

Simcenter HEEDS

Simulationsautomatisierung und -Optimierung als erster Schritt der Digitalen Transformation

Dr.-Ing. Claudio Santarelli
Siemens Digital Industry Software

23. Bayreuther 3D-Konstrukteurstag
14. September 2022

Simcenter HEEDS

- Digitale Produktentwicklung
- Simcenter HEEDS im Rahmen der Digitalen Transformation
- Beispiel 1) FEM-Optimierung eines Fahrradrahmens
- Beispiel 2) CFD-Optimierung einer Rohleitung mit Wärmeabfuhr

Digitale Transformation

... bezeichnet einen fortlaufenden & **tiefgreifenden Veränderungsprozess** in Wirtschaft und Gesellschaft...

... der durch die Entstehung immer leistungsfähigerer **digitaler Techniken und Technologien** ausgelöst worden ist.

Quelle: de.wikipedia.org

Digitale Transformation betrifft jeden Konsumenten, jedes Unternehmen sowie Forschung und Lehre




Die Herausforderungen der Industrie

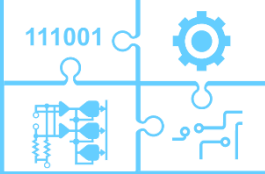
Entwicklungs- trends

Produktions- Ansätze


Instand- haltung



GENERATIVE
DESIGN



SMART
MODELS




MACHINE
LEARNING



ADDITIVE
MANUFACTURING



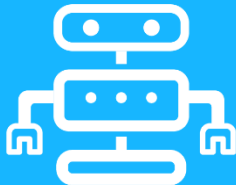
CLOUD
TECHNOLOGY



AUTOMATION



SYSTEMS-DRIVEN
DEVELOPMENT



ADVANCED
ROBOTICS



BIG DATA
ANALYTICS

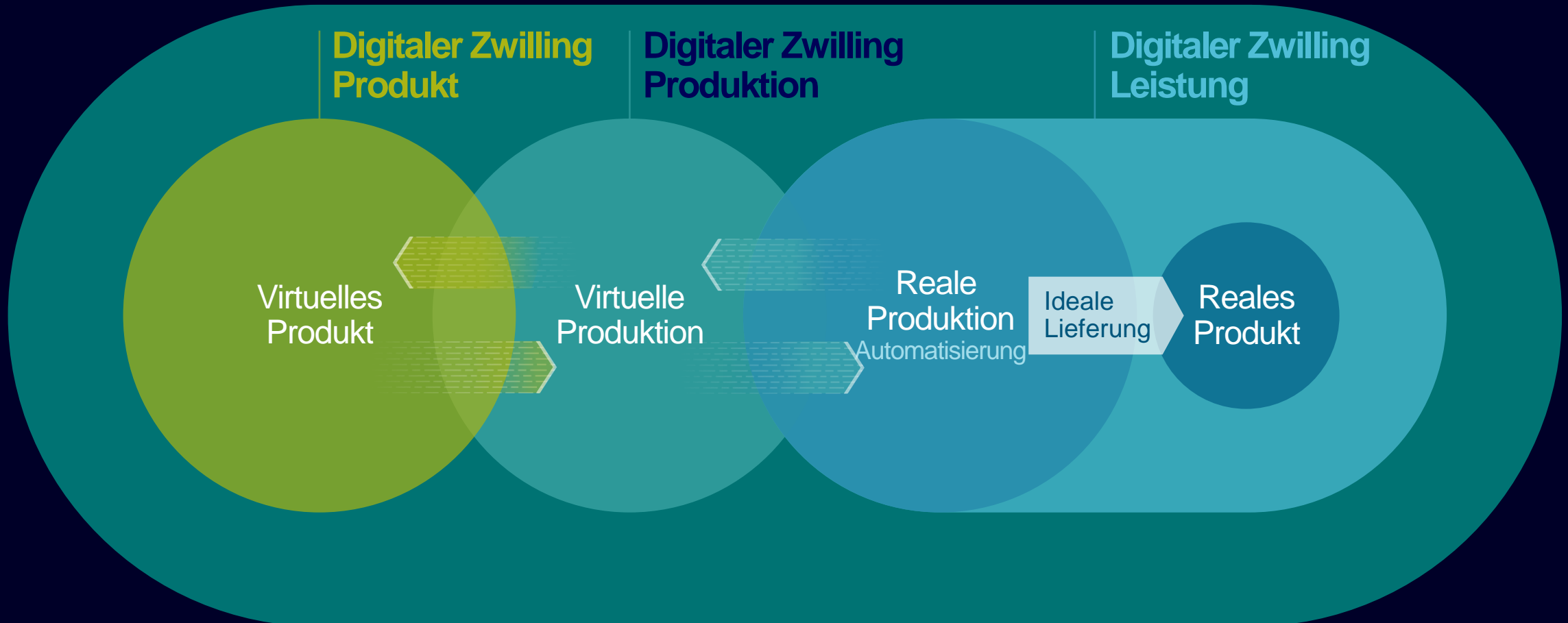
Der digitale Zwilling

Eine Brücke zwischen virtueller und realer Welt



Der digitale Zwilling

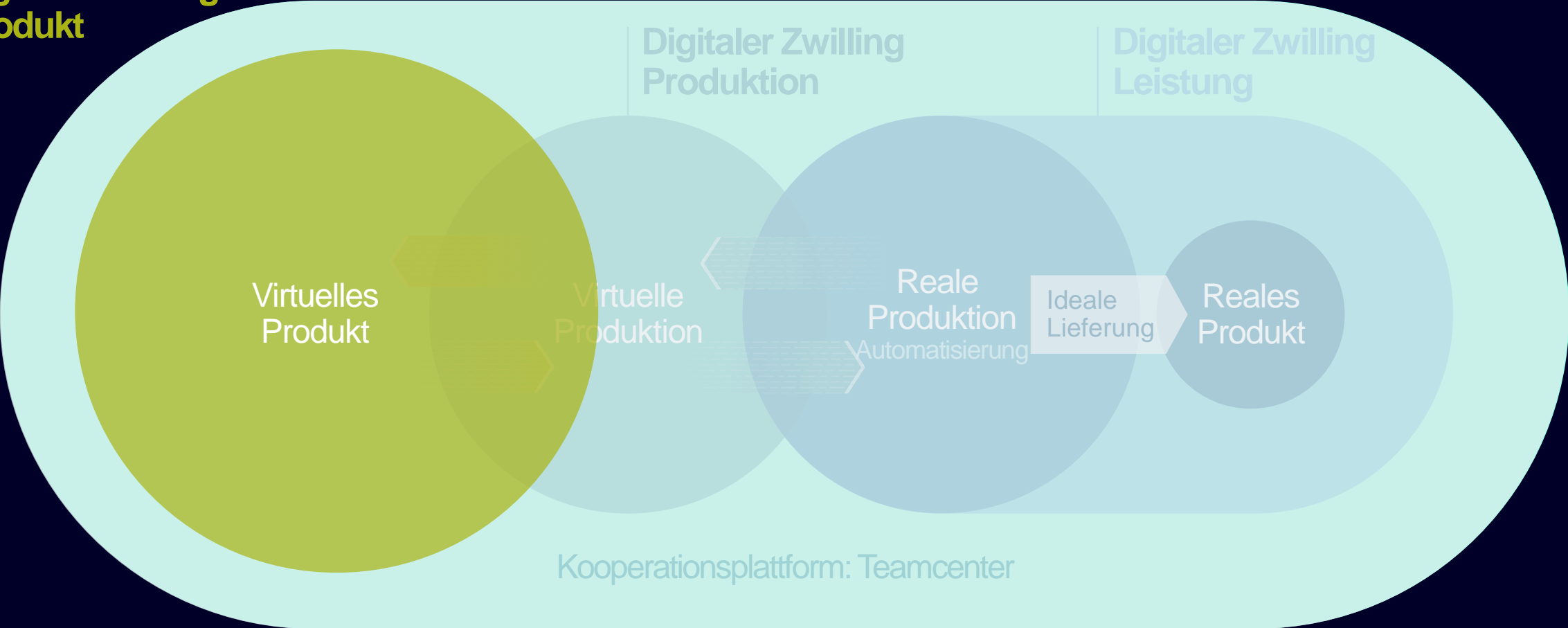
Produktentwicklung, Produktion, Maintenance



Der digitale Zwilling

Die Bedeutung der Simulation

Digitaler Zwilling Produkt



Eine neue Herangehensweise

Beispiel: Entwurf einer Fahrradgabel

Parameter:

Material = Aluminium, CFK, Stahl, ...

