



Optimierung von Simulations- und Testaufgaben durch Integration von KI/ML in SPDM

Alexander Köppe (PD Tec AG) &
Simon Mayer (sustainedBIZZ GmbH)



PD Tec AG – wer wir sind.

- PD Tec ist abgeleitet aus **P**roduct **D**ata **T**echnology
- Inhabergeführtes Softwareunternehmen, gegründet 1999 in Karlsruhe

- PD Tec Group besteht aus:
 - HQ in Karlsruhe
 - Development Center in Polen
 - Int. Mitgliedschaften: INCOSE, NAFEMS, Prostep iViP, GFSE e.V., CyberForum e.V.

- Unser Fokus:
 - Engineering Collaboration
 - Simulation Management
 - Data Exchange & Supplier Integration
 - Technology Data Management

P|D|Tec.



SustainedBIZZ GmbH

Gegründet als **deutsch-österreichisches Unternehmen** im Jahr 2018 leisten wir einen Beitrag zu unserer Zukunft und Nachhaltigkeit, indem wir unsere Kunden bei der Innovation von Produkten, Dienstleistungen und Prozessen unterstützen. Dabei legen wir großen Wert darauf, dass der Einsatz von Ressourcen und die technologische Entwicklung im Einklang stehen.

Als **Anbieter von KI-Lösungen** für Ingenieure und als **Dienstleister im Bereich Engineering Services** bieten wir einen ganzheitlichen Ansatz für Innovations- und Entwicklungsaufgaben.

Digitale Transformation mit KI vorantreiben

- Konzept- und Produktentwicklung
- FEA und CFD-Simulation
- KI-gestütztes CAE

**ENGINEERING
SERVICES**



**KI
LÖSUNGEN**

- No-code KI Tool dAlve
- KI Beratungen
- KI Schulungen

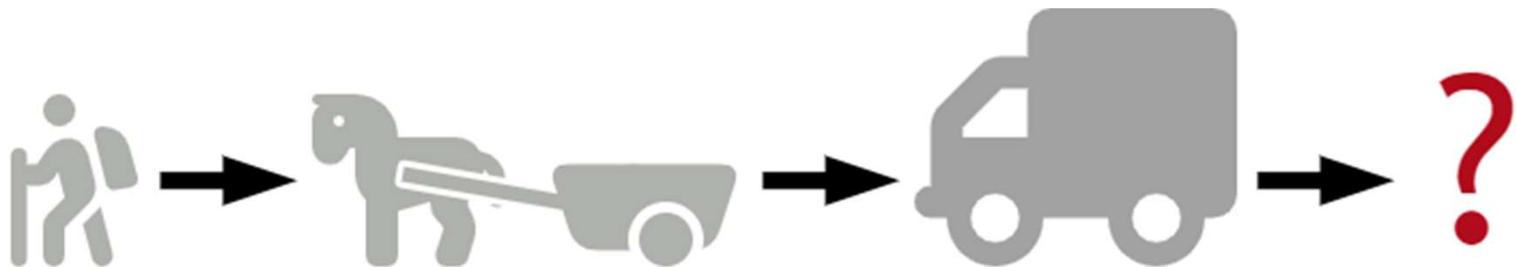




Das Szenario

- Wir wollen ein Produkt verbessern
- alle einfachen Optimierungen sind bereits umgesetzt
- weitere Optimierungen sind erforderlich

- Das Problem: Tendenziell steigende Komplexität da nun die schwierigen Optimierungsmöglichkeiten umgesetzt werden müssen





Lösungsansätze

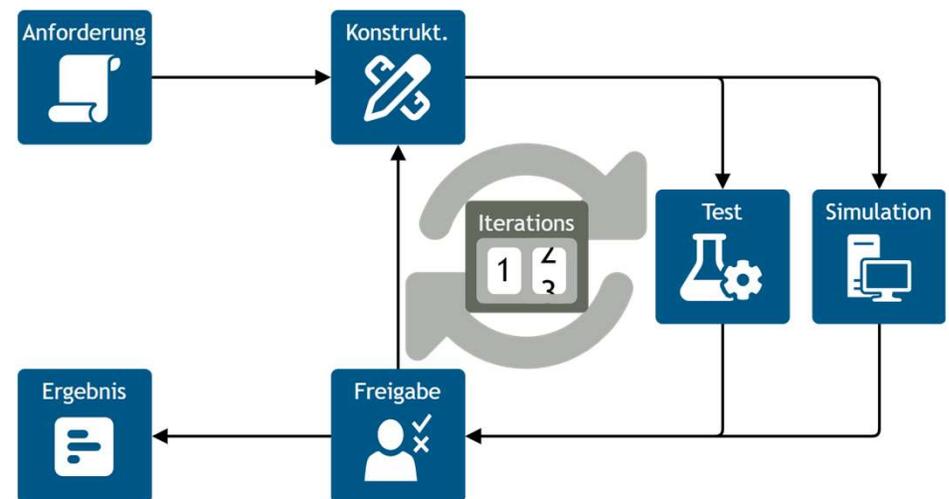
- Mehr Entwickler auf das Problem ansetzen
 - höhere Kosten
 - sinkende Effizienz
- Längere Entwicklungszeiten
 - höhere Kosten
 - steigender Zeitraum bis zur Markteinführung
- Effizienzsteigerung des Entwicklungsprozesses
 - Geringere oder keine Kostensteigerung





Effizienzsteigerung

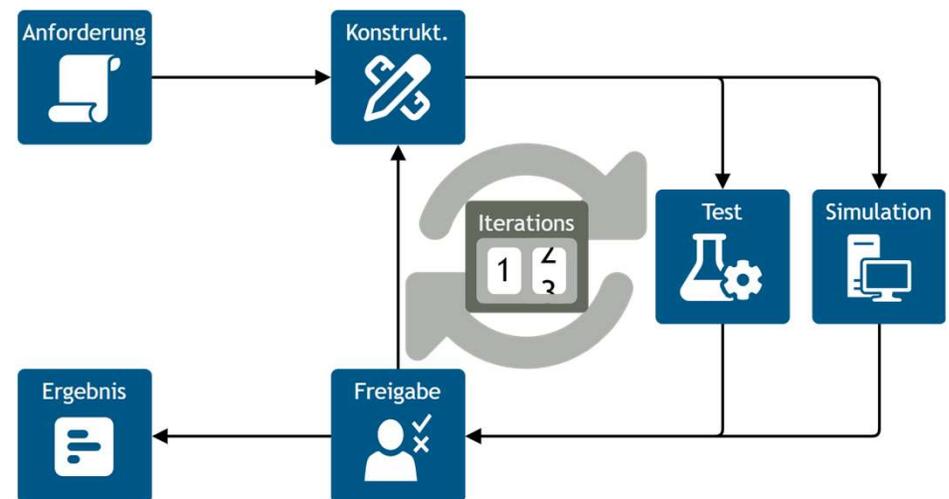
- Exemplarischer Prozess
- CAD → FEA / Test
- Iterative Zielerreichung
- In komplexen Fällen viele Iterationen notwendig



