



# Algorithmus Schmiede

Wir schreiben Programme, die komplexe Probleme lösen.



**Data Science**



**Numerik**



**Physik**

**Projektreferenzen:  
Industrie & Produktion**

# Die Algorithmus Schmiede

... schreibt Programme, die komplexe Probleme lösen.



Unsere Mitarbeiter sind promovierte Naturwissenschaftler.  
Wir programmieren in **Python** und **C++**.







**Sie profitieren** von:

- Algorithmen mit höchster Zuverlässigkeit
- Tiefes Verständnis für physikalische Zusammenhänge
- Wissenschaftliche Arbeitsweise

# Überblick Referenzen

Hier ein Überblick über unsere Referenzen mit Bezug zu Industrie & Produktion:



-  [Automatisierung in der Industrie](#)
-  [Optische Inspektion](#)
-  [Fusion von Sensorsignalen](#)
-  [Metadaten aus Sensorsignalen](#)
-  [Komplexe Optimierungsaufgaben](#)
-  [Digitaler Zwilling](#)

# Industrielle Automatisierung

Entwicklung von Regelungsalgorithmen zur automatisierten Einstellung von Maschinen.

Inhalte:

zur Videopräsentation  
hier klicken / scannen



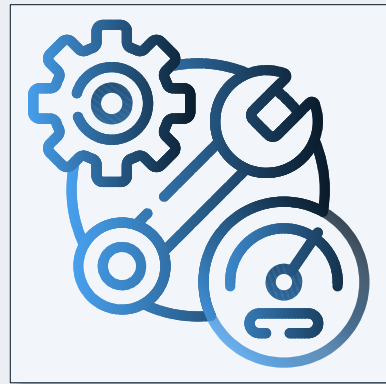
- Proof of Concept zur Nachweis der Machbarkeit des Vorhabens
- Experimente in Produktionsanlagen → Analyse von Produktionslogs
- Entwicklung von Algorithmen im Bereich Regelungstechnik und Computer Vision.

Herausforderungen:

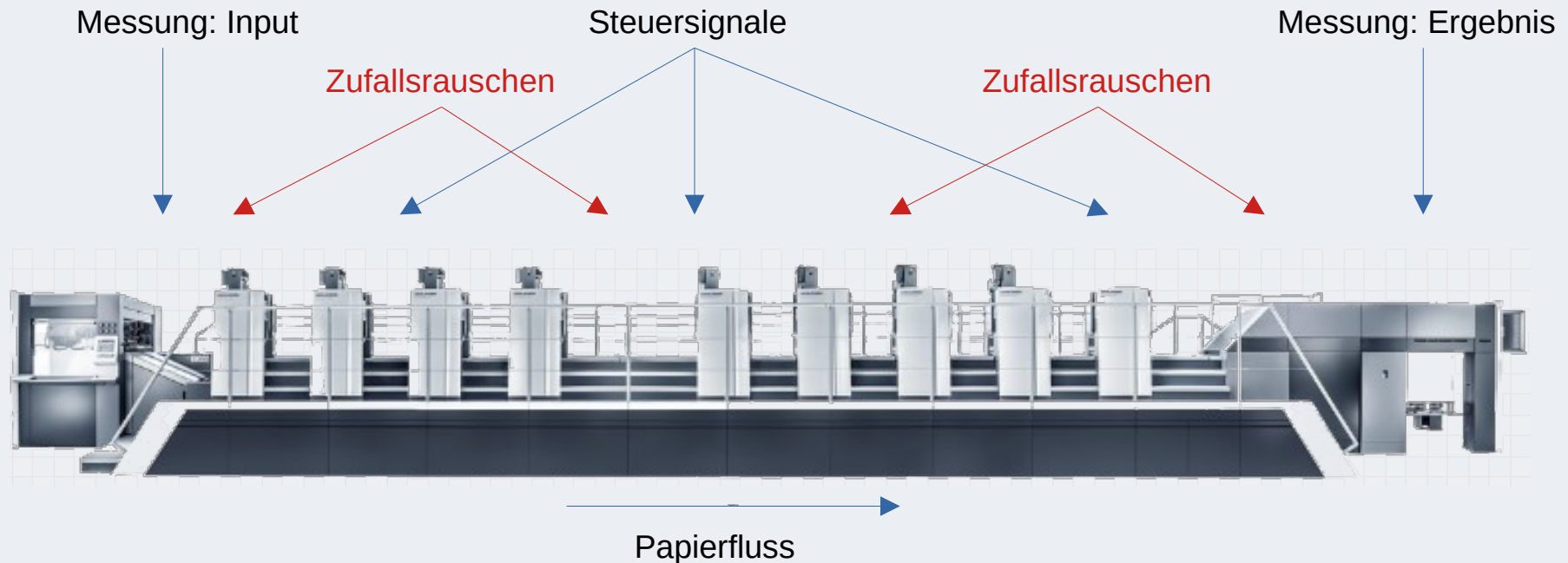
- Stochastisches Rauschen im ganzen Produktionsprozess
- Sehr hohe Kosten für Experimente
- Sehr hohe Vorhersagegenauigkeit benötigt