Geometrie = Länge, Breite, Höhe, ...

„Bauen & schauen“ oder: **Simulation**

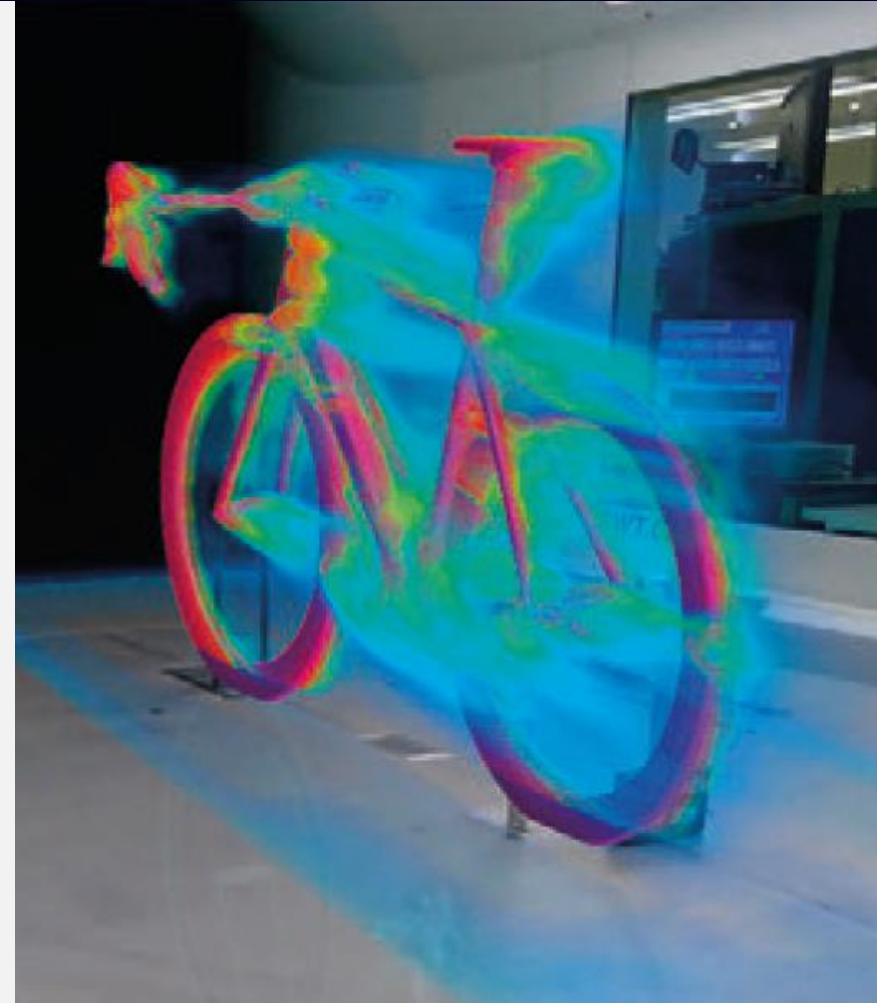


Eigenschaften:

Gewicht, Quer- und Längssteifigkeit, Luftwiderstand = **Handling**

Belastung, Lebensdauer = **Qualität**

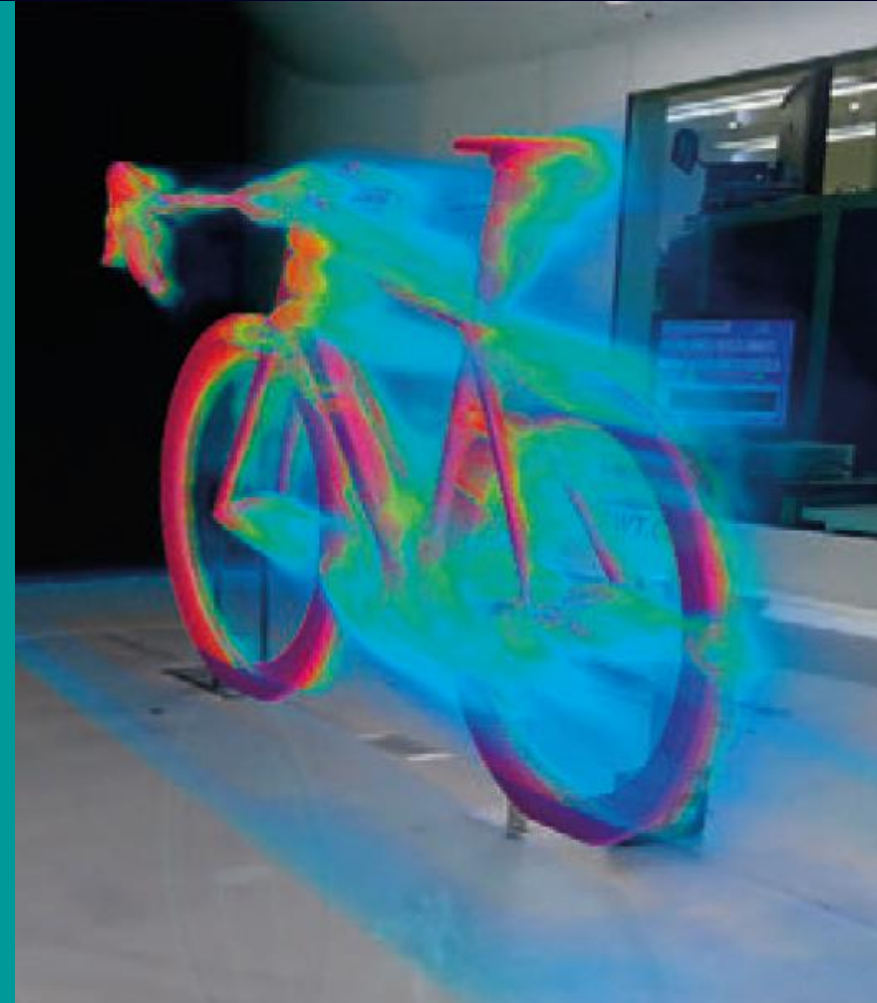
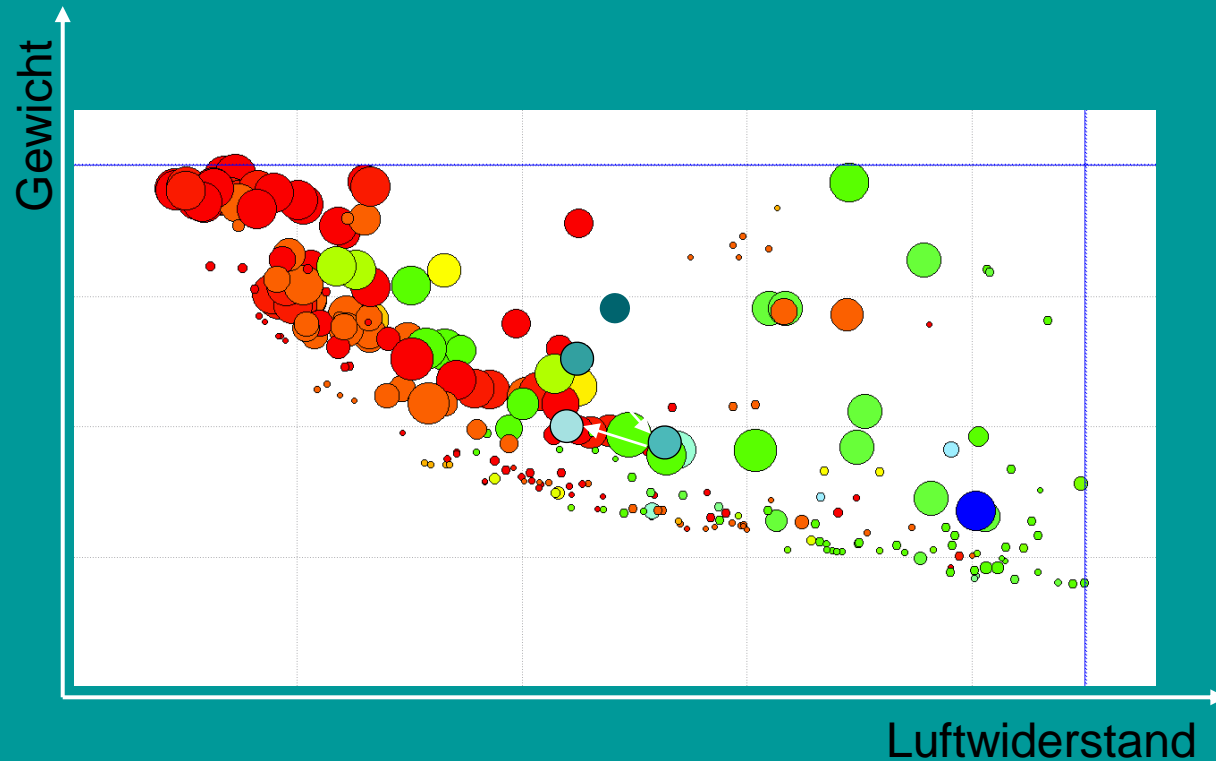
Material- und Produktionskosten = **Marge**



