

Mathematiker als Beruf - Was ist das?

Jahrestreffen von Alumni, Studierenden und Dozenten

24. November 2012

FCE Portfolio

Kompetenzen

- **Mathematische Modellierung industrieller Prozesse**
- **Mathematische Statistik und Wahrscheinlichkeitsrechnung**
- **Mathematische Optimierung**
- **Reliability Engineering**
- **Inventory Modelling**
- **Explorative Datenanalyse**
- **Starker Forschungs- und Entwicklungsschwerpunkt**

Kunden

- **Luftfahrt**
 - Airbus
 - Lufthansa Technik
 - Finnair Technical Services
 - Cathay Pacific
- **Schienengebundener Verkehr**
 - Schweizerische Bundesbahnen (SBB)
 - Deutsche Bahn
 - DB Schenker
- **Automobilindustrie**
 - Daimler
 - Volkswagen
 - Porsche
 - Audi
- **Energie**
 - Electricité de France (EDF)
 - Energie Baden Württemberg (EnBW)
 - Siemens Cities and Infrastructure

Typische Reaktionen auf die Aussage: „Ich bin Mathematiker“

- oooooohhh-...
 - Sie sind Lehrer?
 - Sie müssen aber intelligent sein...
 - Und was machen Sie?
- ➔ Die meisten wissen nicht, was Mathematiker machen...
... und haben keine Vorstellung davon, wofür
Mathematiker gebraucht werden

Warum ist das so?

- Mathematik wird angesehen als...
 - Extrem schwierig
 - abstrakt und nicht anwendbar
 - ohne Verbindung zum Alltag
- Aber: Viele Dinge gäbe es ohne Mathematik nicht
- Mathematiker werden benötigt

Was bedeutet das?

- Wenn der normale Mensch nicht weiß, was ein Mathematiker macht, dann hat das Implikationen auf das Berufsbild
- Mathematik muss „verkauft“ werden können
- Wichtige Aspekte sind
 - Kommunikation und
 - Visualisierung der Ergebnisse in leichtverständlicher Form

...und was macht ein Mathematiker?

- Strukturieren von Problemstellungen und Abläufen durch Abstraktion und Reduktion auf bekannte Probleme
- Erstellung und Definition von Maßen und Kriterien zur Bewertung
- Anwendung von bekannten Techniken
- Entwicklung neuer Verfahren und Algorithmen
- Programmierung
- Kommunikation -> **Vermittlung an Nichtmathematiker**

Vom Kunden zur Mathematik und zurück

Kunde

Mathematik und
Algorithmen

Vom Kunden zur Mathematik und zurück

Der Werkzeugkasten

- Mathematisches Wissen
- Programmierung und Simulation
- Grafische Aufbereitung / Visualisierung

