugleich die Farbe des Dreiecks (blau auf den Positionen 1, 2 und 3, rot auf den Positionen 5, 6 und 7 und grau auf der mittleren Position 4). Die Strichstärke und die Farbe des Dreiecks stehen damit stellvertretend für die Bewertungen. Ein dunkelblaues Dreieck mit dicker Strichstärke symbolisiert eine große Ablehnung, ein mittelblaues Dreieck mit mittlerer Strichstärke symbolisiert eine mittlere Ablehnung usw. Die Kombination aus Strichstärke und Farbe ist gewählt worden, um auch bei schwarz-weiß Ausdrucken eine eindeutige Zuordnung zu gewährleisten.

Die Ausrichtung der Dreiecksspitze zeigt die bewertete Richtung der Änderungsintensität des Attributs an. Wird eine Abnahme bewertet, so zeigt die Spitze des Dreiecks nach unten (siehe Abbildung A.5 auf der vorherigen Seite), wird eine Zunahme bewertet, so zeigt die Spitze des Dreiecks nach oben. Wenn das Gleichbleiben des Attributs bewertet wird (z. B. „die CO₂-Konzentration soll gleichbleiben“), so wird statt eines Dreiecks ein Kreis angezeigt.

Nach Festlegung durch die Analystin zeigt das Ergebnis der Zieldefinition die Bewertung des Akteurs für jede der sieben möglichen Veränderungen des Attributs an. Durch die Kombination aus Größe, Strichstärke und Farbe des Dreiecks sowie Ausrichtung der Dreiecksspitze wird im Attribut die gewählte Zieldefinition sichtbar. Dem Attribut wird automatisch eine Hintergrundfarbe zugewiesen. Diese Farbe ist jeweils einen Ton heller als die des Dreiecks im Attribut, bei einem hellorangenen Dreieck ist die Hintergrundfarbe beispielsweise gelb. Dies dient der besseren Unterscheidung zu Attributen ohne „Zielfunktion“ und zu Erwartungen.

Ab der Version 1.3.0 von DANA können von der Analystin die vorgegebenen Zieldefinitionen modifiziert werden. Es können für alle sieben Positionen im Zieldialog alle sieben möglichen Smileys und Frowneys frei gewählt und kombiniert werden³. Diese Änderung wird durch das Anklicken der Smileys und Frowneys im Zieldialog mit der rechten (in Richtung des traurigsten Frowneys) bzw. der linken Maustaste (in Richtung des am meisten lächelnden Smileys) vorgenommen. Daraufhin erscheint unter dem Dreieck im Zieldialog und im Systemattribut ein kleiner schwarzer Strich, der kennzeichnet, dass es sich um eine Modifikation der 42 Standard-Zieldefinitionen handelt. Ein Beispiel dafür ist in Abbildung A.6 dargestellt.



Abbildung A.6: Beispiel für die Zieldefinition „starker Rückgang der CO₂-Konzentration in der Atmosphäre“ in DANA. Die Unterstriche zeigen an, dass es sich um eine Modifikation der Standardeinstellung handelt.

Insgesamt eröffnet DANA damit 7⁷ Kombinationsmöglichkeiten, wobei die meisten davon nicht sinnvoll sind, wie z. B. die Zieldefinition in Abbildung A.7. Der Vorteil ist, dass die Analystin nun mehr als die – oft einschränkenden und nicht immer das Ziel korrekt wiedergebenden – 42 Standard-Zieldefinitionen wählen kann. Der Nachteil ist, dass eine sehr große Vielfalt an Auswahlmöglichkeiten, eine Festlegung erschwert. Eine Empfehlung: Beginnen Sie mit den 42 Standard-Zieldefinitionen und nutzen Sie die Modifizierungs-Möglichkeit nur, wenn Sie ein Ziel nicht korrekt wiedergeben können. Es ist auch möglich, die vorgegebenen 42 Zieldefinitionen zu ändern, dafür müssen Sie in den Optionen das Ziel-Symbol (☒) anwählen und dort die Smileys und Frowneys auf den sieben Positionen neu kombinieren.



Abbildung A.7: Beispiel für eine nicht sinnvolle Zieldefinition in DANA

³In diesem Modus gibt es nicht mehr die Möglichkeit, ein durchkreuztes Dreieck zu wählen, was aber durch die neuen Kombinationsmöglichkeiten auch nicht mehr notwendig ist.

A.3.8 Verknüpfungen erstellen

Ein vollständiger Wahrnehmungsgraph, der mit den Analysetools ausgewertet werden kann, muss mindestens eine Handlung und ein Ziel beinhalten. Sinnvollerweise enthält ein Wahrnehmungsgraph mehrere Handlungen, Systemattribute und Ziele sowie bei Bedarf Akteursattribute und -erwartungen. Die Anzahl der Elemente variiert entsprechend der Komplexität des Problems und den Ausführungen und Kenntnissen des Akteurs.

Nach Erstellung der genannten Elemente werden diese mit Pfeilen verknüpft, um Ursache-Wirkungsbeziehungen darzustellen. Dafür wählen Sie das Symbol . Ziehen Sie dann mit der Maus – während die linke Maustaste gedrückt bleibt – eine Verbindungslinie von dem Element, bei dem der Pfeil beginnen soll, zu dem Element im Wahrnehmungsgraphen, auf das das Element einwirken soll.

Daraufhin öffnet sich der Verknüpfungsdialo (siehe Abbildung A.8) mit den folgenden sieben Wahlmöglichkeiten: starker, mittlerer und geringer negativer Einfluss (die drei Minus-Symbole), geringer, mittlerer und starker positiver Einfluss (die drei Plus-Symbole) sowie „Einfluss ist nicht einzuschätzen bzw. nicht anzugeben“ (Fragezeichen-Symbol). Wählen Sie eine der sieben Möglichkeiten aus und bestätigen Sie die Eingabe. Verbinden Sie so alle Elemente miteinander und beachten Sie dabei die Regeln zur Erstellung eines Wahrnehmungsgraphen (siehe Abschnitt A.3.9 auf der nächsten Seite).

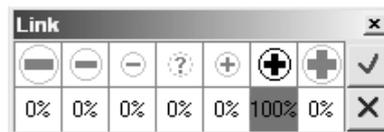


Abbildung A.8: Voreinstellung des Verknüpfungsdialogs in DANA

Es ist auch möglich, eine Unsicherheit der Verknüpfung einzugeben, wenn Sie darstellen möchten, dass der Einfluss der Ursache-Wirkungsbeziehung nicht eindeutig ist. Ein Beispiel soll dies illustrieren: Ein Akteur sagt, dass mit großer Wahrscheinlichkeit ein mittlerer positiver Einfluss von Faktor A auf Faktor B vorherrscht, es aber mit geringerer Wahrscheinlichkeit sein kann, dass dieser Einfluss auch kleiner bzw. größer sein kann. Um eine Unsicherheit der Ursache-Wirkungsbeziehung darzustellen, betätigen Sie im Verknüpfungsdialo die Pfeiltasten (Oben- und Unten-Pfeile der Tastatur). Möglich sind die vier folgenden Einstellungen: 100 %, 10 %–80 %–10 %, 5 %–15 %–60 %–15 %–5 %, 10 %–20 %–40 %–20 %–10 %.

Ein Beispiel für die 5 %–15 %–60 %–15 %–5 % - Einstellung ist in Abbildung A.9 dargestellt. Im Beispiel wird diese Variante durch den „Rand-Effekt“ zu 5 %–15 %–60 %–20 % (die 15 % und die 5 % werden zu 20 % bei dem großen Plus addiert). Gleiches gilt für die Festlegung der Unsicherheit bei Erwartungen (siehe Abschnitt A.3.6 auf Seite 241). Die Wirkung der Unsicherheit wird bei den Analyseergebnissen deutlich. Eine Beschreibung der Berechnung wird im Abschnitt A.5.4 auf Seite 258 gegeben.

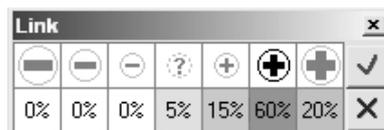


Abbildung A.9: Beispiel für die Einstellmöglichkeit der Unsicherheit der Ursache-Wirkungsbeziehung im Verknüpfungsdialo in DANA

A.3.9 Regeln zur Erstellung eines Wahrnehmungsgraphen

Bei der Erstellung eines Wahrnehmungsgraphen sollten folgende Regeln beachtet werden:

- Eine Handlung darf nicht auf eine andere Handlung einwirken, sondern nur auf System- und Akteursattribute sowie auf Ziele.
- Eine Erwartung darf nicht auf Handlungen und andere Erwartungen einwirken, sondern ebenfalls nur auf System- und Akteursattribute sowie auf Ziele.
- Ein Akteur darf auch Handlungen anderer Akteure in seinem Wahrnehmungsgraphen haben.
- Es ist auch möglich, dass ein Akteur nur fremde Handlungen als relevant in dem Problemfeld sieht und dementsprechend sein Wahrnehmungsgraph keine eigenen Handlungen aufweist.
- Ziele können zwar Einfluss auf System- und Akteursattribute sowie andere Ziele haben, allerdings dürfen Ziele niemals auf Handlungen und Erwartungen einwirken.
- Es bietet sich an, Handlungen und Erwartungen an den oberen Rand des Wahrnehmungsgraphen zu platzieren, darunter die System- und Akteursattribute und ganz unten die Ziele (wie im Beispiel der Abbildung A.1 auf Seite 235).

A.3.10 Empfehlungen für die Erhebung von Problemwahrnehmungen

Ausgehend von den Erfahrungen in der Durchführung von Expertengesprächen sowie in der Umsetzung deren Ergebnisse in Wahrnehmungsgraphen in DANA werden folgende Fragen für Expertengespräche vorgeschlagen. Zu beachten ist, dass während des Gesprächs eine Visualisierung stattfinden sollte (*Anmerkung*: Vorschläge für eine unterstützende Visualisierung während des Gesprächs von Seiten des Interviewers/der Interviewerin stehen in eckigen Klammern hinter den Fragen).

- Welche Ziele (Interessen) verfolgt Ihre Organisation/Unternehmen/Institution hinsichtlich des vorgestellten Problemfeldes? [Ziele auf Karten notieren]
- Welche eigenen Handlungen (der Organisation/des Unternehmens/der Institution) sehen Sie, um Ihre Ziele (Interessen) zu erreichen? Und welche Faktoren werden durch diese Handlungen beeinflusst? Bitte beschreiben Sie die Kausalbeziehungen zwischen den Handlungen und den Faktoren und Ihren Zielen (Interessen). Gibt es Unsicherheiten in den Kausalbeziehungen? [Handlungen und Faktoren auf Karten notieren (für Ziele, Handlungen und Faktoren drei verschiedenen Farben wählen), die Kausalbeziehungen mit Pfeilen darstellen und die Unsicherheit notieren]
- Welche anderen Akteure sind im vorgestellten Problemfeld einflussreich? Mit welchen Handlungen beeinflussen diese Akteure die von Ihnen genannten Faktoren und Ihre Ziele (Interessen)? Bitte beschreiben Sie die Kausalbeziehungen zwischen den Handlungen und den Faktoren und Ihren Zielen (Interessen). *Anmerkung*: Falls keine anderen Akteure genannt werden, werden Akteure vorgeschlagen und nach deren Einfluss und Handlungen gefragt [Handlungen (inkl. der Akteure) und neue Faktoren auf Karten notieren und mit Pfeilen verknüpfen]
- Welche Entwicklungen erwarten Sie, die zum einen Einfluss auf die genannten Faktoren und Ihre Ziele (Interessen) haben und zum anderen unabhängig von den Akteuren und Handlungen sind? Wie wahrscheinlich sind diese Erwartungen? [Erwartungen (neue Farbe wählen) auf Karten schreiben, Wahrscheinlichkeiten notieren und Verknüpfungen mit Pfeilen darstellen]

- Bitte schauen Sie sich Ihre Ziele (Interessen) nochmals an und ergänzen Sie bei Bedarf. Legen Sie Prioritäten fest und erläutern Sie bitte, wie wichtig Ihnen die Erfüllung der Ziele/Interessen ist. [Prioritäten auf den Ziel-Karten notieren]

A.3.11 Empfehlungen für die Erstellung von Wahrnehmungsgraphen

Für eine Akteursmodellierung mit dem Programm DANA müssen Problemwahrnehmungen von Akteuren in Form von Wahrnehmungsgraphen modelliert werden. Der erste Schritt dafür ist die Erstellung eines *case* und einer *arena*, danach sollte pro Akteur ein Wahrnehmungsgraph eingefügt werden. Es ist zu empfehlen, die Wahrnehmungsgraphen der Akteure nacheinander in eine *arena* einzufügen.

Um einen Wahrnehmungsgraphen zu modellieren, müssen die Antworten der Expertinnen und Experten von der Analystin Schritt für Schritt übertragen werden. Zuerst sollten die Handlungen und die dazugehörigen Akteure identifiziert werden. Pro genannter Handlung wird in DANA ein Handlungssymbol in den oberen Arbeitsbereich für die Erstellung der Wahrnehmungsgraphen eingefügt. Da Handlungen nicht von anderen Handlungen oder anderen Faktoren beeinflusst werden können, bietet sich diese Position an.

Es ist darauf zu achten, dass Handlungen als neutrale Tätigkeit formuliert werden. Ein Beispiel: „Ersatzstoffe entwickeln“ ist korrekt, „zunehmende Entwicklung von Ersatzstoffen“ ist hingegen falsch. Persönliche Erfahrungen haben gezeigt, dass die korrekte Formulierung von Handlungen schwierig ist, sowohl für die Stakeholder als auch für die Analystin.

Dem Handlungssymbol werden neben der Handlung zwei weitere Informationen hinzugefügt: der Handelnde (= Name des Akteurs) und die Handlungsreichweite. Es ist dabei nicht notwendig, dass ein Wahrnehmungsgraph eines Akteurs auch Handlungen genau dieses Akteurs enthalten muss.

Der nächste Schritt ist die Identifikation von System- und Akteursattributen. Beides sind Elemente, die von Handlungen oder anderen Elementen beeinflusst werden können. Systemattribute sind allgemeine Faktoren, wie zum Beispiel „Umweltschutz“. Akteursattribute sind Faktoren, die einem bestimmten Akteur zugeordnet werden können. Diese werden unterhalb der Handlungssymbole in den Wahrnehmungsgraphen eingefügt, möglichst in die Nähe der Handlungen, die auf diese Attribute einwirken.

Nach den System- und Akteursattributen sollten die Erwartungen in den Wahrnehmungsgraphen eingetragen werden. Erwartungen sind in DANA von Akteuren nicht beeinflussbare Entwicklungen auf das Problemfeld. Falls Erwartungen in diesem Sinne von den Akteuren genannt werden, müssen sie in den Wahrnehmungsgraphen eingefügt werden. Zu empfehlen ist eine Position rechts oder links neben den Handlungen im oberen Arbeitsbereich für die Erstellung der Wahrnehmungsgraphen, da die Erwartungen ebenso wie Handlungen auf System- und/oder Akteursattribute einwirken, aber selbst nicht von Handlungen oder anderen Erwartungen beeinflusst werden können. Falls keine Erwartungen genannt werden, fällt dieser Schritt weg, da Erwartungen kein notwendiger Bestandteil eines Wahrnehmungsgraphen sind.

Als nächster Schritt werden die Ziele des Akteurs in den unteren Arbeitsbereich für die Erstellung der Wahrnehmungsgraphen eingetragen. Ziele sind zentrale Elemente in Wahrnehmungsgraphen, da erst durch sie die Nutzenberechnung erfolgen kann, auf der viele Analysen in DANA aufbauen. Es muss daher mindestens ein Ziel pro Wahrnehmungsgraph erstellt werden. Ein Ziel ist in DANA ein System- oder Akteursattribut mit einer Bewertung des Akteurs. Die Bewertung bezieht sich auf die mögliche Veränderung des System- bzw. Akteursattributs.

Eine Zielerstellung in DANA umfasst immer den Namen des Attributs sowie die Bewertung von sieben Veränderungsmöglichkeiten aus Sicht des Akteurs. Dafür ist es

notwendig, die Aussagen der Akteure genau in die formalisierte DANA-Sprache zu übertragen. Es gibt insgesamt 42 verschiedene Standard-Zieldefinitionen, aus denen die Analystin die geeignete für jedes Ziel auswählen muss. Es ist auch möglich, diese Standard-Zieldefinitionen zu modifizieren, insgesamt eröffnet DANA damit 7⁷ Kombinationsmöglichkeiten. Aus Erfahrung kann empfohlen werden, zu Beginn die Standard-Zieldefinitionen zu wählen.

Ein vollständiger Wahrnehmungsgraph muss mindestens eine Handlung und ein Ziel beinhalten. Sinnvollerweise enthält ein Wahrnehmungsgraph mehrere Handlungen, Systemattribute und Ziele sowie bei Bedarf Akteursattribute und -erwartungen. Die Anzahl der Elemente variiert entsprechend der Komplexität des Problems und den Ausführungen und Kenntnissen des Akteurs.

Nach Erstellung der oben genannten Elemente werden diese mit Pfeilen verknüpft, um Ursache-Wirkungsbeziehungen darzustellen. Die Analystin hat sieben Wahlmöglichkeiten: starker, mittlerer und geringer negativer Einfluss (drei verschiedene Minus-Symbole), geringer, mittlerer und starker positiver Einfluss (drei verschiedene Plus-Symbole) sowie „Einfluss ist nicht einzuschätzen bzw. nicht anzugeben“ (Fragezeichen-Symbol). Es ist auch möglich, eine Unsicherheit der Verknüpfung einzugeben, wenn dargestellt werden soll, dass der Einfluss der Ursache-Wirkungsbeziehung nicht eindeutig ist.

Nach dem Schritt der Verknüpfung muss die Analystin pro Erwartung festlegen, welche Auswirkungsmöglichkeit der einzelnen Erwartung der Akteur sieht. Zur Auswahl stehen die Optionen: starke, mittel oder leicht abnehmende, gleichbleibende, leichte, mittel oder stark zunehmende Auswirkung auf ein System- oder Akteursattribut.

Wenn alle Handlungen, System- und Akteursattribute sowie Ziele und Erwartungen miteinander verknüpft sind, sollten die Elemente im Wahrnehmungsgraphen so angeordnet werden, dass sich die Pfeile möglichst nicht überkreuzen. Dieser Schritt dient der Übersicht und benötigt einige Zeit.

Wenn alle Wahrnehmungsgraphen erstellt sind, folgt der Schritt der Harmonisierung und Vereinfachung der Ziele, Attribute, Erwartungen und Handlungen. Dieser Schritt ist notwendig, um die Graphen analysieren und die Akteure miteinander vergleichen zu können. So ist es unabdingbar, für die gleichen Faktoren auch die gleichen Namen zu verwenden. Dies bedeutet, dass die von den Akteuren genannten Ziele, Handlungen usw. in den Wahrnehmungsgraphen umbenannt werden müssen, so dass einerseits der Sinn nicht verloren geht, andererseits aber die Wahrnehmungsgraphen und damit die Akteure in DANA analysierbar werden.

Ein Beispiel für den Schritt der Harmonisierung: In einem Wahrnehmungsgraphen steht der Faktor „ökonomischer Gewinn“, ein Wahrnehmungsgraph eines anderen Akteurs beinhaltet den Faktor „wirtschaftlicher Gewinn“. Beide Faktoren sollen das Gleiche ausdrücken, würden aber in dieser Form von DANA als zwei unterschiedliche Faktoren behandelt. Die Analystin muss daher entscheiden, welcher der Faktoren umbenannt werden soll.

A.4 Bearbeiten von Wahrnehmungsgraphen

A.4.1 Elemente umbenennen

Wie im Abschnitt „Steuerungsbereich“ auf Seite 236 erwähnt, sind Umbenennungen von Elementen des Wahrnehmungsgraphen im Wörterbuch-Modus, in der Akteursübersicht und in den Wahrnehmungsgraphen selbst möglich. Die Änderungen wirken sich auf alle Wahrnehmungsgraphen im gesamten *case* aus! Wenn Sie beispielsweise den Akteur „Umweltbundesamt“ in „UBA“ umbenennen möchten, so wird der Akteur „Umweltbundesamt“ automatisch in allen Wahrnehmungsgraphen, in denen er vorkommt, in „UBA“ geändert. Für die Umbenennung ist folgender Ablauf durchzuführen:

1. Markieren Sie das Element, das Sie umbenennen wollen (Akteure können Sie nur im Wörterbuch-Modus und in der Akteursübersicht markieren, alle anderen Elemente wie Handlungen können Sie im Wörterbuch-Modus und im Wahrnehmungsgraphen markieren.)
2. Wählen Sie dann im Menü „Case“ die Option „Rename concept“, alternativ können Sie die Tastenkombination **Strg+R** nutzen.
3. Ein Dialogfenster öffnet sich, in dem Sie die Umbenennung vornehmen können, abschließend bestätigen Sie den Vorgang mit dem grünen Haken-Symbol.

A.4.2 Elemente mit Farben versehen

Eine Funktion in DANA ermöglicht es, die Elemente im Wahrnehmungsgraphen mit Farben zu versehen. Die Pfeile können durch diese Option eine neue Farbe und andere Breite bekommen, bei den anderen Elementen kann die Farbe der Ränder (Standard ist schwarz) und die Strichstärke geändert werden. Dafür muss die Option „Draw with color codes“ gewählt und die Farbe und Strichstärke im Kommentarbereich bestimmt werden. Im einzelnen sind dafür die folgende Schritte durchzuführen:

1. Im Menü „Case“ die Option „Draw with color codes“ auswählen oder die Tastenkombination **Strg+Alt+C** nutzen, ein Haken erscheint vor der Option „Draw with color codes“.
2. Ein Element im Wahrnehmungsgraphen mit der linken Maustaste markieren, der Rahmen des Elements erscheint draufhin violett.
3. Im Kommentarbereich das Symbol „Edit comment“ in der Werkzeugleiste wählen, der Kommentarbereich wird grün.
4. Nun im Kommentarbereich per Tastatur einen Buchstaben für die Farbe (**F**) und einen Buchstaben für die Strichstärke (**S**) in geschweiften Klammern eingeben (**{FS}**) und mit dem grünen Haken die Eingabe bestätigen.

Als Optionen für die Eingabe der Strichstärke (**S**) sind die Ziffern 1 bis 6 wählbar, 1 bewirkt eine geringe Strichstärke, 6 bewirkt die maximale Strichstärke der Umrandung des Elements bzw. Breite des Pfeils, wenn ein Link angewählt wurde. Als Optionen für die Farbe (**F**) stehen zwölf Möglichkeiten zur Wahl, jeder Farbe ist ein Buchstabe zugeordnet, der an die Stelle des **F** in den Kommentarbereich eingetragen werden muss. Die zwölf Farben sowie der Code für die Eingabe sind in Tabelle A.2 auf der nächsten Seite zu sehen. Eine Anmerkung hierzu: Der Farbe grau ist nicht nur der Buchstabe **c** zugeordnet, sondern alle Buchstaben, die nicht für die anderen elf Farben verwendet werden.

Tabelle A.2: Codierung der Farben in DANA

Farbe	Code	Farbe	Code
blau	b	dunkelblau	n
türkis	a	gelb	y
rot	r	violett	p
grün	g	hellgrün	l
braun	m	oliv	o
pink	f	grau	c

A.4.3 Elementen Kategorien zuordnen

Jedem Akteur, Ziel und Faktor sowie jeder Akteurshandlung und Erwartung kann ein *tag* zugeordnet werden, eine farbige Markierung, die von der Analystin definiert werden muss. Diese Markierungen dienen der Übersicht (Zugehörigkeit zu einer Kategorie) und der Gruppierung für bestimmte Analysen (siehe Abschnitt A.5 auf Seite 253). Zuerst müssen dafür bestimmte Kategorien definiert werden. Beim Klicken auf die grau umrandete weiße Markierung links vom jeweiligen Symbol () öffnet sich der *tag*-Dialog, in dem die *tags* definiert, bearbeitet und gelöscht werden können. Für die Erstellung muss die Analystin eine Farbe wählen und den *tag* benennen. Zusätzlich kann sie zu jedem *tag* einen Kommentar verfassen. Um in das Bearbeitungs Menü der *tags* zu gelangen, können Sie auch das Symbol  anwählen.

Die Kategorien ermöglichen der Analystin, die Elemente (z. B. die Akteure) nach bestimmten Bereichen zu gliedern. Die Zuordnung ist nicht exklusiv, es können einem Element auch mehrere Kategorien zugeordnet werden. So ist es z. B. möglich, die Akteure den Bereichen Ökonomie, Ökologie, Soziales und Politik zuzuordnen und entsprechend zu kennzeichnen. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, die Akteure nach ihren Aufgaben- oder Interessensbereichen zu gliedern (z. B. Wasser, Boden, Atmosphäre).

A.4.4 Einstellungen ändern

Im Menü „*Case*“ können Sie den Menüpunkt „*Options*“ anwählen, um die Einstellungen in DANA zu verändern. Das sich öffnende *DANA case options*-Fenster bietet mehrere Optionen (siehe Abbildung A.10 auf der nächsten Seite). Drei Einstellungen sind mit den Symbolen am oberen Rand des Fenster möglich:

- mit dem DANA-Symbol setzen Sie die Einstellungen auf die *default*-Position zurück,
- mit dem A-Symbol können Sie die Schriftart und die Schriftgröße in den Wahrnehmungsgraphen ändern und
- mit dem Ziel-Symbol können Sie die 42 vorgegebenen Standard-Zieldefinitionen ändern, siehe Abschnitt A.3.7 auf Seite 241.

Weitere Einstellungen, die für die Berechnungen relevant sind, auf denen die Analysen beruhen, können ebenfalls im *DANA case options*-Fenster (siehe Abbildung A.10 auf der nächsten Seite) geändert werden:

- In den drei oberen Feldern ist es möglich, den *change levels*, den *change multipliers* und den *utility levels* andere Werte zuzuweisen.
- Im Feld „*Feasible action range*“ kann die Option gewählt werden, die Leiste mit den sieben Handlungsoptionen in den Wahrnehmungsgraphen auszublenden.

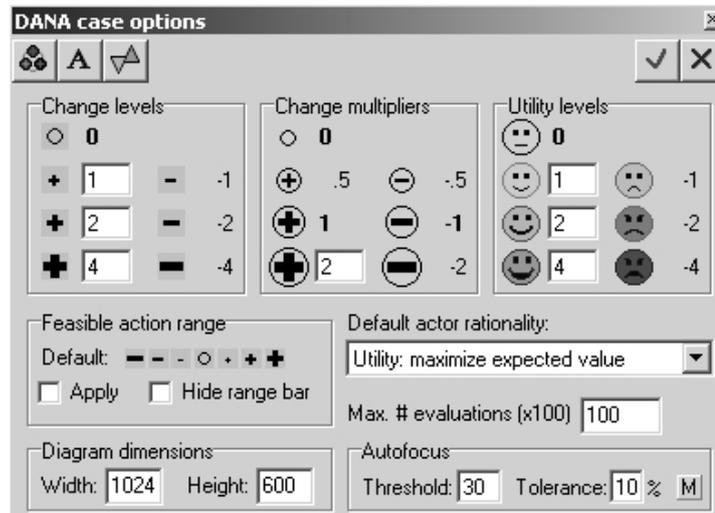


Abbildung A.10: Einstellungen in DANA (die Erläuterungen zu den Einstellungen befinden sich im Text)

- Im Feld „*Default actor rationality*“ kann der Modus ausgewählt werden, nach dem die Nutzen-Berechnung für die Analysen ermittelt werden soll. Zu empfehlen ist die Standard-Einstellung „*Utility: maximize expected value*“. Für die anderen Einstellungen liegen weder von Dr. Pieter Bots (persönliche Mitteilung, 2009), noch von den in der Einleitung genannten Nutzerinnen Erfahrungen vor.
- Im Feld darunter wird die maximale Anzahl an Durchläufen für die Berechnung des optimalen Nutzens pro Akteur festgelegt, die Standard-Einstellung ist 100⁴.
- In den „*Diagram dimensions*“ wird die Breite und Höhe des Arbeitsbereiches „Wahrnehmungsgraph“ in Pixeln festgelegt. Die Standard-Einstellung in DANA lautet 1280 x 1024 Pixel.
- In den „*Autofocus*“-Einstellungen kann der „*Threshold*“- und der „*Tolerance*“-Wert verändert werden. Der „*Autofocus*“-Modus wird aktiv, wenn Unsicherheiten bei den Analysen berücksichtigt werden müssen (siehe dazu auch den Abschnitt Berechnung von Unsicherheit A.5.4 auf Seite 258). Eine Erläuterung des „*Autofocus*“-Modus erfolgt im nächsten Absatz.

Wenn mit unsicheren Ursache-Wirkungsbeziehungen gearbeitet wird, steigt der Rechenaufwand stark an, für diese Fälle können im Feld „*Autofocus*“ Einstellungen vorgenommen werden, um die Rechenschritte zu verringern, mit dem Ziel eine „automatische Schärfung auf das Wesentliche“ zu erreichen.

Zum Hintergrund: DANA rechnet mit *probability-value sets* (kurz *proval*). Jedes *proval* besteht aus (Wahrscheinlichkeit, Wert)-Paaren. Ein Beispiel dazu: In DANA hat eine Verknüpfung mit einem *change multiplier* von 2 bei einer Wahrscheinlichkeit von 80 % und zugleich einem *change multiplier* von 1 bei einer Wahrscheinlichkeit von 20 % folgendes *proval* mit zwei (Wahrscheinlichkeit, Wert)-Paaren: [(0,2, 1), (0,8, 2)]. Die erste Ziffer pro Paar ist die Wahrscheinlichkeit (0,2 = 20 % bzw. 0,8 = 80 %), die zweite Ziffer ist der Wert des *change multiplier* (1 bzw. 2).

⁴Auf die Frage, welcher Algorithmus dafür verwendet wird, hat Dr. Pieter Bots in einer persönlichen Mitteilung 2009 folgendes geschrieben: „Sampling is done by calculating [all possible strategies] [...], divide it by the max. number of evaluations, and then use the result as the ‘step size’ by which DANA ‘traverses the action space’. [...] DANA makes this traversal a bit more random by drawing from a distribution that has the step size as its expected value. This makes it [behave] like a Monte Carlo simulation with the difference that DANA does not sample by generating each action in a perception graph a random number between 1 and 7, as this approach would make it possible that the same strategy is generated several times.“

Wenn der Einfluss einer Taktik bzw. der zu erwartende Nutzen in DANA berechnet wird, werden die (Wahrscheinlichkeit, Wert)-Paare der einzelnen Verknüpfungen miteinander und mit den einzelnen *tactics* multipliziert.

Mit dem „*Threshold*“-Wert wird der Schwellenwert (= Anzahl der (Wahrscheinlichkeit, Wert)-Paare in einem *proval*) festgelegt, oberhalb dessen DANA zu fokussieren beginnt. So bewirkt ein „*Threshold*“-Wert von 30 (Grundeinstellung in DANA), dass ab 30 (Wahrscheinlichkeit, Wert)-Paaren in einem *proval* der „DANA-*Autofocus*“ gestartet wird und die (Wahrscheinlichkeit, Wert)-Paare zusammengefasst und so auf 30 reduziert werden.

Der „*Tolerance*“-Wert gibt die minimale Wahrscheinlichkeit (in Prozent) an, die in einem (Wahrscheinlichkeit, Wert)-Paar verbleiben soll. Das hat zur Folge, dass ein Paar, dessen Wahrscheinlichkeitswert unter dem „*Tolerance*“-Wert liegt, mit anderen zusammengefasst wird.

