

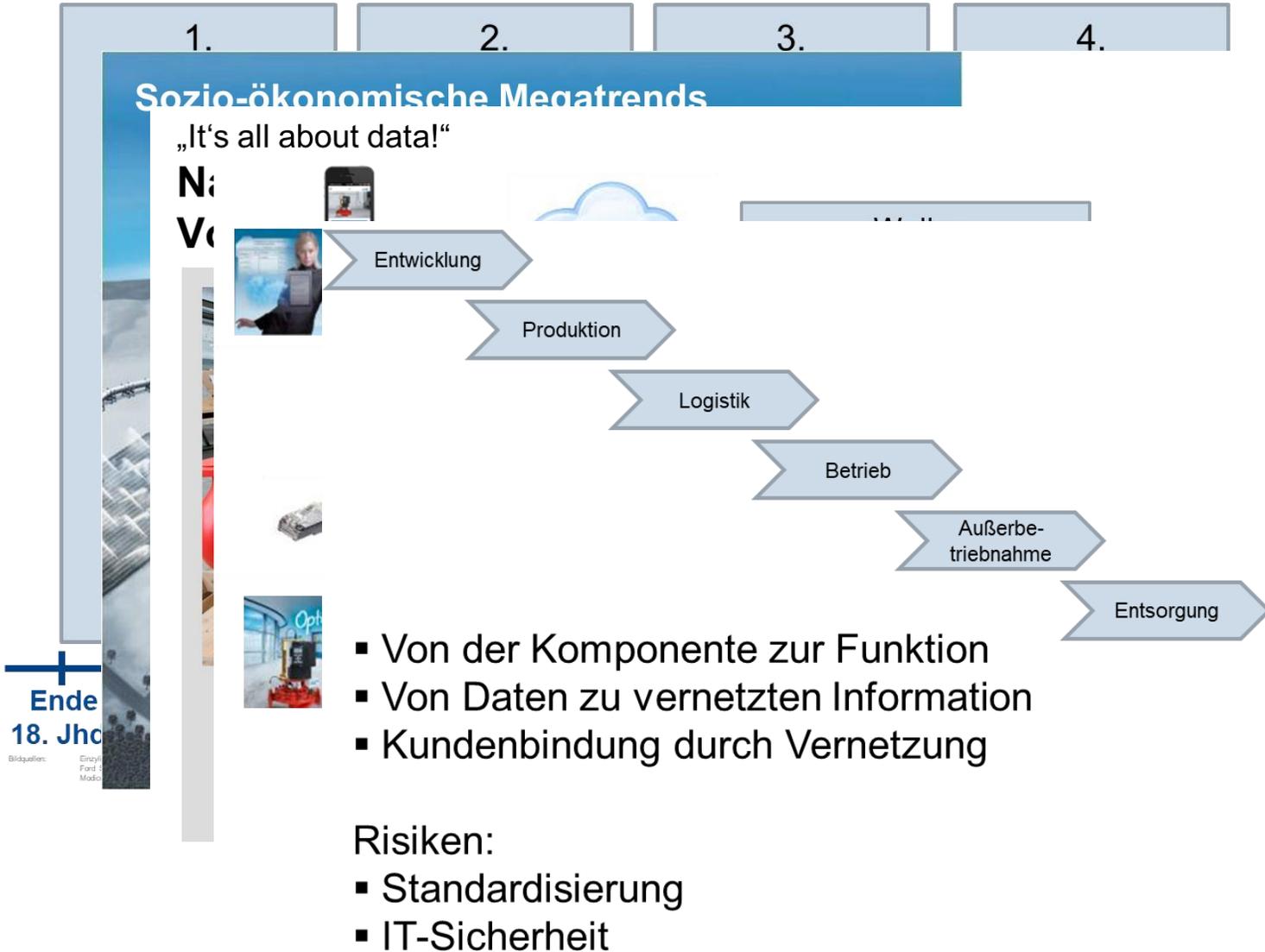


# 10 Jahre Industrie 4.0 und Digitalisierung - Ein Fazit aus Sicht eines Pumpenherstellers

Dr. Stephan Bross, KSB SE & Co. KGaA  
Praktikerkonferenz Graz, 6. September 2021

1. **Ausgangspunkt: Industrie 4.0 2011**
2. Stand heute 2021
3. Beispiele aus dem Lebenszyklus
  - Verkauf
  - Model-based Systems Engineering / KI
  - Produktintegration / Legislative / Agilität
4. Fazit und zukünftige Entwicklungen

# Ausgangspunkt 2011



- Durchgängigkeit des Engineerings
- Identifizierbarkeit und Verfolgbarkeit
- Vertikale Integration
  - Unterschiedliche Zeithorizonte
- Horizontale Integration
  - Neue Geschäftsmodelle über Unternehmensgrenzen hinweg
  - Reduktion von TCO/ Maintenance Aufwand

1. Ausgangspunkt: Industrie 4.0 2011
2. **Stand heute 2021**
3. Beispiele aus dem Lebenszyklus
  - Verkauf
  - Model-based Systems Engineering / KI
  - Produktintegration / Legislative / Agilität
4. Fazit und zukünftige Entwicklungen

