

Universität Stuttgart
Institut für Flugzeugbau

**Verbesserung der
Schadensvorhersage in CFK
Crash-Simulationen durch
hybride Modellierung
mittels maschinellen Lernens**



IFB
Institut für Flugzeugbau

Einleitung

Motivation

Integration von Hochdruck-Wasserstoffsyste men in Kraftfahrzeuge:

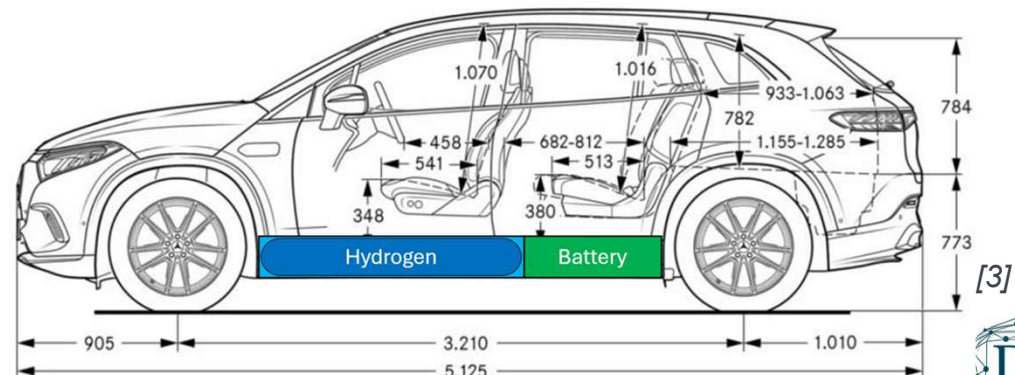
- Üblicherweise in der Fahrzeugmitte (T-förmige Anordnung)
- Nachrüstung von Elektrofahrzeugen: Position – ehemaliger Batterieraum im Unterboden



Technologie Demonstrator: Mercedes-Benz EQS SUV [2]



Mercedes-Benz GLC F Cell [1]



Einleitung

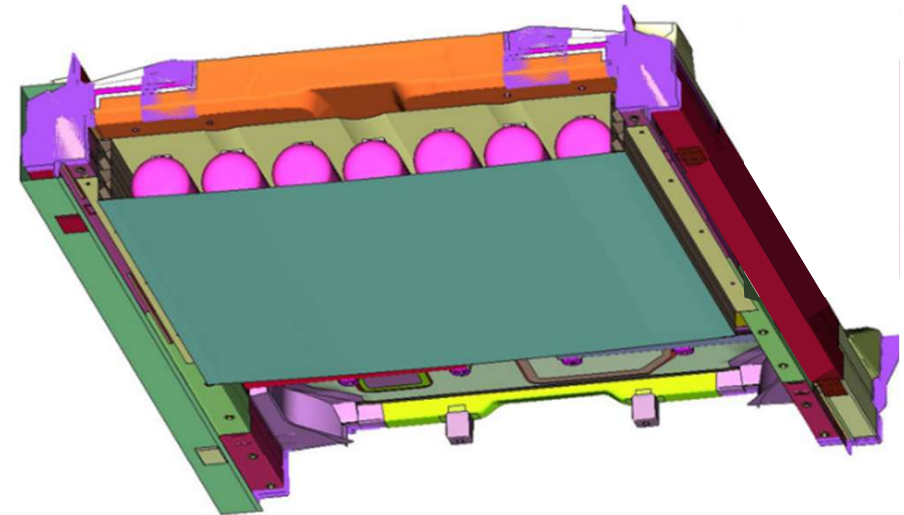
Motivation

Integration von Hochdruck-Wasserstoffsystemen in Kraftfahrzeuge:

- Tanks liegen weiter außen in der Fahrzeugstruktur:
- Kritisch für einen Crash fall
- Detaillierte Tanksimulation kann nicht im Gesamtfahrzeug Crash simuliert werden.



