

Florian Hüter, Johannes Wittmann

Titel: FEA mit Z88 - Einsatz in Wissenschaft und Praxis

Abstract:

Im Zuge der Digitalisierung und des anhaltenden Trends zu immer kürzeren Produktentwicklungszeiten hat sich insbesondere die Finite-Elemente-Analyse (FEA) als wertvolles Werkzeug im Konstruktionsprozess etabliert. Der Einstieg in die Simulationswelt ist jedoch nicht immer barrierefrei. Hohe Lizenzkosten und komplexe, unübersichtliche Programmoberflächen erschweren die Integration der FEM in den Konstruktionsprozess, insbesondere auch für KMU. Kostenfreie, spezialisierte und auf den konkreten Anwendungsfall zugeschnittene Softwarelösungen können helfen, diese Einstiegshürde zu überwinden. Aus diesem Grund stellt der Lehrstuhl für Konstruktion und CAD (LSCAD) der Universität Bayreuth mit dem Softwarepaket Z88 eine kostenlose Softwarelösung zur Verfügung.

Die Z88-Softwarefamilie bietet dem Anwender verschiedene Lösungen für die FE-Analyse und die Optimierung von FE-Bauteilen. Dank ihrer intuitiven Benutzeroberfläche ermöglicht die frei verfügbare FE-Software Z88AURORA® (z88.de) einen einfachen Einstieg in die Welt der FEA. Mit den integrierten Modulen zur Durchführung von statischen FE-Simulationen mit und ohne Kontakt, stationären thermomechanischen Analysen sowie freien Schwingungsanalysen stehen dem Anwender einfach zu bedienende Werkzeuge zur Bewältigung komplexer Simulationsaufgaben zur Verfügung. So bietet die aktuelle Version Z88AURORA® V6 ein neues Modul zur nichtlinearen FE-Analyse von Leichtbausandwichbauteilen mit Möglichkeiten zur automatisierten Modellgenerierung, der Berücksichtigung des anisotropen Materialverhaltens von Faserverbundbauteilen sowie des ausgeprägt nichtlinearen Verformungsverhaltens von Hartschäumen.

Neben Z88AURORA® entwickelt der LSCAD spezialisierte Simulationswerkzeuge in verschiedenen Forschungsprojekten auf dem Gebiet der Antriebstechnik. Haupttreiber der Entwicklung ist unser Engagement in der Forschungsvereinigung Antriebstechnik e. V. (fva-net.de). Die FVA ist das weltweit erfolgreichste und größte Forschungs- und Innovationsnetzwerk in der Antriebstechnik, um in der Industrie und Forschungsstellen gemeinschaftlich neues Wissen und Effizienz schaffen. Die hierfür entwickelte Z88SOLVERSUITE bietet maßgeschneiderte und leistungsfähige FE-Module für den Einsatz in automatisierten Berechnungsketten, insbesondere im Bereich der Getriebe-simulation. Dazu gehören u. a. Simulationswerkzeuge zur statischen oder dynamischen Reduktion von FE-Bauteilen für die Integration in MKS-Systeme, zur effizienten Zahnkontaktanalyse mittels Einflusszahlen oder zur Simulation des Betriebsverhaltens von Radial-Wellendichtringen.

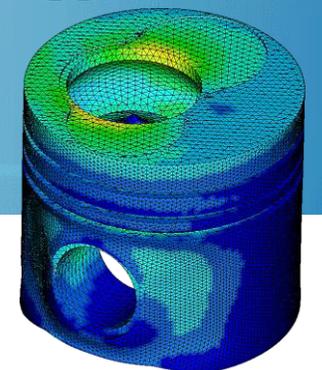
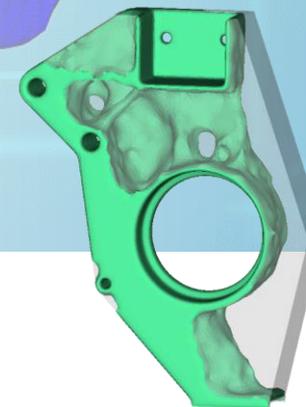
Mit Z88ENSI entwickelt LSCAD ein recheneffizientes FE-Programm für die thermomechanische Analyse von Transport- und Lagerbehältern für radioaktive Brennstäbe. Dabei wurden für das Eidgenössische Nuklearsicherheitsinspektorat (ENSI) u. a. spezielle thermische Spaltbedingungen implementiert, die eine recheneffiziente Modellierung des Wärmeübergangs zwischen Innen- und Aussenbehälter ermöglichen. Darüber hinaus wird im Rahmen des EFRE-geförderten Projekts Gate2HPC die Parallelisierung von Z88 vorangetrieben, um zukünftig auch HPC-Anwendungen anbieten zu können.

Zur Z88-Familie gehören auch das Topologieoptimierungsprogramm Z88Arion sowie zwei Apps für Smartphones und Tablets, um FE-Analysen bequem unterwegs durchführen zu können.