 HEIDELBERG

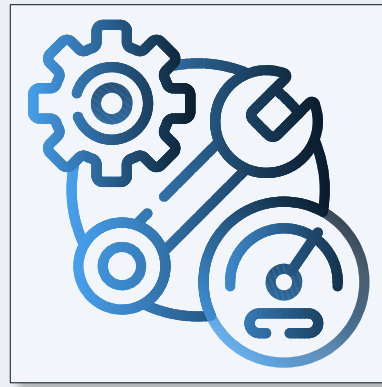
# Industrielle Automatisierung



Der Produktionsprozess war von einer Vielzahl stochastischer Störgrößen geprägt. Gezielte Experimente und der Abgleich mit Produktionslogs lieferte hier die notwendige Sicherheit für die Entwicklung einer verlässlichen Lösung.



# Industrielle Automatisierung

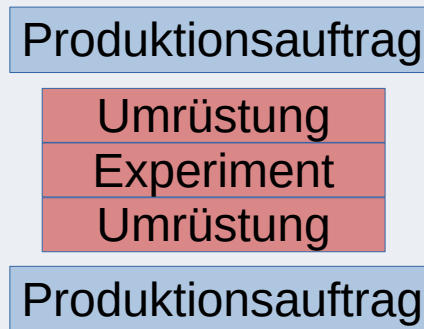


Hohe Kosten für die Durchführung von Experimenten an den Anlagen wegen Produktionsausfall.

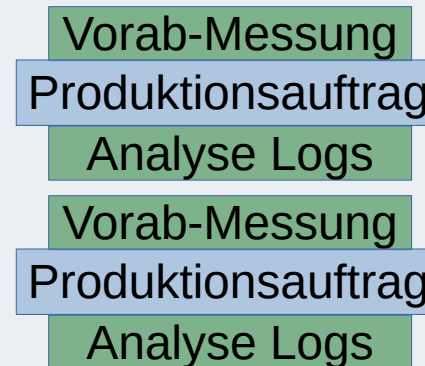
➔ Entwicklung von unterbrechungsfreien Experimenten:

- Flexibler in Art der verwendeten Daten
- Statistische Bestimmung der experimentellen Messgröße aus Produktionslogs: Höherer Datenbedarf aber Daten sind kostenlos

Davor:  
mit Unterbrechung



Danach:  
Unterbrechungsfrei

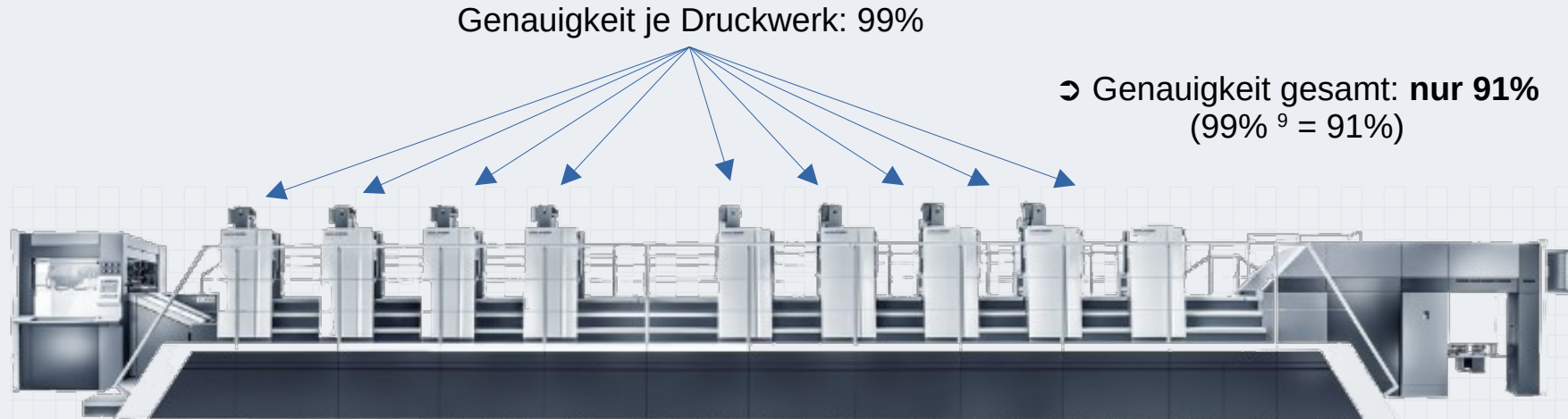


# Industrielle Automatisierung



Der serielle Aufbau einer Druckmaschine führt zu sehr hohen Genauigkeitsanforderungen. Ein Druckergebnis ist nur dann verwendbar, wenn jedes einzelne Druckwerk ein verwendbares Ergebnis liefert.