Der „M“-Button steht für „Monitor“, wenn er aktiviert wird, wird die Anzahl der (Wahrscheinlichkeit, Wert)-Paare berechnet und ausgegeben.

A.5 Analysieren von Wahrnehmungsgraphen

A.5.1 Analysen in DANA

Wie bereits oben aufgeführt, werden in DANA die Analysen in vier Bereiche gegliedert:

1. Analysen auf der *case*-Ebene,
2. Analysen auf der *arena*-Ebene,
3. Analysen auf der *actor*-Ebene und
4. Analysen auf der *factor*-Ebene.

In dieser Anleitung werden die Analysen analog dieser Gliederung erläutert. Die Abbildungen A.11 und A.12 auf der nächsten Seite zeigen eine Übersicht aller Analysen, die in DANA durchgeführt werden können.

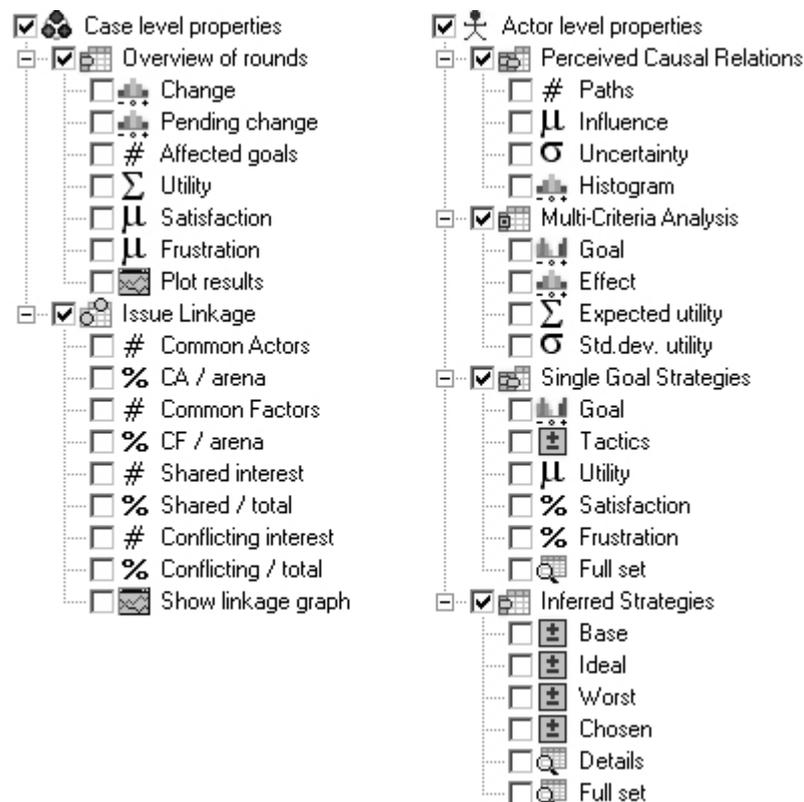


Abbildung A.11: Übersicht der möglichen Analysen in DANA auf der *case*- und der *actor*-Ebene

Um die Wahrnehmungsgraphen analysieren zu können, muss die Analystin zuerst Einstellungen im Menü *Grouping for analysis* vornehmen, über das Symbol in der Werkzeugleiste im Analysebereich wird dieses Menü aufgerufen. Mit dem Symbol , unterhalb des Symbols , gelangen Sie in das Menü *Actor network analysis*, in dem festgelegt wird, welche Analysen durchgeführt werden sollen.

Eine Anmerkung zu den Ergebnisdarstellungen der Analysen: Die Ergebnisse der Analysen der *case*- und der *arena*-Ebene werden jeweils in numerischer Form und in Form eines mehrfarbigen Plots ausgegeben. Die Ergebnisse der Analysen der *actor*- und der *factor*-Ebene werden in numerischer Form bzw. mit kleinen Histogrammen dargestellt (die Erläuterung erfolgt bei den einzelnen Analysen).

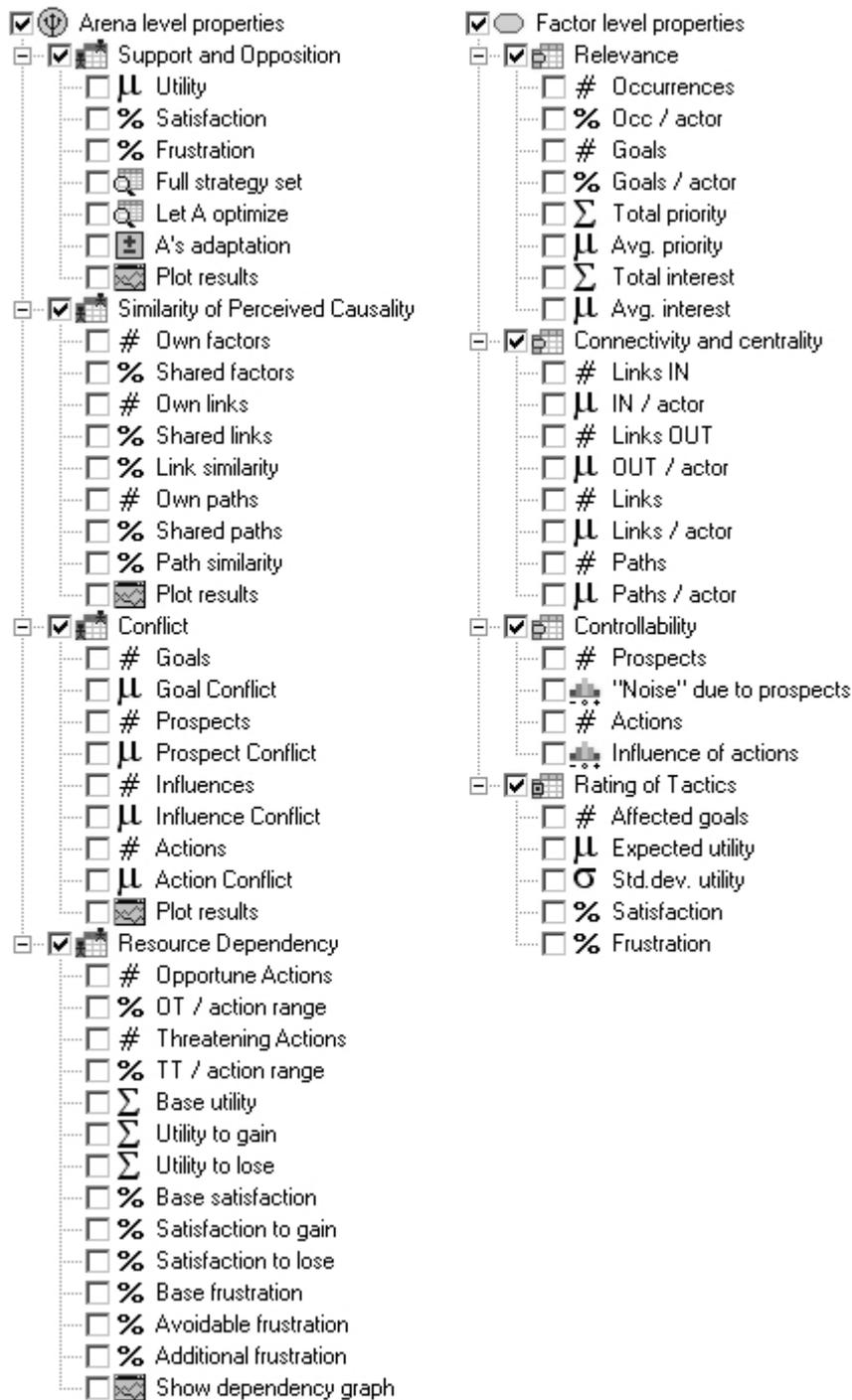


Abbildung A.12: Übersicht der möglichen Analysen in DANA auf der *arena*- und der *factor*-Ebene

Um Ihnen als Analyistin im Folgenden die Analysen möglichst plastisch zu erläutern, wurde ein einfach aufgebauter Beispiel-*case* mit vier Akteuren in drei *arenas* zum Thema Umweltschutz erstellt (siehe Abbildung A.13 auf der nächsten Seite), der für die einzelnen Analysen variiert wird.

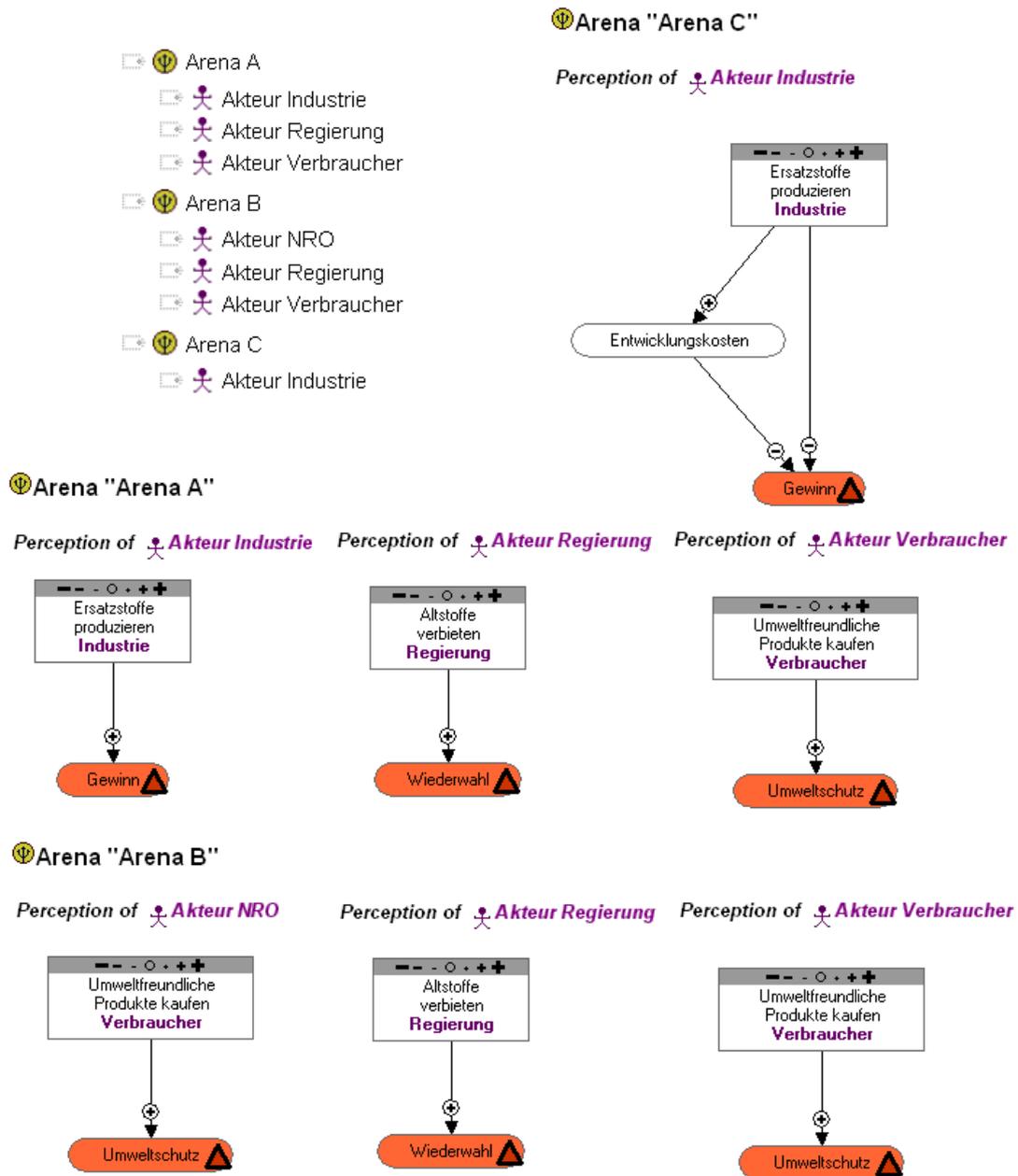


Abbildung A.13: Beispiel-case „Umweltschutz“ zur Erläuterung der Analysetools mit den Akteuren Industrie, Regierung, Verbraucher und Nichtregierungsorganisation (NRO) in den drei arenas A, B und C (dieses Beispiel ist stark vereinfacht, ein realistischer case enthält wesentlich mehr miteinander verknüpfte Akteure und Faktoren)

Für das Verständnis der Analyseergebnisse ist es notwendig, das Konzept des Nutzens, der Zufriedenheit und der Frustration sowie der Unsicherheit in DANA nachvollziehen zu können. Daher ist den Beschreibungen der einzelnen Analysen die Erläuterung der Nutzen-Berechnung, die Ermittlung des Zufriedenheits- und des Frustrationswertes und die Berechnung von Unsicherheit vorangestellt.

A.5.2 Nutzen

Grundlegend für viele Analysen in DANA ist die Nutzen-Berechnung. Für die Berechnung des Nutzens werden die Wirkungen der Handlungskombinationen (*tactics*) auf das Ziel bzw. die Ziele des Akteurs ermittelt. In einem nächsten Schritt wird unter Berücksichtigung der Zieldefinition berechnet, welchen Nutzen die einzelnen Handlungskombinationen für den Akteur haben. Als Maßstab für die Nutzen-Ermittlung wird der Wert des „glücklichsten Smileys“ verwendet.

Der ermittelte Nutzen kann positiv oder negativ sein, im ersten Fall wird das Ziel des Akteurs erreicht, je höher der Nutzen-Wert, desto höher die Zielerreichung. Wenn der Nutzen negativ ist, bedeutet dies für den Akteur, dass die damit verbundene Handlungskombination seinem Ziel bzw. seinen Zielen widerspricht. Zusammengefasst lässt sich sagen, dass der Nutzen in DANA angibt, wie der jeweilige Akteur die in seinem Wahrnehmungsgraphen enthaltenen Handlungskombinationen in Bezug auf seine Ziele bewertet.

Um beispielsweise die optimale Handlungsstrategie eines Akteurs zu ermitteln, werden alle Handlungsoptionen aller im Wahrnehmungsgraphen befindlichen Akteurshandlungen in Bezug auf den höchsten Nutzen bei gleichzeitig geringsten Aufwand berechnet. Bei sechs Handlungen mit jeweils sieben Handlungsoptionen wären dies $7^6 = 117.649$ Berechnungen. Neben der Ermittlung von optimalen Handlungsstrategien beruht in DANA die Identifizierung von Ziel- und Handlungskonflikten sowie die vergleichende Analyse von Wahrnehmungsgraphen auf der Nutzen-Berechnung.

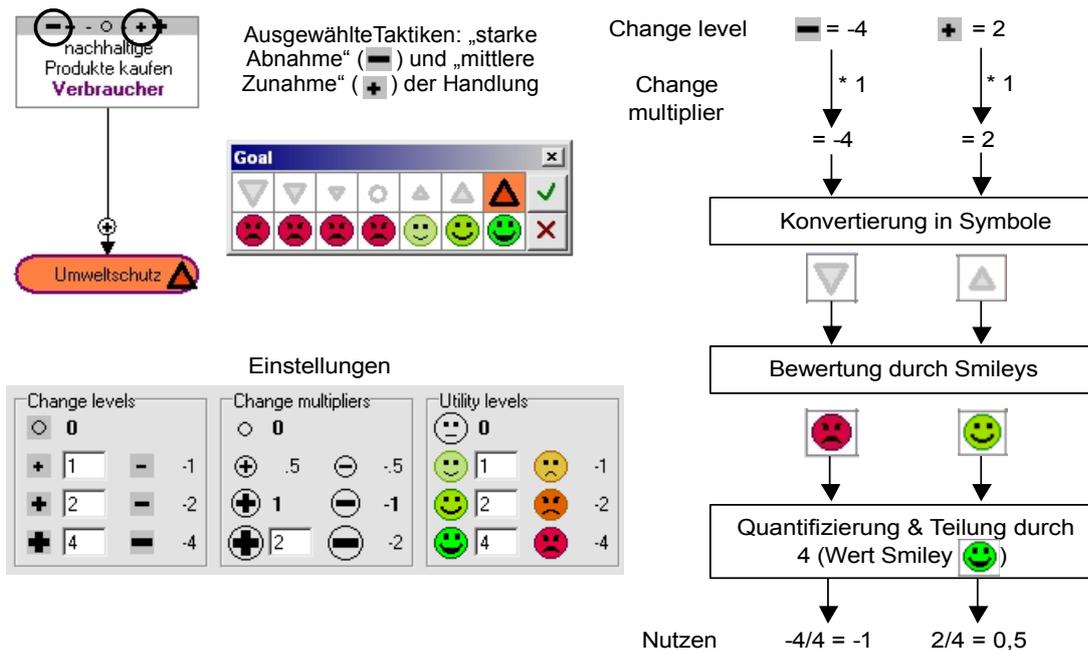


Abbildung A.14: Schema der Nutzen-Berechnung in DANA anhand zweier ausgewählter Handlungskombinationen (*tactics*) in einem Wahrnehmungsgraph mit dem Akteur „Verbraucher“, seiner Handlung „nachhaltige Produkte kaufen“ und seinem Ziel „Umweltschutz soll zunehmen“

Um diese zentrale Berechnung Schritt für Schritt zu erläutern, wird die einfachste mögliche Darstellung eines Wahrnehmungsgraphen gewählt: Ein Akteur („Verbraucher“) mit einer Handlung („nachhaltige Produkte kaufen“) und einem Ziel („Umweltschutz soll zunehmen“). Anhand dieses Wahrnehmungsgraphen wird in Abbildung A.14 für die beiden ausgewählten Handlungskombinationen/Taktiken „starke Abnahme der Handlung nachhaltige Produkte kaufen“ und „mittlere Zunahme der Handlung nachhaltige

Produkte kaufen“ die Nutzen-Berechnung dargestellt, so wie sie in DANA abläuft. In DANA wird allerdings nur das Ergebnis (der Nutzen-Wert/*utility*-Angabe) angezeigt. In Abbildung A.14 auf der vorherigen Seite ist links der Wahrnehmungsgraph abgebildet, hervorgehoben sind die beiden Handlungsoptionen „starke Abnahme“ (symbolisiert mit dem großen Minus) und „mittlere Zunahme“ – kombiniert mit der Handlung „nachhaltige Produkte kaufen“ sind dies die beiden ausgewählten Handlungskombinationen (in DANA *tactics*), in der Abbildung Taktiken genannt. Unterhalb des Wahrnehmungsgraphen sind die Einstellungen zu sehen und auf der rechten Seite der Abbildung wird die Berechnung des Nutzens Schritt für Schritt dargestellt.

1. Im ersten Schritt wird der *change level* der zu berechnenden Handlungskombination festgestellt, im Beispiel -4 (für die Handlungsoption „starke Abnahme“ und $+2$ (für die Handlungsoption „mittlere Zunahme“) (siehe hierzu die Einstellungen in Abbildung A.14 auf der vorherigen Seite).
2. Dann wird der jeweilige *change level* mit dem *change multiplier* multipliziert.
3. Nun folgt der Schritt der Konvertierung⁵ von quantitativen Werten in qualitative (dargestellt mit Symbolen, analog einer Konvertierungstabelle, die auf den Werten der *change levels* beruht).

Im Beispiel wird aus dem Wert -4 ein großes Dreieck mit der Spitze nach unten (alle Werte größer -4 werden zu diesem Symbol konvertiert) und aus dem Wert $+2$ wird ein mittelgroßes Dreieck mit der Spitze nach oben (alle Werte größer gleich 2 und kleiner 4 werden zu diesem Symbol umgewandelt).

4. Jetzt folgt der Schritt der Bewertung. Dafür werden die Symbole mit den Smileys bzw. Frowneys, die im Zieldialog festgelegt wurden, bewertet. Im Beispiel ist dies für das große Dreieck mit der Spitze nach unten der Frowney  und für das mittlere Dreieck der Smiley .
5. Der nächste Schritt ist die Quantifizierung der „Bewertungs-Symbole“ anhand der *utility levels*. In unserem Beispiel ist dem Frowney  der Wert -4 und dem Smiley  der Wert $+2$ zugeordnet. Diese Werte werden immer durch den Wert des „glücklichsten Smileys“  ($=4$) geteilt.
6. Das Ergebnis ist der zu erwartende Nutzen für die betrachtete Handlungskombination aus Sicht des Akteurs.

A.5.3 Zufriedenheit und Frustration

Neben dem zu erwartenden Nutzen werden in DANA bei mehreren Analysen auch Zufriedenheits- und Frustrationswerte ermittelt. Diese Werte werden aus der *expected utility* abgeleitet. Eine maximale Zufriedenheit von 100 % wird erreicht, wenn mit einer *tactic* der höchste Nutzen erlangt wird, der mit der vorgegebenen Zieldefinition möglich ist. Eine maximale Frustration mit 100 % wird erreicht, wenn der geringste Nutzen, der mit der Zieldefinition möglich ist, erlangt wird.

So kann in einem Wahrnehmungsgraphen mit einem Ziel und bei einer Zieldefinition, die den höchsten Smiley mit dem Symbol  enthält, ein *expected utility*-Wert von 1 und ein Zufriedenheitswert von 100 % als Ergebnis erreicht werden.

⁵Eine ausführliche Erläuterung der Konvertierung der *change levels* und der *change multipliers* ist in BOTS (2007) zu finden.

In einem Wahrnehmungsgraphen, der ebenfalls ein Ziel, aber in der Zieldefinition als höchste Bewertung nur den mittleren Smiley mit dem Symbol 😊 enthält (siehe Abbildung A.15), kann der zu erwartende Nutzen maximal einen Wert von 0,5 erreichen, aber einen Zufriedenheitswert von 100 %. Der Nutzenwert von 0,5 entspricht bei dem zweiten Beispiel dem höchstmöglichen Nutzen, bedingt durch den Smiley mit dem Symbol 😊, dessen quantitativer Wert halb so groß ist wie der des Smileys mit dem Symbol 😄.

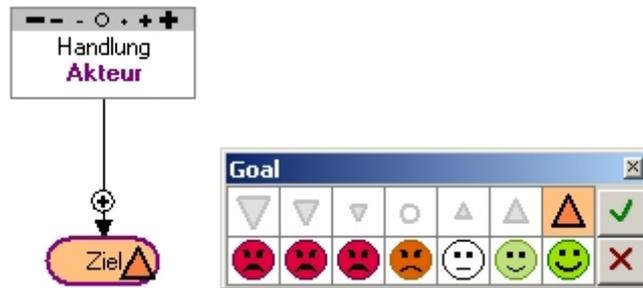


Abbildung A.15: Wahrnehmungsgraph für die Erläuterung des Zufriedenheits- und Frustrationswertes in DANA

Um die Ermittlung der Zufriedenheits- und Frustrationswerte besser nachzuvollziehen, werden für das Beispiel in Abbildung A.15 der zu erwartende Nutzen und die Zufriedenheits- und Frustrationswerte für jede *tactic* in Tabelle A.3 dargestellt.

Tabelle A.3: Nutzen-, Zufriedenheits- und Frustrationswerte aller *tactics* für den exemplarischen Wahrnehmungsgraphen aus Abbildung A.15

Taktik	Σ Nutzen	Zufriedenheit	Frustration
---	-1	0 %	100 %
- -	-1	0 %	100 %
-	-1	0 %	100 %
○	-0,5	0 %	50 %
+	0	0 %	0 %
+	0,25	50 %	0 %
+	0,5	100 %	0 %

A.5.4 Unsicherheit

In DANA gibt es zwei Möglichkeiten, mit „Unsicherheit“ zu arbeiten: bei den Verknüpfungen (*links*) und bei den Erwartungen. Im ersten Fall wird der Verknüpfung eine Wahrscheinlichkeitsverteilung zugeordnet. Ein Beispiel ist in Abbildung A.16 auf der nächsten Seite wiedergegeben. Die dortige Verknüpfung zwischen der Handlung „nachhaltige Produkte kaufen“ des Akteurs „Verbraucher“ und dem Ziel „Umweltschutz“ ist eine graue, gestrichelte Linie mit grauer Pfeilspitze statt einer schwarzen, durchgezogenen Linie mit schwarzer Pfeilspitze. Rechts von der Verknüpfung ist die Wahrscheinlichkeitsverteilung abgebildet: Aus Sicht des Akteurs ist der mittlere positive Einfluss (mittleres Plus) mit 80 % sehr wahrscheinlich, ein geringer und ein starker positiver Einfluss mit jeweils 10 % weniger wahrscheinlich.

Die Wirkung der gewählten Unsicherheit bei Verknüpfungen wird anhand der Nutzen-Berechnung für eine Taktik erläutert: Das Beispiel für diese Nutzen-Berechnung sowie alle relevanten Einstellungen sind in Abbildung A.16 auf der nächsten Seite gezeigt.

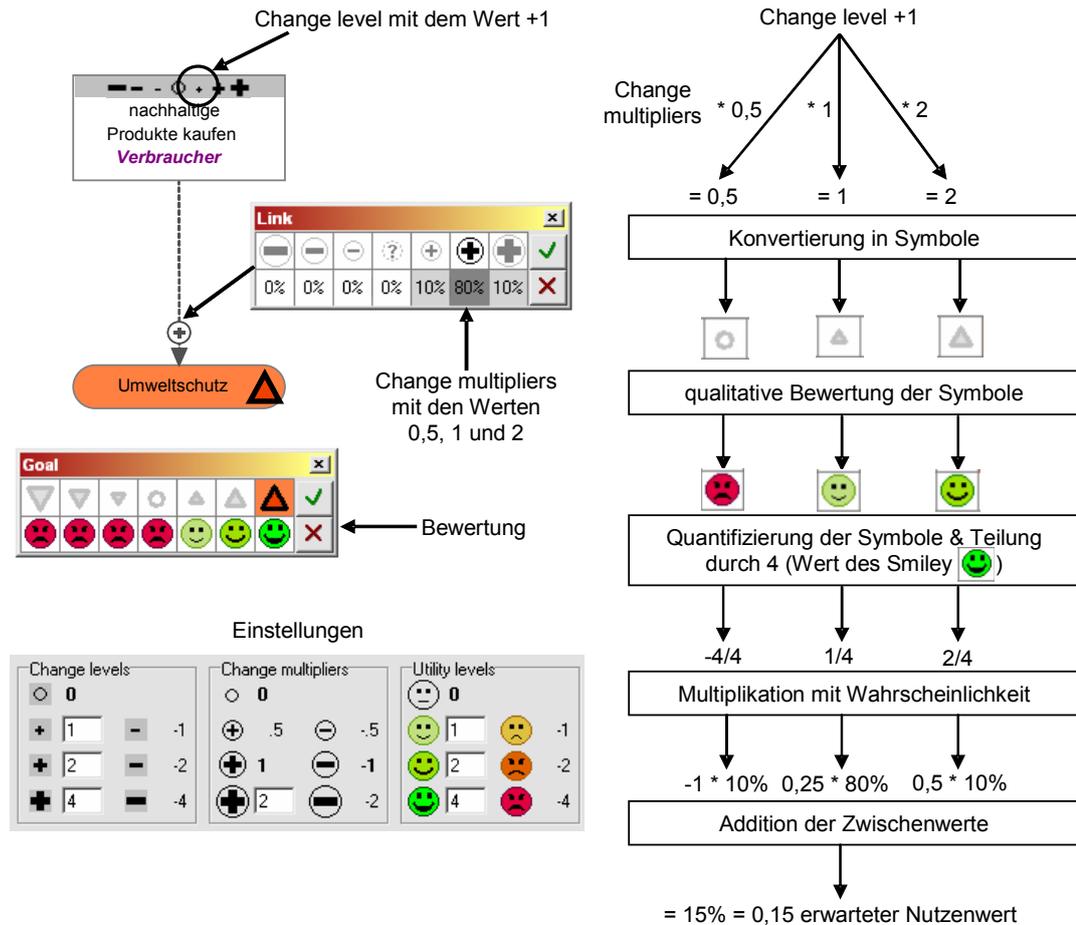


Abbildung A.16: Berechnung des zu erwartenden Nutzens für die Taktik „leichte Zunahme“ als Beispiel für die Wirkung der Unsicherheit in DANA

Die Berechnung in DANA erfolgt in mehreren Schritten, die für jede Handlungsoption durchgeführt werden. Als Beispiel dient die Taktik „leichte Zunahme der Handlung nachhaltige Produkte kaufen“:

1. Zuerst wird der *change level* der zu berechnenden Handlungskombination festgestellt, im Beispiel +1 (für die Handlungsoption „leichte Zunahme“).
2. Dann wird der *change level* mit den *change multipliers*, die durch die Zuordnung der Wahrscheinlichkeitsverteilung einen Wert haben, einzeln multipliziert. Im Beispiel trifft dies bei drei *change multipliers* zu, das Ergebnis ist: 0,5, 1 und 2.
3. Nun folgt der Schritt der Konvertierung von quantitativen Werten in qualitative (dargestellt mit Symbolen, analog einer Konvertierungstabelle, die auf den Werten der *change levels* beruht).
In unserem Beispiel wird aus dem Wert 0,5 das Symbol des Kreises (alle Werte zwischen größer -1 und kleiner 1 werden zu 0), aus dem Wert 1 das Symbol des kleinen Dreiecks mit der Spitze nach oben (alle Werte zwischen größer gleich 1 und kleiner 2 werden zum kleinen Dreieck) und aus dem Wert 2 das Symbol des mittleren Dreiecks mit der Spitze nach oben (alle Werte größer gleich 2 werden zum mittleren).
4. Jetzt folgt der Schritt der Bewertung. Dafür werden die Symbole mit den Smileys bzw. Frowneys, die im Zieldialog festgelegt wurden, bewertet.

- Im Beispiel ist dies für den Kreis der Frowney 😞, für das kleine Dreieck der Smiley 😊 und für das mittlere Dreieck der Smiley 😊.
5. Der nächste Schritt ist die Quantifizierung der „Bewertungs-Symbole“ anhand der *utility levels*. In unserem Beispiel ist dem Frowney 😞 der Wert -4 , dem Smiley 😊 der Wert $+1$ und dem Smiley 😊 der Wert $+2$ zugeordnet. Diese Werte werden durch den Wert des Smileys 😊 ($=4$) geteilt.
 6. Die Ergebnisse werden mit den Wahrscheinlichkeitswert (10 % bzw. 80 % in diesem Beispiel) multipliziert.
 7. Der letzte Schritt ist die Addition. Wenn Sie das Ergebnis nun durch 100 teilen, erhalten Sie den zu erwartenden Nutzen für die betrachtete Handlungskombination.

In DANA werden diese Schritte für alle sieben Handlungsmöglichkeiten durchgeführt. In Tabelle A.4 sind die Berechnungsschritte für den zu erwartenden Nutzen nach dem Schritt der Quantifizierung für alle sieben Handlungsmöglichkeiten des Ausgangsbeispiels (siehe Abbildung A.16 auf der vorherigen Seite) aufgelistet.