FEA mit **Z88** – Einsatz in Wissenschaft und Praxis

Florian Hüter, Johannes Wittmann

25. Bayreuther 3D-Konstrukteurstag
Bayreuth, 11. September 2024



Finite-Elemente-Analyse mit Z88

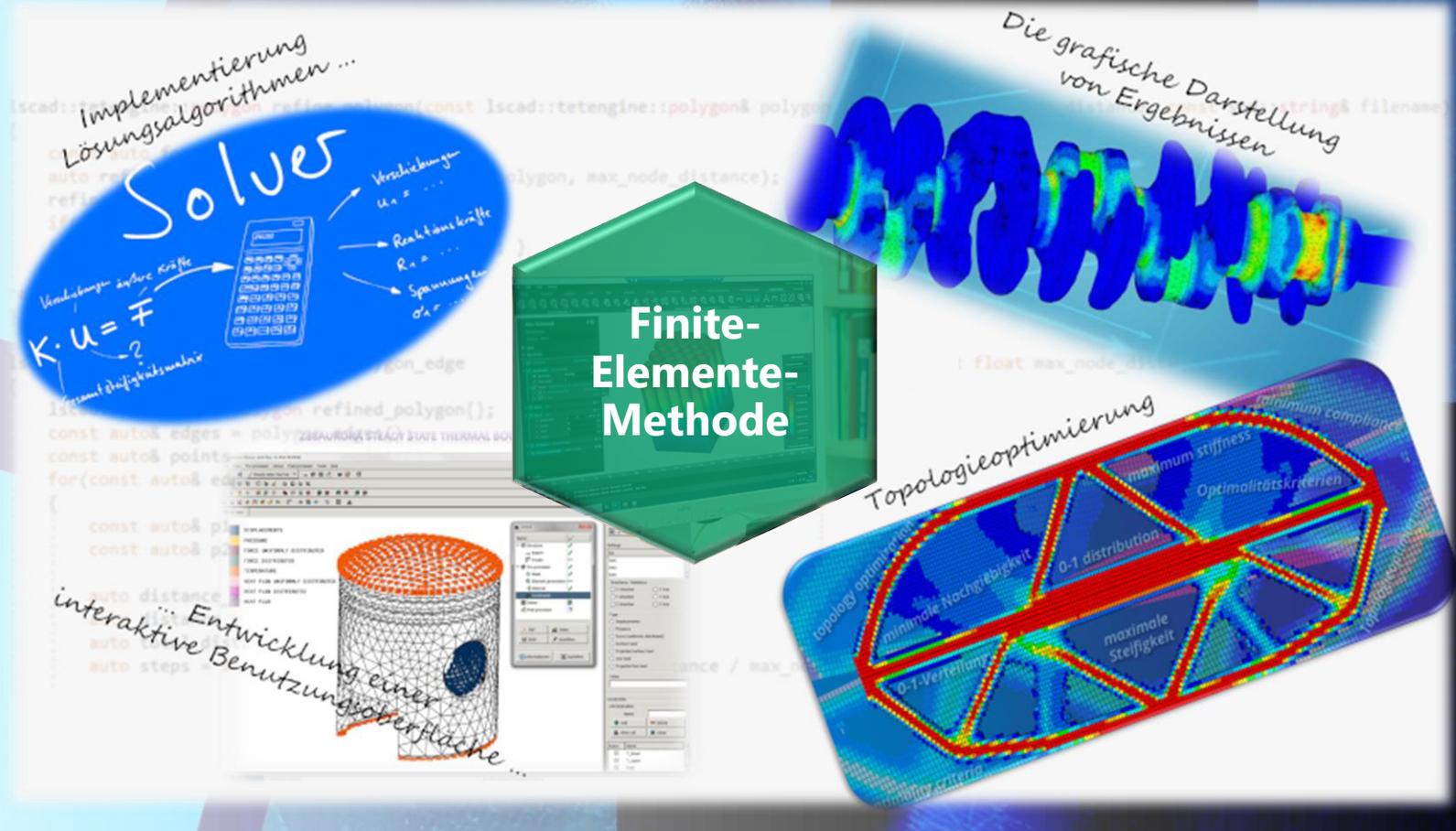
Die Entwickler ...

Der Lehrstuhl

- Prof. Dr.-Ing. Stephan Tremmel
- Prof. Dr.-Ing. Frank Rieg (emeritus)
- 4 OBERINGENIEURE
- 10 wissenschaftliche Mitarbeiter
- 4 weitere Mitarbeiter

Forschungsschwerpunkte

- Finite-Elemente-Analyse für die Antriebstechnik
- Material & Tribologie
- Digitalisierung



Finite-Elemente-Analyse mit Z88

Über Z88 ...

Z88Aurora

- Lineare Berechnung
- Nichtlineare Berechnung
- Eigenschwingungsberechnung
- Thermische Berechnung

Z88Arion

- OC-Verfahren: max. Steifigkeit
- SKO-Verfahren: max. Festigkeit
- TOSS-Verfahren: minimale Nachgiebigkeit in Kombination mit maximaler Festigkeit