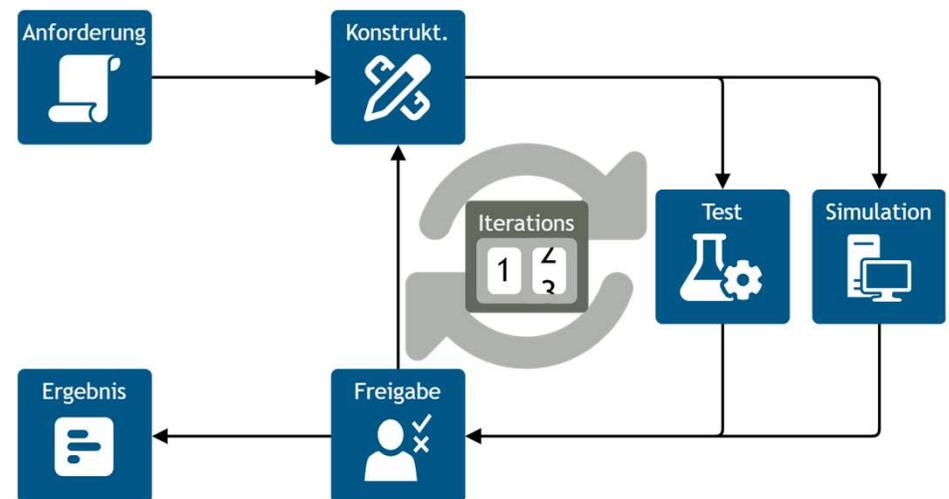


Effizienzsteigerung

- Jede Änderung an der Konstruktion muss durch einen Test oder eine Simulation abgeprüft werden
- Je nach Aufwand kann eine Simulation Minuten bis Tage dauern.
- Tests dauern oft deutlich länger

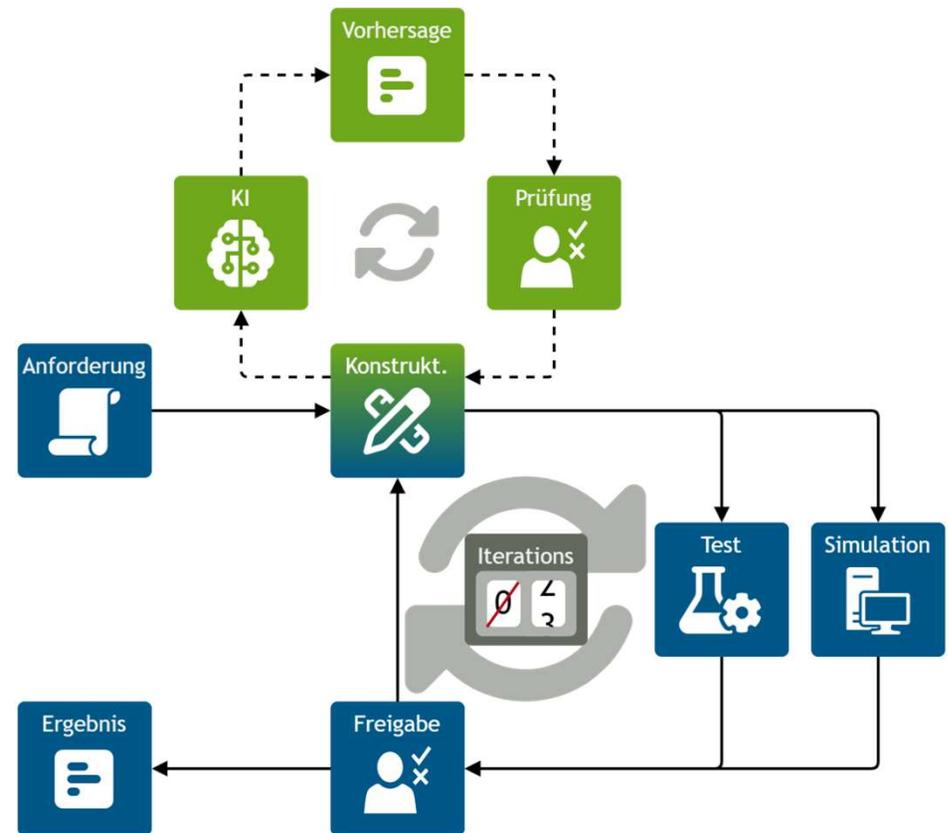


- Potenzial zur Effizienzsteigerung:
 - Reduktion Simulationen oder Tests
 - Reduktion der Iterationen insgesamt
 - Automatisierung
 - und Weitere



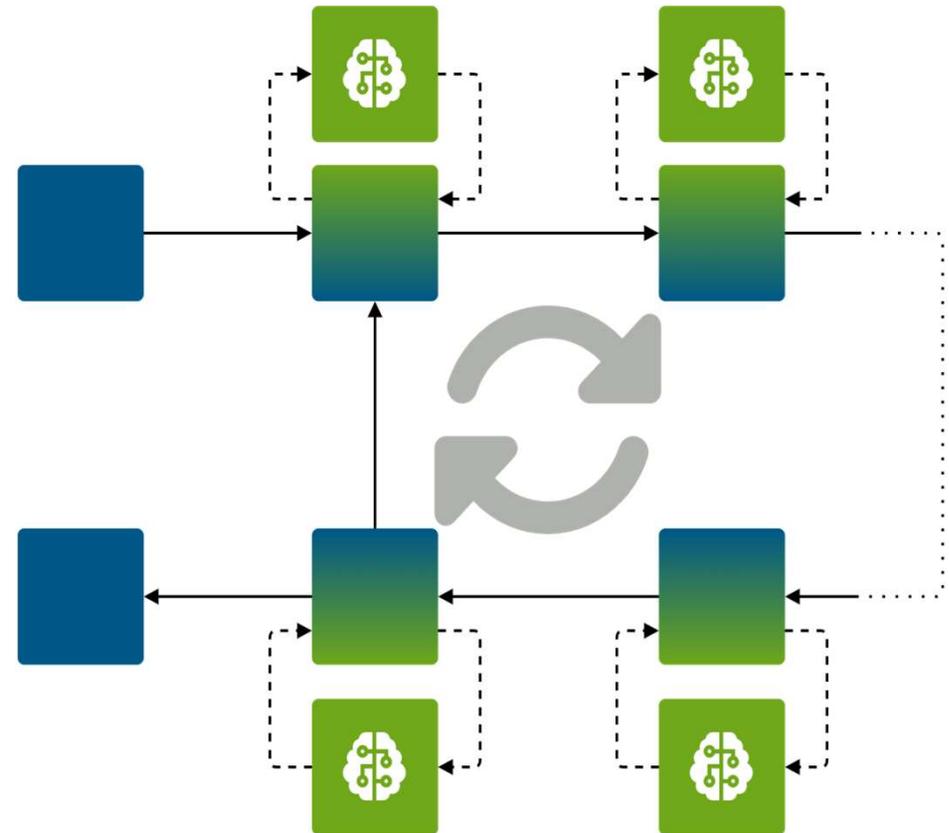
Reduktion der Simulationen / Tests

- Durch einbinden eines KI-Basierten Werkzeuges Konstruktionen frühzeitig bewerten
- Unnötige Simulationen und Tests vermeiden, durch Weglassen aussichtsloser Kandidaten
- Mehrere Kandidaten schnell vergleichen, um die Aussichtsreichsten zu priorisieren



