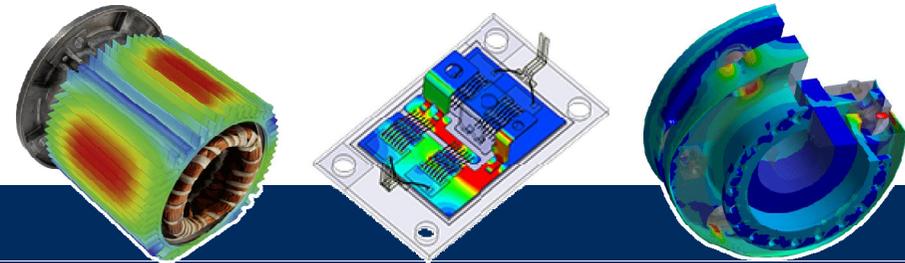


CADFEM[®]

ANSYS

Competence Center FEM

Simulation ist mehr als Software[®]



RDO-Infotag im Vorfeld der WOST 2015

Dipl. Ing. Markus Kellermeyer; Dipl. Ing. Andreas Brandt

Wie kann CADFEM helfen?

CADFEM Beteiligungen und Partnerschaften

CADFEM International

Eine Familie, ein gemeinsames Ziel !

Germany

CADFEM GmbH
 Products, Services and Know-how for CAE Simulation
www.cadferm.de »

Dynardo GmbH
 Developer of optiSlang
www.dynardo.de »

Inutech GmbH
 Developer of diffpack
www.inutech.de »

VirtualcitySYSTEMS GmbH
 Modelling and administration of 3D-city models
www.virtualcitysystems.de »

Weltweite Beteiligungen und Partnerschaften

„Gemeinsam mehr erreichen“ ist das Motto von CADFEM International, der weltweiten Dachorganisation für die globalen Aktivitäten von CADFEM. Zu CADFEM International gehören eine Reihe von Unternehmen, die sich mit unterschiedlichen Aspekten unseres CAE-Technologiefelds befassen. Dazu kommen weitere Partner aus verschiedenen Branchen. Die Unternehmen unter dem Dach von CADFEM arbeiten zusammen und nutzen Synergieeffekte, um sich gegenseitig zu unterstützen und ihr jeweiliges Portfolio gezielt zu ergänzen.

CADFEM International ist außerdem Mitglied im globalen Netzwerk TechNet Alliance und verbindet unabhängigen Unternehmen der Simulationsbranche aus 25 Ländern.

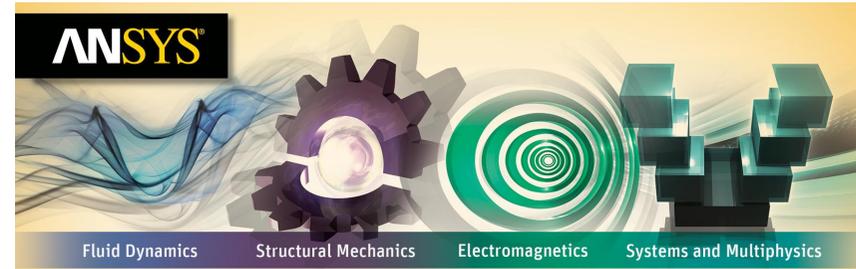
Weitere Informationen
www.cadferm-international.com »

- China
- Finland
- Germany
- India
- Ireland
- North Africa
- Poland
- Sweden
- Switzerland
- USA

PRODUKTE – Software und IT-Lösungen

Simulationssoftware

- Technologisch führende Simulationssoftware
- Technische Beratung zur Auswahl der optimalen Softwarekonfiguration
- Beratung zum sukzessiven Ausbau einer Simulationsstrategie



Hardware

- CAE-optimierte Hardware
- Workstations, Server und Cloud-Lösungen
- Vorinstallierte, konfigurierte Software
- IT-Management



SERVICE – Beratung, Support, Engineering

Sicherheit bei der täglichen Arbeit

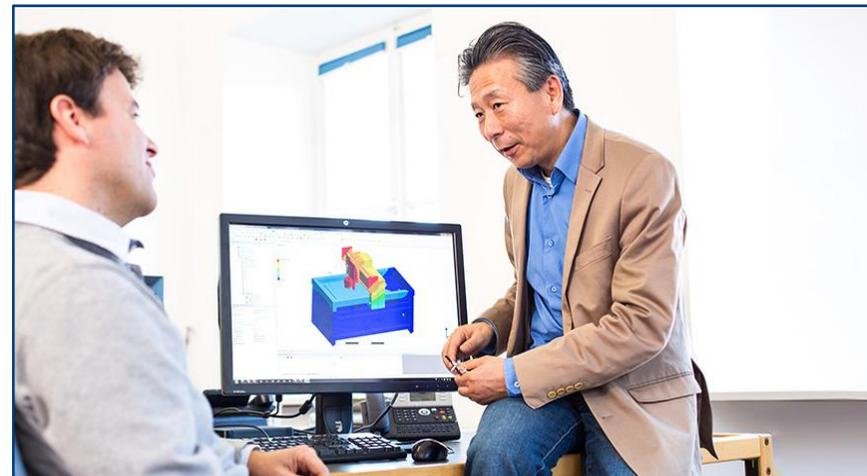
- 30 CADFEM Supportingenieure
- Softwarebedienung und Engineering
- Analyseplan vor Projektbeginn

Simulationskapazität und Expertise

- Simulation im Auftrag
- Lieferung der Modelle und Lösungswege

Mehr Zeit fürs Engineering

- Prozessautomatisierung
- Reproduzierbare und beschleunigte Workflows



WISSEN – Know-How-Transfer

Software-Seminare

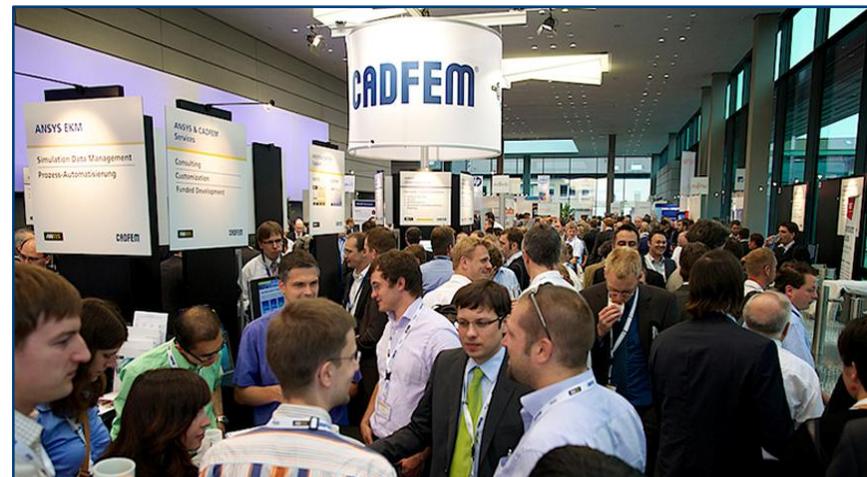
- Softwarebedienung UND Engineering
- Kontinuierlicher Aufbau von Simulationswissen

Erfahrungsaustausch

- CADFEM Users' Meeting
- Seit 1982 jährlicher Treffpunkt von bis zu 800 CAE-Anwendern

CAE-Fortbildungsplattform esocaet

- Berufsbegleitender Masterstudiengang
- Technologieorientierte Seminare



CADFEM – CAE-Simulation seit 1985

CADFEM in D, A, CH

- 1985 gegründet
- 60 Millionen Euro Umsatz
- 2.300 Kunden
- 12 Standorte
- 185 Mitarbeiter (weltweit: >250)
- Familienunternehmen



CADFEM-ANSYS Partnerschaft

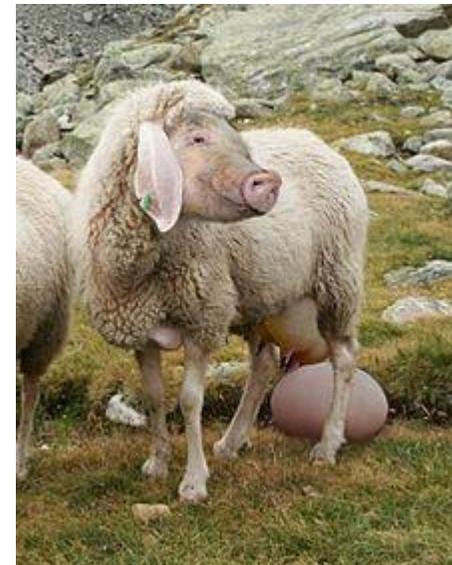
- Vertrieb aller ANSYS-Produkte
- Enge technische Zusammenarbeit
 - CADFEM: Competence Center FEM
 - ANSYS Germany: Competence Center CFD



Simulationsgestützte Entwicklung am Beispiel einer Werkzeugmaschine

Motivation

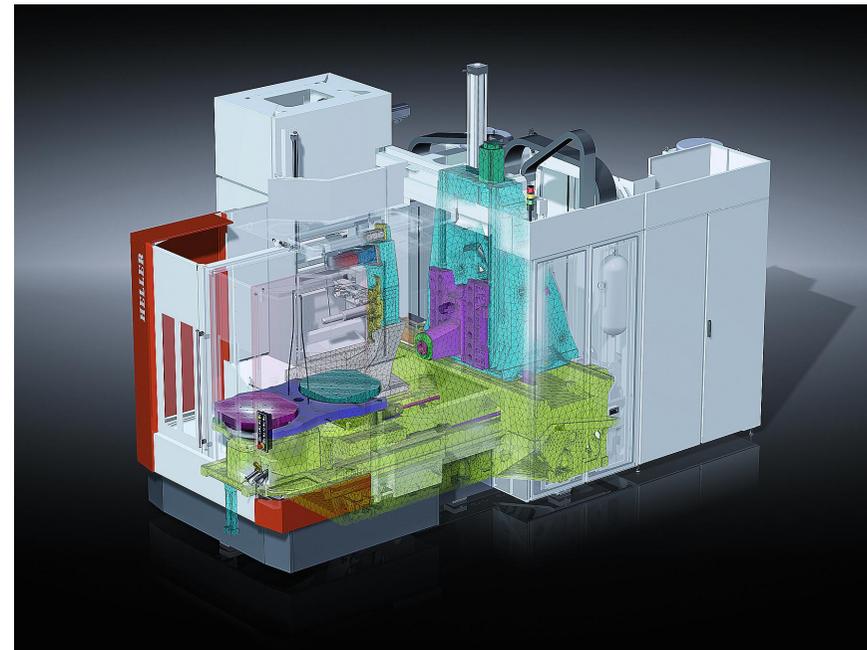
- Werkzeugmaschine:
 - Komplexes mechatronisches System (Mechanik, Antriebe, Sensoren, Regler, Temperatureinflüsse...)
 - Interaktion verschiedener Komponenten in mehreren physikalischen Domänen
- Anforderungen an den Hersteller:
 - Höhere Schnittgeschwindigkeiten / Mehr Fräsvolumen pro Zeit → Hohe Dynamik
 - Sehr gute Oberflächenqualität → Große Steifigkeit
 - Robuste Prozesse / Wenig Wartungszeiten / Hohe Standzeiten
 - Möglichst kostengünstig→ Konkurrierende Ziele