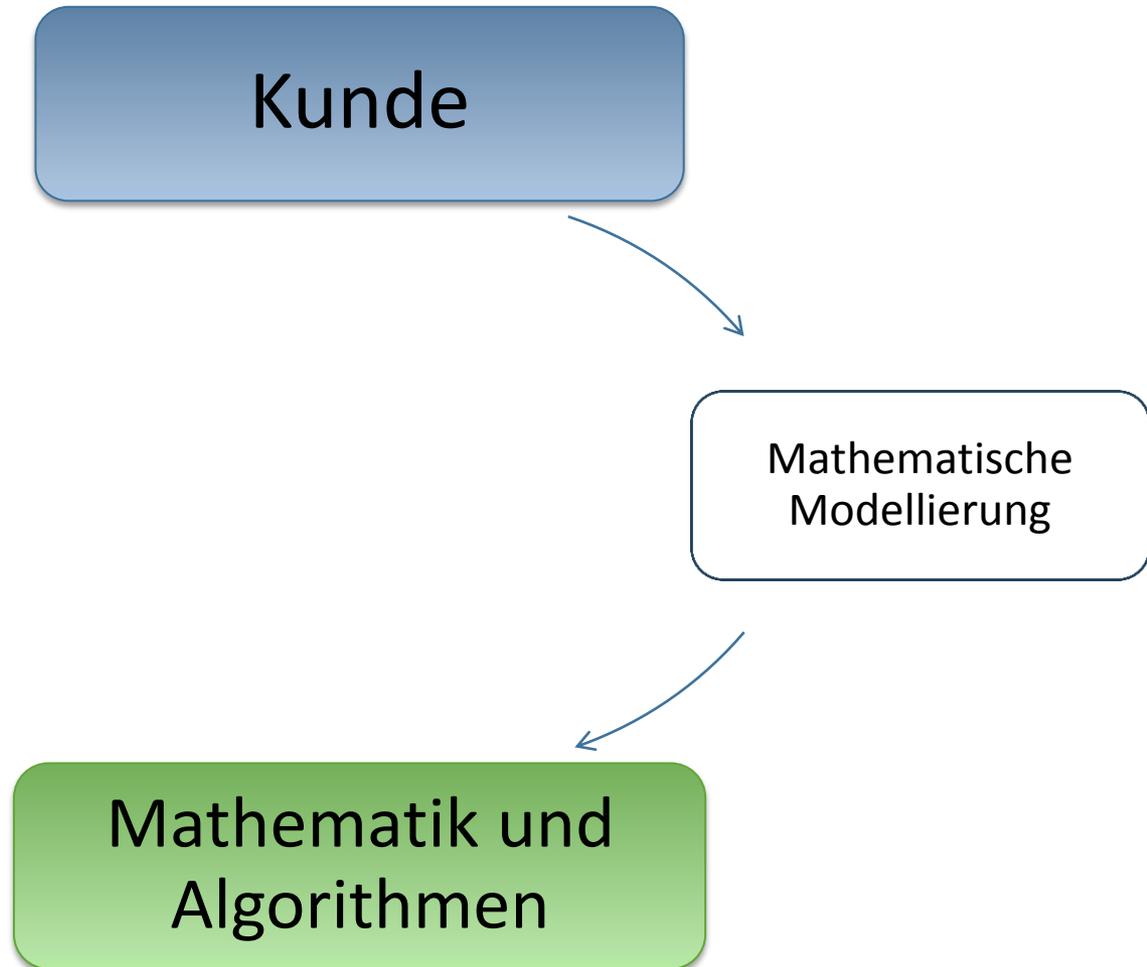
Mathematik und
Algorithmen

Vom Kunden zur Mathematik und zurück

Kunde

Mathematik und
Algorithmen

Vom Kunden zur Mathematik und zurück



Vom Kunden zur Mathematik und zurück

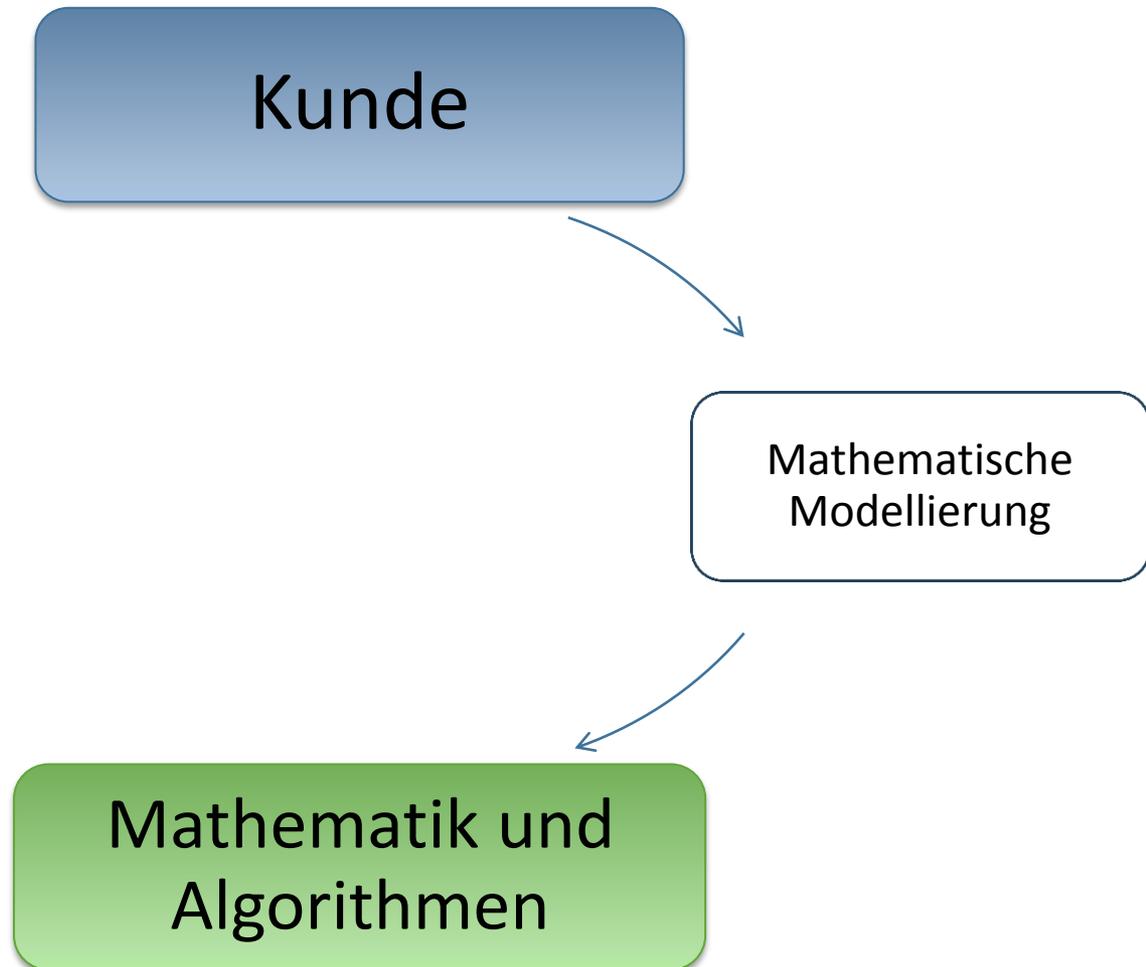
Mathematische Modellierung ist die konsequente Abbildung industrieller Prozesse in mathematische Modelle (Funktionen, Algorithmen, etc.)

Das Ergebnis ist ein Modell,

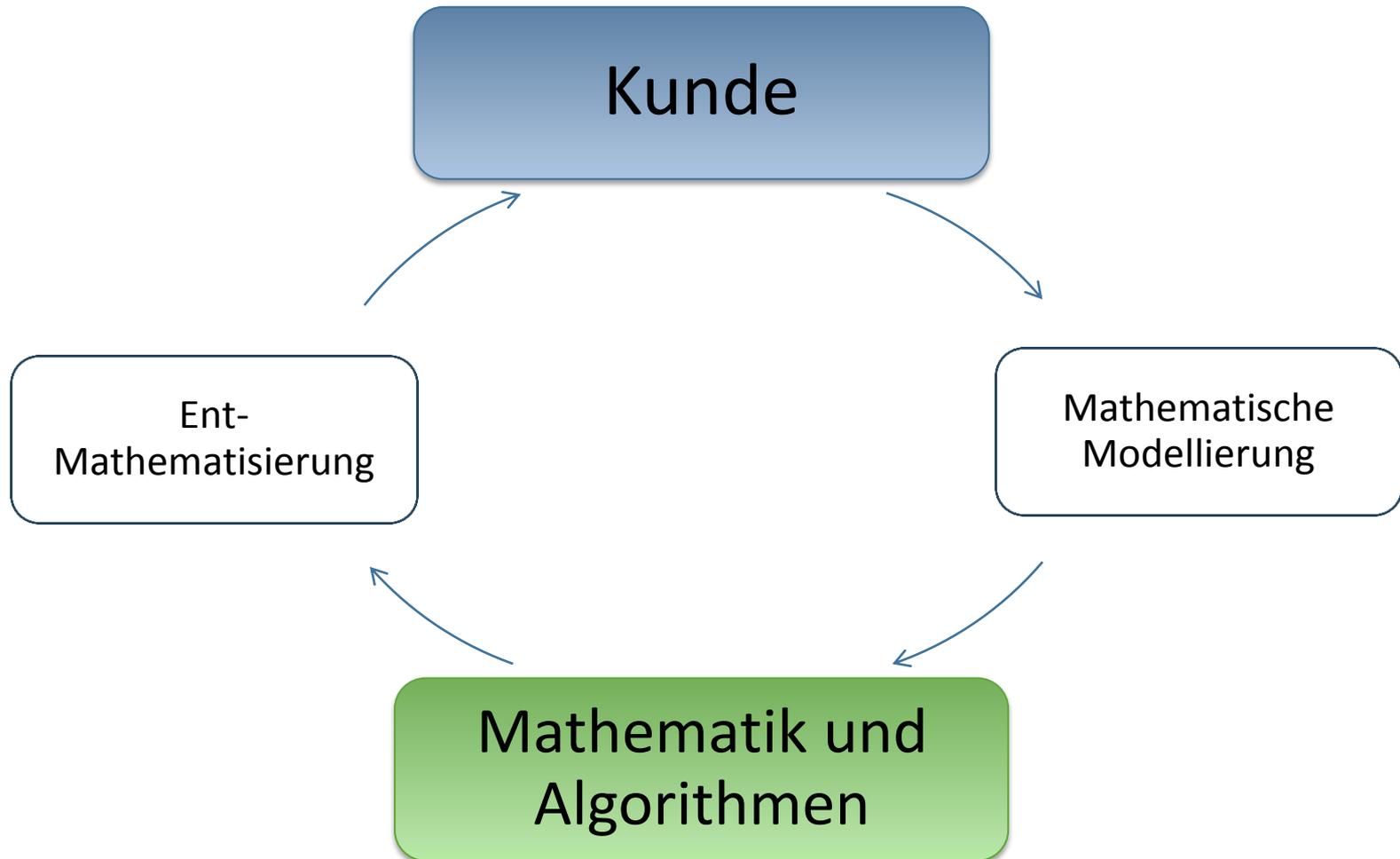
- mit dessen Hilfe mathematisch fundierte Aussagen zu den erwarteten Ergebnissen eines Prozesses
- in Abhängigkeit von den Eingangsvariablen und Randbedingungen möglich sind.

