



Simulation & KI Auslegungsassistenten für die Verfahrenstechnik

von IANUS Simulation GmbH

Ihr Partner für Strömungssimulation, Prozessanalyse und Digitalisierung

IANUS Simulation GmbH

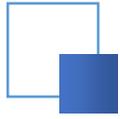
Dr.-Ing. Jan Trippe
Martin-Schmeißer-Weg 15
44227 Dortmund
Germany



Fon: +49 (0) 231 / 5869 247 9

Mail: j.trippe@ianus-simulation.de
Web: www.ianus-simulation.de/en





Die KI Revolution

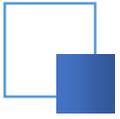
AUSLEGUNGSASSISTENTEN DER ZUKUNFT



KI-basierte Verfahrenstechnik - Datengetriebene Auslegung

*"Science is going to be
revolutionised by AI-
assistants."*

Oren Etzioni

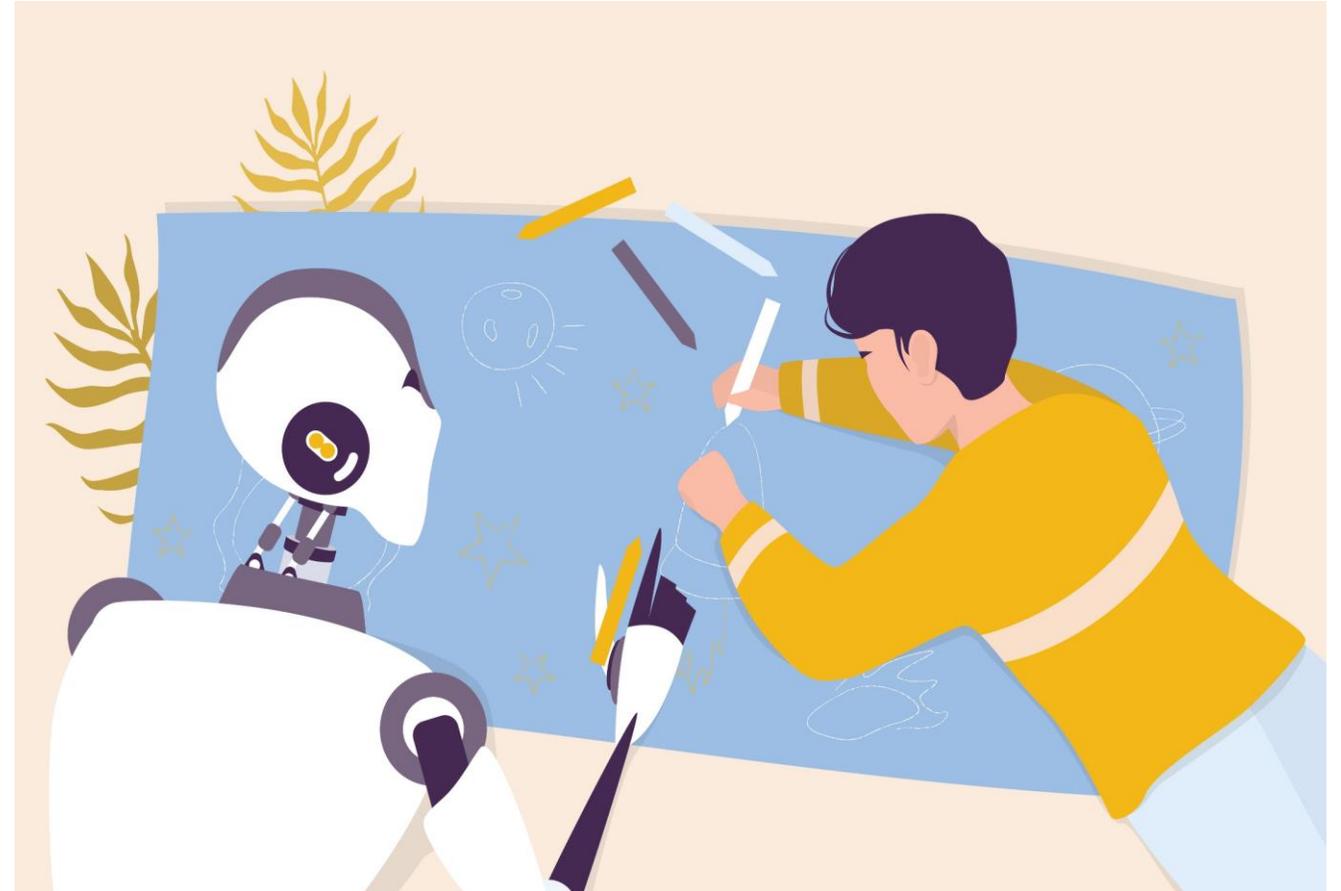


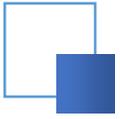
KI

Chance oder Gefahr?

„Jedes Unternehmen, das nicht schon heute eine Art mathematischer Think-Tank ist oder plant, in Kürze ein solcher zu werden, hat im Grunde schon den Anschluss verpasst.“

Ram Charon
(Autor)





Einführung

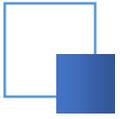
Definition

Künstliche Intelligenz (KI) ist ein Teilgebiet der Informatik und beschreibt die Forschung und Entwicklung von Mechanismen mit dem Ziel, menschenähnliche Intelligenz nachzubilden.

„Dabei werden Methoden erforscht, die es einem Computer ermöglichen, intelligentes Verhalten zu entwickeln und eigenständig Probleme zu bearbeiten.“

