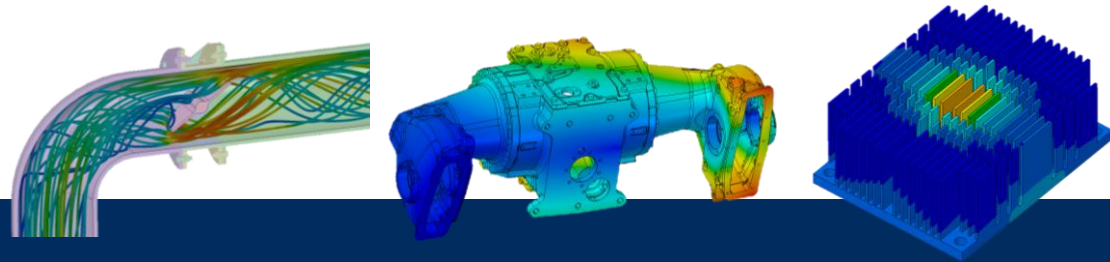


Simulation ist mehr als Software®



## Besseres Design durch realitätstreue Simulation

Multiphysiksimulation für Konstrukteure

Nico Nagl – CADFEM GmbH

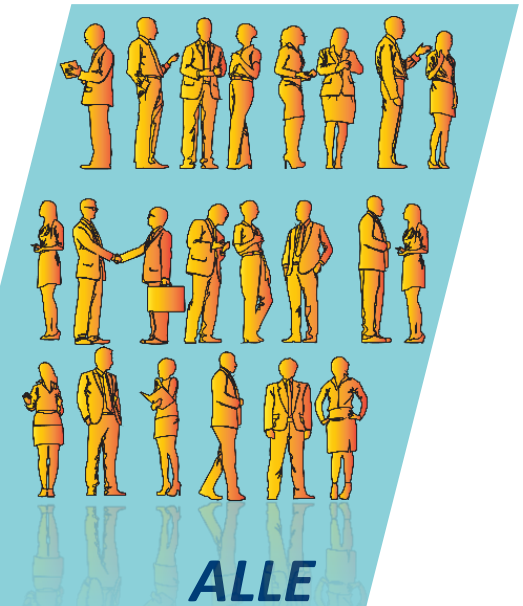
# Simulation im Wandel der Zeit



**2005**

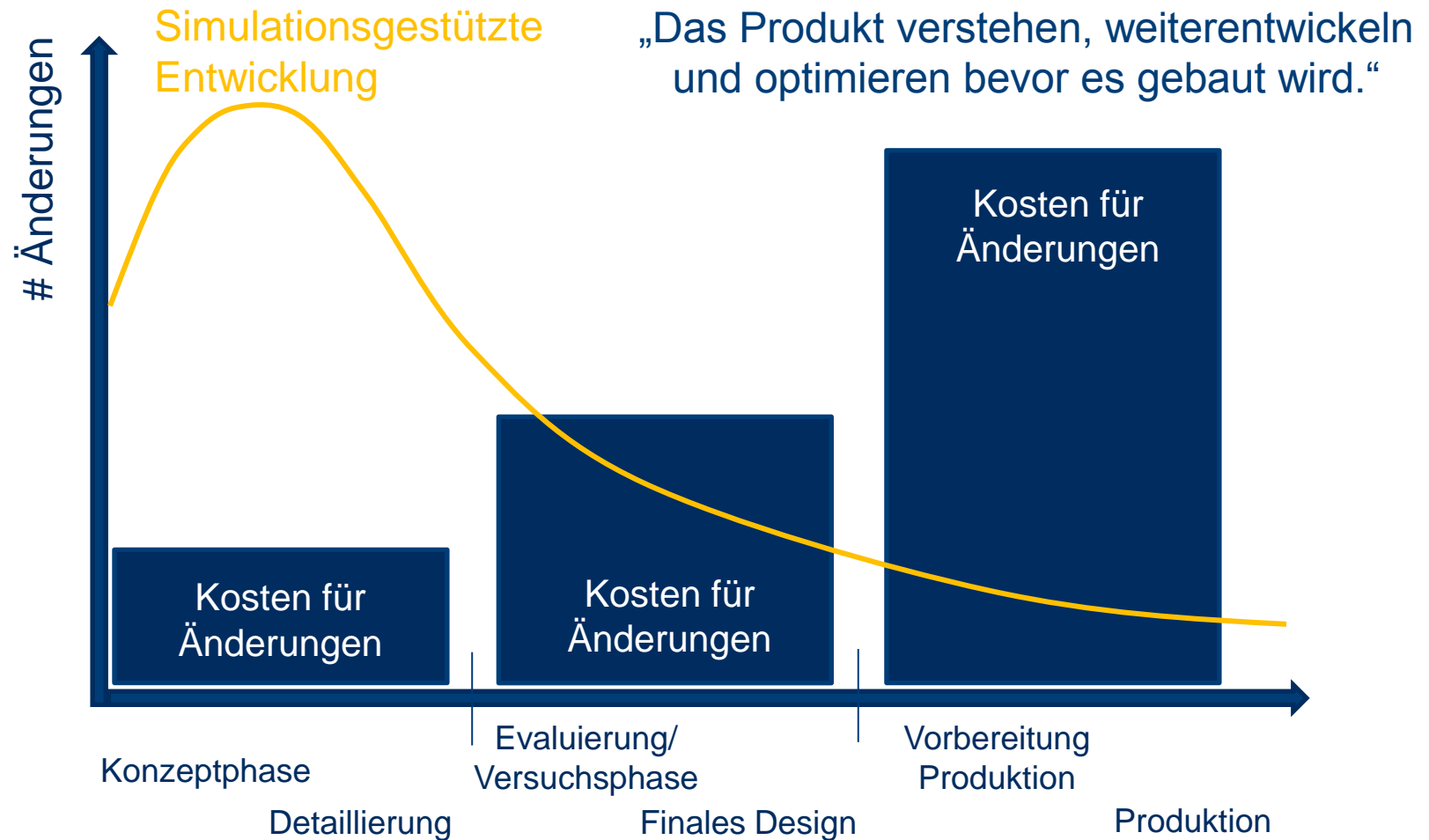


**2015**



**2020**

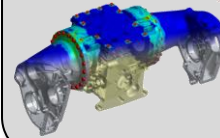
# Simulationsgestützte Entwicklung



## Realitätstreue Analysen im gesamten physikalischen Spektrum

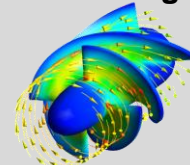
- Berücksichtigung aller relevanten physikalischen Effekte
- Hochwertige Beschreibung technischer Eigenschaften
  - Materialverhalten
  - Kontakt
  - Strahlung
  - Turbulenz
  - ...
- Statische und dynamische Berechnungen im Zeit- und Frequenzbereich

### Mechanik



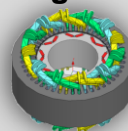
Linear & nichtlinear  
Implizit & explizit  
Statik & Dynamik  
Flexible & starre Körper

### Strömung



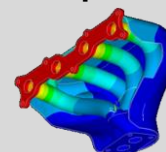
Laminar & turbulent  
Kompressibel & inkompressibel  
Rotierende Geometrien  
Mehrphasenströmungen

### Elektro- Magnetik



Niederfrequenz  
Hochfrequenz  
Schaltungen

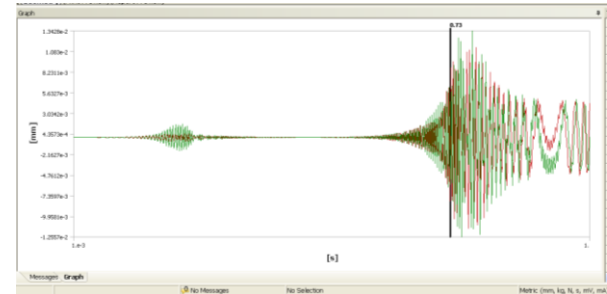
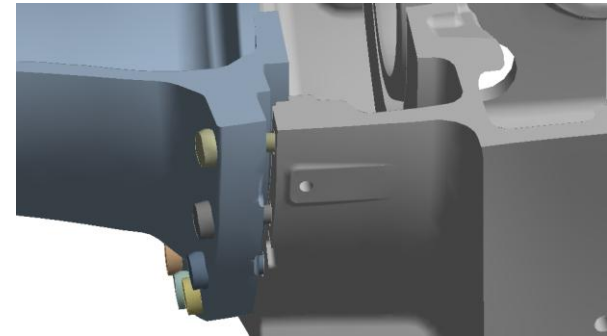
### Temperatur



Wärmeleitung  
Konvektion  
Strahlung

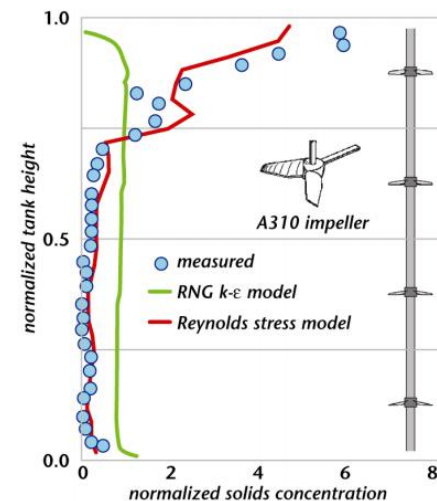
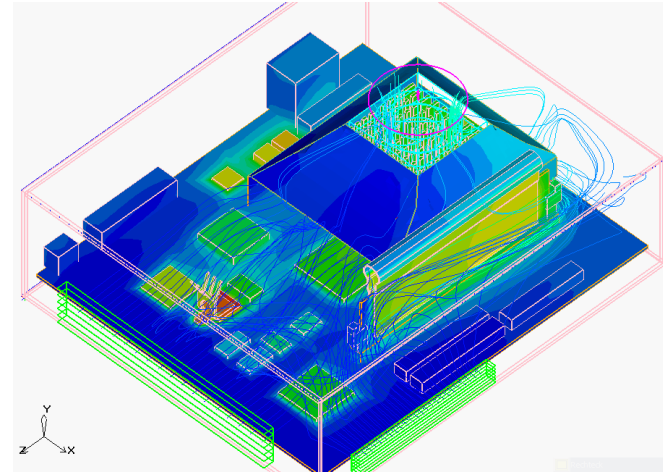
# Realitätstreue Analysen - Mechanik