Mathematik und
Algorithmen

Vom Kunden zur Mathematik und zurück



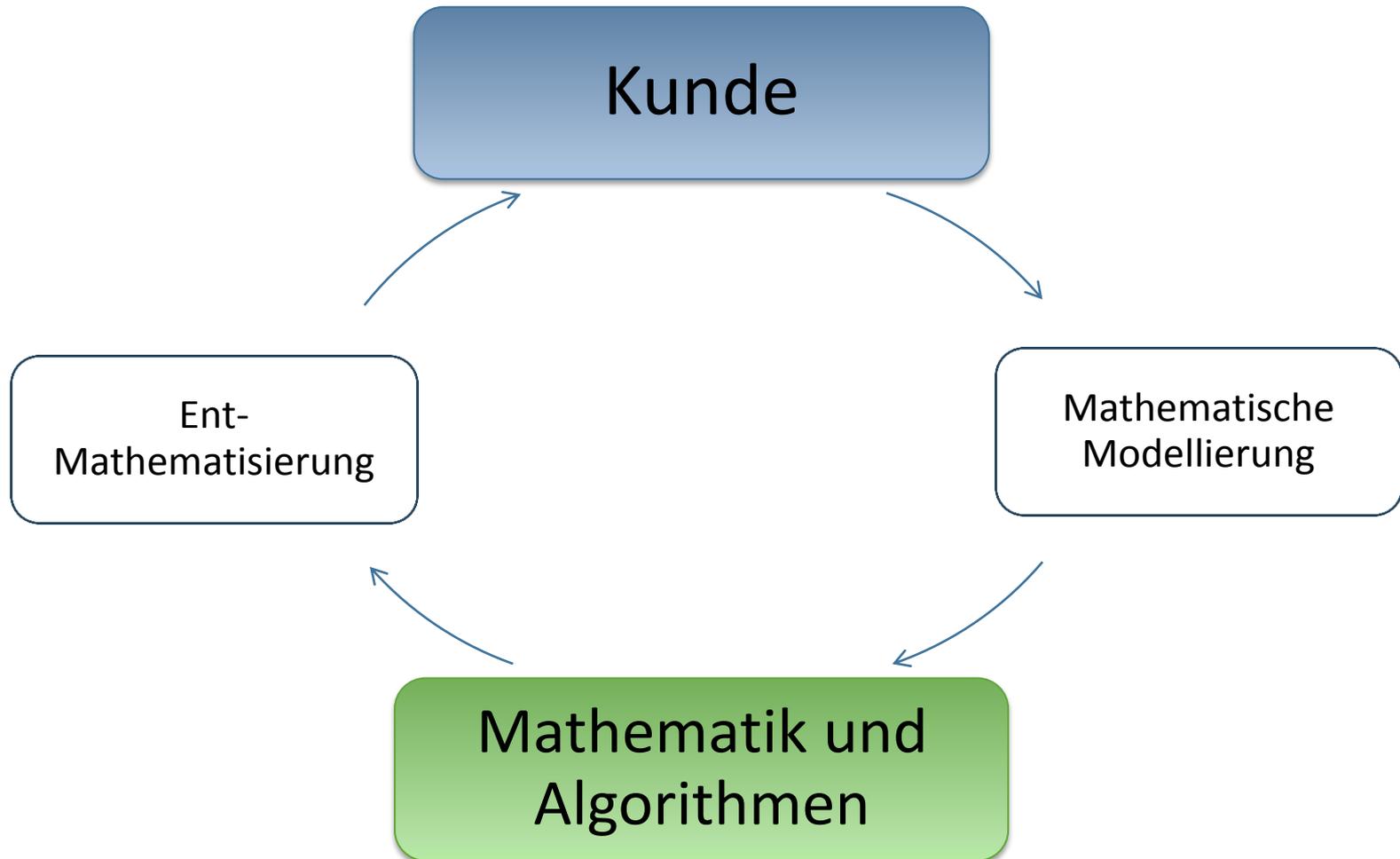
Vom Kunden zur Mathematik und zurück



Vom Kunden zur Mathematik und zurück

- Der Anwender will / darf nichts von der zugrunde liegenden Mathematik sehen
 - Er muss in den Ergebnissen „seine“ Realität wiederfinden
 - Ergebnisse müssen entsprechend aufbereitet und visualisiert werden.
 - → Die Mathematik und der Mathematiker treten für die Umwelt in den Hintergrund
-

Vom Kunden zur Mathematik und zurück



BEISPIEL: EIN TYPISCHES PROJEKT

Typischer Projektverlauf



- Prozess
- Randbedingungen
- Eingangsgrößen
- Erwartete
Ergebnisse

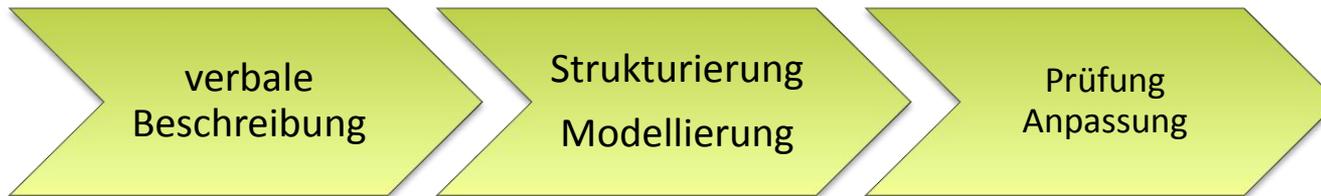
Typischer Projektverlauf



- Prozess
- Randbedingungen
- Eingangsgrößen
- Erwartete Ergebnisse

- Mathematische Gleichungen und Algorithmen
- Entwicklung von geeigneten Maßen zur Bewertung

