

Systemische Risiken in Versorgungssystemen – Strategien zum Umgang mit Arzneimittelwirkstoffen im Trinkwasser (*start*)

Schlussbericht

Zuwendungsgeber: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

Förderkennzeichen: 07VPS16

Zuwendungsempfänger: Institut für sozial-ökologische Forschung (ISOE)

Ausführende Stelle: Institut für sozial-ökologische Forschung (ISOE)

F&E-Unterauftragnehmer: Institut für Umweltmedizin und Krankenhaushygiene am Universitätsklinikum Freiburg, Institut für Ökologie, Evolution und Diversität der Goethe-Universität Frankfurt am Main, Institut für Atmosphäre und Umwelt der Goethe-Universität Frankfurt am Main, Institut für Physische Geografie der Goethe-Universität Frankfurt am Main

Werkvertragsnehmer: Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS) am Forschungszentrum Karlsruhe

Frankfurt am Main, August 2008

Inhaltsverzeichnis

I. Kurzdarstellung.....	2
I.1. Aufgabenstellung und Rahmenbedingungen.....	2
I.2. Planung und Ablauf des Vorhabens	2
I.3. Zusammenarbeit mit anderen Stellen	5
II. Eingehende Darstellung	6
II.1. Erzielte Ergebnisse	6
II.1.1. Sozial-Empirie.....	6
II.1.2. Genderaspekte	11
II.1.3. Strategieentwicklung	19
II.1.4. Multikriterielle Bewertung und Folgenabschätzung	28
II.1.6. Akteursmodellierung	33
II.1.7. Risikokommunikation	36
II.1.8. start-Praxisdialog.....	45
II.1.9. Entwicklung eines sozial-ökologischen Verständnisses systemischer Risiken.....	46
II.1.10. Entwicklung einer integrierten Handlungsstrategie.....	47
II.1.11. Verallgemeinerungsperspektive	51
II.2. Dissemination und Wirkung der Ergebnisse	56
II.2. Beobachtung des Forschungsfeldes.....	59
II.2. Erfolgte und geplante Veröffentlichungen des Vorhabens.....	60
Anlagen.....	62

I. Kurzdarstellung

I.1. Aufgabenstellung und Rahmenbedingungen

Rückstände von Arzneimitteln werden heute in nahezu allen Oberflächengewässern Deutschlands, im oberflächenwasserbeeinflussten Grundwasser und vereinzelt sogar im Trinkwasser nachgewiesen. In die aquatische Umwelt gelangen Humanpharmaka in der Regel durch den bestimmungsgemäßen Gebrauch: Nach der Einnahme werden die Wirkstoffe oder ihre Metabolite vorwiegend über den Urin ausgeschieden und so in den Abwasserstrom insbesondere von Haushalten und Krankenhäusern eingetragen. Herkömmliche Kläranlagen sind zumeist nicht in der Lage, das breite Spektrum von Wirkstoffen effektiv aus dem Abwasser zu entfernen.

Welche Gefahren für Mensch und Umwelt mit dem verbreiteten Vorkommen der Stoffe verbunden sind, ist jedoch noch weitgehend unklar. So können schädigende Effekte für den Menschen bspw. durch die lebenslange Aufnahme von Wirkstoffen in subtherapeutischen Dosen über das Trinkwasser nach dem gegenwärtigen Stand des Wissens nicht ausgeschlossen werden. Insbesondere wegen dieser Unsicherheit über die Art und das Ausmaß der Gefährdung handelt es sich beim vorliegenden Fall nicht um ein Risiko im klassischen Sinne, für das Eintrittswahrscheinlichkeiten und Schadensausmaße kalkuliert werden können.

Primäres wissenschaftliches Ziel von *start*, war daher die Beschreibung des Sachverhalts „Arzneimittelwirkstoffe im Trinkwasser“ als systemisches Risiko und darauf aufbauend die Entwicklung eines allgemeinen, sozial-ökologischen Konzepts einer systemischen Risikoabschätzung und Risikobewältigung („*Risiko-Governance*“). Bei der damit verbundenen Erzeugung von Systemwissen standen zwei Aspekte im Vordergrund: (1) Das Verständnis von Abläufen und Prozessen in komplexen, hoch vernetzten Systemen, die eine systematische Gefahrenproduktion antreiben und, (2), ein Verständnis der Akteursdynamik hinsichtlich der Rolle subjektiver Problem- und Risikowahrnehmungen bei der Identifikation von Handlungsbedarf und der Umsetzung von Handlungsstrategien.

Praktisches Ziel des Vorhabens war die Entwicklung einer integrativen Handlungsstrategie zur Reduzierung des Vorkommens von Arzneimittelwirkstoffen im Trinkwasser. Es sollte Handlungswissen erarbeitet werden, das Akteuren verschiedener gesellschaftlicher Teilbereiche ein kooperatives, auf geteilten Verantwortlichkeiten basierendes Vorgehen bei der Risikovorsorge ermöglicht. Leitprinzip ist dabei, Risikovorsorge möglichst weitgehend als Innovationsstrategie zu konzipieren und Synergieeffekte mit ohnehin anstehenden gesellschaftlichen Transformationsprozessen zu realisieren.

I.2. Planung und Ablauf des Vorhabens

Orientiert man sich am Lebenszyklus eines Arzneimittels lassen sich drei Handlungsfelder unterscheiden, in denen ein Beitrag zur Reduzierung des Vorkommens von Arzneimittelwirkstoffen im Trinkwasser geleistet werden kann (vgl. Abbildung 1): „Arzneimittelentwicklung“, „Umgang mit Arzneimitteln“ und „Technisches Emissionsmanagement in der Siedlungswasserwirtschaft“. Ausgangspunkt der Entwicklung einer integrativen Handlungsstrategie in *start* war die Ausarbeitung von zunächst unabhängigen Strategieansätzen in diesen drei Handlungsfeldern.

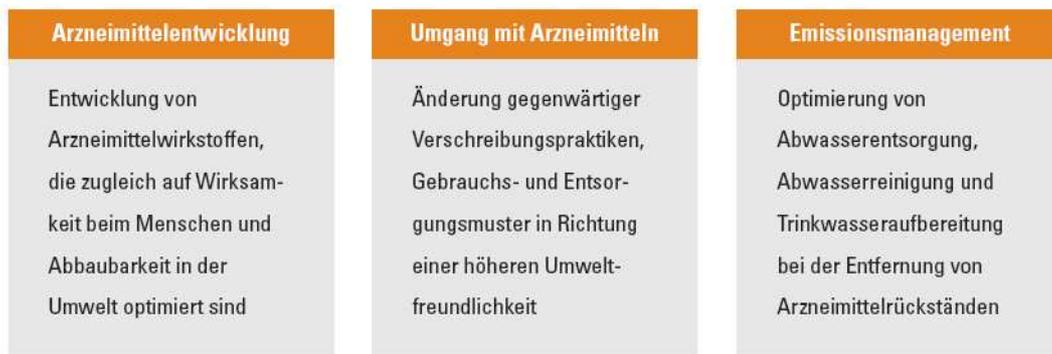


Abbildung 1: Der systemische Handlungsfeldansatz in *start*.

Im Handlungsfeld „Arzneimittelentwicklung“ wurde dabei untersucht, inwieweit Arzneimittelwirkstoffe durch ein gezieltes Moleküldesign so gestaltet werden können, dass sie zugleich auf Wirksamkeit beim Menschen und Abbaubarkeit in der Umwelt optimiert sind. Im Handlungsfeld „Umgang mit Arzneimitteln“ wurden dagegen Möglichkeiten einer Änderung gegenwärtiger Verschreibungspraktiken, Gebrauchs- und Entsorgungsmuster in Richtung einer höheren Umweltfreundlichkeit betrachtet. Schließlich wurde im Handlungsfeld „Technisches Emissionsmanagement in der Siedlungswasserwirtschaft“ sondiert, in welchem Maße sich gegenwärtige Verfahren der Abwasserentsorgung, Abwasserreinigung und Trinkwasseraufbereitung bei der Entfernung von Arzneimittelrückständen optimieren lassen.

Die auf Basis dieser Analysen formulierten drei *start*-Strategieansätze wurden anschließend einer multikriteriellen Bewertung und einer Folgenabschätzung unterzogen. Bei der multikriteriellen Bewertung wurde eine Kombination aus qualitativen und quantitativen Kriterien herangezogen, die die wesentlichen Bewertungsdimensionen aus Sicht von Wissenschaft und Praxis abbildeten. Um disziplinäre und wissenschaftliche Engführungen auszuschließen, wurden multikriterielle Bewertung und Folgenabschätzung mithilfe eines quer-disziplinären Kommentierungsverfahrens bzw. unter Beteiligung der Praxispartner durchgeführt. Die Ausformulierung und Bewertung der drei Strategieansätze bildete den Abschluss der ersten Projektphase.

Die transdisziplinäre Integration zur Erreichung der formulierten Projektziele erfolgte in der zweiten Projektphase durch eine Analyse der Ergebnisse der ersten Phase in drei miteinander verknüpften Dimensionen: (1) Mithilfe einer formalisierten Akteursanalyse sollten auf Basis eines Vergleichs der unterschiedlichen Problemwahrnehmungen und Handlungskontexte der Akteure Potenziale für die Formierung von Akteursgemeinschaften zur Umsetzung einer integrativen Handlungsstrategie identifiziert werden; (2) aus der Perspektive der Risikoforschung sollte untersucht werden, wie vorsorgendes Handeln angesichts einer unsicheren Wissensbasis motiviert werden kann, ohne dabei selbst Treiber einer Risikodynamik zu werden; (3) auf Basis des bereits in der ersten Projektphase entwickelten sozial-ökologischen Verständnisses systemischer Risiken sollte eine Kombination von Strategieelementen gefunden werden, die die systemischen Spezifika der Risikoproduktion aufnimmt.

Über die gesamte Laufzeit des Vorhabens hat sich das gesamte Projektteam (vgl. Abschnitt I.3) zu einem Auftakttreffen, insgesamt vier Verbundtreffen und zwei Meilenstein-Workshops zusammgefunden (vgl. Tabelle 1). Während die Verbundtreffen im Wesentlichen der Ablauf-

kontrolle und der Bewertung der erreichten Zwischenziele des Vorhabens dienten, kam den Meilensteinworkshops die Aufgabe der Integration von ausgewiesenen Zwischenergebnissen, der Qualitätssicherung und der Zwischenevaluation zu. Sämtliche Treffen wurden ausführlich in Form von Ergebnisprotokollen dokumentiert, die allen Projektmitarbeitenden zur Verfügung gestellt wurden.

Treffen	Datum	Ort	Thema
Auftakttreffen	13.12.2005	Frankfurt/M.	Vorhabenplanung, Zielvereinbarungen
Verbundtreffen	21.03.2006	Frankfurt/M.	Grundlagen der Strategieentwicklung
Meilenstein	10.10.2006	Frankfurt/M.	Abschluss der Strategieentwicklung; Qualitätssicherung und Zwischenevaluation
Verbundtreffen	12.12.2006	Frankfurt/M.	Multikriterielle Bewertung und Folgenabschätzung der Strategieansätze
Verbundtreffen	20.04.2007	Frankfurt/M.	Risikokommunikation und Akteursanalyse
Meilenstein	04.10.2007	Frankfurt/M.	Entwicklung der integrierten Handlungsstrategie und Zwischenevaluation
Verbundtreffen	29.01.2008	Frankfurt/M.	Bewertung der integrierten Handlungsstrategie und Abschlussplanung

Tabelle 1: Sämtliche Treffen des Projektteams während der gesamten Laufzeit.

Die Sicherung der Praxisrelevanz der erarbeiteten Ergebnisse erfolgte in *start* auf zwei Ebenen: (1) Durch originäre sozial-empirische Studien in der Bevölkerung und in ausgewählten Akteursgruppen wie Ärzten und Apothekern sollte insbesondere die Wahrnehmungs- und Verhaltensdimension des untersuchten systemischen Risikos erfasst werden; (2) das Projekt wurde über die gesamte Laufzeit von einem Expertengremium begleitet, das zu regelmäßigen Workshops zusammenkam (im Folgenden „*start*-Praxisdialog“, Abschnitt II.1.8.); ihm gehörten Vertreterinnen und Vertreter aus den Bereichen pharmazeutische Industrie, Wasserwirtschaft, Ärzte- und Apothekerverbände, Krankenkassen und Behörden an.

Die zentralen Aufgaben des ISOE bei der Durchführung des Vorhabens lagen in der Gesamtprojektleitung, der Durchführung der multikriteriellen Bewertung und der Folgenabschätzung (vgl. Abschnitt II.1.4.), der Entwicklung einer integrierten Handlungsstrategie (vgl. Abschnitt II.1.10.), der Gestaltung und Auswertung sozial-empirischer Erhebungen (vgl. Abschnitt II.1.1.) sowie der Durchführung des *start*-Praxisdialogs (vgl. Abschnitt II.1.8.). An der Bearbeitung des Vorhabens im ISOE waren die folgenden Personen beteiligt: Jutta Deffner und Dr. Konrad Götz (Sozial-Empirie), Michaela Kawall (Öffentlichkeitsarbeit und Dissemination), Dr. Florian Keil (Gesamtprojektleitung, Multikriterielle Bewertung), Dr. Alexandra Lux (Ökonomische Fragestellungen), Dr. Engelbert Schramm (Folgenabschätzung und Strategieentwicklung) und Dr. Irmgard Schultz (Genderaspekte).

1.3. Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Für die Durchführung des Vorhabens wurde mit den in im Folgenden aufgeführten Stellen zusammengearbeitet:

- Goethe-Universität Frankfurt am Main, Institut für Atmosphäre und Umwelt
Beteiligungsform: F&E-Unterauftragnehmer
Verantwortlich: Prof. Dr. Wilhelm Püttmann
Bearbeitung: Prof. Dr. Wilhelm Püttmann
Kompetenzbereich: Umweltverhalten von Arzneimittelwirkstoffen
- Goethe-Universität Frankfurt am Main, Institut für Ökologie, Evolution und Diversität
Beteiligungsform: F&E-Unterauftragnehmer
Verantwortlich: Prof. Dr. Jörg Oehlmann
Bearbeitung: Prof. Dr. Jörg Oehlmann, Dr. Ulrike Schulte-Oehlmann
Kompetenzbereich: Umweltrisikobewertung von Arzneimitteln
- Goethe-Universität Frankfurt am Main, Institut für Physische Geographie
Beteiligungsform: F&E-Unterauftragnehmer
Verantwortlich: Prof. Dr. Petra Döll
Bearbeitung: Prof. Dr. Petra Döll, Dr. Alexandra Titz
Kompetenzbereich: Akteursanalyse und Szenarien
- Universitätsklinikum Freiburg, Institut für Umweltmedizin und Krankenhaushygiene
Beteiligungsform: F&E-Unterauftragnehmer
Verantwortlich: Prof. Dr. Klaus Kümmerer
Bearbeitung: Prof. Dr. Klaus Kümmerer
Kompetenzbereich: Umweltverträgliches Wirkstoffdesign
- Forschungszentrum Karlsruhe, Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse
Beteiligungsform: Werkvertragnehmer
Verantwortlich: Gotthard Bechmann
Bearbeitung: Gotthard Bechmann, Dr. Christian Büscher
Kompetenzbereich: Risikokommunikation

II. Eingehende Darstellung

II.1. Erzielte Ergebnisse

In den folgenden Abschnitten werden die erzielten Ergebnisse des Vorhabens in den unterschiedlichen Arbeitsbereichen (vgl. Abschnitte I.2. und I.3.) dargestellt. Liegt eine Veröffentlichung von einzelnen Teilergebnissen vor, wird auf eine eingehende Darstellung verzichtet

II.1.1. Sozial-Empirie

Ausführende Stelle: Institut für sozial-ökologische Forschung (ISOE)

Verantwortlich: Dr. Konrad Götz (ISOE)

Bearbeitung: Jutta Deffner, Dr. Konrad Götz

Zentrale Veröffentlichungen:

Götz, K., Keil, F. (2007): Medikamentenentsorgung in privaten Haushalten: Ein Faktor bei der Gewässerbelastung mit Arzneimittelwirkstoffen? UWSF – Z Umweltchem Ökotox 19 (3) 180–188

Deffner, J., Götz, K.: Wahrnehmungs- und Verarbeitungsmuster eines neuen Risikos. In: Bechmann, G., Büscher, C. (Hg.): Risikokommunikation unter dem Vorsorgeprinzip – Konzepte und Erfahrungen einer paradoxen Form öffentlicher Intervention und Aufklärung. Berlin, Sigma-Verlag (*Erscheinungsdatum: voraussichtlich Ende 2008*)

Methodenrecherche

Zur Sicherung des aktuellen Stands der Forschung und der Auswahl empirischer Methoden wurde eine interdisziplinäre Literatur- und Methodenrecherche durchgeführt. Es wurden ca. 60 Forschungsprojekte aus der Compliance- und Public-Health-Forschung, Forschung zur Effektivierung des Gesundheitssystems, der Marktforschung sowie der Gesundheitsberichterstattung recherchiert. Ein Schwerpunkt der Betrachtung waren Methoden zur Erfassung von Einstellungen, Orientierungen, Konzepten bei Ärzten in ihrem Einfluss auf Handeln sowie Ansätze wie ärztliches Handeln beeinflusst werden kann. Zusätzlich wurden Studien recherchiert, die das faktische Patientenverhalten im Umgang mit Arzneimitteln und das faktische ärztliche Verschreibungsverhalten untersuchen. Darüber hinaus wurden Methoden und Daten bezogen auf den Arzneimittelverbrauch, Verschreibung und Entsorgung betrachtet. Für die eigenen empirischen Schritte wurden folgende Schlüsse gezogen:

- Zur Ausgestaltung und Justierung eines verhaltensbezogenen Ansatzes können Sekundäranalysen bestehender Datensätze und Ergebnisse unter Einbeziehung geschlechtsspezifischer Befunde einbezogen werden;
- die Erhebung des tatsächlichen Entsorgungsverhaltens bei Arzneimitteln kann repräsentativ nur erfolgen, wenn das Thema zusammen mit anderen Themen abgefragt wird (z.B. Bus-Befragung);
- zur Untersuchung des Themas Risikowahrnehmung und Bewertung eignen sich wg. bisher fehlender Untersuchungen zunächst qualitative, explorative Methoden in deren Rahmen ein Meinungsbildungsprozess simuliert werden kann.

Im Rahmen des Projekts wurden drei Phasen sozioempirischer Untersuchungen durchgeführt:

1. Phase: Explorative Interviews mit Ärztinnen/Ärzten und Apothekerinnen/Apothekern
2. Phase: Standardisierte Repräsentativuntersuchung zum Arzneimittelentsorgungsverhalten
3. Phase: Qualitative Untersuchung zu Wahrnehmung und Verarbeitung neuer Risiken

Standardisierte Repräsentativbefragung zum Arzneimittelentsorgungsverhalten

Um die Frage nach der Umweltrelevanz der entstehenden Medikamentenabfälle zu klären, wurde für Deutschland eine repräsentative Bevölkerungsbefragung durchgeführt. Erhoben wurden Informationen zur Anzahl der Medikamente im Haushalt, zur Einnahme von Medikamenten, zur Frage, wer im Haushalt für die Entsorgung von Arzneimitteln zuständig ist, zur Häufigkeit der Entsorgung sowie – als zentrale Fragestellung – zu unterschiedlichen Formen der Entsorgung.

Grundgesamtheit der Untersuchung war die deutschsprachige Wohnbevölkerung Deutschlands im Alter ab 14 Jahren. Die Stichprobe umfasste 1.977 Personen, die folgenden Aussagen beziehen sich jedoch auf die Untergruppe der für die Entsorgung Zuständigen, die ein Sample von 1.306 Personen umfasst. 15,7% der Befragten gaben an, übrig gebliebene Tabletten zumindest gelegentlich in der Toilette zu entsorgen. Der Anteil derer, die dies immer oder häufig tun, liegt bei 3,1%. Wird die gleiche Fragestellung auf flüssige Arzneimittelreste bezogen, ist das Ergebnis, dass bei insgesamt 43,4% der Bevölkerung davon ausgegangen werden kann, dass diese unsachgemäße Form der Entsorgung mehr oder weniger häufig praktiziert wird; 10,2% entsorgen flüssige Medikamentenreste auf diese Weise immer, 8,3% häufig, 13,1% manchmal, 5,8% eher selten und 56,6% nie.

Angesichts der bekannten hohen Recyclingbereitschaft der Deutschen liegt die Vermutung nahe, dass die festgestellte unsachgemäße Entsorgung von Restmedikamenten über das Abwasser (auch) ein ungewollter Nebeneffekt einer hohen Recyclingbereitschaft ist. Die Wichtigkeit von Routinen und Gewohnheiten ist in der Umweltforschung bekannt. Es kann deshalb vermutet werden, dass die eingeführten Routinen der Abfalltrennung auf den Bereich der Medikamente übertragen werden. Das bedeutet: Sind alle Verpackungsanteile erst einmal getrennt, führt dies ungewollt dazu, dass Arzneimittelreste (Flüssigkeiten und Tabletten) übrig bleiben. Für diese Stoffe scheint es – zumindest für einen Teil der Bevölkerung – im Rahmen der alltäglichen Abfalltrennung keine adäquaten Entsorgungswege zu geben. Sie werden dann zum Teil über die Toilette oder das Wasch- bzw. Spülbecken entsorgt. Das verweist auf eine zweite Ursache der Fehlentsorgung: Es besteht offenbar ein mangelhafter Informationsstand. Die Tatsache, dass im bundesdeutschen Umweltdiskurs der 1980er und 1990er Jahre das Abfallthema lange Zeit dominierte und dass die Thematik Schutz des Abwassers bisher noch keine hohe Aufmerksamkeit erreicht hat, lässt darauf schließen, dass das Hauptaugenmerk bei der Medikamentenentsorgung auf der Abfalltrennung liegt. Die Problematik einer potentiellen Wasserbelastung durch Arzneimittelwirkstoffe ist den privaten Arzneimittelnutzerinnen und -nutzern nicht bewusst. Ein Grund hierfür ist sicherlich die weithin uneinheitliche Abfallkommunikation.

Explorative Studie zur Wahrnehmung der Thematik „Arzneimittelrückstände im Trinkwasser“ bei Ärzten und Apothekern

Zur Untersuchung des vorhandenen Wissens und Problembewusstseins zu Arzneimittelrückständen im Trinkwasser wurden im Raum Frankfurt am Main Interviews und Fokusgruppen durchgeführt:

- 15 explorative Face-to-Face-Interviews mit Ärztinnen und Ärzten unterschiedlicher Fachrichtungen (niedergelassene Ärzte und Klinikärzte) sowie
- Drei Gruppendiskussionen mit insgesamt 20 ApothekerInnen (aus Apotheken in unterschiedlicher räumlicher Lage – Lauf- bzw. Stammkundschaft - sowie Klinikapotheker)

Als inhaltlicher Input wurde ein Flyer konzipiert, der knapp zu Arzneimittelwirkstoffen im Wasserkreislauf informierte, sowie beispielhaft Maßnahmen in Form der Schwedischen Umweltklassifikationsliste (vgl. Wennmalm 2003) vorstellte.

Ärzte und Apotheker in ihrem Selbstverständnis als Naturwissenschaftler neigen dazu, sich erst bei gesicherten Forschungsergebnissen und konkreten Nachweisen mit Konsequenzen von Risiken zu beschäftigen. Dies führt zu einer Beweisführungsproblematik, da dementsprechend kein Handlungsbedarf gesehen wird, solange unklar ist, ob und welche Auswirkungen auf den Menschen zu erwarten sind. Außerdem erzeugt die (Dauer)Gesundheitsreform vor allem bei den Ärzten Resignation und Widerwillen gegen jede zusätzliche Anforderungen oder Regelungen (Maßnahmen im Zusammenhang mit Krankenkassen etc.) Es besteht zwar eine allgemeine Offenheit für das Thema, aber je nach Standpunkt eine sehr unterschiedliche Akzeptanz des ungewissen Risikos ohne konkrete Nachweise des Gefährdungspotenzials. Einführung des Themas und Argumentationsstrang ist vor allem bei den Ärzten nur über den Vorsorge-/ Präventionsansatz möglich, nicht über die Risikothematik.

Forderungen der Ärzte in Richtung Maßnahmen gehen vor allem in die Richtung, dass verstärkt Forschung durchgeführt werden sollte, um ein sicherer Wissen mögliche Auswirkungen zu erhalten, auch wenn gleichzeitig die Problematik gesehen wird, dass diese Auswirkungen möglicherweise erst mit zeitlicher Verzögerungen (lebenslange Akkumulation) eintreten können. Gleichzeitig fordern sie eine stärkere Sensibilisierung des eigenen Berufsstandes für die potenzielle Problematik. Die Bereitschaft sich an Maßnahmen zur Reduzierung des Eintrages zu beteiligen ist an Bedingungen geknüpft, dass keine neuen Vorschriften, Regelungen, „Schikanken“ eingeführt werden, dass kein zusätzlicher Kostenaufwand entsteht, dass die Maßnahmen unaufwändig in den Praxisalltag integriert werden können.

Apotheker fühlen sich als Akteure innerhalb des Gesundheitssystems nicht mehr so sehr anerkannt und zunehmend an den Rand gedrängt. Sie sehen sich jedoch aufgrund ihrer Ausbildung als die eigentlichen Spezialisten für die inhaltliche Bewertung von Arzneimitteln. Deshalb nehmen sie die potenzielle Umwelt- und Gesundheitsgefährdung durch Medikamenteneinträge ins Trinkwasser größtenteils Ernst. Die Notwendigkeit zur Vorsorge und zukunftsweisendem Handeln wird von ihnen - stärker als bei den Ärzten - anerkannt und mitgetragen. Ihren Handlungsspielraum sehen sich jedoch weitgehend auf die richtige Entsorgung von Arzneimitteln begrenzt. Hier ist aber von einer hohen Bereitschaft der Apothekerinnen und Apotheker auszugehen, das Thema Entsorgung hinsichtlich Aufklärung und sinnvoller praktischer Umsetzung zu

übernehmen. Die zusammengefassten Argumentationsmuster der medizinischen und pharmazeutischen Akteure sind in Abbildung 2 dargestellt.



Abbildung 2: Argumentationsmuster von Ärzten und Apothekern

Risikowahrnehmung und Risikoverarbeitung in der Bevölkerung

Zur qualitativen Untersuchung von kognitiv-emotionalen Mustern der Wahrnehmung und Verarbeitung eines unbekanntes Risikos wurden sechs Fokusgruppen (zwei Frauengruppen, zwei Männergruppen¹, zwei gemischte Gruppen) mit einer Dauer von je 3 bis 3,5 Stunden in Frankfurt am Main durchgeführt:

- je eine Frauen- und Männergruppe mit TeilnehmerInnen, die regelmäßig verschreibungspflichtige Medikamente einnehmen,
- je eine Frauen- und Männergruppe mit TeilnehmerInnen, die keine verschreibungspflichtigen Medikamente, aber zur Hälfte Nahrungsergänzungsmittel einnehmen,
- je zwei Gruppen ohne Vorgabe hinsichtlich Medikamenteneinnahme.²

Die soziodemografischen Merkmale der Teilnehmerinnen und Teilnehmer an den Fokusgruppen sind in Tabelle 2 zusammengestellt. Der Ablauf der Fokusgruppen erfolgte in drei Phasen:

1. *Framing*: Assoziativer Kontext verschiedener unerwünschter Wirkungen (in Anlehnung an Zwick/Renn 2002) zu den Themen „Medikamentenrückstände im Trinkwasser“, „Gentechnisch veränderte Lebensmittel“ und „Strahlung durch Mobilfunk“;

¹ Die Gruppen wurden zunächst nach Geschlechtern getrennt, da angenommen wurde, dass die Medikamenteneinnahme und das Sprechen über Krankheit und Einstellungen zu Arzneimitteln etwas intimes ist und deshalb die TeilnehmerInnen offener sprechen können.

² Diese Auswahl wurde getroffen, da anzunehmen ist, dass Personen, die regelmäßig verschreibungspflichtige Medikamente einnehmen müssen, andere Einstellungen zu Arzneimitteln haben und deshalb anders damit umgehen, wie Personen die nur sporadisch Medikamente einnehmen müssen.

2. Meinungsbildungsprozess auf Basis eines stufenweisen Informations-Inputs (Input 1: Benennung des Themas „Arzneimittelrückstände im Trinkwasser“, Input 2: Eingabe eines Kurztextes, Input 3: Auseinandersetzung anhand von ausführlichen, bereits in der Presse erschienenen Artikeln);
3. Vertiefung in Arbeitsgruppen: Vorsorge, Umgang im Alltag, Informationsbedürfnisse.

	Männer mit Dauermedikation	Männer ohne Dauermedikation	Frauen mit Dauermedikation	Frauen ohne Dauermedikation	Frauen & Männer „Karriere orientiert“	Frauen & Männer „Soziale Berufe“	Gesamt
Gesamt	9	8	10	8	3F/6M	5F/5M	54
Bis 30 Jahre	3	-	-	1	-	-	4
31 bis 40 Jh.	-	1	3	1	6	4	15
41 bis 50 Jh.	3	2	3	5	3	6	22
51 bis 60 Jh.	2	2	2	1	-	-	7
61 und älter	1	3	2	-	-	-	6
Hauptschule	1	-	-	-	-	-	1
Mittlere Reife	3	6	4	5	-	-	18
Abitur	3	2	4	3	2	2	16
Hochschulabschluss	2	-	2	-	7	8	19

Tabelle 2: Soziodemografische Charakterisierung der Teilnehmerinnen und Teilnehmer an den Fokusgruppen.

Über die verschiedenen Phasen des Informationseingabe (Input 1, 2 und 3) und der Wissensanreicherung können letztlich fünf Muster identifiziert werden, die in Abbildung 3 graphisch dargestellt sind. Diese Muster können als „Zielgruppen“ verstanden werden, auf die sich verschiedene Formen der Risiko-Kommunikation beziehen müssen, wenn sie erfolgreich sein wollen.



Abbildung 3: Muster der Risikowahrnehmung und Risikoverarbeitung.

II.1.2. Genderaspekte

Ausführende Stelle: Institut für sozial-ökologische Forschung (ISOE)

Verantwortlich: Dr. Irmgard Schultz

Bearbeitung: Dr. Irmgard Schultz

Zentrale Veröffentlichung:

Schultz, I.: Gender und Risikowahrnehmung. Überlegungen zur einer geschlechtsspezifischen Risikokommunikation am Beispiel Trinkwasserbelastungen durch Arzneimittelrückstände. ISOE-Diskussionspapiere. Institut für sozial-ökologische Forschung ISOE, Frankfurt am Main (*Erscheinungsdatum voraussichtlich Herbst 2008*)

Ausgangspunkt der Analyse war die in der Literatur zur Risikowahrnehmung immer wieder getroffene Feststellung, dass Frauen im Verhältnis zu Männern gesehen eine höhere Risikowahrnehmung in Bezug auf öffentliche Risiken zeigen. Die diesbezüglichen Erkenntnisse ergeben in Kernpunkten zusammengefasst das folgende Bild:

1. Risikowahrnehmung: Geschlecht ist eine robuste Determinante der Risikowahrnehmung (quantitative Untersuchungen). Der häufig festgestellte Unterschied in der Risikowahrnehmung von Frauen und Männern variiert jedoch erheblich in Bezug auf die verschiedenen Risikoquellen. Wenig erforscht ist die Risikowahrnehmung nach Geschlecht innerhalb sozialer Differenzierungen (unterschiedliche Risikowahrnehmung von Frauen und Männern in verschiedenen sozialen Milieus, in ethnischen Kontexten, in unterschiedlichen Berufsgruppen, in Alters- und Einkommensgruppen etc.);
2. Einschätzung der Risikoquellen: Frauen schätzen viele Risikoquellen häufig als gefährlicher ein als Männer. Bezogen auf die Atomenergie gibt es bis heute eine signifikant stärkere Risikowahrnehmung von Frauen als von Männern in Deutschland, nicht jedoch in Bezug auf das mit dem Klimawandel verbundene Risiko.
3. Risikoverhalten: Frauen bekunden häufiger eine höhere Bereitschaft zur Änderung ihres Risikoverhaltens als Männer. Sie zeigen eine höhere Zahlungsbereitschaft vor allem für die Erhöhung der Sicherheit von Lebensmitteln. Frauen reduzieren den Konsum von Lebensmitteln, die von einer Krise betroffen sind häufiger als Männer.
4. Persönliche Risikokommunikation: Frauen wirken in der persönlichen Risikokommunikation eher verstärkend, Männer eher abschwächend. Hinsichtlich möglicher Risiken kommunizieren sie beispielsweise eine erfahrene Lebensmittelvergiftung mehr „dramatisierend“ während Männer die gleiche Erfahrung in Bezug auf mögliche Risiken mehr „bagatellisierend“ kommunizieren.

Die Untersuchung zu Geschlecht und Risikowahrnehmung muss ihr zugrunde gelegtes Verständnis von Geschlecht offen legen, weil mit den unterschiedlichen theoretischen Konzeptionen auch unterschiedliche Folgerungen für Risikokommunikationsstrategien impliziert sind. Der Begriff Geschlecht ist in der Geschlechterforschung historisch und nach erkenntnistheoretischem Hintergrund unterschiedlich theoretisiert worden. Der hier verwendete Begriff bezieht sich einerseits auf ein realistisches und andererseits auf ein sozialkonstruktivistisches Verständ-

nis, das auf die Geschlechterverhältnisse als einer strukturellen Kategorie gesellschaftlicher Naturverhältnisse fokussiert. Diese Konzeptualisierung der Kategorie Geschlecht kann sowohl eine Perspektive des „Sichtbarmachens“ und Adressierens von Geschlechtsunterschieden beinhalten als auch eine „Entgeschlechtlichung“ geschlechterstereotyper Annahmen und Äußerungen. Wie in der internationalen Gender-Forschung der „Life Sciences“ üblich, wird in der Analyse der analytischen Unterscheidung von sex: physisch-biologischem Geschlecht und gender: sozialen Geschlechtszuschreibungen gefolgt. Die Sekundäranalyse der Fokusgruppenergebnisse wurde dementsprechend entlang der Unterscheidung von biologisch definierten Frauen und Männern vorgenommen. Dennoch reduziert sie sich nicht darauf. Vielmehr wurde die Dimension des sozial konstruiert Geschlechtlichen ebenfalls erfasst, insofern ein im Kontext der „Gender & Risiko“-Debatte entwickelter Zugang, der anstelle von Geschlechtsunterschieden die durch das soziale Geschlecht bewirkten Effekte (‘effects of gender’) theoretisiert (Henwood et.all. 2007), ausdrücklich aufgegriffen wird.

Durch die Konzeptualisierung von sowohl ‚sex‘ als auch ‚gender‘ ergeben sich unterschiedliche Folgerungen für die Risikokommunikation. Eine Analyse, die ausschließlich auf dem biologischen Geschlecht fußt, legt nahe in der Risikokommunikation geschlechtsspezifische Unterschiede zu adressieren, beispielsweise durch eine zielgruppenspezifisch unterschiedliche Ansprache von Frauen und Männern. Eine ausschließlich auf das sozial konstruierte Geschlecht ausgerichtete Analyse begründet demgegenüber eine Risikokommunikation, die geschlechtsstereotype Redefiguren und deren institutionelle Arrangements ‚entgendert‘. Beide Fragerichtungen wurden in der Sekundärauswertung der Fokusgruppen durch eine Inhaltsanalyse verfolgt, die in einem ersten Durchgang unterschiedliche Reaktionsmuster auf eingegebene Informationen zum Risiko in den protokollierten Aussagen von Frauen und Männern herausarbeitete und in einem zweiten Durchgang die Aussagen im Hinblick auf einige in der Literatur vertretene Hypothesen zur Erklärung der Geschlechtsspezifität untersuchte. Zur Interpretation der Aussagen der Fokusgruppen können die in der Literatur begründeten Erklärungsansätze herangezogen werden. Dabei sind geschlechterdifferenzierende ‚realistische‘ Erklärungsansätze von sozialkonstruktivistischen zu unterscheiden.

Erklärungsansätze des geschlechterdifferenzierenden ‚realistischen‘ Genderkonzepts

Vor dem Hintergrund einer systematischen Darstellung und Auswertung von 75 Studien zu “Gender and Environmental Risk Concerns” haben Debra J. Davidson und Wiluam R. Freudenburg 1996 die gängigen Hypothesen für eine Erklärung der auffallenden Geschlechtsspezifität systematisiert, die sie anhand der ihnen vorliegenden Studienergebnisse überprüften:

1. Informations- und Wissensabhängigkeit der Risikowahrnehmung (Knowledgeable Support Hypothesis): Die Hypothese besagt, dass a) Männer besser sachinformiert sind über Risiken und dass b) Personen, die besser informiert sind auch weniger besorgt sind über Gesundheits- und Umweltrisiken. Die Autoren führen dazu aus, dass die Hypothese zwei Teile enthält, von denen der erste, nämlich dass Männer in umweltbezogenen technischen Details besser informiert sind, häufig belegt ist. Hingegen sei die Frage, ob mehr „Wissen“ dieser Art sich in weniger Besorgnis in Bezug auf diese Technologie umsetzt, weniger belegt. Als Ergebnis halten sie fest, dass die Hypothese der Informations- und Wissensabhängigkeit am wenigsten durch die ihnen vorliegenden Studien gestützt wird.

2. Vertrauen in Institutionen (Institutional Trust Hypothesis): Die Hypothese besagt, dass a) Frauen eher Misstrauen gegenüber Institutionen zeigen als Männer, vor allem mehr Misstrauen in technologische und wissenschaftliche Institutionen und die der Regierung, und b) dass der Grad des Vertrauens sich negativ auf den Grad der Besorgnis über Umweltrisiken bezieht (je weniger Vertrauen – desto stärkere Risikowahrnehmung). Nach Davidson und Freudenburg ist diese Annahme empirisch belegbar. Nach Wiedemann und Eitzinger (2006) zeigen aber neuere Untersuchungen, dass die Beziehung zwischen Vertrauen und Risikowahrnehmung eher moderat ist.
3. Dominierender Ökonomiebezug (Economic Saliency Hypothesis): Dazu stellen Davidson und Freudenburg vorweg fest, dass überraschend wenige Studien sowohl auf Geschlecht als auch auf die ökonomische Rolle zur Erklärung von umweltbezogenen Risikowahrnehmungen fokussieren. Vor diesem Hintergrund beinhaltet die Hypothese einen Dreischritt: a) Männer beziehen sich stark auf ihre Berufsrolle und nehmen ökonomische Risiken stärker wahr als Frauen, während andere Studien nahelegen b) Personen beider Geschlechter, die für Bezahlung außer Haus arbeiten, nehmen ökonomische Risiken stärker wahr als diejenigen ohne solche Arbeit; und c) dass ein hoher Beunruhigungsgrad über ökonomische Risiken (ökonomische Risikowahrnehmung) mit einem niedrigeren Grad an Risikowahrnehmung von Umweltgefährdungen verbunden ist. Diese Hypothese ist in Zusammenhang mit den folgenden beiden zu sehen.
4. Gesundheits- und Versorgungs-Zuständigkeit (Safety Concerns Hypothesis): Die Hypothese beinhaltet a) Frauen sind mehr zuständig für Gesundheit und Sicherheit (der Familie) als Männer, und b) diese erhöhte Zuständigkeit zeigt sich in einem höheren Grad an Risikowahrnehmung von Frauen als von Männern bezogen auf ein gleichermaßen gegebenes Niveau von Umweltrisiken. Diese Hypothese rekurriert darauf, dass Frauen häufig die Rolle der Pflegerin und Versorgerin haben, und zwar sowohl in der Kernfamilie als auch in einem übertragenen Sinne in der weiteren Gesellschaft.
5. Wirkung der Elternrolle (Parental Roles Hypothesis): Die fünfte Hypothese besagt, dass a) Männer mit Kindern weniger über Umweltrisiken besorgt sind während b) Frauen mit Kindern eine stärkere Risikowahrnehmung haben. Diese Hypothese ist im Prinzip eine Komplementärthese zu der These zum dominierenden Ökonomiebezug und zur Gesundheits- und Versorgungs-Zuständigkeit. Alle drei gehören im Prinzip zusammen, sind jedoch in der Literatur als Einzelaspekte untersucht worden. Deshalb überprüfen Davidson und Freudenburg sie auch einzeln anhand der ihnen vorliegenden Studien. Die stärkste Bestätigung finden Davidson und Freudenburg für die Hypothese zur Gesundheits- und Versorgungs-Zuständigkeit der Frauen (Safety Concern Hypothesis). Die anderen beiden Hypothesen zum dominierenden Ökonomiebezug und zur Elternrolle zeigen hingegen in den von ihnen untersuchten Studien keine eindeutigen Ergebnisse und sollten in zukünftigen Untersuchungen besser berücksichtigt werden.

Erklärungsansätze des diskursanalytischen, sozialkonstruktivistischen Genderverständnisses

Die Analyse und Interpretation von Davidson und Freudenburg fußt auf einem ‚realistischen‘ Verständnis von Geschlecht das letztlich auf eine biologisch definierte Geschlechterdifferenz

zwischen Frauen und Männern aufsetzt. Die rund zehn Jahre später erstellte Studie von Henwood et. al. 2007 theoretisiert Geschlecht hingegen sozialkonstruktivistisch. Sie ist im Rahmen eines größeren Projekts zur Risikowahrnehmung entstanden, das von der Cardiff Universität and der Universität von Liverpool unter Leitung von Professor Pidgeon mit dem Ziel durchgeführt wurde, die Einstellungs- und Akzeptanzveränderungen zu gentechnisch veränderten Lebensmitteln zu ermitteln. Zusätzlich zu der in diesem Kontext durchgeführten Repräsentativbefragung wurde eine Sekundärauswertung von Fokusgruppen durchgeführt, die 2002 und 2004 in einem anderen Zusammenhang die Risikowahrnehmung zu technischen und umweltbezogenen Risiken erhoben hatten³. Diese Fokusgruppen bilden die empirische Basis der theoretischen Überlegungen von Henwood et. al. 2007.

Unter Verwendung neuerer Erkenntnisse der Geschlechterforschung und der „Science Technology Studies“ (STS), die auf die Rolle von Identitätsbildung, Differenz und Subjektpositionierung in Geschlechterdiskursen fokussieren, grenzen sie sich von den vorherrschenden psychologischen und rollentheoretischen Erklärungsansätzen ab, die auf die individuelle Ebene abheben (,individuel gender difference terms'). Demgegenüber versuchen sie zu verstehen, wie Männer und Frauen in Kommunikationsprozessen die Verständnisse von Risiko und Risikoaspekten konstruieren.

Ihre Sekundärauswertung zeigt verschiedene Ergebnisse, von denen hier aus methodischen Gründen die Bestätigung der Hypothese, dass Frauen und Männer in unterschiedlichen Redefiguren über Technologie, Risiken und die Umwelt sprechen, aufgegriffen werden soll. Einerseits identifizieren Henwood et. al. in den Gruppenprotokollen einen als ‚männlich‘ markierten Diskurs, der die Welt gestaltende und Risiken kontrollierende Macht der Technologie zum Ausdruck bringt. Diese Redefigur bezeichnen sie als Technozentrismus. Andererseits identifizieren sie in den Fokusgruppen einen ‚weiblich‘ markierten Diskurs, der die Wichtigkeit von individueller und kollektiver Verantwortung als Schutz vor möglichem Schaden ausdrückt. Diese Redefigur bezeichnen die AutorInnen als den moralischen Diskurs über verantwortliches Versorgen. Sie sehen in diesem Befund eine Bestätigung der Annahme, dass Frauen und Männer in ihrem unterschiedlichen Reden auf starke regulative Normen der Geschlechter-Authentizität reagieren. Sie folgern daraus, dass sich Männer und Frauen vielleicht gar nicht im Grad ihrer Wahrnehmung und Beunruhigung über Umwelt- und Technik unterscheiden sondern vielmehr in der Art und Weise wie sie glauben, dass sie ihre Besorgnis ‚als Mann‘ oder ‚als Frau‘ zum Ausdruck bringen sollen. (Henwood et. al 2007: 5)

Ferner halten die Autorinnen und Autoren der Studie als Ergebnis fest, dass in den Gruppenprotokollen eine kulturell eingeforderte maskuline Identität identifizierbar ist, die sie „technozentrisch epistemische Subjektivität“ nennen. Damit beziehen sie sich auf autoritatives Sprechen über Technik und Wissenschaft, das typischerweise mit dem Sprechen von Männern assoziiert wird. Umgekehrt wird dieser dominante Kommunikationsstil von einem Sprechhabitus beglei-

³ Die Daten sind zwei unterschiedlichen Reihen an Fokusgruppen entnommen: einmal einer Reihe von 11 Fokusgruppen einer öffentlichen Debatte in UK zu technologischen und umweltbezogenen Risikofaktoren in 2002 und einer zweiten Serie von 18 Fokusgruppen die 2004 in London mit Fokus auf ‚gender and ethnicity‘ durchgeführt wurden (Henwood et. al 2007).

tet, der darauf eingestellt ist, öffentlich Zweifel, Zögern und Unsicherheit auszudrücken und typischerweise durch Frauen ausgedrückt wird.

Implikationen der beiden Genderkonzepte für Risikokommunikationsstrategien

Ohne an dieser Stelle die in der Studie von Henwood et al. erarbeiteten theoretischen Grundlagen für eine zukünftige Forschung zu „Geschlecht und Risikowahrnehmung“ detailliert zu diskutieren, sind die obigen Überlegungen und Ergebnisse als Beispiel einer in der Geschlechterforschung vollzogenen sozialkonstruktivistischen Wende angeführt. Diese beinhaltet Konsequenzen für mögliche Risikokommunikations-Strategien. So mag es zunächst spitzfindig erscheinen, den Grad der Besorgnis von Männern und Frauen über ein Risiko (Annahme 1) gegen die Art und Weise abzugrenzen, wie Personen aufgrund geschlechtlicher Diskursnormen unterschiedlich und unterschiedlich stark Besorgnis zum Ausdruck bringen (Annahme 2). Die Folgerungen für Risikokommunikationsstrategien sind jedoch unterschiedlich. Als Folgerung der ersten Annahme erscheint es sinnvoll, eine geschlechterdifferenzierende Risikokommunikation zu entwickeln, welche die unterschiedliche Risikowahrnehmung zum Ansatzpunkt nimmt und die Kommunikation entsprechend unterschiedlich an Männer und Frauen adressiert. Als Konsequenz der zweiten Annahme, dass Frauen und Männer aufgrund geschlechtlicher Normierungen der Diskurse und des Kommunizierens ihre Besorgnis unterschiedlich ausdrücken, richtet sich die Aufmerksamkeit hingegen auf den geschlechtlich codierten Risikodiskurs, das heißt auf die öffentliche Artikulation der Risiken und wo diese mit impliziten Geschlechternormen und Stereotypen (Verantwortung der Frauen, Technikdominanz der Männer) verbunden sind. Eine sinnvolle Folgerung für die Risiko-Kommunikation ist hier die „Ent-Geschlechtlichung“ des Risikodiskurses: dies würde ein anderes öffentliches Sprechen über Verantwortung, über Technik und Versorgung beinhalten, das heißt ein Sprechen, das mögliche Verbindungen der Risikobeschreibung von den oben angeführten geschlechtsstereotypen Sprechmustern und Redefiguren entkoppelt.

Einsichten aus der sozioempirischen Untersuchung über die Risikowahrnehmung von Frauen und Männern beim Thema „Arzneimittelwirkstoffe im Trinkwasser“.

Die geschlechtsanalytische Sekundärauswertung bezieht sich auf die protokollarisch festgehaltenen Äußerungen der Teilnehmerinnen und Teilnehmer von sechs transdisziplinären reflexiven Fokusgruppen (vgl. Abschnitt II.1.1.). Die Fokusgruppen wurden mit insgesamt 54 Frauen und Männern im Alter zwischen 20 und 70 Jahren durchgeführt, die entweder dauerhaft Medikamente einnehmen bzw. nicht dauerhaft. Die sechs Gruppen waren als zwei Frauengruppen, zwei Männergruppen und zwei gemischt geschlechtliche Gruppen zusammengesetzt. Als Ergebnisse der detaillierten Genderanalyse kann festgehalten werden:

- In der ersten Reaktion auf die Information über ein mögliches Risiko der Medikamentenrückstände im Trinkwasser sind keine geschlechtsspezifischen Unterschiede festzustellen. Erst im Prozess der Auseinandersetzung mit dem Risiko und am deutlichsten in der dritten und letzten Stufe der transdisziplinären reflexiven Fokusgruppen, das heißt bei der Maßnahmendiskussion, zeigen sich deutliche geschlechtsspezifische Unterschiede in der Informationsverarbeitung hinsichtlich der Dringlichkeit einer Handlungsnotwendigkeit.

- Bezogen auf Verarbeitungsmuster über die verschiedenen Phasen des Informationsprozesses sind dementsprechend bis auf eine Ausnahme keine Unterschiede zwischen Frauen und Männern festzustellen. Diese Ausnahme betrifft die Äußerung eines starken Bedrohungsgefühls verbunden mit sehr starker Handlungsnotwendigkeit, das sowohl von Frauen in den beiden reinen Frauengruppen als auch in den gemischt geschlechtlichen Gruppen in der dritten Phase vertreten wird.
- Bei der Überlegung möglicher Maßnahmen sind es überwiegend Frauen, die ein „Handeln jetzt“ verlangen und nicht erst Langzeitstudien abwarten wollen. Als Ansatzpunkt suchen einige von ihnen die Möglichkeit dort, wo es ‚am einfachsten ist‘. Auffallend ist die von sehr unterschiedlichen Frauen in verschiedenen Gruppen vertretene ‚Strategie der kleinen Schritte‘. Ob die Haltung des „Handeln jetzt!“ generell mehr von Frauen vertreten wird als von Männern, wie die Ergebnisse der Fokusgruppen nahe legen, müsste anhand weiterer Untersuchungen überprüft werden.
- Unterschiede zwischen Frauen und Männern zeigen sich am deutlichsten im moralischen Risikodiskurs. Mit der Begründung eines Werts der Gesundheit als gesellschaftliche Aufgabe wird ein stark ausgelegtes Vorsorgeprinzip in den Risikodiskurs eingeführt. Diese Argumentationsfigur zeigt sich am deutlichsten bei den Frauen, die von Medikamenten abhängig sind.
- Interpretierend kann gefolgert werden, dass die feststellbaren Unterschiede in der Informationsverarbeitung des Risikos der Medikamentenrückstände im Trinkwasser in der gesellschaftlichen Zuständigkeit der Frauen für Gesundheit, auch für die Gesundheit von Männern, für Reproduktion und „den Kinderwunsch“ verankert sind. In Gesundheitskompetenz fußt auch das Vertrauen selbst etwas tun zu können, etwas beeinflussen zu können. Die Männer, die auf Medikamente angewiesen sind, zeigen hingegen eine stark sich legitimierende normative Grundhaltung, die letztlich eher eine Handlungsorientierung blockiert.
- Mit dem Argument und der Legitimationsfigur eines politisch und moralisch legitimierenden ‚Werts der Gesundheit‘ wird die individuell den Frauen zugeschriebene Gesundheitsverantwortung zu einer zivilgesellschaftlichen und politisch-gesellschaftlichen Aufgabe. Darin liegt ein Potential einer ‚Entgeschlechtlichung‘ des Diskurses über Gesundheitsverantwortung, der in der Risikokommunikation aufgegriffen werden könnte.
- Insofern bestätigen die hier gewonnen Ergebnisse diejenigen von Davidson und Freudenburg, die die Zuständigkeit für Gesundheit und Versorgung als stärksten Erklärungsfaktor identifizierten. Letztlich schlägt durch, um es einfach auszudrücken, dass Frauen für Gesundheit, für die menschliche Reproduktion, für Kinderlosigkeit wie Kinderwunsch gesellschaftlich verantwortlich gemacht sind.
- Deutlich wird anhand der Reaktionsmuster in Gruppe 5, das ist die Gruppe mit Frauen und Männern, die einen Wirtschafts- oder Technikberuf haben, dass die Reaktionen auf die Information und die Verarbeitungsmuster durch ihre Berufserfahrungen bestimmt sind. Nach wie vor fehlen Untersuchungen, die das Private und den Beruf gleichermaßen für Frauen und für Männer in Bezug setzen. Dafür müssten weitere Untersuchungen mit Frauen und Männern aus verschiedenen Berufsfeldern vorgenommen werden.

- Diese Feststellung lässt sich aber auch durch die von Henwood et. al. 2007 ins Zentrum gestellte Subjektpositionierung in gesellschaftlichen Diskursen in Referenz auf eine von Frauen eingeforderte Haltung des Ver- und Vorsorgens („caring“) erklären. Die Annahmen der von Henwood et. al. dargelegten Ausgangsüberlegungen sind jedoch auf Basis der Protokolle von transdisziplinären reflexiven Fokusgruppen kaum zu überprüfen, da die Subjektpositionierung in diesen Gruppen durch den angeleiteten Informations- und Lernprozess zu sehr bestimmt wird.
- Ebenso ist in der letzten Phase des Informationsverarbeitungsprozesses die Argumentationsfigur „Vertrauen in Wissenschaft und Technik“ verstärkt bei Männern festzustellen. Inwieweit diese als Redefigur des „Technozentrismus“ interpretiert werden könnte, kann aufgrund derselben methodischen Vorbehalte nicht entschieden werden.
- Deutlich wird anhand der Reaktionsmuster in der Gruppe von Frauen, die nicht auf Medikamente angewiesen sind, sowie in dem letztlich resignativen Reaktionsmuster von Männern, die auf Medikamente angewiesen sind, dass die subjektive Erfahrung von Macht – Ohnmacht für die Risikoverarbeitung relevant ist. Wie diese Einsicht in Risikokommunikationsstrategien fruchtbar zu machen ist, bedarf weiterer Forschungen.
- In den untersuchten Fokusgruppen wird die moralische Argumentationsfigur der kommenden Generationen (Nachhaltigkeitsmoral) gleichermaßen von Männern wie Frauen vertreten. Dieses Ergebnis der Fokusgruppen kann als eine Bestätigung der Trendfeststellung der Zusatzuntersuchung zum Umweltbewusstseins-Survey von 2006 (Kuckartz, Rheingans-Heintze 2007:7) gesehen werden, nach der sich das Nachhaltigkeitsbewusstsein und das Verantwortungsbewusstsein in Deutschland in Bezug auf Risiken zwischen den Geschlechtern angeglichen hat, nicht jedoch das Risikobewusstsein. Wird das Risiko in einen Wertediskurs über Gesundheit, Vorsorge und Versorgen eingebettet, wie am deutlichsten in der Gruppe mit Frauen, die auf Medikamente angewiesen sind, dann wird der Unterschied zwischen Männern und Frauen am deutlichsten.
- Abschließend für diese Sekundärauswertung kann noch angemerkt werden, dass das Sprechen über ein mögliches Risiko in der Tat mit einer starken emotionalen Übertreibung bzw. einem emotionalen Runterspielen einhergehen kann, wie Beispiele von Aussagen durch Frauen und Männer in den ersten beiden Stufen der transdisziplinären reflexiven Fokusgruppen zeigen. Sie zeigen sich aber interessanterweise nicht mehr in Stufe 3, wenn viele Informationen über das systemische Risiko eingegeben sind und mögliche Maßnahmen diskutiert werden unter Zuhilfenahme weiterer Informationen und in einem wechselseitigen Verständigungsprozess. Dies deutet darauf hin, dass in der Tat nicht nur unterschiedliche Wahrnehmungs- und Verarbeitungsmuster im Sinne eines sozialen Lernens für die Ausbildung geschlechtsspezifischer Unterschiede relevant sind, sondern auch unterschiedliche Muster eines geschlechtskonformen „authentischen“ Sprechens, das durch die durchgeführte Methodik in den Gruppenprozessen abgebaut wird.

Als Folgerung aus diesen vorläufigen Ergebnissen sollte festgehalten werden, dass sowohl eine geschlechtsspezifisch differenzierende Adressierung der Risikokommunikation zu Medikamentenrückständen im Trinkwasser sinnvoll sein kann als auch eine „Entgeschlechtlichung“ der Kommunikation. Insbesondere für eine Entgeschlechtlichung der Risikokommunikation muss-

ten jedoch genauere Untersuchungen über verschiedene Ansätze und bereits praktizierte Beispiele der Risikokommunikation diskursanalytisch untersucht werden. Mithilfe der identifizierten Redefiguren von Henswood et.al. können dann exemplarisch geschlechtsstereotype Zuschreibungen identifiziert und in Zukunft vermieden werden. Wann –bezogen auf welche Inhalte und institutionelle Gefüge der eine oder der andere Ansatz sinnvoller sind, kann erst vor diesem Hintergrund festgestellt werden. Dass beide Ansätze sich ergänzen sollten, kann jedoch auf Basis der neu gewonnenen Erkenntnisse behauptet werden.

Referenzen

- Davidson, D.J.,Freudenburg, W.R. (1996): Gender and Environmental Risk Concerns: A Review and Analysis of Available Research, In: Environment and Behavior 1996, 28, 302;
- Finucane, M.L, Slovic, P. (2000): Gender, race, and perceived risk: the „white male effect“. In: Healthy risk and society,Vol.2 No2/2000:159-172
- Henwood, K., Parkhill, K., Pidgeon, N.: "Science, technology and risk perception: from gender differences to the effects made by gender", Journal of Equal Opportunities International, 27(1) (im Druck)
- Kuckartz, U., Rheingans-Heinze, A. (2007): Umweltbewusstsein und Umweltverhalten 2006, Vertiefungsstudie zu Tendenzen der Umwelt- und Risiko-wahrnehmung in einer Zeit des Wertpluralismus, Schriften des Umweltbundesamtes, Dessau.
- Wiedemann, P.M., Eitzinger, C. (2006): Risikowahrnehmung und Gender. Programmgruppe Mensch, Umwelt, Technik (MUT), Forschungszentrum Jülich: Arbeiten zur Risiko-Kommunikation Heft 93

II.1.3. Strategieentwicklung

Handlungsfeld „Technisches Emissionsmanagement in der Siedlungswasserwirtschaft“

Ausführende Stelle: Goethe-Universität Frankfurt am Main

Verantwortlich: Prof. Dr. Wilhelm Püttmann (Institut für Atmosphäre und Umwelt)

Bearbeitung: Prof. Dr. Jörg Oehlmann und Dr. Ulrike-Schulte Oehlmann (Institut für Ökologie, Evolution und Diversität), Prof. Dr. Wilhelm Püttmann

Zentrale Veröffentlichungen:

Schulte-Oehlmann, U., Oehlmann, J., Püttmann, W. (2007): Humanpharmakawirkstoffe in der Umwelt: Einträge, Vorkommen und der Versuch einer Bestandsaufnahme. UWSF – Z Umweltchem Ökotox 19 (3) 168-179

Püttmann, W., Keil, F., Oehlmann, J., Schulte-Oehlmann, U. (2008): Wassertechnische Strategien zur Reduzierung von Gewässerbelastungen durch Arzneimittelwirkstoffe. UWSF – Z Umweltchem Ökotox 20 (3) 209-226

Der Einsatz von Pharmaka ist noch bis vor wenigen Jahren nicht mit Umweltproblemen in Verbindung gebracht worden. Neuere Untersuchungen zeigen jedoch, dass die Exposition der Umwelt gegenüber Arzneimitteln beachtenswert ist. Ungeachtet der Tatsache, dass der gesellschaftliche und medizinische Nutzen von Arzneimitteln unbestritten bleibt, sind aufgrund der Persistenz der pharmakologischen Wirkstoffe in der Umwelt Schritte zur Risikominderung und besseren Umweltverträglichkeit unumgänglich. Die Wirkstoffe gelangen vorwiegend über behandelte Abwässer aus kommunalen Kläranlagen (einschließlich Krankenhaus- und Haushaltsabwässer), unbehandelte Einleitungen (z.B. sekundär durch Übertritte in Grund- und Oberflächenwasser über die Klärschlammverwertung in der Landwirtschaft und über Sickerwässer nicht adäquat gesicherter Deponien) sowie Leckagen im kommunalen Kanalsystem in das aquatische Milieu.

Im Rahmen des „Technischen Ansatzes“ von *start* wurden schwerpunktmäßig Verfahren zur Reinigung von kontaminierten Abwässern und zur Trinkwasseraufbereitung zusammengetragen und vergleichend bewertet. Hierbei sollte die Elimination von Arzneimittelwirkstoffen im Mittelpunkt der Analyse stehen. Daten und Resultate aus einschlägigen Forschungsprojekten sowie der Literatur sollten recherchiert und ausgewertet werden. Die Evaluierung folgender Maßnahmen wurde vorgenommen:

- Ausbau kommunaler Kläranlagen mit Nitrifikation und Denitrifikation, Erhöhung des Schlammalters auf über acht Tage,
- Membranfiltration/Membranbioreaktoren
- Adsorptionsverfahren zur Arzneimittelentfernung aus biologisch gereinigtem kommunalem Abwasser (z.B. Aktivkohleadsorption) und Trinkwasser,
- Advanced Oxidation Process (AOP) – Ozonierung/Teilozonierung des biologisch geklärten Ablaufs und Trinkwassers,
- Photooxidativer Abbau von Arzneimittelrückständen,

- bauliche Separation kontaminierter Abwässer (z.B. Urinseparationstoiletten, wasserlose Urinale, Sammelsysteme), gekoppelt mit Brauchwasserkreisläufen und mobilen Filtrationseinheiten/Adsorptionseinheiten.

Das Ergebnis der Recherchen zeigt, dass bei der Gewinnung von Trinkwasser aus Oberflächenwasser und Uferfiltrat eine Aktivkohlefiltration u.a. aufgrund der Arzneimittelproblematik heute bereits weit verbreitet ist. Die Ozonierung ist in vielen Wasserwerken, die Uferfiltrat verwenden, bereits der Aktivkohlefiltration vorgeschaltet und unterstützt die Eliminierung der meisten Arzneimittelwirkstoffe aus dem Rohwasser.

Über eine Modifikation des Belebtschlammalters (aerober Klärschlamm) in den Kläranlagen auf 8–10 Tage lässt sich die Abbaubarkeit einzelner Arzneimittelwirkstoffe mit geringer Persistenz verbessern. Obwohl der biologische Abbau besonders langlebiger Arzneimittelwirkstoffe durch eine Erhöhung der Verweilzeit des Belebtschlammes in den Kläranlagen nicht signifikant gesteigert werden kann, sollte diese Modifikation in kommunalen Kläranlagen als relevante Maßnahme zur Verringerung der Konzentrationen von leicht abbaubaren Arzneimittelwirkstoffen berücksichtigt werden.

Für viele Arzneimittelwirkstoffe sind, bei gleichen Verweilzeiten des Klärschlammes in den Anlagen, die Abbauraten, die über Membran-Bioreaktoren (MBRs) bei der Behandlung von kommunalem Abwasser erreicht werden, mit denen konventioneller Verfahren vergleichbar. Membran-Bioreaktoren bieten im Vergleich zur konventionellen Abwasserbehandlung den Vorteil einer besseren Kontrolle der biologischen Aktivität bei geringer Anlagengröße, erfordern aber hohe Investitions- und Betriebskosten.

Durch die zurzeit vorwiegend bei der Trinkwasseraufbereitung eingesetzte Aktivkohlefiltration konnten auch im Abwasserstrom Arzneimittelrückstände um bis zu 80% eliminiert werden, wenn Pulveraktivkohle dem biologisch gereinigten Abwasser zugesetzt wurde. Der Einsatz von Pulveraktivkohle als fester Bestandteil der Abwasserbehandlung würde die Kosten der Abwasserbehandlung jedoch weiter erhöhen und für die Zukunft eine Verwertung der Klärschlämme in der Landwirtschaft erschweren bzw. ausschließen.

Die bei der Trinkwasseraufbereitung ebenfalls weit verbreitete Ozonierung, die hier primär zur Desinfektion eingesetzt wird, befindet sich im Bereich der Abwasserbehandlung noch in der Erprobung, weshalb es momentan unrealistisch ist, sie als zusätzliche Komponente der Abwasserbehandlung zu fordern. Zudem führt die Ozonierung zur Bildung von Abbauprodukten, die analytisch bisher nicht oder nur teilweise erfasst werden und über deren Toxizität wenig bekannt ist. Aus diesem Grund sollte eine Ozonierung derzeit grundsätzlich nicht ohne nachfolgende Aktivkohlefiltration betrieben werden.

Die Photooxidation wird im Rahmen von Pilotprojekten zur Behandlung von stark mit organischen Schadstoffen belasteten Abwässern geprüft. Bezüglich der Elimination von Arzneimittelwirkstoffen liegen für dieses Verfahren nur wenige Resultate aus Laborversuchen vor.

Grundprinzip einer nachhaltigen Strategie zur Reduzierung von Gewässerbelastungen mit Arzneimittelwirkstoffen sollte es sein, möglichst an der Quelle der Stoffeinträge anzusetzen. Neben dezentralen oder semi-zentralen Systemlösungen sind in diesem Sinne auch Maßnahmen an den Kläranlagen in die Betrachtung einzubeziehen. Eine konkrete und möglicherweise auch stand-

ortabhängige Empfehlung für eine Maßnahme oder eine Kombination von Maßnahmen kann aber nur auf Basis einer vergleichenden Bewertung nach unterschiedlichen Kriterien wie Kosteneffizienz oder Akzeptanz bei den Betroffenen erfolgen. Wie die Ergebnisse der vorliegenden Studie zeigen, fehlt jedoch gegenwärtig im Bereich der Verfahren einer erweiterten Abwasserbehandlung die für eine solche Bewertung notwendige Datengrundlage. Es ist davon auszugehen, dass im Abwasserbereich zeitnah Daten zur Verfügung stehen werden, die eine verfahrensmäßige Richtungssicherheit herstellen können. Für die Gestaltung einer nachhaltigen Lösungsstrategie sollte nach Vorliegen dieser Daten eine multikriterielle Bewertung der aktuell verfügbaren aufbreitungstechnischen Optionen durchgeführt werden.

Die Aktivkohlefiltration (gegebenenfalls gekoppelt mit einer Ozonierung) ist nach dem heutigen Wissensstand sehr gut geeignet, die Elimination von Arzneimittelwirkstoffen und anderen organischen Fremdstoffe aus dem Trinkwasser sicherzustellen. Wasserwerke, die Uferfiltrat zur Trinkwassergewinnung nutzen und bisher ohne Aktivkohlefiltration arbeiten, sollten das Verfahren nachrüsten; eine Ozonierung von Trinkwasser sollte jedoch nicht grundsätzlich gefordert werden. Da eine akute Gefährdung der Trinkwasserqualität durch Arzneimittelwirkstoffe zurzeit nicht gegeben ist, ist eine Nachrüstung der Kläranlagen durch eines der oben diskutierten Verfahren unter dem Aspekt der Gewährleistung der Trinkwasserqualität gegenwärtig nicht erforderlich. Es besteht allerdings die Option zur Entwicklung nachhaltiger Lösungsansätze (z.B. Stoffstromseparation), die darauf abzielen, die Einträge von Arzneimittelwirkstoffen in die Abwässer und in der Folge auch in das Grund- und Oberflächenwasser zu reduzieren.

Die Stoffstromseparation setzt auf eine Abwasserbeseitigung über dezentrale Konzepte mit Schließung von Stoffkreisläufen (Recycling) am Ort der Entstehung. Langfristig könnten Separationsmaßnahmen zu einer Minderung der Einträge von Pharmakawirkstoffen in die aquatische Umwelt beitragen. Das besondere Potential der Stoffstromseparation liegt in der Möglichkeit zur Kopplung mit nachhaltigen Techniken und Verwertungskonzepten (Wiederverwendung von gereinigtem Abwasser, Produktion von Dünger, Kompost und Biogas am Ort der Entstehung). Separationsverfahren machen die Notwendigkeit des Einsatzes von 'Middle/End-of-Pipe'-Techniken in der kommunalen Abwasserbehandlung und Trinkwasseraufbereitung zwar nicht verzichtbar, erlauben aber eine effektive Behandlung der separierten Stoffströme aufgrund der höheren Konzentration der Arzneimittelrückstände im Vergleich zu kommunalen Abwässern, die zudem bei Mischsystemen durch Oberflächenabfluss weiter verdünnt werden. Besondere Berücksichtigung sollte dabei die Einführung nachhaltiger Sanitärkonzepte etwa für Neubau-, Industrie- und Gewerbegebiete finden, basierend auf einer separaten Erfassung von Abwasserteilströmen und einer Rückgewinnung von knappen Ressourcen (z.B. Phosphor). Gleiches gilt für die separate Erfassung und Behandlung der mit problematischen Wirkstoffen (z.B. Antibiotika und Zytostatika) belasteten Abwässer von Krankenhäusern und anderen medizinischen Einrichtungen.

Die Kontamination des aquatischen Milieus mit Arzneimittelwirkstoffen lässt sich letztlich nicht allein durch technische Maßnahmen, sondern nur über die Synthese von technik-, verhaltens- und wirkstofforientierten Handlungsstrategien lösen, welche in ihrer Gesamtheit perspektivisch mittel- bis langfristig einen wirksamen Beitrag zur Minimierung von Arzneimittelwirkstoffen in den Wasserkreislauf leisten können.

Handlungsfeld „Umgang mit Arzneimitteln“

Ausführende Stelle: Institut für sozial-ökologische Forschung (ISOE)

Verantwortlich: Dr. Konrad Götz

Bearbeitung: Jutta Deffner, Dr. Konrad Götz, Steffi Schubert (bis 31.12.2006)

Zentrale Veröffentlichung:

Deffner, J., Götz, K.: Handlungsoptionen für einen umweltfreundlicheren Umgang mit Arzneimitteln. UWSF – Z Umweltchem Ökotox (*angenommen für Oktober 2008*)

Ziel des verhaltensorientierten Ansatzes ist es, die Möglichkeiten einer Eintragsreduktion durch veränderte Praktiken bei der Arzneimittelverordnung, dem Verkauf bzw. der Verwendung sowie der Entsorgung darzulegen. Es ist unumstritten, dass Arzneimittel ein unverzichtbarer Teil des Bemühens um eine möglichst gute Gesundheit sind. Der Einsatz geschieht unter der Priorität der Heilung oder Linderung von Krankheiten. Deswegen dürfen Strategien, die einen verminderten Eintrag in die Umwelt zum Ziel haben, diesen obersten Zweck nie vernachlässigen. Trotzdem stellt sich die Frage, inwiefern im Überschneidungsbereich zwischen Gesundheitssystem, Umweltpolitik und gesellschaftlichem Diskurs, Möglichkeiten zur Reduktion bestehen. Im Gegensatz zu den technischen Möglichkeiten, bereits eingetragene Arzneimittelbestandteile wieder aus dem Wasser herauszufiltern oder in Zukunft Arzneimittelwirkstoffe mit besseren Abbaueigenschaften zu entwickeln (pharmazeutische Forschung), geht es hier um den veränderten Umgang mit Medikamenten im Alltag. Denn Arzneimittel sind Bestandteil des alltäglichen Konsumverhaltens. In dem Wirkungsgefüge zwischen Patienten, die Arzneimittel konsumieren, Ärzten, die Arzneimittel verordnen, Apothekern, die beraten und verkaufen sowie der Pharmaindustrie und dem Gesundheitssystem, bestehen vielseitige und komplexe Wechselbeziehungen, Erwartungen und Interessen. Daraus ergeben sich verschiedene Handlungsfelder für mögliche Maßnahmen (vgl. Tabelle 3).

Maßnahme	Teilmaßnahmen	Querbezug/ Synergie
(0) Übergreifende Rahmenbedingungen	Festschreibung eines übergreifenden Rahmens, der als Umweltziel den Schutz des Grund- und Oberflächenwassers vor Medikamenteneinträgen definiert	Zu (1) – (4)
(1) Verbesserung der Handlungsgrundlagen	a) Erstellung einer Umweltklassifikationsliste für die wichtigsten Arzneimittel	
	b) Integration der Umweltklassifikation in Arzneimittelinformationssysteme und Ärzte-Software	
(2) Veränderung des Problembewusstseins der Ärzte und Apotheker	a) Initiierung eines Diskurses über die Problematik bei Ärzten	Zu (3) b)
	b) Initiierung eines Diskurses über die Problematik bei Apothekern	Zu (3) c)
	c) Einbettung der Problematik in die Fortbildung von Ärzten und Apothekern	

(3) Vermeidung und Verminderung des Arzneimittelverbrauchs	a) Steuerung der Arzneimittelnachfrage durch Transparenz von Kosten und Mengen sowie Zuzahlungen	
	b) Nichtmedikamentöse Verschreibungsmöglichkeiten (analog Schweden)	Gesundheitsreform und Prävention
	c) Verminderung der verabreichten Mengen durch veränderte Applikationsformen	Gesundheitsreform
(4) Entsorgung von Arzneimitteln	a) Schaffung eines einheitlichen Entsorgungsstandards	Zu (0)
	b) Aufbau eines einfachen Rücknahme-Systems für die Apotheken	
	c) Verhaltensbezogene Kampagne zur Information über sachgemäße Entsorgung und verbesserte Entsorgungssysteme	
	d) Eindeutige Entsorgungshinweise auf den Arzneimittelpackungen	
	e) Bereitstellung adäquater Packungsgrößen und Kennzeichnung von Arzneimitteln	

Tabelle 3: Übersicht über die Maßnahmen im Handlungsfeld „Umgang mit Arzneimitteln“.

Zu den Maßnahmen im Einzelnen:

- (0) *Schutz des Trinkwassers als Umweltziel:* Als Handlungsgrundlage für Akteure des Umwelt- und Gesundheitssystems dient die Etablierung des Umweltziels ‚Schutz der Gewässer vor Belastungen mit Arzneimittelwirkstoffen‘ auf landesweiter Ebene.
- (1) *Die Umweltklassifikation von Arzneimitteln* dient als Bewertungsgrundlage und Handlungsanleitung für ÄrztInnen und ApothekernInnen bei der Auswahl abbaubarerer Arzneimittel. Die Klassifikation könnte nach Kriterien des Umweltrisikos und der Umweltgefährdung von Medikamentenwirkstoffen erfolgen. Schritte zur Umsetzung sind die Erstellung einer einfachen, benutzerfreundlichen Empfehlungsliste sowie die Integration der Umweltklassifikation in Arzneimittelinformationssysteme und Ärzte-Software für den Praxisalltag.
- (2) *Kommunikationsmaßnahmen zur Schaffung eines Problembewusstseins bei professionellen Akteuren:* Empirisch konnte festgestellt werden, dass ein Teil der befragten Ärzte ein eher diffuses Wissen über die Problematik haben. Dies kann darüber erreicht werden, dass die Problematik in die Fortbildung von Ärzten und Apothekern eingebettet wird, bspw. als Baustein der Weiter-/Fortbildung von Ärzten und Apothekern. Mögliche Teilmaßnahmen in diesem Zusammenhang sind Fortbildungsveranstaltungen, bei Kongressen, Kolloquien und Tagungen und die Entwicklung von Weiterbildungsmodulen innerhalb der Pflichtfortbildung. Darüber hinaus kann das Thema über regionale oder thematische Qualitätszirkel oder Netzwerk-spezifische Fortbildungen transportiert werden.
- (3) *Maßnahmen zur Unterstützung und Erleichterung von Verhaltensänderungen* (bezogen auf Arzneimittelgebrauch, Verschreibung, und Entsorgung): Herzu eröffnen sich drei Handlungsbereiche:
 - Steuerung der Arzneimittelnachfrage durch Transparenz von Kosten und Mengen sowie Zuzahlungen: Auf Grundlage der in Zukunft zu erwartenden Gesundheitskarte, wird

den Patienten z.B. automatisch einmal im Quartal und/oder zum Jahresende die Summe der durch Verschreibungen verursachten Kosten ausgedruckt und ausgehändigt. Ebenfalls wird verstärkt die Zuzahlung bei Arzneimitteln eingeführt.

- Nichtmedikamentöse Verschreibungsmöglichkeiten (analog Schweden): Im Sinne eines Gesamtheilplanes, soll es Ärzten möglich sein, neben medikamentösen und medizinisch-therapeutischen Maßnahmen auch generell gesundheitsfördernde Maßnahmen zu „verordnen“, die im Sinne einer Krankheitsprävention wirken und damit den Medikamentenkonsum reduzieren. Solche Verordnungen müssen jedoch der Vordruckvereinbarung entsprechen, d.h. es muss ein entsprechender Vordruck geschaffen werden.
- (4) *Entsorgung von Altarzneimitteln*: Schaffung eines bundesweiten – nach Möglichkeit EU-weiten – Konsenses darüber, dass die Entsorgung von Altarzneimitteln aus Privathaushalten ausschließlich über Apotheken oder Problemmüllsammelstellen erfolgen soll. Die Teilmaßnahmen im Einzelnen wenden sich an VerbraucherInnen und an institutionelle Akteure:
- Aufbau eines einfachen Rücknahme-Systems für die Apotheken durch die Entwicklung einer einfacheren, besser in den Arbeitsalltag integrierbaren Medikamentenrücknahme-Logistik in den Apotheken und Entlastung der Apothekerinnen und Apotheker von Aufgaben der Abfalltrennung.
 - Begleitend dient eine breit angelegt, professionell geplante und gestaltete Kampagne zur Information über die sachgemäße Entsorgung von Altarzneimitteln und verbesserte Entsorgungssysteme. Sie soll einerseits Unsicherheiten hinsichtlich der korrekten Entsorgung ausräumen, andererseits ein Bewusstsein dafür schaffen, wie wichtig es ist, die Medikamente richtig zu entsorgen. Es geht dabei auch um die Botschaft, dass Medikamentenreste niemals in die Toilette oder das Waschbecken entsorgt werden dürfen.
 - Eindeutige Entsorgungshinweise auf den Arzneimittelpackungen: Selbstverpflichtung der den deutschen Markt beliefernden Arzneimittelhersteller, auf den Arzneimittelumverpackungen und auf der Packungsbeilage/der Gebrauchsinformation einen Hinweis zur richtigen Entsorgung von Medikamenten zu drucken.
 - Bereitstellung adäquater Packungsgrößen (Starterpackungen) und Kennzeichnung von Arzneimitteln: Ziel dieser Maßnahme ist es, Medikamente in variablen Packungsgrößen anzubieten, die unnötige Restbestände verringern helfen.

Bei der Mehrzahl der diskutierten Handlungsoptionen lässt sich ein Beitrag zur Reduktion des Eintrags von Arzneimittelwirkstoffen in den Wasserkreislauf grundsätzlich nicht quantifizieren. Vielfach entstehen zunächst lediglich indirekte Wirkungen auf das Verschreibungs- und Nutzungsverhalten bei Arzneimitteln (z.B. kommunikative Maßnahmen, Umweltziele, Bewusstseinsbildung). Dennoch sind sie hinsichtlich einer Gesamtstrategie bedeutsam, da sie die Grundlage für einen veränderten Umgang mit Medikamenten und damit die Voraussetzung für die Einführung direkt wirksamer Maßnahmen überhaupt erst schaffen. Wie das Beispiel Entsorgung von Altarzneimitteln zeigt, verhindert jedoch das Fehlen wesentlicher Daten auch hier zumeist eine Quantifizierung der Wirksamkeit: Welchen Beitrag Maßnahmen zur Vermeidung einer unsachgemäßen Entsorgung über die häuslichen Abwässer leisten können, lässt sich angesichts fehlender Daten zu den jährlich in privaten Haushalten anfallenden Mengen an Altarzneimitteln

gegenwärtig nur grob abschätzen. Kosten für die diskutierten Handlungsoptionen entstehen überwiegend durch PR-Kampagnen sowie für Fort- und Weiterbildungsprogramme. Ein Teil der Maßnahmen ist kurzfristig umsetzbar und auch unmittelbar wirksam, z.B. eine einheitliche Regelung zur Arzneimittelentsorgung. Andere Maßnahmen können in Zusammenhang mit ökonomisch ausgerichteten Änderungen des Gesundheitssystems gesehen werden, sodass Synergieeffekte entstehen, die zugleich auch eine Verminderung des Eintrags von Arzneimittelwirkstoffen in das Abwasser zur Folge haben (z.B. Gesundheitsprävention).

Handlungsfeld „Arzneimittelentwicklung“

Ausführende Stelle: Universitätsklinikum Freiburg, Institut Umweltmedizin und Krankenhaushygiene

Verantwortlich: Prof. Dr. Klaus Kümmerer

Bearbeitung: Prof. Dr. Klaus Kümmerer, Dr. Engelbert Schramm (ISOE)

Zentrale Veröffentlichungen:

Kümmerer, K. (2007): Sustainable from the very beginning: rational design of molecules by life cycle engineering as an important approach for green pharmacy and green chemistry. *Green Chem.*, 2007, 9, 899–907

Kümmerer, K. (2008): Strategies for the Reduction of the Input of Pharmaceuticals into the Environment. In: Kümmerer, K. (Hg.): *Pharmaceuticals in the Environment*. Springer, Heidelberg, New York (dritte überarbeitete und erweiterte Ausgabe)

Kümmerer, K., Schramm, E. (2008): *Arzneimittelentwicklung: Die Reduzierung von Gewässerbelastungen durch gezieltes Moleküldesign*. UWSF – Z Umweltchem Ökotox (angenommen für Oktober 2008)

Die Strategieentwicklung im Handlungsfeld „Arzneimittelentwicklung“ ging von der Hypothese aus, dass Wirkstoffe so verändert werden können, dass sie bei gleich guten oder sogar besseren Anwendungseigenschaften besser in der Umwelt eliminiert d.h. im Idealfall vollständig mineralisiert werden können. Es hat sich in der Recherche zu den Arbeitspapieren gezeigt, dass unter diesem Blickwinkel betrachtet bereits auf dem Markt befindliche Wirkstoffe in Kläranlagen sehr gut und fast vollständig abbaubar sind. So ist z.B. Valproinsäure, ein Antiepileptikum, das seit 40 Jahren in Deutschland auf dem Markt ist (69 t Jahresverbrauch im Jahr 2006) sehr gut biologisch abbaubar. Eine Reihe weiterer Beispiele konnten gefunden werden, die die prinzipielle Machbarkeit des Ansatzes demonstrieren.

Das Konzept konnte im Rahmen der Projektbearbeitung detailliert ausgearbeitet und dargestellt werden. Dies betrifft neben stoffbezogenen und forschungsmethodischen Aspekten vor allem eine Identifizierung und halbquantitative Beschreibung der zur Förderung dieses Ansatzes notwendigen Rahmenbedingungen: Die jeweils zuständigen/notwendigen Akteure wurden identifiziert. Notwendige Maßnahmen sowie notwendige finanzielle, forschungspolitische, hochschulpolitische, ökonomische und legislative Maßnahmen wurden ausgearbeitet.

Neben der Bestätigung der Machbarkeit resultierte aus den Gesprächen mit unterschiedlichen Akteuren und Praxispartnern das Ergebnis, dass der Ansatz auf Interesse stößt und dass er, wie im strategischen Ansatz unterstellt, langfristig zur Reduktion des Eintrags von Arzneimitteln in die Umwelt und damit zur Reduktion des damit verbundenen systemischen Risikos beitragen kann. Es zeigte sich, dass der Ansatz nicht nur für Arzneimittel, sondern weit darüber hinaus für alle Chemikalien, die in die Umwelt gelangen, anwendbar und von großem Interesse ist. In diesem Kontext präzisiert und ergänzt er im Diskussionsfeld „Nachhaltige Chemie“ wichtige Aspekte zum Themenbereich „Nachhaltige Produkte/Nachhaltige Chemikalien“.

Durch die Diskussionen im Rahmen des *start*-Praxisdialogs wurde der Ansatz nicht nur inhaltlich durch die Praxispartner geprüft. Die Diskussionen führten auch zu einer weiteren Verbreitung des Ansatzes in Fachkreisen und bei den Arzneimittelherstellern. Dazu trugen auch verschiedene Veröffentlichungen in Fachzeitschriften und Vorträge auf nationalen und internatio-

nenalen Veranstaltungen bei, die den strategischen Ansatz im Handlungsfeld „Arzneimittelentwicklung“ alleine als Gegenstand hatten oder als Teil im Zusammenhang mit dem Thema „Arzneimittel in der aquatischen Umwelt“. Insgesamt führten die Arbeiten dazu, den Strategieansatz in die internationale Fachdiskussion über Möglichkeiten zur Reduktion des Eintrags von Arzneimitteln in die aquatische Umwelt einzuführen und so zu verankern, dass er zwischenzeitlich breiter in diesem Kontext diskutiert wird. Der voraussichtliche Nutzen diesen Aktivitäten besteht in mehreren Aspekten:

1. Der Ansatz, Arzneimittelwirkstoffe umweltverträglicher zu gestalten, konnte einem breiteren Fachpublikum zugänglich gemacht werden;
2. Dies wird unter anderem dazu beitragen, dass die mit dem gesamten Lebensweg von Arzneimittelwirkstoffen und Chemikalien verbundenen Umweltbelastungen betrachtet werden – nicht nur die, die nach der Anwendung entstehen;
3. es wurde die Einsicht vermittelt, dass Moleküle gezielt gestaltbar sind, nicht nur was Anwendungseigenschaften betrifft, sondern alle Eigenschaften entlang des Lebenswegs; daraus resultiert ein breiteres Verständnis der Funktionalität eines Arzneimittelwirkstoffs und anderer chemischer Stoffe;
4. insgesamt wird der Ansatz daher zu einer Reduktion der Umweltbelastung durch Arzneimittelwirkstoffe oder andere chemische Stoffe direkt an der Quelle beitragen.

Nicht zuletzt infolge einer Veröffentlichung zum Thema in einer internationalen Fachzeitschrift (Kümmerer 2007)) wurde der Bearbeiter dieses Strategieansatzes zu einem Workshop über „Safer Chemicals“ an die Yale University (New Haven, CT, USA) eingeladen. Dort zeigte sich, dass die themenbezogenen eigenen Arbeiten im Vergleich zu den Arbeiten in den USA methodisch und bzgl. der theoretischen Durchdringung des Konzepts weiter vorangeschritten sind.

Der Stand der Arbeiten zur Umsetzung des Konzepts bei den forschenden Arzneimittelherstellern kann derzeit nicht exakt eingeschätzt werden. Bei verschiedenen Anlässen, nicht zuletzt beim *start*-Praxisdialog, der *start*-Abschlusskonferenz und einem Workshop des EU-Projekts „KNAPPE“ (vgl. Abschnitt II.2.) wurde jedoch deutlich, dass einige der Unternehmen den Ansatz schon verfolgen oder bald verfolgen werden, wohingegen andere eher abwarten oder auf absehbare Zeit aus unterschiedlichen Gründen wohl nicht verfolgen wollen.

II.1.4. Multikriterielle Bewertung und Folgenabschätzung

Ausführende Stelle: Institut für sozial-ökologische Forschung (ISOE)

Verantwortlich: Dr. Florian Keil

Bearbeitung: Jutta Deffner, Dr. Florian Keil, Dr. Engelbert Schramm, Dr. Konrad Götz

Recherche und Bereitstellung von Daten: Goethe-Universität Frankfurt am Main (Institut für Atmosphäre und Umwelt, Institut für Ökologie, Evolution und Diversität), Universitätsklinikum Freiburg (Institut für Umweltmedizin und Krankenhaushygiene)

Zentrale Veröffentlichung:

Deffner, J., Keil, F., Lux, A., Schramm, E.: Multikriterielle Bewertung und Folgenabschätzung von Handlungsstrategien zur Reduktion des Eintrags von Arzneimittelwirkstoffen in den Wasserkreislauf. IOSE Diskussionspapiere. Institut für sozial-ökologische Forschung ISOE, Frankfurt am Main (*Erscheinungsdatum voraussichtlich Herbst 2008*)

Die Ergebnisse von multikriterieller Bewertung und Folgenabschätzung sind ausführlich in den Anlagen 1 und 2 dargestellt. Es wird angestrebt, beide Ergebnisse zusammen als ein Beitrag in der Reihe der IOSE-Diskussionspapiere im Herbst 2008 zu veröffentlichen.

II.1.5. *Ökonomische Aspekte*

Ausführende Stelle: Institut für sozial-ökologische Forschung (ISOE)

Verantwortlich: Dr. Florian Keil

Bearbeitung: Dr. Alexandra Lux

Mit dem Ziel des Projektes, den Übergang von einer Problem- hin zur Lösungsperspektive in den Mittelpunkt zu stellen, sind ökonomische Betrachtungen wichtig, doch ist ihre Position sorgfältig zu bestimmen. Es wurde eine integrierte Vorgehensweise im Projektansatz verfolgt, in denen auch ökonomische Expertise notwendig ist. Dabei wurden entlang des Lebenszyklus pharmazeutischer Wirkstoffe in unterschiedlicher Weise ökonomische Kompetenzen mit pharmazeutischen, ökologischen, ingenieurstechnischen, modellierungstheoretischen, sozial-empirischen und risikosoziologischen Kompetenzen verbunden. Grund für dieses Vorgehen ist, die Vermeidung einer Leitdisziplin innerhalb des sozial-ökologisch angelegten Projektes einerseits und die Reflexion der Besonderheiten systemischer Risiken andererseits. Letzteres bedingt, dass eine Vielzahl von Akteuren mit heterogenen Problemsichten, Lösungsvorstellungen, Interessen und Rationalitäten auf das Problemfeld einwirken. Ein (ökonomisch präformierender) Bewertungsmaßstab, der diese Unterschiedlichkeiten vernachlässigt, muss an dieser Stelle zur kurz greifen (vgl. ähnlich Gamper/Turcanu 2007, Bouma et al. 2000). Aus diesem Grund wurde in den empirischen Erhebungen wie auch in der Entwicklung der multikriteriellen Bewertung und der Auseinandersetzung mit dem Begriff ‚Systemisches Risiko‘ ökonomische Perspektiven entwickelt, die aber nur integriert mit den weiteren relevanten (disziplinären und fachlichen) Aspekten interpretiert werden können. Im Folgenden werden die zentralen Ergebnisse des Projekts mit ökonomischer Relevanz zusammengefasst.

Beitrag zur Kriterienentwicklung im Rahmen der multikriteriellen Bewertung

Zur Bestimmung der Kosten der entwickelten Strategieansätze (STA) in den drei Handlungsfeldern wurde ein einfach (auch von Nicht-Ökonomen) zu handhabender Rahmen entwickelt, der auf einer vereinfachten Kostenvergleichsrechnung basiert: Im Grundsatz werden die Investitionen und laufenden Kosten eines jeden STA integriert bewertet. Da die STA einen unterschiedlichen Zeithorizont haben, sind kalkulatorische Abschreibungen (repräsentieren die Annuität der Anschaffungskosten) und kalkulatorische Zinsen (repräsentieren das Ausfall- und Zinsrisiko des STA) anzusetzen. Die Annuitäten werden auf Basis des an anderer Stelle in der multikriteriellen Bewertung abgeschätzten Zeithorizonts bestimmt. Aufgabe im Rahmen der multikriteriellen Bewertung war es, zum einen die Anschaffungskosten zu bestimmen, d.h. alle zur Implementierung einmal notwendigen Ausgaben und Kosten (z.B. Investitionen in Baumaßnahmen, Geräte, Anfangsausstattung, einmalige Schulungen, befristete Einstellungen zur Initiierung von Maßnahmen etc.). Zum anderen mussten die jährlich (wiederkehrenden) laufenden Kosten zur Umsetzung von Maßnahmen innerhalb der STA abgeschätzt werden; hierbei wurden zu erwartende Einnahmen als Kosten reduzierend berücksichtigt. Es wurde dieser vereinfachte Ansatz der Kostenvergleichsrechnung gewählt, da aufgrund der zum Teil weit in die Zukunft gerichteten STA zum Teil für die detaillierte Bestimmung der Kosten, ihre zeitliche Verteilung und ihre

Verteilung auf unterschiedliche Akteure aufgrund fehlender Datengrundlagen nicht möglich war. So liegen für einige der in den STA vorgeschlagenen Maßnahmen bislang nur Piloterfahrungen vor oder es mussten vergleichbare Ansätze für Analogien gefunden werden. Eine umfassendere Kostenbewertung hätte die Validität der Daten weit mehr in Frage gestellt als das Vorgehen im Projekt.

Ausgehend von der Überlegung, welche Anreize über alle Akteursgruppen hinweg für die Umsetzung der einzelnen STA wirksam sind, wurde das Kriterium *Innovation* in die multikriterielle Bewertung aufgenommen. Dazu wurde zunächst eine umfassende Analyse bestehender innovationstheoretischer und -ökonomischer Ansätze vorgenommen. Es wurden allgemeine Definitionen von Innovation technischen, sozialen, soziologischen und prozessbezogenen Ansätzen gegenübergestellt (vgl. Überblick bei Braun-Thürmann 2005, Sartorius 2006 und Zapf 1989, sowie OECD 2005, Dosi 2000, Schumpeter 1997 [1934]). Vor diesem Hintergrund und der Zielorientierung des Projektes wurde der von Minsch et al. (1996) eingebrachte Ansatz ‚Ökologische Innovationen‘ für das Kriterium ‚Innovation‘ im Projekt operationalisiert. Dieses bildet ab, in welchem Maß das jeweils spezifische Innovationspotenzial durch den Strategieansatz ausgeschöpft werden kann.⁴ Auf diese Weise wurde auch an die bestehenden Anstrengungen der Bundesregierung zur Innovationsförderung im Rahmen der Hightech-Strategie und einer ökologischen Industriepolitik Rechnung getragen (vgl. Edler et al. 2007, Hertin et al. 2008).

Es wurde dabei Rückgriff auf die von Minsch et al. (1996) definierten vier Innovationstypen genommen: Prozessinnovationen, Produktinnovationen, Funktionsinnovationen und bedürfnisorientierte Innovationen. Diese wurde für die multikriterielle Bewertung im Bereich Innovationen aufbereitet und in insgesamt sieben Innovationsfelder unterteilt, so dass eine ökologisch-ökonomische Bewertung möglich wurde. Die hierarchische Ordnung dieser Felder ergibt sich zum einen aus den Vorarbeiten von Minsch et al. (1996), aber auch aus dem Abgleich mit der Zielstellung des Projektes: Inwiefern ist das im STA entworfene Maßnahmenbündel geeignet, ökologische *und* ökonomische Optimierungen über den bestehenden state of the art hinaus zu verwirklichen? Wie weit werden in der Strategie Elemente ‚radikaler Innovationen‘ zum Erreichen der Zielstellung, Reduzierung der Wirkstoffeinträge in den Wasserhaushalt, aufgenommen? Die einzelnen STA wurden in die folgende Matrix einsortiert entsprechend eines vorgegebenen Schlüssels bepunktet:

I. Abfallreduktion (1 Punkt)

- Reduzierung des Abfallaufkommens.

II. Emissionsreduzierung (1 Punkt)

- Reduzierung von CO₂-Ausstoß

III. Kostenreduktion (1 Punkt)

- signifikante Kostenreduzierung bzw. Preisreduktion für das Produkt gegenüber dem Status Quo (wird billiger wegen höherer Nachfrage)

⁴ Dabei werden nur Marktinnovationen betrachtet, d.h. Innovationen die für einen Akteur, ein innovierendes Unternehmen, neu sind, aber in der Branche bereits breite Umsetzung erfahren bleiben unberücksichtigt.

IV. Prozessoptimierung (2 Punkte)

- Prozessinnovation, d.h. Reduzierung der Umwelteinflüsse und Maximierung der Wirtschaftlichkeit bestehender Herstellungsprozesse bzw. Steigerung der Ökoeffizienz im Produktionsprozess (wobei das Produkt unverändert bleibt);
- Orientierung der Innovation an der bestehenden Prozesslogik.

V. Produktoptimierung (4 Punkte)

- Produktinnovation, d.h. Reduzierung der Umwelteinflüsse und Maximierung der Wirtschaftlichkeit eines bestehenden Produktes über seinen ganzen Lebenszyklus hinweg (Steigerung der Öko-Effizienz des Produktes bei Herstellung und Nutzung/Konsum);
- Orientierung der Innovation an der bestehenden Prozesslogik.

VI. Veränderung der Realisierung des Produktnutzens (6 Punkte)

- Funktionsinnovation, d.h. Befriedigung der Bedürfnisse von Kunden, Endverbrauchern, und Patienten in ökologisch und ökonomisch optimierter Weise;
- Umfasst vor allem die Einführung neuer, bislang nicht angewandter Produktionsprozesse und/oder Produkte, die zum Ziel ‚Reduzierung von Stoffeinträgen in den Wasserkreislauf‘ beitragen;
- Orientierung der Innovation am bestehenden Bedarf.

VII. Einflussnahme auf Bedarfsmuster (8 Punkte)

- bedürfnisorientierte Innovation, die pro-aktiv auf die Bedürfnisse und Nachfrage der Kunden, Endverbraucher und Patienten Einfluss nimmt und auf diese Weise zum Ziel ‚Reduzierung von Stoffeinträgen in den Wasserkreislauf‘ beiträgt;
- Orientierung der Innovation an der Veränderung von Bedarfs- und Nachfragemustern.

Diese beiden explizit ökonomisch orientierten Bewertungsdimensionen waren neben der multikriteriellen Bewertung auch Basis für die Abschätzung der wirtschaftlichen Folgen im Rahmen der Folgenabschätzung für die drei STA. Zum Ergebnis der multikriteriellen Bewertung siehe Anlage 1. Doch auch die Online-Befragung im Rahmen der multikriteriellen Bewertung der STA hat Hinweise auf im weitesten Sinne ökonomische Überlegungen der Akteure bei (verminderter) Umsetzungsbereitschaft gezeigt.

Desiderat, insbesondere aus den innovationstheoretischen Überlegungen, die zur Kriterienbildung beigetragen haben ist, inwiefern diese Innovationstypen von den einzelnen Akteuren als Anreizsystem wahrgenommen werden. Die Diskussionen zur multikriteriellen Bewertung im Expertengremium hat hierzu zwar aufgezeigt, dass Innovationen einen Anreiz darstellen, offen bleiben muss aber, welche Formen von Innovationen hierbei in den Sektoren Wasserwirtschaft (Abwasser, Wasser), Pharmaindustrie (Forschung, Herstellung, Vertrieb) und Gesundheit (Ärzte, Pharmazeuten/Apotheker, Krankenkasse) von besonderer Bedeutung sind. Dies könnte dann auch im Verhältnis zu Ansätzen der Corporate Social Responsibility untersucht werden. Dies wäre insbesondere mit der theoretisch-konzeptionellen Arbeit zum Begriff ‚systemisches Risiko‘ und der darin reflektierten wirtschaftlichen Bedeutung des Konzepts zu verbinden.

Doch lassen sich auch in weiteren Arbeitspaketen des Projektes Hinweise mit ökonomischer Relevanz finden. Insbesondere zu nennen sind hierbei die empirischen Erhebungen bei einzelnen Akteuren und Akteursgruppen. Besonders hervorzuheben ist hierbei die qualitative Beschreibung von Nutzenerwägungen und Aufwendungen im Rahmen der Akteursmodellierung (Abschnitt II.1.6.), der Erhebung von Nachfragemustern in der Bevölkerung im Rahmen der Busbefragung (Abschnitt II.1.1.), der Interviews und Gruppendiskussionen mit Ärzten und Apothekern (Abschnitt II.1.1.) sowie den qualitativen Befragungen in der Bevölkerung zur Risikowahrnehmung (Abschnitt II.1.1.). Es lässt sich feststellen, dass hierbei zum Teil sehr differenziert auf die ökonomischen Funktionen innerhalb der systemischen Risiken eingegangen wurde. Diese ausschnitthaften Ergebnisstellungen sollen dies bebildern:

- Die Beschreibungen der Ärzte des Kostendrucks innerhalb des Gesundheitssystems, der verdeutlicht, dass Zielallianzen aufgrund ökonomischer Rahmenbedingungen notwendig sind
- Die von den Apothekern wahrgenommene Reduzierung ihrer Rolle auf die der Verkäufer (im Gegensatz zu ihrer Selbstwahrnehmung als Sachverständige in Beratung und Entsorgung), so dass sie ihre Funktion in der Wertschöpfungskette kaum ausfüllen können.
- Die Bereitschaft der Bürgerinnen und Bürger, die mit Besorgnis auf das diskutierte systemische Risiko blickt, erhöhte Kosten für Maßnahmen im Bereich der Abwasserreinigung zu tragen.
- Die Verschiebung von Zuständigkeiten zwischen den fokussierten Akteursgruppen, letztlich auch aus Kostengründen im eigenen Unternehmen/Sektor.

Referenzen

- Bouma, J.A., Brouwer, R., Ek, R. van (2000): The use of integrated assessment methods in river basin management: a comparison of cost benefit and multi criteria analysis. Paper presented at the European Society of Ecological Economics (ESEE) conference 3-6 may 2000 in Vienna/Austria.
- Braun-Thürmann, H. (2005): Innovation. Bielefeld: Transcript
- Dosi, G. (2000): Innovation, organization and economic dynamics. Selected Essays. Cheltenham u.a.: Elgar
- Edler, D., Blazejczak, J., Walz, R., Ostertag, K., Eichhammer, W., Angerer, G., Sartorius, C. Doll, C., Büchele, R., Henzelmann, T., Zelt, T. (2007): Umweltpolitische Innovations- und Wachstumsmärkte aus Sicht der Unternehmen. unter Mitarbeit von Knut Blind, Manuel Strauch und Rainer Frietsch. Umwelt, Innovation, Beschäftigung, Heft 02/07. Dessau/Berlin: UBA/BMU
- Gamper, C.D., Turcanu, C. (2007): On the governmental use of multi-criteria analysis. In: Ecological Economics Vol. 62, 298-307
- Hertin, J., Jacob, K., Kahenborn, W. (2008): Umwelt und Innovation - Eine Evaluation von EU-Strategien und Politiken. Umwelt, Innovation, Beschäftigung, Heft 01/08. Dessau/Berlin: UBA/BMU
- OECD – Organisation for Economic Co-operation and Development/Eurostat – Statistical Office of the European Communities (2005): Oslo Manual. Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data. 3. Auflage. Paris (F): OECD
- Sartorius, C. (2006): Second-order sustainability – conditions for the development of sustainable innovations in a dynamic environment. In: Ecological Economics, Vol. 58, 268-286
- Schumpeter, J. (1997 [1934]): Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung. Eine Untersuchung über Unternehmerrgewinn, Kapital, Kredit, Zins und den Konjunkturzyklus. 9. Auflage (unveränderter Nachdruck der 1934 erschienenen 4. Auflage). Berlin: Duncker und Humblot
- Zapf, W. (1989): Über Soziale Innovationen. In: Soziale Welt, Vol. 40, Nr. 1/2, 170-183

II.1.6. Akteursmodellierung

Ausführende Stelle: Goethe-Universität Frankfurt am Main, Institut für Physische Geographie

Verantwortlich: Prof. Dr. Petra Döll

Bearbeitung: Prof. Dr. Petra Döll, Dr. Alexandra Titz

Zentrale Veröffentlichung:

Döll, P., Titz, A.: Actor Modelling and its Contribution to the Development of Risk Management Strategies. Social Sciences & Medicine (*eingereicht*)

Im Rahmen der formalisierten Akteursanalyse wurde die softwarebasierte Methode der Dynamic Actor Network Analysis (DANA) im Austausch mit dem Begründer der Methode (Prof. Dr. Pieter Bots, TU Delft, Niederlande) weiterentwickelt. Bisher konnte mit DANA lediglich dargestellt werden, welchen Einfluss die Handlungen einzelner Akteure auf problemrelevante Faktoren haben und wie sich das Zusammenwirken der Akteure im Akteursnetzwerk unter unterschiedlichen Handlungsbedingungen Einzelner auf die Erreichung eines gegebenen Ziels auswirkt. Mit der Weiterentwicklung der Methode ist es nun möglich, eine zeitliche Dimension abzubilden: Änderungen in den Handlungsmöglichkeiten einzelner Akteure als Folge von zukünftigen Entwicklungen handlungsrelevanter Aspekte wie Verbraucherverhalten oder Regulierung und ihre Rückwirkungen auf den Grad der Zielerreichung können in Form von Zukunftsszenarien beschrieben werden. Diese neue Analysedimension wird genutzt, um eine integrative Handlungsstrategie zu formulieren, die möglichst robust gegenüber unterschiedlichen zukünftigen Entwicklungen ist.

Ergebnisse der Akteursmodellierung

Voraussetzung für eine gemeinsame Risikovorsorge und die Umsetzung einer integrierten Handlungsstrategie im Problemfeld „Arzneimittelwirkstoffe im Trinkwasser“ ist die Kooperation zahlreicher Akteure. Im Rahmen der in *start* durchgeführten Akteursmodellierung wurden die Problemwahrnehmungen von Akteuren, die einen Einfluss auf den Eintrag von Arzneimittelwirkstoffen in den Wasserkreislauf haben, erfasst und analysiert. Ziel der Akteursmodellierung ist es, durch die Erfassung und Analyse der akteursspezifischen Problemwahrnehmungen die Entwicklung einer integrierten Handlungsstrategie zu unterstützen, die gleichermaßen Ziele und Handlungsoptionen der relevanten Akteure berücksichtigt.

Als relevante Akteure wurden Apotheker, Arzneimittelhersteller, Arzt, Kläranlagenbetreiber, Krankenkassen, das Bundesministerium für Gesundheit (BMG) und untergeordnete Behörden sowie Wasserwerke identifiziert. Mithilfe von partizipativer Modellbildung und leitfadengestützten Interviews mit Personen aus dem genannten Akteurskreis, die auf Empfehlung von Mitgliedern des *start*-Praxisdialogpartner (vgl. Abschnitt II.1.8.) ausgewählt wurden, wurden die akteurspezifischen Problemsichten erhoben. Bei der partizipativen Modellbildung haben ein bis drei TeilnehmerInnen stellvertretend für ihre Akteursgruppe gemeinsam ein Diagramm erstellt, das ihre Problemwahrnehmung im Kontext „Arzneimittelwirkstoffe im Trinkwasser“ darstellt, indem sie ihre Ziele mit Einflussfaktoren und möglichen Handlungen kausal verknüpft

haben. Anschließend wurde dieses Diagramm mit der Software DANA in Form von Wahrnehmungsgraphen für jeden Akteur formal abgebildet. Anschließend wurden die Wahrnehmungsgraphen der oben genannten Akteure mit DANA analysiert, um die jeweils beste Handlungsstrategie der einzelnen Akteure, die mit möglichst geringem Aufwand zur Zielerreichung führt, zu identifizieren. Durch die vergleichende Analyse der Problemwahrnehmungen aller betrachteten Akteure wurden im Folgenden Unterschiede und Gemeinsamkeiten in den Problemwahrnehmungen ermittelt.

Darüber hinaus wurde ein so genanntes *Gesamtakeursmodell* erstellt, das sowohl Elemente der Wahrnehmungsgraphen der Akteure als auch Elemente aus den *start*-Strategieansätzen enthält und das das Problemfeld aus Sicht der Analytistin widerspiegelt. Unter Berücksichtigung des übergeordneten Ziels „*Vorkommen von Arzneimittelwirkstoffen im Wasserkreislauf vermindern*“ sowie der Handlungsoptionen aller Akteure und der Maßnahmen aus den *start*-Strategieansätzen (vgl. Abschnitt II.1.3.) wurde für dieses Modell eine optimale Handlungsstrategie ermittelt, die mit möglichst geringem Aufwand für die handelnden Akteure zur Zielerreichung führt. Die Akteure Arzt, Arzneimittelhersteller, BMG und untergeordnete Behörden sowie Wasserwerke sehen sich als autonome Akteure, die durch eigenes Handeln einen Einfluss auf das Problemfeld „Arzneimittelwirkstoffe im Trinkwasser“ ausüben können. Demgegenüber können die Akteure Apotheker, Kläranlagenbetreiber und Krankenkasse unter den gegenwärtigen Rahmenbedingungen nicht autonom handeln, sie sind (ihrer Wahrnehmung nach) von Akteuren wie dem Gesetzgeber, Behörden oder aber Arzneimittelagenturen abhängig. Der „Bürger“ als Arzneimittel- und Trinkwasserkonsument kommt nur in der Wahrnehmung des Akteurs Wasserwerke als autonom handelnder Akteur vor.

