mts Consulting & Engineering GmbH

CONTECH Software & Engineering GmbH

Mit Engineering-KI steuern und regeln auf Qualität in Echtzeit – Beispiel Inverter-Produktion: Laserschweißen mit OCT

- Mit Engineering-KI sicherheitsrelevante Anforderungen beim Laserschweißen zuverlässig einhalten
- Schwankungen automatisch erkennen und während des Arbeitsgangs kompensieren
- Über Closed-Loop-Regelkreis aktiv in Echtzeit auf Qualität steuern

Dipl. Ing. Frank Thurner

Juni 2026

Was wäre, wenn Sie mit Methode und Engineering-KI…

Produktdesign:

…neue Produktfunktionalität nachhaltig absichern

- **Methodisch von Anfang an:** DfSS, MBSE + KI
- **Design for Manufacturing:** Frühzeitig prüfbare Machbarkeit & Fertigungstauglichkeit
- **Bis zu 30 % weniger Anlaufkosten**

Industrialisierung:

…sicher und schnell vom Prototyp zur Serie

- **Time-to-Series halbieren**
- **Zuverlässigkeit & Lebensdauer vorhersagen** – statt auf Erfahrungswerte vertrauen
- **Werkzeugverschleiß minimieren**

Serienproduktion:

…Probleme nachhaltig lösen und 24/7 optimieren

- **50 % weniger Ausschuss** durch automatische Ursachenanalyse im Live-Betrieb
- **Yield, Verfügbarkeit und OEE steigern** durch kontinuierliche Optimierung
- **Qualität aktiv steuern und regeln** – mit klaren Handlungsempfehlungen in Echtzeit

Produktvalidierung & Werkzeugbau:

…frühzeitig Probleme und Risiken erkennen

- Bis zu **60 % geringere Werkzeug- & Anlaufkosten** durch nur 2 statt 5 Validierungsschleifen
- **Herstellkosten um 10–30 % senken** durch Toleranzoptimierung
- **Expertenwissen automatisiert nutzen**

Wartung:

…Maschinen und Anlagen präventiv warten

- **Predictive statt reaktiver Instandhaltung:** Verschleißdaten & Ausfallrisiken zuverlässig vorhersagen
- **Condition Monitoring mit Vorhersagemodellen statt fixen Grenzen** durch integrierte Root-Cause-Analyse
- **Stillstände reduzieren, Wartungsintervalle optimieren** – für höheren OEE bei geringeren Kosten

© 2024

Engineering mit Methode und Engineering-KI
Wie gelingt es wirklich in der Praxis?

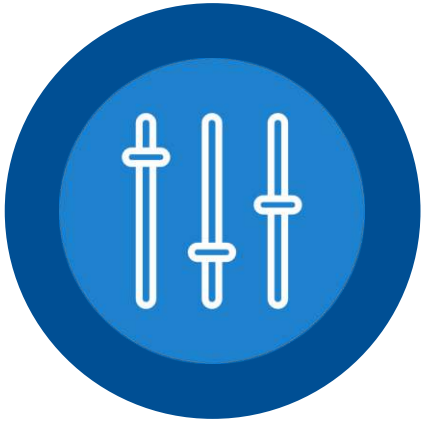
Analyser®

Engineering First

Systematisch erfolgreich mit **Robust Design plus Engineering-KI** – Anforderungen werden konsequent auf relevante Einflussgrößen heruntergebrochen, sonst gilt: Shit in, Shit out.

Smart Data statt Big Data

Wenige Anlernstichproben reichen: Die Engineering-KI **verarbeitet** nicht nur Daten, sondern **sagt alle benötigten Datentypen voraus** – Einzelwerte, Kurven, Kategorien und Flächen.



Parametrieren und Tolerieren aus der KI

Optimale Parameter und Toleranzen aus multiplen nichtlinearen Funktionen – **transparent und erklärbar statt Black-Box Neuronale Netze**.

Qualität in quasi Echtzeit steuern

Handlungsempfehlungen, Root-Cause-Analysen und Performance-KPIs aus der Engineering-KI – zum Steuern und **Regeln direkt auf Qualität im Prozess**

→ Robuste Produkte und stabile Prozesse mit der Engineering-KI Analyser®

Analyser®

Mit dem Engineering-KI System Analyser®
auf Qualität steuern & regeln
plus vorhersagende Wartung

Video

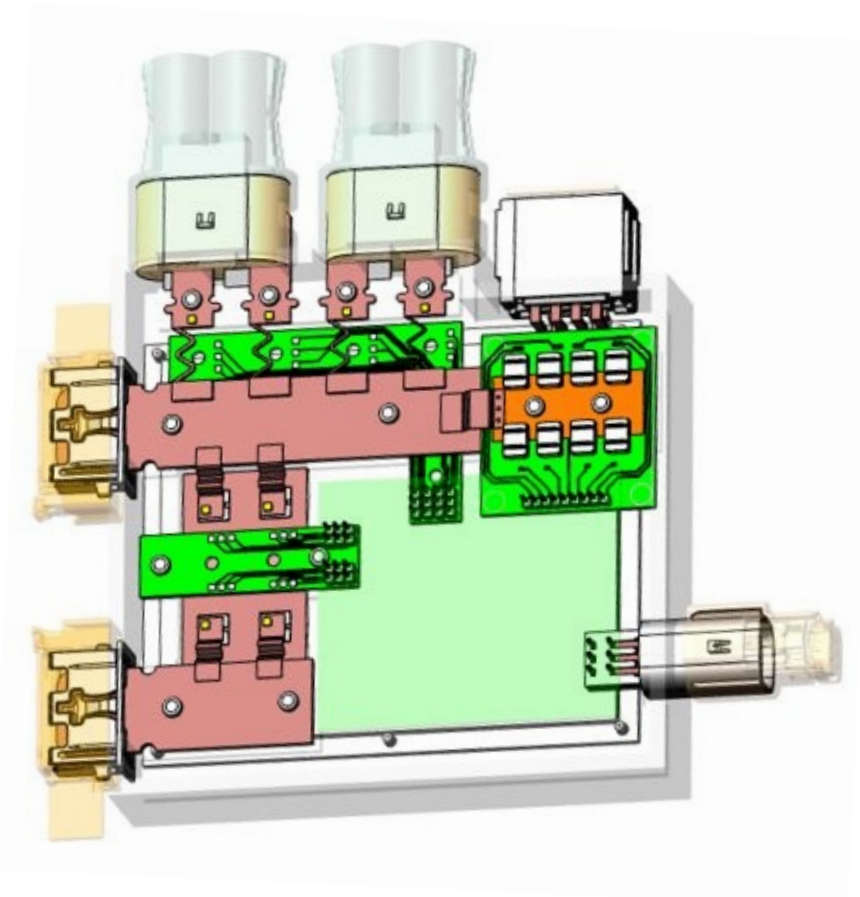
Leistungselektronik Batterie-Lade-Booster– vom B-Muster zur Serie

Ziel: Design und Prozesse optimieren & absichern, digitalisieren

- ab **B-Muster absichern** mit Engineering-KI Analyser®
- **Industrialisierung** & Serienanlauf für 25 Arbeitsfolgen
- **Digitalisierung / IoT** einer neuen Fertigungslinie mit Engineering-KI Analyser®