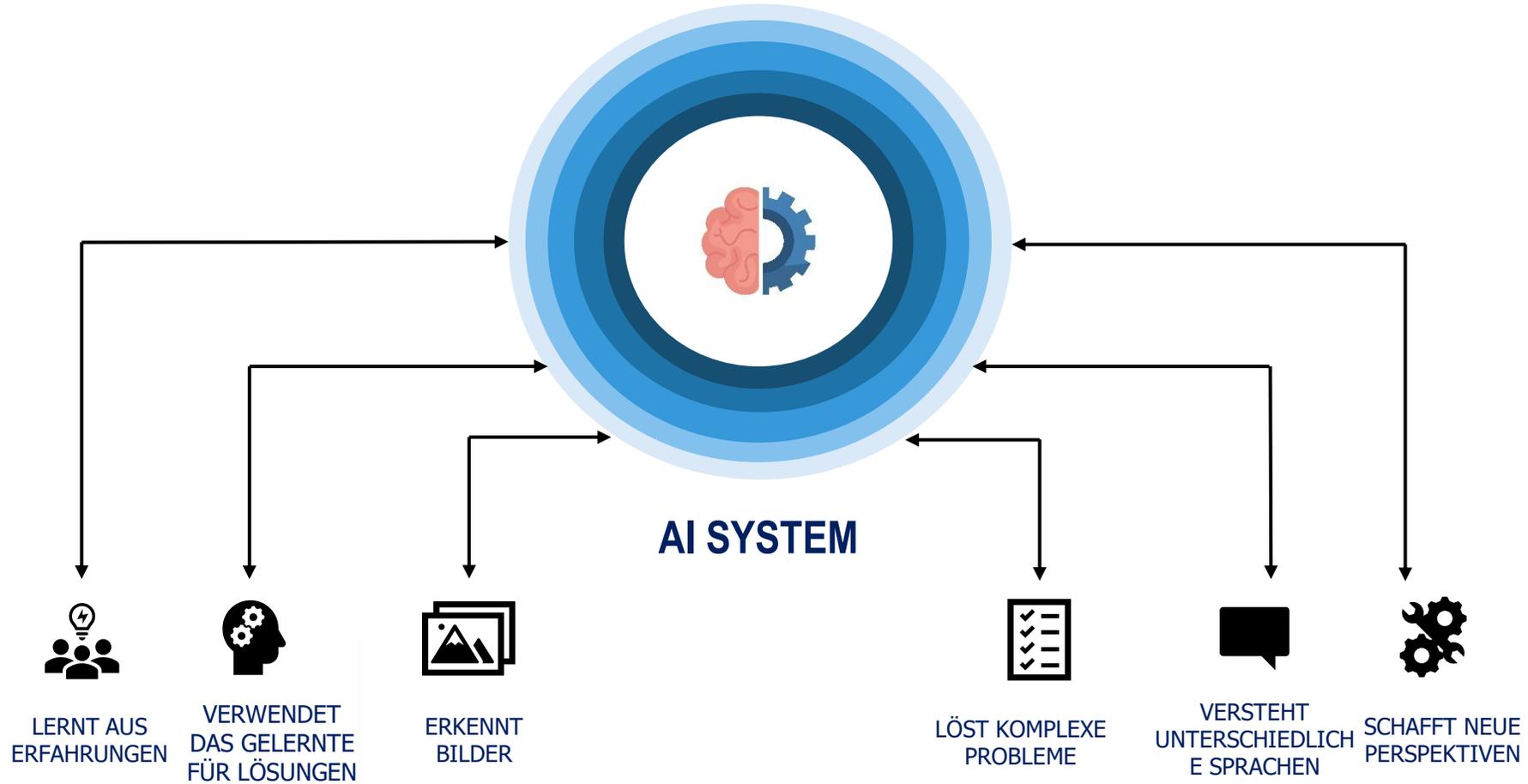


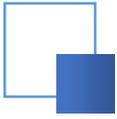
KÜNSTLICHE INTELLIGENZ



Einführung

Definition



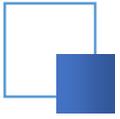


Einführung

Zeitstrahl



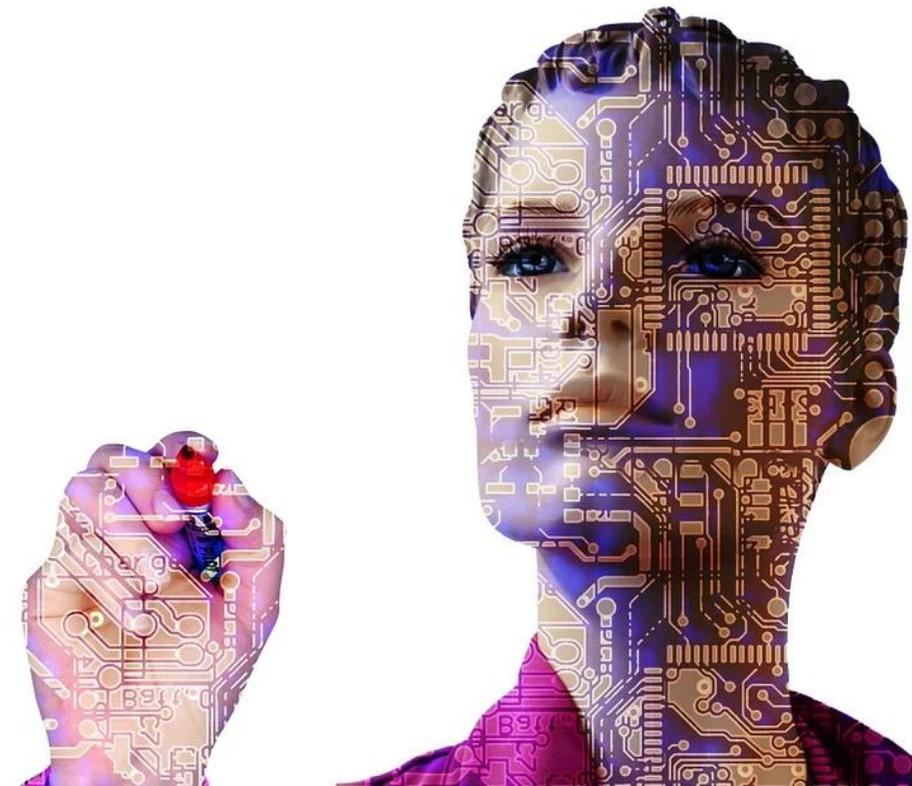
KÜNSTLICHE INTELLIGENZ

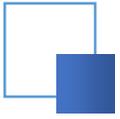


MÖGLICHKEITEN

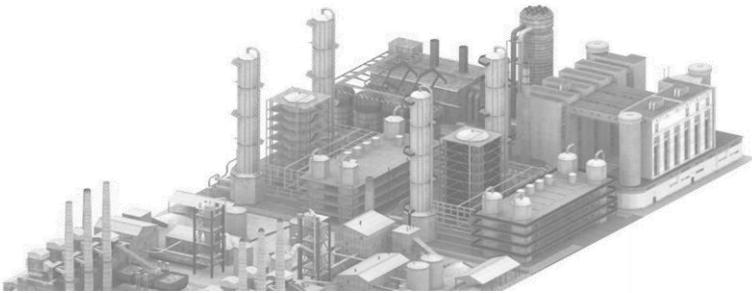
- Schnellere Entscheidungsfindung
- Verbesserte Vorhersagen
- Erhöhte Effizienz
- Beseitigung menschlicher Fehler
- Assistenz des Menschen zu besseren Leistungen
- Reduzierte Kosten / Arbeitskräfte
- Ressourcenschonung

KÜNSTLICHE INTELLIGENZ

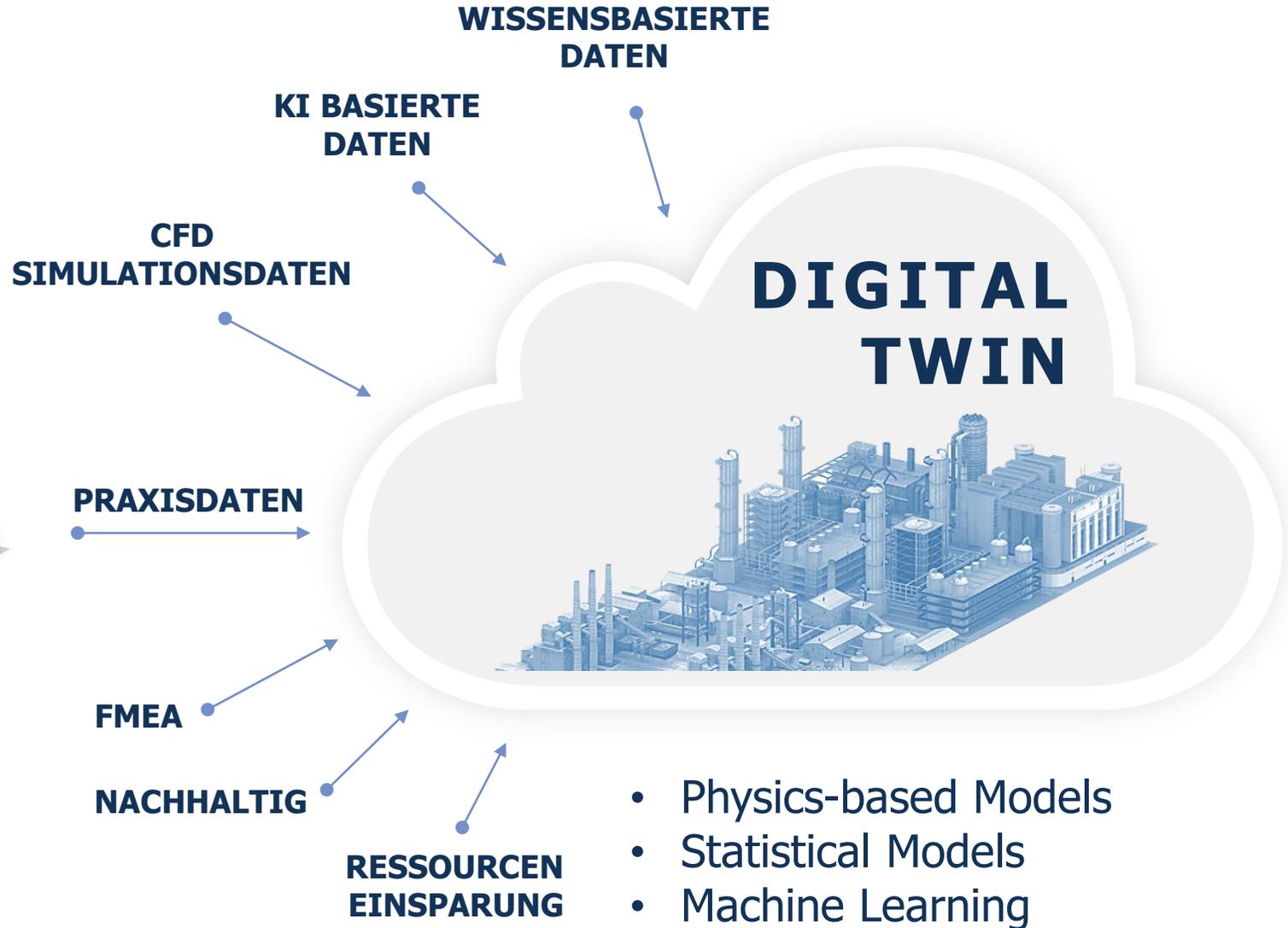


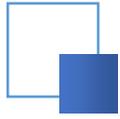


PHYSICAL ASSET



Von einfachen Fließphänomenen hin zur Beschreibung komplexer Industrieparks, jeder digitaler Zwilling braucht Prognosemodelle, die sich mit der Praxis vergleichen lassen. CFD basierte 3D Simulationen bilden hier den physikalischen Grundpfeiler.

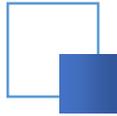




Die selbstträumende Maschine

KI-Assistenten in der Verfahrenstechnik





Pumpen & Anlagenkennlinien

DIE RICHTIGE PUMPE FÜR IHRE ANLAGE?