Der Vergleich der einzelnen Akteurswahrnehmungen untereinander hat keine starken Diskrepanzen offenbart. Das Ziel einer Verringerung des Vorkommens von Arzneimittelwirkstoffen im Wasserkreislauf wird vom Großteil der Akteure geteilt. Es kann davon ausgegangen werden, dass insgesamt eine Verbesserung der Problematik gewünscht und eine integrierte Handlungsstrategie mitgetragen wird, auch wenn von einzelnen Akteuren nicht explizit eine Verminderung des Vorkommens von Arzneimittelwirkstoffen im Wasserkreislauf, sondern beispielsweise eine Verringerung der Wirkstoffkonzentration im Trinkwasser oder ein guter chemischer und ökologischer Gewässerzustand angestrebt wird. Bereiche, die neben den Umwelteigenschaften von Arzneimitteln die Verordnungspraktiken sowie das Gebrauchs- und Entsorgungsverhalten betreffen, werden von zahlreichen Akteuren als wirksame Ansatzpunkte für eine Risikomanagementstrategie gesehen. Die größten Chancen, die Problematik „Arzneimittelwirkstoffe im Trinkwasser“ wirksam zu beeinflussen, sehen die meisten Akteure in den Bereichen Arzneimitteleinsatz und Wirkstoffentwicklung. Allerdings sieht der Akteur Arzneimittelhersteller die Entwicklung umweltfreundlicher Arzneimittel nicht als geeignetes Instrument, um einen Beitrag zur Problemlösung zu leisten. Er geht davon aus, dass eine Verbesserung der Therapiestrategie zur Entwicklung hochaktiver Wirkstoffe und damit zu geringeren Wirkstoffemissionen führen wird. Hingegen wird die Entwicklung umweltfreundlicher Arzneimittelwirkstoffe, z.B. angetrieben durch eine stärkere Berücksichtigung von Umwelteigenschaften bei der Arzneimittelzulassung, von zahlreichen Akteuren als wichtig für die Erreichung des übergeordneten Ziels bewertet.

Die Schaffung eines einheitlichen Entsorgungsstandards, die Einführung der Gesundheitskarte, die verstärkte Möglichkeit der Verordnung nicht-medikamentöser Therapien sowie höhere Zahlungen zu Arzneimitteln werden von vielen Akteuren begrüßt. Hier kann mit einer großen Umsetzungsbereitschaft der durch den Verhaltensansatz angesprochenen Akteure Arzt, Krankenkasse oder BMG und untergeordnete Behörden gerechnet werden. Diese Akteure erachten die Handlungsoptionen in diesem Bereich sowohl für eine Verringerung des Vorkommens von Arzneimittelwirkstoffen im Wasserkreislauf als auch für die Erreichung eigener Ziele als wirksam. Für das Handlungsfeld Technik werden von einigen Akteuren beispielsweise die Implementierung einer vierten Klärstufe oder die Nachrüstung von Anlagen zur Trinkwasseraufbereitung genannt, einer Umsetzung stehen die Akteure Kläranlagenbetreiber und Wasserwerke jedoch ablehnend gegenüber. Während die separate Erfassung von Abwasser-Teilströmen von keinem der Akteure genannt wurde, wird die separate Erfassung und Behandlung von Abwässern aus Punktquellen wie z.B. Krankenhäusern von einigen Akteuren als wichtig und wirksam erachtet.

Die Ermittlung der optimalen Handlungsstrategie für das Gesamtakteursmodell verdeutlicht, dass für die Zielerreichung eine gemeinsame Risikovorsorge verschiedener Akteure aus unterschiedlichen Handlungsfeldern erforderlich ist. Dabei ist es nicht notwendig, alle im Modell enthaltenen Handlungsoptionen umzusetzen. Einige bereits implementierte Maßnahmen müssten im Vergleich zu heute dagegen mit mehr Nachdruck umgesetzt werden. Die ermittelte optimale Handlungsstrategie für das Gesamtakteursmodell, das Handlungsoptionen aus allen drei Handlungsfeldern berücksichtigt, wäre für die angesprochenen Akteure mit einem geringen Aufwand (im Sinne einer Änderung der gegenwärtigen Handlungsweise) verbunden. Diese Hinweise könnten die Bereitschaft der Akteure erhöhen, eine noch zu entwickelnde, integrierte Handlungsstrategie mitzutragen und in der Praxis umzusetzen.

Die vollständigen Ergebnisse der Akteursmodellierung sind in Anlage 3 dargestellt.

II.1.7. Risikokommunikation

Ausführende Stelle: Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS), Forschungszentrum Karlsruhe

Verantwortlich: Gotthard Bechmann

Bearbeitung: Gotthard Bechmann, Dr. Christian Büscher

Externe Kooperation: Andreas Bernstorff, Bernstorff Campaigning

Zentrale Veröffentlichungen:

Bechmann, G. (2006): The uncertainties of risk communication in knowledge society In: Soares, G. C. Zio, E. (eds.): Safety and reliability for managing risk. London, Leiden, New York, Philadelphia, Singapore: Taylor & Francis, Volume 2, pp. 1249-1255

Bechmann, G. (2007): Die Beschreibung der Zukunft als Change oder als Risiko? – TA zwischen Innovation und Prävention. In: Technikfolgenabschätzung Theorie und Praxis, Vol. 16, Nr. 2, 34-45

Bechmann, G., Büscher, Ch. (Hg.), (2008): Risikokommunikation unter dem Vorsorgeprinzip – Konzepte und Erfahrungen einer paradoxen Form öffentlicher Intervention und Aufklärung. Berlin, Sigma-Verlag (*Erscheinungsdatum: voraussichtlich Ende 2008*)

Ziele der Risikokommunikation

Das Konzept der Risikokommunikation hat sich aus den früheren Arbeiten zur Risikoperzeption entwickelt. Nach jahrelanger Forschung zur Risikowahrnehmung hat man erkannt, dass das einfache Modell der Risikoperzeption den Blick auf die soziale Interaktion und Kontexte, die die gesellschaftliche Risikokommunikation bestimmen, verstellte und weitgehend ausgeblendet hat. Die Forschung zur Risikowahrnehmung konnte lediglich zeigen, dass es in der Wahrnehmung und Bewertung von Risiken zwischen Laien und Experten nicht aufzulösende Diskrepanzen gibt und dass es in der Gesellschaft keinen Konsens über ein einheitlichen Risikobegriff und kein allgemeines akzeptiertes Maß der Risikoakzeptanz vorliegt. Daraufhin setzte man die Hoffnung, diesen Konflikt durch Kommunikation auszugleichen oder doch abschwächen zu können. Die Forschung zur Risikokommunikation hat nun selbst vier Ziele für die Risikokommunikation entwickelt. Sie soll folgendes leisten:

- Risikokommunikation als Aufklärung: die Experten-Laien Kontroverse: Hier soll versucht werden die Diskrepanz zwischen der Alltagswahrnehmung der Risiken und der „rationalen Kalkulation“ der Experten, die versuchen Risiken mit Hilfe der Wahrscheinlichkeitstheorie die möglichen Folgen einer Entscheidung im Schema nützlich/schädlich einem Kalkül zu unterziehen, um so eine Extension rationalen Handelns in die Zukunft zu ermöglichen.
- Risikokommunikation als Verfahren: Legitimationsbeschaffung: Hier wird der Versuch gemacht, durch aktorenspezifische Kommunikation, die Entscheidungen der Politik, Regierungsbehörden oder auch Innovationsentscheidungen insgesamt als rational gerechtfertigt und im Sinne des Gemeinwohls darzustellen (Win-Win-Entscheidungen; Ethik).
- Risikokommunikation als Erziehung zur Mündigkeit: Das Beteiligungskonzept: Hier zielt die Risikokommunikation darauf, entweder vor Risiken zu warnen oder zu entwarnen. In beiden Fällen geht es um die Kommunikation von wahrem Wissen. Im Fall der Warnung soll

Die künftigen Gefahren durch Wissen gemindert werden, im Fall der Entwarnung sollen unangemessene Besorgnisse und Ängste reduziert werden.

- Verständigung über Risiken und Gefahren: der gesellschaftliche Konflikt um die Zukunft: Gleich welche Ziele der Risikokommunikation versucht wird zu erreichen, geht es immer entweder um die Legitimation von Entscheidungen und denen damit verbundenen möglichen Folgen (Akzeptanz) oder um die Warnung (Vorsorge) vor künftigen Folgen von Entscheidungen. In beiden Fällen wird Risikokommunikation instrumental verstanden, als ob es sich hier um die richtige Übertragung von „objektiven“ Wissen (Informationen) handelt, die nur sachgerecht mitzuteilen seien. Diesem Verständnis von Risikokommunikation liegen Grundannahmen über den Risiko, Kommunikation und Wissen zu Grunde, die im Lichte der neuen Forschung revidiert werden müssen.

Theoretische Revisionen der Risikokommunikation

Nach wie vor ist der Risikobegriff umstritten und wird als ein „Maß“ begriffen, dass man versucht in die Form eines Kalküls zu bringen, das an Hand der Risikoformel $R = W \times S$ formalisiert werden kann. Ganzgleich wie man diese Formel versucht zu erweitern, z.B. S dimensional zu bestimmen, das Paradigma des Risikoverständnis bleibt: die Form des Kalküls. Fragt man aber, was diese Bestimmung voraussetzt, so kann man sehen, dass im Wort Risiko eine Mehrheit von Unterscheidungen auf einen Begriff gebracht worden ist. Man könnte auch sagen, dass Risiko ein Begriff ist, der die Kopplung mehrfacher kontingenter Entscheidungen als Einheit fassen will, dabei aber verschiedenen Beobachtern verschiedene Perspektiven bieten kann. Einerseits kann es zu einem künftigen Schaden kommen – oder auch nicht. Von der Gegenwart aus gesehen ist die Zukunft unsicher, während jetzt schon feststeht, dass die künftigen Gegenwarten in erwünschter oder nicht erwünschter Hinsicht bestimmt sein werden. Nur kann man jetzt noch nicht wissen wie.

Andererseits, und zusätzlich, hängt das, was künftig geschehen kann, auch noch von der gegenwärtig zu treffenden Entscheidung ab. Denn von Risiko spricht man nur, wenn eine Entscheidung ausgemacht werden kann, ohne die es nicht zu dem Schaden kommen könnte. Kern des Risikobegriffs ist die Logik der Kontingenz: der kontingente Schaden wird selbst, also vermeidbar, durch Entscheidung verursacht. Entscheidend dabei ist, dass zwei zeitliche Kontingenzen, Ereignis (Entscheidung) und Schaden), als Kontingenzen (und nicht als Tatsachen) fest gekoppelt werden.

Risiko selbst ist eine höchst voraussetzungsreiche Kommunikationsform. Risiko ist die Aufforderung zur gegenwärtigen Bestimmung einer unbekanntem Zukunft. Da das, was künftig geschehen kann, von gegenwärtig zu treffenden Entscheidungen abhängt, kommt es zu einem „hochstufigen Kontingenzarrangement“ (Luhmann): die Möglichkeit eines Schadens wird selbst kontingent, also vermeidbar, erzeugt. Risikoentscheidungen sind insofern paradox, als sie das Unbekannte mit ins Kalkül einbeziehen wollen. Es sollen im Prinzip unentscheidbare Angelegenheiten entschieden werden. Von gesellschaftlicher Risikokommunikation sprechen wir immer dann, wenn diese Konstruktion zur Prozessierung von Zukunft und Nichtwissen in Entscheidungssituationen angewandt wird, die sich auf zukünftige Zustände beziehen, aber in der Gegenwart schon Entscheidungen fordern.

Vom Wahrnehmungsbegriff zum Kommunikationsbegriff

Nach wie vor bleiben die Konzepte der Risikoforschung an die Wahrnehmung individueller Subjekte gebunden. Der Risikobegriff bleibt an die Wahrnehmung/Bewusstsein des atomisierten Individuum gebunden, aber schon die Wahrnehmungsdifferenz von Experten- Laien, die die psychologischen Risikoforschung strukturiert hat, ist keine psychische, bewusstseinsmäßige sondern eine soziale. Experten und Laien, aber auch Entscheider und Betroffene sind soziale Rollen, die in der gesellschaftlichen Kommunikation zu geschrieben werden. Man muss konsequent zwischen Risikobewusstsein und Risikokommunikation unterscheiden. Nicht die individuelle Wahrnehmung bzw. das individuelle Bewusstsein bestimmt das Risikoverhalten sondern die gesellschaftliche Kommunikation konstituiert, wie wahrgenommen und gehandelt wird. Im Zentrum dieser Forschung steht dann die Frage nach den Entstehungsgründen und den Wirkungen dominant gewordener Risikothemen im gesellschaftlichen Kommunikationsprozess und wie diese Themen, Argumentationsmuster und Wissensstrukturen öffentliches Handeln und Entscheiden prägen. Kommunikation wird in diesem Zusammenhang als eine Kommunikation behandelt. Es wird davon ausgegangen, dass drei Selektionen zur Synthese gebracht werden müssen, damit Kommunikation als emergentes Geschehen zustande kommt: nämlich als Synthese von Information, Mitteilung, Verstehen. Wobei Information nicht ein identisches Gut ist, das vom Sender zum Empfänger einfach übertragen werden kann, sondern selbst ein Selektionsprozess ist, in dem entschieden werden muss, was relevant und nicht relevant ist

Zur Struktur des Risikowissens

Entsprechend muss auch der Wissensbegriff revidiert werden. Risikowissen ist nicht einfach Tatsachenwissen sondern sog. Zukunftswissen. Risiko ist die Aufforderung zur gegenwärtigen Kalkulation einer unbekanntem Zukunft. Der Inhalt dieses Wissens stellen die künftigen Folgen der Entscheidung dar, von der man vor der Entscheidung nur wissen kann, dass sie entweder erfreulich (Gewinn) oder unerfreulich (Verlust) sein werden. Da es sich aber um zukünftige Folgen von in der Gegenwart zu treffenden Entscheidungen handelt, wird das Risikowissen komplex und muss mindestens drei Dimensionen von Weltwissen aufeinander beziehen:

- zeitlich: Differenz von gegenwärtiger Zukunft/zukünftiger Gegenwart. Hier geht es darum, dass mit einer komplexen Zeitstruktur gehandelt wird, die lineare (Planung) und kreisförmige (Vergangenheit) Vorstellungen der Zeit sprengen;
- sozial: die Differenz von Entscheider/Betroffener. Hier geht es darum, dass mit Risikoentscheidungen eine neue soziale Differenz etabliert wurde, die einen neuen gesellschaftlichen Konflikt markiert;
- sachlich: Hypothetizität: Hier geht es darum, dass Sachaussagen nur im Medium des Wahrscheinlichen/Unwahrscheinlichen getroffen werden können.

Da nun aber unser Risikowissen auf den Gebieten der Ökologie und der Technikfolgen inzwischen vollständig abhängt von wissenschaftlicher Forschung, wird auch die Wissenschaft in den Strudel des Risikowissens mit hineingezogen. Das heißt, die Wissenschaft kann keine Wahrheiten (im Sinne von bewiesenen Kausalketten oder gar universellen Gesetzen) liefern, sondern nur

mehr oder weniger gut begründete Vermutungen, Szenarien und Wahrscheinlichkeiten. Statt Quelle von gesichertem Wissen und Gewissheit zu sein, ist die Wissenschaft damit Quelle von Unsicherheit. Und anders als es rationalistische Wissenschaftstheorien vorschlagen, ist das Problem nicht dadurch zu erfassen, dass man zwischen „guter“ und „schlechter“ Wissenschaft (oder zwischen Pseudowissenschaft und richtiger Wissenschaft) unterscheidet. Wer sollte dies unter Bedingungen der Unsicherheit auch tun können?

Praktische Voraussetzungen der Risikokommunikation

Geht man von den sozialstrukturellen Rahmenbedingungen *„Risiko als Kalkulation zukünftiger Folgen von gegenwärtigen Entscheidungen“*, *„Kommunikation als Medium der Risikowahrnehmung“* und *„Risikowissen als hypothetisches Wissen im Medium des Wahrscheinlichen/Unwahrscheinlichen“* (und es sind keine Gründe sichtbar, warum man es nicht tun sollte) so lassen sich einige inhaltlichen Maximen für die Gestaltung der Risikokommunikation aufstellen. Als alles bestimmende Ausgangspunkt kann man die Einsicht festhalten: Die Zukunft ist inhärent ungewiss, und in Bezug auf sie kann es kein sicheres Wissen geben. Daraus folgt für die Risikokommunikation als allgemein geteilte sozialen Einstellungen:

- Es kann kein Konsens in Prinzipien und Werten geben (Pluralismus),
- Strategisches statt kommunikatives Handeln (*„Regulatory Negotiation“*),
- Wissen als soziale Konstruktion (Wissen erzeugt gleichzeitig auch Nicht-Wissen),
- Keine Moralisierung der Kommunikation und keine Homogenisierung der Meinungen,
- Verständigung trotz Dissens in Werten und Normen (prinzipienfester Opportunismus).

Generell wird man davon ausgehen müssen, dass die Ungewissheit der Zukunft, die zur Vorsorge „für alle Fälle“ anregt, in der je aktuellen Gegenwart Konflikte auslöst, die im Lichte späterer Realitäten als unnötig oder als nicht so wichtig erscheinen können.

Risikokommunikation als strategisches Handeln am Beispiel von *start*

Auf der Basis der vorangegangenen theoretischen Überlegungen zur Risikokommunikation wurde versucht am Beispiel der kommunalen Verwaltung als Zielgruppe für *start* ein aktorsbezogenen, veränderungsorientierten Kommunikationsdesign zu entwickeln. Die folgende Strategie, die Forschungsergebnisse von *start* in den kommunalen Entscheidungsprozess einzubringen, wurde für den *start*-Workshop „Risikokommunikation“ von Andreas Bernstorff erarbeitet.

Strategische Risikokommunikation

Vor strategische Kommunikationsanstrengungen legt man das Ziel (die angestrebte Veränderung) fest, definiert das Bezugssystem, den Raum also, in dem kommuniziert wird („alle die damit zu tun haben“) und innerhalb des Bezugssystems das Zielsystem, in dem die Veränderung stattfinden soll. Im Bezugssystem, einem Kraftfeld, lassen sich in der Regel weitere Subsysteme ausmachen, die in Betracht gezogen werden müssen: Unterstützer, Gegner, Neutrale. Die Kraftfeldanalyse gilt als abgeschlossen mit der Beantwortung der Fragen: wo ist das Zielsystem, wer unterstützt das Anliegen, wer bekämpft es und wen kann ich „ungestraft vergessen“? Im Ziel-

system sitzt ein Akteur, der die Veränderung umsetzt (Schlüsselakteur). Diese Zusammenhänge sind in Abbildung 4 dargestellt.

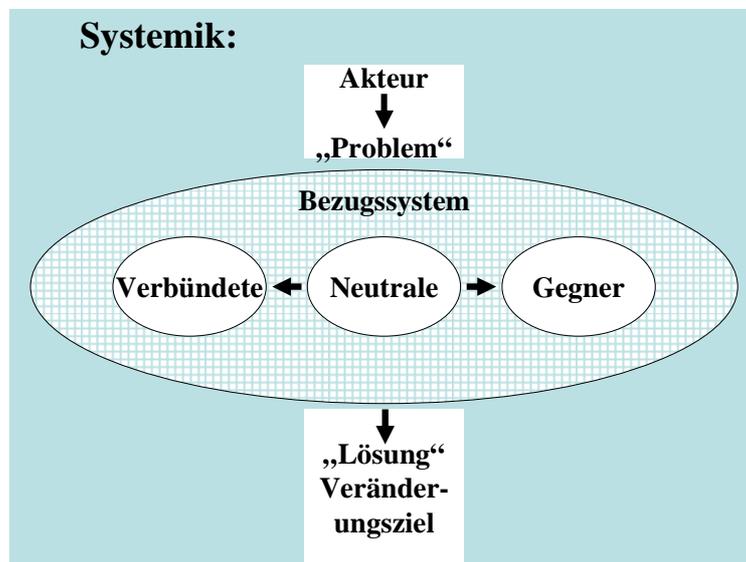


Abbildung 4: Systematik der strategischen Risikokommunikation.

Im Rahmen von *start* wurde festgestellt, dass es einen politischen oder gesellschaftlichen „Gesamtakteur“ für die Lösung des Problems „Medizinwirkstoffe im Trinkwasser“ nicht gibt und deshalb einen Maßnahmenkatalog als „integrierte Handlungsstrategie“ vorgeschlagen, in dem – teils ausdrücklich, teils implizit – verschiedene Zielsysteme und Schlüsselakteure angespielt werden (vgl. Abschnitt II.1.10.). Sieht man sich diese „integrierte Handlungsstrategie“ genauer an, so fallen wichtige Vorzüge auf:

- Maßnahmen aus den drei untersuchten Handlungsfeldern (vgl. Abschnitt I.2.) sind weder miteinander verschränkt, noch bedingen sie einander, noch folgt eins logisch auf ein anderes. Keine Aktivität hat eine andere zur notwendigen Voraussetzung. „Integrativ“ ist also der Blick auf den angestrebten Zweck zu: nämlich langfristig Trinkwasserbelastungen durch Arzneimittelwirkstoffe möglichst weitgehend zu vermeiden. Die drei Ansätze werden nicht in eine Handlungslogik integriert, sondern bei ihrer Anwendung als komplementär, wenn nicht sogar als substitutiv betrachtet und vorgestellt.
- Ebenso scheint das Prinzip „Inklusivität“ (vgl. Abschnitt II.1.10.) vor allem zu bedeuten, dass alle genannten Maßnahmen umgesetzt werden sollten. Inklusivität ist de facto die Summe aller Handlungsoptionen, die während der Projektarbeit in den Blick geraten sind und weiter verfolgt wurden. Dadurch bleibt das Prinzip „Synergie“ vor konkretem Handeln ohne günstige oder hemmende Wirkung. Es kann, und das soll weiter unten gezeigt werden, erst im Kommunikationsvollzug (Handeln) wirksam werden.

Derart befreit vom Zwang, immer alles gleichzeitig (be-)denken zu müssen, lassen sich Kommunikationsstrategien entwickeln, die pragmatisch ohne Rücksicht auf den Gesamterfolg, und auch ungeachtet ihres anteiligen Beitrags zu diesem, Teilerfolge anstreben. Mögliche „Synergien“ von einem Bereich auf einen anderen können antizipiert werden, sind insofern beim De-

sign günstig und sollten zum Vorzugskriterium gemacht, aber nicht für notwendig erklärt werden. Auf derartigen Betrachtungen basiert der folgende Vorschlag zum weiteren Vorgehen:

- **Leitbild:** Verlassen der Round-Table-Konstellation mit dem Ziel der Konsensbildung; Segregation der Elemente des Maßnahmenspektrums in den drei Handlungsfeldern;
- **Konkretion:** Deziisionistische Auswahl von praktischen Kommunikationsanstrengungen nach Opportunitätsabwägungen (leichter Zugang, schnelle Wirkung) bei ungeklärter Ressourcenlage (kostet nichts oder wenig);
- **Praxis:** Identifizierung der ersten Schritte nach Maßgabe der Fragestellungen „Wie schnell wirkt es bei einem angenommenem ‚Low Budget‘“? und „Kann von hier aus eine Synergie auf andere Handlungsfelder erzielt werden?“;
- **Zeitschiene:** Unter der Fragestellung „Was kann bis wann erreicht werden?“ werden die verschiedenen Maßnahmen auf eine Zeitachse aufgetragen (vgl. Abbildung 5). Dabei ergibt sich, dass die sicherste Strategie (Containment über sichere Wirkstoffe, durch das Verhaltensalternativen bei den Akteuren des Gesundheitssystems irrelevant werden) erst im denkbar längsten Zeitraum lösbar ist (vermutlich erst in der Größenordnung von Generationen, vgl. Anlage 1).

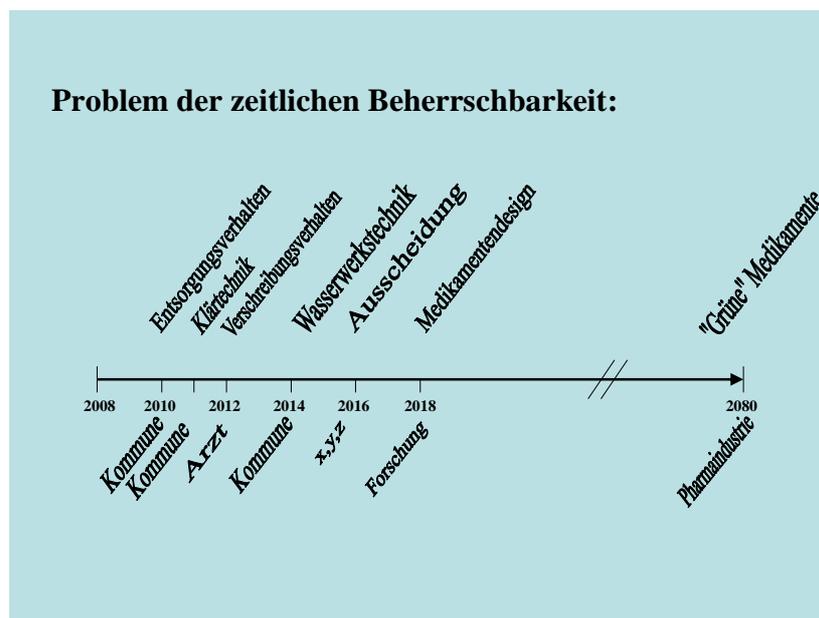


Abbildung 5: Möglicher Zeitverlauf einer Umsetzung von Maßnahmen.

Am schnellsten kann eine Maßnahme umgesetzt werden, die materiell wahrscheinlich am wenigstens bringt: das Entsorgungsverhalten bei abgelaufenen / unverbrauchten Medikamenten. Viele Medikamente werden aus Verpackungen und Blistern gelöst, ins Klo geworfen oder geschüttet und gelangen auf sicherem Weg in den Abwasserpfad. Die Blister kommen zum Recycling in die Gelbe Tonne, Kartongepäckungen zum Altpapier. Bei diesem Verhalten handelt es sich um die Übertragung des Mülltrennungsverhaltens unter dem Regime des „Grünen Punktes“ (Duales System Deutschland) und wurde in den 1980er Jah-

ren durch die Kommune als entsorgungspflichtiger Körperschaft induziert. Was behördlich durchgesetzt wurde, lässt sich auf demselben Wege, auf Medikamente bezogen, auch wieder ändern.

Für das Arztverhalten wird eine etwas längere Frist veranschlagt, weil die politische Konditionierung erst über Änderungen im Punktesystem der GOÄ erzielbar ist. Ebenso brauchen alle Ansätze zur Verbesserung der Klärtechnik und Trinkwasseraufbereitungstechnik politische und (kommunal-) fiskalische Vorläufe. Für erste Erfolge der Forschung bei der Entwicklung von umweltfreundlichen Arzneimittelwirkstoffen wird die längste Frist veranschlagt, auf die eine noch viel längere für die globale Umsetzung folgt.

Schlüsselakteur Kommune

Es ist im vorigen Abschnitt schon deutlich geworden, an welchen Hebeln die Kommunen sitzen. Vollends deutlich wird dies, wenn man die drei Handlungsfelder, die darin identifizierten Handlungsmöglichkeiten und die Akteure in konzentrischen Ellipsen anordnet: von fünf Akteursbereichen sind drei „Kommune“ (einmal Handlungsfeld „Umgang mit Arzneimitteln“ und zweimal Handlungsfeld „Technisches Emissionsmanagement“, vgl. Abbildung 6).

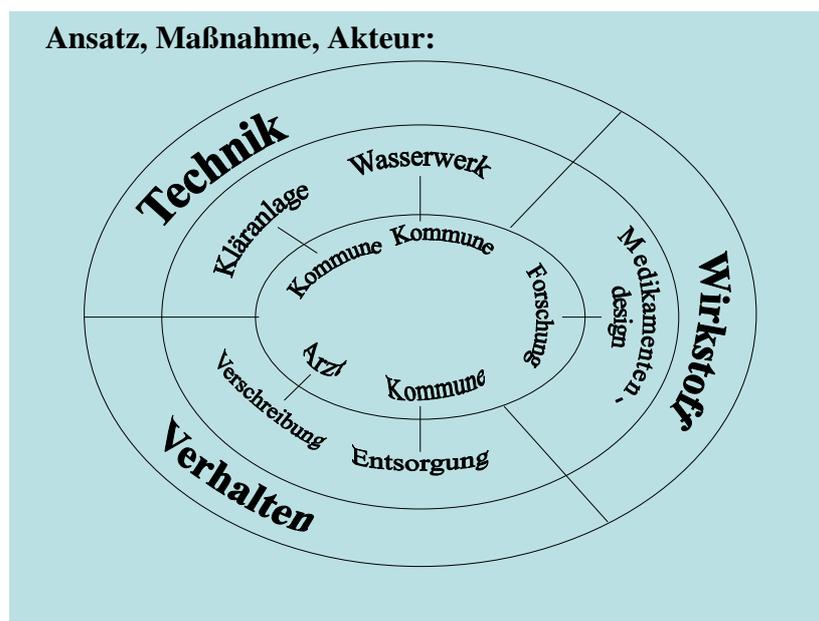


Abbildung 6: Beziehungen zwischen Akteuren, Maßnahmen und Handlungsfeldern.

Lässt man sich bei der Entwicklung eines akteursbezogenen und veränderungsorientierten Kommunikationsdesigns von diesem Befund leiten, so wird über weitere Erwägungen, was den Kommunikationsraum betrifft deutlich, dass synergetische und verstärkende Rückkopplungsvorgänge geradezu unvermeidbar sind – aber dennoch zwecks bestmöglicher Wirkung sorgfältig orchestriert sein sollten (vgl. Abbildung 7).

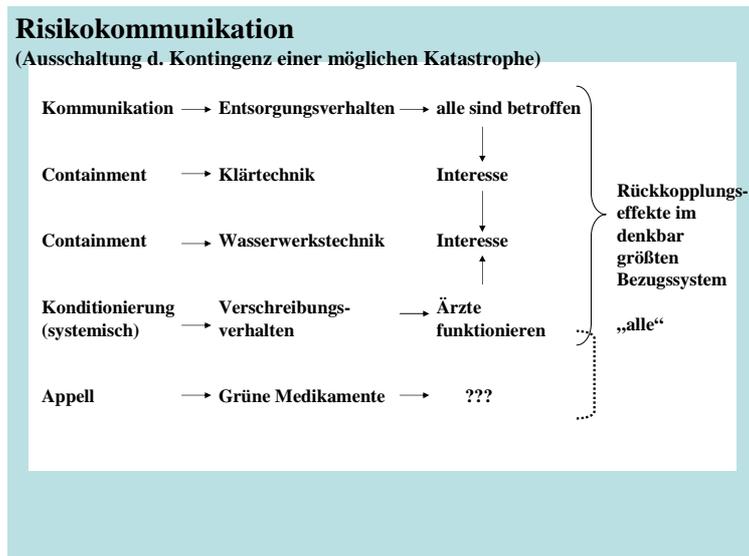


Abbildung 7: Ansatz für eine strategische Risikokommunikation.

- Mit dem Appell an Verbraucher, „Keine Medizin ins Wasser“ ist bei jedem denkenden Menschen ein Bewusstsein für die Problematik geweckt, egal, ob er sich daran hält; es gibt kaum keine Medienstrategie, vielleicht außer Fußballmarketing, die eine tiefere gesellschaftliche Durchdringung verspricht.
- Der Containment-Ansatz über Technik hat im Fall kommunale Abfall- und Wasserwirtschaft, anders als bei anderen Containment-Lösungen, den Vorteil (oder Nachteil), dass er verbindlich kommuniziert werden muss. Denn zur Finanzierung über kommunale Haushalte sind politische Abstimmungen und Beschlüsse zwingend notwendig. Dies bedeutet, dass hier selbst bei einer Containment-Variante kommuniziert werden muss; und weil das so ist, sollte optimal und gestaltend kommuniziert werden.
- Die systemische Konditionierung der Ärzte wiederum korreliert und koppelt automatisch rück. Der Arzt ist erstmal ein Bürger, und Patient, also Medikamentenverbraucher, dem die Kommune schon einmal gesagt hat, dass er keine Pillen in den Ausguss oder die Toilette kippen soll und die vielleicht gerade über teure Klärtechnik debattiert. Eine ärztliche Anweisung, Ermahnung, Beratung an Patienten wiederum hat dann doppelten Rückkopplungseffekt.

Eine derartige Kommunikationsplanung macht allein über ihr Design deutlich, wo, an welchen Stellen, ab welchem Zeitpunkt und wie sie sich „von allein integriert“, welche Synergiepotentiale sich entfalten, die es dann „nur noch“ zu gestalten gilt. Die strukturellen Zusammenhänge einer strategischen Risikokommunikation sind in Abbildung 8 skizziert.

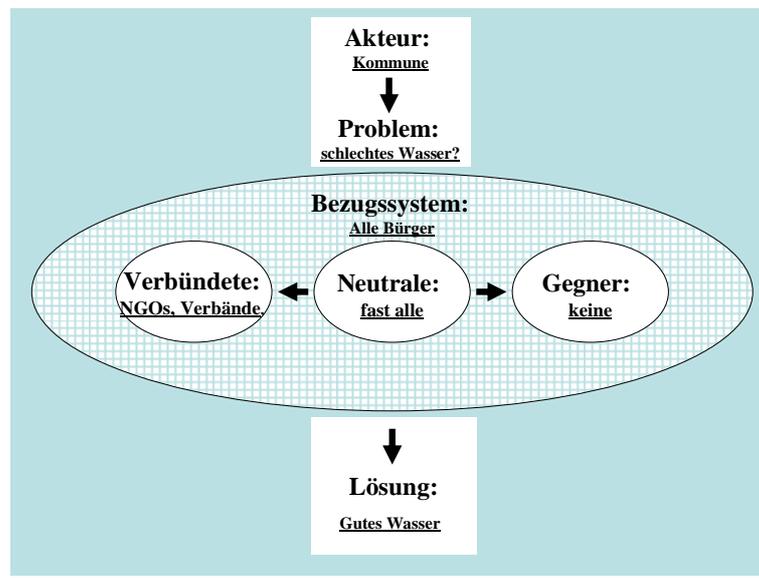


Abbildung 8: Struktur der strategischen Risikokommunikation.

Charakter der Risikokommunikation

Diese Art Risikokommunikation wendet sich nicht primär an den „mündigen Bürger“, der mit wissenschaftlichen Unsicherheiten verantwortlich umgehen soll, um eine persönliche Verhaltensentscheidung zu treffen unter der Frage: „Welches Risiko soll ich auf mich nehmen?“. Es ist ja auch gar nicht sein Risiko nach einem Muster „(Wie viel) Soll ich mobil telefonieren?“ oder „Wie viele Sonnenbäder pro Jahr mute ich meiner Haut zu?“. Vielmehr handelt es sich um ein allgemeines Schutzgut (Wasser), ein Gemeingut, bei dessen Veränderung das Verhalten Einzelner eben „gemeingefährlich“ ist oder sein kann. Menschen sind hier gewohnt, Anweisungen und Ratschlägen zu folgen.

Deshalb ist es gerechtfertigt und angebracht, durch die einfache Anweisung „Keine Medizin ins Wasser!“ Sicherheit im Sinne von Handlungssicherheit zu kommunizieren, wobei Ungewissheiten nicht geleugnet werden dürfen. Sie stehen aber nicht im Vordergrund, sondern bleiben zunächst latent, im Hintergrund. Es ist für eine öffentliche, legitimierte, Körperschaft geradezu Gebot, unter dem Vorsorgeprinzip Veränderungen eines Umweltmediums zu begrenzen, selbst wenn sie nicht genau wüsste, (ob und) wie die Veränderung dort wirkt. Sonst gäbe es keine Umweltverträglichkeitsprüfungen oder Haushaltsvorbehalte. Da wird ein Verhalten oder eine Entscheidung auf mögliche Wirkungen, Umweltschaden oder Pleite, geprüft, bevor es zugelassen oder sie getroffen wird. Und bei Medikamentenrückständen ist ein entsprechender Prüfungsvorgang eben noch nicht abgeschlossen.

Allein die gesicherte Erkenntnis, dass Medikamente die Fertilität von Fischen beeinträchtigen zwingt zum Eingriff und dürfte für die meisten Menschen reichen, um der Anweisung Folge zu leisten und sie nicht als Willkür oder Schikane zu empfinden. Dennoch gelten die Gebote der Transparenz und der Wahrhaftigkeit. Vor jeder Aktion muss daher die Kommune bedarfsgerechte Informationspäckchen für unterschiedlich tiefgehende Nachfragen erstellen. Bürger entscheiden dann selbst, welche und wie viel Information sie möchten. Der viel besprochene Umgang mit Ungewissheit steht damit an zweiter Stelle. Zuerst wird Sicherheit kommuniziert.

II.1.8. start-Praxisdialog

Ausführende Stelle: Institut für sozial-ökologische Forschung (ISOE)

Verantwortlich: Dr. Florian Keil

Bearbeitung: Dr. Florian Keil und Dr. Engelbert Schramm (ISOE), Prof. Dr. Petra Döll und Dr. Alexandra Titz (Goethe-Universität Frankfurt am Main, Institut für Physische Geographie)

Am *start-Praxisdialog* nahmen die folgenden Expertinnen und Experten aus den Bereichen pharmazeutische Industrie, Wasserwirtschaft, Ärzte- und Apothekerverbände, Krankenkassen, Verbraucherverbände und Behörden teil:

Prof. Dr. Thomas Beck (Arzneimittelkommission der Deutschen Apotheker, Eschborn), Dirk Betting (badenova AG & Co. KG, Freiburg), Dr. Peter Diehl (Rheingütestation Worms), Dr. Paul Eckert (Stadtwerke Düsseldorf AG), Dr. Karin Gerhardy (Deutscher Vereinigung des Gas- und Wasserfachs, DVGW, Bonn), Dr. Klaus Heuck (Bayer HealthCare AG, Wuppertal), Silke Hickmann (Umweltbundesamt, Dessau), Peter Jagemann (Emschergenossenschaft, Essen), Ute Kerschensteiner (Barmer Ersatzkasse, Landesgeschäftsstelle Hessen, Frankfurt am Main), Prof. Dr. Gottfried Kreutz (Arzneimittelkommission der Deutschen Ärzteschaft, Berlin), Dr. med. Peter Ohnsorge (Deutscher Berufsverband der Umweltmediziner, Würzburg), Dr. Jürg Oliver Straub (F. Hoffmann-La Roche AG, Basel, Schweiz), Dr. Jochen Türk (Institut für Energie- und Umwelttechnik e.V., Duisburg), Prof. Dr. Åke Wennmalm (Stockholm Läns Landsting, Stockholm, Schweden).

Der *start-Praxisdialog* wurde in Form von vier thematischen, ganztägigen Workshops durchgeführt, die über die gesamte Laufzeit des Vorhabens verteilt waren. Die Ergebnisse der Workshops wurden in Ergebnisberichten dokumentiert, die allen Beteiligten zugänglich gemacht wurden. Die Ergebnisberichte der ersten drei Workshops finden sich in Anhang 4.⁵ Der Ergebnisbericht des vierten Workshops wurde in die Abschlusspublikation des Vorhabens integriert. Tabelle 4 listet Daten und Themen die vier Workshops auf.

Veranstaltung	Datum	Ort	Thema
Workshop 1	24.05.2006	Frankfurt/M.	Vorstellung und Diskussion der drei Strategieansätze
Workshop 2	23.01.2007	Frankfurt/M.	Weiterentwicklung der drei Strategieansätze und partizipative Entwicklung der multikriteriellen Bewertung
Workshop 3	05.09.2007	Frankfurt/M.	Ergebnisse von multikriterieller Bewertung und Folgenabschätzung, partizipative Szenarientwicklung
Workshop 4	27.02.2008	Frankfurt/M.	Risikowahrnehmung, Bewertung der integrierten Handlungsstrategie und Feedback zum Dialog

Tabelle 4: Veranstaltungen im Rahmen des *start-Praxisdialogs*.

⁵ Der Bericht zum ersten Workshop wurde als allgemein zugänglicher erster Newsletter des Vorhabens realisiert (vgl. Abschnitt II.2. und Anlage 7).

II.1.9. Entwicklung eines sozial-ökologischen Verständnisses systemischer Risiken

Ausführende Stelle: Institut für sozial-ökologische Forschung (ISOE)

Verantwortlich: Dr. Florian Keil

Bearbeitung: Gotthard Bechmann (Forschungszentrum Karlsruhe, Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse), Dr. Florian Keil (ISOE), Prof. Dr. Klaus Kümmerer (Universitätsklinikum Freiburg, Institut für Umweltmedizin und Krankenhaushygiene), Dr. Engelbert Schramm (ISOE)

Zentrale Veröffentlichung:

Keil, F., Bechmann, G., Kümmerer, K., Schramm, E.: Systemic Risk Governance for Pharmaceuticals Residues in Drinking Water. GAIA (akzeptiert für Heft 4/2008)

Auf theoretisch-konzeptioneller Ebene wurde im Projekt ein eigenes sozial-ökologisches Verständnis systemischer Risiken entwickelt. Kernhypothese dieses Verständnisses ist, dass die Bewältigung systemischer Risiken eine neue Blickrichtung erfordert. Bisher beschränkte sich die Analyse der Verwundbarkeit komplexer sozial-ökologischer Systeme auf singuläre Ereignisse oder überraschende Eingriffe, wie Naturkatastrophen, Störfälle, menschliches Versagen oder Instabilitäten von Systemkomponenten. Übersehen wird dabei jedoch, dass es durch die installierten und routinisierten Prozesse und Abläufe der Funktionserfüllung eines Systems zu einer systematischen, kumulativen Schadensproduktion kommen kann, die das System selbst oder mit ihm gekoppelte Systeme insgesamt gefährden. Eine umfassende Vulnerabilitätsanalyse hoch vernetzter Systeme muss daher verstärkt auch den Blick auf deren „Normalbetrieb“ richten.

In dieser Perspektive rückt vor dem Hintergrund einer vermuteten Gefährdungslage oder im Rahmen einer vorsorgenden Systemüberprüfung die Identifikation von Eigenschaften und Interaktionen in den Vordergrund, die im normalen Ablauf unerwünschte Nebenfolgen produzieren. Anders als bei der klassischen Risikoanalyse geht es also nicht um die Betrachtung kritischer Systemkomponenten, die beispielsweise eine große Zahl an Kopplungen aufweisen und deren Ausfall entsprechend kaskadenartige Effekte zur Folge hat. Der komplementäre Ansatz einer so verstandenen systemischen Risikoanalyse ist vielmehr auf nicht-intendierte Transformationsprozesse gerichtet: Wo und wann wachsen Kopplung und Komplexität an verschiedenen Stellen des Systems so rapide an, dass es zu einer Bestandsgefährdung des Systems kommt? Eine noch zu überprüfende Hypothese von *start* ist, dass in dieser Form systemischer Risiken eine bisher unterschätzte Quelle der Selbstgefährdung globalisierter Gesellschaften liegt. Für das Management systemischer Risiken bedeutet diese Perspektive, Strategien zur gezielten Reorganisation der betroffenen Systeme zu entwickeln.

Eine ausführliche Darstellung des entwickelten sozial-ökologischen Verständnisses systemischer Risiken findet sich in einem Arbeitspapier, das in Anlage 5 wiedergegeben ist. Auf Basis dieses Arbeitspapiers hat das Vorhaben in Zusammenarbeit mit Prof. Dr. Ortwin Renn (Universität Stuttgart) am 14.05.2007 einen Theorie-Workshop am ISOE veranstaltet, der dem Austausch zwischen den fünf Vorhaben dienen sollte, die im BMBF-Förderschwerpunkt „Sozial-ökologische Forschung“ im Themenschwerpunkt „Systemische Risiken“ gefördert wurden.

II.1.10. Entwicklung einer integrierten Handlungsstrategie

Ausführende Stelle: Institut für sozial-ökologische Forschung (ISOE)

Verantwortlich: Dr. Florian Keil (ISOE)

Bearbeitung: alle Projektbeteiligten

Zentrale Veröffentlichung (Abschlussveröffentlichung):

start (2008): Humanarzneimittelwirkstoffe: Handlungsmöglichkeiten zur Verringerung von Gewässerbelastungen – Eine Handreichung für die Praxis. Institut für sozial-ökologische Forschung ISOE, Frankfurt am Main (*in Deutsch, Englisch und Französisch erschienen*)

Ein zentrales Ziel von *start* war die Entwicklung einer zielgruppengerechten, integrierten Handlungsstrategie, die zu einer wirksamen Verminderung des Vorkommens von Arzneimittelwirkstoffen im Wasserkreislauf beitragen kann. Der entwickelte Vorschlag einer integrierten Handlungsstrategie berücksichtigt die Ergebnisse der vergleichenden (multikriteriellen) Bewertung und Folgenabschätzung der drei *start*-Strategieansätze ebenso wie die Ergebnisse der Diskussionen auf dem zweiten und dritten *start*-Praxisdialog-Workshop zu den Perspektiven einer Strategieintegration (vgl. Anlage 4).

Entwicklung eines Integrationsansatzes

Ausgangspunkt der Überlegungen war die Unterscheidung zwischen einer wissenschaftlichen und einer gesellschaftspolitischen Orientierung einer integrierten Handlungsstrategie. Wird Integration unter einer gesellschaftspolitischen Perspektive betrachtet, ist es erforderlich, einen zentralen Akteur zu identifizieren, der durch sein Handeln eine Strategie voranbringen, der *integrativ* wirken kann. Ein derart dominanter oder einflussreicher Akteur kann jedoch im Problemfeld Arzneimittelwirkstoffe im Wasserkreislauf kaum benannt werden. Aus wissenschaftlicher Sicht bezieht sich Integration auf das, was im Projekt als „systemisches Risiko“ herausgearbeitet wurde (vgl. Abschnitt II.1.9.): Aufbauend auf dem Vorsorgeprinzip lässt sich so eine Strategie entwickeln, die zur gewünschten Verringerung des Vorkommens von Arzneimittelwirkstoffen im Wasserkreislauf bzw. im Roh- und Trinkwasser führen wird.

Im Zusammenhang mit dem Vorsorgeprinzip ist dabei zu beachten, dass dieses nicht für alle Akteure gleichermaßen Bezugspunkt des Handelns sein kann. Denn ihr Handeln bezieht sich zum Teil nicht direkt auf den Gegenstand der Vorsorge, nämlich den Wasserkreislauf als Ganzes oder das Trinkwasser (Beispiel Ärzte oder Apotheker). Werden jedoch die möglichen Motive für Handlungsänderungen betrachtet, zeigt sich, dass der Innovationsbegriff als treibendes Moment für problemrelevantes Handeln möglicherweise wichtiger ist als der Vorsorgebegriff. Dies ist auch auf dem dritten *start*-Praxisdialog-Workshop deutlich geworden, indem hervorgehoben wurde, dass die Akteure jeweils eigene Motive für ihr Handeln haben müssen (vgl. Anlage 4).

In diesem Sinne kann je nach Akteursperspektive entweder der vorsorgende oder der innovative Aspekt den „Fluchtpunkt“ des Handelns bilden. Innovation und Vorsorge sind bei einem solchen Ansatz zur Entwicklung einer integrierten Handlungsstrategie also nicht als sich ausschlie-

ßendes Gegensatzpaar, sondern als komplementär zu verstehen: Bei der Gesamtbetrachtung kann sowohl der eine als auch der andere Aspekt als treibendes Moment des Handelns bei der Konzeption der Strategie berücksichtigt werden.

Kriterien zur Auswahl von Maßnahmen

Bei der Auswahl der Maßnahmen für eine integrierte Handlungsstrategie ist auf Ebene der Akteure besonders darauf zu achten, dass ihre Umsetzung Innovationspotenziale für den einzelnen Akteur freisetzen kann. Gleichzeitig ist zu gewährleisten, dass durch das gemeinsame Handeln der unterschiedlichen Akteure eine vorsorgende Wirkung im Sinne einer Verringerung des Vorkommens von Arzneimittelwirkstoffen im Wasserkreislauf erreicht wird.

Unter einer systemischen Betrachtungsweise rückt die durch die Einnahme, die Ausscheidung und die Entsorgung von Arzneimitteln verursachte Kopplung von Gesundheitssystem und Wasserversorgungssystem in den Vordergrund. In diesem Sinne sind zum einen Maßnahmen auszuwählen, die möglichst zu einer stärkeren Entkopplung der beiden Systeme beitragen. Zum anderen sollten Maßnahmen so angelegt sein, dass sie die beiden Systeme derart nachhaltig an problemrelevanten Stellen verändern, dass zukünftige Veränderungsprozesse nicht zu einer wesentlichen Beeinträchtigung der beabsichtigten Wirkung der Strategie führen (in diesem Zusammenhang wird auch der Begriff der Resilienz eines Systems verwendet).

Für eine gute zielgruppenspezifische Aufnahme einzelner Maßnahmen spielen schließlich Akzeptanzbedingungen bei der Auswahl von Maßnahmen eine wesentliche Rolle. Auf der Ebene des einzelnen Akteurs sind dabei vor allem die mit dem jeweiligen Handlungsbereich verbundenen komplexen Entscheidungsprozesse zu berücksichtigen. Wesentliche Hinweise darauf hat insbesondere die *start*-Akteursmodellierung geliefert (vgl. Abschnitt II.1.6.). Unter systemischen Gesichtspunkten sind dagegen das Verursacherprinzip bzw. die Verteilung von Lasten zwischen den beiden Systemen besonders zu beachten.

Vor diesem Hintergrund wurden die folgenden Kriterien für die Auswahl von Maßnahmen einer integrierten Handlungsstrategie herangezogen:

- **Inklusivität:** Eine integrierte Strategie muss Maßnahmen aus allen drei Handlungsfeldern enthalten.
- **Innovation:** Neben einem Beitrag zur Problemlösung muss die Umsetzung einer Maßnahme Innovationspotenziale freisetzen, die die eigenen Ziele des jeweiligen Akteurs befördern.
- **Ursachennähe:** Es sind überwiegend Maßnahmen aus dem Verhaltensansatz und dem Wirkstoffansatz von *start* zu übernehmen, da diese ursächlich zu einer Verminderung der Gewässerbelastung (durch unterschiedliche Veränderungen im Normalbetrieb) führen.
- **Resilienz:** Die Umsetzung einer Maßnahme sollte – etwa durch die Schaffung von Anreizstrukturen – zu nachhaltigen Systemveränderungen und damit zur Erhöhung der Resilienz der Systeme beitragen (ggf. sind solche Maßnahmen neu zu entwickeln).
- **Synergie:** Maßnahmen, die in ähnlicher Weise in mehreren der drei *start*-Strategieansätze vorkommen und eine gleiche Wirkrichtung (insbesondere Synergie-Wirkung) haben, sind bevorzugt zu berücksichtigen.

Die anschließende Bewertung der Handlungsstrategie sollte u. a. den Aufwand zur Durchsetzung und ihre Effizienz in den Blick nehmen. Eine solche Bewertung berücksichtigt, dass die Umsetzung einzelner Maßnahmen dadurch erleichtert oder überhaupt erst ermöglicht wird, dass sie an bereits laufende oder als wünschenswert diskutierte gesellschaftliche Transformations- bzw. Reformprozesse anknüpfen. Nach Möglichkeit sollte bei der Bewertung auch in Betracht gezogen werden, inwiefern mit einer ähnlich aufgebauten Strategie auch ein Umgang mit den in identischer Weise auf das Wasserversorgungssystem wirkenden Tierarzneimitteln gefunden werden kann.

Die Maßnahmen der integrierten Handlungsstrategie

Bei der Auswahl von Maßnahmen konnte auf das breite Spektrum von Maßnahmen aus den drei *start*-Strategienasätzen zurückgegriffen werden. Dabei wurden Maßnahmen teilweise modifiziert und in wenigen Fällen auch neu entwickelt. Dies war der Fall, wenn weitere Anreizstrukturen für ein innovatives Handeln geschaffen und Synergieeffekte erzeugt werden sollten. Die im Folgenden aufgeführten Maßnahmen wirken insgesamt sowohl vorsorgend als (überwiegend) auch innovativ:

- *Forschungsförderprogramme für grüne Arzneimittelwirkstoffe*: Diese Maßnahme soll die Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit grüner Arzneimittelwirkstoffe demonstrieren und die Durchsetzung der neuen molekularen Gestaltungsprinzipien in Forschung und Entwicklung befördern. Sie sollte von einer schrittweisen Änderung der Hochschulausbildung von Chemikerinnen, Pharmazeuten und Medizinerinnen begleitet werden. Insgesamt wird dadurch ein neues, zukunftsweisendes Denken gestärkt, das eine nachhaltige Entwicklung von Pharmazie und Chemie antreibt.
- *Anpassung der Hochschulausbildung*: Durch eine schrittweise Anpassung der Lehrpläne an den Hochschulen sollen Chemiker und Pharmazeutinnen mit den Prinzipien der nachhaltigen Chemie und Pharmazie sowie den Methoden des computergestützten Moleküldesigns vertraut gemacht werden. Mediziner sollten in der Ausbildung besonders über die Folgen der Einnahme und Entsorgung von Arzneimitteln für die Umwelt unterrichtet werden. Diese Maßnahme trägt zur Verbreitung und Verankerung einer Nachhaltigkeits- und Umweltperspektive in den betroffenen Berufsgruppen bei und bildet so die Voraussetzung für die Akzeptanz und Wahrnehmung weitergehender Handlungsmöglichkeiten.
- *Schärfung des Problembewusstseins von Ärzten und Apothekern*: Diskursangebote durch Veröffentlichungen in einschlägigen Fachmedien und die Ergänzung der beruflichen Fortbildung ermöglichen Ärztinnen und Apothekern eine Meinungsbildung zum Thema „Gewässerbelastungen durch Arzneimittelwirkstoffe“ und stärken ihr Problembewusstsein. Dadurch wird die Grundlage geschaffen, dass praktische Handlungsmöglichkeiten – wie die Verwendung einer Umweltklassifikation für Arzneimittel – im beruflichen Alltag auch wahrgenommen werden.
- *Einführung einer Umweltklassifikation für Humanarzneimittel*: In Deutschland sollte eine Umweltklassifikation für Humanarzneimittel in einer gemeinsamen Initiative von Behörden, Arzneimittelherstellern, Ärzteschaft, Apothekerverbänden und Forschung eingeführt werden. Eine Anlehnung an das schwedische System wird dabei ausdrücklich empfohlen. Mit

der Pflege der Klassifikation und der Durchführung von Informationsmaßnahmen bei Ärzten und Apothekerinnen sollte eine unabhängige Institution betraut werden. Ihre frühe Einführung schärft die professionelle und öffentliche Wahrnehmung und kann so Impulse für die Umsetzung von Handlungsmöglichkeiten in anderen Bereichen geben.

- *Schaffung eines einheitlichen Entsorgungsstandards für Altarzneimittel:* Die Entsorgung von Altarzneimitteln sollte einheitlich über das bestehende Rücknahmesystem in Apotheken geregelt werden. Dazu ist die Einrichtung eines verbindlichen Entsorgungsstandards im Rahmen des Kreislaufwirtschaftsgesetzes notwendig. Das Apothekenpersonal sollte dabei künftig von der Aufgabe der Wertstofftrennung befreit werden. Die Maßnahme schafft Richtungssicherheit in der Bevölkerung über die richtige Art der Entsorgung von Altarzneimitteln und trägt so zur Reduzierung von Fehlentsorgungen über die häuslichen Abwässer bei.
- *Aufklärungskampagne zur sachgemäßen Entsorgung:* Die Bevölkerung sollte in breit angelegten Aufklärungskampagnen über die sachgemäße Entsorgung von Altarzneimitteln informiert werden. Das Thema Gewässerbelastungen durch Arzneimittelwirkstoffe sollte dabei in einer Weise betont werden, die das richtige Entsorgungshandeln als positive Erfahrung vermittelt, ohne womöglich vorhandene Ängste zu verstärken. Ergänzend sollten die Arzneimittelhersteller die bestehenden EU-Regelungen zur Anbringung von Entsorgungshinweisen auf Arzneimittelverpackungen und Packungsbeilagen konsequent umsetzen. Diese Maßnahmen werden die unsachgemäße Entsorgung von Altarzneimitteln über Ausguss und Toilette mittelfristig verringern und zu einer Sensibilisierung der Öffentlichkeit beitragen.
- *Besondere Normsetzung für nachhaltige Sanitärsysteme:* Zunächst in ausgewählten Sektoren des Bauwesens (zum Beispiel Neubausiedlung, Gewerbe- und Industriekomplexe, Krankenhäuser) sollten technische Normen in Bezug auf den Einsatz nachhaltiger Sanitärsysteme verabschiedet werden. Diese Maßnahme kann dazu beitragen, eine nachhaltige Entwicklung des Stands der Technik für den Bereich der Abwasserbeseitigung und -behandlung aus Gebäuden zu forcieren und an die technologischen Entwicklungen anzupassen. Dadurch kann die Verbreitung von umwelttechnischen Innovationen zur Verringerung von Gewässerbelastungen in den geregelten Bereichen beschleunigt werden.

II.1.11. Verallgemeinerungsperspektive

Ausführende Stelle: Institut für sozial-ökologische Forschung (ISOE)

Verantwortlich: Dr. Florian Keil

Bearbeitung: Dr. Engelbert Schramm (ISOE), Prof. Dr. Jörg Oehlmann und Dr. Ulrike Schulte-Oehlmann (Goethe-Universität Frankfurt am Main, Institut für Ökologie, Evolution und Diversität)

Anders als im Vorhaben zunächst (insbesondere während der Antragsstellung und in der Anfangsphase) vermutet zeigte sich mit zunehmendem Projektfortschritt, dass das betrachtete systemische Risiko sich nicht als ein Risiko beschreiben lässt, das dem Wasserversorgungssystem als einem sozial-ökologischen System inhärent ist. Vielmehr wurde deutlich, dass es sich um ein Risiko handelt, das aus dem „Normalbetrieb“ eines anderen Systems – dem Gesundheitssystem – entsteht, welches mit dem Versorgungssystem stark verkoppelt ist. Insofern machte es während der auf Verallgemeinerung orientierten Projektphase wenig Sinn, weitere Versorgungssysteme bezüglich ihrer systemischen Risiken zu betrachten.

Vielmehr wurde für die Verallgemeinerung ein ähnlich gelagertes Risiko betrachtet und untersucht, ob es sich mit dem gleichen analytischen Ansatz erfassen lässt. Aufgrund von Anregungen bei der Vorstellung von Projektergebnissen wurde entschieden, hierzu näher solche Risiken zu betrachten, die durch eine Verkopplung zwischen dem Wasserversorgungssystem und dem Nahrungsversorgungssystem entstehen können. Dabei fand aus pragmatischen Gründen eine Beschränkung auf jene Risiken statt, die durch den Einsatz Tierarzneimittel hervorgerufen werden können.

Problemaufriss Tierarzneimittel

In Deutschland wird der überwiegende Teil der verwendeten Veterinärpharmaka und Futtermittelzusatzstoffe in der Nutztierhaltung, insbesondere bei der Mast von Rindern, Schweinen, Schafen, Hühnern und Puten im industrialisierten Maßstab (sog. Massentierhaltung) angewendet. Hier werden die Medikamente nicht nur therapeutisch zur Behandlung von in den Stallungen diagnostizierten Krankheiten eingesetzt, sondern finden ebenso auch prophylaktischen Einsatz, um beispielsweise Stressfaktoren, teilweise suboptimale Haltungsbedingungen und Infektionsrisiken zu minimieren. Einige Wirkstoffe (namentlich Antibiotika) werden als Zusatz in sogenannten Leistungsförderern (z.B. Avilamycin bei Ferkeln und Schweinen, Flavomycin bei Geflügel, Pelztieren, Rindern und Schweinen) verwendet; sie gelten damit aus juristischer Sicht nicht mehr als Arzneimittel, sondern unterliegen dem Futtermittelgesetz (BGBI. I S. 1358). In der Geflügelhaltung werden beispielsweise aufgrund des häufigen Kokzidien-Befalls mit der direkten Gefahr eines Totalverlusts des Bestands aufgrund der Zerstörung des Darmtrakts prophylaktisch Antikokzidien eingesetzt (z.B. Amprolium, Decoquinat, Meticlorpindol). Diese Kokzidostatika werden als „Zusatzstoffe zur Verhütung verbreitet auftretender Krankheiten von Tieren“ über das Futter verabreicht und gelten nicht als Tierarzneimittel.

Fütterungsarzneimittel wiederum sind rezept- bzw. apothekenpflichtig und bergen die Gefahr von Unterdosierungen, die vor allem beim Einsatz von antibakteriellen Wirkstoffen Resistenzentwicklungen Vorschub leisten (Sattelberger 1999).

Schätzungen zu Verbrauchsdaten von Tierarzneimittel gehen für Deutschland von einer jährlichen Anwendungsmenge von ca. 750 bis 2.500 t eingesetzter Wirkstoffe aus (Landesumweltamt Brandenburg 2000, Schneiderei 2005). In Deutschland sind ungefähr 200 Wirkstoffe in 3.000 Präparaten von Veterinärpharmaka zugelassen (Landesumweltamt Brandenburg 2000). Der größte Teil (ca. 90 %) aller eingesetzten Wirkstoffgruppen entfällt dabei auf die Antibiotika (vorwiegend Tetracycline, Sulfonamide, Chloramphenicol) und auf die Antiparasitika (z.B. Fenthion, γ -HCH, Ivermectin). Neben diesen finden Antiphlogistika (Entzündungshemmer wie z.B. Tolfenaminsäure und Vedaprofen) als Masthilfsmittel Verwendung. In den USA werden auch Steroidhormone (z.B. Methyltestosteron, Ethinylöstradiol, Trenbolonacetat) und β -Agonisten (z.B. Clenbuterol, Terbutalin) eingesetzt, um höhere Erträge zu erzielen; in der EU ist der Einsatz von Masthilfsmitteln jedoch verboten. Nach Rupalla (1998) entfallen im Tiergesundheitssektor 39 % des Verbrauchs auf Futtermittelzusatzstoffe, 17 % auf Antibiotika, 17 % auf Impfstoffe und Diagnostika, 11 % auf Antiparasitika und 15 % auf sonstige Präparate.

Wie Humanarzneimittel, werden auch die Tierarzneimittel von den Organismen wieder ausgeschieden; in der Regel gelangen sie über den Einsatz von Gülle zu Düngungszwecken auf die Felder und sekundär über Versickerung und Abschwemmung in die Fließgewässer und in das Grundwasser. Von dort gelangen sie in das Wasserversorgungssystem. Im Gegensatz zu den Humanpharmaka handelt es sich bei den Tierarzneimitteln überwiegend um einen direkten Übergang aus dem zum Boden gehörenden Nahrungsversorgungssystem in die zum Wasserversorgungssystem gehörenden Wasserressourcen; sie werden nicht über das zum Wasserversorgungssystem komplementäre Abwassersystem transportiert, wo sie eine Kläranlage passieren (Abbildung 9).⁶

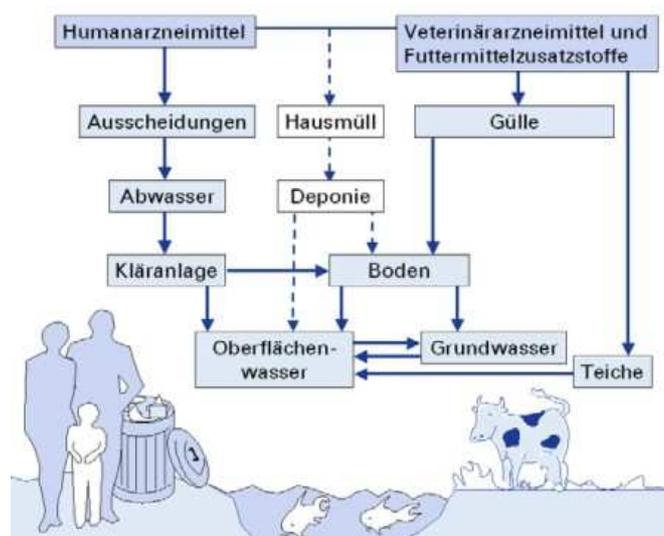


Abbildung 9: Eintragspfade von Arzneimitteln in die Umwelt. Quelle: LfU Bayern (2005).

⁶ Aus pragmatischen Gründen wurden im Vorhaben Abwassersystem und Wasserversorgungssystem gemeinsam betrachtet und als Wassersystem gefasst. Vereinfachend wird in diesem Zusammenhang auch auf den Wasserkreislauf fokussiert.

Die in der Aquakultur verwendeten Tierarzneimittel gelangen ebenso auf direktem Wege in die Wasserressourcen und/oder lagern sich in den Sedimenten ab, da sie direkt in das Zuchtwasser appliziert werden. Da sich in den Zuchtteichen das tatsächliche Fischgewicht eines Bestandes zumeist unzureichend abschätzen lässt, werden Heilmittel oftmals in großen Mengen und über lange Zeiträume eingesetzt. Römbke et al. (1996) stellen ferner fest, dass über die deutsche Fischzucht große Mengen an Desinfektionsmitteln (z.B. Malachitgrün) ohne Erfassung in die Gewässer gelangen.

Für die Menschen ist eine ungewollte Aufnahme von Veterinärpharmaka über belastetes Trinkwasser und über die Nahrung von Relevanz. In Deutschland werden Abwasseremissionen aus der Massentierhaltung und Landwirtschaft über die „*Verordnung über Anforderungen an Anlagen zum Lagern und Abfüllen von Jauche, Gülle, Festmist und Silagesickersäften*“ geregelt. Die meisten Antibiotika, mit Ausnahme von Aminoglykosiden und Sulfonamiden, sind in Gülle und Boden gut abbaubar, wobei der Abbauprozess bei niedrigen Temperaturen unter 10°C jedoch verzögert ist. Für über 60 Wirkstoffe aus dem veterinärmedizinischen Bereich sind über die EU-Verordnung VO 508/1999/EG Rückstandshöchstmengen in Nahrungsmitteln tierischen Ursprungs festgelegt (Sattelberger 1999). Ebenso wie für Humanarzneimittel bestehen auch für Tierarzneimittel keine fixierten Grenzwerte bezüglich einer Belastung des Trinkwassers.

Strukturierung des Problemfeldes

Während rechtlich ein Unterschied zwischen Humanarzneimitteln und Tierarzneimitteln besteht, ist aus naturwissenschaftlicher Perspektive keine deutliche Differenz zu markieren. Tierarzneimittel und Humanarzneimittel kommen aus den gleichen chemischen Stoffgruppen und haben in der Regel gleiche physiologische Wirk- und Abbaumechanismen. Auch unterscheiden sie sich nicht in ihrem Umweltverhalten. Entsprechend werden voraussichtlich auch die Medien keinen Unterschied zwischen einer Trinkwasserbelastung durch Tier- und durch Humanarzneimittel machen. Insofern ist das Risiko ähnlich zu bewerten.

Die anhand der Betrachtungen des systemischen Risikos der Arzneimittel im Wasserkreislauf entwickelte spezifische Strukturierung eines Problemfeldes nach unterschiedlichen Handlungsfeldern auch hier verwendet, um zu prüfen, ob sich in gleicher Weise Handlungsoptionen systematisch entwickeln lassen.

Beim weiteren Vorgehen zeigte sich, dass sich die Strukturierung und Exploration analog zum im Vorhaben hauptsächlich verfolgten Beispiel der Wasserbelastung mit Humanarzneimitteln durchführen lässt: Handlungsoptionen lassen sich auch hier nach Handlungsfeldern. Die Grundlogik einer Unterscheidung in jeweils einen Ansatz,

- mit dem auf der Ebene des Normalbetriebs (und damit des „alltäglichen“ Umgangs mit den risikoauslösenden Agenzien ein verändertes Verhalten erzielt wird,
- mit dem bezogen auf die risikoauslösenden Agenzien ein technisches Containment bzw. Emissionsmanagement betrieben wird und
- mit der auf der Ebene der Forschung und Entwicklung der risikoauslösenden Agenzien so eingegriffen wird, dass weniger risikoauslösende Agenzien zur Verfügung stehen

erweist sich für das hier betrachtete Handlungsfeld ebenfalls möglich. Diese Ansätze – ein „Technikansatz“, ein „Verhaltensansatz“ und ein „Wirkstoffansatz“ – werden im Folgenden knapp skizziert⁷: Teilweise entsprechen diese Ansätze weitgehend den bezogen auf die Humanarzneimitteln entwickelten Handlungsansätzen, teilweise sind sie aufgrund ihrer Ausgestaltung mit Maßnahmen anderer Logik letztlich stark unterschieden. Mit den drei unterschiedenen Ansätzen lassen sich auch für das sich aus dem sich durch die Kopplung von Ernährungssystem und Wassersystem ergebenden Handlungsfeld „Tierarzneimittel und Gewässerschutz“ Handlungsoptionen systematisch und umfassend entwickeln.

Technischer Ansatz

Der Technikansatz hat zu berücksichtigen, dass nicht die Möglichkeit besteht, die wesentlichen Tierarzneimittelinträge im Abwassersystem abzuleiten und über Kläranlagen zu behandeln. Die Tierarzneimittel gelangen in der Regel nicht über Punktquellen ins Wasserversorgungssystem, sondern über diffuse Quellen. Ein wirksames Emissionsmanagement muss damit weiter „vorne“, näher am Verursacher und damit im Nahrungsversorgungssystem ansetzen.

Der technische Ansatz ist folglich deutlich anders aufgebaut als für den Fall der Humanarzneimitteln: Die Techniken zum Containment bzw. zur Emissionskontrolle sind auf den landwirtschaftlichen Mastbetrieben zu implementieren und nicht im risikoabsorbierenden Wassersystem. Beispielsweise könnte mit Tierarzneimitteln belastete Gülle mit Verfahren der Klärtechnik kontinuierlich behandelt werden. Bei Aufarbeitung der Gülle zu Biogas werden sich Synergien ergeben. Da der Landwirt ein genaues Wissen darüber hat, welche Tierarzneimittel in seinem Betrieb eingesetzt werden, ist (zumindest in der Theorie) eine genaue Steuerung der Behandlungsanlage denkbar.

Alternativ könnte es sich insbesondere dort, wo Höfe keine Biogas-Gewinnung betreiben werden, sondern weiterhin die in den tierischen Abgängen enthaltenen Nährstoffe als Düngerquelle einsetzen möchten, als sinnvoll erweisen, auf andere Verfahren der Entmistung umzustellen. Anstelle einer Schwemmentmistung über Gülle erlauben beispielsweise traditionelle Verfahren eine Trennung in Festmist und Urin/Jauche. Die Jauche könnte vor der Ausbringung mit Hilfe von erweiterten Oxidationstechniken behandelt werden, um einen wesentlichen Teil der Tierarzneimittel abzubauen. Es ist davon auszugehen, dass bei optimaler Steuerung des Rotteprozesses im Festmist Tierarzneimittel zu wesentlichen Teilen abgebaut werden können.

Verhaltensansatz

Der Verhaltensansatz ist zunächst ähnlich entwickelbar wie im Fall der Anwendung von Humanarzneimitteln; allerdings ändert sich das Akteursspektrum: im wesentlichen haben Apotheker hier keine beratende Funktion. Es kann davon ausgegangen werden, dass die Entsorgung von Arzneimittelresten über den Wasser- bzw. Güllepfad vernachlässigbar ist. Verhaltensänderun-

⁷ Es ging in der Verallgemeinerungsphase nicht darum, diese Ansätze in einer größeren Detaillierung zu entfalten und zu untersuchen, mit Stakeholdern weiter zu treiben und zu bewerten, um daraus eine integrierte Handlungsstrategie in Bezug auf Tierarzneimittel zu entwickeln. Vielmehr sollte alleine untersucht werden, ob die im Vorhaben bezüglich der Erforschung systemischer Risiken entwickelte Herangehensweise verallgemeinerbar ist.

gen bei Ärzten und bei Landwirten sind aber vermutlich schwerer durchsetzbar, zumal im Bereich der Tiermast eine erhebliche Grauzone zwischen legaler und illegaler Anwendung besteht – dies beginnt bei der Deklaration von Tierarzneimitteln als Futterzusatzstoffen und endet bei der illegalen Beschaffung von Arzneimitteln über den Schwarzmarkt oder das Nicht-EU-Ausland. Weiterhin ist zu beachten, dass teilweise die Veterinärpharmaka nicht vom Tierarzt verschrieben werden, sondern über Futterzusätze dosiert werden. Der Einsatz von Computergestützten Modellen der Bestandsentwicklung kann dazu beitragen, dass die Landwirte die genauen Aufwandsmengen besser abschätzen können und die bisher beobachtbaren Über- bzw. Untermedikamentierungen vermeiden können.

Wirkstoffansatz

Der Wirkstoffansatz ist trotz teilweise veränderter Akteure weitgehend übertragbar: Die Tiergesundheitsindustrie ist ähnlich wie die Humanpharmaindustrie stark forschunggetrieben und kapitalintensiv, allerdings anders aufgestellt, da Tierarzneimittel hier nicht nur originär therapeutische Indikationen haben, sondern auch die Tiermast in ihrer industrialisierten Ausprägung unterstützen. Die Entwicklungszeiträume für neue Tierarzneimittel ist ähnlich lang, wenn auch die Erprobungsfristen kürzer sind. Grundsätzlich ist mit der industrialisierten Tierproduktion (sog. „Agrarlobby“) ein anderes Umfeld der Tiergesundheitsindustrie zu berücksichtigen, das einen starken Beharrungswillen hat, aber zugleich ist auch eine spezifische gesetzliche Rahmensezung existent. Da bei der Zulassung ökologische Aspekte eine größere Rolle spielen, ist zu vermuten, dass sich der Wirkstoffansatz hier unter Umständen leichter durchsetzen lässt.

Der Wirkstoffansatz mit seinen Maßnahmen ist vermutlich weitgehend direkt übertragbar. Gleichfalls ist zu vermuten, dass fast alle für die veränderte Humanarzneimittelentwicklung erarbeiteten Maßnahmen dabei erfolversprechend umgesetzt werden könnten. Allerdings ist dabei eine andere sozioökonomische Aufstellung der Tiergesundheitsindustrie sowie ein spezifischer gesetzlicher Rahmen zu berücksichtigen. Da bei der Zulassung von Tierarzneimitteln ökologische Aspekte aufgrund einer anderen juristischen Güterabwägung eine größere Rolle spielen, könnte vermutet werden, dass sich der Wirkstoffansatz für dieses Handlungsfeld unter Umständen leichter durchsetzen lässt, da beispielsweise der Aufwand für eine Lobbyarbeit für die Änderung rechtlicher Rahmenbedingungen entfällt.

Referenzen

- Landesumweltamt Brandenburg (2000). Tierarzneimittel in der Umwelt. Erhebung von Tierarzneimittelmengen im Land Brandenburg für den Zeitraum von Juli 1998 bis Juni 1999. Potsdam, LUA. Studien und Tagungsberichte. Band 29.
- Lux, A., Janowicz, C., Hummel, D. (2006): Versorgungssysteme. In: Becker, E., Jahn, Th. (Hg.), Soziale Ökologie. Grundzüge einer Wissenschaft von den gesellschaftlichen Naturverhältnissen. Frankfurt/New York: Campus Verlag, 423-433
- Römbke, J., Knacker, „Stahlschmidt-Allner, P. (1996). Umweltprobleme durch Arzneimittel. Literaturstudie. Forschungsbericht 106 04 121. UBA-Texte 69/96. Berlin, Umweltbundesamt.
- Rupalla, R. (1998). Tiergesundheitsmittel – unterschätzte Branche. DLG-Mitteilungen 10/1998: 58-59.
- Sattelberger, R. (1999). Arzneimittelrückstände in der Umwelt. Bestandsaufnahme und Problemdarstellung. Wien, Umweltbundesamt GmbH.
- Schneiderei, M. (2005). Verbrauchsmengen von Tierarzneimitteln. In: Arzneimittel in der Umwelt - Zu Risiken und Nebenwirkungen fragen Sie das Umweltbundesamt. UBA-Texte 29/05. Dessau, Umweltbundesamt.

II.2. Dissemination und Wirkung der Ergebnisse

Ausführende Stelle: Institut für sozial-ökologische Forschung (ISOE)

Verantwortlich: Dr. Florian Keil

Bearbeitung: Michaela Kawall

Der im ursprünglichen Projektantrag dargestellte Verwertungsplan musste im Verlaufe des Vorhabens nicht angepasst werden. Zentrales Element der Verwertung der Ergebnisse des Vorhabens war entsprechend ihre Verbreitung in Wissenschaft, Praxis und breiterer Öffentlichkeit, um eine maximale Wirksamkeit des Vorhabens im Sinne der formulierten Ziele (vgl. Abschnitt I.1.) zu ermöglichen. Die für eine Verbreitung der erreichten Ergebnisse des Vorhabens unternommen oder noch geplanten Aktivitäten werden im Folgenden zusammenfassend vorgestellt.

Im Verlauf des Vorhabens ist es gelungen, die erreichten Ergebnisse breit zu kommunizieren. Als zentrale Adressaten wurden die Wissenschafts-Community, unterschiedliche Praxiskontexte und die (mediale) Öffentlichkeit angesprochen. Wesentliche Elemente dieser Wissenskommunikation waren Publikationen, Fachvorträge im Rahmen von Tagungen und Kongressen, Eigenveranstaltungen, Presse- und Öffentlichkeitsarbeit (Printmedien, Hörfunk, Fernsehen, Internet) sowie der systematische Einbezug von Akteuren der professionellen Praxis in das Forschungsprojekt (*start*-Praxisdialog, vgl. Abschnitt II.1.8.). In einem transdisziplinären Forschungsvorhaben ist die Wissenskommunikation als Teil des Dialogs mit der Gesellschaft zu verstehen. Die projektbegleitende Wissenskommunikation bildete daher für die Wahrnehmung des Forschungsprojekts und seiner Ergebnisse in der breiteren Öffentlichkeit und vor allem der Praxis eine wichtige Grundlage. Das Vorhaben hat in diesem Sinne von Beginn an, eine projektagadequate Wissenskommunikation implementiert.

Vor allem der Prozess gegenseitiger Kommunikation mit Akteuren der professionellen Praxis wurde im Rahmen des *start*-Praxisdialogs kontinuierlich angeregt. Für die Integration von Praxiswissen und die Rückkoppelung der Forschungsergebnisse in die Praxis war dies von wesentlicher Bedeutung, da die Beteiligten Praxisexpertinnen und -experten eine zentrale Multiplikatorenfunktion übernommen haben. Die heterogene Zusammensetzung der Teilnehmenden am *start*-Praxisdialog (Behörden, Wasser- und Abwasserwirtschaft, Ärzte- und Apothekerschaft, Krankenkassen und pharmazeutische Industrie) spiegelt die Vielfalt der anzusprechenden Zielgruppen bei der Umsetzung einer integrierten Handlungsstrategie wider.

Angesichts der sehr unterschiedlichen Empfängerarenen (Wissenschaft und Praxis-Akteure ebenso wie die breitere Öffentlichkeit) galt es im Sinne einer wirksamen Wissenskommunikation komplexes Projektwissen differenziert und zielgruppengerecht zu kommunizieren. Unter dieser Prämisse war es für die Außenkommunikation des Vorhabens grundsätzlich wichtig, frühzeitig ein möglichst einheitliches Auftreten sicherzustellen. Zu diesem Zweck wurde ein Projekt-Logo sowie ein Leitsatz zur Corporate Identity entwickelt, der kurz und prägnant Vorhaben und Verbund charakterisieren und z. B. in Pressemitteilungen, Flyern etc. grundsätzlich verwendet wurde. Auch war der Leitsatz als allgemeine Vorhabenkurzbeschreibung für Einzelpublikationen oder Präsentationen angelegt. Im Rahmen des abschließenden Expertenwork-

shops am 27. Februar 2008 wurde die Entscheidung für ein konsequentes einheitliches und professionell gestaltetes Erscheinungsbild des Projektes von Seiten der Beteiligten bestätigt. Das professionelle und umfassende Erscheinungsbild des Projektes wurde als äußerst positiv wirkend wahrgenommen.

Als Instrumente einer effektiven Außenkommunikation wurde bereits sehr früh im Projekt ein zweisprachiger Projektflyer sowie ein zweisprachiges Poster (beide Instrumente in Deutsch und Englisch) entwickelt (vgl. Anlage 6). Mit der Konzeption und Einrichtung einer projekteigenen Website als eine zusätzliche multimediale Vermittlungsplattform wurden Fortschritte des Projekts kontinuierlich öffentlich zugänglich gemacht (vgl. www.start-project.de). Es wird angestrebt, die Webseite nach Ende des Vorhabens für mindestens zwei Jahre weiterzubetreiben.

Mit einem projektbegleitenden Print-Newsletter wurde zudem das Ziel verfolgt, vor allem die Praxisakteure sowie die Umwelten des Projektes über wichtige Projektneuigkeiten und darüber hinaus in kompakter Form zu informieren (vgl. Anlage 7). Projektergebnisse wurden zudem über entsprechende Medieninformationen in Richtung Printmedien, Hörfunk und Fernsehen bekannt gemacht. Eine Auswahl von Medienberichten in denen ausdrücklich auf das Vorhaben Bezug genommen wurde oder bei denen Vorhabenbeteiligte namentlich genannt wurden ist im Medienspiegel in Tabelle 5 zusammengestellt.

Medium	Titel	Datum
Stern online	Pharma-Müll – Wie Medikamente die Umwelt belasten	23.06.2008
Deutsches Ärzteblatt	Natur als Medikamentendepotie	13.06.2008
Ärztezeitung online	Umweltbewusste Arznei-Entsorgung	26.05.2008
Apotheker plus	ISOE: Verbraucher verunsichert - einheitliche Richtlinien fehlen	23.05.2008
Cision	Saubere Medikamente	23.05.2008
Umweltbriefe	Pille im Öko-Design	22.05.2008
Recycling Magazin (online)	Neues Faltblatt: Altmedikamente richtig entsorgen	19.02.2008
Rheinland-Pfalz, Ministerium für Umwelt, Forsten und Verbraucherschutz, online-newsletter	Entsorgung von Altmedikamenten – Umweltministerin Conrad: Belastungen der Umwelt vermeiden	18.02.2008
natur + kosmos	Medikamente im Klo	11/2007
WAZ (Westdeutsche Allgemeine Zeitung)	Pillen im Klo	09.06.2007
Ver.di Publik	Pharmamüll – Die große Verschwendung	März 2007
Securital – Das Magazin	Arzneimittel im Wasser	Jan. 2007
ABDA - Bundesvereinigung Deutscher Apothekerverbände: www.presseportal.de	Alt-Arzneimittel über Apotheke entsorgen	15.11.2006
www.krankenkassenratgeber.de	Arzneimittel ins Klo? Medikamentenrückstände im Wasser neh-	09.11.2006

	men zu	
Schwäbisches Tagblatt online	Zu viele Arzneimittel werden über die Toilette entsorgt	03.11.2006
Berliner Morgenpost	Jeder Fünfte kippt Arzneimittelreste ins Klo	03.11.2006
www.stadtwerke-uelzen.de	Medikamentenentsorgung in Haushalten	03.11.2006
Süddeutsche Zeitung	Antibiotika im Badese	25.10.2006

Tabelle 5: Medienspiegel *start* (Auswahl).

Als zentrale Veranstaltung für die Verbreitung der Projektergebnisse wurde Ende April 2008 eine internationale Abschlusskonferenz in Kooperation mit der Deutschen Bundesstiftung Umwelt und dem Universitätsklinikum Freiburg veranstaltet. Mit der Konferenz "Sustainable Pharmacy: Strategies and Perspectives for Development, Use and Emission Management of Pharmaceuticals" wurde damit erstmalig der internationale Stand der Forschung und der Auseinandersetzung mit Nachhaltigkeit in der Pharmazie zusammengetragen. Im Dialog mit Expertinnen und Experten aus Wissenschaft und Praxis zielte die Veranstaltung darauf, von einer Problem- zu einer Lösungsperspektive im Umgang mit Arzneimittelwirkstoffen in der Umwelt zu gelangen. Die Konferenz richtete sich an Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen aller relevanten Disziplinen und Praktiker aus der Pharmazeutischen Industrie, dem Gesundheitswesen, der Wasserwirtschaft sowie Behörden, die sich im Rahmen der Konferenz mit der Frage auseinandersetzten, wie Pharmazie nachhaltiger gestaltet werden kann. Ein Konferenzband wird voraussichtlich Anfang 2009 in englischer Sprache bei Springer erscheinen.

Auf Initiative von Beteiligten am *start*-Praxisdialog (vgl. Abschnitt II.1.8.) ist es gelungen, das Vorhaben und seine Ergebnisse innerhalb der Deutschen Rheinschutzkommission (DK-Rhein), der Internationalen Rheinschutzkommission sowie die Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser bekannt zu machen. Die DK-Rhein hat beschlossen, die *start*-Ergebnisse bei ihrer Strategiebildung zum Umgang mit Mikroverunreinigungen zu berücksichtigen (vertrauliches Protokoll der 135. Sitzung der DK-Rhein am 29.01.2008 in Bonn). Das Rheinland-Pfälzische Umweltministerium hat sich darüber hinaus sehr interessiert an dem integrierten Forschungsansatz des Projektes gezeigt. Mitte Februar 2008 hat das Ministerium im Rahmen einer Pressekonferenz ein Faltblatt vorgestellt, das Rheinland-Pfälzischen Haushalten, Ärzten und Apothekern Hinweise zur sachgerechten Entsorgung von Medikamenten gibt (vgl. Pressemitteilung des Rheinland-Pfälzischen Umweltministeriums vom 18.02.2008). Die empirischen Ergebnisse des Projektes bildeten dabei eine wichtige Grundlage.

II.2. Beobachtung des Forschungsfeldes

Während der Durchführung des Vorhabens wurden die nationalen und internationalen Forschungsaktivitäten im Themenbereich „Trinkwasser- und Gewässerbelastungen mit Arzneimittelwirkstoffe“ kontinuierlich beobachtet (durch die Teilnahme an einschlägigen Veranstaltungen und Konferenzen, sowie durch regelmäßige Literatur- und Internetrecherche). Als von besonderer Bedeutung für das Vorhaben stellte sich dabei das Forschungsprojekt „Knowledge and Need Assessment on Pharmaceutical Products in Environmental Waters (KNAPPE)“ heraus. Das im 6. EU-Forschungsrahmenprogramm geförderte Projekt (Laufzeit 02/2007 bis 08/2008, vgl. www.knappe-eu.org) wies mit der Zielstellung einer Identifikation von vorrangigen Maßnahmen zur Verringerung des Vorkommens, der Wirkungen und Risiken von Arzneimitteln in Gewässern in einigen Arbeitspaketen inhaltliche Überschneidungen mit dem durchgeführten Vorhaben auf. Aus diesem Grund wurde früh der Kontakt mit den Projektverantwortlichen gesucht. Als Ergebnis des Austauschs wurde der Projektleiter von *start* (Dr. Florian Keil, ISOE) eingeladen, die zentralen Ergebnisse des Vorhabens auf der KNAPPE-Zwischenkonferenz vom 18.-20.02.2008 in Nîmes, Frankreich, vorzustellen. Bei den Diskussionen ergab sich, dass der *start*-Ansatz einer systematischen Exploration der drei betrachteten Handlungsfelder (vgl. Abschnitt I.2.) und der Entwicklung einer integrativen Handlungsstrategie über den Ansatz von KNAPPE deutlich hinausgeht und bei den Projektverantwortlichen sowie den internationalen Teilnehmern der Konferenz auf positive Resonanz gestoßen ist. Aus diesem Grund wurde *start* ebenfalls zur KNAPPE-Abschlusskonferenz vom 08.-09.09.2008 in Paris eingeladen.

II.2. Erfolgte und geplante Veröffentlichungen des Vorhabens

Als ein zentrales Produkt der Forschungsarbeit ist eine Broschüre mit Handlungsempfehlungen für die Praxis in deutscher, englischer und französischer Sprache erarbeitet worden (Abschlusspublikation). Die Broschüre hebt auf die entwickelte integrierte Handlungsstrategie und ihre Notwendigkeit ab, bündelt den aktuellen Wissensstand und stellt Maßnahmenkataloge vor. Sie richtet sich besonders an Entscheidungsträgerinnen und Entscheidungsträger in Politik, Verwaltung, Unternehmen und Organisationen. Ihre Verbreitung erfolgt über gezielte Versandaktionen an Akteure aus Wissenschaft und Praxis sowie über die *start-* und ISOE-Webseiten (dort kann sie als PDF-Dokument heruntergeladen oder direkt im HTML-Format eingesehen werden). Zudem wird auf den *start*-Webseiten eine Musterpräsentation abrufbar sein, die interessierten Akteuren eine Vorstellung der Ergebnisse des Vorhabens in ihrem Umfeld erleichtert.

Daneben wurden die Ergebnisse des Vorhabens in zahlreichen Beiträgen in nationalen und internationalen Fachzeitschriften veröffentlicht. Im Folgenden findet sich eine vollständige Liste der Publikationen, die direkt aus dem Vorhaben heraus entstanden sind. Referierte Artikel sind mit einem Stern (*) gekennzeichnet.

Liste der erfolgten und geplanten Veröffentlichungen

- *Bechmann, G. (2006): The uncertainties of risk communication in knowledge society In: Soares, G. C. Zio, E. (eds.): Safety and reliability for managing risk. London, Leiden, New York, Philadelphia, Singapore: Taylor & Francis, Volume 2, pp. 1249-1255
- Bechmann, G. (2007): Die Beschreibung der Zukunft als Change oder als Risiko? – TA zwischen Innovation und Prävention. In: Technikfolgenabschätzung Theorie und Praxis, Vol. 16, Nr. 2, 34-45
- Bechmann, G. (2008): Risikokommunikation als öffentliche Kommunikation – Paradoxien und Strategien der Zukunftsbewältigung in sich selbst-gefährdenden Gesellschaften. Berliner Journal (*eingereicht*)
- Bechmann, G., Büscher, Ch. (Hg.) (2008): Risikokommunikation unter dem Vorsorgeprinzip - Konzepte und Erfahrungen einer paradoxen Form öffentlicher Intervention und Aufklärung. Berlin, Sigma-Verlag (*Erscheinungsdatum: voraussichtlich Ende 2008*)
- Büscher, Ch. (2006): Risiko und Gefahr. In: Bayerisches Landesamt für Umwelt (LFU) (Hg.): Chemikalien in der Umwelt – Vorkommen, Belastungspfade, Regelungen. Fachtagung am 18. Oktober 2006. Augsburg: Bayerisches Landesamt für Umwelt 2006, S. 51-58
- *Deffner, J., Götz, K.: Handlungsoptionen für einen umweltfreundlicheren Umgang mit Arzneimitteln. UWSF – Z Umweltchem Ökotox (*akzeptiert für Oktober 2008*)
- *Deffner, J., Götz, K.: Wahrnehmungs- und Verarbeitungsmuster eines neuen Risikos. In: Bechmann, G., Büscher, C. (Hg.): Risikokommunikation unter dem Vorsorgeprinzip – Konzepte und Erfahrungen einer paradoxen Form öffentlicher Intervention und Aufklärung. Berlin, Sigma-Verlag (*Erscheinungsdatum: voraussichtlich Ende 2008*)
- Deffner, J., Keil, F., Lux, A., Schramm, E.: Multikriterielle Bewertung und Folgenabschätzung von Handlungsstrategien zur Reduktion des Eintrags von Arzneimittelwirkstoffen in den Wasserkreislauf. IOSE Diskussionspapiere. Institut für sozial-ökologische Forschung ISOE, Frankfurt am Main (*Erscheinungsdatum voraussichtlich Herbst 2008*)

- *Döll, P., Titz, A.: Actor Modelling and its Contribution to the Development of Risk Management Strategies. *Social Sciences & Medicine (eingereicht)*
- *Götz, K., Keil, F. (2007): Medikamentenentsorgung in privaten Haushalten: Ein Faktor bei der Gewässerbelastung mit Arzneimittelwirkstoffen? *UWSF – Z Umweltchem Ökotox* 19 (3) 180–188
- Keil, F. (2007): Arzneimittelwirkstoffe im Wasser. Handlungsstrategien für ein systemisches Risiko. In: *Soziale Technik*, H. 1, 15-16
- Keil, F. (2008): Vorwort - von der Problem- zur Lösungsperspektive. Beitragsserie Arzneimittelwirkstoffe im Wasserkreislauf. *UWSF – Z Umweltchem Ökotox* (20) 2 145
- *Keil, F., Bechmann, G., Kümmerer, K., Schramm, E.: Systemic Risk Governance for Pharmaceutical Residues in Drinking Water. *GAIA (akzeptiert für Heft 4/2008)*
- Keil, F., Schramm, E. (2008): Therapien gegen Arzneimittel in der Umwelt. *UmweltMagazin*, Vol. 38, H. 6, 17-18
- Keil, F.: Vorwort – Vorsorgende Handlungsmöglichkeiten. *UWSF – Z Umweltchem Ökotox (akzeptiert für Oktober 2008)*
- Keil, F., Renn, O.: Systemische Risiken: Neue Forschungsansätze für eine neue Form von Risiken. *GAIA (akzeptiert für Heft 4/2008)*
- *Kümmerer, K. (2007): Sustainable from the very beginning: rational design of molecules by life cycle engineering as an important approach for green pharmacy and green chemistry. *Green Chem.*, 2007, 9, 899–907
- Kümmerer, K. (2008): Strategies for the Reduction of the Input of Pharmaceuticals into the Environment. In: Kümmerer, K. (Hg.): *Pharmaceuticals in the Environment*. Springer, Heidelberg, New York (dritte überarbeitete und erweiterte Ausgabe)
- *Kümmerer, K., Schramm, E. (2008): Arzneimittelentwicklung: Die Reduzierung von Gewässerbelastungen durch gezieltes Moleküldesign. *UWSF – Z Umweltchem Ökotox (angenommen für Oktober 2008)*
- *Püttmann, W., Keil, F., Oehlmann, J., Schulte-Oehlmann, U. (2008): Wassertechnische Strategien zur Reduzierung von Gewässerbelastungen durch Arzneimittelwirkstoffe. *UWSF – Z Umweltchem Ökotox* 20 (3) 209-226
- *Schulte-Oehlmann, U., Oehlmann, J., Püttmann, W. (2007): Humanpharmakawirkstoffe in der Umwelt: Einträge, Vorkommen und der Versuch einer Bestandsaufnahme. *UWSF – Z Umweltchem Ökotox* 19 (3) 168-179
- Schultz, I.: Gender und Risikowahrnehmung. Überlegungen zu einer geschlechtsspezifischen Risikokommunikation am Beispiel Trinkwasserbelastungen durch Arzneimittelrückstände. *ISOE-Diskussionspapiere*. Institut für sozial-ökologische Forschung ISOE, Frankfurt am Main (*Erscheinungsdatum voraussichtlich Herbst 2008*)
- start (2008): Humanarzneimittelwirkstoffe: Handlungsmöglichkeiten zur Verringerung von Gewässerbelastungen – Eine Handreichung für die Praxis. Institut für sozial-ökologische Forschung ISOE, Frankfurt am Main (in Deutsch, Englisch und Französisch erschienen)



Anlagen



Anlage 1: Ergebnis der multikriteriellen Bewertung (31 Seiten)

Multikriterielle Bewertung der *start*-Strategieansätze

Forschungsverbund *start*

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	3
1 Bewertung des Technikansatzes	4
1.1 Die Maßnahmen des Technikszenarios	4
1.2 Evaluierung: Kriterium Wirksamkeit	5
1.3 Evaluierung: Kriterium Zeithorizont	6
1.4 Kriterium Reichweite	6
1.5 Evaluierung: Kriterium Kosten	6
1.6 Evaluierung: Kriterium Eingriffstiefe	7
1.7 Evaluierung: Kriterium Innovation	7
2 Bewertung des Verhaltensansatzes	9
2.1 Evaluierung: Kriterium Wirksamkeit	10
2.2 Evaluierung: Kriterium Zeithorizont	12
2.3 Evaluierung: Kriterium Reichweite	12
2.4 Evaluierung: Kriterium Kosten	12
2.5 Evaluierung: Kriterium Eingriffstiefe	13
2.6 Evaluierung: Kriterium Innovation	13
3 Bewertung des Wirkstoffansatzes	15
3.1 Evaluierung: Kriterium Wirksamkeit	15
3.2 Evaluierung: Kriterium Zeithorizont	16
3.3 Evaluierung: Kriterium Reichweite	16
3.4 Evaluierung: Kriterium Kosten	16
3.5 Evaluierung: Kriterium Eingriffstiefe	17
3.6 Evaluierung: Kriterium Innovation	17
4 Kriterium Umsetzungsbereitschaft	18
4.1 Technikansatz	18
4.2 Verhaltensansatz	18
4.3 Wirkstoffansatz	19
4.4 Zusammenfassung	20
5 Vergleichende Bewertung der Strategieansätze	21
5.1 Vergleichende Bewertung mit PROMETHEE	21
6 Schlussfolgerungen	23
Anhang A: Liste der zugrunde gelegten Arzneimittelwirkstoffe	24
Anhang B: Erläuterungen zur Bewertung des Verhaltensansatzes	25
Anhang C: Erläuterungen zur Bewertung des Wirkstoffansatzes	28
Anhang D: Übersicht der Einschätzungen zur Umsetzungsbereitschaft	30

Einleitung

Im Folgenden werden die Ergebnisse der multikriteriellen Bewertung der *start*-Strategieansätze vorgestellt. Die darauf basierenden Betrachtungen zur Folgenabschätzung auf gesellschaftlicher, ökonomischer und ökologischer Ebene finden sich einem gesonderten Dokument. Mit den beiden Untersuchungen werden zwei zentrale Ziele verfolgt. Zum einen sollen sie Hinweise darauf liefern, welchen Beitrag Maßnahmen in den drei Handlungsfeldern Technik, Verhalten und Wirkstoffentwicklung für sich betrachtet zu einem nachhaltigen Umgang mit Arzneimittelwirkstoffen im Wasserkreislauf leisten können. Zum anderen sollen sie die Basis für die Entwicklung einer integrierten Handlungsstrategie als zentrale Aufgabe der abschließenden Projektphase von *start* legen. Die vergleichende Bewertung der drei Strategieansätze und die Folgenabschätzung bilden dafür die Grundlage.

Gegenüber dem im vorliegenden Dokument von Keil et al. („Multikriterielle Bewertung der Strategieansätze in *start*“) beschriebenen Bewertungsansatz bzw. gegenüber den gemeinsamen Diskussionen auf dem zweiten *start*-Experten-Workshop am 23. Januar 2007 sind die folgenden Änderungen bzw. Präzisierungen notwendig geworden:

- Das Kriterium „Umsetzungsbereitschaft“ sollte auf Basis der Auswertung einer breiten Online-Befragung unter Expertinnen und Experten aus den drei Handlungsfeldern evaluiert werden. Der Rücklauf hat sich jedoch trotz einer Verlängerung der Frist als unzureichend für eine quantitativ signifikante Auswertung der Befragung erwiesen. Aus diesem Grund wurde das Kriterium in der vergleichenden Bewertung nicht berücksichtigt. Stattdessen wurde eine qualitative Zusammenfassung der Befragungsergebnisse vorgenommen (vgl. Abschnitt 4).
- Um eine weitestgehende Vergleichbarkeit der Kosten herzustellen, wurde entgegen der ursprünglichen Definition des Kriteriums „Kosten“ auf die Angabe von jährlichen Kosten verzichtet (vgl. dazu auch Abschnitt 5). Stattdessen wurden die Kosten einheitlich auf einen Gesamtzeitraum von 30 Jahren bezogen.
- Das Kriterium Reichweite wurde auf dem zweiten *start*-Experten-Workshop mit rund 15% nach dem Kriterium „Wirksamkeit“ am zweithöchsten gewichtet (vgl. den entsprechenden Ergebnisbericht). Bei der Durchführung der Bewertung hat sich jedoch gezeigt, dass die in dieser hohen Gewichtung zum Ausdruck kommende grundsätzliche Differenzierungsfähigkeit des Kriteriums sich angesichts der Konstruktion der drei Ansätze und der begrenzten Datenverfügbarkeit

nicht hinreichend abbilden lässt. Aus diesem Grund wurde auch dieses Kriterium von der vergleichenden Bewertung ausgenommen. Hinweise zur Problematik einer Evaluierung der Reichweite finden sich in den Bewertungen der einzelnen Ansätze (vgl. Abschnitte 1.4, 2.3 und 3.3).

■ Insbesondere bei der Bewertung des Technikansatzes hat es sich dennoch als hilfreich erwiesen, sich auf eine definierte Grundgesamtheit an Arzneimittelwirkstoffen zu beziehen. Grundlage ist die Liste, die der Sachverständigenrat für Umweltfragen in seinem diesjährigen Gutachten „Arzneimittel in der Umwelt“ aufgestellt hat. Die Liste wurde um vier ausgewählte Röntgenkontrastmittel erweitert und um die in Krankenhäusern jährlich verabreichten Wirkstoffmengen ergänzt (vgl. Anhang A).

■ Die qualitative Evaluierung der Kriterien „Eingriffstiefe“ und „Umsetzungsbereitschaft“ wurde in ein Punktesystem übersetzt. Während bei der Evaluierung der Eingriffstiefe maximal 10 Punkte erreicht werden konnten – was einer geringen Eingriffstiefe entspricht – konnten bei der Evaluierung der Innovation höchstens 23 Punkte vergeben werden – was einem hohen Beitrag eines Ansatzes zur Entwicklungsfähigkeit einer Volkswirtschaft in Richtung Nachhaltigkeit entspricht.

■ Die Unsicherheiten bei der Evaluierung der einzelnen Kriterien wurden nach dem in Tabelle 0.1 dargestellten Schema von den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der einzelnen Arbeitsgruppen abgeschätzt. Lediglich bei den qualitativen Bewertungskriterien wurde aus methodischen Gründen auf eine Abschätzung der Unsicherheiten verzichtet. Die Berücksichtigung von Unsicherheiten ist vor allem bei der vergleichenden Bewertung der Strategieansätze von Bedeutung (vgl. Abschnitt 5).

Der vorliegende Ergebnisbericht ist wie folgt gegliedert: In den Abschnitten 1, 2 und 3 sind die Ergebnisse der Einzelbewertungen der drei *start*-Strategieansätze dargestellt. Abschnitt 4 fasst die Auswertung der Online-Befragung zum Kriterium „Umsetzungsbereitschaft“ zusammen. Die wichtigsten Ergebnisse der vergleichenden Bewertung mit dem Outrankingverfahren PROMETHEE werden im fünften Abschnitt vorgestellt. Erste Schlussfolgerungen aus der multikriteriellen Bewertung werden im sechsten Abschnitt getroffen. Die Anhänge A und C geben detaillierte Erläuterungen zur Herleitung der Evaluierungsergebnisse bei einzelnen Kriterien für den Verhaltens- und den Wirkstoffansatz. In Anhang D sind detaillierte Ergebnisse der Online-Befragung zusammengestellt.

falls...	Literaturdaten	Analogieschlüsse aus Literaturdaten	Mehrere Experteninterviews	Eigene Expertise	Keine Referenz
Mittelwert	± 10%	± 20%	± 30%	± 40%	± 50%
obere Abschätzung	+5%, -15%	+10%, -30%	+15%, -45%	+20%, -60%	
untere Abschätzung	-5%, +15%	-10%, +30%	-15%, +45%	-20%, +60%	

Tabelle 0.1: Schema zur Abschätzung der Bewertungsunsicherheiten für quantitative Bewertungskriterien. Die Einschätzungen werden soweit möglich bzw. zutreffend mit Quellenangaben versehen. Soweit eine Evaluierung nicht ausdrücklich als obere oder untere Abschätzung anzusehen war, wurde sie als Mittelwert angenommen.

1 Bewertung des Technikansatzes

Die folgende Beschreibung von Maßnahmen basiert auf dem aktuellen Stand des Technikansatzes und dem dort formulierten Technikszenario. Für in diesem Szenario offen gelassene Maßnahmindetails (z. B. welche Technik bei der separaten Reinigung von Krankenhausabwässern eingesetzt werden kann) werden im Folgenden zum Zweck der Evaluierbarkeit der Bewertungskriterien entsprechende Setzungen vorgenommen.

1.1 Die Maßnahmen des Technikszenarios

Maßnahme „Nachrüstung von Wassergewinnungsanlagen“

Die höchsten Konzentrationen von Arzneimittelwirkstoffen werden in Oberflächengewässern gemessen, die kommunalen Kläranlagen zur Einleitung von Abwässern als Vorfluter dienen. Besonderer Handlungsbedarf besteht deshalb für Wassergewinnungsanlagen, die Oberflächenwasser für die Trinkwassergewinnung aufbereiten (entweder direkte Entnahme von Fluss-, See oder Talsperrenwasser oder Verwendung von Uferfiltrat bzw. angereichertem Grundwasser). In vielen dieser Wassergewinnungsanlagen wird zur Entfernung von Schadstoffen eine Aktivkohlefiltrationseinheit eingesetzt. Die Aktivkohlefiltration ist nach dem heutigen Wissenstand sehr gut geeignet, die Elimination von Arzneimittelwirkstoffen (sowie auch von anderen organischen Fremdstoffen) aus dem Roh- bzw. Trinkwasser sicherzustellen.

Um während der Implementierung nachhaltiger Lösungsansätze vereinzelte Durchbrüche von Arzneimittelwirkstoffen in das Trinkwasser möglichst zu vermeiden, werden diejenigen Wasserwerke, die direkt oder indirekt Oberflächenwasser aufbereiten und über die beschriebene Technik bisher nicht verfügen, entsprechend nachgerüstet. Die Anlagen sollen dabei nicht stationär installiert werden, um einen leichten Rückbau zu ermöglichen, sobald nachhaltige Maßnahmen zur Reduktion der Einträge von Arzneimittelwirkstoffen ins Abwasser greifen.

Im Bundesgebiet betrifft dies ca. 110 Wassergewinnungsanlagen vor allem in Nordrhein-Westfalen, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen. Wasserwerke, die zu Desinfektionszwecken bereits Ozon einsetzen, werden ebenfalls mit einer Aktivkohlefiltrationseinheit ausgerüstet.¹ Die Einheiten werden so ausgelegt und betrieben, dass die Konzentrationen von Arzneimittelwirkstoffen unterhalb des empfohlenen Orientierungsgrenzwertes von 0,1 µg/l je Einzelstoff im Trinkwasser liegen.² Da die gemessenen Konzentrationen von Arzneimittelwirkstoffen über den Jahresverlauf relativ konstant sind, wird die Aktivkohlefiltrationseinheit im Dauerbetrieb gefahren. Durch diese Betriebsart wird auch einer Verkeimung der Filter entgegengewirkt.

Maßnahme „Separate Erfassung und Behandlung von Punktquellen“

In Krankenhäusern sowie Pflegeheimen (Seniorenwohnheime und Seniorenpflegeheime) werden Toilettenabwasser (Schwarzwasser) und Grauwasserströme separat erfasst und behandelt und nicht dem kommunalen Abwassernetz zugeführt. Da Abwasseremissionen aus diesen Einrichtungen Punktquellen mit hohen Konzentrationen von Arzneimittelrückständen darstellen, bietet sich eine gesonderte Behandlung der Abwässer an, da sich grundsätzlich Reinigungsverfahren auf aufkonzentrierte Abwässer effektiver einstellen lassen.

Krankenhäuser

Daten zum Beitrag von Krankenhausabwässern zu den gemessenen Konzentrationen spezifischer Wirkstoffe liegen erst vereinzelt vor. Es wird jedoch angenommen, dass der weitaus größte Beitrag zur Belastung von Abwässern mit Arzneimittelwirkstoffen aus privaten Haushalten stammt (Heberer/Feldmann 2005), da nur ein geringer Teil der insgesamt verschriebenen Medikamente in Krankenhäusern verabreicht wird. Im Sinne des Prinzips, Kosten dort zu verrechnen, wo sie auch anfallen, ist jedoch zu fordern, dass auch das Gesundheitswesen einen Beitrag zur Lösung der betrachteten Problematik leistet.