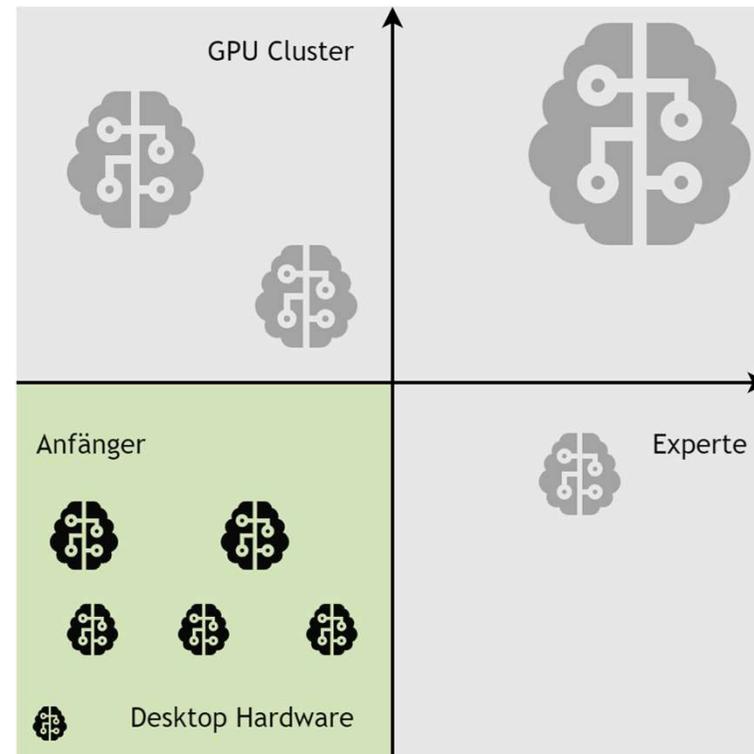
Reduktion der Simulationen / Tests

- Je größer und länger die Prozesskette desto mehr lohnt sich der Ansatz
- Einsparung von Abstimmungsrunden
- Höhere Selbständigkeit der Mitarbeiter
- Reduktion von Wartezeiten bei Entscheidungsprozessen
- **Bis zu 80% Zeitersparnis vgl. mit klassischem Prozess in der Praxis**



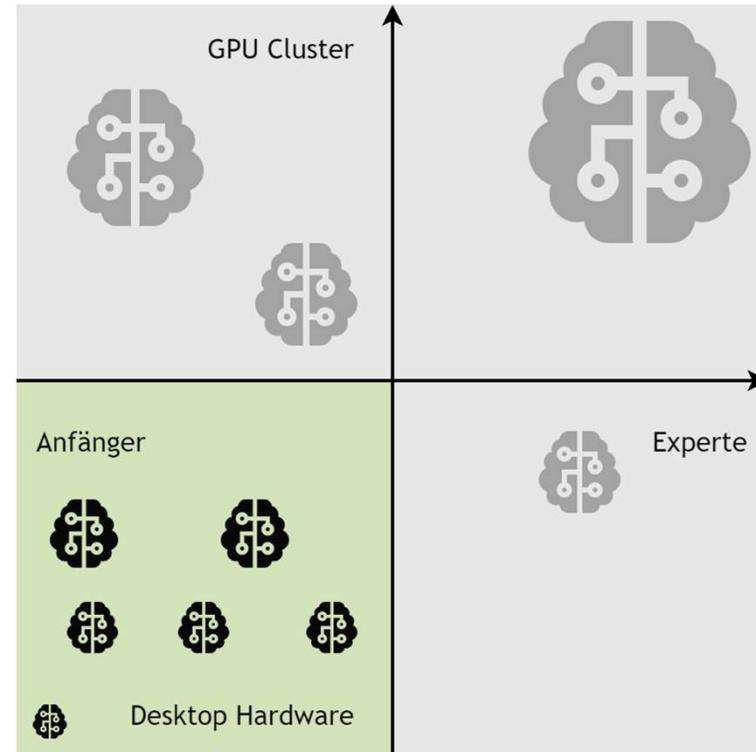
NAFEMS Anforderungen

- Benutzerfreundlich und leicht erlernbar
- Schnelles Training
- Niedrige Hardware Anforderungen



Resultierende Randbedingungen

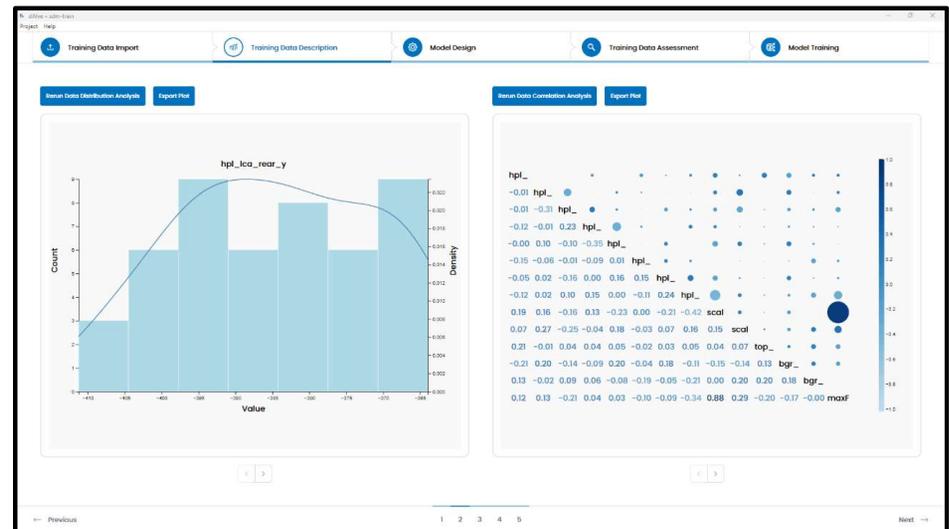
- Nur kleine bis sehr kleine Neuronale Netze verwenden
- Keine generischen sondern nur spezifische Anwendungsfälle
- Kurze Lebenszeit der Modelle und häufiges neustrainieren
- No-Code Ansatz für minimale Einstiegshürden
- Optimale Bereitstellung von Trainingsdaten für minimalen Trainingsaufwand