# Wo stehen wir heute?

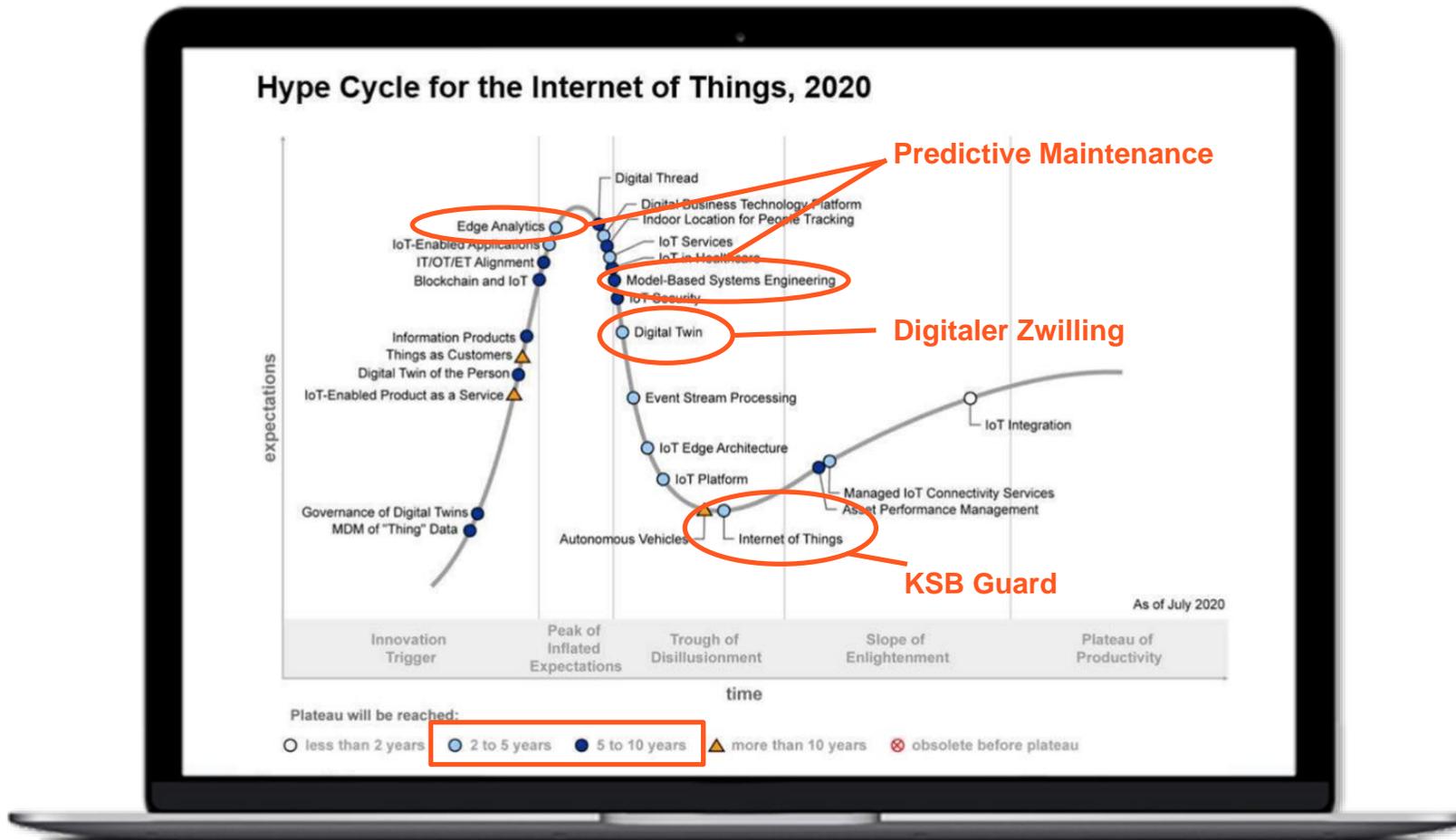
## Konsumentenmarkt

- Amazon (profitabel nach 6 Jahren)
- Google (profitabel nach 6 Jahren)

## Industrie

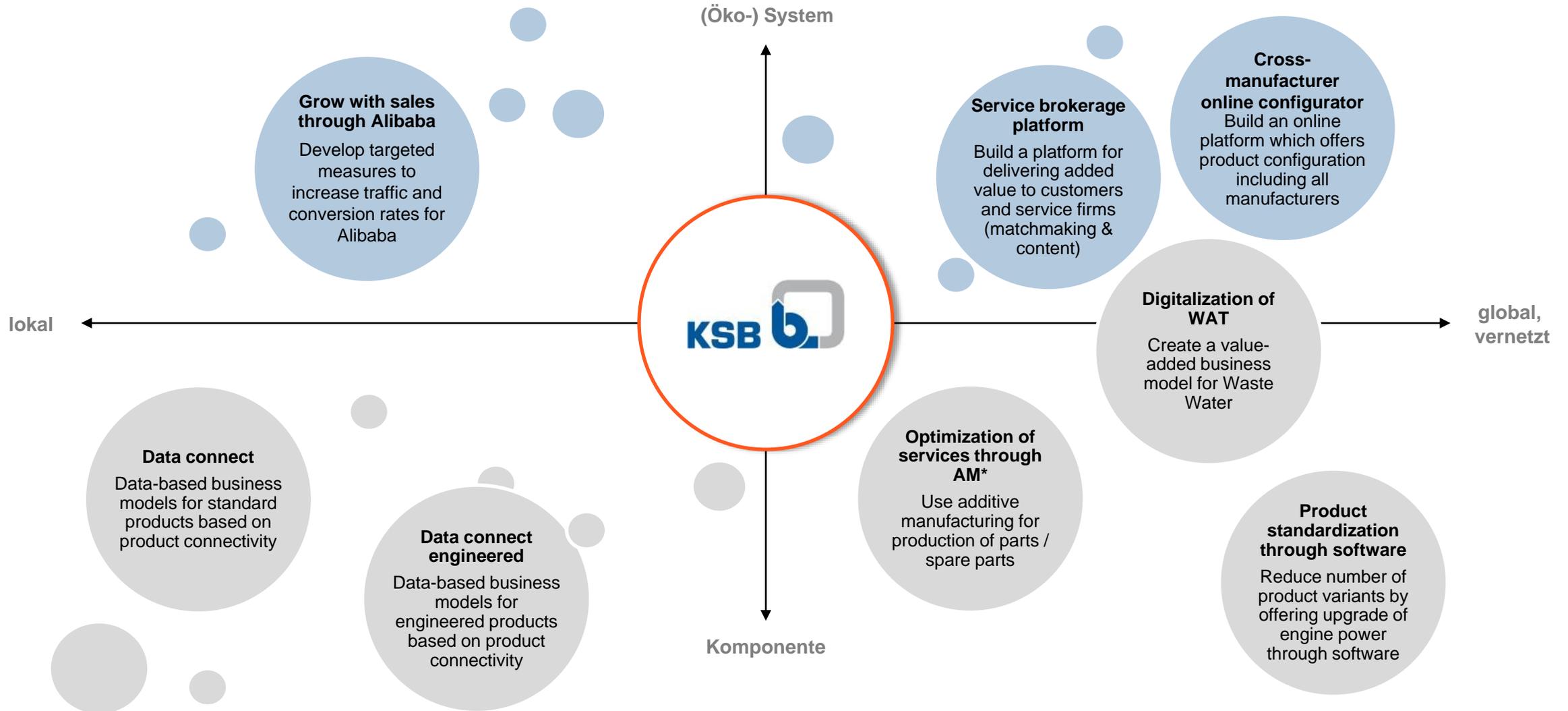
### Neue Technologien, Kompetenzaufbau und Geschäftsmodelle...

- müssen konsequent weiter verfolgt werden
- werden in den kommenden 2-10 Jahren zu rentablen Produkten und Dienstleistungen führen und die zukünftige Wettbewerbsfähigkeit sichern