Intelligente Design-Entdeckung

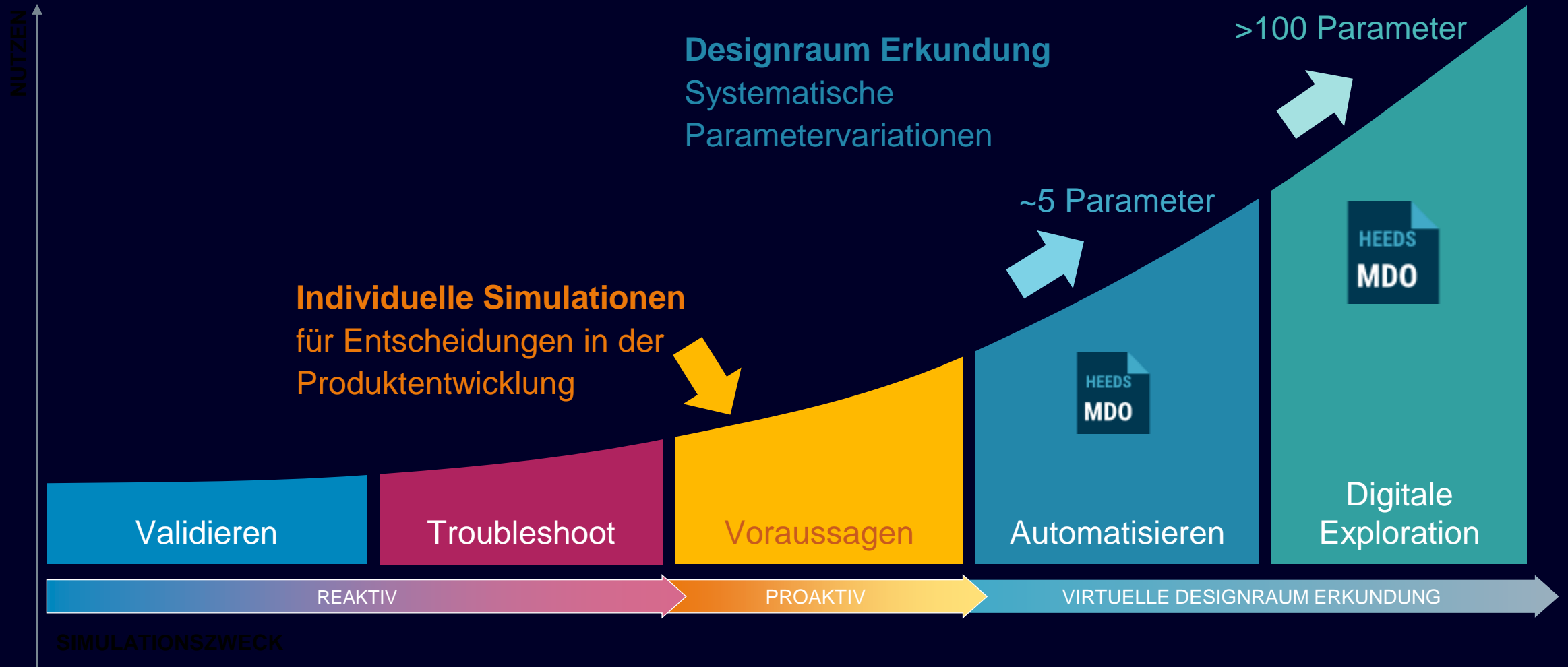
Beispiel: Entwurf einer Fahrradgabel

- Minimales Gewicht + minimaler Luftwiderstand
- Und viele andere Bedingungen einhalten!



Art der Simulation

Warum simulieren?



Simcenter HEEDS

- Digitale Produktentwicklung
- Simcenter HEEDS im Rahmen der Digitalen Transformation
- Beispiel 1) FEM-Optimierung eines Fahrradrahmens
- Beispiel 2) CFD-Optimierung einer Rohleitung mit Wärmeabfuhr

Simcenter HEEDS

In a nutshell: Was ist Simcenter Heeds?

HEEDS ist ein leeres Blatt...

... wo man komplexe
Simulationsworkflows aufsetzen
kann...
...die HEEDS voll-automatisiert
ausführt.

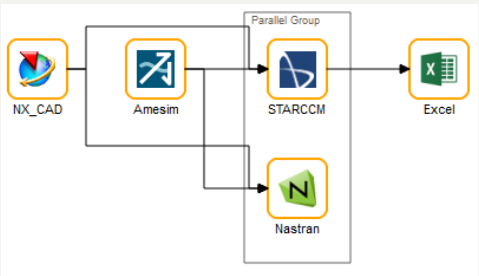
HEEDS ist ein *intelligentes*, leeres Blatt...

... weil HEEDS nicht nur Prozesse
automatisiert...
... sondern auch solche
Workflows hinsichtlich beliebiger
Zielgrößen optimieren kann!

