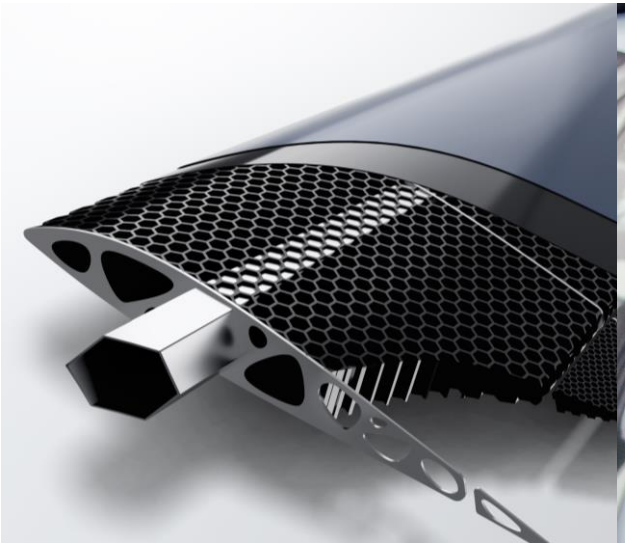
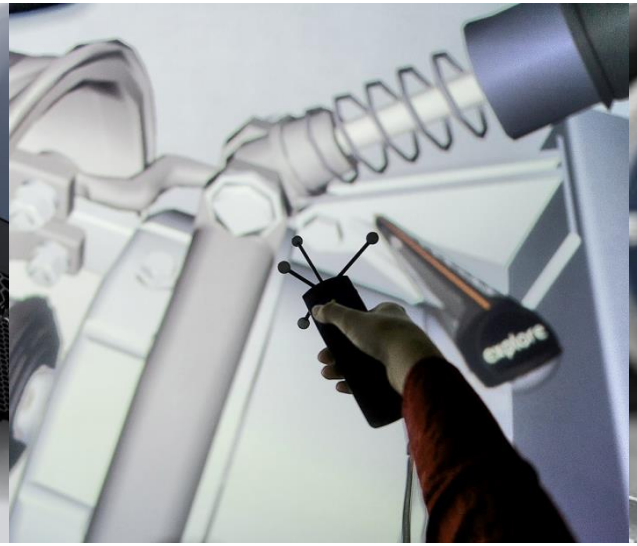
FRIEDRICH-ALEXANDER
UNIVERSITÄT
ERLANGEN-NÜRNBERG
TECHNISCHE FAKULTÄT

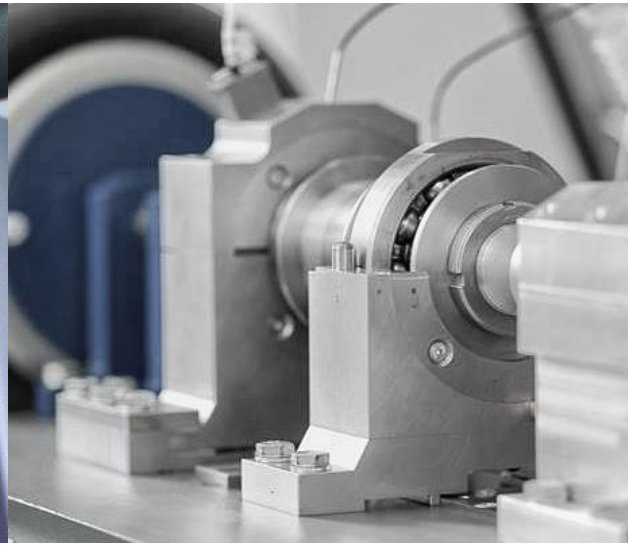
Lehrstuhl für
Konstruktionstechnik
Prof. Dr.-Ing. Sandro Wartzack