Die separate Erfassung und Behandlung von Krankenhausabwässern ist insbesondere bei Wirkstoffen mit einem besonderen Gefährdungspotenzial wie Antibiotika und Zytostatika sowie bei wasserwerksrelevanten Substanzen wie Röntgenkontrastmittel von Bedeutung. Eine Beschränkung der Maßnahme auf entsprechende Krankenhausbereiche bzw. Funktionsabteilungen (wie z. B. Onkologie und Radiologie) ist jedoch nicht zielführend, da die (vollständige) Ausscheidung der Stoffe in der Regel nicht auf diese Bereiche beschränkt werden kann.³ Die einzurichtenden Systeme zur Stoffstromtrennung sollen daher die gesamten Toilettenabwässer der Krankenhäuser erfassen. Eine Trennung ist in vielen Fällen ohne größeren Aufwand möglich, da das Toilettenabwasser häufig in einem getrennten Rohrsystem geführt und erst später mit dem Grauwasser vermischt wird (Nordwig 2006).

Als Reinigungsverfahren wird ein in Pilotversuchen bereits erfolgreich erprobtes Verfahren, das aus einer Sedimentationsstufe und einer anschließenden Ozonierung besteht, zum Einsatz kommen (Kiffmeyer et al. 2004). Die Anlagen sollen jeweils so ausgelegt und betrieben werden, dass die Konzentrationen von Arzneimittelwirkstoffen unterhalb des Orientierungsgrenzwertes von 0,1 µg/l je Einzelstoff liegen. Das gereinigte Toilettenabwasser kann anschließend dem kommunalen Abwassernetz zugeführt werden.

Die Maßnahme wird auf alle Krankenhausneubauten und bestehende Einrichtungen angewendet. Aus Gründen der Nachhaltigkeit sollte beim Umbau grundsätzlich die Möglichkeit einer Trennung von Gelb- und Braunwasser vorgesehen werden (etwa über Separationstolletten, dort wo dies praktikabel und für die Betroffenen zumutbar ist). Dadurch wird die Möglichkeit einer weitergehenden Nutzung der Teilströme etwa zur Rückgewinnung von Nährstoffen aus dem Urin oder zur Energiegewinnung aus anaeroben Prozessen beim Abbau von Faeces) offen gehalten.

In der Abwasserverordnung werden Krankenhäuser dem kommunalen Abwasserbereich zugeordnet. Daher gibt es keine rechtlichen Kriterien, die der Umsetzung der beschriebenen Maßnahme entgegenstünden. Eine entsprechende Verpflichtung sollte jedoch in der Abwasserverordnung (Indirekteinleiterverordnung) mit einer verbindlichen Zeitvorgabe zur Umsetzung innerhalb von 20 Jahren verankert werden.⁴

Pflegeheime

Ebenso wie Krankenhäuser stellen Pflegeheime (Seniorenwohnheime und Seniorenpflegeheime) Punktquellen für Arzneimiteleinträge in das kommunale Abwasser dar (vielfach Dauermedikation mit mehreren Medikamenten gleichzeitig). Quantifizierende Untersuchungen

zum prozentualen Beitrag von Abwässern aus diesen Einrichtungen zu den gemessenen Umweltkonzentrationen spezifischer Wirkstoffe liegen bisher jedoch nicht vor.

Bei Neubauten und bestehenden Einrichtungen werden analog zum Vorgehen bei Krankenhäusern die relevanten Abwasserteilströme separat erfasst und mit den beschriebenen Verfahren vor der Einleitung in das kommunale Abwassernetz aufgereinigt. Ebenso wie Krankenhäuser werden auch Pflegeheime dem kommunalen Abwasserbereich zugeordnet, sodass auch hier einer Umsetzung der Teilmaßnahme keine rechtlichen Probleme entgegenstehen. Eine entsprechende Verpflichtung sollte aber ebenfalls in der Abwasserverordnung mit einer verbindlichen Zeitvorgabe von 20 Jahren verankert werden.

Maßnahme „Nachhaltige Sanitärkonzepte“

Diese Maßnahme geht nicht in die Bewertung ein, da selbst eine annähernde Quantifizierung zur Abschätzung des Umfangs der Maßnahme nicht möglich ist.

Mittel- und langfristig sollten nachhaltige Sanitärkonzepte insbesondere für Neubau-, Industrie- und Gewerbegebiete, Bürogebäude, Hotelkomplexe, Gebäude mit öffentlichen Toiletten, Autobahnraststätten und Flughäfen, basierend auf einer separaten Erfassung von Abwasserteilströmen (Trennung von Schwarzwasser, Regenwasser und Grauwasser) gekoppelt mit einer Rückgewinnung von Nährsalzen (Stickstoff, Phosphor, Kalium), realisiert werden.

Ungeachtet der Tatsache, dass sich die Konzentrationen zahlreicher pharmazeutischer Wirkstoffe mit den modernen Aufbereitungsmethoden der (Ab-)Wassertechnologie in der kommunalen Kläranlage weiter verringern lassen, sollte versucht werden, bereits die Kontamination des Abwassers mit diesen Stoffen so gering wie möglich zu halten, anstatt sie mit aufwendiger Technik nachträglich zu entfernen, um eine gleichbleibend gute Qualität des Trinkwassers zu gewährleisten. Gelb-, Schwarz- und Grauwasserströme sowie abfließende Regenwässer könnten schrittweise von der kommunalen Abwasserentsorgung und Kanalisation entkoppelt und vorweg dezentral/semi-zentral über nach geschaltete Reinigungstechnologien adäquat aufbereitet werden, um gezielt Arzneimittelrückstände (und andere Fremdstoffe) aus den ‚häuslichen Abwässern‘ zu entfernen. Speicherkapazitäten könnten, wenn nicht an Ort und Stelle die Abwasserteilströme behandelt werden, in großen Gebäuden oder Wohnkomplexen gemeinschaftlich geschaffen werden, wobei Managementkonzepte für eine gesteuerte Entleerung und eine entsprechende Infrastruktur zur Aufbereitung der Stoffströme eingerichtet werden müssten.

Die infolge der Teilstrombehandlung anfallenden Wertstoffe wie Stickstoff und Phosphor aus der Gelbwasserbehandlung oder Kompost und Biogas aus dezentralen Vergärungsanlagen könnten als speicherfähige Nährstoffe und Energieträger verwertet werden. Zudem könnten anfallende organische Abfälle zusammen mit dem Brauwasser Biogasanlagen behandelt und umgesetzt werden. Zur Ableitung von Niederschlagswässern aus flächigen Siedlungsräumen (außerhalb von innerörtlichen Verdichtungsgebieten) könnten Maßnahmen zur Versickerung/Verrieselung von Regenwässern im Sinne einer Modifikation der Mischkanalisation vorgesehen werden, um dem Problem der Verdünnung der Arzneimittelwirkstoffe im Abwasser ent-

gegen zu wirken. Dies würde jedoch das Vorhandensein entsprechend großer ‚Betriebsflächen‘ voraussetzen.

1.2 Evaluierung: Kriterium Wirksamkeit

Maßnahme „Nachrüstung von Wassergewinnungsanlagen“

Da sich das Kriterium „Wirksamkeit“ auf den Eintrag bzw. das Vorkommen der Stoffe in Oberflächengewässern bezieht, ist die Wirksamkeit der Maßnahme „Nachrüstung von Wassergewinnungsanlagen“ definitionsgemäß null. In der Definition des Kriteriums spiegelt sich also der verfolgte Ansatz wider, Maßnahmen zu bevorzugen, die möglichst nah an der Quelle von Gewässerbelastungen mit Arzneimittelwirkstoffen ansetzen.

Maßnahme „Separate Erfassung und Behandlung von Punktquellen“

Krankenhäuser

Basis für die Bestimmung der Wirksamkeit der Teilmaßnahme sind die Mengen an Wirkstoffen, die in Krankenhäusern verabreicht werden (vgl. Anhang A). Die Wirksamkeit berechnet sich dann aus dem Verhältnis der durch die zu installierende Technik zurückgehaltenen Wirkstofffracht (in kg/Jahr) und der jährlichen Gesamtverbrauchsmenge an Humanpharmaka. Für die einzusetzende Verfahrenskombination konnten für eine Vielzahl von Wirkstoffen Eliminationsraten von nahezu 100% demonstriert werden (Kiffmeyer et al. 2004).⁵ Es wird im Folgenden vereinfachend angenommen, dass durch die zu installierende Anlage alle Arzneimittelwirkstoffe im Toilettenabwasser eines Krankenhauses vollständig zurück gehalten werden können. Als einzige Ausnahme sind die Röntgenkontrastmittel anzusehen, für die die Effektivität der Ozonierung mit maximal 60% als vglw. gering anzusehen ist (vgl. Ternes et al. 2005).

Die Wirksamkeit der Maßnahme stellt sich für die verschiedenen Indikationsgruppen unterschiedlich dar. Für die in Anhang A aufgeführten Antibiotika ergibt sich eine jährliche Verbrauchsmenge von $M_{AB}=18.405$ kg in Krankenhäusern bei einem Gesamtverbrauch von $M_{gesamt}=137.191$ kg pro Jahr. Antibiotika werden im Schnitt innerhalb von zwei bis fünf Tagen metabolisiert bzw. vom Körper ausgeschieden. Bei einem mittleren Krankenhausaufenthalt von 8,6 Tagen in 2005 (Statistisches Bundesamt 2007a) und täglicher Einnahme kann hier angenommen werden, dass die Stoffe zu mindestens 50% im Krankenhaus ausgeschieden werden. Damit ergibt sich eine Wirksamkeit der Teilmaßnahme für Antibiotika von 7% ($M_{AB}/M_{gesamt} \times 0,5=0,07$).

Obschon auch Zytostatika im Zeitraum von zwei bis sechs Tagen vom Körper umgesetzt werden, ist hier mit lediglich 40% Ausscheidung der Wirkstoffe im Krankenhaus zu rechnen, da die betroffenen Patientinnen und Patienten in der therapeutischen Praxis oft nur für eine Nacht im Krankenhaus bleiben (Klaus Kümmerer, persönliche Mitteilung). Bezogen auf die beiden in Anhang A aufgeführten Zytostatika Cyclophosphamid und Ifosfamid ergibt sich damit analog zur obigen Rechnung eine spezifische Wirksamkeit der Teilmaßnahme von ca. 30%. Röntgenkontrastmittel haben in der Regel eine sehr kurze Eliminationshalbwertszeit von ca. zwei Stunden im Körper. Für eine Ausscheidung von 75% der Substanz ist daher eine Verweilzeit von lediglich vier Stunden im Krankenhaus erforderlich. Gleichzeitig beträgt jedoch

der Anteil ambulanter Patientinnen und Patienten in der Radiologie eines Krankenhauses bis zu 60% (Klaus, Kümmerer, persönliche Mitteilung). Wird auf dieser Basis angenommen, dass lediglich die stationären Patientinnen und Patienten zur Belastung des Krankenhausabwassers mit Arzneimittelwirkstoffen beitragen und wird überdies die geringe Effektivität der Ozonierung bei Röntgenkontrastmitteln berücksichtigt, ergibt sich mit den Daten in Anhang A eine spezifische Wirksamkeit der Teilmaßnahme von 24%.

Die gesamte Wirksamkeit der Teilmaßnahme ergibt sich über alle Wirkstoffe des Anhangs A zu 23%. Hierbei handelt sich jedoch um eine obere Abschätzung, da weder der jeweils spezifische Anteil der im Krankenhaus ausgeschiedenen Wirkstoffmenge berücksichtigt wird noch eine mögliche geringere Effektivität des gewählten Reinigungsverfahrens für einzelne Substanzen. Überdies weist die Wirkstoffliste in Anhang A eine systematische Verschiebung zu verstärkt in Krankenhäusern verabreichten Arzneimitteln auf.

Pflegeheime

Die Bestimmung der Wirksamkeit der Teilmaßnahme basiert auf dem Anteil am Gesamtarzneimittelverbrauch der über 60-Jährigen von ca. 75% (vgl. Nink/Schröder 2005) und der Anzahl der in Heimen versorgten pflegebedürftigen Personen über 60 Jahre von 645.500 (Stand: 31.12. 2005, Statistisches Bundesamt 2007b). Unter der vereinfachten Annahme, dass durch das gewählte Reinigungsverfahren alle Wirkstoffe im Toilettenabwasser der betrachteten Einrichtungen vollständig zurückgehalten werden können, ergibt sich die Wirksamkeit der Teilmaßnahme bei einer Gesamtbevölkerung der über 60-Jährigen von 21.459.780 (Statistisches Bundesamt 2007c) zu lediglich 2% (bezogen auf die Gesamtverbrauchsmenge an Humanpharmaka in Deutschland).⁶ Der Umstand, dass bestimmte Arzneimittel im Alter verstärkt und andere weniger oder gar nicht mehr eingenommen werden, wird bei dieser Betrachtung vernachlässigt.

Gesamtergebnis

Die Wirksamkeit der gesamten Maßnahme ergibt sich aus der Summe der Wirkungen der Teilmaßnahmen zu 25%. Auf Basis von Literaturdaten zur Effektivität des gewählten Verfahrens (vgl. z.B. Kiffmeyer et al. 2004, Ternes et al. 2005, LANUV NRW 2007) und der Expertise der Forschungspartner auf dem Gebiet wird die Unsicherheit dieser Abschätzung mit +10% und -30% angesetzt.

1.3 Evaluierung: Kriterium Zeithorizont

Die einzelnen Maßnahmen des Szenarios bauen zeitlich nicht notwendigerweise aufeinander auf. Es ist jedoch davon auszugehen, dass die Bereitschaft der Wasserversorgungsunternehmen zur geforderten

Nachrüstung ihrer Anlagen in einem gewissen Grad von der Umsetzung der Maßnahmen im Gesundheitsbereich abhängig ist – sofern nicht andere Stoffproblematiken akuten Handlungsdruck erzeugen (vgl. die jüngste Debatte um die PFT-Problematik). Sollte es in den nächsten drei bis vier Jahren zu einer Verankerung der Verpflichtung einer separaten Erfassung und Behandlung der Abwässer von Krankenhäusern und Pflegeheimen in der Abwasserverordnung kommen, ist eine freiwillige Selbstverpflichtung der betroffenen Wasserversorger im Sinne der formulierten Maßnahme jedoch als wahrscheinlich anzusehen.

Entsprechend der Zielmarke von 20 Jahren zur verbindlichen Umsetzung der Maßnahme in Krankenhäusern und Pflegeheimen wird bei einem zeitlichen Vorlauf von vier Jahren zur Durchsetzung der entsprechenden rechtlichen Regelungen ein Zeithorizont des Technikszenarios von 24 Jahren zugrunde gelegt.⁷ Neben wenigen Pionieren werden die meisten Einrichtungen jedoch erst wenige Jahre vor Ablauf der Frist mit der Umsetzung der Maßnahme beginnen. Ein möglicher zeitlicher Verlauf des Technikszenarios ist in Abbildung 1.1 dargestellt. Die Unsicherheit wurde auf Basis von internen Diskussionen im Projektverbund mit $\pm 40\%$ veranschlagt.

1.4 Kriterium Reichweite

Die tatsächliche stoffliche Reichweite der Maßnahmen ist nur schwer zu bestimmen. So ist beispielsweise zunächst von dem Befund auszugehen, dass sich die Aktivkohlefiltration als effektives Verfahren zur Entfernung von zahlreichen Arzneimittelwirkstoffen erwiesen hat (vgl. Ternes et al. 2005, LANUV NRW 2007). Als Ausnahmen müssen bisher jodierte Röntgenkontrastmittel und das Antibiotikum Sulfamethoxazol gelten (Ternes et al. 2005). Ebenso konnte gezeigt werden, dass das ionische Röntgenkontrastmittel Amidotrizoesäure nur bei einer kurzen Filterlaufzeit effektiv zurückgehalten werden kann (Schmidt et al. 2006). Unter der Annahme, dass die übrigen Stoffe des Anhangs A durch eine entsprechende Einstellung der Aktivkohlefiltrationseinheit fast vollständig aus dem Trinkwasser entfernt werden können, würde sich vor diesem Hintergrund eine Reichweite der Maßnahme „Nachrüstung von Wassergewinnungsanlagen“ von rund 90% ergeben. Gleichzeitig ist davon auszugehen, dass grundsätzlich alle Wirkstoffe des Anhangs A in Krankenhäusern und Pflegeheimen verabreicht werden können, sodass die Reichweite dieser Maßnahme prinzipiell mit 100% anzusetzen ist. Eine weitere Differenzierung lässt sich jedoch aus Sicht der Autoren nicht sinnvoll durchführen.

1.5 Evaluierung: Kriterium Kosten

Maßnahme „Nachrüstung von Wassergewinnungsanlagen“

Die Schwerpunkte der direkten oder indirekten Nutzung von Ober-

Maßnahme	Jahr der Umsetzung ab 2005														
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
Anpassung der Abwasserverordnung	■	■													
Nachrüstung von Wassergewinnungsanlagen			■	■	■	■	■								
Separate Erfassung und Behandlung						■	■	■	■	■	■				

Abbildung 1.1: zeitlicher Verlauf der Umsetzung des Technikszenarios.

flächenwasser liegen in den Bundesländern Nordrhein-Westfalen, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen (Statistisches Bundesamt 2006). In Nordrhein-Westfalen nutzen 112 Wassergewinnungsanlagen entweder Uferfiltrat bzw. angereichertes Grundwasser oder direkt Fluss-, See oder Talsperrenwasser (LDS NRW 2006); in Sachsen handelt es sich um 43 (SMUL 2007), in Sachsen-Anhalt um 40 (Statistisches Landesamt Sachsen-Anhalt 2007) und in Thüringen um 358 (Thüringer Landesamt für Statistik 2007) entsprechende Anlagen. Statistische Angaben über die in diesen Wassergewinnungsanlagen eingesetzten Aufbereitungstechniken sind nicht verfügbar. Eine Erhebung der Internationalen Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke im Rheineinzugsgebiet (IWRM 1999) hat jedoch ergeben, dass etwa 80% der Wassergewinnungsanlagen für die genannten Wasserarten bereits über eine Aktivkohlefiltrationseinheit verfügen. Wird dieser Wert als obere Abschätzung für die Situation in den vier ausgewählten Bundesländern herangezogen, ergibt sich bei rund 110 Wassergewinnungsanlagen ein entsprechender Nachrüstungsbedarf.

Da Kostenangaben für nicht-stationäre Anlagen nicht verfügbar waren, werden die folgenden Kosten für eine stationäre Anlage zugrunde gelegt:

- Investitionskosten: 610.000 Euro ohne Berücksichtigung von Kosten für möglicherweise notwendige bauliche Maßnahmen (vgl. Seidel 2002);
- Kosten für Betriebsstoffe (Pulveraktivkohle): 30.000 Euro pro Jahr beim Einsatz von 0,005 kg Pulveraktivkohle pro m³, einem Preis von 1,20 Euro pro kg Pulveraktivkohle und einer angenommenen Fördermenge von 5 Mio. m³ pro Jahr (nach Seidel 2002);
- Kosten für Analytik von 50.000 Euro pro Jahr und zusätzliche Personalkosten für Wartung und Betrieb von 25.000 Euro pro Jahr (nach Lange 2004).

Unter der Voraussetzung, dass mit der Umsetzung der Maßnahme nach vier Jahren begonnen wird (vgl. Abbildung 1.1), ergeben sich für den betrachteten Zeitraum von 30 Jahren die Gesamtkosten der Maßnahme zu rund 370 Mio. Euro (ca. 130.000 Euro pro Jahr und Anlage).⁸

Maßnahme „Separate Erfassung und Behandlung von Punktquellen“

Bei Installation der vorgesehenen Anlage zur separaten Erfassung und Behandlung von Toilettenabwässern ist mit Investitionskosten von 41.000 Euro und jährlichen Betriebskosten für Wartung, Personal und Strom von ca. 3.000 Euro zu rechnen (Becker/Kabasci 2007). Umbaukosten für das Rohrleitungssystem konnten bei den Investitionskosten

nicht berücksichtigt werden, da hier fallspezifisch starke Unterschiede zu erwarten sind. Für eine Einrichtung (Krankenhaus oder Pflegeheim) ergeben sich damit bei einer Laufzeit der Anlagen von 30 Jahren jährliche Gesamtkosten von ca. 4.400 Euro.⁹

Zum 31.12.2005 gab es in Deutschland 2093 Krankenhäuser (Statistisches Bundesamt 2007d). Wird angenommen, dass die Umsetzung der Maßnahme erst nach 10 Jahren beginnt (vgl. Abbildung 1.1) entstehen Gesamtkosten von rund 210 Mio. Euro. Für die Umsetzung der Maßnahme in den 10.424 Pflegeheimen in Deutschland (Statistisches Bundesamt 2007e) ergeben sich analog jährliche Gesamtkosten von 1,04 Mrd. Euro.

Die Gesamtkosten des Technikszenarios (ohne Berücksichtigung der Kosten der Maßnahme „Nachhaltige Sanitärkonzepte“) liegen damit bei 1,62 Mrd. Euro. Die Berechnung dieser Kosten ist mit zahlreichen, nur schwer abschätzbaren Unsicherheiten behaftet. Auf Basis von internen Diskussionen im Projektverbund wurde der Wert jedoch als obere Abschätzung angesehen und die Unsicherheit entsprechend mit +20% und -60% abgeschätzt.

1.6 Evaluierung: Kriterium Eingriffstiefe

Für das Technikszenario wurde auf Basis einer Diskussionsrunde aus Mitgliedern des Projektverbunds abgeschätzt, dass im Sinne der Definition des Kriteriums Eingriffstiefe „mehrere Akteursgruppen“ an der Umsetzung der Maßnahmen zu beteiligen sind. Überdies wurde vermutet, dass im Wesentlichen auf bestehende Verfahren und Institutionen bei der Umsetzung zurückgegriffen werden kann, die jedoch im Einzelfall spezifisch angepasst werden müssen. Insgesamt ist daher von einer mittleren bis niedrigen Eingriffstiefe auszugehen (6 Punkte).

1.7 Evaluierung: Kriterium Innovation

In derselben Diskussionsrunde wurden das Kriterium Innovation bewertet. Für das Technikszenario ergab sich dabei folgendes Bild: Im Hinblick auf die Dimension Abfall- und Emissionsreduktion (bezogen auf den CO₂-Ausstoß) sind keine substantziellen Verbesserungen zu erwarten (jeweils 0 Punkte). In den Dimensionen Kostenreduktion, Prozessoptimierung, Produktoptimierung und Veränderung der Realisierung des Produktnutzens wurden jedoch deutliche Innovationspotenziale gesehen (1, 2, 4 bzw. 6 Punkte). Eine positive Einflussnahme auf Bedarfsmuster (Dimension VII) wurde dagegen nicht angenommen. Insgesamt ergibt sich, dass das Technikszenario ein mittleres Potenzial zur Innovation im Sinne einer Erhöhung der Entwicklungsfähigkeit der Volkswirtschaft in Richtung Nachhaltigkeit besitzt (13 Punkte).

Referenzen

- Becker, B./Kabasci, S. (2007): Anlagenoptimierung- und auslegung zur Teilstrombehandlung in einem Krankenhaus (inkl. Wirtschaftlichkeitsberechnung). Beitrag auf der 2. Sitzung des projektbegleitenden Ausschusses am 5. Juni 2007. Projekt "Oxidative Behandlung von Krankenhausabwasser" Fraunhofer UMSICHT, Oberhausen.
- Heberer, T., Feldmann, D. (2005): Contribution of effluents from hospitals and private households to the total loads of diclofenac and carbamazepine in municipal sewage effluents - modeling versus measurements. Journal of Hazardous Materials 122 (3), S. 211-218.

- IAWR (1999): Wasserförderung und Aufbereitung im Rheineinzugsgebiet. Rheinthemen 2: Internationale Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke im Rheineinzugsgebiet. Erstellt von Fugger, R., Fleig, M. und Brauch, H.J., DVGW-Technologie Zentrum Wasser, Karlsruhe.

- Kiffmeyer, T., Türk, J., Becker, B., Kabasci, S. (2004): Entwicklung eines Verfahrens zur oxidativen Behandlung von Krankenhausabwasser-Teilströmen - insbesondere zur Eliminierung von Zytostatika im Abwasser. Duisburg: Institut für Energie- und Umwelttechnik. <http://www.veu.de/13147-Dateien/Abschlussbericht.pdf> (20.03.2006).

- Landesamt für Umwelt und Geologie Sachsen (2007): Abteilung Wasserversorgung, Abwasserentsorgung, Wasserbau. Dr. Uta Schröter, persönliche Mitteilung. Dresden.
- Lange, S. (2004): Abbau endokriner Substanzen – Kostenvergleich und wirtschaftliche Vertretbarkeit. Vortrag auf dem Aquatorium der RWW Styrum am 30.03.2004.
- LANUV NRW (2007): Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen: Eintrag von Arzneimitteln und deren Verhalten und Verbleib in der Umwelt – Literaturstudie <<http://www.lanuv.nrw.de/veroeffentlichungen/fachberichte/fabe2/lanuvfabe2.pdf>>, Stand: 25.07.2007
- LDS NRW (2006): Öffentliche Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung in Nordrhein-Westfalen 2004. Landesamt für Datenerhebung und Statistik Nordrhein-Westfalen. Düsseldorf. Juni 2006.
- Nink, K./Schröder, H. (2006): Arzneimittelverordnungen nach Alter und Geschlecht. Arzneiverordnungs-Report 2006. Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg/New York, S. 966-978
- Nordwig, H. (2006): Keine Medikamente im Abwasser. Fraunhofer Magazin 4.2006. S. 54-55.
- Schmidt, C.K./Brauch, H.-J./Jekel, M. (2006): Die Entfernbarkeit polarer Spurenstoffe in der Trinkwasseraufbereitung. Wasser Berlin, 2006.
- Statistisches Bundesamt (2006): Umwelt – Öffentliche Wassergewinnung. Statistisches Bundesamt Wiesbaden. <http://www.statistik-portal.de/Statistik-Portal/de_jb10_jahrtabu1.asp>, Stand: 25.07.2007.
- Statistisches Bundesamt (2007a): Anzahl der Patienten erstmalig einschließlich gesunder Neugeborener. Statistisches Bundesamt Wiesbaden. Stand: 23.07.2007.
- Statistisches Bundesamt (2007b): Statistik über Pflegebedürftige Deutschland. Statistisches Bundesamt Wiesbaden. Stand: 23.07.2007.
- Statistisches Bundesamt (2007c): Bevölkerungsstand Deutschland. Statistisches Bundesamt Wiesbaden. Stand: 25.07.2007.
- Statistisches Bundesamt (2007d): Verzeichnis der Krankenhäuser und Vorsorge- oder Rehabilitationseinrichtungen in Deutschland. Statistisches Bundesamt Wiesbaden.
- Statistisches Landesamt Sachsen-Anhalt (2007): Abteilung für Öffentlichkeitsarbeit. Persönliche Mitteilung. Halle/Saale.
- Ternes T, Joss A, Kreuzinger N, Miksch K, Lema JM, von Gunten U, McArell CS, Siegrist H (2005): Removal of pharmaceuticals and personal care products: Results of the POSEIDON project. WEFTEC 2005.
- Thüringer Landesamt für Statistik (2007): Öffentliche Wasserversorgung – Wassergewinnung nach Kreisen in Thüringen. Gebietsstand 31.12.2004. Erfurt.

Endnoten

- Die Ozonierung ist in diesen Wassergewinnungsanlagen für Zwecke der Hygienisierung und nicht auf die Transformation von (organischen) Verbindungen wie Arzneimittelwirkstoffen eingestellt.
- Die im Folgenden verwendete Formulierung einer „vollständigen“ Entfernung bezieht sich auf dieses Qualitätsziel.
- Die Ausscheidung von Röntgenkontrastmitteln erfolgt z.B. selten in der Radiologie selbst sondern erst nach Rückkehr auf die jeweilige Fachabteilung zur therapeutischen Behandlung. Der Einsatz von Antibiotika wiederum lässt sich kaum auf eine Funktionsabteilung beschränken.
- Eine Umsetzung der Maßnahme innerhalb von 20 Jahren ist als eine ehrgeizige Zielmarke anzusehen. Wird der Einbau der Anlagen jedoch mit den aktuell geforderten Maßnahmen zur energetischen Sanierung des Gebäudebestandes gekoppelt, erscheint ihre Erreichung als nicht unrealistisch: Im aktuellen Koalitionsvertrag der Bundesregierung ist eine Erhöhung der Sanierungsquote von derzeit etwa 2% auf 5% als Zielmarke festgeschrieben.
- Bei der Ozonolyse entstehen Oxidationsprodukte die grundsätzlich im Hinblick auf ihre Toxizität gesondert betrachtet werden müssen. Toxizitätstests im Rahmen des zitierten Projekts haben jedoch gezeigt, dass zumindest die Genotoxizität und die Leichtbakterientoxizität durch das verwendete Verfahren vollständig abgebaut werden konnten.
- Der Wert wurde folgendermaßen berechnet: Bezeichnet $M_{60,PH}$ die in Pflegeheimen verbrauchte Wirkstoffmenge und M_{gesamt} die gesamte Verbrauchsmenge an Humanpharmaka in Deutschland (jeweils pro Jahr), so gilt für die Wirksamkeit der Teilmaßnahme definitionsgemäß $M_{60,PH}/M_{gesamt}$; bei einem jährlichen Pro-Kopf-Verbrauch der über 60-Jährigen von M_{60}/N_{60} (N_{60} : Anzahl der über 60-Jährigen) ergibt sich dann $M_{60,PH}/M_{gesamt} = M_{60}/M_{gesamt} \times N_{60,PH}/N_{60} = 0,02$ ($N_{60,PH}$: Anzahl der in Heimen versorgten pflegebedürftigen Personen über 60 Jahre).
- Dabei wird angenommen, dass die Umsetzung der Maßnahme in den Wasserversorgungsunternehmen wegen der geringen Zahl der betroffenen Anlagen wesentlich schneller vonstatten gehen wird.
- Kalkulatorische Zinsen bei der Abschreibung der Anlagen wurden in dieser Rechnung nicht berücksichtigt.
- Unterschiede in den jeweils entstehenden Toilettenabwasservolumina werden hier nicht berücksichtigt. Die angegebenen Kosten sind für ein Abwasservolumen von ca. 1 m³ pro Tag abgeschätzt worden; es konnte jedoch gezeigt werden, dass sich die Kosten des Verfahrens pro m³ Abwasser bei steigenden Abwasservolumina deutlich reduzieren (Becker/Kabasci 2007). Kalkulatorische Zinsen bei der Abschreibung der Anlage wurden nicht berücksichtigt.

2 Bewertung des Verhaltensansatzes

Im Folgenden wird eine Gesamtbewertung des Verhaltensansatzes durchgeführt. Da der Ansatz aus verschiedenen Teilmaßnahmen zusammengesetzt ist, musste eine Lösung für das Problem gefunden werden, dass nicht jede Teilmaßnahme über alle Bewertungskriterien hinweg bewertbar ist. Dies wird besonders beim Kriterium „Kosten“ deutlich: So lassen sich beispielsweise für die Teilmaßnahme „Festschreibung des Umweltziels Schutz des Grund- und Oberflächenwassers als Umweltziel mit hoher Priorität auf Bundes- und Landesebene“ kaum Kosten bestimmen. Ein ähnliches Problem ergibt sich für diese Teilmaßnahme auch beim Kriterium „Wirksamkeit“.

Aus diesem Grund wurden jeweils nur die Teilmaßnahmen, für die das jeweilige Bewertungskriterium evaluierbar ist, aufgeführt. Das Gesamtergebnis kommt dann durch eine summierende Betrachtung der einzelnen Teilmaßnahmen zustande. Tabelle 2.1 zeigt eine Über-

sicht der Maßnahmen und Teilmaßnahmen. Darin ist außerdem eine Änderung erläutert, die sich im Vergleich zum Stand des Strategieansatzes im Dezember 2006 durch die Diskussion mit der Experten-Gruppe des Projekts auf dem zweiten gemeinsamen Workshop am 23. Januar 2007 ergeben hat.

Erläuterungen zur genaueren Bestimmung einzelner Aspekte der Bewertung finden sich in Anhang B. Verweise auf diese Erläuterungen werden im Folgenden mit einem hoch gestellten „E“ und einer römischen Ziffer gekennzeichnet (E^I bis E^{XIV}).

Der Verhaltensansatz bezieht sich nicht auf die im Projekt fokussierten einzelnen Wirkstoffe und Indikationsgruppen (vgl. Anhang A). Vielmehr sollen die verhaltensorientierten Maßnahmen zu einem veränderten Umgang mit Arzneimitteln insgesamt führen. Die Bewertung bezieht sich deshalb nicht explizit auf die ausgewählten Wirkstoffe, sondern schließt grundsätzlich alle Arzneimittel ein.

Tabelle 2.1: Übersicht über die Handlungsfelder und Teilmaßnahmen des Strategieansatzes

	Teilmaßnahme	Erläuterung
0	Festschreibung als Umweltziel	Schutz des Grund- und Oberflächenwassers als Umweltziel hoher Priorität auf Bundes- und Landesebene
1	Umweltklassifikation	Erstellung einer Umweltklassifikationsliste für Arzneimittel
2	Problembewusstsein Ärzte und Apotheker	
2.1	Diskurs Ärzte	Initiierung eines Diskurse über die Problematik bei Ärzten
	Kommunikation in den Fachmedien	Thematik möglicher Vorsorgestrategien angesichts ungewisser Risiken soll in ärztlichen Fachmedien kommuniziert werden
	Fortbildung	Einbettung des Themas in die Fortbildung von Ärzten
2.2	Diskurs Apotheker	Initiierung eines Diskurse über die Problematik bei Apothekern
	Kommunikation in den Fachmedien	Thematik möglicher Vorsorgestrategien angesichts ungewisser Risiken soll in Fachmedien von Apothekern kommuniziert werden
	Fortbildung	Einbettung des Themas in die Fortbildung von Apothekern
3	Vermeidung & Verminderung des Arzneimittelverbrauchs¹	
3.1	Steuerung der Nachfrage durch Transparenz von Kosten und Mengen sowie Zuzahlungen	Verringerung unnötigen Arzneimittelverbrauchs durch Feedback der Kosten und Mengen; Verringerung unnötigen Arzneimittelverbrauchs durch erhöhte Zuzahlungen
3.2	Nicht-medikamentöse Verschreibungsmöglichkeiten	„Rezept auf Bewegung“ und ähnliches
4	Entsorgung von Arzneimitteln	
4.1	Einheitliche Entsorgungsstandards	Etablierung einer bundesweit einheitlichen Praxis der Entsorgung von Arzneimitteln durch Entsorgung ausschließlich über die Apotheken
4.2	Rücknahmesysteme	Vereinfachung des gegenwärtigen Arzneimittel-Rücknahmesystems in den Apotheken
4.3	PR-Kampagne	PR-Kampagne zur sachgemäßen Entsorgung
4.4	Entsorgungshinweis auf Arzneimittelpackungen	Ausdruck deutlich sichtbarer Hinweise zur richtigen Entsorgung auf Arzneimittelverpackungen
4.5	Differenzierte Packungsgrößen und Kennzeichnung von Blisterpackungen	Angebot differenzierter Packungsgrößen; Starter Packs; Arzneimittel in Blisterpackungen werden pro Einheit einzeln gekennzeichnet

2.1 Evaluierung: Kriterium Wirksamkeit

Beim Verhaltensansatz handelt es sich im Wesentlichen um die Initiierung gesellschafts- und umweltpolitischer Entwicklungen im Umgang mit Arzneimitteln. Die Maßnahmen beziehen sich vorwiegend auf die Bereiche Bewusstseinsbildung, Öffentlichkeitsarbeit und Risikokommunikation und nur in geringerem Maße auf die Umsetzung organisatorisch wirksamer Prozesse. Bei den folgenden Ausführungen ist es deshalb zu berücksichtigen, dass

- die Auswirkungen der einzelnen Maßnahmen auf die Reduzierung der Wirkstofffrachten im Abwasser zum Teil nicht unmittelbar quantifizierbar sind
- und deswegen eine hohe Unsicherheit hinsichtlich der Abschätzung der Wirksamkeit innerhalb der Teilmaßnahmen besteht.

Angaben zur Reduktion der Wirkstofffracht können nur sehr bedingt auf Basis gesicherter Daten erfolgen. Sofern sich für Teilmaßnahmen überhaupt Wirkungen abschätzen ließen (z.B. aus Analogieschlüssen) konnten, entgegen der ursprünglichen Definition des Kriteriums, nur Abschätzungen in Bezug auf eine Änderung der jährlich ins Abwasser gelangenden Menge an Wirkstoffen getroffen werden.

Bei der Bewertung der Wirksamkeit der Teilmaßnahmen wurde zudem eine Unterscheidung in *direkte* und *indirekte* Wirksamkeit vorgenommen (vgl. Tabelle 2.II):

- Eine *indirekte Wirksamkeit* liegt bei den Teilmaßnahmen vor, die strategisch bedeutsam sind und erst die Grundlage für die Wirksamkeit anderer Maßnahmen bilden. Sie entfalten daher keine quantifizierbare Wirksamkeit.
- Eine *direkte Wirksamkeit* trifft für alle anderen Maßnahmen zu, für die im Falle einer Umsetzung die Auswirkung auf den Stoffeintrag ins Abwasser zumindest annähernd abgeschätzt werden kann.

Tabelle 2.II: Indirekte und direkte Maßnahmen des Verhaltensansatzes.

Maßnahmenkategorie	Art der Wirksamkeit
0) Umweltziel	indirekt
1) Umweltklassifikation von Arzneimitteln	indirekt
2) Problembewusstsein Ärzte und Apotheker	indirekt
3) Vermeidung und Verminderung des Arzneimittelverbrauchs	direkt
4) Entsorgung von Arzneimitteln	direkt

Maßnahme 1: Umweltklassifikation von Arzneimitteln

Für die Erstellung und Verbreitung der Umweltklassifikation wird zwar von einer indirekten Wirkung ausgegangen, dennoch stehen ansatzweise Daten zur Verfügung, die einen möglichen Durchsetzungs- bzw. Anwendungsgrad abschätzbar machen. So lässt sich auf Basis der folgenden Annahmen und Informationen, eine Abschätzung des Anteils von Ärztinnen und Ärzten herleiten, die eine *Wise List* anwenden würden bzw. bei denen Maßnahmen aus Maßnahmenbündel 2 (Problembewusstsein) erfolgreich sind:

- 77 % der Ärztinnen und Ärzte in der Region Stockholm befolgen die Empfehlungen der seit viereinhalb Jahren verfügbaren *Wise List*^{EI};
- bei der Übrtragung der Daten von Schweden auf Deutschland muss berücksichtigt werden, dass aufgrund unterschiedlicher Rahmenbedingungen ein Befolungsunterschied zu erwarten ist; dieser wurde zu –25 % abgeschätzt^{EII};
- zudem ist ein nur mit großen Unsicherheiten bestimmbarer Abschlag für den erforderlichen höheren Durchsetzungsgrad bei einer nationalen (Deutschland) gegenüber einer regionalen Strategie (Schweden) von –10 % zu berücksichtigen^{EIII}.

Im Ergebnis ergibt sich der geschätzte Anteil an Ärztinnen und Ärzten, die ihre Handlungs- und Verschreibungsroutinen aufgrund einer Umsetzung der Maßnahme verändern würden, zu ca. 40 % innerhalb von 5 Jahren^{EIV}.

Maßnahme 3: Vermeidung und Verminderung des Arzneimittelverbrauchs

Es wird davon ausgegangen, dass durch die Maßnahmen ein bestimmter Teil der bisher verordneten Arzneimittelmengen nicht mehr verkauft bzw. verschrieben wird. Zur Evaluierung der Wirksamkeit der Maßnahme wurde der Anteil der Verordnungsmengen in Deutschland abgeschätzt, der bei gleich guter Versorgung als nicht notwendig eingestuft werden kann. Dabei wurden regionale Unterschiede hinsichtlich der Verschreibung von Arzneimitteln herangezogen, um mögliche Mengenreduktionen abschätzen zu können. Im Durchschnitt ergab sich mit der verfügbaren Datenbasis ein Anteil von –15 %^{EV}.

Auf der Basis der Gesamtmenge verordneter Tagesdosen (Daily Defined Doses = DDD) im Jahr 2004 im Bereich der gesetzlichen Krankenversicherungen von 26,4 Mrd. (Schwabe/Pfaffrath 2006) entspricht einem Reduktionspotenzial von 15 % eine Anzahl von ca. 3,96 Mrd. DDD. Informationen über die Menge der verkauften Arzneimittelwirkstoffe liegen nur teilweise vor (vgl. BLAC 2003: 154). Die letzte Mengenschätzung erfolgte durch IMS Health für das Umweltbundsamt (UBA). Für das Jahr 2001 wurde eine Gesamtmenge verkaufter Arzneimittelwirkstoffe von 37.915 t ermittelt (UBA 2005: 82); 15 % dieser Menge entsprechen jährlich 5.687 t.

Maßnahme 4: Entsorgung von Arzneimitteln

Ziel der Maßnahmen ist es, dass die Menge der unsachgemäß über die häuslichen Abwässer (Toilette oder Ausguss) entsorgten Altarzneimittel deutlich sinkt und gleichzeitig der Anteil der über Apotheken entsorgten Restmedikamente ansteigt. Zunächst kann abgeschätzt werden, dass jährlich etwa 5.700 t Altarzneimittel anfallen. Auf Basis der empirischen Erhebungen in *start* kann zudem davon ausgegangen werden, dass von dieser Menge nicht mehr benötigter Arzneimittel ca. 770 t pro Jahr unsachgemäß über die Toilette oder den Ausguss entsorgt werden (ca. 14 % der Gesamtmenge an Altarzneimitteln). Bei einer Umsetzung der Maßnahme ist damit zu rechnen, dass diese Menge um mindestens rund 490 t pro Jahr auf damit weniger als 5 % der jährlich anfallenden Gesamtmenge an Altarzneimitteln reduziert werden kann. Zudem kann bei einer Umsetzung der Maßnahme angenommen werden, dass mindestens 70 % der Bevölkerung ihre

Altarzneimittel immer in den Apotheken zurückgeben. Die einzelnen Schritte zur Herleitung dieser Abschätzung sind in nebenstehendem Kasten erläutert.

Gesamtergebnis

Insgesamt ergibt sich für den Verhaltensansatz eine Wirksamkeit von ca. 24%. Diese Abschätzung zeigt nur einen maximal erreichbaren Wert an, da die Menge der verordneten Arzneimittel durch die Aus-

wirkungen in Maßnahme 3 zurückgehen müsste. Über Analogieschlüsse aus Literaturdaten wird eine Unsicherheit des Ergebnisses von +10% und -30% angenommen (vgl. Erläuterungen VI, VIII und IX, BLAC 2003, GEK-Arzneimittelreport 2006, Schwabe/Pfaffrath 2006, UBA 2006, Bundesumweltministerium 1996, Berger et al. 1994, *start*-Empirie).

Abschätzung der Entsorgungsmengen unverbraucher Arzneimittel	<ul style="list-style-type: none"> ■ Geschätzte Menge an Altarzneimitteln, die jährlich durch mangelnde Compliance entsteht: mind. 15% der Gesamtverbrauchsmenge^{EVI}; daraus ergeben sich bei insgesamt 26,4 Mrd. DDD verkaufter Arzneimittel (Schwabe/Pfaffrath 2006) mindestens 3,96 Mrd. DDD Altarzneimittel. ■ Heute entsorgen ca. 40% der Bevölkerung Altarzneimittel in den Apotheken (vgl. <i>start</i> Empirie 2006).^{EVII} Nach einer groben Schätzung entspräche dies 1,58 Mrd. DDD, die über Apotheken entsorgt würden. ■ Mengen-/Gewichtsabschätzung: Auf der Basis der unter Maßnahme 3 genannten Mengen (UBA 2006), entspricht der Anteil unverbraucher Arzneimittel demnach 5.687 t.
Abschätzung des Anteils über die Toilette entsorgter Medikamente	<ul style="list-style-type: none"> ■ Hintergrund: Ausgehend von der im Projekt <i>start</i> im Sommer 2006 durchgeführten repräsentativen Bevölkerungsbefragung zum Thema Medikamentenentsorgung, bevorraten fast 50% der Haushalte zwischen 6 und 20 Medikamente, 10% sogar mehr als 20 verschiedene Mittel. ■ Insgesamt ca. 15% der Befragten entsorgen anfallende Tablettenreste mehr oder weniger häufig über Toilette oder Ausguss (vgl. <i>start</i> Empirie 2006). ■ Insgesamt 43,4% aller Befragten entsorgen anfallende Flüssigarzneimittel über Toilette oder Ausguss (vgl. <i>start</i>-Empirie 2006).
Zwischenergebnis	<p>Ausgehend von 5.687 t Altarzneimitteln pro Jahr, wurde die Menge der unsachgemäß über die häuslichen Abwässer entsorgten Medikamente zu 773 t/Jahr (ca. 13,6% der Gesamtmenge der anfallenden Altarzneimittel) abgeschätzt.^{EVIII} Dies entspricht 0,54 Mrd. DDD jährlich.</p>
Beteiligung an veränderten Abfalltrennungsregeln	<ul style="list-style-type: none"> ■ Zum gegenwärtigen Zeitpunkt bringen ca.40%der Bevölkerung ihre Altmedikamente immer bzw. häufig in die Apotheke zur Entsorgung (26,4% dabei nur manchmal oder selten und 33,7% nie, vgl. <i>start</i>-Empirie 2006). ■ Um zu einem Beteiligungswert zu gelangen, wird als Analogie die Beteiligung an der Wertstofftrennung, wie sie seit der Verpackungsverordnung 1991/92 Pflicht ist, herangezogen. Gemäß den Umfragen zum Umweltbewusstsein des UBA, die seit 1991 regelmäßig durchgeführt werden, ergibt sich hinsichtlich der Beteiligung an der Mülltrennung (Berger et al. 1994; Bundesumweltministerium 1996), dass mind. 60% der Bevölkerung ihre Müllfraktionen (Werte für 1994 u.1996) trennen; die durchschnittliche Zunahme des Anteils gesammelter Wertstoffe beträgt ca. 5%.^{EIX}
Ergebnis	<ol style="list-style-type: none"> 1. Unter Zugrundelegung der genannten Zahlen wird der Anteil der unsachgemäß über die häuslichen Abwässer entsorgten Arzneimittel bei einer Umsetzung der Maßnahme auf weniger als 5% der Gesamtmenge an Altarzneimitteln reduziert. Dies entspricht einer Reduktion um mindestens 489 t bzw. 0,33 Mrd. DDD pro Jahr. 2. Unter Zugrundelegung der beschriebenen Akzeptanz wird durch die Maßnahme erreicht, dass mindestens 70% der Bevölkerung ihre Altarzneimittel immer in den Apotheken zurückgeben.

2.2 Evaluierung: Kriterium Zeithorizont

Die vorgeschlagenen Maßnahmen des Verhaltensansatzes bauen teilweise aufeinander auf. Maßnahmen des Maßnahmenbündels *Problembewusstsein* müssen implementiert sein, bevor das Maßnahmenbündel *Vermeidung und Verminderung* überhaupt greifen kann. Dies hat Auswirkungen auf den Zeitpunkt, bis wann das unter Wirksamkeit beschriebene Reduktionspotenzial erreicht werden kann. Abschätzungen für die Zeithorizonte der einzelnen Maßnahmenbündel sind in Tabelle 2.III zusammengestellt.

Tabelle 2.III: Zeithorizonte für die Maßnahmenbündel bezogen auf den Zeitbedarf für die Einführung

Maßnahme	Einführung in
0) Umweltziel	3-7 Jahren und mehr
1) Umweltklassifikation von Arzneimitteln	3-5 Jahren ²
2) Problembewusstsein Ärzte und Apotheker	3-7 Jahren
3) Vermeidung und Verminderung des Arzneimittelverbrauchs	
Kosten und Mengen Feedback	1-7 Jahren
Zuzahlungen	3-5 Jahren
Nicht-medikamentöse Verschreibungsmöglichkeiten	3-7 Jahren
4) Entsorgung von Arzneimitteln	1-5 Jahren

Auf einem Zeitstrahl aufgetragen bedeutet dies, dass die Maßnahmen versetzt einsetzen und sich z.T. überlappen. Die volle Entfaltung der Wirksamkeit des gesamten verhaltensorientierten Strategieansatzes ist in diesem angenommenen Verlauf ab dem 12. Jahr zu erwarten (vgl. Abbildung 2.I). Durch die Auswertung mehrerer Experteninterviews haben sich für die einzelnen Teilmaßnahmen Unsicherheiten in der Abschätzung des Zeithorizont zwischen $\pm 20\%$ und $\pm 40\%$ ergeben. Insgesamt wird daher von maximalen Bewertungsunsicherheit von $\pm 40\%$ ausgegangen (vgl. Janusinfo 2007).

Maßnahme	Jahr der Umsetzung ab 2005														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Umweltziel mit hoher Priorität	■	■	■	■	■	■	■	■	■						
Umweltklassifikation	■	■	■	■	■										
Problembewusstsein Ärzte und Apotheker	■	■	■	■	■	■	■								
Maßnahmen zu Vermeidung und Verminderung															
■ Kosten- und Mengenfeedback, Zuzahlungen					■	■	■	■	■	■	■				
■ Rezept auf Bewegung		■	■	■	■										
Entsorgung von Arzneimitteln	■	■	■	■	■										

Abbildung 2.1: Zeitablauf der Maßnahmen (violett: indirekte Maßnahme; hellblau: direkte Maßnahme)

2.3 Evaluierung: Kriterium Reichweite

Da keine Fokussierung auf einzelne Stoffgruppen vorgenommen wird, wird eine Reichweite von 100% angenommen. Die Unsicherheit dieses Wertes wird als Ergebnis interner Diskussionen im Projektverbund zu $\pm 40\%$ abgeschätzt.

2.4 Evaluierung: Kriterium Kosten

Nicht quantifizierbare Kosten

Es gibt mehrere Maßnahmen, für die keine Kosten quantifiziert werden konnten, dazu zählen:

■ **Maßnahmen 0 (Umweltziel) und 1 (Umweltklassifikation):** Hier entstehen keine direkten Kosten aber ggf. Aufwand für die Einberufung von entsprechenden Gremien und Arbeitskreisen, die Gesetzesvorlagen oder Verordnungen erarbeiten und Klassifikationen vornehmen. Kosten, die durch die Publikation und Dissemination der Klassifikationsliste entstehen, hängen stark von der eingeschlagenen Verbreitungsstrategie und ihrer Reichweite ab. So können beispielsweise privatwirtschaftliche Akteure Kosten anders kalkulieren, als staatliche Einrichtungen, die solche Aufgaben übernehmen (z.B. Integration der Umweltklassifikation in die Software zur Roten Liste®).^{EX}

■ **Maßnahmen 2:** Redaktionelle Beiträge in Zeitschriften und anderen Medien verursachen keine berechenbaren Kosten.

■ **Maßnahmen 3:** Es entstehen keine Kosten, sondern es können Synergien genutzt werden (z.B. Veränderungen im Gesundheitssystem durch Gesundheitsreformen). Mögliche Einspareffekte durch die Reduzierung von Medikamentenverschreibungen werden nicht dargestellt. Dennoch entsteht teilweise ein zusätzlicher Aufwand z.B. für Krankenkassen oder Arztpraxen bei der Ausstellung der neu eingeführten Verschreibung („Rezept auf Bewegung“) oder dem Kosten- und Mengenfeedback. Dieser Mehraufwand kann jedoch nicht monetär abgeschätzt werden.

■ **Maßnahmen 4:** Verpackungshinweise zur sachgerechten Entsorgung und variable Packungsgrößen: Auch hier fallen nicht quantifizierbare Kosten für Aufdrucke bei der Verpackung von Arzneimitteln und erweiterte Lagerhaltung in Apotheken und im Großhandel an.

Kostenschätzung für quantifizierbare Kosten

Die Kosten wurden auf der Grundlage von Kostenvoranschlägen von entsprechenden Anbietern sowie Preisen für entsprechende Angebote geschätzt. Die Kostenschätzung wird auf den Zeitraum von 30 Jahren bezogen (vgl. Einleitung).

Maßnahme 2.1.1: Fachjournalistenseminare

Es entstehen Entwicklungskosten für die Seminare sowie jährliche Kosten für die Durchführung. Die Seminare sollen 10 Jahre lang angeboten werden.^{EXI} Dadurch ergeben sich geschätzte Kosten von ca. 900.000 €.

Maßnahmen 2.1.3/2.2.3:**Fortbildungsveranstaltungen für Ärzte und Apotheker**

Es entstehen Entwicklungskosten für die Seminare sowie jährliche Kosten für die Durchführung. Die Kosten für die Ärztefortbildung wurden mit 3,8 Mio. Euro und für die Apothekerfortbildung mit 1,2 Mio. Euro veranschlagt.^{EXII} Damit ergeben sich Gesamtkosten der beiden Teilmaßnahmen von 5,0 Mio. Euro.

Maßnahme 4.2: Kosten für erweiterte Reverslogistik

Die Abschätzung der Kosten für eine Erweiterung bzw. Reorganisation der bestehenden Reverslogistik zur Rücknahme von Altarzneimitteln und deren Verpackungen ist direkt nicht möglich. Die Aufwendungen der Pharmaunternehmen für die Entsorgung der für die Apotheken kostenlos angebotenen Leistung lassen sich nicht eruieren. Auch die Kosten, die Reverslogistikunternehmen wie die Vfw-Remedica aufwenden, konnten nicht in Erfahrung gebracht werden.

Allerdings lässt sich aus den Tonnen-Angaben zur Menge der eingesammelten Altarzneimittel und dem Abdeckungsgrad von Vfw-Remedica abschätzen, dass aktuell ca. 2.000 t an Altarzneimitteln pro Jahr in den Apotheken anfallen. Unter der Annahme, dass insgesamt ca. 5.600 t Altarzneimittel pro Jahr anfallen (vgl. Seite 10, Bewertung der Wirksamkeit von Maßnahme 3), entspricht dies einem Anteil von rund 37%. Wird davon ausgegangen, dass in Zukunft mehr Arzneimittel über Apotheken entsorgt werden (vgl. Seite 10f., Bewertung der Wirksamkeit von Maßnahme 4), ist mit einer Zunahme des Altarzneimittelaufkommens in den Apotheken um ca. 33% auf 3.900 t pro Jahr zu rechnen.

In Ermangelung der tatsächlichen Logistik- und Entsorgungskosten konnte in den Abfallgebührensatzungen einiger Gemeinden ein Preis für pro kg zu entsorgende Altarzneimittel (nicht aus Haushalten) recherchiert werden.^{EXIII} Würde man diesen Preis von 0,15 €/kg auf die zusätzlichen Altarzneimittelmengen hochrechnen, ergibt sich ein Betrag von ca. 220.000 € pro Jahr bzw. 6,6 Mio Euro in 30 Jahren. Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass dieser Betrag nicht die anfallenden Kosten für eine Reorganisation bzw. Effizienzsteigerung des Systems oder die Bereitstellung verschiedener Elemente in der Entsorgungskette durch private Unternehmen widerspiegelt.

Maßnahme 4.3: PR-Kampagne zur Entsorgung

Die Kostenschätzung beruht auf einem Vergleich mit den Kostenvoranschlägen einer bundesweiten Werbe- und PR-Kampagne für nachhaltige Konsumartikel.^{EXIV} Daraus ergibt sich eine Kostenabschätzung für eine dreimal wiederkehrende Kampagne in einem Zeitraum von 10 Jahren von 11,7 Mio. Euro.

Die Gesamtsumme der quantifizierbaren Kosten ist in Tabelle 2.IV zusammengestellt. Auf Basis einer Auswertung von mehreren Experteninterviews wurde die Bewertungsunsicherheit für das Kriterium Kosten auf $\pm 30\%$ abgeschätzt, wobei die Abschätzung innerhalb der Teilmaßnahmen zwischen $\pm 10\%$ und $\pm 40\%$ schwanken kann (vgl. Erläuterungen XII, XIII, und XIV im Anhang B, Stadt Salzgitter 2007).

Maßnahme	Anfallende Kosten innerhalb von 30 Jahren
2) Problembewusstsein Ärzte und Apotheker	
Fachjournalistenseminare	0,9 Mio. EUR
Fortbildungen für ÄrztInnen	3,8 Mio. EUR
Fortbildung für ApothekerInnen	1,2 Mio. EUR
4) Entsorgung von Arzneimitteln	
Kosten für erweiterte Reverslogistik	6,6 Mio. EUR
PR-Kampagnen zur Entsorgung von Arzneimitteln	10,7 Mio. EUR
Gesamt	23,2 Mio. EUR

Tabelle 2.IV: Aufstellung der durchschnittlichen Gesamtkosten im Verhaltensansatz.

2.5 Evaluierung: Kriterium Eingriffstiefe

Für den Verhaltensansatz wurde im Rahmen einer Diskussionsrunde aus Mitgliedern des Projektverbunds übereinstimmend festgestellt, dass im Sinne der Definition des Kriteriums Eingriffstiefe „zahlreiche Akteursgruppen“ an der Umsetzung der formulierten Maßnahmen zu beteiligen sind. Allerdings wurde auch hier vermutet, dass dabei im Wesentlichen auf bestehende Verfahren und Institutionen bei der Umsetzung zurückgegriffen werden kann, die jedoch im Einzelfall spezifisch angepasst werden müssen. Insgesamt ist daher von einer mittleren bis hohen Eingriffstiefe auszugehen (4 Punkte).

2.6 Evaluierung: Kriterium Innovation

In derselben Diskussionsrunde ergaben sich für das Kriterium Innovation, dass der Verhaltensansatz in allen sieben Dimensionen Innovationspotenziale aufweist. Insgesamt ergibt sich damit, dass der Verhaltensansatz ein sehr hohes Potenzial zur Innovation im Sinne einer Erhöhung der Entwicklungsfähigkeit der Volkswirtschaft in Richtung Nachhaltigkeit besitzt (23 Punkte).

Referenzen

- ABDA (Bundesvereinigung deutscher Apothekerverbände) (2007): Apothekendichte und Apotheker in Deutschland 2006. <http://www.abda.de/zahlen_daten_fakten.html?db=1&>, Stand: 03.07.2007.
- Ärzte Zeitung 15.03.2002; <<http://www.aerztezeitung.de/docs/2002/03/15/050a0902.asp>>, Stand: 03.07.2007.
- Bambauer, K.Z./Adams, A.S./Zhang, F./ Minkoff, N./ Grande, A./Weisblatt, R./ Soumerai, S.B./Ross-Degnan, D. (2006): Physician Alerts to Increase Antidepressant Adherence. Arch Intern Med. 2006;166:498-504.
- Berger, M./Jung, M./Roth, D. (1994): Einstellungen zu Fragen des Umweltschutzes 1994. Ergebnisse jeweils einer repräsentativen Bevölkerungsumfrage in den alten und neuen Bundesländern. Institut für praxisorientierte Sozialforschung ipos. Mannheim
- Bund/Länderausschuss für Chemikaliensicherheit (BLAC) (2003): Arzneimittel in der Umwelt. Auswertung der Untersuchungsergebnisse. Hamburg.
- Bundesumweltministerium (1996): Umweltbewusstsein in Deutschland. Ergebnisse einer repräsentativen Befragung. Bonn.
- Ferrell, B.R./Juarez, G./Borneman, T. (1999): Use of routine and breakthrough analgesia in home care. Oncology Nursing Forum, 26:1655–1661.
- Gesundheitsmagazin Senioren Ratgeber 3/2006; <http://www.wortundbild.de/PGD/PGDP/pgdp_05.htm?snr=21945>, Stand: 03.07.2007.
- Glaeske, G./Janhsen, K. (2006): GEK-Arzneimittel-Report 2006. Auswertungsergebnisse der GEK-Arzneimitteldaten aus den Jahren 2004-2005. Schriftenreihe zur Gesundheitsanalyse, Band 44. Bremen/Schwäbisch Gmünd.
- Götz, K./Keil, F (2007): Medikamentenentsorgung in privaten Haushalten: Ein Faktor bei der Gewässerbelastung mit Arzneimittelwirkstoffen? USWF – Z Umweltchem Ökotox 19 (3) 180–188.
- Hauptverband der österreichischen Sozialversicherungsträger (2006): Generika sind im Vormarsch – aber nur zwei Drittel der Patienten nehmen die Medikamente gemäß Verschreibung. <http://www.ots.at/presseaussendung.php?schluessel=OTS_20060711_OTS0167&ch=panorama>, Stand: 22.06.2007.
- Institut für Medizin- & Gesundheitspflege (2003): Medikamente landen im Müll. In: Medizin Aspekte: Jahrg.2; Ausgabe 2003. <http://www.medizin-aspekte.de/03/03/beruf_recht_finanzen/arzneimittelkosten.html>, Stand: 22.06.2007.
- Janusinfo (2007): <www.janusinfo.se/imcms/servlet/GetDoc?meta_id=7236>, Stand: 28.06.2007.
- Kassenärztliche Bundesvereinigung (2007): Arztzahlen Stand 31.12.2006. <<http://www.kbv.de/presse/7479.html>>, Stand: 19.07.2007.
- Schwabe, U./ Pfaffrath, D. (2006): Arzneiverordnungsreport 2005. Springer, Heidelberg.
- Stadt Salzgitter (2007): Abfall- und Entsorgungsgebührensatzung. <http://www.salzgitter.de/rathaus/downloads/Aegs_2007_Lesefassung.pdf>, Stand: 02.07.2007
- UBA (2006a): Abfallaufkommen und Abfallentsorgung in Deutschland. 1996 bis 2004. <<http://www.umweltbundesamt.de/abfallwirtschaft/abfallstatistik/index.htm>>, Stand: 22.06.2007.
- Verband forschender Arzneimittelhersteller e.V. (2006): Die Arzneimittelindustrie in Deutschland 2006. Zahlen und Fakten (Broschüre).Berlin. <<http://www.vfa.de/download/SAVE/de/presse/publikationen/statistics2006kompakt/statistics2006-kompakt.pdf>>, Stand: 03.08.2007.
- Zeppetella G. (1999): How do terminally ill patients at home take their medication? Palliative Medicine, 13:469–475.

Endnoten

- Entfallen ist die Maßnahme zur Verminderung der verabreichten Mengen durch veränderte Applikationsformen. Die Erkenntnisse zu Applikationsformen mit derselben Wirksamkeit bei verminderter Ausscheidung sind zu differenziert, um von einem generell geringeren Eintrag von Wirkstoffen in das Abwasser auszugehen zu können. Zudem bestehen derzeit eher wenige Handlungsalternativen. Diese Maßnahme würde vermutlich erst nach einer Implementierung des Wirkstoffansatzes greifen. Deshalb wurde nach der Diskussion auf dem zweiten Expertenworkshop von dieser Maßnahme abgesehen.
- Zur Einführung der Wise List in Schweden vgl. http://www.janusinfo.se/imcms/servlet/GetDoc?meta_id=7236.

3 Bewertung des Wirkstoffansatzes

Im Folgenden wird eine Gesamtbewertung des Wirkstoffansatzes durchgeführt. Der Ansatz besteht aus Teilmaßnahmen, die in drei verschiedenen Handlungsfeldern gebündelt sind (z.B. werden im Handlungsfeld „Forschung und Entwicklung“ drei Teilmaßnahmen zusammengefasst). Um zu einer Gesamtbewertung des Strategieansatzes zu kommen, müssen zunächst alle Teilmaßnahmen einzeln bewertet werden. Diese Einzelbewertungen sind in Anhang C zusammengestellt. Das im Folgenden zusammengefasste Gesamtergebnis wurde durch eine summierende Betrachtung der Bewertungen der Teilmaßnahmen gebildet. Tabelle 3.1 zeigt eine Übersicht der Handlungsfelder mit ihren Teilmaßnahmen.

Bei allen Handlungsfeldern und Teilmaßnahmen ist aus der Diskussion und Ansätzen im Bereich der nachhaltigen Chemie ein zusätzlicher, fördernder Einfluss für den Wirkstoffansatz zu erwarten, der aber nicht quantifiziert werden kann.

Der Wirkstoffansatz bezieht sich nicht explizit auf die im Projekt fokussierten einzelnen Wirkstoffe und Indikationsgruppen (vgl. Anhang A). Die entwickelten Maßnahmen sollen vielmehr insgesamt dazu beitragen, dass sich eine veränderte Innovationsstrategie für Arzneimittel durchsetzt. Die Bewertung bezieht sich deshalb nicht exemplarisch auf die ausgewählten Wirkstoffe, sondern schließt alle Arzneimittelwirkstoffe ein.

3.1 Evaluierung: Kriterium Wirksamkeit

Angaben zur Reduktion der Wirkstofffracht können nur sehr bedingt auf Basis gesicherter Daten erfolgen. Sofern sich für Teilmaßnahmen überhaupt Wirkungen abschätzen lassen, ist für das Kriterium beim Wirkstoffansatz die Angabe von „*kg/Jahr im Kläranlagenabfluss bezogen auf das Referenzjahr*“ wenig zielführend, da der Ansatz zunächst nicht zu einer Reduktion der Wirkstofffracht beitragen soll, sondern darauf gerichtet ist, dass gut abbaubare Wirkstoffe an Stelle von schlecht abbaubaren Wirkstoffen eingesetzt werden.¹ Das Kriterium Wirksamkeit wird daher auf die schnell (innerhalb von 24 Stunden) im Wasser abbaubare bzw. chemisch nicht mehr nachweisbare Fracht bezogen. Dabei wird nicht danach differenziert, ob der Abbau vollständig, also bis zur Mineralisierung reicht – was die ideale Situation darstellt –, ob die Wirkstoffe nur hinsichtlich ihrer medizinisch beabsichtigten Wirkung inaktiviert werden, ohne dass die (öko-)toxischen Eigenschaften der gebildeten Transformationsprodukte bekannt sind oder wo zwischen diesen beiden Polen der Abbau in dieser Zeit enden wird.

Ausgangspunkt bei der Bestimmung der Wirksamkeit ist daher die Überlegung, dass es nach derzeitigem Kenntnisstand schon aus zeitlichen Gründen, d.h. der für den Ersatz problematischer Wirkstoffe notwendigen Zeitskalen, nicht zu erwarten ist, dass innerhalb der nächsten 30 Jahre die Strategie soweit greifen kann, dass dann alle verfügbaren Wirkstoffe in der Umwelt leicht (biologisch) abbaubar gemacht werden können. Einerseits ist damit zu rechnen, dass einige

Tabelle 3.1: Übersicht über die Handlungsfelder und Teilmaßnahmen des Wirkstoffansatzes.

	Handlungsfeld und Teilmaßnahme	Erläuterung
1	Forschung und Entwicklung	
1.1	Forschungsförderprogramme	Unabhängige Forschungseinrichtungen und Unternehmen der pharmazeutischen Industrie werden bei der maßgeschneiderten Entwicklung von im Abwasser rasch abbaubaren Arzneimittelwirkstoffen unterstützt
1.2	Evaluation der Programme	Diese Programme (mit dahinter liegender Innovationsstrategie) werden auf ihre Nützlichkeit für die pharmazeutische Industrie ausgewertet
1.3	Zusammenstellung Best Practices	Um für die Innovationsstrategie bei den Unternehmen der pharmazeutischen Industrie zu werben, wird eine Liste mit erfolgreich etablierten Beispielen veröffentlicht
2	Veränderung der Ausbildung	
2.1	Hochschulprogramme	Etablierung eines Schwerpunkts in der Hochschulforschung, um die schnelle Verbreitung der neuen Entwurfsprinzipien für eigensichere Wirkstoffe in Forschung und Lehre zu befördern, Förderung entsprechender Inhalte/Veranstaltungen der Lehre und Ausbildung
2.2	Preise und Wettbewerbe	Entsprechende Preise und Wettbewerbe werden die Innovationsstrategie und das Thema „Nachhaltige Pharmazie“ in Forschung, Ausbildung und der breiteren Öffentlichkeit fördern
3	Veränderung der Rahmenbedingungen	
3.1	Verlängerung der Patentlaufzeiten	Die so entstehende Begünstigung schafft einen Innovationsanreiz und erhöht die ökonomische Sicherheit bei der Verfolgung der F&E-Strategien in den Unternehmen der pharmazeutischen Industrie
3.2	Veränderung der Zulassung	Durch Berücksichtigung der Umwelteigenschaften bei der EU-weiten Zulassung werden eigensichere Stoffe deutlich bevorzugt
3.3	PR-Kampagne	Um die Durchsetzung des Leitbildes der nachhaltigen Pharmazie und der eigensicheren Wirkstoffe auf dem Markt zu beschleunigen, werden deren Vorzüge beworben

ältere Medikamente sehr bewährt sind und nicht oder nur sehr unvollständig durch neue Arzneimittel substituiert werden. Andererseits wird der Strategieansatz erst nach ca. 10 Jahren in allen Unternehmen sowie Ausbildungs- und Entwicklungsstätten Fuß gefasst haben. Für die Entwicklung neuer Stoffe vor ihrer Markteinführung sind etwa 10 Jahre zu veranschlagen. Innerhalb von 30 Jahren können daher nur zwei Entwicklungszyklen durchlaufen werden. Es wird hier angenommen, dass etwa 50 % der am Markt verfügbaren Wirkstoffe in der Umwelt leicht (biologisch) abbaubar gemacht werden können. Die Zuverlässigkeit dieser Schätzung hängt jedoch stark von der Entwicklung des Umwelt- und Nachhaltigkeitsdiskurses, dem wirtschaftlichen Potential des Gesundheitsmarktes, der Entwicklungs- und vor allem der Marketingkosten für neue Arzneimittel sowie der Weiterentwicklung von Computer basierten Methoden (Quantitative Struktureigenschaftsbeziehungen, QSAR) ab. Die Wirksamkeit des Ansatzes ist auch deshalb schwierig zu quantifizieren, da alle Maßnahmen ineinandergreifen und nicht isoliert gesehen werden können.

Auch bei einer gut wirksamen PR-Kampagne ist davon auszugehen, dass 50 % (leicht) abbaubare Stoffe auf dem Markt noch nicht bedeuten, dass sich Arzneimittel mit diesen Wirkstoffen tatsächlich auch durchgesetzt haben werden. Zudem spielt neben der Anzahl der Wirkstoffe auch deren Verbrauchsmenge für den Gesamteffekt eine große Rolle. Insgesamt ist vor dem Hintergrund dieser Überlegungen davon auszugehen, dass nach 30 Jahren höchstens 40 % der konsumierten bzw. ins Abwasser gelangenden Wirkstoffmenge leicht abbaubar sein werden. Für eine Bestimmung der Unsicherheit dieser Abschätzung kann keine Referenz angegeben werden. Sie wird entsprechend auf $\pm 50\%$ veranschlagt.

3.2 Evaluierung: Kriterium Zeithorizont

Die vorgeschlagenen Maßnahmen des STA 3 bauen teilweise aufeinander auf und lassen sich in eine iterative Abfolge bringen. Bis zur Etablierung der Ausbildungsinhalte in Curricula vergehen 10 Jahre und bis zur vollständigen Umsetzung weitere 20 Jahre. Wird überdies die Zeit von der Entwicklung bis zur Zulassung eines neuen Wirkstoffs mit 10 Jahren veranschlagt, so ist bis zu vollen Wirksamkeit des Ansatzes mit einem Zeithorizont von 30 Jahren zu rechnen (vgl. Abbildung 3.1). Die Unsicherheit dieser Abschätzung wird auf Basis von eigener Expertise im Feld (Prof. Klaus Kümmerer) mit $\pm 40\%$ angenommen.

3.3 Evaluierung: Kriterium Reichweite

Da keine Fokussierung auf einzelne Stoffgruppen vorgenommen wird, wird eine Reichweite von 100 % angenommen. Diese Abschätzung ist als optimistisch anzusehen. Insbesondere ist die Bedeutung des Ansatzes für Arzneimittelwirkstoffe auf biologischer Basis (Proteine, Oligonucleotide u. a.) derzeit nicht einschätzbar. Einerseits gelten solche Stoffe zwar aufgrund ihrer Charakteristik als „Naturstoffe“ oder naturnahe Stoffe allgemein als leicht biologisch abbaubar, andererseits lehrt die Erfahrung, dass es auch Proteine und andere natürliche biologische Strukturen gibt, die nicht leicht abbaubar sind (z.B. Prionen, Algtoxine u. a.). Eine leichte Abbaubarkeit insbesondere dann nicht mehr per se unterstellt werden, wenn es sich um modifizierte Strukturen handelt. Dies würde bedeuten, dass das Prinzip Benign-by-Design auch für den Bereich der Naturstoffe zu prüfen ist. Aufgrund der anderen chemischen Grundstruktur und der anderen Wahrnehmungen in diesem Bereich ist jedoch davon auszugehen, dass für solche Wirkstoffe der Ansatz erst später als für die „kleinen“ Moleküle umgesetzt werden wird. Innerhalb der hier zu betrachtenden ersten 30 Jahre werden Arzneimittel aus dieser Stoffgruppe vermutlich nur z. T. vom veränderten Innovationsgeschehen profitieren.

3.4 Evaluierung: Kriterium Kosten

Soweit möglich, wurden Kosten für die Teilmaßnahmen (vgl. Anhang C) auf der Grundlage von Vergleichswerten (z.B. Kampagnen, Gründung von Forschungsinstituten und Forschungsprogrammen) abgeschätzt.

Die Summe der Kosten des Ansatzes ist im Vergleich zu anderen Innovationen, die von verschiedenen Institutionen aufzubringen sind (z.T. zusätzlich oder aus dem laufenden Geschäft) vergleichsweise niedrig. So fallen Arzneimittelentwicklungs- und Marketingkosten für neue Wirkstoffe unabhängig von deren Umwelteigenschaften an. Zusätzliche Kosten in den Entwicklungseinrichtungen werden hierbei nicht gesondert kalkuliert, da einerseits davon ausgegangen wird, dass die Geräte und Software ohnehin vorhanden sind bzw. angeschafft werden (und die Verbrauchskosten im Vergleich zu den anderen Kosten vernachlässigbar sind). Andererseits liegt der Kostenbetrachtung die Annahme zugrunde, dass die Personalkosten in der Industrie nicht gesondert zu Buche schlagen. Obwohl anzunehmen ist, dass es zu einem Mehraufwand beim kombinierten Screening kommen wird, könnte der Ansatz aber auch dazu beitragen, dass weniger Ent-

Abbildung 3.1: Zeitablauf der Maßnahmen (hellblau: indirekte Wirkungen, dunkelblau: direkte Wirkungen)

Maßnahme	Jahr der Umsetzung ab 2005														
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
Forschung und Entwicklung	■	■	■	■	■	■	■	■	■						
Veränderung der Ausbildung	■	■	■	■	■										
Rahmenbedingungen															
■ Patentlaufzeit	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■ Veränderung der Zulassung	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■ PR-Kampagne	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Breitenwirksame Umsetzung in Unternehmen										■	■	■	■	■	■

wicklungen wegen unerwünschter Nebenwirkungen abgebrochen werden müssen.

Der größte Teil der Kosten fällt in den ersten 10 bis 15 Jahren an. Insgesamt sind Zusatzkosten im Vergleich zu herkömmlichen Wirkstoffen von insgesamt ca. 170 Millionen Euro zu erwarten (vgl. Tabelle 3.II). Eine Zahl, die im Vergleich zu den Entwicklungskosten eines neuen Wirkstoffs als gering anzusehen ist (in der Regel mehrere hundert Millionen Euro, wobei stets erhebliche Marketingkosten, die also keine eigentlichen Entwicklungskosten sind, enthalten sind).

Auf Basis der eigenen Expertise im Feld (Prof. Klaus Kümmerer) werden die ermittelten Kosten des Wirkstoffansatzes als obere Abschätzung angesehen. Die Unsicherheit wird daher mit +20 % und –60 % veranschlagt.

Tabelle 3.II: Aufstellung der durchschnittlichen Gesamtkosten des Wirkstoffansatzes.

	Handlungsfeld und Teilmaßnahme	Anfallende Kosten innerhalb von 30 Jahren
1	Forschung und Entwicklung	
1.1	Forschungsförderprogramme	75 Mio. EUR
1.2	Evaluation der Programme	1 Mio. EUR
1.3	Zusammenstellung best practises	4,5 Mio. EUR
2	Veränderung der Ausbildung	
2.1	Hochschulprogramme	50 Mio. EUR
2.2	Preise und Wettbewerbe	3,6 Mio. EUR
3	Veränderung der Rahmenbedingungen	
3.1	Verlängerung der Patentlaufzeiten	1 Mio. EUR
3.2	Veränderung der Zulassung	5 Mio. EUR
3.3	PR-Kampagne	30 Mio. EUR

3.5 Evaluierung: Kriterium Eingriffstiefe

Für den Wirkstoffansatz wurde auf Basis einer Diskussionsrunde aus Mitgliedern des Projektverbands angenommen, dass im Sinne der Definition des Kriteriums Eingriffstiefe „mehrere Akteursgruppen“ an der Umsetzung der formulierten Maßnahmen zu beteiligen sind. Gleichzeitig wurde aber festgestellt, dass grundsätzlich neue Verfahren und Institutionen aufgebaut werden müssen, damit die Strategie wirksam umgesetzt werden kann. Dabei müssen zum Teil auch komplett neue Verfahren und Institutionen entwickelt und etabliert werden. Insgesamt ist daher wie beim Verhaltensansatz von einer mittleren bis hohen Eingriffstiefe auszugehen (4 Punkte).

3.6 Evaluierung: Kriterium Innovation

Mit Ausnahme der Dimensionen Kostenreduktion und Einflussnahme auf Bedarfsmuster (jeweils 0 Punkte) wurde in derselben Diskussionsrunde das Innovationspotenzial des Wirkstoffansatzes als positiv bewertet. Wegen der für eine Erhöhung der Entwicklungsfähigkeit der Volkswirtschaft in Richtung Nachhaltigkeit großen Bedeutung einer Einflussnahme auf Bedarfsmuster in der Definition des Kriteriums ergab sich insgesamt jedoch nur ein mittleres Potenzial zur Innovation (14 Punkte).

Referenzen

- Angrick, M./Kümmerer, K./Meinzer, L. (Hg) (2006): Nachhaltige Chemie – Erfahrungen und Perspektiven. Metropolis Marburg.
- Kümmerer, K. (1996): The ecological impact of time. *Time & Society* 5, 219-235.
- Kümmerer, K. (2006): Vielfalt der Zeiten in Natur und Kultur – ein komplexes Wechselspiel. In: Sabelis, I./Kümmerer, K./Geissler, H.: Vielfalt der Zeiten, Hirzel Verlag Stuttgart.
- Kümmerer, K. (2007): Sustainable From the Very Beginning: Rational Design of Molecules by Life Cycle Engineering as an Important Approach for Green Pharmacy and Green Chemistry. *Green Chem.* 9, 899-907, DOI: 10.1039/b618298b.
- Verband forschender Arzneimittelhersteller e.V. (2006): Die Arzneimittelindustrie in Deutschland 2006. Zahlen und Fakten (Broschüre). Berlin. <<http://www.vfa.de/download/SAVE/de/presse/publikationen/statistics2006kompakt/statistics2006-kompakt.pdf>>, Stand: 03.08.2007.

Endnoten

- 1 Dabei ist davon auszugehen, dass nur ein vergleichsweise geringer Teil der Wirkstoffe bereits im menschlichen Körper umgebaut wird (Beispiel Antibiotika: im mengengewichteten Durchschnitt in Deutschland: 30%; einige Wirkstoffe werden im menschlichen Körper durch einen solchen Umbau überhaupt erst wirksam: „Prodrugs“). Im Sinne des Ansatzes wird daher der Abbau oder zumindest die Elimination im Wesentlichen in der Umwelt stattfinden.

4 Kriterium Umsetzungsbereitschaft

Das Kriterium der „Umsetzungsbereitschaft“ soll das Aktivierungspotenzial der Strategieansätze erfassen. Die Umsetzungsbereitschaft wurde untersucht indem gefragt wurde, inwieweit relevante Akteure bereit sind, die vorgesehenen Maßnahmen aktiv umzusetzen. Darüber hinaus wird die Umsetzungsbereitschaft daran bemessen, in welchem Ausmaß die Befragten der Meinung sind, dass die Umsetzung einer Maßnahme bei den davon betroffenen Personen oder Institutionen Widerstände hervorrufen würde.

Grundlage der Bewertung ist eine Online-Expertenbefragung bei Akteuren aus den Bereichen Wasserwirtschaft, Gesundheitswesen, pharmazeutische Industrie, Behörden und Verwaltungen, Verbände und sonstige Institutionen. Die Befragung wurde im Frühsommer 2007 in Deutschland durchgeführt. Von 47 angeschriebenen ExpertInnen und Experten haben 16 den Fragebogen vollständig ausgefüllt.¹ Der Rücklauf war somit relativ gering, was sich vor allem auf die Komplexität des Themas und die damit verbundene Länge des Fragebogens zurückführen lässt.

Insgesamt wurden die in den vorigen Abschnitten aufgeführten Einzelmaßnahmen zur Bewertung vorgestellt. Die Expertinnen und Experten konnten ihre Einschätzung zu den einzelnen Fragen jeweils auf einer 6er-Skala von 1 = „sehr gering“ bis 6 = „sehr hoch“ abgeben. Alternativ wurde die Antwortkategorie „weiß nicht/keine Meinung“ angeboten. Außerdem wurden zu jeder Maßnahme Anmerkungen zugelassen.

Korrelationsstatistische Berechnungen können auf Basis der vorliegenden kleinen Stichprobe nicht sinnvoll vorgenommen werden. Wie eingangs betont, wurde daher lediglich eine qualitative Auswertung der Befragung vorgenommen. Eine Auswahl der Auswertungsergebnisse wird im Folgenden für alle drei Strategieansätze vorgestellt. Dazu werden zur Veranschaulichung ausgewählter Maßnahmen graphische Darstellungen verwendet, die die erläuterte Experteneinschätzung abbilden.² Angaben zu den erwarteten Widerständen bei der Umsetzung einer Maßnahme wurden nur dann gemacht, wenn sich ein eindeutiges Bild ergab.

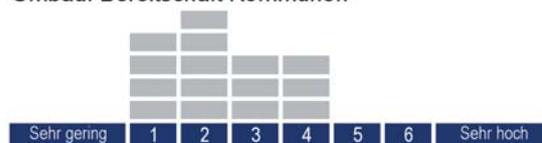
Um trotz der kleinen Stichprobe zumindest einen Trend bei den Ergebnissen anzudeuten, findet sich in Anhang D eine detaillierte Auswertung der Befragung, bei der für die einzelnen Maßnahmen das arithmetische Mittel, der Median und der Modalwert angegeben sind.

4.1 Technikansatz

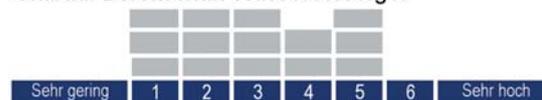
Die Umsetzungsbereitschaft für die Maßnahme „Separate Erfassung und Behandlung von Punktquellen“ schätzen die Befragten für Krankenhaus- bzw. Pflegeheimträger als relativ gering ein. Etwas höher, aber dennoch nur mit mittlerer Tendenz, wird die Umsetzungsbereitschaft für die Maßnahme zur Nachrüstung von Wassergewinnungsanlagen, die direkt oder indirekt Oberflächenwasser aufbereiten, eingeschätzt.

Die Umsetzungsbereitschaft von Kommunen, Entsorgern, Hausbesitzern und der Bevölkerung zum Etablierung nachhaltiger Sanitärkonzepte wird von den befragten ExpertInnen und Experten tendenziell als gering und die Widerstände gegen derartige Maßnahmen als hoch eingeschätzt.

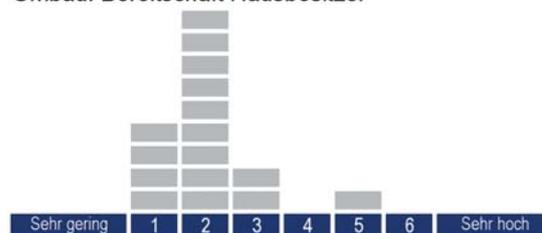
Umbau: Bereitschaft Kommunen



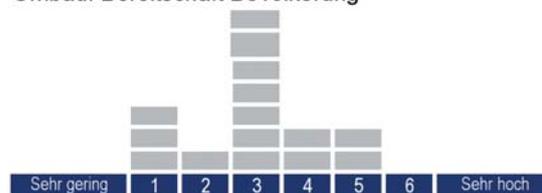
Umbau: Bereitschaft Wasserversorger



Umbau: Bereitschaft Hausbesitzer



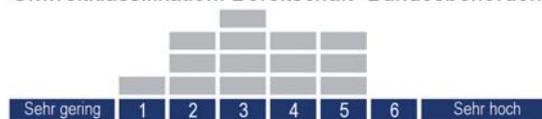
Umbau: Bereitschaft Bevölkerung



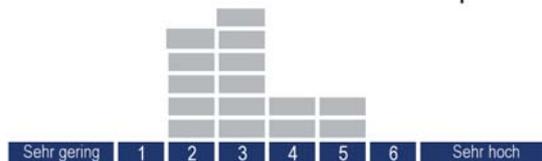
4.2 Verhaltensansatz

Die Bereitschaft zur Erstellung und Nutzung einer Umweltklassifikationsliste für Arzneimittel schätzen die Befragten bei den Akteursgruppen Behörden und Ärzte bzw. Apotheker als eher niedrig ein. Die Einschätzung insgesamt hoher Widerstände bei der Umsetzung der Maßnahme stammt überwiegend von Experten aus der pharmazeutischen Industrie sowie von Behörden.

Umweltklassifikation: Bereitschaft- Bundesbehörden



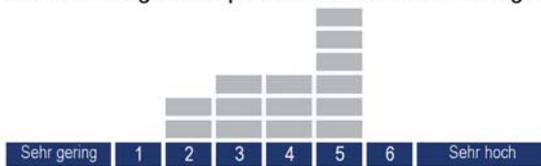
Umweltklassifikation: Bereitschaft Ärzte u. Apotheker



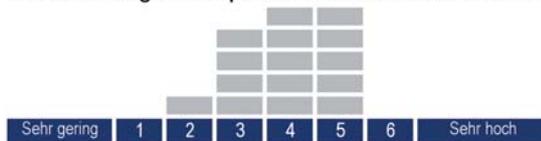
Bei Maßnahmen, die sich auf die Initiierung eines Diskurses über die Problematik (ÄrztInnen bzw. ApothekerInnen) oder die Einbettung des Themas in die Fortbildung beziehen, wird die Bereitschaft zur Umsetzung bei ApothekerInnen insgesamt etwas höher eingeschätzt (Tendenz 4 bis 5) als bei ÄrztInnen (Tendenz 3 bis 5). Die Widerstände bei beiden Berufsgruppen werden ähnlich (Tendenz 4) eingeschätzt.

Anders werden Maßnahmen bewertet, die sich auf die Vermeidung und Verminderung des Arzneimittelverbrauchs beziehen. So wird beispielsweise die Bereitschaft zur Schaffung einer höheren Kosten- und Mengentransparenz je nach Akteur sehr unterschiedlich eingeschätzt. Die Maßnahme zu erhöhten Zuzahlungen wird vor allem bzgl. möglicher Widerstände als sehr problematisch eingeschätzt (Bereitschaft: starke Streuung, Widerstände: hoch bis sehr hoch).

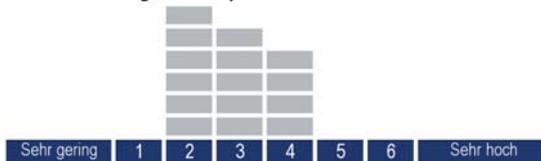
Kosten-/Mengentransparenz: Bereitschaft Gesetzgeber



Kosten-/Mengentransparenz: Bereitschaft Krankenkassen



Kosten-/Mengentransparenz: Bereitschaft Ärzte



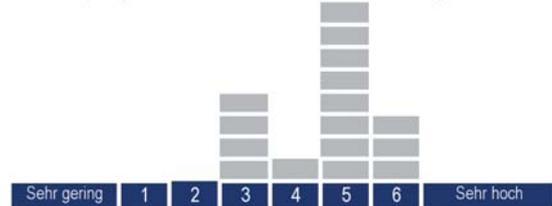
Bei den Maßnahmen zu nicht-medikamentösen Verschreibungsmöglichkeiten wird die Umsetzungsbereitschaft als eher hoch eingeschätzt. Die Akzeptanz bei den PatientInnen wird jedoch kritisch gesehen. Die Werte für zu erwartende Widerstände liegen im mittleren Bereich.

Maßnahmen zur Entsorgung werden überwiegend mit einer höheren Umsetzungsbereitschaft bewertet. Eine einheitliche Regelung zur Entsorgung von Arzneimitteln in Apotheken wird bei Bevölkerung, Gesetzgeber und Apothekern überwiegend als umsetzbar, mögliche Widerstände werden entsprechend als eher gering betrachtet. Die Bereitschaft zur Vereinfachung des gegenwärtigen Arzneimittelrücknahmesystems in Apotheken sowie die Umsetzungsbereitschaft für eine PR-Kampagne zur sachgemäßen Entsorgung werden ebenfalls als mittel bis hoch und die erwarteten Widerstände als entsprechend gering eingeschätzt.

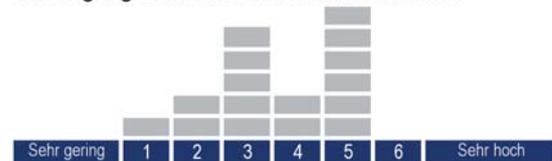
Einen geringeren Konsens erwarten die befragten Expertinnen und Experten bei der Umsetzung der Maßnahme „Entsorgungshinweis auf Arzneimittelverpackungen“. Beim Gesetzgeber wird die Bereitschaft zur Umsetzung als überwiegend hoch, bei der pharmazeutischen In-

dustrie dagegen als eher gering eingeschätzt. Widerstände werden insgesamt im mittleren Bereich erwartet. Eine Einzelnennung dazu lautet, dass Aufdrucke auf den Packungen zu Platzproblemen führen können.

Entsorgungshinweis: Bereitschaft Gesetzgeber

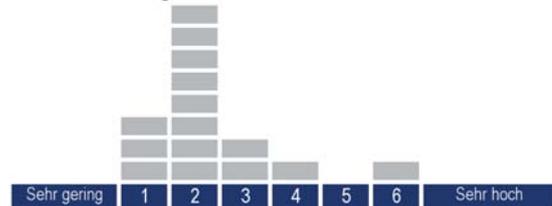


Entsorgungshinweis: Bereitschaft Hersteller

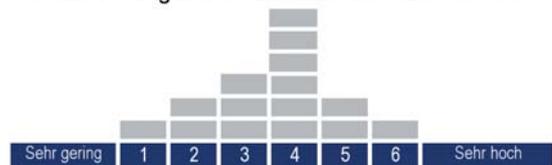


Bei der Maßnahme „Differenzierte Packungsgrößen und Kennzeichnung von Blisterpackungen“ wird die Umsetzungsbereitschaft als eher gering bewertet (bei Herstellern gering, bei Ärzten und Kliniken eher hoch). Widerstände bei der Umsetzung der Maßnahme werden in der Tendenz als mittel bis hoch eingeschätzt.

Kennzeichnung Blister: Bereitschaft Hersteller



Kennzeichnung Blister: Bereitschaft Ärzte/Kliniken



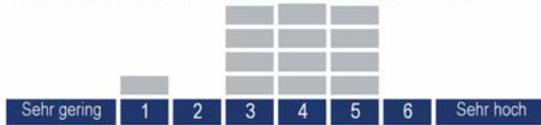
Die Umsetzungsbereitschaft der Maßnahme ein Umweltziel „Schutz des Grund- und Oberflächenwassers vor Medikamenteneinträgen“ zu forcieren, schätzen die befragten Expertinnen und Experten auf der Gesetzgeberseite in der Tendenz als gering bis mittel ein, für Akteure des Gesundheitssystem als eher gering.

4.3 Wirkstoffansatz

Die Umsetzungsbereitschaft im Hinblick auf die formulierten Maßnahmen im Bereich „Forschung und Entwicklung“ schätzen die befragten Expertinnen und Experten als eher hoch ein. Gleichzeitig wird aber auch auf mögliche Widerstände hingewiesen, die vor allem im Zusammenhang mit der Frage nach der Finanzierbarkeit der Maßnahmen gesehen

werden. Auffällig ist, dass die Bereitschaft zur ökonomischen Evaluation solcher Förderprogramme auf Seiten der Förderadministrationen als viel höher eingeschätzt wird, als für die Arzneimittelhersteller.

Ökon. Evaluation: Bereitschaft Förderadministrationen



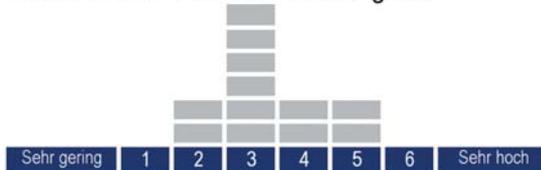
Ökon. Evaluation: Bereitschaft Arzneimittelhersteller



Die Bereitschaft der Deutschen Forschungsgemeinschaft ein spezielles Förderprogramm „Nachhaltige Pharmazie“ einzurichten und die Bereitschaft der Hochschulen diese umzusetzen, schätzen die Expertinnen und Experten überwiegend als hoch ein. Ein ähnliches Ergebnis wurde für die Maßnahme zur Einrichtung von Preisen und Wettbewerben zum Thema „Nachhaltige Pharmazie“ ermittelt. Die Umsetzungsbereitschaft zur Kommunikation gelungener Beispiele „eigensicherer“ Arzneimittelwirkstoffe ist nach Einschätzung der Befragten von Seiten der Förderadministrationen vorhanden, auf Seiten der pharmazeutischen Industrie wird sie als eher gering eingeschätzt.

Zur Veränderung politischer Rahmenbedingungen sind die Einschätzungen sehr unterschiedlich. So wird die Bereitschaft, die Patentlaufzeiten für umweltfreundliche Arzneimittelwirkstoffe zu verlängern, von den befragten Expertinnen und Experten bei den Zulassungsbehörden als eher gering, bei der pharmazeutischen Industrie dagegen als eher hoch eingeschätzt. Die Werte für mögliche Widerstände liegen überwiegend im mittleren Bereich und sind breit gestreut.

Patentlaufzeit: Bereitschaft Gesetzgeber

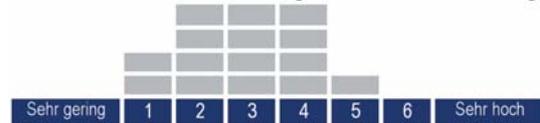


Patentlaufzeit: Bereitschaft Arzneimittelhersteller



Die Umsetzungsbereitschaft für die Maßnahme, die Umweltverträglichkeitsprüfung stärker mit der Arzneimittelzulassung zu koppeln, schätzen die Expertinnen und Experten vor allem bei der pharmazeutischen Industrie als kritisch ein. Die zu erwartenden Widerstände werden entsprechend als sehr hoch bewertet.

UVP+Arzneimittelzulassung: Bereitschaft Gesetzgeber



UVP+Arzneimittelzulassung: Bereitschaft Hersteller



4.4 Zusammenfassung

Für Maßnahmen, die explizit in die Handlungsbereiche anderer Institutionen eingreifen, wie beispielsweise Maßnahmen, die einen Zusammenhang mit der Gestaltung der Gesundheitsreform aufweisen (z.B. Zuzahlungen) kann insgesamt eine geringe Umsetzungsbereitschaft angenommen werden. Besonders ausgeprägt ist die Einschätzung hoher Widerstände für Maßnahmen, die in die Arzneimittelzulassung (z.B. stärkere Kopplung von Umweltverträglichkeitsprüfung und Arzneimittelzulassung) und andere Belange, die direkt die pharmazeutische Industrie betreffen, eingreifen und bei denen insbesondere ökonomische Interessen eine Rolle spielen (Kommunikation gelungener Beispiele, Packungsgrößen etc.). Insgesamt werden öffentlichkeitswirksame Maßnahmen sowie Maßnahmen zur Entsorgung und zur Forschungsförderung im Bereich der pharmazeutischen Industrie dagegen als eher unproblematisch erachtet.

Bei der Betrachtung der Bewertungen über alle drei Strategieansätze hinweg, werden die höchsten Widerstände bei den drei Maßnahmen Kopplung von Umweltverträglichkeitsprüfung und Arzneimittelzulassung, Verringerung unnötigen Arzneimittelverbrauchs durch erhöhte Zuzahlungen und Etablierung nachhaltiger Sanitärkonzepte gesehen. Auf der anderen Seite der Skala stehen die PR-Kampagnen zur Entsorgung und zur Nachhaltigen Pharmazie sowie die Auslobung von Forschungspreisen.

Endnoten

- Die teilnehmenden Expertinnen und Experten kamen aus folgenden Bereichen: Wasserwirtschaft (2), Gesundheitswesen (2), pharmazeutische Industrie (4), aus Behörden (2) und Verwaltungen (3), Verbänden (1) und sonstigen Institutionen (4).
- Diese Abbildungen dürfen jedoch nicht mit Prozentsatzdifferenzen oder Durchschnittswerten verwechselt werden – die Balken stellen die Anzahl von Einzelnennungen dar. Ergeben sich in der Summe nicht 16 Nennungen sind die fehlenden Nennungen bei „weiß nicht/keine Meinung“ angegeben worden.

5 Vergleichende Bewertung der Strategieansätze

Das Gesamtergebnis der Bewertung der drei *start*-Strategieansätze ist in Tabelle 5.1 zusammen mit den abgeschätzten Unsicherheiten bei der Evaluierung der einzelnen Kriterien dargestellt. Aus den in der Einleitung genannten Gründen wurden die Kriterien „Reichweite“ und „Umsetzungsbereitschaft“ nicht in die Gesamtdarstellung aufgenommen. In der letzten Zeile der Tabelle sind zusätzlich die Gewichte aufgeführt, die dem jeweiligen Kriterium auf dem zweiten *start*-Experten-Workshop als Ergebnis gemeinsamer Diskussionen zugewiesen wurden (vgl. den Ergebnisbericht um zweiten Experten-Workshop). Ein erster Blick auf das Ergebnis zeigt, dass zum einen das Kriterium „Wirksamkeit“ angesichts der vorliegenden Unsicherheiten der Bewertung und seiner hohen Gewichtung in der vergleichenden Bewertung der drei Ansätze eine zentrale Rolle spielen wird. Zum andern lässt die starke Spreizung bei den Kosten vermuten, dass das Technikszenario im Vergleich trotz der auch hier hohen Abschätzungsunsicherheiten deutlich benachteiligt ist.

	Wirksamkeit [%]	Zeithorizont [Jahre]	Kosten [Mio. EUR]	Eingriffstiefe	Innovation
Technikszenario	25 (+3, –8)	24 (±10)	1.620 (+320, –970)	6	13
Verhaltensansatz	24 (+2, –7)	11 (±4)	23,2 (±7,0)	4	23
Wirkstoffansatz	40 (±20)	30 (±12)	170 (+34, –102)	4	14
Kriteriengewichte	25%	10%	13%	11%	13%

Tabelle 5.1: Gesamtergebnis der multikriteriellen Bewertung der drei *start*-Strategieansätze. Die Werte in Klammern geben die Unsicherheit der einzelnen Bewertungsergebnisse an. In der letzten Zeile sind die Gewichte der einzelnen Kriterien dargestellt (nicht aufgeführte Kriterien: Reichweite 15%, Umsetzungsbereitschaft 14%).

Beim folgenden Vergleich der drei Ansätze ist grundsätzlich zu bedenken, dass ihre Kostenstrukturen sehr unterschiedlich sind: Während im Verhaltens- und Wirkstoffansatz kommunikative Maßnahmen zur Schaffung von Akzeptanz und zum Capacity Building erhebliche Kosten verursachen, beschränkt sich das Technikszenario ausschließlich auf den Aufbau und Betrieb von Aufbereitungs- und Infrastrukturtechnik. Auch hier wird jedoch – bezogen auf den Umbau von einer zentralen zu einer dezentralen Abwasseraufbereitung – ein sehr hoher Aufwand für ein Capacity Building und für eine Steuerung der Prozesse erforderlich werden. Zudem konnten bei keinem der Ansätze in die Kostenbetrachtung möglicherweise entstehende höhere Kosten für Endabnehmer mit einbezogen werden (z.B. höhere Wasserpreise als Folge einer Umlage der Kosten für die Nachrüstung von Wassergewinnungsanlagen). Auch wenn vor diesem Hintergrund einem Kostenvergleich prinzipiell Grenzen gesetzt sind, wird angenommen, dass angesichts der starken Unterschiede in den Gesamtkosten dieser Aspekt keinen wesentlichen Einfluss auf das Gesamtergebnis des Vergleichs hat.

Im Hinblick auf das Technikszenario muss insgesamt berücksichtigt werden, dass die Maßnahme zur langfristigen Etablierung nachhaltiger Sanitärkonzepte nicht in die Bewertung eingeflossen ist und daher auch in der vergleichenden Bewertung keine Rolle spielt.

5.1 Vergleichende Bewertung mit PROMETHEE

Zur vergleichenden Bewertung der drei *start*-Strategieansätze wurde auf die PROMETHEE-Methode zurückgegriffen (vgl. das vorliegende *start*-Dokument von Keil et al. „Multikriterielle Bewertung der *start*-Strategieansätze“ vom Dezember 2006). Als so genanntes „Out-rankingverfahren“ vergleicht PROMETHEE die Performanz der drei Ansätze zunächst auf Basis jedes einzelnen Kriteriums, um zu bestimmen, in welchem Maß eine Präferenz z.B. des Wirkstoffansatzes gegenüber dem Verhaltensansatz bezogen auf das Kriterium „Wirksamkeit“ festgestellt werden kann. Diese „Entscheidung“ wird auf Basis einer mathematischen Präferenzfunktion getroffen, die beschreibt, bei welcher Größe der Differenz zwischen den beiden Werten eines Kriteriums ein Ansatz den anderen dominiert.¹ Diese Präferenzinformationen bezogen auf alle Kriterien werden dann nach einem festgelegten Verfahren aggregiert, um die Dominanz eines Ansatzes gegenüber einem anderen zu bestimmen. Diese Information ist im so genannten „Präferenzfluss“ Φ codiert: Je höher sein Wert, desto stärker dominiert ein Ansatz die anderen. Der Vergleich der Φ -Werte

für jeden Ansatz erlaubt somit ein absolutes Ranking der Ansätze. Der Φ -Wert ist eine Bilanz aus einem positiven (Φ^+) und einem negativen (Φ^-) Präferenzfluss: Ersterer gibt an, in welchem Maße ein Ansatz die anderen dominiert, letzterer in welchem Maße er von den anderen dominiert wird. Durch einen Vergleich auf Basis dieser Informationen ist ein so genanntes partielles Ranking der Ansätze möglich.

Ergebnisse

Das Ergebnis des Vergleichs der *start*-Strategieansätze für die Werte der Tabelle 5.1 ist in Abbildung 5.1 dargestellt. Als Präferenzfunktion wurde für alle Kriterien die Standardfunktion gewählt – sie gibt eine Präferenz eines Ansatzes gegenüber einem anderen aus, wenn die Differenz der beiden Werte eines Kriteriums ungleich Null ist. Das absolute Ranking (links) zeigt zunächst eine Dominanz des Wirkstoffansatzes gegenüber den anderen beiden Ansätzen (größter Φ -Wert). Der Blick auf das partielle Ranking (rechts) lässt jedoch vermuten, dass dieses Ergebnis nicht robust gegenüber Änderungen in den Werten einzelner Kriterien sein wird: Während zwar das Technikszenario in deutlich geringerem Maße die anderen Ansätze dominiert (kleinster Φ^+ -Wert) und gleichzeitig von den anderen stark dominiert wird (kleinster Φ^- -Wert), sind diese Unterschiede zwischen dem Verhaltensansatz und dem Wirkstoffansatz eher klein.

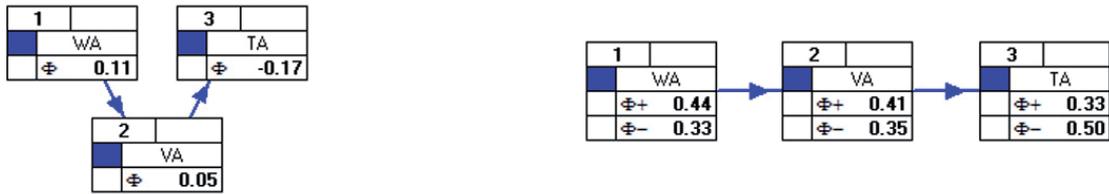


Abbildung 5.I: Absolutes (links) und partielles (rechts) Ranking der start-Strategieansätze mit PROMETHEE (TA: Technikszenario, VA: Verhaltensansatz, WA: Wirkstoffansatz). Da die Kriterien „Umsetzungsbereitschaft“ und „Kosten“ in der Bewertung nicht berücksichtigt werden konnte (vgl. Einleitung), wurden die Gewichte der übrigen Kriterien gemäß ihrem jeweiligen Anteil angepasst.

Eine genauere Analyse der vergleichenden Bewertung zeigt in der Tat, dass das Kriterium Wirksamkeit für das Rankingergebnis ausschlaggebend ist: Der Beitrag zum hohen Präferenzfluss des Wirkstoffansatzes kommt ausschließlich aus seiner vermuteten hohen Wirksamkeit (40%). Werden jedoch die Unsicherheiten in den Abschätzungen berücksichtigt, so zeigt sich schnell ein anderes Bild: Wird der Vergleich lediglich mit der oberen Abschätzung für die Wirksamkeit des Verhaltensansatzes wiederholt (26%), so dominiert dieser deutlicher als zuvor der Wirkstoffansatz die anderen beiden Ansätze ($\Phi_{VA}=0,35$, $\Phi_{WA}=0,11$, $\Phi_{TA}=-0,46$). An diesem Ergebnis ändert sich auch nichts, wenn die obere Abschätzung für die Wirksamkeit des Wirkstoffansatzes (60%) zugrunde gelegt wird. Ebenso bleibt der Verhaltensansatz dominant, wenn die Unsicherheiten des Kriteriums Zeithorizont betrachtet werden: Legt man die obere Abschätzung für den Verhaltensansatz und die untere für den Wirkstoffansatz zugrunde, so erhöht sich zwar der Präferenzfluss des letzteren ($\Phi_{WA}=0,22$) aber lediglich zu Lasten des Technikszenarios. Dieses wird angesichts seiner hohen Kosten lediglich bei der „günstigsten“ Konstellation der Bewertungsunsicherheiten (schlechteste Werte für Wirksamkeit und Zeithorizont bei Wirkstoff- und Verhaltensansatz) bevorzugt.



Abbildung 5.II: Beiträge der einzelnen Kriterien zum Präferenzfluss Φ des Wirkstoff- (oben) und Verhaltensansatzes (unten). Während beim Wirkstoffansatz lediglich die Wirksamkeit positiv beiträgt, sind es beim Verhaltensansatz die Kriterien Zeithorizont, Kosten und Innovation.

Die Bedeutung der beiden Kriterien Zeithorizont und Wirksamkeit zeigt sich auch, wenn ihre jeweiligen Gewichte betrachtet werden. Wird dem Zeithorizont ein leicht höheres Gewicht als die gemeinsam bestimmten 10% zugewiesen, ändert sich der Vergleich zugunsten des Verhaltensansatzes. Ähnlich sieht es bei der Wirksamkeit allerdings mit umgekehrten Vorzeichen aus: Wird ihr ein etwas geringeres Gewicht beigemessen, so dominiert auch hier insgesamt schnell der Verhaltensansatz. Dieses Beispiel illustriert die Bedeutung der Kriteriengewichtung in multikriteriellen Bewertungs- und Entscheidungsprozessen.