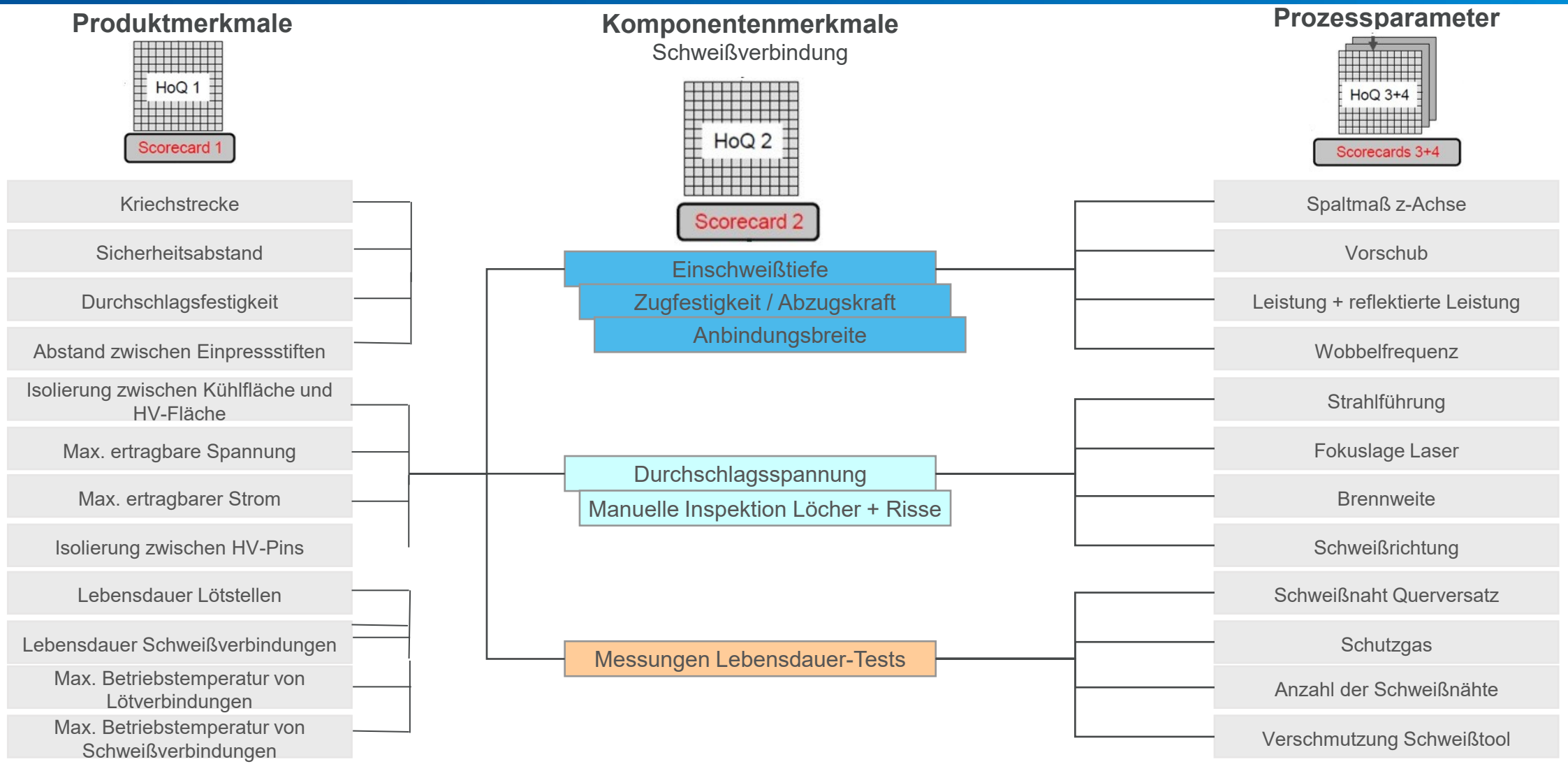
Ergebnis mit Engineering-KI Analyser®:

- **Risikoabsicherung** mit Methode **Robust Design** und dem Engineering-KI-System Analyser®
- **Digitalisierung / IoT-Konzept** mit Engineering-KI Analyser® der neuen Fertigungslinie in der **Umsetzung**
- Vorbereitung für **Echtzeitbetrieb** mit Analyser® zum Steuern und Regeln auf **Qualität**



© 2024

Robust Design: Von Produktmerkmalen zu Prozessparametern – Beispiel Fokus Laserschweißen



© 2024

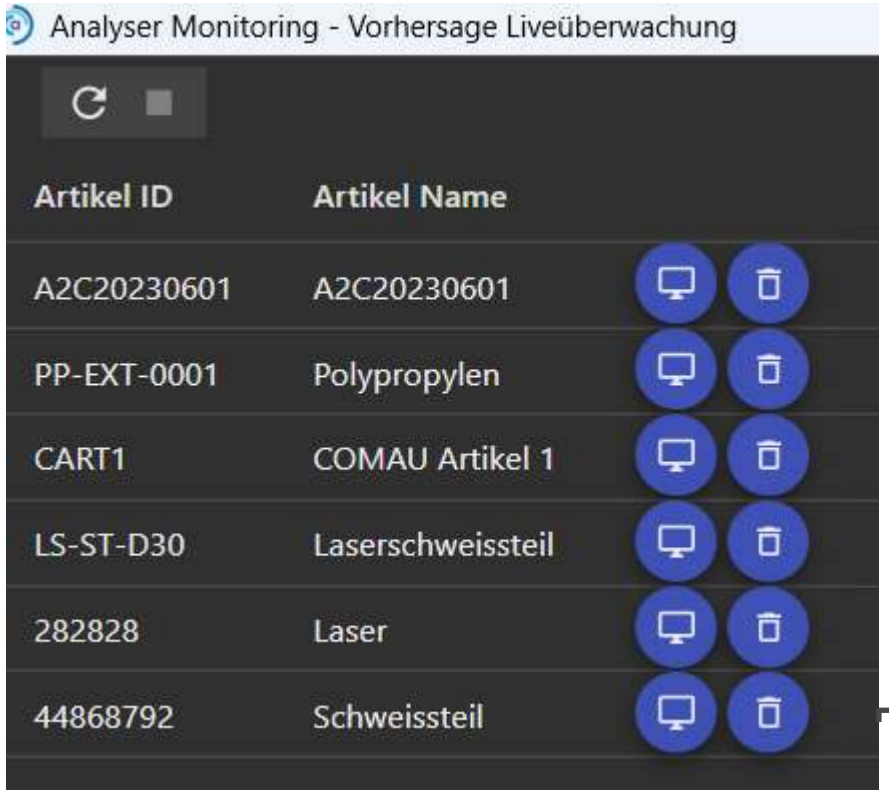
Verteilung der Eindringtiefe pro Naht bei *gleichem* Parametersatz