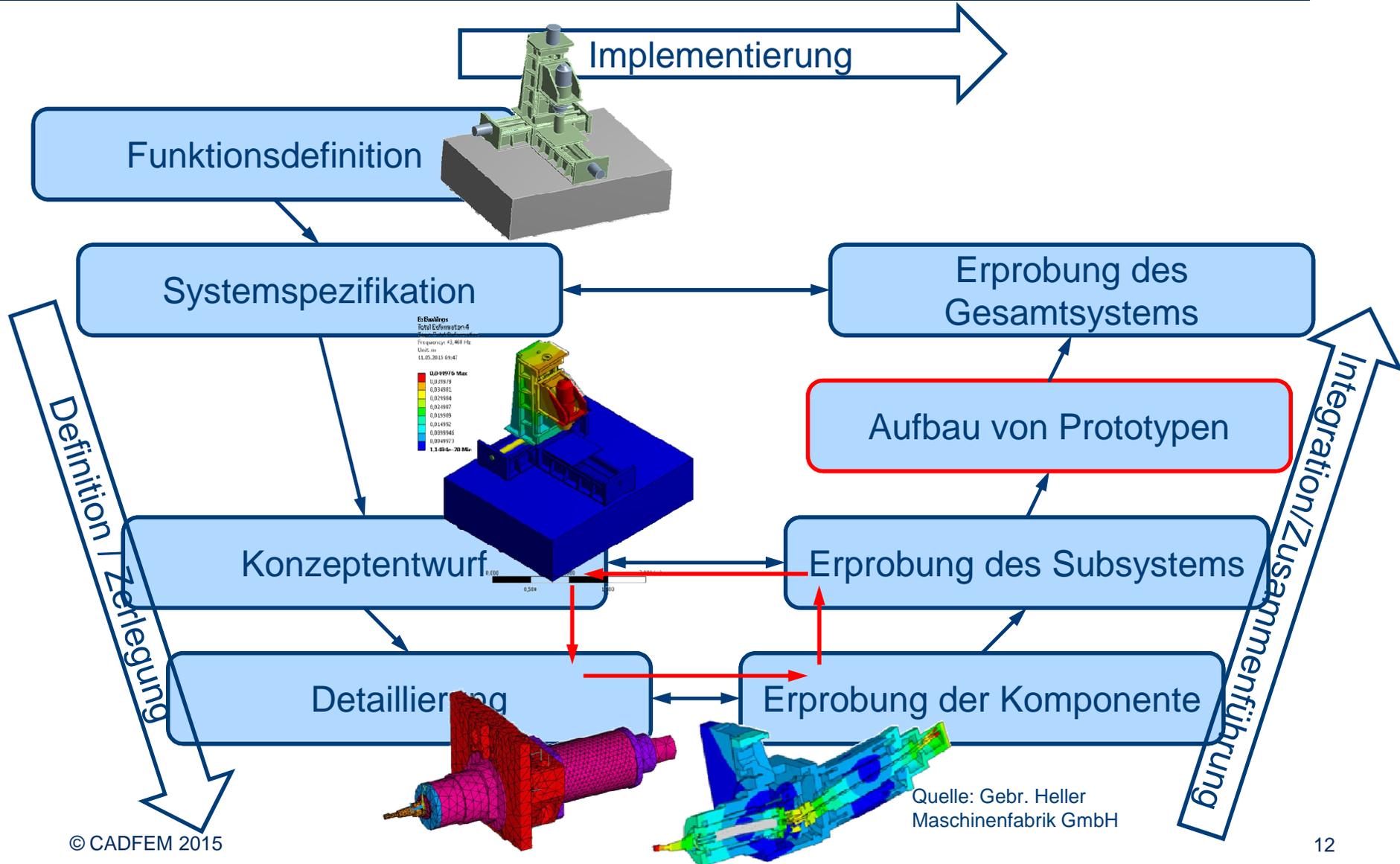
Quelle: Wikipedia

Wie erreicht man diese Ziele besonders gut?

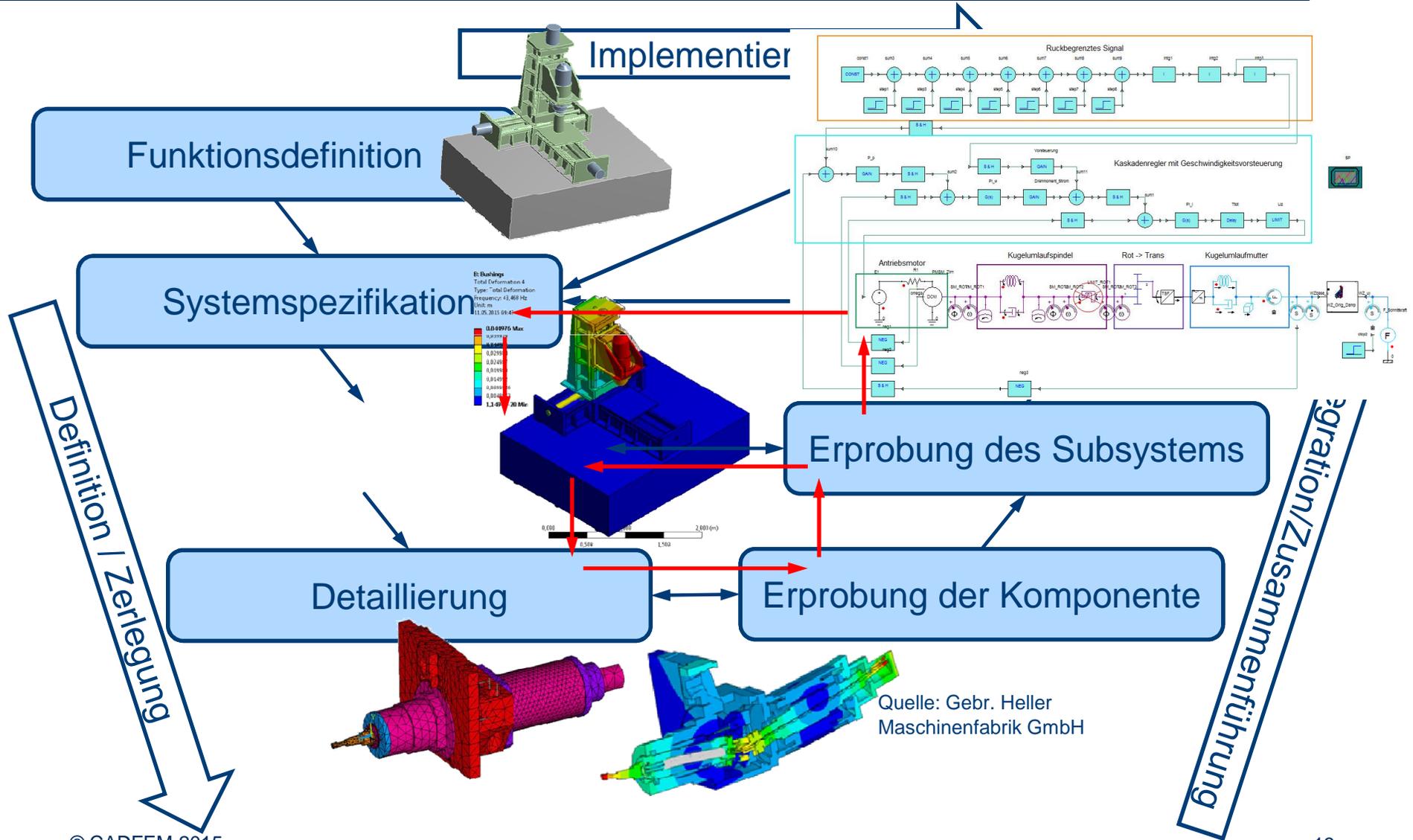
- Durch Optimierung!
- Experimentelle Optimierung:
 - teuer
 - zeitaufwändig
- Ausweg: Optimierung basierend auf guten numerischen Modellen
- Herausforderung: Modellierung des Systemverhaltens → Systemsimulation