Beispiel:



# Optische Inspektion

Qualitätssicherung von Montageprozess anhand von Kalibriermessungen (Bilder)

zur Videopräsentation  
hier klicken / scannen



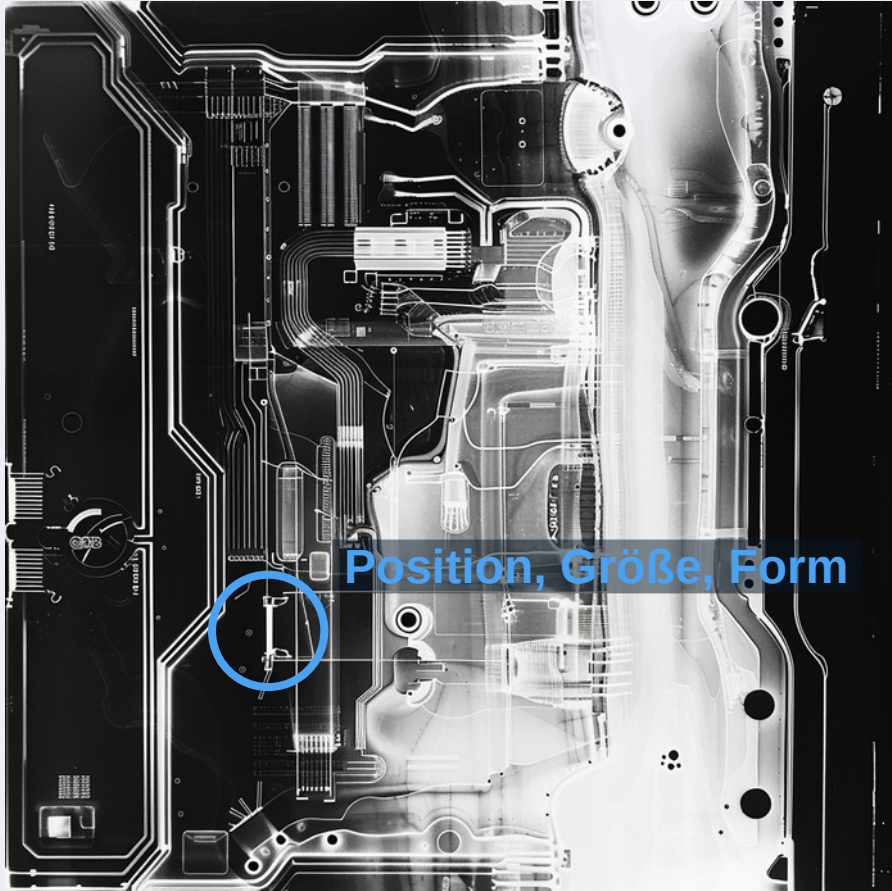
Inhalte:

- Vermessung von Kalibrierbildern mit Bildverarbeitungsalgorithmen
- Statistische Analysen: Gerätetyp vs. Datum vs. Monatgenauigkeit

Herausforderungen:

- ca. 1 Mio. Bilder  $\rightarrow$  mehrstufiges Teststack
- Rechenzeitoptimierung: 2 Monate  $\rightarrow$  8 Stunden

# Optische Inspektion



- Objekt auf unruhigem Hintergrund finden
- Statistische Analyse von Position, Größe, Form über verschiedene Produktionszeiträume hinweg
- Rechenzeit je Bild deutlich unter 1 Sekunde
- Aufbau von Teststack: Codeänderungen werden zuerst auf schwierigen Bildern getestet

# Fusion von Sensorsignalen

Fusion verschiedener Informationen macht deutliche Steigerungen in der Messgenauigkeit möglich.

Inhalte:

zur Videopräsentation  
hier klicken / scannen



- Aufbau von Model zur Zusammenführung verschiedener Informationen zu vermessenem Objekt
- Implementierung von Parameteroptimierungsroutine zur Bestimmung der wahrscheinlichsten Objektes unter der Vorbedingung der verfügbaren Informationen

Herausforderungen:

- Entwicklung von robustem Model mit niedriger Laufzeit
- Korrektur von sensorspezifischen Abweichung (z.B. statistisches Rauschen)