Für die qualitativen Bewertungskriterien Eingriffstiefe und Innovation wurden keine Bewertungsunsicherheiten abgeschätzt (vgl. Einleitung). Während für alle drei Ansätze von einer vergleichbaren Eingriffstiefe ausgegangen wird, gibt es bei der Innovation einen wesentlichen Unterschied: Hier wurde der Verhaltensansatz deutlich höher bewertet als der Wirkstoffansatz. Legt man für den Wirkstoffansatz eine günstigere Einschätzung zugrunde, trägt bei diesem neben der Wirksamkeit ein weiteres Kriterium positiv zum Präferenzfluss bei – ein Beitrag der insbesondere dann von Bedeutung sein kann, wenn für den Verhaltensansatz eine im Rahmender abgeschätzten Unsicherheiten höhere Wirksamkeit angenommen wird (vgl. insgesamt Abbildung 5.II). Da die Evaluierung beider Kriterien stärker von subjektiven Einschätzungen – und in einem gewissen Maße auch von der Plausibilität des gewählten Benotungssystems – abhängt, ist dieser Aspekt im Weiteren besonders zu berücksichtigen und sollte bei den Diskussionen auf dem dritten start-Experten-Workshop aufgegriffen werden.

Endnoten

- 1 In der verwendeten Softwarerealisierung von PROMETHEE „Decision Lab 2000“ stehen sechs unterschiedliche Präferenzfunktionen zur Verfügung, die für jedes Kriterium unterschiedlich gewählt werden können.

6 Schlussfolgerungen

Werden die abgeschätzten Unsicherheiten der multikriteriellen Bewertung berücksichtigt (vgl. Tabelle 5.I), zeigt sich, dass im Wesentlichen nur im Kostenkriterium signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Strategieansätzen bestehen. Diese Beobachtung spiegelt sich auch in der vergleichenden Bewertung mit dem gewählten Outrankingverfahren und hier insbesondere in der Sensitivität des Vergleichsergebnisses gegenüber Änderungen in den Abschätzungen einzelner Kriterien wie z.B. der Wirksamkeit oder in den Kriterien-gewichten wider: Eine stabile Dominanz eines Strategieansatzes gegenüber den jeweils anderen beiden lässt sich unter der gegebenen Bedingungen und Setzungen nicht herstellen. Dieser Befund unterstützt zunächst die grundlegende Hypothese des Projekts, dass ein nachhaltiger Beitrag zur Risikovorsorge nicht in einem Handlungsfeld alleine geleistet, sondern nur über eine Integration der drei Strategieansätze erreicht werden kann.

Die Aussagekraft der vorliegenden multikriteriellen Bewertung der *start*-Strategieansätze ist angesichts der getroffenen Einschränkungen, der in diesem Rahmen nur bedingt möglichen Präzisierung einzelner Maßnahmen und der auch grundsätzlich begrenzten Datenverfügbarkeit sicherlich limitiert. Zusammen mit der ebenfalls vorliegenden Folgenabschätzung liefern die vorgestellten Überlegungen und Ergebnisse aber einen wichtigen Beitrag für die Entwicklung von integrierten Handlungsstrategien zum Umgang mit Arzneimittelwirkstoffen im Wasserkreislauf. Die gemeinsamen Diskussionen auf dem dritten *start*-Experten-Workshop am 5. September 2007 sollen auf dieser Basis wichtige Impulse in dieser Richtung geben.

Anhang A: Liste der zugrunde gelegten Arzneimittelwirkstoffe

Substanz	Indikationsgruppe	Verbrauchsmenge [kg]/a	
		Krankenhaus	Gesamt
Ambroxol	Antitussivum	1.038	14.472
Amidotrizoesäure	Röntgenkontrastmittel	59.540	60.687
Atenolol	Antihypertonikum	101	13.594
Bezafibrat	Lipidsenker	309	33.476
Bisoprolol	Antihypertonikum	42	2.957
Carbamazepin	Antiepileptikum	4.094	87.605
Ciprofloxacin	Antibiotikum	5.589	17.973
Chloramphenicol	Antibiotikum	16	202
Chlortetracyclin	Antibiotikum	20	99
Clarithromycin	Antibiotikum	977	7.159
Clindamycin	Antibiotikum	3.063	16.081
Codein	Antitussivum	509	9.701
Cyclophosphamid	Zytostatikum	259	385
Doxycyclin	Antibiotikum	305	12.344
Diazepam	Psychopharmakon	124	1.107
Diclofenac	Antirheumatikum	4.657	85.801
Dihydrocodein	Antitussivum	40	1.245
Ethinylestradiol	Sexualhormone	0	48
Fenofibrinsäure	Lipidsenker-Metabolit	62	16.912
Fenoterol	Bronchospasmolytikum	8	72
Gemfibrozil	Lipidsenker	54	5.245
Ibuprofen	Antirheumatikum	8.462	344.885
Ifosfamid	Zytostatikum	164	170
Indometacin	Antirheumatikum	202	3.721
Iomeprol	Röntgenkontrastmittel	83.377	83.377
Iopamidol	Röntgenkontrastmittel	41.829	42.994
Iopromid	Röntgenkontrastmittel	63.787	64.056
Ketoprofen	Antirheumatikum	3	1.613
Metamizol	Analgetikum	n.b.	64.400
Metoprolol	Antihypertonikum	1.874	92.974
Morphin*	Analgetikum	n.b.	880
Norfloxacin*	Antibiotikum	n.b.	4.724
Ofloxacin	Antibiotikum	109	118
Oxytetracyclin	Antibiotikum	5	2.067
Phenazon	Analgetikum	13	24.843
Piroxicam	Antirheumatikum	3	724
Propranolol*	Antihypertonikum	n.b.	3.900
Propyphenazon	Analgetikum	429	28.140
Roxithromycin	Antibiotikum	388	9.555
Salbutamol	Bronchospasmolytikum	15	415
Sotalol	Antihypertonikum	459	26.649
Spiramycin	Antibiotikum	3	308
Sulfamethoxazol	Antibiotikum	6.539	53.600
Terbutalin	Bronchospasmolytikum	5	118
Tetracyclin	Antibiotikum	22	1.534
Trimethoprim	Antibiotikum	1.369	11.427
Summe		289.864	1.254.357

Die Auswahl basiert auf der aktuellen Liste des Sachverständigenrats für Umweltfragen (SRU 2007). Die vier aufgeführten Röntgenkontrastmittel wurden der Liste hinzugefügt. Die Mengenangaben gelten für Deutschland und das Jahr 2001 (BLAC 2003) („n.b.“: „nicht bekannt“).

Referenzen

Bund/Länderausschuss für Chemikaliensicherheit (BLAC) (2003): Arzneimittel in der Umwelt. Auswertung der Untersuchungsergebnisse. Berlin.
Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) (2007): Arzneimittel in der Umwelt. Stellungnahme. April 2007, ISSN 1612-2968.

Anhang B: Erläuterungen zur Bewertung des Verhaltensansatzes

Erläuterung I: Korrespondenz mit Siv Martini, Stockholm County Council, Department of Drug Management and Informatics; 24.05.2007; 13.07.2007.

Erläuterung II: Erfahrungsgemäß kann für umweltpolitische Zielsetzungen und deren Umsetzung in Schweden bzw. ganz Skandinavien wegen eines höheren Umweltbewusstseins und eines anderen Institutionengefüges eine höhere Befolgung angenommen werden als in Deutschland.

Erläuterung III: Da angenommen wird, dass auf nationaler Ebene die Umsetzung bzw. Befolgung von Hinweisen einer Umweltklassifikation von Arzneimitteln schwieriger ist, findet hier ein Abzug statt. Auf Grund der Erfahrungen in der Provinz Stockholm ist die Verbreitung der Klassifikationsliste ein andauernder Prozess, da jeweils Berufseinsteiger neu mit der Klassifikation vertraut gemacht werden müssen. Dies gilt, obschon das Thema bereits Teil der Ausbildung von ÄrztInnen ist, da die Anwendung der Klassifikationsliste auf Freiwilligkeit basiert und theoretische Ausbildungsinhalte oftmals in der Praxis erst routinisiert werden müssen.

Erläuterung IV: Angenommener Einführungszeitraum: 5 Jahre; Herleitung des Prozentwertes: $77\% - 25\% - 10\% = 42\%$.

Erläuterung V: Es wurden regionale Unterschiede hinsichtlich der Verordnung von Arzneimitteln herangezogen, um mögliche Reduzierungen von Verordnungen abzuschätzen. Als Beispiel dient eine Studie der GEK (Gmünder Ersatzkasse) unter der Annahme der Verallgemeinerbarkeit ihrer Daten (GEK-Arzneimittelreport 2006). Beispielsweise hat die GEK im Jahr 2006 die Anzahl verordneter Verpackungen im regionalen Vergleich ausgewertet. Demnach bestanden im Jahr 2005 bei der GEK beispielsweise große Unterschiede hinsichtlich der Verordnungsmengen in den KV-Regionen. Der Schnitt an verordneten Medikamenten lag bei 568 Verpackungen pro 100 Versicherten (=100%). Im Mittel ergibt sich für die KV-Regionen mit einer geringeren Verordnungshöhe ein Wert von 11% unter dem Bundesdurchschnitt (89%); für die KV-Regionen mit höherer Verordnungsmenge ein Wert von 7% über dem Bundesdurchschnitt. Dies würde bedeuten, dass in Deutschland bei gleich bleibend guter Medikamentenversorgung ca. 18% weniger Packungen pro Jahr verordnet werden könnten. Als Annäherungswert wurden 15% veranschlagt.

Erläuterung VI: Die folgende Berechnung von ausgewählten Arzneimittelwirkstoffaufkommen, die durch unsachgemäße Entsorgung über die Toilette oder den Ausguss direkt in den Wasserkreislauf eingetragen werden, greift auf Daten und Informationen zurück, die in ihrem Ursprung nicht oder nur teilweise zu diesem Zweck erhoben wurden. Daher sind die ermittelten Werte nur als Annäherungswerte zu verstehen, wobei jedoch grundsätzlich eher niedrige Schätzungen zu Grunde gelegt wurden. Über die Anzahl von Medikamenten, die nicht

eingekommen, sondern weg geworfen werden, gibt es für Deutschland nur Schätzwerte:

- Die Parlamentarische Staatssekretärin bei der Bundesministerin für Gesundheit gab in einer Bundestagssitzung (154. Sitzung, 7.3.2001) an, dass die geschätzten Kosten für die Krankenkassen durch das Wegwerfen von Medikamenten bei ungefähr 3 bis 5 Milliarden Euro liegen.

- Azupharma-Geschäftsführer Ralf-Dieter Blesel schätzt, dass die jährlichen Kosten, die für die gesetzlichen Krankenversicherungen durch Non-Compliance entstehen, 5,4 Milliarden Euro betragen. (Quelle: Ärzte Zeitung 15.03.2002). Setzt man diese Angaben in Relation zu den Gesamtkosten der Krankenkassen für Arzneimittel (25,4 Milliarden Euro in 2005. vgl. Verband forschender Arzneimittelhersteller e.V. 2006), so kann man davon ausgehen, dass mindestens ein Anteil von 12–20% der verordneten Medikamente nicht eingenommen werden, sondern im Müll landen.

- Das Apothekenmagazin „Senioren Ratgeber“ berichtet, dass mehr als ein Drittel aller verordneten Medikamente nicht eingenommen werden. (vgl. Gesundheitsmagazin Senioren Ratgeber 3/2006). Nach den Ergebnissen der französischen Studie (Hochschule für öffentliche Gesundheit, Universität Nancy, 1999) befolgen nur 57,3% der Patienten korrekt die ärztlichen Anweisungen. Zwei Drittel nehmen die Medikamente falsch ein, ganze 23,8% nehmen ihre Arzneimittel überhaupt nicht ein.

- Eine Studie aus Österreich belegt, dass 64% von 3.700 befragten Österreichern ab 15 Jahren ihre Medikamente genau nach der ärztlichen Verordnung einnehmen. Das restliche Drittel nimmt Medikamente nur so kurz wie möglich ein oder nimmt prinzipiell weniger Tabletten ein, als verordnet wurden. Die Folge ist, dass nur 40% der Befragten die verschriebenen Medikamente „immer“ oder „sehr oft“ aufbrauchen. Bei rund 30% der restlichen Befragten (also ca. 20% aller Befragten) bleiben mehr als die Hälfte bis zu einem Drittel der Tabletten übrig (Hauptverband der österreichischen Sozialversicherungsträger 2006).

- Unterschiede hinsichtlich der verschiedenen Medikamenten- und Indikationsgruppen sind bislang ebenfalls nicht oder nur durch einzelne Studien belegt. So wird die Non-Compliance bei der Einnahme von Antidepressiva auf 40% geschätzt. Ängste vor Stigmatisierung spielen hier eine wesentliche Rolle (Baumbauer et al. 2006). Nur die Hälfte der Patienten, denen wegen einer majoren Depression ein Antidepressivum verordnet wurde, nehmen dieses nach drei Monaten noch ein und die Compliance-Durchschnittsrage lag bei 65% (58–90%). Einige Studien haben die Compliance von Krebspatienten im Hinblick auf die Einnahme von Schmerzmitteln untersucht. Die Compliance-Rate liegt dabei zwischen 25% (vgl. Zeppetella 1999) und 80% (Ferrell 1999).

Annäherungswert: Auf Basis dieser Angaben, Hochrechnungen und Schätzwerte wird davon ausgegangen, dass mind. 15% der verordneten Medikamente nicht eingenommen, sondern von den PatientInnen entsorgt werden.

Erläuterung VII: Prozentsatz der Personen, die ihre Medikamente immer und häufig dort entsorgen.

Erläuterung VIII: In einer repräsentativen Bevölkerungsbefragung, die im Auftrag des ISOE im Sommer 2006 durchgeführt wurde, konnte der Anteil der Bevölkerung ermittelt werden, der Altarzneimittel unsachgemäß über die häuslichen Abwässer (Toilette oder Ausguss) entsorgt (Götz/Keil 2007). Für die Berechnung der auf diesem Wege entsorgten jährlichen Wirkstoffmengen, wurden die Angaben der Befragten zur Häufigkeit, mit der sie diese Art der Entsorgung praktizieren in Mengenangaben übersetzt. Dabei wurde die Antwort „immer“ mit 100 % gleichgesetzt (d.h. diese Personen entsorgen ihre gesamten Altarzneimittel über die häuslichen Abwässer), die Antwort „häufig“ mit 75 %, „manchmal“ mit 50 % und „selten“ mit 25 % der anfallenden Menge an Altarzneimitteln. Bei der Befragung wurde nach flüssigen und festen Arzneimitteln differenziert. Für die folgende Abschätzung wurde angenommen, dass der Anteil von flüssigen zu festen Medikamenten 1/3 zu 2/3 ist. Die Ergebnisse sind in Tabelle B.I zusammengestellt.

Tabelle B.I: Hochrechnung der Entsorgung von Arzneimittelresten über die häuslichen Abwässer. Als Gesamtmenge an unverbrauchten Arzneimitteln wurden 5.687 t/Jahr zugrunde gelegt (a: Anteile bezogen auf die Gesamtmenge). Die Prozentangaben zu „Empirie“ beziehen sich auch die Ergebnisse der repräsentativen Bevölkerungsbefragung.

	Menge nicht eingenommener Arzneimittel [t/Jahr]	immer = 100% Empirie Fest: 1 % Empirie Flüssig: 10,2%	häufig = 75% Empirie Fest: 2,1 % Empirie Flüssig: 8,3%	manchmal = 50% Empirie Fest: 6,8 % Empirie Flüssig: 13,1%	selten = 25% Empirie Fest: 5,8 % Empirie Flüssig: 11,8%	Menge der über Toilette und Ausguss entsorgten Arzneimittel [t/Jahr]
Fest (2/3)	3.791,33	37,91	59,71	128,91	54,97	281,51
Flüssig (1/3)	1.895,67	193,36	118,01	124,17	55,92	491,45
Anteil Fest	4,95 % ^a					Summe = 772,96
Anteil Flüssig	8,64 % ^a					

Erläuterung IX: In den UBA-Studien zum Umweltbewusstsein (UBA 1994/1996/2002) wurden BürgerInnen zu ihrem Entsorgungsverhalten und ihren Entsorgungseinstellungen befragt. Die getrennte Sammlung von Verpackungsmüll erachteten 1993 im bundesdeutschen Durchschnitt 76 % als sinnvoll, 1994 waren es 79 %. In diesen Jahren wurde jedoch nicht das tatsächliche Verhalten abgefragt. Allerdings wurde gefragt, ob Sondermüll zu Sondermüllsammelstellen gebracht wird. Dies bejahten 62 % der Bevölkerung.

1996 wurde die Häufigkeit der getrennten Müllsammlung (Einzelfractionen) abgefragt. Zum Beispiel praktizierten die Trennung von Plastik 69 %, Batterien wurden von 68 % getrennt entsorgt, Medikamente von 62 % der Bevölkerung. Insgesamt gaben 72 % an, sich am Dualen System Deutschland (DSD) zu beteiligen.

Verwendet man das Verhältnis von Hausmüll- zu Wertstoffmengen in der Summe der Haushaltsabfälle als Zeiger für die Befolgung der Abfalltrennung, lassen sich folgende Schlüsse ziehen (vgl. Tabelle B.II). Seit 1996 nahm das Gesamtaufkommen an Haushaltsabfällen um ca. 23 % zu. Der Anteil des Hausmülls nahm im selben Zeitraum fast 22 % ab, der Anteil getrennt gesammelter Wertstoffe nahm um ca. 71 % zu. Die Veränderung der gesammelten Wertstoffmengen betrug zwischen 1996 und 2000 +7 %, danach schwächte sich die Trennbereitschaft scheinbar etwas ab und die Zunahme betrug zwischen den Jahren 2000 und 2004 nur noch 3,3 %. Annäherungswert: Im Schnitt kann eine Zunahme des Wertstofftrennverhaltens von 5 % festgestellt werden.

Erläuterung X: Schätzungen zu den Kosten, wie sie in der Provinz Stockholm zur Bewertung der anstehenden Arzneimittel und zur Verbreitung der Wise List aufgewendet werden, liegen wie folgt vor: ca. 200 Arbeitsstunden wissenschaftlichen Personals pro Jahr (ca. 15.000 Euro) zzgl. 6.500 Euro pro Jahr für Publikationsmaterialien (insbesondere für die gedruckte Fassung der Wise List).

Tabelle B.II: Abfallaufkommen Haushaltsabfälle von 1996-2004 (Quelle: UBA 2006)

Angaben in 1000 t	1996	2000	2004
Haushaltsabfälle gesamt	35.129 (100%)	37.667 (100%)	43.148 (100%)
Hausmüll	19.875 (56,5%)	18.030 (47,9%)	15.558 (36,0%)
Getrennt gesammelte Fraktionen (außer Bioabfälle)	9.838 (28,0%)	13.497 (35,8%)	16.899 (39,1%)
Veränderung der Abfalltrennverhalten:	5 Jahreszeitraum 1996–2000: +7 % 5 Jahreszeitraum 2000–2004: +3,3 %		

Erläuterung XI: Annahmen für Fachjournalistenseminare:

- Seminare für Fachjournalisten sind kostenlos für die Besucher, es wird von eintägigen Seminaren mit ca. 25 Teilnehmern ausgegangen;
- für Entwicklungskosten werden ca. 50.000 Euro (Konzeption und Materialien) angesetzt; als Gesamtlaufzeit werden 10 Jahre angenommen; innerhalb dieser 10 Jahre sind Relaunches der Seminarankonzeption notwendig, weshalb von doppelten Entwicklungskosten ausgegangen wird ($2 \times 50.000 = 80.000$ Euro);
- je Bundesland wird pro Jahr ein Seminar angeboten (16 Seminare x 200 Euro + 25 Teilnehmer x 30 Jahre = 80.000 Euro, auf 10 Jahre: 800.000 Euro).

Erläuterung XII: Annahmen für Fortbildungsveranstaltungen für Ärzte und Apotheker:

- Üblicherweise werden für Ärzte Blockseminare unterschiedlicher Länge, als Fortbildung anrechenbar, angeboten. Die Preise hierfür liegen für die Teilnehmer (Angebot durch Privatanbieter kostendeckend) bei 250 Euro für ein Wochenende oder 750 Euro bei zwei Wochenenden (s. z.B. Vergleichsangebote unter <http://www.obenaus-psynet.de/seite2.htm> oder http://www.malteser.de/60.Malteser_Schulen/60.02.Aachen/60.02.06.Downloads/%C3%84F_Flyer_2007.pdf).
- Im Anfangszeitraum sollen die Seminare verstärkt angeboten werden. Über einen Zeitraum von 7 Jahren werden deswegen je Bundesland ein langes und zwei kurze Seminare pro Jahr angeboten. Danach werden über weitere 7 Jahre je Bundesland noch ein kurzes Seminar angeboten. Es wird von ca. 25 TeilnehmerInnen je Seminar ausgegangen. So werden 11.200 Teilnehmer erreicht (4 Seminare x 16 Bundesländer x 25 Teilnehmer = 1.600 Teilnehmer pro Jahr). Es gibt ca. 326.000 berufstätige Ärzte in Deutschland (in den Landesärztekammern gemeldet inkl. gemeldete ausländische Ärzte; Quelle: Kassenärztliche Bundesvereinigung 2007). Der Anteil Ärzte, der dann ein Seminar besuchen kann, beträgt 3,4%.

■ Einmalige Kosten für Konzeption und Materialienentwicklung betragen je Seminartyp (kurz/lang) maximal 50.000 Euro und fallen alle 3,5 Jahre an (6×50.000 Euro). In der Summe ergeben sich 300.000 Euro.

■ Jährliche Kosten: $2 \times 16 \times 250$ Euro x 25 TeilnehmerInnen = 200.000 Euro, 16×750 Euro x 25 TeilnehmerInnen = 300.000 Euro. In der Summe ergeben sich 3,8 Mio. Euro.

■ Für ApothekerInnen werden die gleichen Entwicklungskosten und Seminarbeiträge angesetzt. Es gibt ca. 55.000 ApothekerInnen in Deutschland (ABDA 2007). Die Laufzeit des Seminarangebots beträgt ebenfalls 7 Jahre, allerdings ohne ein zweistufiges Vorgehen. Kurze Seminare werden in 12 Bundesländern angeboten, lange in vier Bundesländern. Dadurch werden 2.800 ApothekerInnen erreicht (entspricht ca. 5%).

■ An Kosten entstehen für Konzeption und Entwicklung 200.000 Euro; jährliche Kosten: 75.000 Euro (kurze und lange Seminare). Daraus ergeben sich Gesamtkosten von 1,2 Mio. Euro.

Erläuterung XIII: Zu Entsorgungskosten vgl. z.B. Abfall- und Entsorgungsgebührensatzung (AGS) der Stadt Salzgitter (2007): http://www.salzgitter.de/rathaus/downloads/-Aegs_2007_-Lesefassung.pdf; 02.07.2007.

Erläuterung XIV: Als Vergleichsangebote mit Aufgabenkatalog wurden die in Tabelle B.III aufgeschlüsselten Kostenvoranschläge für eine bundesweite Werbe- und PR-Kampagne für nachhaltige Konsumartikel herangezogen. Auf dieser Basis wurden für den vorliegenden Fall die folgenden Annahmen getroffen: zweijährige Laufzeit der Kampagne, dreimalige Wiederholung der Kampagne innerhalb von 10 Jahren, einmalige Kosten zur Kampagnenentwicklung von dreimal 0,9 Mio. Euro (=2,7 Mio. Euro) und jährliche Kosten von einer Million Euro (insgesamt 8 Mio. Euro bei drei Kampagnen à zwei Jahre). Daraus ergeben sich Gesamtkosten von 10,7 Mio. Euro.

Tabelle B.III: Kostenvoranschläge für PR-Kampagnen.

	Angebot A	Angebot B
Zeithorizont (Jahre)	2,5	2
Bausteine	Werbung, Media und PR	Corporate relations, Aktion, Lobby, Digital, BtB, Messen, Werbung, Media, Agentur
Kosten	2,28 Mio. € / 2,5 Jahre = ca. 912.000 €	Einmalige Kosten: 996.000 € Jährliche Kosten: 1,3 Mio. / 2 = 755.000 €
Kosten der Gesamtkampagne	2,56 Mio. € / 2,5 Jahre = 1,02 Mio. € p. a.	4 Mio. € / 2 Jahre = 2 Mio. € p. a. (davon rund 0,99 Mio. € einmalig)

Anhang C: Erläuterungen zur Bewertung des Wirkstoffansatzes

Handlungsfeld: Forschung und Entwicklung

Maßnahme 1

Spezielle Förderprogramme zur maßgeschneiderten Entwicklung von umweltfreundlichen (d. h. hier: im Abwasser rasch abbaubaren) Arzneimittelwirkstoffen richten sich an unabhängige Forschungseinrichtungen, aber auch an Unternehmen aus dem Bereich der Pharmaindustrie. Die *direkte Wirksamkeit* dieser Maßnahme wird mit 70 % veranschlagt.

Da derzeit nur erste praktische Erfahrungen mit dem Strategieansatz vorliegen, wird davon ausgegangen, dass die stoffliche *Reichweite* des Ansatzes bezogen auf Arzneimittelwirkstoffe bei 50 % liegt (bei biologischen Agenzien ist derzeit unklar, inwieweit der Ansatz hier überhaupt notwendig und möglich ist).

In Bezug auf das Kriterium *Zeithorizont* ist von fünf Jahren bis zur Implementierung von größeren Forschungsprogrammen und weiteren fünf Jahren auszugehen, bis erste aussagekräftige Ergebnisse vorliegen.

Die jährlich anfallenden *Kosten* für Förderprogramme liegen bei schätzungsweise 3 Mio. Euro (Personal, Softwarelizenzen, Verbrauchsmittel etc.). Bei einer Laufzeit von insgesamt für fünf Jahren entstehen Gesamtkosten von 15 Mio. Euro (Orientierung an anderen Schwerpunktprogrammen der DFG und des BMBF; auf EU-Ebene sind ggf. wegen der deutlich größeren Projektverbünde ca. 150 Millionen zu veranschlagen; dieser Posten wird jedoch in der Gesamtrechnung nicht berücksichtigt).

Kosten für die Einrichtung eines Instituts für Nachhaltige Pharmazie werden mit 10 Mio. Euro berücksichtigt zzgl. jährlich anfallende Kosten von ca. 5 Mio. Euro (Personal, Softwarelizenzen, Verbrauchsmittel etc.). In einem Zeitraum von 10 Jahren ist hier mit Kosten in Höhe von 50 insgesamt 60 Mio. Euro zu rechnen.

Maßnahme 2

Mit Hilfe einer fachübergreifenden Auswertung dieses Forschungsprogramms wird bewertet, ob ein Design neuer Wirkstoffe, das von vornherein medizinische und Umweltgesichtspunkte integriert, auch betriebswirtschaftlich für Pharmaunternehmen vorteilhaft ist. Bei dieser Maßnahme ist nur von einer *indirekten Wirksamkeit* auszugehen.

Als *Zeithorizont* werden 10 Jahre veranschlagt, beginnend, nachdem erste Ergebnisse aus Maßnahme 1 vorliegen, da einerseits die Forschung erst durchgeführt werden muss und andererseits die Entwicklungs- und Markteinführungszeiten neuer Wirkstoffe (ca. 10 Jahre) zu beachten sind.

Für die Evaluierung der Förderprogramme sind nur jährlich anfallende *Kosten* in Höhe von ca. 100.000 Euro zu berücksichtigen. Bei einem *Zeithorizont* von 10 Jahren bedeutet dies Gesamtkosten von 1 Mio. Euro.

Maßnahme 3

Aus der Auswertung dieses Forschungsprogramms wird eine Liste mit erfolgreich etablierten Fallbeispielen erstellt, um für den Ansatz bei den Pharmaherstellern zu werben und ihn in einer zweiten Phase

generell bei der Neuentwicklung von Wirkstoffen zu verwirklichen. Abhängig vom Ergebnis der Maßnahme 2 ist beim Vorliegen von ausreichend Erfolgsbeispielen mit einem hohen Beitrag zur *Wirksamkeit* des Ansatzes zu rechnen.

Als *Zeithorizont* für die Entfaltung der Wirksamkeit einer solchen Liste in allen Bereichen der pharmazeutischen Forschung und Entwicklung ist mit 15 Jahren zu rechnen

Für die Maßnahme sind nur jährlich anfallende *Kosten* von ca. 300.000 Euro (über 15 Jahre: 4,5 Mio. Euro) für das Bekanntmachen solcher Positivbeispiele (Veröffentlichungen, Pressarbeit, Veranstaltungen) zu berücksichtigen.

Handlungsfeld: Veränderung der Ausbildung

Maßnahme 4

Um die schnelle Verbreitung der neuen Entwurfsprinzipien für eigen-sichere Wirkstoffe sowohl in der Forschung als auch in der Lehre zu befördern, müssen die DFG und das BMBF einen dem Leitbild der Nachhaltigen Pharmazie entsprechenden vernetzten Schwerpunkt für die Hochschulforschung in den Bereichen der medizinischen, pharmazeutischen und organischen Chemie sowie der Umweltchemie und Umwelthygiene etablieren, der die genannten Teildisziplinen vernetzt. Der Schwerpunkt kooperiert mit der Industrie. Eine Abstimmung mit Fördermaßnahmen im Bereich der nachhaltigen Chemie und Pharmazie, also auch die Berücksichtigung von Fragen der Synthese und der Rohstoffbasis, ist notwendig. Die *indirekte Wirksamkeit* der Maßnahme ist als sehr hoch zu veranschlagen, da nach erfolgreicher Implementierung in die Ausbildung der Ansatz zum allgemein üblichen Standard wird („Umweltverträglichkeitsprüfung auf molekularer Ebene“).

Als *Zeithorizont* sind 5 bis 8 Jahre für die Etablierung der Maßnahme und für die volle Umsetzung bei einer neuen Generation von Akademikern bzw. Auszubildenden 15 Jahre zu veranschlagen.

Die für diese Maßnahme im genannten Zeitraum anfallenden *Kosten* werden auf 50 Mio. Euro abgeschätzt. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass, je nach Sichtweise, Curricula und Ausbildungsinhalte im Laufe der Jahre ohnehin aktualisiert und an neue Bedürfnisse und Rahmenbedingungen angepasst werden (im Vergleich etwa zum Bologna-Prozess ist die hier vorliegende Maßnahme als marginal anzusehen).

Maßnahme 5

In Deutschland und Europa werden Preise ausgelobt und finden und Preiswettbewerbe statt mit dem Ziel, nachhaltige Innovationen im Bereich der Arzneimittelentwicklung zu erreichen. Sie tragen insgesamt dazu bei, das Thema Nachhaltige Pharmazie in Forschung und Ausbildung, aber auch in der breiteren Öffentlichkeit voranzubringen. Die an sich hohe *direkte Wirksamkeit* der Maßnahme wird dadurch begrenzt, dass wissenschaftliche Preise zwar eine Öffentlichkeitswirksamkeit haben, aber Forschende und vor allem Unternehmen kaum allein wegen eines Preises eine bestimmte Entwicklungsrichtung favorisieren werden.

Die Maßnahme kann ihre Wirksamkeit nur entfalten, wenn sie kontinuierlich betrieben wird, d.h. mit Blick auf den allgemein für die Bewertung in *start* zugrunde gelegten *Zeithorizont* über die vollen 30 Jahre.

Bei jährlich ausgelobten Preis mit 100.000 Euro Preisgeld und zusätzlichen *Kosten* für Organisation und Verwaltung von 20.000 Euro jährlich ergeben sich bei 30 Jahren Gesamtkosten in Höhe von 3,6 Mio. Euro.

Handlungsfeld: Veränderung der politischen Rahmenbedingungen **Maßnahme 6**

Durch die Verlängerung von Patentlaufzeiten für Wirkstoffe, die den genannten Kriterien genügen (von derzeit 20 auf 20 plus 3 Jahre), wird die Entwicklung der gewünschten Wirkstoffe unterstützt. Die direkte Wirksamkeit der Maßnahme ist mit mindestens 50 % zu veranschlagen, da die verlängerte Patentlaufzeit einen großen Anreiz darstellen kann, neue Stoffe umweltverträglich zu machen. Ihre Wirksamkeit ist aber als abhängig von den jeweiligen Gegebenheiten (z.B. den konkreten ökonomischen Rahmenbedingungen für einen Wirkstoff) anzusehen. So wird im Kontext von REACH eine Marktberreinigung erwartet, von der eine relative Erhöhung der Wirksamkeit der Maßnahme für Chemikalien ausgehen kann. Inwieweit dies auch Rückwirkungen auf Arzneimittelwirkstoffe hat, ist derzeit jedoch nicht absehbar.

Als *Zeithorizont* für die Durch- und Umsetzung der Maßnahme ist mit 5 bis 30 Jahren zu rechnen, je nach den typischen Zeitskalen der politischen Prozesse und der beteiligten Institutionen und je nachdem, bis wann eine Novellierung der jetzigen Richtlinie zur Arzneimittelzulassung als notwendig angesehen werden muss.

Kosten bei der Umsetzung der Maßnahme fallen in den Bereichen Lobbying, Tagungen, Informationsveranstaltungen etc. an (s.a. Maßnahme 7); pauschal werden hierfür Kosten in Höhe von 1 Mio. Euro veranschlagt.

Maßnahme 7

Bisher sind unerwünschte Umwelteffekte kein Versagensgrund für eine arzneimittelrechtliche Zulassung. Wenn die Umwelteigenschaften ebenso wie die Wirkeigenschaften (einschließlich der Nebenwirkungen) schon sehr früh im Entwicklungsprozess abgeprüft werden und zulassungsrelevant in dem Sinne werden, dass Nichtabbaubarkeit zu einem Versagen der Zulassung führen kann, werden nach diesem Ansatz entwickelte Stoffe im Vorteil sein. Unter der Voraussetzung des Vorliegens von Erfolgsbeispielen und der Verankerung von Umweltverträglichkeit als Zulassungskriterium ist von einer hohen *direkten Wirksamkeit* der Maßnahme auszugehen.

Als *Zeithorizont* zur Umsetzung der Maßnahme sind mindestens 20 Jahre anzusetzen.

Bei jährlichen *Kosten* von schätzungsweise 250.000 Euro pro Jahr für Lobbying, Tagungen, Informationsveranstaltungen, Forschung (auch Akzeptanzforschung etc.) ist mit Gesamtkosten der Maßnahme in Höhe von 5 Mio. Euro zu rechnen.

Voraussetzung für den Erfolg der Maßnahme sind durch Forschungsförderung erzielte Erfolgsbeispiele sowie fundierte Hinweise auf Machbarkeit und Kostenabschätzungen. Die Erfolgsbeispiele müssen auf EU-Ebene (Parlament, Kommission, Behörden wie EMEA, EPA) und parallel dazu auf der Ebene der Mitgliedstaaten präsentiert werden, um die neue Denkweise zu befördern. Entsprechende Aktivitäten in den USA und den asiatischen Ländern sind notwendig. Die weltweite Etablierung des Themas „Nachhaltige Pharmazie“ gemeinsam mit dem der „Nachhaltigen Chemie“ ist möglich und sinnvoll. Notwendig ist dabei eine Einbeziehung der beteiligten Berufsgruppen (ÄrztInnen, ApothekerInnen) und der PatientInnen, um zu vermitteln, dass der medizinische Standard durch die neue Herangehensweise nicht sinkt.

Im Sinne einer stufenweisen Umsetzung wäre es denkbar, die Zulassung aus Umweltgründen anfangs nur zu versagen, wenn es bereits eine umweltfreundlichere Wirkstoffalternative mit denselben Wirkeigenschaften gibt. In einer nächsten Phase könnte die Zulassung eines umweltverträglichen Wirkstoffs zur Verkürzung der Zulassung eines weniger umweltverträglichen aber hinsichtlich der Therapie vergleichbaren Wirkstoffs führen. Erst nach dieser Phase werden keine Zulassungen mehr für nicht umweltverträgliche Wirkstoffe ausgesprochen. Für die forschenden Arzneimittelunternehmen, besteht ein Vorteil darin, dass die Generikahersteller zunächst von neuen Wirkstoffen abgekoppelt sind und vor allem im Markt mit alten Wirkstoffen, für die ein Verbot zu erwarten ist oder bereits erlassen wurde, tätig sein müssen.

Maßnahme 8

Eine professionelle, zielgruppenspezifisch angelegte PR-Kampagne informiert und wirbt frühzeitig für die Vorzüge der neu entwickelten Arzneimittelwirkstoffe, sobald diese erstmals zugelassen sind bzw. schon im Vorfeld der Zulassung, um die Durchsetzung dieser Wirkstoffe am Markt zu beschleunigen. Dabei handelt es sich idealerweise um gemeinsame Aktivitäten interessierter Hersteller unter Mitwirkung insbesondere von Apothekerschaft, Wissenschaft und Umweltbehörden (vgl. Anmerkungen zu den Maßnahmen 6 und 7 sowie zum Handlungsfeld Veränderung der Ausbildung). Die Maßnahme hat nur eine *indirekte Wirksamkeit*.

Die Maßnahme sollte für eine nachhaltige Wirkung über den gesamten hier betrachteten *Zeithorizont* von 30 Jahren laufen.

Bei angenommenen jährlichen *Kosten* für eine PR-Kampagne von 1 Mio. Euro (vgl. Erläuterung XIV, Anhang B) sind mit Kosten in Höhe von insgesamt 30 Mio. Euro zu rechnen (ggf. zu Beginn höhere Kosten als gegen Ende, wenn der Ansatz schon mehr Verbreitung gefunden hat).

Anhang D: Übersicht der Einschätzungen zur Umsetzungsbereitschaft

In den folgenden Tabellen sind das arithmetische Mittel, der Median, also die Ausprägung unterhalb derer 50% aller Fälle liegen, und der Modus oder Modalwert, der die häufigste Merkmalsausprägung widerspiegelt, angegeben.

Technikansatz

Maßnahmen	Mittelwert	Median	Modus
T.1 Separate Erfassung und Behandlung von Punktquellen			
Umsetzungsbereitschaft Träger Krankenhäusern	2,1	1	2
Umsetzungsbereitschaft Träger Senioren- und Pflegeheimen	2,1	1	1
T.2 Nachrüstung von Wassergewinnungsanlagen (Aufbereitung von Oberflächenwasser)			
Umsetzungsbereitschaft der Wasserwerke	3,7	3	4
T.3 Nachhaltige Sanitärkonzepte			
Umsetzungsbereitschaft Kommunen	2,3	2	2
Umsetzungsbereitschaft Wasserver- und Entsorgungsbetriebe	2,9	2	1
Umsetzungsbereitschaft Hausbesitzer	2,1	1	2
Akzeptanz Bevölkerung (bzgl. Separationstoiletten)	2,9	3	3

Verhaltensansatz

Maßnahmen	Mittelwert	Median	Modus
V.1 Erstellung einer Umweltklassifikationsliste für Arzneimittel			
Umsetzungsbereitschaft zuständige Bundesbehörden	3,3	3	3
Umsetzungsbereitschaft Ärzten/Apotheker	3,1	2	3
V.2 Initiierung eines Diskurses über die Problematik bei Ärztinnen und Ärzten			
Umsetzungsbereitschaft Berufsverbände und Fortbildungsanbieter	3,7	4	5
Umsetzungsbereitschaft Ärztinnen und Ärzte	3,1	3	3
V.3 Einbettung des Themas in die Fortbildung von Ärztinnen und Ärzten			
Umsetzungsbereitschaft der Berufsverbände und Fortbildungsanbieter	3,5	3	4
Umsetzungsbereitschaft Ärztinnen und Ärzte	3,1	3	3
V.4 Initiierung eines Diskurses über die Problematik bei Apothekerinnen und Apothekern			
Umsetzungsbereitschaft der Berufsverbände und Fortbildungsanbieter	3,6	3	4
Umsetzungsbereitschaft Apothekerinnen und Apotheker	3,7	3	4
V.5 Einbettung des Themas in die Fortbildung von Apothekerinnen und Apothekern			
Umsetzungsbereitschaft Berufsverbände und Fortbildungsanbieter	3,4	3	4
Umsetzungsbereitschaft Apothekerinnen und Apotheker	3,6	3	4
V.6 Verringerung unnötigen Arzneimittelverbrauchs durch größere Transparenz der Kosten und Mengen			
Umsetzungsbereitschaft Gesetzgeber und Behörden	3,9	4	5
Umsetzungsbereitschaft Krankenkassen	3,9	4	4
Umsetzungsbereitschaft Ärztinnen und Ärzte	2,9	2	2
V.7 Verringerung unnötigen Arzneimittelverbrauchs durch erhöhte Zuzahlungen			
Umsetzungsbereitschaft Gesetzgeber/ der Behörden	3,3	3	2
V.8 Nicht-medikamentöse Verschreibungsmöglichkeiten			
Umsetzungsbereitschaft der Krankenkassen	4	4	5
Umsetzungsbereitschaft Ärztinnen und Ärzte	3,4	3	4
Akzeptanz/ Therapietreue Patientinnen und Patienten	2,8	2	2
V.9 Einführung einheitliche Regelung zur Entsorgung von Arzneimitteln ausschließlich über Apotheken			
Umsetzungsbereitschaft Bevölkerung	3,8	3	4
Umsetzungsbereitschaft der Apothekerinnen und Apothekern	3,9	4	5
Umsetzungsbereitschaft Gesetzgeber/ Behörden	4,1	4	4
V.10 Vereinfachung des gegenwärtigen Arzneimittel-Rücknahmesystems in den Apotheken			
Umsetzungsbereitschaft Apotheken	4,4	4	5
V.11 PR-Kampagne zur sachgemäßen Entsorgung			
Umsetzungsbereitschaft Behörden	4,1	4	5
V.12 Anbringen eines deutlich sichtbaren Hinweises zur richtigen Entsorgung auf Arzneimittelpackungen			
Umsetzungsbereitschaft Gesetzgeber/ Behörden	4,6	4	5
Umsetzungsbereitschaft Arzneimittelhersteller	3,6	3	5
V.13 Differenziertes Angebot an Packungsgrößen von Arzneimitteln			
Umsetzungsbereitschaft Arzneimittelhersteller	1,9	1	2
Umsetzungsbereitschaft Ärztinnen und Ärzte	3,4	3	3
Umsetzungsbereitschaft Apothekerinnen und Apotheker	3,1	2	2
V.14 Arzneimittel in Blisterpackungen werden pro Einheit einzeln gekennzeichnet			
Umsetzungsbereitschaft Arzneimittelhersteller	2,3	2	2
Umsetzungsbereitschaft Ärztinnen und Ärzte/ Kliniken	3,6	3	4
V.15 Schutz des Grund- und Oberflächenwassers vor Medikamenteneinträgen soll Umweltziel werden			
Umsetzungsbereitschaft Gesetzgeber	3,6	3	4
Umsetzungsbereitschaft Akteure Gesundheitssystem	3,2	2	2

Wirkstoffansatz

Maßnahmen	Mittelwert	Median	Modus
W.1 Förderprogramm zur Entwicklung 'eigensicherer' Arzneimittelwirkstoffe			
Umsetzungsbereitschaft staatliche Verwaltungen/ Förderadministrationen	3,7	4	5
W.2 Evaluation der ökonomischen Tragfähigkeit 'eigensicherer' Arzneimittelwirkstoffe			
Umsetzungsbereitschaft staatliche Verwaltungen/ Forschungsadministration	3,8	3	3
Umsetzungsbereitschaft Arzneimittelhersteller	2,7	2	1
W.3 Kommunikation von gelungenen Beispielen 'eigensicherer' Arzneimittelwirkstoffe in Fachkreisen			
Umsetzungsbereitschaft staatliche Verwaltungen/ Forschungsadministration	3,8	3	5
Umsetzungsbereitschaft Arzneimittelhersteller	2,5	2	3
W.4 Förderung von Forschung zur 'Nachhaltigen Pharmazie' durch die DFG			
Umsetzungsbereitschaft DFG	3,7	3	4
Umsetzungsbereitschaft Hochschulen	4,4	4	5
W.5 Auslobung von Preisen zum Thema 'Nachhaltige Pharmazie'			
Umsetzungsbereitschaft Stiftungen (u.a.)	4,2	4	5
Umsetzungsbereitschaft Hochschulen/ Pharmahersteller	4	4	5
W.6 Verlängerung der Patentlaufzeit für im Abwasser abbaubare Arzneimittelwirkstoffe			
Umsetzungsbereitschaft Gesetzgeber	3,3	3	3
Umsetzungsbereitschaft Arzneimittelhersteller	4,4	4	5
W.7 Stärkere Kopplung von Umweltverträglichkeitsprüfung und Arzneimittelzulassung			
Umsetzungsbereitschaft Gesetzgeber	2,9	2	2
Umsetzungsbereitschaft Arzneimittelhersteller	1,6	1	1
W.8 PR-Kampagne zu 'Nachhaltiger Pharmazie' für Ärztinnen und Ärzte			
Umsetzungsbereitschaft zuständige Behörden	3,8	4	5



Anlage 2: Ergebnis der Folgenabschätzung (9 Seiten)

Folgenabschätzung für die drei *start*-Strategieansätze

Engelbert Schramm, Institut für sozial-ökologische Forschung (ISOE), Frankfurt am Main

Technikansatz

1. Abschätzung der wirtschaftlichen Folgen

Der Handlungsansatz führt über die betrachteten dreißig Jahre zu Kosten von 1.620 Mio €. Neben den Investitionskosten sind hier insbesondere erhöhte, vor allem in der Kontrollanalytik und der Wiederaufbereitung der Aktivkohle begründete Betriebskosten erwähnenswert. Nach dem Verursacherprinzip sind dies „Umwelt- bzw. externe Kosten“ des Gesundheitssystems, die weitgehend aus dem Gesundheitssystem ins Wassersystem transferiert werden und nun dort anfallen. Diese zusätzlichen Kosten im Wassersystem können, wenn sie zu Buche schlagen, nach Tarifrecht auf die Kunden umgelegt werden.

Die im Szenario des Technikansatzes zunächst vorrangig vorgesehene Konzentration der technischen Nachrüstung auf wenige Anlagen der Wassergewinnung ist aus Effizienzgesichtspunkten begrüßenswert, weil so flächendeckend der Aufbau und Betrieb einer additiven und letztlich „ausschließlich“ nachsorgenden Aufbereitungstechnologie vermieden werden kann.¹ Die Aktivkohletechnologie in den damit noch nicht ausgerüsteten Flusswasserwerken wird zwar mit Fokus auf die Arzneimittel eingerichtet, aber zu einem nicht unerheblichen Prozentsatz faktisch so betrieben werden, dass insbesondere weitere Schadstoffe, die ebenfalls als Mikroverunreinigungen vorliegen, mit Hilfe dieser „schwarzen Kunst“ aus dem Roh- bzw. Trinkwasser herausgeholt werden. D.h. es werden – möglicherweise alleine aus verfahrenstechnischen Gründen – volkswirtschaftlich Kosten auf die wasserwerksrelevanten Arzneimittelwirkstoffe „gebucht“, die möglicherweise Mikroverunreinigungen aus anderen Anwendungsgebieten zugeschrieben werden müssten, die ebenfalls herausgefiltert werden und die Adsorptivität der Filter so beeinflussen, dass die Kohle häufiger regeneriert werden muss (vgl. hierzu aber auch Abschätzung der ökologischen Folgen).

Die Grundüberlegung des Szenarios, die Aktivkohlefilter zur Trinkwasseraufbereitung nicht dauerhaft zu installieren, sondern hier auf flexible Anlagen zu setzen (z.B. mobile Einheiten, die geliehen werden können und nur solange stehen bleiben, wie sie aufgrund der Belastungssituation tatsächlich benötigt werden), ist angesichts der Fixkostenproblematik in der Siedlungswasserwirtschaft prinzipiell zu begrüßen. Der Aufbau stationärer Anlagen hätte dagegen für die Betreiber der Anlagen betriebswirtschaftlich einen Zwang zur Amortisation der mit dem Aufbau der Anlagen getätigten Investitionen bedeutet. Dabei wären Gelder gebunden worden, die eher in den Umbau der Abwasser-Infrastruktur in Richtung Nachhaltigkeit fließen sollten.

Für die Steuerung des Aufbereitungsprozesses in den Wasserwerken ist eine stärkere und zeitnahe Ausrichtung der Trinkwasseraufbereitung an einer dafür geeigneten chemischen Analytik erforderlich. Insbesondere kleinere Wasserwerke könnten damit organisatorisch und hinsichtlich des erforderlichen Personals und Wissens überfordert sein. Es ist möglich, dass es nicht nur dazu kommt, dass größere Versorgungsunternehmen in den Regionen hier Dienstleistungen für die kleineren Unternehmen übernehmen, (wie das heute bereits auch in anderen Fällen geschieht), sondern dass so auch ein regionaler Konzentrationsprozess von Wasserversorgungsunternehmen begünstigt wird (vgl. Wissen/Naumann 2006).

Das Szenario schließt auch einen Umbau der Abwassertechnologie für Krankenhäuser und Seniorenwohnstätten, die als Punktquellen für die Belastung des Abwassers mit Arzneimitteln gelten, ein. Auf diese Weise kann dort, wo eine erhöhte Pharmakabelastung im Abwasser zu erwarten ist, diese bereits an der Quelle beseitigt werden. Grundsätzlich ist eine derartige Vorgehensweise deutlich wirtschaftlicher als die Behandlung von Abwasser in zentralen Kläranlagen mit der dort im Zulauf wesentlich niedrigeren Konzentration von Arzneimittelwirkstoffen.² Je nach Wahl der Technik kann es dort darüber hinaus auch gelingen, weitere problematische Einträge aus dem Abwasser (Krankheitserreger, Resistenzgene; vgl. hierzu aber auch die Abschätzung der ökologischen und der gesellschaftlichen Folgen) gezielt zu entfernen.³ Die für die Heime und Hospitäler entstehenden Kosten werden über die Rechnungen umgelegt; Bewohnende von Alten- und Pflegeheimen sowie Patienten von Krankenhäusern (bzw. Kranken- und Pflegekassen sowie ggfs. das Sozialamt) werden folglich mit diesen Kosten belastet.

Der weiterhin im Szenario mittel- bis langfristig vorgesehene Umbau der Infrastruktur hin zu einer nachhaltigen Abwasserwirtschaft mit Betonung einer dezentralen bzw. semizentralen Behandlung ist vermutlich nur sehr schwierig zu realisieren. Ohne flankierende ordnungspolitische Maßnahmen (insbesondere ohne klare und intelligente Festlegungen in kommunalen Satzungen) bzw. Verträge zwischen verschiedenen Betreibern von Abwassersystemen wird es kaum möglich sein, einen geordneten Umbau des zunächst zentralen Abwassersystems zu erreichen und über die im Szenario angelegte „Verinselung“ zu dezentralen Strukturen in flächendeckendem Umfang zu kommen, in denen das Abwasser gezielt verwertet werden kann. Vielmehr steht zu vermuten, dass sonst weniger rentable Teilstücke dauerhaft beim zentralen Netzbetreiber bleiben und zu einem erhöhten Kostendruck führen werden, der sich für die am Netz verbleibenden Nutzer

wegen der Fixkostenproblematik in extrem steigenden Abwasserpreisen äußern wird und zu sozialen Härten führen kann. Auch volkswirtschaftlich würde sich dieses Nebeneinander von zentralen und semi-/dezentralen Behandlungsanlagen als Fehlallokation erweisen (vgl. Koziol 2006).

2. Abschätzung der ökologischen Folgen

Der Strategieansatz ist zunächst vorrangig auf die Verbesserung der Trinkwasserqualität gerichtet und hat damit nur geringe Umweltentlastungspotenziale (beispielsweise kann seine erste Maßnahme keinen Beitrag zu einem Gewässerbewirtschaftungsplan nach der EU-Wasserrahmenrichtlinie leisten). In den Gewässern wird die Belastungssituation mit Arzneimittelwirkstoffen kurz- und mittelfristig auf dem heutigen Niveau bleiben. Das wird sich erst ändern, wenn in der Fläche der mit der Strategie beabsichtigte Umbau des Abwassersystems (von einer zentralen zu semi- bzw. dezentralen Behandlung) erreicht worden ist. Der Zeitraum für diese Transformation kann nicht gut abgeschätzt werden, liegt jedoch vermutlich eher bei 50 als bei 30 Jahren (vgl. Koziol 2006). Die so lange weiter erfolgenden Einträge von Arzneimittelwirkstoffen im Spurenbereich wirken sich nicht nur auf die Belastung des für die Trinkwasserproduktion benötigten Rohwassers aus, sondern auch auf weitere Funktionen der Gewässer: Während die in der EU-Gesetzgebung angesprochenen Funktionen Badegewässer und Fischgewässer vermutlich nicht negativ beeinträchtigt werden, sind Veränderungen der Gewässerökologie mehr als wahrscheinlich: In welchem Umfang z.B. die über weitere 30 Jahre andauernden Immissionen zu Verschiebungen im Artenspektrum der Gewässerbiozöten führen, kann derzeit nicht sicher beurteilt werden.

Beim dauerhaften Betrieb⁴ der Aktivkohlefilter würden neben den Arzneimittelwirkstoffen vermehrt weitere Umweltchemikalien, die das Rohwasser zusätzlich belasten, ebenfalls aus dem Wasser entfernt werden. Für den Zustand des Trinkwassers kommt es also zu einer Synergie, so dass grundsätzlich zu empfehlen wäre, die erste Maßnahme des Szenarios ausdrücklich unter Verweis auf diese Synergieeffekte zu realisieren. Die ins Vorhaben einbezogenen Experten aus der Siedlungswasserwirtschaft haben deutlich darauf hingewiesen, dass sich dann auch die erforderlichen Investitionen besser durchsetzen lassen. Auf der anderen Seite kommt es aber, da ja „nebenher“ noch weitere Belastungen mit Spurenstoffen aus dem Trinkwasser entfernt werden, auch zu einem Mehr an Abfällen (bei der Wiederaufbereitung der Aktivkohle); im Gegensatz zu anderen Verfahren der Wasseraufbereitung (z.B. Membranfilter) kommt es jedoch nicht zum Anfall von Schlämmen, die als Sondermüll entsorgt werden müssen.

Je höher die Aufbereitungsleistung bei der Trinkwassergewinnung, umso höher ist die anfallende Abfallmenge. Diese äußert sich hier im Wesentlichen in Abluft bzw. Destillat bei der Regeneration der Aktivkohle. In Relation zur erforderlichen Aufbereitungsleistung ist auch die benötigte Energiemenge zu veranschlagen (v.a. als Hebeenergie und als Energie zur Regeneration der Kohle); insofern ist die Maßnahme klimarelevant. Aufgrund der vergleichsweise wenigen Stellen, wo in der Strategie im Bereich der Trinkwasserversorgung die betrachtete Nachrüstung erforderlich wird, und der gewählten (Aktiv-

kohle-)Technologie werden der stoffliche Aufwand, die anfallende Abfallmenge und der Verbrauch an Energie bei der Trinkwasseraufbereitung verhältnismäßig gering bleiben.

Die mit der Handlungsstrategie ebenfalls verfolgte dezentrale Teilstromseparation und Behandlung von Toilettenabwasser mit erhöhter Pharmakakonzentration führt nach ihrer sukzessiven Realisierung (zunächst vor allem in Neubauten) zu einer Entlastung in den Fließgewässern und ihren Ökosystemen, da weniger Arzneimittel eingetragen werden. Die Installation von Aufbereitungsanlagen an besonderen Belastungspunkten, wie sie Krankenhäuser und Altenheime darstellen, lässt bei dem gewählten Verfahren der ‚Erweiterten Oxidation‘ nach mehrstündiger Sedimentation der festen Phase (vgl. Kiffmeyer et al. 2004) das Verhältnis zwischen dem Entlastungseffekt in der Umwelt (im Gewässer) und dem dafür beanspruchten Stoff- und Energieaufwand als sinnvoll erscheinen.

Mit Ozonierung und anderen Verfahren der ‚Erweiterten Oxidation‘ können ohne Reststoffanfall fast alle Wirkstoffe mit einer substanzspezifischen Effektivität von über 99% eliminiert werden (Ausnahme Röntgenkontrastmittel). Allerdings wird keine Totaloxidation durchgeführt, so dass Oxidationsprodukte entstehen, die gesondert betrachtet werden müssen. Allgemein erhöht sich die biologische Abbaubarkeit durch die Behandlung. Toxizitätstests des Instituts für Energie- und Umwelttechnik e.V., Duisburg, haben ergeben, dass die Genotoxizität und Leichtbakterientoxizität durch die Behandlung vollständig abgebaut werden konnte (Türk 2007).

Insbesondere die in der Strategie zusätzlich realisierbare Separation des Gelbwasserteilstroms (Urin) könnte es erlauben, mit der Urinfraktion den größeren Teil der Arzneimittelbelastungen (evtl. auch mit Hilfe der Membrantechnologie) zuverlässig aus dieser Fraktion abzutrennen. Sobald (was derzeit noch nicht der Fall ist) anschließend geeignete Technologien zu einer Fällung des im Urin enthaltenen Pflanzennährstoffs Phosphor verfügbar sind, könnte das entstehende Produkt als hochwertiger Dünger der Landwirtschaft zur Verfügung gestellt werden. Voraussetzung dafür wäre allerdings, dass das Düngemittel hygienisch einwandfrei wäre (also keine Krankheitskeime enthält⁵). In diesem Fall wird sich eine weitergehende Separation des Toilettenabwassers (bei knapper werdenden Phosphorressourcen) vermutlich auch ökonomisch rechnen. Wird auch eine Aufbereitung des Braunwassers (Teilstrom mit Fäkalien) verfolgt, so kann sie bei geeigneter Technikwahl (Anaerobreinigung, Vakuumkanalisation) auf eine thermische Verwertung bzw. die Entstehung von Methangas zielen⁶. Durch eine derartige weitergehende Aufbereitung können so auch die nach einem Antibiotikaeinsatz in Krankenhäusern und Privathaushalten vermutlich regelmäßig entstehenden Resistenzplasmide (vgl. Pühler et al. 2003, Stroh 2002/2005, Schwartz et al. 2003) ebenso wie mit den Exkrementen der Kranken ausgeschiedene Krankheitserreger gleichfalls vom Eintrag in den Wasserkreislauf abgehalten werden.

Wird, wie im Szenario zunächst vorgesehen, technologisch keine Trennung und getrennte Aufbereitung von Gelb- und Braunwasser vorgenommen, sind dagegen im Betrieb etwas höhere Umweltbelastungen zu erwarten, da das Toilettenabwasser dann zunächst nur mit der ‚Advanced Oxidation Technology‘ vorbehandelt wird, um ansch-

ließend der zentralen Kläranlage zugeführt zu werden, wo sie konventionell behandelt werden. Allerdings werden bei der erweiterten Oxidation entstehende Nebenprodukte mit unbekannter Struktur und unbekanntem Eigenschaften durch eine konventionelle Abwasserreinigung nur bedingt entfernt. Mittel- bis langfristig sollte der Umfang der erforderlichen Nachrüstungsmaßnahmen von Krankenhäusern und Heimen vom Zustand der Investitionen in die öffentliche Abwasserinfrastruktur (in Koordination mit deren Betreibern) abhängig gemacht werden. Wenn dabei keine koordinierte Entscheidung über eine ausschließliche Vorbehandlung oder über eine vollständige semi-zentrale Behandlung des Toilettenabwassers getroffen wird, wird andernfalls unter Umständen die Struktur des öffentlichen Netzes auf weitere 50 bis 80 Jahre „zementiert“.

3. Abschätzung der gesellschaftlichen Folgen

Die Bereitschaft zur Realisierung dieses Handlungsansatzes wird vermutlich auch dadurch beeinflusst, dass es sich – soweit die Wasseraufbereitung betroffen ist – um Umweltkosten des Gesundheitssystems handelt, die auf das Wassersystem übertragen werden. Vermutlich wird daher die flächendeckende Verwirklichung dieser Strategie nicht freiwillig geschehen, sondern davon abhängen, wie weit sie verbindlich (insbesondere gesetzlich) vorgeschrieben ist. Dieser Transfer der Umweltkosten aus dem Gesundheitssystem in das Wassersystem lässt sich vermutlich nur dann erreichen, wenn er von vornherein damit verbunden wird, dass auch dem Gesundheitssystem ein Teil der Kosten aufgebürdet werden (wie das bei gleichzeitiger Verwirklichung der gezielten Aufbereitung in Krankenhäusern und Pflegeheimen der Fall sein würde).

Der Verzicht auf weitere Verfahren der Wasser-Aufbereitung⁷ führt dazu, dass technisch nur ein bestimmtes „Aufbereitungsfenster“ bedient werden kann. Möglicherweise „rauschen“ daher trotz des Einsatzes von Aktivkohle relevante Pharmakawirkstoffe (z. B. das ionische Kontrastmittel Amidotrizoesäure) durch die Aufbereitungsanlage hindurch: Der ausschließliche Einsatz der Aktivkohletechnologie fokussiert vorrangig auf adsorbierbare Arzneimittel mit hoher Affinität zur Kohleoberfläche und suggeriert, dass es ausreichend wäre, alleine diesen Teil des Stoffspektrums aus dem Wasser zu beseitigen.⁸ Insofern erinnert die Situation an die Debatte in der Wasserpolitik der 1990er Jahre, als die Betonung auf die AOX-Analytik glauben machte, man habe mit den adsorbierbaren Halogenkohlenwasserstoffen alle relevanten Stoffe im Blick (vgl. Hahn 1990). In der öffentlichen Debatte ist jedoch längst, wo es um Mikroverunreinigungen im Gewässer geht, auch von Stoffen die Rede, die aufgrund ihrer geringen Polarität oder hohen Polarität nicht aus der Wasserphase an die Oberfläche der Aktivkohle übergehen bzw. nicht gut an ihr anhaften (z. B. endokrin wirkende Substanzen, Sulfonamide). Vielmehr wird zunehmend betont, dass in der Persistenz der Stoffe ein Grundproblem liege und es verhängnisvoll sei, dass ein Teil der persistenten Mikroverunreinigungen gerade nicht polar oder sehr polar ist und dadurch mit der den Wasserwerken grundsätzlich zur Verfügung stehenden Technologie nicht zurückgehalten werden kann. Es ist zu vermuten, dass die im Szenario gewählte Vorgehensweise in der kritischen Öffentlichkeit gerade die-

se Perspektive auf „trinkwasserrelevante“ Arzneimittel (Sontheimer 1991) scharf stellen könnte und damit sogar gegenintentional zu einer Akzeptanzkrise des Trinkwassers führen könnte (die dann ihren Ausgangspunkt im flussbürtigen Wasser und seiner Belastung mit Arzneimitteln nehmen könnte).

Sobald es zu dieser Krise kommen wird, ist vermutlich im weiteren Verlauf der Berichterstattung fraglich, wie weit die Medien und die Öffentlichkeit noch zwischen verschiedenen Trinkwasserressourcen unterscheiden werden und wie weit es der Siedlungswasserwirtschaft gelingen wird, in diesem Diskurs eine differenzierte Betrachtungsweise durchzusetzen: Flussbürtiges Trinkwasser, Trinkwasser aus Stauseen und Trinkwasser aus echten Grund- und Quellwasserressourcen könnten daher in gleicher Weise als bedroht gelten: „Über das Trinkwasser werden wir zwangsmedikamentiert“, und ähnliche Slogans könnten sich in den Köpfen festsetzen. Die im verfolgten Szenario des STA 1 im Vordergrund stehende pragmatische Konzentration der Aufbereitung auf an Aktivkohle adsorbierbare Arzneimittel könnte damit auf Dauer – abhängig von Arzneimittelfunden im Trinkwasser – sogar zu einer neuen Akzeptanzkrise für die Trinkwasserversorgung führen.

Diese Akzeptanzkrise könnte sich tendenziell dadurch verstärken, dass nur bestimmte Pharmaka im Zentrum der Aufmerksamkeit der Wasserwerke stehen: Solange nicht auch für weitere („durchrauschende“) Arzneimittelwirkstoffe das gleiche Aufbereitungsziel aktiv realisiert wird bzw. soweit nicht die Gewässeranalytik (Konzentrationsnachweis in Wasserproben) für alle Wirkstoffe entwickelt ist, wäre also vielmehr zu berücksichtigen, dass das „analytische Fenster“, das praktisch bei der Aufbereitung zugrunde gelegt (und hinsichtlich der Wirksamkeit der Aufbereitung überprüft) wird, recht klein ist. Auch das pauschale Aufbereitungsziel selbst könnte – zunächst für endokrin wirksame Arzneimittel – mit Hinweis auf (öko)toxikologische Wirkungen im Ultraspurenbereich hinterfragt werden (vgl. Schulte-Oehlmann et al. 2004).

Letztlich würde – wenn das eben dargelegte Folgenszenario plausibel ist – der Einsatz der gewählten Technologie eher als Versagen der Umweltwissenschaft und als Ausdruck der Ignoranz der Wasserversorger bzw. der Umweltpolitik gewertet werden und könnte in der Akzeptanzkrise kaum noch als Ausdruck eines vorsorgeorientierten Handelns gelten.

Generell ist das Aufbereitungsziel im Szenario auf einem Konsenslevel angelegt. Damit wird diesem Ziel zwar sicherlich von einem großen Teil der Wasserversorger als „Vorsorgegrenzwert“ zugestimmt. Der Orientierungswert liegt aber mit 0,1 Mikrogramm/Liter in einer Dimension, wo er von der Umweltproblematik, die mit Mikroverunreinigungen verbunden worden ist, teilweise ablenken könnte, da bei der Setzung des Wertes die Wirkungen im Ultraspurenbereich und Synergien zwischen verschiedenen Stoffen vernachlässigt wurden (vgl. Dieter 2003). Generell stellt damit die vermeintlich vorsorgende Tätigkeit der Uferfiltratwasserwerke aus politikwissenschaftlicher Analyse letztlich eher ein „symbolisches Handeln“ dar, da trotz großem Aufwand nur in einem kleinen analytischen Fenster pro-aktiv und zielgerichtet gehandelt wird. Beides führt dazu, dass bezogen auf die Pharmakabelastungen die Wahrnehmung einer breiten Öffentlichkeit ge-

nau von der Problematik im Ultraspurenbereich abgelenkt wird (vgl. dazu sinngemäß Becker 1987).

Grundsätzlich setzt die mit der Handlungsstrategie ebenfalls verfolgte dezentrale Teilstrombehandlung in den Pflegeeinrichtungen sowohl entsprechende Investitionen seitens der Betreiber als auch Änderungen im Verhalten der Nutzer voraus. Die Stoffstromdifferenzierung lässt sich umso eher dann erreichen, wenn auch ein entsprechender Problemdruck deutlich wahrnehmbar ist – insbesondere über die mögliche Belastung im Trinkwasser. Sobald jedoch eine Belastung in den Oberflächengewässern nicht mehr direkt auf die Trinkwasserversorgung überschlagen kann, weil zumindest an den „neuralgischen Punkten“ (den flusswasserabhängigen Wassergewinnungsanlagen) entsprechende Filter eingebaut sind, lässt ein entsprechender umweltpolitischer Handlungsdruck nach. In einem solchen Fall ist es vermutlich nur noch schwer zu realisieren, dass beispielsweise eine Indirekt-einleitungsverordnung für Krankenhäuser, Alten- und Pflegeheime verabschiedet und wirksam wird.

Wird in den Altenwohn- und Pflegeheimen und den Krankenhäusern auf Dauer eine differenzierte Teilstoffstrombehandlung durchgeführt werden⁹, so ist dies bei einer (möglichen) getrennten Abführung und Behandlung von Gelb- und Braunwasser mit der Nutzung von Urinalen und insbesondere der Nutzung von Trenntoiletten durch die Bewohnerinnen und Bewohner verbunden. Beides greift in die Routinen des Alltags ein bzw. ist in einem höheren Maße gewöhnungsbedürftig, wie aktuelle Befragungen zur Akzeptanz in der Schweiz gezeigt haben. Insbesondere für ältere Frauen kann die Nutzung einer Separationstoailette mit Akzeptanzproblemen verbunden sein (vgl. Lienert 2007). Diese Akzeptanzschwierigkeiten können sich insbesondere in Krankenhäusern noch verstärken, sofern sich dort die Toilette außerhalb des bewohnten Zimmers befindet (was zunehmend weniger der Fall ist) bzw. evtl. eine Verkeimung des Sitzes „hingenommen“ werden müsste. Mit geeigneten Techniken müsste dieser eingeschränkten Akzeptanz entgegengewirkt werden.

Verhaltensansatz

1. Abschätzung der wirtschaftlichen Folgen

Der Handlungsansatz führt zu Kosten von etwas 23 Mio € (über 30 Jahre, von denen der größte Teil in den ersten elf Jahren aufzubringen ist). Grundsätzlich fallen die Umweltkosten des Arzneimitteleinsatzes und der aus diesem potenziell entstehenden sozial-ökologischen Risiken im Gesundheitssystem selbst an und werden nicht (wie im ersten Handlungsansatz zu einem großen Teil) ins Wassersystem transferiert.

Je nachdem, wie weit es gelingen kann, die Pharmaka auf der vorgeschlagenen Umweltklassifikationsliste eindeutig auf gewässerschonende Eigenschaften (z.B. Mineralisierung im Abwassermilieu) zu beziehen, kann die Pharmaindustrie unter Umständen eine höhere Innovationssicherheit erhalten. Dies wird möglicherweise bereits durch die im Verhaltensansatz vorgesehene Verankerung des Wasserschutzes als Umweltziel hoher Priorität auf Bundes- und Länderebene vorbereitet. Es ist allerdings nicht davon auszugehen, dass bei hochspezifi-

schen Arzneimittelwirkstoffen die Umwelteigenschaften tatsächlich eine wesentliche Rolle im Innovationsprozess spielen werden. Der Screening- und Entwicklungsprozess wird vermutlich auf konventionellere Weise ablaufen, als in STA 3 vorgeschlagen.

Die mit dem Verhaltensansatz möglich werdenden sparsameren Arzneimittelverschreibungen werden voraussichtlich zur politisch erwünschten Kostendämpfung im Gesundheitssystem beitragen. Allerdings ist nicht eindeutig abschätzbar, ob Therapiemaßnahmen, in denen Arzneimittelanwendungen durch z. B. physikalische Anwendungen ersetzt werden, immer einen Beitrag zur finanziellen Entlastung darstellen, da auch Badesuren, Massagen, gymnastische Kurse usw. verschrieben werden könnten.

Bei den Apotheken wird es ebenso wie in der Pharmaindustrie zu Umsatzeinbußen kommen. Es ist zu vermuten, dass die Apotheken diese überwiegend durch Aktivitäten in Zusatzmärkten (z. B. Kosmetika, Gesundheitsmittel, Beratungsdienstleistungen) kompensieren können. Nur an besonders unvorteilhaften Standorten wird es früher oder später vereinzelt zu Schließungen von Apotheken kommen (insbesondere wenn hier seitens der Aufsichtsbehörden bestimmte Mindestgrößen in räumlicher usw. Hinsicht für erforderlich gehalten werden).

Durch die einheitlichen Entsorgungsstandards und Rücknahmesysteme wird es zu einer Begünstigung der Revers-Logistiker gegenüber der kommunalen Abfallwirtschaft und dem Dualen System kommen. Der bisher bezogen auf den Verpackungsbereich vorhandene Wettbewerb zwischen Dualem System und Revers-Logistikern (Branchenlösung für den Arzneimittelbereich) wird durch die im Verhaltensansatz vorgesehene Monopolstellung der Revers-Logistiker bei der Abholung und Verwertung des Arzneimittelabfalls stark eingeschränkt und beeinflusst.

2. Abschätzung der ökologischen Folgen

Die Initiierung eines Diskurses über die mit dem Einsatz von (bestimmten) Arzneimitteln verbundene Umweltproblematik bei Ärzten und Apothekern und die Vertiefung in Fortbildungsveranstaltungen wird generell dazu beitragen, dass im Gesundheitssystem dessen ökologische Folgen besser wahrgenommen und verstärkt reflektiert werden.

Die im Verhaltensansatz vorgesehene Verminderung von unnötigen Arzneimittelverschreibungen wird generell zu einer besseren Allokation der Ressourcen im Gesundheitssystem führen; bereits bei der Produktion der Arzneimittel kommt es aufgrund der verringerten Nachfrage zu reduzierten Produktionsmengen und somit zu einer Verminderung des Stoff- und Energieeinsatzes. Auch die Substitution von umweltproblematischen durch weniger umweltbelastende Arzneimittel wird sich im Allgemeinen sowohl im Bereich des Trinkwassers als auch bezogen auf die aquatischen Lebensgemeinschaften positiv auswirken. Allerdings wird es aufgrund der derzeit nur bedingt vorhandenen Bewertungsinstrumente und vorliegenden Stoffdaten schwierig werden, zu einer gesamtökologischen Bewertung der Arzneimittel zu kommen, so dass die vermehrte Verschreibung entlang der Umweltklassifikationsliste nicht automatisch bedeuten wird, dass daraus eine Entlastung für die aquatischen Biozöosen resultieren wird. Dort, wo Wasser aufbereitet werden muss, das aus der fließenden

Welle entnommen oder als Infiltrat versickert wird, werden die Anwendungen für die Aufbereitung von Trinkwasser sowohl aufgrund der veränderten Arzneimittelwahl (Ersatz durch umweltfreundlichere Mittel) bei der Verschreibung zurückgehen als auch aufgrund der restriktiveren Verschreibungspraxis. Alleine durch die verringerte Einnahme von Medikamenten kommt es schätzungsweise zu einer 15% verringerten Ausscheidung von Arzneimittelwirkstoffen und deren Eintrag in den Wasserkreislauf (vgl. *start* 2007).

Durch Maßnahmen wie das „Rezept für Bewegung“, bei denen es zum Ersatz von Medikamenten durch andere therapeutische Mittel kommt, wird die Umwelt weiter entlastet, da weniger Arzneimittel in den Verkehr gebracht werden bzw. weniger Arzneimittel (mit entsprechendem Stoff- und Energieaufwand, s. o.) produziert werden müssen. Auch durch die Verschreibungsmöglichkeit variablerer Packungsgrößen¹⁰ wird vermutlich die Belastung der Umwelt abnehmen: Es werden vermehrt die für die jeweilige Therapie erforderlichen Arzneimengen verschrieben, so dass es auch deshalb im Gesundheitssystem zu einer tendenziell rationelleren Stoff- und Energieverwendung kommen wird. Hier werden jedoch Innovationen zu erproben sein, die sowohl ökonomisch als auch ökologisch ohne zu hohen Mehraufwand funktionieren können.

Die in der Strategie enthaltenen Maßnahmen, die sich auf den Aufbau einer verbesserten Infrastruktur für Arzneimittelabfall und korrespondierend damit auf ein verändertes Entsorgungsverhalten der Bevölkerung beziehen, werden aktiv gefördert. Somit werden wesentlich weniger Arzneimittelabfälle als bisher über die Toiletten beseitigt. Auch dadurch wird es zu einer Entlastung der Umwelt kommen, zumal auf diese Weise die Arzneimittel mit anderen Müllfraktionen kontrolliert verbrannt (und dabei anders als bisher über den Abwasserpfad energetisch verwertet) werden.

Es ist davon auszugehen, dass die Intensivierung der Abfall-Logistik aus den Apotheken in der Tendenz verkehrsneutral ist, da einerseits der entstehende Verkehrsaufwand durch entfallenden Aufwand des Dualen Systems kompensiert wird, andererseits die Konzentration auf die Apotheken es erlaubt, die Logistik sowohl hinsichtlich der Touren als auch bezüglich der eingesetzten Fahrzeuggröße zu optimieren. Außerdem werden vermutlich aufgrund der restriktiveren Verschreibung weniger Arzneimittelabfälle als bisher anfallen. Bezogen auf die Verkehre aus den Haushalten zu den Apotheken ist zu vermuten, dass auch diese ökologisch neutral bleiben, da hier vermutlich Wege zwecke kombiniert werden (also Arzneimittelabfälle dann abgegeben werden, wenn jemand aus dem Haushalt ohnehin die Apotheke aufsucht) und in der Regel keine Extrafahrten erforderlich werden.

3. Abschätzung der gesellschaftlichen Folgen

Einige Zentralakteure werden sich vermutlich gegen die mit dieser Strategie verfolgte Internalisierung „externer Kosten“ wenden und dafür plädieren, dass diese Kosten weiterhin nicht betrachtet und insbesondere nicht dem Gesundheitssystem zugeschrieben werden. Vermutlich wird es schwierig sein, die mit dem Handlungsansatz verfolgte Internalisierung von Kosten durchzusetzen, weil diese Akteure bestän-

dig darauf verweisen werden, dass das Gesundheitssystem bereits an seinen Belastungsgrenzen stehe und daher der Ansatz nicht finanzierbar sei. Möglicherweise wird gegen den Handlungsansatz auch eingewendet werden, dass nach dem Verursacherprinzip eine Kosteninternalisierung bei der Pharmaindustrie ansetzen müsse (z. B. weil diese falsch konstruierte, regelmäßig zu Umweltbelastungen führende Arzneimittel in den Verkehr gebracht habe), nicht aber bei der Ärzte- und Apothekerschaft und bei den Verbrauchern, die ohnehin die Leidtragenden der sog. Gesundheitsreform seien.

Damit ist zu fragen, ob zunächst nicht sehr große Akzeptanzprobleme bei Schlüsselakteuren des Handlungsansatzes entstehen; den in *start* durchgeführten Expertenbefragungen zufolge wird der größte Teil der Ärzte zunächst die Berücksichtigung von Umwelterwägungen bei der Medikamentenwahl ablehnen. Daher kann erwartet werden, dass die Verschreibung umweltfreundlicherer Präparate durch einen erwähnenswerten Teil der Ärzte erst nach einer Anlaufzeit beginnen wird; gleichfalls werden anfangs nur wenige Ärzte restriktiver verschreiben. Sobald in den medizinischen Hochschulen aber die Grundüberlegungen des Ansatzes geteilt werden, ist vermutlich das „Eis gebrochen“ und das Klima in der Fachöffentlichkeit ändert sich. Daher ist wahrscheinlich, dass es – wie in Innovationsprozessen üblich – nach einer kritischen Anfangszeit zur Diffusion kommt. Vermutlich wird nach etwa 4 bis 5 Jahren ein deutlicher Teil der Ärzte auf die neue Verhaltensweise einschwenken und nach ungefähr 10 Jahren ein größerer Teil der Ärzte die im Verhaltensansatz beschriebenen Maßnahmen verfolgen.

Im Unterschied dazu wird es vermutlich zu keinen erheblichen Akzeptanzproblemen der verminderten Verschreibungen bei der Mehrzahl der Patienten kommen. Allenfalls Patienten, die bisher gewohnt waren, nach jedem Arztbesuch mit Tabletten nach Hause zu kommen bzw. den Arzt primär als Verschreibungsinstanz für einen selbst erkannten Medikamentenbedarf betrachtet und genutzt haben, werden nicht einverstanden sein. Möglicherweise werden sie teilweise zu anderen Ärzten, die weiterhin in größeren Mengen Medikamente verschreiben, abwandern, so dass sich aufgrund der verschieden gehandhabten Verschreibungspraxis der Prozess in Richtung unterschiedlicher Typen von Arztpraxen noch verstärken könnte. Es wird dann von der weiteren Regulation durch das Gesundheitssystem abhängen, wie die Praxen mit deutlich höherer Standard-Arzneimittelverschreibung sich weiterentwickeln werden. Ob es aufgrund der Substitution von chemischen durch physikalisch-therapeutische Verschreibungen dazu kommen wird, dass ein Teil der zu Behandelnden die Anwendung einfach „ausstutzt“ und ob dies in Folge zu größeren Gesundheitsschädigungen führen könnte als die bisherige Verschreibungspraxis, ist nicht bekannt.

Durch erhöhte Zuzahlungen der Patientinnen und Patienten zu den Arzneimitteln und noch weiter auszugestaltende Formen des Feedbacks bei ihnen hinsichtlich der verbrauchten Arzneimittelkosten und -mengen soll senkend auf die unnötige Nachfrage nach Medikamenten eingewirkt werden. Hier ist zu vermuten, dass für ein derartiges „Demandside Management“ unterschiedliche soziale Gruppen in ver-

schiedener Weise angesprochen werden müssten. Sozial-empirische Untersuchungen, mit denen überprüft werden könnte, inwieweit Privatpatienten, die ja für ihre Medikamente wenigstens in bestimmten Kassenmodellen (bis zu einer Kostengrenze) zahlen, das in dieser Maßnahme unterstellte rationale Verhalten aufweisen, sind zum Teil uneindeutig.¹¹

STA 2 fokussiert im Weiteren das Problem von Arzneimittelabfällen, da sich in der Empirie von *start* gezeigt hat, dass ein Teil der Bevölkerung ihren Arzneimittel Müll über den Abwasserpfad entsorgt: Die Schaffung eines einheitlichen Entsorgungsweges für Arzneimittel und eine verbesserte Information wird prinzipiell in der erwünschten Richtung wirken. Dabei sollten die VerbraucherInnen eindeutig erfahren, ob zu den zukünftig in der Apotheke zu entsorgenden Substanzen auch Gesundheitsprodukte (z.B. nicht apothekenpflichtige Hustensäfte) gehören werden, da eine solche Unterscheidung – wie auch die Differenzierung zwischen Normal- und Sondermüll – den „medizinischen Laien“ in der Regel schwerfällt.¹²

Apotheken sind zwar in den Siedlungskernen konzentriert vorhanden, aber insbesondere „auf dem flachen Land“ und in flächigen Stadtrandlagen nicht unbedingt gut erreichbar (zukünftig verringert sich in solchen ökonomischen Grenzertragslagen eventuell die Apothekendichte weiter). Dies führt dazu, dass die Abgabe von Arzneimittelabfällen in den Apotheken innerhalb der Haushalte teilweise als Zumutung verstanden werden könnte und es – anders als beabsichtigt – dazu kommen kann, dass das neue Entsorgungssystem unterlaufen wird statt weitere Routinen der Abfallentsorgung auszubilden. Die neue Aufgabe des Wegbringens des Arzneimittelabfalls wird vermutlich weitgehend an den Frauen hängenbleiben, denen in der geschlechtsspezifischen Arbeitsteilung die Rolle als Gesundheitsverantwortliche zugeschrieben wird. Der Anteil Frauen, die für die Entsorgung zuständig sind, ist fast dreimal so hoch wie der der Männer (vgl. *start* 2006 sowie Schultz 1996). Es hängt von der Wahrnehmung dieser Rolle, aber auch von der Platzierung und Wirksamkeit der zusätzlichen, sich an die Verbraucherinnen und Verbraucher richtenden PR-Kampagnen des STA 2 ab, ob die anfallenden Arzneimittel angesichts der neuen Entsorgungsproblematik dann nicht sogar willentlich über das Abwasser oder über den Hausmüll entsorgt werden. Angesichts der Geschlechterproblematik wäre es daher sinnvoll, wenn in den PR-Maßnahmen entsprechende Genderaspekte deutlich angesprochen würden und z.B. erkennbar an einer Überwindung der bisherigen Geschlechterrollen gearbeitet würde.

Wirkstoffansatz

1. Abschätzung der wirtschaftlichen Folgen

Der Handlungsansatz führt zu Kosten von 175 Mio. EUR (über 30 Jahre). Grundsätzlich bleiben die Kosten im Bereich der Pharmaindustrie; sie werden weder – wie im ersten Handlungsansatz – ins Wasserversystem transferiert noch – wie im zweiten Handlungsansatz – den anderen Akteuren des Gesundheitssystems aufgebürdet.

Der Wirkstoffansatz setzt daran an, ein grundlegend anderes Ver-

ständnis für Innovationen in der Pharmabranche zu erzeugen und gezielt neue Technologien bei der Entwicklung von Arzneimitteln einzusetzen. Insbesondere soll die Strategie einer ‚Nachhaltigen Pharmazie‘ als eine langfristige Forschungsstrategie bzw. als deren Rahmen in der forschenden Pharmaindustrie etabliert werden. Dies ist angesichts des bisherigen, nur bedingt wirklich in forschender Hinsicht strategischen Verhaltens und der derzeit eher mittelfristigen Orientierung der F&E-Aktivitäten in der Pharmabranche¹³ und der aktuellen Innovationskrise der Branche eine große Herausforderung.

Koch (2005, S. 65) weist darauf hin, dass die Innovationskrise auch als Verwertungs- und Wertschöpfungskrise zu begreifen ist: „Der Bedarf an neuen Therapiemöglichkeiten ist enorm: für die Hälfte aller Erkrankungen gibt es keine wirksame Therapie, zwei Drittel können nicht behandelt werden. Vor allem in den Entwicklungsländern steigen die Resistenzen gegen klassische Antibiotika.“ Entsprechend hat die Innovationskrise auch sehr stark mit dem therapeutischen Fenster zu tun, das sich die Pharmaindustrie selbst gewählt hat und das zu einer fast ausschließlichen Konzentration auf wenige, wegen eines Massenmarktes als besonders umsatzstark eingeschätzte Krankheitsbilder führt. Möglicherweise könnte eine Erweiterung des Suchfokus auf die Therapie weiterer Krankheiten dazu beitragen, die Innovationskrise zu überwinden (vgl. GRÜNE LIGA 2004, Meichsner 2004). Ohne eine entsprechende Neufokussierung der Entwicklungsmuster in der Branche – beispielsweise durch ein verändertes Screening (z.B. auch für „orphan indications“, also Krankheiten, die nur wenige Patienten betreffen) – ist zu vermuten, dass der im STA 3 beschriebene Weg zusätzlich erschwert wird. Es ist zu erwarten, dass viele neue Wirkprinzipien entdeckt werden; auch müssen dort keine bereits seit Jahrzehnten am Markt etablierten Wirkstrukturen verdrängt werden.

Der betrachtete strategische Ansatz führt zielgerichtet zur Entwicklung neuer (Wirk)Stoffe. Auf Dauer wird sich der Ansatz vermutlich selbst tragen und keine Kosten mehr verursachen, sondern zur Wertschöpfung der forschenden Pharmaunternehmen beitragen. Die meisten Kosten fallen auf der Ebene des Staates (Forschungsmittel des Bundes, der Deutschen Forschungsgemeinschaft, evtl. auch der Max-Planck-Gesellschaft oder der Fraunhofer-Gesellschaft und auch der Länder) an und müssen in den ersten 10–15 Jahren aufgebracht werden. Letztlich führt der Ansatz dazu, dass in der Abwassereinigung langfristig keine weitergehenden Maßnahmen (zusätzliche Investitionen und Unterhalt) notwendig sind, was zu finanziellen Entlastungen im Bereich des Wassersystems (auch gegenüber den dort heute notwendigen Aufwendungen) führen kann.

Der Ansatz ist volkswirtschaftlich von hohem Interesse. Dabei ist auch zu berücksichtigen, dass die damit verbundene Innovationsstrategie nicht alleine für Arzneimittelwirkstoffe geeignet ist. Sie ist auch für andere Chemikalien geeignet, die bestimmungsgemäß oder aufgrund ihrer offenen Anwendung ins Abwasser gelangen (also z.B. Desinfektionsmittel, Reinigungsmittel, Pflanzenschutzmittel, Textilhilfsmittel, Lösemittel u.a.). Der Ansatz erlaubt es der chemischen Industrie, weltweit eine Produktverantwortung zu übernehmen, da die neu entwickelten Chemikalien auch in Bereichen und Regionen ohne nachteilige Folgen für die Umwelt eingesetzt werden können, in denen kei-

ne technisch sehr weit entwickelte Abwasserreinigung vorhanden ist. Darüber hinaus wird die Wiederverwendung von Abwasser (water reuse), das mit (entsprechend der Strategie) abbaubaren Chemikalien beladen ist, sehr viel leichter möglich. Damit ist bei erfolgreicher Etablierung des Wirkstoffansatzes eine Ausstrahlung auf die Innovation in anderen chemische Branchen vermutbar, so dass der Nutzen des Handlungsansatzes nicht auf die Abwendung des im Forschungsvorhaben *start* untersuchten systemischen Risikos beschränkt bleibt, sondern mittel- bis langfristig dazu beiträgt, den Schlüsseltechnologiebereich der Chemie insgesamt nachhaltig zu sichern. Der resultierende Nutzen für die Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit der chemischen Industrie Deutschlands kann jedoch nicht beziffert werden.

2. Abschätzung der ökologischen Folgen

Die Substitution von Arzneimitteln mit niedriger durch solche mit einer hohen Abbaubarkeit im Wasser wird langfristig nicht nur für die Trinkwassergewinnung, sondern für die Umwelt insgesamt zu einer erheblichen Entlastung führen. Es ist zu erwarten, dass die Innovationsstrategie auch auf andere Chemikalienklassen durchschlagen wird, so dass der Anteil an Mikroverunreinigungen in den Gewässern auch jenseits der Arzneimittel zurückgehen wird. Kurz- bis mittelfristig wird die Belastungssituation allerdings auf dem heutigen Niveau bleiben. Das wirkt sich nicht nur auf die Belastung des Trinkwassers aus, sondern auch auf weitere Funktionen der Gewässer: Während weitere in der Wasserrahmenrichtlinie angesprochene Funktionen (Bade- bzw. Fischgewässer) vermutlich durch die Immission nicht beeinträchtigt werden, sind zunächst Veränderungen der Gewässerökologie wahrscheinlich: In welchem Umfang es jedoch die über die nächsten ein bis zwei Jahrzehnte andauernden Einträge von Arzneimittelwirkstoffen, insbesondere aufgrund von Spureneffekten (vgl. Schulte-Oehlmann et al. 2004), zu Verschiebungen im Artenspektrum der Gewässerbiozöten kommt, kann beim derzeitigen Verständnis der Zusammenhänge nicht valide beurteilt werden.

Die unter 3.1. beschriebene Ausstrahlung auf die Innovation in anderen Bereichen der Chemikalienentwicklung wird in der Folge langfristig indirekt auch bewirken, dass Chemikalien in anderen Einsatzbereichen ebenfalls besser abbaubar sind und insbesondere die Gewässer weniger stark belasten.

Aufgrund der starken Exportorientierung der deutschen Pharma- und Chemieindustrie sind diese erwünschten ökologischen Effekte nicht nur auf die aquatischen Ökosysteme in Deutschland beschränkt, sondern werden in zahlreichen Ländern zu einer Entlastung des Anteils der Spurenverunreinigungen in den Gewässern mit entsprechenden Folgen für die Biozöten und die Trinkwasserversorgung führen.

3. Abschätzung der gesellschaftlichen Folgen

Es ist unklar und kaum abschätzbar, ob die Durchsetzung der mit dem Ansatz stark geförderten, in der Abwasserreinigung (biologisch) abbaubareren Medikamente bei Ärzteschaft und Patienten rasch und unproblematisch abläuft. Entscheidend dafür werden vermutlich die therapeutischen Wirkungen der neuen Mittel sein und nicht ihre verbesserten Umwelteigenschaften.

Die vorgeschlagene Verlängerung der Patentlaufzeiten müsste gut begründet werden, da andernfalls viele Branchen für die unterschiedlichsten Anwendungsgebiete auch eine entsprechende Verlängerung beantragen würden.

Bis die Maßnahmen des Ansatzes richtig greifen und bezogen auf die Gewässerökologie wirksam werden, werden wenigstens 25 Jahre vergehen (vgl. *start* 2007). Daher ist zu vermuten, dass es aufgrund der bis dahin unveränderten Belastungssituation im Trinkwasser bei einer zwischenzeitlich verbesserten Wasser- und Umweltanalytik mehrfach dazu gekommen ist, dass die Arzneimittelbelastung des flussbürtigen Trinkwassers in den Medien regelrecht angeprangert worden ist.¹⁴ Dies wird, ähnlich wie in den 1980er Jahren (damals bezogen auf Chlorkohlenwasserstoff-Belastungen) zur Folge haben, dass das (in den letzten zwanzig Jahren neu verankerte) Image von der Qualität und Unbedenklichkeit des Lebensmittels Trinkwasser von einem Teil der Konsumentinnen und Konsumenten massiv in Frage gestellt wird. Teilweise wird daher der Bedarf an Wasser für Trinkzwecke durch abgepacktes Wasser (Mineralwasser, Tafelwasser) substituiert werden. Wasserversorger, bei denen die Belastung festgestellt wurde, werden daher – entsprechende wirtschaftliche Spielräume vorausgesetzt – dazu übergehen, eine zusätzliche Wasseraufbereitung analog dem STA 1 aufzubauen (was, wie unter 3.3. geschildert, noch nicht in allen Fällen vor einer weiteren Krise schützen muss, so dass eventuell noch weiter nachgerüstet wird und eine Ozonolyse vorgeschaltet wird).

Wieweit angesichts dieser Entwicklungen der STA 3 ungestört etabliert werden kann, ist hochgradig davon abhängig, zu welchem Zeitpunkt das hier beschriebene systemische Risiko auftreten wird: Kommt es schon in den ersten Jahren seiner Etablierung zu einer entsprechenden Akzeptanzkrise, wird evtl. seitens der Politik entscheiden, alternativ den STA 1 weiterzuerfolgen. Ein Auftreten des systemischen Risikoereignisses in den letzten Jahren hingegen wird den STA 3 in seiner vollen Entfaltung nur bedingt beeinträchtigen.

Literatur

- Alexy, Radka et al. (2006): Local use of antibiotics and their input and fat in a small sewage treatment plant – significance of balancing and analysis on a local scale vs. nationwide scale. *Acta hydrochimica hydrobiologica* 34: 587-592
- Becker, Egon (1987): Restrisiko und symbolische Schadensbegrenzung. In: *hessische jugend* 3/1987
- Bergmann, Matthias et al. (1999): Kritische Technikfolgenabschätzung und Handlungsfolgenabschätzung - TA-orientierte Bewertungsverfahren zwischen stadtökologischer Forschung und kommunaler Praxis. In: Jürgen Friedrichs/Kirsten Hollaender (Hg.): *Stadtökologische Forschung. Theorien und Anwendungen. Stadtökologie, Bd. 6. Analytika*, Berlin, 443-464
- Berndt, Dieter (2002): Kuckuckseier in der Wertstofftonne. *Müllmagazin* 2/2002: 38-41
- Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall (2002): Richtlinie über die ordnungsgemäße Entsorgung von Abfällen aus Einrichtungen des Gesundheitsdienstes. LAGA. http://www.lagaonline.de/mitteilungen/docs/RL_Gesundheitsdienst_09_02.pdf (12.7.2007)
- Dettenkofer, Markus et al. (2004): Auswirkungen des Einsatzes von Antibiotika und Substanzen mit antibiotischer Wirkung in der Landwirtschaft und im Lebensmittelsektor. Ein Literatur-Review. *Ernährungswende-Materialienband, Nr. 4*. Institut für Umweltmedizin und Krankenhaushygiene am Universitätsklinikum Freiburg. Freiburg
- Dieter, Hermann H. (2003): Kommentar zur Bewertung der Anwesenheit nicht oder nur teilbewertbarer Stoffe im Trinkwasser aus gesundheitlicher Sicht. In: *Bundesgesundheitsblatt*, 245-248
- Die Welt (2005): Hoffnung für Patienten und Anlieger. *Die Welt* 3.6.2005, S. 20
- Götz, Konrad/Florian Keil (2007): Medikamentenentsorgung in privaten Haushalten: ein Faktor bei der Gewässerbelastung mit Arzneimittelwirkstoffen. *UWSF – Z. Umweltchem. Ökotox.* 19 (3): 180-188
- Großmann, Dieter/Heike Witt/Dietrich Rohn (2000): Medizinprodukte im Test – die ökologische Produktqualität wird zu einem Entscheidungskriterium im Beschaffungswesen von Krankenhäusern. *Müllmagazin* 4/2000: 32-35
- Grüne Liga (2004): Verraten und verkauft. Scheinheilige Pharmaindustrie bereichert sich an traditionellem Wissen http://www.grueneliga-berlin.de/rabe_ralf/rabe_archiv_2004/08_09_2004/rr_08_2004_seite3.html (20.3.2007)
- Hack, Lothar (1995): TA als theoriegeleitete Interventionsstrategie. Der Ansatz des „Constructive Technology Assessment/CTA“ in der sozialwissenschaftlichen Technikdebatte. Gutachten für das Forschungszentrum Karlsruhe Technik und Umwelt, Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse. Karlsruhe, FZKA 5641
- Hahn, Jürgen (1990): Stand der Technik der Abwasserreinigung gemäß Wasserhaushaltsgesetz (§ 7 a WHG). In: U. Hagendorf/R. Leschber (Hg.): *Halogenkohlenwasserstoffe in Wasser und Boden. Schriftenreihe des Vereins für Wasser-, Boden- und Lufthygiene* 82 (1990): 203-214
- Holst, Jens (2007): Therapietreue: „Auch eine Bringschuld des Versorgungssystems“ *Deutsches Ärzteblatt* 104 (15; 13.04.2007), Seite A-996/B-886/C-843 <http://www.aerzteblatt.de/v4/archiv/artikel.asp?src=heft&id=55242> (24.7.2007)
- Holstein, Judith (2000): Arzneimittel als Risiko. Zur Phänomenologie und Ökologie des Arzneimittels. *Konstanzer Schriften zur Sozialwissenschaft, Bd. 54*. Konstanz: Hartung-Gorre Verlag
- IGES/Cassel, Dieter /Eberhard Wille/WlIdO (2006): Steuerung der Arzneimittelausgaben und Stärkung des Forschungsstandortes für die Pharmazeutische Industrie. Gutachten für das Bundesministerium für Gesundheit
- Kern, Katharina (2004): Umweltauswirkungen von Arzneimitteln - Bestandsaufnahme und Reformbedarf. In: *UFZ- Diskussionspapiere, Nr. 5/2004*
- Kiffmeyer, Thekla et al. (2004): Entwicklung eines Verfahrens zur oxidativen Behandlung von Krankenhausabwasserteilströmen – insbesondere zur Eliminierung von Zytostatika im Abwasser. <http://www.veu.de/13147-Dateien/Abschlussbericht.pdf> (24.7.2007)
- Koch, Rainer (2005): Qualitätsbegriffe, Risikobewertung und Risikomanagement in Pharmazie und Biotechnologie. Beitrag zur Politökonomischen Kritik des Gesundheitswesens. Diss., Münster. http://miami.uni-muenster.de/servlets/DerivateServlet/Derivate-3345/diss_koch_rainer.pdf (20.3.2007)
- Koziol, Matthias (2006): Transformationsmanagement unter den besonderen Bedingungen der Schrumpfung. In: Kluge, Thomas/Jens Libbe (Hg.): *Transformation netzgebundener Infrastruktur. Strategien für Kommunen am Beispiel Wasser. DIFU-Beiträge zur Stadtforschung*. Berlin: DIFU, 355-400
- Kümmerer Klaus (2007): Sustainable from the very beginning: rational design of molecules by life cycle engineering as an important approach for green pharmacy and green chemistry. *Green Chem.* 2007, DOI: 10.1039/b618298b
- Larsen, Tove A./Judith Lienert/Max Maurer/Willy Gujer (2005): Ökologische Infrastrukturinnovationen in der Siedlungswasserwirtschaft: Ansätze und Perspektiven. In: Loske, R./R. Schaeffer (Hg.): *Die Zukunft der Infrastrukturen – Intelligente Netzwerke für eine nachhaltige Entwicklung*. Metropolis-Verlag, Marburg, ISBN 3-89518-502-7: 347-367
- Lienert, Judith (2007): Eine gute Idee, aber das will doch keiner! *EAWAG-news* 63d: 8-10
- Leisewitz, Andre et al. (2001): Substituting Environmentally Relevant Flame Retardants: Assessment Fundamentals. Results and summary overview. *Texte des Umweltbundesamtes* 40/01. Berlin
- Lindberg, Richard H. (2006): Environmental risk assessment of antibiotics in the Swedish environment with emphasis on sewage treatment plants. *Water Research* 41: 613-619
- Meinecke, Christine/Aicha Vack (1997): Handlungsfolgenabschätzung „Abwasser-satzung“. *ISOE-Materialien Soziale Ökologie*, Nr. 11
- Meichsner, Beate (2004): Der schnellere Weg zum innovativen Arzneimittel: „Das Beste aus 3 Welten“. *Forschung Frankfurt* 1/2004: 50-53
- Nash, Jon P. et al. (2004): Long-term exposure to environmental concentrations of the pharmaceuticals ethinylestradiol causes reproductive failure in fish. *Environmental Health Perspectives* 112 (17), 1725-1733
- Ohlsen, Knut et al. (2003): Bedeutung von Antibiotika in Krankenhausabwässern. In: Thomas Track/Gerhard Kreysa (Hg.): *Spurenstoffe in Gewässern: Pharmazeutische Reststoffe und endokrin wirksame Substanzen*. Wiley – VCH. Weinheim. 197-209
- Otte Christian/Dieter Naber (2001): Compliance in der Therapie mit Neuroleptika, Antidepressiva und Lithium. *Bundesgesundheitsblatt* 44, 14-19
- Pfeilschifter, Josef (2004): Die Zukunft der Pharmaindustrie an der Universität? *Think On. Das Magazin der Altana AG* 4/2004: 33-36
- Pühler, Alfred et al. (2003): Zum Vorkommen von Antibiotikaresistenzplasmiden in kommunalen Kläranlagen. In: Thomas Track, Gerhard Kreysa (Hg.): *Spurenstoffe in Gewässern: Pharmazeutische Reststoffe und endokrin wirksame Substanzen*. Wiley – VCH. Weinheim, 221-231
- Püttmann, Wilhelm/Jörg Oehlmann/Ulrike Schulte-Oehlmann (2007): Technische Verfahren zur Reduktion von Arzneimittelwirkstoffen im Trinkwasser (im Erscheinen)
- Rip, Ari et al. (Hg.) (1995): *Managing Technology in Society. The Approach of Constructive Technology Assessment*. London
- Schmidtke, Jürgen (2004): Marktpotential der Trenntechnologie in den neuen Bundesländern. Diplomarbeit Institut für Siedlungs- und Industriewasserwirtschaft, TU Dresden. http://www.eawag.ch/hidden/novaquatis/internal/theses/Novaq_PhD_diploma_semester_theses/Nova_1_PhD_diplom_semester_theses/Schmidtke_J_2004_Diplomarbeit_Marktpotential.pdf (19.7.2007)
- Schulte-Oehlmann, Ulrike et al. (2004): Effects of Ethinylestradiol and Methyltestosterone in Prosobranch Snail. In: Klaus Kümmerer (Hg.): *Pharmaceuticals in the Environment*. Berlin: Springer, 233-247
- Schultz, Irmgard (1996): *Frauen und Müll - Ein blinder Fleck in der Abfallforschung*. In: Gottfried Hösel et al. (Hg.): *Müll-Handbuch*. Berlin
- Schwartz, Thomas/Holger Volkmann/Ursula Obst (2003): Antibiotikaresistenzen in Abwasser, Oberflächenwasser und Trinkwasser. In: Track, T./Kreysa, G. (Hg.): *Spurenstoffe in Gewässern*. Weinheim: Wiley-VCH, 123-132
- Sontheimer, Heinrich (1991): *Trinkwasser aus dem Rhein? Bericht über ein vom Bundesminister für Forschung und Technologie gefördertes Verbundforschungsvorhaben zur Sicherheit der Trinkwassergewinnung aus Rheinuferfiltrat bei Stoßbelastungen*. St. Augustin: Academia
- SRU (Sachverständigenrat für Umweltfragen) (2007): *Arzneimittel in der Umwelt. Stellungnahme Nr. 12*. http://umweltrat.de/03stellung/download03/stellung/Stellung_Arzneimittel_in_der_Umwelt_2007.pdf (27.4.2007)

start 2006: Arzneimittelentsorgung in privaten Haushalten. Frankfurt a.M.

start 2007: start-Strategiebewertung. Frankfurt a.M.

Stroh, Katharina (2002/2005): Fachinformation „Umwelt und Gesundheit“. Antibiotika und Antibiotika-Resistenzen in Lebensmitteln und Umwelt. Augsburg: Bayerisches Landesamt für Umweltschutz. http://www.lfu.bayern.de/umweltwissen/schadstoffe/doc/stoffbeschreibungen/02_antibiotika.pdf (20.3.2007)

Türk, Jochen (2007): Schriftliche Mitteilung am 27.7.2007

Umweltbundesamt (Hg.) (2005): Arzneimittel in der Umwelt – Zu Risiken und Nebenwirkungen fragen Sie das Umweltbundesamt. Texte des Umweltbundesamtes UBA, Nr. 29/2005. Berlin

Wennmalm, Ake/Bo Gunnarsson, B. (2005): Public health care management of water pollution with pharmaceuticals: Environmental classification and analysis of pharmaceutical residues in sewage water, *Drug Information Journal* 39: 291-297

Wießler, Manfred (2003): Biologische Abbaubarkeit als Kriterium bei der Wirkstoffentwicklung. In: Thomas Track, Gerhard Kreysa (Hg.): *Spurenstoffe in Gewässern: Pharmazeutische Reststoffe und endokrin wirksame Substanzen*. Wiley – VCH, Weinheim, 133-144

Wissen, Markus/Matthias Naumann (2006): Rahmenbedingungen, Potenziale und Hemmnisse regionaler Kooperationen in der Wasserwirtschaft. In: Kluge, Thomas/Jens Libbe (Hg.): *Transformation netzgebundener Infrastruktur. Strategien für Kommunen am Beispiel Wasser*. DIFU-Beiträge zur Stadtforschung. Berlin: DIFU, 275-282

Endnoten

- 1 Für besonders risikobehaftete Wassergewinnungsanlagen (Entnahme von kläranlagenbeeinflusstem Oberflächenwasser aus der sog. fließenden Welle bzw. zur künstlichen Grundwasseranreicherung, sind in Deutschland bereits fast überall entsprechende Verfahrensschritte (Aktivkohlefiltration) installiert. Für andere Wassergewinnungsarten (z.B. Entnahme aus nicht durch Kläranlagen oder nicht stark durch tierische Abgänge beeinflusste Stauseen) ist in der Regel nicht zu vermuten, dass es zu entsprechenden Einträgen kommt; in Ausnahmefällen (z.B. Talsperre bei Roettgen in der Eifel) ist der Einsatz einer weitergehenden Aufbereitung sinnvoll. Dort könnten so auch Tierarzneimittel vom Trinkwasser getrennt werden.
- 2 Werden die Frachten an Arzneimittelwirkstoffen im kommunalen Abwasser betrachtet, ist allerdings fraglich, ob diese Punktquellen auch einen sehr hohen Anteil an der Fracht repräsentieren (vgl. Alexy et al. 2006).
- 3 Allerdings werden die Eintragsmengen von Krankheitserregern aus Haushalten als bedeutender eingeschätzt, zumal viele Patienten schon Ausscheider sind, bevor sie in die Klinik kommen (z.B. Salmonellose, Hepatitis).
- 4 Der dauerhafte Betrieb der Filter ist, um eine Verkeimung der Aktivkohleoberfläche zu verhindern, aus hygienischen Gründen sinnvoll.
- 5 In der Regel wird der Urinstrom ohnehin nur mäßig mit Krankheitserregern belastet sein (wesentlich nur durch Patienten mit Blasenentzündungen und mit Haut- und Geschlechtskrankheiten, allerdings sind auch Belastungen durch Spucke oder Aerosole denkbar. Um die Option einer direkten Verrieselung des Urins wahrnehmen zu können, muss der Urin zuvor stabilisiert werden.
- 6 Wegen des Hygienisierungsaufwands wird dabei zunächst vermutlich nicht eine nachfolgende landwirtschaftliche Verwertung der Fäkalschlämme beabsichtigt.
- 7 Hier ist insbesondere die im kleintechnischen Maßstab erprobte Membranfiltration zu nennen, aber auch die systematische Kopplung von radikalischem Angriff mit Ozon (Ozonolyse) und Adsorption an Aktivkohle, wie sie bei künstlicher Grundwasseranreicherung, beispielsweise beim „Mülheimer Verfahren“, verfolgt wird. Die Kombination mehrerer dieser Verfahren hätte allerdings zur Folge, dass die Effizienz der nachfolgenden Verfahrensschritte nicht mehr überprüft werden kann, da eine Analytik und toxikologische Bewertung der ozonolytisch (oder andere Oxidationsverfahren ...) entstehenden Metabolite der Arzneimittelwirkstoffe wahrscheinlich nicht zur Verfügung steht.
- 8 Die Adsorption geschieht beim Vorbeistrom des Wassers an der Kohleoberfläche, so dass hier je nach Fließbedingungen zwar ein Optimum angelagert werden kann, nie aber ein Maximum aus dem Wasser entfernt werden kann. Grundsätzlich ist zu betonen, dass die Adsorption an Aktivkohle nicht nur eine Frage der Polarität ist, sondern auch der chemischen Struktur (z.B. aromatische Ringe).
- 9 Diese ist zwar nur bei Neubauten oder einer umfassenden Sanierung der Gebäude einrichtbar, damit aber innerhalb des im Szenario vorgesehenen Zeitfensters in fast allen Fällen realisierbar.
- 10 Bei festen Wirkstoffen ist das vergleichsweise leicht zu realisieren: Die Abgabe als einzelne Tabletten ist in anderen Ländern möglich und üblich.
- 11 Möglicherweise werden – ähnlich wie das für die USA, Kanada, Australien und Schweden belegt wurde – höhere Zuzahlungen dazu führen, dass ein Teil der PatientInnen aus sozial schwachen Kreisen evtl. verschriebene erforderliche Medikamente nicht besorgen werden und somit u.U. Nebenfolgen bezogen auf deren weitere Gesundheit oder Rekonvaleszenz zu befürchten sind (vgl. Holst 2007).
- 12 Durch entsprechende Entsorgungshinweise auf den Packungsbeilagen (sowohl bei Arzneimitteln als auch bei Gesundheitsprodukten) kann hier die für ein adäquates Alltagshandeln erforderliche Informationssicherheit („Eindeutigkeit“) geschaffen werden.
- 13 Bisher „lassen sich die Aktivitäten der Pharmaindustrie weniger über eine längerfristige Forschungs- als eher durch eine mittelfristige Investitionsstrategie verstehen“ (Koch 2005, S. 174).
- 14 Erkenntnisfortschritten sowohl der Umweltmedizin als auch der ökologischen Evolutionsbiologie könnten evtl. begründeter als bisher aufzeigen, welche ökologischen und gesundheitlichen Risiken aus der täglichen Aufnahme von Arzneimittelwirkstoffen im Spurenbereich verbunden sind.