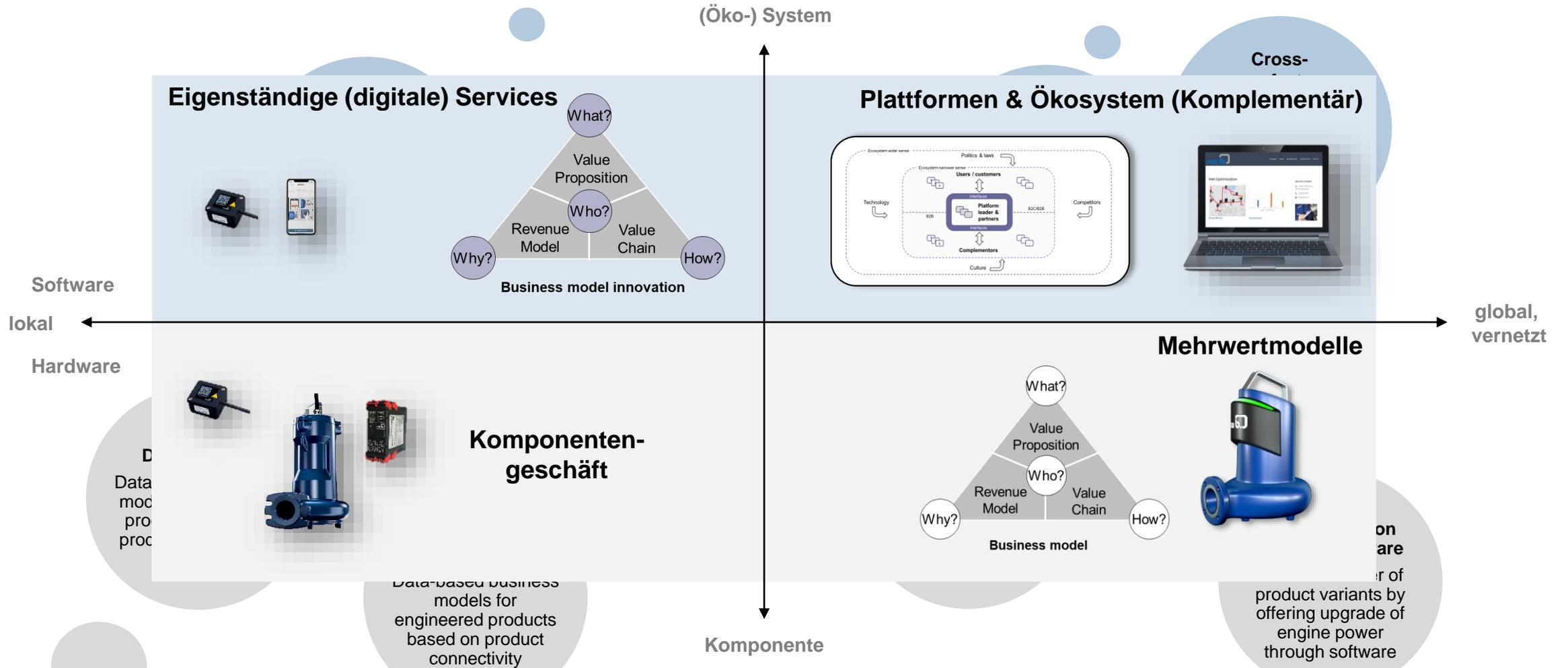


\*Quelle: <https://vantiq.com/gartner-hype-cycle-for-the-internet-of-things-2020/>

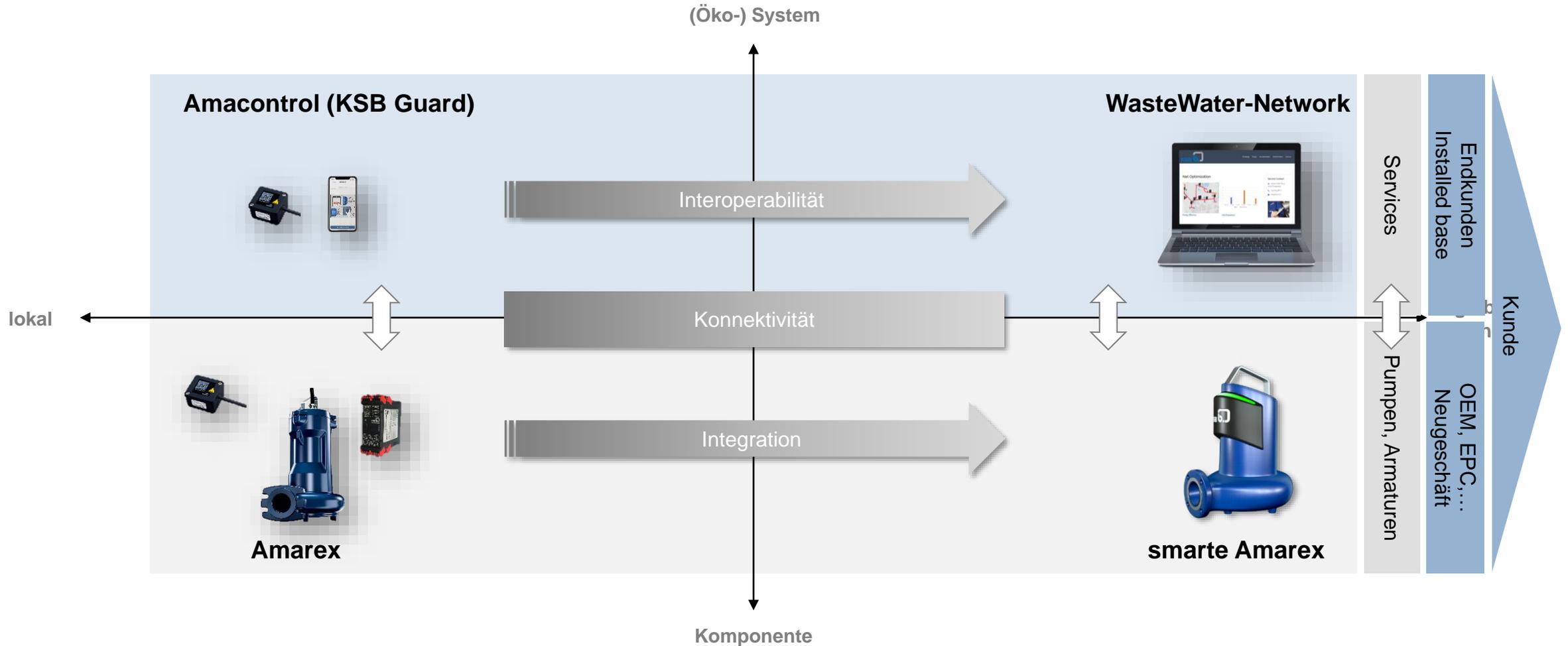
# Welche weiteren Geschäftsmodelle gibt es?



# Wie kann man diese strukturieren?



# Welche Fähigkeiten werden zur Realisierung benötigt?



1. Ausgangspunkt: Industrie 4.0 2011
2. Stand heute 2021
3. **Beispiele aus dem Lebenszyklus**
  - Verkauf
  - Model-based Systems Engineering / KI
  - Produktintegration / Legislative / Agilität
4. Fazit und zukünftige Entwicklungen

Verkauf

... den „Fisch“ mit dem höchsten Potential an Land ziehen?



