

Deutsches Zentrum  
DLR für Luft- und Raumfahrt



## Automatisierte Materialkartenableitung für die Crashsimulation

Das DLR-Institut für Fahrzeugkonzepte forscht an innovativen Methoden für Straßen- und Schienenfahrzeugkonzepte. Ein Forschungsbereich stellt die Methodenentwicklung für passive Sicherheitsanwendungen dar. Innerhalb dieses Forschungsfeldes wurde ein Labor zur automatisierten Materialkartenentwicklung aufgebaut, das die erforderlichen Materialcharakterisierungstests mit numerischen Optimierungsstrategien zur schnellen und effizienten Entwicklung validierter Materialkarten für Crashsimulationen verknüpft.

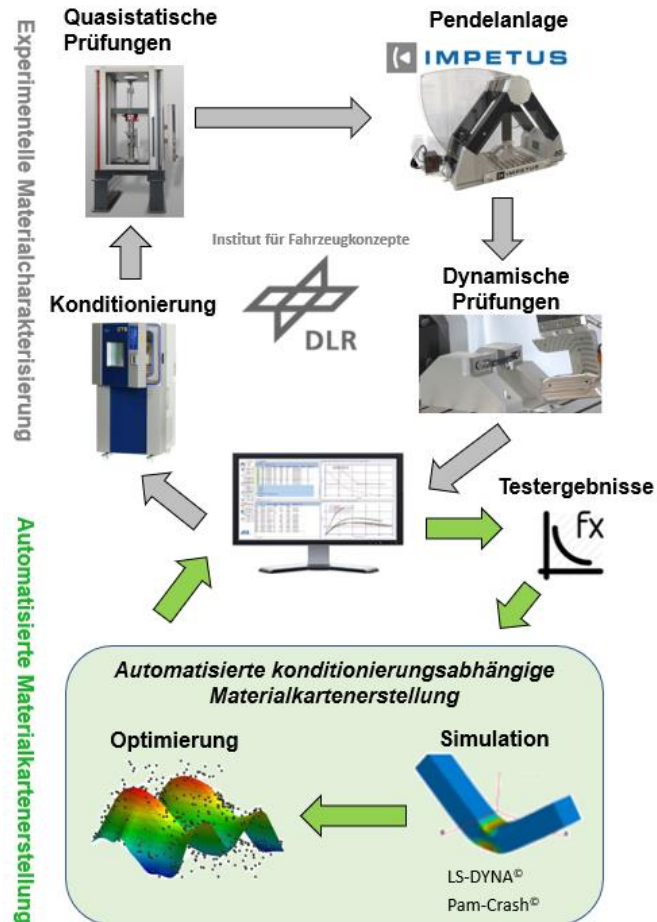
### Labor für automatisierte Materialkartenableitung

Die Entwicklung von Materialkarten für die Crashanwendung ist aufgrund der Komplexität der Modellierung des stark nichtlinearen Materialverhaltens eine sehr anspruchsvolle Aufgabe. Für einen automatisierten Materialkartenableitungsprozess wurde ein geschlossener Prozessablauf zwischen Materialcharakterisierungstests und einem automatisierten Verfahren zur Materialkartentestoptimierung entwickelt und kombiniert. Die Materialcharakterisierung kann aus quasistatischen und dynamischen Coupontests bestehen, bei denen das Versagen konditionierter Materialproben ermittelt werden kann. Somit können temperatur-, feuchtigkeits- und dehnratenabhängige Materialbeschreibungen abgeleitet werden.

Mit dem IMPETUS®-Pendel können dynamische Prüfungen und damit geschwindigkeitsabhängige Probenbelastungen generiert werden. Das Pendel ermöglicht die mechanische Charakterisierung von dynamisch belasteten Werkstoffproben oder kleinen Bauteilen unter definierten einachsigen oder zweiachsigen Spannungszuständen. Die experimentellen Daten können direkt mit der Optimierungsumgebung VALIMAT® verknüpft werden, die eine Schnittstelle zwischen den Testdaten, der expliziten Simulationsumgebung und eines metamodellbasierenden Optimierers darstellt. Durch die Kombination von vordefinierten Coupontests und definierten Schnittstellen zu expliziten Solvern können numerische Materialbeschreibungen mit diesem Prozessablauf automatisiert erstellt und direkt validiert werden.