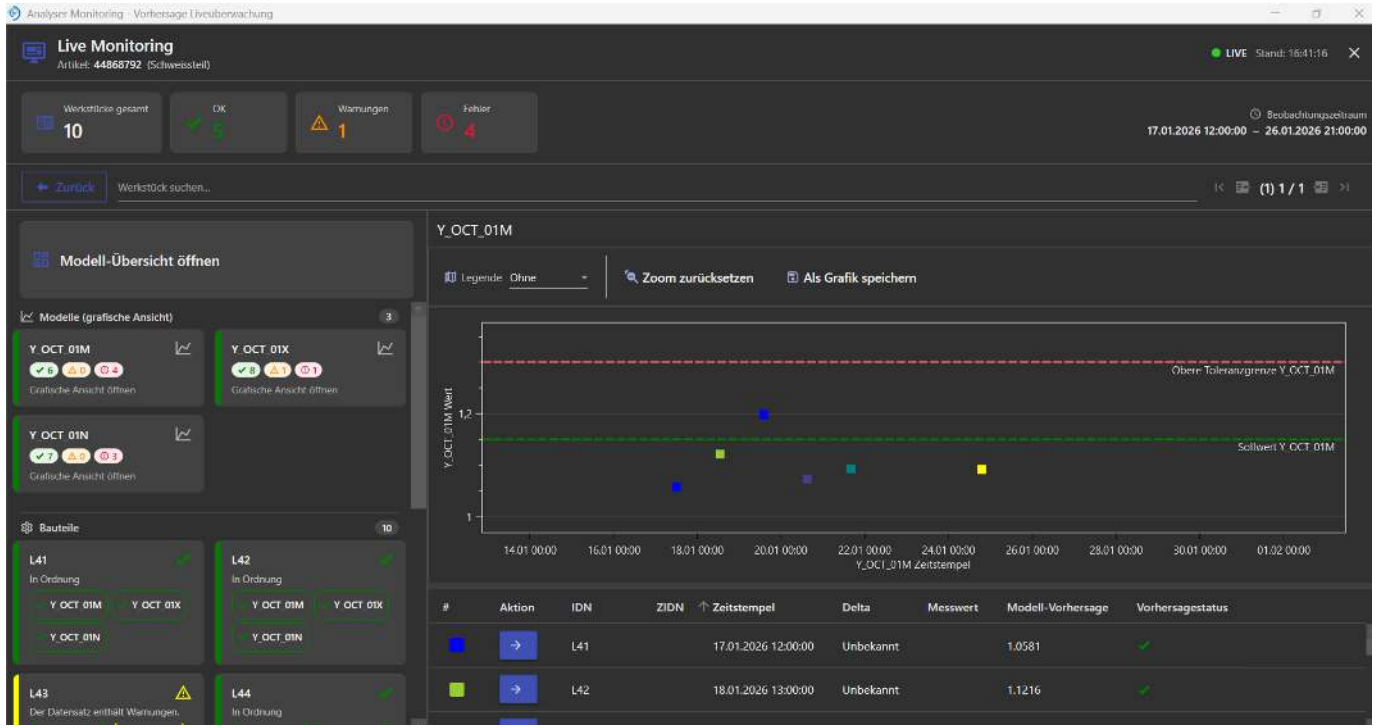
© 2024

Auf Qualität steuern und regeln mit Handlungsempfehlungen in Echtzeit

Nach der Validierung der Vorhersagemodelle durch das Bestätigungslos werden die Vorhersagemodelle „scharf“ gemacht um die Produktion auf Qualität steuern und regeln zu können.

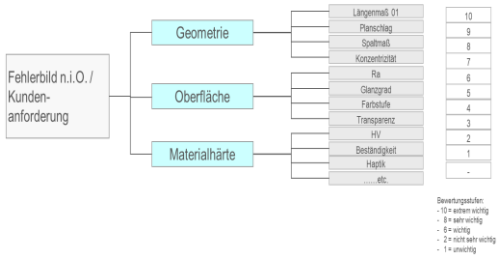
Im LIVE-Monitoring wird die Qualität überwacht und geregelt



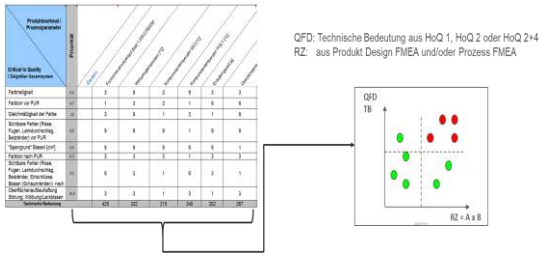


© 2024

Wie funktioniert das?
Robust Design & Engineering-KI Analyser® in 8 Schritten zu robusten Produkten und stabilen Prozessen

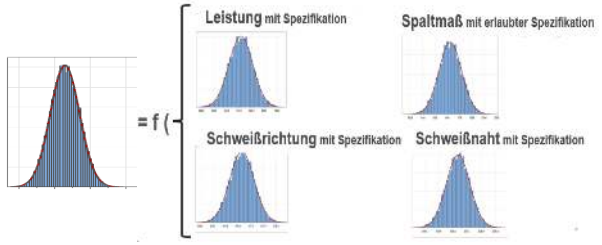


Anforderungen / Q-Merkmale messbar machen



Mögliche Einflussgrößen Xi sammeln & priorisieren

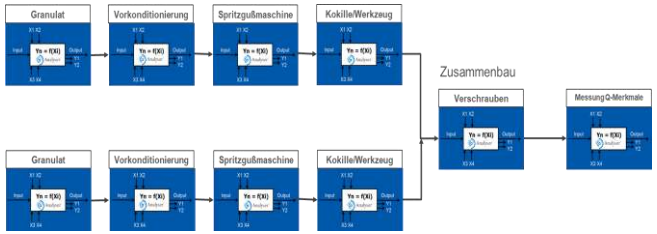
Erstellen von Vorhersagemodellen mit KI-System



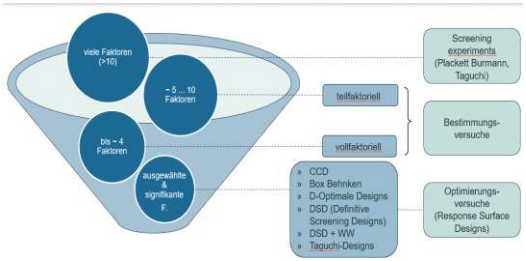
Best Setting: Optimale Parametrierung und Tolerierung aller Einflussgrößen

1 2 3 4 5 6 7 8

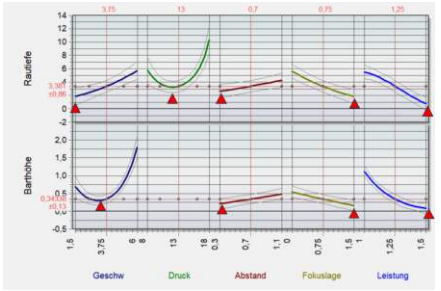
Produktfunktionen & Prozesse analysieren und Messorte festlegen



Daten aus Historie, Versuch, Produktion oder DoE: Valide und zielführende Anlernstichprobe erheben