Tabelle A.4: Berechnung des zu erwartenden Nutzens unter Berücksichtigung der Unsicherheit der Verknüpfung für das Beispiel aus Abbildung A.16

Taktik	Σ Nutzen	Berechnung
■	-1	$((-4/4) * 10 + (-4/4) * 80 + (-4/4) * 10)/100 = -1$
▬	-1	$((-4/4) * 10 + (-4/4) * 80 + (-4/4) * 10)/100 = -1$
-	-1	$((-4/4) * 10 + (-4/4) * 80 + (-4/4) * 10)/100 = -1$
⊙	-1	$((-4/4) * 10 + (-4/4) * 80 + (-4/4) * 10)/100 = -1$
+	0,15	$((-4/4) * 10 + 1/4 * 80 + 2/4 * 10)/100 = 0,15$
+	0,53	$(1/4 * 10 + 2/4 * 80 + 4/4 * 10)/100 = 0,525$
+	0,95	$(2/4 * 10 + 4/4 * 90)/100 = 0,95$

A.5.5 Analysen auf der *case*-Ebene

A.5.5.1 Einführung

Die Analysen auf der *case*-Ebene ermöglichen einen Vergleich zwischen den verschiedenen *arenas*. Für die sequentielle Modellierung wurde zusätzlich die Analyse *Overview of rounds* eingeführt. Dort wird u. a. der zu erwartende Nutzen eines Akteurs, seine Zufriedenheit und Frustration nach jeder Runde berechnet (in der sequentiellen Modellierung umfasst eine Runde einen vollständiger Durchlauf aller Akteurshandlungen in einem *case*).

A.5.5.2 *Issue Linkage*

Mit der Analyse *Issue Linkage* werden Verbindungen zwischen jeweils zwei *arenas* untersucht. Im Mittelpunkt der Analyse stehen die gemeinsamen Akteure und Faktoren, die in den beiden betrachteten *arenas* vorkommen sowie die daraus resultierenden gemeinsamen Interessen und möglichen Konflikte. Die Analyseergebnisse geben einen Überblick über die Anzahl der gemeinsamen Akteure und Faktoren sowie über Indikatoren, die mögliche Dilemmata anzeigen. Ein Dilemma in diesem Sinne wäre, wenn die gleiche Handlung aus der Sicht eines Akteurs einen Gewinn und aus der Sicht eines anderen Akteurs einen Verlust bedeuten würde.

Für die Analyse *Issue Linkage* muss im Dialog „*Grouping for Analysis*“ folgende Einstellung gewählt werden: *Arena groups*: „*no grouping*“, die Einstellungen für *Actor groups* und *Factor groups* sind an dieser Stelle irrelevant.

Für alle Ergebnisdarstellungen der Analysen in DANA gilt: Es wird immer die „Zeilen-arena“ mit der „Spalten-arena“ verglichen. Daher sind asymmetrische Ergebnisse möglich. Tabelle A.5 gibt eine Übersicht der Berechnungen, die im Rahmen der Analyse *Issue Linkage* durchgeführt werden sowie deren Erläuterung.

Tabelle A.5: Übersicht der Berechnungen im Rahmen der Analyse *Issue Linkage* in DANA (die Berechnungen beziehen sich immer auf die beiden *arenas*, die jeweils miteinander verglichen werden)

Berechnung	Erläuterung
# <i>Common Actors</i>	Anzahl der gemeinsamen Akteure
% <i>CA/arena</i>	Anzahl der gemeinsamen Akteure relativ zur Anzahl der Akteure der „Zeilen-arena“*
# <i>Common Factors</i>	Anzahl der gemeinsamen Faktoren (Handlungen, Akteurs- und Systemattribute sowie Ziele)
% <i>CF/arena</i>	Anzahl der gemeinsamen Faktoren relativ zur Anzahl der Faktoren der „Zeilen-arena“*
# <i>Shared interest</i>	Anzahl der geteilten Interessen, d. h. Anzahl der gleichen Ziele und Handlungen, deren Wirkung auf die Ziele in beiden <i>arenas</i> gleich bewertet werden. In DANA ist dies wie folgt definiert: Anzahl der Änderungen in Faktoren, die in beiden <i>arenas</i> gleichartig (positiv oder negativ) bewertet werden, dabei wird die Änderung in einem Faktor hinsichtlich der Wirkung auf ein Ziel bewertet.
% <i>Shared/total</i>	Anzahl der geteilten Interessen relativ zu der Anzahl der gemeinsamen Interessen in beiden <i>arenas</i> . Diese setzen sich aus den <i>Shared interest</i> und den <i>Conflicting interest</i> zusammen.
# <i>Conflicting interest</i>	Anzahl der konfliktträchtigen gemeinsamen Interessen. In DANA werden darunter Änderungen in Faktoren verstanden, die in einer <i>arena</i> positiv und in der anderen <i>arena</i> negativ bewertet werden, dabei wird die Änderung in einem Faktor hinsichtlich der Wirkung auf ein Ziel bewertet.†
% <i>Conflicting/total</i>	Anzahl der konfliktträchtigen gemeinsamen Interessen relativ zur Anzahl der gemeinsamen Interessen in beiden <i>arenas</i>

* In der DANA Version 1.3.0 liegt bei der Berechnung der Quotienten ein Bug vor. Die Quotienten werden nicht relativ zur Anzahl der Akteure der „Zeilen-arena“, sondern relativ zur Anzahl aller Faktoren in beiden *arenas* berechnet. Nur wenn zufälligerweise die Anzahl der Faktoren und die Anzahl der Akteure der „Zeilen-arena“ gleich groß sind, sind die Ergebnisse korrekt. Der Bug wurde aufgrund dieser Beschreibung in der DANA Version 1.3.3 behoben.

† An dieser Stelle liegt in der DANA Version 1.3.0 ein Darstellungsfehler vor: Das Ergebnis wird in % angegeben, es handelt sich hier aber um eine Anzahl. Um das Ergebnis korrekt zu interpretieren, muss der in DANA angegebene Wert durch 100 geteilt und das Prozentzeichen gestrichen werden. In Version 1.3.3 behoben.

In Abbildung A.17 ist ein Teilergebnis der Analyse *Issue Linkage* für den Beispiel-case „Umweltschutz“ (siehe Abbildung A.13 auf Seite 255) dargestellt. In Tabelle sind die Ergebnisse des Vergleichs der *arenas* A, B und C mit der *arena* A abgebildet. Die Ergebnisse für den Vergleich der *arenas* A, B und C mit den *arenas* B und C sind aus Platzgründen nicht dargestellt, folgen aber dem gleichen Schema.

Issue Linkage

		Arena A							
Arenas	# Common Actors	%CA / arena	# Common Factors	%CF / arena	# Shared interest	% Shared / total	# Conflicting interest	% Conflicting / total	
Arena A	3	100%	6	100%	6	100%	0%	0%	
Arena B	2	50%	4	100%	4	100%	0%	0%	
Arena C	1	100%	2	50%	1	50%	100%	50%	

Abbildung A.17: Teilergebnis der Analyse *Issue Linkage* für den Beispiel-case „Umweltschutz“, in der Tabelle werden die Ergebnisse des Vergleichs der *arenas* A, B und C mit der *arena* A dargestellt, die Angaben in der Spalte # *Conflicting interest* und der Wert 100 % CF/arena der *arena* B sind fehlerhaft (Erläuterung dazu im Text)

Die Werte in den Spalten # *Common Actors* und *CA/arena* haben folgende Bedeutung: Die *arena* B (die „Zeilen-arena“) hat mit der *arena* A zwei gemeinsame Akteure, dies sind laut Tabelle 50 % ihrer Akteure. Wie in der Anmerkung in Tabelle A.5 auf der vorherigen Seite beschrieben, sind die von DANA berechneten Quotienten in den meisten Fällen nicht korrekt. Die *arena* A hat mit sich selbst drei gemeinsame Akteure, dies sind 100 %. Die *arena* C hat mit der „Spalten-arena“ A einen gemeinsamen Akteur, dies sind ebenfalls 100 %, da die *arena* C nur einen Akteur beinhaltet. Diese beiden Werte sind korrekt in der Übersicht dargestellt. Das Ergebnis der *arena* B hingegen ist falsch. So müsste im Feld % *CF/arena* für den Vergleich von *arena* B mit *arena* A 67 % stehen, da zwei von ihren drei Akteuren auch in der *arena* A agieren (siehe Abbildung A.13 auf Seite 255). Der Bug wurde aufgrund dieser Beschreibung in der DANA Version 1.3.3 behoben.

Jedes Ergebnis der Analyse *Issue Linkage* können Sie sich in Form eines Plots anzeigen lassen. Wie aus Abbildung A.18 auf der nächsten Seite zu entnehmen ist, sind die drei *arenas* A, B und C als Strichmännchen und die Ergebnisse (Verbindungen) in Form von farbigen Pfeilen zwischen den Strichmännchen dargestellt. In der Auflistung im linken Bereich des Fensters können Sie eine oder mehrere *Relations* anwählen. Als Beispiel wurde die Betrachtung der *Common Actors* gewählt.

In dem Feld *Low* erscheint automatisch der niedrigste Wert (in diesem Fall: 0 gemeinsame Akteure) sowie der höchste Wert (hier: 3 gemeinsame Akteure), der für diese Auswertung in dem *case* vorkommt. Die Werte können auch aus der Ergebnistabelle entnommen werden. Dem höchsten Wert wird automatisch die maximale Strichstärke des Pfeils zugewiesen. Die Pfeile sind wie folgt zu lesen: Der kleine Pfeil, der auf das Wort *arena* weist, symbolisiert die Anzahl der Akteure, die die jeweilige *arena* mit sich selbst hat. In Abbildung A.18 auf der nächsten Seite haben die kleinen Pfeile der *arenas* A und B die max. Strichstärke und bedeuten, dass beide *arenas* jeweils drei Akteure beinhalten. Die langen Pfeile zwischen den *arenas* zeigen die Anzahl der gemeinsamen Akteure an, so haben beispielsweise *arena* A und B zwei gemeinsame Akteure und die *arena* B und C keinen gemeinsamen Akteur (dargestellt durch eine gestrichelte Linie).

Die Ergebnisse in den Spalten # *Common Factors* und % *CF/arena* sind analog den Spalten # *Common Actors* und *CA/arena* aufgebaut: Im Beispiel-case „Umweltschutz“ (siehe Abbildung A.13 auf Seite 255 und A.17) hat die *arena* C zwei gemeinsame Faktoren mit der *arena* A. Dies sind die Handlung „Ersatzstoffe produzieren“ und das Ziel (und damit auch der Faktor) „Gewinn“. Auch hier sind die Prozentangaben nicht korrekt: Nach der Ergebnistabelle wären dies 50 % der Faktoren in *arena* A, *arena* A beinhaltet aber drei Faktoren, demnach müsste das Ergebnis 67 % lauten.

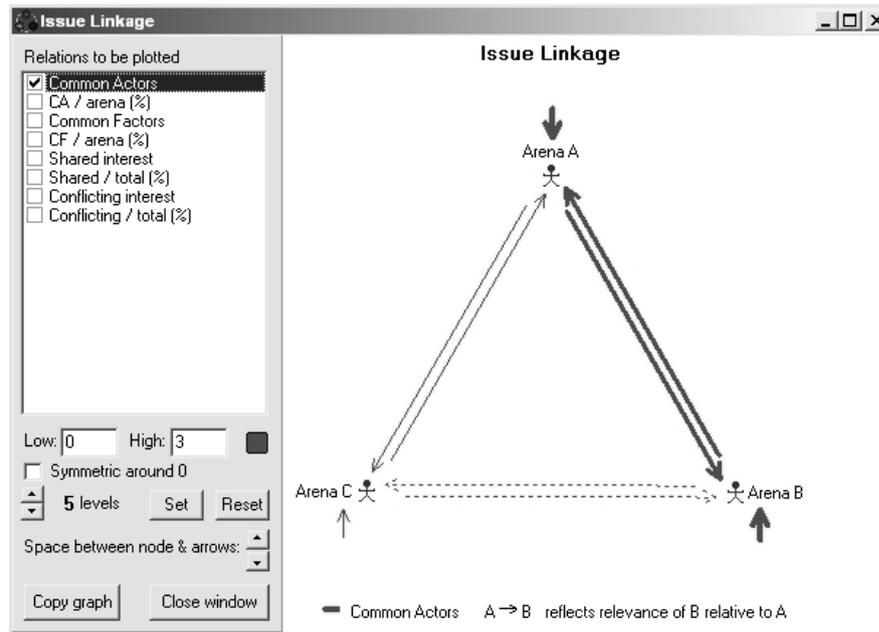


Abbildung A.18: Plot der Analyse *Issue Linkage* des Beispiel-case „Umweltschutz“, dargestellt ist die Auswahl *Common Actors*, die *arenas* A und B haben drei gemeinsame Akteure, die *arenas* A und C haben einen gemeinsamen Akteur und die *arenas* B und C haben keine gemeinsamen Akteure

In DANA wird für den Vergleich der *arena* A mit der *arena* C für die Anzahl der gemeinsamen Faktoren ebenfalls zwei ausgegeben und für den relativen Wert 20 % (nicht in der Abbildung dargestellt). Da in der *arena* A aber sechs Faktoren enthalten sind, müsste der Wert bei 33 % liegen (zwei zu sechs).

Das geteilte Interesse wird in den Spalten # *Shared interest* und % *Shared/total* ausgegeben. Im Beispiel-case „Umweltschutz“ hat die *arena* B mit der *arena* A vier geteilte Interessen:

- die positive Wirkung der Handlung „Umweltgerechte Produkte kaufen“ auf das Ziel „Umweltschutz soll zunehmen“,
- die positive Wirkung der Handlung „Altstoffe verbieten“ auf das Ziel „Wiederwahl soll zunehmen“ (im Sinne: die Wahrscheinlichkeit nimmt zu, dass die Regierung wiedergewählt wird),
- das Ziel „Umweltschutz soll zunehmen“ und
- das Ziel „Wiederwahl soll wahrscheinlich werden“.

Da es in diesem Beispiel keine konfliktträchtigen Interessen gibt, stellen diese vier geteilten Interessen 100 % der gemeinsamen Interessen dar. Im Gegensatz dazu hat die *arena* C mit der *arena* A ein geteiltes Interesse („Gewinn soll zunehmen“) und ein gegensätzliches Interesse: Die gleiche Handlung „Ersatzstoffe produzieren“ hat in der *arena* C eine abnehmende Wirkung auf den Faktor „Gewinn“, in der *arena* A aber eine zunehmende Wirkung auf den gleichen Faktor. Daher wird ein *Conflicting interest* ausgegeben, der 50 % der insgesamt zwei gemeinsamen Interessen ausmacht. Wie in der Anmerkung beschrieben, wird in DANA das Ergebnis der *Conflicting interest* in Prozent angegeben, es handelt sich hier aber um eine Anzahl, Sie müssen daher den Wert durch 100 teilen und das Prozentzeichen weglassen. Dieser Fehler wurde in der DANA Version 1.3.3 behoben.

A.5.6 Analysen auf der *arena*-Ebene

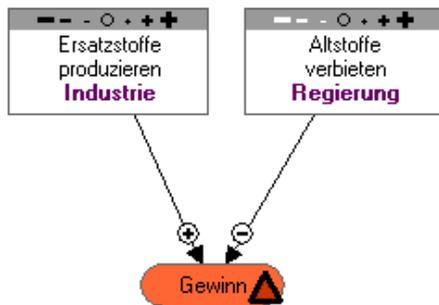
A.5.6.1 Einführung

Die Analysen auf der *arena*-Ebene untersuchen die verschiedenen Akteure bzw. deren Wahrnehmungsgraphen innerhalb einer *arena*. Für diese Analysen muss im Dialog „*Grouping for Analysis*“ folgende Einstellung gewählt werden: *Arena groups*: „*selected arena only*“, *Actor groups* und *Factor groups*: „*no grouping*“. Es ist auch möglich, bei der Auswahl „*Grouping for Analysis*“ alle *arenas* anzuwählen. In der Ergebnisdarstellung werden daraufhin alle Akteure aller *arenas* berücksichtigt und in einer Matrix abgebildet. Folgende Analysen stehen auf der *arena*-Ebene zur Wahl:

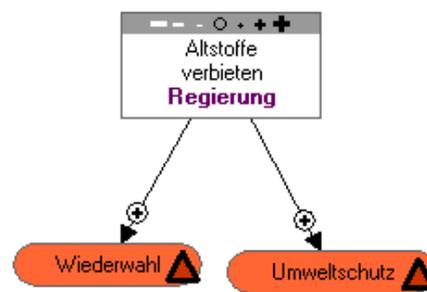
1. *Support and Opposition*,
2. *Similarity of Perceived Causality*,
3. *Conflict* und
4. *Resource Dependency*.

Zur Erläuterung der Analysetools auf der *arena*-Ebene wurde der Beispiel-case „Umweltschutz“ modifiziert. Im Folgenden wird nur die *arena* A mit den erweiterten Wahrnehmungsgraphen der Akteure Industrie, Regierung und Verbraucher berücksichtigt (siehe Abbildung A.19).

Perception of Akteur Industrie



Perception of Akteur Regierung



Perception of Akteur Verbraucher

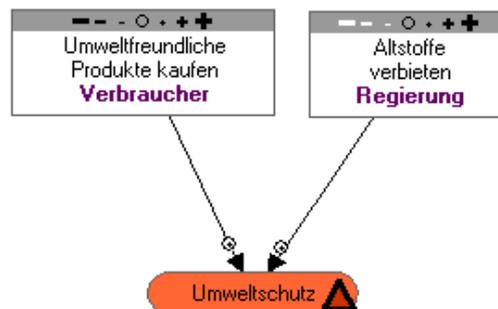


Abbildung A.19: Beispiel-case „Umweltschutz“ zur Erläuterung der Analysetools auf der *arena*-Ebene mit den Wahrnehmungsgraphen der Akteure Industrie, Regierung und Verbraucher in einer *arena*

A.5.6.2 *Support and Opposition*

Diese Analyse produziert einen Überblick darüber, wie die einzelnen Akteure die bevorzugten Strategien der anderen Akteure bewerten, von welchem Akteur sie Unterstützung und von welchem Akteur sie Widerstand zu erwarten haben. In einer Tabelle werden der eigene Nutzen, die Zufriedenheit und die Frustration angegeben, die der „Spalten-Akteur“ A von der bevorzugten Strategie des „Zeilen-Akteurs“ B erwartet. Der „Zeilen-Akteur“ B handelt so, dass er für sich den höchsten Nutzen erreicht. Die optimale Handlungskombination (= Strategie), die zu diesem Ergebnis führt, wird vom „Spalten-Akteur“ A bewertet, vorausgesetzt, die Handlung kommt auch im Wahrnehmungsgraph des Akteurs A vor⁶. Tabelle A.6 gibt die möglichen Berechnungen im Rahmen der Analyse *Support and Opposition* in DANA an.

Tabelle A.6: Übersicht der Berechnungen im Rahmen der Analyse *Support and Opposition* in DANA, die Berechnungen beziehen sich auf die Sicht des „Spalten-Akteurs“ A, der die Strategie des „Zeilen-Akteurs“ B bewertet

Berechnung	Erläuterung
μ <i>Utility</i>	Nutzen des „Spalten-Akteurs“ A
% <i>Satisfaction</i>	Zufriedenheit des „Spalten-Akteurs“ A in Prozent
% <i>Frustration</i>	Frustration des „Spalten-Akteurs“ A in Prozent
<i>Full strategy set</i>	Nutzen, Zufriedenheit und Frustration des „Spalten-Akteurs“ A für jede ideale Strategie des „Zeilen-Akteurs“ B
<i>Let A optimize</i>	Berechnung der idealen Strategie des „Spalten-Akteurs“ A für seine verbleibende(n) Handlung(en) als Reaktion auf die ideale Strategie des „Zeilen-Akteurs“ B mit Darstellung der Ergebnisse der ggf. veränderten Werte für den Nutzen, die Zufriedenheit und die Frustration
<i>A's adaption</i>	graphische Darstellung der idealen Strategie des „Spalten-Akteurs“ A nach <i>Let A optimize</i>

Die Ergebnisse des Beispiel-*case* (siehe Abbildung A.19) für diese Analyse sind aus der Abbildung A.20 zu ersehen. Wenn Sie den Akteur „Industrie“ betrachten, so bewertet er die ideale Strategie des Akteurs „Regierung“ mit -1 für seinen Nutzen und mit 100% Frustration. Dies rührt daher, weil die beste Handlungsstrategie der Regierung ein mittleres Plus der Handlung „Altstoffe verbieten“ ist (eigener Nutzen: $+2$, 100% Zufriedenheit, da diese Entscheidung beide Ziele erfüllt).

Akteur	Akteur Industrie			Akteur Regierung			Akteur Verbraucher		
	μ Utility	%Satisfaction	%Frustration	μ Utility	%Satisfaction	%Frustration	μ Utility	%Satisfaction	%Frustration
Akteur Industrie	1	100%	0%	-2	0%	100%	-1	0%	100%
Akteur Regierung	-1	0%	100%	2	100%	0%	0.50	50%	0%
Akteur Verbraucher	-1	0%	100%	2	100%	0%	1	100%	0%

Abbildung A.20: Ergebnis der Analyse *Support and Opposition* für den Beispiel-*case* „Umweltschutz“

⁶Die berechneten bevorzugten Strategien beruhen auf der *Inferred Strategies*-Analyse, siehe Abschnitt A.5.7.5 auf Seite 275.

Die Handlungsstrategie der Regierung senkt im Wahrnehmungsgraphen der Industrie den Faktor „Gewinn“. Durch die Zielformulierung ergibt sich ein Nutzen von -1 . Die Handlung „Ersatzstoffe produzieren“ wird bei dieser Berechnung automatisch auf 0 gesetzt (keine Veränderung). Die weiteren Ergebnisse sind nach dem gleichen Schema zu lesen.

Bei der Wahl von *Full strategy set* ändert sich das Ergebnis nicht, da dieser Beispiel-*case* so aufgebaut ist, dass genau eine ideale Strategie für den jeweiligen „Zeilen-Akteur“ *B* existiert. Die Berechnung von *Let A optimize* hingegen führt zu folgendem Ergebnis: Die Akteure Industrie und Regierung können keinen höheren Nutzen erreichen. Die Regierung kann keinen höheren Nutzen erlangen, weil sie entweder bereits den höchsten Nutzen (2) erreicht hat oder aber nicht mehr handeln kann, da die Handlungsvorgabe durch den Akteur Industrie vorgenommen wurde (Nutzen von -2). Im Vergleich Verbraucher – Industrie kann der Verbraucher hingegen seine Handlung „Umweltfreundliche Produkte kaufen“ auf das große Plus steigern, damit wird in der Summe ein Nutzen von 0,5 für den Verbraucher erreicht, im Gegensatz zu -1 , wenn der Verbraucher seine Handlung nicht verändert. Die Darstellung und das Ergebnis der optimalen Handlungsentscheidung für den Verbraucher ist der Abbildung A.21 zu sehen. Die Abbildung der Handlungsentscheidung wird in die Übersicht nur eingefügt, wenn *A's adaption* gewählt wurde. Damit ist *A's adaption* keine eigenständige Berechnung, sondern eine Darstellungsvariante, wie auch der Plot zur Analyse *Support and Opposition*.

Akteur Verbraucher			
μ Utility	%Satisfaction	%Frustration	A's adaptation
0.50	50%	0%	Umweltfreundliche Produkte kaufen [Verbraucher]
1	100%	0%	Umweltfreundliche Produkte kaufen [Verbraucher]
1	100%	0%	

Abbildung A.21: Ergebnis der Analyse *Support and Opposition* mit der Berechnung *Let A optimize* und der Darstellung von *A's adaption* für den Akteur Verbraucher im Beispiel-*case* „Umweltschutz“

A.5.6.3 *Similarity of Perceived Causality*

Die Analyse *Similarity of Perceived Causality* berechnet die Ähnlichkeit der wahrgenommenen Kausalzusammenhänge. Für die Ergebnisdarstellungen dieser Analyse gilt, dass jeweils der Wahrnehmungsgraph des „Zeilen-Akteurs“ mit dem des „Spalten-Akteurs“ verglichen wird. Ähnlichkeit wird in DANA für Faktoren und Kausalbeziehungen als das Verhältnis „geteilt/eigen“ gemessen. „Geteilt“ meint die Anzahl von Faktoren bzw. Verbindungen, die in den beiden Wahrnehmungsgraphen der betrachteten Akteure enthalten sind. Die Ähnlichkeit wird für einzelne Verbindungen zwischen zwei Faktoren (*links*) und für Pfade (*paths*), also Verbindungen von Handlungen über Faktoren zu Zielen, berechnet. Tabelle A.7 auf der nächsten Seite gibt die möglichen Berechnungen im Rahmen der Analyse *Similarity of Perceived Causality* in DANA an.

Tabelle A.7: Übersicht der Berechnungen im Rahmen der Analyse *Similarity of Perceived Causality* in DANA, jeweils aus Sicht des „Zeilen-Akteurs“

Berechnung	Erläuterung
# <i>Own factors</i>	Anzahl der eigenen Faktoren
% <i>Shared factors</i>	Verhältnis der eigenen Faktoren zu den geteilten (also gemeinsamen) Faktoren
# <i>Own links</i>	Anzahl der eigenen Verbindungen (<i>links</i>) zwischen zwei Faktoren
% <i>Shared links</i>	Verhältnis der eigenen Verbindungen (<i>links</i>) zu den geteilten (also gemeinsamen) Verbindungen
% <i>Link similarity</i>	Ähnlichkeit der geteilten Verbindungen (<i>links</i>)
# <i>Own paths</i>	Anzahl der eigenen Pfade (<i>paths</i>)
% <i>Shared paths</i>	Verhältnis der eigenen Pfade (<i>paths</i>) zu den geteilten (also gemeinsamen) Pfaden
% <i>Path similarity</i>	Ähnlichkeit der geteilten Pfade (<i>paths</i>)

Zum Verständnis betrachten wir die Ergebnisse dieser Analyse für den Wahrnehmungsgraphen der „Regierung“ im Beispiel-case „Umweltschutz“ (siehe Abbildung A.22). Die Regierung hat drei eigene Faktoren, mit der Industrie hat sie einen und mit dem Verbraucher hat sie zwei gemeinsame Faktoren, dies ergibt 33 % bzw. 67 % *Shared factors*. Weiterhin hat die Regierung zwei Verbindungen, mit der Industrie hat sie keine und mit dem Verbraucher eine Verbindung, dies sind 0 % bzw. 33 % *Shared links*.

Bei der Regierung ist die Ähnlichkeit mit ihren eigenen Verbindungen 100 %. Die Ähnlichkeit der gemeinsamen Verbindung mit dem Verbraucher beträgt 66 % *Link similarity*. Dies kommt durch den unterschiedlichen *change multiplier* der Verbindung der Handlung „Altstoffe verbieten“ mit dem Faktor „Umweltschutz“. Wäre der *change multiplier* in beiden Fällen ein mittleres Plus, so läge die Ähnlichkeit bei 100 %. Die geringste Ähnlichkeit mit –100 % wird erreicht, wenn der eine *change multiplier* ein großes Plus und der andere *change multiplier* ein großes Minus wäre. Da in diesem Beispiel die Anzahl der Verbindungen gleich der Anzahl der Wege ist, sind die Ergebnisse für # *Own paths*, *Shared paths* und % *Path similarity* gleich denen der beschriebenen für # *Own links*, *Shared links* und % *Link similarity* (siehe Abbildung A.22).

		Akteur Regierung							
人	Actors	# Own factors	% Shared factors	# Own links	% Shared links	% Link similarity	# Own paths	% Shared paths	% Path similarity
	Akteur Industrie	3	33%	2	0%	-	2	0%	-
	Akteur Regierung	3	100%	2	100%	100%	2	100%	100%
	Akteur Verbraucher	3	67%	2	50%	67%	2	50%	67%

Abbildung A.22: Teilergebnis der Analyse *Similarity of Perceived Causality* für den Beispiel-case „Umweltschutz“ für den Akteur „Regierung“

A.5.6.4 *Conflict*

Konflikte resultieren in DANA aus unterschiedlichen Wahrnehmungen und Bewertungen der Akteure. Es gibt in DANA Zielkonflikte, Erwartungskonflikte, Einflusskonflikte und Handlungskonflikte. Für diese Analyse werden die Ziele, die Erwartungen und die Richtung der Kausalbeziehungen der Akteure berücksichtigt und die Wirkungen der Handlungen auf den Nutzen berechnet. Im Rahmen dieser Analyse werden dabei die Eigenschaften und Nutzen-Berechnungen des „Zeilen-Akteurs“ mit denen des „Spalten-Akteurs“ abgeglichen. In Tabelle A.8 sind die mit dieser Analyse möglichen Berechnungen aufgeführt.

Tabelle A.8: Auflistung aller Berechnungen im Rahmen der Analyse *Conflict* in DANA

Berechnung	Erläuterung
# <i>Goals</i>	Anzahl der gemeinsamen Ziele
μ <i>Goal Conflict</i>	Mittelwert der Zielkonflikte (jeder Wert > 0 zeigt einen Zielkonflikt an)
# <i>Prospects</i>	Anzahl der gemeinsamen Erwartungen
μ <i>Prospect Conflict</i>	Mittelwert der Erwartungskonflikte (Werte zwischen 0 und 1 zeigen nur einen Unterschied in der Ausprägung an, Werte zwischen 1 und 2 zeigen einen Konflikt an)
# <i>Influences</i>	Anzahl der gemeinsamen Kausalbeziehungen
μ <i>Influence Conflict</i>	Mittelwert der Kausalbeziehungskonflikte (gegensätzliche (inverse) Verbindungen werden als Konflikt angesehen)
# <i>Actions</i>	Anzahl der gemeinsamen Handlungen
μ <i>Action Conflict</i>	Mittelwert der Handlungskonflikte (Einfluss der Handlung auf ein Ziel und der damit verbundene Nutzen wird betrachtet, die Unterschiede im zu erwartenden Nutzen werden über die Handlungsoptionen summiert)

In der DANA Version 1.3.0 liegt ein Bug in der Berechnung der Handlungskonflikte vor. Bei sehr einfachen Wahrnehmungsgraphen werden korrekte Werte ausgegeben, bei komplexeren sind die Werte fehlerhaft. Der Fehler wurde dokumentiert und in der DANA Version 1.3.3 behoben.

A.5.6.5 *Resource Dependency*

Diese Analyse berechnet die Abhängigkeit des „Zeilen-Akteurs“ von den Handlungen des „Spalten-Akteurs“ im Hinblick auf die Erreichung seiner Ziele. Die Ziel-Erreichung kann auf verschiedenen Wegen berechnet werden: im Hinblick auf den zu erwartenden Nutzen, auf die Zufriedenheit und auf die vermeidbare Frustration. Voraussetzung ist dafür, dass im Wahrnehmungsgraphen des „Zeilen-Akteurs“ Handlungen des „Spalten-Akteurs“ vorkommen.

In dieser Analyse spezifiziert der „*rationality type*“ (in den Einstellungen in DANA zu ändern), welche Taktik vom Akteur gewählt wird. Zu empfehlen ist die Standard-Einstellung „*Utility: maximize expected value*“. Für die anderen Einstellungen liegen weder von Dr. Pieter Bots (persönliche Mitteilung, 2009), noch von den in der Einleitung genannten Nutzerinnen Erfahrungen vor.

Die Nutzen-, Zufriedenheits- und Frustrationswerte werden relativ zum *base case* bewertet, also dem Fall, in dem die Änderungsoptionen aller Handlungen auf „gleichbleibend“ gesetzt werden. Die Berechnungen, die im Rahmen der Analyse *Resource Dependency* in DANA durchgeführt werden können, sind in Tabelle A.9 auf der nächsten Seite aufgelistet.