Die vier HEEDS Kerntechnologien

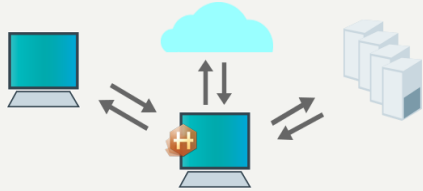
Prozesse automatisieren

Verbindung verschiedenster Simulationswerkzeuge



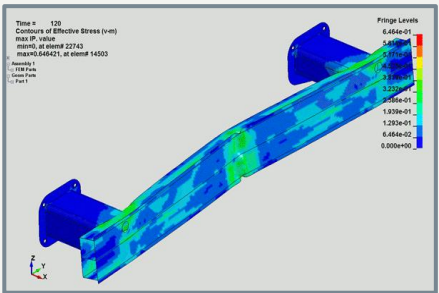
Simulationen durchführen

Automatische Ausführung lokal und remote



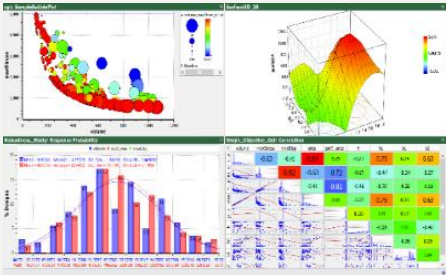
Effiziente Suchalgorithmen

Bessere Entwürfe schneller finden



Interaktive Auswertung

Zusammenhänge verstehen für mehr Innovation



Anforderungen und Ziele

Integrierbar in bestehende Prozesse



Einfach anwendbar in der Breite



Innovationen entwickeln



Komplexität meistern



Kosten sparen

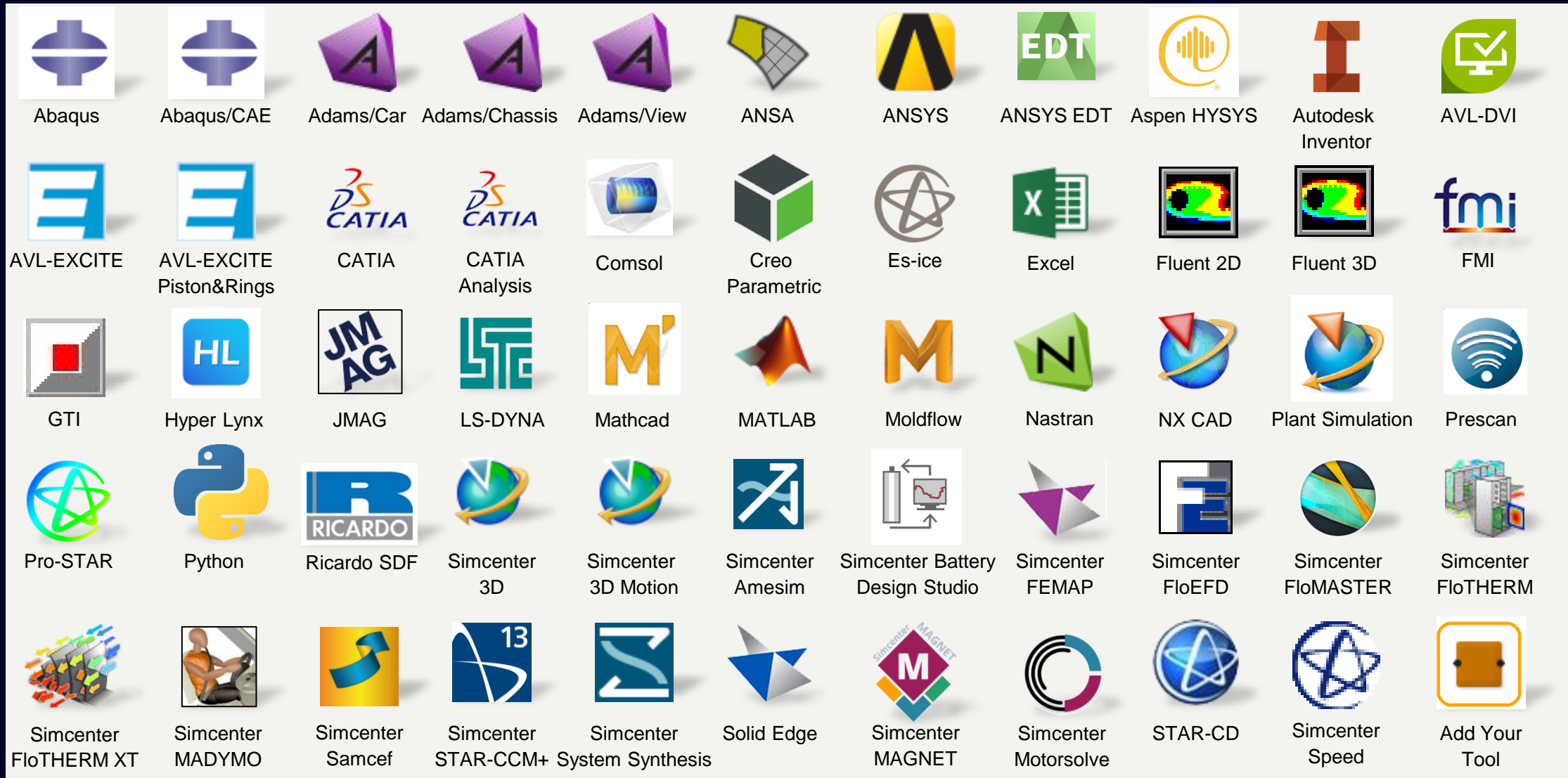


Marktführende Technologie



Simcenter HEEDS: Portale

Direkte Schnittstellen zu verschiedenen Software



Simcenter HEEDS

Das SHERPA Algorithmus

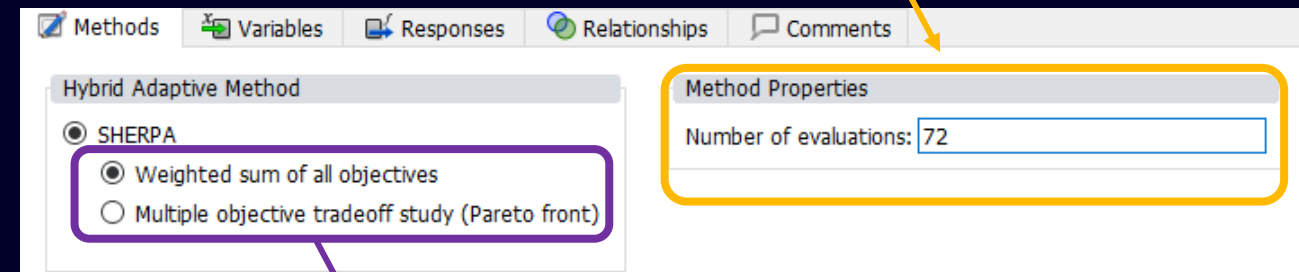
SHERPA Search Framework

- Hybrid
 - Blend of search strategies used simultaneously
 - Global and local search performed together
 - Leverages the best of all methods
- Adaptive
 - Tunes itself to the design space
 - Efficient with simple and complex spaces
 - Very cost effective for complex problems

No more need for:

- | | |
|---|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> Variable screening | <input checked="" type="checkbox"/> Model simplification |
| <input checked="" type="checkbox"/> Space sampling (DOE) | <input checked="" type="checkbox"/> Search strategy selection |
| <input checked="" type="checkbox"/> Surface fitting (RSM) | <input checked="" type="checkbox"/> Algorithm tuning |

Das ist der entscheidende Parameter: mit den gegebenen Ressourcen findet HEEDS die beste Lösung – danke SHERPA!



Die Art der Optimierung hängt von dem Problem ab

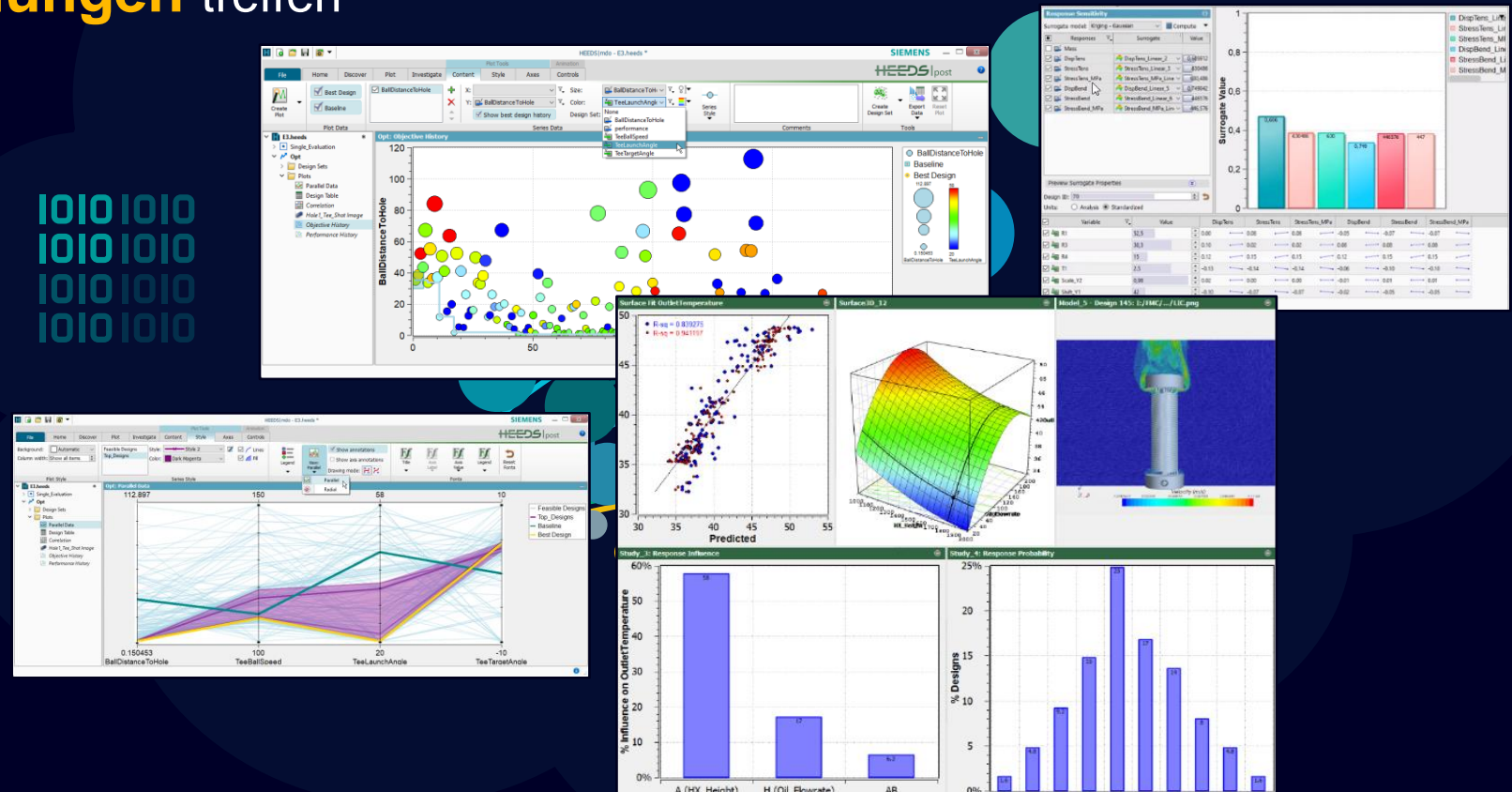
Simcenter HEEDS

Designentdeckung als Teil der Digitalen Transformation

Aus Daten **Wissen generieren**
Fundierte Entscheidungen treffen

10101010
10101010
10101010
10101010

10101010
10101010
10101010
10101010



Simcenter HEEDS

- Digitale Produktentwicklung
- Simcenter HEEDS im Rahmen der Digitalen Transformation
- Beispiel 1) CFD-Optimierung einer Rohleitung mit Wärmeabfuhr
- Beispiel 2) FEM-Optimierung eines Fahrradrahmens