Komplexe Wirkzusammen-hänge verwenden um Lösungen umzusetzen

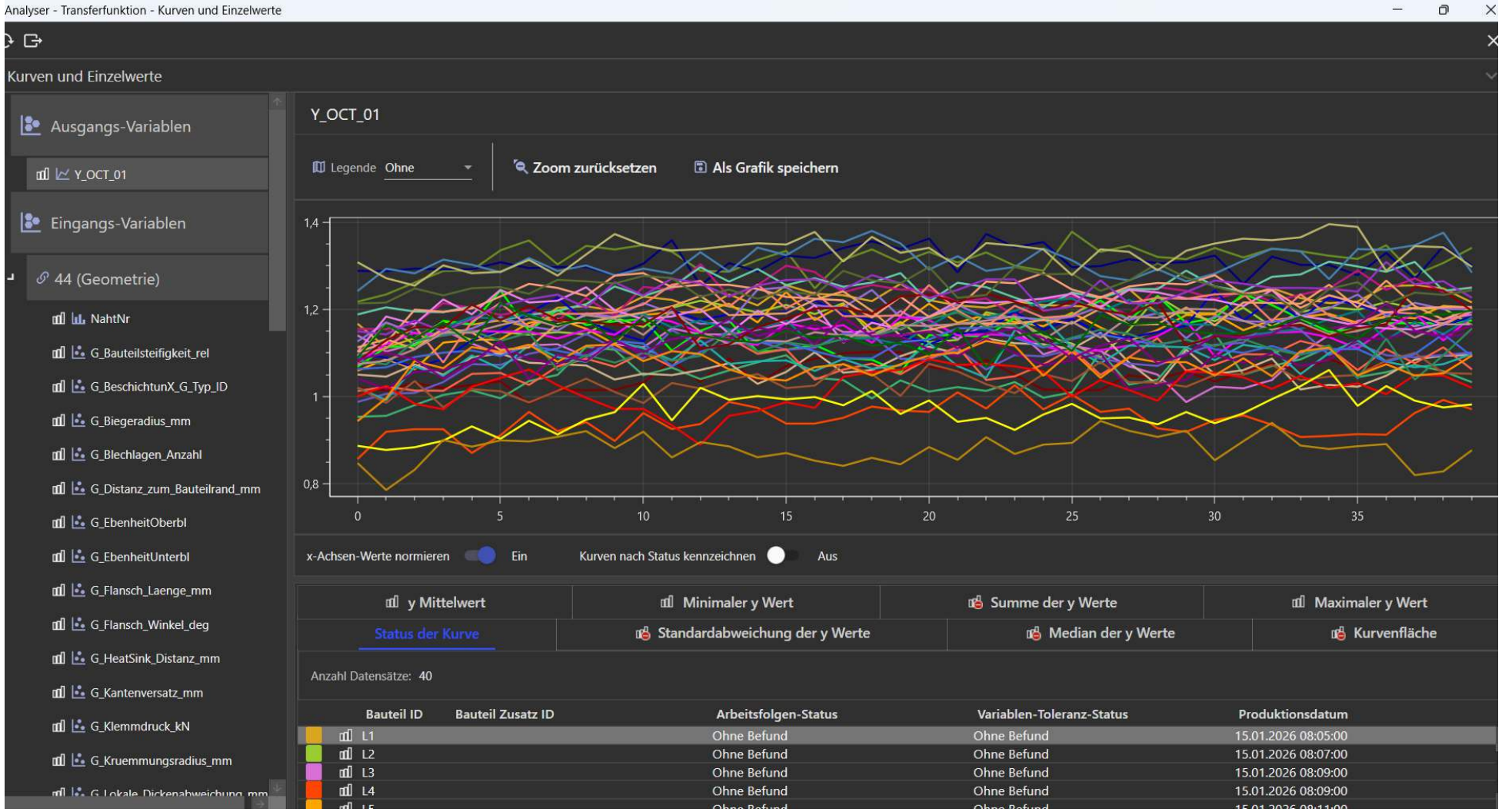


Bestätigungslos: Neue Nominale samt Spezifikationen validieren

Komponentenmerkmal [XI]	Importance	TB	Bemerkung/ Messverfahren	Stufe1	Stufe2	Hypothese
Deckfurnier Qualität	9	263	Vergleichsmuster	quer	längs	
Klebefilmtyp	9	276	Messung nach GS 2015	Lieferant A	Lieferant B	
Deckfurnier Dicke (Rohfurnier vor Kaschieren)	9	173	Plattenlaster f Dickenschwankungen	0,4	0,7	je dünner desto besser; je gleichmäßiger desto besser
Holzart Typ	9	156	Messung gemäß GS xxxx	Typ 1	Typ 2	Typ 2 ist besser als Typ 1
Vlies - Typ	9	144	Messung gemäß GS yyyy	VC 1	VC 2	VC 1 ist besser als VC 2
Vlies-Grammatur	9	144	Messung gemäß GS uuuu			je dicker desto weniger ;

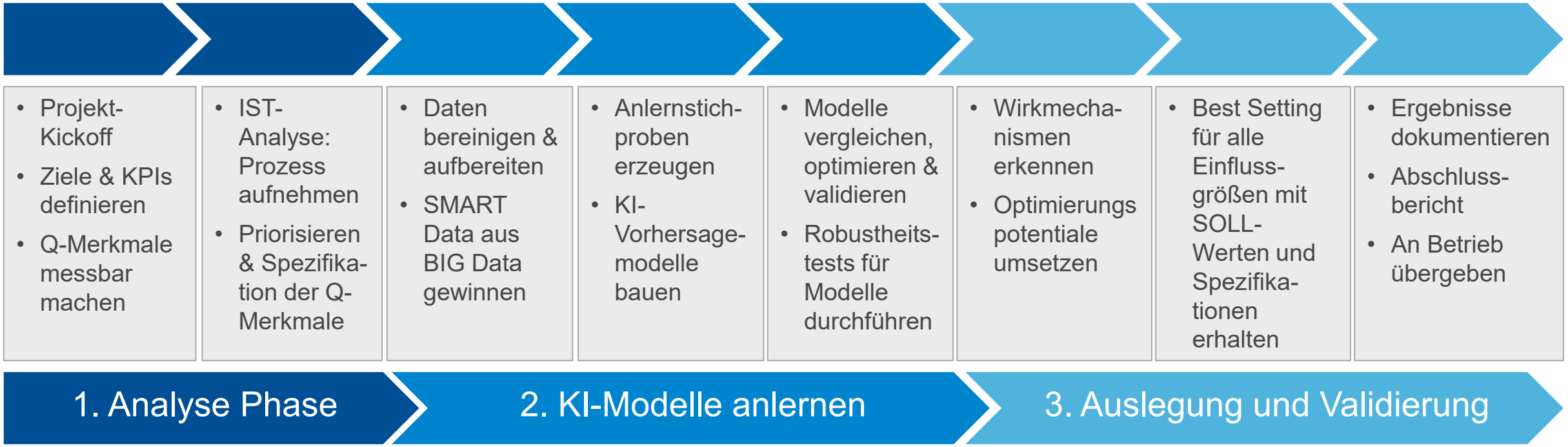
© 2024
1 **Rot** = Engineering Team 4 **Blau** = Engineering-KI

Engineering-KI Modelle: OCT Einschweißtiefe - Qualitätsmerkmal



© 2024

Einführungsplan für den Analyser® je Prozess 8 – 10 Wochen



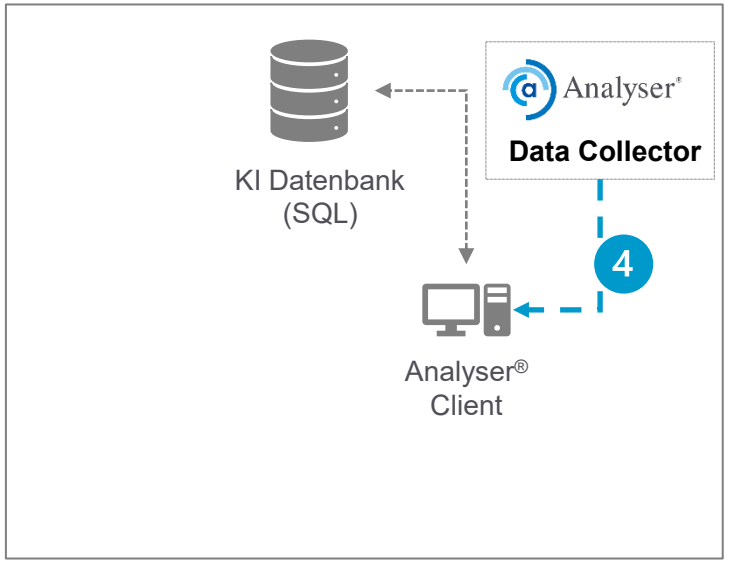
© 2024

Engineering-KI Analyser® für schnelle Lösungen in Engineering-Projekten
Phase 1 – Robuste Produkte und stabile Prozesse mit Vorhersagemodellen

Maschinen / Devices (Fabrik / Produktion)