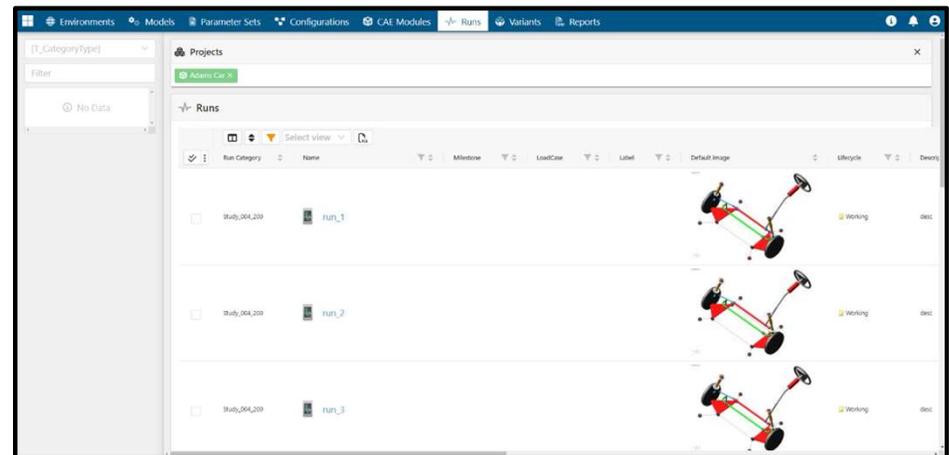
Benutzerfreundlichkeit

- Grafische Benutzer Schnittstelle der Machine-Learning Software
- Weitgehende bis vollständige Automatisierung des Trainingsprozesses
- Einfache Weitergabe der Modelle
- Einfache Vorhersage durch Modelle



Trainingsdaten

- Das Bereitstellen der Trainingsdaten muss möglichst automatisch und konsistent erfolgen
- Minimaler Zeitaufwand beim Benutzer
- Einfacher Aufruf der ML-Anwendung aus dem Daten Management heraus





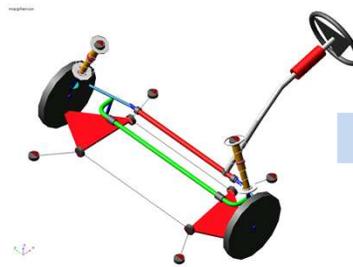
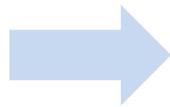
Daten Management

- Es soll häufig trainiert werden
- Modelle sollen geteilt werden
- Die Dokumentation der Modelle ist essenziell, um sie wiederverwenden zu können
- Nachvollziehbarkeit der Relation von Trainingsdaten zu Modell zu Prädiktion

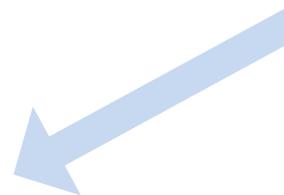
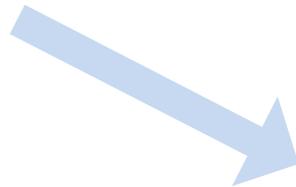
Run Category	Name	Milestone	LoadCase	Label	Default Image	Lifecycle
Euro-NCAP-ODB-IL	C123_f4_il_EUNCAP_462g1	3_Serie	Euro-NCAP-ODB-IL	C123_f4_il_EUNCAP_462g1.pc		
Euro-NCAP-ODB-IL	C123_f4_il_EUNCAP_462g1.1	3_Serie	Euro-NCAP-ODB-IL	C123_f4_il_EUNCAP_462g1.pc		
Euro-NCAP-ODB-IL	C123_f4_il_EUNCAP_462g1.2	3_Serie	Euro-NCAP-ODB-IL	C123_f4_il_EUNCAP_462g1.pc		
Euro-NCAP-ODB-IL	C123_f4_il_EUNCAP_462g1.3	3_Serie	Euro-NCAP-ODB-IL	C123_f4_il_EUNCAP_462g1.pc		Working
Euro-NCAP-ODB-IL	C123_f4_il_EUNCAP_462g1.4	3_Serie	Euro-NCAP-ODB-IL	C123_f4_il_EUNCAP_462g1.pc		
Euro-NCAP-ODB-IL	C123_f4_il_EUNCAP_462g1.5	3_Serie	Euro-NCAP-ODB-IL	C123_f4_il_EUNCAP_462g1.pc		
Euro-NCAP-ODB-IL	C123_f4_il_EUNCAP_462g1.6	3_Serie	Euro-NCAP-ODB-IL	C123_f4_il_EUNCAP_462g1.pc		
Euro-NCAP-ODB-IL	C123_f4_il_EUNCAP_462g1.7	3_Serie	Euro-NCAP-ODB-IL	C123_f4_il_EUNCAP_462g1.pc		
Euro-NCAP-ODB-IL	C123_f4_il_EUNCAP_462g1.8	3_Serie	Euro-NCAP-ODB-IL	C123_f4_il_EUNCAP_462g1.pc		
Euro-NCAP-ODB-IL	WW370_f4_il_EUNCAP_462g1.9	3_Serie	Euro-NCAP-ODB-IL	WW370_f4_il_EUNCAP_462g1.pc		

Der KI-Ansatz - Training

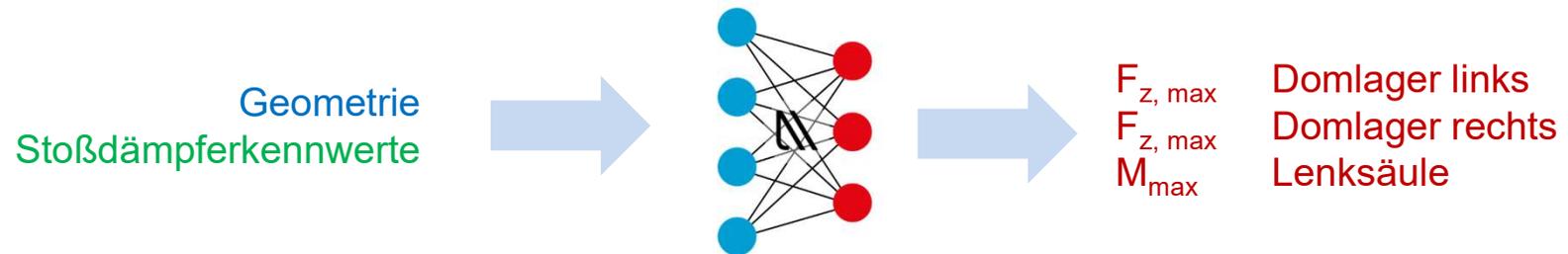
Geometrie
Stoßdämpferkennwerte



$F_{z, \max}$ Domlager links
 $F_{z, \max}$ Domlager rechts
 M_{\max} Lenksäule



Der KI-Ansatz - Prädiktion

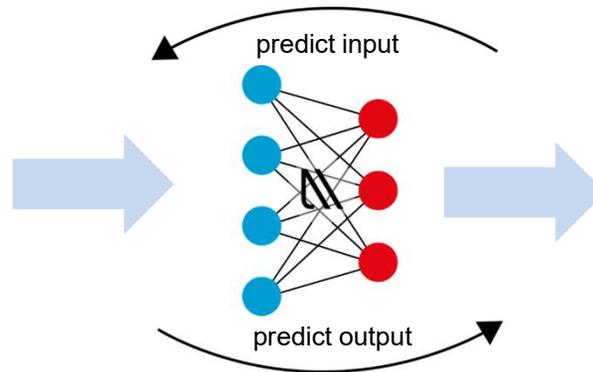


→ Untersuchungen und Optimierungen ohne zusätzliche Simulationen innerhalb von Sekunden