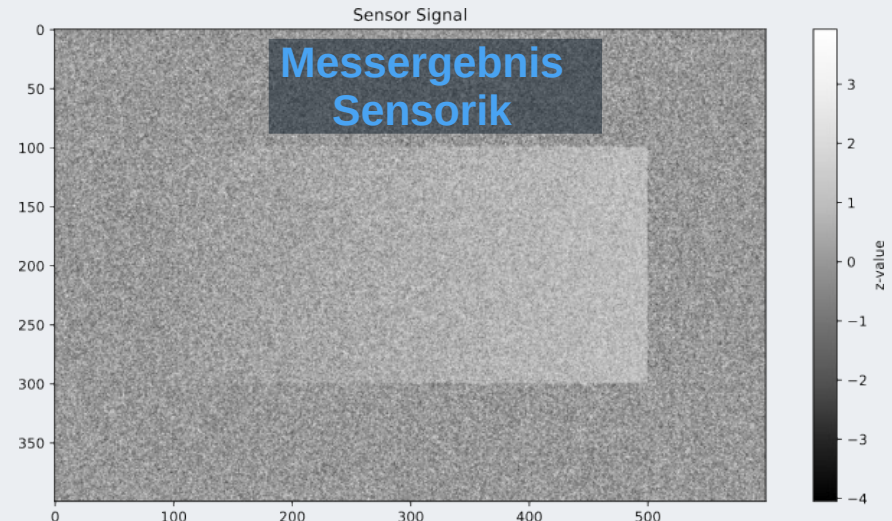
# Fusion von Sensorsignalen



Beispiel: 2D Höhenmessung von keilförmigem Objekt

Informationen:

- Sensor: x-Koordinate, y-Koordinate, Höhe (=Farbwert des Pixels)
- Domainwissen: Keilförmige Objekte mit linearer Steigung

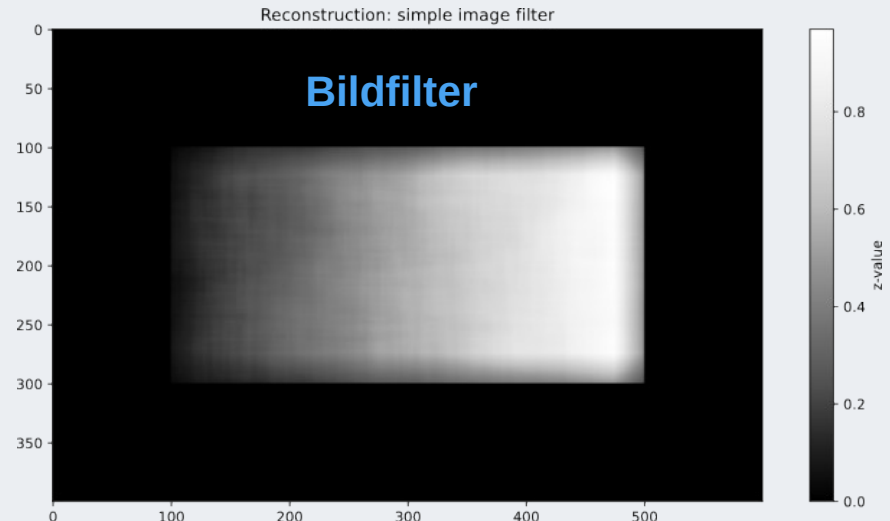
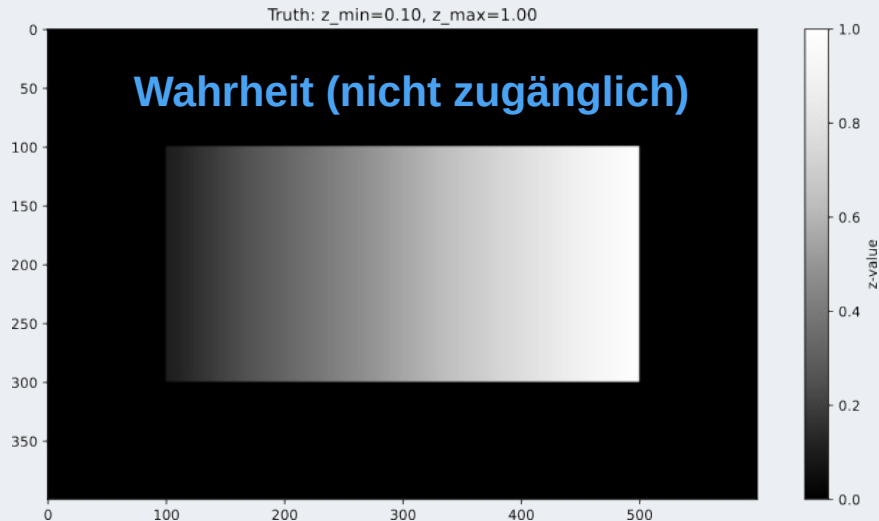


# Fusion von Sensorsignalen



Typisches Vorgehen zur Korrektur des Sensor-Rauschens schließt die zusätzliche Information zum „keilförmigen Objekt“ nicht ein.

zum Beispiel Bildfilter:  
verwäscht Ränder, besonders stark verwaschen Ecken, Objekt hat immer noch leichtes Rauschen