IoT-Partner

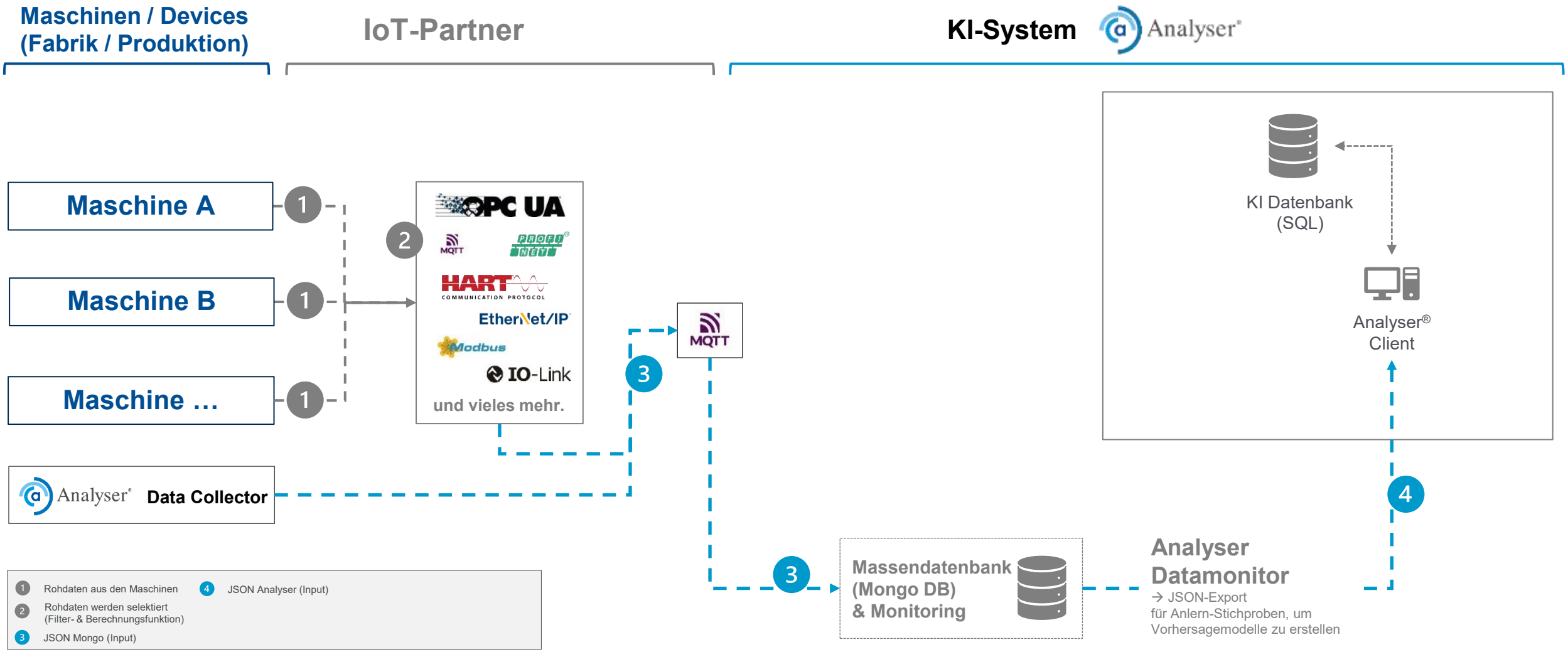
KI-System Analyser®



4 JSON Analyser (Input)

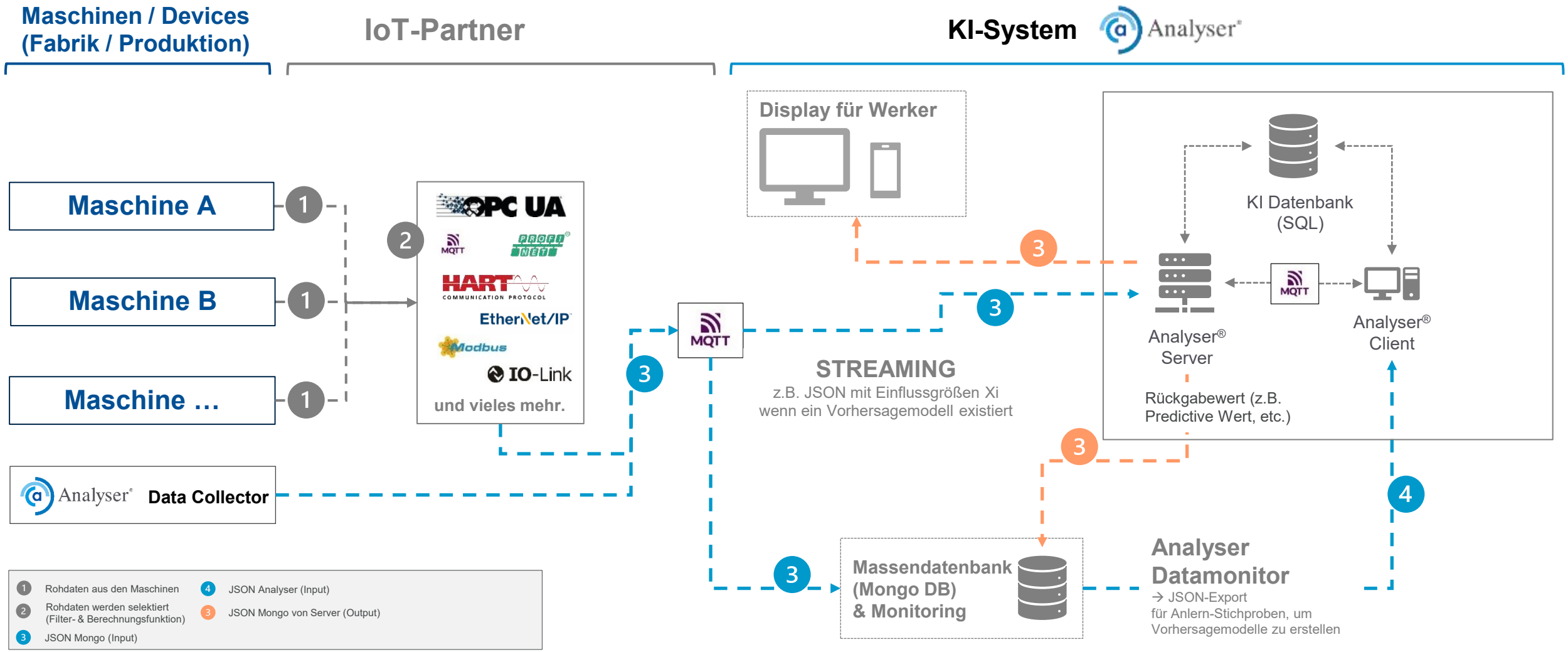
© 2024

Engineering-KI Analyser® für Produktneuanlauf und Task Force
Phase 2 – Robuste Produkte und stabile Prozesse mit Vorhersagemodellen