- Komplette Baugruppen
  - z. B. Kontakt mit Reibung & Verschleiß
- Realistische Belastung
  - z. B. Rotordynamik
- Anspruchsvolles Materialverhalten
  - z. B. Kunststoffe
  - Über 80 Materialmodelle
  - Datenbank



# Realitätstreue Analysen - Strömung

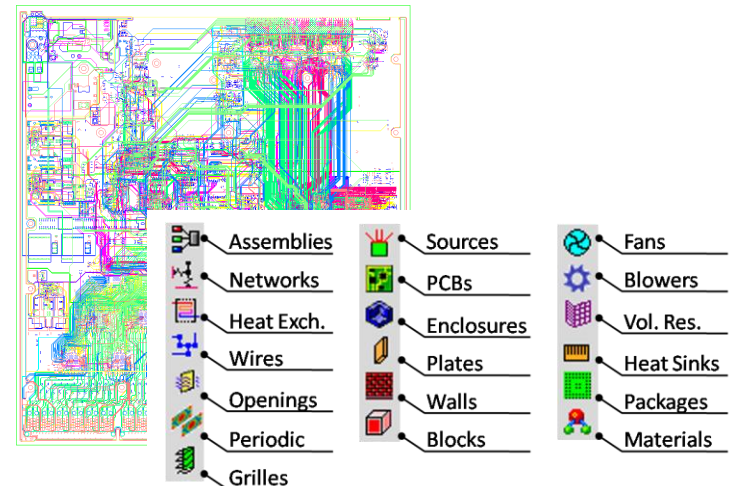
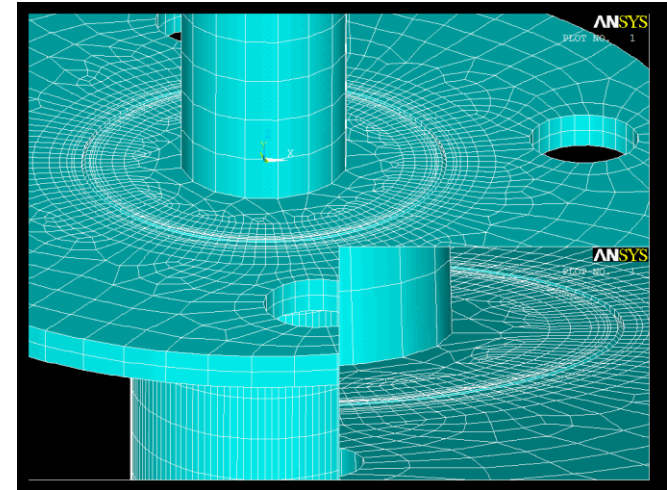
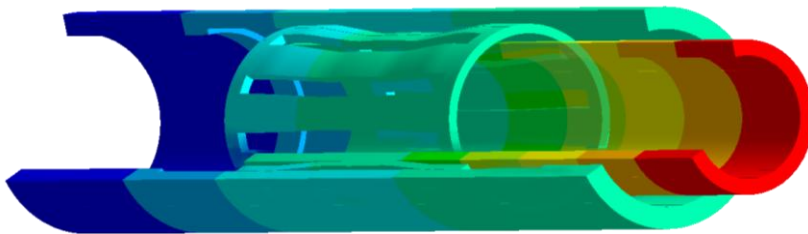
- Temperatur, Wärmeleitung, Wärmeübergang
- Leistungsfähige Turbulenzmodelle
- Chemische Reaktionen
  - z. B. Verbrennung
- Mehrphasenströmungen
  - z. B. Partikelströmungen
- Bewegung und Fluid-Struktur-Interaktion
  - z. B. Ventile



Quelle: Universität Bologna

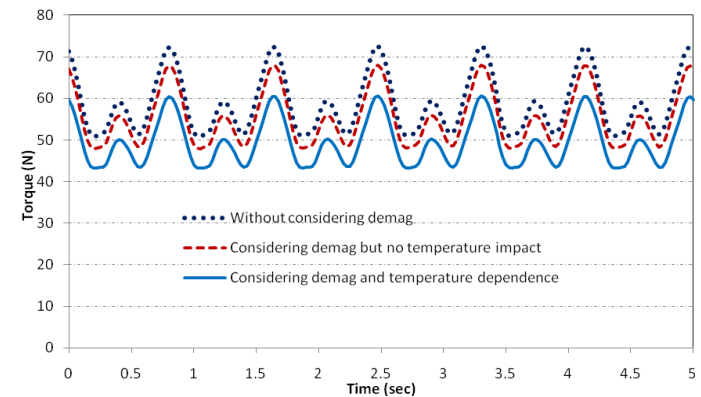
## Realitätstreue Analysen - Temperaturfelder

- Komplette Baugruppen
  - z. B. detaillierte Kontaktmodelle
- Anspruchsvolles Materialverhalten
  - z. B. Phasenwechsel
- Realistische Randbedingungen
  - z. B. Leistungsverteilung aus elektromagn. und Schaltungs-Analysen

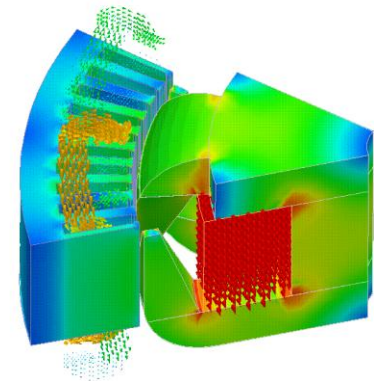
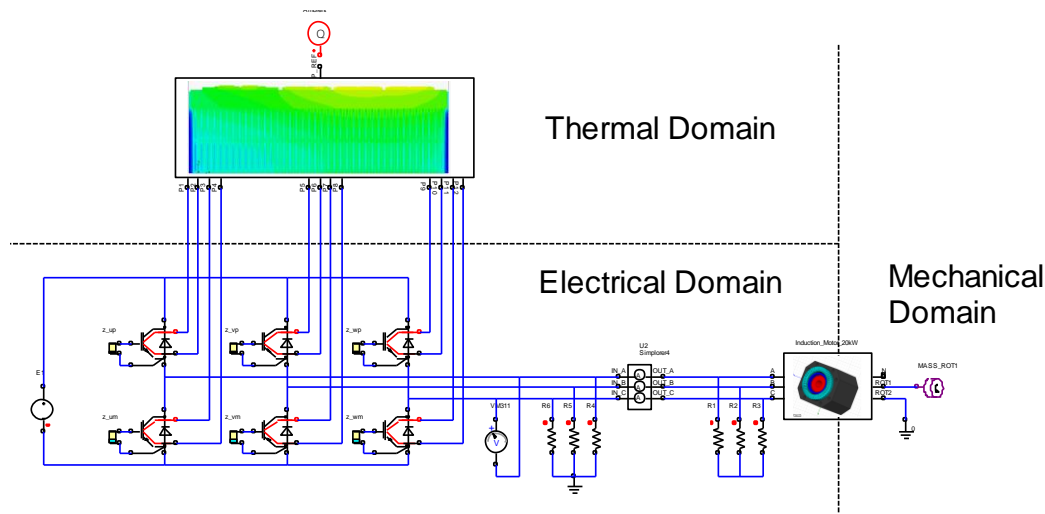


# Realitätstreue Analysen - Elektromagnetik

- Komplexes Materialverhalten
  - z. B. nichtlinear, anisotrop, temperaturabhängig
- Realitätsnahes Setup
  - z. B. Interaktion mit Leistungselektronik und Arbeitsmaschine



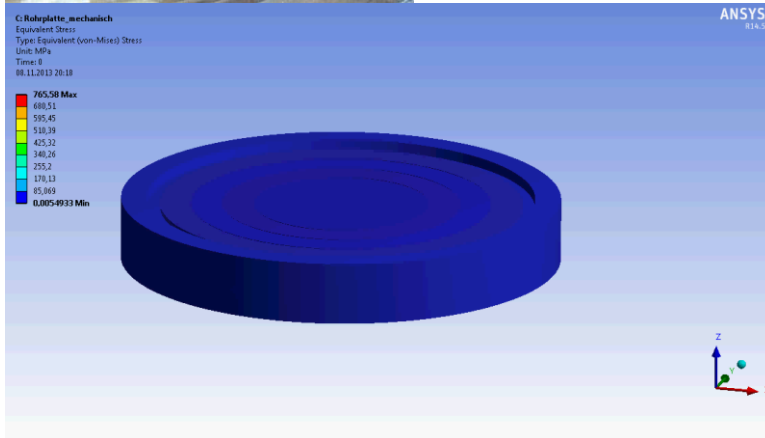
Temperaturabhängige Demagnetisierung verbessert die Momentenberechnung eines E-Motors