Anlage 3: Ergebnisse der Akteursmodellierung (32 Seiten)

Akteursmodellierung zur Identifizierung einer integrierten Handlungsstrategie im Problemfeld „Arzneimittelwirkstoffe im Trinkwasser“

Analyse der Wahrnehmungsgraphen und des Gesamtakteursmodells

Alexandra Titz und Petra Döll

Institut für Physische Geographie, J.W. Goethe-Universität Frankfurt am Main (titz@em.uni-frankfurt.de)

Executive Summary

Voraussetzung für eine gemeinsame Risikvorsorge und die Umsetzung einer integrierten Handlungsstrategie im Problemfeld „Arzneimittelwirkstoffe im Trinkwasser“ ist die Kooperation zahlreicher Akteure. Im Rahmen der im Projekt *start* (Strategien zum Umgang mit Arzneimittelwirkstoffen im Trinkwasser) durchgeführten Akteursmodellierung wurden die Problemwahrnehmungen von Akteuren, die einen Einfluss auf den Eintrag von Arzneimittelwirkstoffen in den Wasserkreislauf haben, erfasst und analysiert. Ziel der Akteursmodellierung ist 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.

Als relevante Akteure wurden Apotheker, Arzneimittelhersteller, Arzt, Kläranlagenbetreiber, Krankenkassen, das Bundesministerium für Gesundheit (BMG) und untergeordnete Behörden sowie Wasserwerke identifiziert. Mithilfe von partizipativer Modellbildung und leitfadengestützten Interviews mit Personen aus dem genannten Akteurskreis, die auf Empfehlung von Mitgliedern des *start*-Expertengremiums ausgewählt wurden, wurden die akteurspezifischen Problemsichten erhoben. Bei der partizipativen Modellbildung haben ein bis drei TeilnehmerInnen stellvertretend für ihre Akteursgruppe gemeinsam ein Diagramm erstellt, das ihre Problemwahrnehmung im Kontext „Arzneimittelwirkstoffe im Trinkwasser“ darstellt, indem sie ihre Ziele mit Einflussfaktoren und möglichen Handlungen kausal verknüpft haben. Anschließend wurde dieses Diagramm mit der Software DANA (Dynamic Actor Network Analysis) in Form von Wahrnehmungsgraphen für jeden Akteur formal abgebildet. Anschließend wurden die Wahrnehmungsgraphen der oben genannten Akteure mit DANA analysiert, um die jeweils beste Handlungsstrategie der einzelnen Akteure, die mit möglichst geringem Aufwand zur Zielerreichung führt, zu identifizieren. Durch die vergleichende Analyse der Problemwahrnehmungen aller betrachteten Akteure wurden im Folgenden Unterschiede und Gemeinsamkeiten in den Problemwahrnehmungen ermittelt.

Darüber hinaus wurde ein so genanntes *Gesamtakteursmodell* erstellt, das sowohl Elemente der Wahrnehmungsgraphen der Akteure als auch Elemente aus den *start*-Strategieansätzen enthält und das das Problemfeld aus Sicht der Analystin widerspiegelt. Unter Berücksichtigung des übergeordneten Ziels **Vorkommen von Arzneimittelwirkstoffen im Wasserkreislauf vermindern** sowie der Handlungsoptionen aller Akteure und der Maßnahmen aus den *start*-Strategieansätzen wurde für dieses Modell eine optimale Handlungsstrategie ermittelt, die mit möglichst geringem Aufwand für die handelnden Akteure zur Zielerreichung führt.

Die Akteure Arzt, Arzneimittelhersteller, BMG und untergeordnete Behörden sowie Wasserwerke sehen sich als autonome Akteure, die durch eigenes Handeln einen Einfluss auf das Problemfeld „Arzneimittel-

wirkstoffe im Trinkwasser“ ausüben können. Demgegenüber können die Akteure Apotheker, Kläranlagenbetreiber und Krankenkasse unter den gegenwärtigen Rahmenbedingungen nicht autonom handeln, sie sind (ihrer Wahrnehmung nach) von Akteuren wie dem Gesetzgeber, Behörden oder aber Arzneimittelagenturen abhängig. Der „Bürger“ als Arzneimittel- und Trinkwasserkonsument kommt nur in der Wahrnehmung des Akteurs Wasserwerke als autonom handelnder Akteur vor.

Der Vergleich der einzelnen Akteurswahrnehmungen untereinander hat keine starken Diskrepanzen offenbart. Das Ziel einer Verringerung des Vorkommens von Arzneimittelwirkstoffen im Wasserkreislauf wird vom Großteil der Akteure geteilt. Es kann davon ausgegangen werden, dass insgesamt eine Verbesserung der Problematik gewünscht und eine integrierte Handlungsstrategie mitgetragen wird, auch wenn von einzelnen Akteuren nicht explizit eine Verminderung des Vorkommens von Arzneimittelwirkstoffen im Wasserkreislauf, sondern beispielsweise eine Verringerung der Wirkstoffkonzentration im Trinkwasser oder ein guter chemischer und ökologischer Gewässerzustand angestrebt wird. Bereiche, die neben den Umwelteigenschaften von Arzneimitteln die Verwaltungspraktiken sowie das Gebrauchs- und Entsorgungsverhalten betreffen, werden von zahlreichen Akteuren als wirksame Ansatzpunkte für eine Risikomanagementstrategie gesehen. Die größten Chancen, die Problematik „Arzneimittelwirkstoffe im Trinkwasser“ wirksam zu beeinflussen, sehen die meisten Akteure in den Bereichen Arzneimitteleinsatz und Wirkstoffentwicklung. Allerdings sieht der Akteur Arzneimittelhersteller die Entwicklung umweltfreundlicher Arzneimittel nicht als geeignetes Instrument, um einen Beitrag zur Problemlösung zu leisten. Er geht davon aus, dass eine Verbesserung der Therapiestrategie zur Entwicklung hochaktiver Wirkstoffe und damit zu geringeren Wirkstoffemissionen führen wird. Hingegen wird die Entwicklung umweltfreundlicher Arzneimittelwirkstoffe, z.B. angetrieben durch eine stärkere Berücksichtigung von Umwelteigenschaften bei der Arzneimittelzulassung, von zahlreichen Akteuren als wichtig für die Erreichung des übergeordneten Ziels bewertet.

Die Schaffung eines einheitlichen Entsorgungsstandards, die Einführung der Gesundheitskarte, die verstärkte Möglichkeit der Verordnung nicht-medikamentöser Therapien sowie höhere Zuzahlungen zu Arzneimitteln werden von vielen Akteuren begrüßt. Hier kann mit einer großen Umsetzungsbereitschaft der durch den Verhaltensansatz angesprochenen Akteure Arzt, Krankenkasse oder BMG und untergeordnete Behörden gerechnet werden. Diese Akteure erachten die Handlungsoptionen in diesem Bereich sowohl für eine Verringerung des Vorkommens von Arzneimittelwirkstoffen im Wasserkreislauf als auch für die Erreichung eigener Ziele als wirksam. Für das Handlungsfeld Technik werden von einigen Akteuren beispielsweise die Implementierung einer vierten Klärstufe oder die Nachrüstung von Anlagen zur Trinkwasseraufbereitung genannt, einer Umsetzung stehen die Akteure Kläranlagenbetreiber und Wasserwerke jedoch ablehnend gegenüber. Während die separate Erfassung von Abwasser-Teilströmen von keinem der Akteure genannt wurde, wird die separate Erfassung und Behandlung von Abwässern aus Punktquellen wie z.B. Krankenhäusern von einigen Akteuren als wichtig und wirksam erachtet.

Die Ermittlung der optimalen Handlungsstrategie für das Gesamtakteursmodell verdeutlicht, dass für die Zielerreichung eine gemeinsame Risikovorsorge verschiedener Akteure aus unterschiedlichen Handlungsfeldern erforderlich ist. Dabei ist es nicht notwendig, alle im Modell enthaltenen Handlungsoptionen umzusetzen. Einige bereits implementierte Maßnahmen müssten im Vergleich zu heute dagegen mit mehr Nachdruck umgesetzt werden. Die ermittelte optimale Handlungsstrategie für das Gesamtakteursmodell, das Handlungsoptionen aus allen drei Handlungsfeldern berücksichtigt, wäre für die angesprochenen Akteure mit einem geringen Aufwand (im Sinne einer Änderung der gegenwärtigen Handlungsweise) verbunden. Diese Hinweise könnten die Bereitschaft der Akteure erhöhen, eine noch zu entwickelnde, integrierte Handlungsstrategie mitzutragen und in der Praxis umzusetzen.

1 Einleitung

Das Vorkommen von Arzneimittelwirkstoffen im Wasserkreislauf ist ein weltweit dokumentiertes Problem. Obwohl zahlreiche wissenschaftliche Untersuchungen zu Vorkommen, Verhalten und Wirkung von Arzneimittelwirkstoffen im Wasserkreislauf durchgeführt wurden, wurde es bislang versäumt, eine Handlungsstrategie zu entwickeln, die einen vorsorgenden und nachhaltigen Umgang mit der Problematik ermöglicht. Dieser Übergang von einer Problem- zu einer Lösungsperspektive steht im Zentrum des transdisziplinären Forschungsprojekts *start* („Strategien zum Umgang mit Arzneimittelwirkstoffen im Trinkwasser“). Ziel von *start* ist es, gemeinsam mit PraxisexpertInnen, die das Projekt in einem Expertengremium begleiten, Grundlagen für eine praxisrelevante, integrierte Handlungsstrategie zu erarbeiten, die zu einer wirksamen Verminderung des Vorkommens von Arzneimittelwirkstoffen im Wasserkreislauf beitragen kann. Ausgangspunkt für die Entwicklung einer solchen Strategie sind drei zunächst getrennt entwickelte Strategieansätze, die sich hinsichtlich des jeweiligen Handlungsfeldes und der dort agierenden Akteure unterscheiden.

Der Technikansatz wendet sich an Akteure aus der Wasserwirtschaft und Kommunen und umfasst die Ergänzung konventioneller Verfahren der Abwasserreinigung und Trinkwasseraufbereitung durch innovative Techniken zur Eliminierung von Arzneimittelwirkstoffen sowie bauliche Veränderungen der Abwasserinfrastruktur. Der Verhaltensansatz spricht Akteure wie ÄrztInnen und ApothekerInnen, PatientInnen, Arzneimittelhersteller, aber auch gesetzgebende Gremien und öffentlich tätige Akteure an und zielt auf eine Änderung von Verschreibungs- und Beratungspraktiken sowie des Gebrauchs- und Entsorgungsverhaltens im Hinblick auf eine höhere Umweltsensibilität ab. Der Wirkstoffansatz wendet sich an Akteure aus den Bereichen pharmazeutische Industrie und Forschung und umfasst im Wesentlichen Maßnahmen, die die Entwicklung von Wirkstoffen befördern, die zugleich auf Wirksamkeit beim Menschen und Abbaubarkeit in der Umwelt optimiert sind.

Neben einer multikriteriellen Bewertung und Folgenabschätzung dieser Strategieansätze und empirischen Untersuchungen soll eine Akteursmodellierung Erkenntnisse über die mögliche Gestaltung einer integrierten Handlungsstrategie liefern. Ziel der Akteurmodellierung ist es, durch eine vergleichende Analyse der unterschiedlichen Problemwahrnehmungen und Handlungskontexte der relevanten Akteure Synergiepotenziale und mögliche Konfliktfelder, aber auch Maßnahmenkombinationen zu identifizieren, die optimal für die Erreichung der übergreifenden Zielvorstellung sind.

2 Methodik

Eine integrierte Handlungsstrategie muss von einer Vielzahl gesellschaftlicher Akteure umgesetzt werden. Insofern sind die Problemsichten der relevanten Akteure im Problemfeld „Arzneimittelwirkstoffe im Trinkwasser“ von besonderem Interesse. Weiterhin ist von Bedeutung, inwieweit die akteurspezifischen Problemsichten das Entscheidungsverhalten und die Ziele der Akteure beeinflussen. Im *start*-Projekt wird die Akteursmodellierung mit der Software DANA (Dynamic Actor Network Modeling), die an der Technischen Universität Delft/Niederlande für einen Einsatz im Bereich der Politikfeldanalyse entwickelt wurde, durchgeführt. Grundlegende Annahme dieses Modellierungsansatzes ist es, dass Akteure Probleme unterschiedlich wahrnehmen und Akteure auf Grund ihrer subjektiven Problemsicht entscheiden und handeln. DANA bietet einen konzeptionellen Modellierungsansatz, der die subjektiven Problemwahrnehmungen der Akteure als Basis für vergleichende Analysen nutzt.

Die Problemwahrnehmungen der Akteure werden in DANA streng formalisiert in so genannten *Wahrnehmungsgraphen* modelliert. Diese Wahrnehmungsgraphen bilden Wirkungsbeziehungen zwischen Zielen, Handlungen und Faktoren ab, die der jeweilige Akteur für das Problemfeld „Arzneimittelwirkstoffe im Trinkwasser“ als relevant betrachtet. Durch die Verknüpfung von Handlungen, Zielen, Faktoren und Wirkungsbeziehungen mit einer semi-quantitativen Skala ist es dann möglich, unterschiedliche Analysen durchzuführen.

Für die Erstellung der Wahrnehmungsgraphen benötigt DANA spezifische Eingabedaten zu den aktorspezifischen Problemwahrnehmungen. Die erforderlichen Informationen wurden im Rahmen von Gesprächen mit Personen aus den in Tabelle 1 aufgeführten Akteursgruppen erhoben. In Anlehnung an die Methode des Group Model Building haben ein bis drei TeilnehmerInnen stellvertretend für ihre Akteursgruppe gemeinsam ein Diagramm erstellt, indem ihre Ziele mit möglichen Handlungen und Einflussfaktoren kausal verknüpft werden. Diese aus den Managementwissenschaften stammende Methode verfolgt das Ziel, über den Prozess der partizipativen Modellbildung einen gemeinschaftlichen Lernprozess bei den Beteiligten anzustoßen. Die Erstellung des Modells wurde durch Leitfragen unterstützt. Ergänzend wurden leitfadengestützte Interviews geführt.

Akteur	Institution
Apotheker	Apotheker Universitätsklinikum
Arzt	Allgemein- und Umweltmediziner
Krankenkasse	BARMER
Arzneimittelhersteller	Hoffmann-La Roche
Kläranlagenbetreiber	Emschergenossenschaft und Lippeverband
Trinkwasserversorger	Stadtwerke Düsseldorf
Politik	Bundesgesundheitsministerium und untergeordnete Behörden

Tabelle 1: Akteursgruppen und Anzahl der Gesprächspartner

Die partizipativ erstellten Modelle wurden mit der Software DANA in aktorspezifische Wahrnehmungsgraphen umgesetzt und durch Angaben aus den Interviews ergänzt. Im Rahmen eines zweiten Treffens wurde die Logik der Wahrnehmungsgraphen von den jeweiligen GesprächspartnerInnen verifiziert und Inhalte gegebenenfalls konkretisiert. Anschließend wurden die Wahrnehmungsgraphen der sieben Akteure unter den folgenden Gesichtspunkten analysiert:

- Identifikation einer optimalen Handlungsstrategie für jeden Akteur, die mit möglichst geringem Aufwand – d.h. mit möglichst geringer Änderung der aktuellen Handlungsweise – zur Zielerreichung führt;
- vergleichende Analyse der Problemwahrnehmungen aller Akteure im Hinblick auf Gemeinsamkeiten und Unterschiede;
- Erstellung eines Gesamtaktorsmodells und Ermittlung einer optimalen Handlungsstrategie unter Berücksichtigung der Handlungsoptionen aller Akteure sowie Maßnahmen aus den Strategieansätzen.

Tabelle 2 zeigt die zentralen DANA-Elemente Handlung, Faktor, Attribut, Erwartung und Ziel, die durch Einflusspfeile miteinander zu einem Wahrnehmungsgraphen verknüpft werden. Die Einflusspfeile repräsentieren Kausalbeziehungen, wobei entweder eine (starke, mittlere oder schwache) positive Korrelation (wenn Faktor A zunimmt, wird auch Faktor B zunehmen bzw. wenn Faktor A abnimmt, wird Faktor B abnehmen) oder eine negative Korrelation möglich ist. Änderungen der Elemente Handlung, Erwartung und Ziel sowie die kausalen Verknüpfungen sind auf einer Siebener-Skala beschrieben.

Symbolik in DANA	Beschreibung
 <p>Einheitlichen Versorgungsstandard für Arzneimittel schaffen Gesetzgeber</p>	<p>Eine Handlung beschreibt das Vermögen eines Akteurs, eine Änderung zu bewirken. Die sieben möglichen Änderungen sind auf einer semi-quantitativen Skala mit sieben Optionen definiert, die von einer starken Abnahme über keine Änderung bis zu einer starken Zunahme reichen können:</p> <p style="text-align: center;">  </p> <p>Die Symbolleiste spiegelt den Handlungsbereich des Akteurs wieder. Die Symbole durchführbarer Änderungen sind schwarz, die Symbole nicht durchführbarer Änderungen weiß gesetzt.</p>
 <p>Arzneimittelgebrauch</p>	<p>Ein Faktor ist ein Element im System, das von Handlungen oder anderen Faktoren beeinflusst werden kann.</p>
 <p>Aufklärung Krankenkasse</p>	<p>Ein Attribut ist ein Faktor, der von einem Akteur abhängig ist.</p>
 <p>Überalterung der Gesellschaft</p>	<p>Eine Erwartung ist ein Faktor, dessen absehbare Änderung nicht durch Handlungen oder andere Faktoren beeinflusst werden kann.</p>
 <p>Vorkommen von Arzneimittelwirkstoffen im Wasserkreislauf</p> <p>Goal</p> 	<p>Ein Ziel ist ein Faktor, der eine vom Akteur gewünschte Änderung des Faktors repräsentiert. Die Setzung der gewünschten Änderung im Ziel erfolgt über eine Bewertung der sieben möglichen Änderungen des Faktors (von einer starken Abnahme über keine Änderung bis zu einer starken Zunahme). Die Symbole (Smileys) spiegeln Emotionen wider, die der Akteur bei entsprechender Änderung des Faktors hat (von sehr unglücklich/ärgerlich über neutral bis zu sehr glücklich)</p>

Tabelle 2: Symbolik und Beschreibung der Elemente in DANA

Die Setzung der Ziele sei anhand zweier Beispiele erläutert. In dem in Abbildung 1 dargestellten Ziel wünscht der Akteur eine Verringerung des Faktors Arzneimittelgebrauch. Je stärker sich der Arzneimittelgebrauch verringert, desto erfreulicher ist dies aus Sicht des Akteurs (grüne Smileys). Würde der Arzneimittelgebrauch in seiner gegenwärtigen Situation verharren (keine Veränderung gegenüber heute), so würde dies den Akteur ärgern (orangefarbener Frowney), noch negativer würde der Akteur jede Art des Anstiegs des Faktors Arzneimittelgebrauch bewerten (rote Frowneys).



Abbildung 1: Ziel „Arzneimittelgebrauch soll sinken“



Abbildung 2: Ziel „Arzneimittelgebrauch soll nicht zunehmen“

Im zweiten Beispiel wünscht der Akteur, dass der Faktor Arzneimittelgebrauch nicht zunehmen soll. Keine Veränderung sowie eine leichte, mittlere und starke Abnahme werden neutral bewertet (vgl. Abbildung 2). Die drei Stufen der Zunahme des Faktors werden dagegen negativ empfunden.

Für die Ermittlung des Nutzens unterschiedlicher Handlungsänderungen werden die Werte der qualitativen Siebener-Skala von Handlungen, Wirkungspfeilen und der Bewertung der Änderungen im Zielfaktor in den Programmeinstellungen nach festen Regeln in Zahlenwerte übersetzt. Für eine Handlungsänderung (z.B. Änderung der Handlung $\oplus = 2$) wird dann nach einem vorgegebenen Schema berechnet, welche Änderung im Ziel-Faktor dadurch bewirkt wird. Durch den Vergleich der erzielten mit der gewünschten Änderung im Zielfaktor kann der Nutzen jeder durchführbaren Handlungsänderung ermittelt werden. Als Maßstab für die Nutzenberechnung wird der glücklichste Smiley als maximale positive Bewertung für die gewünschte Änderung des Faktors genutzt. Wird nur ein Ziel verfolgt, kann der Nutzen Werte zwischen +1 und -1 annehmen; bei der Verfolgung von zwei Zielen dagegen Werte zwischen +2 und -2 usw. Ein positiver Nutzen deutet darauf hin, dass eine Handlungsänderung zu einer Änderung in Richtung der gewünschten Änderung im Faktor führt, wobei ein Nutzen von +1 (für ein Ziel) der höchstmöglichen Zustimmung bzw. der besten Bewertung der Änderung des Faktors entspricht. Ein negativer Nutzen-Wert bedeutet, dass eine Handlungsänderung der gewünschten Änderung im Faktor entgegensteht. Je näher der Nutzen an -1 (für ein Ziel), desto stärker steht die erreichte Änderung der gewünschten Änderung entgegen. Wird bei der Bewertung der Änderungen im Ziel kein grüner Smiley (positive Bewertung) gesetzt, so kann der erwartete Nutzen nie einen positiven Wert, sondern maximal 0 annehmen. Änderungen, die neutral bewertet sind, führen ebenfalls zu einem Nutzen von 0. Ein Nutzen von 0 bedeutet, dass kein Gewinn, aber auch kein Verlust des Nutzens gegenüber dem gegenwärtigen Zustand durch die gewählten Handlungsänderungen erreicht wird.

Die geschilderte Nutzenberechnung ist ebenfalls Grundlage für die Ermittlung der optimalen Handlungsstrategie zur Erreichung einzelner Ziele bzw. zur Erreichung aller Ziele eines Akteurs. Die Berechnung der optimalen Handlungsstrategie liefert eine Kombination von Handlungsänderungen, die aus Sicht des Akteurs für jedes einzelne seiner Ziele bzw. für alle seine Ziele den höchsten Nutzen bringen. Die Berechnung einer optimalen Handlungsstrategie folgt dabei dem ökonomischen Prinzip der rationalen Nutzen-Maximierung, d.h. sie ist als eine Kombination von Handlungsänderungen aufzufassen, die vom betrachteten Akteur eine möglichst geringe Änderung der Handlungsweise erfordert, und so mit einem möglichst geringen Aufwand zur gewünschten Änderung im Ziel-Faktor führen.

Neben der Berechnung der optimalen Handlungsstrategie wurden vergleichende Analysen durchgeführt, etwa im Hinblick auf Unterschiede in den Akteurswahrnehmungen. Unterschiede im erwarteten Nutzen einer Handlung bzw. Handlungsänderungen für die Zielerreichung z.B. liegen vor, wenn eine Handlung sowohl von Akteur A als auch von Akteur B wahrgenommen wird, aus Sicht von Akteur A die durchführbaren Handlungsänderungen für die Zielerreichung jedoch nützlicher sind als aus Sicht von Akteur B. Unterschiede in den Zielen bestehen, wenn zwei Akteure eine Änderung im Faktor X wünschen, sie jedoch unterschiedlicher Auffassung darüber sind, welche Änderung in diesem Faktor wünschenswert ist. So kann Akteur A eine „Verringerung“ im Faktor „Kosten“ wünschen, während Akteur B „keinen Anstieg“ im Faktor „Kosten“ wünscht. Unterschiede in den Erwartungen bestehen, wenn die Akteure aufgrund externer Einflüsse unterschiedliche Änderungen in einem Faktor erwarten.

Darüber hinaus wurden auch Gemeinsamkeiten in den Akteurswahrnehmungen wie z.B. die Relevanz und die Beeinflussbarkeit von Faktoren betrachtet. Die Relevanz wird durch die Häufigkeit bestimmt, mit der ein Faktor in den unterschiedlichen Akteurswahrnehmungen vorkommt. Die Beeinflussbarkeit von Faktoren wird bemessen durch die Anzahl von Handlungen und anderen Faktoren, durch die ein Faktor beeinflusst werden kann (je mehr Handlungen oder Faktoren, desto wirksamer ist der Faktor zu beeinflussen). Des Weiteren wurde bestimmt, inwieweit die Problemwahrnehmungen der einzelnen Akteure Gemeinsamkeiten hinsichtlich der Wirkungsbeziehungen aufweisen.

3 Ergebnisse

3.1 Analyse der Einzelwahrnehmungen

3.1.1 Akteur Wasserwerke

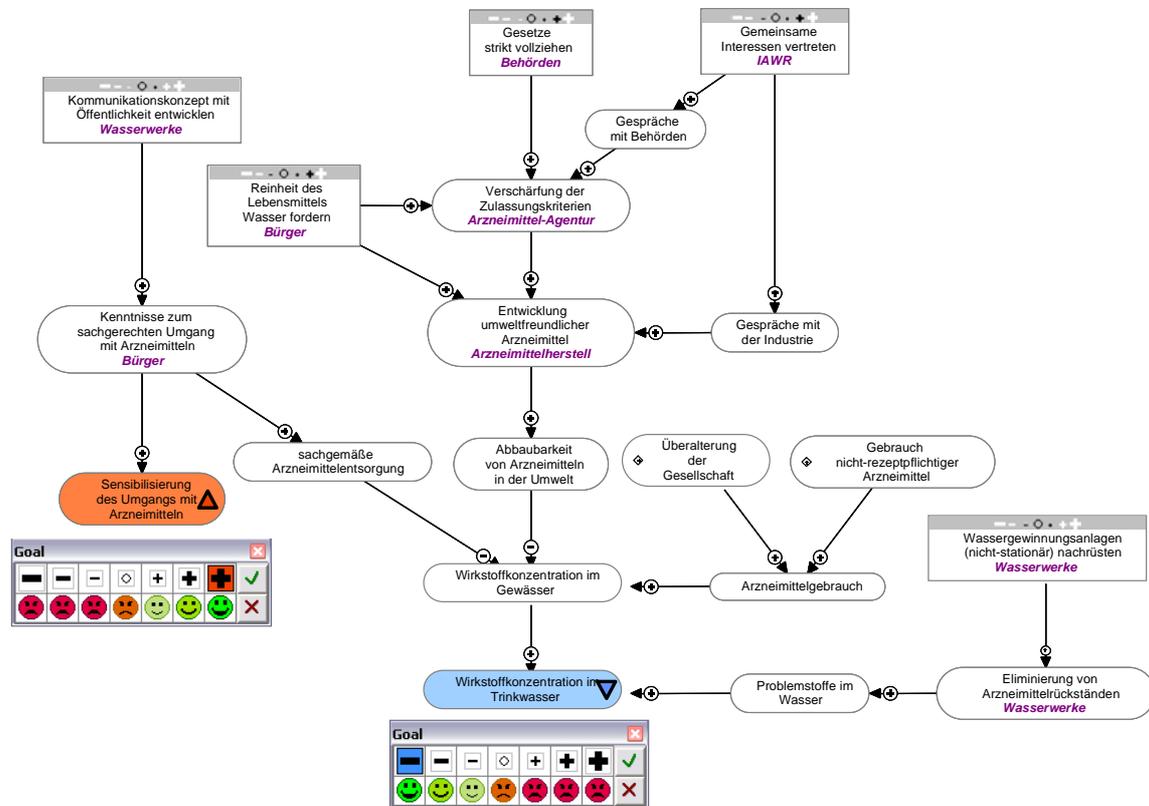


Abbildung 4: Wahrnehmungsgraph des Akteurs Wasserwerke

Der Akteur Wasserwerke ist für das Vorkommen von Arzneimittelwirkstoffen im Wasserkreislauf bzw. im Trinkwasser stark sensibilisiert. Zum einen wird der Akteur in seiner täglichen Arbeit damit konfrontiert, zum anderen handelt es sich für die Kunden der Wasserwerke um eine sensible Thematik. Ein Umgang mit der Problematik unter dem Vorsorgedanken wird ausdrücklich begrüßt. Der Akteur verfolgt die Ziele, die Wirkstoffkonzentrationen im Trinkwasser zu vermindern und die Bevölkerung für einen sachgerechten Umgang mit Arzneimitteln zu sensibilisieren (vgl. Abbildung 4).

Aus Sicht des Akteurs Wasserwerke ist keiner der in der Akteursmodellierung betrachteten Akteure allein dazu in der Lage, auf eine Verminderung der Wirkstoffkonzentration im Trinkwasser sowie eine stärkere Sensibilisierung der Bevölkerung im Umgang mit Arzneimitteln hinzuwirken. Der eigene Handlungsspielraum wird von den Wasserwerken selbst als sehr begrenzt wahrgenommen. Eine Nachrüstung von Wassergewinnungsanlagen ist zwar technisch möglich, jedoch wird die Strategie einer möglichst naturnahen Aufbereitung des Rohwassers verfolgt. Aus diesem Grund stehen die Wasserwerke der Umsetzung dieser Maßnahme eher ablehnend gegenüber. Eine intensive Kommunikation mit der Bevölkerung würde sowohl die Wirkstoffkonzentrationen im Trinkwasser als auch die sachgerechte Handhabung von Arzneimitteln im Sinne der Wasserwerke positiv beeinflussen. Jedoch sehen die Wasserwerke keine Möglichkeit, diese Handlungsoption nachdrücklich umzusetzen. Die eigenen Handlungsmöglichkeiten werden für die Erreichung der eigenen problemrelevanten Ziele insgesamt als wenig wirksam betrachtet. Im Gegensatz dazu

werden Handlungsspielraum und Einfluss von Akteuren wie „Bürger“, IAWR¹ und Behörden weitaus größer eingeschätzt. Nach Ansicht des Akteurs Wasserwerke können demnach insbesondere die Bürger durch eine verstärkte Forderung nach reinem Trinkwasser sowie eine gemeinsame Interessenvertretung der IAWR bei Behörden und der pharmazeutischen Industrie dazu beitragen, die Wirkstoffkonzentration von Arzneimitteln im Trinkwasser zu verringern. Die beste Handlungsstrategie aus Sicht der Wasserwerke (vgl. Tabelle 3) wäre es, die eigene Handlungsweise nur gering zu ändern, d.h. den technischen Stand der Wassergewinnungsanlagen beizubehalten und die Kommunikation mit der Bevölkerung mit Nachdruck zu betreiben. Da der Akteur die eigenen Handlungsoptionen als wenig wirksam für die Erreichung der aus seiner Sicht problemrelevanten Ziele wahrnimmt, müssen die anderen, von ihm als relevant erachteten Akteure ihre aktuellen Handlungsoptionen mit Nachdruck umsetzen. Als wirksame Instrumente für die Zielerreichung sollte die Lobbyarbeit der IAWR intensiviert, die Rolle des mündigen Bürgers gestärkt sowie die für die Problematik relevante Gesetzgebung von den Behörden verschärft werden.

Handlung	Beste Strategie			Schlechteste Strategie
	1	2	3	
Kommunikationskonzept mit der Öffentlichkeit entwickeln [WW]	+	+	+	○
Wassergewinnungsanlagen (nicht-stationär) nachrüsten [WW]	○	○	○	○
Gemeinsame Interessen vertreten [IAWR]	+	+	+	○
Gesetze strikt vollziehen [Behörden]	+	○	+	○
Reinheit des Lebensmittels Wasser fordern [Bürger]	+	+	+	+
Nutzen (alle Ziele)	1,3			-1,0
Sensibilität des Umgangs mit Arzneimitteln erhöhen	0,25			-0,50
Wirkstoffkonzentration im Trinkwasser vermindern	1			-0,50

Tabelle 3: Akteur Wasserwerke: berechnete Handlungsstrategien

¹ IAWR: Internationale Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke im Rheineinzugsgebiet

3.1.2 Akteur Kläranlagenbetreiber

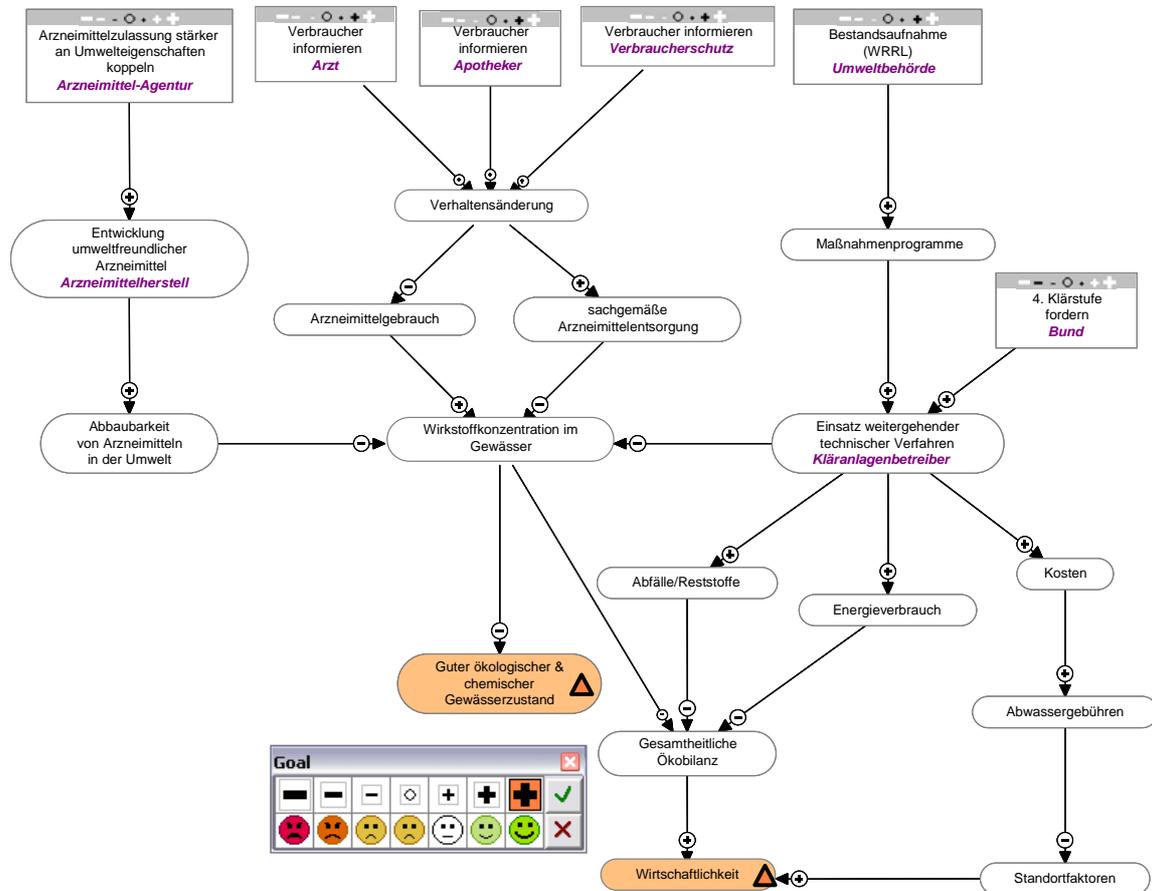


Abbildung 5: Wahrnehmungsgraph des Akteurs Kläranlagenbetreiber

Die Thematik „Arzneimittelwirkstoffe im Trinkwasser“ wird vom Akteur Kläranlagenbetreiber prinzipiell als problematisch angesehen, eine Verminderung des Vorkommens von Arzneimittelwirkstoffen im Trinkwasser ist jedoch kein eigenes Ziel. Vielmehr werden ein guter ökologischer und chemischer Gewässerzustand sowie Wirtschaftlichkeit angestrebt. In diesem Sinne wird ein vorsorgender Umgang mit der Problematik „Arzneimittelwirkstoffe im Wasserkreislauf“ als notwendig angesehen.

Der Akteur Kläranlagenbetreiber sieht momentan keine Möglichkeit, durch eigenes Handeln auf einen verbesserten ökologischen und chemischen Gewässerzustand sowie eine gesteigerte Wirtschaftlichkeit hinzuwirken (vgl. Abbildung 5). Um eine Verbesserung des Gewässerzustands zu erreichen, soll keine End-of-pipe-Strategie verfolgt werden, sondern an der Quelle der Einträge angesetzt werden. Mögliche Instrumente stehen aus Sicht des Akteurs jedoch im Widerstreit mit der angestrebten Wirtschaftlichkeit. Werden Maßnahmen zur Verbesserung des Gewässerzustandes beschlossen oder gar eine vierte Klärstufe gefordert, hätte dies auf der einen Seite zwar einen positiven Einfluss auf den Gewässerzustand; auf der anderen Seite würde es sich jedoch negativ auf die Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen auswirken.

Aus diesem Grund schätzt der Kläranlagenbetreiber eine Information der VerbraucherInnen durch Ärzte, Apotheker und Verbraucherschutzverbände sowie eine Berücksichtigung der Umwelteigenschaften von Arzneimitteln bei der Zulassung durch den Akteur Arzneimittel-Agentur für die Erreichung seiner Ziele als wirksamer ein. Allerdings ist der Handlungsspielraum des Akteurs Arzneimittel-Agentur nach Ansicht des

Akteurs Kläranlagenbetreiber sehr limitiert, so dass eine Verschärfung der Arzneimittelzulassung unter Umweltaspekten kaum möglich erscheint. Demgegenüber können die Akteure Arzt, Apotheker und Verbraucherschutzverband durch eine intensive Aufklärung der Verbraucher einen positiven Beitrag zur Erreichung der Ziele des Kläranlagenbetreibers leisten.

Die beste Handlungsstrategie aus Sicht des Kläranlagenbetreibers (vgl. Tabelle 4) wäre es daher, wenn die Umweltbehörden die im Rahmen der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie (EU-WRRRL) erforderliche Bestandsaufnahme unverändert durchführen und der Bund keine Forderung nach einer vierten Klärstufe stellen würden. Dadurch wäre kein Einsatz weitergehender technischer Verfahren für den Kläranlagenbetreiber notwendig. Aus Sicht des Kläranlagenbetreibers müssten dann jedoch, bedingt durch den eingeschränkten Handlungsspielraum des Akteurs Arzneimittel-Agentur, die Akteure Apotheker, Arzt und Verbraucherschutzverband eine intensive Aufklärung der Bevölkerung betreiben, damit seine Ziele erreicht werden können.

Handlung	Beste Strategie			Schlechteste Strategie		
	1	2	3	1	2	3
4. Klärstufe fordern [Bund]	-	+	+	○	-	-
Bestandsaufnahme (WRRRL) [Umweltbehörden]	○	○	+	+	○	+
Verbraucher informieren [Apotheker, Ärzte, Verbraucherschutzverbände]	+	○	○	○	+	+
Arzneimittel-Zulassung stärker an Umwelteigenschaften von Arzneimitteln koppeln [Arzneimittel-Agentur] ²	-	-	○	-	+	+
Nutzen (alle Ziele)	1			-0,75		
Guter chemischer & ökologischer Gewässerzustand	0,50			-0,25		
Wirtschaftlichkeit erhöhen	0,50			-0,50		

Tabelle 4: Akteur Kläranlagenbetreiber: berechnete Handlungsstrategien

3.1.3 Akteur Arzt

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. Dennoch würde der Akteur eine Handlungsstrategie unterstützen, die das Ziel verfolgt, das Vorkommen von Arzneimittelwirkstoffen im Wasserkreislauf zu vermindern (vgl. Abbildung 6).

Aus der Sichtweise des Akteurs Arzt können sowohl er selbst als auch die Akteure Bundesministerium für Gesundheit (im Folgenden BMG), Gesetzgeber und Politik Maßnahmen ergreifen, um eine Verminderung des Vorkommens von Arzneimittelwirkstoffen im Wasserkreislauf zu bewirken. Der Akteur Arzt geht davon

² Eine engere Kopplung der Arzneimittelzulassung an die Umwelteigenschaften von Arzneimitteln kann nur auf Grundlage einer Gesetzesänderung erfolgen. Die Arzneimittel-Agentur ist hier nur die ausführende Behörde.

aus, dass die eigenen Maßnahmen für die Zielerreichung ebenso wirksam sind wie Maßnahmen der aus seiner Sicht relevanten Akteure. Betreiben der Akteur Arzt und alle aus seiner Sicht relevanten Akteure ihre Maßnahmen mit Nachdruck, kann dies aus Akteursicht wirksam zu einer Verminderung des Vorkommens von Arzneimittelwirkstoffen im Wasserkreislauf beitragen.

Die beste Handlungsstrategie aus Sicht des Arztes wäre (vgl. Tabelle 5), wenn sowohl er selbst als auch die Akteure BMG, Gesetzgeber und Politik ihre Handlungsoptionen mit Nachdruck umsetzen würden. Um eine Verminderung des Vorkommens von Arzneimittelwirkstoffen im Wasserkreislauf zu erzielen, müssten daher Zuzahlungen zu Arzneimitteln erhöht und der Stellenwert der Krankheitsprävention von Seiten der Politik nachdrücklich betont werden. Da aus Sicht des Akteurs Arzt eine sachgerechte Entsorgung von Arzneimitteln wesentlich zur Zielerreichung beiträgt, wäre es dringend erforderlich, einen einheitlichen Entsorgungsstandard für Arzneimittel zu schaffen. Um alternativ zur Verschreibung von Medikamenten verstärkt nicht-medikamentöse Therapien verschreiben zu können, müsste aus Sicht des Akteurs Arzt die Möglichkeit geschaffen werden, diese mit den Krankenversicherungen abrechnen zu können. Aus Sicht des Akteurs Arzt wäre es für die Erreichung des übergeordneten Ziels erforderlich, die verordneten Arzneimittelmen gen einzuschränken und bei Verordnungen zunehmend Arzneimittelwirkstoffe zu vermeiden, die über negative Umwelteigenschaften verfügen.

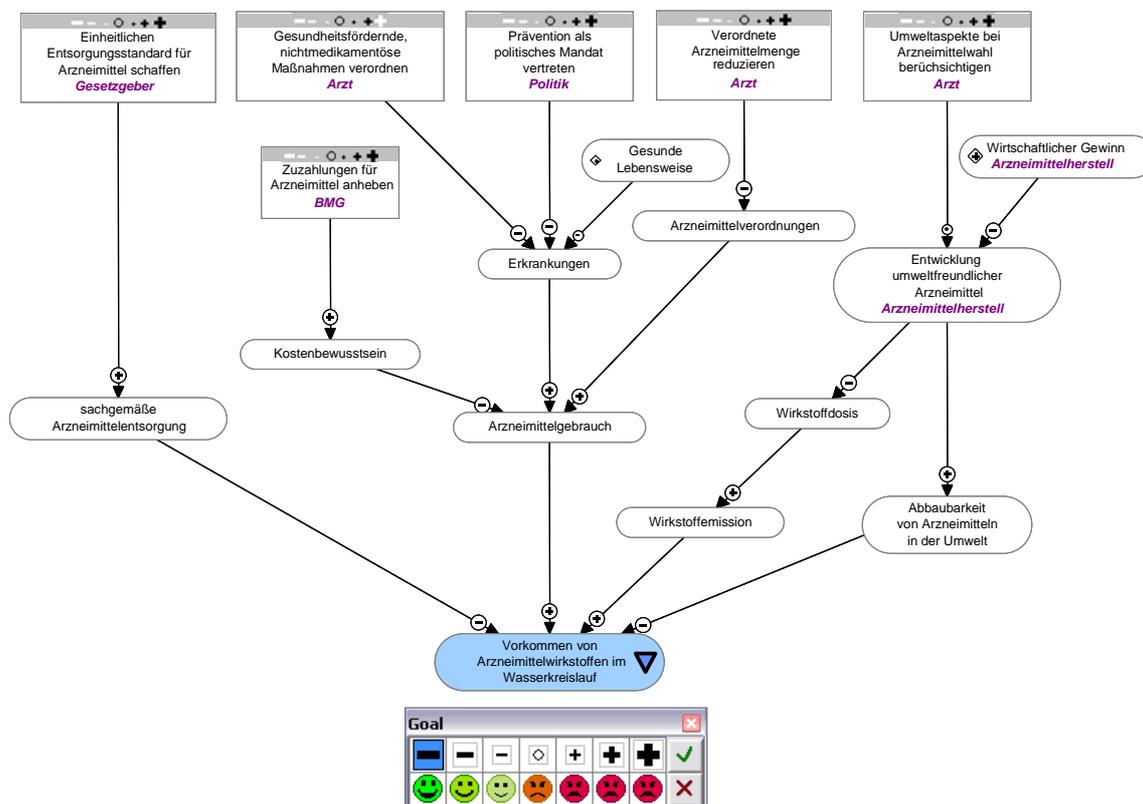


Abbildung 6: Wahrnehmungsgraph des Akteurs Arzt

Handlung	Beste Strategie							Schlechteste Strategie
	1	2	3	4	5	6	7	1
Umweltaspekte bei Arzneimittelwahl berücksichtigen [Arzt]	+	+	+	+	+	+	+	○
Verordnete Arzneimittelmenge reduzieren [Arzt]	+	+	+	+	○	○	+	○
Gesundheitsfördernde, nicht-medikamentöse Therapien verordnen [Arzt]	○	○	+	+	+	+	○	○
Einheitlichen Entsorgungsstandard für Arzneimittel schaffen [Gesetzgeber]	+	+	+	○	+	+	+	○
Zuzahlungen für Arzneimittel anheben [BMG]	+	+	○	+	○	○	○	○
Prävention als politisches Mandat vertreten [Politik]	+	○	○	+	+	+	+	○
Vorkommen von Arzneimittelwirkstoffen im Wasserkreislauf vermindern	1							-1

Tabelle 5: Akteur Arzt: berechnete Handlungsstrategie

3.1.4 Akteur Apotheker

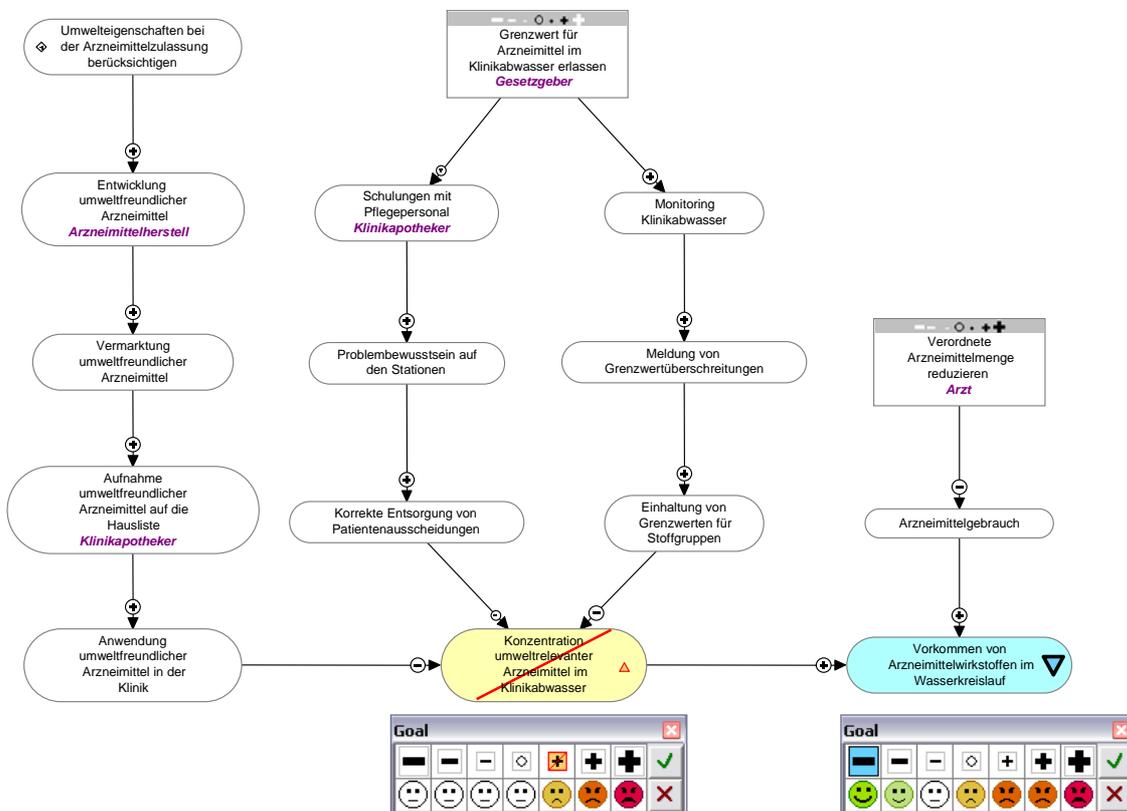


Abbildung 7: Wahrnehmungsgraph des Akteurs Apotheker

Die Umweltrelevanz von Arzneimittelwirkstoffen ist dem Akteur Apotheker bewusst. Dennoch ist die Problematik bislang von nachrangiger Bedeutung. Krankenhäuser werden als Hot-Spot für Wirkstoff-Emissionen identifiziert. Die Ziele des Akteurs sind daher, einen Anstieg der Konzentration umweltrelevanter Arzneimittel in Klinikabwässern zu vermeiden, um auf diese Weise einen Beitrag zur Verminderung des Vorkommens von Arzneimittelwirkstoffen im Wasserkreislauf zu leisten (vgl. Abbildung 7).

Aus Sicht des Apothekers sind derzeit nicht die erforderlichen Voraussetzungen gegeben, um durch eigenes Handeln auf die Konzentration umweltrelevanter Arzneimittel im Klinikabwasser sowie eine Verminderung des Vorkommens von Arzneimittelwirkstoffen im Wasserkreislauf einzuwirken. Zunächst ist aus Sicht des Apothekers das Handeln anderer Akteure erforderlich. Die Einführung eines Grenzwertes für Arzneimittelrückstände im Klinikabwasser durch die Umweltgesetzgebung sowie eine eingeschränkte Arzneimittelverordnung durch den Akteur Arzt sind in der Problemwahrnehmung des Akteurs Apotheker dazu geeignet, die problemrelevanten Ziele zu erreichen.

Während für den Akteur Arzt eine Einschränkung der Arzneimittelverordnungen als durchführbar angesehen wird, geht der Akteur Apotheker davon aus, dass eine Verschärfung der Umweltgesetzgebung im Hinblick auf Grenzwerte für Arzneimittelrückstände in den Abwässern aus medizinischen Einrichtungen schwieriger umzusetzen ist. Eine Verschärfung des Zulassungsverfahrens hinsichtlich der Umwelteigenschaften von Arzneimitteln würde nach Ansicht des Apothekers die Entwicklung und Vermarktung umweltfreundlicher Arzneimittel befördern und es ihm ermöglichen, diese bei der täglichen Arbeit zu berücksichtigen. Eine tief greifende Änderung des bisherigen Zulassungsverfahrens wird jedoch als unwahrscheinlich erachtet. Daher wäre die beste Handlungsstrategie aus Sicht des Apothekers (vgl. Tabelle 6), wenn der Gesetzgeber mit Nachdruck die Einführung von Grenzwerten für Arzneimittelwirkstoffe im Klinikabwasser vorantreibt. Da durch diese Handlungsstrategie aus Sicht des Apothekers ein Ansteigen der Arzneimittelkonzentrationen im Klinikabwasser wirksam verhindert werden kann, müsste der Akteur Arzt die Arzneimittelverordnungen lediglich gering reduzieren, um das Vorkommen von Arzneimittelwirkstoffen im Wasserkreislauf zu vermindern.

Handlung	Beste Strategie			Schlechteste Strategie
	1	2	3	1
Grenzwert für Arzneimittel im Klinikabwasser erlassen [Gesetzgeber]	+	+	○	○
Verordnete Arzneimittelmenge reduzieren [Ärzte]	+	+	+	○
Nutzen (alle Ziele)	0,50			0
Anstieg der Konzentration umweltrelevanter Arzneimittel im Klinikabwasser verhindern	0			0
Vorkommen von Arzneimittelwirkstoffen im Wasserkreislauf vermindern	0,50			0

Tabelle 6: Akteur Apotheker: berechnete Handlungsstrategien (zur Erreichung aller Ziele)

3.1.5 Akteur Krankenkasse

Die Thematik „Arzneimittelwirkstoffe im Trinkwasser“ wird vom Akteur Krankenkasse bisher nicht als Problem wahrgenommen. Eine Verminderung des Vorkommens von Arzneimittelwirkstoffen im Wasserkreislauf ist daher kein Ziel des Akteurs. Vielmehr strebt der Akteur eigene Ziele wie eine Verbesserung des Gesundheitszustandes der Versicherten sowie eine Verringerung von Erkrankungen an (vgl. Abbildung 8). Diese Ziele werden durch die Sozialgesetzgebung vorgegeben. Ein vorsorgender Umgang mit der Prob-

lematik „Arzneimittelwirkstoffe im Trinkwasser“ ohne erwiesenes Gesundheitsrisiko für den Menschen ist aus Sicht des Akteurs nicht möglich.

In der Wahrnehmung des Akteurs Krankenkasse sind derzeit nicht die erforderlichen Rahmenbedingungen gegeben, um mit eigenen Handlungen auf die Problematik „Arzneimittelwirkstoffe im Wasserkreislauf“ einzuwirken. Aus Sicht des Akteurs Krankenkasse müssen zunächst andere Akteure handeln und die erforderlichen Rahmenbedingungen schaffen, um seine Handlungsfähigkeit zu erhöhen. Aus Sicht des Akteurs Krankenkasse sind dies das BMG, der Bund und die Wissenschaft. Zunächst müsste eine Gesundheitsgefährdung durch Arzneimittelwirkstoffe im Trinkwasser wissenschaftlich belegt werden, um dann auf Basis gesetzlicher Regelungen Maßnahmen zu legitimieren. Die Einführung der Gesundheitskarte durch das BMG wird vom Akteur Krankenkasse als geeignetes Instrument gesehen, um über sinkende Arzneimittelverordnungen das Vorkommen von Arzneimitteln im Wasserkreislauf zu vermindern. Für die Erreichung des übergeordneten Ziels wäre es aus Sicht der Krankenkassen erforderlich, dass der Bund aus Steuermitteln gezielt finanzielle Mittel für die Arbeit der Kassen, unabhängige Studien zum Thema „Arzneimittelwirkstoffe im Trinkwasser“ sowie eine Aufrüstung der Kläranlagentechnik bereitstellt. Aus Sicht der Krankenkassen wäre es die beste Handlungsstrategie (vgl. Tabelle 7), wenn der Akteur Wissenschaft den Nachweis für eine Gesundheitsgefährdung des Menschen durch Arzneimittelwirkstoffe im Trinkwasser erbringen würde. Da die Einführung der Gesundheitskarte in naher Zukunft ohnehin stattfinden wird, gewinnt der Nachweis einer Gesundheitsgefährdung durch den Akteur Wissenschaft aus Sicht des Akteurs Krankenkasse für die Zielerreichung an besonderer Bedeutung.

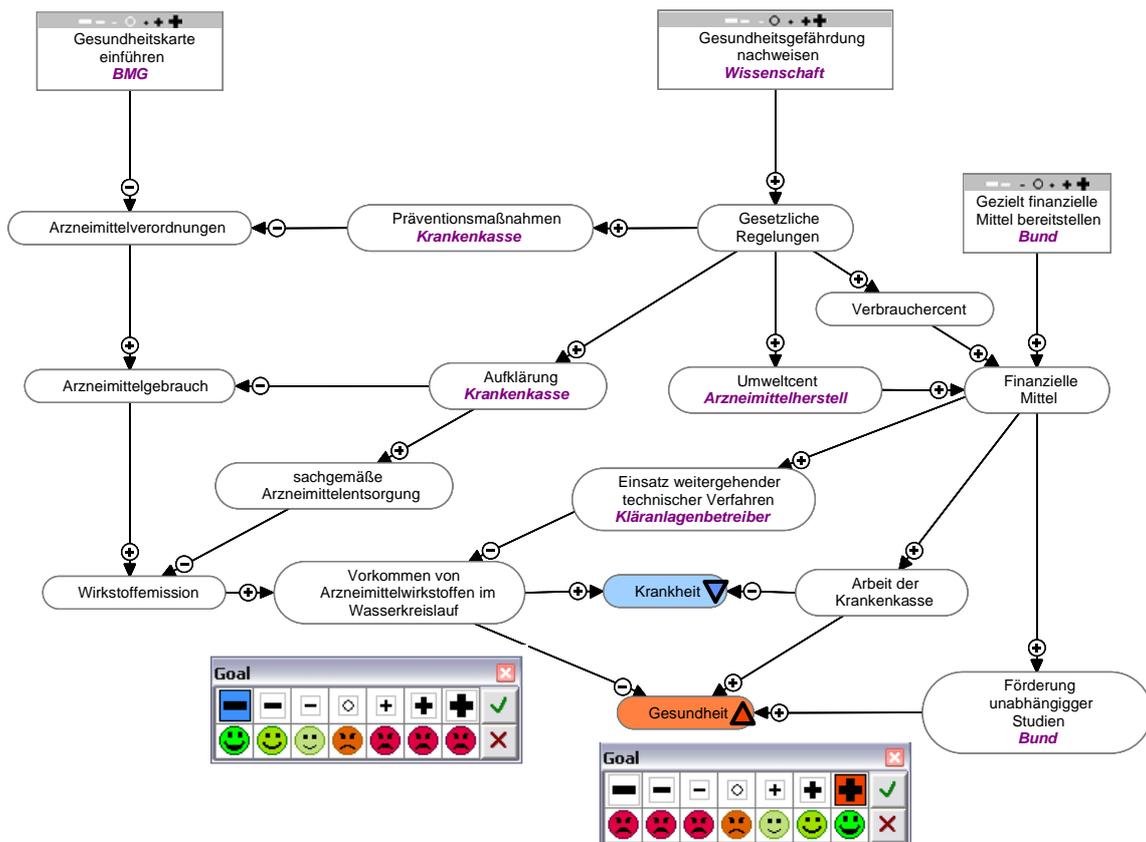


Abbildung 8: Wahrnehmungsgraph des Akteurs Krankenkasse

Handlung	Beste Strategie		Schlechteste Strategie		
	1		1	2	3
Gesundheitskarte einführen [BMG]	+		+	+	+
Gesundheitsgefährdung nachweisen [Wissenschaft]	+		○	○	○
Gezielt finanzielle Mittel bereitstellen [Bund]	○		-	-	-
Nutzen (alle Ziele)	2		-2		
Gesundheit verbessern	1		-1		
Krankheiten verringern	1		-1		

Tabelle 7: Akteur Krankenkasse: berechnete Handlungsstrategien (zur Erreichung aller Ziele)

3.1.6 Akteur Arzneimittelhersteller

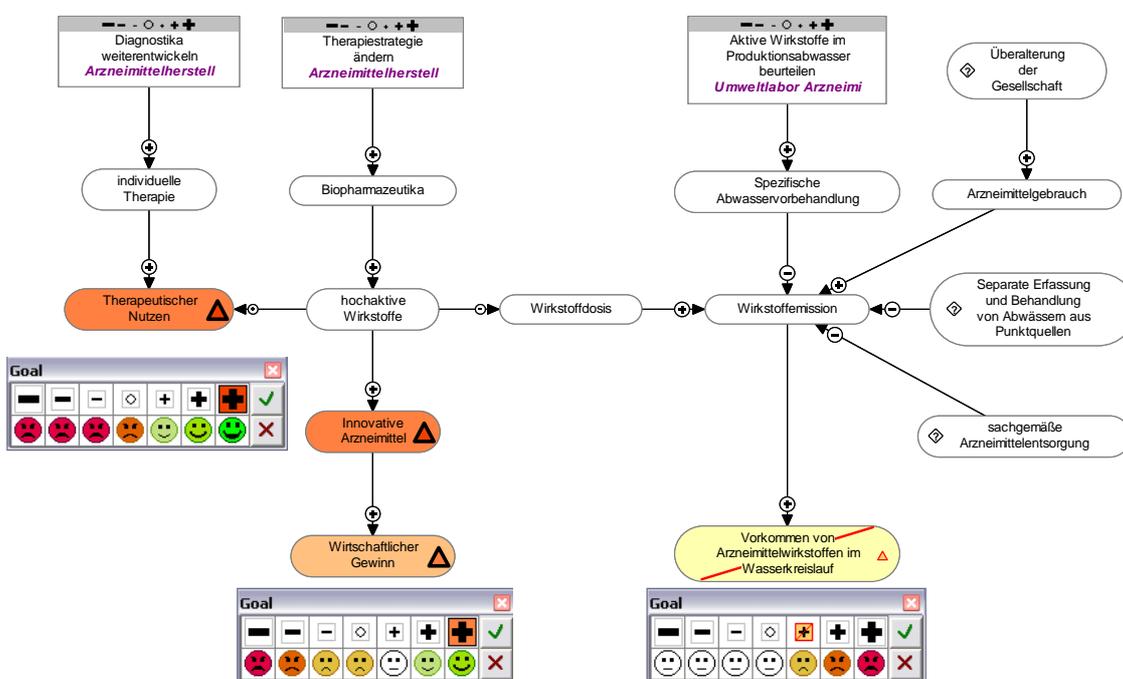


Abbildung 9: Wahrnehmungsgraph des Akteurs Arzneimittelhersteller

Aus Sicht des Akteurs Arzneimittelhersteller sind Umweltaspekte bei der Entwicklung neuer Arzneimittelwirkstoffe von nachrangiger Bedeutung. Im Vordergrund steht die pharmazeutische Funktionalität des Wirkstoffes, d.h. die Wirksamkeit und die Stabilität. Erst am Ende des Zulassungsprozesses durch eine Arzneimittel-Agentur spielen Umweltaspekte eine Rolle. Eigene Ziele des Arzneimittelherstellers sind daher eine Erhöhung des therapeutischen Nutzens von Arzneimitteln, eine verstärkte Entwicklung innovativer Arzneimittel und nicht zuletzt auch wirtschaftlicher Gewinn. Dennoch verfolgt der Akteur Arzneimittelhersteller das übergeordnete Ziel, durch eigene Handlungen einen Beitrag dazu zu leisten, einen weiteren Anstieg des Vorkommens von Arzneimittelwirkstoffen im Wasserkreislauf zu verhindern (vgl. Abbildung 9).

Der Arzneimittelhersteller sieht sich als autonom handelnden Akteur, der unabhängig von den Handlungen anderer Akteure seinen Beitrag zur Verringerung des Vorkommens von Arzneimittelwirkstoffen im Wasserkreislauf durch die Entwicklung hochaktiver Wirkstoffe und eine entsprechende Behandlung der Produktionsabwässer leistet. Die Entwicklung umweltfreundlicher Arzneimittel erachtet der Akteur Arzneimittelhersteller im Gegensatz zur Mehrzahl der im vorliegenden Bericht betrachteten Akteure nicht als geeignet, um einen Beitrag zur Problemlösung zu leisten.

Die beste Handlungsstrategie aus Sicht des Arzneimittelherstellers wäre, sowohl die Weiterentwicklung von Diagnostika als auch die Entwicklung neuer Therapiestrategien mit Nachdruck zu betreiben (vgl. Tabelle 8). Aus Sicht des Akteurs Arzneimittelhersteller kann durch die Entwicklung innovativer Therapiestrategien besonders wirksam ein Anstieg des Vorkommens von Arzneimittelwirkstoffen im Wasserkreislauf verhindert werden. Verstärkte Anstrengungen bei der Behandlung von Produktionsabwässern werden dagegen nicht für notwendig erachtet. Unterstützt wird diese Strategie aus Sicht des Akteurs Arzneimittelhersteller durch von ihm erwartete Änderungen in den Bereichen Arzneimittelentsorgung und Abwasserinfrastruktur, die nach seiner Ansicht ebenfalls zu einer Verminderung der Wirkstoffemission beitragen. Hingegen wirkt ein steigender Arzneimittelgebrauch, den der Akteur im Zuge des demographischen Wandels erwartet, dieser Entwicklung entgegen.

Handlung	Beste Strategie				Schlechteste Strategie		
	1	2	3	4	1	2	3
Diagnostika weiterentwickeln [Arzneimittelhersteller]	+	+	+	+	-	○	-
Therapiestrategie ändern [Arzneimittelhersteller]	+	+	+	+	-	-	-
Aktive Wirkstoffe im Produktionsabwasser beurteilen und behandeln [Umweltlabor Arzneimittelhersteller]	-	-	-	-	-	-	-
Nutzen (alle Ziele)	2,5				-4		
Therapeutischen Nutzen erhöhen	1				-1		
Entwicklung innovativer Arzneimittel erhöhen	1				-1		
Wirtschaftlichen Gewinn erhöhen	0,50				-1		
Anstieg des Vorkommens von Arzneimittelwirkstoffen im Wasserkreislauf verhindern	0				-1		

Tabelle 8: Akteur Arzneimittelhersteller: berechnete Handlungsstrategie (zur Erreichung aller Ziele)

3.1.7 Akteur BMG und untergeordnete Behörden

Der Akteur BMG und untergeordnete Behörden ist für die Problematik „Arzneimittelwirkstoffe im Trinkwasser“ stark sensibilisiert. Ein vorsorgender Umgang mit der Problematik wird ausdrücklich begrüßt. Ziel des Akteurs ist es, das Vorkommen von Arzneimittelwirkstoffen im Wasserkreislauf und damit potenzielle Belastungen des Trinkwassers stark zu reduzieren (vgl. Abbildung 10).

Der Akteur verfügt über eine sehr umfassende Wahrnehmung der Problematik und sieht daher sowohl eigene Handlungsmöglichkeiten als auch geeignete Maßnahmen der Akteure Arzneimittel-Agentur, Kommune und Gesetzgeber, um eine Verminderung des Vorkommens von Arzneimittelwirkstoffen im Wasserkreislauf zu erzielen. Dabei ist sowohl der eigene Handlungsspielraum als auch der Handlungsspielraum

der weiteren Akteure nach seiner Ansicht groß. Die Wirkung der eigenen Handlungsoptionen auf die Zielerreichung wird allerdings stärker eingeschätzt als die Wirkung möglicher Handlungen weiterer Akteure.

Die beste Handlungsstrategie (vgl. Tabelle 9, Strategien 4 und 5) aus Sicht des Akteurs wäre es, die Gesundheitskarte wie vorgesehen einzuführen und die problemspezifische Forschungstätigkeit des Umweltbundesamtes konstant weiterzuführen. Um eine wirksame Verminderung des Vorkommens von Arzneimittelwirkstoffen im Wasserkreislauf zu erreichen, müsste aus Sicht des Akteurs insbesondere der Gesetzgeber die rechtlichen Grundlagen für einer stärkere Berücksichtigung der Umwelteigenschaften von Arzneimitteln bei der Neuzulassung und einen bundeseinheitlichen Entsorgungsstandard für Arzneimittel schaffen. Überdies müssten Kommunen eine dezentrale Vorbehandlung von Abwässern aus Punktquellen implementieren.

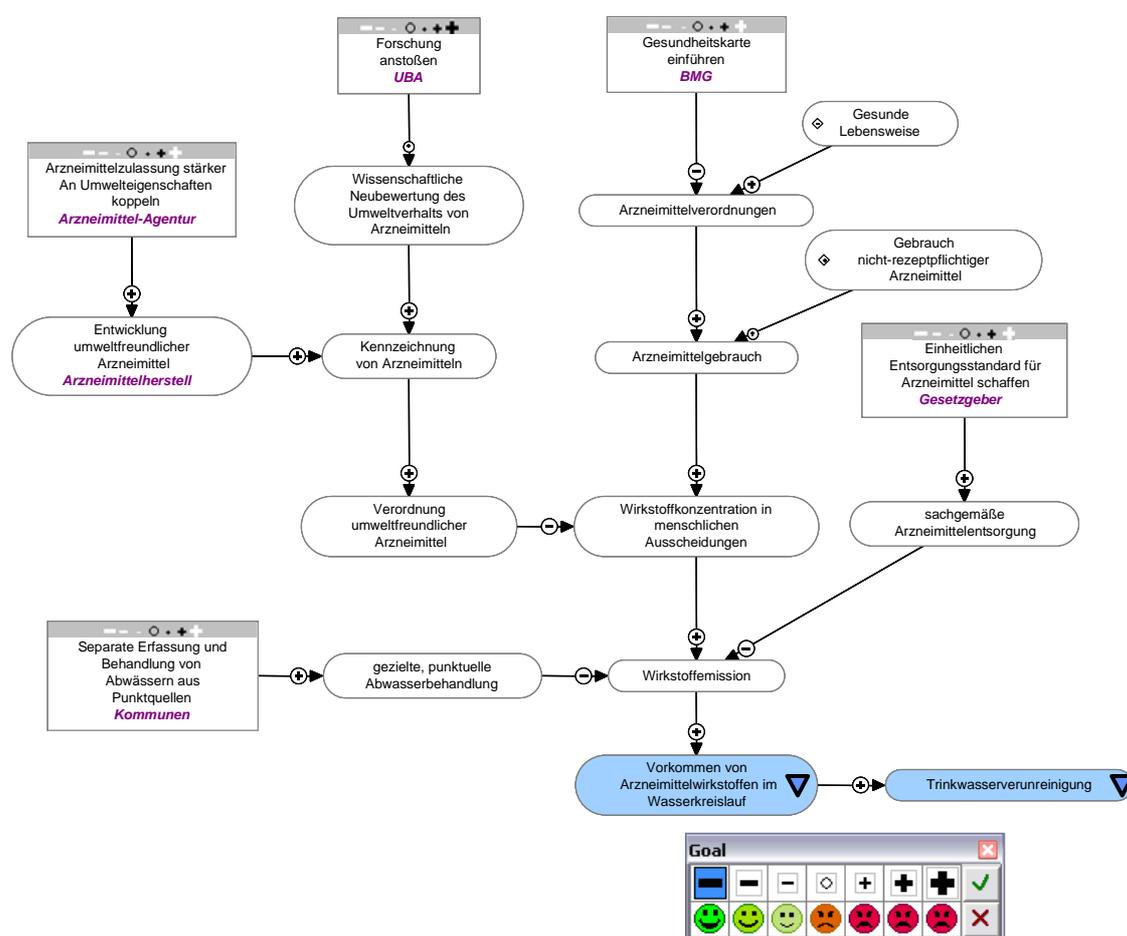


Abbildung 10: Wahrnehmungsgraph des Akteurs BMG und untergeordnete Behörden

Handlung	Beste Strategie										Schlechteste Strategie
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1
Forschung anstoßen [UBA]	+	+	+	○	○	+	+	○	+	+	○
Gesundheitskarte einführen [BMG]	+	+	+	○	○	+	+	+	+	+	○
Einheitlichen Entsorgungsstandard für Arzneimittel schaffen [Gesetzgeber]	○	○	○	+	+	+	+	+	+	○	○
Separate E & B von Abwässern aus Punktquellen [Kommunen]	+	○	+	+	+	○	+	○	○	+	○
Arzneimittel-Zulassung stärker an Umwelteigenschaften von Arzneimitteln koppeln [Arzneimittel-Agenturen]	○	+	○	+	+	+	○	○	○	○	○
Nutzen (alle Ziele)	2										-1
Vorkommen von Arzneimittelwirkstoffen im Wasserkreislauf vermindern	1										- 0,50
Trinkwasserbelastung vermindern	1										- 0,50

Tabelle 9: Akteur BMG und untergeordnete Behörden: berechnete Handlungsstrategie (zur Erreichung aller Ziele)

Zusammenfassung

Die Akteure Apotheker, Kläranlagenbetreiber und Krankenkasse sehen sich nicht als autonom handelnde Akteure, die unabhängig von anderen Akteuren zur Erreichung des Ziels einer Verminderung des Vorkommens von Arzneimittelwirkstoffen im Wasserkreislauf beitragen können. Der Akteur Arzneimittelhersteller hingegen versteht sich in diesem Sinne als autonom. Die Akteure Arzt, BMG und untergeordnete Behörden sowie Wasserwerke sehen neben eigenen Handlungsmöglichkeiten weitere relevante Akteure, die mit akteurspezifischen Handlungen auf die jeweilige Zielerreichung einwirken können. Vergleicht man diese Handlungen und die jeweils handelnden Akteure, die in den Akteurswahrnehmungen vorkommen, so fällt eine Dominanz von Akteuren wie dem Gesetzgeber, dem Bund und Behörden auf. Neben dem BMG (*Einführung der Gesundheitskarte*) und dem Gesetzgeber (z.B. *Einheitlichen Entsorgungsstandard für Arzneimittel schaffen*) wird ebenfalls der Akteur Arzneimittel-Agentur (*Umwelteigenschaften bei der Arzneimittelzulassung berücksichtigen*) von zahlreichen Akteuren für die Zielerreichung als relevant erachtet. Dies kann als Hinweis darauf gewertet werden, dass es aus Sicht der Akteure erforderlich ist, zunächst entsprechende Rahmenbedingungen zu schaffen, um ein problemorientiertes und zielführendes Handeln der Akteure zu ermöglichen bzw. zu motivieren.

Aus Sicht der Akteure Apotheker und Kläranlagenbetreiber bestehen Handlungsmöglichkeiten für den Akteur Arzt. Auch dieser selbst sieht Möglichkeiten, durch eigene Handlungen zur Zielerreichung beizutragen. Arzneimittelhersteller, Kläranlagenbetreiber und Krankenkassen werden von den weiteren Akteuren nicht als Akteure wahrgenommen, die unabhängig von anderen Akteuren handeln können. Dies stützt die Wahrnehmung der Akteure Krankenkasse und Kläranlagenbetreiber, die zum aktuellen Zeitpunkt keine eigenen Handlungsmöglichkeiten sehen. Erstaunlich ist, dass mit Ausnahme der Wasserwerke selber die anderen betrachteten Akteure keine Handlungsmöglichkeiten für Wasserwerke und Kläranlagenbetreiber sehen, um einen Beitrag zur Verminderung des Vorkommens von Arzneimittelwirkstoffen im Wasserkreislauf zu leisten. Erstaunlich ist ebenso, dass der „Bürger“ als Arzneimittel- und Trinkwasserkonsument nur in der Wahrnehmung der Wasserwerke von Bedeutung ist und durch eigenes Handeln Einfluss auf die Problematik nehmen kann.

Die aus Projektsicht relevanten Akteure sehen einige Handlungsoptionen, die auch in den drei *start*-Strategieansätzen vorgeschlagen werden. Dabei werden Handlungsoptionen, die dem Verhaltensansatz zuzuordnen sind, von den Akteuren häufiger genannt als Handlungsoptionen aus dem Technik- oder Wirkstoffansatz. Darüber hinaus werden von den Akteuren weitere Handlungsoptionen genannt, die nicht Bestandteile der Start-Strategieansätze sind, jedoch den drei Handlungsfeldern Technik, Verhalten und Wirkstoff zugeordnet werden können (vgl. Tabelle 13). Daneben werden einige wenige Handlungsoptionen im Handlungsfeld Technik gesehen, deren Umsetzung von den angesprochenen Akteuren jedoch nicht begrüßt wird. Während beim Akteur Arzneimittelhersteller die Entwicklung umweltfreundlicher Arzneimittel nicht im Vordergrund steht, werden von anderen Akteuren hingegen Maßnahmen begrüßt, die eine Entwicklung umweltfreundlicher Arzneimittel befördern würden.

3.2 Vergleich der Einzelwahrnehmungen

3.2.1 Unterschiede in den Akteurswahrnehmungen

In Bezug auf das übergeordnete Ziel *Vorkommen von Arzneimittelwirkstoffen im Wasserkreislauf vermindern* wird aus Sicht der Akteure eine unterschiedliche Änderung gewünscht. Während die Akteure Arzt, Apotheker sowie BMG und untergeordnete Behörden eine Verminderung des Vorkommens anstreben (vgl. Abbildung 3, Abbildung 4 und Abbildung 7), möchte der Akteur Arzneimittelhersteller lediglich einen weiteren Anstieg des Vorkommens von Arzneimittelwirkstoffen im Wasserkreislauf verhindern (vgl. Abbildung 9).

Während aus Sicht des Akteurs Kläranlagenbetreiber eine stärkere Berücksichtigung von Umwelteigenschaften bei der Arzneimittelzulassung kaum möglich erscheint, sieht der Akteur BMG und untergeordnete Behörden hier einen durchaus größeren Handlungsspielraum (vgl. Abbildung 5, Tabelle 4 und Abbildung 10, Tabelle 9). Übersetzt in das Nutzenkalkül von DANA bedeutet dies, dass der vom Akteur BMG und untergeordnete Behörden gesehene größere Handlungsspielraum zu einem größeren Nutzen hinsichtlich der Zielerreichung führt als aus Sicht des Akteurs Kläranlagenbetreiber. Im Hinblick auf die Schaffung eines einheitlichen Entsorgungsstandards für Arzneimittel (durch den Gesetzgeber) ergibt sich für den Akteur Arzt für die aus seiner Sicht durchführbaren Handlungsänderungen ein geringerer Nutzen für die Zielerreichung als für durchführbare Handlungsänderungen aus Sicht des Akteurs BMG und untergeordnete Behörden, d.h. der Arzt bewertet die Handlungsoptionen des Gesetzgebers als weniger wirksam für die Zielerreichung (vgl. Abbildung 6, Tabelle 5 und Abbildung 10, Tabelle 9).

Des Weiteren konnten Unterschiede bezüglich erwarteter Veränderungen in Faktoren aufgrund externer Einflüsse festgestellt werden. Während der Akteur Wasserwerke einen geringen Anstieg im Faktor *Überalterung der Gesellschaft* erwartet, geht der Akteur Arzneimittelhersteller von einer stärkeren Überalterung der Gesellschaft aus, was sich aufgrund altersbedingter Erkrankungen in einem erhöhten Arzneimittelgebrauch niederschlägt (vgl. Abbildungen 4 und 9). Bei den Akteuren Arzt und BMG und untergeordnete Behörden beruht der Unterschied auf gegensätzlichen Erwartungen bezüglich der erwarteten Änderung im Faktor *Gesunde Lebensweise* der Bevölkerung. Während der Akteur Arzt davon ausgeht, dass es zu einer geringfügigen Verbesserung der Lebensweise und somit zu einer Verringerung typischer Erkrankungen kommt nimmt der Akteur BMG und untergeordnete Behörden hingegen an, dass sich die Lebensweise der Bevölkerung in Zukunft verschlechtern wird und dadurch mehr Arzneimittelverordnungen erforderlich werden (vgl. Abbildungen 6 und 10).

Zusammenfassung

Die vergleichende Analyse der Akteurswahrnehmungen liefert keine deutlichen Hinweise auf potenzielle Konfliktbereiche. Das übergeordnete Ziel *Vorkommen von Arzneimittelwirkstoffen im Wasserkreislauf vermindern* wird ausdrücklich nur von den Akteuren Apotheker, Arzt, Arzneimittelhersteller und BMG und untergeordnete Behörden verfolgt. Während dies das einzige problembezogene Ziel des Akteurs Arzt darstellt, verfolgen die anderen Akteure weitere Ziele wie die Vermeidung eines Anstiegs der Konzentrationen von Arzneimittelwirkstoffen im Klinikabwasser (Apotheker), die Steigerung des therapeutischen Nutzens, die Entwicklung innovativer Arzneimittel und wirtschaftlichen Gewinn (Arzneimittelhersteller) sowie eine Verringerung der Trinkwasserbelastung (BMG und untergeordnete Behörden). Die Akteure Kläranlagenbetreiber, Krankenkasse und Wasserwerke verfolgen dagegen andere Ziele, wie eine Steigerung des guten ökologischen und chemischen Gewässerzustandes und der Wirtschaftlichkeit (Kläranlagenbetreiber), eine Verbesserung der Gesundheit und eine Verringerung von Krankheiten (Krankenkasse) sowie eine höhere Sensibilisierung im Umgang mit Arzneimitteln.

Ähnlich wie für die Ziele lassen sich für Handlungsoptionen nur sehr geringe Unterschiede in den Akteurswahrnehmungen feststellen. Es gibt lediglich zwei Handlungen, die von zwei Akteuren gemeinsam als geeignetes Instrument zur Zielerreichung betrachtet werden, nämlich erstens eine stärkere Berücksichtigung von Umwelteigenschaften bei der Arzneimittelzulassung und zweitens die Schaffung eines einheitlichen Entsorgungsstandards für Arzneimittel. Dies betont aus Sicht einzelner Akteure die Bedeutung einer Änderung von gesetzlichen Rahmenbedingungen als Voraussetzung für die Herstellung der eigenen Handlungsfähigkeit.

3.2.2 Ähnlichkeiten und Gemeinsamkeiten in den Akteurswahrnehmungen

Bei den Faktoren, die von den Akteuren als relevant für die Erreichung des übergeordneten Ziels betrachtet werden, ist eine deutliche Fokussierung auf zwei Handlungsbereiche festzustellen. Zum einen auf den Bereich der Verordnung, des Gebrauchs und der Entsorgung von Arzneimitteln. Zum anderen ist eine Konzentration der relevanten Faktoren im Bereich der Umwelteigenschaften von Arzneimitteln festzustellen. Faktoren hingegen, die dem Technikbereich zuzuordnen wären, sind deutlich unterrepräsentiert.

Betrachtet man, welche der aus Sicht der Akteure relevanten Faktoren durch Handlungen und andere Faktoren besonders stark beeinflusst werden können, ergibt sich ein recht ähnliches Bild wie bei der Analyse der relevanten Faktoren. Auch hier ist eine Dominanz von Faktoren in den Bereichen des Umgangs mit Arzneimitteln sowie den Umwelteigenschaften von Arzneimitteln zu verzeichnen. Dabei sind jene Faktoren, die den Umgang mit Arzneimitteln betreffen, stärker durch Handlungen und andere Faktoren zu beeinflussen als die Faktoren, die die Umwelteigenschaften von Arzneimitteln betreffen. Nach Ansicht der Akteure können die für die Problematik „Arzneimittelwirkstoffe im Trinkwasser“ relevanten Faktoren insbesondere über die Handlungsfelder Verhalten und Wirkstoff wirksam beeinflusst werden.

Sowohl in Bezug auf Faktoren als auch bezüglich der kausalen Verknüpfungen zwischen einzelnen Faktoren und über mehrere Faktoren hinweg („Wirkungspfade“) weisen die Akteure Arzt, Arzneimittelhersteller und BMG und untergeordnete Behörden die größten Gemeinsamkeiten auf. Besonders große Übereinstimmungen bestehen zwischen den Akteuren BMG und Arzt im Hinblick auf Faktoren, die in beiden Akteurswahrnehmungen gemeinsam vorkommen. Auch aus Sicht der weiteren Akteure bestehen die größten Gemeinsamkeiten mit den Akteuren Arzt und BMG und untergeordnete Behörden, wobei die höchsten Übereinstimmungen aus Sicht des Akteurs Krankenkasse bestehen.

Ein vergleichbares Bild ergibt sich für kausale Verknüpfungen zwischen einzelnen Faktoren und Wirkungspfaden. Auch hier finden sich die größten Gemeinsamkeiten zwischen den Akteuren Arzt, Arzneimittelhersteller, BMG und untergeordnete Behörden sowie Krankenkassen. Weitere hohe Übereinstimmungen gibt es zwischen den Akteuren Kläranlagenbetreiber und Wasserwerke.

Zusammenfassung

Die betrachteten Akteure weisen trotz unterschiedlicher Ziele und Handlungsoptionen eine Reihe von Gemeinsamkeiten in ihren Problemwahrnehmungen auf. Das Bestehen von Gemeinsamkeiten in den Akteurswahrnehmungen liefert Hinweise darauf, wo möglicherweise kooperatives Handeln zwischen den Akteuren möglich ist oder aber wo potenzielle Synergien entstehen oder genutzt werden können. Hervorzuheben ist hier die aus Akteurssicht große Bedeutung von Faktoren, die den Umgang mit Arzneimitteln (Verordnung, Gebrauch, Entsorgung) sowie die Umwelteigenschaften von Arzneimitteln betreffen.

Die genannten Bereiche sind aus Akteurssicht zum einen von besonderer Relevanz für die Problematik „Arzneimittelwirkstoffe im Trinkwasser“, zum anderen können diese Bereiche durch unterschiedliche Handlungen wirksam beeinflusst werden. Besonders große Gemeinsamkeiten konnten zwischen den Akteuren Arzneimittelhersteller, BMG und untergeordnete Behörden sowie Krankenkassen festgestellt werden, die hauptsächlich durch den *start*-Verhaltensansatz, aber auch durch den *start*-Wirkstoffansatz angesprochen werden. Weitere hohe Übereinstimmung ließen sich zwischen den Akteuren Kläranlagenbetreiber und Wasserwerke erkennen, die insbesondere durch den *start*-Technikansatz angesprochen werden.

3.3 Analyse des Gesamtakteursmodells

Abbildung 11 zeigt das so genannte Gesamtakteursmodell, das das Problemfeld aus Sicht der Analytistin widerspiegelt. Problembezogene Handlungsoptionen und Faktoren aus den Wahrnehmungsgraphen der Akteure und Maßnahmen aus den *start*-Strategieansätzen, die die Analytistin für die Erreichung des Ziels *Vorkommen von Arzneimittelwirkstoffen im Wasserkreislauf vermindern* als relevant erachtet, wurden zu einem Modell kombiniert. Die einzelnen Handlungsoptionen sind entsprechend der drei Handlungsfelder der *start*-Strategieansätze farblich gekennzeichnet (Technik = blau, Verhalten = grün und Wirkstoff = rot; vgl. Abbildung 11).

Für das Gesamtakteursmodell wurde eine für die Erreichung des übergeordneten Ziels *Vorkommen von Arzneimittelwirkstoffen im Wasserkreislauf verringern* optimale Handlungsstrategie ermittelt, die, unterteilt in die drei *start*-Handlungsfelder, in den unten stehenden Tabellen 10 bis 12 dargestellt ist. Soweit möglich wurden Handlungsoptionen, die nicht in den *start*-Strategieansätzen enthalten sind, aber von den Akteuren genannt wurden, den drei entsprechenden Handlungsfeldern zugeordnet (kursiv). In Tabelle 13 sind Handlungsoptionen aufgeführt, die von den Akteuren genannt wurden, aber nicht eindeutig den *start*-Strategieansätzen zuzuordnen sind. Handlungsoptionen, die sowohl von den Akteuren genannt wurden als auch in den *start*-Strategieansätzen enthalten sind, sind **fett** hervorgehoben. Neben der berechneten optimalen Handlungsstrategie für das Gesamtakteursmodell (Spalte „Optimale Strategie GAM“) wird zum Vergleich in der Spalte „Optimale Handlungsänderung WG“ aufgeführt, welche optimale Handlungsänderung für die einzelnen Wahrnehmungsgraphen der Akteure, in denen die betreffende Handlungsoption vorkommt, berechnet wurde. Kommt eine Handlungsoption in den Wahrnehmungsgraphen zweier Akteure gemeinsam vor, wie beispielsweise *Umwelteigenschaften bei der Arzneimittelzulassung berücksichtigen* oder *Einheitlichen Entsorgungsstandard für Arzneimittel schaffen*, sind beide, aus Sicht der jeweiligen Akteure optimalen Handlungsänderungen in der Spalte „Optimale Handlungsänderung WG“ angegeben.

Wie bereits in Kapitel 2 erläutert, ist die optimale Handlungsstrategie eine Kombination von Handlungsänderungen, die mit dem höchsten Nutzen für die Erreichung des angestrebten Ziels verbunden ist. Da die Berechnung der optimalen Handlungsstrategie dem Prinzip der Nutzen-Maximierung folgt, erfordern die ermittelten Handlungsänderungen von den jeweils handelnden Akteuren eine möglichst geringe Änderung

der aktuellen Handlungsweise. Es wurden weitere Handlungsstrategien berechnet, die alle zu einem identischen Nutzen führen, aber mit einem höheren Aufwand für die handelnden Akteure (d.h. einer weitergehenden Änderung der aktuellen Handlungsweise) verbunden und daher unökonomisch wären. An dieser Stelle wird daher nur jene Handlungsstrategie betrachtet, die mit dem geringsten Aufwand der handelnden Akteure zur Zielerreichung führt. Dabei wird angenommen, dass ein zur Zielerreichung erforderlicher, geringer Aufwand die Umsetzungsbereitschaft der handelnden Akteure erhöht.

Die berechnete optimale Handlungsstrategie entspricht nicht notwendigerweise der zu entwickelnden integrierte Strategie, liefert jedoch Hinweise darauf, wie eine derartige Strategie gestaltet sein könnte. Die Ergebnisinterpretation hat sich teilweise als schwierig erwiesen, da für einige Handlungen bzw. Maßnahmen, die noch nicht implementiert sind, eine gleich bleibende Handlungsweise (○) als optimal ermittelt wurde. Neue problembezogene, noch nicht implementierte Handlungen können jedoch nicht gleich bleibend durchgeführt werden. Für die Ergebnisinterpretation wurde daher in Abweichung von der DANA-Terminologie (vgl. Tabelle 2) folgende Regelung getroffen:

○ - sinnvolle Handlung, die jedoch nicht nachdrücklich durchgeführt werden muss,

+ / + - Handlung, die mit Nachdruck betrieben werden muss.

Handlung [Akteur]	Optimale Strategie GAM	Optimale Handlungsänderung WG
Abwasser-Teilströme separat erfassen [Kommunen]	+	-
Separate Erfassung und Behandlung von Abwässern aus Krankenhäusern und Altenheimen [Träger der Einrichtungen]	○	+
Wassergewinnungsanlagen (nicht-stationär) nachrüsten [Wasserwerke]	○	○

Tab. 10: Berechnete Handlungsstrategie für den Bereich „Technik“

Handlung [Akteur]	Optimale Strategie GAM	Optimale Handlungsänderung WG
Arzneimittel in variablen Packungsgrößen anbieten [Arzneimittelhersteller]	○	-
Diskurs über die Problematik bei Ärzten und Apothekern initiieren [PR-Agentur]	○	-
Einheitlichen Entsorgungsstandard für Arzneimittel schaffen [Gesetzgeber]	○	⊕ / ○
Gesundheitskarte einführen [BMG]	⊕	⊕
Hinweise zur sachgemäßen Entsorgung auf Arzneimittelverpackung und Gebrauchsinformation anbringen [Arzneimittelhersteller]	⊕	-
Nicht-medikamentöse Therapien verordnen [Arzt]	⊕	○
Prävention als politisches Mandat vertreten [Politik]	⊕	⊕
Problematik als Baustein in die Fortbildung von Ärzten und Apothekern einbetten [Berufsverbände]	⊕	-
Umweltaspekte bei Arzneimittelwahl berücksichtigen [Arzt]	○	⊕
Umweltklassifikationsliste für die wichtigsten Arzneimittel erstellen [Wissenschaftliche Institute]	⊕	-
Verbraucher informieren [Arzt/Apotheker]	○	⊕
Verordnete Arzneimittelmenge reduzieren [Arzt]	○	⊕
Zielgruppenspezifische Kampagne zur Aufklärung der Bevölkerung über sachgemäße Entsorgung unverbrauchter Arzneimittel durchführen [Bund/ Land/ Kasse]	⊕	-
Zuzahlungen für Arzneimittel anheben [BMG]	⊕	⊕

Tabelle 11: Berechnete Handlungsstrategie für den Bereich „Verhalten“

Handlung [Akteur]	Optimale Strategie GAM	Optimale Handlungsänderung WG
<i>Hochaktive Wirkstoffe entwickeln [Arzneittelhersteller]</i>	○	+
Patentlaufzeit für umweltfreundliche Arzneimittelwirkstoffe verlängern [Gesetzgeber]	○	-
Schwerpunkt an Hochschulen im Bereich Chemie und Pharmazie auflegen [DFG]	+	-
Spezielle Forschungsförderprogramme zur maßgeschneiderten Entwicklung „eigensicherer“ Arzneimittelwirkstoffe initiieren [Staatliche Forschungsförderung]	+	-
Arzneimittelzulassung stärker an Umwelteigenschaften koppeln [Arzneimittel-Agentur]	○	- / ○
Wettbewerb / Preis für „Nachhaltige Pharmazie“ ausloben [UBA]	○	-

Tabelle 12: Berechnete Handlungsstrategie für den Bereich „Wirkstoff“

Handlung [Akteur]	Optimale Strategie GAM	Optimale Handlungsänderung WG
<i>Forschungstätigkeit fortführen [UBA]</i>	+	+
<i>Gesundheitsgefährdung nachweisen [Wissenschaft]</i>	○	+
<i>Reines Trinkwasser fordern [Bürger]</i>	○	+

Tabelle 13: Berechnete Handlungsstrategie für Handlungsoptionen, die von den Akteuren genannt wurden, aber nicht eindeutig den start-Strategieansätzen zuzuordnen sind.

Wie die Berechnung der besten Handlungsstrategie für das Gesamtkteursmodell zeigt, kann das Ziel einer Verringerung des Vorkommens von Arzneimittelwirkstoffen im Wasserkreislauf nicht durch Handlungen in einem Handlungsfeld alleine erreicht werden. Vielmehr wird deutlich, dass eine gemeinsame Risikovorsorge verschiedener Akteure aus unterschiedlichen Bereichen notwendig ist. Setzt man im Gesamtkteursmodell alle Handlungsoptionen auf gleich bleibend (○, d.h. keine Änderung der gegenwärtigen Handlungsweise), führt dies unmittelbar dazu, dass das Ziel nicht erreicht wird (in DANA angezeigt durch einen negativen Nutzenwert).

Betrachtet man die Handlungsänderungen der optimalen Strategie so wird deutlich, dass die Akteure ihre aktuelle Handlungsweise nur wenig ändern müssten. Handlungen wie beispielsweise die separate Erfassung und Behandlung von Abwässern aus Krankenhäusern und Altenheimen, die Nachrüstung von Wassergewinnungsanlagen, die Schaffung eines einheitlichen Entsorgungsstandards für Arzneimittel, die Berücksichtigung von Umweltaspekten bei der Arzneimittelwahl, die Reduzierung der verordneten Arzneimittelmenge oder aber die stärkere Kopplung der Zulassung an die Umwelteigenschaften von Arzneimitteln sind zwar zielführend, müssten jedoch nicht nachdrücklich durchgeführt werden. Eine Verminderung des Vorkommens von Arzneimittelwirkstoffen im Wasserkreislauf in Bezug auf des Gesamtkteursmodell könn-

te jedoch durch die nachdrückliche Umsetzung von Handlungen wie die separate Erfassung von Abwasser-Teilströmen, zahlreichen Handlungen aus dem Handlungsfeld „Verhalten“ (vgl. Tabelle 11), sowie die Einrichtung spezieller Forschungsförderprogramme und eine weitergehenden Forschungstätigkeit des UBA erreicht werden. Die Einrichtung von problembezogenen Schwerpunkten an Hochschulen, die Stärkung des Stellenwertes der Krankheitsprävention sowie das Anbringen von Hinweisen zur sachgemäßen Entsorgung unverbrauchter Arzneimittel auf Verpackung und Gebrauchsinformation müssten besonders intensiv umgesetzt werden. Arzneimittelzulassung und Umwelteigenschaften müssten im Vergleich zum gegenwärtigen Zulassungsprozess nicht stärker gekoppelt werden. Während einige Handlungen im Handlungsfeld „Wirkstoff“, die einen Anreiz für die Entwicklung umweltfreundlicher Arzneimittel schaffen sollen, nicht nachdrücklich umgesetzt werden müssten, müsste die problembezogene Forschung intensiviert und stärker gefördert werden.

Vergleicht man die berechnete Handlungsstrategie des Gesamtakteursmodells für Handlungsoptionen, die auch in den Wahrnehmungsgraphen der Akteure vorkommen, mit den ermittelten optimalen Handlungsänderungen aus Sicht der einzelnen Akteure, so unterscheiden sich die Ausprägungen teilweise erheblich. Während zum Beispiel im Handlungsfeld Technik die separate Erfassung und Behandlung von Abwässern aus Punktquellen aus Sicht der Akteure eine für die Zielerreichung unverzichtbare Maßnahme ist, müsste diese Handlung gemäß der optimalen Handlungsstrategie des Gesamtakteursmodells nicht mit Nachdruck umgesetzt werden (vgl. Tabelle 10). Ähnliches lässt sich für die Handlungsfelder Verhalten und Wirkstoff anführen. Auch hier müssten Maßnahmen für eine optimale Zielerreichung nicht nachdrücklich implementiert werden, während aus Sicht einzelner Akteure eine (teilweise intensive) Umsetzung erforderlich wäre (vgl. Tabellen 11 und 12). In diesem Sinne ist die Zielerreichung im Gesamtakteursmodell also mit weniger Aufwand für die handelnden Akteure verbunden, als dies von den aus Projektsicht relevanten Akteuren wahrgenommen wird.

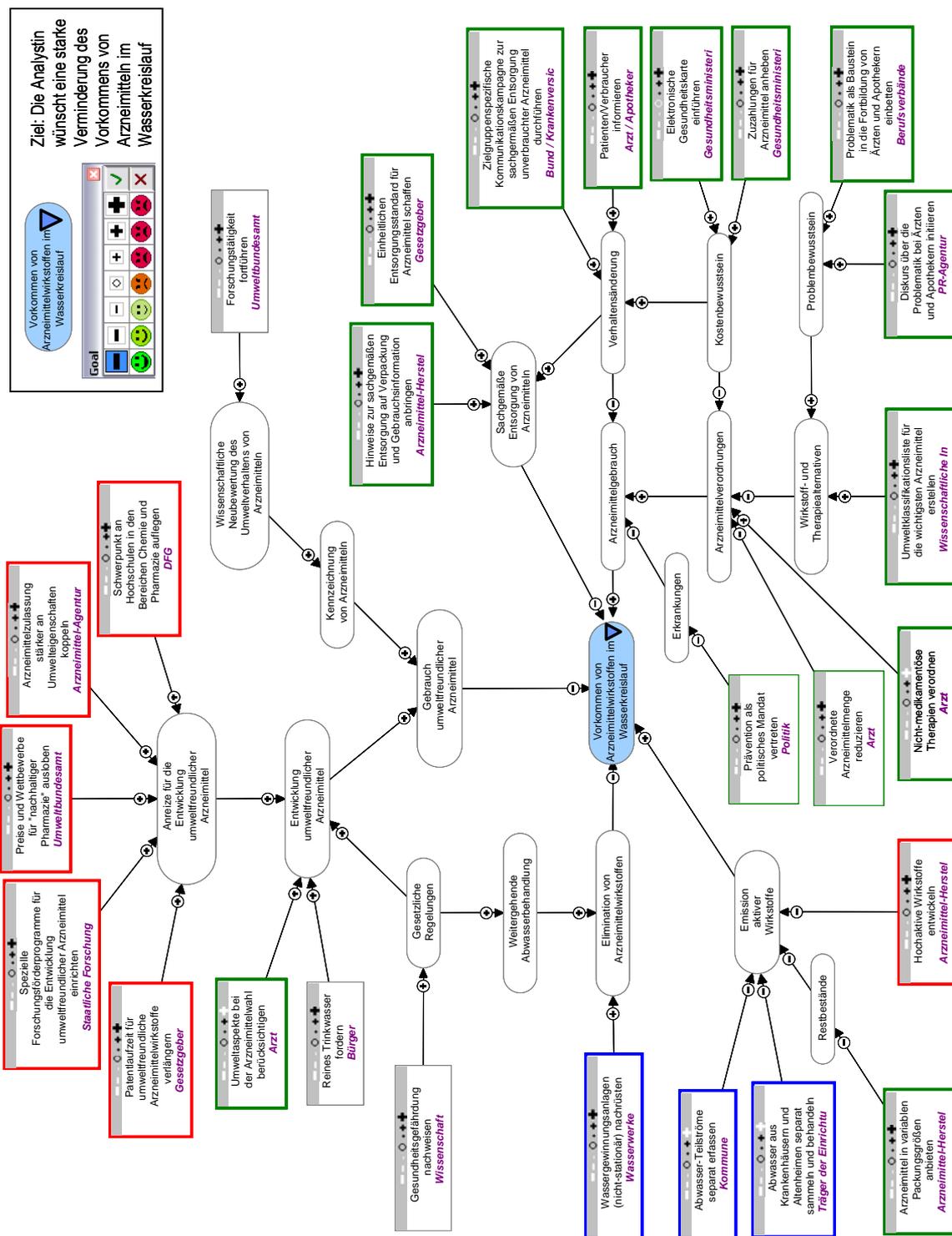


Abbildung 11: Gesamtaktorsmodell: Das Problemfeld „Arzneimittelwirkstoffe im Trinkwasser“ aus Sicht der Analystin

4 Diskussion der Handlungsoptionen und Zusammenfassung

Einzelwahrnehmungen der Akteure

Die Akteure Wasserwerke, Arzt, Arzneimittelhersteller sowie BMG und untergeordnete Behörden sind aus ihrer Sicht autonome Akteure, die unabhängig von Handlungen anderer Akteure einen Einfluss auf die Problematik „Arzneimittelwirkstoffe im Trinkwasser“ nehmen können. Die Akteure Apotheker, Kläranlagenbetreiber und Krankenkasse hingegen nehmen sich selbst im Hinblick auf die Problematik nicht als autonome Akteure wahr. Unter den gegenwärtigen Rahmenbedingungen sehen sie keine Möglichkeit, durch eigene Handlungen einen Einfluss auf den Eintrag von Arzneimittelwirkstoffen in den Wasserkreislauf zu nehmen. Vielmehr zeigt sich eine Abhängigkeit von Handlungen weiterer Akteure wie beispielsweise dem Gesetzgeber und Behörden, die die Akteure entweder aufgrund gesetzlicher Vorgaben zum Handeln motivieren oder aber die Akteure erst in die Lage versetzen, handeln zu können. So werden beispielsweise die Kläranlagenbetreiber eine vierte Klärstufe nur auf staatliche Verordnung hin implementieren. Eine Entwicklung umweltfreundlicher Arzneimittel durch die Arzneimittelhersteller kann aus Sicht der Mehrzahl der Akteure nur befördert werden, wenn die Zulassung von Arzneimitteln stärker an deren Umwelteigenschaften gekoppelt werden. Einen Sonderfall stellt der Akteur Krankenkasse dar. Zum einen sind die Leistungen, die die Krankenkassen erbringen, vom Gesetzgeber (Sozialgesetzbuch) vorgegeben, zum anderen wird nicht die Möglichkeit gesehen, auf Grundlage des Vorsorgeprinzips einen Einfluss auf die vorliegende Problematik zu nehmen. Nur wenn ein Risiko für die menschliche Gesundheit aufgrund des Vorkommens von Arzneimittelwirkstoffen im Trinkwasser wissenschaftlich belegt wird, sieht der Akteur Krankenkasse die Möglichkeit, auf Basis gesetzlicher Vorgaben zu handeln.

Die sieben im *start*-Projekt berücksichtigten Akteure sehen eine Vielzahl unterschiedlicher Handlungsmöglichkeiten, mit denen sowohl eine Verminderung des Vorkommens von Arzneimittelwirkstoffen im Wasserkreislauf als auch weitere, problemrelevante Ziele der Akteure erreicht werden können. Dabei finden sich in den Akteurswahrnehmungen auch Handlungsmöglichkeiten wieder, die für die drei *start*-Strategieansätze formuliert wurden. Handlungsmöglichkeiten aus dem *start*-Technikansatz nennen die Akteure Wasserwerke (*Wassergewinnungsanlagen nicht-stationär nachrüsten*) und BMG und untergeordnete Behörden (*Separate Erfassung und Behandlung von Abwässern aus Punktquellen*). Gemeinsame Handlungsoptionen mit dem *start*-Verhaltensansatz weisen die Akteure Arzt (*Nicht-medikamentöse Therapien verordnen, Einheitlichen Entsorgungsstandard für Arzneimittel schaffen, Zuzahlungen für Arzneimittel anheben*), Krankenkasse (*Gesundheitskarte einführen*) und BMG und untergeordnete Behörden (*Gesundheitskarte einführen, Einheitlichen Entsorgungsstandard für Arzneimittel schaffen*) auf. Sowohl der Akteur Kläranlagenbetreiber als auch der Akteur BMG und untergeordnete Behörden nennen ausdrücklich die im *start*-Wirkstoffansatz formulierte Maßnahme einer *stärkeren Kopplung von Arzneimittelzulassung und Umwelteigenschaften*.

Betrachtet man die Handlungsoptionen, die in den Akteurswahrnehmungen und den drei *start*-Strategieansätzen gemeinsam vorkommen, so fällt auf, dass Handlungsoptionen, die dem Handlungsfeld Verhalten zuzuordnen sind häufiger vorkommen als jene aus den Handlungsfeldern Technik oder Wirkstoff. Die Akteure Arzt und Krankenkasse sehen sogar ausschließlich Handlungsoptionen aus dem Handlungsfeld Verhalten. Aufgrund einer sehr dezidierten Problemwahrnehmung finden sich im Wahrnehmungsgraphen des Akteurs BMG und untergeordnete Behörden Handlungsoptionen aus allen drei Handlungsfeldern.

Ermittelt man die besten Handlungsstrategien zur Erreichung der akteursspezifischen Ziele für Handlungen, die sowohl in den Wahrnehmungsgraphen als auch in den *start*-Strategieansätzen vorkommen, so wäre für das Handlungsfeld Technik aus Sicht der Akteure die Einführung einer separaten Erfassung und Behandlung von Abwässern aus Krankenhäusern und Altenheimen Bestandteil einer optimalen Handlungsstrategie. Der aktuelle Stand der Technik zur Trinkwasseraufbereitung könnte beibehalten werden. Im Hinblick auf das Handlungsfeld Verhalten wäre es aus Sicht der Akteure optimal, die Gesundheitskarte einzuführen und Zuzahlungen zu Arzneimitteln zu erhöhen. Darüber hinaus wäre es erforderlich, dass Krankenversiche-

rungen die Verordnung nicht-medikamentöser Therapiemaßnahmen als ärztliche Leistung anrechnen. Während aus Sicht des Akteurs Arzt ein einheitlicher Entsorgungsstandard für Arzneimittel geschaffen werden müsste, ist dies aus Sicht des Akteurs BMG und untergeordnete Behörden für die Erreichung der akteurspezifischen Ziele nicht erforderlich. Im Handlungsfeld Wirkstoff ist aus Sicht der Akteure Kläranlagenbetreiber und BMG und untergeordnete Behörden eine strenge Berücksichtigung von Umwelteigenschaften bei der Arzneimittelzulassung eine Maßnahme, die zu einer Verminderung des Vorkommens von Arzneimittelwirkstoffen im Wasserkreislauf beitragen kann.