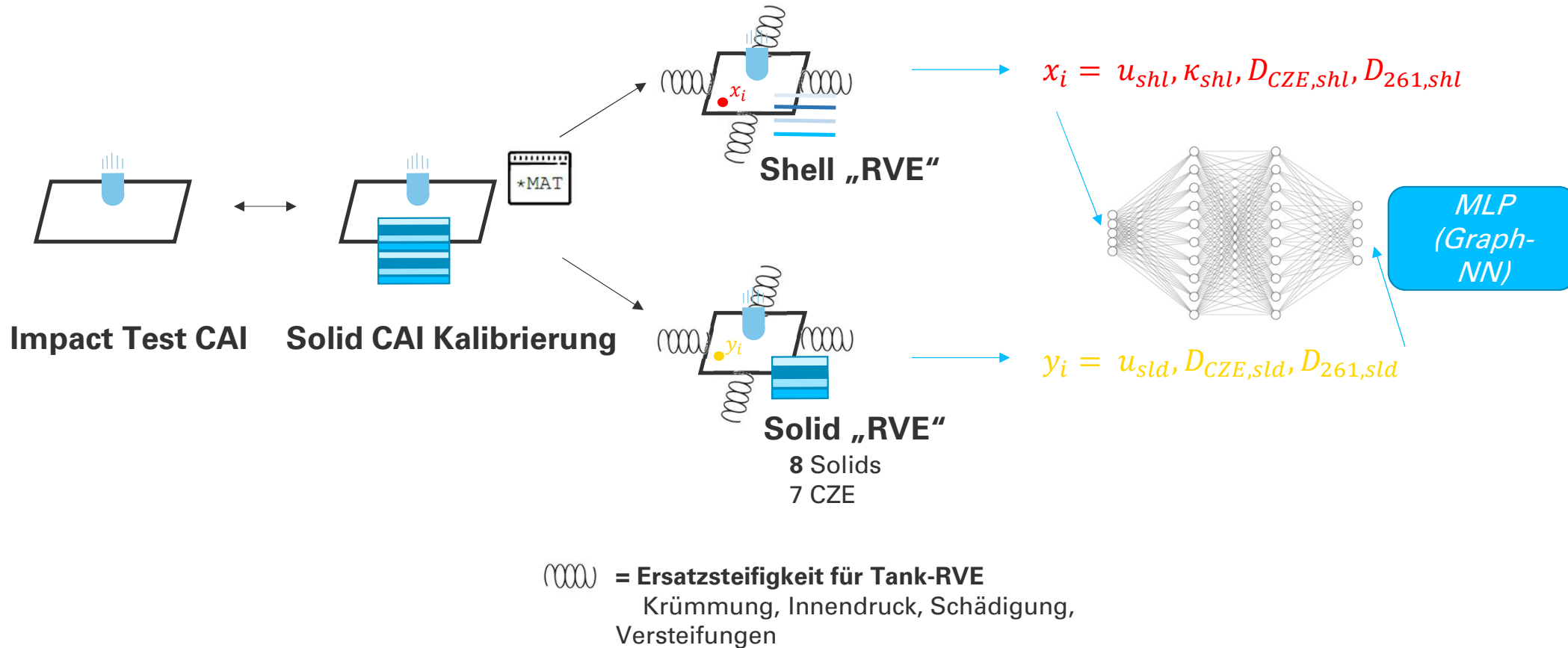
LS Dyna Model: Detailmodell des Wasserstoffdrucktanks



LS Dyna Model: Integration der Wasserstoffdrucktanks im Unterboden



Idee und schematischer Aufbau



Generation von Trainingsdaten

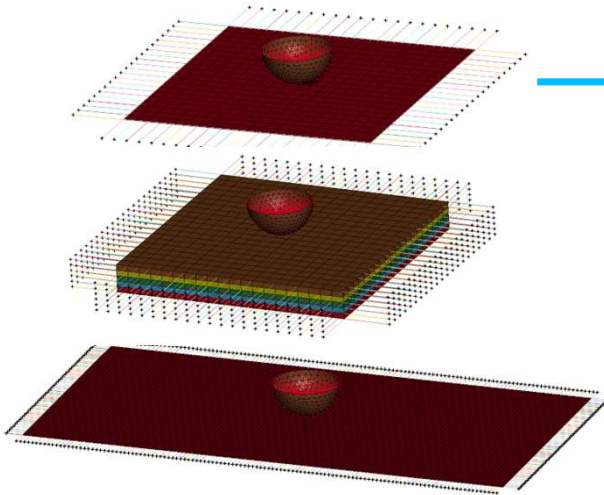
■ Automatische Erzeugung der Ersatzmodelle

Modellaufbau



Parametrisiertes Modell

rload_mag: magnitude of loading
rE<beam_id>: Young's modulus in GPa
rts<beam_id>: Beam thickness in s-direction
rtt<beam_id>: Beam thickness in t-direction
rbs<beam_id>: Beam length scaler