Typischer Projektverlauf

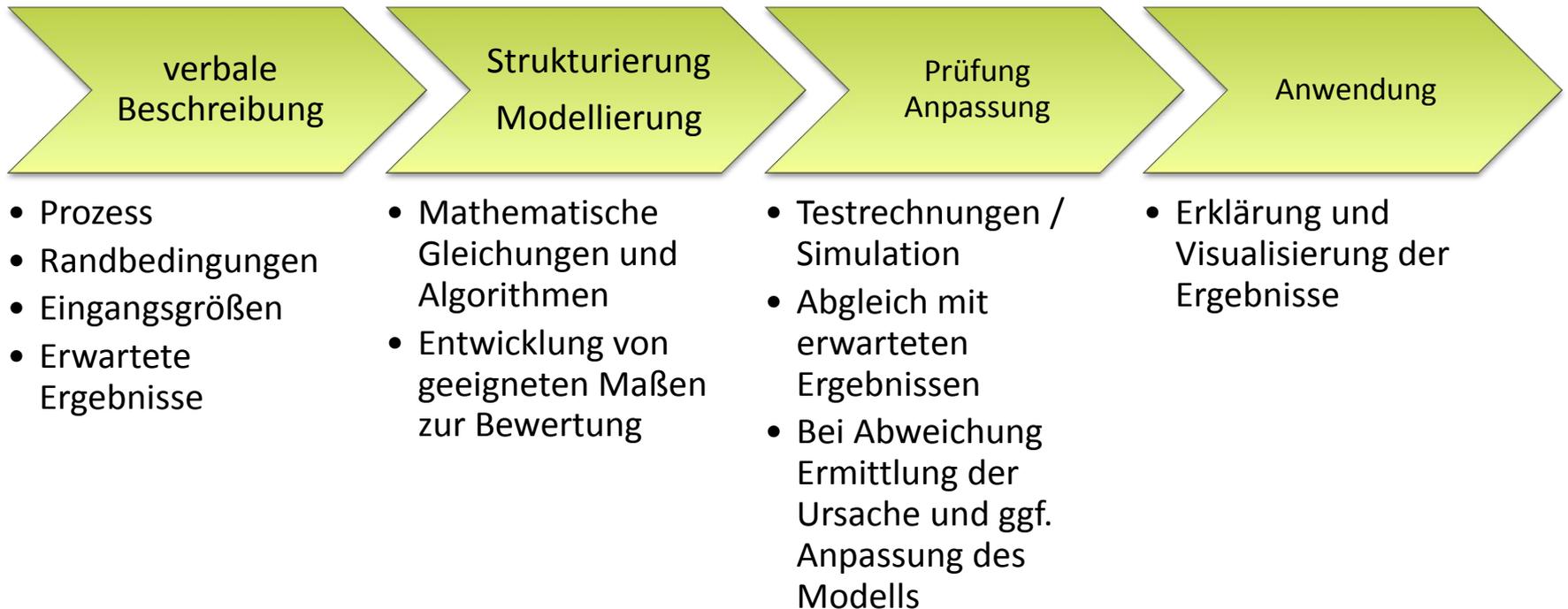


- Prozess
- Randbedingungen
- Eingangsgrößen
- Erwartete Ergebnisse

- Mathematische Gleichungen und Algorithmen
- Entwicklung von geeigneten Maßen zur Bewertung

- Testrechnungen / Simulation
- Abgleich mit erwarteten Ergebnissen
- Bei Abweichung Ermittlung der Ursache und ggf. Anpassung des Modells

Typischer Projektverlauf



BEISPIEL: MATHEMATIK UND VISUALISIERUNG

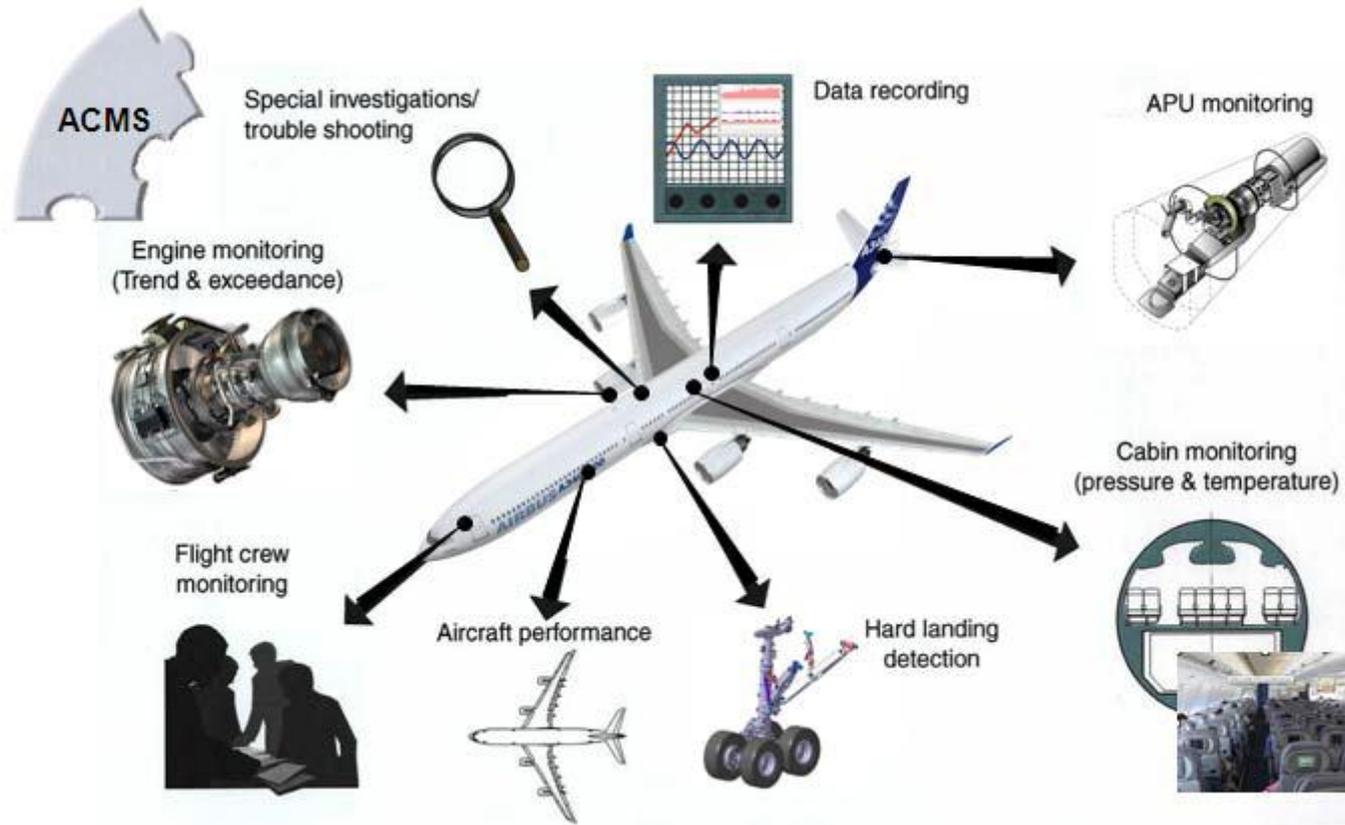
Signaldatenauswertung und Schadensfrüherkennung



Einleitung

Idee & Ziele

- Frühzeitige Erkennung kritischer und abnormaler Ereignisse in einem Flugzeugsystem durch statistische Analyse der Signaldaten



