



Robustheit in der digitalen und automatisierten Welt

Offenburg, 08.03.2017

Clarissa Vogelbacher

Agenda

- Begrifflichkeiten: Automatisierung und Robustheit
- Beispiele - warum braucht man robuste Automatisierung?
- Predictive Maintenance in der Luftfahrt
- Vorgehen
- Zusammenfassung & Fragen

Automatisierung | Robustheit

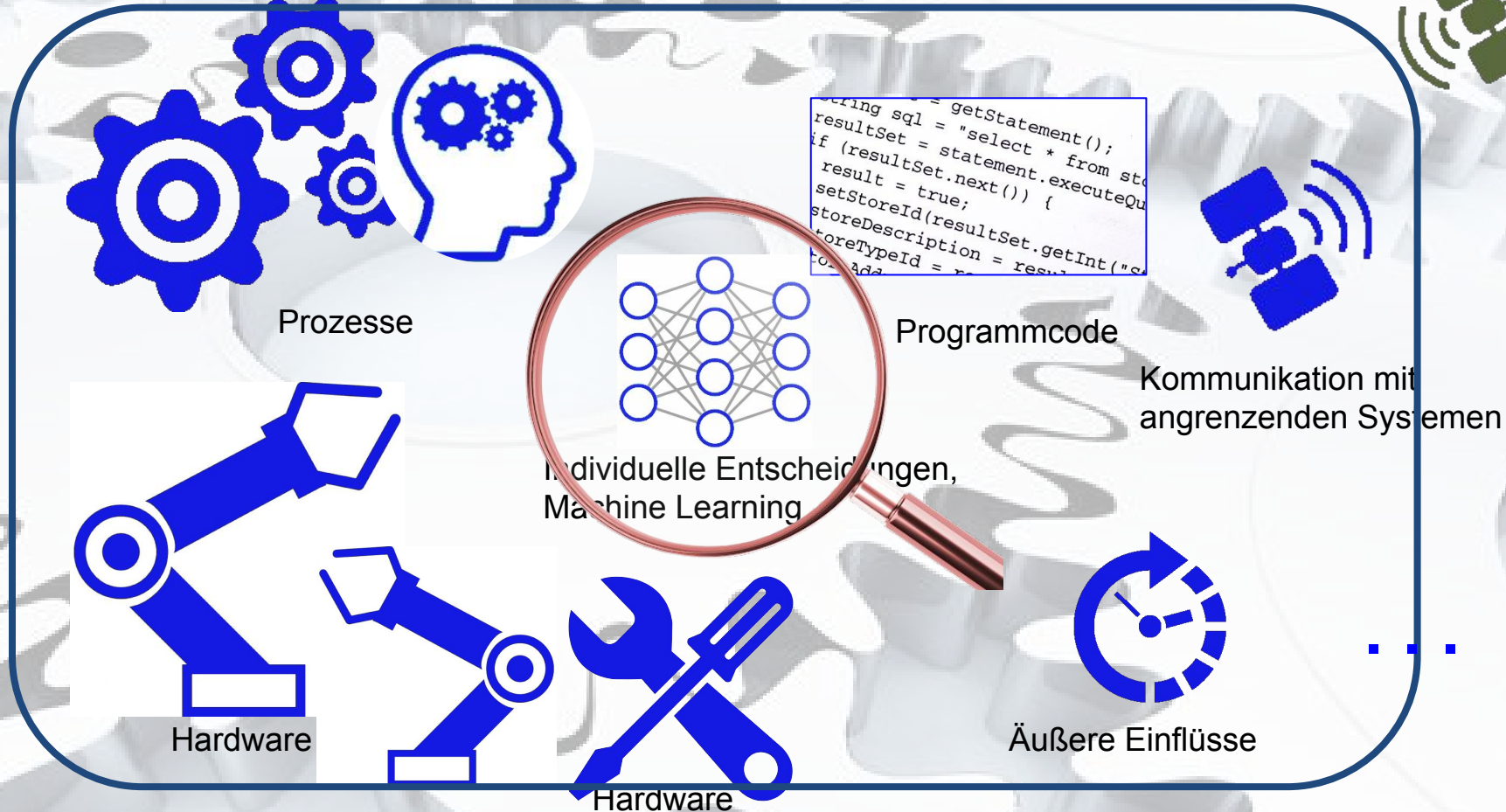
- **Automatisierung**

- Übertragung von Funktionen des Produktionsprozesses (...) vom Menschen auf künstliche Systeme (Gabler Wirtschaftslexikon)
- „Das Ausrüsten einer Einrichtung, so daß sie ganz oder teilweise ohne Mitwirkung des Menschen bestimmungsgemäß arbeitet.“ (nach DIN V 19233, Wikipedia)