Integration der Systemsimulation in den Entwicklungsprozess

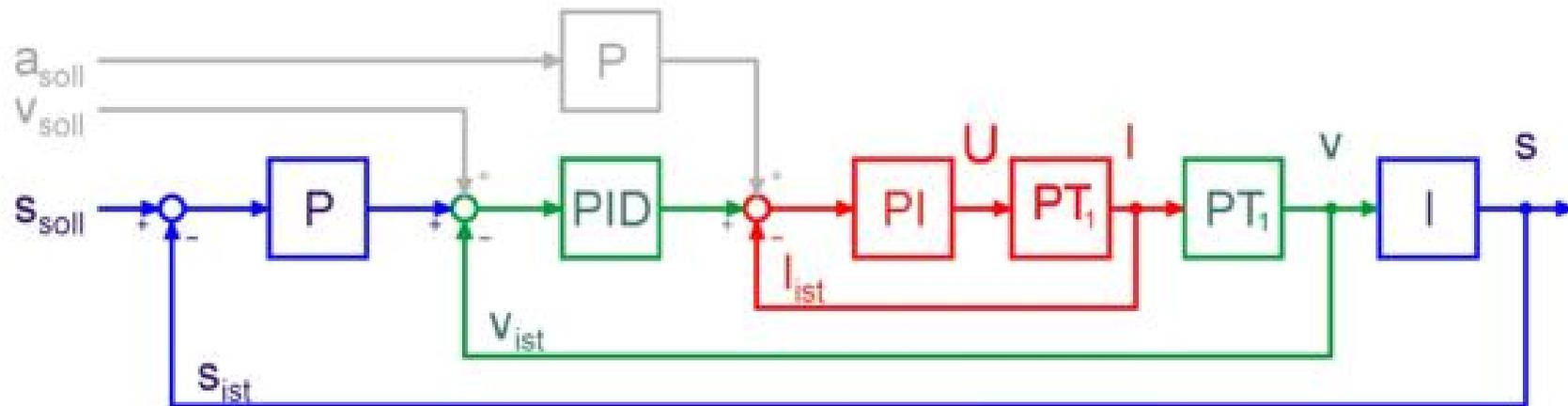


Integration der Systemsimulation in den Entwicklungsprozess

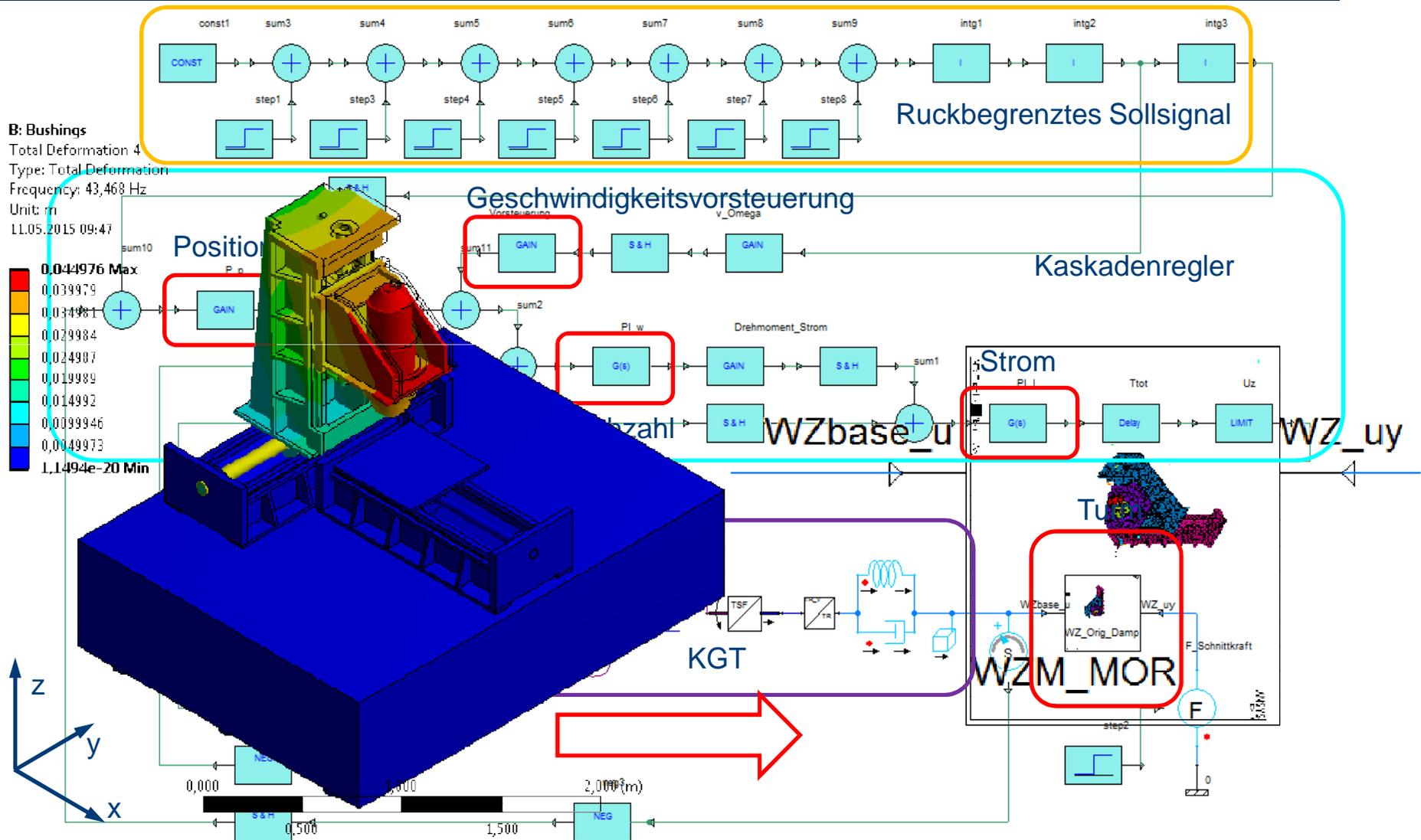


Automatisierte Optimierung eines Kaskadenreglers

- Werkzeugmaschine: Kaskadenregler
 - Verschachtelt um verschieden schnell ablaufende Prozesse besser ausregeln zu können
 - Einfache Reglerkonzepte (für Strom, Drehzahl und Position)
 - Parameter analytisch oder über Faustformeln ermittelbar
- Ziel: Automatisierte Optimierung der Reglerparameter, Positioniergenauigkeit von 2µm für zügiges Verfahren
- Notwendig: Gutes Modell des gesamten Systemverhaltens



Optimierung der Reglerparameter eines Kaskadenreglers

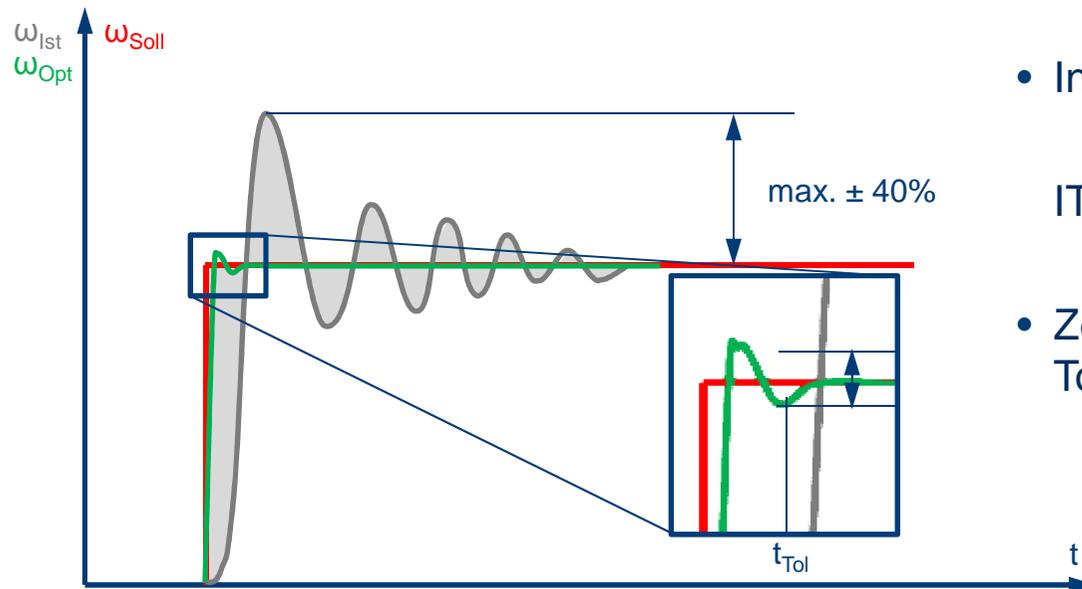


Exemplarisch: Optimierung des Drehzahlreglers

- Anforderung:
 - Stabiles Verhalten
 - Drehzahl soll Sollwert möglichst schnell folgen
 - ~40% Überschwingen erlaubt

- Optimierungsziele:
 - Minimale Abweichung
 - Möglichst schnelles Einschwingen
 - Geringe Restwelligkeit

→ Überführung in Kenngrößen:



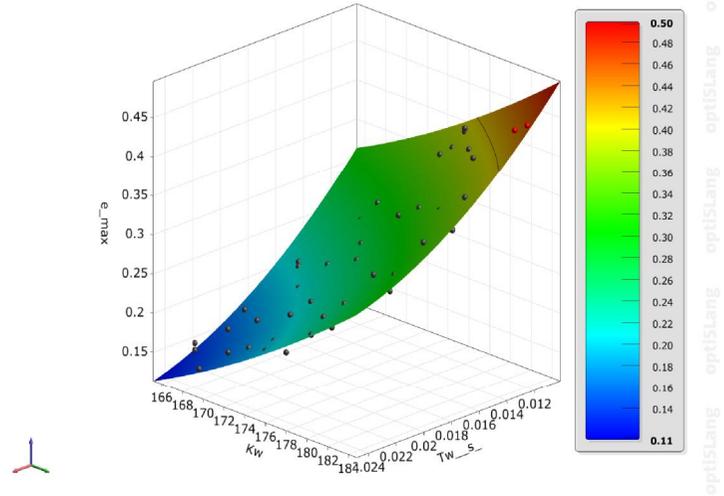
- Integalkriterium:

$$ITAE: J_{ITAE} = \int_0^{t_{end}} |w_{Soll}(t) - w_{Ist}(t)| \cdot t \, dt \quad \text{min}$$

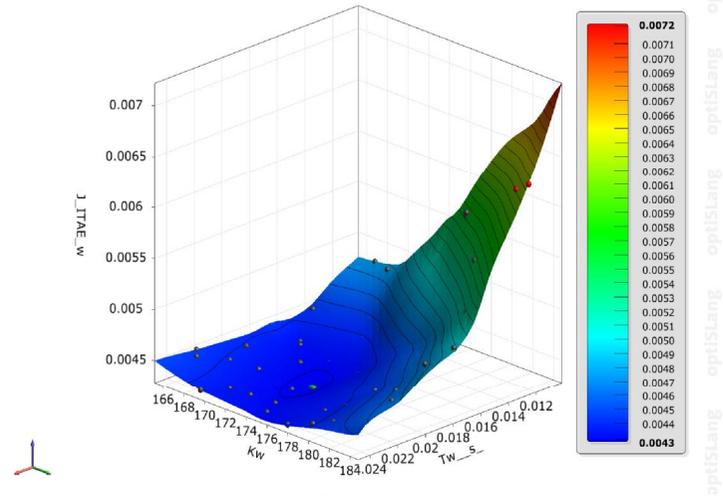
- Zeit t_{Tol} bis zum Einschwingen in ein Toleranzband um den Sollwert