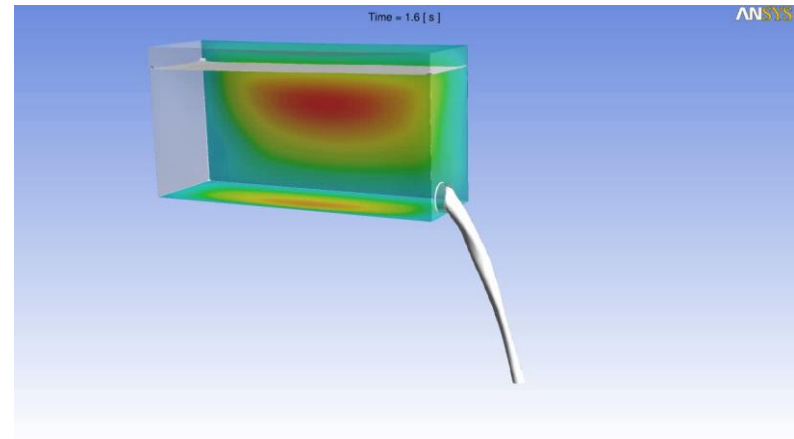


## Realitätstreue Analysen – Multiphysik

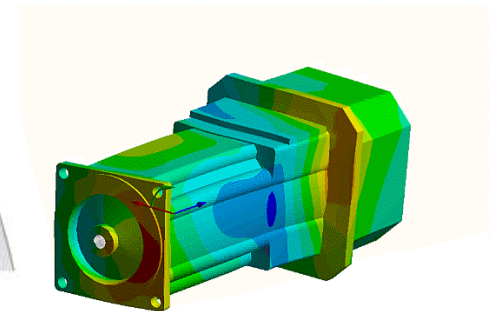
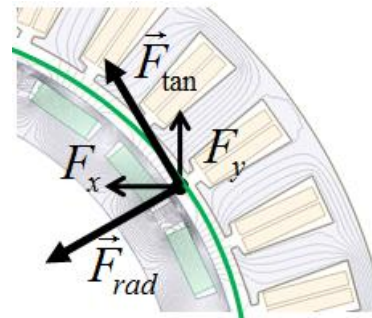
- Starke Interaktion von Physik-Domänen



Quelle: Schoeller Bleckmann Nitec



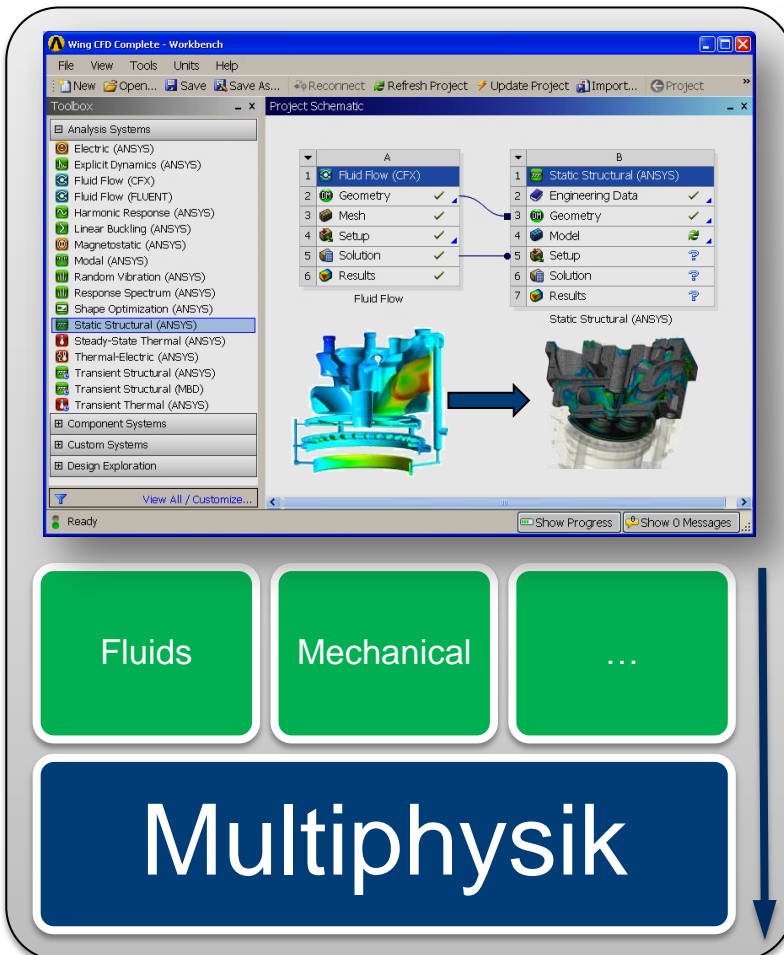
Quelle: Tetrapak



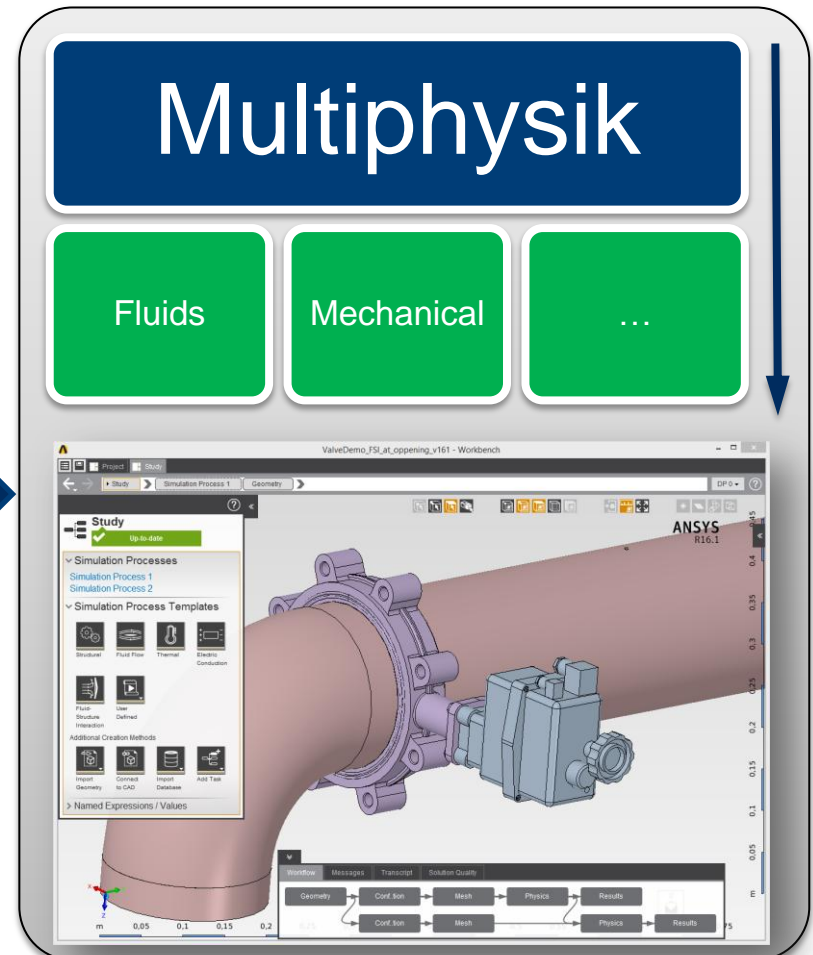
Quelle: CADFEM

# Multiphysik heute und in Zukunft

## Heute



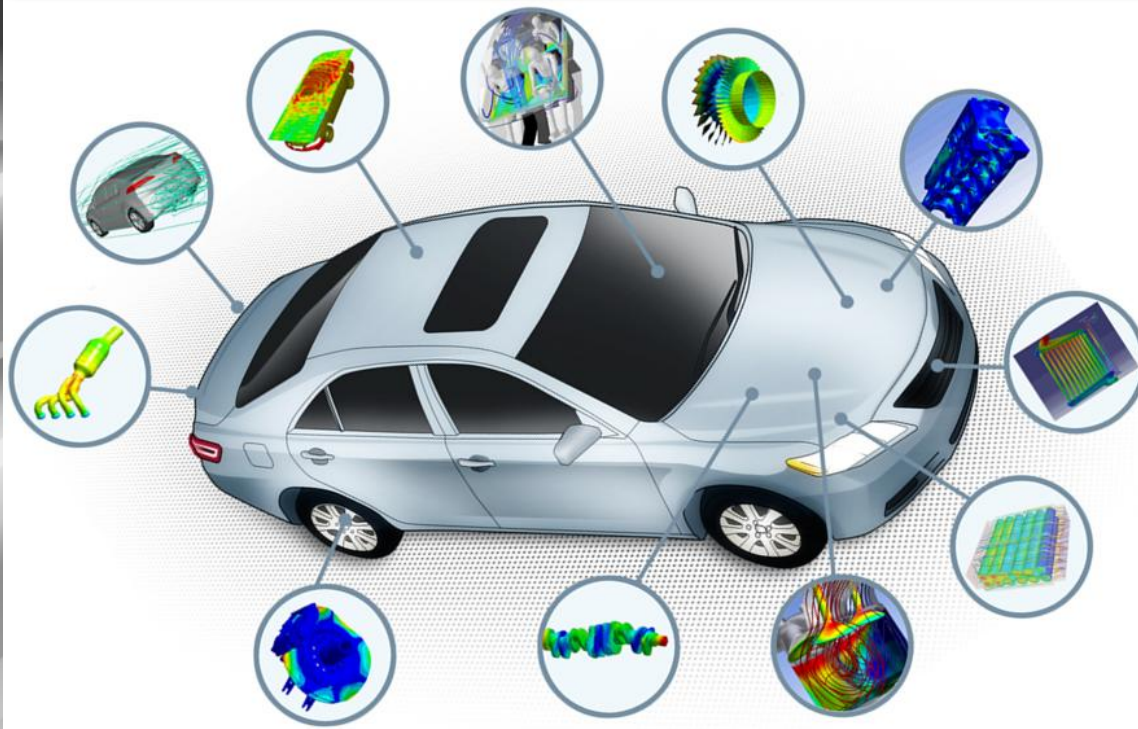
## ANSYS AIM



Alle Produkte basieren auf mehreren physikalischen Domänen

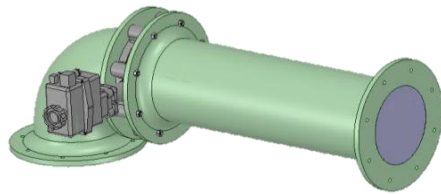
**AIM**

**Produktsimulation  
für jeden Ingenieur**



AIM

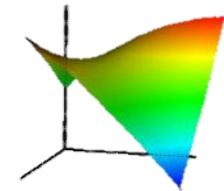
# ANSYS AIM – Eine Simulationsumgebung für alle Domänen...