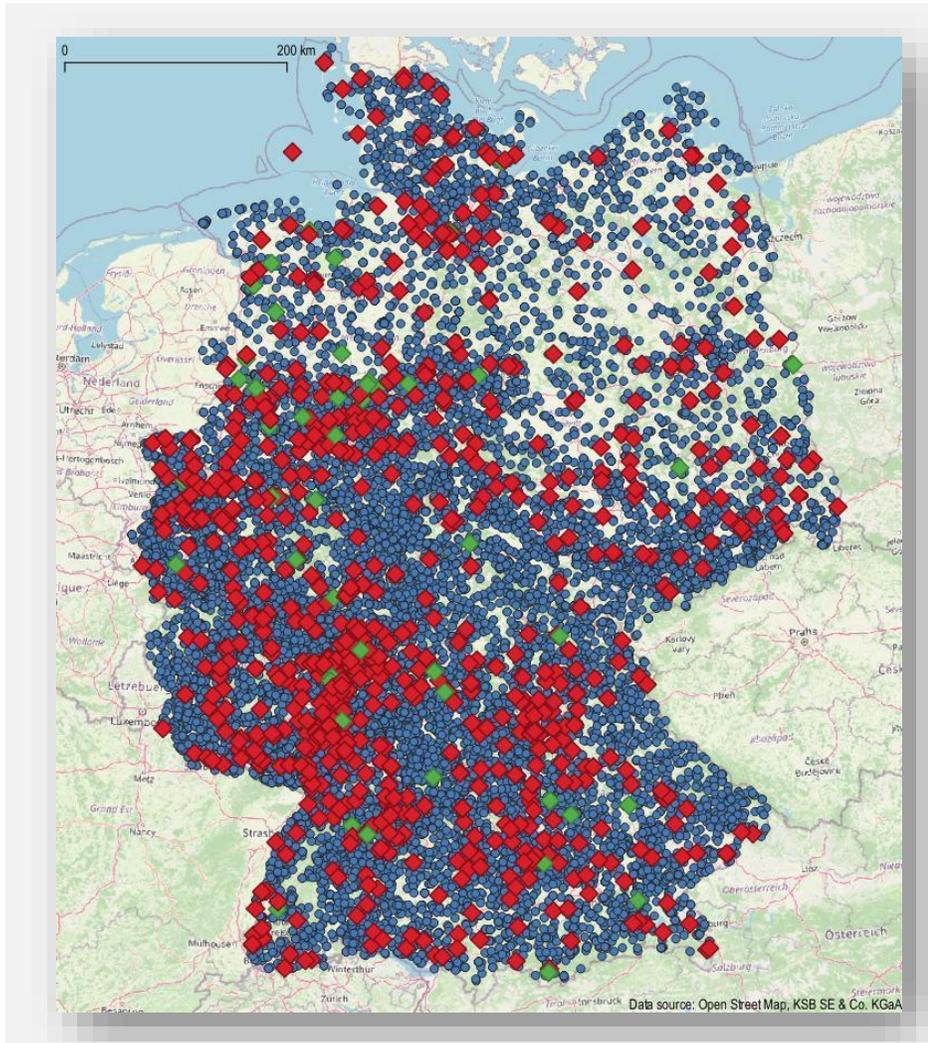
## Bewertung potentieller Leads via Machine Learning



Entwicklung eines Tools zur **Bewertung** des **Potentials** von KSB-Bestands- und Neukunden mittels **künstlicher Intelligenz**

- **Automatische Zuweisung** von **Indikatoren** zur Bewertung der „**digitalen Affinität**“ eines potentiellen Kunden
- **Identifikation** der **digital-affinsten Kunden**, die laut des statistischen Modells **sehr hohes Potential** aufweisen

# Lead Assessment in Verbindung mit einem Geo-Informationssystem



## KSB-Bestands- und Neukunden

- Land: Deutschland
- Marktbereich: WAT
- Branche: Wasserversorgung und Abwasserentsorgung

## → Abbildung des Marktpotentials



KSB Guard-Bestandskunden



KSB-Bestandskunden mit KSB Guard-Potential

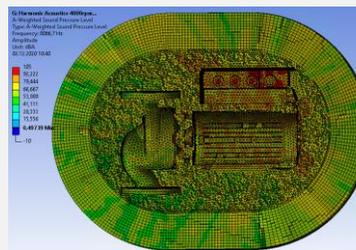
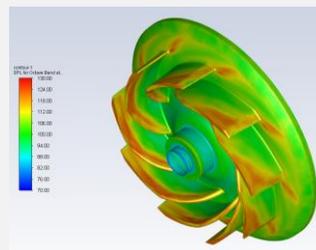
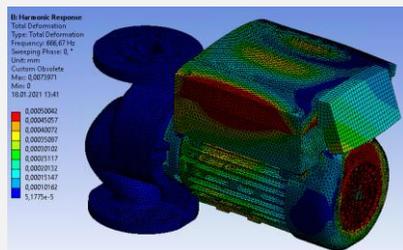
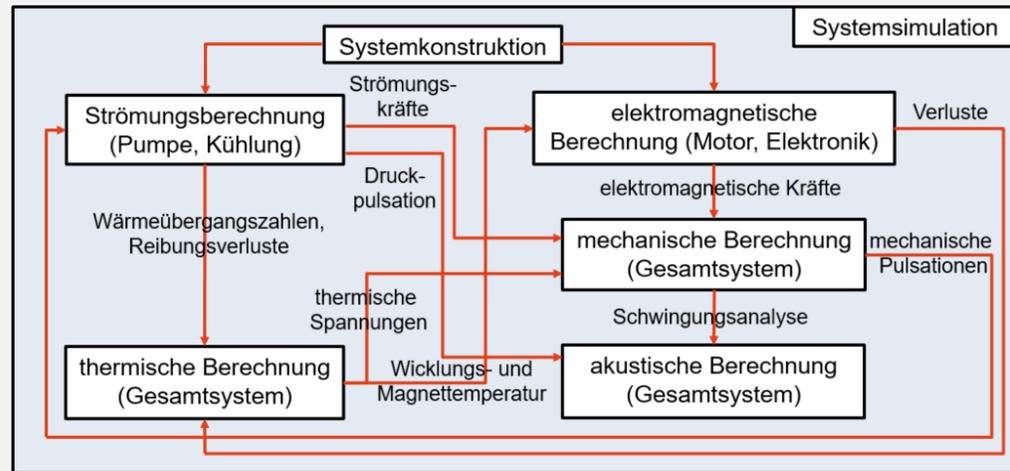
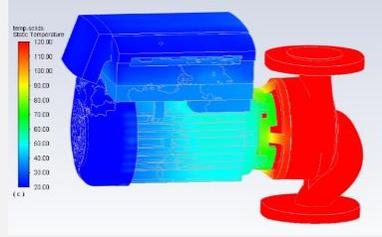
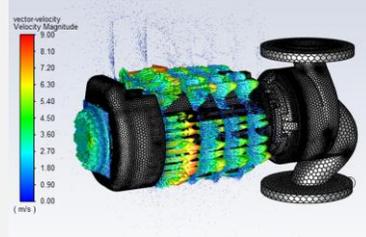
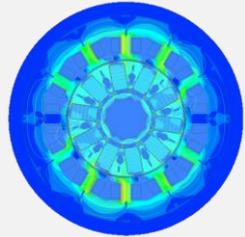


Über Open Street Map-identifizierte potentielle Installation Points = Potentielle KSB- und KSB Guard-Neukunden