Effiziente, strukturierte Auslegung beanspruchungsgerechter Faserverbundbauteile

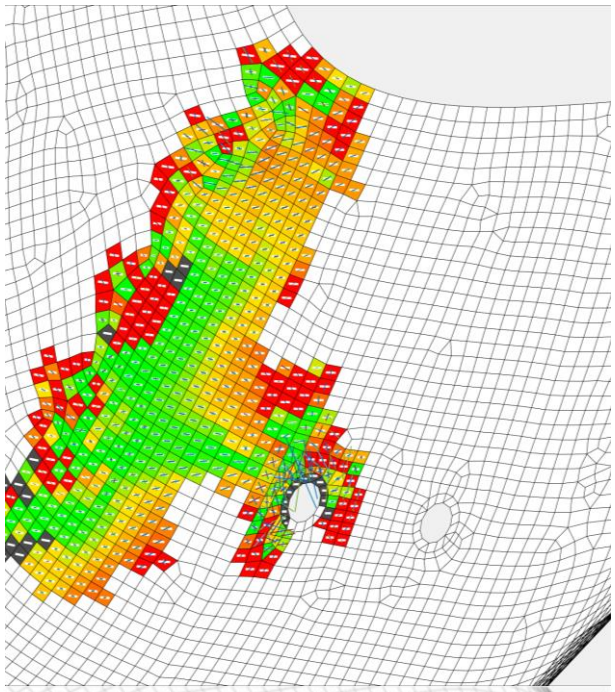
H. Völkl; Prof. Dr.-Ing. S. Wartzack







Gliederung



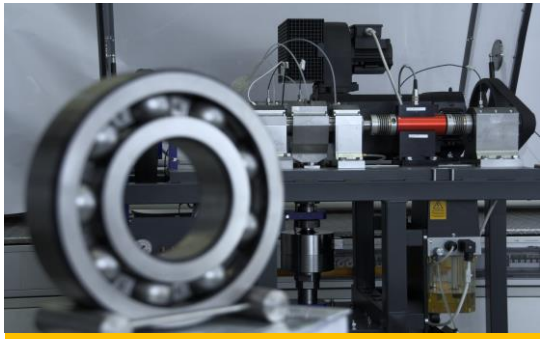
- Simulationsgestützte Auslegungsansätze für FVK-Bauteile
- Vorstellung eines neuen Auslegungsansatzes
- Veranschaulichung anhand eines Demonstrators
- Ausblick: Mögliche Erweiterungen

Lehrstuhl für Konstruktionstechnik

Organigramm und Fachgruppen

Virtuelle Produktentwicklung und Konstruktionsmethodik

- Assistenzsysteme
- Toleranzmanagement
- Nutzerzentrierte Produktentwicklung



Maschinenelemente und Tribologie

- Tribologische PVD-/ PACVD-Schichten
- Wälzlagertechnik

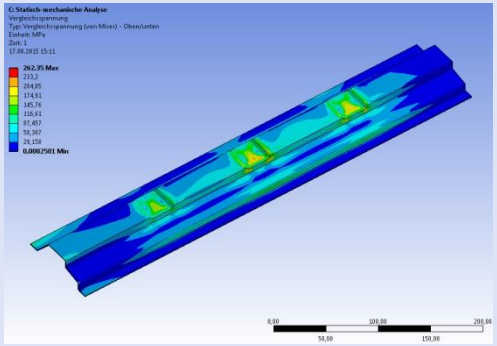
Leichtbau

- Lightweight-Design
- Lightweight-Engineering
- Lightweight-Validation

© LEHRSTUHL FÜR KONSTRUKTIONSTECHNIK
Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
Prof. Dr.-Ing. Sandro Wartzack