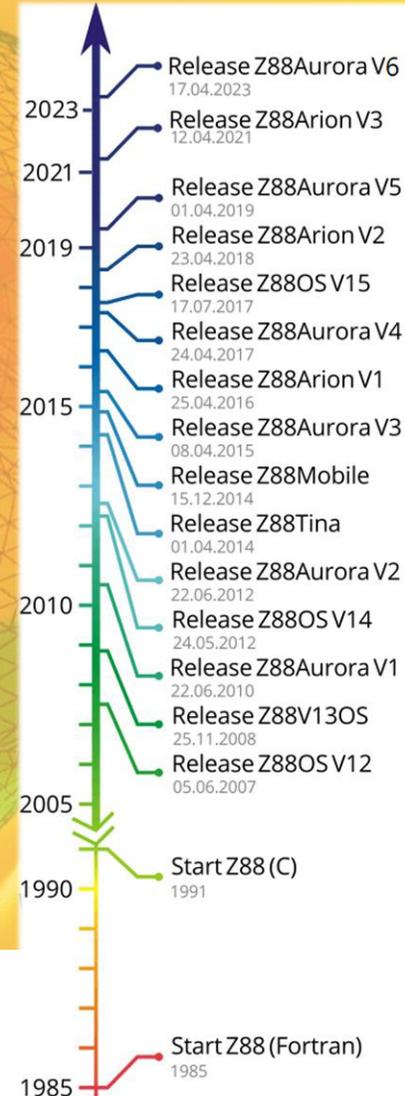
www.z88.de



Z88 Aurora®



Z88 Arion®



Finite-Elemente-Analyse mit Z88

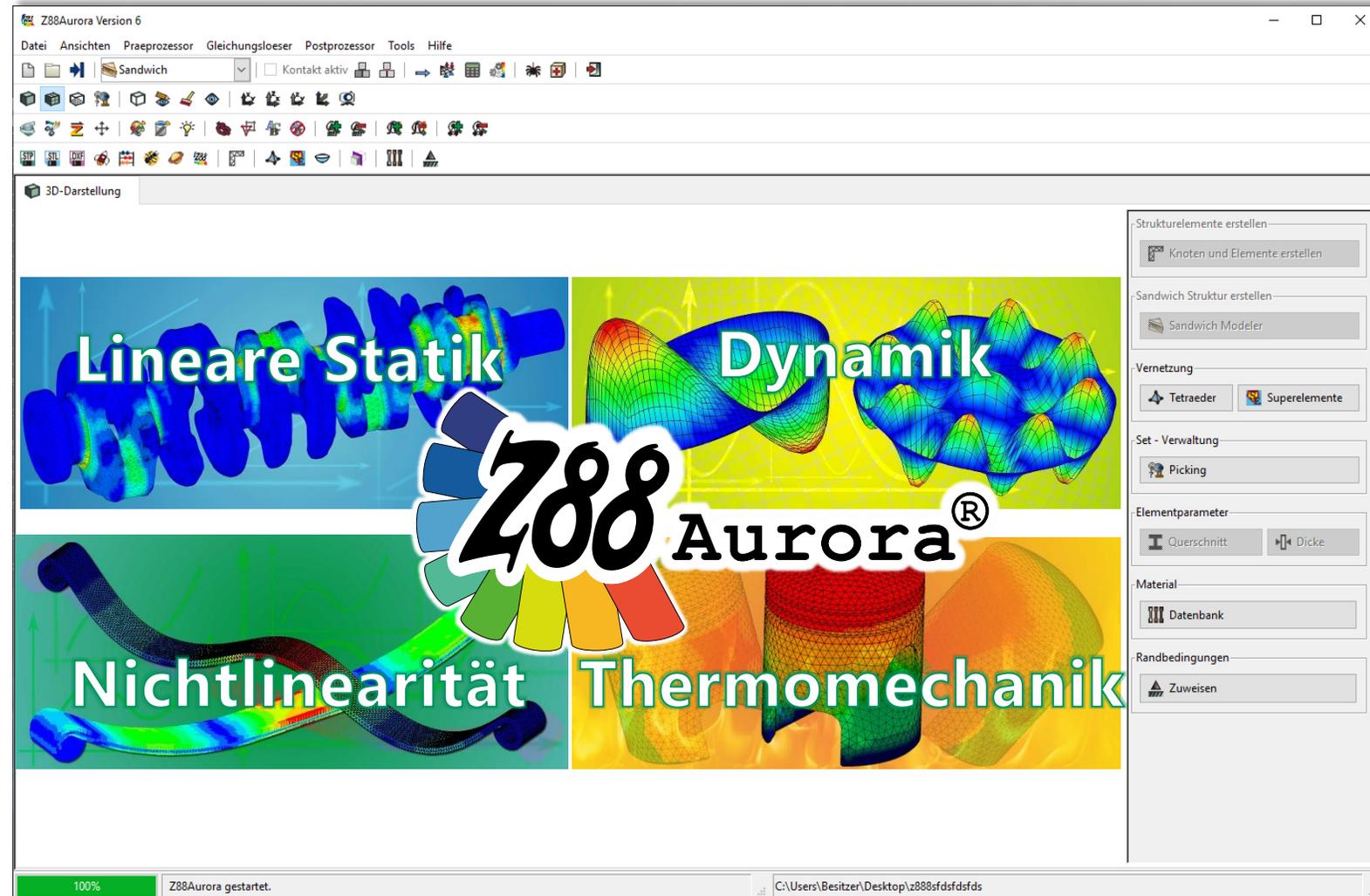
Über Z88Aurora®

Z88Aurora

- Lineare Berechnung
- Nichtlineare Berechnung
- Eigenschwingungsberechnung
- Thermische Berechnung

Z88Arion

- OC-Verfahren: max. Steifigkeit
- SKO-Verfahren: max. Festigkeit
- TOSS-Verfahren: minimale Nachgiebigkeit in Kombination mit maximaler Festigkeit



Finite-Elemente-Analyse mit Z88

Z88Aurora® V6 – Überblick

Projektstart

- Projektmappen für übersichtliche Arbeitsumgebung
- Import von CAD-Daten: STEP, STL, DXF
- Import von FE-Daten: NASTRAN, ABAQUS, ANSYS, COSMOS

Preprocessing

- Mapped- und Freemeshing
- 2D/3D-Netzerzeugung
- Interaktive Aufgabe von Randbedingungen: Fixierungen, Deformationen, Kräfte, Drücke
- Große, editierbare Materialdatenbank

FE-Solver

- 25 verschiedene Finite-Elemente-Typen
- Parallelisierte Algorithmen
- Direkte und iterative Gleichungslöser
- Lineare, nichtlineare, thermo-mechanische und Eigenschwingungsanalyse

Postprocessing

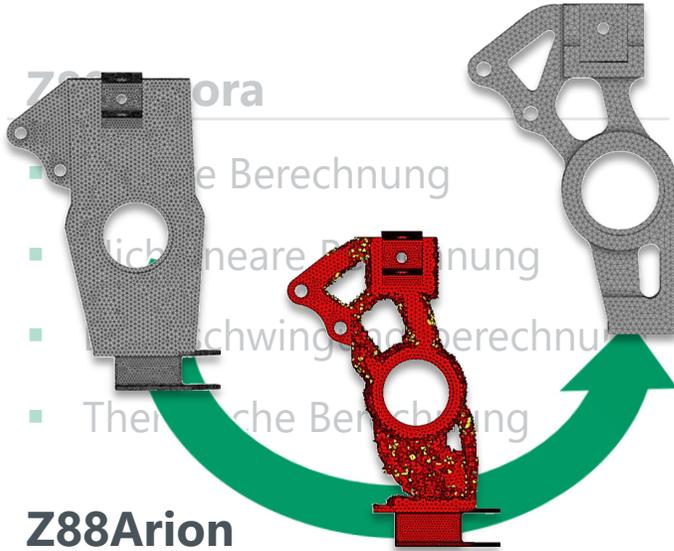
- Freie Skalierbarkeit der verformten Struktur
- Spannungsausgabe
- Einzeldarstellung sensibler Bauteilbereiche
- Einfacher Export von Analyseergebnissen