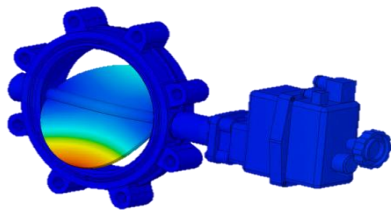
*Geometrie für  
alle Domänen*



*Vernetzung für  
alle Domänen*

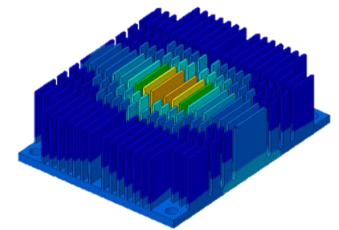


*Designstudien*

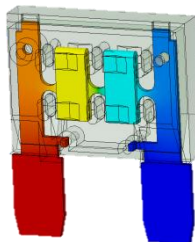


*Flüssigkeits-Struktur  
Wechselwirkung*

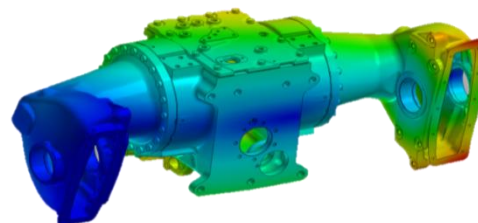
AIM ist eine integrierte 3D  
Simulationslösung für alle  
physikalischen Domänen



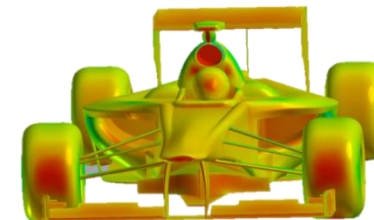
*Temperaturfeld-  
berechnung*



*Elektrische Leitung*



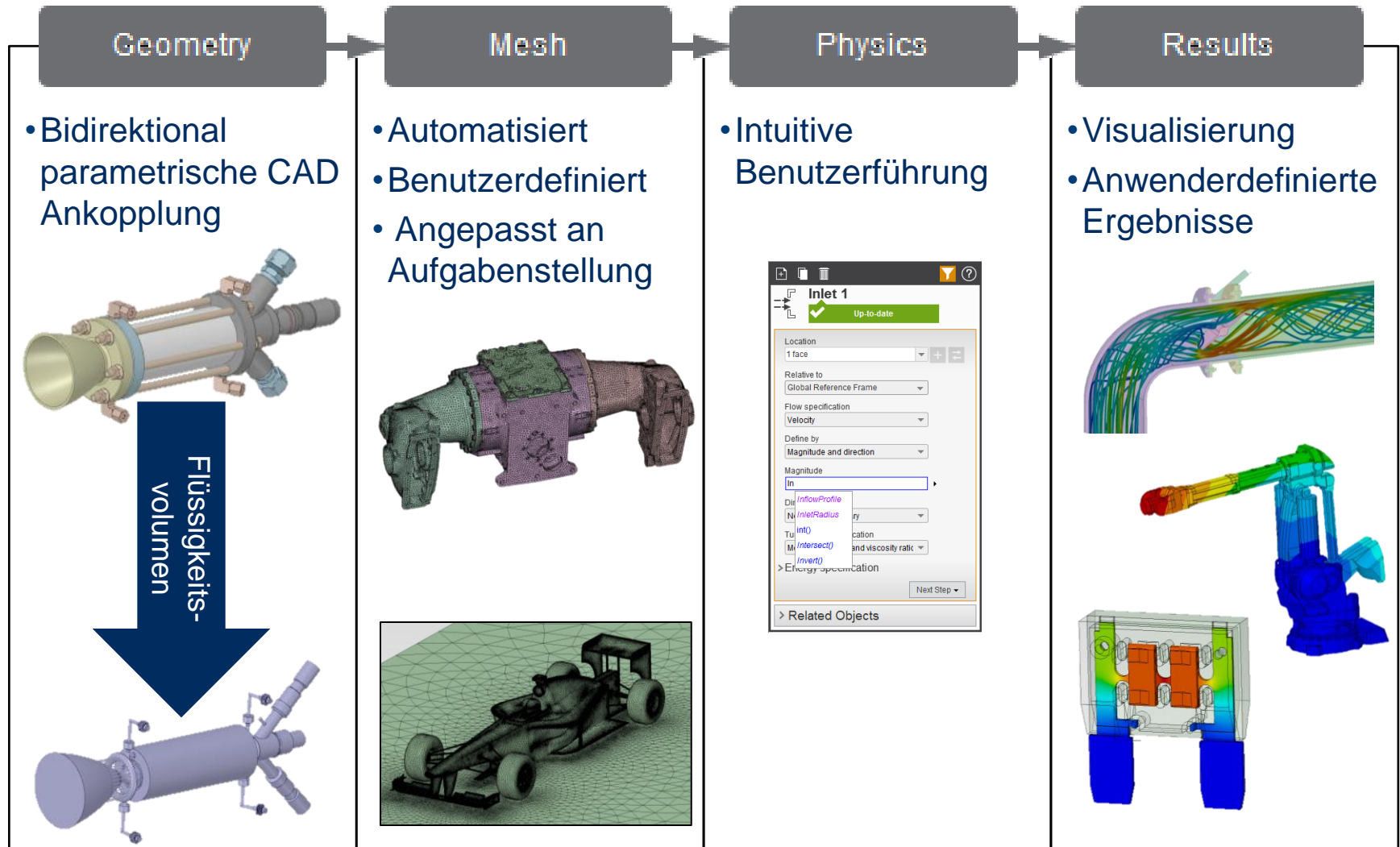
*Strukturmechanik*



*Strömungsmechanik*



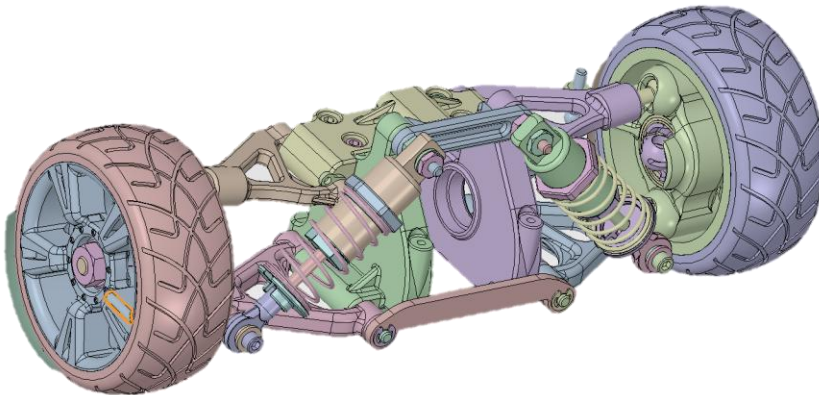
## Intuitiver Workflow für alle physikalischen Domänen



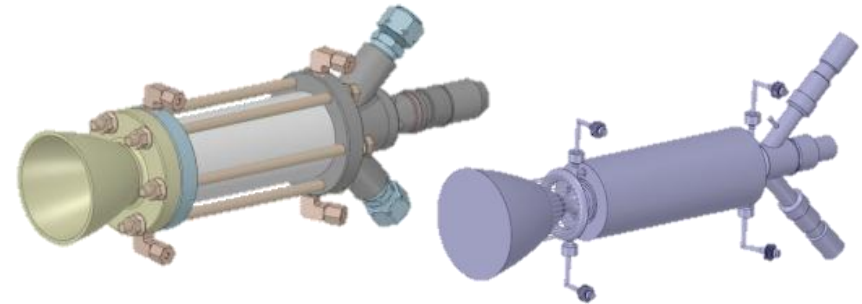
# ANSYS AIM – Geometrie für alle physikalischen Disziplinen