Rohrleitung mit Wärmeabfuhr

Beispielfall

Aufgabe

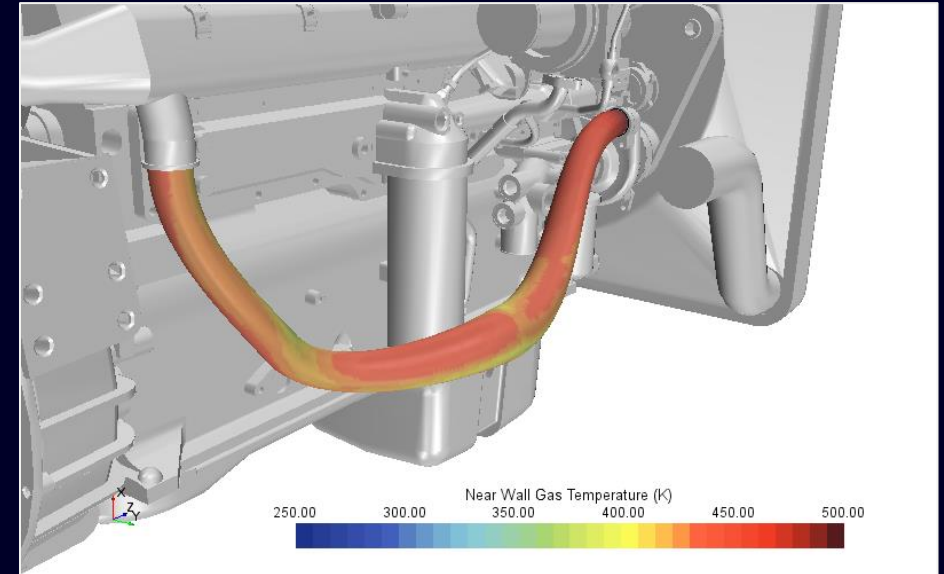
- Reduktion des Druckabfalls
- Verbesserung der Wärmeabfuhr