1. Ausgangspunkt: Industrie 4.0 2011
2. Stand heute 2021
3. **Beispiele aus dem Lebenszyklus**
  - Verkauf
  - **Model-based Systems Engineering / KI**
  - Produktintegration / Legislative / Agilität
4. Fazit und zukünftige Entwicklungen

# Model-based Systems Engineering – Multiphysics

## Multidomain-Simulationen @ KSB



- Team- und Kompetenzaufbau für Hydro-Mechatronische Domäne
- Aufbau effizienter Werkzeugkette und IT-Infrastruktur
- Optimierung des Entwicklungsprozess
- Schnelle erste Erfolge bei Neuentwicklungen

# Optimierung eines hydromechatronischen Systems

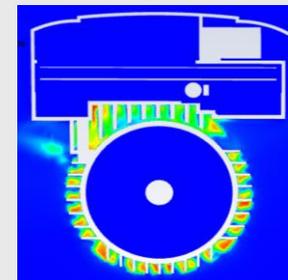
Aus Simulation abgeleitete Maßnahme	Ergebnis
Konstruktive Änderungen an Elektronikkühlkörper und Elektronikbox	Schallreduktion um 3 dB
Anpassung der Pulsweitenmodulation des Umrichters	Schallreduktion um 2 dB
Optimierung des Lüfters mit und ohne Leitschaufeln	3% Erhöhung des Kühlvolumenstroms Schallreduktion um 2dB Variantenreduktion

## Polardiagramm: Schalldruckpegel (1m)

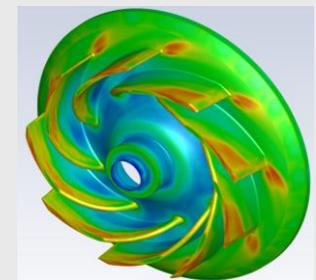
Ursprüngliches Design

Optimiertes Design

Kühlluftströmung



Schalldruckpegel am Lüfterrad





## Schwache Künstliche Intelligenz **An-/Aus-Erkennung – läuft die Pumpe?**

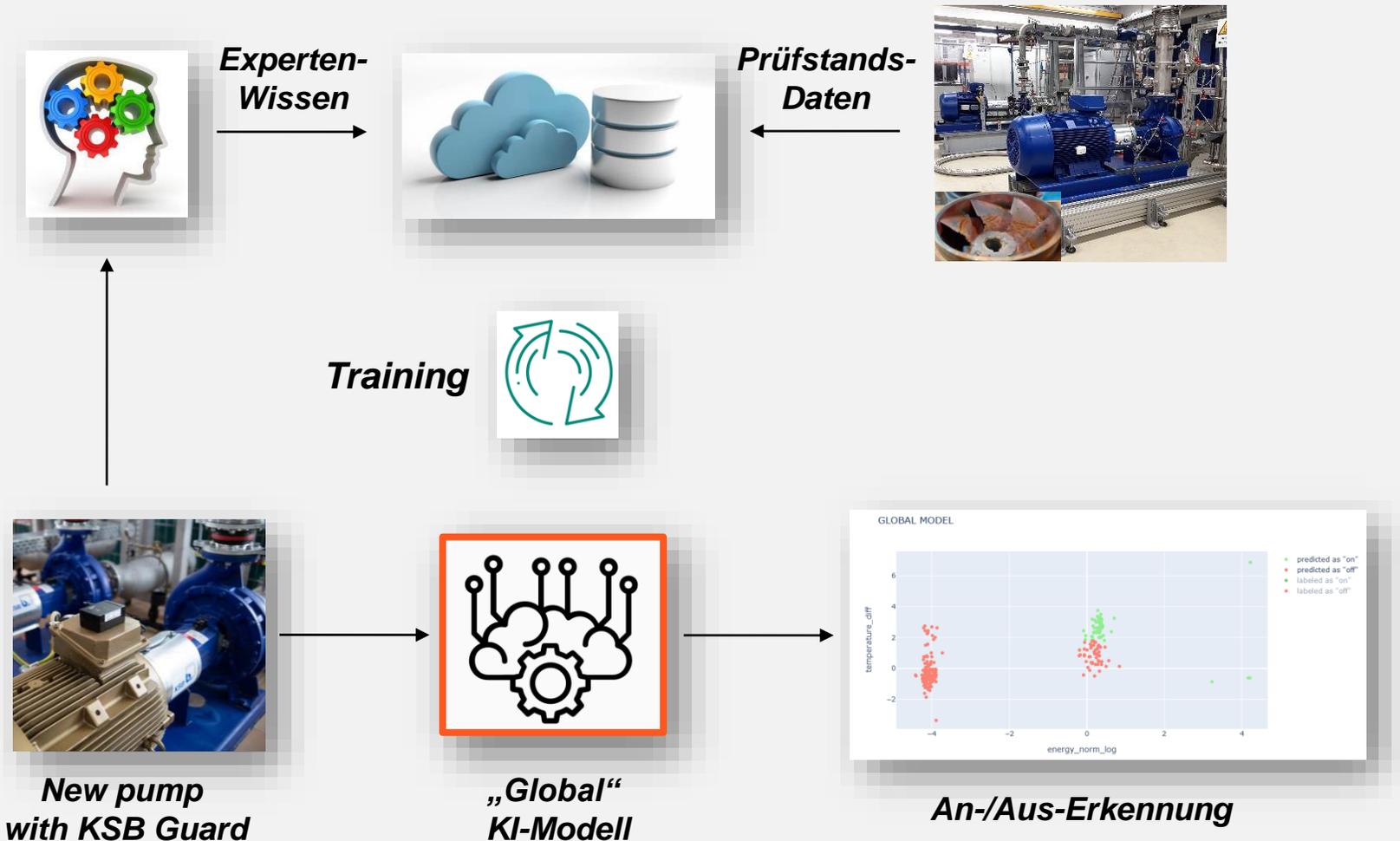
### **Herausforderungen**

- An-/Aus-Erkennung nur aus Schwingungs- und Temperaturdaten
- Erkennen, ob Schwingungen von Nachbarpumpen oder aus der Umgebung kommen
- ➔ Gutes Initialverhalten an neuen Pumpen (out-of-the-box) gefordert; kein Teach-in-Verfahren
- ➔ Durch kontinuierliches Lernen zur perfekten An-/Aus-Erkennung

# Schwache Künstliche Intelligenz An-/Aus-Erkennung – läuft die Pumpe?

## Der KSB-Ansatz

- Kontinuierliches Annotieren der Sensordaten durch KSB-Domain-Experten
- Mit Annotationen trainierte Pumpenmodelle verbessern kontinuierlich globales (für alle Pumpen) KI-Modell
- Kontinuierliches Verbessern der KSB-Wissensdatenbank durch Feld- und Prüfstandsdaten
- Initial gute Qualität der An-/Aus-Erkennung besonders bei Inbetriebnahmen von KSB Guard an „neuen“ Pumpen