Geometrieimport für CAD-Daten und neutrale Datenformate

Bidirektionale Schnittstelle zu allen gängigen CAD-Systemen

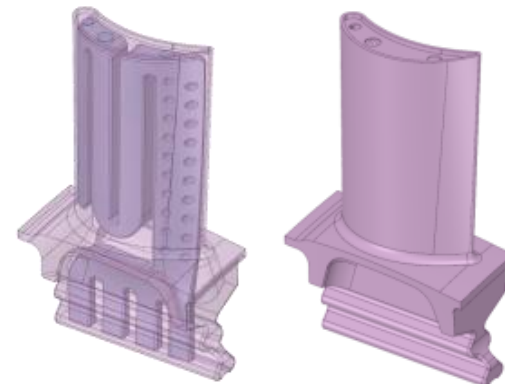


*Fahrwerk importiert von einem .sat-Datenformat*



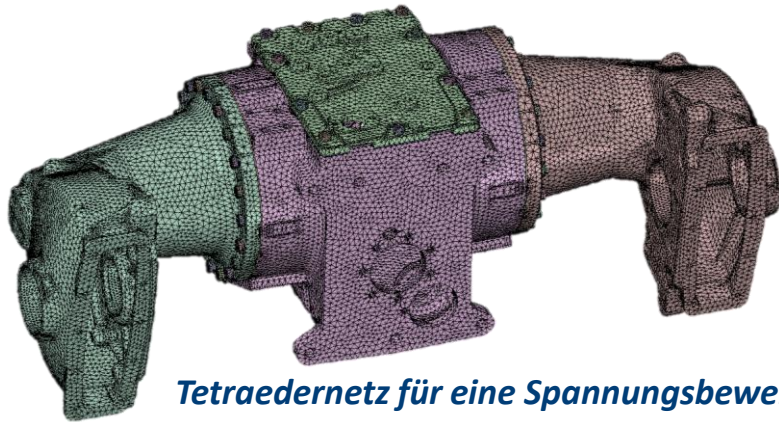
*Extrahiertes Fluidvolumen für CFD-Simulation*

Einfache und effiziente Aufbereitung der Geometrie für die Simulation



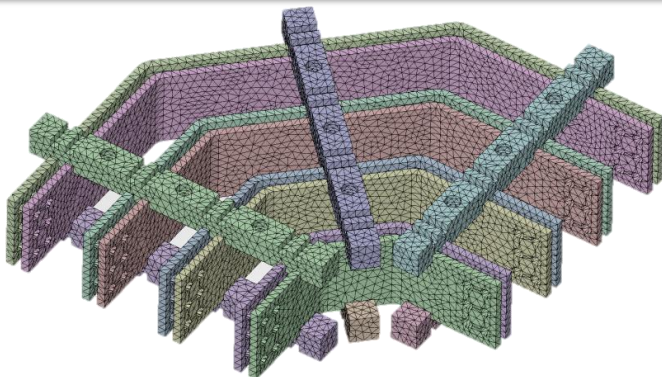
*Turbinenschaufel für Simulation aufbereitet*

# ANSYS AIM – Vernetzung für alle physikalischen Disziplinen



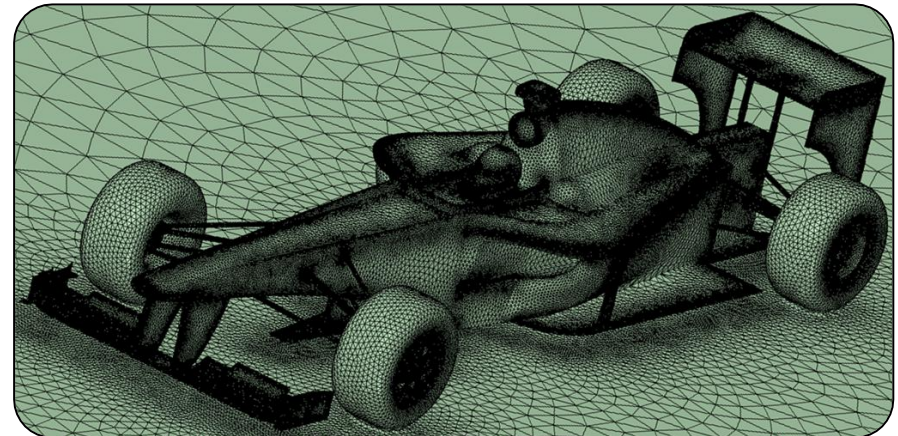
*Tetraedernetz für eine Spannungsbewertung*

Parallele Netzerstellung für Tetraeder- und Hexaeder-Elemente mit Inflation



*Tetraedernetz für elektrische Leitfähigkeit*

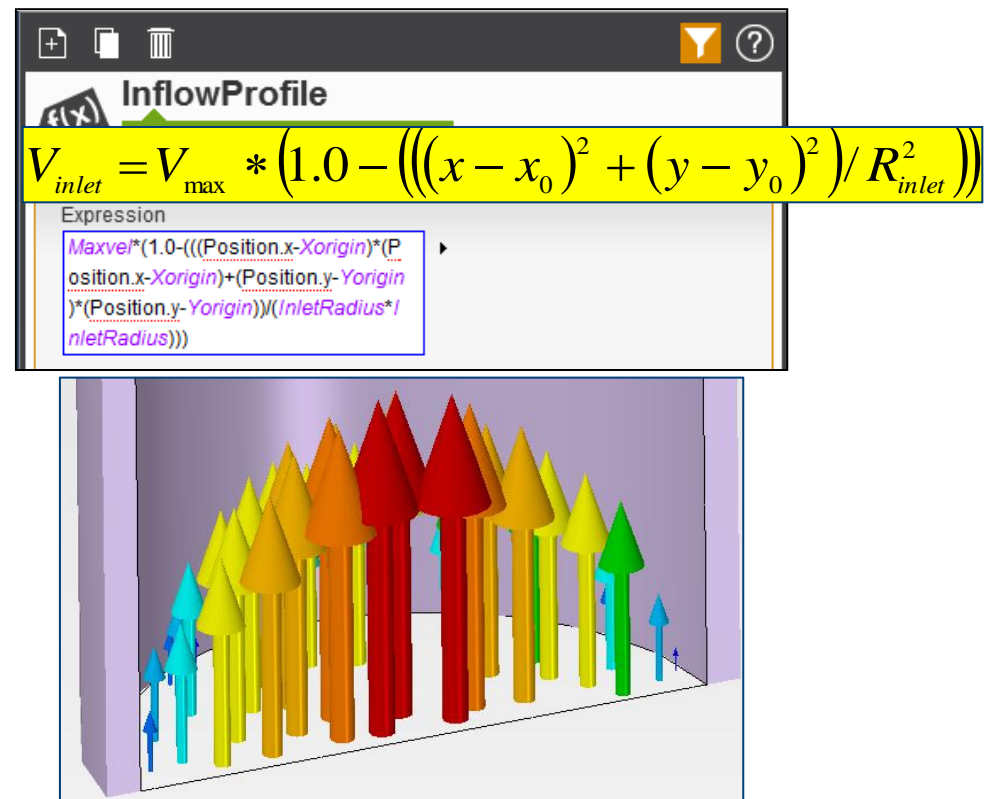
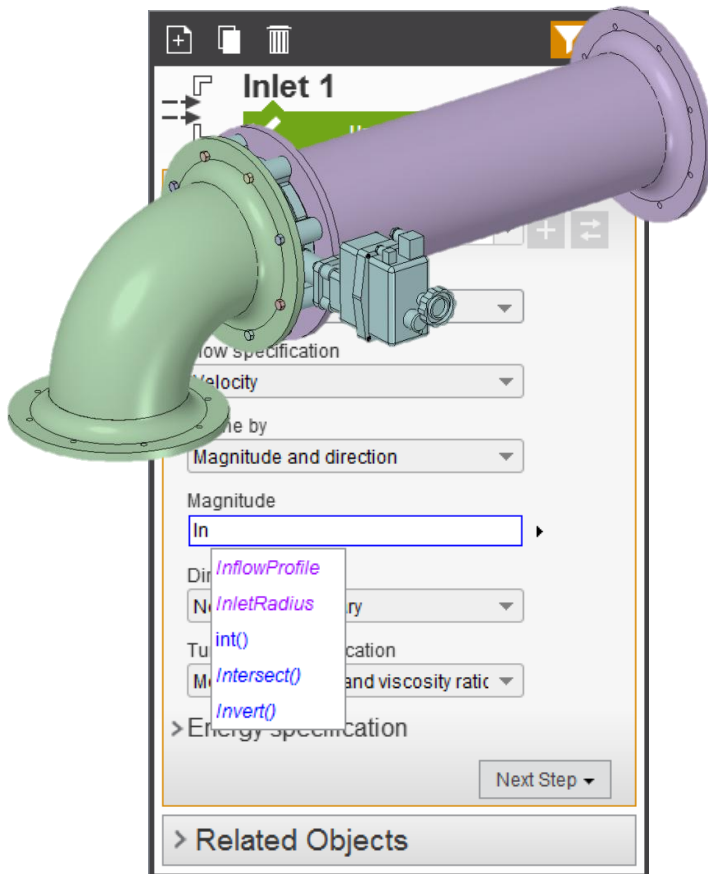
Automatisierte und benutzerabhängige Vernetzung zielgerichtet nach Anwendung