Finite Elemente Analyse mit Z88Aurora®

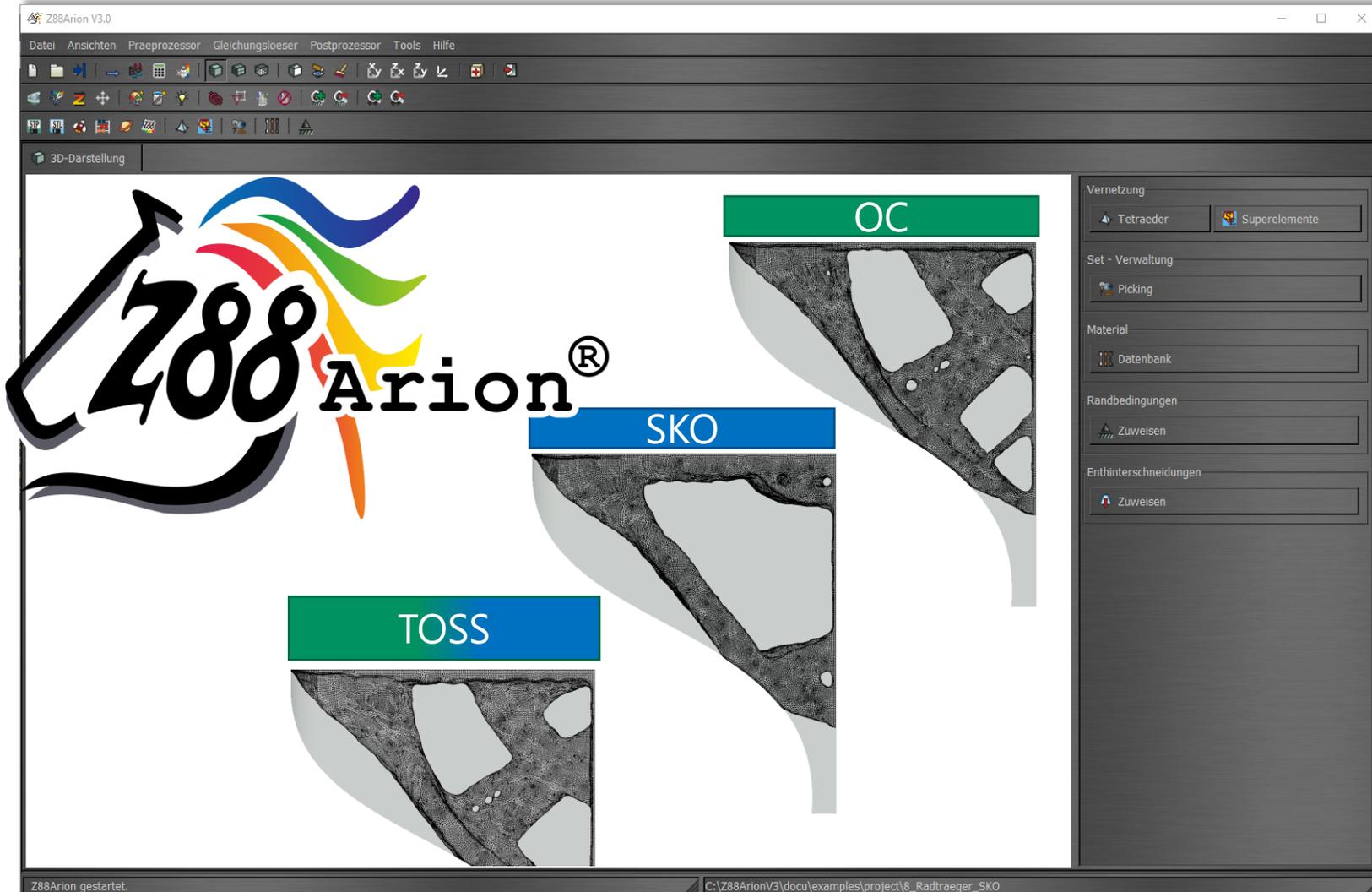


Finite-Elemente-Analyse mit Z88

Über Z88Arion®

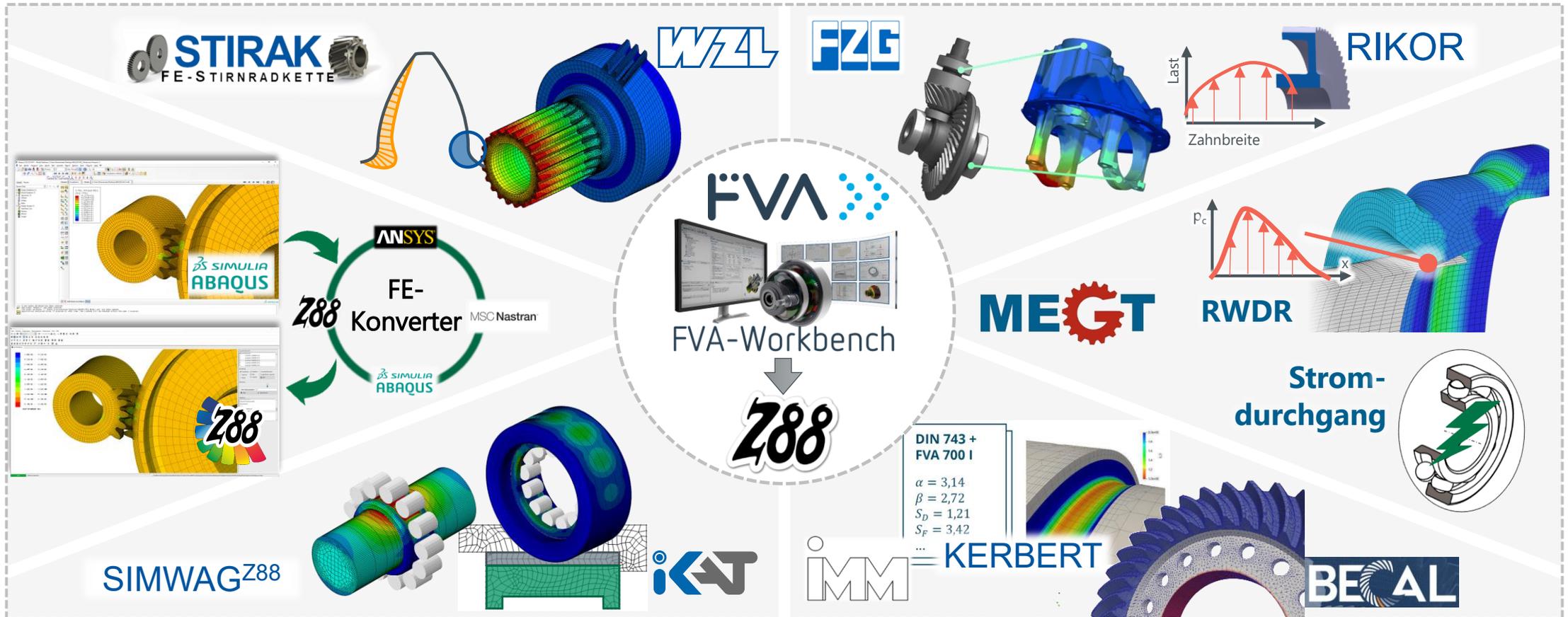


- OC-Verfahren: max. Steifigkeit
- SKO-Verfahren: max. Festigkeit
- TOSS-Verfahren: minimale Nachgiebigkeit in Kombination mit maximaler Festigkeit