### Prozessüberblick über die automatisierte Materialkartenableitung

- Verfügbare Testaufbauten: 3-Punkt Biegung, gespannte Biegung, dynamischer Zug-, Durchstoß-, Druck- und Komponentenversuch
- Anwendbar für Kunststoffe, faserverstärkte Kunststoffe, Schäume & Aluminiumlegierungen [in begrenzten Umfängen Stahl]
- Messung unterschiedlicher Dehnraten durch die Anpassung des Auflagerabstands und der Anbindungsrandbedingungen
- Aufprallgeschwindigkeiten zwischen 0.5 - 4.4 m/s, einer maximalen Aufprallmasse von 5.5 kg [Aufprallenergien bis zu 50 J]
- Messungen mit Digital Image Correlation [DIC] durchführbar
- Erweiterung durch nutzerspezifische Materialmodelle und Probengeometrien möglich
- Automatisierte Materialkartenableitung für unterschiedliche FE-Solver (LS-DYNA®, Pam-Crash®) möglich



Prozessablauf für die automatisierte Materialkartenableitung



Verfügbare Testaufbauten für die dynamische Materialcharakterisierung

#### Kontakt Labor für Materialkartenableitung:

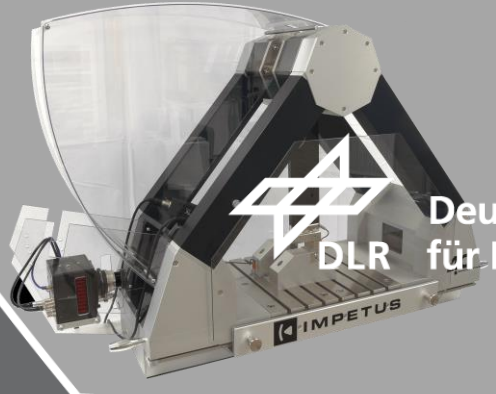
Dr.-Ing. Michael Schäffer  
Tel.: +49 711 6862 -8191  
Michael.Schaeffer@dlr.de  
www.DLR.de/fk/de/  
Dr.-Ing. Ralf Sturm  
Tel.: +49 711 6862 -465  
Ralf.Sturm@dlr.de  
www.DLR.de/fk/de/

#### Kontakt Abteilungsleitung:

Dr.-Ing. Gerhard Kopp  
Tel.: +49 711 6862 -8307  
Gerhard.Kopp@dlr.de  
www.DLR.de/fk/de/

#### Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.

German Aerospace Center  
Institut für Fahrzeugkonzepte  
Pfaffenwaldring 38-40  
70569 Stuttgart



Deutsches Zentrum  
DLR für Luft- und Raumfahrt



## Automated material card calibration for crash simulations

The DLR Institute of Vehicle Concepts investigates innovative methods for road and rail vehicle concepts. One research topic is the method development for passive safety applications. In this research field a material laboratory for automated material card development was setup, linking the required material characterizations tests with numerical optimization strategies for the fast and efficient development of validated material cards for crash simulations.

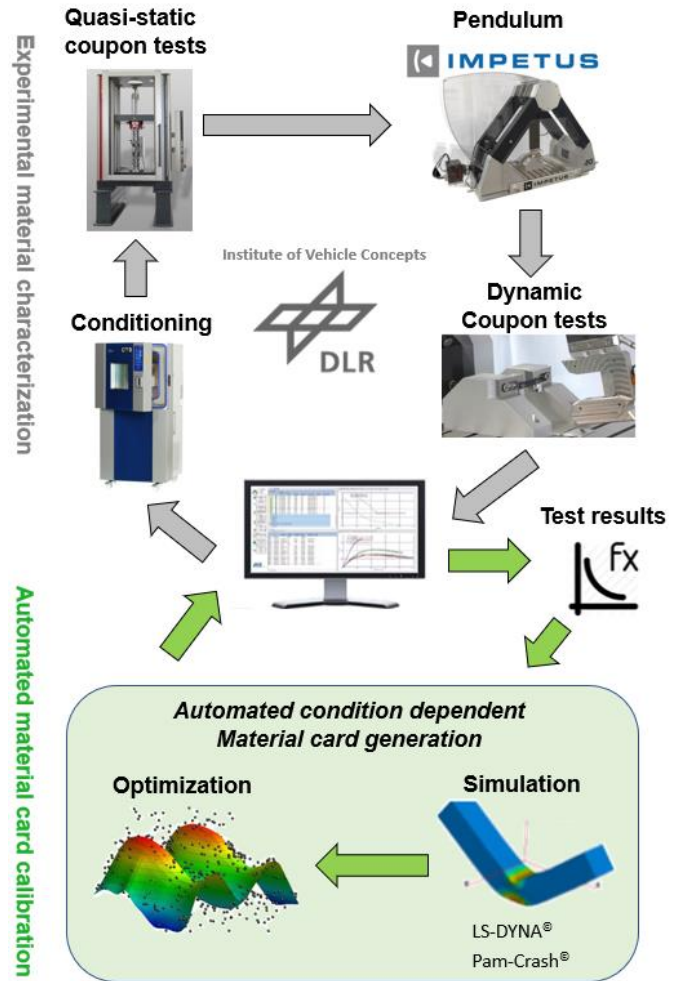
### Laboratory for automated material card development