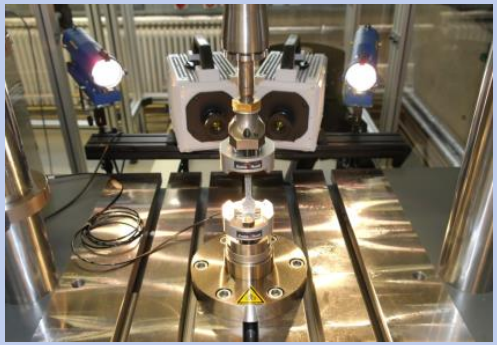
Leichtbau

Simulationsbasierte Auslegung



Auslegung faserverstärkter Kunststoffbauteile in frühen Entwicklungsphasen

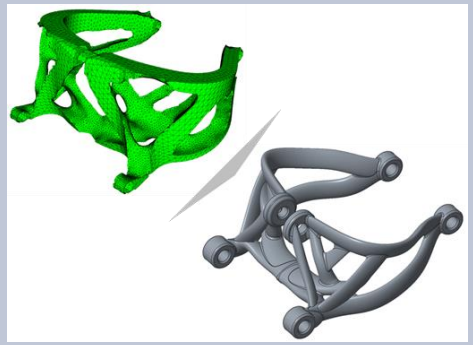
Materialcharakterisierung



Generierung von Materialkarten für FEM

Materialparameteroptimierung

Strukturoptimierung



Automatisierte Interpretation von Strukturoptimierungs-ergebnissen

© LEHRSTUHL FÜR KONSTRUKTIONSTECHNIK

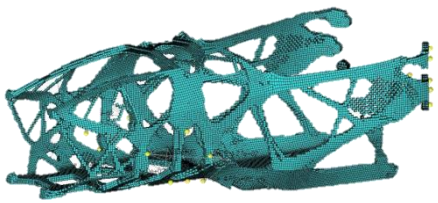
Auslegung von Faserverbundwerkstoffen

Der Gesamtüberblick

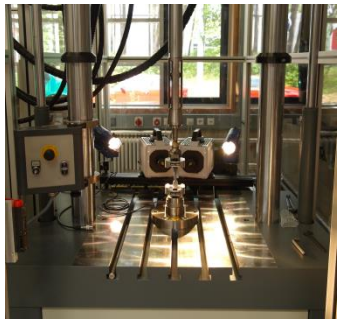
Auslegung von FVK-Strukturen

Vom Konzept bis zum Versuch

Konzeption

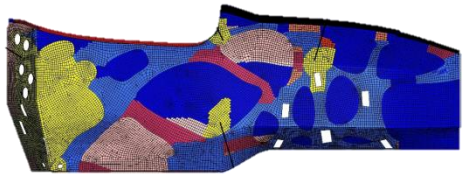


Versuch

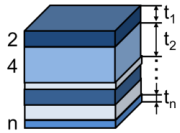


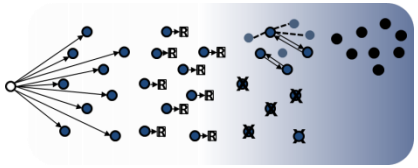
Leichtbau

Vorauslegung



Optimierung/RDO

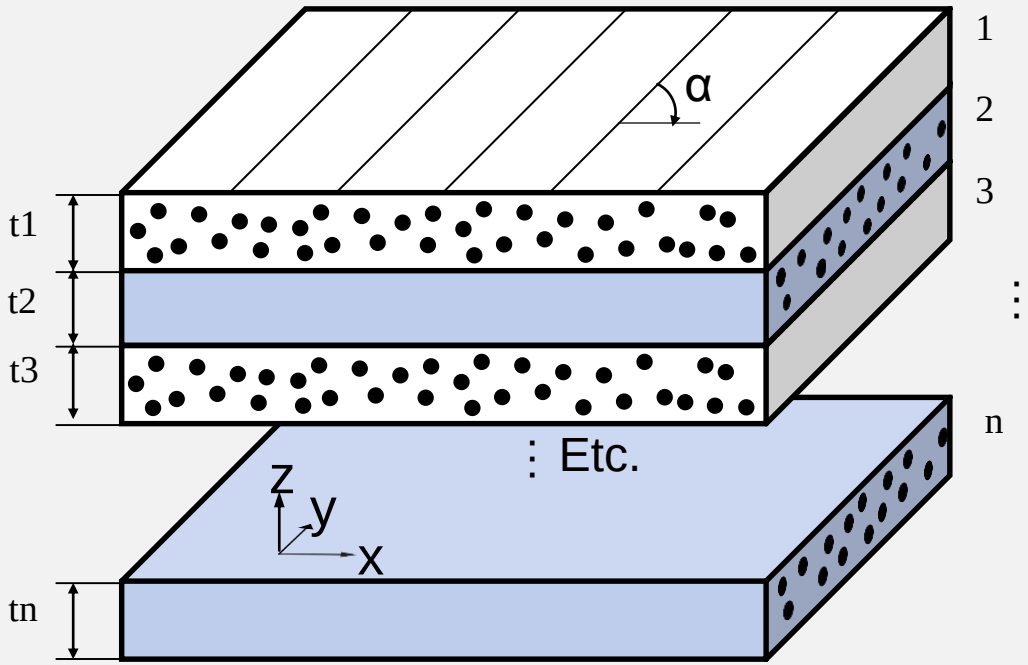




FVK-Auslegung

Beispiele für simulationsgestützte Ansätze

Herausforderung FVK-Auslegung

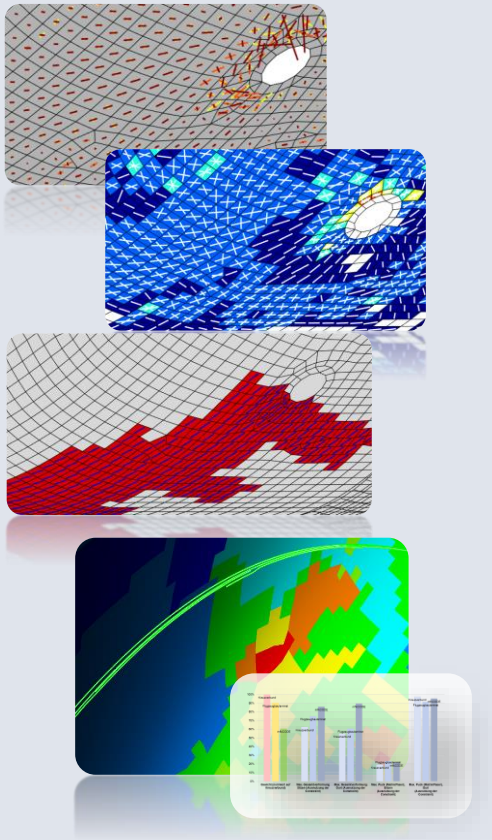


© LEHRSTUHL FÜR KONSTRUKTIONSTECHNIK
Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
Prof. Dr.-Ing. Sandro Wartzack