Tabelle A.9: Übersicht der Berechnungen im Rahmen der Analyse *Resource Dependency* in DANA – Teil 1

Berechnung	Erläuterung
# <i>Opportune Actions</i>	Anzahl von Handlungen des „Spalten-Akteurs“, die für den „Zeilen-Akteur“ günstig sein können (Bedingung: der zu erwartende Nutzen muss für mindestens eine Änderungsoption in der durchführbaren <i>action range</i> der Handlung (= Taktik) des „Spalten-Akteurs“ für den „Zeilen-Akteur“ positiv sein)
% <i>OT/action range</i>	Verhältnis (in %) von günstigen Taktiken (Bedingung: der zu erwartende Nutzen der Taktik muss für den „Zeilen-Akteur“ positiv sein) zu allen Taktiken, die in der <i>action range</i> der Handlung(en) zur Verfügung stehen (symbolisiert durch die schwarzen Symbole)
# <i>Threatening Actions</i>	Anzahl von Handlungen des „Spalten-Akteurs“, die für den „Zeilen-Akteur“ bedrohlich sein können (Bedingung: der zu erwartende Nutzen muss für mindestens eine Änderungsoption in der durchführbaren <i>action range</i> der Handlung (= Taktik) des „Spalten-Akteurs“ für den „Zeilen-Akteur“ negativ sein)
% <i>TT/action range</i>	Verhältnis (in %) von bedrohlichen Taktiken (Bedingung: der zu erwartende Nutzen der Taktik muss für den „Zeilen-Akteur“ negativ sein) zu allen Taktiken, die in der <i>action range</i> der Handlung(en) zur Verfügung stehen (symbolisiert durch die schwarzen Symbole)
Σ <i>Base utility</i>	Nutzenwert für den „Zeilen-Akteur“, berechnet für die Handlungen des „Spalten-Akteurs“ für den <i>base case</i> (für die Berechnung des <i>base case</i> werden alle Änderungsoptionen der Handlungen auf „gleichbleibend“ gesetzt)
Σ <i>Utility to gain</i>	Nutzenwert, der durch die Taktiken des „Spalten-Akteurs“ maximal zum Ergebnis des Σ <i>Base utility</i> -Wertes für den „Zeilen-Akteur“ hinzugewonnen werden kann
Σ <i>Utility to lose</i>	Nutzenwert, der durch die Taktiken des „Spalten-Akteurs“ maximal zum Ergebnis des Σ <i>Base utility</i> -Wertes für den „Zeilen-Akteur“ verloren gehen kann
% <i>Base satisfaction</i>	Zufriedenheitswert (in %) für den „Zeilen-Akteur“, berechnet für die Handlungen des „Spalten-Akteurs“ für den <i>base case</i>
% <i>Satisfaction to gain</i>	Zufriedenheitswert (in %), der durch die Taktiken des „Spalten-Akteurs“ maximal zum Ergebnis des % <i>Base satisfaction</i> -Wertes für den „Zeilen-Akteur“ hinzugewonnen werden kann
% <i>Satisfaction to lose</i>	Zufriedenheitswert (in %), der durch die Taktiken des „Spalten-Akteurs“ maximal zum Ergebnis des % <i>Base satisfaction</i> -Wertes für den „Zeilen-Akteur“ verloren gehen kann
% <i>Base frustration</i>	Frustrationswert (in %) für den „Zeilen-Akteur“, berechnet für die Handlungen des „Spalten-Akteurs“ für den <i>base case</i>
% <i>Avoidable frustration</i>	Frustrationswert (in %), der durch die Taktiken des „Spalten-Akteurs“ das Ergebnis des % <i>Base frustration</i> -Wertes für den „Zeilen-Akteur“ maximal vermindern kann
% <i>Additional frustration</i>	Frustrationswert (in %), der durch die Taktiken des „Spalten-Akteurs“ das Ergebnis des % <i>Base frustration</i> -Wertes für den „Zeilen-Akteur“ maximal erhöhen kann

A.5.7 Analysen auf der *actor*-Ebene

A.5.7.1 Einführung

Die Analysen auf der *actor*-Ebene fokussieren auf einen oder mehrere Akteure. Für die Analyse muss im Dialog „*Grouping for Analysis*“ folgende Einstellung gewählt werden, wenn die Akteure aus nur einer *arena* betrachtet werden sollen: *Arena groups*: „*selected arena only*“. Es ist auch möglich, Akteure aus ausgewählten oder allen *arenas* zu betrachten. Dementsprechend muss folgende Einstellung gewählt werden: *Arena groups*: „*aggregate by group*“ (verbunden mit der Wahl der Gruppe(n) mit Hilfe der *tags*, siehe Abschnitt A.4.3 auf Seite 250) bzw. „*no grouping*“. Das Gleiche gilt für die Einstellung für *Actor groups*. Die Einstellung für *Factor groups* sollte „*no grouping*“ sein, um alle Faktoren zu berücksichtigen.

Im Folgenden werden die Begriffe Handlung, Taktik und Strategie verwendet. Eine Taktik in DANA ist die Kombination einer Handlung (z. B. „Bücher kaufen“) und einer der sieben Änderungsmöglichkeiten dieser Handlung (z. B. „großes Plus – starke Zunahme“). Eine Taktik wäre dann z. B.: stark vermehrt Bücher kaufen, also wesentlich mehr Bücher kaufen als zum gegenwärtigen Zeitpunkt. Eine Strategie in DANA ist eine Kombination aller Taktiken in einem Wahrnehmungsgraphen.

Für die Erläuterungen der Analysen auf der *actor*-Ebene wurde ein Wahrnehmungsgraph mit dem Akteur „Industrie“ konstruiert (siehe Abbildung A.23).

Perception of Industrie

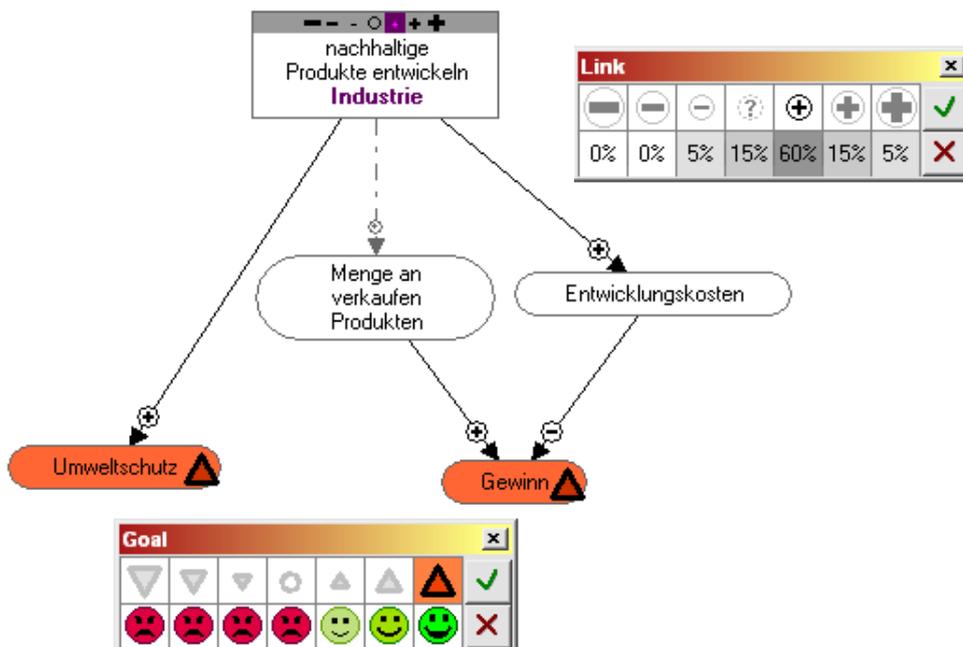


Abbildung A.23: Wahrnehmungsgraph zur Erläuterung der Analysetools auf der *actor*-Ebene (Akteur „Industrie“ mit den Zielen zunehmender Umweltschutz und zunehmender Gewinn)

A.5.7.2 *Perceived Causal Relations*

Bei dieser Analyse stehen die vom jeweiligen Akteur wahrgenommenen Ursache-Wirkungsbeziehungen im Vordergrund. Die Analyse produziert eine tabellarische Darstellung der Wirkungszusammenhänge zwischen den einzelnen Elementen in einem Wahrnehmungsgraphen (alphabetisch sortiert). Folgende Berechnungen können im Rahmen der Analyse *Perceived Causal Relations* in DANA durchgeführt werden (siehe Tabelle A.10):

Tabelle A.10: Übersicht der Berechnungen im Rahmen der Analyse *Perceived Causal Relations* in DANA

Berechnung	Erläuterung
# <i>Paths</i>	Anzahl aller existierenden Pfade von Faktor A zu Faktor B, gezählt werden direkte Verbindungen und Verbindungen über andere Faktoren
μ <i>Influence</i>	Mittelwert des Einflusses von Faktor A auf Faktor B, der Wert ist der Multiplikator für die Verknüpfung, ein Beispiel: der Wert 2 zeigt an, dass eine Änderung in Faktor A auf Faktor B mit einer Multiplikation von 2 weitergegeben wird, wenn Faktor A von einer Handlung mit dem Wert -2 beeinflusst wird, gibt Faktor A diese Änderung an Faktor B mit -4 weiter
σ <i>Uncertainty</i>	Standardabweichung des <i>Influence</i> -Wertes
 <i>Histogram</i>	Darstellung des Einflusses in Form eines Histogramms

Wenn Sie diese Analyse für den Beispiel-Wahrnehmungsgraphen (siehe Abbildung A.23 auf der vorherigen Seite) durchführen, erhalten Sie Ergebnisse für die Systemattribute „Entwicklungskosten“, „Gewinn“, „Menge an verkauften Produkten“ und „Umweltschutz“ sowie für die Handlung „nachhaltige Produkte entwickeln“. Das Ergebnis dieser Analyse ist in Abbildung A.24 auf der nächsten Seite dargestellt und wird in den folgenden Absätzen erläutert.

Wenn Sie in der Ergebnistabelle das erste Systemattribut, „Entwicklungskosten“, betrachten, so ist ersichtlich, dass dieser Faktor nur auf das Systemattribut „Gewinn“ einwirkt (# *Paths* 1) und der Einfluss auf den „Gewinn“ -1 ist. Dies bedeutet eine negative Korrelation: Wenn die Entwicklungskosten steigen, dann sinkt der Gewinn im gleichen Maße, wenn die Entwicklungskosten hingegen sinken, dann steigt der Gewinn entsprechend. In der Spalte *Histogram* wird dieser Zusammenhang graphisch dargestellt. Rechnerisch beruht der Wert -1 auf der Verknüpfung mit dem Symbol des mittleren Minus, diesem Symbol ist der Wert -1 zugeordnet (siehe Einstellungen in Abbildung A.5.4 auf Seite 258).

Die Systemattribute „Gewinn“ und „Umweltschutz“ wirken auf keinen anderen Faktor ein, daher ist in der Spalte # *Paths* eine 0 eingetragen. Die „Menge an verkauften Produkten“ wirkt in positiver Korrelation auf den „Gewinn“ ein – wenn die Menge an verkauften Produkten steigt, so steigt der Gewinn im gleichen Maße, wenn die Menge an verkauften Produkten sinkt, so sinkt auch der Gewinn entsprechend (hier hat die Verknüpfung den Wert eines mittleren Plus und damit den Wert $+1$).

A.5.7.3 Multi-Criteria Analysis

Bei der *Multi-Criteria Analysis* wird der erwartete Nutzen für alle Taktiken hinsichtlich der Ziele des Akteurs berechnet. Entscheidend ist hier die Zielsetzung und der daraus resultierende Effekt. Erwartungen, die auf das Ziel bzw. die Ziele einwirken, werden bei der *Multi-Criteria Analysis* nicht berücksichtigt – im Gegensatz zu der *Single Goal*-, der *Inferred Strategies* und der *Rating of Tactics*-Analyse. In Tabelle A.11 sind die Darstellungen und Berechnungen der *Multi-Criteria Analysis* aufgeführt.

Tabelle A.11: Übersicht der Berechnungen im Rahmen der *Multi-Criteria Analysis* in DANA

Berechnung	Erläuterung
 <i>Goal</i>	Darstellung des Ziels bzw. der Ziele, auf die die Handlung einwirkt sowie die Zielsetzung in Form eines Histogramms
 <i>Effect</i>	Wirkung der Taktik auf das bzw. die Ziele, Darstellung in Form eines Histogramms
Σ <i>Expected utility</i>	Summe des zu erwartenden Nutzens hinsichtlich aller Ziele für eine Taktik, pro Ziel ist der Maximalwert des zu erwartenden Nutzens 1, der Minimalwert -1
σ <i>Standard deviation utility</i>	Standardabweichung des zu erwartenden Nutzens

In Abbildung A.25 auf der nächsten Seite ist die Ergebnistabelle des Beispiel-Wahrnehmungsgraphen (siehe Abbildung A.23 auf Seite 270) für diese Analyse dargestellt. Sie sehen die einzige Handlung „nachhaltige Produkte entwickeln“ und die damit verbundenen sieben Taktiken. Die Handlung wirkt auf zwei Ziele ein, deren Zielsetzung identisch ist (siehe Abbildung A.23 auf Seite 270). Der Effekt jedoch ist unterschiedlich, da die Verknüpfungen verschiedene *change multipliers* aufweisen und zudem eine Verknüpfung mit einer Unsicherheit belegt ist. Die Berechnung des Nutzens ist im Abschnitt A.5.2 auf Seite 256 ausführlich erläutert.

Wie liest man die Ergebnistabelle? Zur Anschauung nehmen wir die Taktik „gleichbleibende Entwicklung nachhaltiger Produkte“ (mittlere der sieben Taktiken), diese hat einen Effekt von 0 auf beide Ziele (siehe Histogramm). Die Nutzen-Berechnung ergibt einen Wert von -1 für jedes der beiden Ziele (die Bewertung durch die Zielsetzung erbringt einen Wert von -4 , der durch den Wert 4 geteilt wird, was -1 ergibt). In der Summe also -2 . Die Standardabweichung beträgt 0, da keine Unsicherheiten in dieser Taktik berücksichtigt werden müssen.

Bei der Taktik „starke Verringerung der Entwicklung nachhaltiger Produkte“ (oberste der sieben Taktiken) wird deren Wirkung auf das Ziel „Gewinn erhöhen“ mit einem Nutzen von 0,3 und die Wirkung auf das Ziel „Umweltschutz erhöhen“ mit einem Nutzenwert von -1 bewertet. Insgesamt ergibt dies einen zu erwartenden Nutzen von $-0,7$. Das Symbol der Waage zeigt an, dass es sich um einen Ziel-Konflikt handelt, diese Taktik führt zu einer „Zielerfüllung“ bei einem Ziel und zugleich zu einer „Ziel-Nicht-Erfüllung“.

Insgesamt lässt sich sagen, dass die beste Taktik in Bezug auf den höchsten zu erwartenden Nutzen die Taktik „starke Intensivierung der Entwicklung nachhaltiger Produkte“ ist (in der Ergebnistabelle die siebte der sieben Taktiken). Wenn die Zielsetzung anders gewählt wäre, wenn zum Beispiel die Erhöhung des Gewinnes wichtiger als die Verbesserung des Umweltschutzes sein würde, dann würde sich auch der zu erwartende Nutzen pro Taktik verändern und dementsprechend eine andere Taktik den höchsten Nutzen erbringen.

Industrie				
Tactics	Goal	Effect	Σ Expected utility	σ Std.dev. utility
nachhaltige Produkte entwickeln [Industrie]	Gewinn Umweltschutz		0.30 -1 Sum: -0.70 +0.30 -1	0.68 0
	Gewinn Umweltschutz		0.05 -1 Sum: -0.95 +0.05 -1	0.53 0
	Gewinn Umweltschutz		-0.75 -1 Sum: -1.8	0.50 0
	Gewinn Umweltschutz		-1 -1 Sum: -2	0 0
	Gewinn Umweltschutz		-0.94 0.25 Sum: -0.69 +0.25 -0.94	0.27 0
	Gewinn Umweltschutz		-0.93 0.50 Sum: -0.43 +0.50 -0.93	0.33 0
	Gewinn Umweltschutz		-0.90 1 Sum: 0.10 +1 -0.90	0.44 0

Abbildung A.25: Ergebnis der *Multi-Criteria Analysis* des Wahrnehmungsgraphen aus der Abbildung A.23 auf Seite 270 für den Akteur „Industrie“

A.5.7.4 *Single Goal Strategies*

Die *Single Goal Strategies*-Analyse ermittelt für jedes Ziel, welches sich im Wahrnehmungsgraphen befindet, die Strategie, die den höchsten Nutzen aus Sicht des Akteurs erwarten lässt. Dabei werden alle Erwartungen, die auf das jeweilige Ziel einwirken, berücksichtigt – im Gegensatz zur *Multi-Criteria Analysis*.

Die berechnete Strategie setzt sich aus den Taktiken zusammen, die mit niedrigstem Aufwand den jeweils höchsten Nutzen erwarten lassen. In DANA wird der „geringste Aufwand“ wie folgt ermittelt: wenn zwei oder mehr Änderungsmöglichkeiten einer Handlung den höchsten Nutzen erwarten lassen, dann wird die Taktik ausgewählt, deren Änderungsmöglichkeit (*change level*) den geringsten Abstand vom Symbol „gleichbleibend“ hat.

Neben den Nutzenwert wird für die ermittelte Strategie auch ein Zufriedenheits- und ein Frustrationswert berechnet. Während in der *Multi-Criteria Analysis* die einzelnen Handlungen des Wahrnehmungsgraphen im Vordergrund standen, sind es hier die einzelnen Ziele des Akteurs. In Tabelle A.12 auf der nächsten Seite sind die Berechnungen dieser Analyse dargestellt.

Tabelle A.12: Übersicht der Berechnungen im Rahmen der Analyse *Single Goal Strategies* in DANA

Berechnung	Erläuterung
 <i>Goal</i>	Ziel, für das der Nutzen-, der Zufriedenheits- und der Frustrationswert berechnet werden
 <i>Tactics</i>	Strategie, die den höchsten Nutzen für das Ziel erwarten lässt, mit Taktiken, die den geringsten Aufwand aufweisen
μ <i>Utility</i>	Summe des zu erwartenden Nutzens (höchster Wert pro Ziel +1, niedrigster Wert pro Ziel: -1)
% <i>Satisfaction</i>	Zufriedenheitswert in Bezug auf die Zielerreichung in Prozent (100 % höchstmögliche Zufriedenheit)
% <i>Frustration</i>	Frustrationswert in Bezug auf die Zielerreichung in Prozent (100 % höchstmögliche Frustration)
 <i>Full set</i>	wenn hier ein Haken gesetzt wird, dann werden Strategien mit allen Taktiken angezeigt, die den höchsten Nutzen für das Ziel erwarten lassen, ohne Berücksichtigung der Höhe des Aufwandes

In Abbildung A.26 ist das Ergebnis des Beispiel-Wahrnehmungsgraphen (siehe Abbildung A.23 auf Seite 270) für diese Analyse dargestellt. Sie sehen beide Ziele aufgeführt. Für das Ziel „Gewinn erhöhen“ wird als beste Taktik die „starke Verringerung der Entwicklung nachhaltiger Produkte“ ermittelt (Gesamt-Nutzen auf beide Ziele: $-0,7$). Der Zufriedenheitswert wird mit 25 % und der Frustrationswert mit 60 % angegeben. Für das Ziel „Umweltschutz verbessern“ wird als beste Taktik die „starke Intensivierung der Entwicklung nachhaltiger Produkte“ errechnet, der Gesamt-Nutzen liegt bei 0,1, der Zufriedenheitswert bei 52 % und der Frustrationswert bei 48 %.

☰ <i>Industrie</i>						
 Goal factor	 Goal	 Tactics	μ Utility	% Satisfaction	% Frustration	
 Gewinn		 nachhaltige Produkte entwickeln [<i>Industrie</i>]	-0.70	25%	60%	
 Umweltschutz		 nachhaltige Produkte entwickeln [<i>Industrie</i>]	0.10	52%	48%	

Abbildung A.26: Ergebnis der Analyse *Single Goal Strategies* des Wahrnehmungsgraphen aus der Abbildung A.23 auf Seite 270 für den Akteur „Industrie“

A.5.7.5 *Inferred Strategies*

Die *Inferred Strategies*-Analyse ist eine Synthese aus den drei vorher beschriebenen Analysen. Hier wird der Gesamt-Nutzen, der Zufriedenheits- und der Frustrationswert für vier Fälle unter Berücksichtigung aller Ziele, Erwartungen und Handlungen im Wahrnehmungsgraphen berechnet.

Im ersten Fall (*Base*) werden alle Taktiken auf „gleichbleibend“ gesetzt, damit wird eine zukünftige Situation bewertet, in der alle Handlungen gegenüber heute unverändert weitergeführt werden. Gleichzeitig wird damit auch die gegenwärtige Situation bewertet.

Im zweiten Fall (*Ideal*) wird die Strategie ermittelt, die den höchsten Nutzen erbringt, die also die Ziele bestmöglich erreichen lässt – zusammengesetzt aus Taktiken, die mit dem geringsten Aufwand einhergehen.

Im dritten Fall (*Worst*) wird die Strategie ermittelt, die den niedrigsten Nutzen erbringt (also den negativsten *Utility*-Wert), die also die Ziele schlechtmöglichst erreichen lässt, mit Taktiken, die mit dem geringsten Aufwand einhergehen.

Der vierte Fall schließlich (*Chosen*) berechnet den Nutzen für eine ausgewählte Strategie (Kombination von ausgewählten Taktiken). Als Analystin können Sie im Wahrnehmungsgraphen Taktiken auswählen, indem Sie mit der Tastaturkombination **Strg + linke Maustaste** die gewünschten Änderungsmöglichkeiten (*change levels*) in den Handlungssymbolen markieren.

In Tabelle A.13 sind zusammenfassend die Berechnungen dieser Analyse aufgeführt.

Tabelle A.13: Übersicht der Berechnungen im Rahmen der Analyse *Inferred Strategies* in DANA

Berechnung	Erläuterung
<input type="checkbox"/> <i>Base</i>	Bewertung der Situation, in der sich gegenüber der Ist-Situation die Strategie nicht verändert
<input type="checkbox"/> <i>Ideal</i>	Ermittlung der besten Strategie und Bewertung dieser „idealen“ Situation
<input type="checkbox"/> <i>Worst</i>	Ermittlung der schlechtesten Strategie und Bewertung dieser Situation
<input type="checkbox"/> <i>Chosen</i>	Bewertung der Situation, in der die von der Analystin ausgewählte Strategie berücksichtigt wird
<input type="checkbox"/> <i>Details</i>	wenn hier ein Haken gesetzt wird, wird für alle vier Fälle zusätzlich zum Gesamt-Nutzenwert der Nutzenwert jedes einzelnen Ziels aufgeführt
<input type="checkbox"/> <i>Full set</i>	wenn hier ein Haken gesetzt wird, dann werden alle Strategien mit allen Taktiken angezeigt, ohne Berücksichtigung der Höhe des Aufwandes

In Abbildung A.27 auf der nächsten Seite sehen Sie das Ergebnis der *Inferred Strategies*-Analyse für den gewählten Beispielgraphen. Für den *Base*-Fall wird ein Gesamt-Nutzenwert von -2 berechnet, ein Zufriedenheitswert von 0% und ein Frustrationswert von 100% . Die gegenwärtige Situation bzw. eine zukünftige Situation, in der sich die Handlungen der gegenwärtigen Situation nicht verändern, wird mit dem schlechtmöglichsten Nutzen- und Zufriedenheitswert und dem höchsten Frustrationswert bewertet. Dies bedeutet, dass die „gleichbleibend“-Option der Handlung sehr negativ bewertet wird und den Zielen des Akteurs diametral entgegensteht.

Im zweiten Fall wird die Strategie „nachhaltige Produkte stark zunehmend entwickeln“ als ideal ermittelt⁷. Der Gesamt-Nutzenwert liegt bei $0,1$. In der Zeile *Detailed analysis* können Sie sehen, dass die identifizierte „ideale“ Strategie einen Nutzenwert von $-0,9$ auf das Ziel „Gewinn erhöhen“ erwarten lässt (keine Zielerreichung), wohingegen das Ziel „Umweltschutz erhöhen“ mit dem Nutzenwert von 1 voll erfüllt wird. Daher ist der Gesamt-Nutzenwert leicht positiv. Da DANA diese Strategie als „ideal“ ermittelt hat, gibt es keine andere Strategie, die einen höheren Gesamt-Nutzenwert erbringen würde.

Im dritten Fall, dem *Worst case*, wird die Strategie „nachhaltige Produkte so wie heute entwickeln“ als schlechteste Strategie ermittelt. Mit dieser Strategie wird bei geringstmöglichem Aufwand der negativste Gesamt-Nutzenwert erreicht.

⁷Diese Strategie ist zugleich Taktik, da es nur eine Handlung im Beispiel-Wahrnehmungsgraphen gibt. Wenn es zwei Handlungen gäbe, dann würde hier eine Strategie mit zwei Taktiken aufgeführt bzw. mehrere Strategien mit den dazugehörigen Taktiken – wenn mehrere Taktik-Kombinationen den gleichen höchsten Nutzen bei gleich geringem Aufwand erwarten lassen.

Industrie				
Factors	Base	Ideal	Worst	Chosen
nachhaltige Produkte entwickeln [Industrie]				
Utility	-2	0.10	-2	-0.69
Satisfaction	0%	52%	0%	13%
Frustration	100%	48%	100%	48%
Detailed analysis	Gewinn: -1 Umweltschutz: -1 Utility: -2	Utility: -0.90 Utility: 0.10 +1 -0.90	-1 -1 Utility: -2	-0.94 0.25 Utility: -0.69 +0.25 -0.94

Abbildung A.27: Ergebnis der Analyse *Inferred Strategies* des Wahrnehmungsgraphen aus der Abbildung A.23 auf Seite 270 für den Akteur „Industrie“

Der vierte Fall (*Chosen*) schließlich berücksichtigt die von der Analystin gewählte Taktik „nachhaltige Produkte leicht zunehmend entwickeln“ – die mangels weiterer Handlungen und damit verbundener Taktiken zugleich auch Strategie ist – und berechnet für diese Strategie den Gesamt-Nutzen, der bei $-0,69$ liegt. In der Zeile *Detailed analysis* können Sie erkennen, dass diese Strategie einen Nutzenwert von $-0,94$ auf das Ziel „Gewinn erhöhen“ erwarten lässt (keine Zielerreichung), wohingegen das Ziel „Umweltschutz erhöhen“ mit dem Nutzenwert von $0,25$ teilweise erfüllt wird. Der Frustrationswert liegt daher wie beim Fall *Ideal* bei 48% , der Zufriedenheitswert hingegen liegt mit 13% niedriger als beim Fall *Ideal*, aber höher als bei den Fällen *Base* und *Worst*. Zusammenfassend kann man sagen, dass die „ideale“ Strategie nur für ein Ziel zur Zielerreichung (mit höchstmöglichem erwartbaren Nutzenwert für dieses Ziel) führt und der *Base case* dem *Worst case* entspricht, mit dem höchstmöglichen Frustrationswert von 100% .

A.5.8 Analysen auf der *factor*-Ebene

A.5.8.1 Einführung

Die Analysen auf der *factor*-Ebene fokussieren auf einen oder mehrere Faktoren innerhalb eines oder innerhalb von mehreren Wahrnehmungsgraphen. Die Analystin kann auswählen, ob die Analyse auf eine *arena* beschränkt oder ob mehrere *arenas* berücksichtigt werden sollen. Beachten Sie dabei, dass Handlungen ein spezieller Typ von Faktoren sind.

Wenn die Analystin die Faktoren in einem Wahrnehmungsgraph in einer *arena* untersuchen möchte, so muss im Dialog „*Grouping for Analysis*“ folgende Einstellung gewählt werden: *Arena groups*: „*selected arena only*“, *Actor groups* und *Factor groups*: „*no grouping*“.

Es ist auch möglich, bei der Auswahl „*Grouping for Analysis*“ alle *arenas* mit der Einstellung „*no grouping*“ anzuwählen. In der Ergebnisdarstellung werden daraufhin alle Akteure aller *arenas* berücksichtigt und in einer Matrix dargestellt – getrennt nach den einzelnen *arenas*. Wenn hingegen die Option „*total aggregation*“ gewählt wird, werden ebenfalls alle *arenas* berücksichtigt, allerdings werden hier die Akteure, die in mehreren *arenas* vorkommen, aggregiert, also ihre Faktoren zusammengerechnet.

Weiterhin ist es möglich, ausgewählte *arenas*, ausgewählte Akteure und ausgewählte Faktoren zu betrachten. Dafür kann entweder die Einstellung „*aggregate by group*“ oder „*cluster by group*“ gewählt werden (verbunden mit der Wahl der Gruppe/n mit Hilfe der *tags*, siehe Abschnitt A.4.3 auf Seite 250).

Die Option „*aggregate by group*“ hat zur Folge, dass im Falle der *arenas* die Akteure, die in den ausgewählten *arenas* vorkommen, aggregiert werden, wie bei der Einstellung „*total aggregation*“, nur dass hier ausgewählte statt aller *arenas* Berücksichtigung finden.

Wenn Sie die Option „*cluster by group*“ wählen, werden die ausgewählten *arenas* mit ihren Akteuren getrennt voneinander analysiert. Der Unterschied zur Einstellung „*no grouping*“ ist, dass hier lediglich die ausgewählten und nicht alle *arenas* analysiert werden. Die Darstellung erfolgt zudem in getrennten Ergebnistabellen, die untereinander aufgelistet werden (pro *arena* eine Tabelle), wohingegen bei der Einstellung „*no grouping*“ die Ergebnisse der *arenas* in einer Matrix mit mehreren Tabellen dargestellt werden. Analog gelten diese Einstellungen für die *Actor groups* und die *Factor groups*.

A.5.8.2 *Relevance*

Im Rahmen dieser Analyse wird die Häufigkeit und die Wichtigkeit (im Sinne von Bedeutung) von Faktoren berechnet. In Tabelle A.14 sind die möglichen Berechnungen innerhalb der *Relevance*-Analyse aufgeführt. Die Erläuterungen in der Tabelle beziehen sich auf die Faktoren, die in den Wahrnehmungsgraphen enthalten sind und im Dialog „*Grouping for Analysis*“ vorher ausgewählt wurden.

Tabelle A.14: Übersicht der Berechnungen im Rahmen der Analyse *Relevance* in DANA

Berechnung	Erläuterung
# <i>Occurrences</i>	absolute Häufigkeit des Vorkommens eines Faktors
% <i>Occ / actor</i>	# <i>Occurrences</i> relativ zur Anzahl der berücksichtigten Wahrnehmungsgraphen (in %). Beispiel: Wenn der betrachtete Faktor in zwei von drei berücksichtigten Wahrnehmungsgraphen enthalten ist, ist das Ergebnis 67%.
# <i>Goals</i>	absolute Häufigkeit des Vorkommens eines Ziels
% <i>Goals / actor</i>	# <i>Goals</i> relativ zur Anzahl der berücksichtigten Wahrnehmungsgraphen (in %)
Σ <i>Total priority</i>	Summe aller „Prioritäten“ eines Ziels (die Priorität reicht pro Ziel von -3 bis $+3$ und entspricht der Bewertung durch den Akteur). Beispiel: Ein Ziel wird von einem Akteur mit der Bewertung 😄 (große Freude/Zustimmung = $+3$) bewertet und von einem zweiten Akteur mit der Bewertung 😊 (mittlere Freude/Zustimmung = $+2$), dann ist der Wert für die <i>Total priority</i> 5.
μ <i>Avg. priority</i>	durchschnittlicher „Prioritäten“-Wert eines Ziels (Wert der <i>Total priority</i> geteilt durch die Anzahl der Wahrnehmungsgraphen, in denen das Ziel enthalten ist)
Σ <i>Total interest</i>	Summe des Interesses (das Interesse ist in DANA definiert als die absolute Differenz zwischen dem höchsten und dem geringsten Nutzen, die der Akteur einer Änderung in diesem Faktor zuschreibt), das Interesse ist normalisiert auf den Wertebereich zwischen 0 und 1
μ <i>Avg. interest</i>	<i>Total interest</i> aller betrachteten Akteure, geteilt durch die Anzahl der Wahrnehmungsgraphen, in denen der Faktor enthalten ist

A.5.8.3 *Connectivity and centrality*

Die Analyse *Connectivity and centrality* fokussiert auf die Verbundenheit (Konnektivität) und die zentrale Lage von Faktoren in den zu betrachtenden Wahrnehmungsgraphen. Die Konnektivität beruht in DANA auf der Anzahl der *causal links*, die einen Faktor mit anderen Faktoren verbinden. Die Stärke und die Unsicherheit der Verbindungen wird nicht berücksichtigt. Diese Analyse sollte daher zusammen mit der *Perceived Causal Relations analysis* (auf Akteursebene) verwendet werden, damit können Sie auch die Intensität und Wahrscheinlichkeit der einzelnen Faktoren betrachten.