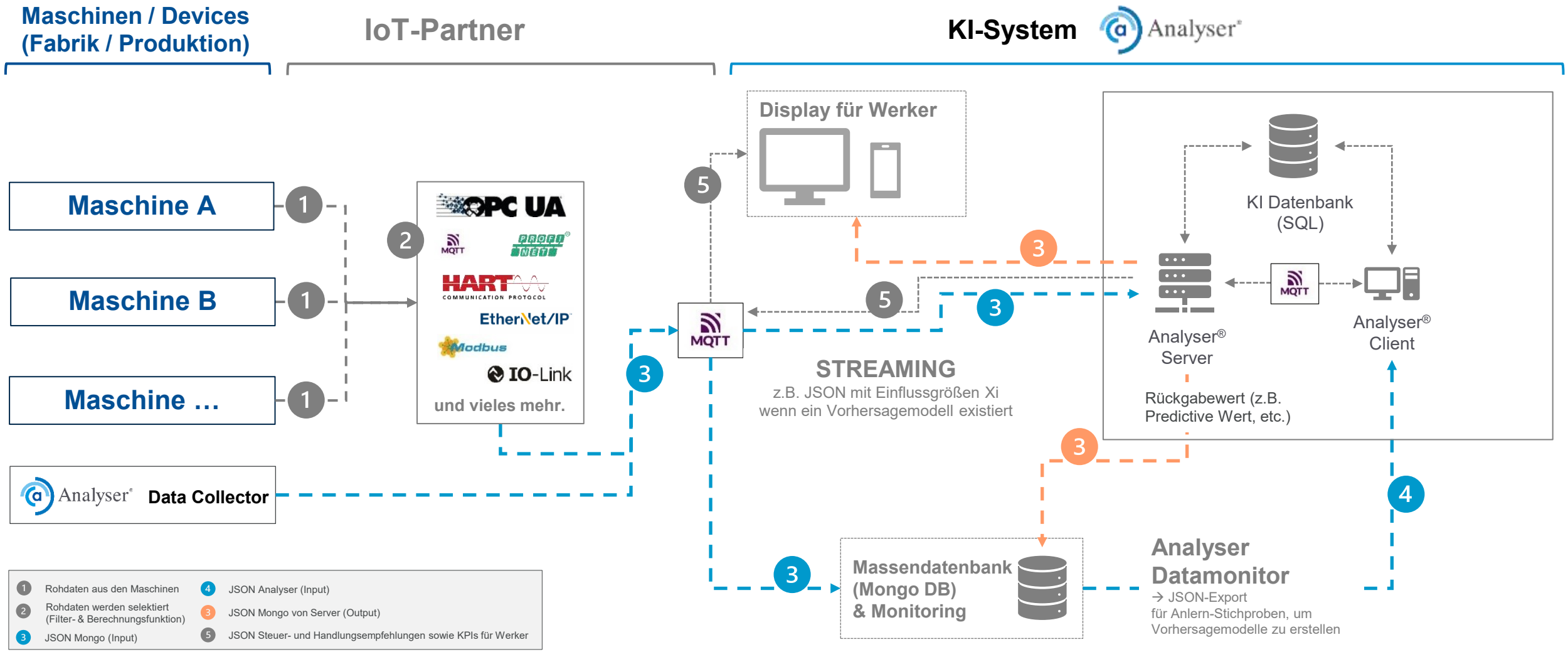
© 2024

Engineering-KI Analyser® mit Digitalisierung in Industrie 4.0
Phase 3 – Qualität manuell steuern mit Vorhersagemodellen



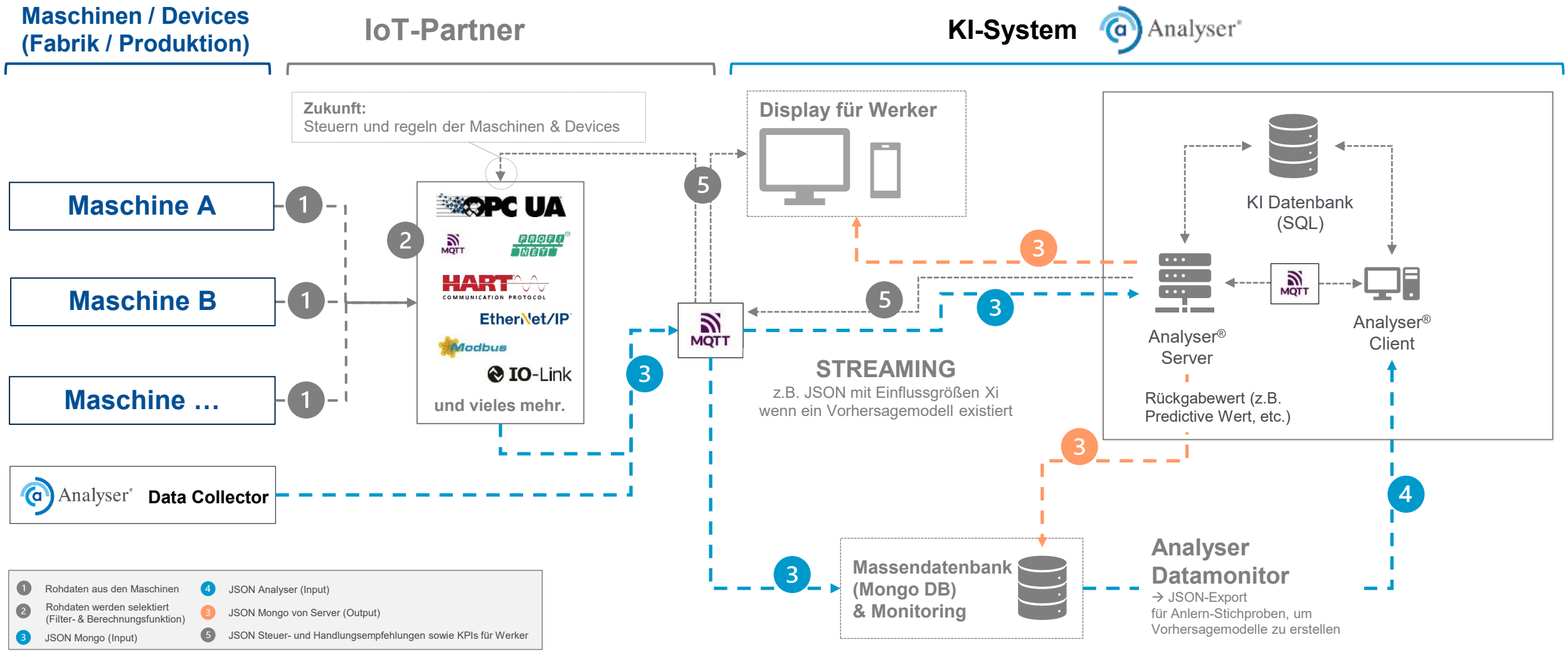
© 2024

Engineering-KI Analyser® mit Digitalisierung in Industrie 4.0
Phase 4 – Qualität manuell steuern und regeln mit Vorhersagemodellen



© 2024

Engineering-KI Analyser® mit vollständiger Digitalisierung in Industrie 4.0
Phase 5 – Qualität automatisch steuern und regeln mit Vorhersagemodellen



© 2024

Anwendungsbeispiele (Auszug)

Branchen*	Einsatz bei …	Kunden
• **Automotive** • **Antriebstechnik, Getriebebau** • Chemie • Finanzdienstleistungen • **Elektronik** • Energie und Umwelt • **Gummi und Kautschuk** • **Lebensmittel** • **Luft- und Raumfahrt** • **Maschinenbau** • **Medizintechnik** • **Pharmaindustrie** *Fett: für Serien-Neuanlauf	• der Verifizierung von Neu-Entwicklungen und neuen Produkt-Designs • der Entwicklungsabsicherung ab A2-Muster • Task Force und Problem-Löse-Teams • der Digitalisierung von Produktion, Anlauf- & Testfabrk oder Labor • der Steuerung und Regelung der Qualität in Echtzeit in Produktion und Montage	• Thales • Bauer Kompressoren • HE Systems Elektronik • BMW • Magna • Joysonquin • Carl Zeiss Meditec • Fresenius Medical Care • BASF • ZF • Porsche • Continental • u.v.m.

© 2024

Fragen

© 2024

Engineering mit Methode und Engineering-KI

mts Consulting & Engineering GmbH

- Robuste Produkte und stabile Prozesse für die Industrie 4.0
- Methode Robust Design, weiterentwickelt aus Design for Six Sigma und Lean Six Sigma
- 1.200 Projekte seit 2006 in Automotive, Kunststoffspritzgießen, Medizintechnik u.v.a. https://www.mts-contech.de/
- Mitarbeiter: 13 plus 15 assoziierte Experten

CONTECH Software & Engineering GmbH

- Engineering-KI-System Analyser® mit patentiertem Algorithmus
- Schwesterunternehmen der mts, gegründet 2017
- Gewinner des Bayerischen Ressourceneffizienzpreises 2021
  https://youtu.be/mmgwzE8MX6k
  https://www.contech-analyser.de/

Leistungsspektrum

- Robuste Produkte & stabile Prozesse mit Methode Robust Design + Engineering-KI System Analyser®
- Entwicklung, Absicherung, Industrialisierung, Serienproduktion und Digitalisierung
- Task Force / Problem-Lösungs-Projekte
- Trainingsprogramm und Coaching zu Robust Design, Design for Six Sigma & Lean Six Sigma
  https://www.mts-contech.de/trainingsprogramm

© 2024

Sie wollen mit uns nächste Schritte zur Energie- & Ressourceneffizienz gehen? Unser Angebot, auf Ihren Business Case zugeschnitten:

Analyser® Info

Lohnt es sich die Engineering-KI Analyser® in Ihrem Unternehmen einzusetzen?