Sensitivitätsanalyse

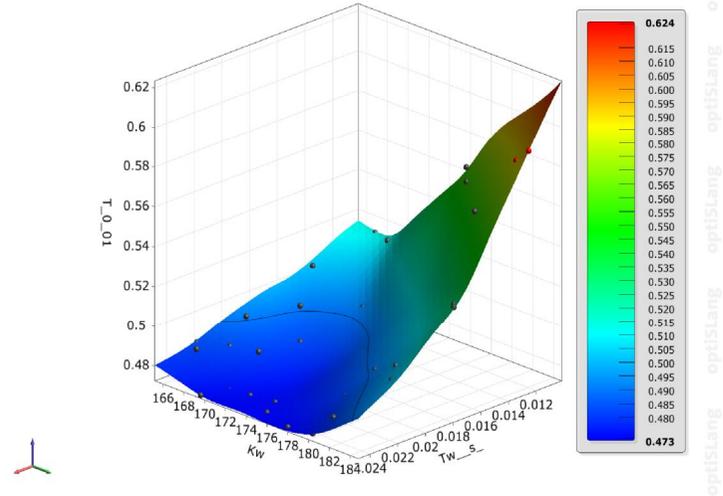
Überschwingen COP:100%



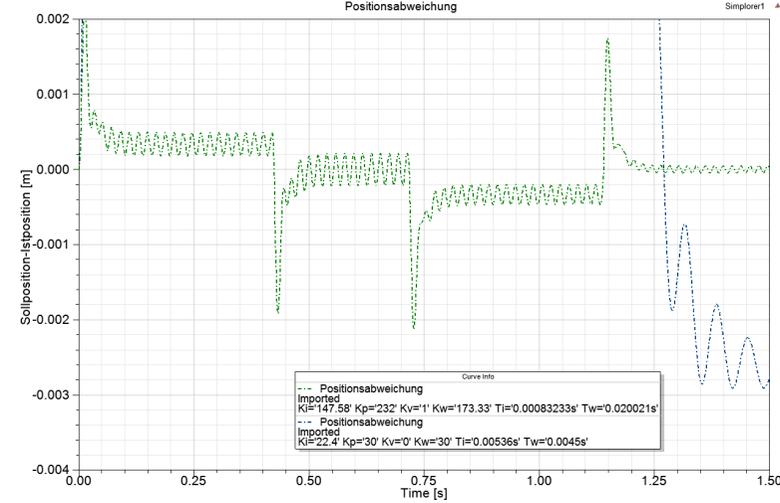
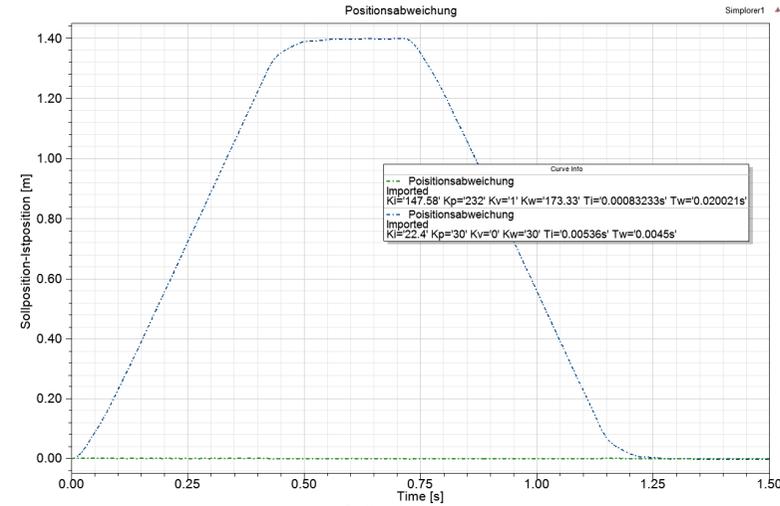
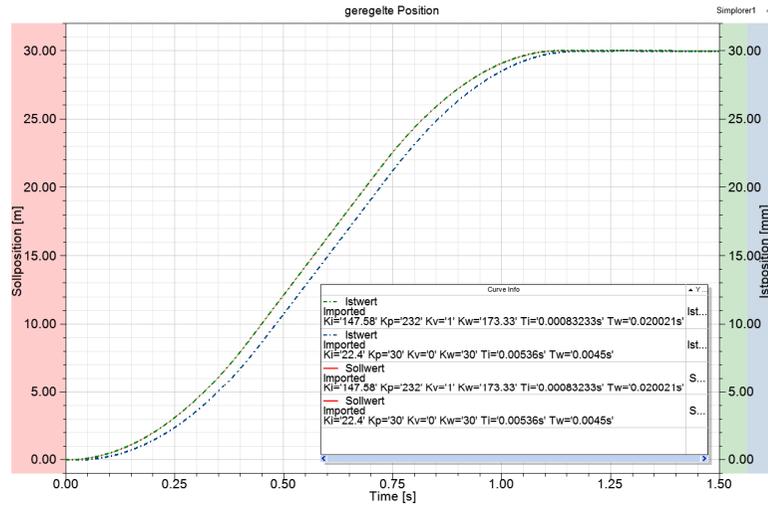
ITAE COP:98%



$T_{Tot} 0.1\%$ COP: 97%



Vergleich Maschinenverhalten für Startwerte und optimale Werte



Zusammenfassung: Systemsimulation im Entwicklungsprozess

- Abbildung der Interaktion verschiedener Maschinenkomponenten
- Verhaltensmodelle: „Recycling“ von bereits vorhandenen Simulationen
- Bessere Systemkenntnis:
 - Parametrischer Modellaufbau
 - Sensitivitätsanalyse: Identifikation relevanter Änderungsparameter
 - Kurze Simulationsdauer: Schnelle Überprüfung von vorgenommenen Änderungen
 - Zielgerichtete Modifikation von Komponenten zum Erreichen eines idealen Systemverhaltens
- Kostenersparnis
 - durch verkürzten Entwicklungsprozess
 - durch weniger Prototypenbau
- Vermeiden von Fehlentwicklungen
- Qualitätssteigerung

Reverse Engineering

*Dem Versuch glaubt jeder,
außer dem,
der ihn gemacht hat.*

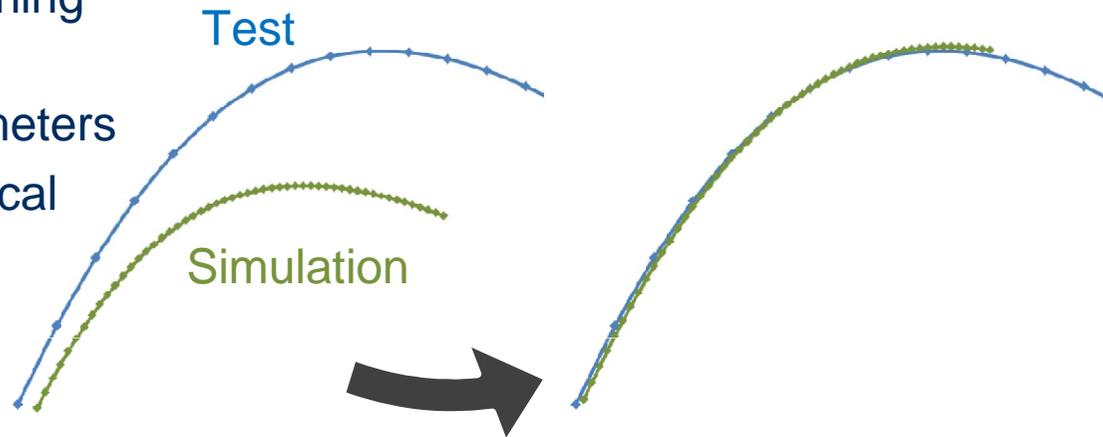
*Der Simulation glaubt keiner,
außer dem,
der sie gemacht hat.*

Why May Simulations and Tests Differ?

- Uncertainties in simulation assumptions
 - Numerical noise
 - Geometry
 - Material
 - Loads
 - Boundary conditions
 - Damping
 - Contact/surface properties
 - 3rd party components
 - ...
- Uncertainties in real world tests
 - Does the test provide information about the full variation range?
 - Does the prototype have the same properties as the product?
 - implied properties like pretension bolts, heat transfer paste
 - Is the test condition representative?

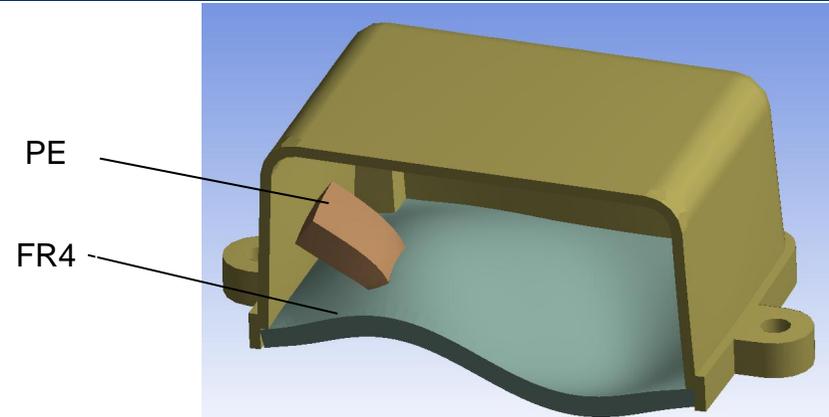
Match Test and Simulation

- Find the reason for non-matching results
- Understand the driving parameters
- Adjust parameters for numerical models
 - Friction
 - Damping
 - Material
 - ...

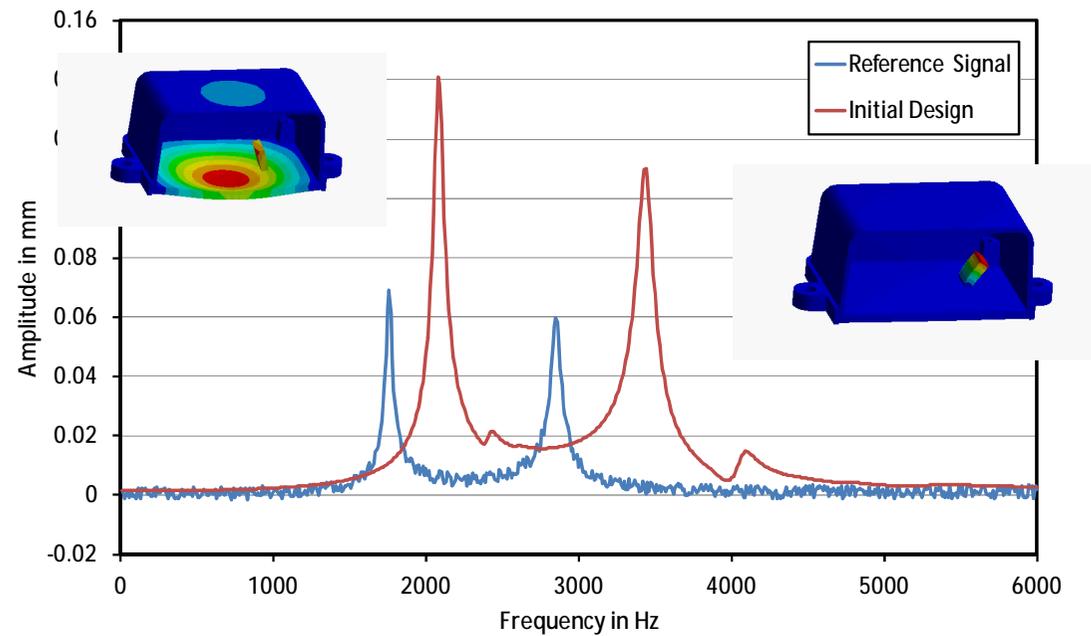


Example

- Electronics & sensor housing
- Vibration may cause malfunction
 - Harmonic response simulation & test

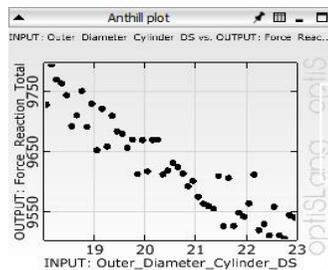


- Uncertainties
 - Damping ratio
 - Bolt pretension
 - Friction coefficient
 - Poisson Ratio PE
 - Young's Modulus PE
 - Poisson Ratio FR4
 - Young's Modulus FR4