Anforderungen

- Auslasstemperature < 465 Kelvin
- Druckabfall < 5 Pascal
- Gewicht < 0.16 kg

Simulationswerkzeuge

- Simcenter 3D CAD, Pre-/Post, Simulation
- Microsoft Excel Visualisierung



Rohrleitung mit Wärmeabfuhr

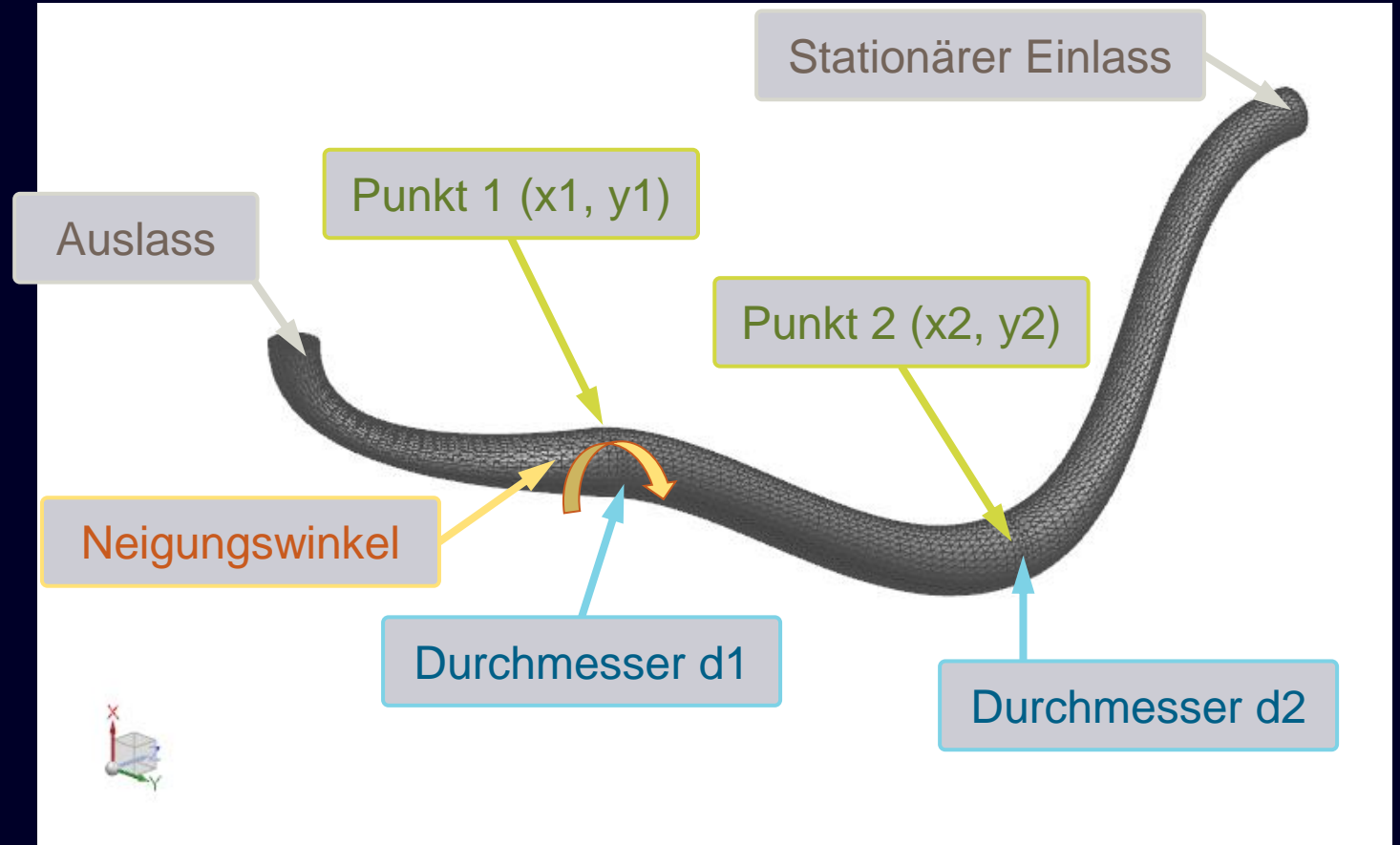
Beispielfall

Physikalische Randbedingungen

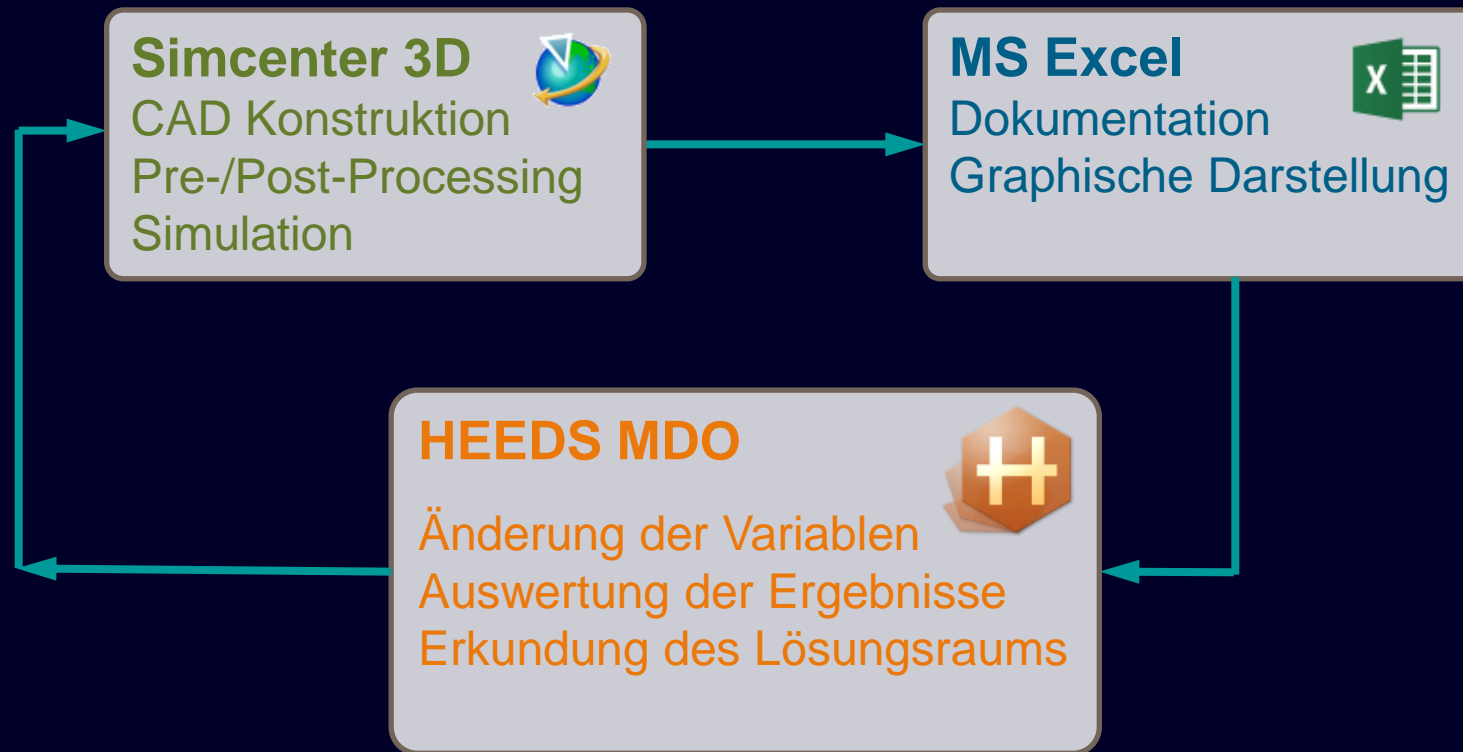
- Fixierter Einlass & Auslass
- Stationärer Massenstrom

Konstruktionsvariablen

- Pfad der Rohrleitung
- Durchmesser
- Neigungswinkel



Beschreibung & Aufbau des Simulationsprozesses



Änderung der CAD-Geometrie

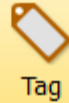
Kopplung von HEEDS und Simcenter 3D

Eine direkte Schnittstelle (Portal) zwischen Simcenter 3D und HEEDS ermöglicht einen sehr einfachen Austausch von Parametern

CAD Geometrie



HEEDS



Expressions

Visibility

Displaying 8 of 50 expressions

Show: User Defined Expres

Expression Groups: Show All

☒ Show Locked Formula Expressions