- **Robustheit**

- “(...) bezeichnet die Fähigkeit eines Systems, Veränderungen ohne Anpassung seiner anfänglich stabilen Struktur standzuhalten” (Wikipedia)
- nicht: Antifragilität (Nassim Nicholas Taleb)

Automatisierung | Robustheit



Automatisierung | Robustheit - Beispiele

E-Commerce

Aktien-Handel

Automatisiertes
Fahren

Luftfahrt

Predictive Maintenance für Luftfahrzeuge

Beispiel Luftfahrt
zweiter Weltkrieg

Predictive Maintenance für Luftfahrzeuge - Use Cases

1. Einsatzplanung von Flugzeugen
2. Ersatzteilplanung
3. Fehleranalyse

Use Case 1: Einsatzplanung von Flugzeugen

Herausforderung: Zuordnung Geplanter Flug $\leftarrow \rightarrow$ Flugzeug

- Randbedingungen
- Optimierung (durch Predictive Maintenance)

Ziel: Höhere Verfügbarkeit, geringere Kosten

Use Case 2: Ersatzteilplanung

- Herausforderung: Verfügbarkeit von Ersatzteilen
 - zur richtigen Zeit
 - am richtigen Ort
 - Rahmenbedingungen

Use Case 3: Fehleranalyse

- Fehlermeldungen → Fehlerspeicher
- Fehler → Ursachensuche am Boden
- Komplex, aufwändig

Ziel: Vereinfachung dieses Prozesses durch Machine Learning

Use Case 3: Fehleranalyse Beispiele

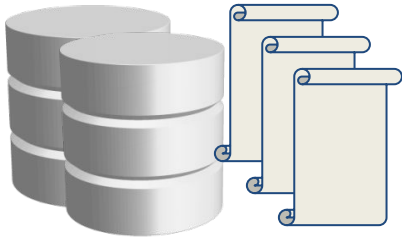
- P: Bereifung innen links muss fast erneuert werden.
- S: Bereifung innen links fast erneuert.
- P: Testflug OK, Landung mit Autopilot sehr hart.
- S: Landung mit Autopilot bei diesem Flugzeugtyp nicht installiert.
- P: Im Cockpit ist irgendetwas locker.
- S: Wir haben im Cockpit irgendetwas wieder fest gemacht.
- P: Tote Käfer auf der Scheibe.
- S: Lebende Käfer im Lieferrückstand.
- P: Der Autopilot leitet trotz Einstellung auf "Höhe halten" einen Sinkflug von 200 fpm ein.
- S: Wir können dieses Problem auf dem Boden leider nicht nachvollziehen.
- P: Hinweis auf undichte Stelle an der rechten Seite.
- S: Hinweis entfernt.
- P: DME ist unglaublich laut.
- S: DME auf glaubwürdigere Lautstärke eingestellt.
- P: IFF funktioniert nicht.
- S: IFF funktioniert nie, wenn es ausgeschaltet ist.
- P: Vermute Sprung in der Scheibe.
- S: Vermute, Sie haben recht.
- P: Antrieb 3 fehlt.
- S: Antrieb 3 nach kurzer Suche an der rechten Tragfläche gefunden.
- P: Flugzeug fliegt komisch.
- S: Flugzeug ermahnt, ernst zu sein und anständig zu fliegen.
- P: Zielradar summt.
- S: Zielradar neu programmiert, so dass es jetzt in Worten spricht.
- P: Maus im Cockpit.
- S: Katze installiert.

P = Problem, das vom Piloten berichtet wurde.

S = Die Lösung/ Maßnahme des Ingenieurs/Mechanikers.

Quelle: <http://www.topos-online.at/html-texte/humour28.htm> (März 2017)

Vorgehen für Use Cases - Predictive Maintenance



Flugdaten

Maintenance Daten



Historische Daten
aufbereiten

Vorhersage von
Maintenance-Aktionen

Redundante
Informationen

Datenfehler,
Datenlücken

Übertrainieren

ungünstige
Entscheidungen

...