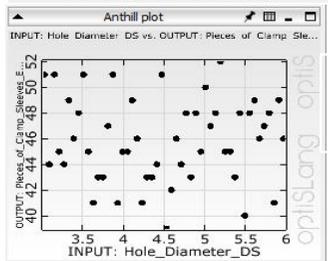


Sensitivity Study

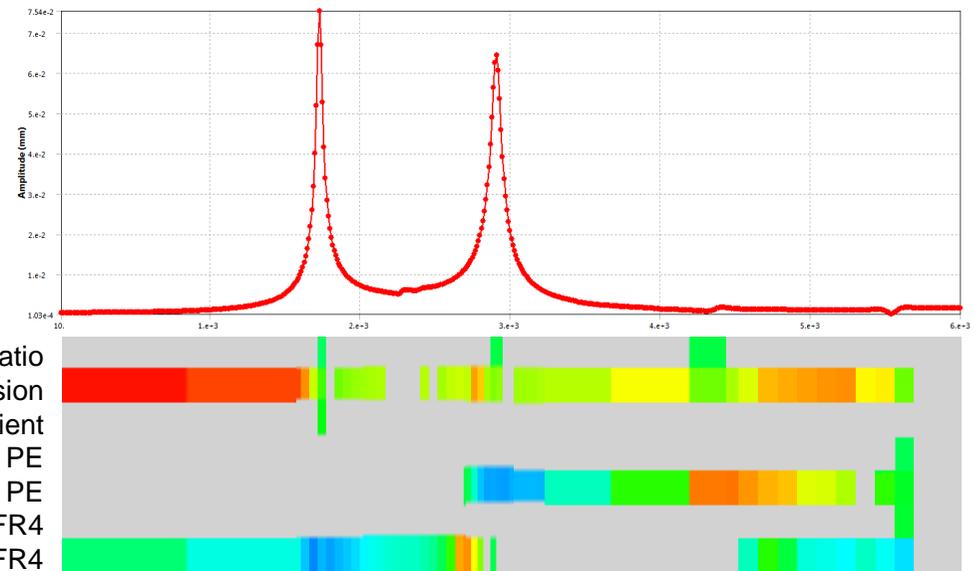
- Results



Colored:
correlation

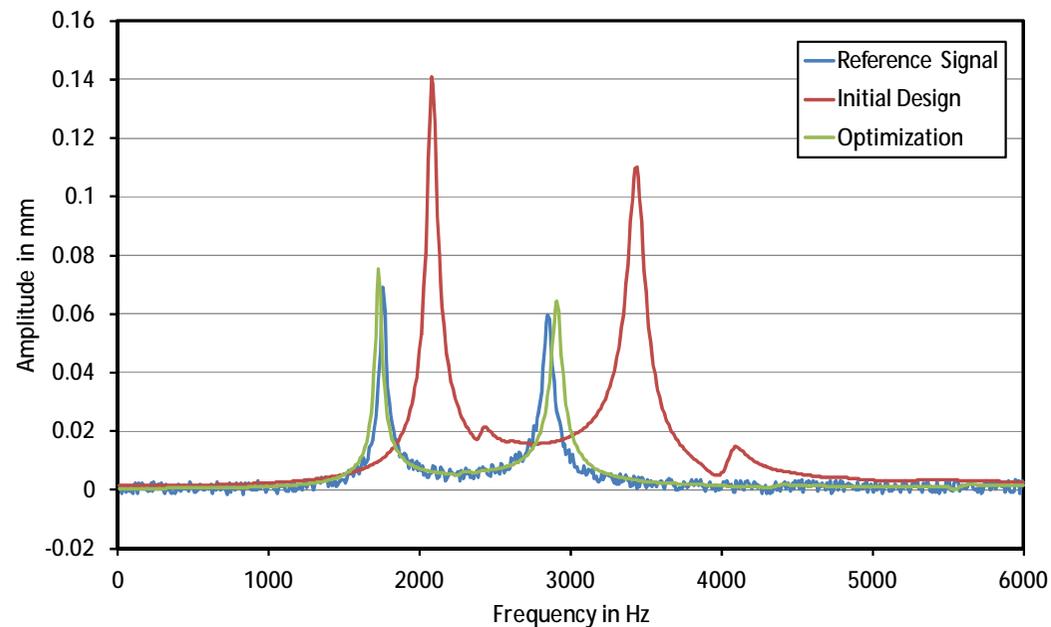


grey:
no correlation



Optimization

- Fit Parameters adjust results
 - Pretension: Adjusted from 3 800 N to 1 195 N
 - Damping: Adjusted from 1.5 % to 1.1 %
 - Young's Modulus FR4: Adjusted from 30 000 MPa to 19 400 MPa
 - Young's Modulus PE: Adjusted from 1 600 MPa to 1 150 MPa
- Mode shapes correlation is necessary



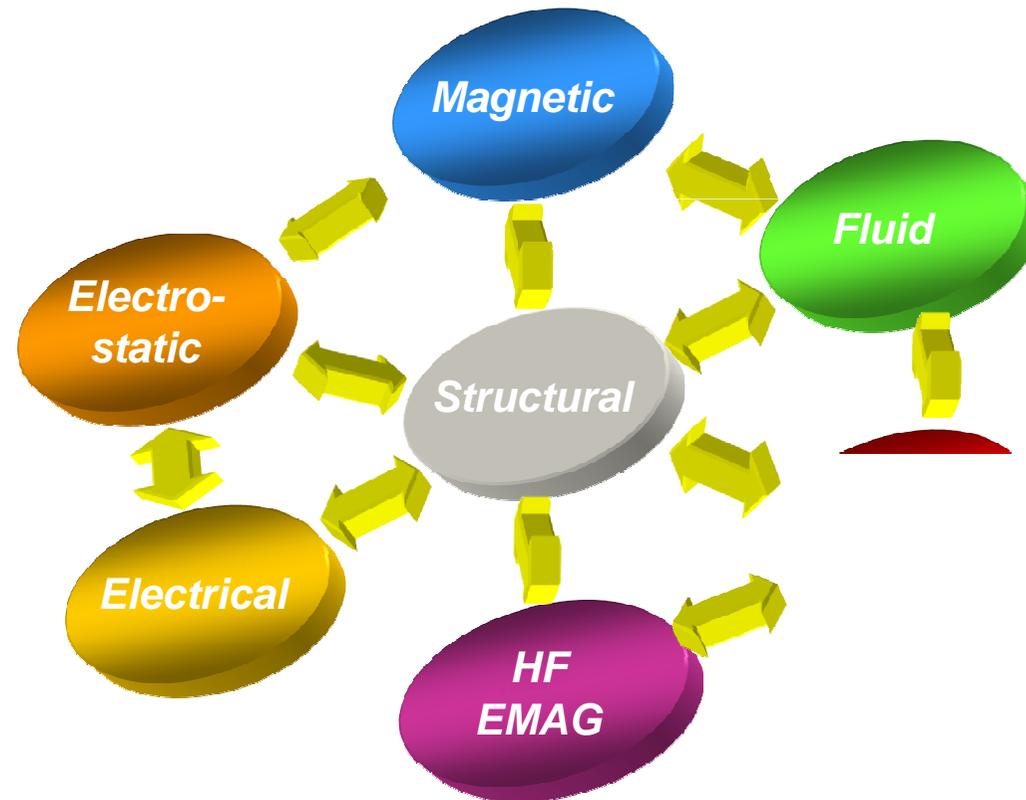
Summary

- Uncertainties may lead to differences in simulation and test
- Fitting by adjustment of the driving parameters
- Reverse engineering enables the acquisition of technological parameters
- Efficient workflow by ANSYS Workbench & optiSLang

Multiphysics, High Performance Computing und CADFEM Engineering Cloud

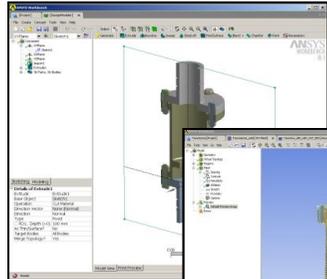
Field Coupling Options

- ANSYS Workbench offers a variety of physical disciplines
- Most of them can be coupled

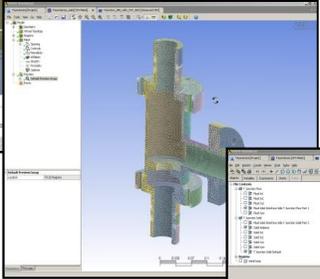


FSI / Fluid-Structure-Interaction

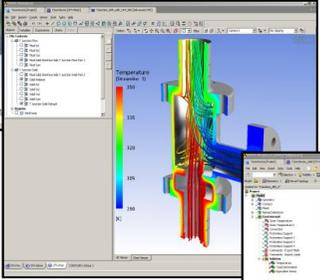
**One way coupling
in Workbench**



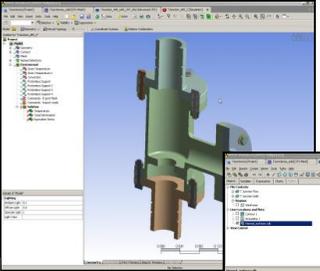
Geometry Model



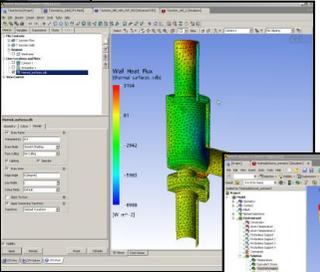
CFD & CHT Mesh



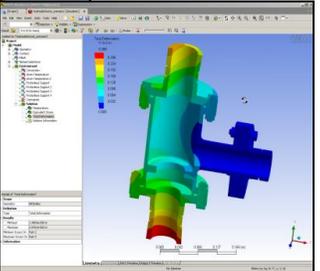
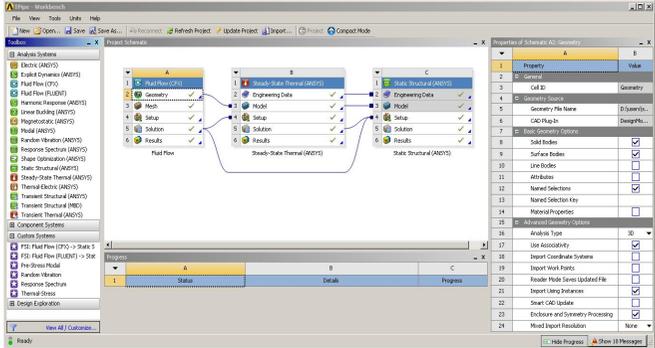
Advanced CFD with CHT