☐ Enable Advanced Filtering

Actions

New Expression

Create/Edit Interpart Expression

Create Multiple Interpart Expressions

Edit Multiple Interpart Expressions

Replace Expressions

Open Referenced Parts

Update for External Change

Import/Export

#	Name	Formula	Value	Units
1	Default Group			
2				
3	Angle	15	15	°
4	d1	22	22	mm
5	d2	22	22	mm
6	wall_area	p220	26007.30771	mm²
7	x1	180	180	mm
8	x2	-180	-180	mm
9	y1	180	180	mm
10	y2	160	160	mm

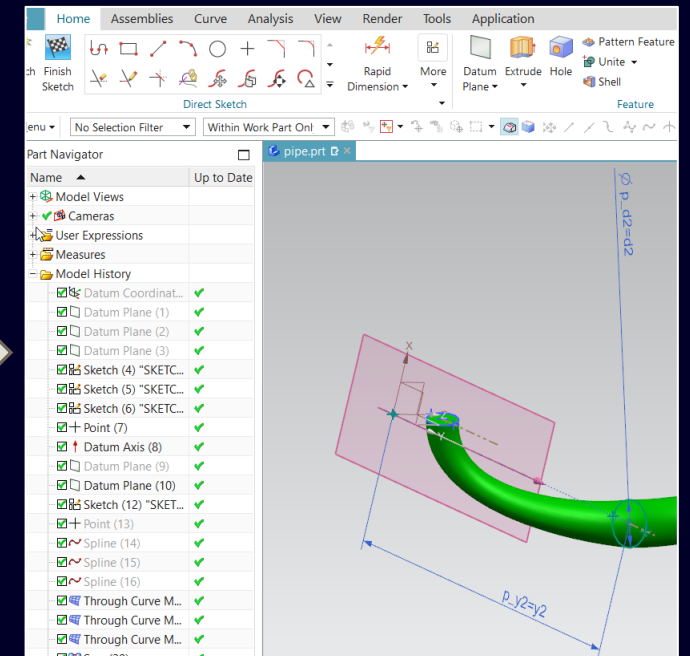
File: D:/Work/SC3D/Ppeflow/Project_180303/pipe_sim1.sim

Input Type: CAD_Expressions, CAE_Expressions, FEM_Expressions

Part: pipe

Expression: y2, y1, x2, x1, wall_area, p_z4, p_y2, p_y1, p_y0, p_x4, p_x1

Value: y2, y1, x2, x1, p220, 26.788, y2, y1, 138.252, 111.749, x1



Durchführung der Berechnung

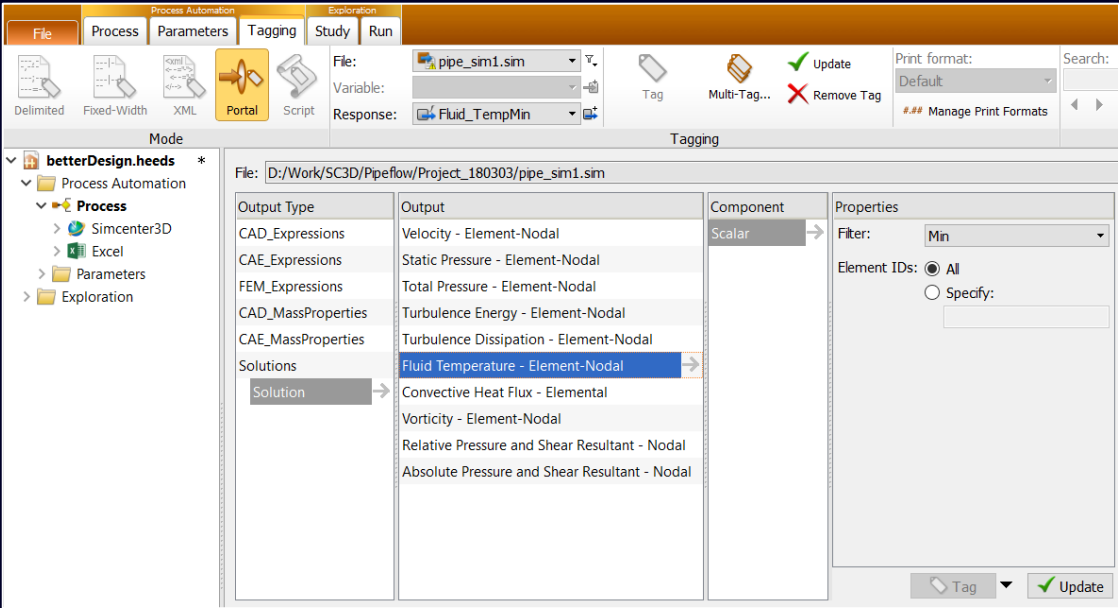
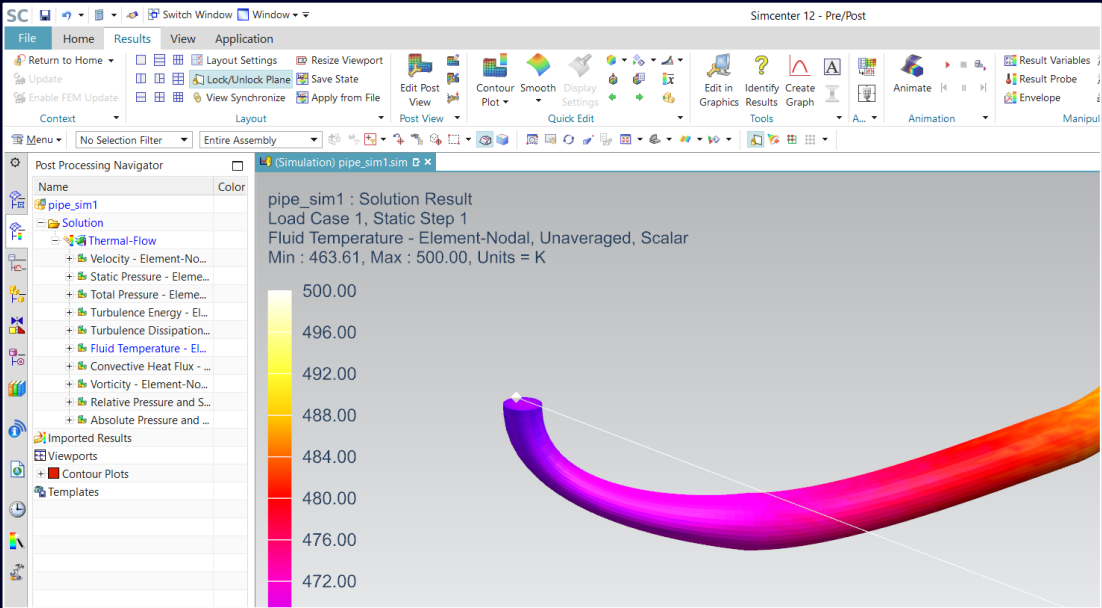
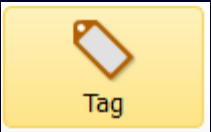
Kopplung von HEEDS und Simcenter 3D