Hürden

- Anlagenkennlinien werden nicht immer richtig kommuniziert
- Pumpenprüfstände sind ressourcenintensiv
- Prüfmethode und Einsatz von schwer zu Reinigen Medien (Säuren, Lebensmittel, usw.) auf Prüfstände herausfordernd

Auswahl einer geeigneten Pumpe



Identifizieren der Anlagenkennlinie

Prototypen werden digital angelegt und variiert



Pumpenprüfstand

Mittels Automatisierung hürden hin zum Simulationsergebnis abbauen



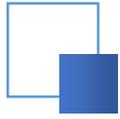
Abgleich der Kennlinien

Simulieren & Umkonstruieren bis zum gewünschten Ergebnis



Auswahl der Pumpe

Digitalisierung vereint Anlagen- und Pumpenkennlinien



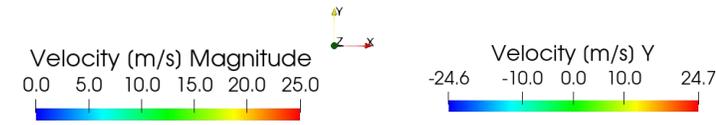
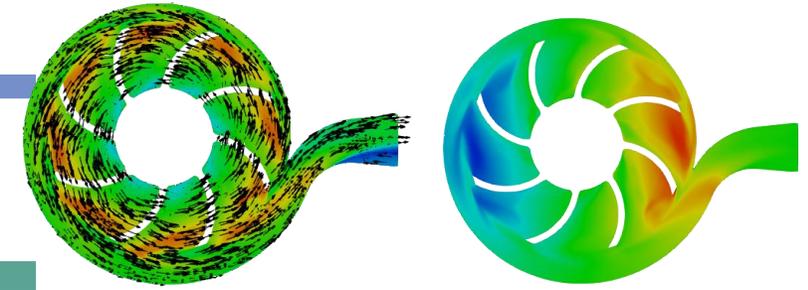
KI METHODEN UND DER DIGITALE PUMPENPRÜFSTAND



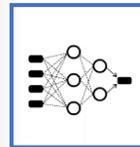
Zentrifugalpumpe - Report

Prozessdaten	
Prozessdaten	
Betriebspunkt	TL2
Durchsatz	22.00 m³/h
Rotationsfrequenz	920.00 1/min
erwartete Förderhöhe	27.00 m
min. erwarteter Wirkungsgrad	0.30 %
mech. Verlustleistung	0.46 kW
Simulationsergebnisse	
Druckdifferenz	1.68 bar
Drehmoment	34.29 Nm
Förderhöhe	17.08 m
hyd. Leistung	1.02 kW
hydraulischer Wirkungsgrad	30.99 %
totaler Wirkungsgrad	27.24 %
stat. Druckverlust	1.66 bar
dyn. Druckverlust	0.02 bar

Druckverlauf



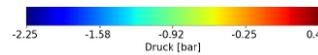
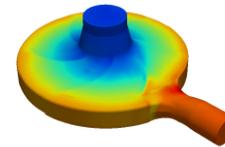
MACHINE LEARNING



NEURAL NETWORKS

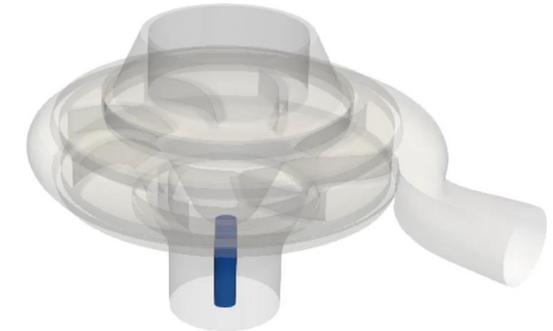


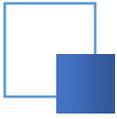
EVOLUTIONARY ALGORITHMS



STRÖMUNGSRAUM

Seite 2 von 2





#productburndown : Übersicht

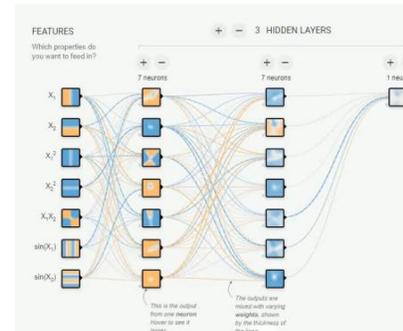
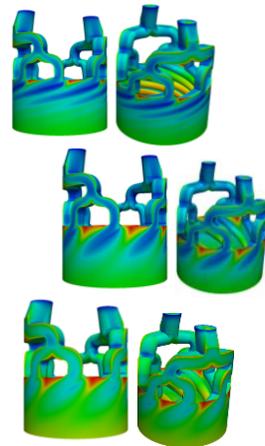
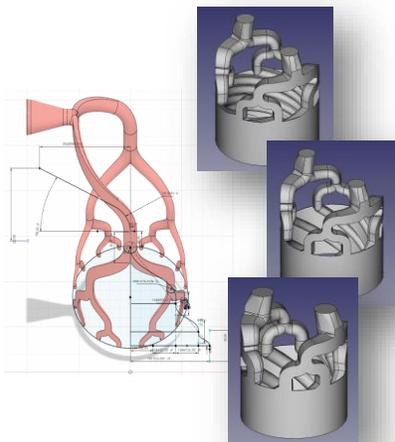
AUTOMATISIERTE 3D CFD SIMULATION ZUR AUSLEGUNG, ANALYSE UND OPTIMIERUNG VON EXTRUSIONSANLAGEN

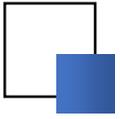
Parametrische Beschreibung

Automatische Simulationen

Datensynthese & Training

Assistenzsystem für Auslegung





Basistechnologien für den

ZU DEN TRENDS GEHÖREN NUMERISCHE SIMULATIONEN, AUTOMATISIERUNG, KI UND DIGITAL MANUFACTURING



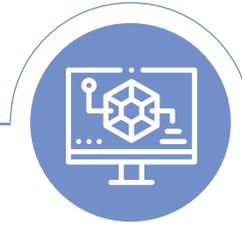
Numerische Simulation

Hochauflösenden 3D CFD Simulationen bilden den Motor der digitalen Erfassung technischer Prozesse.



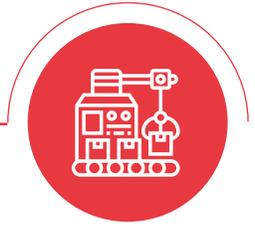
Automatisierung

Digitale Zwillinge lassen sich in wenigen Sekunden anlegen und technische Feedbacks unkompliziert einholen.



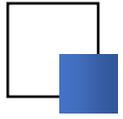
Künstliche Intelligenz

Intelligente Algorithmen unterstützen nicht nur in der Datenverarbeitung. **KI** revolutioniert mittlerweile die gesamte Prozessauslegung.



Digital Manufacturing

Von kompletten Maschinen bis hin zum vollständigen Technikum. Unsere Technologie katapultieren Sie direkt ins **Engineering 4.0**



Unsere Technologien

ZU DEN TRENDS GEHÖREN NUMERISCHE SIMULATIONEN, AUTOMATISIERUNG, KI UND DIGITAL MANUFACTURING



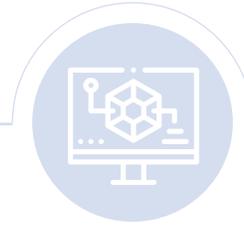
Numerische Simulation

Hochauflösenden 3D CFD Simulationen bilden den Motor der digitalen Erfassung technischer Prozesse.



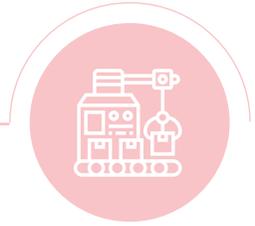
Automatisierung

Digitale Zwillinge lassen sich in wenigen Sekunden anlegen und technische Feedbacks unkompliziert einholen.



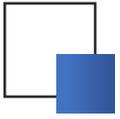
Künstliche Intelligenz

Intelligente Algorithmen unterstützen nicht nur in der Datenverarbeitung. **KI** revolutioniert mittlerweile die gesamte Prozessauslegung.