*CFD-Netz für Fahrzeugumströmung*

Schnelle Netzerstellung für komplexe Geometrien

# ANSYS AIM – Anspruchsvolle Randbedingungen

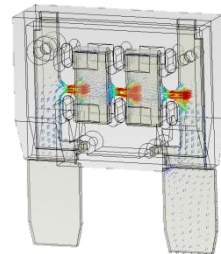


**Definiertes Geschwindigkeitsprofil als Einlass-Randbedingung über mathematische Ausdrücke.**

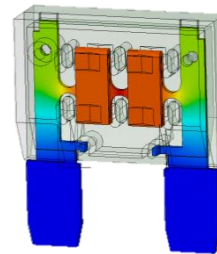


## Intuitive Beschreibung von Wechselwirkungen

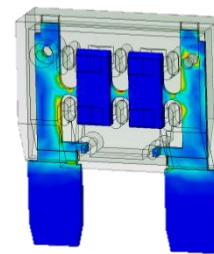
- Feldkopplung



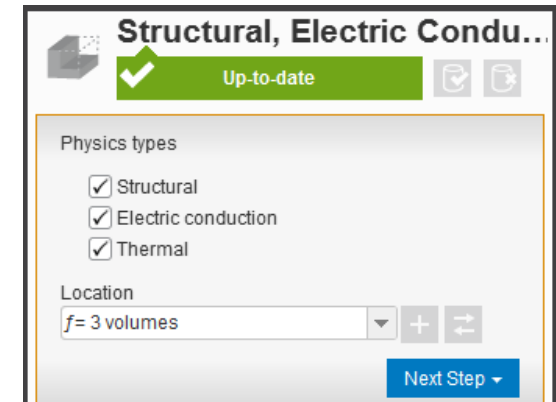
*Elektisch*



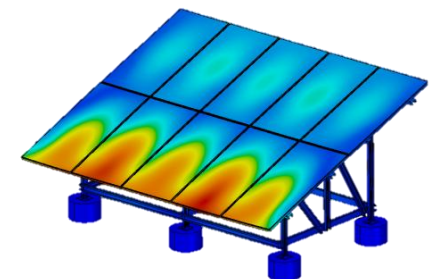
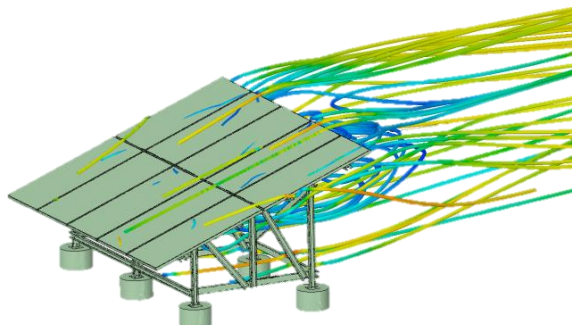
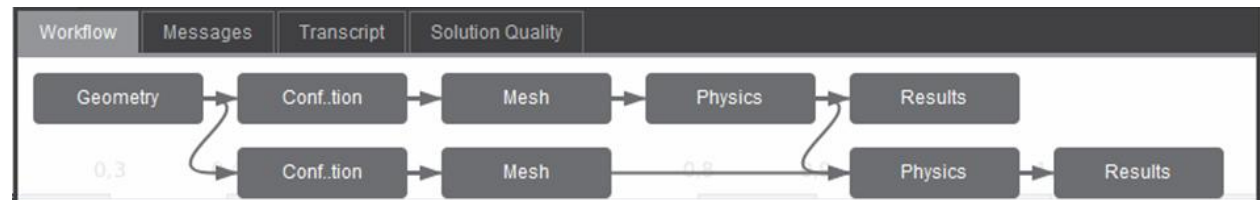
*Thermisch*



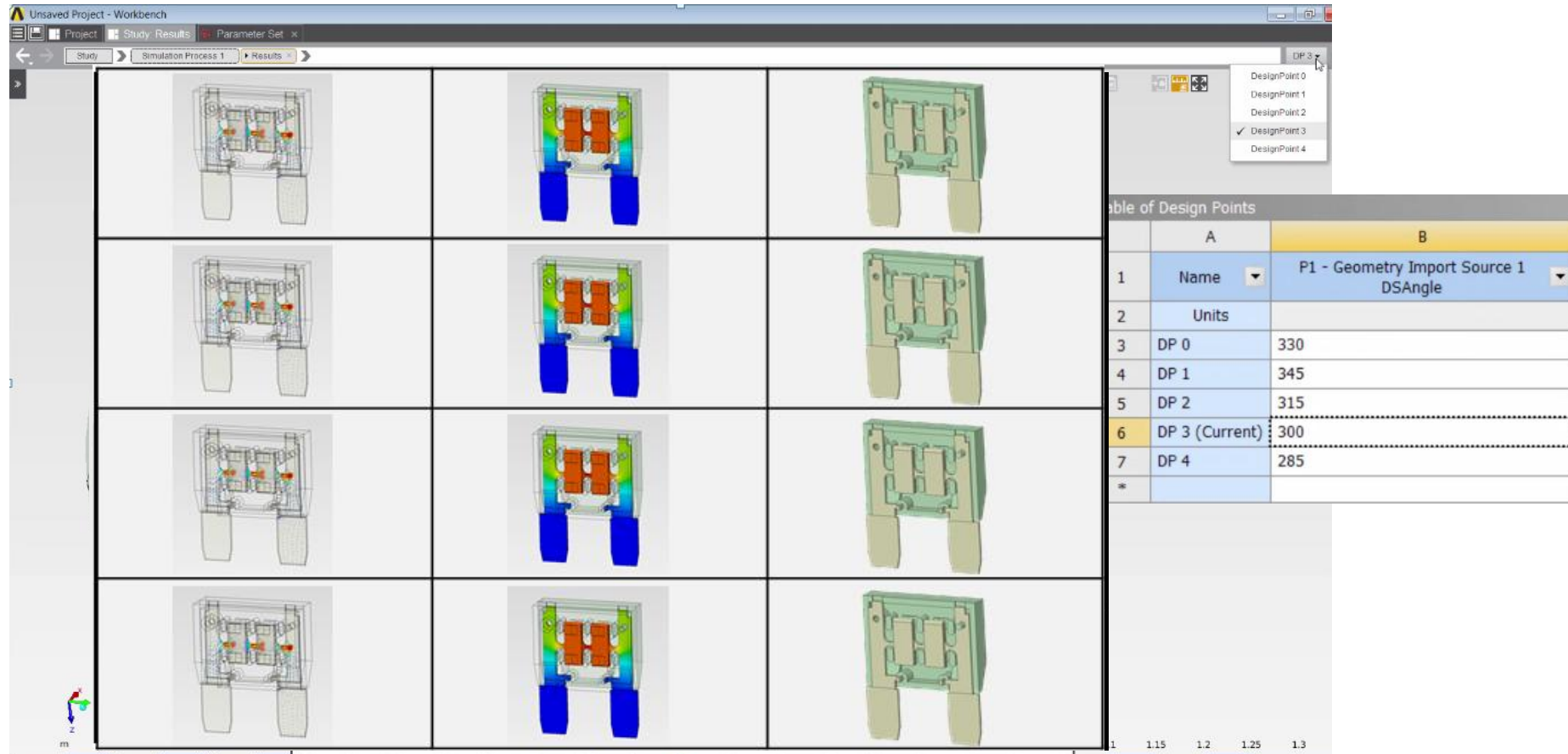
*Struktural*



- Lastübertrag

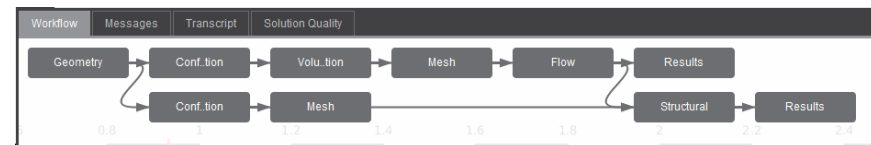


# Automatische Designvariation für Produktverständnis



## Effiziente und reproduzierbare Workflows

- Vordefinierte Workflow Templates
- Anwenderdefinierte Workflow Templates für angepasste Lösungen
- Skriptbar in Python



### Eine Sprache für Alles

- Scripting
- Journaling
- Templates
- Customization
- Automatisierung

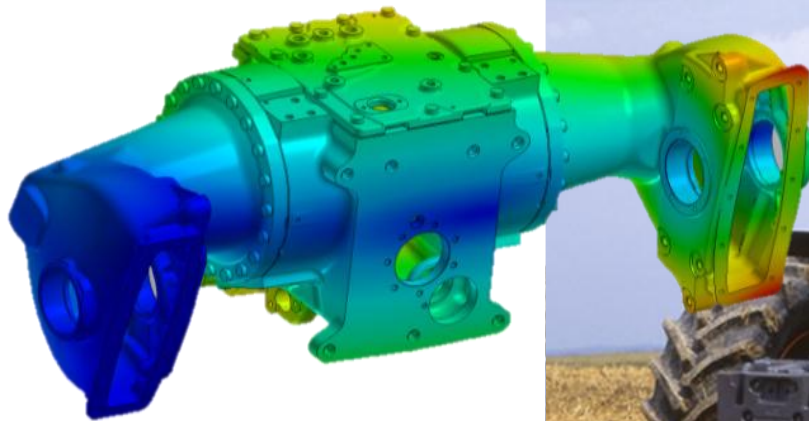


```
SetScriptVersion(Version="16.1.91")
system1 = GetSystem(Name="Study")
study1 = system1.GetContainer(ComponentName="Study")
physicsRegion1 = study1.GetPhysicsRegion(Name="PhysicsRegion 2")
moment1 = study1.CreateEntity(
    Type="Moment",
    Association=physicsRegion1,
    Location=["FACE10"])
moment1.Vector.VectorByMagnitudeAndDirection.Magnitude = "70000 [N m]"
Save(Overwrite=True)
```

## ANSYS AIM – Strukturmechanik

- Statisch-mechanische Analysen mit nichtlinearem Kontakt
- Modalanalysen
- Spannungsanalysen aufgrund von Temperatureinfluss
- Ermüdung