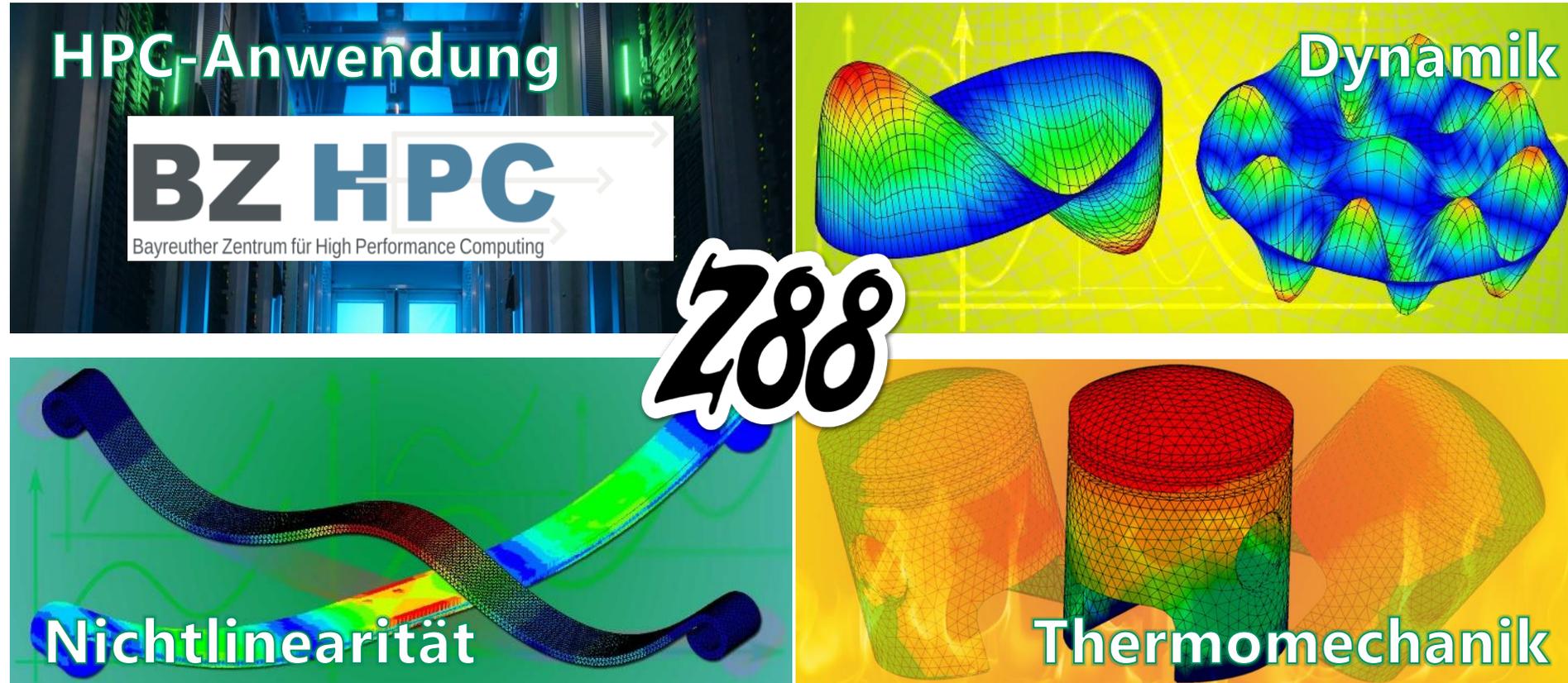
Finite-Elemente-Analyse mit Z88

Z88 in der Forschungsvereinigung Antriebstechnik e. V.



Aktuelle Entwicklungsthemen

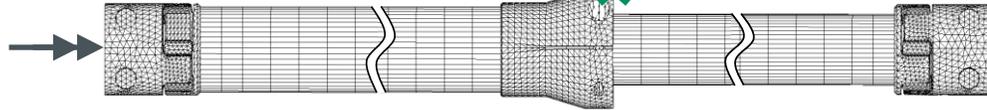
Entwicklungsfelder



Modal- und Frequenzganganalyse

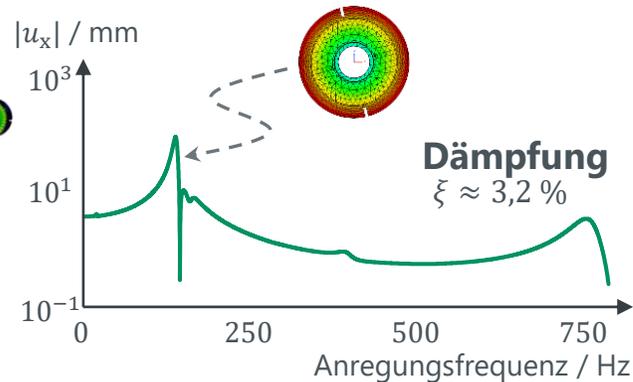
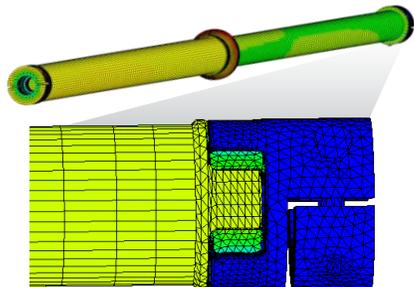
Harmonische Anregung Elastomer-Gelenkwelle

$$\tilde{M} = M_{0,max}(\cos(\Omega t) + \sin(\Omega t)) \quad \text{Auswertung}$$



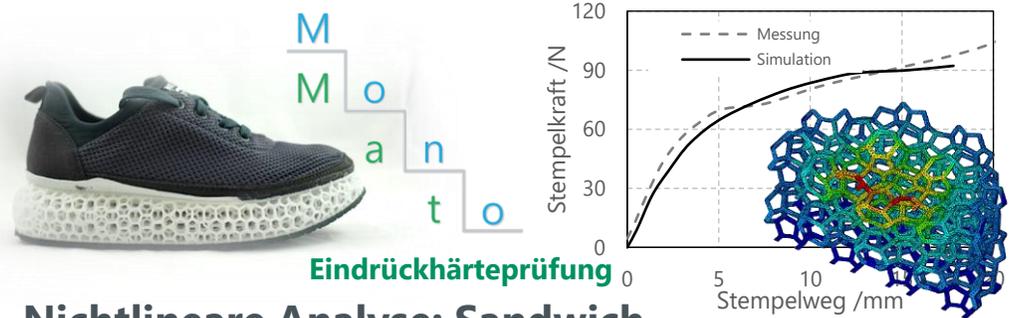
Amplitudengang mit modaler Superposition

Torsionskritische Eigenschwingung



Nichtlineare FE-Analysen

Transiente Analysen: AF-TPU-Gitterstrukturen



Nichtlineare Analyse: Sandwich



Aktuelle Entwicklungsthemen

Nichtlineare Sandwich-Analysen mit Z88Aurora® V6

Z88Aurora® V6

- Anisotropie
- Nichtlineare Materialmodelle (Plastizität, Hyperfoam)
- Versagenskriterien
- Kontaktmodellierung

ESSBe

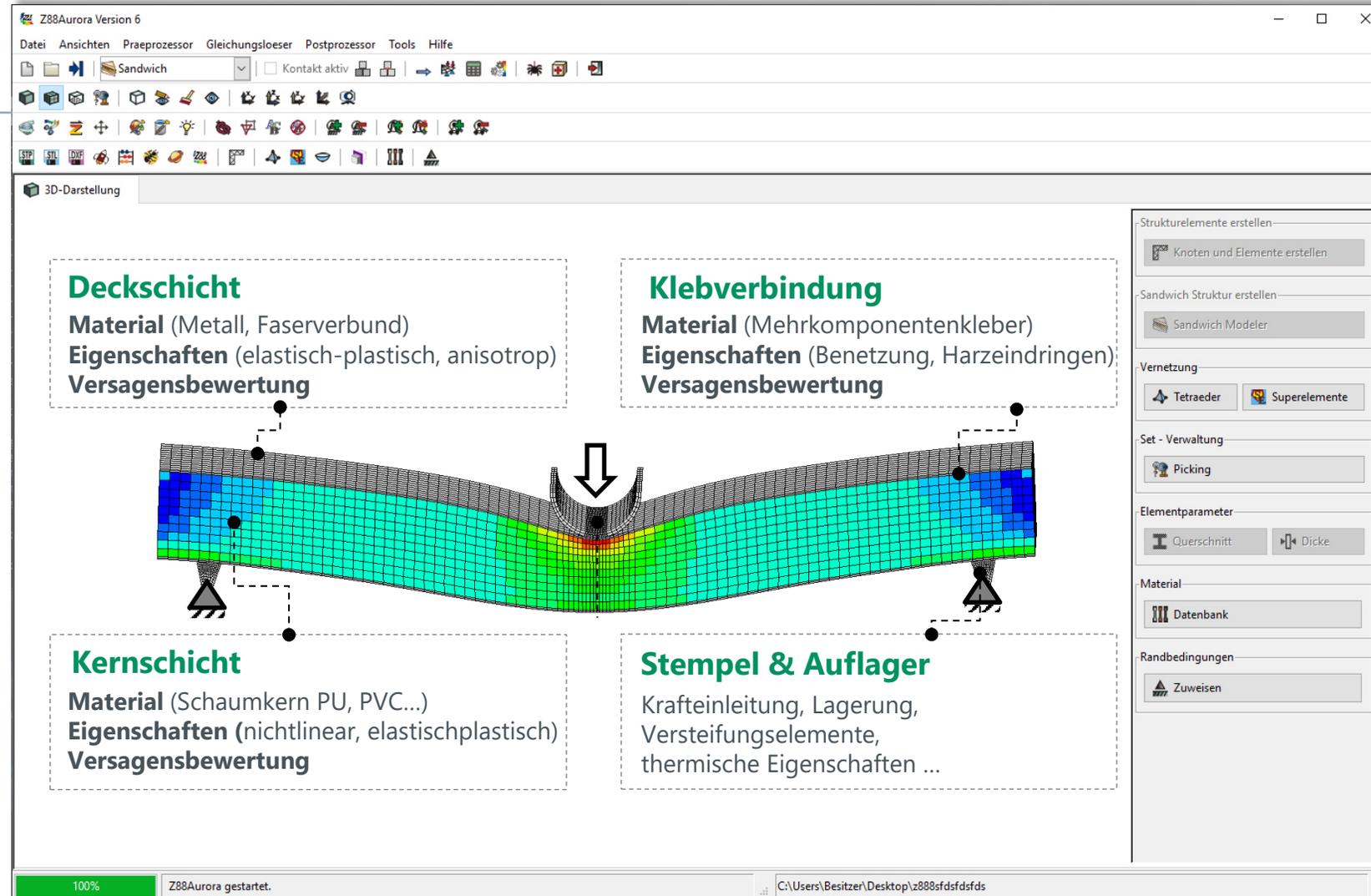
Easy Sandwich Struktur Berechner für KMU