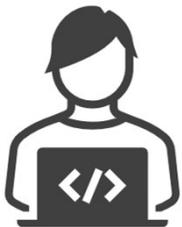
Der KI-Ansatz – Invertierung

$F_{z, \max}$
 $F_{z, \max}$
 M_{\max}

Domlager links
Domlager rechts
Lenksäule



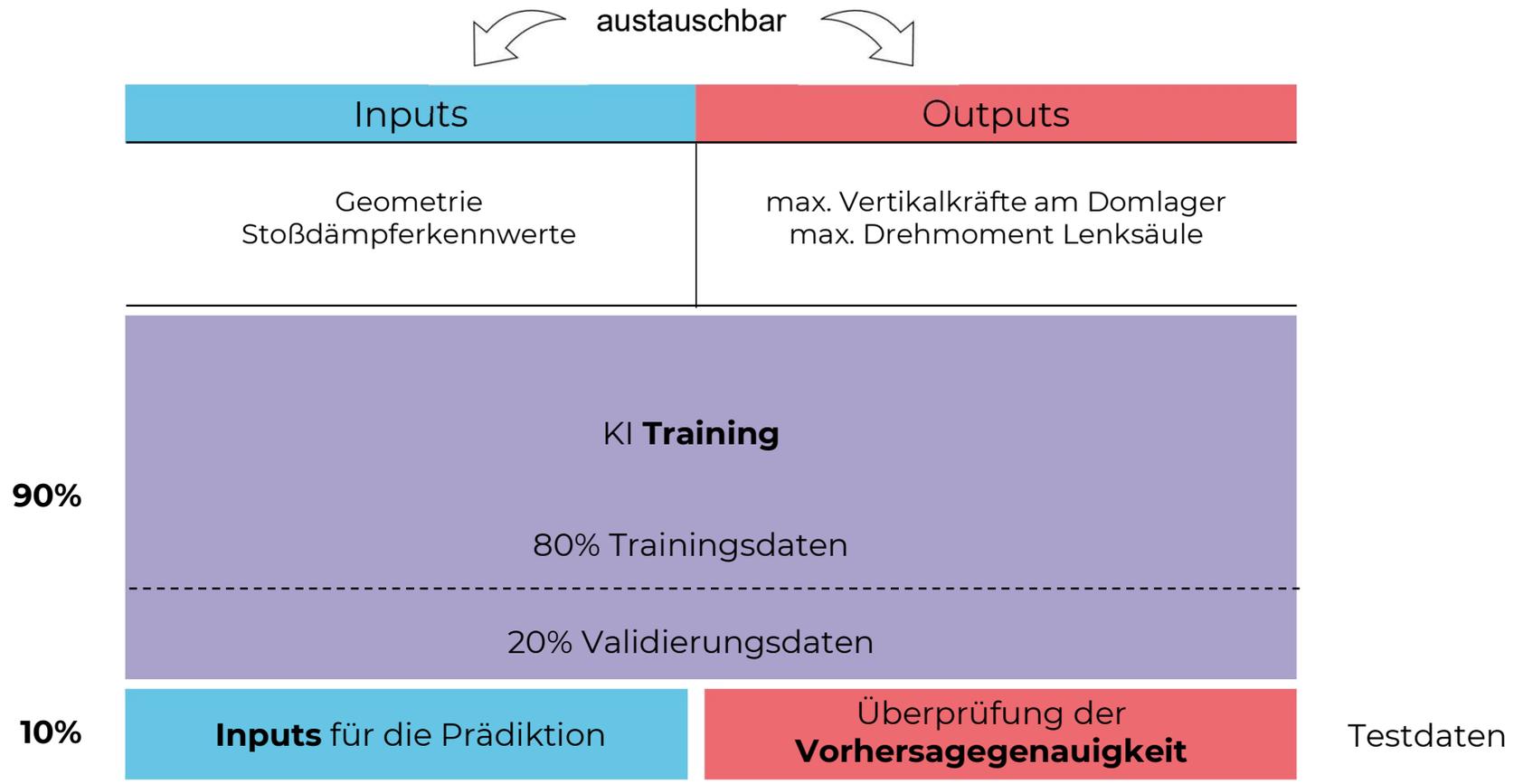
Geometrie
Stoßdämpferkennwerte



→ Lösung von Optimierungsproblemen durch Invertierung der Fragestellung



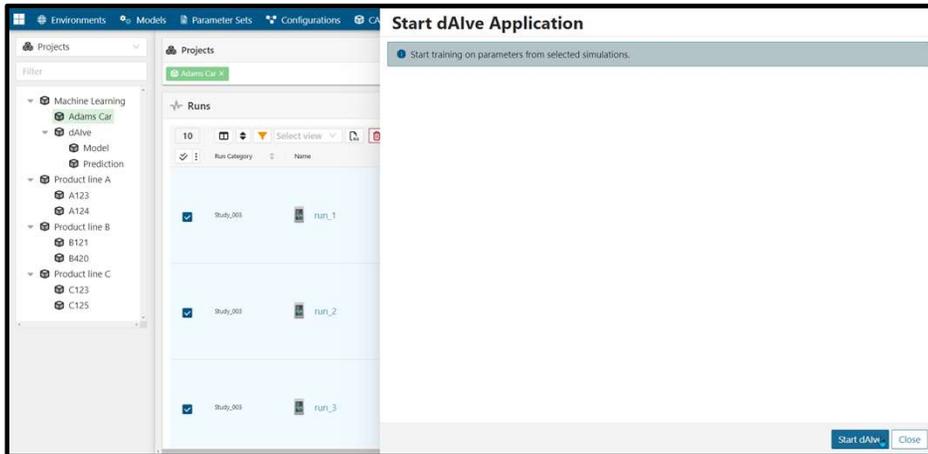
Der KI Ansatz



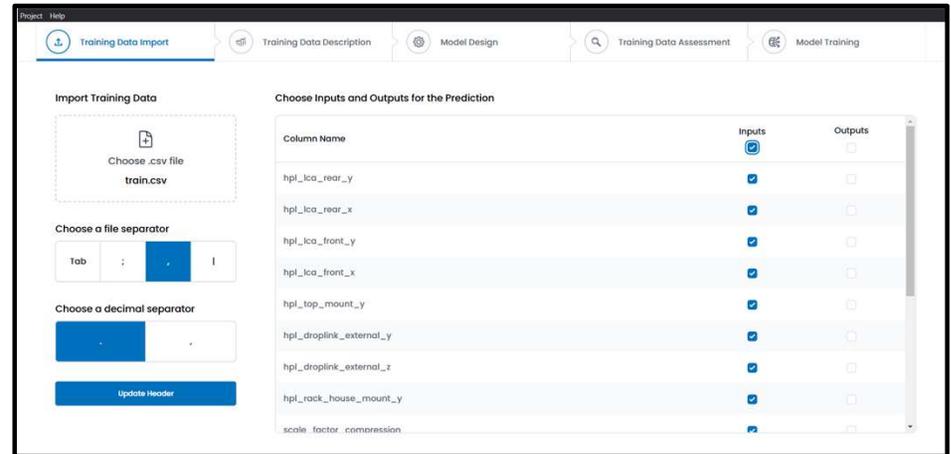


Training Starten – per Integration

Daten Management



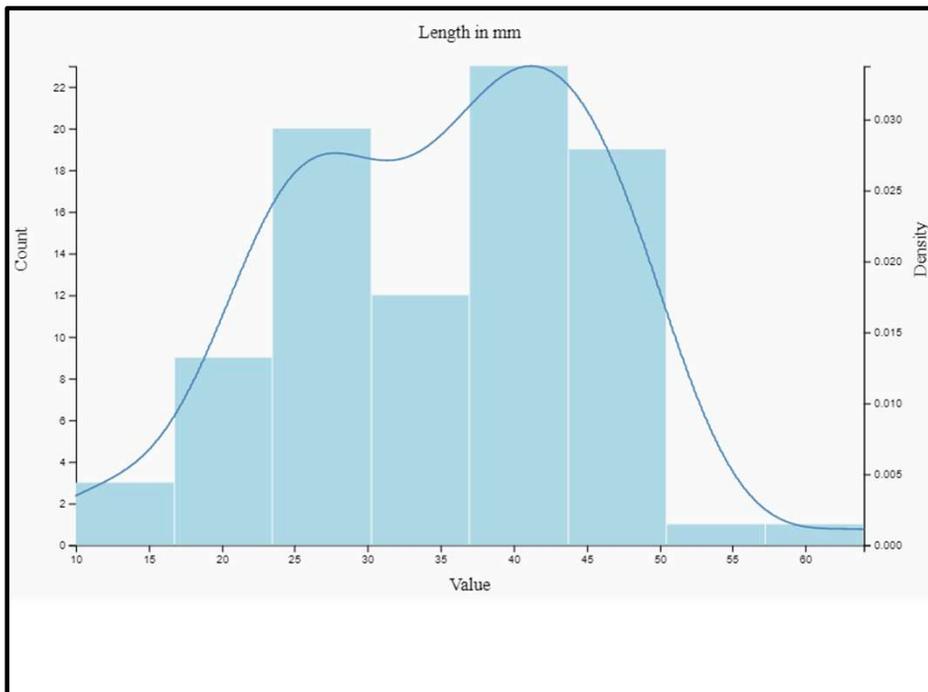
Machine Learning Applikation



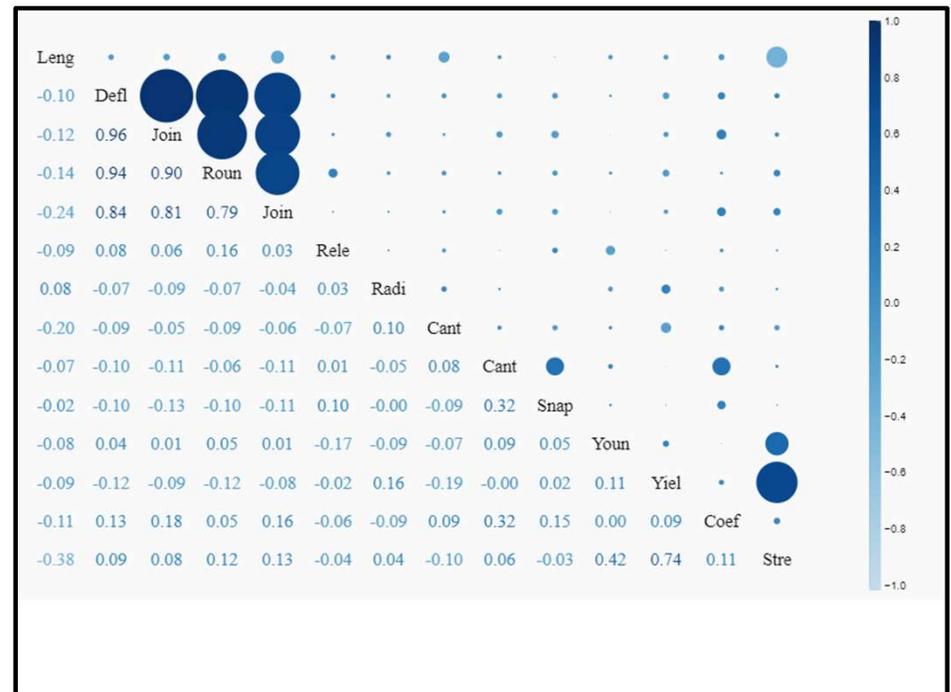