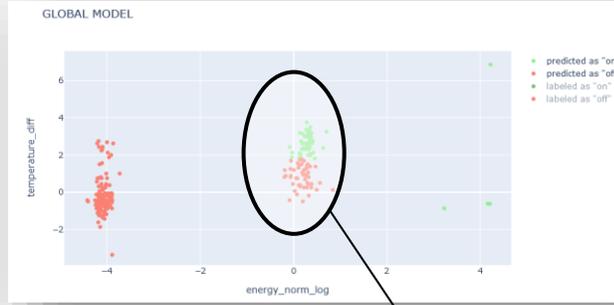




**New pump with KSB Guard**



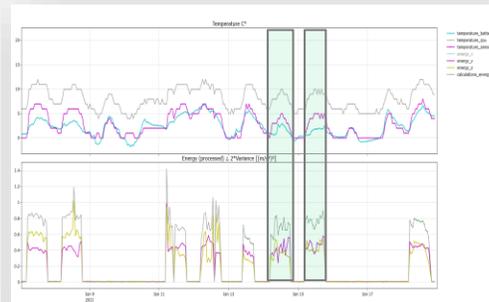
**„Global“ KI-Modell**



**Intelligenter Modell-Checker**



**Training**



**Experten-Werkzeug**



**Pumpen-individuelles KI-Modell**

# Schwache Künstliche Intelligenz An-/Aus-Erkennung – läuft die Pumpe?

## Der KSB-Ansatz

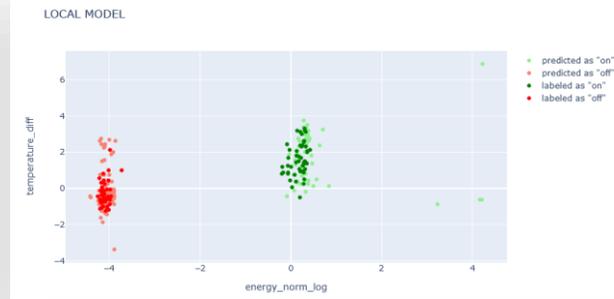
- Automatische Überprüfung durch intelligenten Algorithmus zur Detektion schlechter An-/Aus-Ergebnisse
- Pumpen mit schlechten An-/Aus-Ergebnissen werden den Domain-Experten gemeldet
- Domain-Experte bewertet
  - Sensorsignale und
  - Ergebnisse des automatisch erzeugten pumpen-individuellen KI-Modells



**New pump  
with KSB Guard**



**Pumpen-individuelles  
KI-Modell**



# Schwache Künstliche Intelligenz An-/Aus-Erkennung – läuft die Pumpe?

## Der KSB-Ansatz

- Pumpen-individuelles Modell ersetzt „globales“ KI-Modell
- Expertendatenbank wird aktualisiert – und dadurch globales Modell verbessert
- Perfekte An-/Aus-Ergebnisse, nach kurzer Lernphase
- Ergebnis: Zufriedener Kunde

1. Ausgangspunkt: Industrie 4.0 2011
2. Stand heute 2021
3. **Beispiele aus dem Lebenszyklus**
  - Verkauf
  - Model-based Systems Engineering / KI
  - **Produktintegration / Legislative / Agilität**
4. Fazit und zukünftige Entwicklungen

# Legislative – CSR-Kreislaufwirtschaft

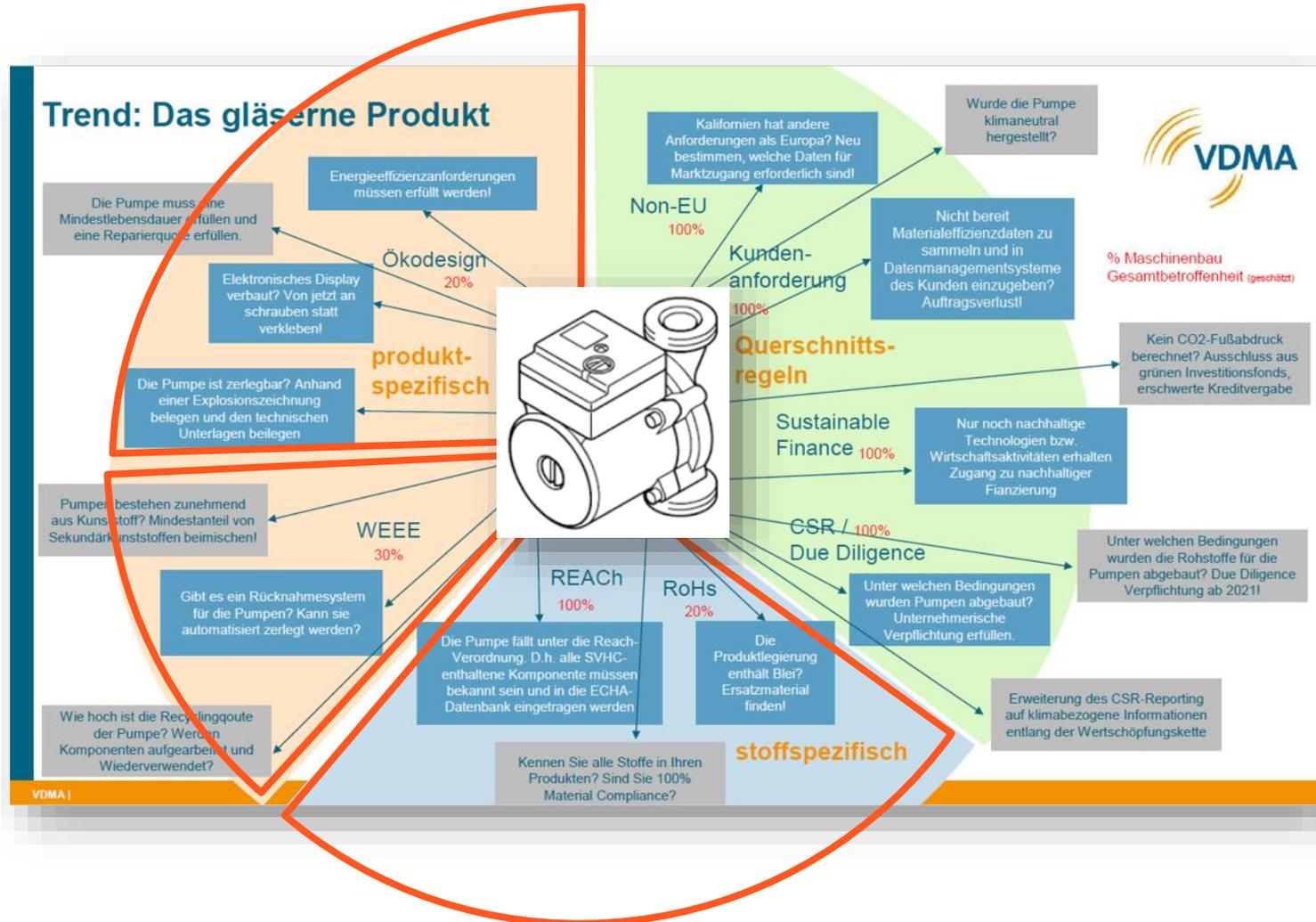
## Ökodesign

Die EU-Kommission erwägt eine **Verschärfung** der EU-Direktive 547/2012 für Wasserpumpen:

- Implementierung eines erweiterten Produktansatzes
- Erhöhung der Effizienzwerte
- **Voraussichtliche Gültigkeit** der neuen Direktive für Wasserpumpen ab **Q1 2023**

## Darüber hinaus relevant

- RoHs, REACH, WEEE



# Veränderung hin zu hochintegrierten Produkten

## “Old world“

- Sequenzielle Entwicklung der Baugruppen
- Modularer, komplexer Aufbau
- Einsatz von Komponenten mit unnötigen Reserven
- Hohe Schnittstellenkosten
- Hoher intra-logistischer Aufwand durch Einbezug mehrerer Werke in die Wertschöpfung



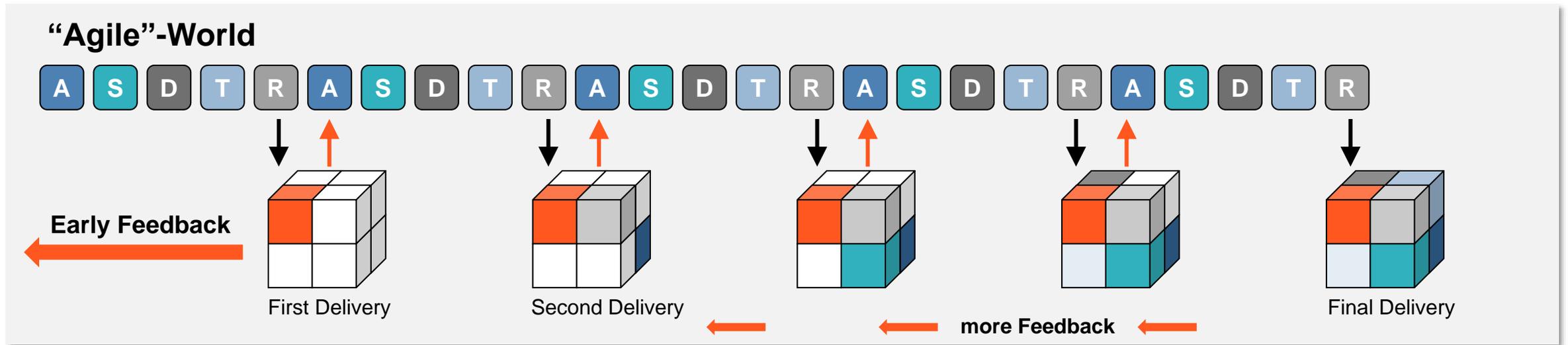
## “New world“

- Simultane, agile Entwicklung in interdisziplinären Teams
- Integriertes Design
- Vermeidung von Überdimensionierung an den Schnittstellen
- Kompakte Pumpeneinheit durch hohe Leistungsdichte
- Verschlanke, kurze Wertschöpfungskette



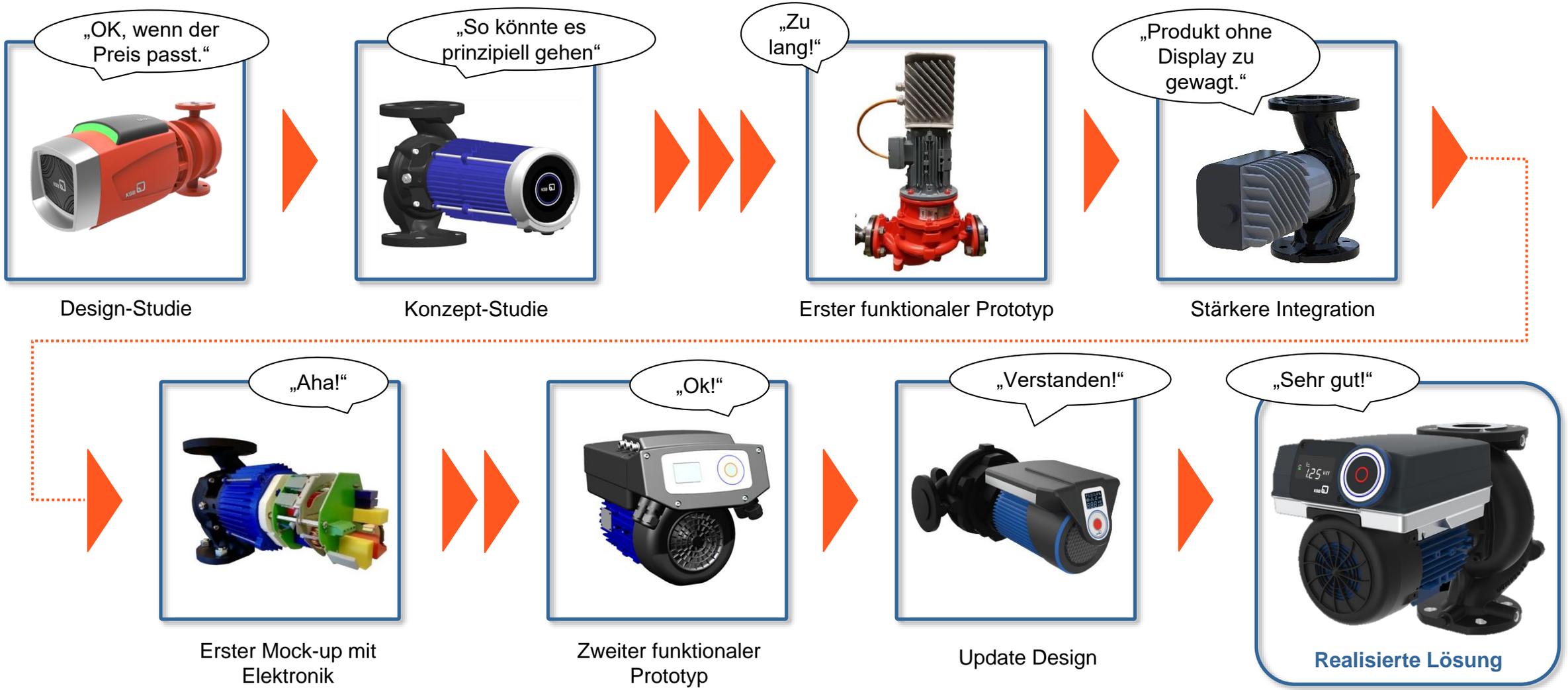
# Agile Produktentwicklung

Vorteil: Reaktionsvermögen auf Feedback („Agilität“) auch während der Entwicklung