Europäische Union
Europäischer Fonds für
regionale Entwicklung



**Lehrstuhl für
Konstruktionslehre und CAD**
Prof. Dr.-Ing. Stephan Tremmel



Deckschicht
Material (Metall, Faserverbund)
Eigenschaften (elastisch-plastisch, anisotrop)
Versagensbewertung

Klebschicht
Material (Mehrkomponentenkleber)
Eigenschaften (Benetzung, Harzeindringen)
Versagensbewertung

Kernschicht
Material (Schaumkern PU, PVC...)
Eigenschaften (nichtlinear, elastischplastisch)
Versagensbewertung

Stempel & Auflager
Krafteinleitung, Lagerung,
Versteifungselemente,
thermische Eigenschaften ...

100% Z88Aurora gestartet. C:\Users\Besitzer\Desktop\z888fdfsdfsdfs

Aktuelle Entwicklungsthemen

Nichtlineare Sandwich-Analysen mit Z88Aurora® V6

Z88Aurora® V6

- Anisotropie
- Nichtlineare Materialmodelle (Plastizität, Hyperfoam)
- Versagenskriterien
- Kontaktmodellierung

ESSBe

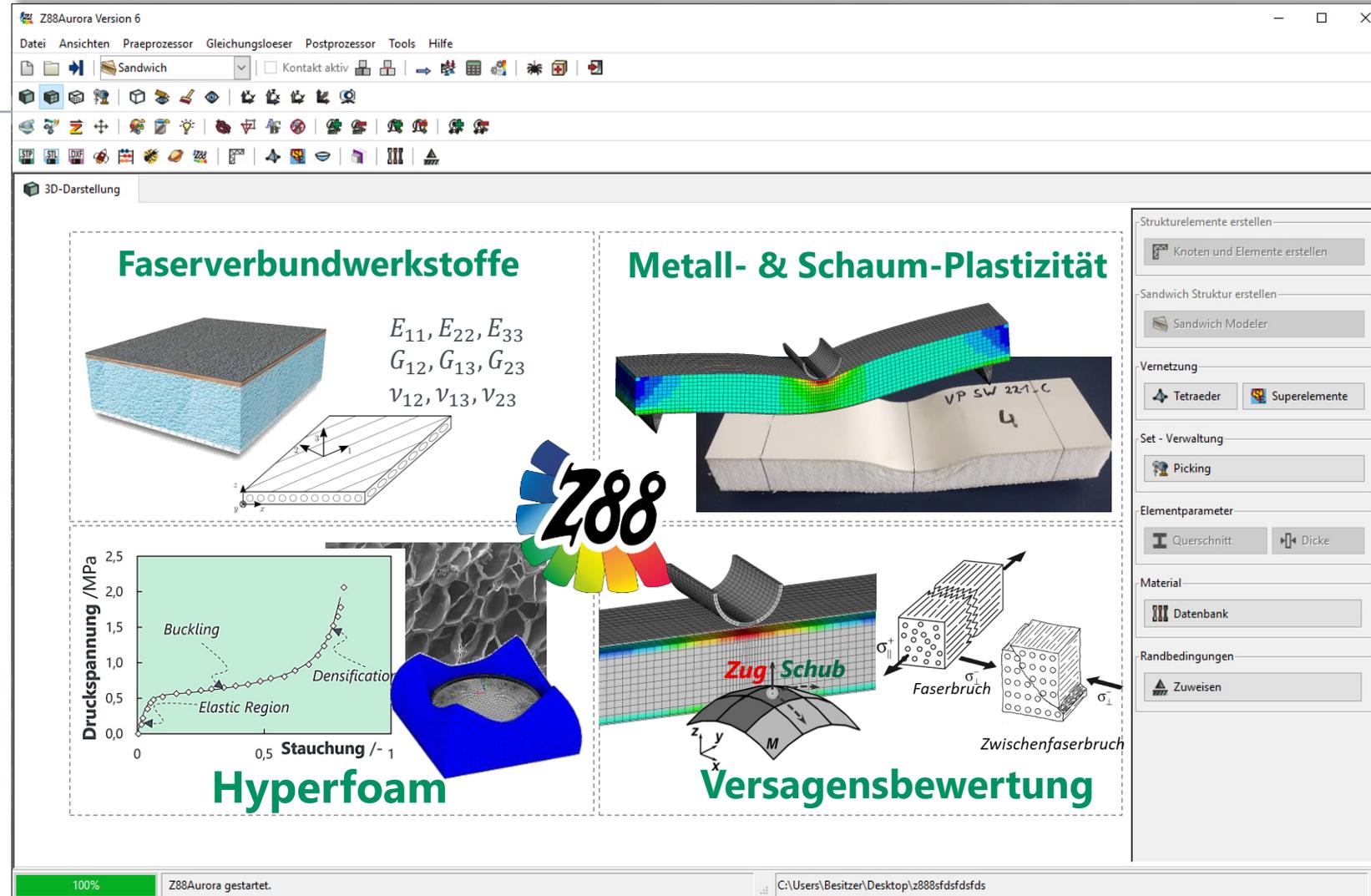
Easy Sandwich Struktur Berechner für KMU