Visualisierung der Daten

Data Distribution



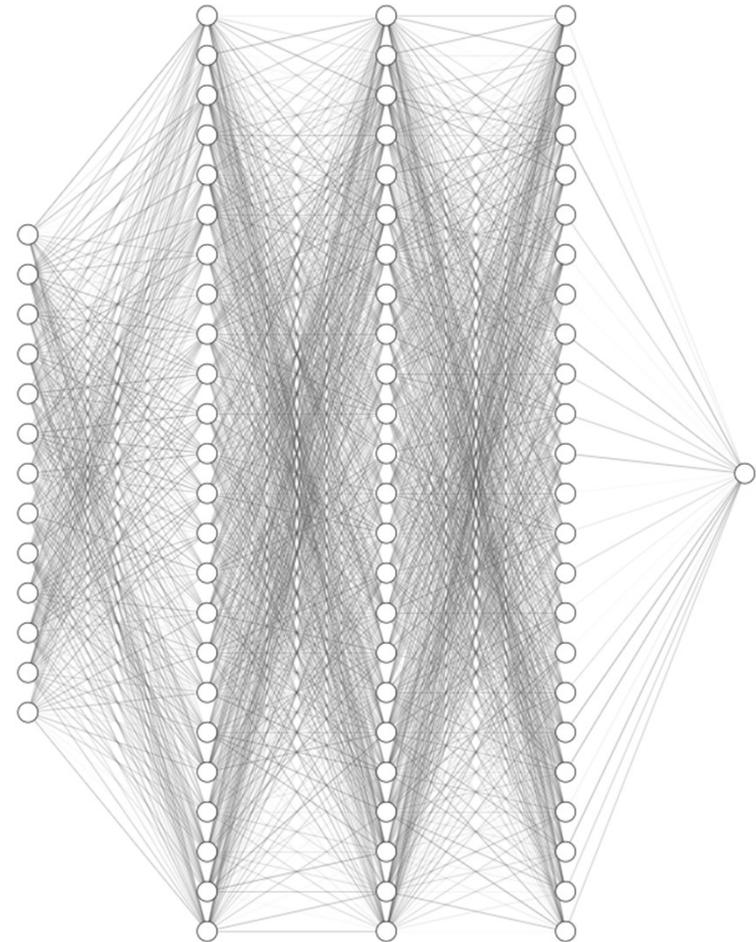
Data Correlation





Design des Neuronalen Netzes

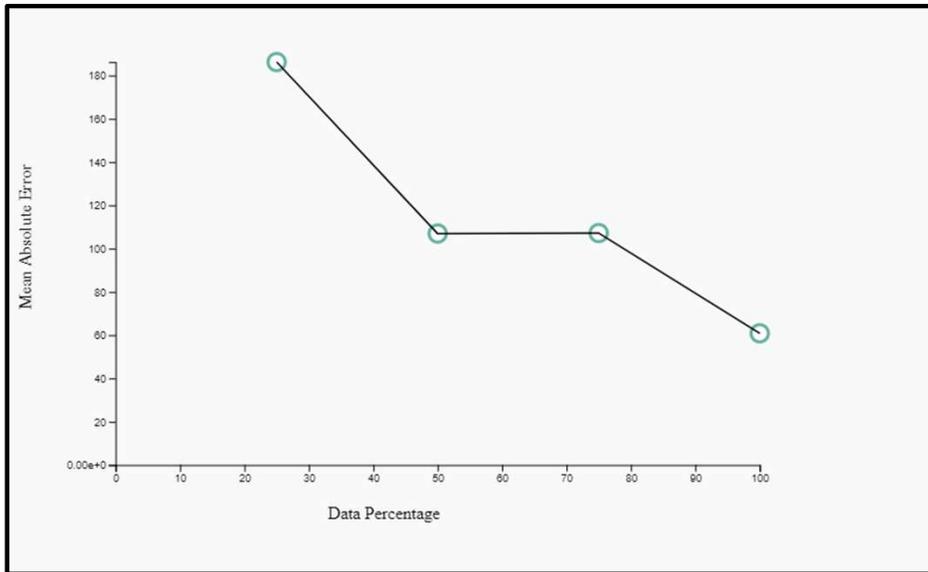
Layer 1 - Number of Neurons:	<input type="text" value="128"/>
Layer 2 - Number of Neurons:	<input type="text" value="128"/>
Layer 3 - Number of Neurons:	<input type="text" value="128"/>
Optimizer	<input type="text" value="Adam"/>
Loss function	<input type="text" value="Huber"/>
Normalization	<input type="text" value="False"/>
Batch_Normalization	<input type="text" value="True"/>