Thermal Stress Set-up



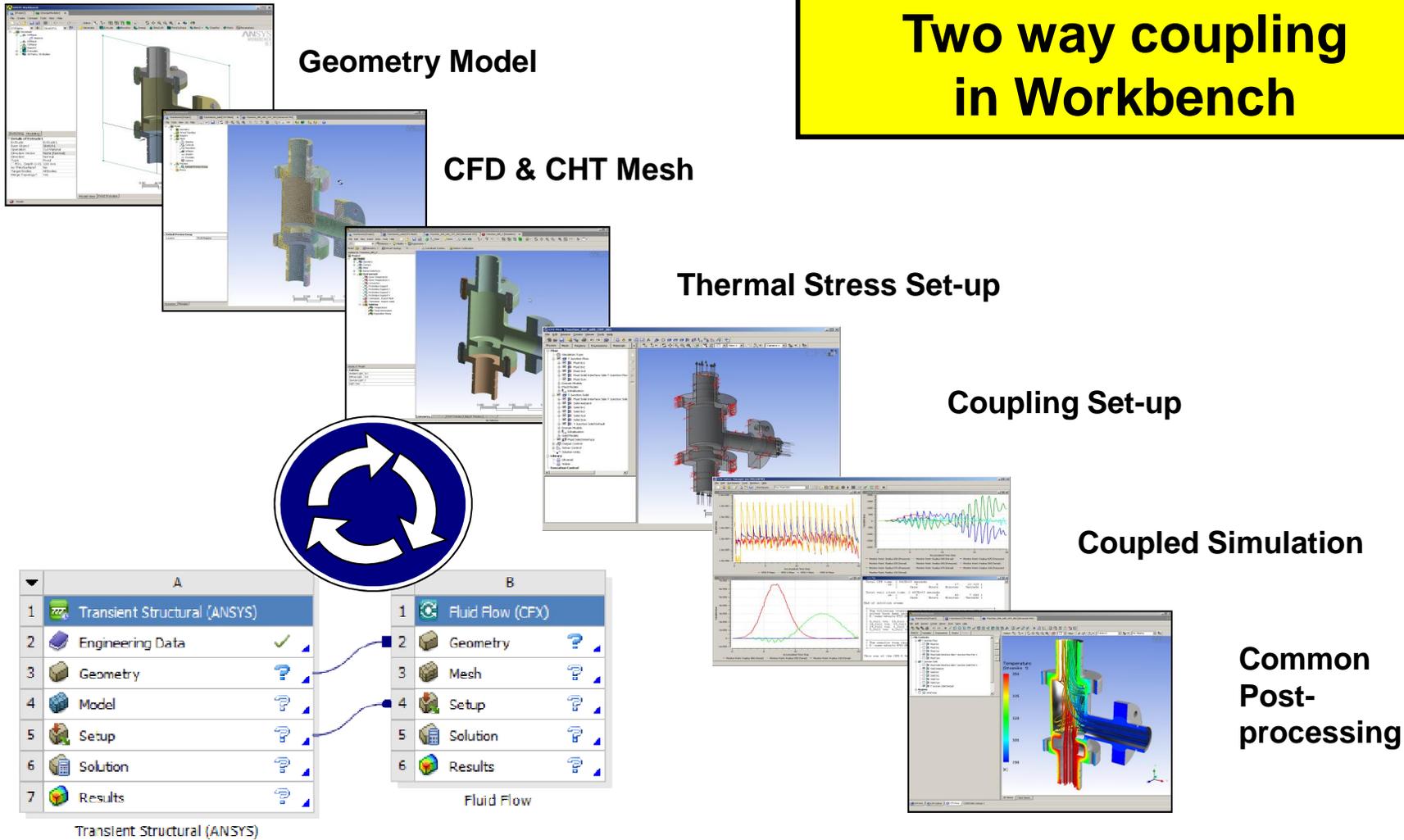
Thermal Loads from CFD



Thermal Stress Solution

FSI / Fluid-Structure-Interaction

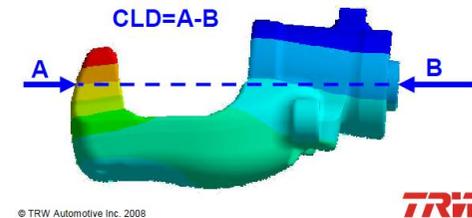
**Two way coupling
in Workbench**



Process Compression

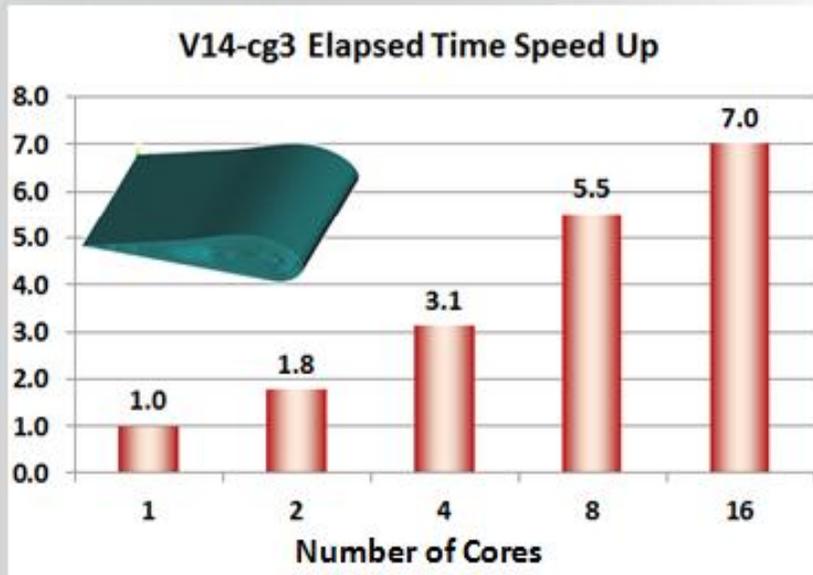
- High Performance Workflow
 - Automatization for standardized tasks
 - Automatism in interactive usage
 - Mesh generation
 - Contact detection
 - Boundary conditions: E. g. bolts
 - Automatic report

- High Performance Computing
 - Parallel and simultaneous processing for high-speed solving
 - Multiplication of solver license set for efficient license usage

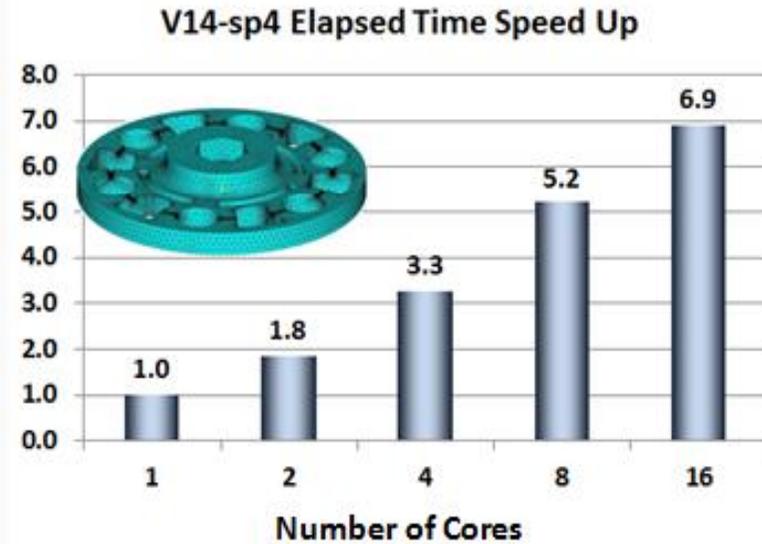


Distributed ANSYS Performance

ANSYS ANSYS Mechanical Scaling at Your Desktop
- Faster with More Compute Cores



10.7 Mio Degrees of Freedom
Static, linear, structural
1 load step

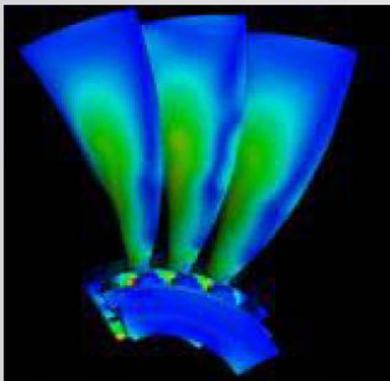


1 Mio Degrees of Freedom
Harmonic, linear, structural
4 frequencies

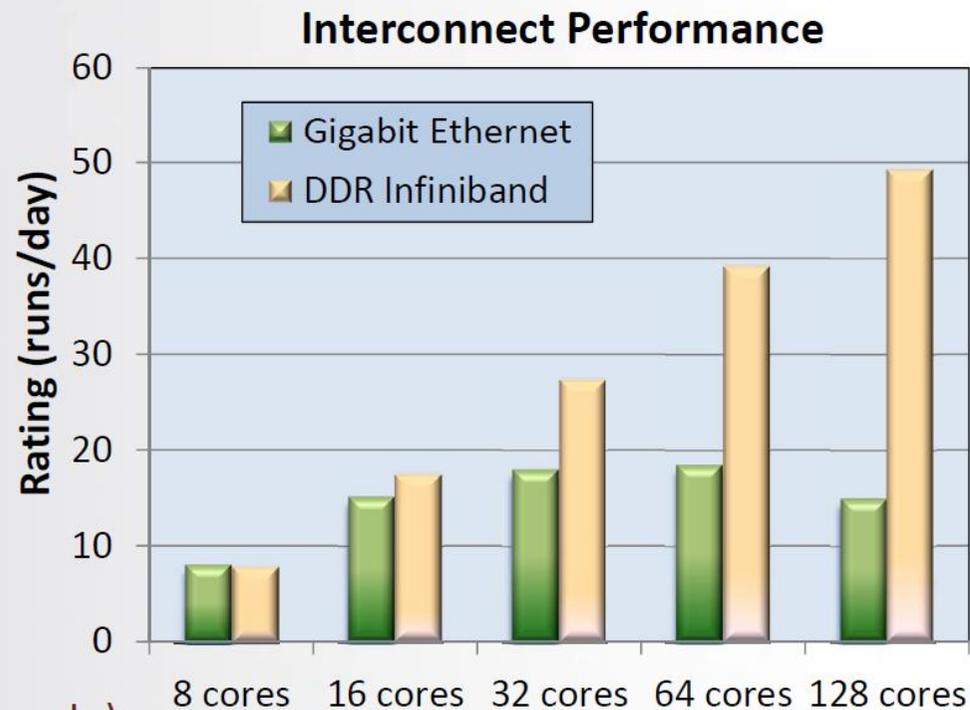
Distributed ANSYS Performance

Distributed ANSYS Performance

- Need fast interconnects to feed fast processors



- Turbine model
- 2.1 million DOF
- SOLID187 elements
- Nonlinear static analysis
- Sparse solver (DMP)
- Linux cluster (8 cores per node)