Ein neuer Ansatz zur Auslegung

*mfk*CODE (mfk Composite Designer) - Überblick

1. Kraftflussberechnung
2. Kraftflussreduktion
3. Clustering
4. Dicken- und Reihenfolgenoptimierung
5. Finaler Laminataufbau



Quelle: Klein, D.; Malezki, W.; Wartzack, S.: Introduction of a computational approach for the design of composite structures at the early embodiment design stage; Proceedings of the 20th International Conference on Engineering Design, 2015

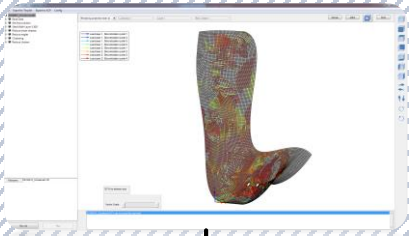
© LEHRSTUHL FÜR KONSTRUKTIONSTECHNIK
Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
Prof. Dr.-Ing. Sandro Wartzack

Ein neuer Ansatz zur Auslegung

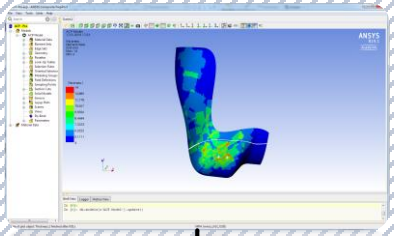
Dicken- und Reihenfolgenoptimierung

1. Kraftflussberechnung
2. Kraftflussreduktion
3. Clustering
4. Dicken- und Reihenfolgenopti.
5. Finaler Laminataufbau

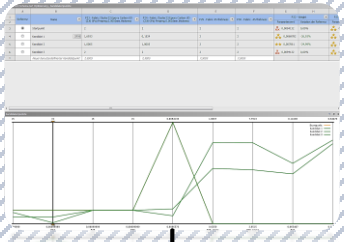
Vorauslegung mit *mfk*CODE



Parametrisches FE-Modell



Optimierungs-algorithmus



Zuschnitt-geometrien

Reihenfolge- / Dickenpara-metrisierung

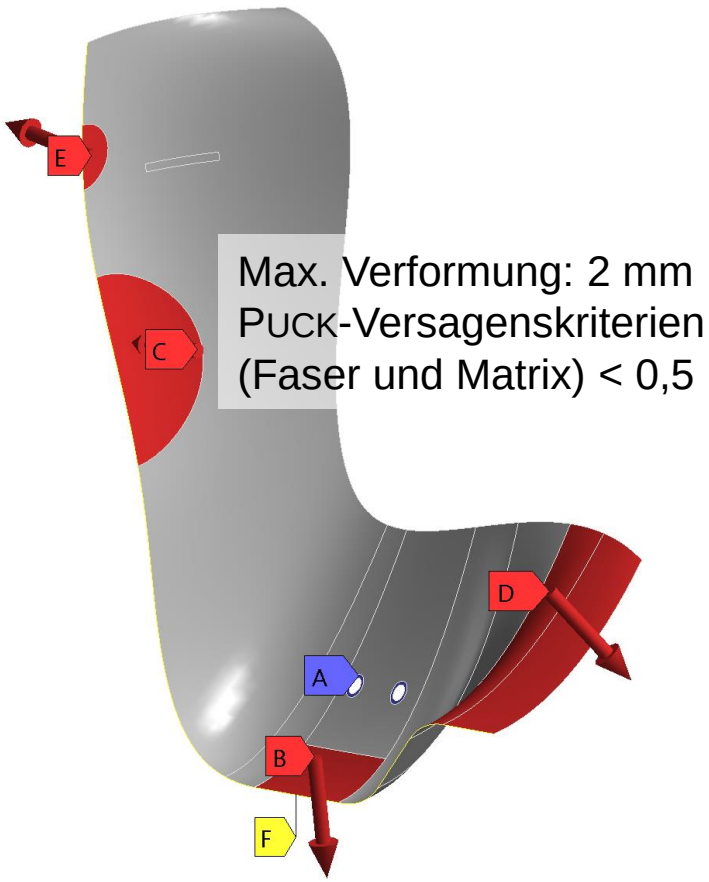
Finale Reihenfolge / Dicken

© LEHRSTUHL FÜR KONSTRUKTIONSTECHNIK
Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
Prof. Dr.-Ing. Sandro Wartzack