In Tabelle A.15 sind die Berechnungen aufgelistet, die im Rahmen der *Connectivity and centrality*-Analyse gewählt werden können. Die Erläuterungen in der Tabelle beziehen sich auf die Faktoren, die in den Wahrnehmungsgraphen enthalten sind und im Dialog „*Grouping for Analysis*“ vorher ausgewählt wurden.

Tabelle A.15: Übersicht der Berechnungen im Rahmen der Analyse *Connectivity and centrality* in DANA

Berechnung	Erläuterung
# <i>Links IN</i>	Anzahl der <i>causal links</i> , die in den jeweils betrachteten Faktor eingehen
μ <i>IN/actor</i>	Mittelwert, wird berechnet aus der Anzahl der <i>causal links</i> , die in den jeweils betrachteten Faktor eingehen, geteilt durch die Anzahl der Akteure im Wahrnehmungsgraphen
# <i>Links OUT</i>	Anzahl der <i>causal links</i> , die von dem jeweils betrachteten Faktor weg führen
μ <i>OUT/actor</i>	Mittelwert, wird berechnet aus der Anzahl der <i>causal links</i> , die von dem jeweils betrachteten Faktor weg führen, geteilt durch die Anzahl der Akteure im Wahrnehmungsgraphen
# <i>Links</i>	Gesamte Anzahl der <i>causal links</i> , die in den jeweils betrachteten Faktor eingehen und die von dort weg führen, je höher dieser Wert, desto größer die Verbundenheit des Faktors mit anderen Faktoren
μ <i>Links/actor</i>	Mittelwert, wird berechnet aus der gesamten Anzahl der <i>causal links</i> , die in den jeweils betrachteten Faktor eingehen und von dort weg führen, geteilt durch die Anzahl der Akteure im Wahrnehmungsgraphen
# <i>Paths</i>	Anzahl der <i>paths</i> = aller Wege (Verbindungen in alle Richtungen), je höher dieser Wert, desto größer die zentrale Lage im Wahrnehmungsgraphen
μ <i>Paths/actor</i>	Mittelwert, Anzahl der <i>paths</i> geteilt durch die Anzahl der Akteure im Wahrnehmungsgraphen

A.5.8.4 *Controllability*

Im Rahmen der Analyse *Controllability* wird die Regelbarkeit/Steuerung von Faktoren (also von Handlungen, System- und Akteursattributen) berechnet. Das Maß der Regelbarkeit/Steuerung eines Faktors beruht auf der Existenz von Handlungen und Erwartungen, die ihn direkt oder über andere Faktoren beeinflussen.

Im Gegensatz zu den anderen Analysen werden hier die Einflüsse der Erwartungen und der Handlungen getrennt und für jeden einzelnen Faktor berechnet. Aus den Analyseergebnissen kann die Analystin ersehen, welchen Einfluss die Erwartung/en auf jeden einzelnen Faktor hat/haben und wie sich die Unsicherheit der Erwartung/en auf den Faktor auswirkt.

Auch bei der Berechnung des Einflusses der Handlung/en auf einen Faktor wird die Unsicherheit der Verknüpfungen berücksichtigt und in Form eines Histogramms dargestellt. Die Verteilung und die Größe der Balken im Histogramm zeigt an, wie der Faktor verändert wird, dies kann man als „Steuerung“ bezeichnen.

In Tabelle A.16 sind die möglichen Berechnungen innerhalb dieser Analyse aufgeführt. Die Erläuterungen in der Tabelle beziehen sich auf die Faktoren, die in den Wahrnehmungsgraphen enthalten sind und im Dialog „*Grouping for Analysis*“ vorher ausgewählt wurden. In der Ergebnistabelle der Analyse in DANA sind die Faktoren untereinander in Zeilen und die Ergebnisse der vier Berechnungen in Spalten angeordnet.

Tabelle A.16: Übersicht der Berechnungen im Rahmen der Analyse *Controllability* in DANA (jede Berechnung bezieht sich auf genau einen Faktor)

Berechnung	Erläuterung
# <i>Prospects</i>	Anzahl der Erwartungen, die einen (= den in der jeweiligen Zeile stehenden) Faktor beeinflussen
 „ <i>Noise</i> “ <i>due to prospects</i>	Erwartete Änderung in einem Faktor, verursacht durch die Erwartung bzw. Erwartungen, die auf den betrachteten Faktor einwirken, mit Darstellung der Unsicherheit der Erwartung/en und der Verknüpfung in Form eines Histogramms. Veränderungen durch Handlungen auf den betrachteten Faktor werden hier nicht berücksichtigt.
# <i>Actions</i>	Anzahl von Handlungen, die einen (= den in der jeweiligen Zeile stehenden) Faktor beeinflussen
 <i>Influence of actions</i>	Einfluss von einer Handlung bzw. Handlungen auf den betrachteten Faktor unter Berücksichtigung der Unsicherheit der Verknüpfungen in Form eines Histogramms. Berechnet wird der Durchschnittswert der <i>change multipliers</i> der <i>paths</i> von den einzelnen Handlungen zum betrachteten Faktor.

A.5.8.5 *Rating of Tactics*

Die Analyse *Rating of Tactics* ermittelt, wie ausgewählte Akteure ausgewählte Taktiken bewerten. Jede Zeile in der Ergebnistabelle entspricht einer bestimmten Taktik (Handlung plus Änderung), jede Spalte entspricht einem Akteur bzw. einer Akteursgruppe. Akteure und Handlungen können unter Verwendung der Gruppierungseigenschaft von DANA bestimmt werden (mit Hilfe der *tags*, siehe Abschnitt A.4.3 auf Seite 250).

Um Details über die gesamten Bewertungen zu erhalten, sollten Sie die *Multi-Criteria Analysis* nutzen. Im Gegensatz zur *Multi-Criteria Analysis* werden bei der Analyse *Rating of Tactics* die Erwartungen, die auf die Ziele einwirken, mit berücksichtigt.

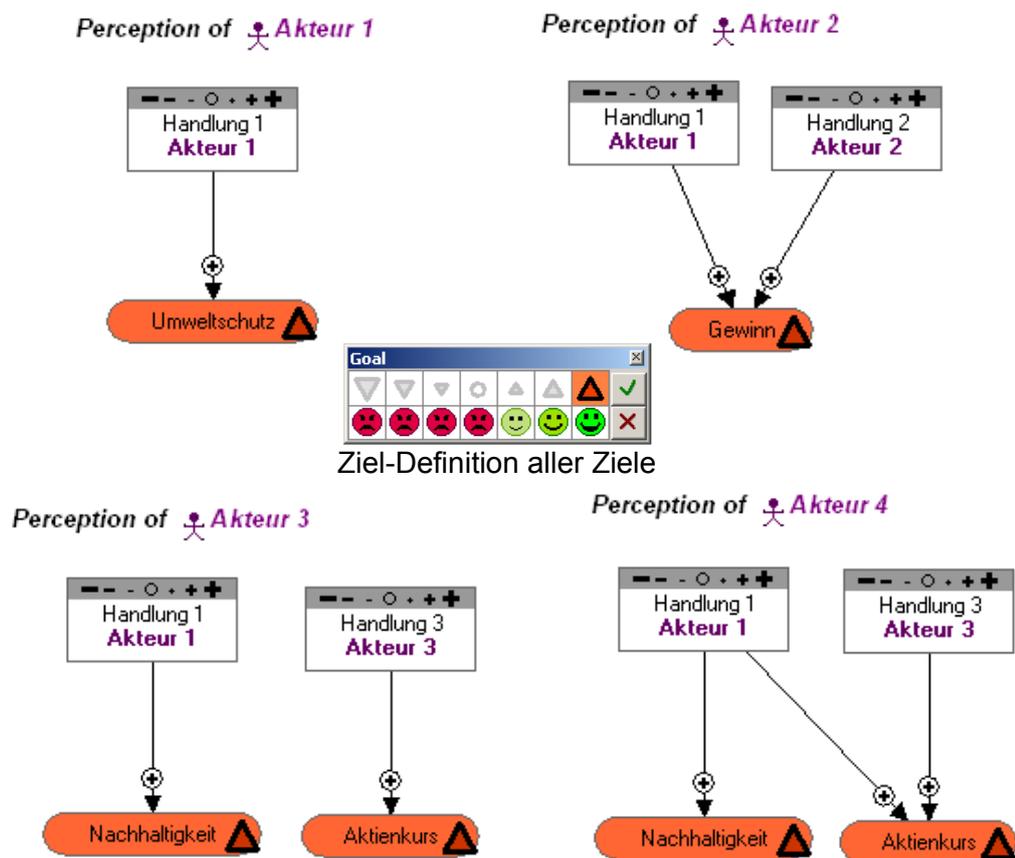
In Tabelle A.17 auf der nächsten Seite sind die Berechnungen aufgelistet, die im Rahmen der *Rating of Tactics*-Analyse gewählt werden können. Die Erläuterungen in der Tabelle beziehen sich auf die Faktoren, die in den Wahrnehmungsgraphen enthalten sind und im Dialog „*Grouping for Analysis*“ vorher ausgewählt wurden.

Der Mittelwert des zu erwartenden Nutzens der betrachteten Taktik wird nicht in allen Fällen korrekt berechnet. Um diesen Sachverhalt darzustellen, wurde der Beispiel-*case* „Nachhaltigkeit“ mit vier Akteuren in einer *arena* konstruiert (siehe Abbildung A.28 auf der nächsten Seite) und die Berechnungen # *Affected goals* und μ *Expected utility* der Analyse *Rating of Tactics* durchgeführt.

Tabelle A.17: Übersicht der Berechnungen im Rahmen der Analyse *Rating of Tactics* in DANA

Berechnung	Erläuterung
# <i>Affected goals</i>	Anzahl der Ziele, auf die die betrachtete Handlung Einfluss nimmt
μ <i>Expected utility</i>	Mittelwert des zu erwartenden Nutzens der betrachteten Taktik*
σ <i>Std. dev. utility</i>	Standardabweichung des zu erwartenden Nutzens der betrachteten Taktik
% <i>Satisfaction</i>	Zufriedenheit in Prozent
% <i>Frustration</i>	Frustration in Prozent

* Die in DANA (Version 1.3.0) berechneten Mittelwerte sind nicht in allen Fällen korrekt. Der Fehler wurde dokumentiert und Pieter Bots gesandt, um diesen Fehler in einer neuen DANA-Version zu beheben.

Abbildung A.28: Beispiel-case „Nachhaltigkeit“ zur Erläuterung des Fehlers im Analysetool *Rating of Tactics* mit den Wahrnehmungsgraphen der Akteure 1, 2, 3 und 4 in einer arena

Die Ergebnisse sind getrennt voneinander für die Akteure 1 und 2 in einer Ergebnistabelle (siehe Abbildung A.29 auf der nächsten Seite) und für die Akteure 3 und 4 in einer zweiten Ergebnistabelle (siehe Abbildung A.30 auf Seite 283) dargestellt. Für die getrennten Ergebnistabellen wurden die Akteure 1 und 2 einer Gruppe mit einem grünen tag und die Akteure 3 und 4 einer anderen Gruppe mit einem roten tag zugeordnet.

In der ersten Ergebnistabelle in Abbildung A.29 sehen Sie, dass die Handlung 1 in den Wahrnehmungsgraphen der Akteure 1 und 2 vorkommt und jeweils auf genau ein Ziel einwirkt. In der Spalte *# Affected goals* ist für beide Akteure korrekterweise jeweils eine „1“ für ein Ziel ermittelt worden. In der Spalte μ *Expected utility* ist der zu erwartende Nutzen für jede Taktik jeder Handlung berechnet worden, auch hier sind die Werte korrekt.

		Analyse Rating of Tactics			
		Akteur 1		Akteur 2	
Tactics		# Affected goals	μ Expected utility	# Affected goals	μ Expected utility
Handlung 1 [Akteur 1]	☐	1	-1	1	-1
	☐	1	-1	1	-1
	☐	1	-1	1	-1
	⊙	1	-1	1	-1
	◻	1	0.25	1	0.25
	⊕	1	0.50	1	0.50
	⊕	1	1	1	1
Handlung 2 [Akteur 2]	☐	0	0	1	-1
	☐	0	0	1	-1
	☐	0	0	1	-1
	⊙	0	0	1	-1
	◻	0	0	1	0.25
	⊕	0	0	1	0.50
	⊕	0	0	1	1

Abbildung A.29: Teilergebnis der Analyse *Rating of Tactics* für die Akteure 1 und 2 im Beispiel-case „Nachhaltigkeit“

In der zweiten Ergebnistabelle in Abbildung A.30 auf der nächsten Seite erkennen Sie, dass die Handlung 1 im Wahrnehmungsgraphen des Akteurs 3 auf ein Ziel und im Wahrnehmungsgraphen des Akteurs 4 auf zwei Ziele einwirkt. Dies ist korrekt. In der Spalte μ *Expected utility* ist der zu erwartende Nutzen für die Handlung 1 für Akteur 4 korrekt ermittelt worden ($-2; -2; -2; -2; 0,5; 1; 2$ für die sieben Taktiken, da die Ziel-Definition die gleiche für alle Ziele ist und die *change multipliers* gleich groß sind, ist der zu erwartende Nutzen $2x -1; -1; -1; -1; 0,25; 0,5; 1$).

Allerdings sind die Werte in der Spalte μ *Expected utility* für die Handlung 1 für den Akteur 3 nicht korrekt. Wie aus der Abbildung A.28 auf der vorherigen Seite zu ersehen ist, wirkt diese Handlung nur auf ein Ziel ein. In der Ergebnistabelle sind aber Werte aufgetragen, die auf zwei Ziele schließen lassen (-2 für den Nutzen). Die korrekten Werte müssten sein: $-1; -1; -1; -1; 0,25; 0,5; 1$. Stattdessen stehen in der Ergebnistabelle für den zu erwartenden Nutzen für die sieben Taktiken die Werte: $-2; -2; -2; -2; -0,75; -0,5; 0$ (siehe Abbildung A.30). Ebenso verhält es sich mit der Handlung 2 (siehe den oberen Teil der Abbildung A.28 auf der vorherigen Seite und den unteren Teil der Abbildung A.30).

		Analyse Rating of Tactics			
		Akteur 3		Akteur 4	
Tactics		# Affected goals	μ Expected utility	# Affected goals	μ Expected utility
Handlung 1 [Akteur 1]	-	1	-2	2	-2
	-	1	-2	2	-2
	-	1	-2	2	-2
	○	1	-2	2	-2
	■	1	-0.75	2	0.50
	+	1	-0.50	2	1
	+	1	0	2	2
Handlung 3 [Akteur 3]	-	1	-2	1	-2
	-	1	-2	1	-2
	-	1	-2	1	-2
	○	1	-2	1	-2
	■	1	-0.75	1	-0.75
	+	1	-0.50	1	-0.50
	+	1	0	1	0

Abbildung A.30: Teilergebnis der Analyse *Rating of Tactics* für die Akteure 3 und 4 im Beispielcase „Nachhaltigkeit“

A.6 Akteursbasierte Modellierung mit DANA

A.6.1 Einführung in die akteursbasierte Modellierung mit DANA

Von der Verfasserin wurde mit der akteursbasierten Modellierung eine Methode entwickelt, die auf einer Akteursanalyse aufbaut, eine Szenarientwicklung und eine Modellierung von qualitativen und semi-quantitativen Daten umfasst sowie partizipative Elemente beinhaltet und mit DANA durchgeführt wird.

Um einen Überblick über den Ablauf der akteursbasierten Modellierung zu geben, sind in Abbildung A.31 die drei methodischen Schritte dargestellt: Zuerst wird eine Akteursmodellierung mit leitfaden-gestützten Expertengesprächen und der Modellierung von Wahrnehmungsgraphen durchgeführt. Ergebnis der Akteursmodellierung und damit Zwischenergebnis der akteursbasierten Modellierung sind die Wahrnehmungsgraphen (siehe oben links in Abbildung A.31).

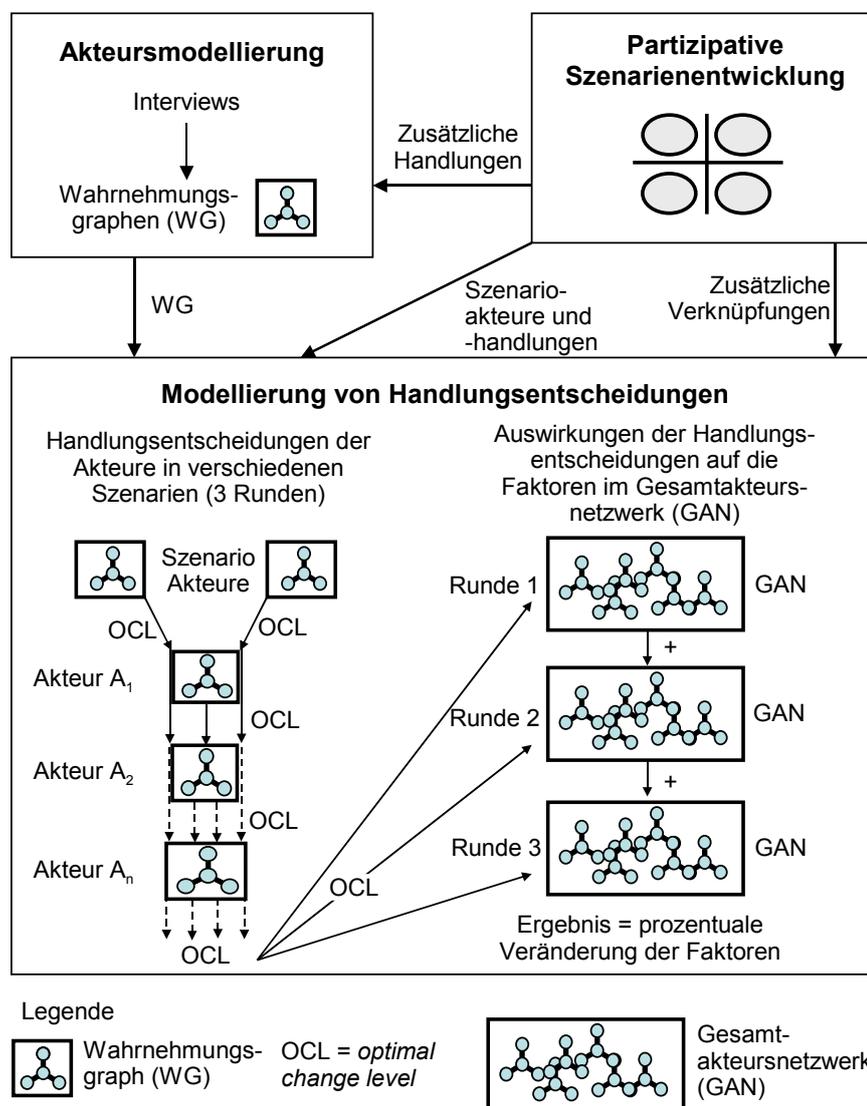


Abbildung A.31: Detailliertes Ablaufschema der akteursbasierten Modellierung (eine Erläuterung zu Gesamtaktorsnetzwerken und zu *optimal change level* (OCL) ist dem Abschnitt A.6.3 auf Seite 286 zu entnehmen)

Der zweite Schritt ist eine partizipative Szenarientwicklung. Ergebnis dieses Schrittes sind vier qualitative Szenarien mit Szenarioaktoren. Szenarioaktoren sind Akteure, de-

ren Handlungen und Entscheidungen Relevanz für die Handlungen der anderen Akteure haben. Im letzten Schritt – der Modellierung von Handlungsentscheidungen – werden die Wahrnehmungsgraphen und die Ergebnisse der Szenarienentwicklung zusammengeführt. Zwischenergebnis ist die Entwicklung von Gesamtkteursnetzwerken (eines pro Szenario). Mit einer sequentiellen Modellierung werden dann für die vier unterschiedlichen Szenarien Auswirkungen von Handlungsentscheidungen auf relevante Faktoren berechnet.

Die Ergebnisse der einzelnen Schritte werden in DANA eingefügt, weiter bearbeitet und analysiert. Damit stellt DANA die zentrale Verknüpfung innerhalb der akteursbasierten Modellierung dar. Im Folgenden werden die Schritte Akteursmodellierung und Modellierung von Handlungsentscheidungen mit DANA erläutert.

A.6.2 Akteursmodellierung

Grundlage der Akteursmodellierung sind leitfaden-gestützte Expertengespräche. Dabei ist zweierlei relevant: Zum einen die Ziele, Handlungsmöglichkeiten und Einschätzungen der einzelnen Akteure, zum anderen die Systemfaktoren, Handlungsmöglichkeiten und weiteren Akteure, die im gesamten Akteursnetzwerk eine Rolle spielen und dementsprechend in mehreren Wahrnehmungsgraphen vorkommen (sollten). Daher sollte die Auswertung der Interviews so angelegt sein, dass sowohl akteurspezifische Aussagen als auch akteursübergreifende Erkenntnisse aus den Interviews ableitbar sind.

Ich empfehle die geführten Interviews nach thematischen Einheiten auszuwerten. Dafür bietet sich eine tabellarische Darstellung mit den Akteuren in den Spalten und den thematischen Einheiten in den Zeilen an. Um die Ziele der Akteure mit DANA analysieren zu können, müssen die Antworten der Experten auf kurze, prägnante und damit auch vergleichbare Formulierungen gebracht werden.

Dann erfolgt die Modellierung der Wahrnehmungsgraphen. Zuerst wird für jeden Akteur ein Wahrnehmungsgraph in DANA erstellt und die Handlungen und Ziele (Interessen) des jeweiligen Akteurs eingefügt. Dann folgen die Erwartungen, die Systemattribute, die Akteursattribute und die Handlungen der anderen Akteure. Die genaue Festlegung der Ziele, der Erwartungen und der Verknüpfungen zwischen den einzelnen Elementen in den Wahrnehmungsgraphen werden mit Hilfe der 7-stufigen Skala vorgenommen. Die Umsetzung der qualitativen Ergebnisse der Expertengespräche in die semi-quantitative Datenstruktur der Wahrnehmungsgraphen ist im Kapitel A.3 auf Seite 238 ausführlich beschrieben.

Nach Erstellung aller Wahrnehmungsgraphen wird jeder Wahrnehmungsgraph auf Konsistenz und Plausibilität überprüft. Die Konsistenz- und Plausibilitäts-Überprüfung erfolgt durch die Analysetools *Multi-Criteria Analysis* und *Inferred Strategies* (siehe Abschnitt A.5.7 auf Seite 270). Sind die Ergebnisse der Analysen widersprüchlich/unlogisch, so werden alle Handlungen und Verknüpfungen im Wahrnehmungsgraphen überprüft und korrigiert – jeweils unter Berücksichtigung der Aussagen der Akteure.

Danach folgt der wichtige Schritt der Harmonisierung und Vereinfachung der verschiedenen Ziele, Systemattribute, Akteursattribute und Handlungen. Dieser Schritt ist notwendig, um die Graphen analysieren und die Akteure miteinander vergleichen zu können. So ist es unabdingbar, für die gleichen Faktoren auch die gleichen Namen zu verwenden. Dies bedeutet, dass die von den Akteuren genannten Ziele, Handlungen usw. in den Wahrnehmungsgraphen umbenannt werden müssen, so dass einerseits der Sinn nicht verloren geht, andererseits aber die Wahrnehmungsgraphen und damit die Akteure in DANA analysierbar und für den letzten methodischen Schritt, der sequentiellen Modellierung, vorbereitet werden.

Im Abschnitt A.3.10 auf Seite 246 sind Empfehlungen für die Erhebung von Problemwahrnehmungen zusammengestellt, im Abschnitt A.3.11 auf Seite 247 sind Empfehlungen für die Erstellung von Wahrnehmungsgraphen formuliert.

A.6.3 Modellierung von Handlungsentscheidungen

A.6.3.1 Einführung in die Modellierung von Handlungsentscheidungen

Man kann die Modellierung von Handlungsentscheidungen in zwei grundlegende Prozesse gliedern: Im ersten Prozess werden die Handlungsentscheidungen der Akteure ermittelt. Im Mittelpunkt stehen dabei die *optimal change level* (OCL), die das Handlungsergebnis repräsentieren und für alle Akteure für alle Runden und Szenarien errechnet werden.

Im zweiten Prozess werden die Auswirkungen der Handlungsentscheidungen der Akteure auf die Faktoren im Gesamtakteursnetzwerk berechnet. Dafür fließen in jeder Runde alle ermittelten OCL und deren Wirkungen auf die Faktoren in das Gesamtakteursnetzwerk ein, es wird dann das Ergebnis jeden einzelnen Faktors ermittelt und gespeichert (relative Zunahme bzw. Abnahme des Faktors). Nach Abschluss der Runden wird das Endergebnis in Form prozentualer Veränderungen der Faktoren angezeigt. Der Begriff der sequentiellen Modellierung wurde gewählt, weil es sich um aufeinander aufbauende Sequenzen (Runden) handelt.

Um die sequentielle Modellierung durchzuführen, werden die Ergebnisse der Akteursmodellierung und der Szenarienentwicklung benötigt. Die partizipative Szenarienentwicklung wird nicht mit DANA durchgeführt (siehe Kapitel 4.3 auf Seite 62). Es gibt mehrere Methoden, alternative Szenarien zu entwickeln. Ein erster Schritt ist dabei immer die Identifizierung wichtiger Faktoren, die die Zukunft des jeweiligen Problemfelds beeinflussen. Um eine konsistente Szenarioanalyse zu ermöglichen, können daraufhin die beiden wichtigsten Faktoren, die zudem unsicher und möglichst voneinander unabhängig sind, gewählt werden (VAN DER HEIJDEN 1999). Diese Faktoren bilden die beiden Dimensionen, die den „Szenarioraum“ aufspannen und die Rahmenbedingungen von vier Szenarien definieren. Für jedes Szenario wird dann beschrieben, wie sich die relevanten Akteure unter den Rahmenbedingungen verhalten würden, und welche Auswirkungen dies auf die problemspezifischen Kenngrößen haben würde (VAN DER HEIJDEN 1999).

Zentrales Ergebnis der partizipativen Szenarienentwicklung sind die Szenarioakteure mit ihren Handlungen, die den „Szenarioraum“ bilden. Diese Szenarioakteure agieren unabhängig von den anderen Akteuren und können von diesen nicht beeinflusst werden, beeinflussen aber durch ihre Handlungen die anderen Akteure. Wenn zusätzliche Handlungen im Rahmen der Szenarienentwicklung definiert werden, können diese in die Wahrnehmungsgraphen der Akteure eingefügt werden.

Im Folgenden werden die Erstellung der Gesamtakteursnetzwerke, die Einstellungen und Festlegungen für die sequentielle Modellierung sowie der Ablauf der sequentiellen Modellierung erläutert.

A.6.3.2 Erstellung der Gesamtakteursnetzwerke

Das Gesamtakteursnetzwerk repräsentiert die gemeinsame Sicht der Akteure, visualisiert durch die Analystin. Für die Erstellung von Gesamtakteursnetzwerken werden die Ergebnisse der Akteursmodellierung (= die einzelnen Wahrnehmungsgraphen) und die Ergebnisse der Szenarienentwicklung in jeweils ein Gesamtakteursnetzwerk zusammengeführt. Die Ergebnisse der Szenarienentwicklung finden über drei Wege Eingang in die Modellierung von Handlungsentscheidungen:

1. über die Szenarioakteure mit ihren Handlungen,
2. über zusätzliche Verknüpfungen im Gesamtaktorsnetzwerk und
3. über die Festlegung der Ausrichtung und Stärke der Kausalbeziehungen im Gesamtaktorsnetzwerk, wenn es unterschiedliche Auffassungen darüber in den einzelnen Wahrnehmungsgraphen der Akteure gab.

Der Prozess der Erstellung von Gesamtaktorsnetzwerken wird in DANA über die Funktion *Initialize round 0* über den Menüpunkt *Case* gesteuert. Dabei wird in einer neuen *arena* automatisch ein *analyst view* eingerichtet, der alle Faktoren (inklusive aller Handlungen) und deren Verknüpfungen der Wahrnehmungsgraphen aller Akteure umfasst. Weiterhin werden der *arena* mit dem Namen *Round 0* automatisch alle handelnden Akteure mit ihren zugeordneten Wahrnehmungsgraphen angefügt.

Existieren mehrere *arenas*, werden in der sequentiellen Modellierung die Akteure (und ihre Wahrnehmungsgraphen) aller *arenas* berücksichtigt und im Gesamtaktorsnetzwerk gebündelt. So wird beispielsweise aus der *arena* 1 mit den Akteuren A, B und C, der *arena* 2 mit den Akteuren A, C und D und der *arena* 3 mit den Akteuren A, C und E in der Initialisierungsphase die *arena Round 0* mit den Akteuren A, B, C, D und E. Im Prozess der Zusammenführung zu einem Gesamtaktorsnetzwerk werden in DANA alle Ziele zu „normalen“ Faktoren (System- bzw. Akteursattributen), Handlungen und Erwartungen hingegen bleiben erhalten. Da alle Verknüpfungen angezeigt werden, kommt es zu vielfältigen Überkreuzungen der Pfeile, die per Hand „entwirrt“ werden müssen, dabei muss die Analystin die Faktoren so verschieben, dass es möglichst wenige Überschneidungen gibt.

Falls in diesem Prozess der Zusammenführung die Auffassungen der einzelnen Akteure über die Kausalbeziehungen voneinander abweichen (unterschiedliche Wirkung von Faktoren auf andere Faktoren im Wahrnehmungsgraphen der Akteure), dann müssen diese Kausalbeziehungen im Gesamtaktorsnetzwerk durch die Analystin eindeutig festgelegt werden. In DANA wird dies durch gestrichelte Linien im Gesamtaktorsnetzwerk angezeigt.

Da im Gesamtaktorsnetzwerk die Schlüsselfaktoren die zentrale Rolle spielen, nicht aber die Ziele der Akteure – im Gegensatz zu den Wahrnehmungsgraphen der Akteure –, ist es sinnvoll, die Ziele aus dem Gesamtaktorsnetzwerk auszuschneiden. Die allermeisten Ziele der Akteure sind dadurch gekennzeichnet, dass sie selbst auf keine anderen Faktoren einwirken, damit gehen von ihnen keine neuen Verknüpfungen aus und sie können im Gesamtaktorsnetzwerk unberücksichtigt bleiben, was die Übersichtlichkeit erhöht. Es bleibt festzuhalten, dass dieser Prozess nur eine halb-automatische Erstellung von Gesamtaktorsnetzwerken ist, die eine aufwändige manuelle Bearbeitung von der Analystin erfordert. Ich empfehle, die erstellten Gesamtaktorsnetzwerke mit den beteiligten Akteuren zu diskutieren und ggf. anzupassen.