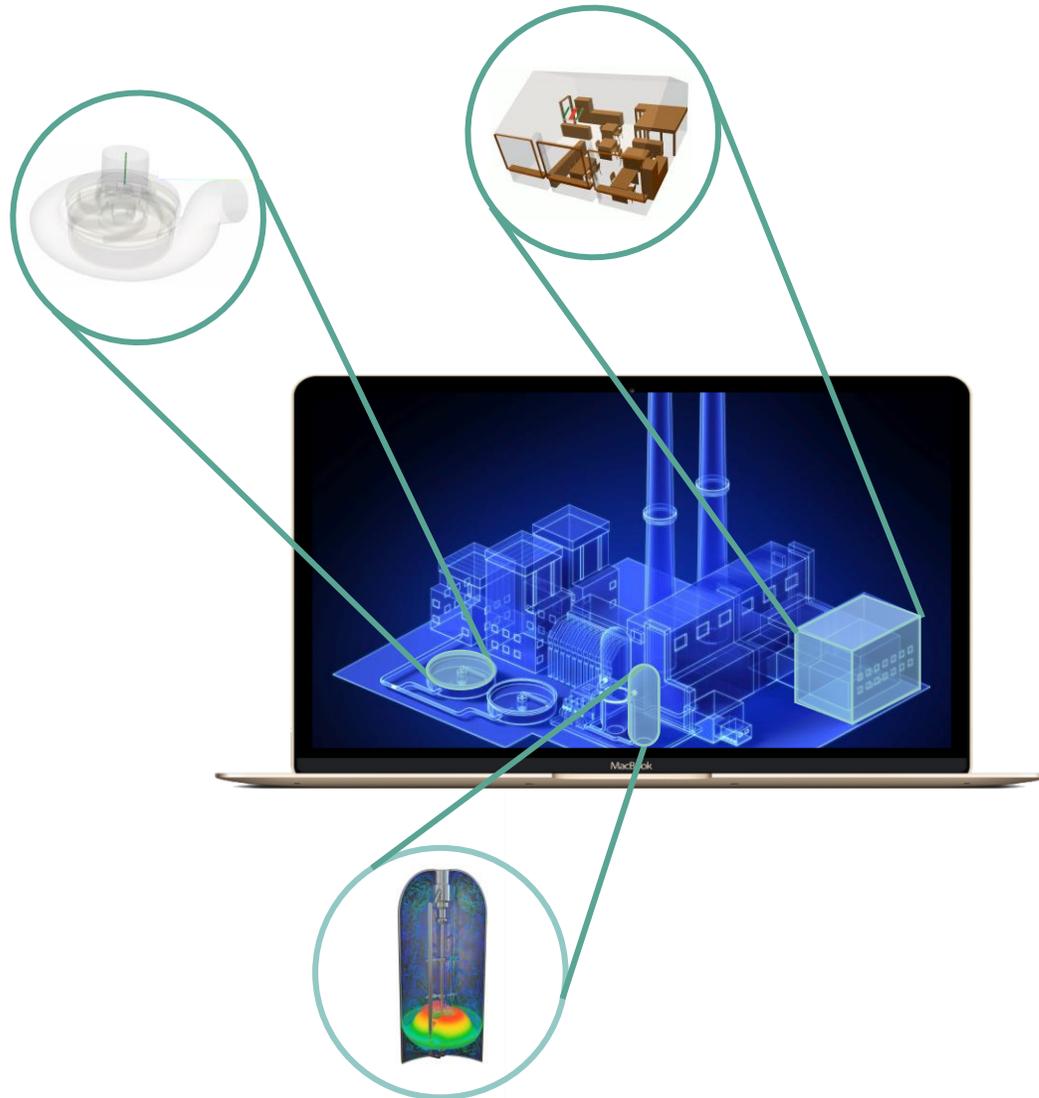
Digital Manufacturing

Von kompletten Maschinen bis hin zum vollständigen Technikum. Unsere Technologie katapultieren Sie direkt ins **Engineering 4.0**



Numerische Simulation

HOCHAUFLÖSENDE 3D CFD SIMULATIONEN



Meilensteine



Geometriaufbereitung



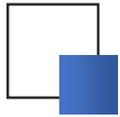
Gitterbildung



Simulation



Auswertung

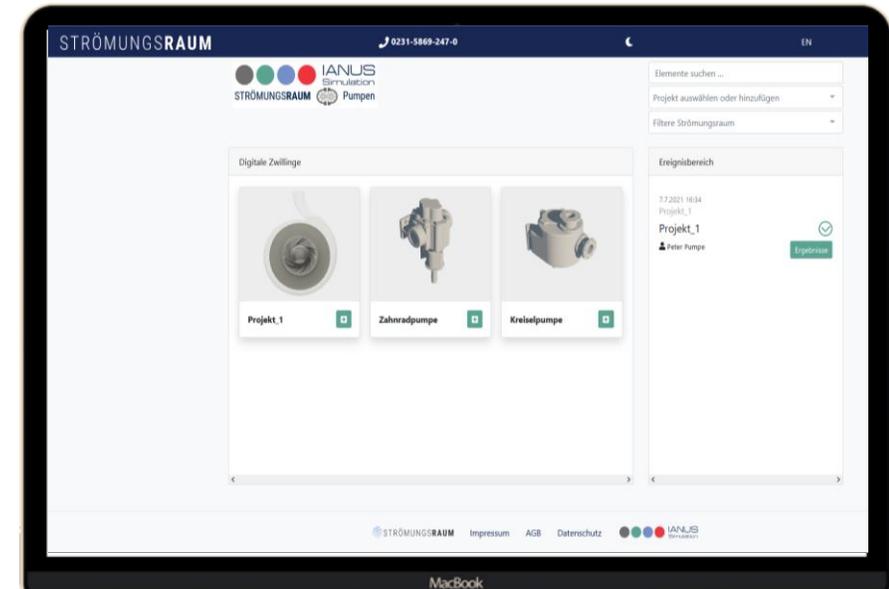
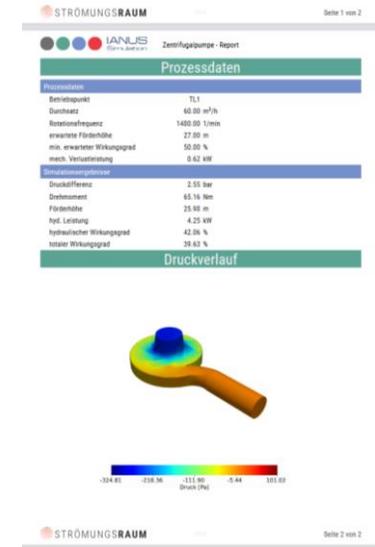
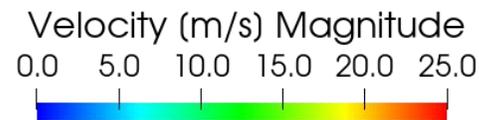
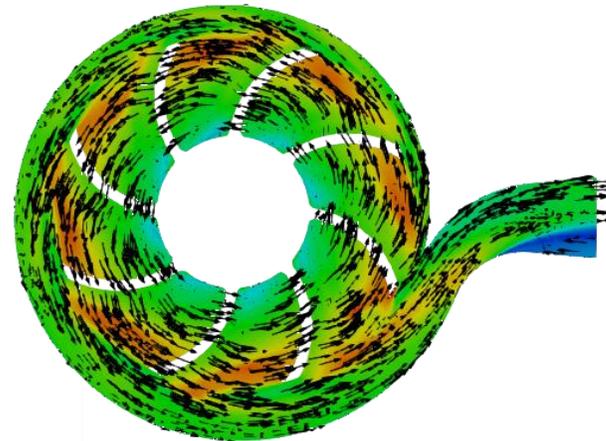
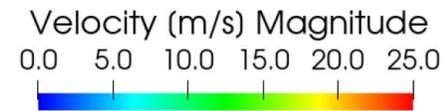
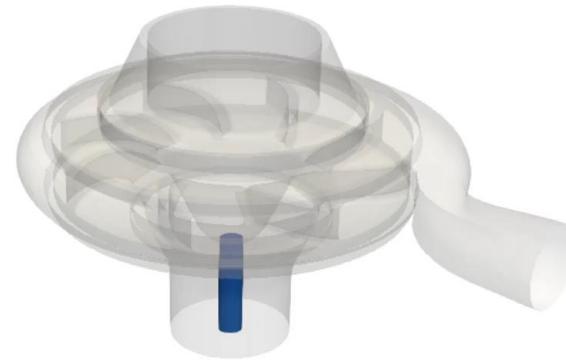


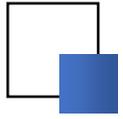
Beispiel

Pumpen

Analysen über:

- Förderhöhe
- Druckverlust
- Drehmoment
- Hydr. Leistung
- Hydr. Wirkungsgrad
- Tot. Wirkungsgrad





Unsere Technologien

ZU DEN TRENDS GEHÖREN NUMERISCHE SIMULATIONEN, AUTOMATISIERUNG, KI UND DIGITAL MANUFACTURING



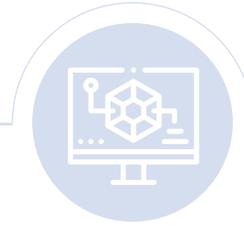
Numerische Simulation

Hochauflösenden 3D CFD Simulationen bilden den Motor der digitalen Erfassung technischer Prozesse.



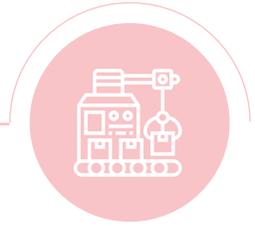
Automatisierung

Digitale Zwillinge lassen sich in wenigen Sekunden anlegen und technische Feedbacks unkompliziert einholen.