Vereinbaren Sie einen kostenfreien Beratungstermin mit dem Business Case Rechner

Analyser® Workshop mit Ihren Business Cases

Wir analysieren mit Ihnen gemeinsam Ihre Business Cases, skizzieren erste Lösungen und zeigen Umsetzungsmöglichkeiten mit dem Analyser® auf.

a) Analyser® Engineering-Pilot-Projekt zur Energie- & Ressourceneffizienz

Im Rahmen eines Pilot-Projekts setzen wir anschließend die Lösungen und Maßnahmen rund um Ihre Business Cases um.

b) Implementierung des Engineering-KI Komplett-Systems Analyser® zur Energie- & Ressourceneffizienz

Die Implementierung des Systems begleiten wir von Anfang an und stehen mit unserem Ingenieur-Know-How für die Bearbeitung der weiteren Projekte und Business Cases zur Seite.

© 2024

Kontakt

Sie haben Fragen? Wenden Sie sich an

Chiara Gonschior

☎ +49 (0)8141 888 403-12

chiara.gonschior@mts-contech.com

CONTECH Software & Engineering GmbH

www.contech-analyser.de

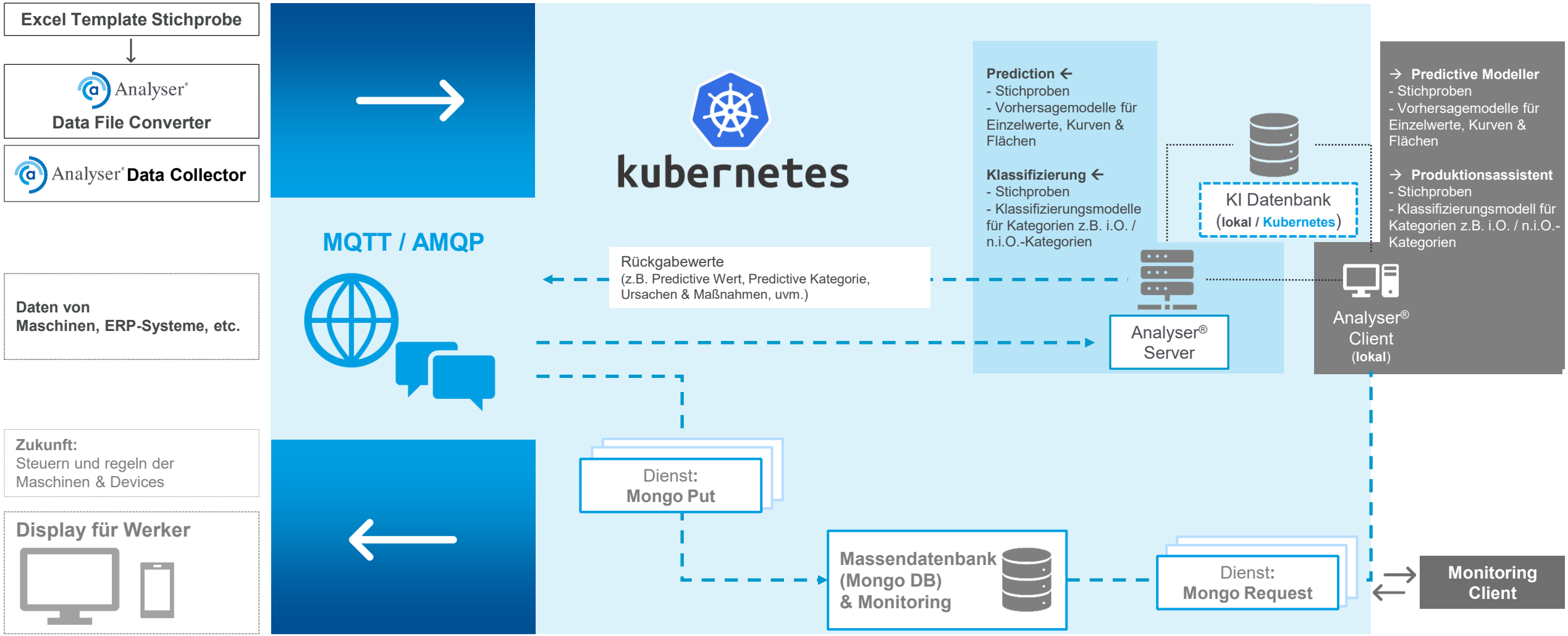
mts Consulting & Engineering GmbH

www.mts-contech.de

Backup und Details

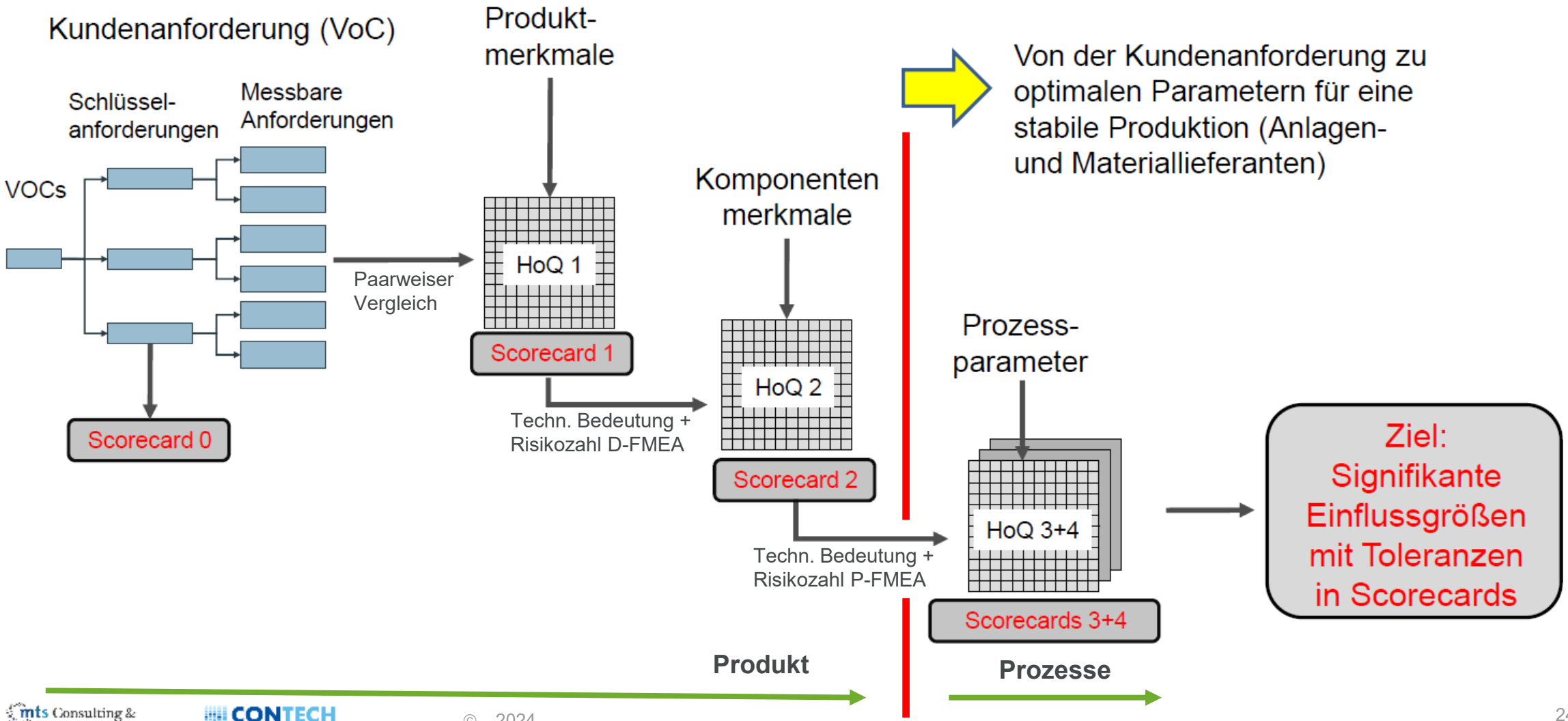
© 2024

Systemarchitektur Analyser®



© 2024

Methode Robust Design / Design for Six Sigma - DfSS



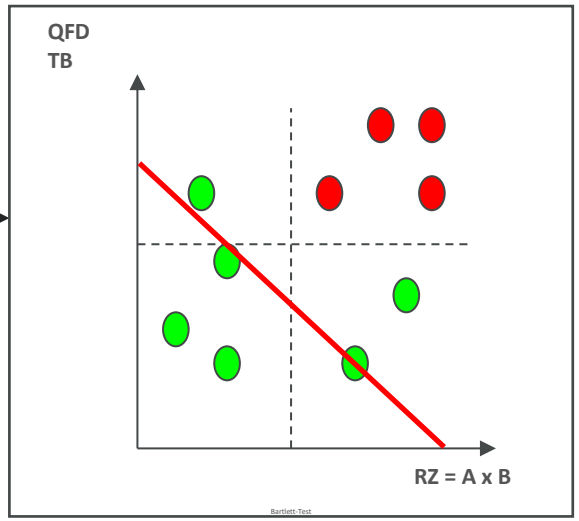
© 2024

Robust Design # 3 - Mögliche Einflussgrößen Xi sammeln & priorisieren
Priorisierungsmatrix aus HoQ3

Einflussgrößen X_i (9 - starker Einfluss; 3 - mittlerer Einfluss; 1 - schwacher Einfluss; 0 - kein Einfluss) / Critical to Quality / Y_n (Forderungen aus Lastenheft / Zeichnung von Preh)	Gewichtung	Electrical	Functional Isolation between High-Voltage pins	Basic Isolation between cooling surface and high voltage surfaces	Durchschlagsfestigkeit	max. ertragbare Spannung des Moduls [V]	max. ertragbarer Strom des Moduls [A]	qualification IEC 60352-5 / IEC60512-conformance (Zusammenbau)	Technical Cleanliness	pollution degree 2 (Anzahl an leitfähigen Partikeln ≥ 0)	Größe metallische Partikel [µm]	Anzahl metallische Partikel [1/cm²]	Größe andere feste Partikel [µm]	Anzahl andere feste Partikel [1/cm²]	Größe Fasern [µm]	Anzahl Fasern [1/cm²]	regulations	Zusammenbau - Pb-content [%]	Zusammenbau - REACH conformance	Zusammenbau - RoHS conformance	Zusammenbau - ELV conformance	Zusammenbau - WEEE	Zusammenbau - sta
lifetime req.																							