Vorgehen für robustes Ergebnis | Predictive Maintenance

Vorgehen



Vorhersage von Maintenance Aktionen



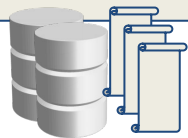
Preprocessing und Machine Learning



Aufbereitung historischer Daten



Zusammenführen aller relevanter Daten



Aspekte

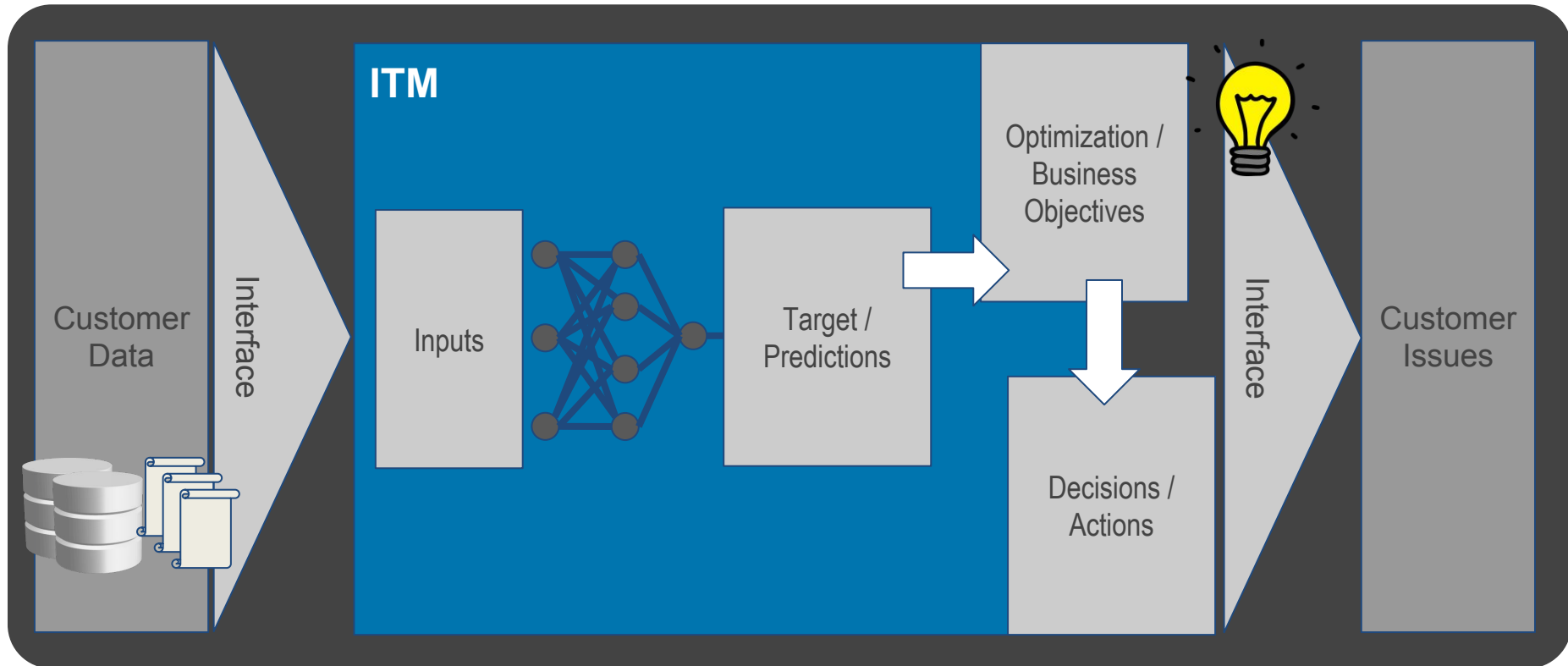
Wahrscheinlichkeiten oder
Wahrscheinlichkeitsdichten