# Fusion von Sensorsignalen

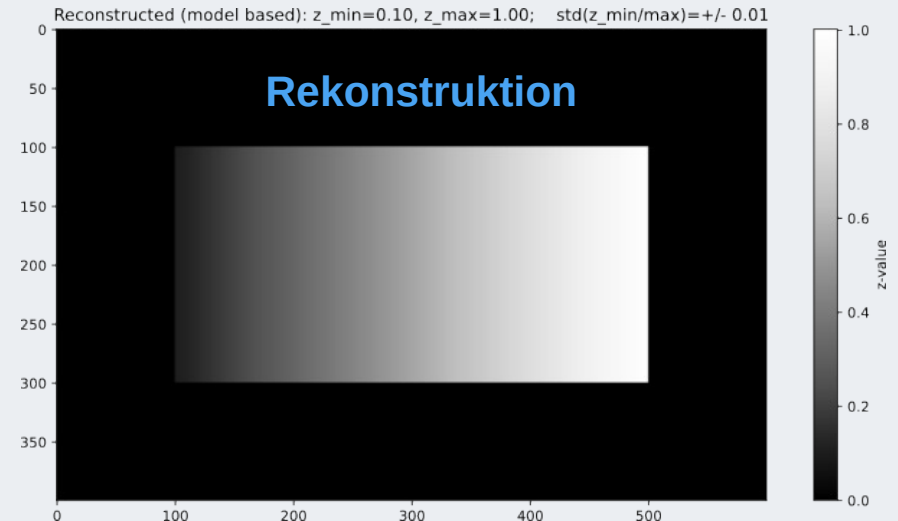


Vorgehen der Algorithmus Schmiede:

Generierung von keilförmigem Objekt und Parameteroptimierung bis maximale Übereinstimmung mit den Messdaten erreicht ist

Parametrisierung über Höhe des Keils ( $z_{\min}$  /  $z_{\max}$ ).

Genauigkeit der Rekonstruktion: Bis auf 10% ( $z_{\min}$ ) bzw. 1% ( $z_{\max}$ )





# Bsp: Farbe aus Distanzmessung

Extraktion der Farbe eines Objektes aus einer 2D Distanzmessung.

Erklärung:

- Objektfarbe ist optische Eigenschaft
- Distanzmessung ist optisches Verfahren
- Distanzmessung nicht 100% exakt - beinhaltet Messartefakte aufgrund von Umgebungseinflüssen
- Objektfarbe führt zu spezifischen Signaturen in den Messartefakten
- Bestimmung der Objektfarbe durch Entfernung des Distanzsignals und Analyse der Messartefakte



# Bsp: Farbe aus Distanzmessung

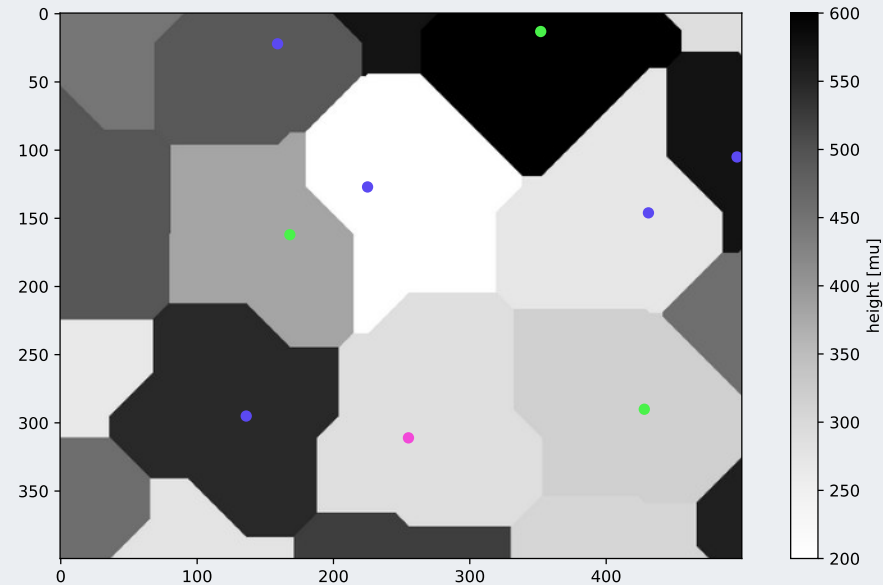
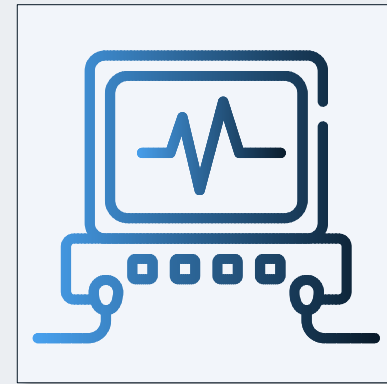
Extraktion der Farbe eines Objektes aus einer 2D Distanzmessung.

Erklärung:

- Farbextraktion nur an speziellen Punkten möglich
- Genauigkeit > 80%  
↳ übersteigt Kundenanforderung

Rahmenbedingungen:

- Proove of Concept in unter 2 Wochen
- Erfahrung mit Datenbasis war bereits vorhanden



# Komplexe Optimierungsaufgaben

Lösung von komplexen Optimierungsaufgaben, die nicht mehr mit Standard Optimierungsbibliotheken lösbar sind.