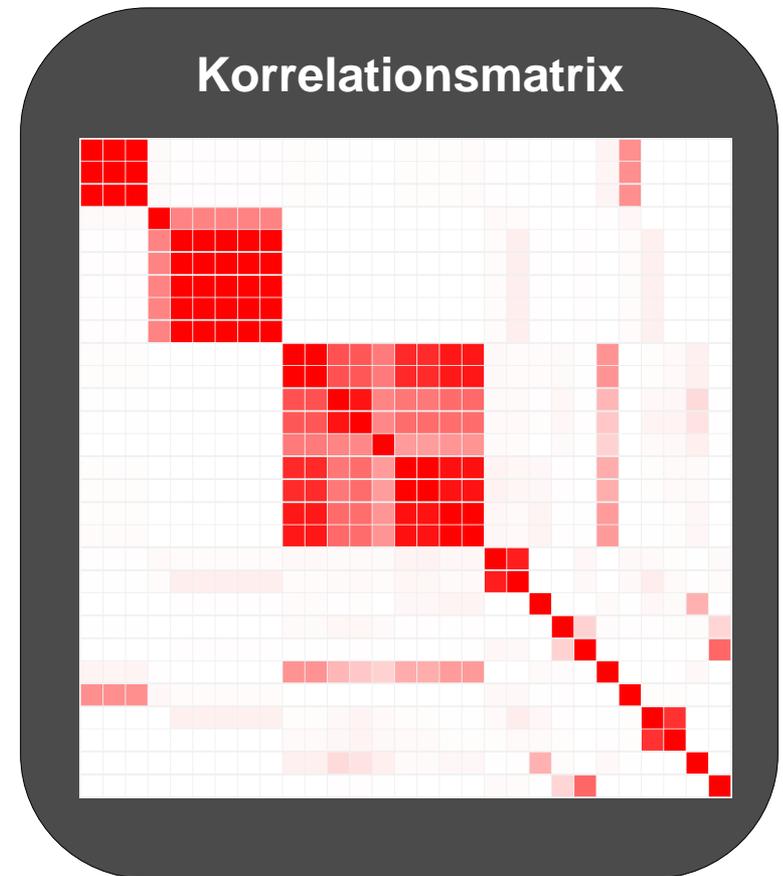
Einleitung

Idee & Ziele

- Frühzeitige Erkennung möglichst vieler kritische Ereignisse
 - Unter Minimierung der Anzahl der Fehlalarme
 - Bei gleichzeitiger Steigerung der Erkennungsrate gegenüber konventionellen Methoden
- Je länger ein abnormaler Zustand anhält, umso kritischer wird er
- Das rechtzeitige Erkennen solcher Zustände ist daher ein wichtiges Ziel
- Rechtzeitige Erkennung von Störungen
 - erhöht die Sicherheit
 - verringert die Instandhaltungskosten
 - schützt die Außenwirkung

Anomaliedetektion

- Verwendung von modernen **Anomaliedetektions** -und **Mustererkennungs** verfahren
- Das System wird multidimensional betrachtet unter Einbeziehung von Signalkorrelationen
- Die Wahl eines Distanzmaßes beeinflusst die Ausprägung der Signalkorrelationen (Mahalanobis, Euklidisch, Indikator,...)

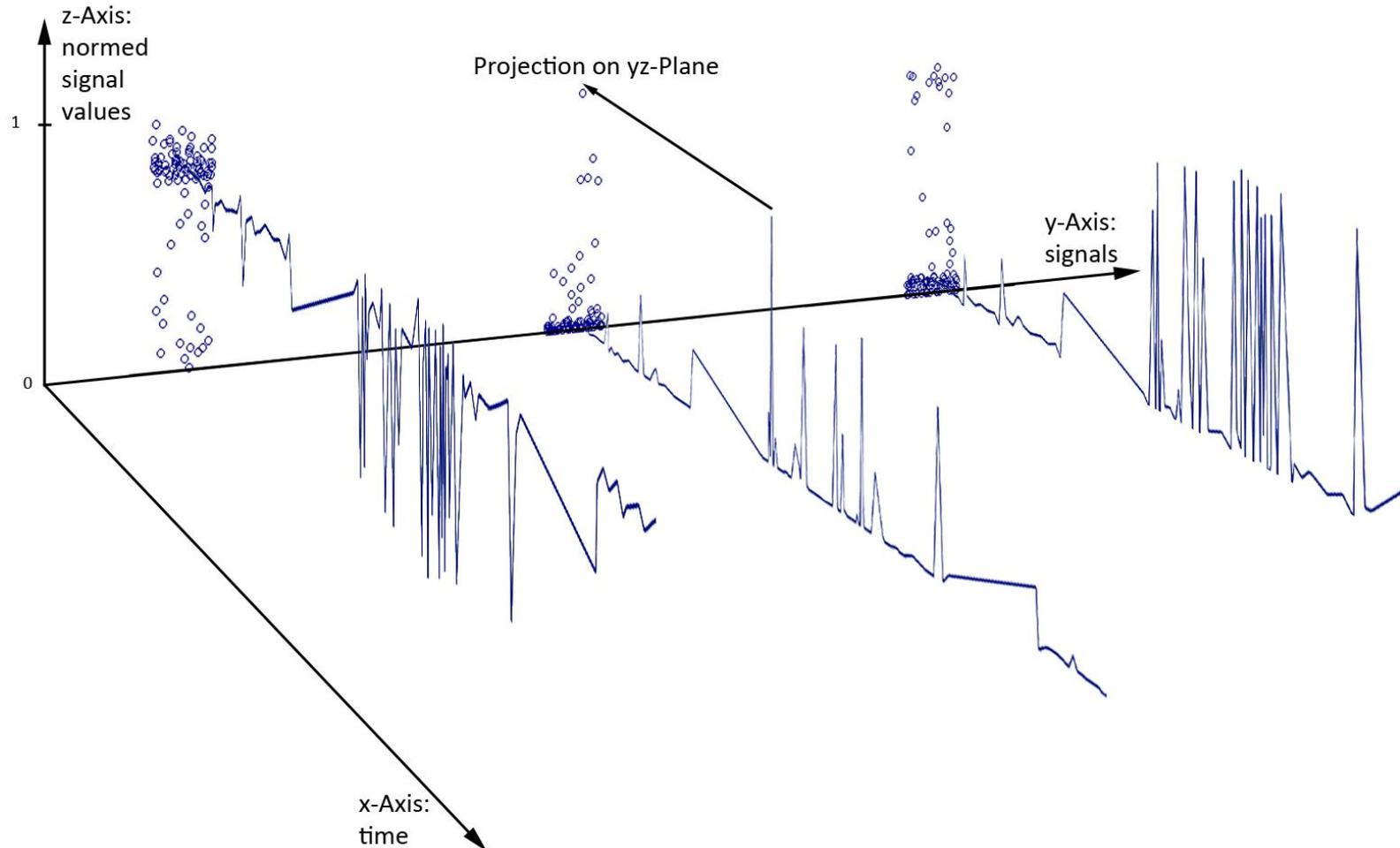


Die Herausforderung

- Die Berechnung erfolgt im hochdimensionalen Raum
- Die Betrachtung einzelner Dimensionen ist nicht immer ausreichend, um die Ursache eines Fehlers zu erkennen
- Selbst sehr gute Ergebnisse waren dem Kunden nicht oder nur schwer zu vermitteln.