Schnell evaluierte strukturelle Eigenschaften schon in der Entwurfsphase



***Verschiebungsfeld einer Traktorachse***

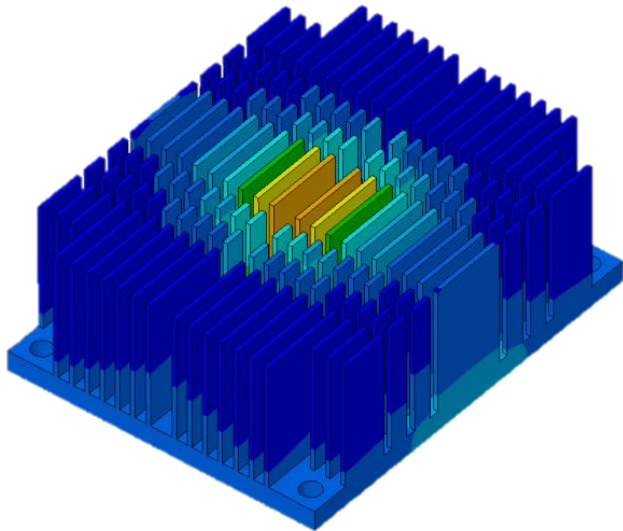




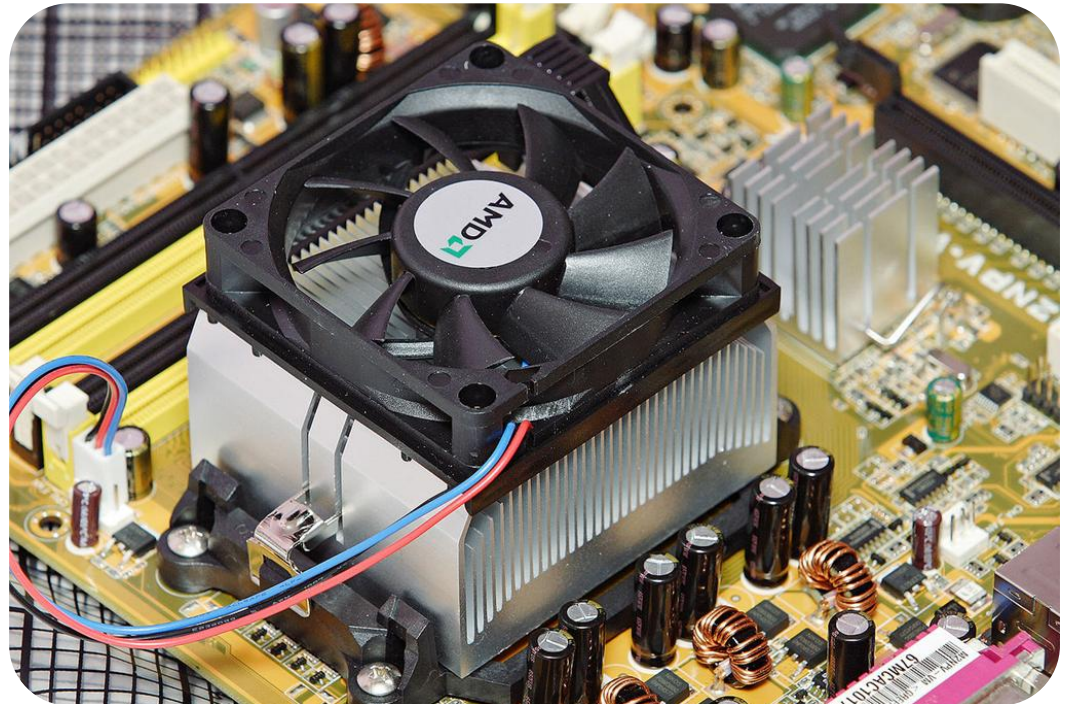
## ANSYS AIM – Temperatur

- Stationäre Wärmeleitung
- Konvektion
- Einzelteile und Baugruppen
- Thermisch-elektrisch-mechanische Analysen

Schnell evaluierte thermische Eigenschaften schon in der Entwurfsphase



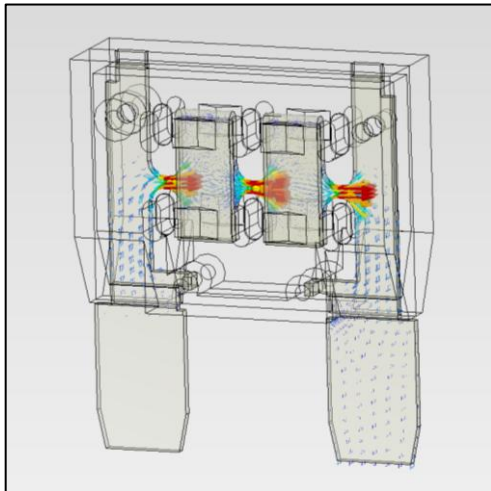
*Temperaturverteilung im  
Kühlkörper*



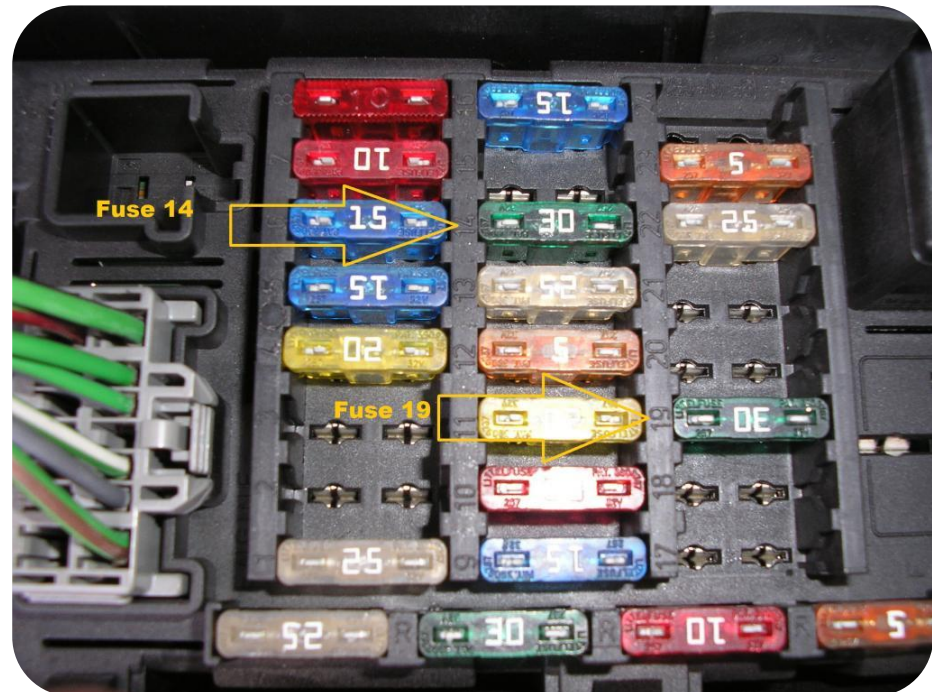
## ANSYS AIM – Elektrik

- Elektrische Leitung für Gleichstrom
- Thermisch-elektrische Analysen
- Thermisch-elektrisch-mechanische Analysen

Schnell evaluierte elektrische Eigenschaften schon in der Entwurfsphase



*Elektrischer Strom in einer Sicherung*





## ANSYS AIM – Fluidströmung

- Stationäre Einphasenströmung
- Laminar und turbulent
- Kompressibel und inkompressibel
- Strömung und Wärmeübertragung

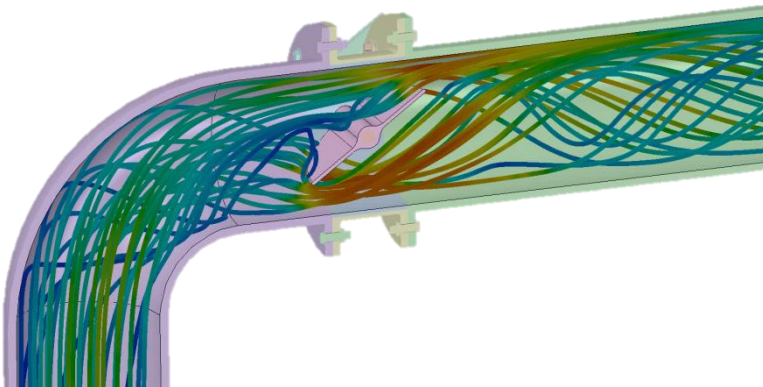
Schnell evaluierte strömungsmechanische Eigenschaften schon in der Entwurfsphase