Inhalte:

zur Videopräsentation  
hier klicken / scannen



- Modellierung eines schwer zu beschreibenden Problems in klarer mathematischer Struktur
- Anschauliche optische Aufbereitung des Problems und der Algorithmik
- Auswahl von geeignetem Optimierungsverfahren:  
Entweder Nutzung von Bibliotheksfunktionen oder individuelle Implementierung
- Entwicklung geeigneter Benchmarks zur Bewertung des Optimierungsergebnisses

# Bsp: Flächenoptimierung

Zerlegung von Neubaugebieten in einzelne Grundstücke a 500m<sup>2</sup> mit sinnvollem Seitenverhältnis

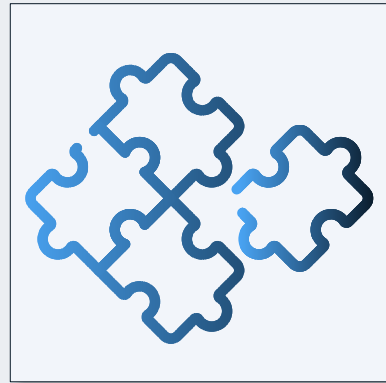
⇒ sofortige Abschätzung der Erschließungskosten

Inhalte:

- Modellierung als Graph
- Mehrstufiges Optimierungsverfahren unter Verwendung von: Monte Carlo (Metropolis-Hastings), Simulated Annealing, mod. Dijkstra, ...
- Implementierung via REST-API auf AWS: API-Gateway + Lambda + RDS

Herausforderungen:

- Weitere unspezifizierte Optimierungskriterien (z.B. Anordnung entlang von Fluchten, Durchfahrbarkeit)
- Rechenzeit < 15 Sek



# Bsp: Flächenoptimierung

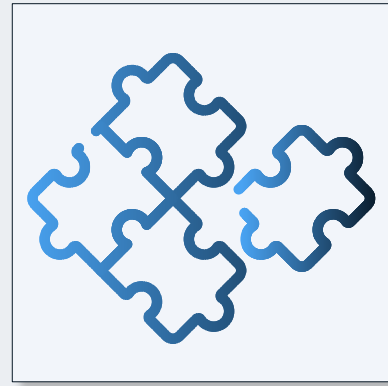


Startsituation:

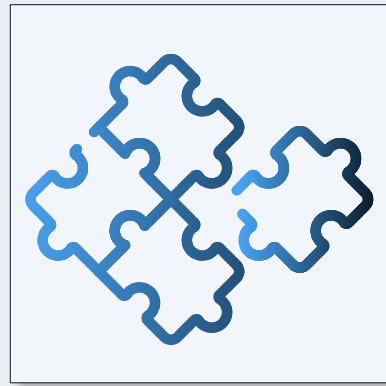
- Gesamtfläche
- Straßenanschlüsse

Schritt 1:

- Einbindung von Straßennetz sichert Verkehrsfluss
- Optimierungsaufgabe: Vermeidung spitzer Winkel

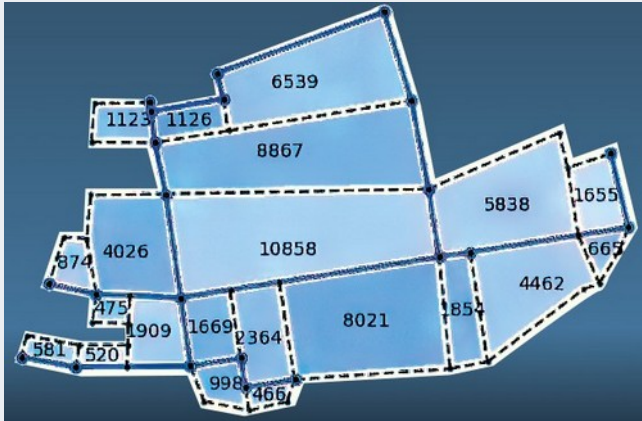


# Bsp: Flächenoptimierung



Schritt 2:

- Zerlegung in möglichst rechteckige Unterflächen
- Optimiertes Einbringen neuer Kanten und Knoten in den Graph



Schritt 3:

- Anbindung aller Unterflächen ans Straßennetz
- Modifikation des Dijkstra-Algorithmus (viele Startpunkte & mehrere Endpunkte möglich)



# Digitaler Zwilling

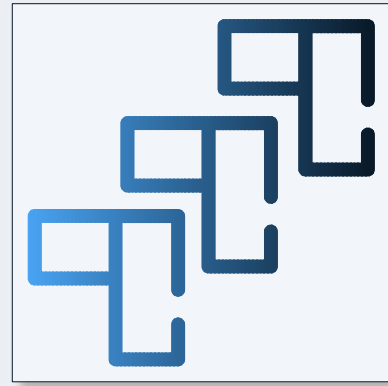
Probleme beim Management vieler ähnlicher Geräte (oder Anlagen) mit individuellen Komponenten.