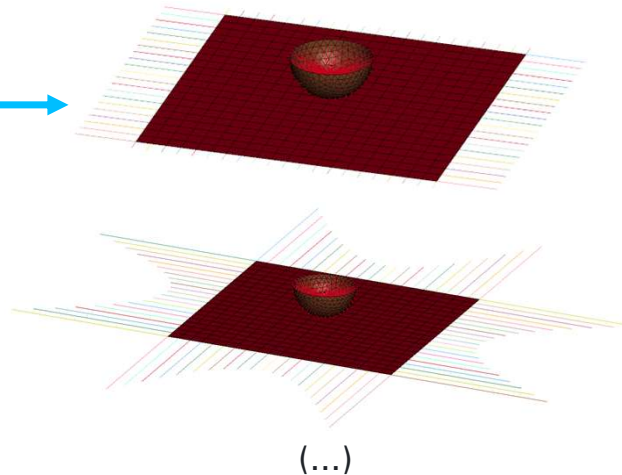


Berechnung



Automatisiert auf Cluster

- Variation der Parameter
- Funktionen über die Kantenlänge
- Berechnung auf Cluster

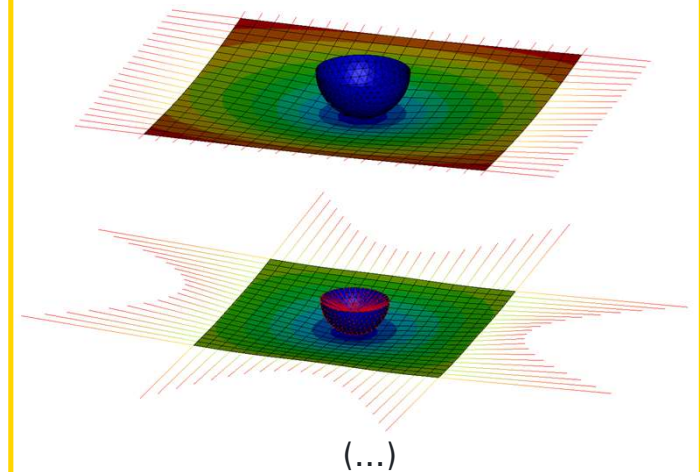


Auswertung



Vorbereitung für ML

- Extrahieren von Simulationsergebnissen in DataFrame (h5py)

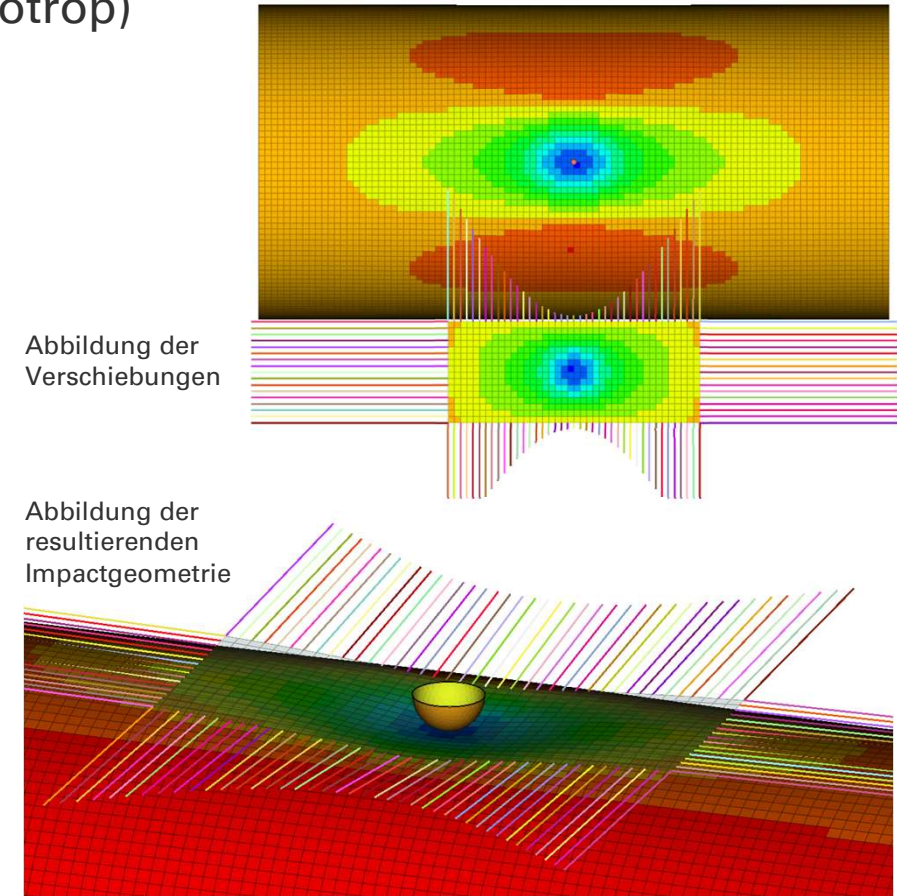
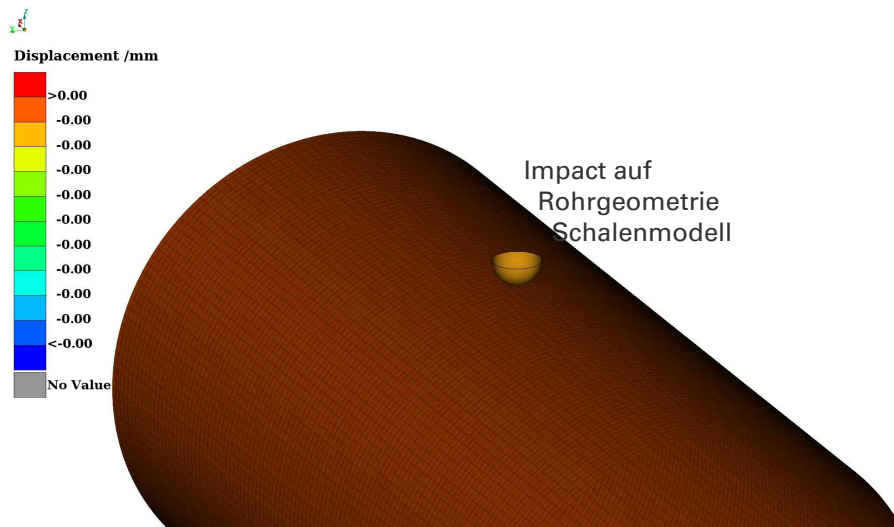