Ein neuer Ansatz zur Auslegung

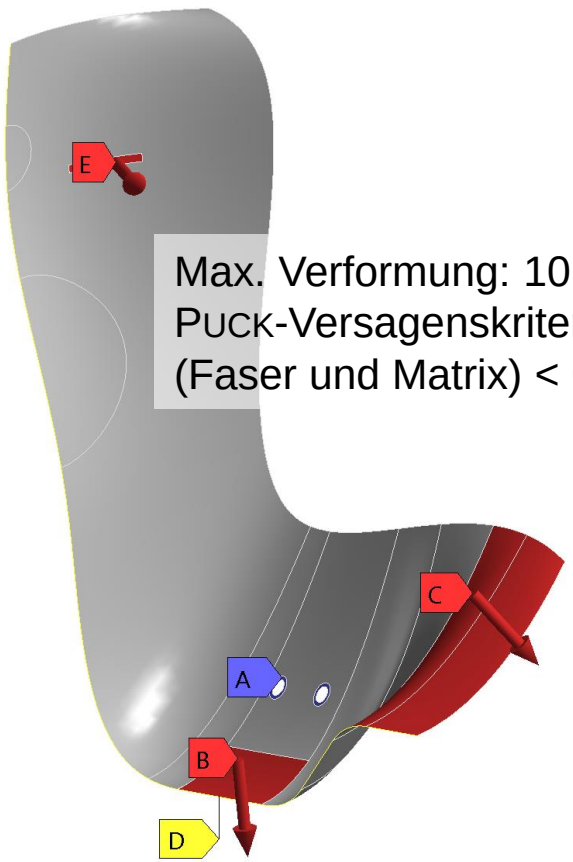
Segelflugzeug-Sitz als Demonstrator

Lastfall 1: Sitzen



Max. Verformung: 2 mm
PUCK-Versagenskriterien
(Faser und Matrix) < 0,5

Lastfall 2: Gurtauslösung

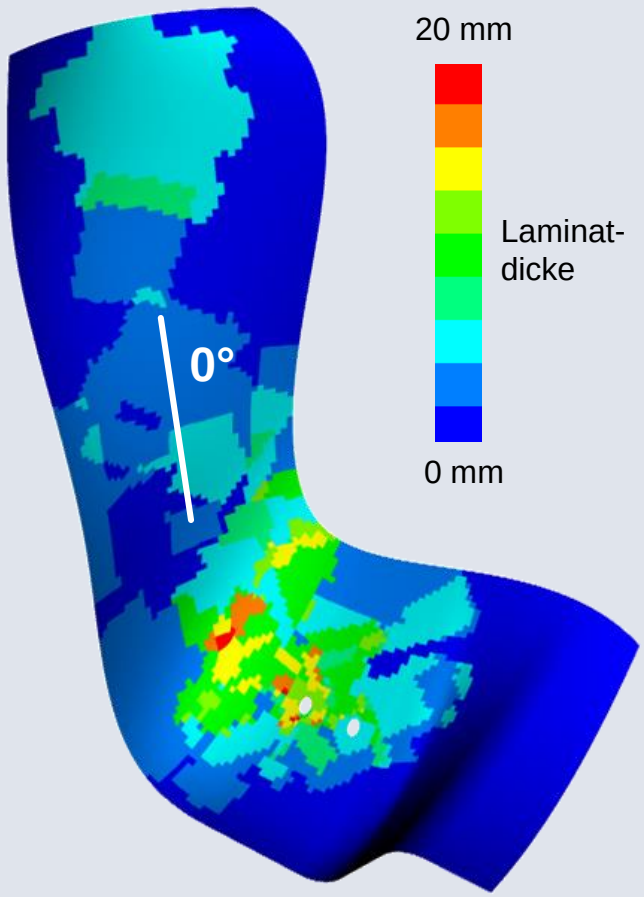


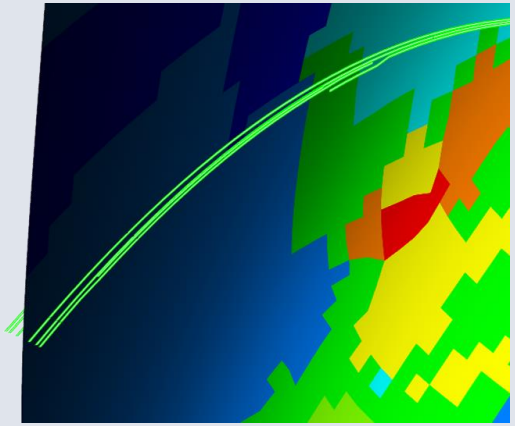
Max. Verformung: 10 mm
PUCK-Versagenskriterien
(Faser und Matrix) < 0,5