Von den Akteuren werden weitere Handlungsoptionen genannt, die nicht Bestandteile der *start*-Strategieansätze sind, jedoch den Handlungsfeldern Technik, Verhalten und Wirkstoff zugeordnet werden können. Es gibt jedoch auch Handlungen wie *Forschung anstoßen* [UBA], die sich nicht eindeutig einem Handlungsfeld zuordnen lassen, da sie auf mehrere Handlungsfelder wirken können. Handlungsoptionen, die sich dem Handlungsfeld Verhalten zuordnen lassen, werden von vielen Akteuren begrüßt. Hier zeichnet sich deutlich ab, dass eine stärkere Umsetzung von Maßnahmen wie Verbraucherinformation, Kommunikationskonzepte, eine veränderte Arzneimittelwahl im Hinblick auf ihre Umwelteigenschaften, eine Reduzierung der verordneten Arzneimittelmengen und Maßnahmen zur Krankheitsprävention von den Akteuren gewünscht werden. Aus Sicht des Akteurs Wasserwerke kann eine verstärkte Interessenvertretung, eine problemspezifische Verschärfung der Umweltgesetzgebung und des Arzneimittelrechts sowie die Forderungen der Bürger nach reinem Trinkwasser die Entwicklung umweltfreundlicher Arzneimittel befördern. Aus Sicht des Akteurs BMG und untergeordnete Behörden kann eine Fortsetzung der Forschungstätigkeiten in diesem Bereich einen Beitrag dazu leisten. Die Handlungsoptionen des Akteurs Arzneimittelhersteller zielen jedoch nicht auf die Entwicklung umweltfreundlicher Arzneimittel ab. Aus Sicht des Arzneimittelherstellers wird durch die Entwicklung hochaktiver Arzneimittelwirkstoffe ein ausreichender Beitrag zur Lösung der Problematik „Arzneimittelwirkstoffe im Trinkwasser“ geleistet.

Vergleich der Einzelwahrnehmungen

Wie der Vergleich der Wahrnehmungsgraphen untereinander zeigt, existieren zwischen den Akteuren keine Diskrepanzen, die auf nennenswerte Konfliktfelder hinweisen. Eine Ausnahme bildet jedoch der Faktor *Entwicklung umweltfreundlicher Arzneimittel*. Während der Akteur Arzneimittelhersteller die Entwicklung umweltfreundlicher Arzneimittel nicht als notwendig ansieht, um einen Beitrag zur Problemlösung zu leisten, wird die Entwicklung umweltfreundlicher Arzneimittel von zahlreichen Akteuren sowohl für die Erreichung der akteurspezifischen Ziele als auch für die Verminderung des Vorkommens von Arzneimittelwirkstoffen im Wasserkreislauf als wichtig bewertet.

Trotz unterschiedlicher Ziele und Handlungsoptionen weisen die Akteure eine Reihe von Gemeinsamkeiten in ihren Problemwahrnehmungen auf. Diese Gemeinsamkeiten können Hinweise darauf liefern, wo ein kooperatives Handeln zwischen den Akteuren oder Synergieeffekte genutzt werden können. Gemeinsamkeiten in den Problemwahrnehmungen der Akteure spiegeln sich darin wieder, welche Faktoren für die Erreichung des Ziels *Vorkommen von Arzneimittelwirkstoffen im Wasserkreislauf vermindern* als relevant erachtet werden und durch welche Handlungen aus welchen Handlungsfeldern diese Faktoren wirksam beeinflusst werden können. Hervorzuheben ist hier die aus Akteurssicht große Bedeutung von Faktoren, die den Umgang mit Arzneimitteln (Verordnung, Gebrauch, Entsorgung) sowie die Umwelteigenschaften von Arzneimitteln betreffen. Um eine Beziehung zu den Handlungsfeldern der *start*-Strategieansätze herzustellen, wurden Handlungsoptionen, durch die aus Akteurssicht relevante Faktoren beeinflusst werden, den drei Handlungsfeldern Technik, Verhalten und Wirkstoff zugeordnet (vgl. Abbildung 9). Von den Akteuren eingebrachte Handlungsoptionen wie *Gesundheitsgefährdung nachweisen* [Wissenschaft] und *Forschungstätigkeit fortführen* [UBA] und *Gezielt finanzielle Mittel bereitstellen* [Bund] konnten den Handlungsfeldern nicht exakt zugeordnet werden.

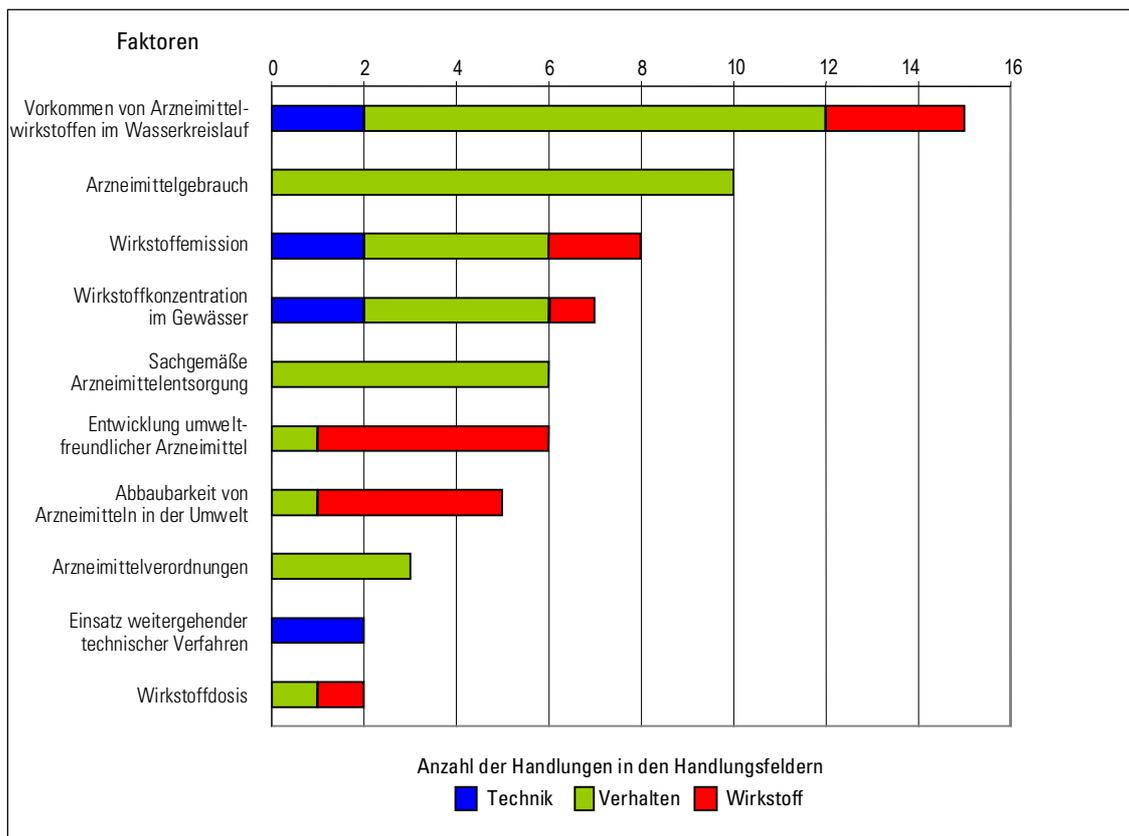


Abbildung 12: Gemeinsamkeiten in den Akteurswahrnehmungen – Beeinflussbarkeit relevanter Faktoren durch Handlungen der Bereiche Technik, Verhalten und Wirkstoff aus Sicht der Akteure.

Nach Einschätzung der Akteure kann das Vorkommen von Arzneimittelwirkstoffen im Wasserkreislauf durch Maßnahmen aus allen drei *start*-Strategieansätzen beeinflusst werden. Am wirksamsten werden jedoch Maßnahmen aus dem Handlungsfeld Verhalten erachtet. Faktoren wie eine *Verminderung des Arzneimittelgebrauchs* und der *Arzneimittelverordnungen* sowie eine *sachgemäße Entsorgung von Arzneimitteln* können nach Ansicht der Akteure wirksam durch Maßnahmen wie die *Information der Verbraucher*, die *Einführung der Gesundheitskarte*, die *Änderung der verordneten Arzneimittelmenge*, *höhere Zuzahlungen zu Arzneimitteln*, die *Verordnung nicht-medikamentöser Therapien* und die *Schaffung eines einheitlichen Entsorgungsstandards* für Arzneimittel erreicht werden.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass Bereiche, die zum einen Therapie- und Verschreibungspraktiken sowie das Gebrauchs- und Entsorgungsverhalten und zum anderen die Umwelteigenschaften von Arzneimitteln betreffen, aus Sicht der Akteure wirksame Ansatzpunkte für eine Risikomanagementstrategie sind. Handlungen aus dem Handlungsfeld Technik werden nur begrenzt als wirksam wahrgenommen (vgl. Abbildung 12). Synergien und Kooperationen können möglicherweise zwischen den Akteuren Arzt, BMG und untergeordnete Behörden sowie Krankenkassen genutzt werden, da sie Gemeinsamkeiten in ihren Problemwahrnehmungen aufweisen. Diese Akteure weisen zwar auch Gemeinsamkeiten mit dem Akteur Arzneimittelhersteller auf, dieser favorisiert im Gegensatz zu den übrigen Akteuren jedoch Handlungen, die nicht explizit auf die Entwicklung umweltfreundlicher Arzneimittel abzielen.

Das übergeordnete Ziel, das Vorkommen von Arzneimittelwirkstoffen im Wasserkreislauf zu vermindern, wird vom Großteil der Akteure geteilt. Die Akteure Apotheker, Wasserwerke, Kläranlagenbetreiber und BMG und untergeordnete Behörden verfolgen weitere Ziele, wie die *Verminderung der Konzentration umweltrelevanter Arzneimittel im Klinikabwasser*, die *Verminderung der Trinkwasserbelastung*, eine *Verbes-*

serung des ökologischen und chemischen Gewässerzustandes sowie eine Verminderung der Wirkstoffkonzentration im Trinkwasser. Dies weist darauf hin, dass insgesamt eine Verbesserung der Gesamtproblematik „Arzneimittelwirkstoffe im Trinkwasser“ gewünscht und mitgetragen wird. Der Akteur Arzneimittelhersteller hingegen strebt eine *Erhöhung des therapeutischen Nutzens, die Entwicklung innovativer Arzneimittel und wirtschaftlichen Gewinn* an. Der Akteur Krankenkasse strebt eine *Verbesserung der Gesundheit und eine Verringerung von Krankheiten* an.

Gesamtakteursmodell

Betrachtet man die optimalen Handlungsänderungen für das Handlungsfeld Technik ist festzustellen, dass nicht alle der möglichen Maßnahmen für die Erreichung des Ziels *Vorkommen von Arzneimittelwirkstoffen im Wasserkreislauf vermindern* nachdrücklich umgesetzt werden müssten. So müsste beispielsweise eine Nachrüstung von Wassergewinnungsanlagen nicht mit Nachdruck betreiben werden, was ganz im Sinne des angesprochenen Akteurs Wasserwerke ist. Während auch die separate Erfassung und Behandlung von Abwässern aus Punktquellen nicht eindringlich umgesetzte werden müsste, sollte eine separate Erfassung von Abwasser-Teilströmen mit Nachdruck erfolgen.

Die beste Handlungsstrategie für das Handlungsfeld Verhalten sieht vor, dass für die Erreichung des übergeordneten Ziels eine Vielzahl der möglichen Maßnahmen ausdrücklich durchgeführt werden sollten. So zum Beispiel die *Erhöhung der Zuzahlungen zu Arzneimitteln, das Aufdrucken von Hinweisen zur richtigen Entsorgung auf Verpackung und Gebrauchsinformation, die Einführung der Gesundheitskarte und das Verordnen nicht-medikamentöser Therapien*. Insgesamt wäre für die Erreichung des übergeordneten Ziels eine stärkere Umsetzung von Maßnahmen aus dem Handlungsfeld Verhalten als aus den Handlungsfeldern Technik und Wirkstoff erforderlich.

Im Handlungsfeld Wirkstoff sollte im Hinblick auf die optimale Handlungsstrategie die Einrichtung spezieller Forschungsförderprogramme und die Implementierung von problembezogenen Schwerpunkten an Hochschulen intensiviert werden, d.h. Anreize für die Entwicklung umweltfreundlicher Arzneimittel sollte im Wesentlichen durch eine stärkere, auch außeruniversitäre Forschungstätigkeit befördert werden. Die Berücksichtigung der Umwelteigenschaften bei der Arzneimittelzulassung könnte im Vergleich zur aktuellen Handlungsweise des Akteurs Arzneimittel-Agentur beibehalten werden, d.h. es wäre keine Verschärfung der Zulassungskriterien unter Umweltaspekten erforderlich, was die Zustimmung des Akteurs Arzneimittelhersteller finden dürfte.

Zusammenfassung

Für das Handlungsfeld Technik lässt sich festhalten, dass die *Nachrüstung von Anlagen zur Trinkwasser-aufbereitung* zwar als wirksam für die Problematik „Arzneimittelwirkstoffe im Trinkwasser“ gesehen werden, eine Umsetzung vom angesprochenen Akteur Wasserwerke jedoch nicht gewünscht wird. Die *separate Erfassung von Abwasser-Teilströmen* wurde von keinem der Akteure genannt. Hingegen wird von den Akteuren Arzneimittelhersteller und BMG und untergeordnete Behörden die *separate Erfassung und Behandlung von Abwässern aus Punktquellen* als eine Möglichkeit im Handlungsfeld Technik gesehen, um das Vorkommen von Arzneimittelwirkstoffen im Wasserkreislauf wirksam zu vermindern.

Handlungsoptionen des *start*-Verhaltensansatzes werden von vielen Akteuren begrüßt. Besonders wichtig für die Erreichung ihrer problemrelevanten Ziele ist für die Akteure Arzt und BMG und untergeordnete Behörden die *Schaffung eines einheitlichen Entsorgungsstandards für Arzneimittel*. Die Akteure Krankenkasse und BMG und untergeordnete Behörden erachten die *Einführung der Gesundheitskarte* als wirksame Maßnahme. Neben *höheren Zuzahlungen für Arzneimittel* würde es der Akteur Arzt begrüßen, wenn die Möglichkeit geschaffen würde, die *Verordnung nicht-medikamentöser Therapiemaßnahmen* mit den Krankenversicherungen abrechnen zu können. Da die Problemwahrnehmungen der Akteure Arzt, Krankenkasse

und BMG und untergeordnete Behörden viele Gemeinsamkeiten aufweisen und die Akteure insbesondere durch das Handlungsfeld Verhalten angesprochen werden, könnte dieser Bereich ein wirksamer Ansatzpunkt für eine integrierte Handlungsstrategie sein, zumal die Akteure von Synergieeffekten, wie z.B. sinkenden Kosten durch verminderte Arzneimittelverordnungen, profitieren könnten. Weitere Handlungsoptionen des *start*-Verhaltensansatzes wie die *Erstellung einer Umweltklassifikationsliste für Arzneimittel*, *Arzneimittel in variablen Packungsgrößen*, das Anbringen von *Hinweisen zur Entsorgung auf Verpackung und Gebrauchsinformation* und die *Aufnahme der Problematik in die Fortbildung von Ärzten und Apothekern* wurden von den Akteuren nicht genannt. Die Aufklärung der Verbraucher wird von den Akteuren Kläranlagenbetreiber, Wasserwerke und Krankenkasse als wichtige Handlung und wichtiger Faktor für die Erreichung der problemrelevanten Ziele gesehen.

Die *Entwicklung umweltfreundlicher Arzneimittel* wird von den Akteuren Wasserwerke, Arzt, Apotheker, Kläranlagenbetreiber und BMG und untergeordnete Behörden als wichtige Handlung und wichtiger Faktor für die Erreichung ihrer problemspezifischen Ziele gesehen. Handlungen wie die Vermarktung, Verordnung und Anwendung umweltfreundlicher Medikamente können erst auf Grundlagen der Entwicklung umweltfreundlicher Arzneimittel erfolgen. Für den angesprochenen Akteur Arzneimittelhersteller ist die Entwicklung umweltfreundlicher Arzneimittel für die Erreichung seiner Ziele jedoch ohne Bedeutung. In Kenntnis dessen sehen die übrigen Akteure den Akteur Arzneimittelhersteller nicht als autonom handelnden Akteur, sondern als Akteur, der zunächst durch Gesetzgeber und/oder Behörden zum Handeln motiviert werden muss. Aus diesem Grund wird die Berücksichtigung der Umwelteigenschaften bei der Arzneimittelzulassung von den Akteuren Kläranlagenbetreiber, Apotheker und BMG und untergeordnete Behörden als wichtige Handlung und wichtiger Faktor im Handlungsfeld Wirkstoff angesehen. Weitere Handlungsoptionen des *start*-Wirkstoffansatzes wie die *Verlängerung der Patenlaufzeit für umweltfreundliche Arzneimittel*, die *Einrichtung von Forschungsschwerpunkten und Forschungsförderprogrammen* oder auch die *Aussetzungen eines Wettbewerbs/Preises für „Nachhaltige Pharmazie“* wurde von keinem der Akteure genannt.



Anlage 4: Ergebnisberichte der Workshops im Rahmen des start-Praxisdialogs

Bericht zum zweiten Workshop: 6 Seiten

Bericht zum dritten Workshop: 10 Seiten

Ergebnisse des zweiten start-Experten-Workshops

23. Januar 2007, 10.00 bis 17.00 Uhr, Ökohaus, Frankfurt am Main

Übergeordnetes Ziel der Experten-Workshop-Reihe im Rahmen des Forschungsprojekts *start* („Strategien zum Umgang mit Arzneimittelwirkstoffen im Trinkwasser“) ist es, einen kontinuierlichen und intensiven Dialog mit der Praxis zu ermöglichen – für ein transdisziplinäres Projekt, das praxisrelevante Lösungsvorschläge entwickeln möchte, ein integraler und unverzichtbarer Bestandteil des Forschungskonzepts. Mit dem ersten *start*-Experten-Workshop am 24. Mai 2006 konnte dieser Dialog erfolgreich aufgenommen werden, indem die vorgelegten ersten Entwürfe für die drei *start*-Strategieansätze von den eingeladenen Expertinnen und Experten kritisch kommentiert wurden.

Mit dem zweiten *start*-Experten-Workshop am 23. Januar 2007 wurde der Praxis-Dialog fortgesetzt. Dabei standen drei Ziele im Vordergrund:

(1) Im Dezember 2006 hat das Projekt den eingeladenen Expertinnen und Experten die Weiterentwicklung der drei Strategieansätze vorgelegt. In diese Fassungen sind insbesondere die Schlussfolgerungen aus der Auswertung der gemeinsamen Diskussionen des ersten Workshops eingegangen. Die Einschätzungen der Praxis zum aktuellen Stand der Strategieentwicklung sollten es dem Projekt ermöglichen, ein für die Zwecke der multikriteriellen Bewertung abschließendes Ergebnis zu erarbeiten.

(2) In der zweiten Phase von *start* ab April 2007 soll aus einer Synthese der drei Ansätze eine integrierte Handlungsstrategie entwickelt werden. Eine Voraussetzung dafür ist ihre vergleichende Bewertung anhand eines geeigneten Satzes von Kriterien. Im Projekt wurde dazu

ein geeignetes Bewertungskonzept entwickelt. Für die Qualität der Bewertung ist es entscheidend, dass die ausgewählten Kriterien nicht nur die aus Sicht der Forschung sondern auch die für die Praxis relevanten Aspekte abbilden. Durch eine kritische Kommentierung und eine Gewichtung der sieben Kriterien aus Sicht der Praxis sollten auf dem Workshop die Grundlagen für eine Umsetzung der Bewertung geschaffen werden.

(3) Als Vorbereitung für den Übergang in die zweite Projektphase sollte eine erste Diskussion zu den Perspektiven einer Integration der drei bisher erarbeiteten Strategieansätze geführt werden. Von besonderem Interesse war dabei, wie das Verhältnis der drei Ansätze zueinander aus dem jeweiligen Praxiskontext heraus eingeschätzt wird und wo möglicherweise Potenziale für Synergieeffekte gesehen werden.

Die wesentlichen Ergebnisse des zweiten *start*-Experten-Workshops werden im Folgenden zusammenfassend dargestellt. Entsprechend der drei Hauptziele des Workshops werden im ersten Abschnitt die Ergebnisse der Diskussionen zum Stand der Strategieentwicklung, im zweiten Abschnitt zum vorgelegten multikriteriellen Bewertungskonzept und im dritten Abschnitt zu den Perspektiven einer Integration der drei *start*-Strategieansätze wiedergegeben. Am Ende des Workshops wurde mit der Akteursmodellierung ein wesentlicher Aspekt des methodischen Vorgehens bei der Entwicklung einer integrierten Handlungsstrategie in der zweiten Projektphase präsentiert (vgl. den vierten Abschnitt).

Grundannahmen und Risikoverständnis in *start*

Die Diskussionen auf dem ersten Experten-Workshop aber auch der Austausch mit den beteiligten Expertinnen und Experten im Nachgang haben gezeigt, dass Bedarf besteht, die Grundannahmen und das Risikoverständnis von *start* im Kontext der adressierten Problematik noch einmal deutlich zu machen. In einem einleitenden Kurzbeitrag auf dem zweiten Workshop hat Dr. Florian Keil die wesentlichen Eckpunkte vorgestellt.

Das Projekt *start* geht von der Grundannahme aus, dass es sich bei dem Sachverhalt „Arzneimittelwirkstoffe im Wasserkreislauf“ nicht um ein Risiko im klassischen Sinne handelt, für das Eintrittswahrscheinlichkeiten und Schadensausmaße kalkuliert werden können. Der Grund liegt in der Unsicherheit über die Art und das Ausmaß der Gefährdung. Diese prinzipielle Unsicherheit erzeugt unterschiedliche gesellschaftliche Sichtweisen, wie mit der Problematik in Zukunft verfahren werden sollte. Ausgangslage ist der Ver-

dacht, dass nach dem gegenwärtigen Stand des Wissens schädigende Effekte bspw. durch die lebenslange Aufnahme von Wirkstoffen im Ultraspurenbereich nicht ausgeschlossen werden können. Gleiches gilt für die Problematik möglicher Gemischwirkungen oder für Wirkstoffe mit besonderen Eigenschaften (z. B. Zytostatika, falls sie Tumor auslösend sind, oder Antibiotika im Hinblick auf Resistenzbildungen).

Eine „klassische“ Risikoanalyse auf Basis einer umweltanalytischen und toxikologischen Bewertung von Einzelsubstanzen mit einer Ableitung von Risikoquotienten kann aus Sicht des Projekts allein keine zielführende Strategie der Risikovorsorge sein. Dies begründet sich sowohl aus der Komplexität der Problematik als auch aus dem enormen zeitlichen Aufwand für eine Bewertung alleine der auf dem deutschen Markt gehandelten etwa 3.000 Wirkstoffe.

Vor diesem Hintergrund wird in *start* für einen Umgang mit der möglichen Gefährdungslage das Vorsorgeprinzip zentral gestellt. Als einer der wichtigsten rechtlichen Grundsätze in der europäischen Umweltgesetzgebung legitimiert das Vorsorgeprinzip Entscheidungen und darauf basierende Handlungen auch dann, wenn die entsprechende Wissensbasis „unsicher“ ist. Nach gängiger Interpretation ist eine solche Unsicherheit insbesondere „dann gegeben, wenn die Möglichkeit nachteiliger Wirkungen auf die Umwelt oder die menschliche Gesundheit, bzw. ihr Umfang und ihre Schwere, in Fachkreisen umstritten sind“ [1]. Der normative Anspruch lautet: „Es sind [...] vorbeugend Sicherheitsabstände und Freiräume für erst künftig möglicherweise erkennbare Risiken zu lassen.“ [2]

Ein weiterer Anlass zur Vorsorge gründet auf dem Verdacht, dass der vorliegende Fall eine mglw. folgenschwere Systematik der gesellschaftlichen Selbstgefährdung erkennen lässt. Im internationalen Diskurs wurde dafür der Begriff des *systemischen Risikos* eingeführt [3]. Nach dem gegenwärtigen Stand der Überlegungen in *start* werden darunter Risiken verstanden, die als Nebenfolgen des normalen Funktionierens eines Systems (in diesem Fall des Gesundheitssystems) entstehen. Sie beziehen sich auf die Wahrscheinlichkeit, dass sich diese Nebenfolgen (über mglw. lange Zeiträume) zu einer Dynamik aufschaukeln, die entweder zu Bestandsgefährdungen im System selbst oder in systemfremden Zusammenhängen (wie z.B. der Wasserversorgung) führen. Eine nachhaltige Risikominderung erfordert bei diesem Verständnis eine Reorganisation der Produktions- und Reproduktionsweise der betroffenen Systeme.

Im Sinne dieser Interpretation des Vorsorgeprinzips soll in *start* durch die Entwicklung von integrativen Handlungsstrategien eine Alternative zum einzelstoffbezogenen Risikomanagement vorgeschlagen werden. Eine entscheidende Aufgabe des Projekts ist es, die Strategien der Risikominimierung und -bewältigung als soziale und technische Innovationen zu gestalten. Eine Priorisierung von Handlungsfeldern und Handlungsoptionen muss sich dann daran orientieren, wo Synergieeffekte am wahrscheinlichsten sind: Zum einen zwischen den vorgeschlagenen technischen, verhaltens- und

wirkstoffbezogenen Strategien und zum anderen hinsichtlich weiterer gesellschaftlicher Reformvorhaben.

Bei diesem Problemverständnis wird eine adäquate Risikokommunikation eine entscheidende Rolle spielen. Denn es ist nicht nur die Herausforderung zu bewältigen, vorsorgendes Handeln im Schatten einer unsicheren Wissensbasis zu motivieren, ohne dabei selbst Treiber einer Risikodynamik zu werden. Darüber hinaus muss ein adäquater Umgang mit der für jede Anwendung des Vorsorgeprinzips paradoxen Situation gefunden werden, dass bei einer erfolgreichen Umsetzung der gewählten Handlungsstrategie der Risikofall nicht mehr eintritt und daher im Nachhinein nicht mehr geprüft werden kann, ob das Vorsorgekonzept „angemessen“ war, ob also „die Aktivität wirklich so gefährlich war und ob es schonendere Lösungen zur Beherrschung der Gefahr gegeben hätte“ [4].

Das Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse am Forschungszentrum Karlsruhe arbeitet derzeit an der Entwicklung entsprechender Strategien der Risikokommunikation. Diese Arbeiten werden bei der Formulierung einer systemischen Handlungsstrategie in der zweiten Projektphase ab April 2007 von besonderer Bedeutung sein. Erste Ergebnisse werden voraussichtlich auf dem dritten Experten-Workshop im Juni 2007 zur Diskussion gestellt.

- [1] Schomberg, R. v. (2005): Die normativen Dimensionen des Vorsorgeprinzips. In: TAB – Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag: Risikoregulierung bei unsicherem Wissen: Diskurse und Lösungsansätze. Dokumentation zum TAB-Workshop „Die Weiterentwicklung des gesundheitlichen Verbraucherschutzes als ressortübergreifende Aufgabe“. TAB-Diskussionspapier 11: 91–118.
- [2] Calliess, C. (2006): Inhalt, Struktur und Vorgaben des Vorsorgeprinzips im Kontext der Gestaltung des Umweltrechts; in: Hendl, Reinhard/Marburger, Peter/Reinhardt, Michael/Schröder, Meinhard (Hrsg.): Jahrbuch des Umwelt- und Technikrechts 2006; Berlin: Erich-Schmidt Verlag, S. 89–145.
- [3] OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development, 2003: Emerging Risks in 21st Century. An Agenda for Action. Paris, OECD.
- [4] Engel, C. (2002): Rechtliche Entscheidungen unter Unsicherheit. In: Christoph Engel/Jost Halfmann/Martin Schulte (Hrsg.): Wissen Nichtwissen Unsicheres Wissen. Baden-Baden: nomos, 305–350.

1. Diskussion zum Stand der Strategieentwicklung

Grundlage der Diskussion zum Stand der Entwicklung der drei start-Strategieansätze waren ausführliche Dokumente, die den eingeladenen Expertinnen und Experten bereits Ende 2006 vorgelegt wurden. Die im Vergleich zum Bearbeitungsstand zur Zeit des ersten Workshops im Mai 2005 wesentlich neuen Aspekte wurden in Kurzvorträgen durch Mitglieder der entsprechenden Arbeitsgruppen des Projekts vorgestellt.¹

Von den Expertinnen und Experten wurde allgemein darauf hingewiesen, dass bei allen Strategieansätzen der Kosten-Nutzen-Aspekt der vorgeschlagenen Maßnahmen besonders zu berücksichtigen sei. Unter diesem Gesichtspunkt solle zunächst bestimmt werden, was wünschenswert sei und erst danach, was auch unter den gegebenen

Rahmenbedingungen als machbar erscheine. In diesem Sinne könne das Projekt auch als ein Ort gesehen werden, an dem Visionen zur Lösung der adressierten Problematik entwickelt werden.

Auf Nachfrage wurde vom Projekt erläutert, dass die Beschränkung auf Humanpharmaka bei der Bearbeitung der Problematik in erster Linie aus Ressourcengründen erfolgt. Die Berücksichtigung des Beitrages der Landwirtschaft durch den Einsatz von Veterinärpharmaka hätte einen teilweise erheblich anderen konzeptionellen und methodischen Projektzuschnitt erfordert. Zudem wird darauf hingewiesen, dass die Humanpharmaka mengenmäßig mit zwei Dritteln den deutlich größeren Anteil am gesamten Arzneimittelmarkt stellen.

Technikansatz

Zum Stand des Technikansatzes wurde allgemein angemerkt, dass die vorgeschlagenen Maßnahmen teilweise zu stark auf Trinkwasser fokussieren, wodurch verstärkte Belastungen der aquatischen Ökosysteme in Kauf genommen werden. Ein Beispiel hierfür sei auch die Frage nach den Auswirkungen von Maßnahmen zur Stoffstromseparation auf das bestehende Kanalsystem (Stichwort „Hygieneprobleme durch verringerten Wasserdurchsatz“). Diesen Interessenkonflikt gelte es insbesondere bei der abschließenden Gestaltung des Technikansatzes herauszuarbeiten und zu bewerten.

In diesem Zusammenhang wurde darauf hingewiesen, dass in der vorliegenden Darstellung des Technikansatzes (insbesondere Kapitel 3.4, Seite 12) ein direkter Hinweis darauf fehle, was die Trinkwasseraufbereitung heute bereits leiste. Zudem würden Trinkwasseraufbereitung und Abwasserreinigung nicht sauber genug voneinander getrennt. Auch im Hinblick auf den Titel des Projekts müsse noch einmal verdeutlicht werden, dass Trinkwasser nicht verbreitet mit Arzneimittelwirkstoffen belastet sei. Gleichzeitig finde jedoch tatsächlich eine wachsende Belastung der Ressourcen statt, die verstärkte Anstrengungen zu ihrem Schutz erforderlich machen.

Von Seiten der Wasserversorger wurde das Ziel einer Trinkwasseraufbereitung mit naturnahen Verfahren betont. Dies entspreche dem Wunsch der Kundinnen und Kunden nach Rohwasser in möglichst gutem Zustand. Eine Reduzierung des Technikeinsatzes sei jedoch nur bei einer deutlichen Verringerung der Stoffflüsse möglich. Im Hinblick auf die Frage nach einem je nach Gefährdungslage („Schadstoffwellen“) auch nur temporären Einsatz bestimmter Aufbereitungs- oder auch Reinigungstechniken wurde darauf hingewiesen, dass die Wasserwerke verpflichtet seien, zu jeder Zeit nach den Vorgaben der Trinkwasserverordnung einwandfreies Trinkwasser zur Verfügung zu stellen. Wegen der kurzen Reaktionszeiten bei Spitzenbelastungen komme daher gegenwärtig nur ein kontinuierlicher Technikeinsatz infrage.

Von Seiten der Abwasserwirtschaft wird erläutert, dass ein Belabtschlammalter von 10 Tagen bereits Stand der Technik sei und mit einer weiteren Erhöhung daher praktisch nichts mehr gewonnen werden könne. So werden bspw. alle modernen Anlagen in Nordrhein-Westfalen mit einem Schlammalter von 10 Tagen betrieben, in ländlichen Gebieten teilweise sogar mit 25 Tagen. Auf die Frage, wie der Einsatz der Membrantechnik im Abwasserbereich eingeschätzt werde und ob insbesondere die Kostenfrage hier bereits ein Ausschlusskriterium darstelle, wurde erklärt, dass die tatsächlichen finanziellen Belastungen durch die Technik umstritten seien und die Frage vermutlich erst nach einer entsprechenden Auswertung der laufenden Pilotanlagen zu klären sei. Es sei jedoch ausgesprochen wichtig, diesen Punkt bei der multikriteriellen Bewertung besonders zu berücksichtigen. Als ein Folgeproblem eines möglichen Einsatzes der Technik wurde überdies zu bedenken gegeben, dass die Membranfiltration die Stoffe zwar abtrennen, jedoch nicht vollständig aus der Welt schaffen könne.

Verhaltensansatz

Als ein wesentliches Element des Verhaltensansatzes wurde die sachgerechte Information und Aufklärung spezifischer Akteursgruppen wie Ärzte/Ärztinnen, Apotheker/Apothekerinnen und Patienten/Patienten

tinnen gesehen, wobei dies bei letzterer als besonders herausfordernd anzusehen sei (starke Unterschiede abhängig von Alter, Bildungsstand, etc.). Es wurde jedoch betont, dass Patientenverbände als wichtige Akteure anzusehen und entsprechend zu berücksichtigen seien. Als besonders wichtig wurde in diesem Zusammenhang eine angemessene Kommunikation der Thematik eingeschätzt, die die individuellen Handlungsmöglichkeiten als positive Erfahrungen transportiere, ohne womöglich vorhandene Ängste zu verstärken.

Für Erfolg versprechend im Hinblick auf die richtige Entsorgung von unverbrauchten Medikamenten wurden von den Expertinnen und Experten entsprechende Informationskampagnen besonders für Auszubildende, Familien („Kinder erziehen Eltern“, Beispiel Müllkonzept in Bayern, Initiierung eines Arzneimittel-Sammelprojekts) und Senioren gesehen. In diesem Zusammenhang wurde diskutiert, ob bestimmt werden könne, welchen Anteil die falsche Entsorgung von Restmedikamenten an der Problematik habe und ob auf dieser Basis der Erfolg entsprechender Maßnahmen auch gemessen werden könne (z. B. Rückgang der Wirkstofffracht im Zu- und Ablauf von Kläranlagen)? Vom Projekt wurde dazu erläutert, dass bei der gegenwärtigen Datenlage hierzu nur sehr grobe Hochrechnungen möglich seien (und auch gegenwärtig im Projekt durchgeführt werden) – belastbare Daten zur Menge der nicht eingenommenen bzw. nach Ende einer Therapie übrig bleibenden Medikamente liegen kaum vor. Mit Blick auf die uneinheitliche Praxis in Europa wurde vorgeschlagen, aus dem Projekt heraus einen Impuls für eine EU-Richtlinie zu geben, in der ein einheitlicher Standard bezüglich eines Rücknahmesystems für unverbrauchte Arzneimittel festgeschrieben werde.

Mit Blick auf die vorgeschlagenen Maßnahmen zur Verminderung und Vermeidung des Einsatzes von Medikamenten wurde vorgeschlagen, zu prüfen, inwieweit deren Erfolg an Statistiken zum Arzneimittelverbrauch gemessen werden könne. In diesem Zusammenhang wurde überdies die Frage erörtert, inwieweit geeignete Maßnahmen formuliert werden können, die an Erkrankungen aufgrund eines ungesunden Lebensstils ansetzen und dadurch zu einer Verminderung des Einsatzes entsprechender Arzneimittel beitragen (z. B. Lipidsenker). Vom Projekt wurde dazu erläutert, dass Ansätze für eine Orientierung an Lebensstilen in einer Verallgemeinerungsperspektive zum Projektende diskutiert werden sollen.

Hinsichtlich der vorgeschlagenen Maßnahme zur Erhöhung nicht-oraler Applikationsformen bei bestimmten Medikamentengruppen wurde zu bedenken gegeben, dass bspw. eine dermale Applikation in der Regel einer höheren Dosierung bedarf, wodurch der gewünschte Effekt einer höheren Bioverfügbarkeit der Wirkstoffe mglw. kompensiert oder sogar überkompensiert werden könne. Eine solche Maßnahme dürfe nicht allgemein sondern nur wirkstoffspezifisch formuliert werden.

Wirkstoffansatz

Von der pharmazeutischen Industrie wurde darauf hingewiesen, dass das Auffinden neuer Wirkstoffe ein außerordentlich schwieriger Prozess sei, bei dem eine Vielzahl von Kriterien herangezogen werden müsse, um zu entscheiden, ob eine gegebene Verbindung ein geeigneter Kandidat für die Medikamentenentwicklung sei. Bei der Formulie-

Die Bewertung des Wirkstoffansatzes müsse berücksichtigt werden, dass die Umwelteigenschaften eines möglichen Wirkstoffs hier nur ein Kriterium unter mehreren sei. Es ergebe sich daher die Frage nach einer angemessenen Gewichtung. In diesem Zusammenhang wurde von den Expertinnen und Experten darauf hingewiesen, dass es mit Blick auf die angestrebte Synthese der drei Strategieansätze wichtig sei, Prioritäten zu setzen: Es müsse die Frage diskutiert werden, ob es nicht angemessener sei, in neue Filtertechniken zu investieren anstatt die Entwicklung neuer Medikamente für bisher in der Arzneimittelentwicklung kaum berücksichtigte Krankheiten wie Malaria durch ein ressourcenbindendes zusätzliches Kriterium mglw. zu hemmen.

Von Projektseite wurde dazu angeführt, dass Umweltkriterien weder nach den geltenden Regeln noch vermutlich zukünftig Auslöser für eine Nichtzulassung von Arzneimittelwirkstoffen seien. Es gelte hier zu bedenken, dass in der Vergangenheit oft eher wirtschaftliche Kriterien ausschlaggebend dafür waren, in welchem Bereich Neuentwicklungen verfolgt wurden (so seien Antibiotika bereits zu preiswert, um Neuentwicklungen wirtschaftlich zu machen). Es gelte den Wirkstoffansatz im Sinne von *start* so auszugestalten, dass Anreize für die pharmazeutische Industrie geschaffen werden, sich möglichst früh im Entwicklungsprozess eines neuen Wirkstoffs mit seinen Umwelteigenschaften zu beschäftigen. Zudem wurde betont, dass der Wirkstoffansatz vermutlich nicht für alle Wirkstoffe greifen könne und eine ausgesprochen langfristige Strategie sei (eine Umsetzung sei vielleicht für 30 % der Wirkstoffe in den nächsten 20 Jahren denkbar). Schließlich sei es als eine wesentliche Maßnahme des Wirkstoffansatzes anzusehen, die Potenziale einer *Green Pharmacy* zu verdeutlichen. Von den Expertinnen und Experten wurde die Notwendigkeit betont, die pharmazeutische Industrie an der Informationsverbreitung über *Green Pharmacy* zu beteiligen.

Im Hinblick auf die Schaffung von Instrumenten zur Beförderung von Umweltinnovationen in der pharmazeutischen Industrie wurde von Seiten der Wasserwirtschaft vorgeschlagen zu prüfen, inwiefern analog zum CO₂-Emissionshandel eine Abgabe für die Freisetzung persistenter Chemikalien eingeführt werden könne.

2. Diskussion des multikriteriellen Bewertungsansatzes von *start*

In start wird von der Hypothese ausgegangen, dass eine nachhaltige Strategie der Risikovorsorge nicht an einem der drei aus Projektsicht relevanten Handlungsfelder alleine ansetzen kann. Zur Untermauerung dieser Hypothese ist eine multikriterielle Bewertung der drei Strategieansätze erforderlich, mit deren Hilfe ihre jeweiligen Stärken und Schwächen vergleichend herausgearbeitet werden können. Vor diesem Hintergrund wurde im Projekt ein Bewertungskonzept entwickelt, das den eingeladenen Expertinnen und Experten ebenfalls bereits Ende 2006 vorgelegt wurde. Auf dem Workshop wurden die wesentlichen Elemente des Konzepts in einem Kurzvortrag von Dr. Engelbert Schramm vorgestellt.

Für eine intensive Diskussion des Bewertungskonzepts wurden zwei Arbeitsgruppen („Wasser“ und „Gesundheit“) gebildet. Die ein-

geladenen Expertinnen und Experten wurden gebeten, dass vorge-schlagene Verfahren und die insgesamt sieben quantitativen und qualitativen Bewertungskriterien aus ihrer jeweiligen Praxisperspektive kritisch zu kommentieren. Das gewählte Outranking-Verfahren zur Umsetzung der multikriteriellen Bewertung sieht eine Gewichtung der einzelnen Bewertungskriterien vor. Die Expertinnen und Experten wurden daher zudem eingeladen, eine vorgegebene Gesamtpunktzahl auf die sieben Kriterien zu verteilen. Dabei musste jedem Kriterium mindestens ein Punkt zugeteilt werden.

In den folgenden beiden Abschnitten werden die Ergebnisse der Diskussionen in den beiden Arbeitsgruppen wiedergegeben. Die Ergebnisse der quantitativen Gewichtung der sieben Bewertungskriterien sind im darauf folgenden Abschnitt zusammengefasst.

Arbeitsgruppe „Wasser“

Von der Wasserwirtschaft wurde zunächst darauf hingewiesen, dass bei der Auswahl der Wirkstoffe, auf die die Evaluierung der verschiedenen Kriterien bezogen wird, deren Wassergängigkeit zu beachten sei. Zudem sei bei der vorgelegten Liste von 18 Wirkstoffen terminologisch deutlich zwischen Wirkstoffen und Diagnostika wie Röntgenkontrastmitteln zu unterscheiden.

Das Bewertungskonzept und die Auswahl der sieben Bewertungskriterien wurden von den Expertinnen und Experten der Arbeitsgruppe „Wasser“ insgesamt als plausibel, umfassend und praxisrelevant eingeschätzt. Zu einzelnen Kriterien wurden folgende Hinweise gegeben:

- **Kriterium „Zeithorizont“:** Es wurde angeregt, das Bewertungsprinzip zu überprüfen bzw. differenzierter zu fassen. Denn eine möglichst rasche Umsetzung beziehe nicht mit ein, dass die Umsetzung mancher Maßnahmen erst nach einer bestimmten Zeit angemessen sein könne (z. B. erst nach der erfolgreichen Umsetzung einer vorbereitenden Maßnahme).
- **Kriterium „Kosten“:** Es wurde darauf hingewiesen, dass nicht sichtbar sei, ob Umwelt- und Ressourcenkosten berücksichtigt werden. Das gleiche gelte für zusätzliche Kosten der pharmazeutischen Industrie. Vom Projekt wurde dazu erklärt, dass Umwelt- und Ressourcenkosten zum einen über das Kriterium „Innovation“ und zum anderen im Rahmen der im Anschluss an die multikriterielle Bewertung durchzuführenden Folgenabschätzungen berücksichtigt werden. Kosten der pharmazeutischen Industrie spielen vorwiegend im Rahmen des Wirkstoffansatzes eine Rolle und werden dort entsprechend berücksichtigt.
- **Kriterium „Innovation“:** Allgemein wurde das Kriterium „Innovation“ als komplex und wenig transparent angesehen. Insbesondere gelte es klarer zu machen, ob hier vorwiegend technische Aspekte gemeint seien oder auch ökologische, soziale und institutionelle Innovationen erfasst werden. Ferner sei unklar, ob insbesondere bei technischen Maßnahmen lediglich der Lebenszyklus (ab Installation) oder auch die Herstellung der Anlagen einbezogen werden solle. Es wird angeregt zu prüfen, inwieweit eine Differenzierung in Subkriterien die Transparenz des Kriteriums verbessern könne, ohne ihm dabei eine insgesamt zu hohe Bedeutung zukommen zu lassen.

In der Gruppe wurde intensiv die Frage diskutiert, wie vor dem Hintergrund der insgesamt komplexen Situation mit der Anforderung umgegangen werden solle, sich für den Zweck der Bewertung für ein bestimmtes Maßnahmenpaket zu entscheiden. Allgemein wurde von den Expertinnen und Experten zunächst betont, dass eine Festlegung auf ein bestimmtes Maßnahmenpaket problematisch sei, da nicht überall dieselbe Kombination von Maßnahmen eingeführt werden könne. Grundsätzlich sei es wünschenswert, hier eine Vielzahl von Szenarien zu betrachten. Wenn dies, wie von Projektseite betont wurde, jedoch aus Ressourcengründen nicht umsetzbar sei, müsse bei der Konzentration auf ein Szenario deutlich gemacht werden, dass damit keine endgültige und umfassende Aussage getroffen werde. Die Expertinnen und Experten hielten jedoch auch die Bewertung eines geeignet ausgewählten Szenarios für grundsätzlich informativ.

Bei der Auswahl eines exemplarischen Szenarios könne nach Ansicht der Wasserwirtschaft eine Orientierung am Stand der Technik helfen, sich für die wichtigsten und erfolgversprechendsten Maßnahmen zu entscheiden. Problematisch sei aber, dass es je nach Akteur zu einer unterschiedlichen Einschätzung der zu kombinierenden Verfahren kommen werde. Deutliche Unterschiede seien hier bereits zwischen Fachleuten aus der Trinkwasseraufbereitung und der Abwasserbehandlung zu erwarten. Ein möglicher Ausweg sei hier, auf Verfahren zurückzugreifen, die bereits verbreitet oder gegenwärtig in der Diskussion sind (wie die Initiative Baden-Württembergs zum Einsatz von Aktivkohle in der Abwasserreinigung). Mit Blick auf den Einsatz von Aktivkohle müsse dabei bewertet werden, was einerseits ein flächendeckender Einsatz des Verfahrens bei Wasserwerken, die flussbürtiges Rohwasser aufbereiten, bedeute und andererseits, womit bei einer weiträumigen Ausstattung von Kläranlagen zu rechnen sei.

Vor dem Hintergrund der als nachvollziehbar eingeschätzten Feststellung, dass eine Bewertung mehrerer Szenarien im Projekt nicht leistbar sei, schlugen die Expertinnen und Experten vor, die Stoffauswahl weiter zu reduzieren und exemplarisch wenige „Problemstoffe“ zu betrachten (z. B. Carbamazepin und Diclofenac).

Arbeitsgruppe „Gesundheit“

In der Arbeitsgruppe „Gesundheit“ wurde ebenfalls eine Präzisierung der Stoffauswahl angeregt. Neben der grundsätzlichen Frage, wie repräsentativ die Liste sei, wurde empfohlen, eine Klärung der Auswahlkriterien herzustellen. Hier könne entweder ein besonderes Risikopotenzial oder ein hohes Marktvolumen bzw. eine große Stoffmenge im Vordergrund stehen. Zudem müsse deutlich gemacht werden, welche Funktion die Wirkstoffliste habe. Denn es stelle sich grundsätzlich die Frage, ob im Sinne des Vorsorgeansatzes von *start* eine Stoffauswahl überhaupt sinnvoll sei? Vom Projekt wurde dazu erläutert, dass die vorgelegte Stoffauswahl im wesentlichen zwei Funktionen habe: Zum einen bilde sie die konkrete Referenz für die Durchführung der multi-kriteriellen Bewertung; zum anderen könne sie bei der Auswahl und Priorisierung von geeigneten Maßnahmen herangezogen werden. Eine grundsätzliche (und nicht bloß exemplarische) Fokussierung auf einzelne Wirkstoffe sei im Sinne des Vorsorgeansatzes von *start* in der Tat nicht sinnvoll.

Wie auch in der Arbeitsgruppe „Wasser“ wurde von den Expertinnen und Experten der Arbeitsgruppe „Gesundheit“ bestätigt, dass das vorgelegte Bewertungskonzept insgesamt adäquat sei und die relevanten Aspekte aus Sicht der Praxis abbilde.

Bei der Diskussion der einzelnen Bewertungskriterien wurde ebenfalls betont, dass das **Kriterium „Innovation“** transparenter und präziser gestaltet werden müsse. Überdies wurde die Frage aufgeworfen, an welcher Stelle so etwas wie eine Ökobilanz der Maßnahmen vorgenommen werde? Von Seiten des Projekts wurde erklärt, dass dies bisher für die Folgenabschätzung vorgesehen sei. Allgemein wurde dafür plädiert, diesen Aspekt ausdrücklich zu berücksichtigen, um zu vermeiden, dass mögliche Nebenfolgen übersehen werden, die eine einzelne Maßnahme oder eine gesamte Strategie in Frage stellen könnten. In der Arbeitsgruppe wurde daher beschlossen, die **Ökobilanz** einer Maßnahme als **zusätzliches Kriterium** mit aufzunehmen und bei der Gewichtung zu berücksichtigen.

Weiterhin wurden im Rahmen der Arbeitsgruppe mögliche zusätzliche Maßnahmen für den Verhaltensansatz diskutiert. Dazu gehörten die Einbeziehung von Qualitätszirkeln der Ärzte/Ärztinnen und Apotheker/Apothekerinnen bei der Herstellung von Problembewusstsein und der Vermittlung von Handlungsalternativen, die Arzneimittelrücknahme auf Basis der Patientenkarte sowie die Abschaffung oder das Verbot des Verschenkens von Arzneimittel-Mustern.

Ergebnisse der quantitativen Gewichtung der Bewertungskriterien

Die in den Arbeitsgruppen vorgenommene Gewichtung der sieben Bewertungskriterien wurde anschließend im Plenum vorgestellt und um den Gewichtungsvorschlag aus dem Projekt ergänzt. Die Ergebnisse sind zusammenfassend in der Abbildung dargestellt.

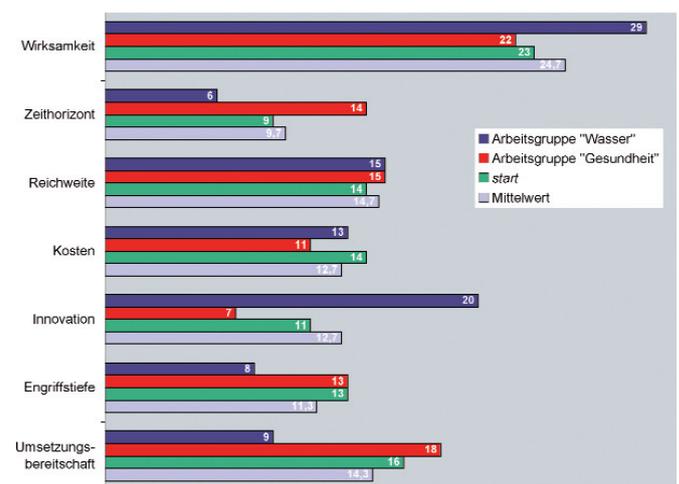


Abbildung: Ergebnisse der quantitativen Gewichtung der Bewertungskriterien (Angaben in Prozent).

Insgesamt zeigt sich, dass die beiden Arbeitsgruppen zu einer vergleichbaren Gewichtung gekommen sind. Deutlich wurde von beiden Gruppen das Kriterium „Wirksamkeit“ am höchsten gewichtet (29% bei der AG „Wasser“ und 21% bei der AG „Gesundheit“). Die größten Unterschiede treten bei der Gewichtung des Kriteriums „Innovation“

auf: Während die Arbeitsgruppe „Wasser“ dieses Kriterium mit 20% als am zweitwichtigsten einstufte, landete es bei der Arbeitsgruppe „Gesundheit“ mit lediglich 6% auf dem letzten Platz.² Im Plenum wurde als wahrscheinlicher Grund für diese Diskrepanz die in beiden Arbeitsgruppen festgestellte unzureichende Transparenz des Kriteriums genannt. Deutliche Unterschiede gibt es zudem beim Kriterium „Umsetzungsbereitschaft“, das mit 9% bei der Arbeitsgruppe „Wasser“ auf den drittletzten und mit 17% bei der Arbeitsgruppe „Gesundheit“ auf den zweiten Rang gesetzt wurde. Die von den Mitarbeitenden des Projekts durchgeführte Gewichtung liegt im Wesentlichen zwischen den Ergebnissen der beiden Arbeitsgruppen.

Zur Bestimmung der Kriterien-Gewichtung, die bei der Durchführung des Outranking verwendet wird, wurde der Mittelwert aus den drei Einzelgewichtungen gebildet. Insgesamt ergibt sich dabei, dass das Kriterium „Wirksamkeit“ mit 25% am höchsten gewichtet wird, während die übrigen Kriterien mit 10–15% etwa gleich gewichtet werden.

3. Perspektiven zur Integration der *start*-Strategieansätze

In der zweiten Projektphase von start an April 2007 soll aus den drei Strategieansätzen eine integrierte Handlungsstrategie entwickelt werden. Ziel der abschließenden Diskussion des Workshops war es daher, möglichst frühzeitig Hinweise aus Sicht der Praxis darauf zu erhalten, wo Potenziale für Synergieeffekte zwischen Maßnahmen liegen und wo Zielallianzen zwischen unterschiedlichen Akteuren entstehen bzw. gebildet werden könnten.

Seitens der Wasserwirtschaft wurde festgehalten, dass grundsätzlich ein Schutz vor Einträgen an der Quelle stattfinden müsse, da nur so eine Gefährdung des Trinkwassers weitgehend ausgeschlossen werden könne. Insofern seien die Maßnahmen aus dem Verhaltens- und Wirkstoffansatz von *start* im Grundsatz als prioritär zu sehen, da sie an den Quellen der Gewässerbelastung ansetzen. Im Rahmen der gesetzlich festgelegten Pflichten seien aber auch die Wasserversorger angehalten, sich um die Bereithaltung von Systemen zum technischen Rückhalt zu kümmern. Eine flächendeckende Einführung von geeigneten Technologien wurde jedoch als zu teuer und volkswirtschaftlich nicht tragfähig eingeschätzt, da es zu einer Erhöhung der Behandlungskosten bis um das Zehnfache kommen könne. Zudem müsse berücksichtigt werden, dass Arzneimittelwirkstoffe nicht alleine im Zentrum des Interesses stehen. Zur Frage, ob stattdessen langfristig ein Umbau der Systeme angestrebt werden solle (z. B. Stoffstromseparation innerhalb der Abwasserbehandlung), wurden keine Festlegungen getroffen.

Seitens der Gewässerbewirtschaftung wurde darauf hingewiesen, dass vielfach Arzneimittelwirkstoffe kein Problem darstellten. Unterschiedliche Gruppen – Ärzte/Ärztinnen und Apotheker/Apothekerin-

nen einerseits, Verbraucher/Verbraucherinnen andererseits – würden die Risiken zum Teil sehr unterschiedlich wahrnehmen (bei einer zeitweise starken öffentlichen/medialen Aufmerksamkeit). Aus Sicht der Gewässerbewirtschaftung sei aber der Handlungsbedarf noch nicht voll erkannt, was auch daran liege, dass es aktuell keine entsprechenden gesetzlichen Verpflichtung gebe (z. B. Grenzwerte für spezifische Wirkstoffe im Kontext der Wasserrahmenrichtlinie). Daher sei eine extrem heterogene Ausgangslage vorhanden, die vom Projekt bei der Gestaltung von Handlungsstrategien angemessen berücksichtigt werden müsse. Gleichzeitig wurde darauf hingewiesen, dass grundsätzlich so etwas wie ein „early warning“ insbesondere dort notwendig sei, wo keine gesicherten Erkenntnisse vorliegen, damit erste Handlungsansätze rechtzeitig umgesetzt werden können.

Mit Blick auf die Diskussion in der Arbeitsgruppe „Wasser“ wurde noch einmal betont, dass es grundsätzlich sinnvoll sei, mehrere Szenarien als Voraussetzung für die Entwicklung einer integrierten Handlungsstrategie zu betrachten. Gleichwohl wurde festgehalten, dass eine für den Zweck der multikriteriellen Bewertung vereinfachende Fokussierung auf nur eine oder zwei Maßnahmen beim Technikansatz durchaus informativ sein könne, während sich insbesondere beim Verhaltensansatz zeige, dass eine realistische und wirksame Strategie nur als ein Bündel unterschiedlicher Maßnahmen konstruiert werden könne. In diesem Zusammenhang wurde auch auf den Sachverhalt hingewiesen, dass die identifizierten Punktquellen (Krankenhäuser, Seniorenheime, Röntgenpraxen) zwar relevant, die diffusen Einträge (innerhalb der Kanalisation) im Verhältnis aber erheblich größer seien.

Ausblick

Zum Abschluss des Workshops wurde als Ausblick auf die zweite Projektphase ein wesentlicher Aspekt des methodischen Vorgehens bei der Entwicklung einer integrierten Handlungsstrategie vorgestellt. Prof. Dr. Petra Döll und Dr. Alexandra Titz diskutierten in ihrem Beitrag das Instrument der Akteursmodellierung und präsentierten erste Ergebnisse. Als analytisches Instrument kann die Akteursmodellierung auf Basis von empirischen Daten³ die Suche nach Zielallianzen in Akteursnetzwerken unterstützen, indem von den subjektiven Wahrnehmungen der beteiligten Akteure ausgegangen wird. Wesentlich ist dabei, dass das Instrument reflexiv und iterativ eingesetzt wird, d. h. die Schlussfolgerungen aus den Analyseergebnissen müssen in die Praxis zurückgespiegelt, dort bewertet und auf dieser Basis in einem nächsten Analyseschritt angepasst werden. Auf diese Weise kann in einem gemeinsamen Lernprozess zwischen Wissenschaft und Praxis der Blick auf Potenziale für die Wirksamkeit integrierter Handlungsstrategien in Akteursnetzwerken geöffnet werden. Dieser Prozess wird einen Schwerpunkt auf dem am 14. Juni 2007 stattfindenden dritten *start*-Experten-Workshop bilden.

1 Der Technikansatz wurde vom Prof. Dr. Wilhelm Püttmann, der Verhaltensansatz von Dr. Konrad Götz und der Wirkstoffansatz von Prof. Dr. Klaus Kümmerer vorgestellt. Die Vortragsfolien stehen den beteiligten Expertinnen und Experten ebenso wie diejenigen der im Weiteren genannten Beiträge zur Verfügung.

2 Das in der Arbeitsgruppe „Gesundheit“ zusätzlich eingeführte Kriterium Ökobilanz ist aus Gründen der Vergleichbarkeit der Ergebnisse in dieser zusammenfassenden Darstellung nicht berücksichtigt worden. In der Gesamtbewertung der Arbeitsgruppe bekam es mit 3% die geringste Gewichtung.

3 Im Falle von *start* besteht die empirische Grundlage im Wesentlichen aus einer Auswertung leitfadengestützter Interviews mit Expertinnen und Experten aus der Praxis.

Ergebnisse des dritten *start*-Experten-Workshops

5. September 2007, 10.30 bis 17.00 Uhr, Ökohaus, Frankfurt am Main

Mit der Veranstaltung am 5. September 2007 ging der Praxisdialog im Rahmen des Forschungsprojekts *start* („Strategien zum Umgang mit Arzneimittelwirkstoffen im Trinkwasser“) in seine dritte Runde. Der Experten-Workshop markierte dabei das Ende der ersten und zugleich den Einstieg in die zweite Projektphase. Übergeordnetes Ziel des Workshops war es daher, gemeinsam sowohl einen kritischen Blick auf die bisher erarbeiteten Ergebnisse zu werfen als auch in die Zukunft zu schauen: Wie kann eine nachhaltige und integrative Handlungsstrategie zum Umgang mit Arzneimittelwirkstoffen im Wasserkreislauf aussehen?

Zur Erreichung dieses Ziels war der Workshop in drei inhaltliche Diskussionsblöcke aufgeteilt:

(1) Im August 2007 hat das Projekt den beteiligten Expertinnen und Experten die Ergebnisse der multikriteriellen Bewertung und der Folgenabschätzungen der drei *start*-Strategieansätze vorgelegt. Im ersten Diskussionsblock wurden diese Ergebnisse einer kritischen Betrachtung von Seiten der Praxis unterzogen. Ziel der Diskussion war es, die zum Teil mit hohen Unsicherheiten behafteten Bewertungsergebnisse durch die versammelten Expertisen auf den jeweiligen Praxisfeldern weiter zu konsolidieren. Multikriterielle Bewertung und Folgenabschätzungen bilden einen wesentlichen Input für die Entwicklung einer integrativen Handlungsstrategie.

(2) Die Frage, wo Potenziale und Grenzen für eine solche integrative Handlungsstrategie liegen, war Gegenstand des zweiten Diskussionsblocks. Um Antworten auf diese Frage zu finden, sollten vor allem zwei Aspekte diskutiert werden: Erstens, inwieweit beeinflusst eine Umsetzung von problemspezifischen Maßnahmen die originären Zielsetzungen einzelner Akteure und, zweitens, wie können im Akteursnetzwerk Synergien zwischen individuellen Handlungen entstehen, die innovative Formen einer gemeinsamen Risikovorsorge ermöglichen? Als Diskussionsgrundlage wurden in einem Einführungsvortrag Ergebnisse der *start*-Akteursmodellierung vorgestellt.

(3) Der letzte Diskussionsblock war dem Blick in die Zukunft gewidmet: Wie kann unter verschiedenen Rahmenbedingungen bis zum Jahre 2035 das Ziel einer deutlichen Verringerung des Vorkommens von Arzneimittelwirkstoffen im Wasserkreislauf erreicht werden? Auf Basis der vorgelegten Projektergebnisse und der vorangehenden Diskussionen wurden die Grundlagen solcher Zukunftsszenarios in zwei getrennten Arbeitsgruppen entwickelt. Ein wichtiger Bezugspunkt der Szenarioentwicklung war es, die Erfahrungen der beteiligten Expertinnen und Experten im Zusammenspiel der jeweiligen Praxisfelder aufzunehmen.

Die Abschlussdiskussion sollte Gelegenheit geben, die im Rahmen der Szenarioentwicklung vorgeschlagene Zielvorstellung („Deutliche Verringerung des Vorkommens von Arzneimittelwirkstoffen im Wasserkreislauf“) zu hinterfragen: Hat sie sich als tragfähig erwiesen, ist sie inhaltlich konsensfähig und ist eine gemeinsame Zielvorstellung überhaupt für die Umsetzung einer integrativen Handlungsstrategie erforderlich?

In den folgenden Abschnitten werden die wesentlichen Ergebnisse des dritten *start*-Experten-Workshops zusammenfassend dargestellt. Die Gliederung folgt dabei der Aufteilung des Workshops in die vorgestellten Diskussionsblöcke und die Abschlussdiskussion. Der Bericht endet mit einem Ausblick auf den weiten Forschungs- und Dialogprozess.

1. Bewertungsergebnisse und Folgenabschätzungen

Grundlage der Diskussion waren ausführliche Ergebnisdarstellungen der multikriteriellen Bewertung und der Folgenabschätzungen der drei start-Strategieansätze, die den eingeladenen Expertinnen und Experten im Vorfeld des Workshops zur Verfügung gestellt wurden. Auf dem Workshop wurden die zentralen Aussagen in einem Kurzvortrag von Dr. Engelbert Schramm (Institut für sozial-ökologische Forschung) zusammenfassend rekapituliert.

Leitfragen für die anschließende Diskussion waren, in welchen Bereichen die vorgelegten Ergebnisse eine gute Orientierung für die Einschätzung der Performanz eines Strategieansatzes oder einzelner Maßnahmen liefern und welche Bedeutung für ihre Aussagekraft den ausdrücklich als nicht bewertbar eingestuften Maßnahmen zugeschrieben werden muss.

Technikansatz: abwasser- vs. trinkwasserseitige Maßnahmen

Bei der multikriteriellen Bewertung und Folgenabschätzung des Technikansatzes von *start* wurde vom Projektteam beispielhaft ein Maßnahmenpaket zugrunde gelegt, in dem in einer kurzfristigen Perspektive eine Nachrüstung mit Aktivkohlefiltration bei solchen Wassergewinnungsanlagen empfohlen wird, die direkt oder indirekt Oberflächenwasser aufbereiten. Ziel dieser Maßnahme ist es, Durchbrüche von Arzneimittelwirkstoffen ins Trinkwasser möglichst zu vermeiden, bis Maßnahmen an der Quelle der Einträge umgesetzt sind und wirksam werden können. Zu letzteren zählen im diskutierten Maßnahmen-

paket die separate Erfassung und Behandlung von Punktquellen (z.B. Krankenhäuser) und die schrittweise Einrichtung von nachhaltigen, dezentralen Sanitärkonzepten.

Von Seiten der beteiligten Experten aus dem Bereich der Trinkwasserversorgung wurde die Analyse des vorgeschlagenen Maßnahmenpakets als hilfreicher und in seinen Einzelheiten fundierter Beitrag für die allgemeine Diskussion begrüßt. Ausdrücklich kritisiert wurde jedoch, dass die Seite der Abwasserbehandlung außen vor geblieben sei. Auch wenn dies mit Blick auf den Fokus „Trinkwasser“ des Projekts zunächst nachvollziehbar sei, dürfe eine umfassende Bewertungsperspektive diesen Bereich nicht vernachlässigen. Als ein wesentlicher Grund für diese Einschätzung wurde angeführt, dass ohne abwasserseitige Maßnahmen angesichts der auch im Rahmen der multikriteriellen Bewertung von *start* abgeschätzten langen Zeiträume zur Etablierung nachhaltiger Sanitärkonzepte eine möglicherweise weiter zunehmende Belastung der Oberflächengewässer mit Arzneimittelwirkstoffen in Kauf genommen werde.

Dass abwasserseitige Maßnahmen grundsätzlich betrachtet werden müssten, wurde auch von Seiten der Abwasserwirtschaft bestätigt. Für eine entsprechende Bewertung von Maßnahmen seien in vielen Fällen auch die notwendigen Daten etwa zu den Kosten spezifischer Techniken verfügbar. Eine Verengung der Perspektive auf die Kläranlagen gelte es jedoch ebenso zu vermeiden, da die Diskussion nicht unabhängig von anderen trinkwasserrelevanten Spurenstoffen geführt werden könne – besonders wenn diese anders als Humanpharmaka verstärkt auch über diffuse Quellen in Oberflächen- und Grundwasser eingetragen würden. Dies habe jüngst das Beispiel der perfluorierten Tenside (PFT) deutlich gezeigt. Überdies seien die von *start* geschätzten Kosten von 370 Mio. Euro für eine Nachrüstung betroffe-

ner Wassergewinnungsanlagen gegenüber einer flächendeckenden Aufrüstung von Kläranlagen als gering einzuschätzen.

Von den beteiligten Trinkwasserversorgern wurde in diesem Zusammenhang bestätigt, dass zwar abwasserseitige Maßnahmen kaum jemals dazu führen würden, dass trinkwasserseitig gar nicht mehr aufbereitet werden müsse. Dennoch vertrete die Branche die Position, dass eine Situation anzustreben sei, in der bestimmte Stoffgruppen wie Arzneimittelwirkstoffe, für die gezielt Maßnahmen an der Quelle ansetzen können, im Rohwasser weitestgehend nicht mehr vorhanden wären. Für die Trinkwasserversorgung sei dies auch eine Imagefrage: Trinkwasser, das mit möglichst wenig Technik aufbereitet werde, sei aus Sicht der Verbraucherinnen und Verbraucher das bessere.

Die Position, abwasserseitige Maßnahmen zu berücksichtigen und damit auch Oberflächenwasser in den Blick zu nehmen, wurde von Seiten der pharmazeutischen Industrie unterstützt. Dabei gelte es aber, eine Regelung auf Europäischer Ebene zu finden. Dies sei vor allem angesichts der anstehenden Diskussionen zur Aufnahme von spezifischen Arzneimittelwirkstoffen in die Liste der prioritären Stoffe der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie (EU-WRRL) von Bedeutung.

Allgemein gaben die eingeladenen Expertinnen und Experten die Empfehlung an das Projekt, eine klare Position zu formulieren, welcher Fokus im Weiteren gesetzt werden solle. Eine Fokussierung auf die Trinkwasserseite sei im Sinne des Projektansatzes zwar nachvollziehbar müsse dann aber noch einmal ausdrücklich festgehalten und begründet werden. Vom Projektteam wurde dieser Vorschlag im Nachgang des Workshops aufgegriffen, indem die bereits eingebrachten Projektpositionen zu dieser Frage noch einmal präzisiert wurden (vgl. den untenstehenden Kasten).

„Trinkwasser“ oder „Wasserkreislauf“: Fokus der Strategieentwicklung in *start*

Vorsorgendes Handeln im Kontext der Problemstellung von *start* richtet sich auf die Minimierung von Risiken durch Arzneimittelwirkstoffe im Trinkwasser. Ziel ist dabei die Entwicklung von nachhaltigen Strategien – Strategien also, die soziale, ökonomische und ökologische Perspektiven aufnehmen. Daraus ergibt sich das Grundprinzip, möglichst an der Quelle der Einträge anzusetzen, da so gleichzeitig weitere Risiken – beispielsweise für die aquatische Umwelt – minimiert werden können. Eine Perspektive, die erst bei der angestrebten Entwicklung einer integrativen Handlungsstrategie voll zum tragen kommt. Denn eine Grundannahme von *start* ist, dass Handeln in nur einem der drei Bereiche keinen wirksamen Beitrag zur Problemlösung liefert, sondern nur bei einem gemeinschaftlichen Vorgehen Risikoversorge als Innovationsstrategie verstanden und konzipiert werden kann. Anders als das Motiv des vorsorgenden Handelns richtet sich also die Auswahl von Maßnahmen nach ihrem Beitrag zur Reduktion von Arzneimittelwirkstoffen im Wasserkreislauf.

Was bedeutet diese Position nun vor dem Hintergrund der bisher diskutierten Maßnahmen? In allen drei Handlungsfeldern ist ein wesentliches Auswahlkriterium für eine Maßnahme ihre „Quell-

nahe“ – so auch im Technikansatz. Der Fokus des hier vorgelegten Maßnahmenpakets ist entsprechend bei den beiden Maßnahmen „Separate Erfassung und Behandlung von Punktquellen“ und „Nachhaltige Sanitärkonzepte“ zu sehen. Die vorgeschlagene Maßnahme zur Nachrüstung von bestimmten Wassergewinnungsanlagen mit Ozonierungs- bzw. Aktivkohlefiltrationstechnik ist dagegen unter zwei miteinander verknüpften Aspekten zu betrachten. Zum einen soll die Maßnahme Durchbrüche von Arzneimittelwirkstoffen in das Trinkwasser weitestgehend vermeiden helfen. Zum anderen soll damit der Entstehung einer Situation entgegengewirkt werden, die einen wichtigen Ausgangspunkt von *start* bildet: der Entwicklung einer möglicherweise nur schwer kontrollierbaren Dynamik als Folge der öffentlichen Wahrnehmung eines vermehrten Vorkommens von Arzneimittelwirkstoffen im Trinkwasser – eine Situation in der nachhaltige Lösungsansätze gegenüber kurzfristigen Notlösungen zurücktreten könnten.

Mit dieser Position sind aber im Sinne des Vorsorge- und des Nachhaltigkeitsgedankens auch abwasserseitige Maßnahmen nicht per se auszuschließen. Hier schließt sich das Projekt insbesondere der Argumentation an, dass eine Belastung von Abläufen aus Klär-

anlagen soweit wie möglich zu vermeiden ist und dass angesichts der zu erwartenden längeren Zeiträume, bis Maßnahmen an der Quelle wirksam werden können, die Risiken für aquatische Ökosysteme wachsen. Ein Ergebnis der Projektrecherchen im Rahmen der Entwicklung des Technikansatzes war es jedoch, dass es im Bereich der Abwasserbehandlung aktuell keine Richtungssicherheit hinsichtlich der Eignung und des Einsatzes neuer Techniken zur weitergehenden Entfernung von Arzneimittelwirkstoffen und anderen Mikroverunreinigungen aus dem Zulauf der Kläranlagen gibt. Dies betrifft sowohl die möglicherweise standortabhängige Entscheidung für ein bestimmtes Verfahren auf Basis von Erfahrungen im großtechnischen Maßstab als auch die genauere Bestimmung der damit verbundenen Kostensteigerungen im Abwasserbereich.

Separate Erfassung und Behandlung von Punktquellen

Ein Ergebnis der multikriteriellen Bewertung von *start* war, dass vergleichsweise hohen Kosten für die Umsetzung von Maßnahmen zur separaten Erfassung und Behandlung von Punktquellen eine eher geringe Wirksamkeit gegenübersteht, da die Wirkstofffrachten aus diesen Quellen im Verhältnis zur Gesamtfracht vergleichsweise gering sind – eine Bewertung die besonders für Pflegeheime zutrifft. Diese Einschätzung wurde von den beteiligten Expertinnen und Experten im Wesentlichen geteilt. Es wurde insbesondere darauf hingewiesen, dass die notwendige Separation der Stoffströme besonders bei alten Gebäuden nur schwer umsetzbar sei und in Einzelfällen vermutlich auch zur zeitweisen Stilllegung von ganzen Stationen in Krankenhäusern führen könne. Zu bedenken gegeben wurde jedoch, ob nicht durch die demographische Entwicklung die Bedeutung von Einträgen aus Pflegeheimen in Zukunft wachsen werde.

Die Erfahrungen mit dem Betrieb von Pilotanlagen hätten überdies gezeigt, dass die Maßnahme eher als Lösung für Hotspots geeignet sei, also beispielsweise auf Krankenhausstationen, bei denen besonders große Frachten von Hochrisikostoffen wie Zytostatika oder Antibiotika in das Abwasser gelangen. Allgemein war im Kreis der eingeladenen Expertinnen und Experten die Einschätzung, dass die separate Erfassung und Behandlung von Punktquellen vermutlich nur eine Einzelfalllösung sein könne. Denkbar sei dessen ungeachtet, eine Stoffstromtrennung und Vorbehandlung z.B. bei Krankenhausneubauten zu fordern – in einem Merkblatt des ATV-DVWK aus dem Jahre 2001 seien bereits entsprechende Empfehlungen und Richtlinien formuliert worden. Gleichzeitig wurde festgestellt, dass weiterer Klärungsbedarf besonders bei der Frage bestehe, welchen Anteil an der Gesamtfracht die Wirkstofffrachten in Abwässern von Krankenhäusern und Pflegeheimen tatsächlich haben.

Im Hinblick auf die im Rahmen der multikriteriellen Bewertung zugrunde gelegte Technik der Ozonierung zur Vorbehandlung der Abwässer von Punktquellen wurde von Seiten der Forschung zu bedenken gegeben, dass damit das Problem lediglich verschoben werde. Zwar würden die Ausgangssubstanzen mit dem Verfahren aufgebrochen, jedoch sei die Wirksamkeit der dabei entstehenden Metabolite in der Regel nicht bekannt. Von Seiten der pharmazeutischen Industrie wurde dar-

Aus diesem Grund wurden auf dem aktuellen Stand der internen Diskussionen in *start* abwasserseitige Maßnahmen nicht explizit berücksichtigt. Eine Berücksichtigung abwasserseitiger Maßnahmen im Rahmen der laufenden Entwicklung einer integrativen Handlungsstrategie wird daher vom Projekt nicht grundsätzlich ausgeschlossen, erfordert aber Klarheit bezüglich der Auswahl und Leistungsfähigkeit ergänzender Verfahren der Abwasserbehandlung. Dabei sollten nicht nur Ergebnisse aus Pilotanlagen für eine Entscheidungsfindung zur Verfügung stehen. Entsprechende Hinweise aus der Abwasserwirtschaft, welche Richtung sich in der Abwasserbehandlung abzeichnet, wären in diesem Zusammenhang ein wichtiger Input.

auf hingewiesen, dass Metabolite, die durch Ozonierung erzeugt werden, zumeist besser wasserlöslich seien und ihre Weiterleitung in die kommunalen Kläranlagen daher vermutlich eher unkritisch wäre. Ergänzt wurde diese Einschätzung mit Erfahrungen aus dem Betrieb von Pilotanlagen: Weiterführende Toxizitätstest mit den behandelten Abwässern hätten gezeigt, dass die Geno- und Leuchtbakterientoxizität vollständig abgebaut werden konnte. Zudem wurde darauf hingewiesen, dass, auch wenn zwar noch erheblicher Forschungsbedarf bestehe, das Problem sich ja auch bei der Trinkwasseraufbereitung stelle, wo das Verfahren seit langem zur Desinfizierung eingesetzt werde.

Entsorgung von Altarzneimitteln

Auf Basis der Auswertung von Gruppengesprächen mit Apothekerinnen und Apothekern, der repräsentativen Studie zum Entsorgungsverhalten der deutschen Bevölkerung sowie einer Analyse des Diskurses um unterschiedliche Entsorgungsalternativen wird in *start* die verbindliche und einheitliche Rückgabe von Altarzneimitteln über die Apotheken empfohlen. Als Voraussetzung für die fortgesetzte Bereitschaft der Apotheken, diese Aufgabe wahrzunehmen, wird eine Vereinfachung des bestehenden Rücknahmesystems (Befreiung von Trennaufgaben) gesehen.

Angesichts der aktuellen Heterogenität von Hinweisen zur Entsorgung von Altarzneimitteln durch Länder, Kommunen und Entsorgungsbetriebe wird die Forderung nach einem einheitlichen und verbindlichen Entsorgungsstandard von allen beteiligten Expertinnen und Experten geteilt. Eine Mehrheit unterstützt dabei die *start*-Empfehlung, die Entsorgung ausschließlich über die Rückgabe in Apotheken zu regeln. Daneben wurde aber auch der Weg einer Entsorgung über den Hausmüll diskutiert – eine Art der Entsorgung, für die nicht nur aktuell auf Landesebene in Rheinland-Pfalz und Nordrhein-Westfalen geworben wird, sondern die auch in einer von unterschiedlichen Akteuren getragenen Initiative in Baden-Württemberg empfohlen wird. Als ein zentrales Argument gegen die Entsorgung über den Hausmüll wurde von verschiedenen Seiten eine damit verbundene mögliche Gefährdung Dritter (z.B. Kinder) genannt.

Auch wenn für möglich gehalten wurde, durch geeignete Handlungsempfehlungen (z.B. Entsorgung von Altarzneimitteln am Tag der

Abholung des Hausmülls), einer Gefährdung Dritter entgegenzuwirken, bestand weitgehender Konsens, dass das tatsächliche Risiko zurzeit nicht einschätzbar sei und daher aus Vorsorgegründen diese Variante nicht als einheitlicher Entsorgungsstandard empfohlen werden sollte. Von Seiten des Umweltbundesamtes wurde darauf hingewiesen, dass es in Übereinstimmung mit dem Apothekerverband die Rückgabe von Altarzneimitteln über die Apotheken empfehle – eine Empfehlung, die zusätzlich vor dem Hintergrund gesehen werden müsse, dass der Hausmüll in Deutschland zwar weitgehend aber nicht überall verbrannt werde und daher Umweltemissionen durch die Verbringung auf Deponien nicht vollständig ausgeschlossen werden könnten. Zudem sei es aus Sicht des Umweltbundesamtes sinnvoll, bei der Diskussion um einen einheitlichen Entsorgungsstandard eine europäische Lösung anzustreben.

Etablierung einer Umweltklassifikationsliste für Arzneimittelwirkstoffe

Unter Berücksichtigung von Erfahrungen mit einer Umweltklassifikationsliste für Arzneimittel in Schweden, wurde im Rahmen der multikriteriellen Bewertung von *start* abgeschätzt, dass in Deutschland in einem Zeitraum von fünf Jahren nach Erscheinen einer solchen Liste sich etwa 40% der Ärztinnen und Ärzte daran orientieren würden. Von Seiten der Ärzteschaft wurde diese Abschätzung für unrealistisch gehalten. Als Grund wurde angeführt, dass Ärztinnen und Ärzte sich zwar regelmäßig weiterbilden würden, dieses Thema jedoch wegen eines Überangebots an für den Praxisalltag wesentlich relevanteren Fortbildungsangeboten kaum auf breites Interesse stoßen würde – besonders, wenn der einzelne Arzt/die einzelne Ärztin wegen der Kostenbeteiligung auch ökonomische Aspekte berücksichtigen müsse.

Aus diesem Grund, so die Einschätzung des Vertreters der Ärzteschaft, sei der abgeschätzte Zeithorizont kaum einzuhalten. Aus einer anderen Perspektive stelle sich die vorgenommene Abschätzung jedoch anders dar: Auch in der Ärzteschaft gebe es einen demographischen Wandel – viele Ärztinnen und Ärzte seien bereits über 55 Jahre alt, weshalb in vermutlich 10 Jahren ein Wechsel in den Praxen stattfinden werde. Daher könne, wenn das Thema bereits intensiv in die Ärzteausbildung an den Universitäten integriert werde, tatsächlich ein entsprechender oder gar höherer Effekt bei gleichzeitig geringeren Kosten erzielt werden.

Allgemeine Hinweise

Vor dem Hintergrund der geführten Diskussion über die Bewertungsergebnisse und die Folgenabschätzungen wurde von den eingeladenen Expertinnen und Experten die Frage aufgeworfen, wie im Sinne der angestrebten Entwicklung einer integrativen Handlungsstrategie die einzelnen bisher betrachteten Maßnahmen verknüpft werden sollten? Dabei müsse vor allem berücksichtigt werden, dass Akzeptanzprobleme entstehen könnten, wenn es nicht gelinge, die Verantwortlichkeiten für die Umsetzung einer Gesamtstrategie angemessen zu verteilen. Überdies sei es wünschenswert, allgemeine Gütekriterien für die Auswahl von Maßnahmen einer Gesamtstrategie aufzustellen – eine komplexe Aufgabe, bei deren Umsetzung sich idealer Weise alle Beteilig-

ten einbringen müssten. Abschließend wurde von den beteiligten Expertinnen und Experten angeregt, die entwickelte integrative Handlungsstrategie ebenfalls einer multikriteriellen Bewertung zu unterziehen, da es diese Informationen seien, die von der Praxis erwartet würden und in Entscheidungsprozessen unverzichtbar seien.

2. Potenziale und Grenzen einer integrierten Handlungsstrategie

Gegenstand des zweiten Diskussionsblocks war es, Hinweise auf Potenziale und Grenzen einer integrativen Handlungsstrategie zu erhalten. Diskussionsgrundlage waren Ergebnisse der start-Akteursmodellierung, die Dr. Alexandra Titz in einem Einführungsbeitrag vorstellte. Ziel der Akteurmodellierung ist es, durch eine vergleichende Analyse der unterschiedlichen Problemwahrnehmungen und Handlungskontexte der Akteure, Synergiepotenziale, mögliche Konfliktfelder und Maßnahmenkombinationen zu identifizieren, die optimal für die Erreichung einer gegebenen Zielvorstellung sind. Dadurch soll die Entwicklung einer integrativen Handlungsstrategie unterstützt werden.

Die auf Basis von Experteninterviews ermittelten Problemwahrnehmungen und Handlungskontexte der Akteure wurde ergänzend als Grafiken (so genannte „Wahrnehmungsgraphen“) dargestellt und zusammen mit erläuternden Texten in Form von Postern auf dem Workshop präsentiert (vgl. Anhang). Die Gesamtergebnisse der Akteursmodellierung werden in einem gesonderten Dokument aufbereitet, das in den nächsten Wochen zur Verfügung stehen wird. Im Folgenden wird lediglich die Diskussion zu den vorgestellten Ergebnissen wiedergegeben.

Allgemein wurde von den Expertinnen und Experten darauf hingewiesen, dass sowohl die Methode der Akteursmodellierung als auch die erzielten Ergebnisse derart komplex seien, dass ihre Vermittlung im gegebenen Rahmen eine besondere Herausforderung darstelle. In diesem Zusammenhang wurde hinterfragt, inwieweit die Methode im Rahmen des Dialogprozesses von *start* tatsächlich die angestrebte Öffnung neuer Perspektiven auf das Handeln der unterschiedlichen Akteure erreicht habe bzw. erreichen könne. Es wurde angeregt, auf Basis der bisherigen Erfahrungen im Projekt ein eigenes Kommunikationskonzept für die Methode auszuarbeiten, das die Entfaltung ihrer Potenziale angemessen unterstütze.

Mit Bezug auf die ausgestellten Poster (Wahrnehmungsgraphen der Akteure) wurde angemerkt, dass die Analyse deutlich auf Informationsdefizite bei den einzelnen Akteuren über Ziele und Vorgehensweisen der jeweils anderen Akteure verweise. Die Ergebnisse der Akteursmodellierung könnten daher als Hinweis darauf gewertet werden, dass ein Kommunikations- und Wahrnehmungsdefizit zwischen den Akteuren bestehe, an dem gearbeitet werden müsse, wenn potenzielle Synergien zwischen den Akteuren bei der Umsetzung einer integrativen Handlungsstrategie genutzt werden sollen. Dies spreche für eine Intensivierung und Fortführung des im Rahmen von *start* begonnenen Dialogprozesses zwischen Forschung und Praxis.

Grundsätzlich wurde auch die Frage nach der Rolle der Akteursmodellierung in *start* diskutiert. Vom Projektteam wurde erläutert, dass die Methode die für ihr Handeln ausschlaggebende subjektive Pro-

blemsicht der einzelnen Akteure explizit erfassen und einer vergleichenden Analyse zugänglich machen sollte. Diese Analyseperspektive unterstütze die Entwicklung einer integrativen Handlungsstrategie, indem beispielsweise untersucht werden könne, ob eine mögliche Maßnahmenkombination aus Sicht der Akteure zielführend ist oder wo sich aufgrund von ähnlichen Problemwahrnehmungen Synergiepotenziale erschließen lassen.

In diesem Zusammenhang wurde von Seiten der Praxisexpertinnen und -experten erläutert, dass es nur einen rationalen Ansatz gebe, nämlich den der Eigenverantwortlichkeit für die individuelle Zielerreichung. Erforderlich sei daher zuerst die Einigung auf eine klare Zielvorstellung, wie sie beispielsweise für den heutigen Workshop als Diskussionsgrundlage formuliert wurde. Auf dieser Basis ließen sich dann sinnvoll individuelle Unterziele definieren, die von den beteiligten Akteuren auch akzeptiert und kooperativ umgesetzt werden könnten. Mehr als eine solche Einigung auf eine gemeinsame Basis sei in einem hochkomplexen System nicht möglich.

3. Partizipative Entwicklung normativer Zukunftsszenarios

Im dritten Diskussionsblock wurde ein Blick in die Zukunft gerichtet. Im Mittelpunkt stand dabei die Frage, wie unter verschiedenen Rahmenbedingungen bis zum Jahr 2035 das Ziel einer deutlichen Verringerung des Vorkommens von Arzneimittelwirkstoffen im Wasserkreislauf erreicht werden kann. Aufgabe der Expertinnen und Experten war es, in zwei getrennten Arbeitsgruppen Grundlagen für zwei normative Zukunftsszenarios zu erarbeiten. Ausgangsbasis bildeten dabei die in den vorliegenden start-Strategieansätzen formulierten Maßnahmen sowie weitere Handlungsmöglichkeiten, die im Rahmen von Expertenbefragungen identifiziert wurden. Ziel der Gruppenarbeit war es, Entscheidungspunkte und Handlungsmöglichkeiten der relevanten Akteure zu antizipieren und – möglichst in chronologischer Abfolge – in einen kausalen Zusammenhang zu stellen.

Mögliche Zukünfte werden von externen Faktoren bestimmt, die einen starken Einfluss haben und gleichzeitig in ihren zukünftigen alternativen Ausprägungen extrem ungewiss sind. Diese Faktoren wurden diskursiv durch Expertenbefragungen im Rahmen der Akteursmodellierung bestimmt: Zum einen die gesetzliche Regulierung mit den Ausprägungen „gering“ und „stark“ und zum anderen der „Lebensstil“ einer Mehrheit der Bevölkerung mit den Ausprägungen „gesundheits- und nachhaltigkeitsorientiert“ und „nicht gesundheits- und nachhaltigkeitsorientiert“. Diese Faktoren definieren die Rahmenbedingungen für insgesamt vier Szenarios. Im Vorfeld des Workshops wurden die Ausprägungen der Faktoren beschrieben und den Expertinnen und Experten mit der Einladung zur Verfügung gestellt (vgl. den Kasten auf der folgenden Seite). Auf die Formulierung einer Rahmenhandlung für jedes der vier Szenarios wurde verzichtet.

Plenar wurden die Szenarios „Geringe Regulierung, nicht gesundheits- und nachhaltigkeitsorientierter Lebensstil“ (Szenario A2) und „Starke Regulierung, gesundheits- und nachhaltigkeitsorientierter Lebensstil“ (Szenario B1) als diejenigen bestimmt, die in den Arbeits-

gruppen betrachtet werden sollten. Aufgabe der Expertinnen und Experten war es, in zwei moderierten Arbeitsgruppen die Grundlagen für diese beiden normativen Szenarios auszuarbeiten. Es erfolgte zunächst eine Sammlung der Ideen für Maßnahmen, die einen Beitrag zur vorgegebenen Zielvorstellung leisten können und unter den gegebenen Rahmenbedingungen als möglich erscheinen. Dabei wurden neben den Maßnahmen auch die ausführenden Akteure benannt. Die Vorschläge wurden jeweils in der Gruppe diskutiert.

Im Anschluss an die Sammlung der Maßnahmen wurde versucht, sie in einer sinnvollen chronologischen Abfolge bis zur Erreichung der vorgegebenen Zielvorstellung in ein vorgegebenes Schema einzutragen (nach den „Zeitmaßen“ kurz-, mittel- und langfristige Umsetzung). Nicht im Schema abgebildet werden konnte, dass die Umsetzung einzelner Maßnahmen zum Teil über sehr lange Zeiträume erfolgen kann. Ebenfalls konnte nicht dargestellt werden, welche Wirkungen die Maßnahmen hatten. Die dazu vorgegebenen Faktoren konnten zwar teilweise den Maßnahmen zugeordnet werden, die in der Regel stattfindende zeitliche Änderung der Wirkungen konnte aber mit dem gewählten Verfahren nicht erfasst werden.

Im Folgenden sind die Ergebnisse der partizipativen Szenarioentwicklung in Textform wiedergegeben. Sie beschreiben, mit welchen Maßnahmenkombinationen bis zum Jahr 2035 das vorgegebene Ziel einer deutlichen Verringerung des Vorkommens von Arzneimittelwirkstoffen im Wasserkreislauf erreicht „wurde“. Die Beschreibungen der Szenarios A2 und B1 wurden auf Basis der in den Arbeitsgruppen von den beteiligten Expertinnen und Experten diskursiv entwickelten Diagramme von Projektmitarbeitenden formuliert. Die Szenarios „Geringe Regulierung, gesundheits- und nachhaltigkeitsorientierter Lebensstil“ (Szenario A1) und „Starke Regulierung, nicht gesundheits- und nachhaltigkeitsorientierter Lebensstil“ (Szenario B2) wurden im Nachgang des Workshops vollständig vom Projektteam entwickelt. Sie werden mit diesem Bericht dem Expertenkreis zur Kommentierung vorgelegt.

Szenario A2: Geringe Regulierung, nicht gesundheits- und nachhaltigkeitsorientierter Lebensstil

Aufgrund nicht vorhandener gesetzlicher und/oder behördlicher Vorgaben erfüllen die Kläranlagenbetreiber lediglich die Vorgaben der EU-WRRL mit einer seit 2005 im Wesentlichen unveränderten Technik. Auf diese Weise werden ca. 70% der Arzneimittelwirkstoffe aus dem Abwasser eliminiert. Unterstützt durch die Forschung wird periodisch ein internes Benchmarking der Wasserversorger sowie der Kläranlagenbetreiber durchgeführt, um die Effizienz der eingesetzten Techniken und Verfahren zu vergleichen und gegebenenfalls die „best practice“ anpassen zu können. Um kurzfristig auf Belastungsspitzen mit Arzneimittelwirkstoffen reagieren zu können, halten die Wasserversorger Aufbereitungsanlagen vor, die bei Bedarf zugeschaltet werden können.

Im Bereich der Arzneimittelentwicklung verfolgen die Hersteller weiterhin die Entwicklung hoch spezifischer und hoch wirksamer Akti-
 substanz. Dies ermöglicht zum Teil eine deutliche Reduzierung der Wirkstoffmenge in den Präparaten. Um die Entwicklung „umweltfreundlicher“ Arzneimittelwirkstoffe zu befördern, unterstützen sowohl Stiftungen als auch staatliche Fördereinrichtungen wie die Deut-

Geringe Regulierung

Obwohl aufgrund fortschrittlicher Analysemethoden immer mehr Arzneimittelwirkstoffe in den Gewässern nachgewiesen werden, wurde die Liste der prioritären Stoffe der EU-WRRL seit 2006 nicht verändert. Für einige Arzneimittelwirkstoffe konnte eine potenzielle Umwelt- und Gesundheitsgefährdung nachgewiesen werden. Diese Befunde haben aber keinen Einfluss auf das Zulassungsverfahren und bleiben für die Arzneimittelhersteller ohne Auswirkungen.

Gesundheits- und nachhaltigkeitsorientierter Lebensstil

Bei der Bevölkerung ist eine Umkehr hin zu einem gesundheits- und nachhaltigkeitsorientierten Lebensstil zu verzeichnen. Eine Mehrheit der Bevölkerung setzt sich aktiv mit Umwelt- und Gesundheitsfragen auseinander, was zu einer Nachfrage von Arzneimitteln mit guten Umwelteigenschaften führt. Der Nachweis von immer mehr Arzneimittelwirkstoffen in Gewässern lässt Forderungen nach reinem Trinkwasser und transparenten Informationen zu den Umwelteigenschaften von Arzneimitteln lauter werden.

Starke Regulierung

Im Zuge der Überarbeitung der EU-WRRL wurden erstmals ausgewählte Arzneimittelwirkstoffe auf die Liste der prioritären Stoffe aufgenommen. Überdies wurde im Kontext der Weiterentwicklung von REACH eine Regelung zur Umweltverträglichkeitsprüfung von bereits zugelassenen Arzneimitteln durchgesetzt. Zudem wurde die EMEA-Richtlinie dahingehend erweitert, dass für trinkwassergängige Substanzen die zu erhebenden chronischen Wirkungsdaten auf den Menschen zu extrapolieren sind.

Nicht gesundheits- und nachhaltigkeitsorientierter Lebensstil

Die Bevölkerung setzt sich so gut wie gar nicht mit Gesundheits- und Umweltfragen auseinander. Aufgrund einer unausgewogenen Ernährungsweise und mangelnder Bewegung weist bereits ein Großteil junger Menschen einen schlechten Gesundheitszustand auf. Eine konsequente Verhaltensänderung wird aufgrund der angespannten finanziellen Situation zahlreicher privater Haushalte jedoch nicht durchgezogen. Eine ganzheitliche Gesundheitsvorsorge, Fitness, sowie der Konsum ökologisch nachhaltiger Produkte und Dienstleistungen wird kaum nachgefragt.

Den Szenarios liegt die Annahme zugrunde, dass der heutige Zustand in etwa jeweils zwischen den so definierten Polen liegt. Die Entwicklung der Faktoren in den vier möglichen Szenarios soll dabei bis zum Jahre 2035 stetig erfolgen.

sche Forschungsgemeinschaft (DFG) Forschungsprojekte im Bereich der nachhaltigen Pharmazie. Unabhängige Forschungseinrichtungen führen gesamtökologische Arzneimittelanalysen durch. Durch die Kommunikation der Forschungsergebnisse an die Arzneimittelhersteller wird zum einen die Machbarkeit demonstriert, zum anderen werden die Hersteller dadurch zur Entwicklung umweltfreundlicher Arzneimittelwirkstoffe angeregt. Zusätzliche Entwicklungsanreize für die Hersteller werden durch die Auslobung von Preisen für nachhaltige Pharmazie und steuerliche Vorteile gesetzt. Da bis zur breiten Verfügbarkeit von Arzneimittelwirkstoffen, die nach den neuen Designprinzipien entworfen wurden, jedoch mehrere Jahre vergehen, wird parallel die Erforschung innovativer Techniken zur Abwasserreinigung und Trinkwasseraufbereitung gefördert.

Apothekerinnen und Apotheker sehen nach wie vor die Entsorgung von Altarzneimitteln als eine originäre Dienstleistung an. Deutschlandweit vereinbaren die Apothekerverbände eine freiwillige Rücknahmeverpflichtung und kommunizieren diese an ihre Kunden. Durch die Verknüpfung der Arzneimittelentsorgung mit Umweltaspekten gelingt es ihnen, dieser unentgeltlichen und unentgelteten Serviceleistung mehr Gewicht zu verleihen. Die Arzneimittelentsorgung in der Apotheke wird in kurzer Zeit für die Bevölkerung so selbstverständlich wie der Gang zum Altglascontainer. Auf diese Weise können Einträge von Arzneimittelwirkstoffen in den Wasserkreislauf durch eine unsachgemäße Entsorgung über das häusliche Abwasser deutlich reduziert werden.

Funktionsfähigkeit und Finanzierbarkeit der umlagefinanzierten gesetzlichen Krankenkassen ist durch den demographischen Wandel nicht mehr gewährleistet: einer schrumpfenden Gruppe von Einzahlern steht eine immer größere Anzahl von Leistungsempfängern gegenüber. Dies hat bereits zum Konkurs einiger Ortskrankenkassen geführt. Im Zuge der Privatisierung des medizinischen Alltagsbedarfs wird die solidarische Grundsicherung durch zahlreiche Leistungen ergänzt, die von den Versicherten selbst getragen werden müssen. Durch die größere Eigenverantwortung setzt bei den Versicherten allmählich ein Umdenken in Bezug auf Krankheitsprävention, Medikamentennachfrage und Inanspruchnahme von Gesundheitsleistungen ein. Der Arzneimittelgebrauch geht dadurch leicht zurück.

Die Aufnahme neuer Mitglieder wird von gesetzlichen und privaten Kassen restriktiv gehandhabt: Personen, die bestimmten Risikogruppen angehören oder einen ungesunden Lebensstil führen, werden bei der Aufnahme mit hohen Risikozuschlägen belegt. Eine gesunde Lebensweise hingegen wird mit sinkenden Beiträgen belohnt. Da zwischenzeitlich erste Arzneimittelwirkstoffe auf dem Markt sind, die dem Kriterium der schnellen Abbaubarkeit in der Umwelt genügen, befördern Kassen die Verschreibung entsprechender Präparate durch sinkende Zuzahlungen für nicht persistente Arzneimittelwirkstoffe. Die von den Kassen stärker bezuschussten, umweltfreundlichen Arzneimittel werden beim Arztbesuch von den Patientinnen und Patienten in der Folge stärker nachgefragt.

Hinweise aus der Arbeitsgruppe

Von den teilnehmenden Expertinnen und Experten wurde kritisch angemerkt, dass die gewählten Rahmenbedingungen in diesem Szenario die Kreativität bei der Szenarioentwicklung stark einschränkten: Unter den Bedingungen einer geringen Regulierung und eines in der Bevölkerung nicht dominierenden gesundheits- und nachhaltigkeitsorientierten Lebensstils seien für die einzelnen Akteure kaum Handlungsmöglichkeiten gegeben. Das Erreichen der vorgegebenen Zielvorstellung wurde daher in diesem Szenario als wenig wahrscheinlich beziehungsweise kaum beeinflussbar angesehen.

Intensiv wurde in der Diskussion die zukünftige Rolle der Krankenkassen behandelt. Es wurde hervorgehoben, dass es nicht das originäre Ziel der Krankenkassen sei, Arzneimittelrückstände aus dem Trinkwasser zu eliminieren. Jedoch wurde für möglich gehalten, dass Krankenkassen durch Maßnahmen, die im Zuge der Gesundheitsreform umgesetzt werden, Einfluss auf die Problematik nehmen könnten. Als Beispiele wurden die Stärkung der Eigenverantwortung von Patientinnen und Patienten, eine weitergehende Privatisierung von Gesundheitsleistungen und eine restriktivere Auswahl bei den Versicherten angeführt.

Szenario B1: Starke Regulierung, gesundheits- und nachhaltigkeitsorientierter Lebensstil

Als ein Initial für die Zielerreichung wird ein Grenzwert für Arzneimittelwirkstoffe im Trinkwasser gesetzlich festgelegt. Dadurch wird zum einen die Entwicklung innovativer technischer Verfahren zur Abwasserreinigung und Trinkwasseraufbereitung angestoßen. Zum anderen wird dadurch der Weg für weitere regulatorische Maßnahmen geebnet, mit welchen der Eintrag von Arzneimittelwirkstoffen in den Wasserkreislauf reduziert werden soll. Als eine der ersten Maßnahmen wird das Zulassungsverfahren für Arzneimittelwirkstoffe mit einer Übergangsfrist von 20 Jahren dahingehend verändert, dass Umwelteigenschaften stärker als zuvor berücksichtigt werden. Zugleich wird eine Veröffentlichungspflicht für die Daten aus der Umweltverträglichkeitsprüfung eingeführt. Sie werden Fachleuten und Laien durch geeignete Informationssysteme einfach zugänglich gemacht.

Die Abfallgesetzgebung sieht vor, Arzneimittel ausschließlich über die Apotheken zu entsorgen. Das bestehende Rücknahmesystem durch Reverslogistiker wird flächendeckend ausgebaut. Die stark nachhaltigkeitsorientierte Bevölkerung nimmt dieses Entsorgungskonzept schnell an, sodass Altarzneimittel fast vollständig sachgerecht entsorgt werden. Für radiologische Stationen und Praxen ist die getrennte Sammlung und Entsorgung von Röntgenkontrastmitteln (RKM) durch Urinsammlung in Behältern nach der Anwendung gemäß dem „Berliner Modell“ gesetzlich vorgeschrieben. Auf diese Weise wird das Vorkommen von RKM im Wasserkreislauf deutlich reduziert. Zugleich werden durch entsprechende Vorschriften in den kommunalen Bauordnungen nachhaltige Sanitärkonzepte für Neubaugebiete vorgeschrieben, um Einträge von Arzneimittelwirkstoffen und anderen organischen Spurenstoffen über das häusliche Abwasser zu reduzieren.

Auf Basis von Ergebnissen aus akademischer und industrieller Forschung werden neue ökotoxikologische Standardtests im Rahmen des Europäischen Verfahrens der Umweltrisikobewertung von Arzneimit-

telwirkstoffen eingeführt. Dies ermöglicht eine spezifischere Abschätzung der Wirkung von Arzneimittelwirkstoffen auf aquatische Organismen. Eine verbesserte Datengrundlage sowie innovative Methoden unterstützen die Entwicklung biologisch abbaubarer Arzneimittelwirkstoffe durch computergestützte Verfahren. Arzneimittelhersteller und universitäre Forschung arbeiten hier Hand in Hand. Dadurch wird die Identifikation von Leitstrukturen befördert, die den neuen Umweltkriterien genügen. Um die Entscheidungsbasis bei der Wirkstoffentwicklung zu verbessern, werden Forschungsprojekte über die Abbauewege von Arzneimittelwirkstoffen stärker gefördert.

Um dem nach wie vor hohen Arzneimittelverbrauch entgegenzuwirken, führen Krankenkassen Informationskampagnen für die Versicherten durch. Die Inanspruchnahme nicht-medikamentöser Therapieformen wird dabei von den Kassen honoriert, während ihre wiederholte Ablehnung durch höhere Zuzahlungen sanktioniert wird. Es werden Trainer ausgebildet, die als Multiplikatoren in verschiedenen Bereichen wie Sozialversicherungsträger, Schulen, Apotheken, Verbraucherzentralen und Erwachsenenbildung fungieren. Nachdem durch unterschiedliche Kampagnen das Problembewusstsein der Bevölkerung weiter geschärft worden ist, greift das Instrument der jährlichen Patientenauskunft über Kosten und Mengen des individuellen Arzneimittelverbrauchs: Die Nachfrage nach Medikamenten geht deutlich zurück.

Seitdem durch eine gemeinsame Initiative von Umweltbundesamt und Bundesgesundheitsministerium eine Umweltklassifikationsliste für Arzneimittelwirkstoffe erarbeitet wurde, die eine entsprechende Produktkennzeichnung beinhaltet, können ÄrztInnen und ApothekerInnen aber auch die VerbraucherInnen selbst Medikamente nach Umweltgesichtspunkten wählen. Ärztinnen und Ärzte werden sogar gesetzlich verpflichtet, Medikamente vor der Verordnung mit anderen hinsichtlich ihrer Umwelteigenschaften zu vergleichen. Dies befördert die Verordnung umweltfreundlicher Arzneimittel. Umweltaspekte des Gebrauchs und der Entsorgung von Arzneimitteln werden verbindlich in die Fortbildung von ÄrztInnen und ApothekerInnen integriert.

Ähnlich wie für bestimmte Industriestoffe werden für Arzneimittel Umweltqualitätsnormen eingeführt, die erlaubte mittlere und Maximalkonzentrationen von Arzneimittelwirkstoffen in Gewässern gesetzlich festlegen. Gleichzeitig werden eine Abwasserabgabe für den Eintrag von Arzneimittelwirkstoffen erhoben und Grenzwerte für Punktquellen wie Krankenhäuser und Pflegeheime festgelegt. Verschiedene Verfahren zur Rückhaltung von Arzneimittelwirkstoffen werden daraufhin bei Indirekteinleitern installiert. Die Forschung entwickelt sensible Analysemethoden, mit denen ein breites Spektrum von Arzneimittelwirkstoffen in den Gewässern nachgewiesen werden kann. Durch ein damit erweitertes Monitoring können so bestimmte Reinigungs- und Aufbereitungsverfahren effektiver auf Arzneimittelwirkstoffe eingestellt werden.

Hinweise aus der Arbeitsgruppe

Von den Expertinnen und Experten wurde angeregt, verschiedene, aufeinander aufbauende Stufen von Information zu unterscheiden: Bewusstseinsbildung, Information, Training und Edukation. Die Diskussionssteilnehmer gingen davon aus, dass mit zunehmender Transparenz

von Kosten und Mengen, zielgruppenspezifischer Kommunikation und Information sowie mit der Einführung von Zuzahlungssystemen der Arzneimittelgebrauch insgesamt zurückgehen würde. Dabei sei auch der allgemeine Trend zu berücksichtigen, dass die Wirksamkeit der Stoffe ohnehin ständig steige und damit die Mengen ebenfalls zurückgehen würden. Zudem wurde betont, dass kommunikative Maßnahmen nicht nur auf den Bereich der Verschreibung von Arzneimitteln, sondern auch auf den Bereich der Selbstmedikation auszurichten seien.

In der Diskussion wurde hervorgehoben, dass eine Verschärfung der Arzneimittelzulassung einen zur neuen Europäischen Chemikalienverordnung REACH vergleichbaren Prozess voraussetze. Die gegenwärtigen OECD-Standards für die Umweltverträglichkeitsprüfung von Arzneimittelwirkstoffen seien teilweise ungeeignet, da insbesondere zwischen den Prozessen der Verstoffwechslung von Arzneimittelwirkstoffen im menschlichen Körper und der Bildung von Metaboliten in der Umwelt nicht hinreichend unterschieden werde. Problematisch sei überdies, dass in der Regel eine gesonderte Betrachtung der verschiedenen Medien unterbleibe, in denen ein Wirkstoff in seinem Lebenszyklus auftrete.

Zu den Möglichkeiten einer verstärkten Entwicklung umweltfreundlicherer Arzneimittelwirkstoffe wurde die Einschätzung getroffen, dass hier nur langfristig Erfolge zu erwarten seien, da sich die notwendigen Instrumente dazu erst in der Entwicklung befinden würden (z.B. QSAR). Eine entsprechende Stärkung der Forschung sei daher wesentlich. Umstritten war in der Diskussion in diesem Zusammenhang, inwiefern das Setzen von Grenzwerten für Arzneimittelwirkstoffe beispielsweise in Oberflächengewässern innovative technische Verfahren zur Verminderung von Einträgen bereits voraussetze oder ihre Entwicklung (mit der Gewährung von Übergangsfristen) erst anstoße.