University of Stuttgart
Institute of Aircraft Design



Generation von Trainingsdaten

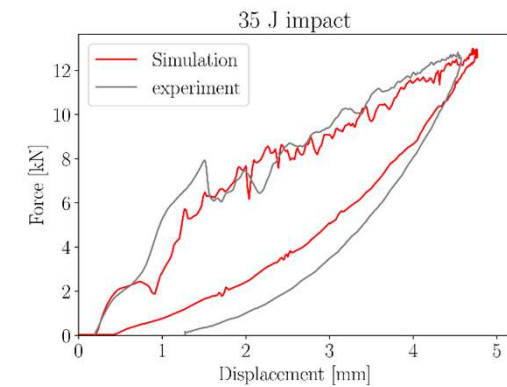
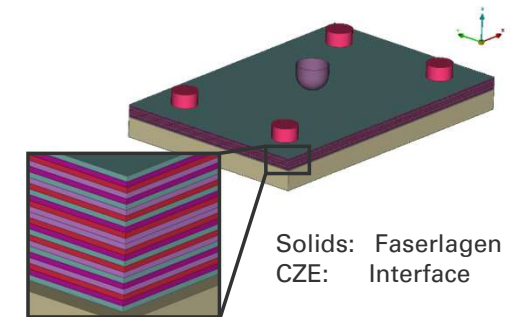
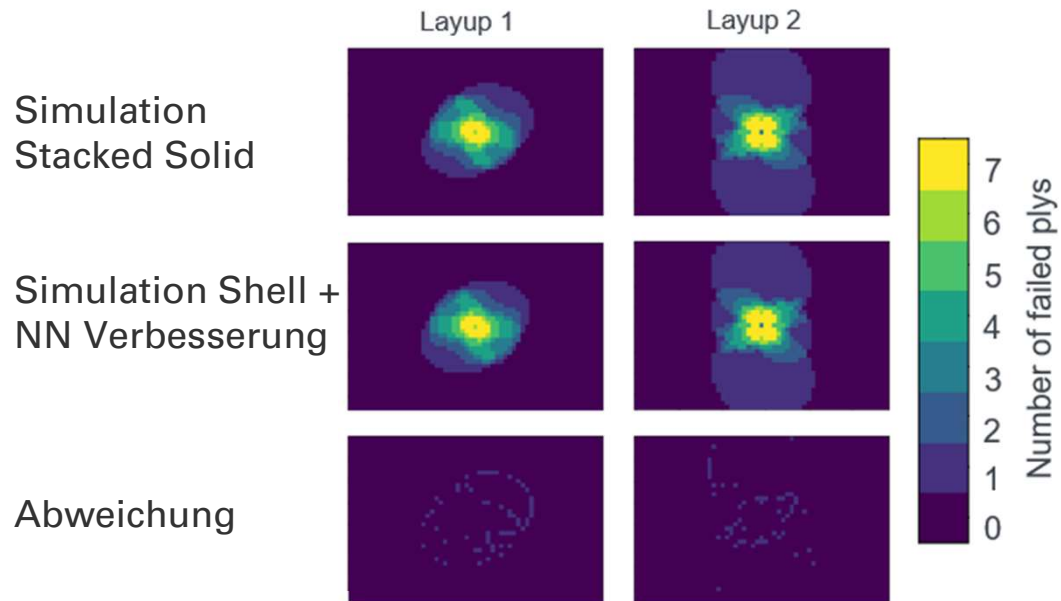
- Validierung/Vergleich Ersatzmodell – Rohr (elastisch, isotrop)
 - Zielgrößen zum Abgleich:
 - Resultierende Impactgeometrie
 - Verschiebungen & Spannungen
 - Datenerzeugung durch Parameterstudien