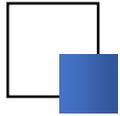
Künstliche Intelligenz

Intelligente Algorithmen unterstützen nicht nur in der Datenverarbeitung. **KI** revolutioniert mittlerweile die gesamte Prozessauslegung.



Digital Manufacturing

Von kompletten Maschinen bis hin zum vollständigen Technikum. Unsere Technologie katapultieren Sie direkt ins **Engineering 4.0**



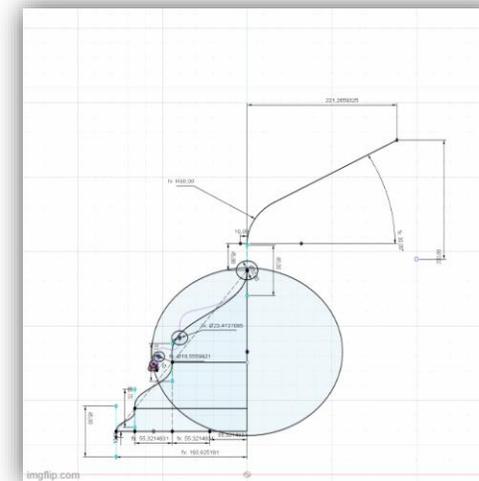
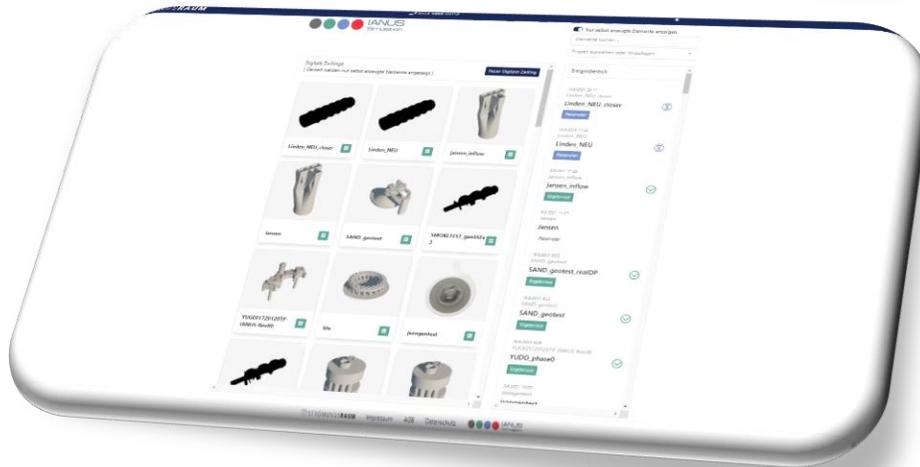
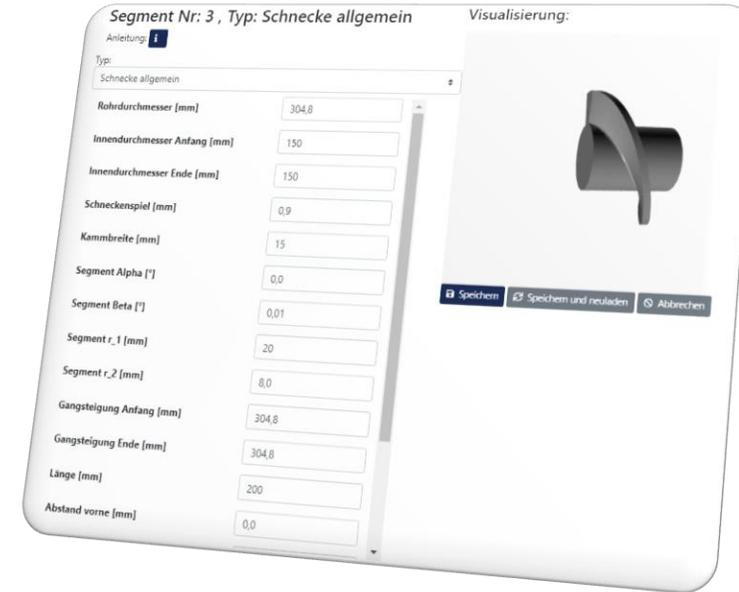
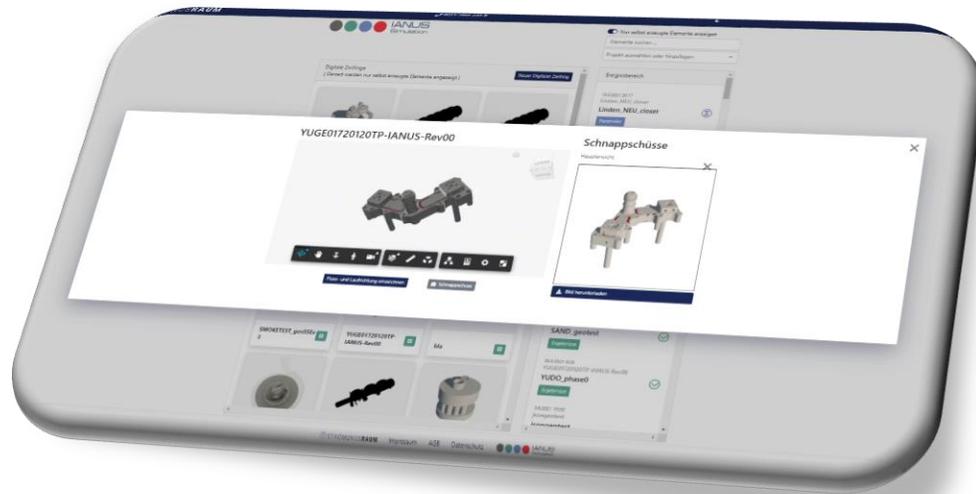
Typen Digitaler Zwillinge



Automatisierungsgrad

Positiv Geometrie

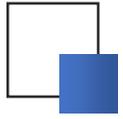
Fluidgebiet



Explizit

Parametrisch

Automatisierungsgrad



Unsere Technologien

ZU DEN TRENDS GEHÖREN NUMERISCHE SIMULATIONEN, AUTOMATISIERUNG, KI UND DIGITAL MANUFACTURING.



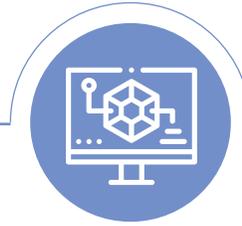
Numerische Simulation

Hochauflösenden 3D CFD Simulationen bilden den Motor der digitalen Erfassung technischer Prozesse.



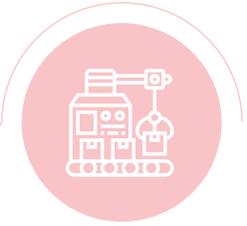
Automatisierung

Digitale Zwillinge lassen sich in wenigen Sekunden anlegen und technische Feedbacks unkompliziert einholen.



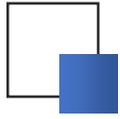
Künstliche Intelligenz

Intelligente Algorithmen unterstützen nicht nur in der Datenverarbeitung. **KI** revolutioniert mittlerweile die gesamte Prozessauslegung.