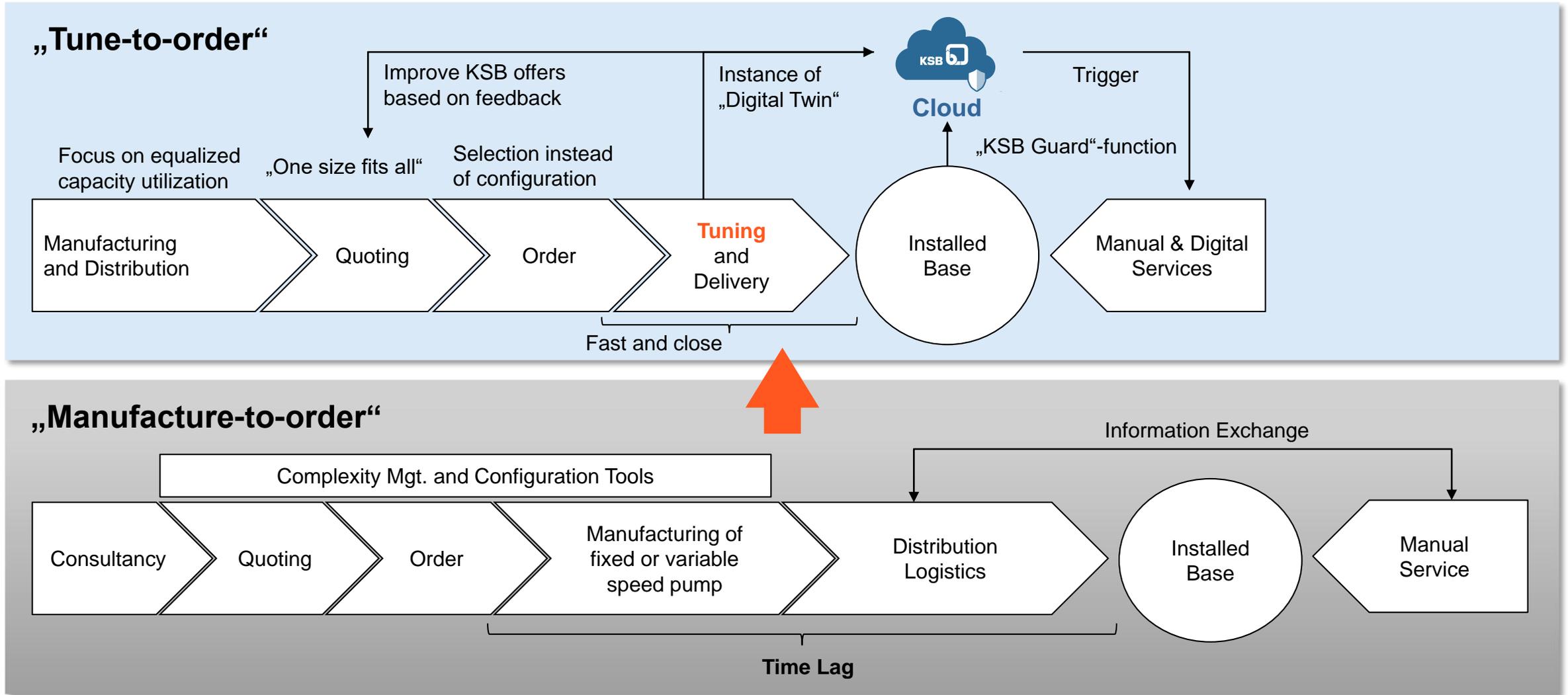


# Digitale und funktionale Prototypen erlauben frühes Feedback

... kontinuierliches Feedback interner und externer Stakeholder!



# „Interne“ Motivation

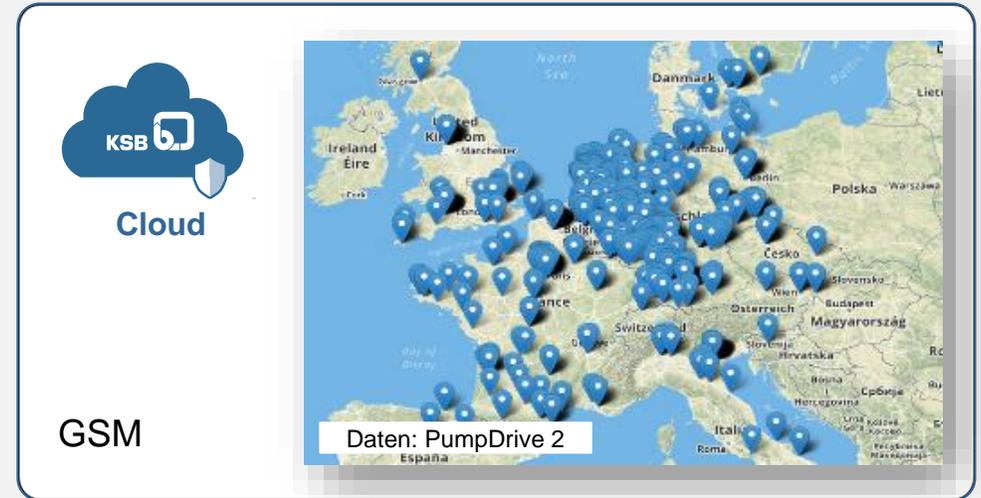


# Integrierte KSB Guard Funktionalität

**Datenerhebung ohne Zusatzsensorik ...**  
... auf Basis der Datenschutzrichtlinie



Smartphone zur  
Bedienung und  
Datenübertragung



1. Ausgangspunkt: Industrie 4.0 2011
2. Stand heute 2021
3. Beispiele aus dem Lebenszyklus
  - Verkauf
  - Model-based Systems-Engineering / KI
  - Produktintegration / Legislative / Agilität
4. **Fazit und zukünftige Entwicklungen**

# Fazit und zukünftige Entwicklungen



Die digitale Transformation findet nicht digital statt



Der Transport von Fluiden wird nicht ersetzt und bleibt eine zentrale Aufgabenstellung in den Anwendungen



Agilität, Anpassung mit klarer Vision sind erforderlich



Integration von Domänenwissen in der Maschine sowie cross-funktionale Entwicklungen sind hierbei die Erfolgsfaktoren



Die Lösung von Kundenproblemen und Vereinfachung der Komplexität in der Anwendung ist weiterhin die Aufgabe



Zukünftig rückt die Interoperabilität der Maschinen in Ökosystemen in den Mittelpunkt



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

# Contact and Copyright

Dr. Stephan Bross

Mitglied der Geschäftsführung (CTO)

KSB SE & Co. KGaA  
Johann-Klein-Straße 9  
67227 Frankenthal

Publisher:

**KSB SE & Co. KGaA**, Johann-Klein-Str. 9, 67227 Frankenthal (Germany), Sitz/Registered Office: Frankenthal (Pfalz), Registergericht/Register of Companies: Ludwigshafen/Rhein HRB 65657, Vorsitzender des Aufsichtsrates/Chairman of the Supervisory Board: Dr. Bernd Flohr, Persönlich haftender Gesellschafter/General Partner: KSB Management SE (Frankenthal, Amtsgericht Ludwigshafen/Rhein HRB 65315), Vorsitzender des Verwaltungsrats/Chairman of the Administrative Board: Oswald Bubel, Geschäftsführende Direktoren/Managing Directors: Dr. Stephan Timmermann (CEO), Dr. Stephan Bross (CTO), Ralf Kannefass (CSO), Dr. Matthias Schmitz (CFO)

© Copyright KSB SE & Co. KGaA 2021