Lifetime Bypass mode (Diodes conductive) [h]	0,0		1	1	0	9	9	0		3	1	3	1	1	1	1		0	0	0	0	0	0
Lifetime Boostmode (IGBTs switching) [h]	5,9		1	1	0	9	9	0		3	1	3	1	1	1	1		0	0	0	0	0	0
FIT-rate (tbd)	6,1		1	1	0	3	3	0		3	1	3	1	1	1	1		0	0	0	0	0	0
electrical req.																							
max. DC-voltage Boost+Bypass Mode [V]	5,9		3	3	3	9	1	0		3	3	3	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0
Insulation DC (chassis-conductive parts, 60s) [kV]	9,6		3	9	9	1	0	0		0	3	3	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0
Insulation resistance >600 MΩ (@1000 V)	9,2		3	9	3	1	0	0		0	3	3	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0
height above sea level [m]	2,4		0	3	1	1	0	0		0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0
Max. system voltage (HV+ / HVM & HV+ / HV-) [V]	7,3		3	3	3	9	1	0		3	3	3	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0
qualification IEC 60352-5 / IEC60512-conformance	0,0		0	0	0	0	0	9		0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0
geometrical																							

QFD **TB** - Quality Function Deployment **Technische Bedeutung** aus den Houses of Quality HoQ 1-4

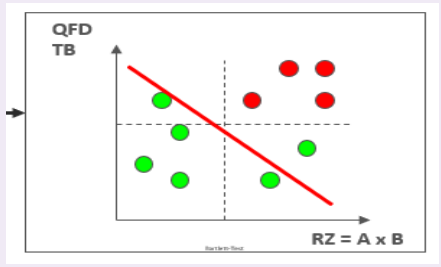
RZ - Risikozahl aus Produkt Design FMEA und/oder Prozess FMEA



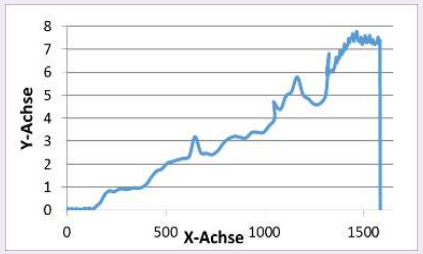
© 2024

Robust Design # 4 – 8 – Erhebung valider Anlernstichproben und Erstellung präziser Vorhersagemodelle mit Engineering-KI

Input: Einzelwerte & Kurven, Kategorien, Segmentierungsfaktoren aus Sensordaten



Bauteil-Nr.	Merkmal X1	Merkmal X2	Merkmal X3	weitere...
10001	1200	12039,93	48,12	
10002	1176	11750,58	48,52	
10003	1230	11979,17	48,47	
10004	1206	12019,68	48,50	
10005	1212	11979,17	48,08	
10006	1188	11747,68	48,42	
10007	1170	11770,83	48,48	
10008	1212	11979,17	48,47	
10009	1224	12051,50	48,34	
10010	1230	11345,49	47,97	
10011	1218	11319,44	48,13	
10012	1272	11388,89	47,93	

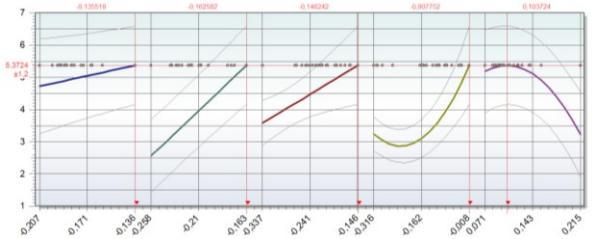


Analyser®

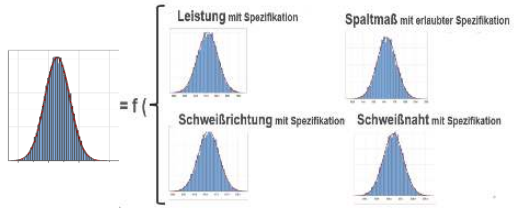
≥ 200 möglichen Einflussgrößen X_i

signifikanten Einflussgrößen X_i

Predictive Quality & Maintenance
Best Setting für komplexe Wirkmechanismen $Y_n = f(X_i)$



Neue Nominale / Soll-Werte inkl. **Toleranzen & Spezifikationen** für Produkt- und Prozessparameter



Monitoring & Qualität steuern und regeln in Echtzeit

© 2024