Als Gesamtfazit wurde in der Diskussion festgehalten, dass das hier entwickelte Szenario mit insgesamt hohen Kosten verbunden wäre. Das in den Rahmenbedingungen gesetzte gesellschaftliche und politische Umfeld lasse jedoch eine Haltung der Art „Das ist es uns wert!“ erwarten. Schließlich müsse beim Blick auf die Kosten aber auch berücksichtigt werden, dass die Effizienz der Handlungsstrategie insgesamt steige, da weniger Abfallstoffe bzw. -produkte und damit verbundene Folgekosten anfallen würden.

Vom start-Projektteam entwickelte Szenarios

Die folgenden beiden Szenarios wurde im Nachgang des dritten Experten-Workshops von Mitgliedern des start-Projektteams an der Goethe-Universität Frankfurt am Main (Arbeitsgruppe Prof. Petra Döll) entwickelt. Der Kreis der beteiligten Expertinnen und Experten wird gebeten, diese Szenarios vor ihrem jeweiligen Praxishintergrund zu kommentieren.

Szenario A1: Geringe Regulierung, gesundheits- und nachhaltigkeitsorientierter Lebensstil

Aufgrund verbesserter Analysemethoden wurden zahlreiche weitere Arzneimittelwirkstoffe in Gewässern und sogar im Trinkwasser nachgewiesen. Die Bevölkerung verfolgt das Thema mit großem Interesse und ist sowohl hinsichtlich des Arzneimittelgebrauchs als auch des

Trinkwasserkonsums stark verunsichert. Angesichts der neuen Forschungsergebnisse mobilisieren Umwelt- und Verbraucherschutzverbände verstärkt Bürgerinnen und Bürger, um auf diese Weise den öffentlichen Druck auf Gesetzgeber, Kommunen und Hersteller zu erhöhen. Forderungen nach unbelastetem Trinkwasser sowie transparente Informationen zu den Umwelteigenschaften von Arzneimittelwirkstoffen werden lauter.

Die unsachgemäße Entsorgung von unverbrauchten Medikamenten über die häuslichen Abwässer ist ein signifikanter Eintragspfad für Arzneimittelwirkstoffe. In Folge dessen starten die Apothekerinnen und Apotheker eine breit angelegte Aufklärungskampagne, in der die Arzneimittelentsorgung über die Apotheken propagiert wird. Da das Thema bereits in der breiten Öffentlichkeit diskutiert wird, wird die Kampagne von der Bevölkerung sehr gut aufgenommen und auch umgesetzt. Binnen weniger Jahre werden Altarzneimittel nahezu ausschließlich über die Apotheken entsorgt.

Da medizinische Einrichtungen zu den großen Emittenten von Hochrisikostoffen wie Zytostatika und Antibiotika zählen, üben Umwelt- und Verbraucherschutzverbände Druck auf Kommunen und Betreiber der Einrichtungen aus, die Abwässer getrennt zu erfassen und einer Vorbehandlung zu unterziehen. Nach langem politischen Tauziehen wird eine Übergangsfrist gesetzlich festgelegt, die eine entsprechende bauliche Nachrüstung von Krankenhäusern und Pflegeheimen dort vorsieht, wo dies technisch und sozialverträglich machbar ist. Für Neubauten ist ab dem Jahr 2015 eine bauliche Separation der Abwasserteilströme gesetzlich verpflichtend.

Aufgrund der gesundheitsbewussten Lebensweise der Bevölkerung sind charakteristische Erkrankungen wie Fettstoffwechselstörungen, Herz-Kreislauf-Erkrankungen und Diabetes rückläufig. In Folge dessen gehen die Verordnungszahlen von Medikamenten zur Behandlung dieser Erkrankungen ebenfalls zurück. Darüber hinaus lehnen organisierte, kritische Patientinnen und Patienten einen übermäßigen oder aber „vorsorgenden“ Arzneimittelgebrauch ab. Stattdessen werden verstärkt präventive Maßnahmen und nicht-medikamentöse Therapien in Anspruch genommen.

Kritische Kundinnen und Kunden üben im Verein mit Verbraucherschutzverbänden Druck auf die Wasserwerke aus, von Arzneimittelwirkstoffen und anderen Mikroverunreinigungen unbelastetes Trinkwasser bereit zu stellen. Da eine nachhaltige Lösung der Problematik auch im Sinne der Wasserversorger ist, schließen diese sich mit Umwelt- und Verbraucherschutzverbänden sowie Bürgerinitiativen zusammen. Interessenvertretungen der Wasser- und Entsorgungswirtschaft fordern daraufhin verstärkt gegenüber Behörden und Arzneimittelherstellern die Verfügung von Maßnahmen beziehungsweise die Übernahme von Verantwortung durch die Entwicklung schnell abbaubarer Arzneimittelwirkstoffe.

Unterstützt durch die allgemeine Forschungsförderung aber auch das Umweltbundesamt werden vermehrt Forschungsprojekte zur Entwicklung umweltfreundlicherer Arzneimittelwirkstoffe erfolgreich durchgeführt. Die Forschungsergebnisse haben zwar keine direkten Einfluss auf die Regulierung, leisten aber besonders durch die Arbeit an trinkwassergängigen Wirkstoffen einen Beitrag zum gesellschafts-

politischen Diskurs. Die Forschungsprojekte demonstrieren den Herstellern, dass die Entwicklung umweltfreundlicher Arzneimittel zeitlich und finanziell realisierbar ist. Um einen weiteren Anreiz für die Entwicklung umweltfreundlicherer Wirkstoffe für die Hersteller zu schaffen, werden Preise und Wettbewerbe für nachhaltige Pharmazie ausgelobt. Dadurch wird die Entwicklung umweltfreundlicher Arzneimittel zunehmend befördert.

Szenario B2: Starke Regulierung, nicht gesundheits- und nachhaltigkeitsorientierter Lebensstil

Aufgrund des zunehmenden Vorkommens von Arzneimittelwirkstoffen im Wasserkreislauf werden entsprechende Grenzwerte erlassen. Um kurzfristig eine Verbesserung der Situation zu erreichen, werden Wassergewinnungsanlagen, die direkt oder indirekt Oberflächenwasser aufbereiten, flächendeckend mit Aktivkohlefiltration ausgestattet, um Durchbrüche von Arzneimittelwirkstoffen in das Trinkwasser möglichst zu vermeiden. Begleitet durch eine entsprechende Änderung der Indirekteinleiterverordnung werden Krankenhäuser und Pflegeheime gesetzlich verpflichtet, eine separate Erfassung und Behandlung ihrer Abwässer zu gewährleisten. Während die Regelung für Neubauten uneingeschränkt gilt, wird bei bestehenden Einrichtungen auf Basis von Gutachten zur technischen Machbarkeit und sozialen Verträglichkeit von Fall zu Fall entschieden. Aufgrund eines starken Widerstands in der Bevölkerung lässt sich eine Verpflichtung zur Realisierung nachhaltiger Sanitärkonzepte im Bereich des Eigenheimbaus politisch nicht durchsetzen. Für den Neubau bzw. die Sanierung von Gewerbegebieten, Hotelkomplexen, Flughäfen und Bahnhöfen wird die Einrichtung nachhaltiger Sanitärkonzepte jedoch gesetzlich vorgeschrieben.

In einem weiteren Schritt hat der Gesetzgeber einen einheitlichen Entsorgungsstandard für Arzneimittel geschaffen. Arzneimittel werden nun ausschließlich über die Apotheken entsorgt. Die Infrastruktur zur Abholung der Arzneimittel durch Revers-Logistiker wird flächendeckend ausgeweitet und den erwarteten größeren Rücklaufmengen angepasst. Finanziert wird die Abholung wie bisher durch die Arzneimittelhersteller auf Basis der Erfüllung abfallrechtlicher Pflichten. Trotz des allgemein sinkenden Interesses an Umwelt- und Nachhaltigkeitsthemen wird die Maßnahme von der Bevölkerung in kurzer Zeit angenommen.

Da den Patientinnen und Patienten allgemein das notwendige Wissen für einen bewussten Umgang mit Arzneimitteln fehlt – angefangen von der Verordnung über die Einnahme bis hin zur Entsorgung der Medikamente – initiieren Umwelt- und Verbraucherschutzverbände, Krankenkassen, Ärzte- und Apothekerverbände eine gemeinschaftliche Aufklärungskampagne. Neben der Arzneimittelentsorgung über die Apotheke wird insbesondere von Seiten der Ärzteschaft und der Krankenkassen die Problematik des übermäßigen Arzneimittelgebrauchs thematisiert. Um hier steuernd entgegenzuwirken, erhöhen die Krankenkassen die Zuzahlungen für Arzneimittel. Diese Maßnahme führt dazu, dass binnen weniger Jahre nur noch Medikamente verordnet werden, die tatsächlich zur Behandlung notwendig sind. Arztbesuche werden insgesamt seltener und das Verordnen von Arzneimitteln „auf Vorrat“ sind stark rückläufig.

Im Zuge der Umstrukturierung von Studiengängen wird die Problematik „Arzneimittel im Wasserkreislauf“ sowohl in die Ausbildung von ÄrztInnen und ApothekerInnen als auch in die vorgeschriebenen Fortbildungsprogramme aufgenommen. Dies ermöglicht den ÄrztInnen und ApothekerInnen zum einen eine fachgerechte Aufklärung der PatientInnen. Zum anderen werden sie darauf vorbereitet, neu entwickelte, umweltfreundliche Arzneimittel nach unterschiedlichen Kriterien aus einer Umweltklassifikationsliste auszuwählen. Diese Vorgehensweise ist für Ärztinnen und Ärzte ab dem Jahr 2025 gesetzlich vorgeschrieben.

Nach einer Übergangsfrist von 20 Jahren werden Arzneimittelzulassung und Umweltverträglichkeitsprüfung stärker gekoppelt. Danach kann bei einem gegebenen Umweltrisiko, die Zulassung von Humanpharmaka auf bestimmte Anwendungsbereiche beschränkt werden. Um die Entwicklung umweltfreundlicher Arzneimittelwirkstoffe zu beschleunigen, setzen staatliche und nicht-staatliche Förderinstitutionen Preise für nachhaltige Pharmazie aus. Als Entwicklungsanreiz wird zudem die Patentlaufzeit für Arzneimittelwirkstoffe, die den neuen Designkriterien genügen, verlängert. Einige Hersteller haben bereits erste umweltfreundliche Arzneimittel entwickelt. Ihre Markteinführung hat sich als deutlicher Vorteil für die Hersteller erwiesen, da ÄrztInnen und ApothekerInnen vermehrt auf die neuen, umweltfreundlichen Arzneimittel zurückgreifen.

Wie erweiterte Analysemethoden und ein flächendeckendes Gewässermonitoring zeigen, konnte das Vorkommen von Arzneimittelwirkstoffen in den Gewässern durch die zahlreichen Maßnahmen, die an der Quelle der Einträge ansetzen, bereits deutlich verringert werden. Angesichts dieser Erfolge werden die weitergehenden technischen Maßnahmen in den Wasserwerken in Frage gestellt und schließlich zurückgebaut. Um dennoch kurzfristig auf ein vermehrtes Vorkommen von Arzneimittelwirkstoffen reagieren zu können, halten die Betreiber geeignete Anlagen vor, die bei Bedarf zugeschaltet werden können.

4. Abschlussdiskussion

In der Abschlussdiskussion wurde aus der Arbeit mit den normativen Zukunftsszenarios der Schluss gezogen, dass ein unterstützendes politisches und gesellschaftliches Umfeld notwendig sei, um eine gegebene Zielvorstellung zu erreichen. Der Vergleich der Ergebnisse und Diskussionen der beiden Arbeitsgruppen lasse zudem die Vermutung zu, dass bei einer starken Disposition zu regulatorischen Eingriffen seitens staatlicher Einrichtungen die Zielstellung direkter verfolgt werden könne. Bei „wenig Regulierung“ müsse hingegen stärker auf Mitnahmeeffekte und Synergien gesetzt werden. Festgestellt wurde überdies, dass die gesetzte Zielstellung im Allgemeinen keine Zielkonflikte bei den beteiligten Akteuren hervorrufe. Es müsse jedoch gewährleistet sein, dass Handlungsalternativen verfügbar sind und auch kommuniziert werden.

Mit Blick auf die Frage, inwiefern eine geteilte Zielvorstellung für die kooperative Umsetzung einer integrierten Handlungsstrategie überhaupt erforderlich sei, wurde von den beteiligten Expertinnen und Experten abschließend darauf hingewiesen, dass der Diskurs darüber,

welches Risiko eigentlich „bewältigt“ werden solle, in diesem Zusammenhang wesentlich sei. Dem Projekt wurde empfohlen, im eigenen Rahmen und darüber hinaus – etwa durch geeignete Veröffentlichungen – Möglichkeiten zu schaffen, diesen Diskurs explizit und offen zu führen. Dadurch könne *start* einen wichtigen Beitrag zu den Voraussetzungen für das Gelingen einer gemeinschaftlichen Problemlösung leisten.

Ausblick

Kernaufgabe der mit der Durchführung des dritten Experten-Workshops angelaufenen Abschlussphase von *start* ist es, die bisherigen Ergebnisse des Praxisdialogs und der Forschungsarbeit in einem Vorschlag für eine integrative Handlungsstrategie zu bündeln. Dieser Vorschlag bildet das zentrale Diskussionsthema des letzten Experten-Workshops im Frühjahr 2008. Dabei soll insbesondere der Vorschlag aufgegriffen werden, auch die integrative Handlungsstrategie einer multikriteriellen Bewertung zu unterziehen.

Forschungsseitig wird die Strategieentwicklung von drei Seiten unterstützt. Zum einen werden die Ergebnisse der Akteursmodellierung auch auf Basis der hier dokumentierten Diskussionsergebnisse entsprechend aufbereitet (vgl. dazu Abschnitt 2). Zum anderen werden die laufenden konzeptionellen und empirischen Arbeiten zu einer pro-

blemspezifischen Risikokommunikation abgeschlossen und in den Entwicklungsprozess einbezogen. Diese Arbeiten werden auf dem letzten *start*-Experten-Workshop vorgestellt. Eine wichtige Quelle bilden schließlich die entwickelten Zukunftsszenarios: Nach Vorliegen der abschließenden Kommentare von Seiten der Praxisexpertinnen und -experten auch zu den vom Projekt im Nachgang des hier dokumentierten Workshops entwickelten Szenarios, werden sie im Hinblick auf die Frage nach Kriterien für die Robustheit einer integrativen Handlungsstrategie gegenüber unterschiedlichen zukünftigen Entwicklungen spezifisch ausgewertet.

Weiterhin soll der Vorschlag aufgegriffen werden, einen Diskurs zu unterschiedlichen Risikowahrnehmungen zu initiieren. Dazu wird zunächst ein entsprechender Diskussionsvorschlag im Vorfeld des letzten *start*-Experten-Workshops eingebracht. Basis dieses Vorschlags werden unter anderem Ergebnisse einer bis dahin durchgeführten und ausgewerteten sozioempirischen Erhebung zur problemspezifischen Risikowahrnehmung in der Bevölkerung sein.

Die Gesamtergebnisse des Projekts werden auf einer thematisch breit angelegten, internationalen Tagung im April 2008 Wissenschaft und Praxis zugänglich gemacht. Einladung und Programm für diese Veranstaltung werden in Kürze an alle Beteiligten des *start*-Expertenkreises verschickt.



Anlage 5: Ergebnis der Konzeptentwicklung zu systemischen Risiken (7 Seiten)

Systemische Risiken aus sozial-ökologischer Perspektive

Gotthard Bechmann^a, Florian Keil^b, Klaus Kümmerer^c, Engelbert Schramm^b

^a Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse, Forschungszentrum Karlsruhe

^b Institut für sozial-ökologische Forschung (ISÖE), Frankfurt am Main

^c Institut für Umweltmedizin und Krankenhaushygiene, Universitätsklinikum Freiburg

1. Systemischen Risiken: Eine Förderinitiative des BMBF

Der vorliegende Text entstand im Rahmen der Forschungsarbeiten des Projekts *start* („Strategien zum Umgang mit Arzneimittelwirkstoffen im Trinkwasser“). *start* untersucht die Entstehungsbedingungen und Dynamiken eines systemischen Risikos für die Trinkwasserversorgung durch den Eintrag von Arzneimittelwirkstoffen in den Wasserkreislauf. Projektziel ist es, gemeinsam mit Praxispartnern Maßnahmen zur Reduktion von Stoffeinträgen zu einer systemischen Handlungsstrategie zu integrieren. Das Maßnahmenspektrum umfasst neben technischen Lösungen in der Wasserinfrastruktur auch Änderungen im Verbrauchsverhalten und Innovationen im umweltverträglichen Wirkstoffdesign.

start ist eines von insgesamt fünf vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) im Rahmen des Förderschwerpunkts „Sozial-ökologische Forschung“ (SÖF) im Themenbereich „Strategien zum Umgang mit systemischen Risiken“ geförderten Projekten.¹ Ein hervorgehobenes Ziel der Fördermaßnahme ist „die zielgruppengerechte Bereitstellung integrierter Handlungsstrategien zum Umgang mit systemischen Risiken, die durch die Entwicklung und Nutzung neuer Technologien oder durch individuelle und kollektive Verhaltensmuster hervorgerufen werden“ (BMBF 2004). Die der Fördermaßnahme zugrunde liegende Hypothese ist, dass sich in komplexen, globalisierten Gesellschaften eine neue Form von Risiken ausprägt, bei denen die etablierten, auf klassische Risiken ausgerichteten Verfahren der Risikobewältigung nicht mehr greifen, da sie nicht mehr lokal begrenzt sind, sondern ein System als ganzes erfassen können (ebda.).

Voraussetzung für die Entwicklung von integrierten Handlungsstrategien ist die Erarbeitung eines grundlegenden, theoretisch-konzeptionellen Verständnisses dieser neuen, *systemischen Risiken*. Der vorliegende Text versucht, über die Identifikation spezifischer systemischer Voraussetzungen, einen *analytischen Zugang* zum Begriff des systemischen Risikos zu eröffnen. Er ist in der vorliegenden Form als Impuls und Diskussionsbeitrag für die Forschungsarbeit in den fünf „Risikoprojekten“ gedacht. Der folgende Abschnitt gibt dafür zunächst einen im Wesentlichen unkommentierten Überblick über Ursprünge des Begriffs „Systemische Risiken“ in den Finanzwissenschaften und

im Versicherungswesen. Die eigenen konzeptionellen Überlegungen werden im dritten Abschnitt vorgestellt. In den Schlussfolgerungen werden weitergehender Forschungsbedarf identifiziert und Anregungen für eine gemeinsame Theoriearbeit im SÖF-Themenbereich „Strategien zum Umgang mit systemischen Risiken“ gegeben

2. Systemische Risiken: Ursprünge des Begriffs Systemische Risiken in Finanzmärkten

Anders als in der klassischen Betriebswirtschaftslehre, wo Risiken als „Wagnisse“ quantifiziert werden und sich daraus dann kalkulatorische Kosten ergeben, kann in der neueren Wirtschaftswissenschaft ausgehend von der seit 1952 entwickelten Portfolio-Theorie des Nobelpreisträgers Markowitz mit Hilfe z. B. des Preismodells für Anlagegegenstände (dem „Capital Asset Pricing Model“) der Risikobegriff spezifiziert werden. Dabei kann zwischen einem *systematischen* Risiko und einem *unsystematischen* oder *spezifischen* Risiko unterschieden werden. Letzteres lässt sich durch Diversifikation des Wertpapierportfolios bzw. durch Anwendung moderner Portfolio-Management-Methoden innerhalb eines Portfolios individuell reduzieren (vgl. Mertens 2004).

Während sich das unsystematische (oder „individuelle“) Risiko alleine an den individuellen Anlagegegenstand knüpft und nicht mit den allgemeinen Marktbewegungen korreliert, ist das systematische Risiko der Risikoanteil, der mit dem Marktportfolio verbunden ist. Wenn sich der Markt bewegt, wird jeder individuelle Anlagegegenstand mehr oder weniger stark berührt. Je nachdem in welchem Maß der individuelle Anlagegegenstand an diesen allgemeinen Bewegungen des Marktes teilnimmt, enthält der Anlagegegenstand auch ein systematisches Risiko. Systematisches oder Markttrisiko meint hier folglich die Unsicherheit darüber, ob beispielsweise der Aktienmarkt steigt oder fällt und damit das gleiche, was herkömmlich der Begriff „Restrisiko“ beschreibt (vgl. Mertens 2004).

In den 90er Jahren wurde der Begriff des systematischen Risikos weiter aufgeblättert: Finanzkrisen und Markttrisiken wurden dabei miteinander verknüpft; erstmals war nun die Rede von *systemischen* Risiken. Eine Finanzkrise kann in dieser Perspektive aus einem schockartig wirkenden oder „systemischen Ereignis“ resultieren²: Systemische Er-

eignisse verursachen eine substantielle Verminderung in aggregierter ökonomischer Aktivität und betreffen damit Variablen wie Verkäufe, Verbrauch, Output oder Beschäftigung. Ein systemisches Risiko wird folglich als die Möglichkeit eingeführt, dass ein solches systemisches Ereignis eintritt und sich effektiv so verstärkt, dass weite Teile eines Systems nicht mehr funktionieren.

Die Finanzpolitik, die Zentralbanken und die Ökonomen haben sich insbesondere mit systemischen Risiken beschäftigt, die im Finanzsektor liegen. Denn insbesondere die Analyse der Finanzstabilität beschränkt sich nicht mehr auf die Betrachtung von „Einzelrisiken, sondern umfasst insbesondere die systemischen Risiken, also die Gefahr eines Prozesses, der eine selbst verstärkende, krisenhafte Dynamik annimmt und dadurch die Funktionsfähigkeit des gesamten Finanzsystems oder wesentlicher Teile davon beeinträchtigt. Systemische Risiken können entstehen, wenn zum Beispiel wichtige intermediäre und/oder verschiedene Märkte gleichen Risiken unterliegen und es dadurch leicht zu Ansteckungseffekten kommen kann.“ (Deutsche Bundesbank 2005:6, vgl. auch Kaufman/Scott 2003). In den letzten zwei Dekaden fanden zu diesem Thema regelmäßig wissenschaftliche Konferenzen statt, unterschiedliche Studien wurden veröffentlicht, zahlreiche Veröffentlichungen über die Finanzkrise wurden in den letzten zwei Jahrzehnten geschrieben und haben das Thema „systemisches Risiko“ in den Vordergrund gestellt.

Diese Diskussion hat dazu geführt, dass systemische Risiken in der Theorie der Finanzwissenschaften stark mit dem Zusammenbruch von Finanzmärkten verbunden worden sind. Dabei existiert eine Vielzahl von Definitionen von „systemischem Risiko“ bzw. von „systemisch relevanten Ereignissen“ (De Bandt/Hartmann 2000). „Breit gefasst beinhaltet der Begriff des systemischen Events alle Möglichkeiten einer (finanz-)systemweiten Krise. Die Finanzkrise kann das Resultat eines Schocks im Bankensystem, in den Finanzmärkten oder dem Payment- und Settlementssystem und dessen Übertragung in die anfänglich unberührten anderen Bereiche des Finanzsystems sein“ (Bubb/Zimmermann 2004). Neben einem solchen systemischen Risiko im engeren Sinne, bei dem der Transfer in andere Bereiche durch „Übertragung“ oder „Ansteckung“ das eigentliche „Herzstück des systemischen Risikos“ darstellt, besteht auch die Möglichkeit, „dass eine systemweite Krise durch einen aggregierten Schock, etwa durch Verbreitung neuer Informationen verursacht wird, der viele Finanzinstitutionen und Finanzmärkte gleichzeitig und gemeinsam trifft (systemisches Risiko im weiteren Sinne)“ (Bubb/Zimmermann 2004).

In der englischen Ausgabe der Internet-Enzyklopädie Wikipedia (2006a) werden systemische Risiken entsprechend über die Wahrscheinlichkeit des Zusammenbruchs eines finanziellen Systems definiert, wie z. B. ein allgemeiner Börsencrash (mit einem Kollabieren des Wertpapiermarktes) oder einem damit verbundenen Zusammenbrechen des Bankensystems. Etwas verwirrend und nicht ganz in Übereinstimmung mit der finanzwissenschaftlichen Literatur schlägt Wikipedia (2006a; anders Wikipedia 2006b) vor, *systemische* Risiken sorgfältig von *systematischen* Risiken zu unterscheiden. Letztere sollen Risiken bezeichnen, die die gesamte Ökonomie betreffen, wie etwa Konjunkturzyklen oder Kriege. In diesem Verständnis, das so auch auf der

Internetseite www.riscglossary.com geteilt wird, ist das systemische Risiko ein Risiko, das ein lokalisiertes Problem in den Finanzmärkten betrifft, welches eine Kette von sich aggregierenden Ereignissen nach sich zieht, die letztendlich zu einem Zusammenbruch der Märkte führen können (z. B. Liquiditätsprobleme, die dazu führen, dass eine große Anzahl von Institutionen nicht mehr angemessen reagieren kann).

Systemische Risiken werden in den Finanzwissenschaften also über systemische Ereignisse eingeführt, die diese Risiken verursachen. Im Gegensatz zu dem im Rahmen von *start* entwickelten Ansatz (vgl. Abschnitt 3), sind sie nicht über das System definiert, das sie betreffen. In diesem Sinne sagen die derart definierten systemischen Risiken auch zunächst nichts über das Ausmaß der Systemeinschränkungen aus, die aus ihnen resultieren können, sondern beziehen sich eher phänomenologisch auf diese verschiedenen, aufeinander folgenden systemischen Ereignisse. In der Literatur werden dabei z. T. noch unterschiedliche Stadien von aufeinander folgenden systemischen Ereignissen unterschieden (OFHEO 2003).

In den Finanzwissenschaften wurde selbstverständlich bemerkt, dass solche systemischen Ereignisse nicht alleine in der Ökonomie auftreten können, sondern auch in anderen gesellschaftlichen Systemen. Bei vielen miteinander wechselwirkenden Gruppen und interdependenten Gefügen kann ein Zusammenbruch von einigen Teilgefügen oder ganzen Gefügen dazu führen, dass in der Art des Dominoeffekts auch andere Teile dieses Systems und schließlich gar das ganze System erfasst werden. Es kommt in diesem Fall also zu einem Versagen des *Containments* – zu einer Schädigung oder Zerstörung der Schutzmechanismen eines Systems, was schließlich einen Ausfall seines gesamten Produktionsmechanismus zur Folge haben kann. Kaufman und Scott (2003:371) haben aus dieser Beschreibung eine verallgemeinerte Definition systemischer Risiken abgeleitet:

„*Systemic risk refers to the risk or probability of breakdowns in an entire system, as opposed to breakdowns in individual parts or components, and is evidenced by co-movements (correlation) among most or all parts.*“

In gleicher Weise wird auch in einem Working Paper der europäischen Zentralbank aus dem Jahr 2000 betont, dass in einem verallgemeinerten Sinne systemische Risiken keineswegs ein Phänomen seien, das sich auf die Ökonomie oder das Finanzsystem beschränke: „Maybe the most natural illustration of the concept is possible in the area of health and epidemic diseases.“ (De Bandt/Hartmann, 2000). Zwar sei, so die Autoren des Working Papers, im Gebiet der Wirtschaftswissenschaften bisher argumentiert worden, dass systemische Risiken ein besonderer Zug des Finanzsystems wären, entsprechende Effekte ließen sich jedoch ebenso in anderen Sektoren der Ökonomie beobachten, auch wenn die Wahrscheinlichkeit und die Ernsthaftigkeit, mit der das Finanzsystem betroffen sei, häufig als sehr viel stärker beurteilt werde.

Nach der deutschen Ausgabe von Wikipedia (2006b) ist die Rede vom systemischen Risiko in den letzten Jahren „Teil des Jargons in der Ökonomie und den Finanzmärkten geworden“, wobei die Idee „aus der Diskussion evolutiver Verhaltensentwicklung in ökologischen Systeme“

men und deren allenfalls systemgefährdenden Auswirkungen übernommen“ worden sei. Auf Grund der eher phänomenologischen Einführung des Begriffs vom systemischen Risiko³ und der unterstellten starken psychologischen Komponente („Ansteckung“ und Imitation von Verhalten) ist in der finanzwissenschaftlichen Diskussion jedoch auch ironische Skepsis auszumachen. Systemische Risiken seien für die Teilnehmer des Finanzmarktes das Gleiche, was Nessie, das Monster von Loch Ness, für die Schotten, und nicht nur für diese, sei. Jeder wisse Bescheid und sei sich der Gefahren bewusst. Jeder könne akkurat die Bedrohung beschreiben. Nessie sei wie auch das systemische Risiko immer präsent, aber niemand wisse genau, wann und wo es zuschlagen würde. Es gebe keinen Beweis dafür, dass irgendjemand es schon einmal habe erfahren können, aber es bestünde auch kein Zweifel, dass es existiere (vgl. Sheldon/Maurer 1998). Insofern wird angenommen, dass es sich bei systemischen Risiken auch um „self-fulfilling prophecies“ handelt.⁴

Systemische Risiken im Versicherungswesen

Den zuvor beschriebenen Verallgemeinerungen entsprechend wurde auch die Existenz systemischer Risiken in der Versicherungswirtschaft unterstellt. Grundsätzlich sind auch die Versicherungen den Schwankungen des Kapitalmarktes ausgesetzt; Großereignisse können einen makroökonomischen Schock auslösen. Fachleute aus dem Versicherungswesen relativieren allerdings die Wahrscheinlichkeit und das Ausmaß systemischer Risiken insbesondere beim Vergleich mit dem Bankenbereich. Negative Externalitäten gefährden nicht die Solvenz von weiteren Versicherern, Kreditanstalten usw., sondern werden durch Rückversicherer aufgefangen. Außerdem gibt es (verglichen mit dem Interbankgeschäft) deutlich weniger enge Verflechtungen zwischen den Versicherungen. Enge Verflechtungen (wie im Bankenwesen) können aber bei Rückversicherungen auftreten (vgl. Bubb/Zimmermann 2004).

Die Swiss Re (2003) hat das Problem der systemischen Risiken bezogen auf Rückversicherungen näher untersucht. Ein entsprechendes systemisches Ereignis könnte der Konkurs eines Rückversicherers sein, doch trete dies sehr selten auf. Der Sigma-Studie „Re-Insurance – A Systemic Risk“ zufolge hätten die Rückversicherer seit 1980 zwei Dutzend Konkurse in den eigenen Reihen problemlos bewältigt. Die Autoren der Sigma-Studie beleuchten aus verschiedenen Blickwinkeln die Frage, ob ein systemisches Risiko, welches aufgrund eines fehlenden oder plötzlich ausfallenden Angebots an Rückversicherungsdeckung eine Konkurswelle bei Erstversicherern bzw. Banken auslösen würde, überhaupt möglich wäre. Überlegungen zu systemischen Risiken in der Rückversicherung sind nicht neu. So wurde auf Initiative der Finanzminister und Notenbankchefs der G-7-Staaten im Februar 1999 das Financial Stability Forum gegründet. Man war sich damals einig gewesen, dass über die Tätigkeit und Exponierung der Rückversicherer zu wenig bekannt sei und die Komplexität von Transaktionen in den Geschäftsberichten von Erst- und Rückversicherern womöglich nicht korrekt abgebildet werde. Als mögliches Risiko werden vor allem Retozessionsspiralen gewertet, die entstehen, wenn sich Rückversicherer gegenseitig und letztlich bei sich selber rückversichern. Aufgrund

der globalen Ausrichtung der Rückversicherer wird ein solches Risiko jedoch als eher gering beurteilt (vgl. Swiss Re 2003, Bubb/Zimmermann 2004).

Mit Hilfe des klassischen Beispiels für systemische Risiken im Finanzsektor, des Runs auf die Banken und des panikartigen „Abhebens“ aller Bankguthaben, zeigt die Sigma-Studie von Swiss Re (2003) auf, dass grundlegende Unterschiede zwischen der Kredit- und der Versicherungswirtschaft bestehen. Beim Rückversicherer kann der Kunde oder Kundin nicht wie bei einer Kreditanstalt Geld auf Sicht oder Termin abheben, sondern er oder sie kann nur bei Vorliegen eines versicherten Ereignisses Leistungen fordern. Den in der Bankenwelt denkbaren Dominoeffekt mit einer rasch um sich greifenden Pleitewelle schließen daher die Autoren der Studie aus. Allerdings könne auch ein Rückversicherer einen Run auf die Banken auslösen, wenn er Verpflichtungen aus Kreditderivaten nicht erfüllen oder wenn sein Konkurs ein Finanzkonglomerat destabilisieren würde. Den Autoren der Studie zufolge gebe es aber im Erst- und Rückversicherungssystem diverse stabilisierende Effekte, angefangen bei der Tatsache, dass Erstversicherer große Risiken immer an mehrere Rückversicherer und nicht nur an einen einzigen weitergeben. Laut den Schätzungen der Swiss Re entfallen selbst auf die größten Rückversicherer selten mehr als 4% der Aktiva eines Erstversicherers. Stabilisierend wirke auch, dass die aus Rückversicherungen entstehenden Finanzströme in der Erfolgsrechnung sowohl des Erst- als auch des Rückversicherers abgebildet werden.

Bezogen auf die Rückversicherungen treten systemische Risiken vor allem bei den von Banken übernommenen Kreditderivaten auf, die aber in der Regel nur ein kleines Verlustrisiko nach sich ziehen. Beteiligungen zwischen Rückversicherern und Banken können zwar unter Umständen problematisch werden. Innerhalb der Finanzmärkte ist aber der Anteil der Rückversicherer mit ca. 1% (sowohl bei den Anlagen wie beim aufgenommenen Kapital) zu gering, um turbulente systemische Ereignisse auszulösen.

Systemische Risiken in der aktuellen Risikoforschung

Die aktuelle Debatte um systemische Risiken, auf die sich auch das BMBF (2004) in seiner Ausschreibung bezogen hat, geht auf die Ergebnisse eines Projekts zurück, das im Rahmen des OECD-International Futures Programm (IFP) in den Jahren 2000 bis 2002 durchgeführt wurde. Ausgangspunkt des Projekts „Emerging Risks in the 21st Century: An Agenda for Action“ waren jedoch nicht die oben skizzierten Überlegungen und Beispiele aus der Finanz- und Versicherungswirtschaft, sondern die allgemeine Vermutung, dass sich die Wahrscheinlichkeit für das Eintreten katastrophaler Ereignisse in ganz unterschiedlichen Bereichen in der Zukunft weiter erhöhen werde (OECD 2003a:32) – eine Position, die auch aus der Beobachtung abgeleitet wird, dass sich die durch „major risks“ verursachten Schäden in den letzten Jahren ständig erhöht haben. Der Forschungsbericht der OECD konzentriert sich dabei auf fünf Risikobereiche: Naturkatastrophen, Technologie- und Industrieunfälle, Infektionskrankheiten, Lebensmittelsicherheit und Terrorismus.

Der OECD zufolge unterscheiden sich Systemische Risiken von individuellen Risiken primär durch ihre andere Reichweite und den anderen Bezugspunkt: Systemische Risiken können nicht (nur) Individuen gefährden, sondern (vor allem) große Systeme⁵ verletzen. Die neuen systemischen Risiken werden daher auch „Megarisiken“ genannt. Sie sind zum Teil durch „extreme Unsicherheiten“ gekennzeichnet und haben das Potential zu einer gravierenden und möglicherweise irreversiblen Schädigung der Großsysteme. Im Verständnis der OECD können systemische Risiken durch eine Einzelkatastrophe oder eine Verkettung von Ereignissen eintreten. Eine formale Definition wird von der OECD jedoch nicht vorgeschlagen. Systemische Risiken werden lediglich terminologisch von konventionellen Risiken durch den systemischen Bezugspunkt unterschieden: „A systemic risk ... is one that affects the systems on which society depends – health, transport, environment, telecommunications, etc.“ (OECD 2003a:30). Zudem betont die OECD die Rolle von Verdichtungs- und Vernetzungsprozessen bei der Entstehung systemischer Risiken. Sie weist auf die „zunehmende Bevölkerungsdichte in Ballungsgebieten und wirtschaftliche Konzentration in bestimmten Räumen“ und „die rasche Globalisierung in all ihren Aspekten“ (OECD 2003b:2) hin (durch die etwa die Ausbreitung von gefährlichen Viren, Schadstoffen und technischen Mängeln begünstigt werde).

Eine ähnliche Charakterisierung systemischer Risiken wird vom International Risk Governance Council (IRGC) vertreten. Aufbauend auf den Arbeiten der OECD definiert das IRGC in seinem White Paper „Risk Governance – Towards an Integrative Approach“ systemische Risiken als (IRGC, 2005:81):

„Those risks that affect the systems on which society depends – health, transport, energy, telecommunications etc. Systemic risks are at the crossroads between natural events (partially altered and amplified by human action such as the emission of greenhouse gases), economic, social and technological developments and policy-driven actions, both at the domestic and the international level.“

Der IRGC betont zudem die besonderen Anforderungen an den Umgang mit systemischen Risiken: „Systematic risk analysis requires a holistic approach to hazard identification, risk assessment and risk management. Investigating systematic risks goes beyond the usual agent-consequence analysis and focuses on interdependencies and spill-overs between risk clusters“ (IRGC, 2005:19). Wesentliche Herausforderungen in der Risikobewertung sind für das IRGC Komplexität, Unsicherheit und Ambiguität (IRGC, 2005:29). Während Komplexität auf die grundsätzliche Schwierigkeit bezogen wird, Kausalverbindungen zwischen einer Vielzahl von potenziellen Verursachern und beobachteten adversen Effekten herzustellen und unter Unsicherheit allgemein eine notwendige Folge der Reduktion von Komplexität bei der modellhaften Beschreibung von Kausalketten verstanden wird, verweist Ambiguität auf divergierende oder umstrittenen Perspektiven bei der Interpretation spezifischer Gefahren durch unterschiedliche gesellschaftliche Akteure.

Ausdrücklich werden diese Konzepte als Charakteristika systemischer Risiken von Klinke und Renn beschrieben (2006).⁶ Beide Autoren betonen jedoch noch einen weiteren wichtigen Aspekt systemischer

Risiken: Sie haben keineswegs nur primäre Effekte (im Bereich der Humangesundheit und der Umwelt), sondern „[t]heir hazardousness rather triggers secondary and tertiary impacts, since they are embedded in a larger context of societal, economic and political risks and opportunities.“

3. Systemische Risiken aus sozial-ökologischer Perspektive

Trotz seines Eintrags in einen breiteren wissenschaftlichen Diskurs in den letzten Jahren durch die OECD-Studie und durch Autoren wie Renn, wird der Begriff des systemischen Risikos bisher hauptsächlich im finanzwissenschaftlichen Sinne verwendet. Dies lässt sich daran zeigen, wie sich der Begriff im deutschen Schrifttum bisher niedergeschlagen hat. Schaut man beispielsweise in den Katalog der Deutschen Bibliothek, so lässt sich unter „systemisches Risiko“ kein einziges Werk finden. Nimmt man jedoch den englischen Begriff „systemic risk“, so gibt es (November 2006) immerhin zehn Veröffentlichungen zum Thema, davon acht seit dem Jahre 2000. Zwei Veröffentlichungen stammen aus 1996 und 1999. Fast alle dieser Veröffentlichungen sind von den Zentralbanken oder großen Bankforschungsinstituten herausgegeben und beschäftigen sich mit dem Zusammenbruch des Bankwesens (zusätzlich sind drei Veröffentlichungen aufgeführt, die das Wort „Systemrisiko“ im Titel tragen).

Für die sozial-ökologische Forschung bedeutet dies, dass es bisher keinen eingeführten öffentlichen Diskurs zum Begriff des systemischen Risikos gibt. Das erschwert es auf der einen Seite, diesen Begriff in der Öffentlichkeit wirksam zu platzieren, es erlaubt jedoch auf der anderen Seite, das Konzept mit eigenen Inhalten zu füllen. Damit ist aus unserer Sicht eine wichtige Aufgabe für die Theoriebildung in den fünf Forschungsvorhaben zum Thema „Strategien zum Umgang mit systemischen Risiken“ benannt. Die folgenden Ausführungen sind dabei ein erster Versuch, sich dem Begriff des systemischen Risikos aus sozial-ökologischer Perspektive anzunähern. Inwieweit sich daraus ein tragfähiges Konzept entwickeln lässt, das tatsächlich auf einen neuen Typ von Risiken verweist, kann aber erst seine Anwendung auf die konkrete Problemstellung des Projekts in der weiteren Forschungsarbeit zeigen.

Systemische Risiken: Nebenfolgen des Normalbetriebs

Ein erstes Fazit aus unserer Recherche ist, dass der Begriff „systemisches Risiko“ bisher eher phänomenologisch für Risiken eingeführt wird, die potenziell eine extreme Reichweite als Folge von dynamischen Verkettungen in vernetzten Systemen aufweisen („Dominoeffekte“). Eine theoretisch und konzeptionell fundierte Begriffsbestimmung, die einen analytischen Zugang eröffnet, fehlt dagegen bisher weitgehend. Ausnahmen bilden hier die Arbeiten von Klinke und Renn (2006). Sie sind im besonderen für die sozial-ökologische Forschung anschlussfähig, da sie als wesentliche Merkmale systemischer Risiken ihre Situiertheit an der Schnittstelle zwischen natürlichen Ereignissen, ökonomischen, sozialen und technischen Entwicklungen und politischem Handeln herausstellen.

Systemische Risiken müssen sich zunächst von Individualrisiken und Kollektivrisiken unterscheiden lassen. Diese Unterscheidung kann jedoch weder durch die Schwere der Schäden, ihre zeitliche und räumliche Ausbreitung noch durch die Eintrittswahrscheinlichkeit allein geschehen, da dies auf alle Arten von Risiken mehr oder weniger zutrifft, ja durch diese Dimensionen Risiko klassischerweise definiert wird. Vielmehr muss sie auf die Art und Weise der Risikoproduktion und die Eigenschaften des Risikoproduzenten abheben. Mit anderen Worten: Wenn, wie die im vorigen Abschnitt zusammengefassten Begriffsbestimmungen nahe legen, systemische Risiken tatsächlich auf eine neue Art von Risiken verweisen, müssen Systemeigenschaften (z. B. Struktur und Grenzen) und Systemdynamiken den Ausgangspunkt für die Entwicklung eines sozial-ökologischen Begriffsverständnisses bilden. Erst auf dieser Grundlage werden eine Analyse der Entstehungsbedingungen und der Dynamiken systemischer Risiken sowie schließlich die Entwicklung von Strategien zum Management der Resilienz von Systemen gegenüber diesem besonderen Typ von Risiken möglich.

Begrifflich, theoretisch und konzeptionell lässt sich bei der Charakterisierung von Systemen, die im Sinne der oben beschriebenen phänomenologischen Beschreibung anfällig für systemische Risiken sind, auf die Komplexitätsforschung zurückgreifen. Komplexe Systeme sind gekennzeichnet durch nicht-lineares Verhalten, durch empfindliche Abhängigkeiten von kleinsten Änderungen in den Anfangsbedingungen, durch dynamische Kopplungen zwischen den Systemelementen sowie durch Selbstorganisation und Selbstreferenzialität (vgl. Richardson/Cilliers 2001, Rescher 1998, Liehr et al. 2006). Bereits Perrow (1987) hat sich (am Beispiel der Risiken der Großtechnik) von der klassischen Risikoanalyse dadurch abgesetzt, dass er über die Untersuchung von Systemeigenschaften zu einer Klassifikation von Risikosystemen gelangt. Dazu unterscheidet Perrow zwischen „linearen“ und „komplexen“ Systemen auf der einen und „engen“ und „losen“ Kopplungen auf der anderen Seite. Durch eine Kreuztabellierung der beiden Merkmale erhält Perrow ein Schema, nach dem er Risikosysteme klassifizieren und in ihrer Dynamik beschreiben kann (Perrow 1987:138).⁷

In komplexen Systemen können sich, als Ergebnis nicht-linearer Wechselwirkungen zwischen den Elementen, lokale Prozesse zu einer Dynamik aufschaukeln, die das gesamte System erfasst und zu grundlegenden Systemtransformationen führt. Welchen Ausgang solche Systemtransformationen haben, ob etwa das System in einen strukturell und dynamisch neuartigen Gleichgewichtszustand⁸ überführt wird oder als Ergebnis eines chaotisch verlaufenden Übergangsprozesses vollständig zusammenbricht, ist in der Regel kaum vorhersagbar. Diese grundlegende *Bifurkation* nach Chancen und Risiken am *kritischen Punkt* eines Übergangs kann als ein charakteristisches Merkmal von Systemtransformationen angesehen werden. Entscheidend ist: Derartige Transformationsprozesse können als Nebenfolgen begriffen werden, die durch die Funktionserfüllung des Systems im *normalen Ablauf* miterzeugt werden und nur durch eine Reorganisation vermieden bzw. in ihrer Richtung und Dynamik beeinflusst werden können. Auf die Gefahr der Entwicklung dieser Art von Transformationsprozessen mit un-

erwünschten Folgen für die Funktionsfähigkeit sozial-ökologischer Systeme¹⁰ wollen wir den Begriff des systemischen Risikos beziehen.

Damit wird aber die Analyseperspektive geändert. Für die Risikoanalyse stehen nicht mehr Konstruktionsfehler, Fehler der Bedienung, das Versagen von Systemkomponenten, überraschende Eingriffe oder katastrophale externe Ereignisse als Störungen für das System im Vordergrund der Betrachtung. Vielmehr geht es um eine Struktur- und Prozessanalyse des „Risikosystems“, die klärt, wie es gerade durch den Normalbetrieb oder durch die Erreichung der Ziele zu systematischer Risikoproduktion kommt. Das „Systemische“ des systemischen Risikos bezieht sich also auf zwei Sachverhalte: auf die Systematik (Dauer und Notwendigkeit) der Schadensproduktion (also kein Einzelereignis oder Zufall) und auf die Produktions- bzw. Funktionsdynamik (also auf die Reproduktionsmechanismen des Systems).

Der „Normalbetrieb“ bedeutet im Zusammenhang von sozialen Systemen die Verfolgung von systeminternen Zwecksetzungen, seien diese nun ökonomischer, politischer, rechtlicher oder wissenschaftlicher Art. Die Verfolgung systeminterner Opportunitäten generiert jedoch ebenfalls Folgen in externen, systemfremden Zusammenhängen. Verkürzt gesagt, bedeutet die Risikoübernahme an einer Stelle fast zwangsläufig ein Auftauchen von Gefahren an anderer Stelle. Bezogen auf die Problemlage von *start* bedeutet dies bspw., dass der für die Krankenbehandlung im Gesundheitssystem erforderliche Einsatz von Medikamenten im System der Wasserversorgung Gefahren in Form von mit Arzneimittelwirkstoffen belastetem Trinkwasser erzeugt. Diese Art der Produktion von Nebenfolgen ist in modernen, vernetzten und ausdifferenzierten Gesellschaften der Normalzustand.

Verallgemeinernd können *Risikosysteme* als Ausschnitt aus einem sozial-ökologischen Systemzusammenhang beschrieben werden, der aus miteinander gekoppelten sozialen, technischen und ökologischen Teilsystemen besteht. Dieser Ausschnitt ist dabei immer Ergebnis eines analytischen Prozesses oder, mit anderen Worten, Ergebnis einer systemischen Risikoanalyse: Es müssen, vor dem Hintergrund einer potenziellen Gefährdungslage, diejenigen Eigenschaften und Interaktionen von Teilsystemen identifiziert werden, die im Rahmen ihrer Funktionserfüllung nicht-intendierte Transformationsprozesse mit unerwünschten Folgewirkungen auslösen. Es geht also um das Wo und Wann von kritischen Punkten rapide anwachsender Kopplung und Komplexität, die zu einer Bestandsgefährdung von Teilsystemen oder auch des gesamten Systemzusammenhangs führen können.

Als analytischer Prozess ist diese Bestimmung eines Risikosystems jedoch immer auch ausschließend: Die Separation eines Systemzusammenhangs erzeugt notwendig eine Umwelt, die von der weiteren Betrachtung ausgenommen wird, d. h. mögliche Einflüsse des Risikosystems auf seine Umwelt werden zunächst ebenso ausgeklammert wie umgekehrt Umweltfaktoren, die die Risikodynamik im Risikosystem etwa durch die Verstärkung oder Schwächung von Rückkopplungsschleifen beeinflussen könnten. Diese durch die systemische Analyseperspektive hereingeholte *Begrenzung* systemischer Risiken widerspricht jedoch nicht der in der phänomenologischen Beschreibung betonten *Entgrenzung* als ihrem wesentlichen Merkmal. Sie ver-

weist lediglich darauf, dass auch bei systemischen Risikoanalysen der Umgang der mit dieser *analytisch* notwendigen Komplexitätsreduktion einhergehenden Unsicherheit zentral ist: So wie bei der „klassischen“, nicht-systemischen Risikoanalyse nicht alle möglichen Ursache-Wirkungsbeziehungen erfasst und abgebildet werden können, so können eben auch bei der systemischen Risikoanalyse mglw. kritische Systemkopplungen unberücksichtigt bleiben.

Terminologische Unterscheidungen

Vor dem Hintergrund dieser Überlegungen ist es möglich, terminologische Unterscheidungen einzuführen, die für die Strukturierung einer systemischen Risikoanalyse hilfreich sein können. Innerhalb eines Risikosystems lassen sich zunächst *risikoproduzierende* und *risikoabsorbierende*¹¹ Teilsysteme unterscheiden. Erstere treiben in Letzteren eine Risikodynamik mit mglw. systemtransformierenden Folgen an, ohne dabei zunächst selbst betroffen sein zu müssen. Die Entwicklung der Risikodynamik im risikoabsorbierenden Teilsystem kann jedoch ihrerseits Auslöser für Gefährdungen der Funktionsfähigkeit des ursprünglichen, risikoproduzierenden Systems sein. So können im Falle der Problematik von *start* mögliche Gesundheitsgefährdungen durch Arzneimittelwirkstoffe im Trinkwasser unmittelbar auf das Gesundheitssystem zurückwirken (bspw. durch die Bildung von Antibiotika-Resistenzen).

Den sozialen oder sozio-technischen Teilsystemen eines Risikosystems lassen sich überdies *Akteurssysteme* zuordnen. Dadurch wird die Handlungsdimension systemischer Risiken betont. Eine Analyse ihrer internen Dynamik und ihrer gegenseitigen Interaktionen kommt bei der Frage nach den Entstehungsbedingungen systemischer Risiken eine zentrale Bedeutung zu: Unterschiedliche Problem- und Risikowahrnehmungen sowie Handlungsoptionen und Handlungsrestriktionen tragen entscheidend zur Entspannung oder Verstärkung einer Risikolage bei. Im Hinblick auf die Entwicklung von Strategien zum Management der Resilienz von Systemen gegenüber systemischen Risiken kommt es dann besonders darauf an, zu identifizieren, wo Aushandlungsprozesse sinnvoll und möglich sind. Ein wesentlicher Ansatz ist hier die Entwicklung von spezifischen Instrumenten der Risikokommunikation. Ergebnis einer Analyse der interagierenden Akteurssysteme ist dann die Definition eines *Risikomanagementsystems*, auf das hin die Risiko bewältigenden Strategien entwickelt werden.

Systemische Risiken: Arbeitsdefinition

Auf Basis dieser ersten Überlegungen zu einem sozial-ökologischen Begriffsverständnis können wir eine Arbeitsdefinition systemischer Risiken formulieren, die wir im Rahmen der BMBF-Projekte zu systemischen Risiken zur Diskussion stellen möchten:

Systemische Risiken sind Risiken, die als Nebenfolgen des normalen Funktionierens eines Systems entstehen. Sie beziehen sich auf die Wahrscheinlichkeit, dass sich diese Nebenfolgen zu einer Dynamik aufschaukeln, die entweder zu Bestandsgefährdungen im System selbst oder in systemfremden Zusammenhängen führen. Risikominimierung erfordert im Kontext systemischer Risiken eine Reorganisation der Produktions- und Reproduktionsweise der betroffenen Systeme.

4. Schlussfolgerungen

In der Risikoforschung, aber auch in der öffentlichen Debatte um konkrete Risiken dominiert bisher die Analyse unerwarteter, singulärer Ereignisse wie etwa das Versagen technischer Artefakte: Ihre Eintrittswahrscheinlichkeiten und schädigenden Folgen müssen quantifiziert werden, um eine Entscheidung für oder gegen Maßnahmen zur Risikominderung zu begründen. Es stellt sich jedoch die Frage, ob diese Perspektive für alle Arten von Risiken geeignet ist. Insbesondere kann dadurch der Blick auf systemische Zusammenhänge bei der Produktion von Risiken in vernetzten und ausdifferenzierten Gesellschaften verstellt werden. Hier ist möglicherweise eine andere Perspektive einzunehmen: Sind die gewachsenen oder angelegten Strukturen in den sozialen und sozio-technischen Systemen derart, dass die im Normalbetrieb ablaufenden Prozesse (wie die gezielte Techniknutzung oder funktionale Verhaltensmuster) gleichsam als Nebenfolgen Risiken produzieren, die die Funktionsfähigkeit dieser oder mit ihnen gekoppelter (ökologischer) Systeme insgesamt gefährden? Ließe sich diese Fragestellung für die Entwicklung eines analytischen Konzepts systemischer Risiken fruchtbar machen, hätte das auch Konsequenzen für ein angepasstes Risikomanagement: Risikominimierung bedeutete dann im Kontext systemischer Risiken nicht der gezielte Eingriff in isolierte Abläufe, Strukturen oder Techniken, sondern die Reorganisation der Reproduktionsweise der betroffenen Systeme.

Im Rahmen der Forschungsarbeiten des Projekts *start* wird dieser Ansatz mit dem Ziel weiterentwickelt, über eine Struktur- und Prozessanalyse der betrachteten Systeme der Gesundheits- und Trinkwasserversorgung Hinweise für die Gestaltung von integrierten Handlungsstrategien zu erarbeiten. Eine wesentliche offene Forschungsfrage ist dabei die Beschreibung der Dynamik systemischer Risiken in sozial-ökologischen Systemen. Zudem stellt sich mit dem skizzierten Verständnis systemischer Risiken die Frage, inwieweit hier der Risikobegriff überhaupt noch geeignet ist. Denn die Komplexität der infrage stehenden Systeme lässt eine objektive Bestimmung von Eintrittswahrscheinlichkeiten und Schadensausmaßen vermutlich nur unter erheblichen Unsicherheiten zu. Damit stellt sich aber auch die Frage nach dem Umgang mit unsicherem Wissen im Prozess der Risikoanalyse und dem Stellenwert des Vorsorgeprinzips im Kontext systemischer Risiken. Schließlich wäre es grundsätzlich interessant, verschiedene Ansätze, die für eine Definition systemischer Risiken herangezogen werden könnten, gegenüberzustellen (wie z.B. den Komplexitäts- und Kopplungsansatz von Perrow (1987) oder das Resilienzkonzept von Holling und Folke (vgl. Berkes et al. 2003 und Folke et al. 2005).

Ob aus sich aus dieser Auseinandersetzung mit systemischen Risiken Ansätze für eine spezifische, sozial-ökologische Risikoforschung bzw. ein sozial-ökologisches Risikoverständnis ableiten lassen, ist noch offen. Deren Motto könnte jedoch sein, Risikominimierung bzw. Risikobewältigung nicht allein als Problem, das gesellschaftliche Kosten verursacht, sondern auch als Chance zu verstehen, soziale und technische Innovationen zu befördern. Eine gemeinsame Theoriearbeit in den vom BMBF geförderten Projekten zu systemischen Risiken könnte hier erste Meilensteine setzen.

Literatur

- Becker, E./Jahn, T. (Hg.) (2006): Soziale Ökologie – Grundzüge einer Wissenschaft von den gesellschaftlichen Naturverhältnissen. Frankfurt/Main. Campus Verlag.
- Berkes, F./Colding, J./Folke, C. (Hg.) (2003): Navigating social-ecological Systems. Building Resilience for Complexity and Change. Cambridge: University Press.
- Bubb, A./Zimmermann, H. (2004): Ansteckungsrisiken im Finanzsystem: Übersicht und aktuelle Problemereiche. WWZ Forschungsbericht 9/04.
- Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) (2004): Bekanntmachung vom 30.09.2004. Bonn. <http://www.bmbf.de/foerderungen/3069.php>.
- De Bandt, O./Hartmann, P. (2000): Systemic risk: a survey. Frankfurt am Main, European Central Bank. Working paper series/European Central Bank, No. 35.
- Deutsche Bundesbank (2005): Finanzstabilitätsbericht – November 2005. Frankfurt a. M.
- Folke, C./Hahn, T./Olsson, P./Norberg, J. (2005): Adaptive Governance of Social-Ecological Systems. *Annu. Rev. Environ. Resour.* 2005. 30:441-73-doi: 10.1146/annurev.energy.30.050504.144511.
- Held, M./Kümmerer, K. (2004): Rhythmen und Resilienz – Nachhaltige Entwicklung in zeitlicher Perspektive. In: Ipsen, D./Schmidt, J.C. (Hg.), *Dynamiken der Nachhaltigkeit*. Metropolis Marburg 2004, 113-150.
- International Risk Governance Council (2005): Risk Governance: Towards an Integrative Approach. International Risk Governance Council. September 2005. Geneva.
- Kaufman, G./Scott, K.E. (2003): What is Systemic Risk, and do Bank Regulators Retard or Contribute to it? *The Independent Review* 7(3): 371-391.
- Klinke, A./Renn, O. (2006): Systemic Risks as Challenge for Policy Making in Risk Governance. *FQS Volume 7, No. 1, Art. 33, January 2006*. <http://www.qualitative-research.net/fqs-texte/1-06/06-1-33-e.pdf>
- Kluge, T./Hummel, D. (2006): Transformationen. In: Becker, E./Jahn, T. (Hg.): *Soziale Ökologie – Grundzüge einer Wissenschaft von den gesellschaftlichen Naturverhältnissen*. Frankfurt am Main. Campus Verlag. 267-283.
- Liehr, S./Becker, E./Keil, F. (2006): Systemdynamiken. In: Becker, E./Jahn, T. (Hg.): *Soziale Ökologie – Grundzüge einer Wissenschaft von den gesellschaftlichen Naturverhältnissen*. Frankfurt am Main. Campus Verlag. 267-283.
- Mertens, D. (2004): Portfolio-Optimierung nach Markowitz. Frankfurt a.M.: Bankakademie-Verlag.
- OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development, 2003a): *Emerging Risks in 21st Century. An Agenda for Action*. Paris, OECD.
- OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development, 2003b): *Kurzfasung – Neue Risiken im 21. Jahrhundert: Vorschläge für ein Aktionsprogramm*. Paris, OECD.
- OFHEO (Office of Federal Housing Enterprise Oversight, 2003): *Systemic Risk: Fanny Mae, Freddy Mac and The Role of OFHEO*. Washington DC
- Perrow, C. (1987): *Normale Katastrophen*. Frankfurt a. M., New York. Campus.
- Rescher, N. (1998): *Complexity: A Philosophical Overview*. New Brunswick, N.J.
- Richardson, K./Cilliers, P. (2001): What is Complexity Science? *A View from Divergent Directions*. *Emergence*, 3(1), 5-22.
- Sheldon, G./Maurer, M. (1998): Interbank Lending and Systemic Risk: An Empirical Analysis for Switzerland, *Swiss Journal of Economics and Statistics* 134: 685-704.
- Swiss Re (Swiss Reinsurance Company Economic Research & Consulting; 2003): *Reinsurance – a systemic risk?* *Swiss Re Sigma* No. 5/2003.
- Wikipedia (2006a): Systemic Risk. http://en.wikipedia.org/wiki/Systemic_risk (8.5.07).
- Wikipedia (2006b): Systemrisiko. <http://de.wikipedia.org/wiki/Systemrisiko> (8.5.07).

Endnoten

- 1 Für nähere Informationen zu den fünf Projekten vgl. <http://www.sozial-oekologische-forschung.org/-de/626.php>.
- 2 Der etwa aus systemtheoretischer Sicht problematische Begriff des „systemischen Ereignisses“ wird in den entsprechenden Diskursen eher umgangssprachlich verwendet. Dabei kann davon ausgegangen werden, dass damit zumeist strukturelle Veränderungen in den betrachteten Systemen gemeint sind.
- 3 Bubb und Zimmermann (2004), die den Ansteckungs-Mechanismus als Bestandteil systemischer Risikoereignisse betonen, kommen daher zu dem Ergebnis: „Ein großer Teil der empirischen Studien, sowohl zum Banken- wie auch zum Finanzmarktssystem, lässt keine eindeutigen Aussagen darüber zu, ob die Krise die Folge eines Contagion oder von simultanen Exposures der Banken oder Märkte gegenüber einem aggregierten Schock ist. Des Weiteren ist im Rahmen der identifizierten Contagion Events nur begrenzt identifizierbar, ob es sich dabei um einen (ineffizienten) Sunspotevent oder einen (je nachdem effizienten) informationsbasierten Event handelt. Dementsprechend ist auch die empirische Frage bezüglich effizienten und ineffizienten systemischen Events ungeklärt.“
- 4 In dieser Anekdote aber auch in der Rede von „systemischen Ereignissen“ manifestiert sich ein *kausales* Verständnis von systemischen Risiken, beim dem ein gewissermaßen gegenständliches Agens angenommen wird. Diesem kausalen Verständnis versuchen wir im nächsten Abschnitt ein Konzept gegenüberzustellen, dass die Risikoproduktion als Teil der normalen Funktionserfüllung eines Systems beschreibt.
- 5 „A system is defined ... as an entity formed by a large number of diverse parts or units, subject to a common plan or serving a common purpose. Processes inside systems can be either simple/linear or complex. However, even linear processes can experience complex interactions, so that no system can be safely considered as simple“ (OECD 2003a). Im OECD-Bericht ist bereits eine potenziell wachsende Anfälligkeit für die entsprechend als hochkomplex eingestuften Systeme zur Gesundheits-, Transport-, Energie-, Nahrungsmittel- und Trinkwasserversorgung sowie die Informations- und Telekommunikationsnetze konstatiert worden.
- 6 Die Überlegungen der OECD und insbesondere des IRGC greifen auf die Arbeiten von Ortwin Renn zurück. Ortwin Renn ist auch verantwortlicher Autor des IRGC White Paper.
- 7 Mit Bezug auf Industrien und Institutionen kennzeichnet Perrow komplexe Systeme vor allem durch eine dichte Anordnung ihrer Elemente, verknüpfte Subsysteme, Rückkopplungsschleifen und die beschränkte Kenntnis über Prozessabläufe. Lineare Systeme sind entsprechend durch eine verstreute Anordnung der Komponenten, getrennte Subsysteme, wenig Rückkopplungsschleifen und die umfassende Kenntnis von Prozessabläufen charakterisiert. Lose Kopplung meint eine nicht-kausale Verknüpfung der Elemente, während enge Kopplung eine starre Beziehung zwischen den Einzelteilen des Systems voraussetzt, sodass kaum Elastizität oder Pufferzonen vorhanden sind. Störungen wirken sich hier unmittelbar aus, während lose gekoppelte Systeme mehr Pufferkapazität besitzen und die Möglichkeit haben, durch Mehrfachfunktionen leichter Störungen zu substituieren.
- 8 Der Rede von Gleichgewichtszuständen liegt dabei keine statische Vorstellung zugrunde. So durchlaufen etwa natürliche Systeme im Rahmen bestimmter, systemspezifischer Grenzen Entwicklungsphasen oder fluktuieren als Folge von äußeren oder inneren Störungen zwischen diesen Grenzen ohne dabei jedoch in ein neues dynamisches oder strukturelles Regime zu wechseln. Ein resilientes, adaptionsfähiges System kann also gerade dadurch gekennzeichnet werden, dass es Störungen innerhalb bestimmter Grenzen ohne systemtransformierende Folgen absorbieren kann (vgl. Held/Kümmerer 2004; zum Begriff der Resilienz vgl. z. B. Berkes et al. 2003).
- 9 Mit dieser Beschreibung ist ein Anschluss an das Konzept der sozial-ökologischen Transformationen möglich (vgl. dazu Kluge/Hummel 2006).
- 10 In Becker/Jahn (2006:492 f.) wird von einem sozial-ökologisches System gesprochen, „wenn sich in einer gegebenen Problemlage Natur und Gesellschaft nicht als autonome Teilsysteme beschreiben lassen, sondern ihre Wechselbeziehungen als internes Beziehungsgeflecht eines Gesamtsystems dargestellt werden müssen“.
- 11 Der IRGC führt eine ähnliche Unterscheidung ein: Er unterscheidet mit Blick auf Handlungs- bzw. Managementstrategien zwischen solchen, die sich auf den „risk agent“ und solchen die sich auf das „risk-absorbing system“ beziehen (IRGC 2006:15).



Anlage 6: start-Projektflyer und start-Projektposter (3 Seiten)

Das *start*-Projektposter wurde unter anderem auf der folgenden Konferenzen präsentiert:

Keil, F./Kümmerer, K. (2006): Strengthening the Coping Capacity for Pharmaceuticals in Drinking Water. Posterbeitrag für CleanMed Europe 2006. Stockholm, 29.-31.05.2006.

Partner

Institut für sozial-ökologische Forschung (ISOE)
Institute for Social-Ecological Research (ISOE)
Dr. Konrad Götz, Dr. Engelbert Schramm, Dr. Irmgard Schultz

Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS)
Institute for Technology Assessment and Systems Analysis (ITAS)
Gotthard Bechmann

Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main
Johann Wolfgang Goethe University Frankfurt/Main
*Prof. Dr. Petra Döll, Prof. Dr. Jörg Oehlmann,
Prof. Dr. Wilhelm Püttmann*

Universitätsklinikum Freiburg, Angewandte Umweltforschung
University Hospital Freiburg, Applied Environmental Research
Prof. Dr. Klaus Kümmerer

start kooperiert mit Praxispartnern aus pharmazeutischer Industrie, Wasserwirtschaft, Ärzte- und Apothekerverbänden, Krankenkassen, Verbraucherverbänden und Behörden.

Strategieansätze

Vorsorgende Strategien zum Umgang mit Arzneimittelwirkstoffen im Trinkwasser können an drei Sektoren mit jeweils unterschiedlichen Zeithorizonten ansetzen:

- **Technikansatz (kurzfristig):** Herkömmliche Verfahren der Abwasserreinigung und Trinkwasseraufbereitung werden weitgehend durch bisher kaum eingesetzte bzw. innovative Verfahren ersetzt.
- **Verhaltensansatz (mittelfristig):** Gegenwärtige Verschreibungspraktiken, Gebrauchs- und Entsorgungsmuster von Arzneimitteln ändern sich in Richtung einer höheren Umweltsensibilität.
- **Wirkstoffansatz (langfristig):** Innovationen in der nachhaltigen Pharmazie führen zur Substitution problematischer Wirkstoffe durch solche, die zugleich auf Wirksamkeit beim Menschen und Abbaubarkeit in der Umwelt optimiert sind.

Systemische Handlungsstrategien

Forschungsziel ist es, diese drei Strategieansätze zu einer systemischen Handlungsstrategie zu integrieren. Dazu werden in einem transdisziplinären Forschungsprozess mehrere natur- und sozialwissenschaftliche Arbeitspakete umgesetzt:

- Ausgestaltung der drei sektoralen Strategieansätze
- Sozialempirische Erhebungen zu Verschreibungs-, Gebrauchs- und Entsorgungsmustern
- Analyse von Akteursnetzwerken und Strategieintegration
- Entwicklung unterschiedlicher Szenarien zur Umsetzung der systemischen Handlungsstrategie
- Entwicklung von zielgruppenspezifischen Instrumenten der Risikokommunikation
- Präsentation der Ergebnisse in Unternehmen, Gesundheitseinrichtungen und Organisationen

Projektdauerzeit: Oktober 2005 bis März 2008

Strategien zum Umgang mit Arzneimittelwirkstoffen im Trinkwasser

www.start-project.de

start cooperates with partners from pharmaceutical industry, water management, physicians' and pharmacists' associations, consumer councils, health funds and public authorities



Strategy Approaches

Precautionary management strategies for pharmaceutical agents in drinking water can act on three individual sectors each with different time horizons:

- **Technical Approach (short-term):** Conventional procedures for sewage treatment and drinking water processing are largely replaced by only scarcely applied or innovative procedures.
- **Conduct Approach (mid-term):** Current prescription practices, use and disposal patterns of pharmaceuticals change towards a higher environmental sensibility.
- **Agent Approach (long-term):** Innovations in sustainable pharmacy lead to the substitution of problematic agents by those which are simultaneously optimised for activity in humans and degradability in the environment.

Systemic Management Strategies

Research goal is the integration of the three strategy approaches into one systemic management strategy. For this purpose several natural and social sciences work packages are implemented in a transdisciplinary research process:

- Development of the three sectoral strategy approaches
- Socio-empirical surveys for prescription practices, use and disposal patterns
- Analysis of actor networks and strategy integration
- Development of different scenarios for the implementation of the systemic management strategy
- Development of target group specific instruments of risk communication
- Presentation of results at corporations, health care facilities and organisations

Project duration: October 2005 until March 2008

Kontakt/Contact

Dr. Florian Keil
(Projektleitung/Project Coordinator)
Institut für sozial-ökologische Forschung (ISOE) GmbH
Hamburger Allee 45
60486 Frankfurt am Main
Tel: +49 (069) 707 69 19 39
Mail: keil@isoe.de

GEFÖRDERT VOM/FUNDED BY



Management Strategies for Pharmaceuticals in Drinking Water

www.start-project.de

Pharmaceutical Agents in the Water Cycle

The presence of pharmaceutical agents in the water cycle poses an unpredictable and only partly controllable risk for drinking water supply systems. The conditions for the emergence and the dynamics of this *systemic risk* are as yet unidentified. Of particular interest are the roles and perspectives of the different actors: How do they perceive the risk and how does this perception influence the recognition of need for action and the implementation of management strategies? The research project »Management Strategies for Pharmaceuticals in Drinking Water (start)« addresses this problem with the aim to integrate different sectoral measures for the reduction of emissions of pharmaceuticals into a systemic management strategy.

Limits to Knowledge

It is difficult to ascertain if a hazard for humans and the environment has to be expected, since the problem is characterised by a high degree of uncertainty and nes- cience: Long-term effects of a continuous exposure to pharmaceutical agents in sub-therapeutic doses are as unexplored as the impacts of their numerous meta- bolites. At the same time one can safely assume that problem specific knowledge deficits will basically per- sist both practically due to the large amount of phar- maceuticals already on the market and fundamentally due to the inherent complexity of the problem.

Environmental Relevance and Drinking Water Exposure

Health protection and environmental protection are societal aims which usually accompany each other. However, the recently boosted discussion on the en- vironmental relevance of pharmaceuticals shows that both aims can become mutually inconsistent. After the intake pharmaceutical agents are excreted partly unchanged with urine and can be emitted into the en- vironment via municipal sewage. Today they are, in fact, detected with significant concentration in many surface waters within Germany and across Europe as well as in ground waters, which are influenced by bank filtration. Even in drinking water individual agents are found at trace levels.

Complex Risk Dynamics

This limited knowledge leads to an unpredictable sys- temic risk for the safeguarding of the drinking water supply. Actual hazards for human health – e.g. as a consequence of the occurrence of resistant germs due to antibiotics in waters – and fundamental conflicts of interest along the question of an effective supply with pharmaceuticals and the provision of hygienically un- objectionable drinking water combine with the popula- tion's subjective perception of hazards to a complex risk dynamic. In a situation where risks as a conse- quence of limited knowledge are hard to assess the precautionary principle calls for action.

Integrated Strategy Development

start aims to combine three sectoral strategy ap- proaches into one integrated management strategy for pharmaceuticals in drinking water. The research programme consists of several interlinked natural and social sciences work packages:

- Assessment of sectoral strategy approaches
- Socio-empirical surveys for strategy acceptances
- Actor analysis and strategy integration
- Development of implementation scenarios
- Development of risk communication instruments
- Information packages for research and practice

start cooperates with partners from pharmaceutical industry, water management, physicians' and pharma- cists' associations, consumer councils, health funds and public authorities.

Management Strategies for Pharmaceuticals in Drinking Water

Technical Approach

In a short- to mid-term perspective conventional proce- dures for urban waste water treatment and drinking water processing are complemented by innovative or established but rarely applied techniques. Procedures suited to effectively eliminate certain pharmaceutical agents are e.g. membrane filtration, reversed osmosis, ozonation, adsorption on activated carbon as well as prolonged retention periods in treatment plants. Con- structional changes in water infrastructure can addi- tionally be used to reduce emissions of agents: an- aerobic procedures for semi-centralised sewage treat- ment coupled with process water cycles and mobile fil- tration and adsorption units or installation of domestic grey water cycles. This strategy mainly appeals to ac- tors of urban water management and municipalities. As far as semi- or decentralised solutions are consid- ered house owners are likewise addressed.

Conduct Approach

In a mid- to long-term perspective prescription, therapy and consultation practices of physicians and pharma- cists as well as the patients' use and disposal patterns of pharmaceuticals change towards a higher environ- mental sensibility. The relationship between physicians and patients plays a key role within this strategy: Knowledge and information about the environmental relevance of pharmaceuticals raise the problem awareness of physicians in the consultation of pa- tients. In order to facilitate the integration of the prob- lem into physicians' everyday practice, it has to be implemented in the medical education and advanced

training by actors of education and health policy. Health funds can foster the demand for ecological al- ternatives by means of changes in the funding of phar- maceuticals and therapies. This increased demand can support pharmaceutical industry in supplying a sustain- able product range (e.g. varieties of packaging sizes and potencies).

Agent Approach

In a long-term perspective innovations in sustainable pharmacy lead to the substitution of problematic phar- maceutical agents by those which are simultaneously optimised for efficacy/efficiency in humans and de- gradability in the environment. The development of such new pharmaceuticals is based upon analyses of structure-activity-relationships: molecular moieties responsible for a desired property of the drug have to be separated from those which are unfavourable for its degradation in the environment. In this sense degrad- ability becomes an equal property of a drug amongst others – integrated in an optimised functionality. The example of Glufosfamide shows the potential of this approach: the glucosidation of the primary lfosfamide simultaneously lead to an improved biodegradation and intestinal resorption. For the pharmaceutical in- dustry as the main facilitator of this approach, it has to be shown that investments in »benign by design« have substantial economic benefits. Public funding programmes can be set up to initiate corresponding research.



Contact

Dr. Florian Keil (Project Coordinator)
Institute for Social-Ecological Research (ISOE)
keil@isoe.de

Prof. Dr. Klaus Kümmerer
University Hospital Freiburg, Germany
klaus.kuemmerer@uniklinik-freiburg.de
www.start-project.de

Partners

Institute for
Social-Ecological
Research (ISOE)



Johann Wolfgang Goethe
University Frankfurt/Main



Institute for Technology
Assessment and
Systems Analysis (ITAS)



University Hospital Freiburg
Applied Environmental
Research Section



Arzneimittelwirkstoffe im Wasserkreislauf

Für das System der Trinkwasserversorgung stellen Arzneimittelwirkstoffe im Wasserkreislauf ein schwer einschätzbares Risiko dar. Über die Entstehungsbedingungen und Dynamiken dieses *systemischen Risikos* ist jedoch nur wenig bekannt. Von besonderem Interesse ist dabei: Wie nehmen die unterschiedlichen Akteure das Risiko wahr und welchen Einfluss hat dies auf die Identifikation von Handlungsbedarf und die Umsetzung von Handlungsstrategien? Das Forschungsprojekt »Strategien zum Umgang mit Arzneimittelwirkstoffen im Trinkwasser (*start*)« nimmt diese Fragestellung mit dem Ziel auf, ein spezifisches Systemverständnis zu entwickeln, um sektorale Maßnahmen für eine Reduktion von Stoffeinträgen in eine systemische Handlungsstrategie zu integrieren.

Umwelt- und Trinkwasserrelevanz

Gesundheitsschutz und Umweltschutz sind gesellschaftliche Ziele, die in der Regel Hand in Hand gehen. Das in jüngster Zeit verstärkt diskutierte Problem der Umweltrelevanz von Arzneimitteln zeigt jedoch, dass beide Ziele auch in einem schwierigen Spannungsverhältnis stehen können. Arzneimittelwirkstoffe werden nach der Einnahme zum Teil unverändert mit dem Urin ausgeschieden und können über die kommunalen Abwässer in die Umwelt gelangen. Tatsächlich werden sie in vielen Oberflächengewässern Deutschlands, aber auch in durch Uferfiltrat beeinflussten Grundwasserleitern bereits in signifikanten Konzentrationen nachgewiesen. Selbst im Trinkwasser werden einzelne Wirkstoffe in Spurenkonzentrationen gefunden.

Wissensgrenzen

Weitgehend auszuschließen sind bei diesen Befunden akute Gesundheitsgefährdungen. Als schwierig erweist sich nach dem gegenwärtigen Wissensstand jedoch die Bestimmung des tatsächlichen Gefährdungspotenzials. Langzeiteffekte einer lebenslangen Aufnahme von Wirkstoffen in subtherapeutischen Dosen sind ebenso unerforscht wie die Wirkungen ihrer vielfältigen Abbauprodukte. Dabei ist davon auszugehen, dass sich die problemspezifischen Wissenslücken angesichts der aktuell etwa 3.000 allein auf dem deutschen Markt befindlichen Wirkstoffe nicht nur praktisch, sondern wegen der Komplexität des Problemfeldes auch grundsätzlich nur bedingt schließen lassen.

Systemische Risiken und Vorsorgeprinzip

Vor diesem Hintergrund entsteht für die Sicherung der Trinkwasserversorgung ein schwer einschätzbares systemisches Risiko. Interessenkonflikte im Spannungsfeld zwischen einer effektiven Arzneimittelversorgung und der Bereitstellung gesundheitlich unbedenklichen Trinkwassers vernetzen sich mit der subjektiven Gefährdungswahrnehmung der Bevölkerung und tatsächlichen Gefährdungspotenzialen – etwa als Folge der Bildung resistenter Keime durch Antibiotika in Gewässern – zu einer komplexen Risikodynamik. In einer Situation, in der Risiken als Folge von begrenztem Wissen nur schwer bestimmbar sind, entsteht im Sinne des Vorsorgeprinzips Handlungsbedarf.

Pharmaceutical Agents in the Water Cycle

The presence of pharmaceutical agents in the water cycle poses an unpredictable risk for drinking water supply systems. The conditions for the emergence and the dynamics of this *systemic risk* are as yet unidentified. Of particular interest are the roles and perspectives of the different actors: How do they perceive the risk and how does this perception influence the recognition of need for action and the implementation of management strategies? The research project »Management Strategies for Pharmaceuticals in Drinking Water (*start*)« addresses this problem with the aim to integrate different sectoral measures for the reduction of emissions of pharmaceuticals into a systemic management strategy.

Environmental and Drinking Water Relevance

Health protection and environmental protection are societal aims which usually accompany each other. However, the recently boosted discussion on the environmental relevance of pharmaceuticals shows that both aims can become mutually inconsistent. After the intake pharmaceutical agents are excreted partly unchanged with urine and can be emitted into the environment via municipal sewage. Today they are, in fact, detected with significant concentration in many surface waters within Germany and across Europe as well as in ground waters, which are influenced by bank filtration. Even in drinking water individual agents are found at trace levels.

Limits to Knowledge

At these concentrations acute health hazards can be largely excluded. At the current state of knowledge an assessment of the real hazardous potential, however, proves to be difficult: Long-term effects of a lifelong exposure to pharmaceutical agents in sub-therapeutic doses are as unexplored as the impacts of their numerous metabolites. At the same time one can safely assume that problem specific knowledge deficits will basically persist both practically due to the large amount of pharmaceuticals already on the market and fundamentally due to the inherent complexity of the problem.

Systemic Risks and Precautionary Principle

From this, an unpredictable systemic risk emerges for the safeguarding of the drinking water supply. Conflicts of interest along the tension between an effective supply with pharmaceuticals and the provision of hygienically unobjectionable drinking water combine with the population's subjective perception of hazards and actual hazardous potentials – e. g. as a consequence of the occurrence of resistant germs due to antibiotics in waters – to a complex risk dynamic. In a situation where risks as a consequence of limited knowledge are hard to assess the precautionary principle calls for action.



Anlage 7: Veröffentlichte start-Newsletter

start-Newsletter 1/2006: 14 Seiten

start-Newsletter 1/2007: 4 Seiten

start-Newsletter 2/2007: 4 Seiten

Editorial

Sehr geehrte Leserin, sehr geehrter Leser, die Entwicklung von Strategien zum Umgang mit Arzneimittelwirkstoffen im Trinkwasser ist nur im engen Zusammenspiel zwischen Wissenschaft und Gesellschaft möglich. Diesen Ansatz verfolgen wir mit dem Forschungsprojekt start. Der start-Newsletter soll dazu beitragen, den notwendigen Dialog zwischen Forschung und Praxis zu verstetigen und zu vertiefen. Die erste Ausgabe informiert Sie als Expertinnen und Experten aus der Praxis ausführlicher über die ersten, im Projekt entwickelten Strategieansätze. Die nächsten, etwa vierteljährlich erscheinenden Ausgaben werden kompakt über zentrale Projektergebnisse informieren und Ihnen die am Projekt beteiligten Forschungsinstitutionen genauer vorstellen. Darüber hinaus steht der start-Newsletter in Zukunft auch offen für Beiträge zur Problematik aus Sicht der Praxis. Eine ausführliche Darstellung des Projekts finden Sie übrigens auf den Seiten www.start-project.de und im dort abrufbaren Projektflyer. Wir wünschen Ihnen eine spannende Lektüre und hoffen, dass der Newsletter ein anregender „start“ für den gemeinsamen Dialog ist.



Dr. Florian Keil, Projektleiter

start: Dialog mit der Praxis

Zentrales Ziel von *start* ist es, Strategien zu entwickeln, die die Handlungsfähigkeit der Gesellschaft insgesamt erhöhen, frühzeitig und vorsorgend mit den Risiken durch Arzneimittelwirkstoffe im Wasserkreislauf umzugehen. Zur Erreichung dieses Ziels ist ein integrierter Ansatz erforderlich, der das gesamte Spektrum der problemrelevanten Handlungsbereiche und der darin agierenden Akteure erfasst, anstatt nur auf einen Bereich, wie etwa den der technischen Lösungsmöglichkeiten, zu fokussieren. Die Entwicklung derartiger integrierter Handlungsstrategien ist nur im Dialog mit der Praxis möglich. Denn nur so können sowohl das relevante Praxiswissen als auch die unterschiedlichen Problemwahrnehmungen und Handlungspotenziale direkt in den Forschungsprozess eingetragen werden. Diese Methode der partizipativen Entwicklung von Handlungsstrategien wird in *start* verfolgt.

Ausgangspunkt der Strategieentwicklung sind drei zunächst isolierte Strategieansätze, die das im Kontext der bearbeiteten Problematik mögliche Handlungsspektrum aus Sicht der Forschung aufspannen. Sie verdeutlichen, wie es idealtypisch zur Vermeidung eines Eintrags von Arzneimittelwirkstoffen in den Wasserkreislauf bzw. zur Minimierung des damit verbundenen Risikos kommen kann. Die drei Strategieansätze unterscheiden sich im Hinblick auf die Handlungsfelder:

- Minimierung stofflicher Einträge durch Technikeinsatz („Technikansatz“),
- Änderung des Umgangs mit Arzneimitteln bei der Nutzung („Verhaltensansatz“),
- Design optimierter Arzneimittelwirkstoffe („Wirkstoffansatz“).

Als Eröffnung des Dialogs mit der Praxis möchten wir Ihnen erste Entwürfe für diese drei Strategieansätze im Folgenden detailliert vorstellen. Die Darstellungen bilden die Grundlage für eine gemeinsame Diskussion

mit Expertinnen und Experten aus der Praxis auf dem *start*-Experten-Workshop am 24. Mai 2006 in Frankfurt am Main.

Strategieansätze: Denkräume öffnen

Mit der Vorlage der Strategieentwürfe zu einem frühen Zeitpunkt im Projektverlauf wird das Ziel verfolgt, zunächst gemeinsame Denkräume für eine vorsorgende Strategie der Risikobewältigung zu öffnen. Die Entwürfe stellen Vorschläge für eine aus Sicht der Forschung sinnvolle Kombination von Strategieelementen innerhalb der drei Handlungsfelder zur Diskussion. Als erste Entwürfe erheben die Darstellungen keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Insbesondere ist eine Bewertung vor allem des Zusammenspiels einzelner Strategieelemente zu diesem Zeitpunkt noch nicht möglich, da die dafür erforderlichen empirischen Grundlagen im weiteren Projektverlauf erst noch erarbeitet werden müssen.

Ziel des Austauschs mit der Praxis ist es, die Entwürfe auf Plausibilität, Aktualität, Vollständigkeit und Tragfähigkeit zu überprüfen und praktische Erfahrungen, die der Differenzierung und Bewertung der Strategieansätze dienen können, einzutragen. Gleichzeitig soll der Dialog mit der Praxis dazu beitragen, bereits frühzeitig Potenziale für die (in einer späteren Projektphase anstehende) Integration der Strategieansätze zu identifizieren.

Die folgende Darstellung der drei Strategieansätze beginnt mit einer einführenden Charakterisierung der Handlungsfelder und der Identifikation der bei einer möglichen Umsetzung angesprochenen Akteure. Anschließend werden die gegenwärtige Situation in dem jeweiligen Handlungsfeld ausgeführt. Den Kern der Darstellung bilden die Diskussion möglicher wirksamer Strategieelemente und, auf dieser Basis, die kompakte Beschreibung eines Vorschlags für die Gestaltung der jeweiligen Handlungsstrategie.

start-Experten-Workshop

Teilnehmende des *start*-Experten-Workshops sind Expertinnen und Experten aus pharmazeutischer Industrie, Wasserwirtschaft, Ärzte- und Apothekerverbänden, Krankenkassen, Verbraucherverbänden und Behörden. Nach einer plenaren Vorstellung des Gesamtprojekts und der einzelnen Strategieansätze werden diese in getrennten, moderierten Arbeitsgruppensitzungen aus Sicht der Praxis kritisch kommentiert und Vorschläge für ihre Präzisierung erarbeitet. Die Aufteilung der Arbeitsgruppen erfolgt dabei entlang der im Folgenden als handlungsrelevant für die einzelnen Strategieansätze identifizierten Akteure. Die Ergebnisse der Arbeitsgruppensitzungen werden zum Abschluss des Workshops plenar diskutiert.

Die Weiterentwicklung der Entwürfe zu ausformulierten, nach definierten Kriterien bewertbaren Handlungsstrategien wird auf Basis einer Auswertung der Ergebnisse des Workshops und weiterer empirischer Studien umgesetzt. Die ausformulierten Strategieansätze werden den Teilnehmenden des

Workshops für eine abschließende Kommentierung vorgelegt. Über die Ergebnisse dieses partizipativen Prozesses der Strategieentwicklung werden wir Sie in der zweiten Ausgabe des *start*-Newsletters informieren.

Ausblick: Bewertung der Handlungsstrategien

Voraussetzung für die Entwicklung einer integrierten Handlungsstrategie ist eine vergleichende Bewertung der drei Strategieansätze nach ihren jeweiligen Potenzialen und Restriktionen. Im Projekt werden dafür mit Hilfe eines iterativ einsetzbaren Verfahrens aus der Technikfolgenabschätzung sowohl beabsichtigte als auch nicht-intendierte Folgen der Umsetzung der Strategien identifiziert. Dazu gehören beispielsweise makro-ökonomische Benefits wie Kosteneinsparungen im Gesundheitsbereich (intendiert) oder Schäden an aquatischen Ökosystemen (nicht-intendiert). Anschließend wird eine multikriterielle Analyse (mit einer Gewichtung der Bewertungskriterien und ggf. einem darauf aufbauenden Outrankingverfahren) dazu beitragen, dass die

drei ausgearbeiteten Strategieansätze vergleichend bewertet werden können. Kriterien der Bewertung sind nach dem bisherigen Stand der Überlegungen:

- Zeithorizont der Wirksamkeit (kurz-, mittel-, langfristig)
- Reichweite und Abdeckungsgrad (lokal-spezifisch, weiträumig, großflächig)
- Umsetzbarkeit (ökonomischer, infrastruktureller, sozialer Aufwand)
- Voraussetzungen (Technikentwicklung, Verhaltensänderung, Wissensänderung)
- Akzeptanz der einzelnen Strategieelemente (gesellschaftlich, politisch, wirtschaftlich)
- intendierte und nicht-intendierte Folgewirkungen (ökologisch, ökonomisch, sozial)
- Beitrag zur Zielerreichung (Reduktion der Wirkstoffemissionen)

Das Bewertungsverfahren und erste Ergebnisse der multikriteriellen Bewertung werden das zentrale Thema des zweiten *start*-Experten-Workshops sein, der voraussichtlich im Januar 2007 stattfinden wird.

Arzneimittelwirkstoffe in der Umwelt

Chemikalien sind aus dem modernen Leben nicht wegzudenken. Sie finden vielfältige Verwendung in allen Lebensbereichen. Als Arzneimittel sind sie unverzichtbarer Bestandteil unseres Bemühens um eine möglichst gute Gesundheit, hohe Lebenserwartung und hohen Lebensstandard. Nach ihrer Anwendung gelangen sie jedoch zum Teil trotz vielfältiger Gegenmaßnahmen in die Umwelt und sind dort oft nicht oder nur langsam abbaubar und mineralisierbar. Mengenmäßig führt ein hoher Verbrauch in Verbindung mit einer schlechten Abbaubarkeit (bspw. in der Abwasserbehandlung) zu Einträgen in die aquatische Umwelt. Der Nachweis von Arzneimitteln aus unterschiedlichen chemischen Klassen in Wasser, Sediment und Boden zeigt, dass sie zumindest nicht vollständig eliminiert werden können. Die in der Literatur dokumentierten Daten weisen auf ein deutliches Risiko des Vordringens verschiedener Arzneimittelwirkstoffe und ihrer Metabo-

lite bis ins Trinkwasser hin, da sich viele der bisher nachgewiesenen Stoffe als persistent und grundwassergängig erwiesen haben.

Manche in der Umwelt nachweisbaren Stoffe sind zwar grundsätzlich, z. B. photochemisch oder biologisch durch Bakterien, abbaubar – die Rate ihres Eintrags in die Umwelt ist aber oft größer als die ihres Umbaus und ihrer vollständigen Mineralisierung. Sie können sich daher in der Umwelt wie schwer abbaubare Stoffe anreichern, wenn die Eintragsrate hoch und die Mineralisierungsrate im Vergleich dazu niedrig ist. In solchen Fällen wird auch von „Pseudopersistenz“ oder „Persistenz zweiter Ordnung“ gesprochen: Es bildet sich ein Gleichgewicht aus Eintrag und Abbau mit der Folge, dass diese Stoffe kontinuierlich auf einem bestimmten Konzentrationsniveau in der Umwelt nachweisbar sind. Eine vergleichsweise hohe Persistenz führt auch zu einer großen Reichweite.

Persistente Stoffe stellen daher ein räumlich und zeitlich nur schwer abschätzbares Risiko für die Böden (chemische Erosion), die Wasserressourcen und die Qualität der Nahrung insgesamt und damit für die Menschen dar. Die Expositionszeit von chemischen Stoffen in natürlichen Systemen kann möglicherweise sehr viel länger sein, als sie normalerweise bei Tests im Routinelabor üblich ist. Persistenz ist daher eines der zentralen Kriterien für die Umweltbewertung von Chemikalien. Nicht zuletzt aus umwelthygienischer Sicht sind alle Fremdstoffe in Trinkwasser und anderen Nahrungsmitteln unerwünscht und ein Eintrag ist soweit als möglich zu vermeiden oder zu vermindern. Vor diesem Hintergrund stellt sich die Aufgabe der Reduktion des Eintrags von Arzneimittelwirkstoffen in die Umwelt.

start-Strategieansätze: Technikansatz

In einer kurz- bis mittelfristigen Perspektive werden herkömmliche Verfahren der Abwasserreinigung und Trinkwasseraufbereitung weitgehend durch bisher kaum eingesetzte bzw. innovative Verfahren ergänzt (z. B. Aktivkohleadsorption, Membranfiltration, Umkehrosmose).

Es gibt eine Reihe von Vorschlägen für Maßnahmen im Hinblick auf den Schutz der Umwelt und des Grund- und Trinkwassers vor potentiell unerwünschten Wirkungen von Arzneimitteln. Unabhängig davon ist jedoch auf der (öko-)toxikologischen Ebene zu den Effekten von Arzneimittelwirkstoffen auf die belebte Umwelt und „Nichtzielorganismen“ wenig bekannt. Risiken, die von der Anwendung von Humanarzneimitteln ausgehen, können deshalb bislang nur unzureichend charakterisiert werden.

Im Rahmen des „Technischen Ansatzes“ von start werden schwerpunktmäßig die Verfahren zur Reinigung von bereits kontaminierten Abwässern (kommunale, industrielle und Abwässer aus dem Agrar- und Gesundheitsbereich) und die Verfahren zur Aufbereitung von Trinkwasser zusammengetragen. Hierbei wird die Elimination von Arzneimittelwirkstoffen im Mittelpunkt der Analyse stehen. Dazu werden Daten und Resultate aus einschlägigen Forschungsprojekten sowie der Literatur recherchiert und ausgewertet.

In diesem Zusammenhang wird die vorhandene Expertise auf dem Technologiesektor über die Befragung ausgewiesener Experten vertieft, um deren aktuelle Erfahrungen im Umgang mit klassischen Reinigungstechniken wie z. B. der hydraulischen Verweildauer und der Aktivkohleadsorption oder innovativen Reinigungstechniken wie z. B. der Membranfiltration, Umkehrosmose und Ozonierung zu erfassen. Im Mittelpunkt der Untersuchung werden Potenziale, Realisierbarkeit, Kosten und Effizienz dieser Techniken stehen. Dabei ist zu differenzieren, welche Technik welche Stoffpalette eliminieren kann, was eliminieren jeweils bedeutet und welche Kosten und Folgeprobleme (z. B. durch Abfälle und Energieverbrauch) zu bedenken sind.

Überdies werden vorhandene Strategien, die über die (baulichen) Veränderungen der technischen (Ab-)Wasserinfrastrukturen zu einer Verringerung und/oder Vermeidung von Stoffeinträgen in Gewässer führen können, erfasst und bewertet. Auf diesem Wege kann als Präventivmaßnahme der Eintrag von Arzneimittelwirkstoffen in das aquatische Milieu minimiert und ein zukunftsfähiges (Ab-)Wassermanagement im Hinblick auf den Umgang mit Arzneimitteln ermöglicht werden. Auch die Trennung von Abwässern und der Aufbau von Brauchwasserkreisläufen in Privathaushalten können einen positiven Beitrag hinsichtlich einer Reduktion pharmakologischer Wirkstoffemissionen in die Umwelt darstellen.

Angesprochene Akteure

Mit dem technischen Strategieansatz werden in erster Linie Akteure aus der Wasserwirtschaft (incl. Abwasserbeseitigung) und Kommunen angesprochen. Im Hinblick auf Emissionen bei der Produktion von Pharmaka ist die pharmazeutische Industrie wegen strenger Vorgaben bei der Reinigung von Produktionsabwässern durch bereits etablierte Techniken zunächst kein direkter Adressat für technische Maßnahmen. Bei der Durchsetzung von dezentralen Lösungen (Brauchwasserkreisläufe in Privathaushalten) sind im weiteren Sinne auch Hauseigentümerinnen und Hauseigentümer angesprochen. Im industriellen Sektor dürften überdies die Verreiber und Entwickler von Reinigungstechniken an der Umsetzung des technischen Strategieansatzes interessiert sein.

Gegenwärtige Situation

Der Einsatz von Pharmaka ist noch bis vor wenigen Jahren nicht mit Umweltproblemen in Verbindung gebracht worden. Neuere Untersuchungen zeigen aber, dass die Exposition der Umwelt gegenüber Arzneimitteln beachtenswert ist. In verschiedenen Studien konnten Arzneimittelrückstände sowohl in Oberflächengewässern als auch im Grundwasser nachgewiesen werden.^{1,2} Auch wenn der gesellschaftliche und medizinische Nutzen von

Arzneimitteln stets unbestritten bleibt, sind aufgrund der Persistenz der pharmakologischen Wirkstoffe in der Umwelt Schritte in Richtung Risikominderungsmaßnahmen und besserer Umweltverträglichkeit unumgänglich.

Zu den Verursachern von Arzneimittleinträgen in das aquatische Milieu zählen vorwiegend kommunale Kläranlagen (Haushalte und Krankenhäuser) und, in weitaus geringerem Umfang, die pharmazeutische Industrie bzw. deren Abwässer, da für ihre Produktionsverfahren strenge Richtlinien und Überwachungsmaßnahmen und oft eigene Kläranlagen, die auf diese Stoffe adaptiert sind, existieren.

Arzneimittelwirkstoffe werden vom Organismus nach Aufnahme metabolisiert, also enzymkatalysiert der Biotransformation unterzogen, um in Form von Metaboliten oder Konjugaten ausgeschieden zu werden. Ziel ist letztlich die Erhöhung der Polarität der Verbindungen, um ihre Ausscheidung über die Niere mit dem Urin oder über die Leber und Galle mit der Gallenflüssigkeit zu erleichtern, denn die direkte Ausscheidung von Fremdstoffen wie Arzneimitteln ist mit zunehmender Lipophilie und relativer Molekülmasse nur noch eingeschränkt möglich.

Biotransformationen laufen zumeist in zwei Schritten ab, die als Phase-I- und Phase-II-Reaktion bezeichnet werden. Bei ersteren handelt es sich um Funktionalisierungsreaktionen, bei der durch Oxidation, Reduktion oder Hydrolyse eine funktionelle Gruppe in das Molekül eingeführt oder freigesetzt wird. Der freigesetzte Metabolit kann sowohl eine geringere (Entgiftung) als auch höhere Toxizität (Giftung) als die Ausgangsverbindung besitzen. Die Phase-II-Reaktionen sind Konjugationsreaktionen, die zumeist zu einem biologisch inaktiven und besser wasserlöslichen Endprodukt (Konjugat) als die Ausgangssubstanz führen. Dies geschieht in der Regel, indem ein großes, polares und hydrophiles endogenes Molekül (z. B. Glucuron- oder Schwefelsäure) an die Ausgangsverbindung oder den Metaboliten angefügt wird.

Die auf diese Weise umgesetzten Arzneimittelwirkstoffe werden ausgeschieden und gelangen über kommunale Abwassersysteme in die Kläranlagen, wo sie weiteren Umwandlungs- und Abbauprozessen ausgesetzt sind. In einigen Fällen konnte nachgewiesen werden, dass kommunale Kläranlagen Arzneimittelrückstände weder abbauen, noch durch eine Adsorption an Klärschlämmen eliminieren konnten.

Im Idealfall werden Pharmaka in der Kläranlage vollständig mineralisiert und durch Umsetzung von Mikroorganismen zu anorganischen Substanzen abgebaut. Bei einem nur partiellen Abbau entstehen unter Umständen zahlreiche Metabolite, die im Vergleich zur Ausgangssubstanz vollkommen andere und unbekannte Eigenschaften besitzen können. Persistente Arzneimittelwirkstoffe schließlich gelangen über Kläranlagenabflüsse unverändert in das aquatische Milieu oder verbleiben in der Ausgangsform in den Klärschlämmen.⁹ Diese werden zum Teil auf landwirtschaftliche Nutzflächen verbracht, so dass die Arzneimittelwirkstoffe in der Folge in die Böden bzw. Sickerwässer gelangen und auf diese Weise zu einer Kontamination von Grund- und Trinkwasser führen können.^{3,6}

Kommunale Kläranlagen sind in der Regel zur Entfernung von Stickstoff- und Kohlenstoffverbindungen und unter Umständen auch zur Elimination von Phosphorverbindungen ausgelegt. Folglich werden bisher fast ausnahmslos leicht abbaubare organische Verbindungen erfasst. Die mechanische Klärung steht als Vorbehandlungsstufe zu Beginn der Kläranlagentechnik (mechanische Reinigungsstufe). Sind die groben Abwasserbestandteile entfernt, wird in einem Absetzbecken versucht, auch feinere, schlammige Abwasserbestandteile vor der biologischen Behandlung zu entziehen (Primärschlamm). Bei den gängigen Abwasserreinigungsverfahren werden biologische Verfahren von physikalisch-chemischen Verfahren unterschieden. Das mechanisch vorgereinigte Abwasser wird in Belüftungs- oder Belebungsbecken mit der Bakterienmasse des Belebtschlammes in Kontakt gebracht. Durch Einblasen von Druckluft wird eine ausreichende Sauerstoffversorgung für den aeroben Abbauprozess von organischen Kohlenstoffverbindungen zur Verfügung gestellt. Im Nachklärbecken sedimentieren

die sich vermehrenden Mikroorganismen und werden als Rücklaufschlamm den Belebungsbecken wieder zugeführt.

Die durch die Vermehrung der Mikroorganismen zunehmende Schlammmasse (Überschussschlamm) muss von Zeit zu Zeit redu-

strierabwässern von Bedeutung. Diese Verfahren können aber z. T. geeignet sein, um spezifische Wirkstoffe von Pharmaka vom Abwasser abzutrennen.^{2,12}

Aufgrund der guten Wasserlöslichkeit vieler Pharmaka und ihrer Metabolite – ver-

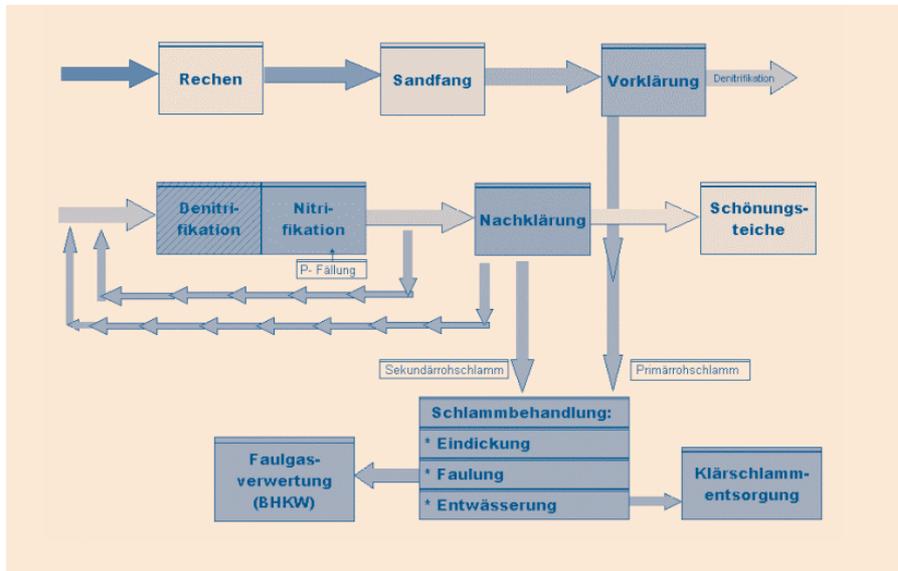


Abbildung 1: Elemente einer kommunalen Kläranlage

Quelle: FH Bochum, FB Siedlungswasserwirtschaft

ziert werden und kann gemeinsam mit dem Primärschlamm eine Schlammfäulung (anaerober Abbau von organischen Kohlenstoffen) durchlaufen. Zurück bleibt eine Schlammmasse, die als Klärschlamm entsorgt oder aber verwertet wird (z.B. in der Landwirtschaft). Weitere Abwasserreinigungsverfahren, wie chemische Oxidation/Reduktion (Entfernung von Schwermetallen, Cyanid und Nitrit), Ionenaustausch/Ionenretardation (Entsalzung von Spülwässern), Elektrodialyse/Diffusionsdialyse (Aufkonzentrierung von Spülwässern, Restsäuregewinnung aus Metallsalzlösungen), Membranfiltration/Umkehrosmose (Entkeimung, Emulsionsspaltung, Trennung organischer Moleküle von anorganischen Säuren), Eindampfen, Destillieren, Strippen (Lösemittelrückgewinnung, Aufkonzentrierung von Salzlösungen, Austreiben von Ammoniak), Adsorption/Extraktion (Anlagerung an Feststoffe wie Aktivkohle, Übergang von Stoffen aus der wässrigen in die Extraktionsmittelpfase), Koaleszenzabscheidung/Emulsionsspaltung (Entfernung von Fetten und Ölen aus der wässrigen Phase durch Koagulation oder Entmischung von Emulsionen), sind bisher ausschließlich bei der Behandlung von Indu-

bunden mit einer teils geringen Adsorption an das Sediment – stellt die Kontamination von Trinkwasser ein weiteres Problem dar. Trinkwasser wird aus Grund-, Quell- oder Oberflächenwasser gewonnen. In den Wasserwerken wird das Rohwasser möglichst unter Nutzung natürlicher Selbstreinigungsverfahren (z.B. mikrobieller Bodenabbau) gewonnen. Wo technische Reinigungsverfahren notwendig werden, wird zum Teil auf das gleiche Set wie bei der Abwasserreinigung zurückgegriffen. Insbesondere Oberflächenwässer werden über ein aufwändigeres, mehrstufiges Reinigungsverfahren aufbereitet (vgl. Abbildung 2).

Zu den im aquatischen Milieu am häufigsten nachgewiesenen Wirkstoffgruppen gehören vor allem Antibiotika, Sexualsteroidide, Lipidsenker, Betablocker, Psychopharmaka, Antiepileptika, Röntgenkontrastmittel, Antiphlogistika und Zytostatika. Eine Belastung von Oberflächen-, Grund-, Trinkwässern mit zahlreichen Vertretern aus diesen Wirkstoffgruppen konnte durch analytische Bestimmung in vielen Studien gezeigt werden.^{10, 11, 17, 14} Die zum Teil nachgewiesenen oder vermuteten Nebenwirkungen von Arzneimittelwirkstoffen auf „Nichtzielorganismen“ umfassen

reproduktions-, neuro-, geno- und zytotoxische, mutagene, kanzerogene sowie endokrine Effekte und schließen die Resistenzbildung pathogener Keime ein.

Die pharmakologische Wirkung von Arzneistoffen auf den Menschen ist, im Gegensatz zu potentiellen ökotoxikologischen Effekten, gut untersucht. Während für den menschlichen Organismus zumindest mögliche „Nebenwirkungen“ über den unerwünschten Konsum von Arzneimittelwirkstoffen (z.B. über das Trinkwasser) charakterisiert werden könnten, sind derartige Aussagen für wildlebende Tiere und das Ökosystem derzeit nicht machbar. Große Wissenslücken bestehen jedoch auch im humantoxikologischen Bereich im Hinblick auf die Auswirkungen ei-

wasser ermöglichen, auch (bauliche) Veränderungen in den (Ab-)Wasserinfrastrukturen zu nennen.

In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage, ob ein dezentrales Abwasserbehandlungskonzept eine zukunftsfähige Alternative darstellt, denn momentan wird dieser Sektor durch die so genannten „End-of-Pipe“-Konzepte (technische Maßnahmen des nachsorgenden Umweltschutzes bei schon bestehender Kontamination) eindeutig dominiert.

Hier könnten verschiedene Aufbereitungs- und Behandlungskomponenten am Ort der Abwasserproduktion direkt installiert werden (Heerenklage/Stegmann 2003), um die verschiedenen Stoffströme und Abfälle zu separieren und diese z.B. in „nachgeschalteten“

Wie bereits oben beschrieben, sind kommunale Kläranlagen mengenmäßig der wichtigste Emittent von Pharmaka in das aquatische Milieu. Die Hauptfracht von Medikamentenrückständen stammt dabei vor allem aus Privathaushalten (Ausscheidungen über Urin und Faeces, unsachgemäße Entsorgung über die Toilette und den Hausmüll) sowie von Krankeneinleitern, die über keine eigene Abwasserbehandlung verfügen.^{5, 12}

Wie erwähnt, verfügt aber die kommunale Siedlungswasserwirtschaft in ihren Anlagen derzeit flächendeckend über keine adäquaten Verfahren, um persistente Arzneimittel aus dem Abwasserstrom bzw. dem Rohwasser (Trinkwassergewinnung) zu entfernen. Aus diesem Grunde stellt die Evaluierung der Einsatzmöglichkeiten innovativer Reinigungs- und Trinkwasseraufbereitungsverfahren zur Elimination von Pharmaka in der kommunalen Kläranlagentechnik und in der Trinkwasseraufbereitung ein wichtiges Strategieelement dar.