→ Neue Formen der Visualisierung waren notwendig!

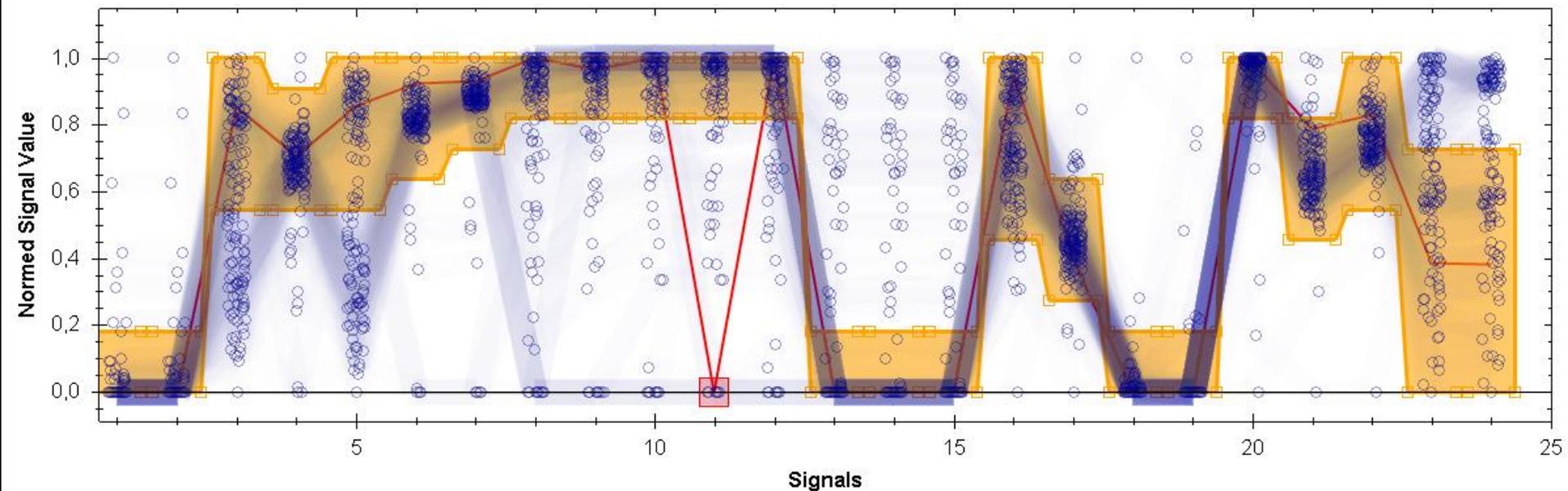
Visualisierung 1



Visualisierung 2

- Y-Achse: Normierte Signalwerte
- X-Achse: Signalindex
- Blaue Punkte: Signalwerte der Trainingsdaten
- Blau transparente Fläche: Repräsentiert die Hauptbetriebszustände in der Punktwolke
- Grüne Linie: „Gesunder“ Datensatz
- Rote Linie: Abnormaler Datensatz
- Orange Fläche: Gruppe von Datensätzen zu verschiedenen Zeitpunkten, die einen ähnlichen Systemzustand aufweisen

Record View of OH-LTU - FLPH_9

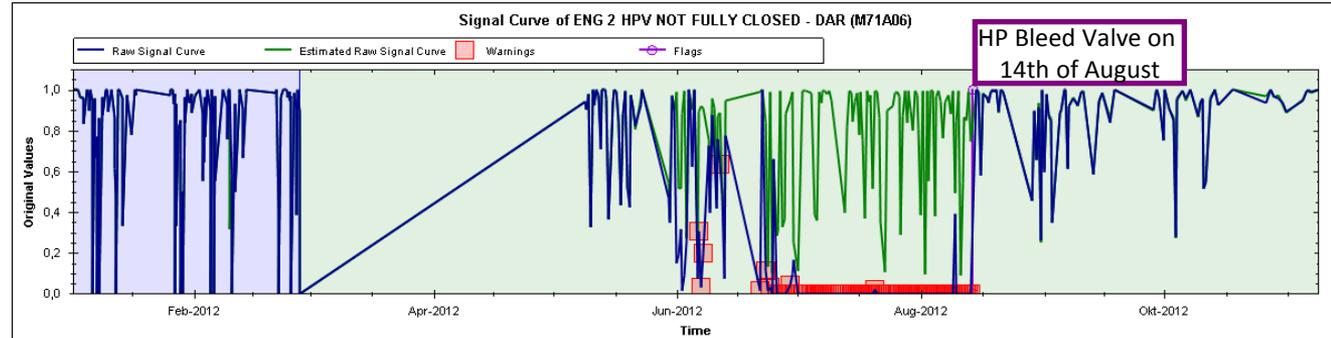


Monitoring Results (1/4)

Decorrelation warning – Signal View

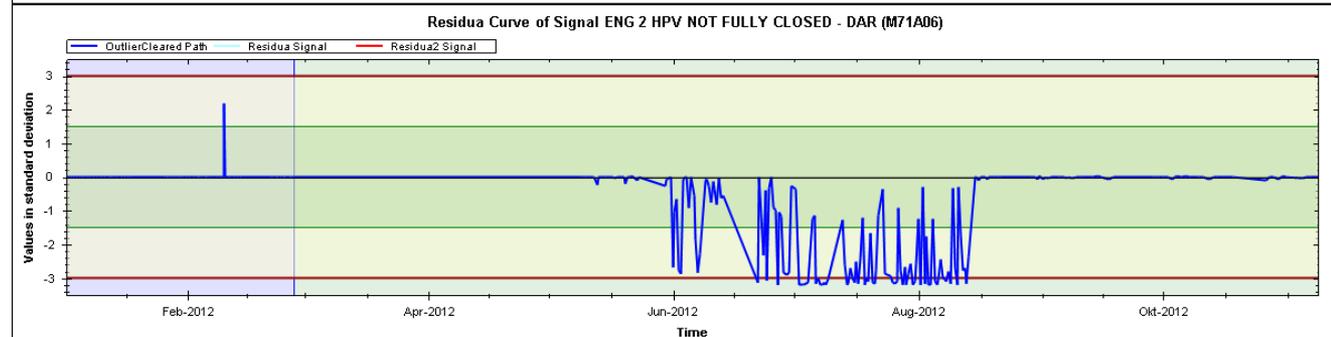
Erste Graphik:

- **Blaue Kurve:**
Gemessenes Signal (gemittelt)
- **Grüne Kurve:**
Erwartungswert unter Berücksichtigung des Gesamtsystems