© LEHRSTUHL FÜR KONSTRUKTIONSTECHNIK
Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
Prof. Dr.-Ing. Sandro Wartzack

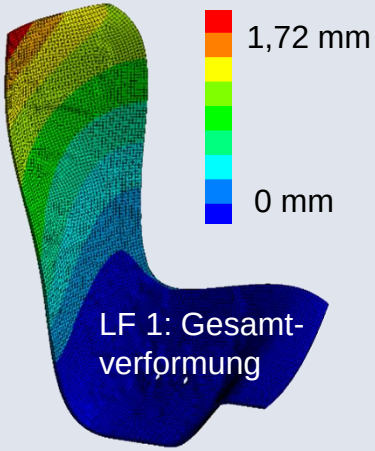
Ein neuer Ansatz zur Auslegung

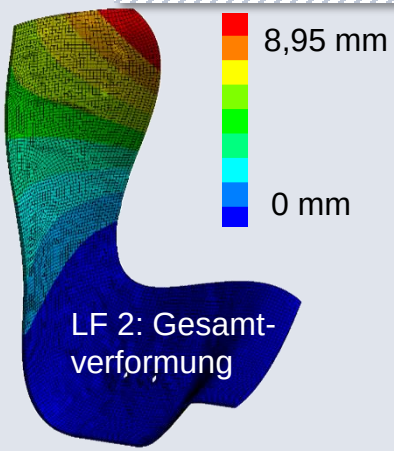
Laminataufbau und Steifigkeitsergebnisse