Digital Manufacturing

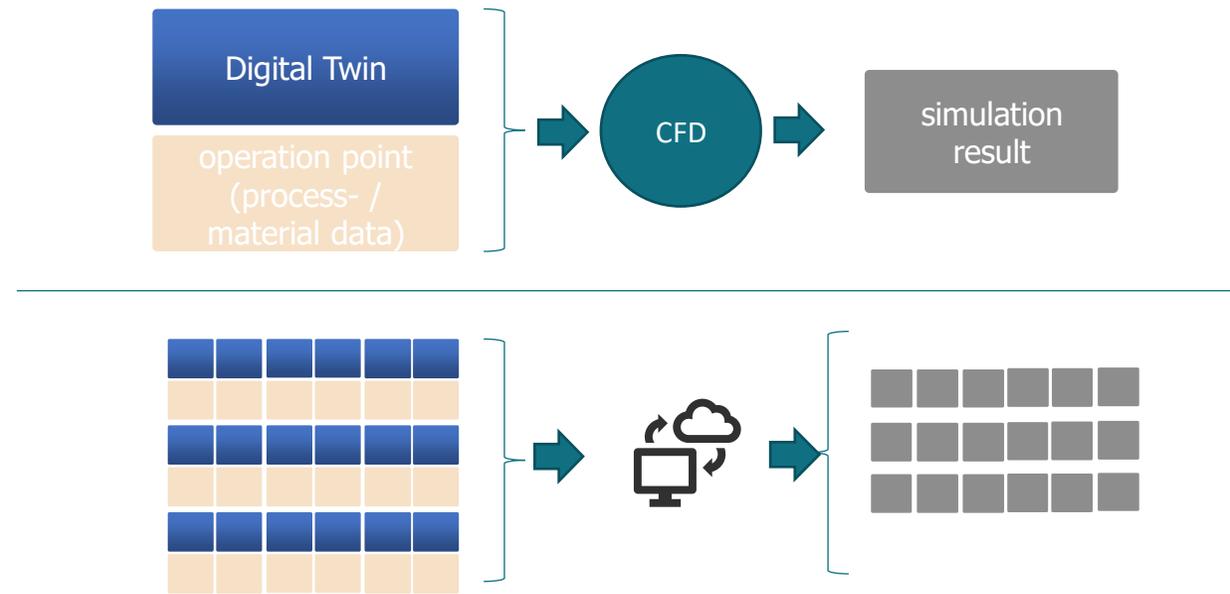
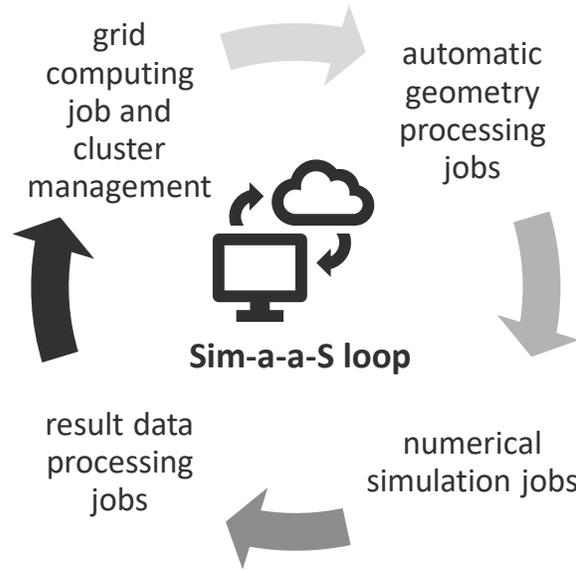
Von kompletten Maschinen bis hin zum vollständigen Technikum. Unsere Technologie katapultieren Sie direkt ins **Engineering 4.0**



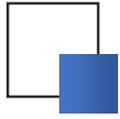
Rapid Prototyping

Rapid Prototyping

Data Synthesis



Geveler, M.; Turek, S.: *Fundamentals of a numerical cloud computing for applied sciences – Preparing cloud computing for Simulation-as-a-Service*, European Commission Workshop on Cloud Computing Research Innovation Challenges for WP 2018-2020, -, <http://ec.europa.eu/digital-single-market/events/cf/public-consultation-on-cloud-computing-research-innovation-challenges-for-wp-2018-2020/stream-items.cfm?id=3>, 2016

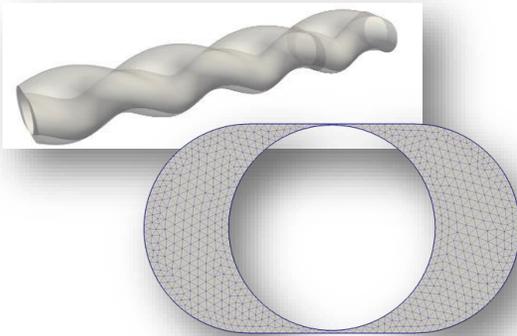


Simulation und KI

Automatisierte 3D CFD Simulation zur Auslegung, Analyse und Optimierung

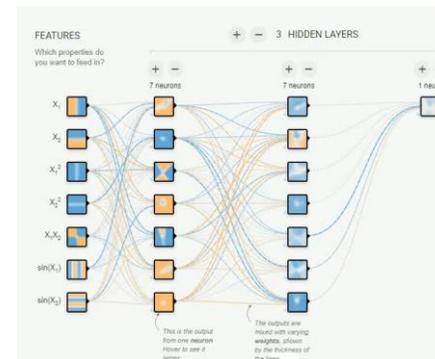


LANUS
Simulation
Simulation



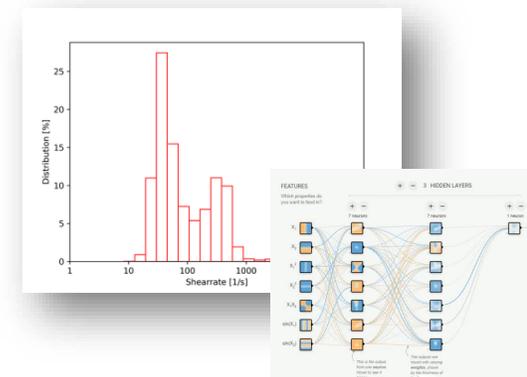
Automatische Simulation

- Hier schaffen wir gemeinsam einen Weg, Ihren Prozess zu simulieren. Hochgenau. Schnell.
- **Wir schaffen gleichzeitig einen Standard für Ihre Daten.**



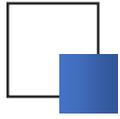
Datensynthese und Training

- Automatische Simulation ist der Treiber für die Gewinnung vieler synthetischer Daten.
- Mit Machine Learning trainiert man ein Modell für die *Zielfunktion* im Prozess.
- **Hier nutzen wir den Datenstandard in jeder Simulation.**



Assistenzsystem für die Auslegung

- Das künstliche neuronale Netz wird benutzt. *Welche Daten zeigen wir dem System? Was ist die Antwort? -> Heute.*
- **Am Ende nutzen wir ein aus den Daten gewonnenes Modell für die Zielfunktion.**



StrömungsRaum: Individuelles System

Mit Assistenzsystem für die schnelle Vorhersage mit Machine Learning



INDIVIDUELLES FRONTEND ODER API & REPORTING

- MANAGE USER DATA
- MANAGE DIGITAL TWINS
- MANAGE PROJECTS
- MATERIAL DB



VISUALIZATION / DATA (RE-)USE

A-PRIORI PREDICTOR **!**



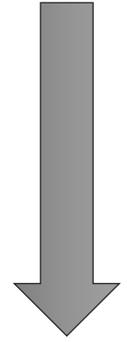
INDIVIDUELLER EXTRACTOR

- FLUIDRAUMERKENNUNG
- FLUIDRAUMBERECHNUNG



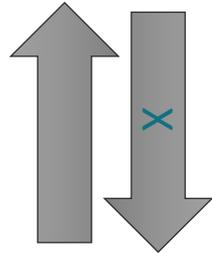
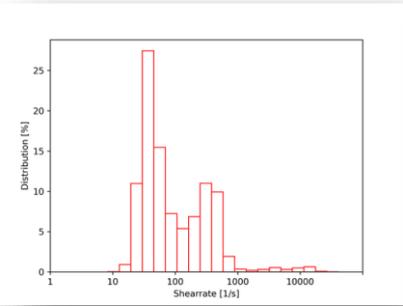
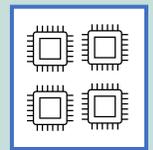
INDIVIDUELLER MESHER

- VERNETZUNG
- ADAPTIVITÄT



INDIVIDUELLE SIMULATIONS-KOMPONENTEN

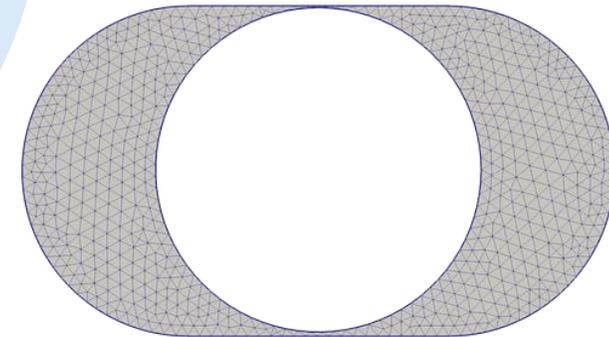
- NUMERISCHES SUBSYSTEM
- HARDWARE ALLOKATION

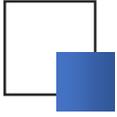


$$Y = \text{model.predict}(X)$$

MODELL FÜR ZIELGRÖßE

- OFFLINE TRAINING ODER FERTIGES MODELL
- PREDICTOR MICROSERVICE



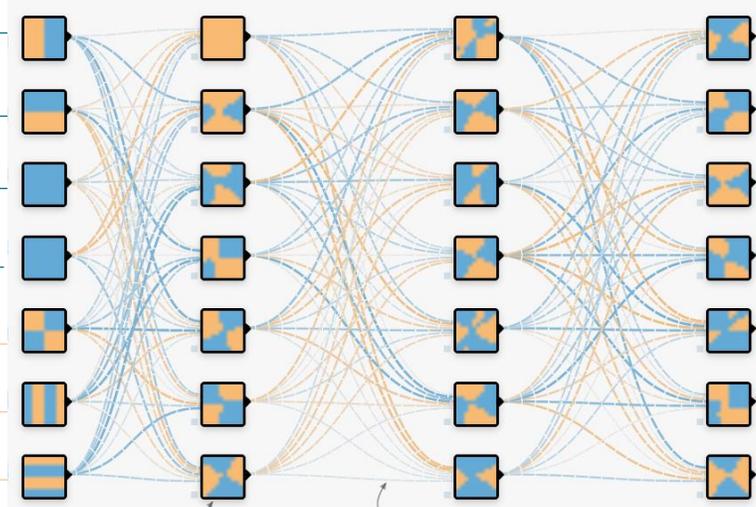


Dimensionierung des neuronalen Netzes

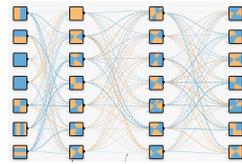
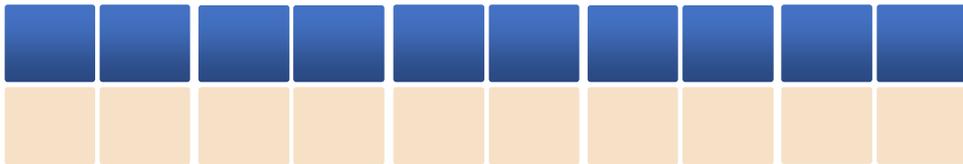
Konstruktionsparameter, Material-ID, Prozessdaten und Scherratenbuckets mit Ihren Prozentwerten