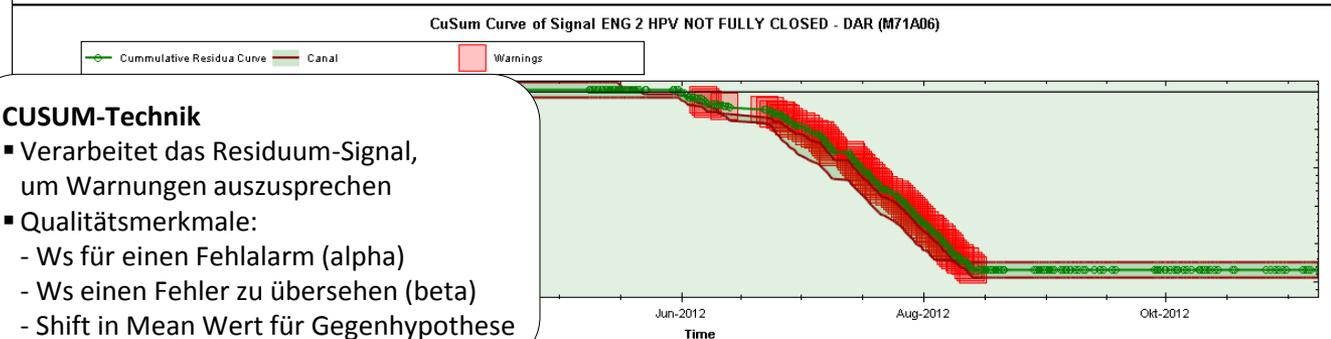
Zweite Graphik:

- **Blaue Kurve:**
Residuum-Signal



Dritte Graphik:

- **Grüne Kurve:**
Aufkumuliertes Residuum



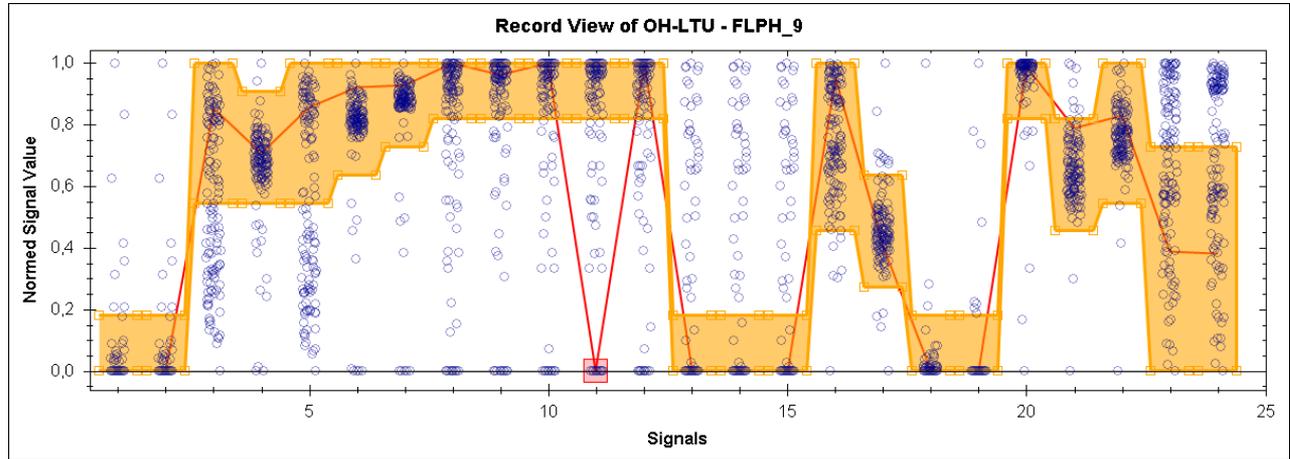
CUSUM-Technik

- Verarbeitet das Residuum-Signal, um Warnungen auszusprechen
- Qualitätsmerkmale:
 - W_s für einen Fehlalarm (alpha)
 - W_s einen Fehler zu übersehen (beta)
 - Shift in Mean Wert für Gegenhypothese

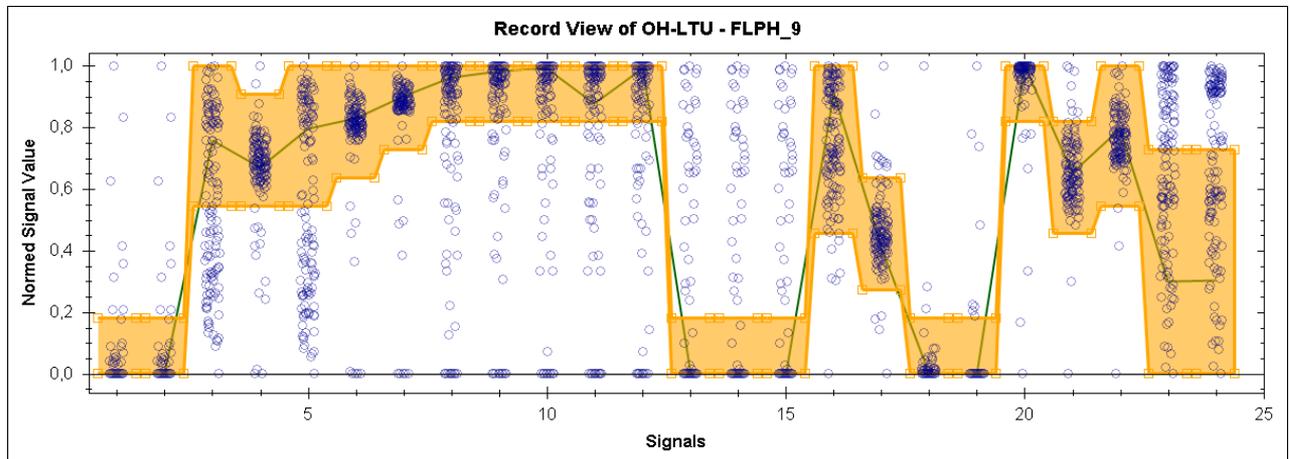
Monitoring Results (2/4)