Bisherige Ergebnisse

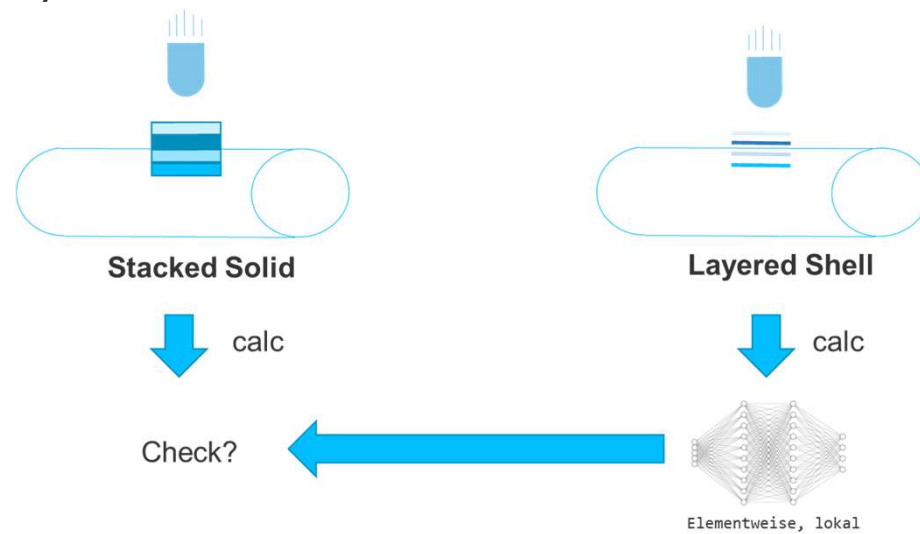
- Validierung Materialmodellierung
- Ergebnisse für CAI Proben vielversprechend

Reduktion der Simulationsdaten auf 2D-Bild



Ausblick

- Erweiterung des Trainingsdatensatzes
- Verifizierung und Validierung der ML- Ergebniss
- Verbesserung der Ergebnis Darstellung für gekrümmte Strukturen
- Anwendung des hybriden Ansatzes auf Tankstruktur





Universität Stuttgart
Institut für Flugzeugbau

Vielen Dank!



Lukas Münch

e-mail Lukas.muench@ifb.uni-stuttgart.de

phone +49 (0) 711 685- 60532

fax +49 (0) 711 685-

Universität Stuttgart
Institut für Flugzeugbau
Pfaffenwaldring 31
D-70569 Stuttgart (Vaihingen)



**Funded by
the European Union**
NextGenerationEU

Supported by:



Federal Ministry
for Economic Affairs
and Energy

on the basis of a decision
by the German Bundestag



Quellen

- [1] P. Fischer; R. Weinberger: Einführung in elektrische und elektrifizierte Fahrzeugantriebe. Springer Vieweg Berlin, Heidelberg. 2025. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-69502-9>
- [2] <https://arena2036.de/digitain/projektuebersicht/>
- [3] <https://autofilou.at/2023-mercedes-benz-eqs-580-4matic-suv-test-review-fahrbericht/>