Parameter des Prototypen

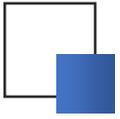
Material und Prozess



Komplexe Zielfunktion
Scherratenverteilung

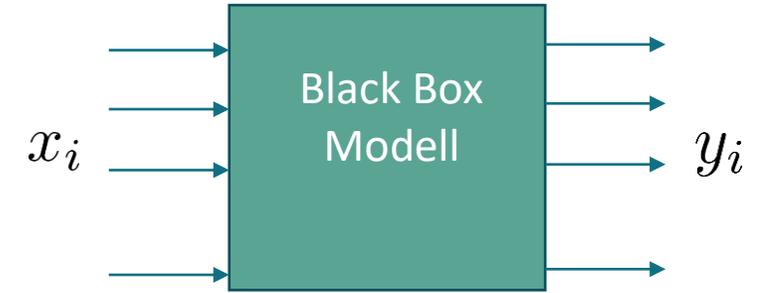
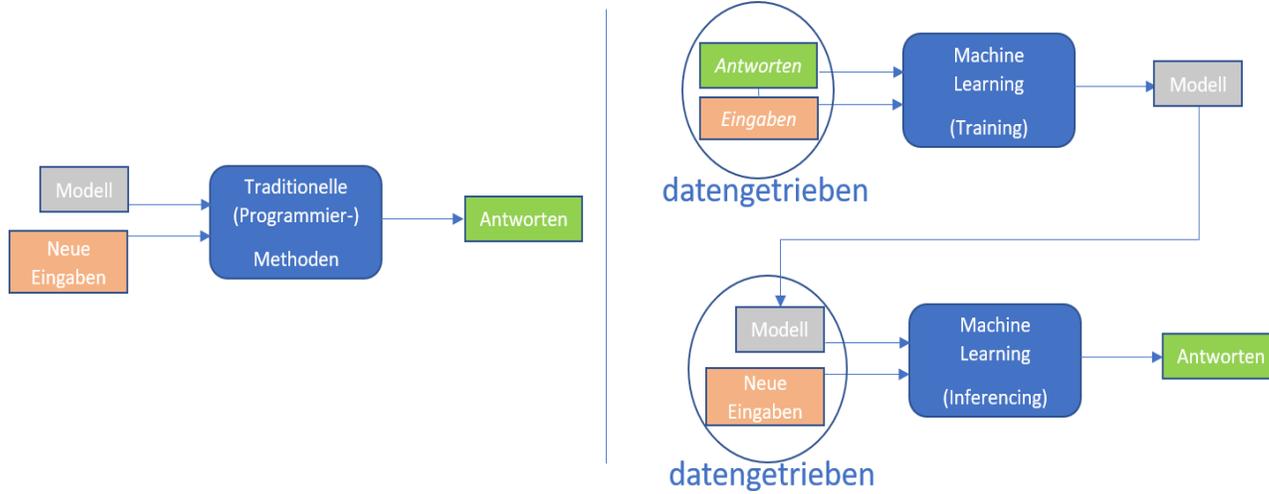


OUTPUT
Test loss 0.145
Training loss 0.138



Einordnung Machine Learning, KI

Künstliche Intelligenz -> Machine Learning -> Function Regression -> Neuronales Netz -> Deep Learning



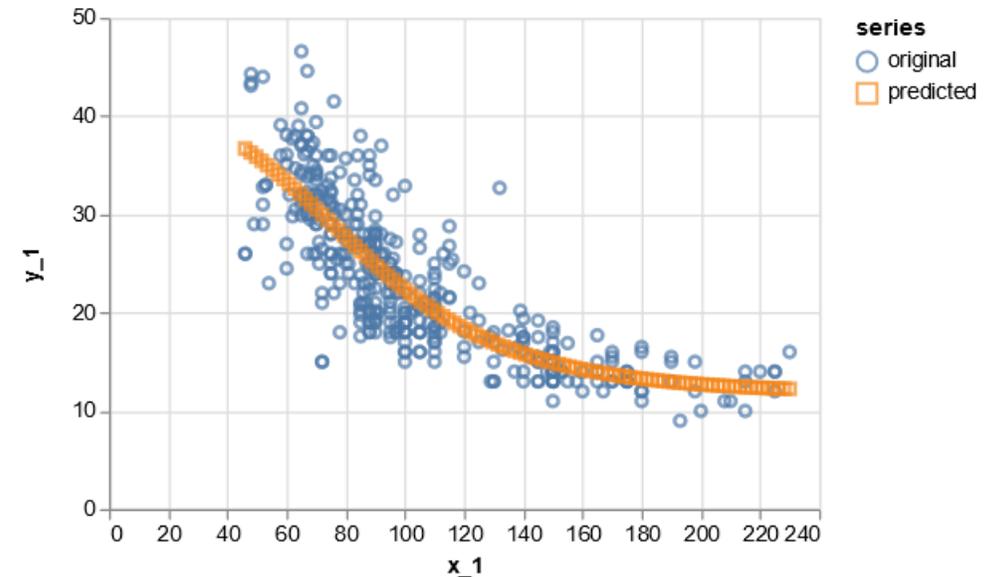
AI

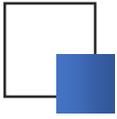
ML: Algorithmus/Methode extrahiert patterns aus Daten

Supervised Learning / function approximation

(deep) neural nets

Model Predictions vs Original Data



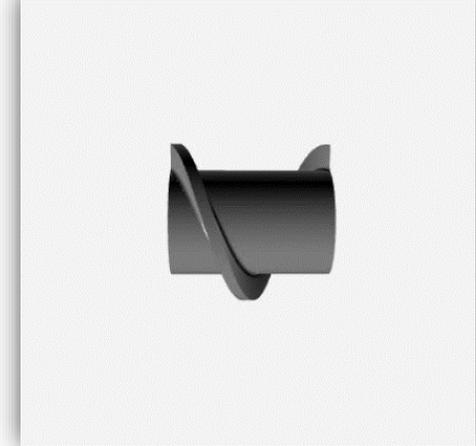
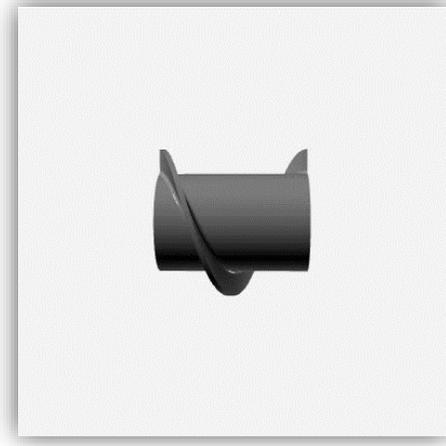
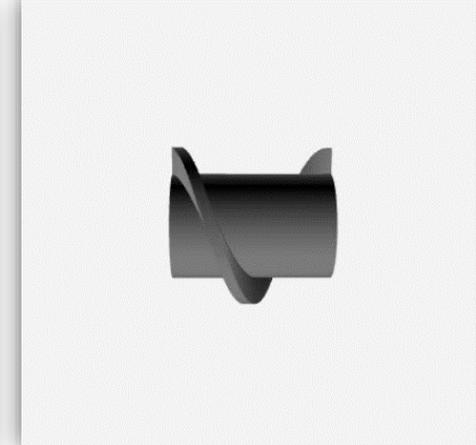
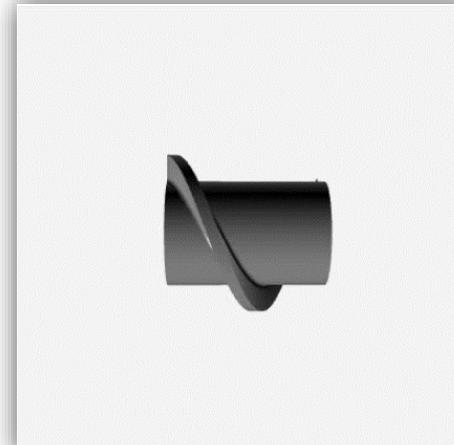
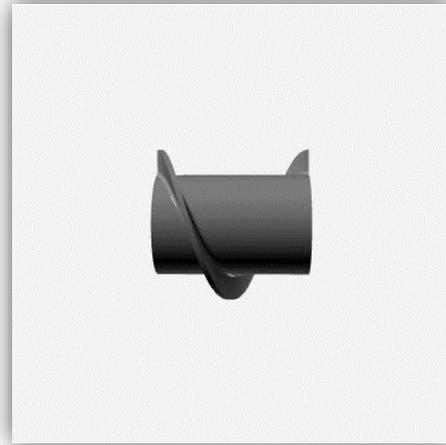
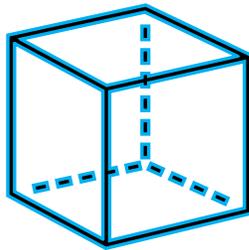