Geometry

Mesh

Physics

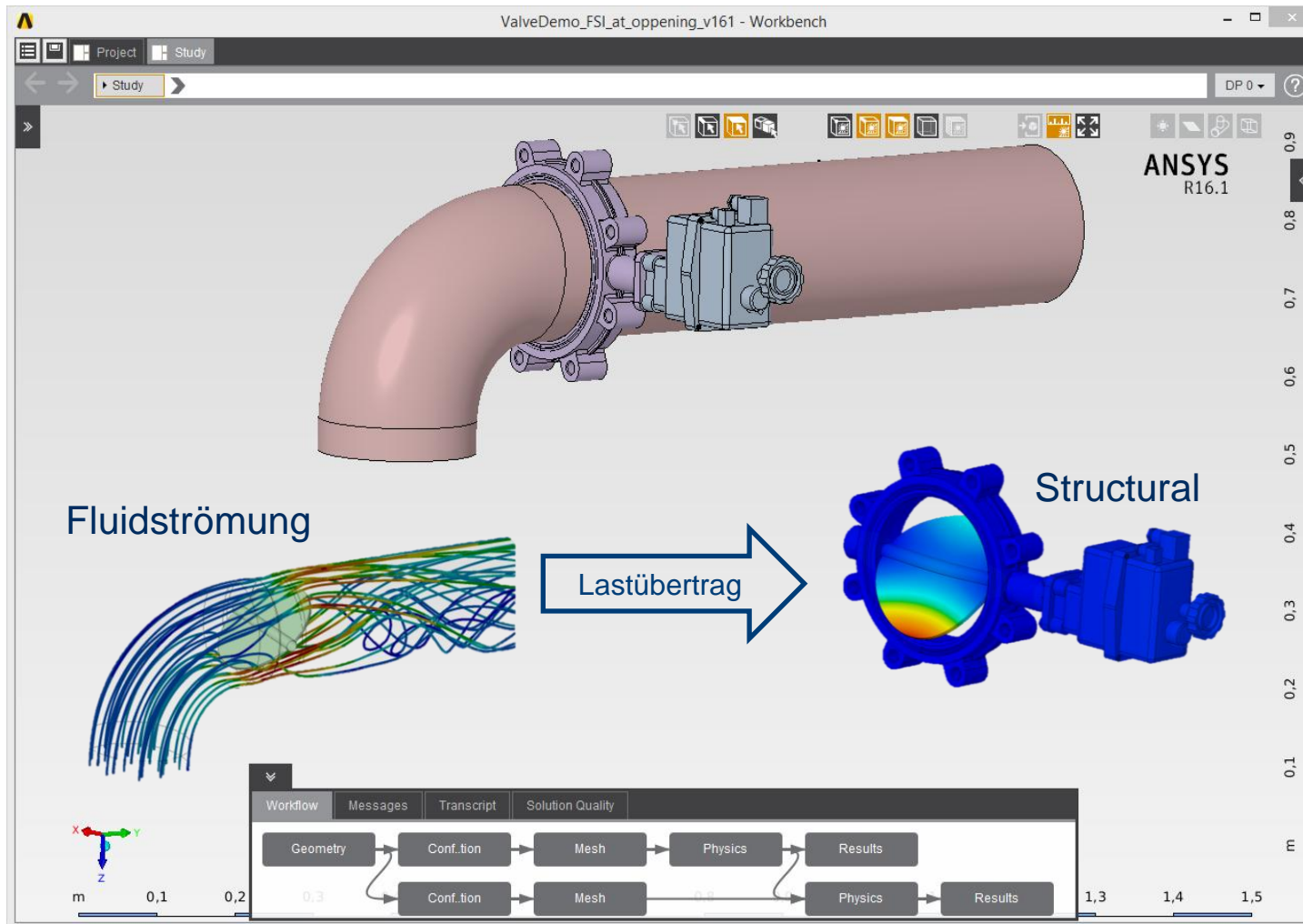
Results



*Stromlinien entlang einer Drosselklappe*



# ANSYS AIM – Multiphysiksimulation in einer Umgebung





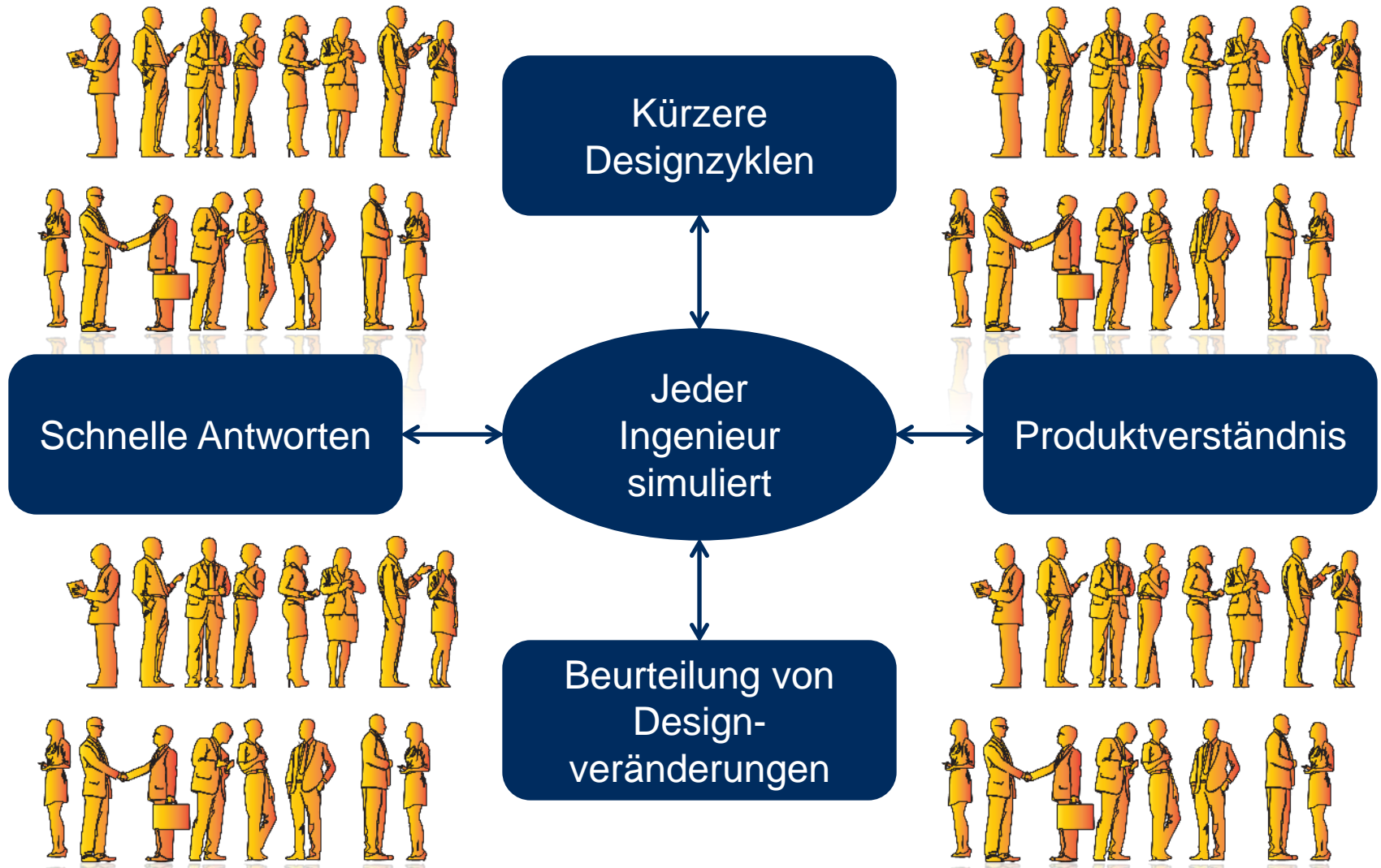
## Stärken von ANSYS AIM

Genaue Ergebnisse dank  
bewährter ANSYS  
Lösertechnologie

Genaue Ergebnisse durch  
Berücksichtigung aller  
physikalischer Effekte

Einfache Bedienung durch eine  
einheitliche  
Simulationsumgebung

## ANSYS AIM Vision



## CADFEM – Simulation ist mehr als Software

### PRODUKTE

Software und IT Lösungen

### SERVICE

Beratung, Support, Engineering

### Wissen

Seminare, esocaet, Medien

### CADFEM in D, A, CH

- 1985 gegründet
- 2,300 Kunden
- 12 Standorte
- 185 Mitarbeiter (weltweit > 250)



## Deutschland

**CADFEM GmbH  
Zentrale Grafting**

Marktplatz 2  
85567 Grafting b. München  
T +49 (0) 8092 7005-0  
info@cadfem.de

**Geschäftsstelle Berlin**

Breite Straße 2a  
13187 Berlin  
T +49 (0) 30 4759666-0

**Geschäftsstelle Dortmund**

Hafenpromenade 1  
44263 Dortmund  
T +49 (0) 231 99325550

**Geschäftsstelle Hannover**

Pelikanstraße 13  
30177 Hannover  
T +49 (0) 511 390603-0

**Geschäftsstelle Chemnitz**

Cervantesstraße 89  
09127 Chemnitz  
T +49 (0) 371 334262-0

**Geschäftsstelle Frankfurt**

Im Kohlruß 5-7  
65835 Liederbach am Taunus  
T +49 (0) 6196 76708-0

**Geschäftsstelle Stuttgart**

Leinfelder Straße 60  
70771 Leinfelden-Echterdingen  
T +49 (0) 711 990745-0

## Österreich

**CADFEM (Austria) GmbH  
Zentrale Wien**

Wagenseilgasse 14  
1120 Wien  
T +43 (0) 1 5877073  
info@cadfem.at

**Geschäftsstelle Innsbruck**

Grabenweg 68 (SOHO 2.0)  
6020 Innsbruck  
T +43 (0) 512 319056

## Schweiz

**CADFEM (Suisse) AG  
Zentrale Aadorf**

Wittenwilerstrasse 25  
8355 Aadorf  
T +41 (0) 52 36801-01  
info@cadfem.ch

**Geschäftsstelle Gerlafingen**

Privatstrasse 8  
4563 Gerlafingen  
T +41 (0) 32 67580-70

**Bureau Lausanne**

Avenue de la Poste 3  
1020 Renens  
T +41 (0) 21 61480-40