A.6.3.3 Vorbereitung der sequentiellen Modellierung

Aufbau des *case* Jedes Szenario wird in DANA in einem *case* gespeichert und enthält neben der *arena* mit den einzelnen, alphabetisch geordneten Wahrnehmungsgraphen der Akteure eine *arena* mit dem Namen *round 0*, die das Gesamtaktorsnetzwerk in der *analyst view* enthält. In dieser *arena* sind auch alle Wahrnehmungsgraphen der Akteure enthalten.

Handlungsreihenfolge der Akteure Die Analystin muss als nächsten Schritt in der *arena round 0* die Handlungsreihenfolge der Akteure festlegen. Dies erfolgt auf Basis der Entscheidungsmacht, die den Akteuren von den anderen Akteuren zugeschrieben wird. Dafür werden zuerst die beiden Szenarioakteure an die erste und zweite Stelle

gesetzt, danach folgen die restlichen Akteure. Umfasst beispielsweise der Wahrnehmungsgraph des Akteurs „Wasserversorger“ sowohl eine Handlung des Akteurs „Obere Wasserbehörde“ als auch eine Handlung des Akteurs „EU“ und der Wahrnehmungsgraph des Akteurs „Obere Wasserbehörde“ keine Handlung des „Wasserversorgers“, wohl aber der EU und ist die EU Szenarioakteur, so ist die Handlungsreihenfolge: 1. EU, 2. Obere Wasserbehörde, 3. Wasserversorger.

In DANA wird die Handlungsreihenfolge durch die Funktion *Higher priority* im Menüpunkt *Edit* bzw. durch die Funktion *Lower priority*, ebenfalls im Menüpunkt *Edit*, umgesetzt. Dafür muss der jeweilige Akteur ausgewählt sein, dessen Rangfolge verschoben werden soll. Falls es Rückbezüglichkeiten gibt, muss die Analytistin entscheiden, welche Akteure mehr Einfluss als die anderen Akteure haben und diesbezüglich die Handlungsreihenfolge festlegen.

Festlegung der Runden Der nächste Schritt ist die Festlegung der Runden. Eine Entwicklung kann durch die Festlegung mehrerer Runden plausibler dargestellt werden, da die Akteure auf die Wirkungen der Handlungen der anderen Akteure und auf veränderte Rahmenbedingungen in der nächsten Runde „reagieren“ können. In DANA werden die Runden durch Initialisierung über die Funktion *Next round* im Menüpunkt *Case* gesteuert.

Einschränkung der Handlungsoptionen Die Analytistin hat nun die Aufgabe, die Entscheidung zu treffen, ob und wenn ja, welche Handlungsoptionen eingeschränkt werden sollen. Dies wird in DANA durch die weißen und schwarzen Symbole in den Handlungssymbolen gekennzeichnet (siehe A.3.4 auf Seite 240).

Berechnung der Änderung von (Schlüssel-)Faktoren Von der Analytistin können Schlüsselfaktoren identifiziert werden, die entscheidend von den Handlungen der Akteure beeinflusst werden und relevant für das Problemfeld sind, dies können Akteurs- oder Systemattribute sein.

Die Veränderung aller Akteurs- und Systemattribute und damit auch der Schlüsselfaktoren wird in DANA berechnet, indem jedem Akteurs- und Systemattribut zu Beginn automatisch der Index-Wert 100 (= 100 %) zugeordnet wird. Dieser Index-Wert steigt oder sinkt je nach dem Einfluss der Handlungen. Bei allen Modellen wurde dem Symbol (= *change level*) „mittleres Plus“ eine 20 %ige Zunahme zugeordnet (alle anderen *change level* werden relativ dazu berechnet, gemäß den Einstellungen der *change level* in den *DANA case options*, siehe Abschnitt A.4.4 auf Seite 250. In DANA ist dieser Wert im Dialog *DANA case options* unter dem Punkt *Simulation* zu ändern. Zu erreichen ist dieser Dialog im Menü *Case* unter *Options*.

Ein Beispiel: Die optimale Entscheidung (*optimal change level*) für die Handlung A ist die „mittlere Zunahme“ dieser Handlung (Symbol „mittleres Plus“ mit dem Wert 20), die Handlung A ist über die Kausalverbindung B mit dem Systemattribut C verknüpft. Die Kausalverbindung B besitzt einen *change multiplier* mit dem Symbol „kleines Plus“ (Wert: 0,5). Damit würde das Systemattribut C in der ersten Runde von 100 % um 10 % auf 110 % steigen. Falls in der zweiten Runde erneut eine Veränderung um weitere 10 % hinzukäme, so stiege der Index-Wert des Systemattributs C auf 121 %.

A.6.3.4 Ablauf der sequentiellen Modellierung

Start der 1. Runde Wie wird nun die sequenzielle Modellierung begonnen? Der Prozess wird im Programm DANA über die Funktion *Next round* über den Menüpunkt *Case* gestartet. Dabei wird in einer neuen *arena* mit dem Namen *Round 1* automatisch

ein *analyst view* sowie alle handelnden Akteure mit ihren zugeordneten Wahrnehmungsgraphen eingerichtet.

Reihenfolge der handelnden Akteure In jeder Runde wird zuerst wird der *optimal change level* (OCL) der Rahmenbedingungen berechnet. Repräsentiert werden die Rahmenbedingungen durch die Szenarioakteure. Danach „handelt“ der Akteur, der in der Rangfolge nach den Szenarioakteuren kommt. Dies ist der Akteur, der in seiner Wahrnehmung nur eigene Handlungen und die der Szenarioakteure berücksichtigt. Der nächste Akteur in der Rangfolge berücksichtigt neben seinen eigenen Handlungen auch die des vorherigen Akteurs usw.

Ermittlung der optimalen Handlungsstrategie/OCL Der Einfluss der Akteure wird durch die optimale Handlungsstrategie bestimmt, die durch die Berechnung des OCL für jeden Akteur für jede Handlung ermittelt wird. Die Ermittlung der optimalen Handlungsstrategie und damit der OCL erfolgt durch die *Inferred Strategies*-Analyse (siehe Abschnitt A.5.7.5 auf Seite 275). Dabei wird der OCL jeder Handlung ermittelt, der den größten Nutzen bei gleichzeitig geringstmöglichem Aufwand hinsichtlich der Erfüllung der festgelegten Ziele des Akteurs erwarten lässt. Wenn der optimale Nutzenwert z. B. durch eine mittlere und eine starke Zunahme einer bestimmten Handlung erreicht werden kann, dann wird die mittlere Zunahme dieser Handlung durch DANA als OCL identifiziert, da diese Option den geringsten Aufwand für den Akteur erwarten lässt. Der OCL für jede Handlung ist die „ausgewählte“ und damit auch in der sequenziellen Modellierung durchgeführte Handlungsoption. Jeder OCL wird automatisch in das Akteursnetzwerk und in die Wahrnehmungsgraphen aller nachfolgenden Akteure eingefügt und wird damit für deren Entscheidungsfindung berücksichtigt.

Ergebnisse der sequentiellen Modellierung In der *analyst view* ist das Gesamtaktorsnetzwerk mit den Ergebnissen der ersten Runde zu ersehen (blaue Ziffern in den Faktoren geben die Veränderung des Index-Wertes an) und in den Wahrnehmungsgraphen der handelnden Akteure erscheint die optimale Handlungsstrategie der einzelnen Akteure. Der OCL wird mit einem schwarzen Symbol gekennzeichnet, alle anderen Handlungsoptionen sind auf weiß gesetzt.

Änderung der Rahmenbedingungen Wie oben beschrieben, ist es möglich, die sequentielle Modellierung durch Einschränkung bzw. Erweiterung der Handlungsoptionen zu steuern. Ein Beispiel: in der ersten von drei Runden haben die Handlungen „Umwelt- und verbraucherorientierte Richtlinien erlassen“ und „Ersatzstoffe entwickeln“ nur 3 von 7 Handlungsoptionen: leichte Zunahme, gleichbleibend und leichte Abnahme der Handlung im Vergleich zu heute. In der zweiten Runde werden die Handlungsoptionen auf 5 von 7 und in der dritten Runde auf 7 von 7 gesetzt. Damit wird einem realistischen Verlauf Rechnung getragen, da sowohl eine gesetzliche Regulierung als auch eine Ersatzstoffentwicklung Zeit benötigt.

Weiterer Ablauf der Runden Nachdem die erste Runde beendet ist und ggf. Einschränkungen bzw. Erweiterungen der Handlungsoptionen vorgenommen wurden, kann die nächste Runde gestartet werden. Dies erfolgt wiederum mit dem Befehl *Next round* über den Menüpunkt *Case*. Der Ablauf wiederholt sich: Die Akteure handeln in der vorgegebenen Reihenfolge und die ermittelten OCL werden in den Wahrnehmungsgraphen

der einzelnen Akteure berücksichtigt. In der *analyst view* ist das Gesamtakteursnetzwerk mit den Ergebnissen der jeweiligen Runde zu ersehen⁸.

Für weitere Informationen gibt es innerhalb der Analysen auf der *case*-Ebene für die sequentielle Modellierung die Analyse *Overview of rounds*. Die Ergebnisse der Analyse werden in DANA numerisch und in Form von Plots (Diagrammen) ausgegeben. In der Ergebnisdarstellung werden für alle System- und Akteursattribute die Index-Werte pro Runde angezeigt. Wenn die Analystin die Ziele der Akteure im Gesamtakteursnetzwerk belassen hat, dann werden zusätzlich der erwartete Nutzen eines Akteurs (bzw. der ausgewählten Akteure), seine Zufriedenheit und seine Frustration (bzw. die der ausgewählten Akteure) für jede Runde ausgegeben (siehe Tabelle A.18).

Tabelle A.18: Übersicht der Berechnungen im Rahmen der Analyse *Overview of rounds* in DANA. In der Ergebnistabelle korrespondiert jede Zeile mit einem System- bzw. Akteursattribut und jede Spalte mit einer Runde. Wenn die Einstellung „*selected actor only*“ gewählt wurde, beziehen sich die Werte in den Zellen auf den jeweils ausgewählten Akteur, wenn hingegen die Einstellung „*total aggregation*“ gewählt wurde, dann werden alle Akteure berücksichtigt und die Ergebnisse in den Zellen repräsentieren die kumulierten Werte (bei *Affected goals* und *Utility*) bzw. die Durchschnittswerte (bei *Satisfaction* und *Frustration*) aller Akteure im Gesamtakteursnetzwerk.

Berechnung	Erläuterung
\boxtimes <i>Change</i>	Index-Wert der System- und Akteursattribute pro Runde in Prozent, relativ zum Basiswert, der im Einstellungsdialog festgelegt wurde
# <i>Affected goals</i>	Anzahl der „betroffenen“ Ziele (wenn nur ein Akteur ausgewählt wurde, bedeutet eine „1“, das der Faktor der Zeile das Ziel des Akteurs repräsentiert, wenn die Einstellung „ <i>total aggregation</i> “ gewählt wurde, zeigt der Wert an, wie viele Akteure diesen Faktor als Ziel in ihrem Wahrnehmungsgraphen haben)
Σ <i>Utility</i>	Erwarteter Nutzen (aus Sicht des ausgewählten Akteurs bzw. der kumulierte Wert aller berücksichtigten Akteure)
μ <i>Satisfaction</i>	Zufriedenheitswert (ein Durchschnittswert, wenn mehr als ein Akteur ausgewählt wurde)
μ <i>Frustration</i>	Frustrationswert (ein Durchschnittswert, wenn mehr als ein Akteur ausgewählt wurde)

⁸Eine Anleitung für die Analysen in DANA ist im Abschnitt A.5.1 auf Seite 253 dargelegt. Dort wird beschrieben, wie die unterschiedlichen Einstellungsmöglichkeiten, wie z. B. die Auswahl der Akteure, vorgenommen werden können.

Anhang B

Gesprächsleitfaden

B.1 Vorbemerkung

Wie im Kapitel 4.2.2 auf Seite 54 erläutert, wurden zwei Leitfäden für die Expertengespräche erstellt, einen für die Akteursgruppe „Industrie“ und einen für die Akteure der NROs, der Behörden und weiterer Institutionen. Diese beiden Leitfäden sind im folgenden abgedruckt.

B.2 Leitfaden für Expertengespräche mit Vertretern der Industrie

1. Vor dem Interview

- Vorstellung der Ziele von Intafere, insbesondere das Ziel der Akteursmodellierung und der Risikobewertung

2. Allgemeines

- Angaben zu Person, Ausbildung, beruflichem Werdegang und Aufgabenbereich im Unternehmen
- Welche Rolle spielt das Vorsorgeprinzip in ihrem Unternehmen? In welcher Form ist das für ihre Arbeit relevant?

3. Herstellung und Anwendung der Substanzen

- Im folgenden möchten wir näher auf die Substanzen x und y eingehen.
- Ist es möglich, Daten über den Substanzverbrauch, den Substanzeinsatz und die Produkte zu bekommen? (⇒ Intafere-Stoffkompendien kommentieren und aktualisieren lassen)
- Für welche Produkte und Anwendungen werden diese Substanzen vor allem verwendet? (⇒ in Datenblatt eintragen)
- Wie ist der Informationsfluss vom Hersteller zum Verarbeiter organisiert?
 - Was weiß der Hersteller über das Endprodukt und die Verwendung?
 - Wie weit reicht ihre Verantwortung bei der Herstellung des Produkts?
- Wie flexibel ist die Produktgruppe? Werden die Produkte weiterentwickelt?
- Welche wirtschaftliche Bedeutung haben diese Substanzen bzw. Produkte für ihr Unternehmen?
- Welche gesetzlichen Regulierungen bestehen im Hinblick auf die Herstellung und Verwendung dieser Substanzen (in der EU)?
- Gibt es besondere Richtlinien im Unternehmen für den Umgang mit den betreffenden Substanzen über die gesetzlichen Regelungen hinaus?

4. Umweltemissionen/Eintragspfade

- Haben Sie Kenntnisse über Eintragspfade, auf denen diese Substanzen in die Umwelt gelangen?
 - Welche Substanzen bzw. welche Anwendungen sind am kritischsten im Bezug auf Umwelteinträge?
 - Auf welcher Stufe (Herstellung, Weiterverarbeitung, Gebrauchsphase, Entsorgung) treten am ehesten Einträge in die Umwelt auf?
 - Wie werden die Substanzen bzw. die Produkte entsorgt (Abfallbehandlung, Abfalllagerung und Abfallverwertung)?
- Gibt es quantitative Daten über die Einträge (bezogen auf unterschiedliche Anwendungen/in die verschiedenen Umweltkompartimente)?
- Für wie zuverlässig halten Sie das Wissen über Umweltemissionen während der unterschiedlichen Phasen des Lebenszyklus ein?

5. Risikowahrnehmung und -bewertung

- Wie wird der gesellschaftliche Risikodiskurs in ihrem Unternehmen aufgenommen/geführt? Gibt es ein Leitbild für die Risikokommunikation? *Risikomanagement allgemein*
- Zur Zeit führt die EU ein Risikobewertungsverfahren zu den Substanzen x und y durch.
 - Welche Kriterien gehen in die Bewertung von umweltrelevanten Risiken mit ein?
 - * Persistenz
 - * Bioakkumulation
 - * aquatische Toxizität
 - * Säugetiertoxizität
 - * Konzentration in der Umwelt
 - * indirekte Freisetzungen
 - Gibt es Erkenntnisse über potenzielle negative umwelt- oder gesundheitsrelevante Wirkungen?
 - * im Hinblick auf die Substanz x
 - * im Hinblick auf die Substanz y
 - Gibt es Hinweise darauf, dass im aquatischen Bereich eine Exposition stattfindet, die den ökotoxologisch unbedenklichen Wert übersteigt? Mit anderen Worten: Besteht ein Risiko für schädigende Auswirkungen auf aquatische Organismen und Ökosysteme?
 - * durch die Substanz x
 - * durch die Substanz y
 - Werden Auswirkungen auf Grundwasser, Trinkwasser (Gesundheit) etc. im Rahmen des EU-RA berücksichtigt?
- Gibt es ein Schlüsselereignis, das zu einer Veränderung der Risikobewertung der Substanzen geführt hat?
- Auf welche Informationsquellen greifen Sie zurück?
 - Haben Sie eigene Untersuchungen zu den Umwelt-/Gesundheitswirkungen gemacht bzw. machen lassen?
 - Welche Ressourcen stehen ihnen für die Risikobewertung dieser Substanzen zur Verfügung? (Zeit und Geld)
 - Wovon hängt es ab, solche Untersuchungen zu machen, welche Spielräume haben Sie?
- Wie wird der Stand der Forschung eingeschätzt (auch im Hinblick auf Zuverlässigkeit)?

- Wie wird mit der Unsicherheit bzw. Nichtwissen im Hinblick auf die Wirkungen dieser Substanzen umgegangen?
- Sehen Sie Unterschiede in der Risikowahrnehmung und -bewertung zu diesen Substanzen ihrem Unternehmen im Vergleich zu anderen Akteuren Verbraucherorganisationen, Umweltverbänden, Medien etc. ?

6. Akteure

- Welche Ziele verfolgt Ihr Unternehmen hinsichtlich der Substanzen x und y und deren Produkten?
- Welche Ziele verfolgen Sie in Bezug auf Wirtschaftlichkeit und Umweltwirkungen? (Bewertung/Einordnung der Ziele)
- Welche sonstigen Unternehmen, Behörden etc. haben Einfluss auf die Verwendung der Substanzen?
- Welche Ziele verfolgen die folgenden Akteure und wie handeln sie?
 - EU/Bund/Länder-Behörden
 - Unternehmen
 - Handel
 - Transport
 - Verbraucher/Verbraucherschutzorganisationen
 - Umweltorganisationen
 - Medien
 - Politische Parteien
 - Wissenschaft, Politikberatung
 - Kläranlagenbetreiber
 - (Trink-)Wasserverbände
 - Sonstige Organisationen, Verbände oder Initiativen
- Gibt es einen oder mehrere Schlüsselakteure, die einen besonderen Einfluss auf die übrigen Akteure ausüben? Warum?
- Über welche Lobby verfügen Sie? Wie stellen Sie sicher, dass Sie rechtzeitig von politischen Entscheidungen erfahren?

7. Handlungsoptionen

- Welche Möglichkeiten bestehen aus Ihrer Sicht, um mögliche mit den Substanzen verbundene Gefährdungen zu vermeiden bzw. zu verringern?
- Müssen die Substanzen substituiert werden oder nicht? Für welche Anwendungen ist das nach dem gegebenen Stand der Technik möglich? (⇒ Intafere-Tabelle über Anwendungen vorlegen)
 - Welche Substanzen kommen als Ersatz in Betracht? Wie sind deren Wirkungen auf Umwelt und Gesundheit zu bewerten?
 - Welche Hemmnisse/Risiken stehen einer Substitution der Substanzen entgegen?
 - Für welche Anwendungen ist keine Substitution möglich?
- Welche Handlungsmöglichkeiten bestehen bei Substanzen, die nicht substituiert werden können?
- In welchem Bereich/bei welchen Akteuren sehen Sie Handlungsmöglichkeiten, um die mit der Verwendung der Substanzen verbundenen Risiken/Gefährdungen zu verringern? Wer könnte am ehesten etwas tun?
- Wie schätzen Sie die eigenen Handlungsmöglichkeiten ein? (Einordnung der Handlungen und Folgen, u. a. nach Wahrscheinlichkeit und Stärke)

8. Zukunft/Szenarien

- Welche Entwicklung wäre aus Ihrer Sicht wünschenswert?
- Wie schätzen Sie die zukünftige Entwicklung im Hinblick auf die Verwendung der Substanzen ein?
- Was, glauben Sie, werden die einzelnen Akteure tun und wie wahrscheinlich sind diese Handlungen?
- Welche externen Faktoren können eine Rolle spielen? Wie wahrscheinlich ist deren Eintreten/Wirkung?
- Wie würden andere Akteure reagieren, wenn Ihr Unternehmen Schritte zu einer Verringerung möglicher mit MOF verbundenen Gefährdungen einleitet?
- Wie würde sich Ihr Unternehmen sich verhalten, wenn andere Akteure entsprechend handeln?
- Welche Instrumente zur Regulierung der Substanzen werden diskutiert? Welche Auswirkungen wären mit diesen Instrumenten verbunden?
- Welche sinnvollen Instrumente sind unterhalb des Verbots denkbar (freiwillige Selbstverpflichtung)?
- Welche Wirkung hätten Steuern, Obergrenzen, handelbare Emissionslizenzen oder Verbote? Wer wäre dabei Gewinner, wer Verlierer?
- Hat es bezogen auf die Substanzen einschneidende Ereignisse gegeben? Reagieren Sie heute auf Kampagnen anders als früher?
- Was würde passieren, wenn
 - Gesundheitsbedenken/Krankheitsfälle auftreten? Wie schätzen Sie die öffentliche Sensibilität ein?
 - Risiken durch MOF von kritischen Verbraucherinnen und Verbrauchern und durch die Medienberichterstattung thematisiert werden?
 - Kampagnen von Umwelt- oder Verbraucherschutzorganisationen durchgeführt werden?

9. Ausblick

- Welche Auswirkungen erwarten Sie von REACH? (Stoffdokumentation ändern/eigene Forschungen anstellen/Risikokommunikation zum Weiterverarbeiter)
- Welche Bedeutung hat die EU-Wasserrahmenrichtlinie?
- Gibt es vergleichbare Substanzen, denen Sie ein ähnliches Gefährdungs-/Risikopotenzial zubilligen wie den Substanzen, über die wir gerade gesprochen haben?
- Gibt es Beispiele aus der Vergangenheit, die mit der vorliegenden Problematik vergleichbar sind (z. B. FCKW)? Welche Folgerungen könnten daraus für den künftigen Umgang mit MOF gezogen werden (Übertragbarkeit, Lösungswege, beteiligte Akteure)?

B.3 Leitfaden für die Expertengespräche mit Vertreterinnen von NROs und Vertretern der Behörden und weiterer Institutionen

1. Vor dem Interview
 - Vorstellung der Ziele von Intafere, insbesondere das Ziel der Akteursmodellierung und der Risikobewertung
2. Allgemeines
 - Ziele der Organisation, Angaben zu Person, Ausbildung, beruflichem Werdegang und Tätigkeitsschwerpunkten der Organisation
3. Bezug zum Thema MOF
 - Zum Einstieg möchten wir gerne wissen, in welchem Zusammenhang das Thema MOF für Ihre Arbeit eine Rolle spielt. Haben Sie bereits Aktivitäten und Kampagnen zu diesem Thema durchgeführt? Spielten dabei die von INTAFERE untersuchten Substanzen eine Rolle (vgl. Tabelle B.1 auf Seite 297)?
 - Welche Probleme sind aus Ihrer Sicht besonders schwerwiegend?
 - Gibt es Hinweise auf potenzielle negative umwelt- oder gesundheitsrelevante Wirkungen?
 - Besteht ein Risiko für schädigende Auswirkungen auf aquatische Organismen und Ökosysteme?
 - Bei welchen Stoffen ist das der Fall?
 - Für wie gesichert halten Sie diese Erkenntnisse?
4. Umweltemissionen/Eintragspfade
 - Die von INTAFERE untersuchten mobilen organischen Fremdstoffe finden sich in vielen alltäglichen Konsumgütern. Sie können also nicht nur bei der Produktion, sondern auch während der weiteren Phasen des Lebenszyklus in die Umwelt gelangen. Haben Sie Kenntnisse über Eintragspfade, auf denen diese Substanzen in die Umwelt und insbesondere in Gewässer eingetragen werden?
 - Welche Substanzen bzw. welche Anwendungen sind aus Ihrer Sicht im Bezug auf Umwelteinträge als besonders kritisch zu bewerten?
 - Auf welcher Stufe (Herstellung, Weiterverarbeitung, Gebrauchsphase, Entsorgung) treten am ehesten Einträge in die Umwelt auf?
 - Für wie zuverlässig halten Sie das vorhandene Wissen über Umweltemissionen während der unterschiedlichen Phasen des Lebenszyklus?
5. Risikowahrnehmung und -bewertung
 - Mobile organische Fremdstoffe zeichnen sich durch eine Reihe besonderer Eigenschaften (große Stabilität, hohe biologische Wirksamkeit etc.) aus. Welche Kriterien sollten bei der umwelt- und gesundheitsrelevanten Bewertung von MOF berücksichtigt werden?
 - Persistenz
 - Bioakkumulation
 - aquatische Toxizität
 - Säugetiertoxizität
 - Konzentration in der Umwelt
 - indirekte Freisetzungen
 - Gibt es weitere Kriterien, die für die Bewertung von MOF eine Rolle spielen (sollten)? (⇒ Begründung)

- Zu einer Reihe von Substanzen wurden bzw. werden Risikobewertungsverfahren durchgeführt. Wie bewerten Sie diese Verfahren und ihre Ergebnisse?
 - Wurden die potenziellen Risiken bei der Bewertung angemessen berücksichtigt?
 - Fand eine ausreichende Einbeziehung der relevanten Stakeholder statt?
 - Werden die bestehende Unsicherheit bzw. das Nichtwissen im Hinblick auf umwelt- und gesundheitsschädigende Wirkungen dieser Substanzen bei der Risikobewertung angemessen berücksichtigt?
 - Wenn nein, wie sollte mit dieser Unsicherheit umgegangen werden?
- Auf welche Informationsquellen greifen Sie bei Ihrer Einschätzung zu MOF zurück? Gibt es Kontakte zu WissenschaftlerInnen, Behörden etc., die Sie nutzen können?
 - Haben Sie eigene Untersuchungen zu den Umwelt-/Gesundheitswirkungen gemacht bzw. machen lassen?
 - Welche Ressourcen stehen ihnen für die Risikobewertung dieser Substanzen zur Verfügung? (Zeit und Geld)
 - Wovon hängt es ab, solche Untersuchungen zu machen, welche Spielräume haben Sie?
- Wie schätzen Sie den Stand der Forschung ein (auch im Hinblick auf Zuverlässigkeit)?
 - Zu welchen Fragen sehen Sie dringenden Forschungsbedarf im Zusammenhang mit MOF?
- Wie sehen Sie Ihre Risikowahrnehmung und -bewertung zu MOF-Substanzen im Vergleich zur Einschätzung dieser Risiken durch andere Akteure (Unternehmen, Regierungsbehörden etc.)? Welche Unterschiede gibt es?
- Gibt es ein Schlüsselereignis, das zu einer Veränderung der Risikowahrnehmung im Zusammenhang mit MOF in der Öffentlichkeit geführt hat? Reagieren Chemieunternehmen anders als früher?
- Unterscheidet sich die Risikowahrnehmung der Verbraucherinnen und Verbraucher von der fachlichen Risikobewertung? Wodurch?
- Gibt es Hinweise, dass Frauen die mit MOF verbundenen Risiken anders wahrnehmen oder bewerten als Männer?

6. Akteure und Handlungsoptionen

- Welche Ziele verfolgt Ihre Organisation hinsichtlich der MOF-Substanzen? (Bewertung/Einordnung der Ziele)
- Welche Handlungsoptionen sehen Sie, um mögliche mit den Substanzen verbundene Gefährdungen zu vermeiden bzw. zu verringern?
 - Sollten MOF-Substanzen generell substituiert werden?
 - ... oder sollte dies zumindest bei bestimmten Anwendungen geschehen?
 - Welche Handlungsmöglichkeiten sehen Sie bei Substanzen, die nicht substituiert werden können?
- Die Verwendung von MOF-Substanzen und die öffentliche Wahrnehmung der damit verbundenen Risiken werden von verschiedenen Akteuren beeinflusst. Im Folgenden möchten wir Ihnen eine Liste von Akteuren vorlegen. Welche Akteure spielen aus Ihrer Sicht im Zusammenhang mit der MOF-Problematik eine Rolle? Wie sind die Handlungen dieser Akteure im Hinblick auf die Ziele, die ihre Organisation verfolgt, zu bewerten?
 - EU/Bund/Länder-Behörden
 - Unternehmen
 - Handel
 - Transport
 - Verbraucher/Verbraucherschutzorganisationen
 - Umweltorganisationen

- Landwirtschaft/Landwirtschaftsverbände
- Medien
- Politische Parteien
- Wissenschaft, Politikberatung
- Kläranlagenbetreiber
- Wasserverbände
- Sonstige Organisationen, Verbände oder Initiativen
- Gibt es einen oder mehrere Schlüsselakteure, die einen besonderen Einfluss auf die übrigen Akteure ausüben? Wer könnte am ehesten etwas tun, um die mit der Verwendung der Substanzen verbundenen Risiken/Gefährdungen zu verringern?
- Über welche Lobby verfügen Sie? Wie stellen Sie sicher, dass Sie rechtzeitig von politischen Entscheidungen erfahren?
- Alles in allem: Wie schätzen Sie die eigenen Handlungsmöglichkeiten ein?

7. Zukunft/Szenarien

- Welche Entwicklung wäre aus Ihrer Sicht wünschenswert?
- Wie schätzen Sie die zukünftige Entwicklung im Hinblick auf die Verwendung der Substanzen und die öffentliche Diskussion über die damit verbundenen Risiken ein? Welche externen Faktoren können eine Rolle spielen? Wie wahrscheinlich ist deren Eintreten/Wirkung?
 - REACH
 - EU-Wasserrahmenrichtlinie
 - EU-Erweiterung
 - sonstige
- Welche Instrumente zur Regulierung der Substanzen halten sie für sinnvoll? Welche Auswirkungen wären mit diesen Instrumenten verbunden?
- Welche Instrumente sind unterhalb des Verbots denkbar (freiwillige Selbstverpflichtung)?

8. Ausblick

- Welche Auswirkungen erwarten Sie von REACH? (Stoffdokumentation ändern/eigene Forschungen anstellen/Risikokommunikation zum Weiterverarbeiter)
- Welche Bedeutung hat die Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie?
- Gibt es Beispiele aus der Vergangenheit, die mit der vorliegenden Problematik vergleichbar sind (z. B. FCKW)? Welche Folgerungen könnten daraus für den künftigen Umgang mit MOF gezogen werden (Übertragbarkeit, Lösungswege, beteiligte Akteure)?

Tabelle B.1: Übersicht der im Projekt INTAFERE behandelten mobilen organischen Fremdstoffe

Stoffgruppe	Substanzen	Anwendungsbereich
Organophosphate	TCEP, TCPP, TDCP	Weichmacher, Flammschutzmittel
Bisphenole	BPA	Polycarbonate, Epoxidharze
Moschusverbindungen	HHCB, AHTN	Kosmetik, Duftstoffe in Detergentien
Octyl-/Nonylphenole & deren Ethoxylate	OP, NP, APEO	Detergentien, Industrie, Frostschutzmittel, Emulgatoren

Anhang C

Expertengespräch mit Sonja Haider

C.1 Vorbemerkung

Expertengespräche stellen in der aktorsbasierten Modellierung die Grundlage für die Modellierung der Wahrnehmungsgraphen dar (siehe Kapitel 4.2 auf Seite 54). Um ein Beispiel für diesen Schritt zu geben, ist hier das Expertengespräch mit Sonja Haider abgedruckt. Sonja Haider ist Leiterin des deutschen Büros von Women in Europe for a Common Future e. V. (WECF). Das Interview wurde am 19.01.2006 in München im Büro des WECF gemeinsam von Dr. Immanuel Stieß, Projektmitglied von INTAFERE, und Christiane Döll geführt. Die Transkription, die Ergänzungen und die Randnotizen wurden von Christiane Döll vorgenommen. Die Freigabe des Expertengesprächs durch Sonja Haider erfolgte am 27.05.2008.