Decorrelation warning – Multidimensional View

Vor HP Bleed
Valve-Wechsel:
Warnung

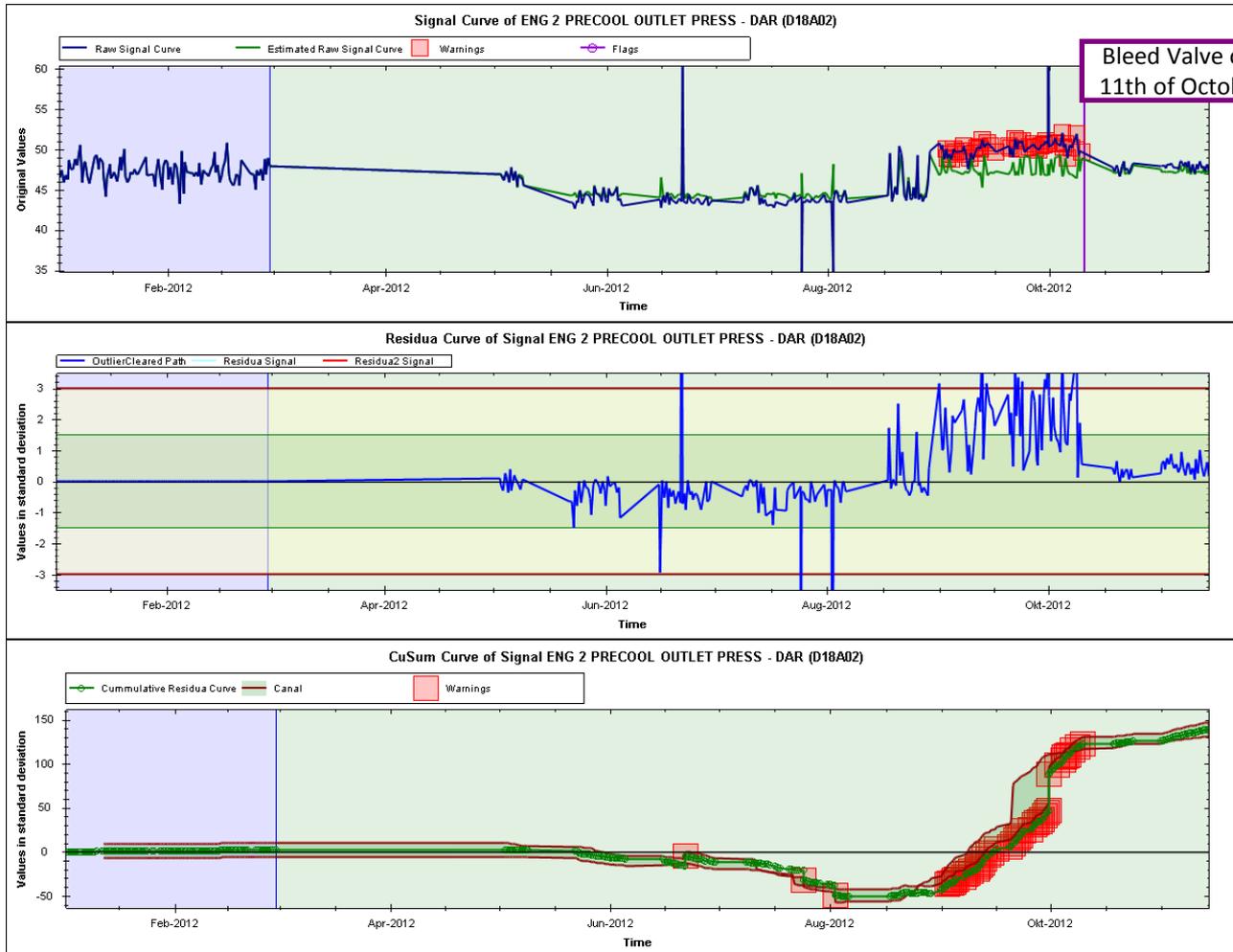


Nach HP Bleed
Valve Wechsel:
**Warnung
verschwindet**



Monitoring Results (3/4)

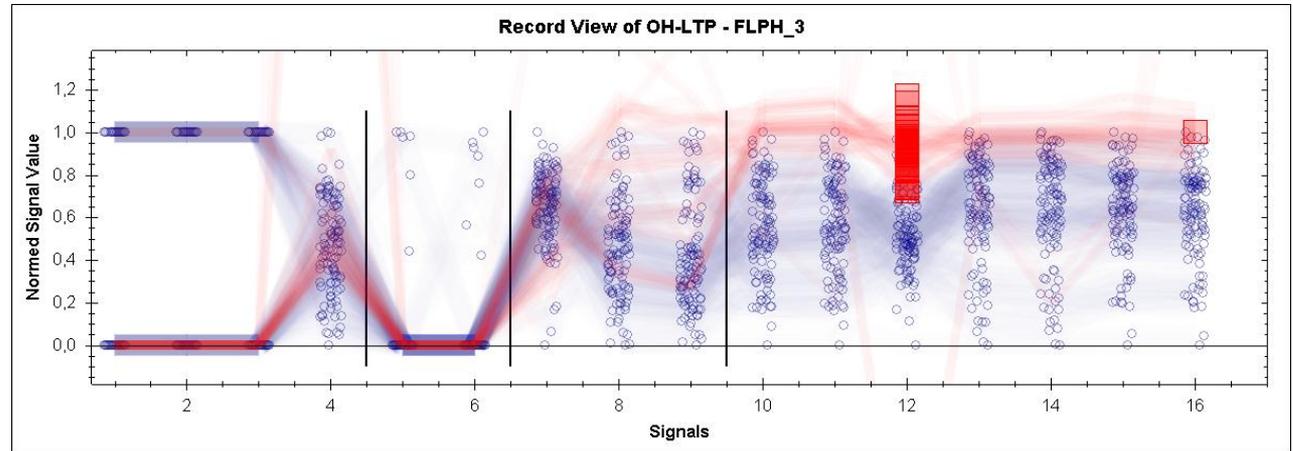
Level change warning – Signal View



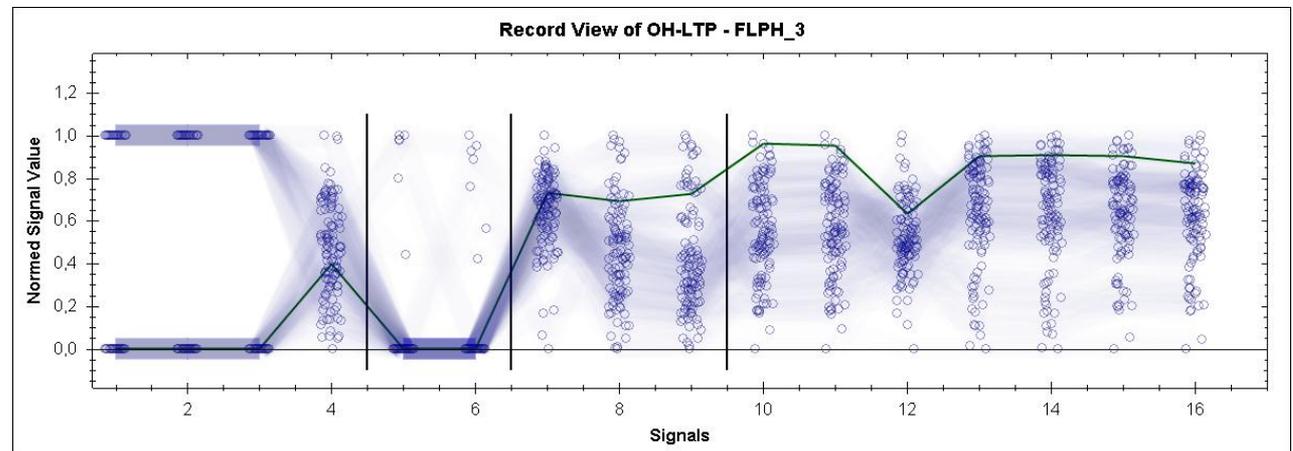
Monitoring Results (4/4)

Level change warning – Multidimensional View

Vor Bleed Valve-
Wechsel:
Warnungen



Nach Bleed Valve
Wechsel:
**Warnungen
verschwinden**



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

FRAGEN?