1. Kraftflussberechnung
2. Kraftflussreduktion
3. Clustering
4. Dicken- und Reihenfolgenopti.
5. Finaler Laminataufbau

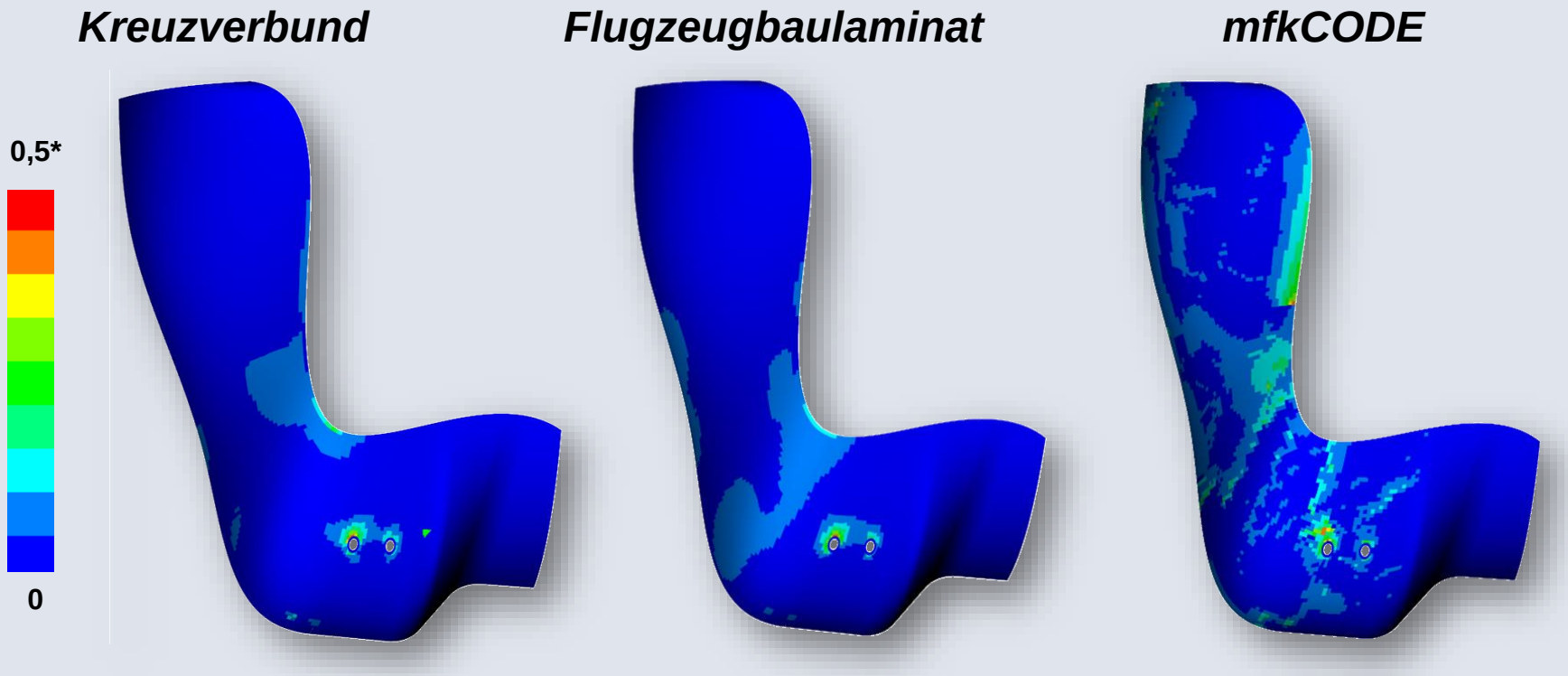




© LEHRSTUHL FÜR KONSTRUKTIONSTECHNIK
Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
Prof. Dr.-Ing. Sandro Wartzack

Ein neuer Ansatz zur Auslegung

Festigkeitsergebnisse (Puck-Matrix)

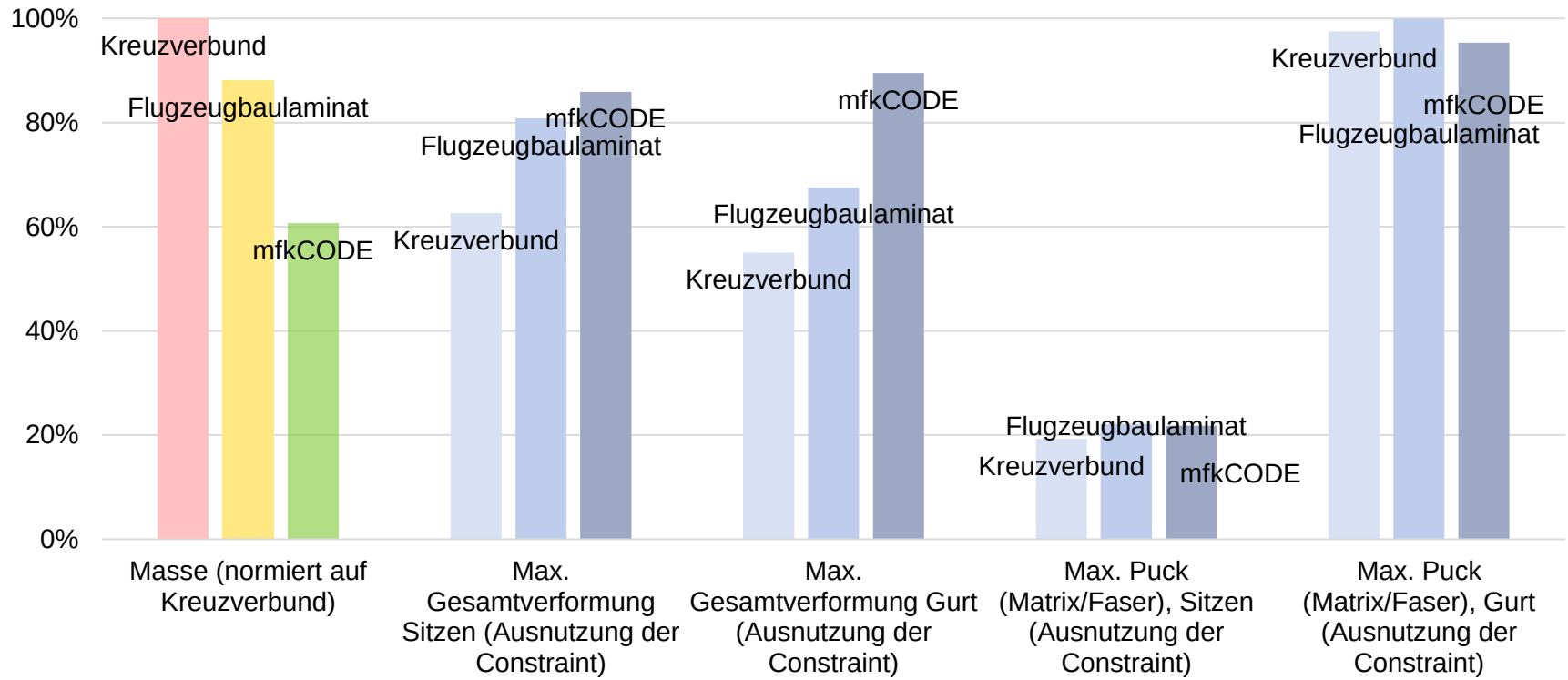


*Maximum aus Puck-Faser- und Matrixkriterium; kritisch ausschließlich Matrix

© LEHRSTUHL FÜR KONSTRUKTIONSTECHNIK
Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
Prof. Dr.-Ing. Sandro Wartzack