- Softwareupdates, lassen sich nicht auf allen Geräten testen.
- Störfallfrüherkennung muss jedes mal als Individuallösung implementiert werden.
- Produktentwicklung ist kompliziert, da bei vielen Problemen nicht klar ist, ob nur das individuelle Gerät betroffen ist oder alle.

zur Videopräsentation  
hier klicken / scannen



# Digitaler Zwilling



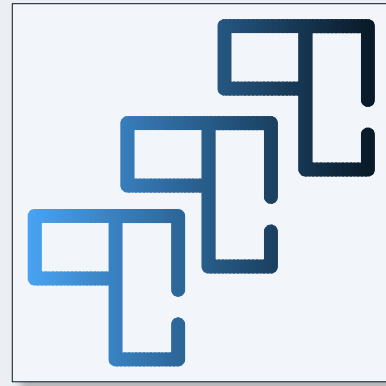
## Konzept:

- Jeder Funktionsaufruf in der Software loggt Aktorik und Sensorik in Datenbank.
- Digitaler Zwilling nutzt Machine Learning, um selbstständig Zusammenhänge zwischen Aktoren und Sensoren zu lernen und vorherzusagen.

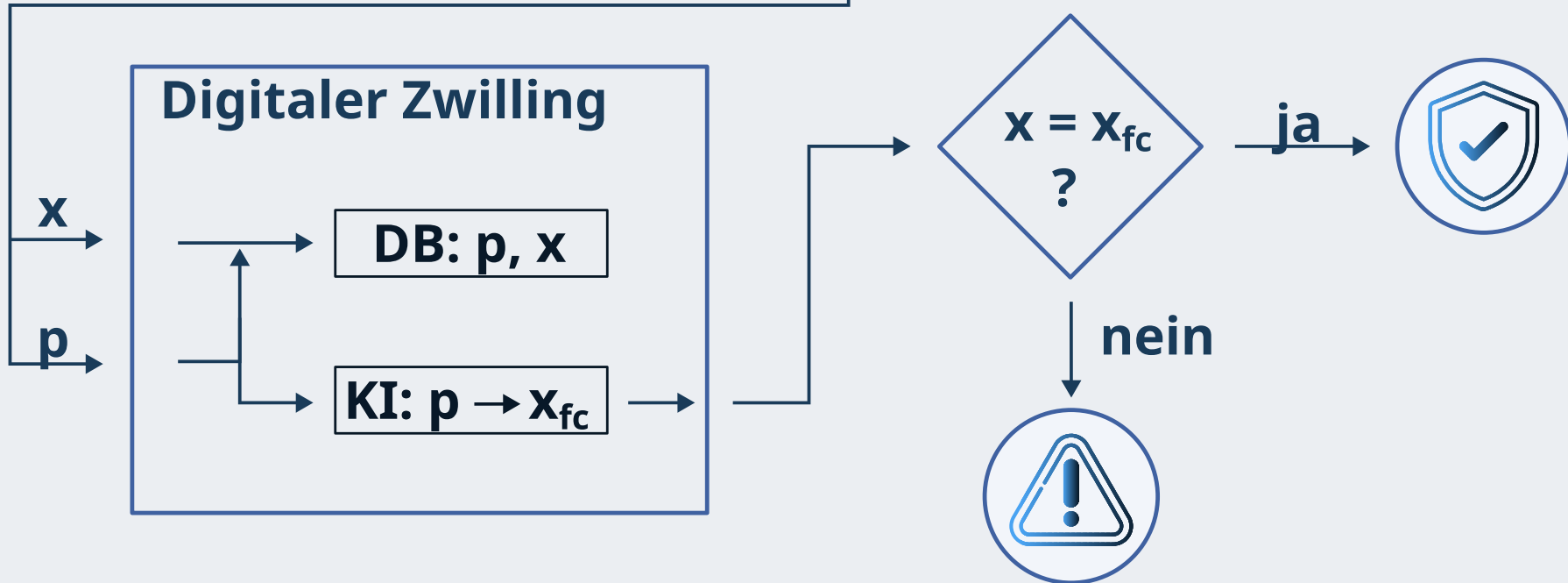
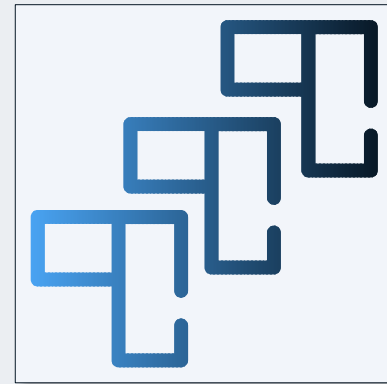
## Anwendung:

- Störfallfrüherkennung wenn tatsächlich gemeldete Sensorwerte von vorhergesagten Sensorwerten abweichen
- Simulation von Anlagen für Softwaretests
- Analyse der erlernten Zusammenhänge zur Produktentwicklung

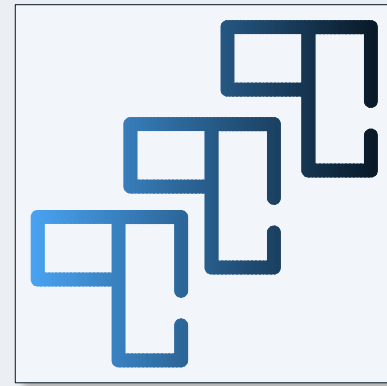
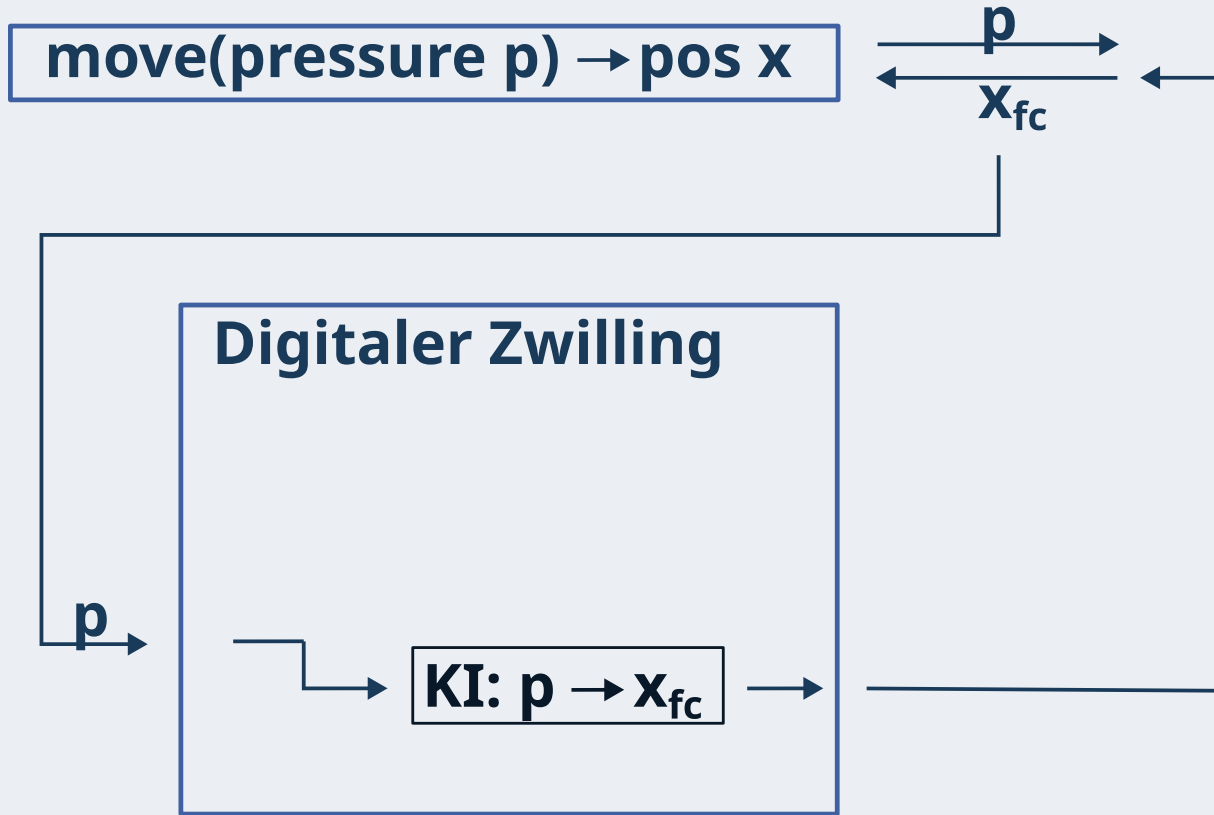
# Digitaler Zwilling

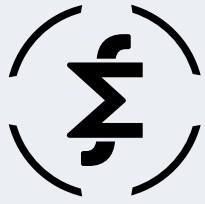


# Digitaler Zwilling



# Digitaler Zwilling





# Algorithmus Schmiede

Data Science | Numerik | Physik



Verpassen Sie nichts:



- Folgen Sie der [@Algorithmus Schmiede](#) auf LinkedIn
- Abonnieren Sie unseren [Newsletter](#)

Gerne berate ich Sie unverbindlich zu Ihrer Projektidee.



**Dr. Markus Dutschke**

Inhaber, Algorithmus Entwickler

 +49 178 148 3264

 [impact@algorithmus-schmiede.de](mailto:impact@algorithmus-schmiede.de)

 [www.algorithmus-schmiede.de](http://www.algorithmus-schmiede.de)