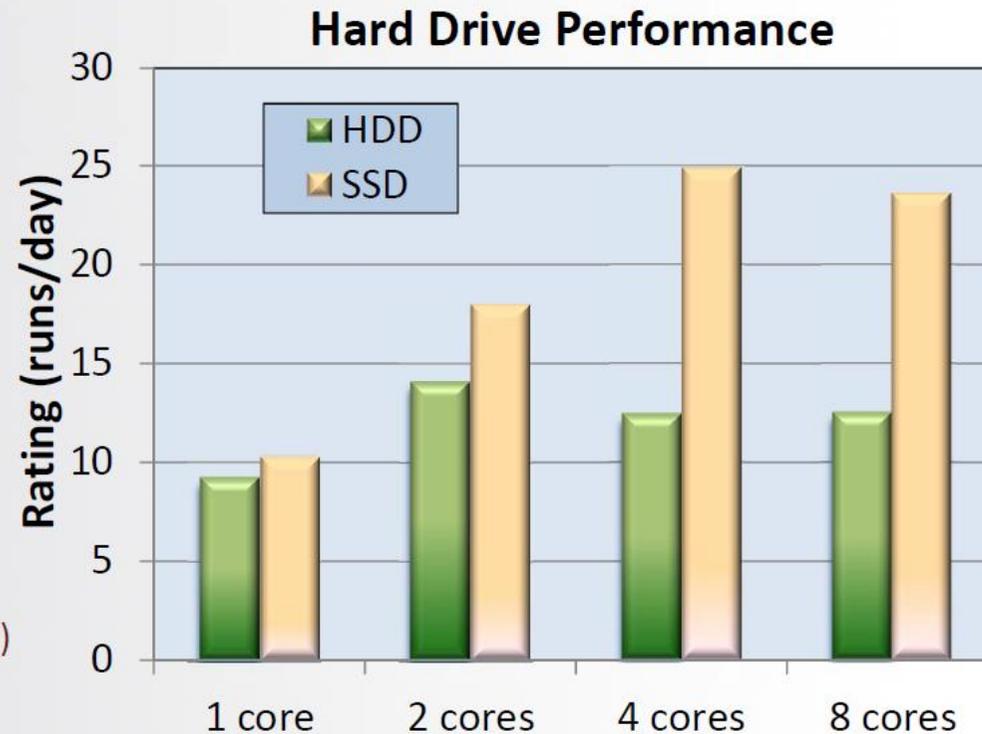
Distributed ANSYS Performance

Distributed ANSYS Performance

- Need fast hard drives to feed fast processors



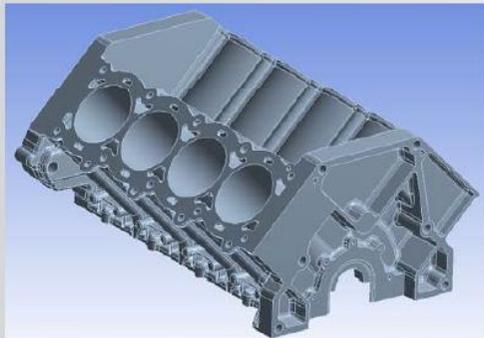
- 8 million DOF
- Linear static analysis
- Sparse solver (DMP)
- Dell T5500 workstation
12 Intel Xeon x5675 cores, 48 GB RAM,
single 7.2k rpm HDD, single SSD, Win7)



GPU Accelerator Capability

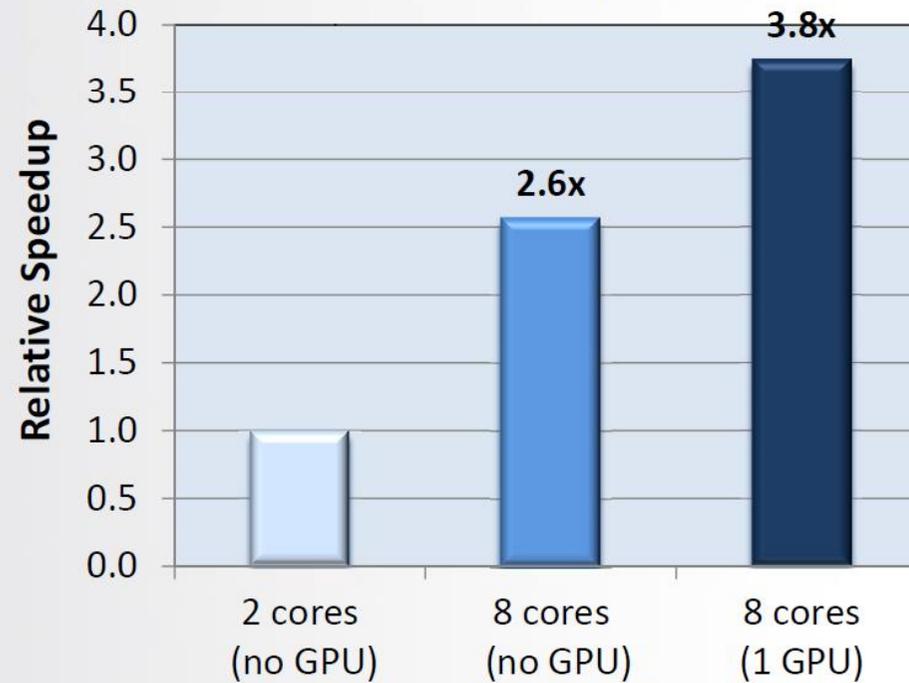
GPU Accelerator Capability

- GPUs can offer significantly faster time to solution



- 6.5 million DOF
- Linear static analysis
- Sparse solver (DMP)
- 2 Intel Xeon E5-2670 (2.6 GHz, 16 cores total), 128 GB RAM, SSD, 4 Tesla C2075, Win7

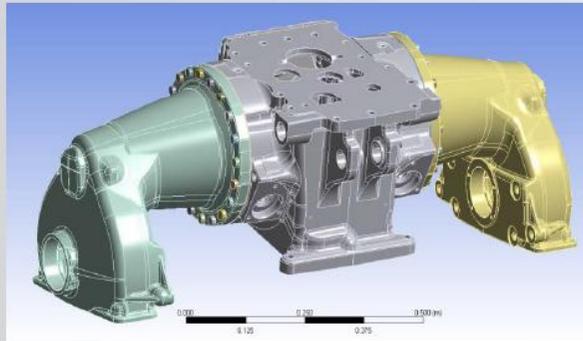
GPU Performance



GPU Accelerator Capability

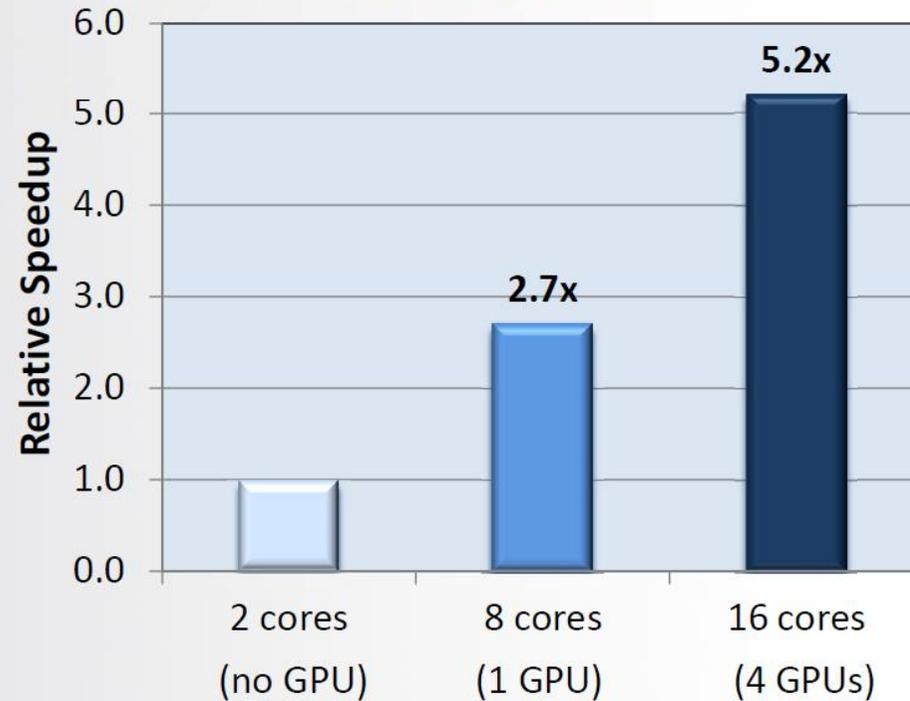
GPU Accelerator Capability

- GPUs can offer significantly faster time to solution



- 11.8 million DOF
- Linear static analysis
- PCG solver (DMP)
- 2 Intel Xeon E5-2670 (2.6 GHz, 16 cores total), 128 GB RAM, SSD, 4 Tesla C2075, Win7

GPU Performance



CADFEM IT Solutions - Your Focus on Product Development

- Hardware
 - Smartphone, Tablet
 - Workstations
 - Blade workstations
 - Virtual workstations
 - Cluster systems
 - Cloud

- CAE based configuration
 - Dependent on tasks, users, CPUs, GPUs, memory, disc, network, safety, parallelization, simultaneous processing, data compression, network bandwidth...

- CADFEM managed operation
 - Short response time
 - Integrated support for hard- and software