Ein neuer Ansatz zur Auslegung

Demonstrator & Benchmark



Design	Masse in kg	LF1, max. Verf. in mm	LF2, max. Verf. in mm	LF1, krit. PUCK	LF2, krit. PUCK
KVB	7,8	1,3	5,5	0,10	0,49
FBL	6,9	1,6	6,7	0,12	0,46
*mfk*CODE	4,7	1,7	9,0	0,11	0,48

© LEHRSTUHL FÜR KONSTRUKTIONSTECHNIK
Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
Prof. Dr.-Ing. Sandro Wartzack

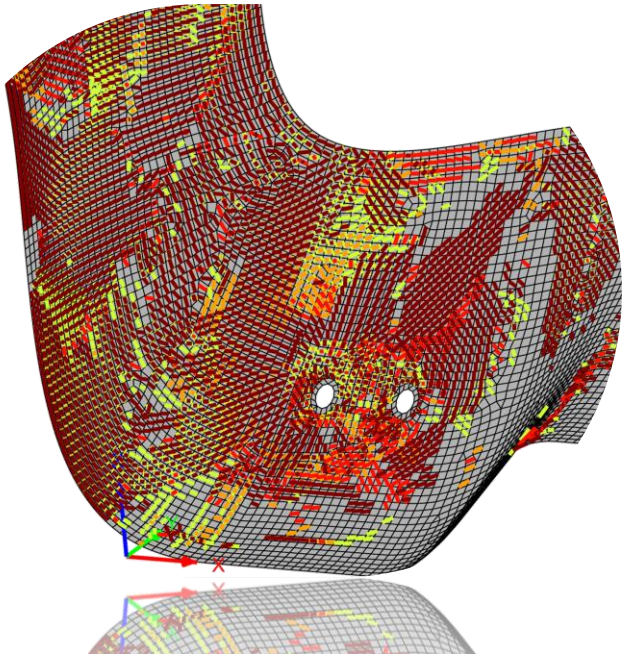
Ein neuer Ansatz zur Auslegung

Fazit

- Der Auslegungsansatz *mfk*CODE ermöglicht eine effiziente, strukturierte Auslegung endlosfaserverstärkter Faserverbundbauteile.

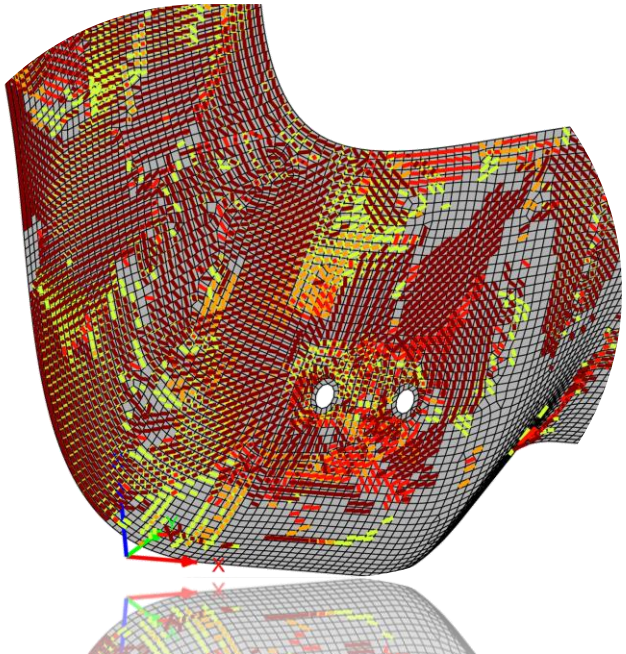
- Die erzielten Strukturen weisen gegenüber Standard-Laminataufbauten großes Leichtbaupotential auf.

- Erweiterungen – z.B. Zuschnittanpassung für ATL/AFP-Verfahren, Reduzierung störender Schwingungen.



© LEHRSTUHL FÜR KONSTRUKTIONSTECHNIK
Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
Prof. Dr.-Ing. Sandro Wartzack

Vielen Dank!

Gefördert durch die Zeidler-Forschungsstiftung: **KARSTEN**

- Kompositauslegung zur Reduktion störender Schwingungen
Förderkennzeichen ZFS-183