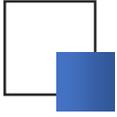
DoE mit mutable Digital Twins

Simulationseingaben aus Sampling des Designraumes

```
"rotationdirection": {  
  "type": "select",  
  "options": [  
    {  
      "name": "Linksdrehend",  
      "var": "Linksdrehend"  
    },  
    {  
      "name": "Rechtsdrehend",  
      "var": "Rechtsdrehend"  
    },  
    {  
      "name": "Automatisch",  
      "var": "Auto"  
    }  
  ],  
  "name": "Drehrichtung [Auswahl]",  
  "var": "rotationdirection",  
}
```

```
"rotationdirection": {  
  "type": "select",  
  "options": [  
    {  
      "name": "Linksdrehend",  
      "var": "Linksdrehend"  
    },  
    {  
      "name": "Rechtsdrehend",  
      "var": "Rechtsdrehend"  
    },  
    {  
      "name": "Automatisch",  
      "var": "Auto"  
    }  
  ],  
  "name": "Drehrichtung [Auswahl]",  
  "var": "rotationdirection",  
}
```





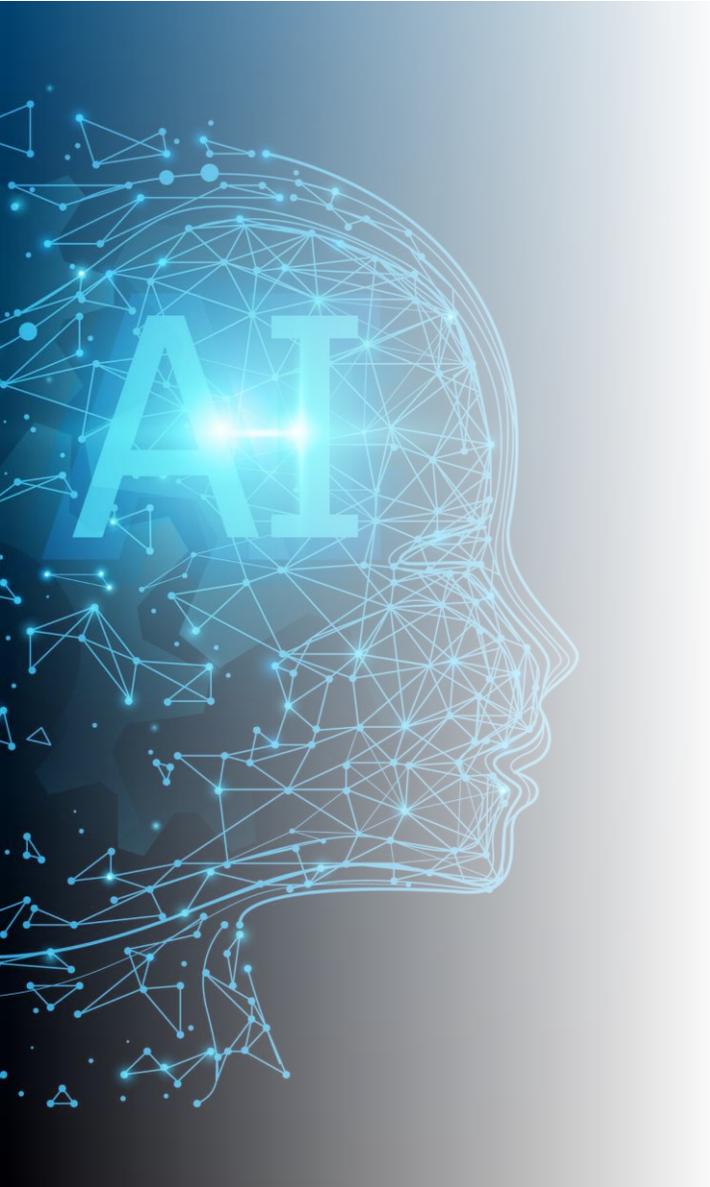
#assistants : Assistenzsystem Beispiel

AUTOMATISIERTE SIMULATION IST EIN PERFEKTER TREIBER FÜR DATENGETRIEBENE OPTIMIERUNG

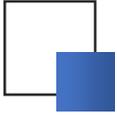


LANUS
Simulation
Simulation

STRÖMUNGSRAUM
ALLIANZ
STRÖMUNGSRAUM
ALLIANZ

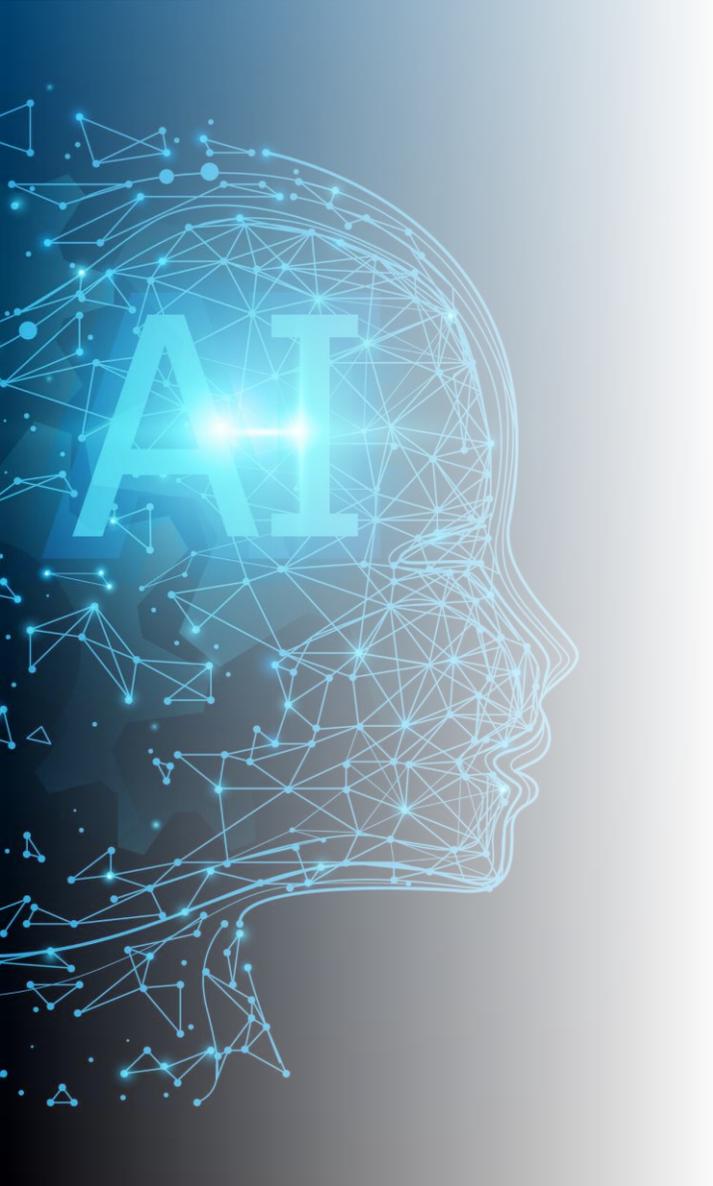


Fertiges Neuronales Netz
=
„Sofort“-Modell für die Spülzeit



#assistants : Assistenzsystem Beispiel

AUTOMATISIERTE SIMULATION IST EIN PERFEKTER TREIBER FÜR DATENGETRIEBENE OPTIMIERUNG



Konstruktionsparameter
Vorschlag



Simulation & KI Auslegungsassistenten für die Verfahrenstechnik

von IANUS Simulation GmbH

Ihr Partner für Strömungssimulation, Prozessanalyse und Digitalisierung

IANUS Simulation GmbH

Dr.-Ing. Jan Trippe
Martin-Schmeißer-Weg 15
44227 Dortmund
Germany



Fon: +49 (0) 231 / 5869 247 9

Mail: j.trippe@ianus-simulation.de
Web: www.ianus-simulation.de/en