Dropout	<input type="text" value="0"/>
Learning_rate	<input type="text" value="0,01"/>
Batch_size	<input type="text" value="32"/>
Epochs	<input type="text" value="1000"/>



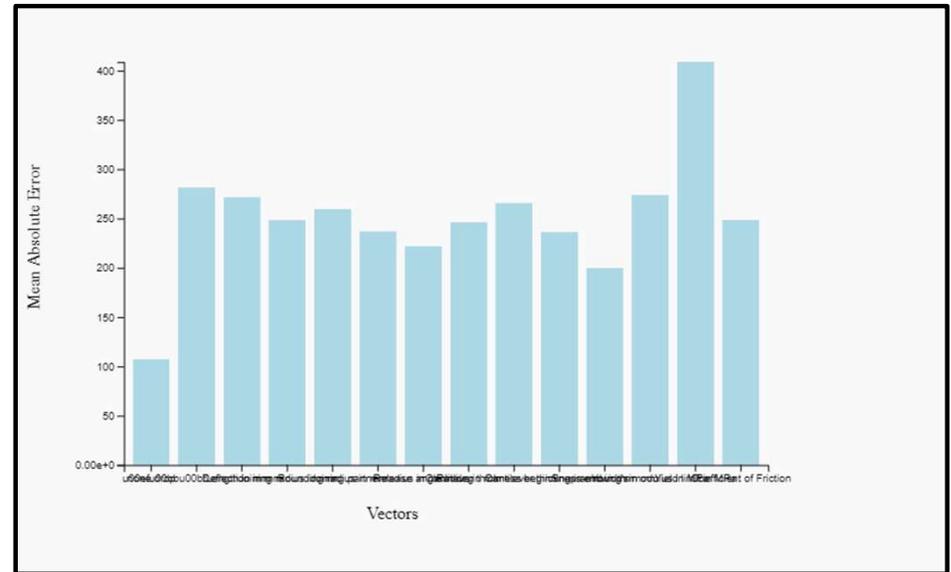


Weiterführende Analysen

Data Size Analysis

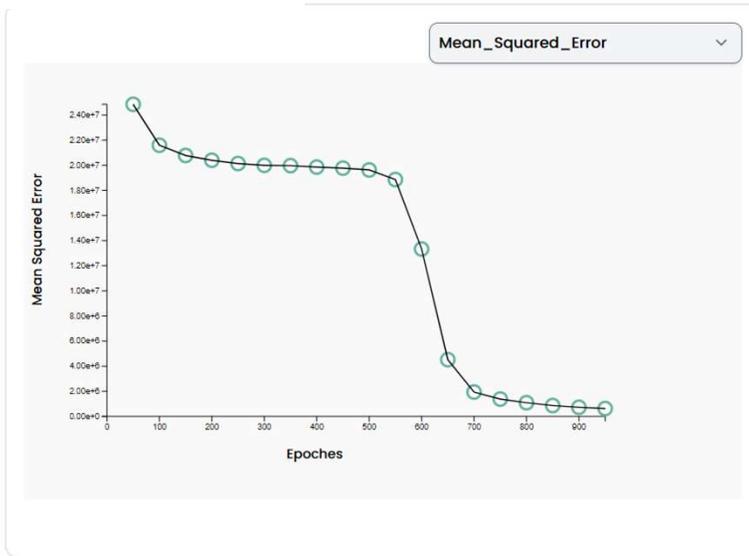


Input Dropout Analysis





Training



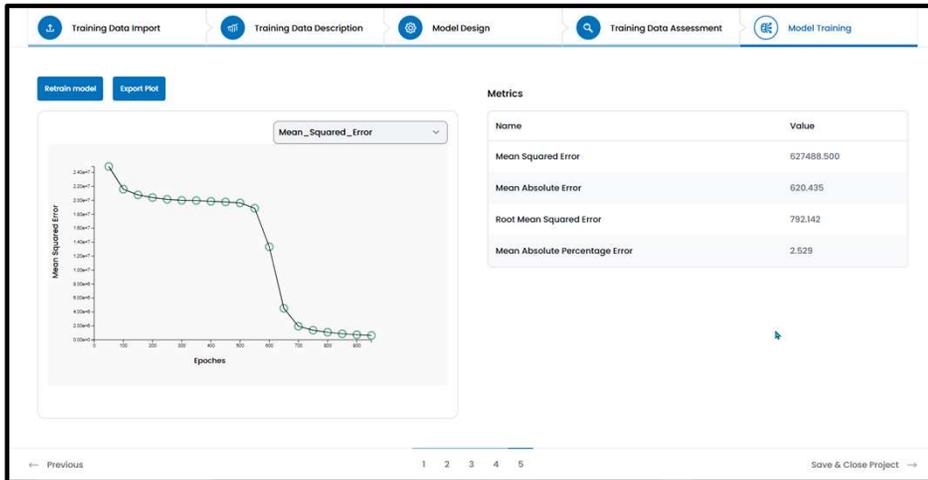
Metrics

Name	Value
Mean Squared Error	627488.500
Mean Absolute Error	620.435
Root Mean Squared Error	792.142
Mean Absolute Percentage Error	2.529