Beschreibung des Strategieansatzes

Die im Zusammenhang mit dem Technikan-satz zu diskutierenden und zu prüfenden Maßnahmen sind:

- Membranfiltration/Nanofiltration^{2,12} im Bereich der Trinkwasserbereitung und Abwasserreinigung
- Adsorptionsverfahren zur Arzneimittelentfernung aus biologisch gereinigtem kommunalem Abwasser (z.B. Aktivkohlead-sorption¹²) und aus Rohwasser bei der Trinkwassergewinnung
- Ozonierung/Teilozonierung des biologisch geklärten Ablaufs¹² und Trinkwassers (Advanced Oxidation Process, AOP)
- Photooxidativer Abbau von Arzneimittelrückständen^{12, 8}
- Ausbau kommunaler Kläranlagen mit Nitrifikation und Denitrifikation, Erhöhung des Schlammalters auf über acht Tage^{13, 12}
- bauliche Separation kontaminierter Abwässer (Urinseparationstoiletten, wasserlose Urinale), gekoppelt mit Brauchwasserkreisläufen und mobilen Filtrationseinheiten/Adsorptionseinheiten
- Anaerobverfahren zur semizentralen Abwasserreinigung, gekoppelt mit Brauchwasserkreisläufen und mobilen Filtrations- bzw. Adsorptionseinheiten

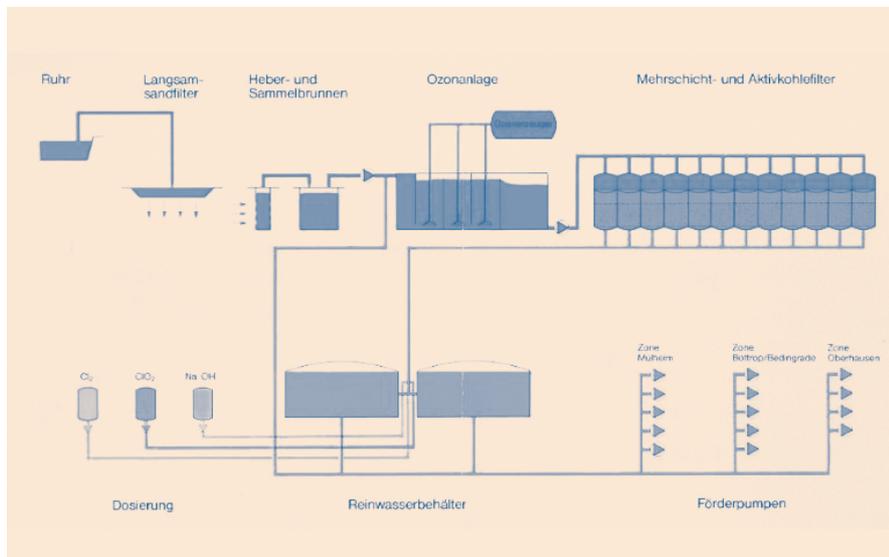


Abbildung 2: Reinigungsverfahren am Beispiel des Wasserwerks Mühlheim-Styrum
Quelle: Wasserwerk Mühlheim-Styrum

ner chronischen Pharmaka-Exposition im Niedrigdosisbereich auf die menschliche Gesundheit. Deshalb ist es schon aufgrund des Vorsorgeprinzips geboten, die Emission von Arzneimitteln in die Umwelt zu minimieren, oder, sofern realisierbar, vollständig zu unterbinden.

Mögliche Strategieelemente

Bei den Strategieelementen des „Technischen Ansatzes“, die zu einer Verringerung und/oder Vermeidung von Stoffeinträgen in die Gewässer führen können, sind neben neuen Verfahren, die eine Reinigung von bereits kontaminierten Abwässern und die Aufbereitung von verunreinigtem Rohwasser zu Trink-

Reinigungsanlagen gesondert zu behandeln.

Hinzu kommt, dass unsere konventionellen Entwässerungssysteme die vorhandenen Wasserressourcen nicht effektiv nutzen, sondern einen hohen Wasserdurchsatz erfordern. Möglicherweise wäre bei einer optimierten Verwertung der zur Verfügung stehenden Wasserressourcen eine Reduktion von bedenklichen Stoffen im Trinkwasser realisierbar. Vor dem Hintergrund der Gesamtsystembetrachtung wäre es unter Umständen auch unter ökonomischen Gesichtspunkten sinnvoll, Teile dieser separierten Stoffströme als Ressource (z.B. Regenwasser als Brauchwasser für Toilette und Gartenbewässerung) und nicht als Abfall und Abwasser zu behandeln.

- Modernisierung/Umrüstung von privaten Kleinkläranlagen in Siedlungs-Randlagen, gekoppelt mit Brauchwasserkreisläufen und mobilen Filtrationseinheiten/Adsorptionseinheiten
 - Einsatz von Pflanzenkläranlagen, gekoppelt mit Brauchwasserkreisläufen und mobilen Filtrationseinheiten/Adsorptionseinheiten
- Eine Priorisierung der hier vorgeschlagenen technischen Strategieelemente ist vermutlich bereits über eine Auswertung einschlägiger Forschungsergebnisse (z.B. POSEIDON) oder exemplarischer Praxiserfahrungen möglich.

Schlussfolgerung

Im Rahmen des „Technischen Ansatzes“ von *start* sollen zwei mögliche Entwicklungsszenarien zur Minimierung stofflicher Einträge in das Trinkwassersystem überprüft werden. Einerseits können bereits bestehende Reinigungstechnologien noch weiter verbessert werden und auf der anderen Seite die nicht-nachhaltigen Bestandteile des herkömmlichen Wasser- und Abwassersystems identifiziert werden, um entsprechende Modifikationen als eine schrittweise Annäherung hin zu einer verbesserten Wasserqualität zu leisten.

Um künftigen umweltbezogenen Qualitätszielen zu entsprechen, müssen kommunale Wasser- und Abwassersysteme transparent und anpassungsfähig sein. Der Einsatz neuer Technologien und baulicher Veränderungen an der (Ab-)Wasserinfrastruktur muss jedoch auch von kollektiven sowie individuellen Kosten-Nutzen-Analysen begleitet werden, um in glaubwürdiger Weise realistische Zielvorgaben zu formulieren.

*Ulrike Schulte-Oehlmann, Jörg Oehlmann,
Zhyong Xie, Wilhelm Püttmann,
J. W. Goethe-Universität Frankfurt am Main*

- 1 Focazio, J.M./Kolpin, D.W./Furlong E. T. (2004): Occurrence of human pharmaceuticals in water resources of the United States: A review. In: Kümmerer, K. (Hrsg.) (2004). Pharmaceuticals in the environment: Sources, fate, effects and risks. Springer Verlag, Heidelberg, Berlin. 91–105
- 2 Heberer, T./Feldmann, D. (2004): Removal of pharmaceutical residues from contaminated raw water sources by membrane filtration. In: Kümmerer, K. (Hrsg.) (2004). Pharmaceuticals in the environment: Sources, fate, effects and risks. Springer Verlag, Heidelberg, Berlin. 45–53
- 3 Heberer, T./Verstraeten, M./Meyer, M.T./Mechlinski, A./Reddersen, K. (2001): Occurrence and fate of pharmaceuticals during bank filtration – preliminary results from investigations in Germany and the United States. Water Resources Update 120: 4–17
- 4 Heerenklage, J./Stegmann, R. (2003): Concepts for decentralised waste and wastewater treatment. In: Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH (2003). Ecosan – closing the loop. Proceedings of 2nd International Symposium on Ecological Sanitation, April 7–11, 2003, Lübeck, Germany. 515–518
- 5 Kümmerer, K. (2004): Emissions from medical Care Units. In: Kümmerer, K. (Hrsg.) (2004). Pharmaceuticals in the environment: Sources, fate, effects and risks. Springer Verlag, Heidelberg, Berlin. 27–44
- 6 Kreuzinger, N./Clara, M./Strenn, B./Vogel, B. (2004): Water Science and Technology 50: 221–228
- 7 Metcalfe, C./Miao, X.-S./Hua, W./Letcher, R./Servos, M. (2004): Pharmaceuticals in the Canadian Environment. In: Kümmerer, K. (Hrsg.) (2004). Pharmaceuticals in the environment: Sources, fate, effects and risks. Springer Verlag, Heidelberg, Berlin. 67–90
- 8 Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz NRW (2004): Untersuchungen zum Eintrag und zur Elimination von gefährlichen Stoffen in kommunalen Kläranlagen. Greiserdruck, Rastatt
- 9 Reddersen, K. (2004): Das Verhalten von Arzneimittelrückständen im Wasserkreislauf Berlins. Dissertation, Technische Universität Berlin
- 10 Ternes, T.A. (1998) : Occurrence of drugs in German sewage treatment plants and rivers. Wat. Res. 32, 3245–3260
- 11 Ternes, T.A. (2001): Pharmaceuticals and metabolites as contaminants of the aquatic environment. In: Daughton, C.G./Jones-Lepp, T.L. (Hrsg.) (2001). Pharmaceuticals and Personal Care Products in the Environment. ACS-Symposium Series 791, 39–54
- 12 Ternes, T.A./Siegrist, H./Berthold, G. (2005): Arzneimittelrückstände: Ein Problem für die nächste Generation? Eine zusammenfassende Betrachtung. In: Umweltbundesamt (Hrsg.) (2005). UBA-Texte 19/05. Dessau. 101–113
- 13 Siegrist, H./Joss, A./Alder, A./Golet, E./Göbel, A./Keller, E./McArdell, C./Kreuzinger, N./Clara, M./Ternes, T.A./Hermann, N./Miksch, K./Zabaczynski, S./Surmacz, S. (2004): „Fate of pharmaceuticals, personal care products and hormones in municipal wastewater treatment plants – a new challenge for wastewater management? IWA Leading Edge Conference on Water and Wastewater Technologies, Prague, Czech Republic 1–4 June 2004. Final Programme and Abstract Book, 51
- 14 Zuccato, E./Castiglioni, S./Fanelli, R./Bagnati, R./Calamari, D. (2004): Pharmaceuticals in the environment: Changes in the presence and concentrations of pharmaceuticals for human use in Italy. In: Kümmerer, K. (Hrsg.) (2004). Pharmaceuticals in the environment: Sources, fate, effects and risks. Springer Verlag, Heidelberg, Berlin. 45–53

start-Strategieansätze: Verhaltensansatz

In einer mittel- bis langfristigen Perspektive ändern sich gegenwärtige Verschreibungspraktiken, Gebrauchs- und Entsorgungsmuster von Arzneimitteln in Richtung einer höheren Umweltsensibilität.

Der Einsatz von Arzneimitteln ist ein zentraler Bestandteil medizinischer Therapien, dem Linderung und Heilung von Krankheiten zu verdanken ist. Jedoch bringt die derzeitige Therapie- und Medikationspraxis auch Nebenfolgen mit sich, die - über den Eintrag von Arzneimittelwirkstoffen in den Wasserkreislauf - Auswirkungen auf die Umwelt haben. So werden bis zu 95 % der verabreichten Arzneimittelwirkstoffe vom Menschen wieder ausgeschieden und gelangen über das Abwasser in die Kläranlagen. Die Entfernung dieser Stoffe aus dem Wasser ist kostspielig und gelingt auch nicht vollständig. Als Folge sind Arzneimittelwirkstoffe in Gewässern und im Trinkwasser nachweisbar. Ihre Wirkungen auf die aquatische Umwelt und den Menschen können bislang nicht genau beurteilt werden.

Hinzu kommt die Problematik der Entsorgung von ungebrauchten Arzneimitteln (Restbestände, Arzneimittel mit überschrittenem Haltbarkeitsdatum). Bislang gibt es keine gesicherten Daten über die Menge ungebrauchter Arzneimittel in Privathaushalten sowie über deren Entsorgung. Der vorliegende Entwurf eines verhaltensorientierten Strategieansatzes zielt darauf ab, die Einträge von Arzneimittelwirkstoffen soweit wie möglich durch Änderungen der Therapie-, Verschreibungs- und Beratungspraktiken von Ärzten und Apothekerschaft sowie durch Änderungen im Gebrauchs- und Entsorgungsverhalten von Patientinnen und Patienten, zu reduzieren.

Angesprochene Akteure

Der vorliegende Strategieansatz zielt auf eine Veränderung sowohl des Verschreibungs- und Beratungsverhaltens von Ärzten und Apothekerschaft als auch auf das Gebrauchs- und Entsorgungsverhalten von Patienten und Patientinnen. Ärzte- und Apothekerschaft werden dabei als Schlüsselakteure betrachtet, da sie

durch Diagnosen, Verschreibung und Beratung eine Funktion als „opinion leader“ in der Kommunikation gegenüber Patientinnen und Patienten haben. Ärztliche Praxen, Krankenhäuser und Apotheken, aber auch die ständischen Vertretungen sind daher für den Strategieansatz relevante Akteure.

Durch Veränderung des Verschreibungs-, Beratungs-, Gebrauchs- und Entsorgungsverhaltens soll der Eintrag von Arzneimittelwirkstoffen in den Wasserkreislauf merklich reduziert werden. Dies kann aber nur gelingen, wenn die pharmazeutische Industrie in die Problemlösung mit einbezogen und wenn dies durch entsprechende (gesetzliche) Rahmenbedingungen geregelt ist. Die Kooperation der pharmazeutischen Unternehmen ist erforderlich, wenn es um die Frage der Verpackungsgrößen und der Umweltverträglichkeit als Element der Marketingstrategie sowie um Angaben auf Beipackzetteln und Verpackungen geht.

Da es sich beim Arzneimittelmarkt um einen stark regulierten und ökonomisch relevanten Markt handelt, spielen auch die gesetzgebenden Gremien sowie die finanzierenden Institutionen (Krankenkassen) eine wichtige Rolle.

Gegenwärtige Situation

Gegenwärtig spielen überindividuelle Umwelttrisiken hauptsächlich in der Umweltmedizin eine wichtige Rolle. Dabei geht es primär um die Wirkung von Umwelteinflüssen auf die Gesundheit, selten jedoch um die Wirkung von Gesundheitsmaßnahmen auf die Umwelt. Einzig der Bereich des Umweltmanagements in Kliniken befasst sich mit den Auswirkungen des Klinikhandelns auf die Umwelt, wobei jedoch das Hauptaugenmerk auf Bereiche wie Reinigung/Desinfektion, Wäscherei, Kantine und Müll gerichtet ist. Die Arzneimittelproblematik ist nur für die Entsorgung von ungebrauchten, abgelaufenen Restbeständen bzw. in der Strahlenmedizin relevant und in Bereichen, in denen der Schutz der Belegschaft vor gefährlichen Substanzen gewährleistet werden muss (z.B. Umgang mit Zytostatika).

Auch im Praxisalltag der niedergelassenen Ärztinnen und Ärzte haben Risiken für das Trinkwasser durch Arzneimitteleinträge bisher einen geringen Stellenwert. Zwar ist das Problem nicht unbekannt, die Behandlung der Krankheit selbst aber auch die Risiken potentieller Medikamenten-Nebenwirkungen stehen jedoch im Vordergrund der Aufmerksamkeit.

Bei der hier vorgestellten Strategie ist das Verhältnis Arzt-Patient ein zentraler Ansatzpunkt, über den eine Reduzierung des Eintrags von Arzneimittelwirkstoffen in den Wasserkreislauf erreicht werden kann. Bedingung hierfür ist eine Sensibilisierung der Ärzteschaft für die Problematik. Wie die in anderen Kontexten durchgeführte Forschung deutlich macht, ist das Arzt-Patient-Verhältnis eine entscheidende Einflussgröße zur Erhöhung der Medikamenten-Compliance¹ im Sinne eines wirksamen und vor allem ökonomischen Einsatzes von Arzneimitteln. Damit ist die Compliance automatisch aber auch ein wichtiger Hebel zur Erreichung eines niedrigeren Eintrages von Arzneimittelwirkstoffen in den Wasserkreislauf.

Entsprechende Untersuchungen gehen davon aus, dass unabhängig von Krankheit, Art der Behandlung oder Alter und selbst bei lebensbedrohlichen Erkrankungen, nur maximal 50 % der Patienten mit chronischen Krankheiten den ärztlichen Rat genau befolgen. Konsequenz der Non-Compliance sind hohe direkte und indirekte medizinische Kosten - in Deutschland werden sie auf jährlich bis zu 10 Milliarden Euro geschätzt.² Noch wichtiger als die Kosten durch ungebrauchte Medikamente sind dabei die Kosten, die durch den mangelnden Behandlungserfolg und vor allem die Chronifizierung der Erkrankungen entstehen.³ Folgekosten für Mensch und Umwelt werden in die Kostenberechnung der Non-Compliance jedoch bisher nur unzureichend einbezogen.

Pharmahersteller berücksichtigen bestimmte Aspekte der Non-Compliance, insbesondere den der unrythmischen Einnahme. Sie versuchen der sogenannten „Drug-Forgiveness“ mit dem „Therapeutic Coverage“ entgegenzuwirken, indem sie die Wirkstoffe

leicht überdosieren, so dass die zeitliche Wirkung des Medikaments über das verordnete Dosierungsintervall hinaus reicht. Konsequenz dieser Überdosierung ist ein erhöhter Eintrag in die Umwelt – selbst durch Patienten mit hoher Compliance.

Neben Stoffeinträgen über die Ausscheidungen bewirkt Non-Compliance aber auch, dass verschriebene Medikamente nicht eingenommen und letztlich entsorgt werden. Das Problemfeld der Non-Compliance zeigt deutlich auf, dass allein das Wissen über das Volumen der verschriebenen und verkauften Medikamente kaum Rückschlüsse auf den tatsächlichen Verbrauch und den Umgang mit den Arzneimitteln seitens der Patientinnen und Patienten zulässt. Erhebungen zu entsorgten oder nicht verbrauchten Arzneimitteln sind jedoch nur ansatzweise vorhanden und erfassen in erster Linie Medikamente, die ordnungsgemäß in der Apotheke abgeliefert werden. Insgesamt zeigt sich, dass „bevölkerungsrepräsentative Daten zur tatsächlichen Arzneimittelanwendung nicht nur in der Bundesrepublik Deutschland, sondern weltweit weitgehend fehlen“.⁴ Ebenso fehlen Daten zum Entsorgungsverhalten bei Arzneimitteln fast vollständig. Problematisch sind diesbezüglich auch die Regelungen der Zuzahlung durch die Krankenkassen, die bewirken, dass die Konsumenten und Konsumentinnen am Erwerb möglichst großer Packungsgrößen interessiert sind (gegenwärtig müssen 10% des Preises, jedoch mindestens 5 € und maximal 10 € durch die Patienten getragen werden).

Mögliche Strategieelemente

Um Verhaltensänderungen mit der Zielsetzung der Vermeidung oder Minimierung des Eintrags von Arzneimittelwirkstoff in den Wasserkreislauf zu erreichen, müssen die Handlungsfelder der Medikationspraxis, des Therapieansatzes und des Gebrauchs- und Entsorgungsverhalten von Medikamenten in den Blick genommen werden. Darüber hinaus ist es notwendig, in diesen Handlungsfeldern differenzierte Teilstrategien speziell für die jeweiligen Akteure zu entwickeln.

Einen weiteren Ansatzpunkt stellt die Kommunikation der Problematik dar, einerseits mit der Ärzte- und Apothekerschaft, denen zwar das Problem grundsätzlich bekannt ist, aber selten in die berufliche Praxis inte-

griert wird. Zum anderen stellt sich die Frage, ob und wie öffentlich wirksame Akteure (z.B. Kommunikationsagenturen) eine derart komplexe Problematik adäquat in der Öffentlichkeit thematisieren können, ohne unerwünschte gesellschaftliche Folgewirkungen wie beispielsweise Akzeptanzprobleme der Wasserversorgung zu verursachen.

Zur Identifizierung und Erarbeitung von Strategieansätzen in den Handlungsfeldern und in Bezug auf die unterschiedlichen Akteursgruppen wurden insbesondere existierende Forschungsergebnisse aus den Bereichen der Medikationsverordnung, -verabreichung und -anwendung, den generellen Erfassungsmethoden in der Arzneimittelforschung und den gesetzlichen Rahmenbedingungen berücksichtigt, sowie aktuelle Erkenntnisse der Forschung zum Arzt- und Patientenverhalten unter verschiedenen Zielstellungen (Erhöhung der Compliance, Einsparpotenziale im Gesundheitswesen).

Begleitend und unterstützend zu den im Folgenden vorgestellten Strategieelementen wird grundsätzlich vorgeschlagen, über öffentlich wirksame Akteure (z.B. Kommunikationsagenturen, Bundesbehörden etc.) zielgruppenspezifische Informations- und Kommunikationsstrategien zu den Risiken des Eintrags von Arzneimittelwirkstoffen in den Wasserkreislauf durchzuführen. Die Rolle von öffentlich wirksamen Akteuren ist voraussichtlich für die drei Teilstrategien äußerst relevant und kann durch den Multiplikatoreffekt eine große Wirkung entfalten. Geklärt werden muss noch, welche Akteure in diesem Bereich primär Aktivitäten entfalten können und wie diese aufeinander abgestimmt sein müssen.

Teilstrategie A: Änderungen in der Medikationspraxis

- Akteure: Ärzteschaft und Apothekerschaft
- Aufklärung/Wissensvermittlung/Fortbildung bezüglich der Umweltrelevanz von Arzneimitteln unter Berücksichtigung von Kosten- und Gesundheitsaspekten (z.B. Antibiotikaresistenz)
- Hierarchische und organisatorische Verankerung der Umweltthematik in medizinischen Einrichtungen („Umweltschutz zur Chefsache machen“)
- Aufnahme von Risiken durch Einträge von Arzneimittelwirkstoffen in den Wasser-

kreislauf für die Gesundheit der Einzelnen und die Gesellschaft in die Abwägung bei der Medikationsentscheidung

- Wissensvermittlung über alternative, umweltverträglichere Medikamente und/oder Verabreichungsformen und Aufzeigen von Handlungsmöglichkeiten
 - Aufnahme der Umwelt- und Trinkwasserproblematik in die medizinische und pharmazeutische Aus- und Weiterbildung
- Die Verankerung entsprechender verbindlicher Fort- und Weiterbildungsmaßnahmen ist sowohl geeignet, bereits kurzfristig über spezifische Umweltrisiken zu informieren, als auch Verhaltensalternativen bei der Verschreibung aufzuzeigen. Die Integration der Umwelt- und Trinkwasserrelevanz von Arzneimitteln in die institutionalisierte medizinische und pharmazeutische Ausbildung ist von zahlreichen Rahmenbedingungen (Hochschulpolitik, Dachverbände, etc.) abhängig. Wenn die Einbeziehung dieser Thematik in die Ausbildung gelingt, so würde damit auf breiter Ebene das Bewusstsein für das spezifische Risikopotential geschärft. Das entsprechende Wissen könnte dann langfristig im Praxisalltag routinisiert und Teil des Berufsethos werden.

■ Akteur: Pharmazeutische Industrie

- Kennzeichnung der Umweltrelevanz von Arzneimitteln hinsichtlich Exposition mit differenzierten Informationen für Ärzte- und Apothekerschaft und übersichtlichen Darstellungen für Patientinnen und Patienten
 - Angebot an bedarfsgerechten Packungsgrößen, in Abhängigkeit der jeweiligen Halbwertszeit, Haltbarkeit und Umweltrelevanz (Exposition)
 - Angebot an Arzneimittelvariationen mit unterschiedlicher „Therapeutic Coverage“
- Obwohl die Pharmahersteller unzweifelhaft eine Schlüsselrolle für mögliche Veränderungen spielen, sind sie für den vorliegenden verhaltensorientierten Strategieansatz eher indirekte Adressaten. Da die Einführung eines Kennzeichnungssystems einen sehr positiven Effekt auf die Problematik haben kann, stellt sich die Frage, inwiefern Ärzte- und Apothekerschaft durch die Erzeugung einer Nachfrage für entsprechende Produkte und Informationen zu Veränderungen beitragen können (siehe auch Teilstrategie C).

■ Akteur: Gesetzgeber (Gesundheitspolitik, Rahmenbedingungen)

- Entwicklung eines verbindlichen Umweltklassifizierungssystems für Arzneimittel, das deren Eintrag in den Wasserkreislauf bewertet (Beispiel Schweden), und eines darauf basierenden Umweltzeichens
- Schaffung von Anreizstrukturen, die die Verschreibung und den Kauf adäquater Packungsgrößen fördern

Die Einführung eines Kennzeichnungssystems bietet Ärzte- und Apothekerschaft, aber auch den Pharmaherstellern die erforderliche Richtungssicherheit für Veränderungen und kann damit zu einer Verringerung der Emissionen von Arzneimittelwirkstoffen in den Wasserkreislauf beitragen.

Die Veränderung von Rahmenbedingungen im Gesundheitswesen ist die herausforderndste Größe neben Veränderungen im Bereich der Pharmaindustrie. Zudem können beide auch nicht unabhängig voneinander betrachtet werden. Insgesamt lässt sich der Ansatz gut in die derzeitige Reformdebatte einspeisen, insofern er ein signifikantes Kosteneinsparpotenzial aufweist. Unklar ist, inwiefern die fortdauernden Zwänge zur Kostenreduktion hemmend auf den Strategieansatz wirken, bzw. welche Parameter beachtet werden müssten, damit die vorgeschlagenen Maßnahmen förderlich für die Zielerreichung sind. Weiterhin stellt sich die Frage, wie Strategien einer Risikokommunikation aussehen müssten, um die in Teilstrategie A diskutierten Hemmnisse bei der medizinischen und pharmazeutischen Fortbildung aufzufangen.

Teilstrategie B: Änderungen im Therapieansatz

- Akteur: Ärzteschaft
 - Stärkere Beachtung evtl. vorhandener alternativer Therapieverfahren (Bsp.: Naturheilkunde)
 - Schaffung einer Nachfrage nach umweltfreundlicheren Medikamenten oder Verabreichungsformen bei der pharmazeutischen Industrie
 - Individuellere Abstimmung der Therapie auf den jeweiligen Patienten (z.B. hinsichtlich Erhöhung der Medication-Compliance)
 - Reflexion und Änderung ärztlicher Verschreibungsroutinen durch Abstimmung auf den Lebensalltag und die individuellen Rahmenbedingungen von Patientinnen und Patienten sowie mit Blick auf eine Redu-

zierung der Wirkstoffausscheidungen durch Veränderung des Einnahmerhythmus (Chronopharmakologie)

- Patientengerechtere Information und Kommunikation bezogen auf Compliance und Risiken für die Trinkwasserqualität
- Innovationsbereitschaft im Hinblick auf den Einsatz technischer Hilfsmittel zur Verbesserung der Medication-Compliance

Bei diesen Strategieelementen ist eine Wechselwirkung mit den in Teilstrategie A diskutierten Maßnahmen zu beachten. Ohne eine erfolgreiche Erweiterung des Wissensstands in der Ärzteschaft kann keine Bewusstseinsbildung im Hinblick auf die Problematik erwartet werden. Dies hat aber unmittelbar Einfluss auf die Umsetzbarkeit von Maßnahmen, die auf eine veränderte Therapie- und Verschreibungspraxis sowie auf Empfehlungen alternativer Präparate zielt. Überdies ist ein gutes Arzt-Patienten-Verhältnis Voraussetzung für das Befolgen von Empfehlungen, die Ärztinnen und Ärzte ihren Patientinnen und Patienten gegenüber aussprechen und ob/wie sie die spezifischen Risiken ansprechen können. Fehlt einerseits die Sensibilisierung der Ärzteschaft und andererseits ein gutes Arzt-Patienten-Verhältnis, bestehen jedoch erhebliche Hemmnisse bei der Umsetzung. Auch die Bereitschaft der Ärzteschaft, mit eigenen Verschreibungs-Routinen zu brechen und auf die individuelle Medikamenten-Compliance und alternative Therapien einzugehen, ist hier entscheidend. Empirische Erhebungen und Tests im Rahmen des Projektes müssen hier Abschätzungspotenziale für die Wirksamkeit und Art und Weise der Umsetzung erst noch entwickeln.

- Akteure: Patientinnen und Patienten
 - Stärkung und Mainstreaming eines „Lifestyle of Health and Sustainability“
 - Selbstaufklärung, Diskursteilnahme und Eigenverantwortung auch bei Krankheiten annehmen („mündige/informierte Patienten“)
 - Auseinandersetzung mit der eigenen Compliance und Forderung eines darauf abgestimmten Therapieansatzes
 - Offenheit gegenüber evtl. alternativen Therapieansätzen zeigen und Unterstützung für diese bei Ärzteschaft und Krankenkassen einfordern
 - Wissens- und Informationsstand bezüglich

der eigenen Krankheit eigenständig verbessern

- Innovationsbereitschaft, sich mittels neuer Medien zu informieren

Insgesamt zielt dieser Bereich auf eine Stärkung der Rechte und Pflichten von Patientinnen und Patienten im Sinne der Diskussion um den „mündigen Patient“ und um eine generell veränderte Einstellung zu Gesundheitsfragen. Auch ohne das systemische Risiko „Arzneimittelwirkstoffe im Wasserkreislauf“ wird im Rahmen der Public Health-Diskussion und der Gesundheitsreform ein solcher Ansatz der Eigenverantwortung der Einzelnen angestrebt. Solche einstellungsorientierten Ansätze können, sofern sie akzeptiert werden, hohe Synergieeffekte mit sich bringen. Jedoch ist zu berücksichtigen, dass es auch zu Überforderungsphänomenen seitens der Patientinnen und Patienten kommen kann.

Teilstrategie C: Änderungen im Bevorratungs- und Entsorgungsverhalten

- Akteure: Ärzteschaft und Apothekerschaft
 - Informationen über die sachgerechte Entsorgung der Medikamente bereitstellen und vermitteln (Restmüll oder Rückgabe)
 - Information und Kommunikation der Risiken durch Arzneimiteleinträge in den Wasserkreislauf für den Patienten, die Gesellschaft und die Umwelt
- Akteure: Patientinnen und Patienten
 - Akzeptanz und Nachfrage nach umweltfreundlicheren Medikamenten oder Verabreichungsformen schaffen
 - Einschränkung der Vorratshaltung auf das notwendige/angemessene Maß (Anreiz durch Änderung der Medikamentenzuzahlung)
 - Klare Handlungsempfehlungen für die Privathaushalte, die zur „richtigen“ Entsorgung von Arzneimittelrestbeständen beitragen

Durch die bislang wenig eindeutige Kommunikation bezüglich der richtigen Entsorgung von Arzneimitteln und der mangelhaften Datenlage, welche Arzneimittelbestände in Haushalten vorhanden sind und wie Arzneimittel tatsächlich entsorgt werden, besteht hier vorrangig Forschungsbedarf.

Die Strategieelemente zeigen, dass als Voraussetzung ein Problembewusstsein gegenüber den untersuchten Risiken bei der Ärz-

teschaft vorhanden sein sollte, da diese als Multiplikatoren einen starken Einfluss auf das Verhalten der Patienten haben. Zudem wird deutlich, dass hier Handlungspotenziale bestehen, ohne dass das Thema in seiner Komplexität und Brisanz bereits in der breiten Öffentlichkeit oder relevanten Teilöffentlichkeiten „eingeführt“ ist. Für eine fundiertere Abschätzung wäre ein weitergehendes Wissen darüber, wie beispielsweise in Schweden bereits mit diesem Ansatz verfahren wird, wichtig.

Eine stärkere Nachfrage nach umweltverträglicheren Arzneimitteln (sofern entsprechende Alternativen angeboten werden) sowie nach adäquateren Packungsgrößen, die zu einer Reduzierung von Arzneimittelrestbeständen führen, können über finanzielle Anreizstrukturen geschaffen werden. Dies würde bedeuten, dass bei entsprechend geänderten Rahmenbedingungen auch ohne aufwändige Kommunikation und Bewusstseinsbildung ein gewisses Maß an Verhaltensänderung bei den Endverbrauchern erzielt werden kann.

Beschreibung des Strategieansatzes

Der verhaltensbezogene Strategieansatz versucht zum einen die Rahmenbedingungen und den kommunikativen Kontext des Handelns, zum anderen aber auch und dadurch das Handeln von Ärzteschaft, Apothekerschaft und Patienten selbst, so zu beeinflussen, dass ein Beitrag zur Zielerreichung geleistet werden kann (vgl. Abbildung 1).

Kommunikativer und informatorischer Handlungskontext

Der kommunikative und informatorische Handlungskontext soll so gestaltet werden, dass die zentralen Akteure (Ärzeschaft/Apotheken auf der einen, Patientinnen und Patienten auf der anderen Seite) ohne Skandalisierung dazu motiviert werden, das Thema in ihr Handeln einzubeziehen.

In Bezug auf die Ärzte- und Apothekerschaft muss hier einerseits Wissensvermittlung und Bewusstseinsbildung erreicht werden, so dass der Wunsch zur Problemlösung beizutragen, langfristig Teil des Berufsethos wird. Andererseits stellen Ärzte- und Apothekerschaft Multiplikatoren und Ansprechpartner für Patientinnen und Patienten dar. Entsprechend müssen praktikable Kommunikati-

onskonzepte und -instrumente zur direkten Patienteninformation entwickelt und Ärzteschaft und Apothekerschaft an die Hand gegeben werden.

Über die individuelle Face-to-Face-Kommunikation hinaus gilt es eine Kommunikationsstrategie zu entwickeln, die unter Berücksichtigung der Erkenntnisse der Risikokommunikation die Problematik der Arzneimittelwirkstoffeinträge in den Wasserkreislauf auf eine

geln der Zuzahlung so gestaltet werden, dass eine Medikamenten-Vorratshaltung nicht begünstigt wird.

Verschreibungs-, Beratungs- und Informationspraxis der Ärzteschaft / Apothekerschaft

Dabei geht es sowohl um die Einbeziehung der Problematik in den ärztlichen Verhaltenskodex und die Nutzung der ärztlichen Auto-

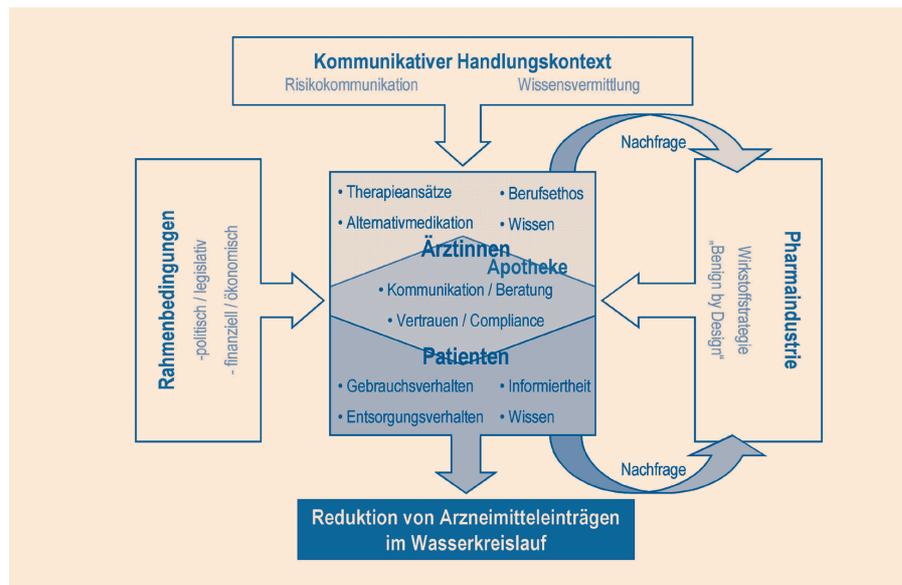


Abbildung 1: Verhaltensbezogener Strategieansatz: Handlungsfelder, Akteure und Ansatzpunkte zur Zielerreichung

adäquate Weise thematisiert. Eine solche Kommunikationsstrategie muss so gestaltet sein, dass alle involvierten öffentlich wirksamen Akteure diese Strategie akzeptieren und übernehmen und sie an Teilöffentlichkeiten (Multiplikatoren wie Ärzteschaft und Selbsthilfegruppen) und schließlich die allgemeine Öffentlichkeit adressieren.

Rahmenbedingungen

Rahmenbedingungen schaffen bedeutet erstens, verbindliche Formen der Kennzeichnung von Pharmaka einzuführen, die bewirken, dass Patientinnen und Patienten handeln können, dass aber auch Ärzte- und Apothekerschaft das Thema verständlich kommunizieren. Dazu müssen zweitens Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen festgeschrieben werden sowie Abrechnungstatbestände für eine individualisierte Therapie (und damit eine Optimierung des Arzt-Patienten-Verhältnisses) geschaffen werden. Schließlich müssen die Re-

rität im Arzt-Patienten-Gespräch (z. B. im Sinne von Maßnahmen zur Erhöhung der Compliance bei den relevanten Arzneimitteln oder auch im Sinne einer expliziten Thematisierung der spezifischen Problematik), aber auch um die Einbeziehung von Umweltaspekten und der Trinkwasserrelevanz unterschiedlicher Arzneimittel in die Beratungsleistungen der Apotheken. Die weitere Diskussion des Strategieansatzes und seine Erforschung müssen die Wege zu den erforderlichen Veränderungen präzisieren.

Patientenverhalten

Hier geht es um eine selbstverantwortliche Berücksichtigung der Problematik bei der Einnahme/Selbstmedikation (Compliance, Dosierung, Einnahmerhythmik) und eine Änderung in Richtung einer angemessenen Vorratshaltung (Haltbarkeit, Packungsgrößen), aber auch um Generierung von Nachfrage nach umweltverträglicheren Arzneimitteln bei Ärz-

te- und Apothekerschaft. Einen weiteren Aspekt stellt die Entsorgung von Arzneimittelrestbeständen dar. Hier gilt es, den Konsumenten und Entsorgungsverantwortlichen in den Haushalten klare Handlungsempfehlungen zu vermitteln, wie mit solchen Restbeständen zu verfahren ist, damit diese nicht in den Wasserkreislauf gelangen.

Pharmazeutische Industrie

Um auf restriktivere und die Kostendämpfung des Gesundheitswesens besser berücksichtigende ärztliche Verordnungen angemessen zu reagieren, wird die pharmazeutische Industrie ihr Angebot an weiter ausdifferenzierten Packungsgrößen (bis hin zur individualisierten Bestellmenge) ausbauen und außerdem bei einer einfach verständlichen Kennzeichnung der Trinkwasserrelevanz von Arzneimitteln mitwirken. Durch die seitens Ärzte- und Apothekerschaft sowie der Patientinnen und Patienten generierte Nachfrage nach wirkstoffoptimierten Arzneimitteln kann sie ferner im Sinne des „Wirkstoffansatzes“ dazu beitragen, innovative und zugleich umweltfreundliche und besser wirksame Pharmaka bzw. Verabreichungsformen zu entwickeln.

Schlussfolgerungen

Der verhaltensbezogenen Strategieansatz beruht auf einem integrierten Ablauf bzw. auf einem Ineinanderwirken der einzelnen Elemente. Eine verhaltensbezogene Strategie zum adäquaten Mainstreaming der Problematik von Arzneimittelwirkstoffen im Trinkwasser ist in hohem Maße von funktionierenden Rahmenbedingungen und einer guten Abstimmung aller involvierten Akteure abhängig. Durch die Verquickung von Brisanz und ungesicherten Erkenntnissen über Folgewirkungen kommt den kommunikativen Elementen der Strategie eine wichtige Rolle zu. Nicht gelungene Kommunikation und nicht intendierte Reaktionen darauf bergen ein hohes Risiko für alle Akteure.

Dass aber selbst eine derart komplexe Problemlage, in die eine Vielzahl von unterschiedlichen Akteuren involviert ist und die sich durch eine Verquickung von ungesichertem Wissen und gesellschaftlicher Bedeutsamkeit auszeichnet, lösungsorientiert angegangen werden kann, wird bei einer differenzierten Betrachtung sichtbar. Insbesondere die Teilstrategie C eröffnet Handlungsoptionen, die von den Akteuren auch ohne ein spezifisch ausgeprägtes Bewusstsein gegenüber dem Thema umgesetzt werden können.

Deutlich am Entwurf des verhaltensbezogenen Strategieansatzes wird auch die Schwierigkeit, Wirkungen, Hemmnisse, Widerstände und Umsetzungsperspektiven in ihren Größennordnungen bezogen auf die Zielsetzung abzuschätzen. Durch den Verhaltensbezug des Ansatzes und die damit einhergehenden Unsicherheiten, wie öffentliche und private Akteure auf das Thema reagieren, ist dies zum jetzigen Zeitpunkt und ohne empirische Erhebungen und Analyse nur sehr begrenzt möglich.

*Jutta Deffner, Konrad Götz, Steffi Schubert,
Institut für sozial-ökologische
Forschung (ISOE)*

- 1 Compliance bezeichnet die Bereitschaft der Patienten, die medizinischen Empfehlungen zu befolgen.
- 2 FhG-ISI (Fraunhofer ISI) 2005: „Patient Pharmaforschung“. Presseinformation 14/2005 vom 19.08.2005
- 3 Granger et al., The Lancet December 7, 2005 DOI:10.1016/S0140-6736(05)67760-4 early online
- 4 Knopf, H./Braemer-Hauth, M./Melchert, H.-U./Thefeld, W. (1995): Ergebnisse der Nationalen Untersuchungs-Surveys zum Laxanzienverbrauch. Bundesgesundheitsblatt 38 (12): 459-467

start-Strategieansätze: Wirkstoffansatz

In einer langfristigen Perspektive führen Innovationen in der nachhaltigen Pharmazie zur Substitution problematischer Wirkstoffe durch solche, die zugleich auf Wirksamkeit beim Menschen und Abbaubarkeit in der Umwelt optimiert sind.

Ein innovativer Ansatz zur Verminderung des Eintrags von Arzneimittelwirkstoffen in den Wasserkreislauf besteht darin, die Abbaubarkeit in der Umwelt schon bei der Konzeption von Arzneimitteln zu berücksichtigen. Dafür zentral ist der Zusammenhang zwischen der chemischen Struktur eines Arzneimittels und den Eigenschaften, die notwendig sind, um eine gewünschte Funktionalität zu erfüllen. Die gleichzeitige Berücksichtigung von Ab-

baubarkeit und pharmazeutischer Funktionalität bedeutet nichts anderes, als über toxikologische Aspekte hinaus Arzneimittel eigensicher¹ zu gestalten.

Wenn es gelingt, zunehmend neue Wirkstoffe so maßzuschneidern, dass sie nicht nur ihren Anwendungszweck optimal erfüllen, sondern auch nach ihrer Anwendung eine möglichst geringe Lebensdauer in der Umwelt aufweisen oder sie in Kläranlagen vollständig mineralisiert werden, ist ein wichtiger Beitrag zur Lösung der in *start* bearbeiteten Problematik geleistet.

Struktur und Funktionalität

Arzneimittel werden immer effizienter, indem ihre Strukturen hinsichtlich der erwünschten

Wirkungen optimiert werden. Das bedeutet aber auch, dass immer geringere Mengen von Stoffen ausreichen, um zu unerwünschten Wirkungen in der Umwelt zu führen. Die Abbaubarkeit von Wirkstoffen gewinnt somit zunehmende Bedeutung, da Stoffe, die in der Umwelt schnell und leicht mineralisiert werden, naturgemäß keinen Grund zur Besorgnis darstellen.

Bei der Neuentwicklung von Arzneimitteln kann dies berücksichtigt werden, wenn bekannt ist, welche chemischen (Teil-)Strukturen von Molekülen besonders günstig für die jeweils erwünschten Anwendungseigenschaften und welche besonders ungünstig für eine biotische oder abiotische Zersetzung der Stoffe bei einem bestimmten pH-Wert sind.

Aus dieser Bestimmung können bevorzugte Strukturelemente abgeleitet oder zumindest eine Zuordnung von sowohl schlechten funktionalen Eigenschaften als auch schlechter Abbaubarkeit ermöglicht werden.

Dazu ist es notwendig, anders als bisher, die Abbaubarkeit eines Arzneimittels als gleichberechtigt neben anderen Eigenschaften in eine optimale Funktionalität zu integrieren. In diesem Sinne sind die Folgen schlechter Abbaubarkeit in der Umwelt als eine Nebenwirkung zu betrachten, die zu einer insgesamt schlechteren Funktionalität führt. Dies kann dadurch vermieden werden, dass Gesamtfunktionalität über den gesamten Lebensweg eines Moleküls schon bei der Entwicklung von Anfang an mitgedacht wird - sowohl aus Umwelt- als auch aus ökonomischen Gründen.

Eine dafür mögliche und Erfolg versprechende Strategie ist es, bekannte Stoffe (Leitstrukturen) gezielt so zu modifizieren, dass sie effizienter in der Anwendung und gleichzeitig besser abbaubar werden. Dabei können bereits geringe Veränderungen der Molekülstruktur physikalisch-chemische Eigenschaften von Stoffen, ihre Wirksamkeit, aber auch ihre Stabilität stark beeinflussen.

Angesprochene Akteure

Mit dem hier skizzierten Strategieansatz werden vornehmlich die *Pharmahersteller* angesprochen. Da die Pharmaindustrie in einem sehr hohen Maße wissensbasiert ist, ist es notwendig, auch die *Forschung* außerhalb der Branche (Hochschulforschung, unabhängige Forschung, Industrieforschung) zu adressieren. Rasche Veränderungen in der Hochschulforschung führen auch dazu, dass in der *Ausbildung* von Chemikern und Pharmazeuten andere Schwerpunkte gesetzt werden und z.B. der Grundsatz einer integrierten (d.h. Umweltwirkungen von vornherein einschließenden) Wirkstoffentwicklung durchgesetzt wird.

Gegenwärtige Situation

Bisher basierte die Vorgehensweise bei der Entwicklung neuer Arzneimittel häufig auf den aktuell für die Synthese zur Verfügung stehenden Methoden und Strukturklassen sowie auf der impliziten Annahme, dass Anwendbarkeit generelle Stabilität voraussetzt. Hersteller neuer Arzneimittelwirkstoffe nut-

zen beispielsweise bei der Entwicklung von Wirkstoffen diesen Ansatz gezielt, um ausgehend von Leitstrukturen die Wirkung eines Stoffes zu optimieren und die Nebenwirkungen zu minimieren.^{8,13} Der Umweltaspekt spielt dabei bisher jedoch kaum eine Rolle, d.h. es werden nicht alle Stationen des Lebenswegs und damit die volle Funktionalität eines Moleküls einbezogen.

z.B. Cyclophosphamid und Ifosfamid).

Das Zytostatikum 5-Fluorouracil ist nicht biologisch abbaubar, obgleich die biologische Schlüsselkomponente Uracil, das nicht fluoridierte Molekül, leicht biologisch abbaubar ist. Den negativen Einfluss des Fluoratoms auf die biologische Abbaubarkeit zeigt der Vergleich der strukturell ähnlichen Zytostatika Gemcitabin und Cytarabin untereinander und

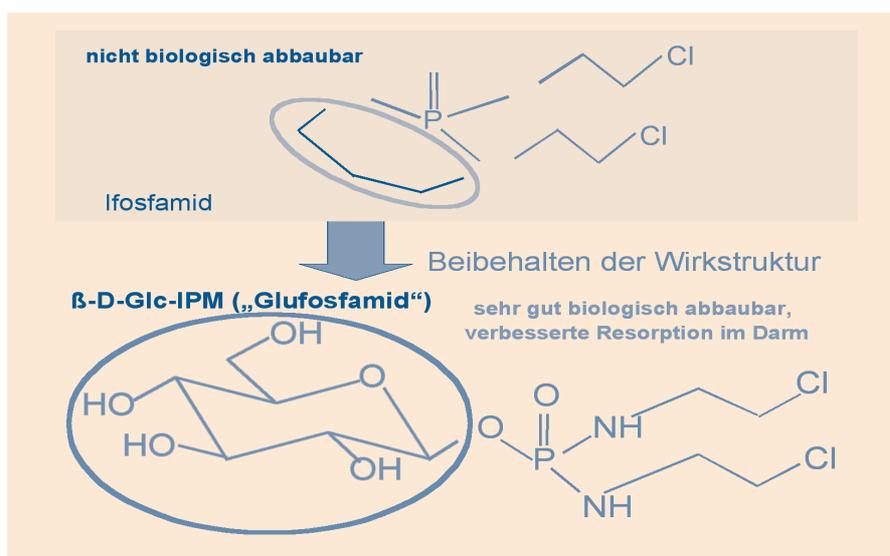


Abbildung 1: Verbesserung der pharmakologischen Umwelteigenschaften des Zytostatikums Ifosfamid durch chemische Modifikation unter Beibehaltung der für die Wirkung verantwortlichen Teilstruktur¹⁰

Bei genauerer Betrachtung stellt sich die Frage nach Stabilität bzw. Abbaubarkeit jedoch nicht als ein „Ja“ oder „Nein“, sondern als Frage nach dem Verhältnis der Zeitskalen bzw. der Abbaukinetik und den jeweils dafür maßgeblichen Randbedingungen: Wie lange muss ein Molekül unter welchen Randbedingungen stabil sein für eine bestimmte Anwendung? Aus dieser Betrachtung lassen sich maßgeschneiderte Moleküle entwickeln, die hinreichend stabil für die Anwendung sind und danach eine ausreichende Abbaugeschwindigkeit aufweisen. Im Falle von Arzneimitteln ist eine gewisse Reaktivität für die Wirksamkeit sogar unabdingbar. Allerdings ist die Reaktivität nur unter spezifischen Bedingungen, wie sie z.B. im Inneren eines Organismus gegeben sind, notwendig. Diese Bedingungen unterscheiden sich von denen in der Umwelt. Manche Arzneimittel entfalten ihre erwünschte Wirkung daher erst in einer spezifischen Umgebung (z.B. im menschlichen Körper), wo sie spezifisch aktiviert und metabolisiert werden (so genannte „Prodrugs“ wie

mit 5-Fluorouracil. Die strukturell verwandten Verbindungen 5-Fluorouracil, Gemcitabin und Cytarabin belegen, dass mit verbesserter Wirksamkeit eine verbesserte biologische Abbaubarkeit einhergehen kann. Die genaue Analyse der Daten zeigt, dass die verbesserte Abbaubarkeit von Cytarabin im Vergleich zu Gemcitabin nicht nur dem Anteil des Zuckers im Molekül entspricht, sondern auch die daran geknüpfte Base einschließt.⁹

Beim Beispiel des Zytostatikums Glufosfamid ist die räumliche Konfiguration des Moleküls entscheidend. Es ist bekannt, dass diese „Stereochemie“ nicht nur für die Wirksamkeit, sondern auch für die biologische Abbaubarkeit eine bedeutende Rolle spielt. Das β-D-Isomer ist nicht wirksam und nicht biologisch abbaubar, das β-L-Isomer Glufosfamid dagegen sehr gut.¹⁰ Dies ist insofern verständlich, als für β-D-Strukturen in der Natur und im menschlichen Organismus bedeutend mehr Enzyme vorhanden sind als für die eher xenobiotische β-L-Struktur.²

Glufosfamid erwies sich im Gegensatz zu nahezu allen bisher untersuchten Zytostatika als am besten biologisch abbaubar. Der Grund ist, dass beispielsweise hinsichtlich Bakterienarten und Bakteriendichte und je nachdem wo die Bakterien vorkommen (bspw. im Darm oder in Kläranlagen) große Unterschiede bestehen können. Am Beispiel von Glufosfamid kann auch erkannt werden, dass die Modifizierung eines Moleküls nicht nur dessen Abbaubarkeit verbessern, sondern auch die für seine Anwendung notwendigen Eigenschaften, also die Funktionalität insgesamt, verbessern kann (Abbildung 1). Die Glucosidierung von Ifosfamid verbesserte im Falle des Glufosfamids die Wasserlöslichkeit, Darmresorption und Verträglichkeit im Vergleich zum Ifosfamid. Das Glufosfamid befindet sich derzeit in der klinischen Prüfung (Phase III).⁵

Struktur und Umgebung müssen also zusammen gesehen werden: Bei gezielter Beachtung der wechselnden Rahmenbedingungen entlang des Lebenslaufs eines Stoffes sind Stabilität und Abbaubarkeit kein grundsätzlicher Gegensatz. Vielmehr können sie gezielt einbezogen und genutzt werden. Solche unterschiedlichen Rahmenbedingungen entlang des Lebenswegs eines Moleküls sind beispielsweise der pH-Wert im Abwasser im Vergleich zum Magen, das Redoxpotential im Darm oder in der Kläranlage, die Möglichkeit des Lichtzutritts und auch die notwendige Lebensdauer und der evtl.

eingeschränkte Ort bzw. Anwendungszweck eines Stoffes für eine bestimmte Anwendung. Im Gegensatz zu vielen nachsorgenden technischen Lösungen wird hier ein von der verfügbaren Technik (z.B. der Abwasserreinigung) unabhängiger und weltweit einsetzbarer Ansatz verwendet.

Mögliche Strategieelemente

Seitens der staatlichen Forschungsförderung könnten spezielle Förderprogramme zu einer maßgeschneiderten Entwicklung von eigensicheren Pharmawirkstoffen initiiert werden, die sich insbesondere an Unternehmen aus dem Bereich der Pharmaindustrie richten.

Frühzeitig sollten relevante Ergebnisse dieser Vorhaben nicht nur in die Fachwelt kommuniziert werden, sondern sehr gezielt auch an die (mittlerweile meist ökonomischen) Entscheider über Investitionen im Bereich der Pharmaindustrie. Hierbei muss gezeigt werden, dass ein Design neuer Wirkstoffe, das medizinische und Umweltgesichtspunkte integriert, auch betriebswirtschaftlich vorteilhaft ist (u.a. weil so ein größerer Teil der Patentlaufzeit für eine Vermarktung zur Verfügung steht). Dabei muss zugleich darauf hingewiesen werden, dass sich so auch Unternehmensrisiken verringert werden können, denn ein „...künftiger Nachweis von Wirkstoffen in Grund- und Trinkwasser könnte ... regulatorische und auch juristische Folgen für die Unternehmen haben.“³

Die schnelle Verbreitung der neuen Entwurfsprinzipien für eigensichere Wirkstoffe sowohl in der Forschung als auch in der Lehre

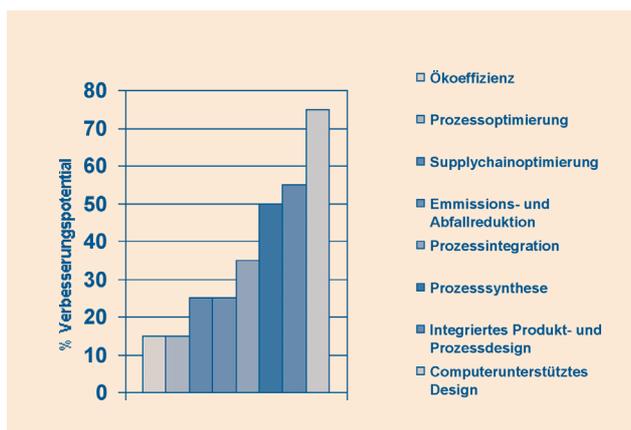


Abbildung 2: Verbesserungspotentiale in der Chemie hinsichtlich Nachhaltigkeit

erfordert einen starken Impuls. Ein solcher könnte bspw. von der DFG gegeben werden, indem sie einen dem Leitbild der Green Pharmacy entsprechenden Schwerpunkt für die Hochschulforschung in den Bereichen der organischen Chemie und pharmazeutischen Chemie auflegt. In einem nachfolgenden Schritt könnten Behörden oder interessierte Hersteller eine PR-Kampagne initiieren, mit der die Ärzteschaft frühzeitig auf die Vorzüge der neu entwickelten Pharmaka hingewiesen wird, um die Durchsetzungsfähigkeit dieser Wirkstoffe am Markt zu erhöhen (und die längere Verwertbarkeit in der Patentlaufzeit zu realisieren).

Beschreibung des Strategieansatzes

Durch Bündelung von unterschiedlichen Maßnahmen der Forschungsförderung kann es gelingen, bereits bekannte pharmakologisch wirksame Stoffe gezielt so zu modifizieren, dass sie effizienter in der Anwendung und gleichzeitig besser abbaubar werden.

Mit dem vorgestellten Wirkstoffansatz ist auch ein großes ökonomisches Potential verknüpft. Die Enquête-Kommission des 12. Deutschen Bundestags „Schutz des Menschen und der Umwelt“ entwickelte schon früh Perspektiven für einen nachhaltigen Umgang mit chemischen Stoffen.⁶ Damals wurde u.a. der Grundsatz des umweltverträglichen Designs von Chemikalien für eine nachhaltige Entwicklung betont. Das Europäische Parlament und die EU-Kommission haben im 6. Umweltaktionsprogramm u.a. das Teilziel formuliert, dass innerhalb einer Generation Chemikalien nur so erzeugt und verwendet werden, dass sie keine negativen Auswirkungen auf die Umwelt haben.⁷ Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen rechnet mittel- bis langfristig mit einer Zunahme von Innovationen und steigenden Wettbewerbsvorteilen auf Märkten für Substitute und umwelt- und gesundheitsfreundliche Produkte.¹⁵

Die U.S. amerikanische Umweltbehörde (EPA) hat ein großes Programm zur nachhaltigen Chemie mit einem Schwerpunkt in der Synthese der Stoffe aufgelegt. Potentiale im Bereich der Green Chemistry werden vor allem im Bereich Computer-gestützter Optimierungen z.B. von Syntheseprozessen und Technologien gesehen¹⁶ (Abbildung 2). Die gezielte Verbesserung der Moleküle selbst fällt ebenfalls in diese Kategorie. Damit ist der Weg aufgezeichnet, wie Nachhaltige Chemie den allgemeinen Kriterien der Nachhaltigkeit Rechnung tragen kann.

Schlussfolgerungen

Eine Vielzahl von Beispielen der gezielten, empirischen Modifizierung von Molekülstrukturen zur Verbesserung der Abbaubarkeit in der Umwelt, findet sich vor allem im Bereich der Pestizide, also bei Molekülen, für die ebenfalls zunächst die Wirksamkeit im Zen-

trum von Neuentwicklungen steht. So führte die historische Entwicklung von den persistenten Chlororganika wie DDT, Lindan (1,2-Dichlor-4,4'-Dicyclohexylbenzol) und den bizyklischen Chlordinen wie Aldrin und Dieldrin zu den schon leichter abbaubaren organischen Phosphorsäureestern wie Parathion (E 605) und danach zu den Carbamaten und Pyrethroiden. Neue Beispiele sind die wegen ihrer guten Abbaubarkeit zum Teil mit dem Green Chemistry Award der US-EPA im Jahr 1999 und 2000 ausgezeichneten Wirkstoffe aus der Gruppe der Spinosoide (z.B. Spinosad) und Acylharnstoffe (z.B. Hexoflumuron).¹² Dies zeigt das langfristige Potential des vorgeschlagenen Strategieansatzes.

Klaus Kümmerer,
Universitätsklinikum Freiburg

- 1 Eigensichere chemische Stoffe wie Arzneimittel sind möglichst wirksam und effizient hinsichtlich ihrer Anwendung und haben gleichzeitig möglichst wenige Nebenwirkungen, erfüllen also die Anforderungen an ihre Funktionalität.
- 2 Grundsätzlich kann nicht davon ausgegangen werden, dass Strukturen biotischen Ursprungs besser biologisch abbaubar sind. Vielmehr dürfte dafür u.a. die Einmaligkeit bzw. Häufigkeit einer Struktur und ihrer Synthese bzw. für sie geeigneter Metabolisierungswege eine Rolle spielen.
- 3 Bank Sarasin & Cie. (Hg., Andreas Holzer) 2005: Packungsbeilage für Investoren. Eine Analyse der Sozial- und Umweltaspekte der pharmazeutischen Industrie. Sarasin Nachhaltigkeitsstudie.
- 4 Cairns, J. jr./Mount, D. I. (1990): Aquatic toxicology. Part 2 of a four-part series. Environ Sci Technol 24, 154–161
- 5 Engel, J./Klenner, T./Niemeyer, U./Peter, G./Pohl, J./Schüßler, M./Schupke, H./Voss, A./Wiessler, M. (2000): Glufosfamide, Drugs of the Future 25, 791
- 6 Enquête-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“ (Hg.) (1994): Die Industriegesellschaft gestalten. Perspektiven für einen nachhaltigen Umgang mit Stoff- und Materialströmen. Economica, Bonn
- 7 EU-Parlament und EU-Kommission (2002): Beschluss Nr. 1600/2002/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. Juli 2002 über das sechste Umweltaktionsprogramm der Europäischen Gemeinschaft, 10.9.2002, Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften, L 242/1–15
- 8 Hillisch, A./Hilgenfeld, R. (Ed) (2003): Modern Methods of Drug Discovery. Birkhäuser, Basel
- 9 Kümmerer, K./Al-Ahmad, A. (1997): Biodegradability of the anti-tumour agents 5-Fluorouracil, Cytarabine and Gemcitabine: impact of the chemical structure and synergistic toxicity with hospital effluents. Acta Hydrochim. Hydrobiol. 25, 166–172
- 10 Kümmerer, K./Al-Ahmad, A./Bertram, B./Wießler, M. (2000): Biodegradability of antineoplastic compounds in screening tests: improvement by glucosidation and influence of stereo-chemistry. Chemosphere 40, 767–773
- 11 Kümmerer, K./Held, M. (1997): Die Umweltwissenschaften im Kontext von Zeit – Begriffe unter dem Aspekt der Zeit. UWSF – Z. Umweltchem. Ökotox. 9, 169–178
- 12 López, Ó./Fernández-Bolaños, J.G./Gil, M.V. (2005): New trends in pest control: the search for greener insecticides Green Chemistry, 7, 431–442
- 13 Sahli, S./Stump, B./Welti, T./Blum-Kaelin, D./Aebi, J.D./Oefner, C./Bohm, J.H./Diederich, F. (2004): Structure-based design, synthesis, and in vitro evaluation of nonpeptidic neprilysin inhibitors. ChemBiochem. 5, 996
- 14 Scheringer, M./Dunn, M.J. (2002): Persistence and Spatial Range of Environmental Chemicals. Wiley VCH, Weinheim
- 15 SRU (2003): Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen. Zur Wirtschaftsverträglichkeit der Reform der Europäischen Chemikalienpolitik. Stellungnahme Nr. 4, Juli, S. 29, Ziffer 38
- 16 Tsoka, C./Johns, W.R./Linke, P./Kokossis, A. (2004): Towards sustainability and green chemical engineering: tools and technology requirements. Green Chemistry 6, 401–404

Das Projekt „start – Strategien zum Umgang mit Arzneimittelwirkstoffen im Trinkwasser“ untersucht die Entstehungsbedingungen und Dynamiken eines systemischen Risikos für die Trinkwasserversorgung durch Arzneimitteleinträge. Projektziel ist es, gemeinsam mit Praxispartnern Maßnahmen zur Reduktion von Wirkstoffeinträgen zu einer systemischen Handlungsstrategie zu integrieren. Das Maßnahmenspektrum umfasst neben technischen Lösungen auch Änderungen im Verbrauchsverhalten und Innovationen im umweltverträglichen Wirkstoffdesign. start ist ein Kooperationsprojekt zwischen dem Institut für sozial-ökologische Forschung (ISOE), dem Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS) am Forschungszentrum Karlsruhe, dem Institut für Umweltmedizin und Krankenhaushygiene am Universitätsklinikum Freiburg sowie der J.W. Goethe-Universität Frankfurt am Main mit den Fachbereichen Geowissenschaften/Geographie und Biowissenschaften. Das Forschungsvorhaben wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) im Förderschwerpunkt „Sozial-ökologische Forschung“ gefördert.



GEFÖRDERT VOM



Editorial

Sehr geehrte Leserin,
sehr geehrter Leser,
nach einer längeren Pause legen wir Ihnen jetzt den zweiten Newsletter des Forschungsprojekts *start* vor. Mit dem Newsletter möchten wir Sie über aktuelle Ergebnisse und Ereignisse aus dem Projekt und dem Umfeld informieren. Die Erfahrungen der letzten Monate haben gezeigt, dass das Thema Arzneimittelwirkstoffe in der Umwelt zunehmend breiter diskutiert wird. Zahlreiche Fachtagungen und Fachveröffentlichungen verdeutlichen dies ebenso wie die große mediale Resonanz, die empirische Ergebnisse von *start* zur Entsorgung von Medikamenten in privaten Haushalten erzeugt haben. Gleichzeitig hat der Dialog mit der Praxis in *start* deutlich gemacht, dass eine nachhaltige Problembewältigung nur in einer Allianz von Akteuren aus unterschiedlichen Handlungsfeldern bei einem breiten Maßnahmenspektrum möglich ist. Grund für uns, der Kommunikation mit der Fachöffentlichkeit einen besonderen Stellenwert einzuräumen und Sie mit dem *start*-Newsletter über die Entwicklung des Projekts ab jetzt regelmäßig auf dem Laufenden zu halten. Für detaillierte Informationen zu einzelnen Aspekten des Projekts steht Ihnen das Forschungsteam gerne zur Verfügung. Die Kontaktdaten und weitere Informationen finden Sie auf den Internetseiten des Projekts unter www.start-project.de. Ich wünsche Ihnen eine anregende Lektüre!



Dr. Florian Keil, Projektleiter

start-Expertendialog: zweite Runde

Ziel des Forschungsprojekts *start* ist die Entwicklung von Handlungsstrategien, die einen vorsorgenden Umgang mit Risiken durch Arzneimittelwirkstoffe im Wasserkreislauf ermöglichen. Eine Voraussetzung für die Erreichung dieses Ziels ist der intensive Dialog mit der Praxis. Nur dadurch kann die Alltagsrelevanz und Umsetzungsfähigkeit der angestrebten Ergebnisse sichergestellt werden. Aus diesem Grund führt das Projekt eine vierteilige Workshopreihe mit Praxisexpertinnen und -experten aus pharmazeutischer Industrie, Wasserwirtschaft, Gesundheitswesen, Verbraucherverbänden und Behörden durch.

Bei der Auftaktveranstaltung am 24. Mai 2006 wurde in drei Arbeitsgruppen diskutiert, wie in den Handlungsfeldern Technik, Verhalten und Wirkstoffentwicklung eine Strategie zur Verringerung des Eintrags von Arzneimittelwirkstoffen in die Umwelt aussehen kann. Aus den vielfältigen Inputs der Expertinnen und Experten sowie den Vorschlägen des Projekts wurden im Nachgang des Treffens drei Strategieansätze entwickelt. Auf dieser Grundlage soll in der aktuell anstehenden zweiten Projektphase eine integrierte Handlungsstrategie entwickelt werden, die Akteuren der drei Handlungsfelder eine Kooperation bei der Risikovorsorge ermöglicht.

Ein wesentlicher Schritt für den Übergang in die integrative Projektphase ist eine multikriterielle Bewertung des aufgemachten Handlungsspektrums. Welche Kriterien dabei gerade aus Sicht der Praxis herangezogen werden sollten, war Schwerpunkt der zweiten Runde des *start*-Experten-Dialogs, die am 23. Januar 2007 in Frankfurt am Main stattfand.

Im Vordergrund der Diskussionen am Vormittag standen zunächst die drei Strategieansätze. Die beteiligten Expertinnen und Experten aus der Praxis waren sich einig, dass eine wirksame Strategie der Risikominimie-

rung ein breites Spektrum an Maßnahmen umfassen müsse, die, soweit möglich, an der Quelle der Einträge ansetzen sollten. Neben zahlreichen wertvollen Hinweisen im Detail wurde dem Projekt bestätigt, dass die in den drei Strategieansätzen ausformulierten Maßnahmen die wesentlichen Handlungsoptionen erfassen. Zugleich empfahlen die Praxisakteure den Forscherinnen und Forschern von *start*, den Kosten-Nutzen-Aspekt der vorgeschlagenen Maßnahmen besonders zu berücksichtigen: Das Projekt könne Visionen zur Problemlösung entwickeln, wenn zunächst bestimmt werde, was wünschenswert sei und erst danach, was unter gegebenen Rahmenbedingungen auch als machbar erscheine.

Der Nachmittag war der Diskussion des von *start* entwickelten Konzepts für eine vergleichende, multikriterielle Bewertung drei Strategieansätze gewidmet. In zwei Arbeitsgruppen haben die beteiligten Expertinnen und Experten den Satz aus sieben quantitativen und qualitativen Bewertungskriterien kritisch kommentiert. Neben Hinweisen zur Verbesserung der Transparenz einzelner Kriterien wurde dem Konzept insgesamt bescheinigt, die wesentlichen Aspekte aus Sicht der Praxis abzubilden. Bei einer anschließenden Gewichtung der Bewertungskriterien wurde die Wirksamkeit der Maßnahmen deutlich am höchsten bewertet während die übrigen Kriterien wie Zeithorizont, Reichweite, Kosten, Innovation, Eingriffstiefe und Umsetzungsbereitschaft als gleichgewichtig angesehen wurden.

Insgesamt hat der zweite *start*-Experten-Workshop dem Projekt wichtige Orientierungen für die anstehende zweite, integrative Projektphase gegeben. Erste Ergebnisse auf diesem Weg zur Entwicklung einer integrierenden Handlungsstrategie werden auf dem dritten *start*-Experten-Workshop am 14. Juni 2007 vorgestellt und diskutiert.

Ergebnisse einer explorativen start-Studie

Arzneimittelwirkstoffe im Wasser – Die Wahrnehmung von Ärzten und Apothekern

Ärztliches Handeln hat, ebenso wie die Vertriebs- und Beratungsleistungen von Apothekern, Einfluss auf die Einnahme von Medikamenten und damit indirekt auch auf den Eintrag von Wirkstoffen in das Wasser. Wie diese Berufsgruppen die Problematik und mögliche Handlungsspielräume in der alltäglichen Praxis einschätzen, ist daher von besonderem Interesse bei der Erforschung von Arzneimittelrückständen im Wasser. Im Rahmen einer explorativen Studie des Forschungsprojekts *start* wurden 16 Fachärzte aus Allgemeinmedizin, innerer Medizin, Umweltmedizin, Gynäkologie, Psychiatrie, Endokrinologie und Onkologie mit Hilfe qualitativer Einzelinterviews zu diesem Thema befragt. Zusätzlich wurde die Problematik in drei Fokusgruppen mit 20 Apothekerinnen und Apothekern diskutiert.

Vor allem wurde dabei deutlich, dass das Wissen um die Umwelrelevanz von Arzneimitteln bei den Ärztinnen und Ärzten oft unzureichend ist – dies reicht bis hin zu Fehlinformationen über die Problematik der Akkumulation und Abbaubarkeit von Wirkstoffen in der Umwelt. Bei einem Teil der Befragten gibt es ein starkes Bedürfnis nach Information, das aber zumeist auf einem klassischen Risikoverständnis beruht, welches be-

sagt: Bevor konkrete Maßnahmen gerechtfertigt sind, muss der wissenschaftliche Nachweis für die Schädlichkeit von Wirkstoffen im Ultraspurenbereich erbracht sein. Die Bereitschaft, sich mit einem ungewissen und möglicherweise multikausalen Risiko praktisch auseinander zusetzen, ist dagegen nur schwach ausgeprägt.

Die unterschiedlichen Reaktionsmuster der Ärztinnen und Ärzte sind in der folgenden Graphik typisierend zusammengefasst.



Die insgesamt eher verhaltene Reaktion von Ärztinnen und Ärzten auf die Problematik hat eine weitere Ursache: Innerhalb der Studie ist deutlich geworden, dass diese Berufsgruppe sich seit Jahren durch eine Art „Dauergesundheitsreform“ gegängelt fühlt. Sie fürchtet neue staatliche Anforderungen und eine

noch stärkere Regulierung des beruflichen Alltags. Die Zuständigkeit für die Problematik des Eintrags von Arzneimittelwirkstoffen in das Wasser wird auch aus diesem Grund als typisches „Umweltproblem“ an andere Akteure delegiert.

Apothekerinnen und Apotheker, bei denen eine Zuständigkeit für Umweltschutz in der Ausbildungsordnung festgeschrieben ist, weisen dagegen tendenziell eine stärkere Sensibilität auf. Sie haben ein ausgeprägteres Bewusstsein für den Zusammenhang zwischen unsachgemäßer Entsorgung und Umweltbelastung bzw. zwischen menschlichen Ausscheidungen und Gewässerbelastung. Insgesamt gibt es eine deutliche Bereitschaft, sich des Problems im beruflichen Alltag anzunehmen. Aber auch hier ist ein starker Aufklärungs- und Wissensbedarf erkennbar.

Für beide Berufsgruppen gilt, dass die Heilung und möglichst geringe Nebenwirkungen oberste Priorität haben müssen und dass der Schutz des Wassers erst bei gleicher Wirkung und vergleichbaren Kosten zum Argument bei der Wahl eines weniger Gewässer belastenden Medikaments werden kann.

Jutta Deffner, Dr. Konrad Götz

Veranstaltungshinweis

Neue Strategien der Risikobewältigung für eine neue Form von Risiken

start ist eines von insgesamt fünf Projekten, das im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung und Forschung an konkreten Problemlagen nach Strategien zum Umgang mit systemischen Risiken forscht. Die Projekte gehen von der Hypothese aus, dass sich in komplexen, globalisierten Gesellschaften eine neue Form von Risiken ausprägt, bei denen die eta-

bierten Verfahren der Risikobewältigung nicht mehr greifen. Doch was genau ist das „Neue“ an diesen systemischen Risiken und was bedeutet es für die angestrebte Bereitstellung neuer, systemischer Strategien der Risikobewältigung? Dieser Frage soll auf einem eintägigen Workshop nachgegangen werden, den *start* gemeinsam mit dem Projekt

„Übergewicht und Adipositas bei Kindern, Jugendlichen und jungen Erwachsenen als systemisches Risiko“ am 14. Mai 2007 in Frankfurt am Main veranstaltet. Das Programm kann unter <http://www.start-project.de/news.htm> abgerufen werden.

Aus der Forschungslandschaft

ERAPharm: Approaches for improving the environmental risk assessment of human and veterinary pharmaceuticals

The widespread detection of pharmaceuticals in surface waters, soils and groundwater across the world has raised concerns about the potential impact of these bioactive substances on the environment. European regulatory guidelines for assessing the environmental risks of pharmaceuticals have been established. However, there are still major gaps in the current knowledge on fate and effects of pharmaceuticals in the environment. The EU-funded research project 'Environmental risk assessment of pharmaceuticals' (ERAPharm) aims to address these gaps and to improve existing knowledge and methods for evaluating potential risks, which human and veterinary pharmaceuticals pose to the environment.

ERAPharm is addressing the different aspects of the environmental risk assessment of pharmaceuticals, i.e. environmental fate processes, exposure modelling, as well as effects on microorganisms, aquatic and terrestrial

invertebrates and fish. Based on the results of the fate and effect studies, recommendations are provided on how to improve current European environmental risk assessment procedures for pharmaceuticals. Within ERAPharm, analytical methods are developed and adapted to determine selected pharmaceuticals in various environmental matrices. In laboratory, semi-field and field studies, data on sorption and degradation of human and veterinary pharmaceuticals are generated. Relevant exposure scenarios for the environmental risk assessment of pharmaceuticals are identified and mechanistic models for transport of pesticides are evaluated with regard to their applicability to pharmaceuticals.

Moreover, data are generated on the effects of a set of human and veterinary pharmaceuticals (1) in in vitro and low complexity bioassays, (2) on aquatic and terrestrial bacterial communities, including structural and functional community changes and antibiotic

resistance, and (3) on aquatic and terrestrial organisms at single species, population and community level using a series of laboratory, micro-/mesocosm and field studies. Where required, experimental approaches to evaluate fate and effects of pharmaceuticals are further developed. Recommendations are provided on how to improve existing test strategies and environmental risk assessment procedures for human and veterinary pharmaceuticals. Approaches to target testing will be evaluated.

The ERAPharm consortium consists of 14 partners from seven European countries and Canada. It is coordinated by ECT Oekotoxikologie GmbH, Flörsheim/Main. ERAPharm has started in October 2004 and is now in its third (and last) year. For more information, please see the project website www.erapharm.org or contact Thomas Knacker (th-knacker@ect.de).

Dr. Karen Duis, Dr. Thomas Knacker,
ECT Oekotoxikologie

Medikamentenentsorgung in deutschen Haushalten

Um erstmalig eine gesicherte Datenlage zur Entsorgung von unverbrauchten Medikamenten über die häuslichen Abwässer zu erheben, befragte das Forschungsprojekt *start* 1.977 Personen über 14 Jahren zu ihren Entsorgungsroutinen bei nicht verbrauchten Medikamenten. Das zentrale Ergebnis der Studie, dass die unsachgemäße Entsorgung von unverbrauchten Medikamenten über das Spülbecken oder die Toilette in relevantem Umfang stattfindet, ist in der breiten Öffentlichkeit auf große Resonanz gestoßen. Die Medienschau vermittelt davon einen Eindruck.

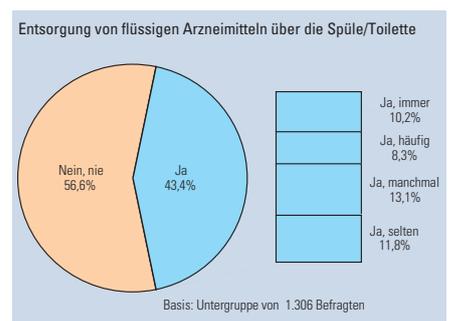
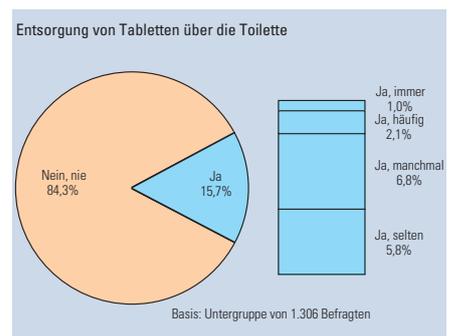
Die Ergebnisse der repräsentativen Umfrage finden Sie unter <http://www.start-project.de/downloads/start-Entsorgungsstudie2006.pdf>

Medienschau – Auswahl

■ *Süddeutsche Zeitung*, 25.10.2006 – Antibiotika im Badese. Deutsche entsorgen Medikamentenreste falsch

- *dpa*, 3.11.2006 – Jeder Fünfte kippt Arzneimittelreste ins Klo. Berliner Morgenpost, Thüringer Allgemeine
- *Schwäbisches Tagblatt*, 3.11.2006 – Zu viele Arzneien werden über die Toilette entsorgt
- *Entsorga*, 11-12/2006 – Medikamentenentsorgung. Zu viel Arznei im Wasser
- *UmweltMagazin*, 16.11.2006 – Zu viele Arzneimittel werden übers Klo entsorgt
- *Umwelt kommunale ökologische Briefe*, 15.11.2006 – Zu viel Arznei landet im Klo
- *ABDA, Bundesvereinigung Deutscher Apothekerverbände*, 10.11.2006 – Alt-Arzneimittel über Apotheke entsorgen
- *Abfallwirtschaftlicher Informationsdienst*, 7.11.2006 – Medikamente in privaten Haushalten werden häufig unsachgemäß entsorgt
- *Krankenkassenratgeber*, 5.11.2006 – Arzneimittel ins Klo? Medikamentenrückstände im Wasser nehmen zu
- *SpiegelOnline*, 11.02.2007 – Die Grundwasser-Zeitbombe aus dem Arzneischränk

■ *ZeitWissen*, 02/2007 – Fragen Sie Ihren Arzt oder Ökologen



Im Portrait

Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse

Das Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS) am Forschungszentrum Karlsruhe erarbeitet und vermittelt Wissen über die Folgen menschlichen Handelns und ihre Bewertung in Bezug auf die Entwicklung und den Einsatz von neuen Technologien. Im Mittelpunkt stehen dabei umweltbezogene, ökonomische, soziale sowie politisch-institutionelle Fragestellungen, um alternative Handlungs- und Gestaltungsoptionen zu entwerfen. Dadurch unterstützt ITAS Politik, Wissenschaft, Wirtschaft und die Öffentlichkeit dabei, Zukunftsentscheidungen auf Basis des besten verfügbaren Wissens und rationaler Bewertungen zu treffen.

Zu diesem Zweck wendet ITAS Methoden der Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse an und entwickelt diese weiter. Untersuchungsgegenstände sind in der Regel übergreifende systemische Zusammenhänge von gesellschaftlichen Wandlungsprozessen und Entwicklungen in Wissenschaft, Technik und Umwelt. Da die Erarbeitung von alterna-

tiven Handlungs- und Gestaltungsoptionen den Bezug zu gesellschaftlichen Zielsetzungen und Wertvorstellungen erfordert, untersucht ITAS die Bewertungsproblematik von Technik und Technikfolgen mit wissenschaftlichen Mitteln ebenso wie die Probleme des Entscheidens und Handelns unter Unsicherheit und Risiko.

Für *start* erarbeiten Gotthard Bechmann und Dr. Christian Büscher am ITAS die Grundlagen einer Risikokommunikation, die vorsorgendes Handeln in den Praxisfeldern Technik, Gesundheit und Wirkstoffentwicklung ermöglicht. Wie ein solches Handeln im Schatten einer unsicheren Wissensbasis motiviert werden kann, ohne dadurch selbst eine Risikodynamik auszulösen, ist dabei eine besondere Herausforderung. Die Arbeiten von ITAS werden in der kommenden Projektphase von *start* von zentraler Bedeutung sein, wenn die Entwicklung von integrierten Handlungsstrategien aufgenommen wird.

Buchtipps

Heil-Lasten

Das 10. Berliner Kolloquium der Gottlieb Daimler- und Karl Benz-Stiftung im Mai vergangenen Jahres widmete sich dem Thema Arzneimittelrückstände in Gewässern. Unter dem Titel ‚Heil-Lasten‘ ist nun der Tagungsband erschienen, der sich mit der ambivalenten Rolle von Pharmaka auseinandersetzt. Das Buch nimmt eine Standortbestimmung vor und zeigt Wege auf, wie zukunftsweisend mit dem Problembereich umgegangen werden kann. Dies geschieht transdisziplinär aus den Blickwinkeln der Entwicklung und Verwendung der Produkte, der Medizin, des rechtlichen Umweltschutzes, der Gewässerökologie und der Wassertechnik. Der angestoßene Diskurs auf der Basis belastbarer Fakten und fachkundiger Einschätzungen soll helfen, den aktuellen Informationsstand und weiteren Forschungsbedarf aufzuzeigen.

Frimmel, F.H./Müller, M.B. (Hg.): Heil-Lasten – Arzneimittelrückstände in Gewässern. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 2006.

Strategien zum Umgang mit Arzneimittelwirkstoffen im Trinkwasser

Das Forschungsprojekt *start* verfolgt das Ziel, vorsorgende Handlungsstrategien zur Reduktion des Eintrags von Arzneimittelwirkstoffen in den Wasserkreislauf zu entwickeln, die das gesamte Spektrum der relevanten gesellschaftlichen Akteure erfassen. Dabei werden die Einsatzmöglichkeiten innovativer Abwasserreinigungs- und Trinkwasser-aufbereitungsverfahren und Maßnahmen zur Änderung von Verschreibungspraktiken, Gebrauchs- und Entsorgungsmustern von Medikamenten ebenso untersucht wie die Potenziale eines nachhaltigen Wirkstoffdesigns. Die Entwicklung der Handlungsstrategien erfolgt in Kooperation mit Praxispartnern aus pharmazeutischer Industrie, Wasserwirtschaft, Ärzte- und Apothekerverbänden, Krankenkassen, Verbraucherverbänden und Behörden. *start* ist ein Kooperationsprojekt zwischen dem Institut für sozial-ökologische Forschung (ISOE), Frankfurt am Main, dem Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS) am Forschungszentrum Karlsruhe, dem Institut für Umweltmedizin und Krankenhaushygiene am Universitätsklinikum Freiburg sowie der J.W. Goethe-Universität Frankfurt mit den Fachbereichen Geowissenschaften/Geographie und Biowissenschaften. Das Forschungsvorhaben wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) im Förderschwerpunkt „Sozial-ökologische Forschung“ gefördert.

Impressum

Herausgeber:
Forschungsprojekt *start*/ISOE
Institut für sozial-ökologische
Forschung (ISOE) GmbH
Hamburger Allee 45
60486 Frankfurt am Main
Tel. 069 - 707 69 19-0
Fax 069 - 707 69 19-11
info@isoe.de
http://www.isoe.de
V.i.S.d.P.: Dr. Florian Keil
Projekt-Website: www.start-project.de



Editorial

Sehr geehrte Leserin,
sehr geehrter Leser,

das Forschungsprojekt *start* geht in seine zweite und abschließende Phase. Dies möchten wir zum Anlass nehmen, Sie über aktuelle Entwicklungen und Ergebnisse aus dem Projekt mit der vorliegenden dritten Ausgabe des *start*-Newsletters zu informieren. Kernaufgabe der kommenden Monate ist die Entwicklung einer integrativen Handlungsstrategie zur Reduktion des Vorkommens von Arzneimittelwirkstoffen im Wasserkreislauf. Die Grundlagen dazu sind bereits erarbeitet: Das breite Spektrum von Maßnahmen der *start*-Strategieansätze in den Handlungsfeldern Technik, Verhalten und Wirkstoffentwicklung wurde einer multi-kriteriellen Bewertung unterzogen. Ausgewählte Ergebnisse daraus finden Sie auf den folgenden Seiten. Die zentrale Herausforderung der Aufgabe liegt jedoch im Schlüsselbegriff „Integration“. Alle beteiligten Akteure in eine kooperative Problemlösung einzu-beziehen und dabei ihren individuellen Handlungskontext zu berücksichtigen, muss Leitmotiv der Strategieentwicklung sein. Gelingen kann dies nur im direkten Austausch mit der Praxis. Diesen suchen wir nicht allein im Rahmen des fortlaufenden *start*-Experten-dialogs sondern auch in der Kommunikation mit Ihnen über diesen Newsletter. Ich hoffe daher, dass Sie auf den folgenden Seiten spannende Informationen finden, die Sie zu einem Austausch mit uns anregen.



Dr. Florian Keil, Projektleiter

Bilanz und Blick nach vorne: der dritte *start*-Experten-Workshop

Ein wesentliches Element des Forschungsprojekts *start* ist der intensive Dialog mit Praxisexpertinnen und Praxisexperten aus pharmazeutischer Industrie, Wasserwirtschaft, Gesundheitswesen, Verbraucherverbänden und Behörden (siehe Newsletter 1/07). Nach zwei erfolgreichen Gesprächsrunden fand am 5. September 2007 der dritte *start*-Experten-Workshop statt. Die Veranstaltung markierte zugleich das Ende der ersten und den Einstieg in die zweite Projektphase. Übergeordnetes Ziel des Workshops war es, sowohl einen kritischen Blick auf die bisherigen Projektergebnisse zu werfen als auch in die Zukunft zu schauen: Wie kann eine nachhaltige und integrative Handlungsstrategie zur Verringerung des Vorkommens von Arzneimittelwirkstoffen im Wasserkreislauf aussehen?

Um dieses Ziel zu erreichen, wurden im ersten Teil des Workshops die Ergebnisse der multikriteriellen Bewertung der drei *start*-Strategieansätze einer kritischen Betrachtung von Seiten der Praxis unterzogen (siehe auch Seite 2). In ausführlichen Diskussionen lobten die eingeladenen Expertinnen und Experten die detaillierten Ergebnisse als wichtige Orientierung bei der Entwicklung einer integrativen Handlungsstrategie. Gleichzeitig betonten sie, dass die multikriterielle Bewertung die Notwendigkeit deutlich gemacht habe, bei der Verknüpfung von Maßnahmen aus den drei Strategieansätzen nach dem Prinzip einer geteilten Verantwortlichkeit aller zu beteiligten Akteure vorzugehen. Nur so könne es gelingen, Akzeptanzprobleme von vornherein zu vermeiden.

Schlussfolgerungen aus den Bewertungsergebnissen wurden auch für einzelne Maßnahmen gezogen. Einigkeit bestand unter den Praxisexperten beispielsweise zur Frage der separaten Erfassung und Behandlung der Abwässer von Krankenhäusern und Pflegehei-

men: Angesichts der vergleichsweise geringen Frachten an Arzneimittelwirkstoffen sowie des hohen finanziellen und technischen Aufwands besonders bei alten Gebäuden sei dies allenfalls eine Einzelfalllösung – etwa bei der Rückhaltung von Hochrisikostoffen wie Zytostatika und Antibiotika. Ein klares Plädoyer gab es auch für die Einführung eines einheitlichen und verbindlichen Entsorgungsstandards für Altarzneimittel. Eine Mehrheit sprach sich dabei für die auch von *start* vorgeschlagene Rückgabe in Apotheken aus. Zur Steigerung der Akzeptanz müssten allerdings die Apotheken von der Aufgabe der Wertstofftrennung befreit werden.

Potenziale und Grenzen einer integrativen Handlungsstrategie auch unter verschiedenen zukünftigen Entwicklungen auszuloten, war Gegenstand des zweiten Workshopteils. Neben der Diskussion von Ergebnissen der *start*-Akteursanalyse haben die Praxisexperten dazu in zwei Arbeitsgruppen Zukunftsszenarios skizziert. Deutlich wurde dabei, dass die Entstehung von Akteursallianzen zur Verringerung des Vorkommens von Arzneimittelwirkstoffen im Wasserkreislauf begünstigt wird, wenn sowohl die politische Bereitschaft zu weitergehenden Regelungen etwa im Umwelt- oder Arzneimittelrecht als auch eine Tendenz in der Bevölkerung zu einem gesundheits- und nachhaltigkeitsorientierten Lebensstil besteht. Fehlen diese Rahmenbedingungen muss dagegen stärker auf Mitnahmeeffekte und Synergien gesetzt werden.

Zentrale Aufgabe der mit der Durchführung des dritten Experten-Workshops angelauteten Abschlussphase von *start* ist es, die bisherigen Ergebnisse des Praxisdialogs und der Forschungsarbeit in einer integrativen Handlungsstrategie zu bündeln. Dies bildet das Kernthema des letzten Experten-Workshops im Frühjahr 2008.

Aktuelle Projektergebnisse: Multikriterielle Bewertung der *start*-Strategieansätze

Ausgangspunkt der multikriteriellen Bewertung in *start* war die Frage: Welchen Beitrag können Strategien in den Handlungsfeldern Technik, Verhalten und Wirkstoffentwicklung zur Reduktion von Arzneimittelwirkstoffen im Wasserkreislauf leisten? Insgesamt wurden dazu 26 Maßnahmen nach sieben quantitativen und qualitativen Kriterien bewertet. Die Bewertungskriterien wurden dabei so ausgewählt, dass sie relevante Aspekte aus Sicht der Praxis abbilden – eine Perspektive, die in Diskussionen auf dem zweiten *start*-Experten-Workshop abgesichert und um eine Gewichtung der Kriterien ergänzt wurde. Für die Bewertung musste eine große Vielfalt an Daten und Informationen ermittelt werden, die für einzelne Maßnahmen oft nur begrenzt oder gar nicht verfügbar waren. Die erarbeiteten Ergebnisse sind daher mit zum Teil hohen Unsicherheiten behaftet, die in einem methodisch transparenten Verfahren abgeschätzt wurden.

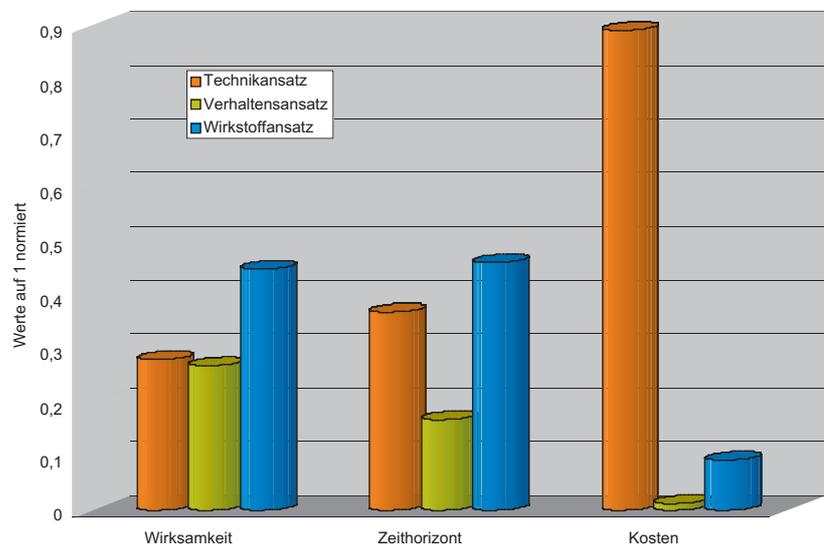
Im Verhaltensansatz wurden Maßnahmen zur Bildung von Problembewusstsein bei Ärzten und Apothekern, zur Verminderung des Arzneimittelverbrauchs und zur Durchsetzung einer sachgemäßen Entsorgung von Altarzneimitteln bewertet. Im Zentrum des Wirkstoffansatzes standen Maßnahmen zur Förderung von Forschung und Entwicklung im Bereich umweltfreundlicher Wirkstoffe, zur gezielten Anpassung der Hochschulausbildung an die Prinzipien einer nachhaltigen Chemie und Pharmazie, sowie zur anreizorientierten Veränderung der Arzneimittelzulassung. Im Technikansatz wurden beispielhaft die separate Erfassung und Behandlung der Abwässer von Punktquellen wie Krankenhäuser und Pflegeheime sowie die grundsätzliche Ausrüstung solcher Wassergewinnungsanlagen mit Aktivkohlefiltration betrachtet, die direkt oder indirekt Oberflächenwasser aufbereiten.

Vom *start*-Expertenkreis wurde die „Wirksamkeit“ als wichtigstes Bewertungskriterium eingestuft: Sie ist ein Maß für die Effektivität eines Strategieansatzes bei der Reduktion von Arzneimittelwirkstoffen im Wasserkreislauf. Wie die Abbildung zeigt, dominiert

hier der Wirkstoffansatz vor dem Verhaltens- und Technikansatz: Während mit dem Wirkstoffansatz eine etwa 40-prozentige Reduktion erreicht werden kann, kommen die beiden anderen Ansätze hier auf etwa 25%. Wesentliche Unsicherheiten der Abschätzung sind für den Technikansatz die tatsächlichen Mengen der in Krankenhäusern und Pflegeheimen verabreichten Arzneimittelwirkstoffe und für den Verhaltensansatz das Potenzial einer Verminderung des Arzneimittelverbrauchs beispielsweise durch eine Veränderung von Verschreibungsroutinen. Beim Wirkstoffansatz

Aufbereitungs- und Infrastrukturtechnik.

Wie viel Zeit veranschlagt werden muss, bis ein Strategieansatz seine maximale Wirksamkeit entfaltet hat, sollte das Kriterium „Zeithorizont“ abbilden. Hier zeigt sich, dass die schnellsten Erfolge mit dem Verhaltensansatz erreicht werden können. Der Wirkstoffansatz ist dagegen als langfristige Strategie anzusehen: Hier ist nicht zuletzt wegen der langen Zeit für die Entwicklung eines neuen Wirkstoffs bis zu Marktreife mit mindestens 30 Jahren zu rechnen.



sind das wirtschaftliche Potenzial des Gesundheitsmarktes sowie die Entwicklung des Umwelt- und Nachhaltigkeitsdiskurses entscheidende Einflussfaktoren.

Bei den Kosten – die hier für einen Zeitraum von 30 Jahren ermittelt wurden – erweist sich der Technikansatz als der mit Abstand teuerste. Zur Orientierung: Für den Verhaltensansatz kann mit Gesamtkosten von 25 Millionen Euro gerechnet werden. Beim Kostenvergleich ist allerdings zu berücksichtigen, dass die drei Ansätze zum Teil stark unterschiedliche Kostenstrukturen aufweisen: Während im Verhaltens- und Wirkstoffansatz kommunikative Maßnahmen zur Schaffung von Akzeptanz und zum Capacity Building im Vordergrund stehen, geht es im Technikansatz vor allem um den Aufbau und den Betrieb von

Die detaillierte und vergleichende Betrachtung der Gesamtergebnisse der multikriteriellen Bewertung in *start* unterstützt eine grundlegende Ausgangshypothese des Projekts: Eine nachhaltige Strategie zur Reduktion von Arzneimittelwirkstoffen im Wasserkreislauf kann nicht in einem Handlungsfeld alleine ansetzen, sondern muss in allen dreien integrativ verankert werden.

Ausführliche Informationen zur multikriteriellen Bewertung und weiteren Projektergebnissen erscheinen in Kürze in einer gedruckten Broschüre sowie auf der *start*-Homepage unter www.start-project.de/ergebnisse.

Dr. Engelbert Schramm, Institut für sozial-ökologische Forschung (ISOE)

Veranstaltungshinweis: Sustainable Pharmacy – Strategies and Perspectives in Development, Use and Emission Management of Pharmaceuticals

Zusammen mit der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) und dem Universitätsklinikum Freiburg veranstaltet *start* am 24. und 25. April 2008 die internationale Tagung, „Sustainable Pharmacy: Strategies and Perspectives in Development, Use and Emission Management of Pharmaceuticals“. Ziel der Veranstaltung ist es, das Projektthema im breite-

ren Kontext des Diskurses um nachhaltige Pharmazie mit Expertinnen und Experten aus Wissenschaft und Praxis zu diskutieren.

In einer Mischung aus Keynote Lectures, Podiumsdiskussionen und thematischen Sessions mit Impulsbeiträgen sollen der internationale Stand der Debatte aufgenommen und die Kernelemente einer nachhaltigen Pharma-

zie identifiziert werden. Die Tagung wird am Zentrum für Umweltkommunikation der Deutschen Bundesstiftung Umwelt in Osnabrück stattfinden. Das Tagungsprogramm wird in Kürze auf der Projekt-Homepage verfügbar sein.

www.start-project.de/conference2008

Das 21. Wasserkolloquium der badenova: Arzneimittel – Wasser – Umwelt

Das Wasserkolloquium stellt für die badenova AG & Co. KG ein wichtiges Diskussionsforum zur Entwicklung der Wasserversorgungswirtschaft in der Region südlicher Oberrhein dar. Angesprochen werden alle kommunalen Vertreter, Aufsichtsbehörden und die Wasserwirtschaft. Das 21. Kolloquium fand am 18.10.2007 in Lahr statt. Behandelt wurden neben dem strukturellen Wandel in der Ver- und Entsorgungswirtschaft vor allem aktuelle Fragen zum nachhaltigen Gewässerschutz: Stellen nachwachsende Rohstoffe ein Problem für die Umwelt und die Gewässer dar? Wie wirken sich neue Pflanzenschutzmittel-abbauprodukte auf das Grundwasser aus?

Im Vordergrund stand dieses Jahr jedoch das Thema Arzneimittel – Wasser – Umwelt. Vorgestellt wurden erste Ergebnisse des Projekts „Arzneimittel in der aquatischen Umwelt“. Dieses Projekt wird vom Innovationsfonds Klima- und Wasserschutz der badenova AG & Co. KG gefördert. Ziel des Projekts ist

es, für zwei Modellgebiete alle in Frage kommenden Quellen für den Eintrag von Arzneimittelrückständen in die aquatische Umwelt zu identifizieren und bezüglich ihrer Relevanz zu bewerten.

Als Praxispartner des Forschungsprojekts *start* wurden die drei Strategieansätze aus dem Blickwinkel der Wasserwirtschaft vorgestellt. So wurde dargelegt, dass Maßnahmen bei der Trinkwasseraufbereitung im Rahmen des Technikansatzes nur als „End-of-pipe-Lösung“ in der Wasserwirtschaft angesehen werden. Ziel muss es vielmehr sein, die Gewässer so zu schützen, dass die Gewässerqualität es erlaubt, mit natürlichen Verfahren Trinkwasser zu gewinnen.

Die Minimierung des Eintrags von Arzneimittelwirkstoffen in den Wasserkreislauf verfolgen auch die beiden anderen Strategieansätze von *start*. Viel Potential besitzt der Ansatz, neue Wirkstoffe zu entwickeln, die sowohl dem Patienten helfen und gleichzeitig

die Umwelt und die Gewässer nicht nachhaltig schädigen. Auch im Verhaltensansatz werden seitens der Wasserwirtschaft gute Kombinationsmöglichkeiten gesehen, um Einträge zu minimieren. Die ordnungsgemäße Entsorgung von Altarzneimitteln über den Hausmüll oder über die Rückgabe in der Apotheke kann einen deutlichen Beitrag zum Gewässerschutz leisten. Die teilweise immer noch praktizierte Entsorgung über die Toilette stellt die schlechteste Lösung dar und schadet nachhaltig die Gewässer.

Grundsätzlich können alle einen Beitrag zum Gewässerschutz leisten. Ein bewusster Umgang mit Arzneimitteln sorgt dafür, dass unsere Gewässer frei von unerwünschten Stoffen bleiben.

Dirk Betting, Leiter Qualitätssicherung Wasser, badenova AG & Co. KG

Projektveröffentlichungen

Götz, K./Keil, F. (2007): Medikamentenentsorgung in privaten Haushalten: Ein Faktor bei der Gewässerbelastung mit Arzneimittelwirkstoffen? UWSF – Z Umweltchem Ökotox 19 (3) 180–188

Kümmerer, K. (2007): Sustainable from the very beginning: rational design of molecules by life cycle engineering as an important approach for green pharmacy and green chemistry. Green Chem., 2007, 9, 899–907

Schulte-Oehlmann, U./Oehlmann, J./Püttmann, W. (2007): Humanpharmakawirkstoffe in der Umwelt: Einträge, Vorkommen und der Versuch einer Bestandsaufnahme. UWSF – Z Umweltchem Ökotox 19 (3) 168–179

Aus der Forschungslandschaft: Strategie MicroPoll

Ein beachtlicher Teil der so genannten Mikroverunreinigungen wird mit dem Abwasser aus der Siedlungsentwässerung in die Gewässer eingetragen. Dabei handelt es sich um unzählige Stoffe des täglichen Gebrauchs wie Arzneimittel, Stoffe aus Konsumentenprodukten und dem Materialschutz, die in sehr niedrigen Konzentrationen im Gewässer nachgewiesen werden. Die heutigen kommunalen Kläranlagen (ARA) sind auf die Elimination von Nährstoffen im Abwasser ausgerichtet. Viele Mikroverunreinigungen werden dabei jedoch nicht oder nur teilweise entfernt und gelangen so täglich über die ARA in die Gewässer. Regenüberläufe im Kanalisationsnetz oder undichte Kanalisationsleitungen sind weitere Eintragspfade für Mikroverunreinigungen. Verschiedene Studien zeigen, dass sich diese Stoffe in Oberflächengewässern nachteilig auf Wasserlebewesen auswirken können.

Zusammen mit dem Nachweis von Mikroverunreinigungen im Grundwasser weisen diese Befunde auf einen Bedarf an Maßnahmen zur Optimierung der Siedlungsentwässerung hin.

Es gibt technische Verfahren, die es ermöglichen, Mikroverunreinigungen aus dem Abwasser zu entfernen: Die Behandlung des Abwassers mit Ozon oder mit Aktivkohle sind mögliche Optionen für eine mittelfristige Optimierung der Abwasserreinigung. Längerfristig besteht die Möglichkeit im Rahmen der Erneuerung von Kanalisationssystemen auch dezentrale Maßnahmen oder Maßnahmen an der Quelle zu berücksichtigen.

Es fragt sich nun, wie die Siedlungsentwässerung optimiert werden kann, sodass möglichst wenige Mikroverunreinigungen in die Gewässer eingetragen werden. Um diese Frage zu beantworten und in einer Strategie konkrete Lösungen vorzuschlagen, wurde 2006 das Projekt „Strategie MicroPoll“ gestartet. Das Projekt wird von der Abteilung Wasser des BAFU geleitet. Wir arbeiten mit verschiedenen Partnern aus Verwaltung, Forschung und der Privatwirtschaft zusammen. Das Projekt besteht aus fünf Modulen:

- Modellstudie Schweiz: Darstellung der Belastung der schweizerischen Oberflächen-

gewässer durch Mikroverunreinigungen in einem computergestützten Modell.

- Erfolgskontrolle: Definition geeigneter Indikatoren und Methoden, mit denen organische Mikroverunreinigungen im Gewässer und Abwasser gemessen werden können, um die Wirksamkeit der neu eingeführten Reinigungsmethoden zu beurteilen.

- Finanzierung: Ermitteln von Finanzierungsmöglichkeiten für die in der Siedlungsentwässerung notwendigen Maßnahmen.

- Pilotversuche Kläranlagen: Großtechnische Versuche mit Aufrüstung einzelner bestehender Abwasserreinigungsanlagen mit einer zusätzlichen Reinigungsstufe.

- Vorgehen dezentrale Maßnahmen: Beurteilung lokaler Maßnahmen in der Siedlungsentwässerung, z.B. Vorbehandlung von Spitalabwasser.

Weitere Informationen zum Projekt finden Sie unter www.umwelt-schweiz.ch/micropoll.

Dr. Michael Schärer, Projektleiter, Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bern, Schweiz

Im Portrait: Sektion Angewandte Umweltforschung

Forschungsschwerpunkt der Sektion Angewandte Umweltforschung des Instituts für Umweltmedizin und Krankenhaushygiene am Universitätsklinikum Freiburg ist das Verhalten von Arzneimittelwirkstoffen und anderen Chemikalien in der Umwelt und im Menschen.

Der Leiter der Sektion Prof. Dr. Klaus Kümmerer und seine Mitarbeiter untersuchen mit verschiedenen analytischen Methoden den Eintrag sowie das Verhalten und den Verbleib der Substanzen primär in der aquatischen Umwelt. Durch Labormethoden und Untersuchungen in Kläranlagen werden die Wirkungen dieser Stoffe auf Bakterien und ihre biotische und abiotische Elimination analysiert.

Da aufgrund ihrer Vielzahl nicht alle Substanzen umweltanalytisch untersucht werden können, werden auch computerbasierte Sys-

teme eingesetzt. Mit ihrer Hilfe kann aus der chemischen Struktur eines Stoffes sein Verhalten z.B. in der Umwelt über Struktur-Eigenschaftsbeziehungen computergestützt vorhergesagt werden. Die Weiterentwicklung der angewandten Methoden wird als eine wesentliche Aufgabe einer zuverlässigen Forschung wahrgenommen.

Ein weiteres Forschungsfeld ist die Nachhaltige Chemie und Pharmazie. Hier arbeitet die Sektion an der generellen Verbesserung der Abbaubarkeit von chemischen Stoffen durch ein gezieltes Moleküldesign sowie an der Entwicklung von Konzepten zum ressourcenschonenden Umgang mit Rohstoffen bei der stofflichen Synthese.

In *start* entwickelt die Sektion den Wirkstoffansatz und liefert die grundlegenden Daten für seine multikriterielle Bewertung. Ihre

ausgewiesene Expertise zum Verhalten von Arzneimittelwirkstoffen in verschiedenen Umweltmedien und zur Relevanz einzelner Eintragspfade fließt in die Entwicklung einer integrativen Handlungsstrategie ein.

Mehr Informationen zur Forschungsarbeit der Sektion finden Sie unter www.uniklinik-freiburg.de/iuk/live/umweltforschung.html.

Impressum



Herausgeber:

Forschungsprojekt *start*/ISOE

Institut für sozial-ökologische Forschung (ISOE) GmbH

Hamburger Allee 45, 60486 Frankfurt am Main

Tel. 069 - 707 69 19-0; Fax 069 - 707 69 19-11

info@isoe.de; <http://www.isoe.de>

V.i.S.d.P.: Dr. Florian Keil

Projekt-Website: www.start-project.de

GEFÖRDERT VOM