Es handelt sich um eine teilweise Transkription. Gesprächsabschnitte, die keine Relevanz für die Problemstellung haben, wurden weggelassen. Ausführliche Passagen wurden aus Gründen des Leseflusses und der Übersichtlichkeit auf das Wesentliche gekürzt bzw. zusammengefasst wiedergegeben. Auf eine Kennzeichnung mit der Symbolik der drei Punkte in eckigen Klammern ([...]), mit der in Zitaten angegeben wird, wo gekürzt wurde, wurde im Rahmen der Zusammenfassung der Passagen verzichtet. Zitate sind in Anführungszeichen („“) gesetzt.

Um das Verständnis des Gesagten zu erleichtern, wurden inhaltliche Ergänzungen eingefügt und mit geschwungenen Klammern gekennzeichnet: {Text Ergänzung}. Die Randnotizen zur Gliederung des Gesprächs wurden im Rahmen der Auswertung vorgenommen. Da in der wörtlichen Rede nicht immer die korrekte Grammatik verwandt wird, wurde der Text an einigen wenigen Stellen in Abstimmung mit Sonja Haider korrigiert.

C.2 Transkription

Stieß: Wie ist der Verein WECF organisiert?

Haider: „Es ist ein Netzwerk, das WECF. Wir bestehen aus Mitgliedern, aus
mittlerweile 30 Ländern, über 70 Mitglieds-Organisationen. Wir haben un-
ser Büro sowohl in den Niederlanden als auch in München. Es gibt hier den
5 Verein, der hier die rechtliche Seite ist und in den Niederlanden ist dann WECF
eine Stiftung, der Unterschied sind aber nur diese rechtlichen Einheiten.
Insgesamt sehen wir uns als ein Netzwerk und die Büros sind einfach das
Organisationskomitee, die machen die Organisation.“

Haider: „Es gibt viele Praxisprojekte in Osteuropa und die Projekte werden immer
10 mit Partnerorganisationen durchgeführt. Wir machen {Akquisitionen}
im Vorfeld: Wir schreiben Anträge, wir versuchen Finanzen zu bekommen. WECF-Projekte

Wir machen dann meistens Projektbegleitung. Es gibt einen Projektleiter bei uns, der je nachdem wie die Organisation vor Ort arbeitet, intensiv oder nicht so intensiv dabei sein muss. Wir haben sehr, sehr gute {Partner-NGOs in} der Ukraine, die sind mittlerweile selbst in 17 Städten vertreten und sehr aktiv. Während wir in anderen Ländern solche Sachen erst aufmachen müssen. In Usbekistan haben wir gestartet, indem wir NGOs erstmal gegründet haben. Da ist sehr viel Begleitung nötig und sehr viele Reisen dorthin.“

Stieß: Wie werden die Projekte finanziert?

Haider: „Es sind EU- und sehr viele holländische Gelder. Die Niederlande haben eine ganz andere Vergabep Praxis als Deutschland. Die Niederlande sind das Land, das die meisten Gelder an gemeinnützige Organisationen ausschüttet. Mehr als doppelt so viel wie das zweit nächste europäische Land. Die sagen, wir brauchen keine Ämter oder Leute, die wir anstellen, die es machen sollen, sondern wir brauchen Personen, deren ureigenes Interesse es ist. Die {Niederländer} haben sehr viel mehr Engagement, die können es meist billiger durchführen und sind effektiver. Ein ganz anderer Ansatz als bei uns. Dass es jemand anders besser könnte als die Ämter.“

WECF-
Finanzierung

Haider: „Einer unserer Bausteine sind die Projekte vor Ort, auf der anderen Seite sind wir international sehr stark auf Konferenzen vertreten. Wir haben UN-Status, d. h., wir werden zu den ganzen Konferenzen eingeladen. Wir haben eine internationale Direktorin, die ist dort vor Ort und versucht unsere Erkenntnisse aus den Praxisprojekten tatsächlich in internationale Politik einfließen zu lassen.“

Projekte vor Ort
und Konferenzen

Haider: „Im Chemikalienbereich haben wir etwas Neues angefangen, nämlich keine Praxisprojekte in Osteuropa, sondern es sind Bewusstseinsbildungs- und Informationskampagnen. In den Niederlanden haben wir angefangen, in Deutschland sind wir nachgezogen, weil der WECF schon seit über zehn Jahren in diesem POP-Prozess {Stockholm-Konvention zum Bann von „Persistent Organic Pollutants“} dabei ist. Und wir haben gesehen, um wirklich etwas zu bewegen, {dass} es eine gesamteuropäische Chemikalienpolitik braucht. Als das Weißbuch heraus gekommen ist, sind wir da drauf gesprungen und haben gesagt, o. k., also wenn wir da wirklich was politisch bewegen wollen, dann müssen wir hier in Europa kämpfen. In Westeuropa. Und haben in den Niederlanden zwei Jahre früher angefangen und hier in Deutschland 2004.“

Projekt im
Chemikalienbereich

Haider: „In den Niederlanden hat der WECF ein sehr gutes Ansehen innerhalb der Frauenorganisationen, die arbeiten mit allen Gruppen der Frauenorganisationen zusammen und bringen das Thema vorwärts. Das ist hier in Deutschland nicht so einfach, habe ich festgestellt. Das ist meine Aufgabe, ich habe ein Projekt, gefördert vom Bundesumweltministerium, um Frauenorganisationen auf dieses Thema aufmerksam zu machen und über die Gesetzgebung zu informieren. Und da gibt es durchaus Organisationen, die interessiert sind, aber die haben sich bisher {auch} schon mit dem Thema beschäftigt oder sind im Umweltbereich stärker. Andere Frauennetzwerke dafür zu gewinnen ist echt ein bisschen schwierig.“

Arbeit in den
Niederlanden vs. in
Deutschland

Döll: Wer sind die Ansprechpartner des WECF?

Haider: „Z. B. der deutsche Hausfrauenbund hat einen Umwelt-Arbeitskreis, da haben wir Vorträge gehalten. Dann gibt es ein Netzwerk, das heißt EWMD (European Women's Management Development International Network.¹), dort habe ich Vorträge in Frankfurt, Berlin und München gehalten. Es gibt Gesundheitsverbände, die sehr interessiert sind. Der deutsche Frauenrat hat uns schon ein paar Mal unterstützt, wir haben gemeinsam Briefe geschrieben an Parlamentarier. Ansonsten sind wir sehr gut vernetzt in der Umweltszene, also viel mehr eigentlich als in der Frauenszene. Zum Beispiel der deutsche Hausfrauenbund, den will ich unbedingt weiter dazu kriegen, dass sie das nicht nur in dem Umwelt-AK besprechen, sondern weiterge-

Organisationen und
Zusammenarbeit in
Deutschland

¹European Women's Management Development International Network (www.ewmd.org)

- hend. Aber die sagen, Umwelt ist im Moment gar kein Thema. Es geht um Arbeitslosigkeit, es geht um ganz andere Themen als um Umwelt.“
- 70 Stieß: Kurze Vorstellung des Ernährungswende-Projektes des ISOE² und des Projektes INTAFERE
- Haider: „Unsere ganzen Projekte kommen immer dadurch zustande, dass Frauen auf uns zukommen, die gesundheitliche Probleme haben oder deren Familien oder deren Umfeld. Die kommen auf uns zu und sagen, wir glauben, 75 das Wasser ist verschmutzt und da wollen wir was tun. Das kommt immer von der Gesundheitsecke. Ich glaube auch, dass gerade Frauen da sehr interessiert sind. Mit Umweltschutz oder mit Umwelt an sich, das ist so ein großes Feld, das sie persönlich nicht betrifft, aber Gesundheit betrifft sie persönlich. Und die Mutter, die ein Neurodermitis geschädigtes Kind hat, 80 die ist Tag ein Tag aus beschäftigt, das irgendwie auf die Reihe zu kriegen. Und die ist sehr interessiert daran.“
- Stieß: „Sie sind keine Naturwissenschaftlerin, vermute ich mal.“
- Haider: „Ich komme aus einem ganz anderen Bereich, ich bin Bankerin und Börsianerin und habe das 10 Jahre in Deutschland und in England gemacht, 85 ich war in London. Und habe dann, während ich meine Kinder bekommen habe, ein Innenarchitektur-Studium gemacht, weil ich unbedingt auf die kreative Seite wollte. War auch sehr spannend, möchte ich auch nie missen.“
- Haider: „Aber habe dann irgendwann festgestellt, dass mir jedes mal der Sinn des Ganzen gefehlt hat. Und dann bin ich auf den Umweltschutz gekommen. 90 Allerdings seitdem, ich habe hier in München bei einer Umweltorganisation gearbeitet, da ging es mehr um nachhaltige Mobilität {und Klimaschutz}. Und jedes mal hatte es mit Finanzen zu tun, da ich aus diesem Geschäft komme. Ich war dann Finanzvorstand und Kassenwart, immer in der Richtung. Ich habe mich dann mit Fundraising beschäftigt, habe ein Aufbaustudium gemacht, an der Fundraising-Akademie. Während ich hier eigentlich 95 primär Projektleiterin bin und das deutsche Büro {des WECF} leite und Fundraising im Moment ein relativ untergeordneter Punkt ist.“
- Stieß: Vorstellung von Immanuel Stieß
- Döll: Vorstellung von Christiane Döll
- 100 Stieß: Mit welchen MOF-Substanzen beschäftigen Sie sich, welche Substanzen halten Sie für wichtig?
- Haider: „Bisphenol A sticht schon heraus. Auf jeden Fall, wir gucken uns Studien an, schauen, was tut sich auf diesem Gebiet, weil wir auch denken, es ist eine der höchst tonnagigen Chemikalien, die es gibt. Und es gibt unglaublich viele Studien, 118 Studien über Bisphenol A. Je nachdem wer sie 105 beauftragt hat, sind auch die Ergebnisse. Im Großen und Ganzen gehen wir davon aus, dass es gesundheitsschädlich ist und hormonell wirkt. Wir haben Bisphenol A als Beispiel {-Substanz} genommen, wir wurden von dem Frauenausschuss der EU beauftragt. Der Frauenausschuss hat Eingaben zu REACH gemacht und da wurden wir beauftragt, vorab Kommentare abzugeben und ihnen zu helfen das zu moderieren. Da haben wir auch Bisphenol A aufgeführt.“
- Haider: „Nonylphenol, das haben wir auch ein bisschen angeguckt, während die anderen Flammschutzmittel und Weichmacher immer vorkommen.“
- 115 Stieß: Erläuterungen zum EU Risk Assessment-Verfahren sowie zu Bisphenol A und Nonylphenol
- Haider: „Was mich gerade bei Bisphenol A schockiert hat ist, dass Toxikologen vom Umweltbundesamt gesagt haben, es gibt diese Studien, dass es auch im 120 Niedrigdosisbereich Schädigungen gibt, dies zeigen die Tests, die dann zur Aussage geführt haben, dass die Toxikologie, so wie sie im Moment betrieben wird, nicht aussagekräftig ist. Es ist wirklich sehr schwer zu verstehen. Und es würde wirklich alles über den Haufen werfen, ja. Man könnte nicht mehr sagen, je größer die Grenzwerte, das wäre sinnlos. Das ist bedenkenswert.“

Frauen und
GesundheitWerdegang und
Aufgaben Sonja
Haider

Bisphenol A

Weitere Substanzen

Bisphenol A und
Wirkungen im
Niedrigdosisbereich

²Informationen zu diesem Projekt: <http://www.isoe.de/projekte/ernaehrw.htm>

- Haider: „Ich finde es auch immer sehr wichtig: den Zeitpunkt. Manchmal ist
 125 der Zeitpunkt wichtiger als die Dosis.“
- Haider: „Wenn das {Wirkungen im Niedrigdosisbereich} denn stimmt, wovon
 ich ausgehe, dann kann die Toxikologie so nicht bleiben wie sie im Moment
 ist. Dann müssen wir mehrere Stoffe anders betrachten. Und was heißt das
 in der Praxis? Wenn wir jetzt 2,2 Millionen Tonnen Bisphenol A³ haben
 130 und schon niedrigste Spuren rufen Schädigungen hervor, ja, was machen
 wir da? Dann müssen wir es sofort verbieten. Mir fällt nichts anderes ein.
 Weil runter schrauben und sagen, o. k. das darf in den Anwendungen nicht
 sein oder in den. Immer wieder kommt man damit dann in Berührung.“
- Stieß: Wie schätzen Sie die Studien ein?
- 135 Haider: „Ich glaube sehr an das Umweltbundesamt und habe da auch einen
 direkten Ansprechpartner, den Herrn Gies, und genau der hat auch diese
 Bemerkung losgelassen, dass nach diesen Ergebnissen die Toxikologie sich
 ändern muss und viele Erkenntnisse, die man bisher hatte, so nicht stehen
 bleiben können.“
- 140 Haider: „Ich bin ein Laie auf dem Gebiet und es ist wahnsinnig schwer, diese
 Sachen zu durchzublicken, aber ich habe festgestellt, die Probleme tauchen
 ziemlich früh auf. Die Studien, ob irgendwas gefährlich ist oder nicht, gibt
 es schon sehr früh, in einem frühen Stadium.“
- Haider: „Bisher läuft das einfach so: Dann gibt es Gegenstudien, dann glaubt
 145 man das nicht. Dann heißt das, es ist nicht repräsentativ genug und und
 und. Und so wird es verschleppt, teilweise 100 Jahre. Es ist unglaublich, bei
 welchen Stoffen, wie lange sich die weiter verbreiten haben können. Ich bin
 wirklich der Meinung, ein, zwei Studien, natürlich muss man sicher gehen,
 dass keiner Schindluder treibt oder dass das einigermaßen repräsentativ ist.
 150 Aber sobald, das sind für mich einfach Warnzeichen. Und diese Warnzeichen,
 ich verstehe nicht, warum man denen nicht nachgeht und sagt, o. k., wir
 haben noch die und die Wissenslücken oder aber es dauert zu lange, es ist
 zu umfangreich, wie auch immer, dann handeln wir sofort.“
- Haider: „Für mich ist das Vorsorgeprinzip ein sehr wichtiger Punkt. Ich glaube,
 155 wenn man Kinder hat, ist das leicht einsichtig. Meine Kinder haben z. B.
 nie etwas verschluckt, wenn die irgendwas in den Mund genommen haben,
 dann ist da nie was passiert. Aber trotz allem habe ich versucht, dass sie die
 Sachen nicht in die Finger kriegen oder ich habe die Steckdosen zu gemacht,
 obwohl die Kinder da nie mit gespielt haben. Bei Chemikalien, bei denen
 160 wir vermuten, dass sie schädlich sind, warum sie nicht ersetzen, warum müs-
 sen wir sie tatsächlich 50 weitere Jahre in unserer Umwelt einbringen. Mir
 ist klar, dass läuft der Wirtschaftlichkeit, der chemischen Industrie zuwider.
 Auf der anderen Seite haben wir ein großes Problem auf der Gesundheitse-
 cke.“
- 165 Stieß: Zu den Ursache-Wirkungsbeziehungen: Wenn aus politischer Sicht vor-
 sorgendes Handeln geboten ist, in welchen Bereichen sollten die Stoffe er-
 setzt werden?
- Haider: „Ich würde eher rigoros vorgehen. Ich würde wirklich komplett ver-
 suchen sie zu ersetzen. Auch da ist es so, diese Expositionsszenarios {für
 170 unterschiedliche Verwendungen} zu entwickeln oder aber dass Unterneh-
 men sagen müssen, für welche Verwendung der Stoff zugelassen ist. Meiner
 Meinung nach ist das Bürokratie pur. Innovation und Entwicklung ist für
 mich, wenn man aus Stoffen oder aus Dingen wiederum anderes entwickelt.
 Und meiner Meinung nach, begrenzt sich das mit Expositionsszenarios.“
- 175 Haider: Ein Beispiel aus der Kinderwelt zu Entwicklung und Innovation: Es gibt
 ein Spielzeug, in das man bunte Klötze reinstecken kann. Ein Nachbarjunge

Bisphenol A →
Verbot

UBA, Toxikologie

Studien,
Gegenstudien,
Entscheidungen

Vorsorgeprinzip

Expositionsszenarios

³Laut Umweltbundesamt werden in Europa jährlich etwa 1,15 Millionen Tonnen Bisphenol A verbraucht (Quelle: <http://www.umweltbundesamt.de/gesundheit/telegramm/Ausgabe04-2008.pdf>). Die globale Produktion von Bisphenol A lag 2006 nach Angaben der *Polycarbonate/Bisphenol A (BPA) group of the industry association PlasticsEurope* bei 3,8 Millionen Tonnen (Quelle: <http://www.bisphenol-a-europe.org/uploads/BPA%20applications.pdf>).

- hat dieses Spielzeug umgedreht als Rutsche für die Klötze benutzt. „Dass das eine Rutsche ist, das wäre mir überhaupt nicht eingefallen. Ich kann mir vorstellen, dass das bestimmt im chemischen Bereich genauso ist.“
- 180 Haider: „Dass man mit den Stoffen, die existieren, ganz neue Dinge herstellen kann. Das ist für mich Entwicklung und Innovation. Und wenn ich vorher festschreibe: ‚es ist nur zu verwenden für Waschmittel‘, ja dann begrenze ich das unglaublich. Das sehe ich als Hemmnis.“ Entwicklung und Innovation, Hemmnis
- Haider: Zum Ersetzen von besorgniserregenden Stoffen mit Fristen: „Persistente Chemikalien, selbst wenn sie dann in geschlossenen Kreisläufen verwendet werden, wenn sie einmal auf der Welt sind, kriegen wir sie nie wieder los. Geschlossene Kreisläufe ist so irreführend, meiner Meinung nach ist das kein geschlossener Kreislauf, vielleicht gibt es auch tatsächlich geschlossene Kreisläufe für persistente Chemikalien, also eine immer wiederkehrende Wiederverwendung? Das klingt sehr unrealistisch, also: Wenn solche Sachen in der Welt sind, dann kriegen wir sie nicht mehr los. Deswegen: Finger weg davon.“ Verbot, geschlossene Kreisläufe
- 185 Haider: „Das eine war der Verdacht auf gesundheitsschädliche Wirkungen, das andere war schon eine Stufe vorher: persistent. Das heißt, ob potentiell schädigende Wirkungen vorliegen, ist noch nicht bekannt. Also grundsätzlich ist Persistenz ein Kriterium, dass aus Ihrer Sicht problematisch ist?“ Kriterien für Bewertung
- 190 Haider: „Ganz richtig. Die Stoffe, die genauer betrachtet werden sollen oder die gefährlich sind, die werden bei REACH deklariert als PBT (persistent, bioakkumulativ und toxisch) und CMR (kanzerogen, mutagen, reprotoxisch) und zusätzlich, was wir gerne dazu hätten, wären endokrine Schadstoffe. Das sind die Bereiche, die wir als problematisch ansehen.“
- 200 Haider: „Mein Nachbar von der Industrie {ein Experte während des 1. INTAFERE-Stakeholder-Workshops} sagte, persistent heißt noch lange nicht gefährlich. Ja, das kann sein, aber bei PCB wusste man es auch nicht, das hat man auch erst 30 Jahre danach festgestellt. Und wenn etwas persistent ist, dann kriegen wir es eben nicht mehr raus. Das ist wie wenn man abwägt, wenn man beim Flughafen wohnt und der Lärm ist garantiert im Moment sehr gesundheitsschädlich, wenn man neben einem AKW wohnt, kann es sein, dass man keine Probleme hat. Nur langfristig sind – die Flugzeuge kann ich anhalten und kann sofort diesen Lärm vernichten und begrenzen. Während die Problematik mit nuklearem Abfall, die kriege ich nicht in den Griff. Und davor sollten wir unsre nachfolgenden Generationen bewahren, vor diesen Problemen.“ Kriterien: PBT, CMR und endokrin
- 205 Haider: „Man muss auch schon dazu sagen, wir haben bestimmt auch sehr viel positive Entwicklungen aufgrund der chemischen Industrie und aufgrund der Produkte. Und es ist so wahnsinnig schwer. Es gibt da kein Schwarz und Weiß. Sie haben genauso biologische Stoffe, die giftig sind, es ist unglaublich schwer. Viele Frauen fragen mich dann auch: was soll ich bleiben lassen? Synthetische Chemikalien können auch wunderbar und gut und sinnvoll sein. Das ist sehr, sehr schwer zu erklären.“ Positives zur Chemie
- 210 Haider: „Hormonelle Schadstoffe sind so nicht bei REACH erwähnt gewesen. Sie sind mittlerweile am diskutieren, ob ja oder nein. Das ist gerade von Frauenseite her ein wichtiger Punkt.“ Hormonelle Schadstoffe bei REACH
- 215 Döll: Beschäftigen Sie sich auch mit der aquatischen Umwelt? Aquatische Umwelt, Trinkwasser
- Haider: „Die ganze Flora und Fauna, in diesem Bereich sind wir nicht aktiv. Überhaupt gar nicht. Es kommt aber natürlich immer Trinkwasser – ist eines unserer Hauptthemen sogar – in anderen Ländern, gerade in Osteuropa haben die ganz andere Probleme als wir hier. Mobile, organische Schadstoffe haben wir da überhaupt noch nicht betrachtet. Da geht es um Nitratgehalte im Trinkwasser und da sind die Brunnen neben den Latrinen.“
- 220 Haider: „Wo wir schon recht aktiv sind, ist die Wasserrahmenrichtlinie und deren Umsetzung. Ich selbst habe da wenig Ahnung.“
- 230

- Haider: „Gerade in der Ukraine und auch in Rumänien, sind solche Richtlinien wichtig, da können die Organisationen auf ihre Regierung zugehen und sagen: Ihr habt das und das unterschrieben und das und das ist geltendes Recht. Was macht ihr? Wir haben Probleme in unserem Dorf. Und diese Möglichkeit wird ganz, ganz toll genutzt und bringt auch Erfolge.“
 235
- Stieß: Was sind die Eintragspfade der Chemikalien?
- Haider: „Es gibt drei Möglichkeiten: inhalativ, über die Nahrungsaufnahme und über die Haut. Dazu kämen die Arbeiterinnen und Arbeiter, die mit den Chemikalien durch die Produktion in Berührung kommen oder aber bei der Entsorgung. Der normale Verbraucher hat nur die ersten drei Pfade. Ich bin mir nicht ganz sicher, wie die zu bewerten sind, auf der einen Seite würde alles, was ich schlucke, was ich in meinem eigenen Körper habe, würde ich sagen, dass würde mich am meisten beeinflussen, aber da bin ich mir mittlerweile nicht mehr so sicher. Innenraumschadstoffe sind mittlerweile ein großes Problem geworden und wenn sie auf einer befahrenen Straße sind, bekommen sie nicht so viele Dämpfe und problematische Stoffe unter die Nase wie in manchen Innenräumen. Ich kann das nicht so ganz einschätzen, wo die große Problematik liegt, ich glaube auch, dass es eine Kombination aus all' diesen Dingen ist.“
 240
 245
 250
- Haider: In Ostdeutschland gab es früher häufig Atemwegserkrankungen, heute gibt es dort vermehrt Allergien. „Meiner Meinung nach, weil sie unsere Produkte übernommen haben und die Produkte überall in ihrem Leben sind. Früher hatten sie vielleicht zwei Shampoos zur Auswahl, mittlerweile haben sie 100, wie wir auch. Es gibt auch ungesunde Produkte oder ungesunde Inhaltsstoffe.“
- Stieß: Erläuterungen zu Verbrauchersicht, Ursache-Wirkungszusammenhänge und Unsicherheit
 260
- Haider: „Meiner Meinung nach, die Industrie, die Firmen generell haben ganz andere Ziele, die haben nicht das Ziel ‚Gesundheitsförderung‘, die haben das Ziel ‚Gewinnmaximierung‘. Die gehen in ihre Richtung, was ich auch o. k. finde. Nur, dass das konträr der Gesundheitsförderung entgegensteht.“
- Stieß: Woher bekommen Sie Ihre Informationen?
 265
- Haider: „Eigene Studien machen wir nicht. Hauptsächlich über andere Organisationen, die in dem Feld tätig sind, auch europaweit. Wir haben sehr gute Kontakte zu dem gesamten Gesundheitsbereich, zu den Organisationen. Mit Chemikern in Deutschland habe ich wenig Kontakte. Hauptsächlich mit Umweltorganisationen, das sind die Großen: Greenpeace, WWF, BUND. Dann die ganzen Netzwerke, die darüber liegen: EEB, das European Environmental Bureau, in dem alle europäischen Umweltorganisationen sind, genauso wie EPHA (European Public Health Alliance). Und dank derer, die machen recht oft Workshops zum Thema. EEB ist natürlich hauptsächlich politisch, wie schaut jetzt gerade REACH aus, welche Punkte sind uns wichtig und warum und dann wird da auch schon diskutiert. Bei EPHA bekommt man Fallstudien geschildert, da kommen unsere Hauptinformationen her {EEB und EPHA}.“
 270
 275
- Stieß: Was wäre ein wichtiger Forschungsbereich?
- Haider: „Ein Punkt ist die Kommunikation der Forschung. Ich glaube, es gibt ganz sicher, es gibt schon genügend Erkenntnisse in verschiedenen Bereichen, aber die zusammenzufassen und dann auch normal verständlich zu publizieren, das sehe ich im Moment überhaupt nicht. Ein Problem ist das Thema gesundes Renovieren in der Schwangerschaft. Bei diesem Thema ist es schwer, an Studien heranzukommen.“
 280
 285
- Haider: „Ich begrüße Zeitschriften wie ‚Wissen‘ der ZEIT und der Süddeutschen Zeitung, die das ein bisschen verständlicher darlegen. Auf dem Weg muss man gehen. Ich glaube nicht, dass es zu wenig Forschung gibt.“
- Haider: „Die Medien werden nur die Sachen raus greifen, die sie auch interessant finden.“
 290

WRRL, Lage in Osteuropa

Humane Aufnahmewege

Innenraumschadstoffe

Ziele der Unternehmen

Kontakt und Informationen der Organisationen

Kommunikation der Forschung

Forschung in den Medien

295	Haider: „Meiner Meinung nach sollten die Forscher so kommunizieren, dass es für wirklich jeden lesbar ist.“ Ein gutes Beispiel sind Kinder-Nachrichten wie „LOGO“ und die Vorträge in den Kinder-Unis. „Endlich begreift man komplizierte Zusammenhänge. Man muss es runter brechen, die Kinder sind da gnadenlos, die reagieren überhaupt nicht mehr, wenn sie es nicht verstehen.“	Verständliche Vermittlung
	Haider: Vermittlung von Wissen: „Das geht bestimmt auch mit Stakeholder-Prozessen, wo mehrere Leute dazu geladen werden um das zu beurteilen oder auch um Ideen zu geben.“	Stakeholder- Prozesse
300	Haider: „Das Internet ist eine gute Gelegenheit, die Sachen gut rüber zubringen. Und einem Publikum zur Verfügung zu stellen, das auch interessiert ist.“	Internet
	Döll: Frage nach Umgang mit „Informationsüberflutung“, gerade im Internet	
305	Haider: „Man kann sich nicht in allen Bereichen auskennen. Ich glaube mittlerweile, umweltgerecht leben zu wollen, das bedeutet von Energie bis zu Ernährung und, und, und. Und sich da überall auszukennen, also, das sind große Anforderungen. Ich schätze mal, es wird sich immer ein interessiertes Publikum finden. Aber warum auch nicht in Schulen gehen.“	Weitergabe von Informationen
	Stieß: Erläuterung zu unterschiedlichen Risikowahrnehmungen und Risikobewertungen	
310	Haider: „Risikowahrnehmung: Ich verlasse mich auf Studien oder auf Leute, von denen ich denke, dass sie eine Ahnung haben. Überprüfen kann ich das nicht.“	Risikowahrnehmung
	Haider: „Dass alle andere Ziele haben. Wir als Konsumentinnen, wir wollen natürlich Produkte, wo wir keine gesundheitlichen Schäden davon tragen, logischerweise.“	
315	Haider: „Als Regulierungsbehörde habe ich ganz andere Parameter im Kopf. Als Industrie will ich wirtschaftlich sein und zwar auch kurzfristig und nicht über 30 Jahre, wenn sich nach 20 Jahren raus stellt, dass das Produkt gesundheitsschädlich ist und endlich mal bewiesen ist, dann starte ich ein neues und mit 80% Wahrscheinlichkeit komme ich damit durch – ohne Skandal.“	Ziele der Akteure
320	Stieß: Zu Bisphenol A, haben Sie eine andere Position als das Umweltbundesamt?	
	Haider: „Ich will nicht abwarten, bis es soweit bewiesen ist, dass es alle glauben. Ich möchte wirklich vorsorgend ersetzen.“	
325	Haider: „Ich sehe schon die Schwierigkeit wie, da muss es schon einen Prozess geben. Es kann nicht einer daher kommen und sagen: das ist gefährlich, da und da, es braucht einen Prozess, der von allen anerkannt wird. Der aber nicht bis zum endgültigen Schluss führt, sondern der sagt, aus den und den Gründen und die und die Gefährlichkeit und wir werden jetzt vorsorgend tätig und ziehen das Ding aus dem Verkehr.“ Das Vorsorgeprinzip ist noch nicht umgesetzt. Es fehlen klar definierte Schritte zur Umsetzung des Vorsorgeprinzips für konkrete Stoffe mit festgelegten Zielen.	Vorsorge
330	Stieß: Gibt es ein Schlüsselereignis zu MOF?	
335	Haider: „Phtalate kommen jetzt gerade ein bisschen in das Bewusstsein. Es gibt mittlerweile schon Produkte, da steht ‚Phtalat free‘ drauf. Bei Schlecker, bei Tchibo, also selbst diese Hersteller schreiben das mittlerweile drauf. Es gab wohl Nachfragen, ob da Phtalate drin sind. Bisphenol A taucht in der Presse immer mal wieder unter dem Thema Wissen auf.“	Phtalate
340	Haider: „Der ganze Prozess bei REACH, wo ich wirklich große Probleme mit habe, dass nicht ehrlich argumentiert wird. Das sind auch nur Menschen, die wollen auch nicht schädigende Produkte raus bringen. Das ist nicht deren ureigenes Interesse. Das unterstellt man ihnen so gern von der Umweltseite, das stimmt aber nicht. Da ist die Wahrnehmung eine andere.“	Ehrliche Argumentation, wirtschaftliche Sicht
345	Haider: „1995 gab es den ‚Matschhosenskandal‘, da waren meine Kinder gerade so klein – eben im Matschhosenalter. Und da kam Ökotest raus mit: Dass die Dinger auf den Sondermüll gehören. Es gab Riesenschlangen bei H&M, die die Matschhosen auf die Ladentheke geknallt haben. Und bei so was passiert natürlich viel Umdenken. Gerade bei H&M weiß ich, die haben PVC ersetzt und haben eine ganz tolle Chemikalienpolitik, mittlerweile.“	Matschhosenskandal ⇒ Umstellung

350 Weiß aber keiner. Das wird nicht kommuniziert. Ich habe schon ein paar Mal die Marketing-Leiterin von Gesamt-H&M, die ich kenne, aufgefordert, das auch den Käuferinnen zu sagen.“