Regularisierung, Konsequente
Fehlerrechnung

Ziel → alle relevanten Informationen
strukturiert

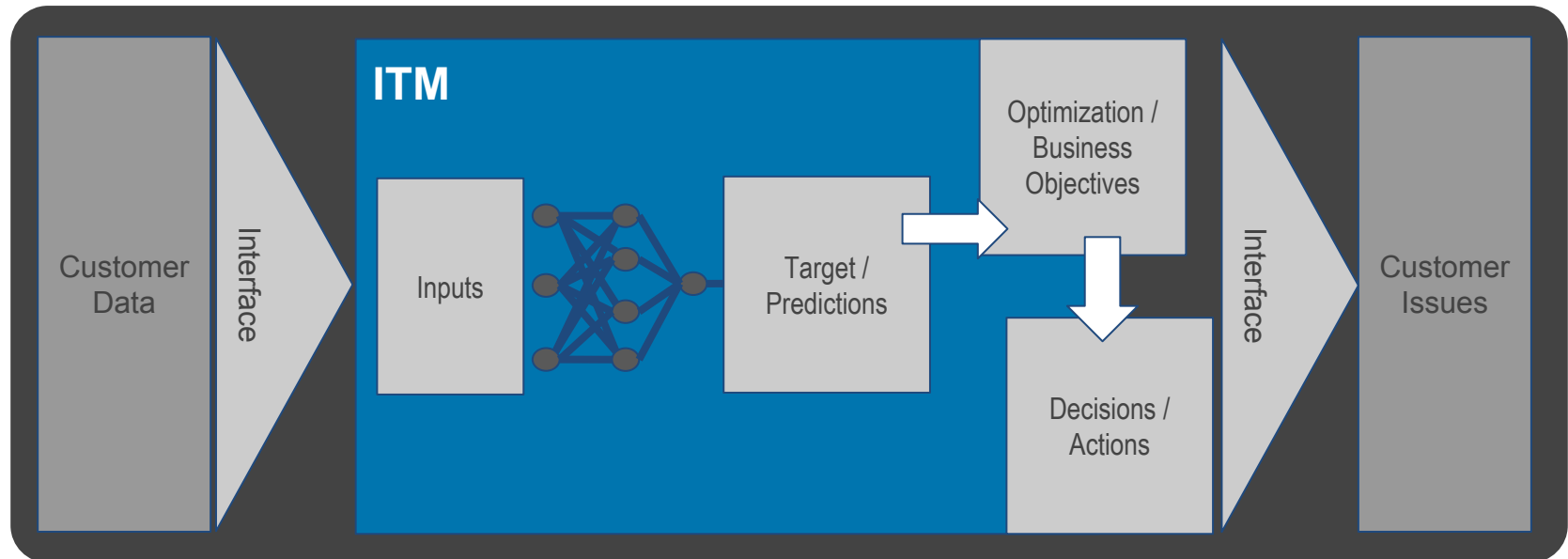
Probabilistischen Ansatz →
Vollständigkeit der Daten

Allgemeines Vorgehen - automatisierte Entscheidungen

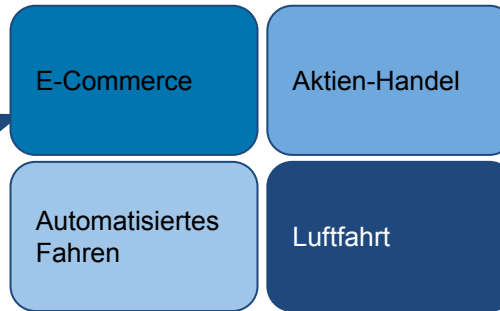


Typisches Vorgehen

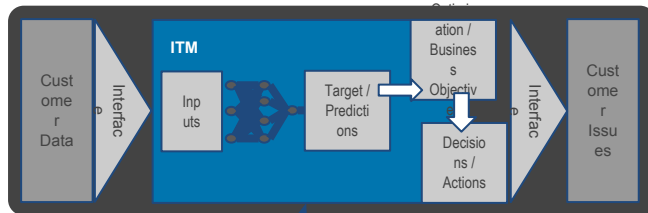
Übergeordnetes Regelwerk



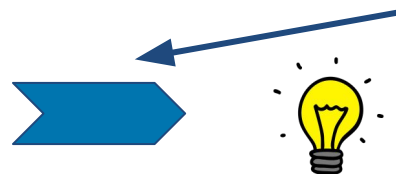
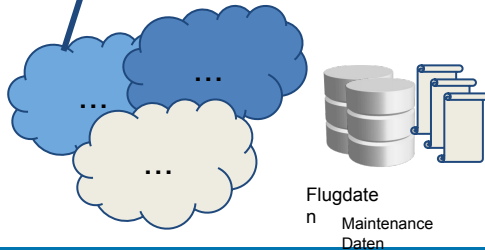
Zusammenfassung - Fragen?



Beispiel Luftfahrt
zweiter Weltkrieg



Fragen?



- Herausforderung: Verfügbarkeit von Ersatzteilen
 - zur richtigen Zeit
 - am richtigen Ort
 - Rahmenbedingungen