Rückführung der Daten – per Integration

Machine Learning Applikation



Daten Management

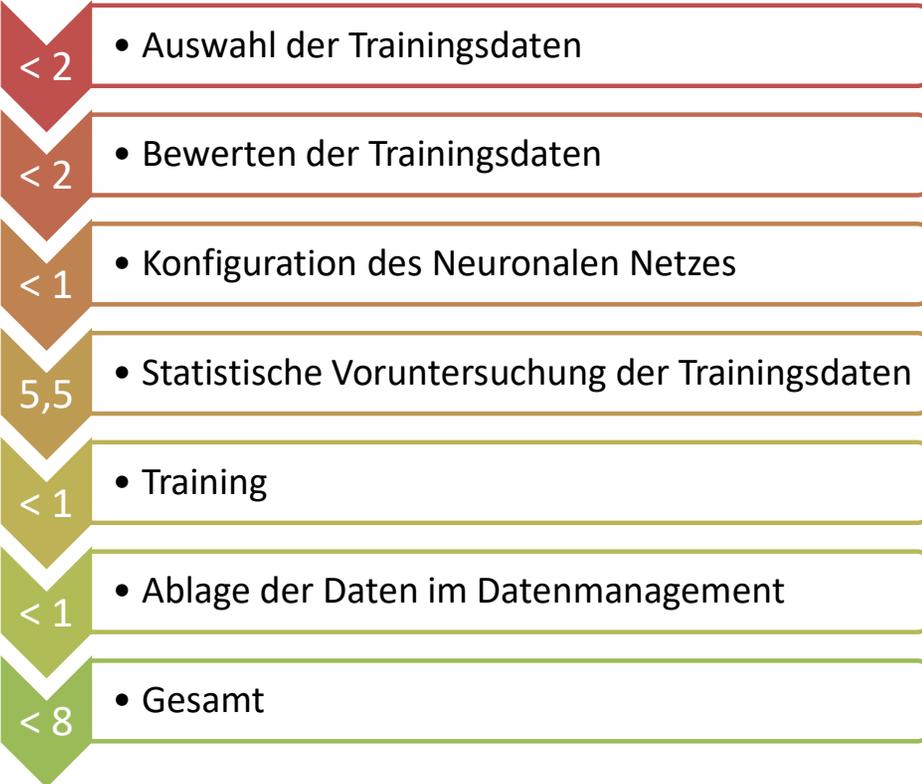
The screenshot shows a data management interface with a 'Runs' table listing various model predictions. The table columns include Run Category, Name, Default Image, Description, Short Description, Result Short Description, Changed on, Changed By, and Created on.

Run Category	Name	Default Image	Description	Short Description	Result Short Description	Changed on	Changed By	Created on
Adams Car	Naive_Prediction					4/9/2024 12:20:09 PM	caclm_schbact_ib	4/9/2024 12:20:09 PM
Adams Car	Naive_Prediction					4/9/2024 2:14:33 PM	germann	4/9/2024 2:14:33 PM
Adams Car	Naive_Prediction					4/10/2024 12:46:40 PM	foran_dslamer_ib	4/10/2024 12:46:40 PM
Adams Car	Naive_Prediction					4/11/2024 9:31:43 AM	foran_dslamer_ib	4/11/2024 9:31:43 AM
Adams Car	Naive_Prediction					4/11/2024 10:44:29 AM	foran_dslamer_ib	4/11/2024 10:44:29 AM
Adams Car	Naive_Prediction					6/6/2024 2:55:29 PM	adminhoeppe	6/6/2024 2:55:29 PM
Adams Car	Naive_Prediction					6/6/2024 3:24:16 PM	adminhoeppe	6/6/2024 3:24:16 PM
Adams Car	Naive_Prediction					6/6/2024 3:44:46 PM	adminhoeppe	6/6/2024 3:44:46 PM

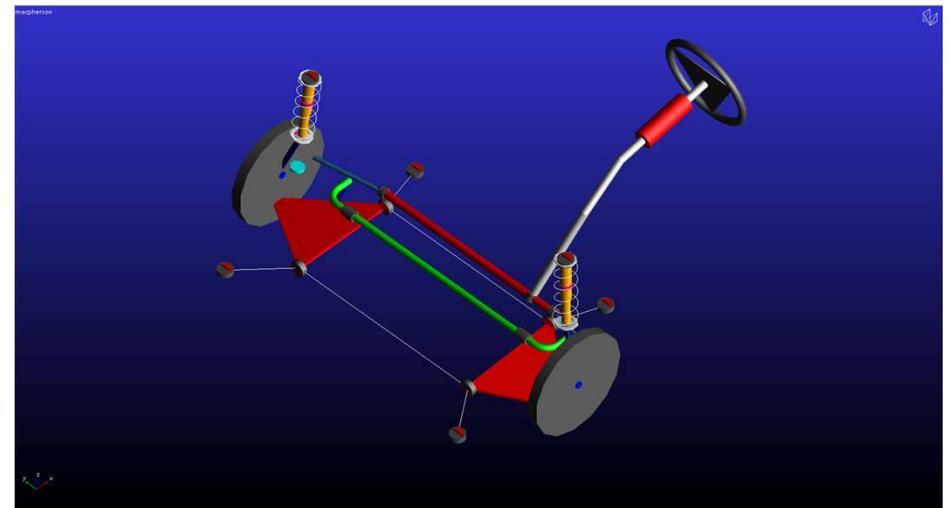


Dauer eines Trainings auf einem Laptop

Min.



- Mehrkörpersimulation
- 13 Eingangsparameter
- 3 Ausgabeparameter





Bildschirmaufnahme des Workflows

Bildschirmaufnahme über den Link ansehen:

https://pdtec.com/wp-content/uploads/2024/06/daive-demo-2_compressed.mp4



Sie haben Fragen – wir haben Antworten!



Simon Mayer



Alexander Köppe





Sie haben Fragen – wir liefern Antworten!

www.daive.de

info@sustainedbizz.com



www.pdtec.de

sales@pdtec.com