Tablet



Desktop Workstation



Mobile Workstation



HP Compute Node with 40 Cores & 1TB Memory



16 Graphic Workstations in C7000

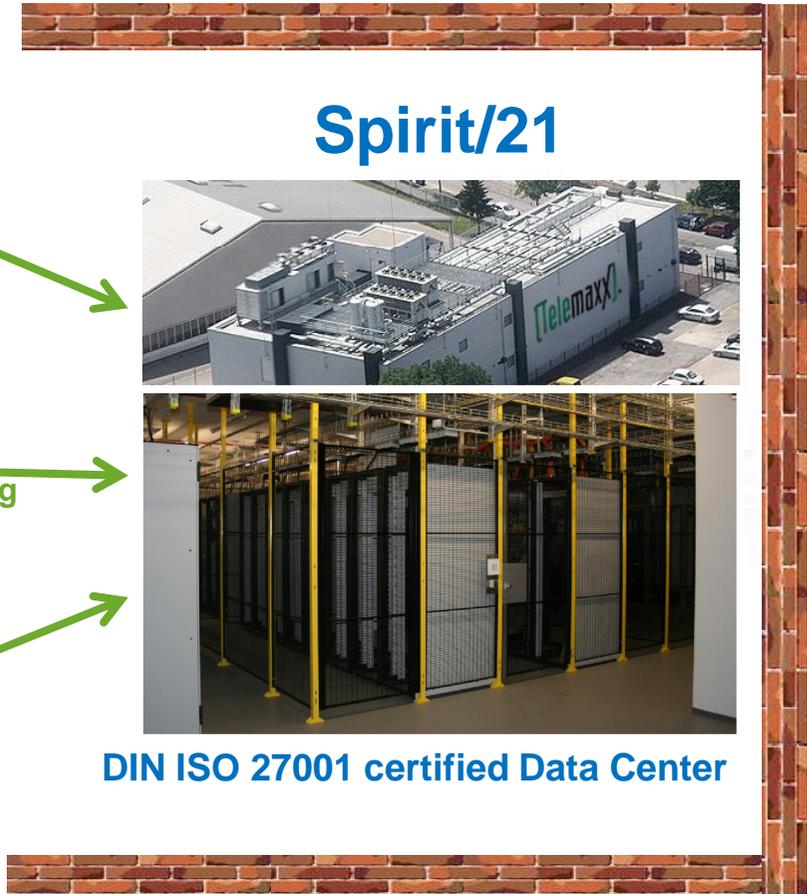
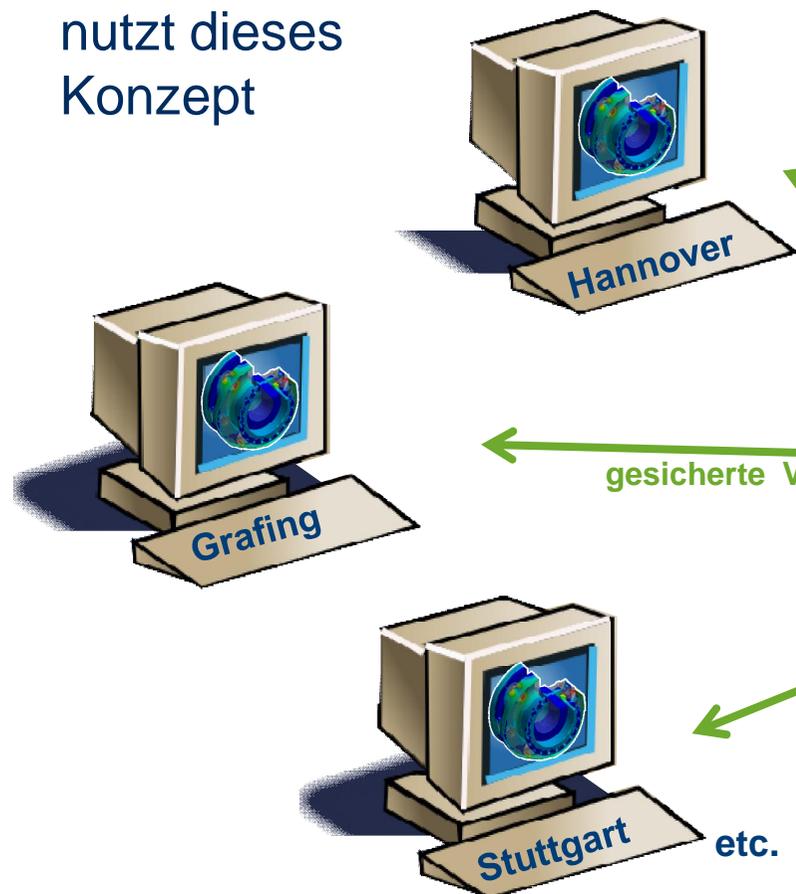


CADFEM Cloud @ Karlsruhe

CADFEM Engineering Simulation Cloud

Private Cloud

à CADFEM Consulting
nutzt dieses
Konzept

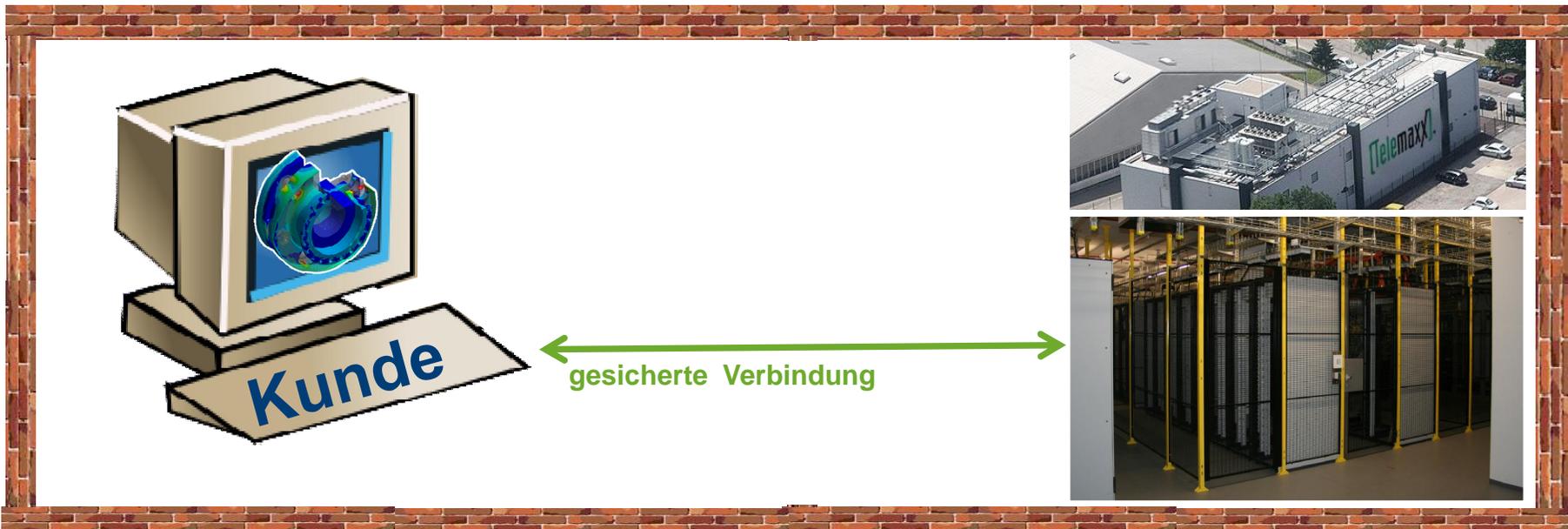
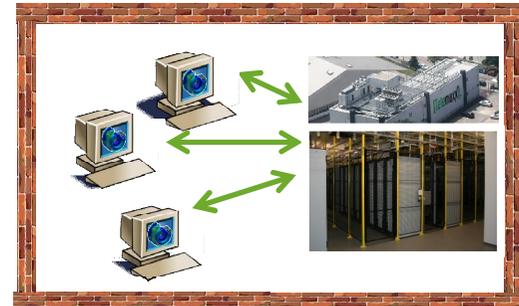


← gesicherte Verbindung →

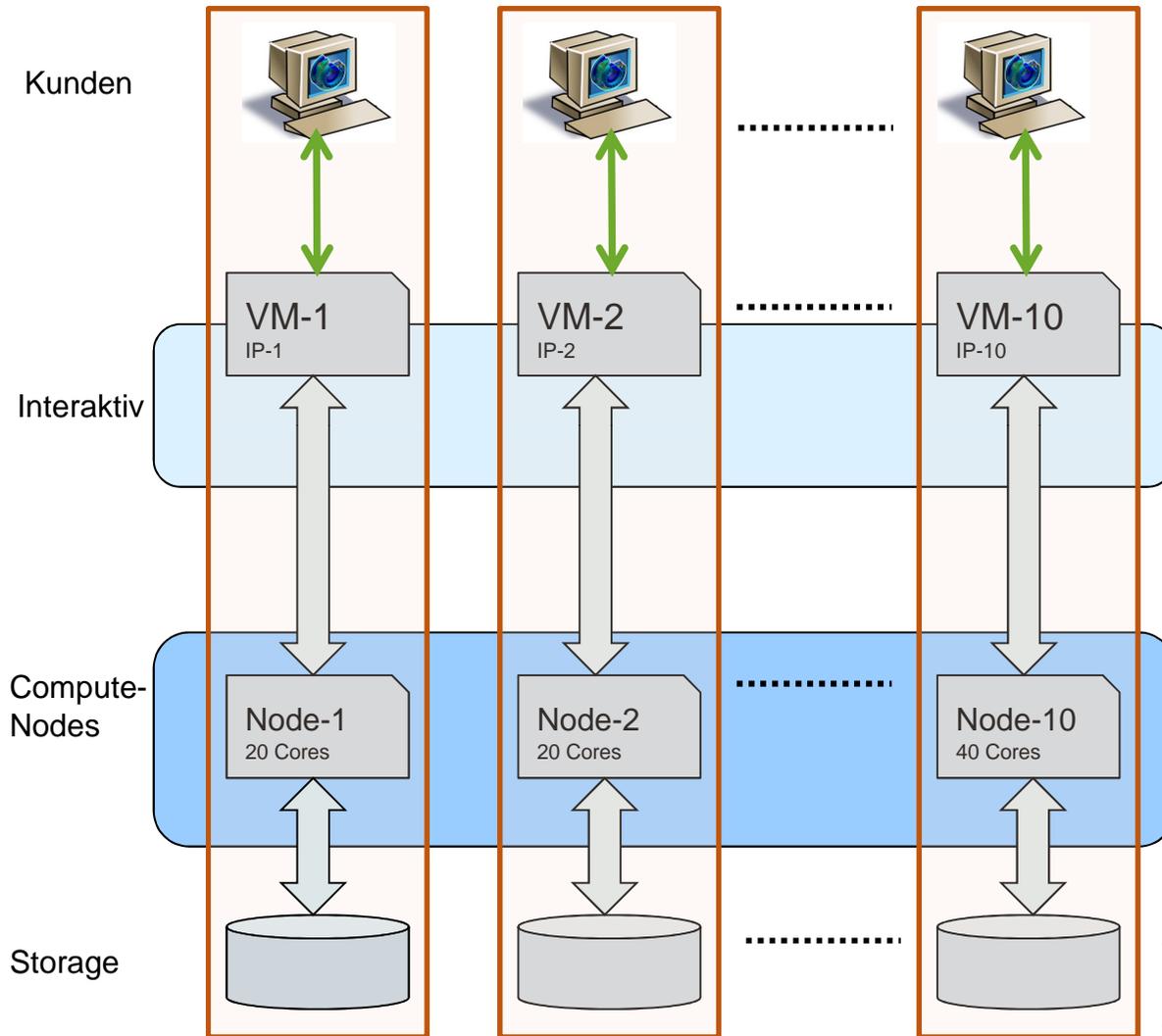
CADFEM Engineering Simulation Cloud

CADFEM Engineering Simulation Cloud

à CADFEM Engineering Simulation Cloud startet jetzt!



CADFEM Engineering Simulation Cloud



- Kein Zugriff auf Internet (Sicherheit, Missbrauch)
- Download/Upload User-Daten: mittels VNC-Viewer möglich

CADFEM – Simulation ist mehr als Software

PRODUKTE

Software und IT Lösungen

SERVICE

Beratung, Support, Engineering

WISSEN

Seminare, esocaet, Medien

CADFEM im deutschsprachigen Raum

- 1985 gegründet
- 2.300 Kunden
- 12 Standorte
- 185 Mitarbeiter (weltweit > 250)



Ihre Ansprechpartner bei CADFEM

Andreas Brandt (CADFEM Geschäftsstelle Berlin)

Email abrandt@cadfem.de

Telefon 030-4759666-30

Markus Kellermeyer (CADFEM Hauptsitz Grafing b. München)

Email mkellermeyer@cadfem.de

Telefon 08092 / 7005 942