Material card development for crash application is a very challenging task due to the complexity of modelling the high non-linear material behavior of materials exposed to crash loads. For an automated material model development process, a material laboratory was built up combining a closed loop between material characterization tests and an automated material card optimization procedure. The material characterization can consist of quasi-static and dynamic coupon tests investigating conditioned material specimens. Thus, temperature, moisture and strain rate depended material descriptions can be derived.

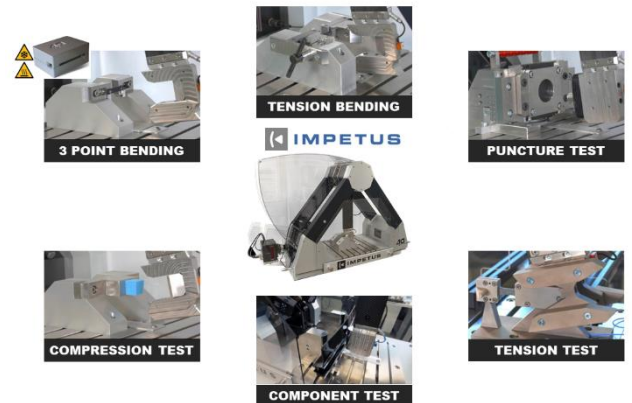
For dynamic testing the IMPETUS® pendulum is used for rate depended specimen loadings. The pendulum is a testing machine, which enables the mechanical characterization of dynamically loaded material specimens or small components under defined uniaxial or biaxial stress states. The experimental data can be directly linked to the optimization environment VALIMAT® which generates an interface between the test data, the explicit simulations environment and a meta-model based optimizer. Due to the combination of predefined coupon tests and defined interfaces to explicit solvers, numerical material descriptions can be automated calibrated and directly validated by this applied methodology.

### Overview on the automated material card development process

- Various test setups available: bending-, tension bending, dynamic tensile-, puncture- and compression test
- Applicable for plastics, composites, foams & aluminum
- Strain rate depended measurements with customizable support distance and clamping conditions
- Impact speeds between 0.5 up to 4.4 m/s and a maximum impact mass of 5.5 kg [impact energies up to 50 J]
- Measurements with digital image correlation [DIC] possible
- Application for user-defined material cards and user-defined specimens possible
- Automated material calibration for different FE-solvers (LS-DYNA®, Pam-Crash®) available



### Applied process chain for automated material card generation



### Test setups for the different dynamic material characterization tests

#### Contact for automated material card calibration :

Dr.-Ing. Michael Schäffer  
Tel.: +49 711 6862 -8191  
Michael.Schaeffer@dlr.de  
www.DLR.de/fk/en/

Dr.-Ing. Ralf Sturm  
Tel.: +49 711 6862 -465  
Ralf.Sturm@dlr.de  
www.DLR.de/fk/en/

#### Contact Head of Department:

Dr.-Ing. Gerhard Kopp  
Tel.: +49 711 6862 -8307  
Gerhard.Kopp@dlr.de  
www.DLR.de/fk/en/

#### Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.

German Aerospace Center  
Institute of Vehicle Concepts  
Pfaffenwaldring 38-40  
70569 Stuttgart