Europäische Union
Europäischer Fonds für
regionale Entwicklung



**Lehrstuhl für
Konstruktionslehre und CAD**
Prof. Dr.-Ing. Stephan Tremmel



Z88Aurora Version 6

3D-Darstellung

Faserverbundwerkstoffe

E_{11}, E_{22}, E_{33}
 G_{12}, G_{13}, G_{23}
 $\nu_{12}, \nu_{13}, \nu_{23}$

Metal- & Schaum-Plastizität

Hyperfoam

Versagensbewertung

Zug **Schub**

Faserbruch **Zwischenfaserbruch**

Druckspannung /MPa

Stauchung / - 1

Buckling

Densification

Elastic Region

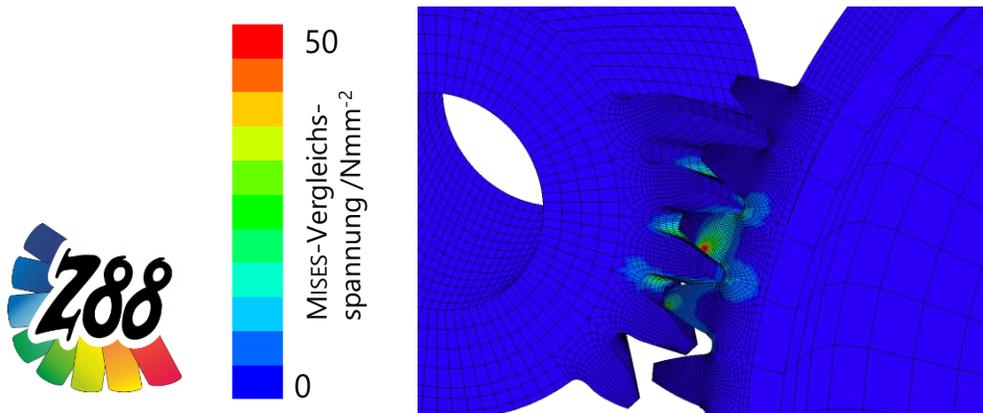
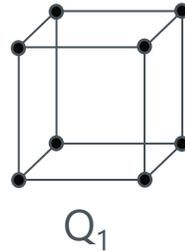
100% Z88Aurora gestartet.

C:\Users\Besitzer\Desktop\z8888fdsfdfsdfs

Nichtlineare Kontaktanalyse

Quasi-statische Abwälz-Simulation

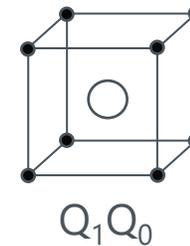
- Rückwärts-EULER-Zeitintegration
- Reibungsfreier Knoten-Fläche-Kontakt
- Materialmodellierung:
 - Ritzel: 16MnCr5 | HENCKY
 - Rad: POM | MARLOW



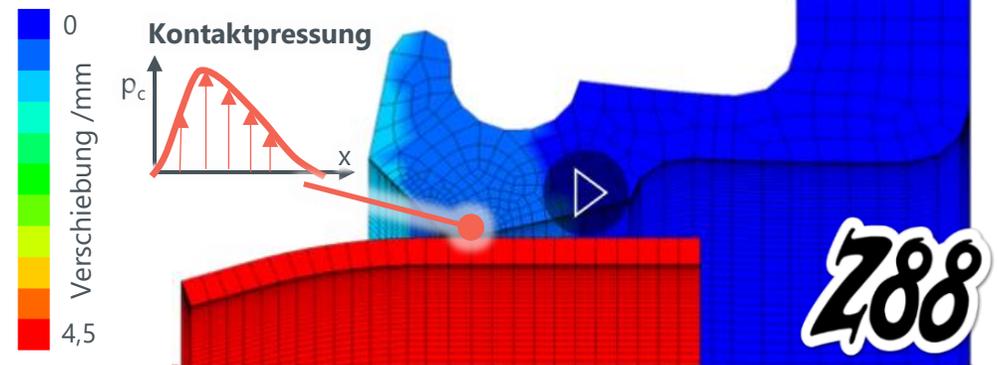
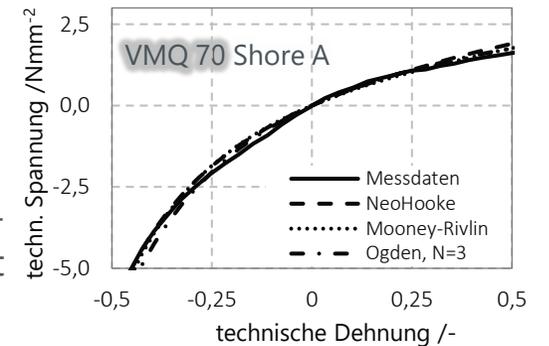
Materialnichtlinearität

Montage-Simulation RWDR

- Hybridelemente



- Hyperelastizität



<https://doi.org/10.1007/978-3-642-16621-1>

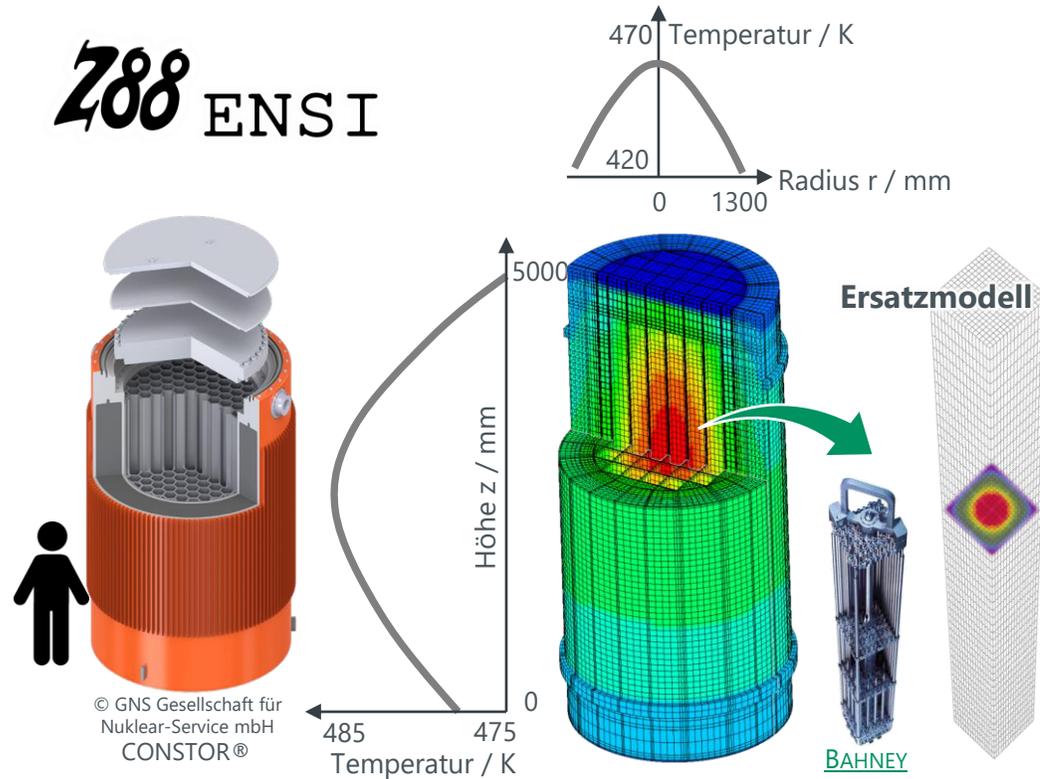
<https://www.tib.eu/de/suchen/id/TIBKAT:1831525119/FE-Berechnung-Kunststoffzahnraeder-in-der-FVA-Workbench?cHash=10bad9f37b8de4294b0294c0dd1e55c1>