Haider: „Für mich war H&M: das Image ist billig und oh Gott, ich möchte nicht wissen, wo die Sachen her sind und was da drin ist. Aber die haben wirklich, meiner Meinung nach, für so ein Unternehmen ein hervorragendes Management. Die haben eine Liste von Chemikalien, die sie jedes mal erweitern, eben im Vorsorgeprinzip. So bald sie {H&M} von einer Studie über eine Chemikalie erfahren, die Gesundheitsschäden nachweist, dann nehmen die dies aus dem Programm und ersetzen das. Ich habe auch gefragt: Warum kommuniziert ihr das nicht? Das weiß weder ein Verkäufer bei euch, noch wissen es irgendwelche Kunden. Ich sage euch, in Deutschland wäre es für die Leute ein tolles Kaufargument. Ist es für mich mittlerweile. Eigentlich würde sie {die Marketing-Leiterin} es gerne machen. Ich glaube, es ist ein bisschen: Man will nicht so ganz in der Ökoecke stecken. Ich kann mir H&M nicht in der Ökoecke vorstellen. Also diese Alternative, dieses Image, das ist immer noch eines, da wollen viele Unternehmen nicht hin. Selbst wenn sie Produkte machen, die wirklich gut und gesund und ökologisch sind, tun sie es oftmals nicht so benennen. Schade.“

H&M
Verbraucherschutz

Haider: „Ein Unternehmen, die Seifen herstellen, die haben eine Reihe, die wirklich super ist und die sagen, sie wollen die nicht raus stellen, weil dann gleich alle anderen in Frage gestellt werden. Die anderen Sachen wollten sie so nicht aufgeben. Das ist manchmal tatsächlich schwer zu kommunizieren.“

Kommunikation

Haider: „Die Unternehmen, die sich für REACH eingesetzt haben, das waren die, die vor Ort verkaufen müssen. Die vor Ort die Fragen ihrer Kunden beantworten müssen. Was ist da drin? Die Einzelhändler werden von dem System profitieren, wenn mit Offenheit operiert wird, wenn klar ist, was ist drin, welche Inhaltsstoffe habe ich.“ Der WECF ist eingeladen worden, einen {Nachhaltigkeits-}Report von H&M über die europaweite Politik von H&M zu kommentieren. Darin stehen Listen mit Substanzen, die nicht verwendet werden und der WECF will fragen, wie diese Listen zu Stande kommen, denn das ist nicht ersichtlich. „Das ist Kontakt zu verschiedenen Kunden und Stakeholdern, um verschiedene Argumente zu hören und besser urteilen zu können. Eigentlich würde ich mir das wünschen bei der chemischen Industrie. Aber bei REACH habe ich festgestellt, dass ist wirklich so ein ‚Clash of Civilisations‘, auf der einen Seite die Umweltseite, auf der anderen Seite die Chemie. Und das ist wirklich ein Kampf. Ein Krieg. Ich glaube nicht, dass das zielführend ist. Alles, wo ich bisher mitgearbeitet habe in meinem Leben, läuft nur über Dialog. Und zwar ehrlichen Dialog. Und das ist nicht gegeben und es macht es unglaublich schwer. Es werden Argumente in den Ring geworfen, die von vorn herein falsch sind. Einfach nur, um die Leute dermaßen zu verwirren, damit keiner mehr weiß, um was es eigentlich geht. Die Kommunikation ist ein großes Problem.“

REACH

Kommunikation ist
ein großes Problem

Haider: „Ein Beispiel war die Zulassung. Der dritte Bereich von REACH ist relativ umweltfreundlich im Parlament beschlossen worden. Und u. a. gibt es einen fünf Jahres Rhythmus, oder eine Zulassung für gefährliche Chemikalien, die bekommen sie nur für fünf Jahre. Danach muss das ganze nochmal bewertet werden. Und teilweise wird auch Substitution verlangt, von den Unternehmen. Jetzt sind die hergegangen und haben gesagt: fünf Jahre, wenn wir eine neue Chemikalie entwickeln, fünf Jahre Lebenszyklus, das ist ja hoffnungslos, wir können ja nicht irgendwelche Produktionslinien aufbauen, das ist total innovationsfeindlich, das ist absoluter Quatsch. Zulassung heißt: Chemikalien werden zuerst registriert und bewertet und nur die, die Schwierigkeiten machen, die gefährlich sind, die werden zugelassen, dafür gelten die fünf Jahre, nicht für jegliche erfundenen Stoffe. Ich bin mir ganz sicher, dass die Industrie das ganz genau weiß. Das wissen die, dass das so nicht stimmt. Aber sie schlagen das Argument, das jedem erst-

REACH-falsches
contra-Argument

- mal einleuchtet. Da ist kein Dialog mehr möglich, da verliert man jegliches Vertrauen.“
- Haider: „Wir betreiben Lobby-Arbeit. Es finden gemeinsame Aktionen und Briefe statt. Von EEB sind zwei Personen bei Workshops in der EU-Kommission eingebunden. EEB ist das hauptsächlich. Greenpeace macht Aktionen in den jeweiligen Ländern und macht eigene Studien.“ Umweltschutzverbände
- 410
- Stieß: Ausführung zum Risikodiskurs
- Haider: Das Beispiel Betroffene, die allergisch auf bestimmte Parfüm-Bestandteile reagieren. „Risikowahrnehmung, ich glaube, es ist wirklich so, wie es die Leute betrifft. Wie sie selbst Risiko wahrnehmen. Man kann kein Risiko komplett ausschließen und das braucht man auch nicht.“ Es ist schwierig, unbedenkliche Produkte zu kaufen. Konsequenter handeln ist schwer. Risikowahrnehmung
- 415
- Haider: Frauen reagieren sensibler als Männer. „Erstens weil sie die Gesundheitsmanagerinnen ihrer Familien sind und auch gerade, wenn die Kinder krank werden ist es ihr Bier. Das ist der Bereich, der Frauen zugeordnet wird.“ Beispiel Teddybär mit Flammschutzmittel, der sich unangenehm angefühlt hat und schlecht gerochen hat. Plädoyer dafür: mehr auf das eigene Gefühl achten. „Die Gruppe, die am interessiertesten an dem ganzen Thema ist, sind werdende Eltern oder Eltern die gerade kleine Kinder haben. Und da ist es vollkommen egal, ob sie Männer oder Frauen haben.“ Frauen und Männer
- 420
- Döll: Erläuterung der Ziele der Akteursmodellierung im Projekt INTAFERE. Welche Ziele verfolgt der WECF?
- Haider: „Ziele sind: Grundsätzlich wollen wir Frauen ermöglichen, ein gesundes Lebensumfeld zu schaffen, das ist in manchen Bereichen nicht möglich. Gerade Chemikalien in Alltagsprodukten, da sehe ich nicht, dass die Frauen das selber erreichen können. Also müssen wir den politischen Weg gehen.“ Ziel WECF
- 430
- Haider: „Was mehr mit Umweltschutz zu tun hat als mit Krankheit, weil das die Ursachen sind. Wir versuchen heftigst, Einfluss in politischen Prozessen zu nehmen {im Sinne des Vorsorgeprozesses: Substitution, Vermeidung von gefährlichen Stoffen}. Ich sehe uns auch als Bindeglied zwischen der Wissenschaft und der Politik, die das manchmal sehr abgehoben betrachten. Was ist denn in der Praxis wirklich los. Wir sehen uns auch als Mittler, die Sachen zu vermitteln und aber zurück zur Politik zu geben.“
- 435
- Haider: „Es {WECF} ist ein Netzwerk.“ Auch die Fragmentierung der Politik ist ein Problem. Eine Aufgabe für die NGOs: verschiedene Ministerien (Umweltministerium, Verbraucherschutzministerium, Familienministerium, etc.) zusammenzubringen zu einem Thema. „Deshalb bin ich ganz glücklich, dass man uns nicht in die Schublade Umwelt oder Gesundheit rein schieben kann, sondern das wir der Mittler zwischen all diesen Bereichen sind. Und eher aus der Praxis kommen.“ Netzwerk WECI
- 440
- Haider: „WECFs hauptsächliches Ziel liegt in der politischen Einflussnahme. Die Schaffung eines gesundes Lebensumfeldes wird hauptsächlich von unseren Projektpartnern umgesetzt.“ Ziel WECF
- 445
- Haider: „Wir haben uns bisher nicht auf eine Substanz geeinigt, die wir los haben wollen, Bisphenol A ist ein Beispiel, um die Problematik aufzuzeigen.“ Substanzauswahl
- 450
- Döll: Was sind aus Ihrer Sicht Handlungsoptionen?
- Haider: „Was wir machen, ist Aufklärung. Wir versuchen eher an Multiplikatoren als an Endverbraucher ran zugehen. Das gelingt uns nur zum Teil. Dann natürlich politische Einflussnahme bei Gesetzesvorhaben. Was wir noch recht wenig machen, wo ich noch ganz gerne hinkommen möchte, ist mit der Industrie gemeinsam, sei es Produkte zu entwickeln, die gesund sind. Oder sei es in ein Gespräch zu kommen statt sich gegenseitig zu beschuldigen. Wir machen das nicht, aber im Umweltbereich ist das durchaus üblich.“ Handlungsmöglichkeiten
- 455
- Haider: Das Projekt „Nestbau“ (gesundes Kinderzimmer), das gemeinsam vom WECF, H&M, Teppichherstellern und Möbelhäusern durchgeführt wird, ist ein Beispiel für eine Handlungsoption. Projekt „Nestbau“
- 460

Haider: Handlungsoption bei Substanzen die nicht ersetzt werden können?

465 Druck muss aufgebaut werden. „Nur wenn ein gewisser Zwang oder ein gewisser Druck da ist, wird überhaupt so weit geforscht oder nach Alternativen gesucht.“ Beispiel erneuerbare Energien „Erst auf Druck reagieren wir.“

470 Haider: „Die Zulassung sollte nur begrenzt sein. {Wenn} Wirklich der Anreiz da ist, auch tatsächlich zu forschen. [...] Ich glaube erstens, dass unsere Produktvielfalt nicht mehr zu überblicken ist. Wenn wir die Hälfte hätten, es würde noch nicht mal jemand merken. Ich kann mir kaum ein Produkt vorstellen, wo es eine Oberkatastrophe wäre, es nicht zu haben. Also vielleicht Medikamente. Da darf man es auch der Industrie nicht überlassen. Da sehe ich auch den Staat gefordert, er muss regulativ eingreifen. Unternehmen werden nicht freiwillig Umweltschützer. Sie haben keinen Vorteil davon. Wenn das Produkt zu teuer ist und keiner will es kaufen, dann wird es vom Markt verschwinden. [...] Genaue Details vorzugeben finde ich nicht gut, lieber Rahmenbedingungen. [...] Warum brauchen wir Shampoos, die langfristig Allergien verursachen? Es gibt genug Alternativen. [...] Wenn die Substanz nicht mehr hergestellt werden darf, wird sich was Anderes finden.“

Ersatzstoffe

480 Haider: „Es ist die Aufgabe der Politik, die verschiedenen Akteure in eine Balance zu bekommen. Sie muss alle Akteure anhören. Im Moment ist das Gewicht der Wirtschaft aufgrund der Arbeitsplatzlage ein sehr großes Gewicht, meiner Meinung nach ein zu starkes Gewicht. [...] Dass die anderen Akteure ausreichend gehört werden. [...] Der Rechts-Ruck in der EU war einfach da und wird gerade umgesetzt. Das merkt man in allen Bereichen.“

Politik in der EU

490 Haider: „Umweltbundesamt und Umweltministerium, ich glaube schon, dass die ein sehr großes Wissen darüber haben und auch geeignete Maßnahmen ergreifen würden. Inwieweit sie politisch umsetzbar sind, ist eine andere Frage. Natürlich sind wir mit Frau Merkel auch nach rechts gerückt, aber sie war Umweltministerin und hat 1997 mit der chemischen Industrie eine Selbstverpflichtungserklärung ausgehandelt, die weitaus progressiver ist als REACH sein wird. Das heißt, sie kennt das Thema, sie kennt die Industrie. Da hege ich meine Hoffnungen, das sie durchaus in der Lage ist, diese Dinge zu bewerten und auch einzugreifen.“

Politik in Deutschland

500 Haider: „Die Einflussnahme {der chemischen Industrie} ist sehr massiv. [...] Je mehr Geld und je mehr Wissen man zur Verfügung hat, desto mehr Einfluss kann man nehmen. Und die Einflussnahme ist außerordentlich groß.“

Chemische Industrie

505 Haider: Zukunftssicht: Durch Deklaration der Inhaltsstoffe können Verbraucher entscheiden und beeinflussen: „Mit der Öffnung der Transparenz der Inhaltsstoffe wird auch der Weg möglich zurück zu den Herstellern und auch zu anderen Produkten.“

Einfluss der Verbraucher

510 Haider: „Im Moment rentiert es sich überhaupt nicht für die chemische Industrie neue Stoffe zu entwickeln. Mit der Neustoffverordnung kostet es viel mehr Geld und Aufwand neue Stoffe zu entwickeln und zu vermarkten. Mit der Gleichstellung von Alt- und Neustoffen mit REACH kommt die Möglichkeit zur wirklicher Innovation. Ich kann nicht verstehen, warum die chemische Industrie das so ablehnt. Gerade das letzte Jahr haben die Bomben-Gewinne gemacht. [...] Wenn man anschaut, wie der Ölpreis rauf und runter geht, da haben die weitaus mehr Kosten als ihnen durch REACH je entstehen könnte. [...] Ich weiß nicht, warum die so handeln. [...] Wir sehen da auch eher die Verbände und die haben teilweise andere Meinungen als die einzelnen Unternehmen. Gerade die deutschen Unternehmen haben viele Daten, die müssten sich überhaupt nicht vor REACH fürchten. Aber sie haben gesehen, dass sie politisch was erreichen und jetzt tun sie es auch.“

Chemische Industrie

515 Haider: „Der Handel selbst profitiert meiner Meinung nach nur von REACH.“

Handel

Haider: „Wenn ich meine Vorträge halte, da heißt es oftmals, oh Gott, nicht schon wieder ein Thema, wo ich schon wieder darauf achten muss, was ich einkaufe oder wie. Und es ist ein Bereich, der auch problematisch ist. Viele

- 520 Leute {Verbraucher} wollen es einfach auch gar nicht hören. Wie macht man da eine win-win-Situation raus?“
- Haider: Das Beispielprojekt „Nestbau“ beinhaltet konkrete Handlungsanweisungen „[...] für die Verbraucher ist es ein Vorteil, für die Produkte, die dann eher gekauft werden, die gesünderen Produkte, die dann eher gekauft werden
525 und vielleicht die Unternehmen dann feststellen, das ist ein Verkaufsargument. Also nicht so ein Schreckensszenario.“ Verbraucher
- Haider: „Ich begrüße, dass wir Ökotest haben, das ist in wenigen europäischen Ländern überhaupt der Fall. Allerdings mir hilft das nicht so viel. Wenn ich für jede Produktpalette weiß, dieses eine Shampoo ist da und diese
530 Creme ist eher von dem Hersteller. [...] Ich finde es sehr anstrengend. Ich hätte es lieber und so mache ich es auch, ich hätte gerne Firmen, denen ich vertraue. [...] Da habe ich das Gefühl, ich bin auf der sicheren Seite und muss nicht irgendwo nachschauen. Das würde besser helfen, das wäre angenehmer. Wenn es auch einfacher werden würde. [...] Das Ziel wäre, die Komplexität zu reduzieren.“ Ökotest
- Haider: „Hier in Deutschland ist es sehr anders als in anderen europäischen Ländern. Gerade beim WWF und Greenpeace war ich sehr, sehr traurig, dass sie ihre europäischen Kampagnen zu Chemikalien nicht hier in Deutschland fahren. Noch dazu wo Deutschland ihr größtes europäisches Land mit den
540 meisten Spenden und Mitgliedschaften ist. Das können auch Greenpeaceler aus London nicht begreifen, was die Deutschen machen.“
- Haider: „Der WWF hat mittlerweile überhaupt keinen mehr, der zur Chemikalienpolitik arbeitet. Es gab eine halbe Stelle, die gibt es seit einem halben
545 Jahr auch nicht mehr. Es gab eine wunderbare Kampagne von Greenpeace – zu Hausstaub – in vielen europäischen Ländern, aber nicht in Deutschland. Es heißt, es würden damit keine Spenden generiert, man könnte es dem deutschen Publikum nicht so nahe bringen. In Deutschland haben sie nur dieses Einkaufsnetz. In Deutschland ist eigentlich nur der BUND in dieser Richtung tätig ist. Die großen Öffentlichkeitskampagnen, die laufen in Deutschland nicht.“ Umweltschutzverbände
- Haider: Kontakt mit der Landwirtschaft besteht nur über Pestizide, Bisphenol A ist kein Thema. Landwirtschaft
- Haider: Wirtschaftsmedien, wie das Handelsblatt: „Die Kommentare, die Richtung Umwelt-, Verbraucherschutz gehen, die suchen Beispiele. [...] Die versuchen das runterzubrechen auf die Praxis: Was passiert eigentlich? Es gibt
555 sehr wenige, die Ahnung haben. Journalisten haben vielleicht ein Gebiet, aber sich auszukennen in einem speziellen Bereich, dem ist nicht so. Die richtigen Fragen zu stellen, finde ich schwierig. Auf der anderen Seite sind sie auch nur ein Spiegel der Gesellschaft. Sie berichten nur von Sachen, von denen sie denken, dass sie interessant sein könnten.“ Über REACH ist in deutschen Medien erst zwei Wochen vor der Abstimmung im EU-Parlament berichtet worden, zwar ausführlich, aber spät. „Wir sind schon lange in Kontakt mit Frauenmagazinen, wir denken, das ist unsere Ansprechgruppe. In der ‚Brigitte‘ haben wir es geschafft, dass das Thema aufgegriffen wurde,
565 leider nicht mit unserem Namen verbunden. Außerdem sind wir von ‚Mona Lisa‘ angefragt worden. Aber ‚Mona Lisa‘ möchte wahrscheinlich nicht über Chemikalien, sondern über Projekte in Osteuropa berichten.“
- Döll: Welchen Einfluss haben Politikberater?
- Haider: Politiker, die holen sich auch Meinungen ein und lassen sich teilweise
570 die Gesetzestexte schreiben. „Die Frage ist dann, bleibt die Unabhängigkeit noch einigermaßen bestehen?“
- Haider: Exkurs UV-Anlage als Beispiel für eine technologische Lösung: An der Würm wurde eine UV-Anlage installiert, um im Sommer die Bakterien vernichten zu können, damit die Menschen in der Isar wieder schwimmen
575 können.⁴ Die Kläranlagenbetreiber sind zögerlich, das Thema hormonelle Kläranlagenbetreiber

⁴Zum Hintergrund: Pressemitteilung Nr. 439/05 des Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz vom 02. August 2005: „Eine der weltgrößten UV-

Schadstoffe aufzugreifen, „so in etwa: da machen wir eine neue Baustelle auf, wo wir doch jetzt sagen können: wir haben super Wasser und dann müssen wir sagen: schon seit Jahren sind da Sachen drin und wir haben sie nie untersucht.“

580 Döll: Was sind weitere wichtige Akteure?

Haider: „Auf jeden Fall die Wasserverbände, die Stadtwerke. [...] Die daran interessiert sind, an Wasserqualität. Die wollen primär gesundes Wasser verkaufen und die wollen auch keinen Skandal.“

Wasserverbände,
Stadtwerke

Haider: Die Gesundheitsämter führen bzw. lassen Untersuchungen durchführen.

585 Döll: Wer sind Schlüsselakteure?

Haider: „Ein Skandal bewegt immer sehr viel. Auch wenn ich den Medien nicht so viel Macht zugestehen will, hier hatten wir eine riesige Feinstaubdebatte. [...] Und seitdem bewegt sich auf einen Schlag ziemlich viel.“

Medienskandale

590 Haider: „Wenn in Ämtern an hohen Stellen Leute sitzen, die sich dieses Thema zu eigen machen und ernst nehmen, dann wird schnell was geschehen. Und zwar in den Ämtern, nicht in der Politik. In der Politik ist das nochmal einen Schritt länger.“ Beispiel Stadt München: Entscheidung der Politik, aber die Umsetzung durch die Ämter wurde verschleppt. „Die Ämter haben schon die Möglichkeit das auszusitzen.“

Ämter - Politik

595 Haider: „Wenn wir {WECF} die richtigen Chancen ergreifen, können wir was bewegen, da bin ich mir sicher.“

WECF

Döll: Welche Entwicklung wäre für den Bereich MOF wünschenswert?

600 Haider: „Anerkennung der Hersteller, dass Produkte grundsätzlich auf Sicherheit und Gesundheitgefährdung überprüft werden sollten. Das gilt in so vielen anderen Bereichen. Kein Auto darf auf die Straße ohne Sicherheitstests. Selbst Staubsauger müssen sie testen. Warum nicht auch Chemikalien? Und auch einfach anerkennen, dass es Schwierigkeiten gibt. Warum nicht auch die Unternehmen, die die ersten Hinweise auf Gefährlichkeit ihrer Produkte nehmen und überlegen, was können wir damit machen und wie können wir es anders machen. Ich weiß nur nicht, in wie weit es umsetzbar ist. Meiner Meinung nach braucht es einen finanziellen Anreiz für die Unternehmen. Ihre Zielausrichtung {der Unternehmen} ist nun mal Gewinne zu machen.“

Hersteller →
Chemikalien testen,
finanzielle Anreize

610 Haider: „Ein einziges Projekt, das wirklich auf dem Vorsorgegedanken beruht hat, war der „Millennium-Bug“, wo die Unternehmen gedacht haben, um Gottes Willen, wenn wir jetzt über die 2000-Grenze gehen, was passiert dann? Und da wurde wirklich ein mega Geld in die Hand genommen, wahn-sinnig viel geforscht. Man hat nicht gewusst, wird es so sein, wird es nicht so sein? Man hat vorsorgend eine ganze Menge gemacht. Weil ganz klar war, wir können finanziell enorme Verluste haben, wenn wir das nicht im Griff haben.“

Vorsorge- Projekt
„Millennium-Bug“

615 Haider: „Die andere Sache ist in Amerika, wo sie einfach Produkthaftung haben. So seltsam ich manche Auswüchse davon finde. Aber wenn wir die hätten und die Unternehmen verklagen könnten, wenn sie eine MCS {Multiple Chemikalienunverträglichkeit} haben – bei Chemikalien ist es auch wieder sehr schwierig, weil man es nicht nachweisen kann. Aber wenn finanzielle Verluste einhergehen, dann würden die sofort auch anders handeln. Meiner Meinung nach muss man sie an ihrem Ziel, nämlich Gewinnmaximierung,

Produkthaftung

Desinfektionsanlagen nimmt im Klärwerk München II ihren Betrieb auf. Durch diese Maßnahme in der größten Kläranlage an der Isar wird das Baden auch nördlich von München bis Moosburg wieder möglich. [...] [Durch] Abschwemmungen aus dem Uferbereich [kann es] zu Einträgen von Krankheitserregern und dadurch zu einem vorübergehenden Infektionsrisiko für Badende kommen. [...] Die insgesamt 25,5 Millionen Euro teure Ausrüstung der Kläranlagen bezuschusst der Freistaat mit mehr als 8,5 Millionen Euro. Durch die Bestrahlung des Abwassers mit ultraviolettem Licht vermindern die modernen UV-Anlagen die Keimzahl um den Faktor 100.000. [...] Bei der Abwasserdesinfektion tauchen UV-Lampen direkt in den Abwasserstrom ein. Durch die Bestrahlung wird die Erbsubstanz der Keime und Mikroorganismen geschädigt und sie verlieren ihre Vermehrungsfähigkeit; ein Verfahren ohne schädliche Nebenwirkungen für Mensch und Umwelt, wie umfangreiche Untersuchungen belegen.“

- dann auch wirklich packen und dieses beschneiden, wenn sie problematische Stoffe in die Umwelt setzen.“
- 625 Döll: Was wäre der bestmögliche Weg bei REACH?
- Haider: „Zurück zum Weißbuch, das wäre es, wirklich. Meine Einschätzung von dem, was wir im Moment haben, ist, dass der dritte Bereich, also die Zulassung ist sehr gut, sehr umweltfreundlich gestaltet. Während der erste Bereich, die Registrierung, eine Katastrophe ist. Das hat zur Konsequenz, 630 dass Chemikalien, von denen wir jetzt schon wissen, dass sie gefährlich sind, die werden wir in den Griff kriegen mit REACH, die werden einfach keine Zulassung bekommen oder müssen substituiert werden. Aber neue Stoffe, komplett neu zu entwickelnde Stoffe, da werden wir wieder so wenig Daten haben, dass wir nicht sagen können, sind die gefährlich oder nicht. Weil die 635 Registrierung so wenig Daten erfordert bei den niedrig Tonnagen, das ist eine Katastrophe.“
- Haider: „Es ist so: die Neustoff-Verordnung sagt ab 10 kg. Bei REACH haben wir angefangen ab einer Tonne. Und da ist es so: Von einer Tonne bis zehn 640 Tonnen haben sie mittlerweile nur noch so ein paar Tests oder müssen ein paar Daten wie den Siedepunkt nennen. Erst ab zehn Tonnen werden die Tests besser. Und ab 100 Tonnen muss der Sicherheits-Report stattfinden. [...] Pro Hersteller. [...] Auch mit 10 kg: wenn sie etwas hoch giftiges herstellen, dann bleibt es trotzdem hoch giftig. [...] Eigentlich bräuchte es für alle Chemikalien einen Mindest-Datensatz, der wird aber über REACH leider 645 nicht abgedeckt sein.“
- Haider: „Bei 100.000 Stoffen fallen viele raus. Wir haben nur 30.000 Stoffe ab einer Tonne. Nach der neuesten Abstimmung sind es nur noch um die 12.000 Stoffe, wo wir sagen können, o.k. da werden wir so viel Daten bekommen, wo wir es {die Gefahr} abschätzen können.“ 650 Stoffe, die unter REACH fallen
- Döll: Welche Veränderungen kommen durch die EU-Erweiterung?
- Haider: „Die Länder sind teilweise schon ganz gut drinn, weil sie sich mit der Angleichung an die EU-Rechte damit beschäftigen mussten. Auf der anderen Seite: Wir haben den Eindruck, dass die Parlamentarier wenig Ahnung davon haben, von REACH und dem ganzen Prozess. Die neuen Länder werden etwas Zeit brauchen, um zu wissen, wie läuft was ab, wann müssen wir 655 wo intervenieren.“
- Haider: „Es ist durchaus ein globales Problem. Auch eine globale Wirtschaft. Gerade bei REACH sehen wir auch Lobbyisten aus Amerika und Japan. Je restriktiver unsere Gesetzgebung ist, so eher gehen die Unternehmen wo anders hin und machen ohne Richtlinien und Verordnungen die Dinge 660 woanders. Das ist auch nicht zielführend. Keiner wohnt gerne an einer Chemiefabrik, aber lieber habe ich sie hier und habe sie im Auge, als das sie in China sind und machen und tun was sie wollen. Gerade auch die Chemikalien muss man in einem weltweiten Zusammenhang sehen. Wünschenswert wäre, es würden auf alle Importe die gleichen Richtlinien angewandt wie auf europäische Produkte. Wie das genau umgesetzt wird, da ist sich keiner so richtig einig. Es heißt zwar, importierte Artikel müssen auch berücksichtigt sein, aber da wird gestritten. Und die WTO sagt: Das ist ein Handelshemmnis. Man muss das auch immer so gestalten, dass es nicht bei der 665 WTO durchfällt. Es kann nicht angehen, dass hier keiner mehr einen Stuhl mit einem bestimmten Lack beschichten kann, aber der gleiche eben aus China eingeführt wird.“
- Döll: Wie soll man mit Unsicherheit und Nichtwissen umgehen?
- Haider: „Wir müssen akzeptieren, dass wir nicht alles wissen. Wir müssen bei 675 den ersten ernst zu nehmenden Warnungen handeln. Dafür bedarf es ganz klarer, vorgegebener Schritte, die ein Unternehmen oder ein Amt abarbeiten kann. Zuzugeben, dass man es nicht weiß, das widerstrebt mit Sicherheit ganz vielen Leuten.“
- Haider: „Der Leiter des IKW {Verband der Industrie für Körperpflege und 680 Waschmittel} war es leid, alle zwei Jahre irgendeinen Skandal zu haben, Skandale und Image

von Schaumbergen bis zu Phosphaten, und jedes Mal waren sie Ewigkeiten damit beschäftigt, das Image irgendwie zu glätten. Und deshalb hat er einen Stakeholder-Prozess ins Leben gerufen.“

685 Haider: Teilnehmer am Stakeholder-Prozess sind die Unternehmen Henkel, Unilever und weitere Mitglieder des Verbandes. Weiterhin sind Wissenschaftler von Universitäten, die sich mit den Themen Duftstoffe, Hygiene etc. beschäftigen, beteiligt sowie Vertreter und Vertreterinnen der Behörden, des Hausfrauenbundes, der Landfrauen und der Umweltverbände. Zum Beispiel wurde im Rahmen des Stakeholder-Prozesses der Tag des nachhaltigen Waschens ins Leben gerufen. „Es gab tatsächlich auch Lösungen, und zwar, 690 weil es so breit war und die ganzen Stakeholder zusammengebracht hat. Ich finde diesen Dialog das Beste, was mir in diesem ganzen chemischen Bereich passiert ist.“ Es gibt Arbeitsgruppen, die zu bestimmten Themen arbeiten. Forderung nach europaweit gleichen Piktogrammen und Dosieranleitungen, zur Zeit im Prozess. „Wenn dann eine Firma progressiver ist als die anderen, 695 das stachelt die natürlich auch ein bisschen an.“

Projekt
Nachhaltiges
Waschen

erfolgreicher
Stakeholder-Prozess

Lebenslauf

Christiane Döll

Geburtsdatum 14.09.1977

Geburtsort Kassel

Hochschulausbildung

1997 – 2004 Studium der Diplom-Landschaftsökologie an der Carl von Ossietzky-Universität Oldenburg

10/2004 Diplomprüfung mit der Gesamtnote „sehr gut“
Thema der Diplomarbeit: „Vertragsnaturschutz als Kooperationsmodell zwischen Landwirtschaft und Naturschutz“, Betreuer der Arbeit waren Prof. Dr. Gerd Vonderach und Dr. Eva Tolksdorf-Lienemann

4/2005 – 7/2008 Doktorandin in der Arbeitsgruppe von Prof. Dr. Petra Döll am Fachbereich Geowissenschaften und Geographie an der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt

Berufserfahrung

2000 – 2003 Studentische Hilfskraft am Institut für Soziologie und Sozialforschung an der Universität Oldenburg

1/2005 – 3/2005 Wissenschaftliche Hilfskraft im Projekt LEDA am Institut für Biologie und Umweltwissenschaften an der Universität Oldenburg

4/2005 – 7/2008 Wissenschaftliche Mitarbeiterin im Projekt „Integrierte Analyse von mobilen, organischen Fremdstoffen in Fließgewässern“ (INTAFERE) am Institut für Physische Geographie an der Universität Frankfurt, in Kooperation mit dem Institut für sozial-ökologische Forschung gGmbH (ISOE)

11/2008 – 7/2011 Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Geographischen Institut der Ruhr-Universität Bochum, Koordinatorin des Institutsschwerpunktes „Transformation urbaner Landschaften“

ab 8/2011 Leiterin des Bereiches Luft und Lärm im Umweltamt der Landeshauptstadt Wiesbaden