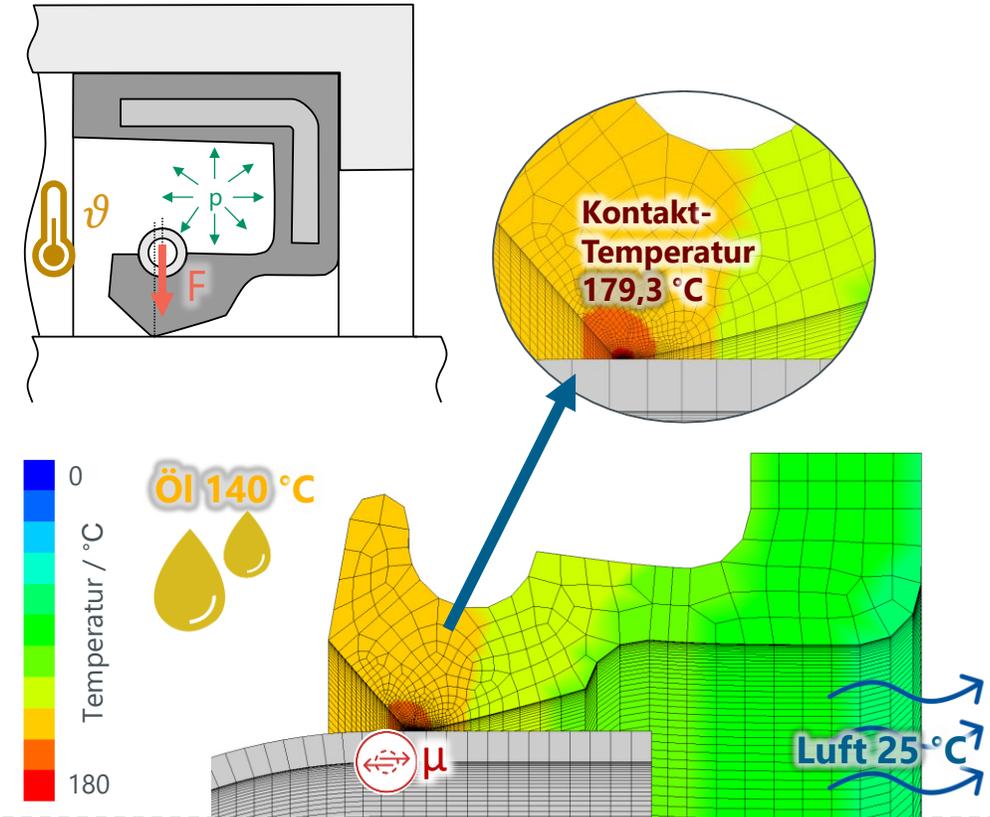
Aktuelle Entwicklungsthemen

Thermische Finite-Elemente-Analyse mit Z88

Transportbehälter- und Brennelementmodell



Thermo-mechanische Simulation



JENNEWAIN Dissertation (2016), ISBN:978-3-95974-015-9
<https://doi.org/10.1007/978-3-642-16621-1>





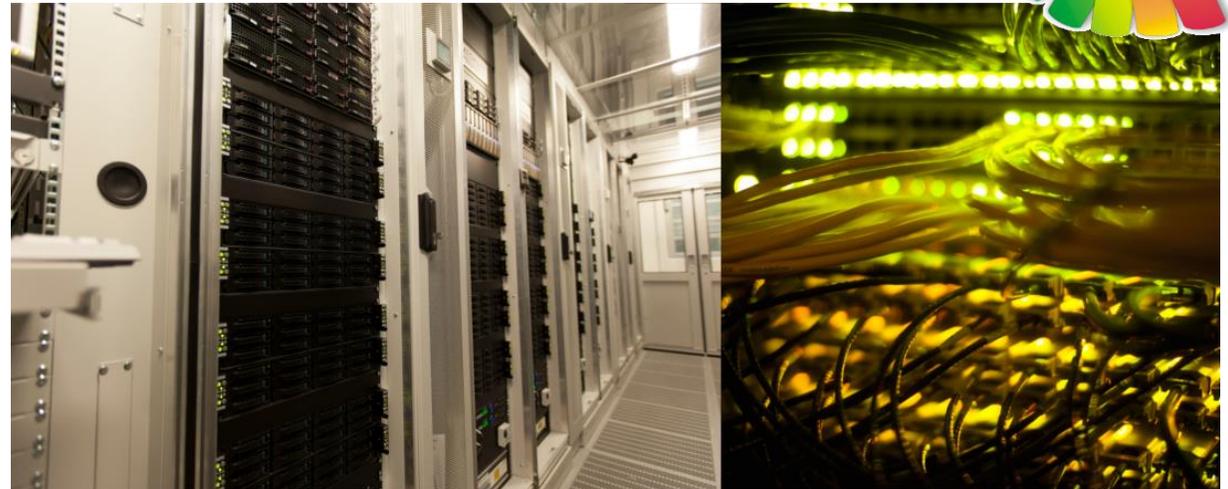
BZ HPC

Bayreuther Zentrum für High Performance Computing

- 62 Knoten á 128cores@384GB RAM
- 4 Knoten á 192cores@1.5TB RAM
- 1 Knoten á 4 Nvidia H100, 3TB RAM, ~15TB Nvme
- 1 Knoten á 4 AMD Mi210, 3TB RAM, ~15TB Nvme
- 100G HDR Infiniband

Gate2HPC

- Gateway für Clusternutzung
- Parallelisierung des Z88-Kontaktrechenkerns



Gate2HPC

Nutzen von Methoden der Künstlichen Intelligenz

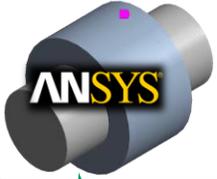
 Bereitstellung von vorgefertigten **Notebooks**

 **Bild**
(z. B. Anomalieerkennung)

 **Sprache**
(z. B. Large-Language-Models)

 **Logische Schlussfolgerungen**
(z. B. Datenanalyse)

Ansteuerung von FE-Programmen



Parallelisierung der hauseigenen Software Z88

Memory

L3	L3	L3	L3
L2	L2	L2	L2
L1	L1	L1	L1
core	core	core	core

Memory

L3	L3	L3	L3
L2	L2	L2	L2
L1	L1	L1	L1
core	core	core	core

 **Konverter**

Bei Fragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.