Auslesen von Berechnungsdaten über die direkte Schnittstelle zwischen HEEDS und Simcenter 3D

Simcenter 3D



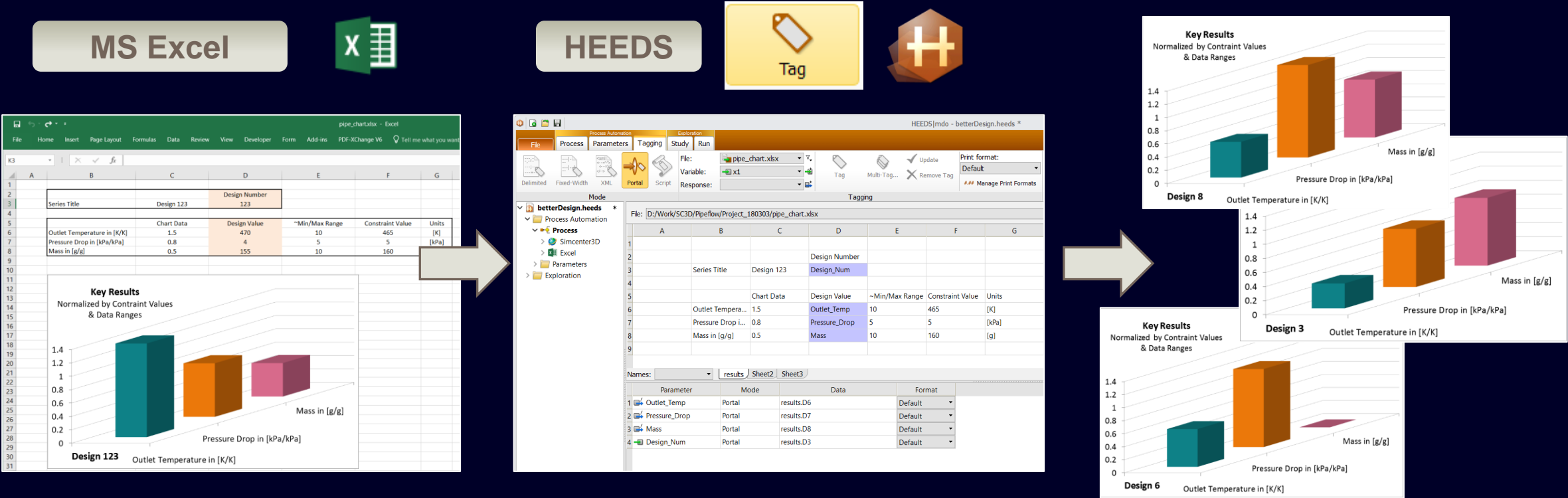
HEEDS



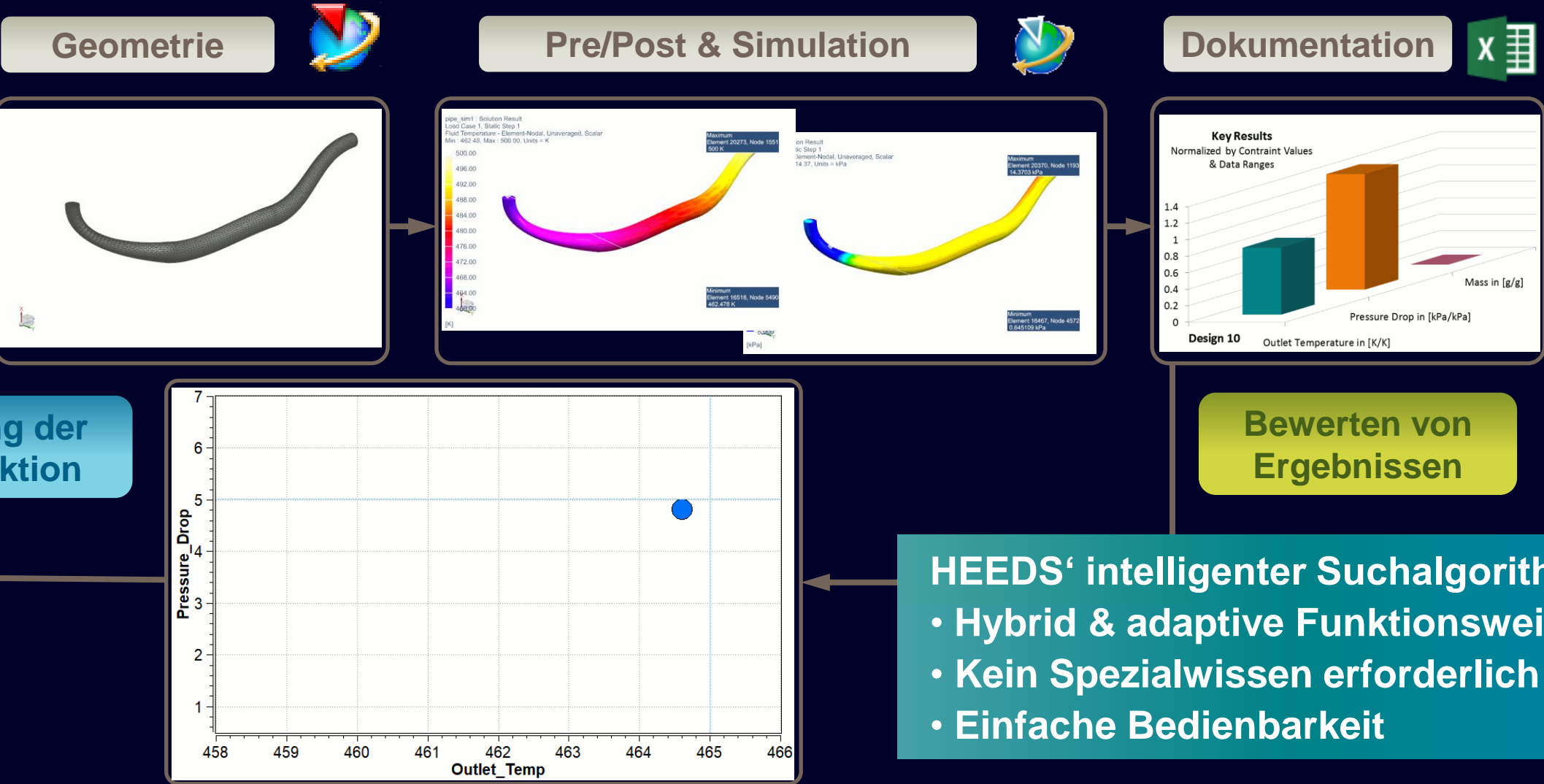
Dokumentation & Visualisierung

Kopplung von HEEDS und Microsoft Excel

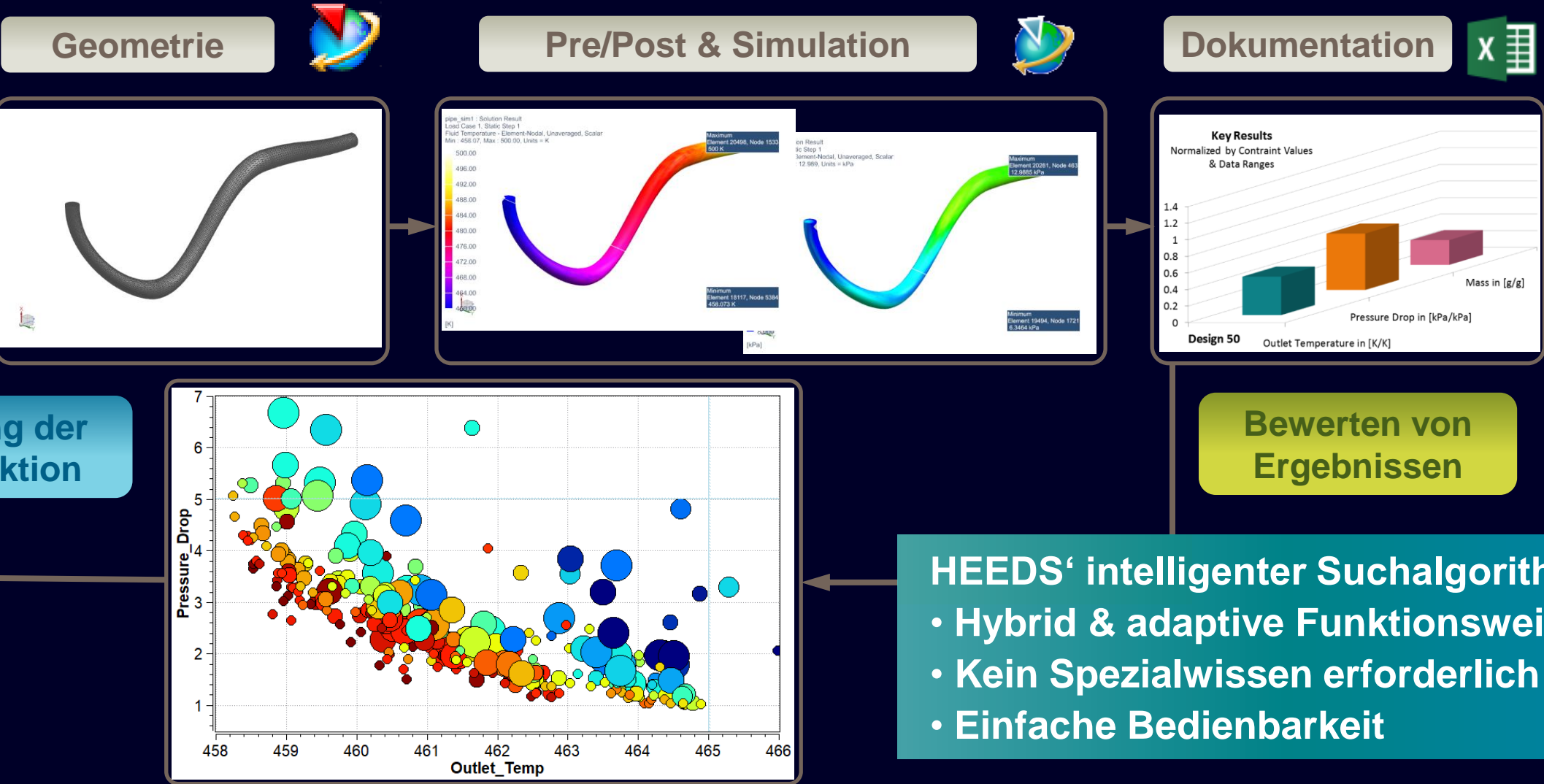
Die direkte Schnittstelle (Portal) zwischen HEEDS und Microsoft Excel ermöglicht einen vielseitigen Einsatz in Bezug auf Simulationsabläufe



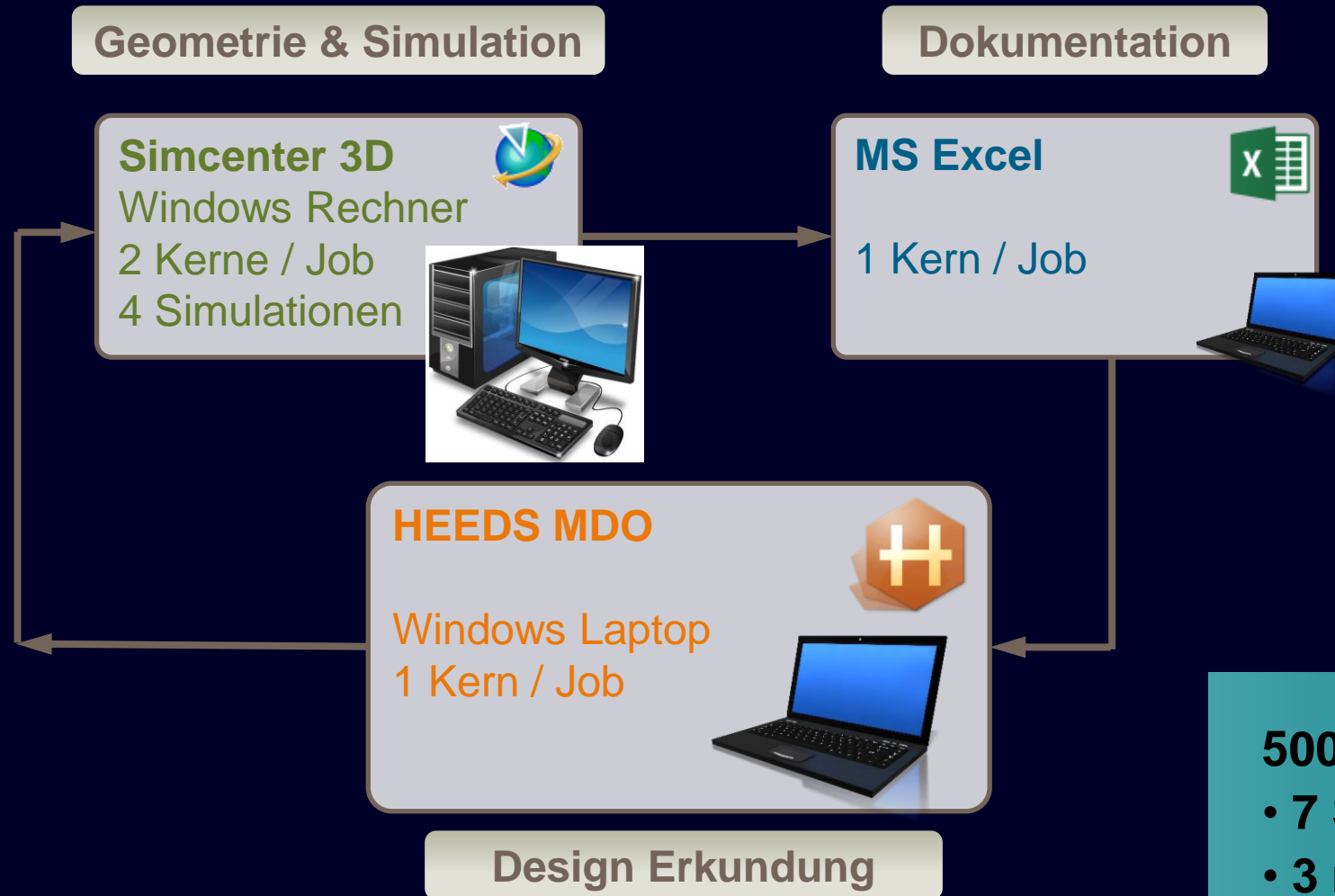
Effiziente Erkundung des gesamten Lösungsraums



Effiziente Erkundung des gesamten Lösungsraums



Durchführung der Design-Erkundung



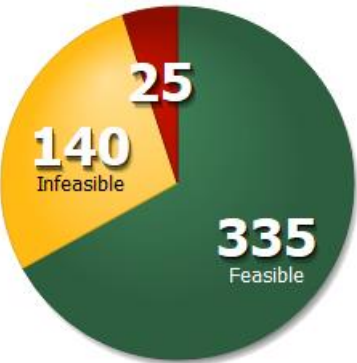
500 Designvarianten erkundet

- 7 Stunden Gesamtzeit
- 3 min / Design (4x parallel)

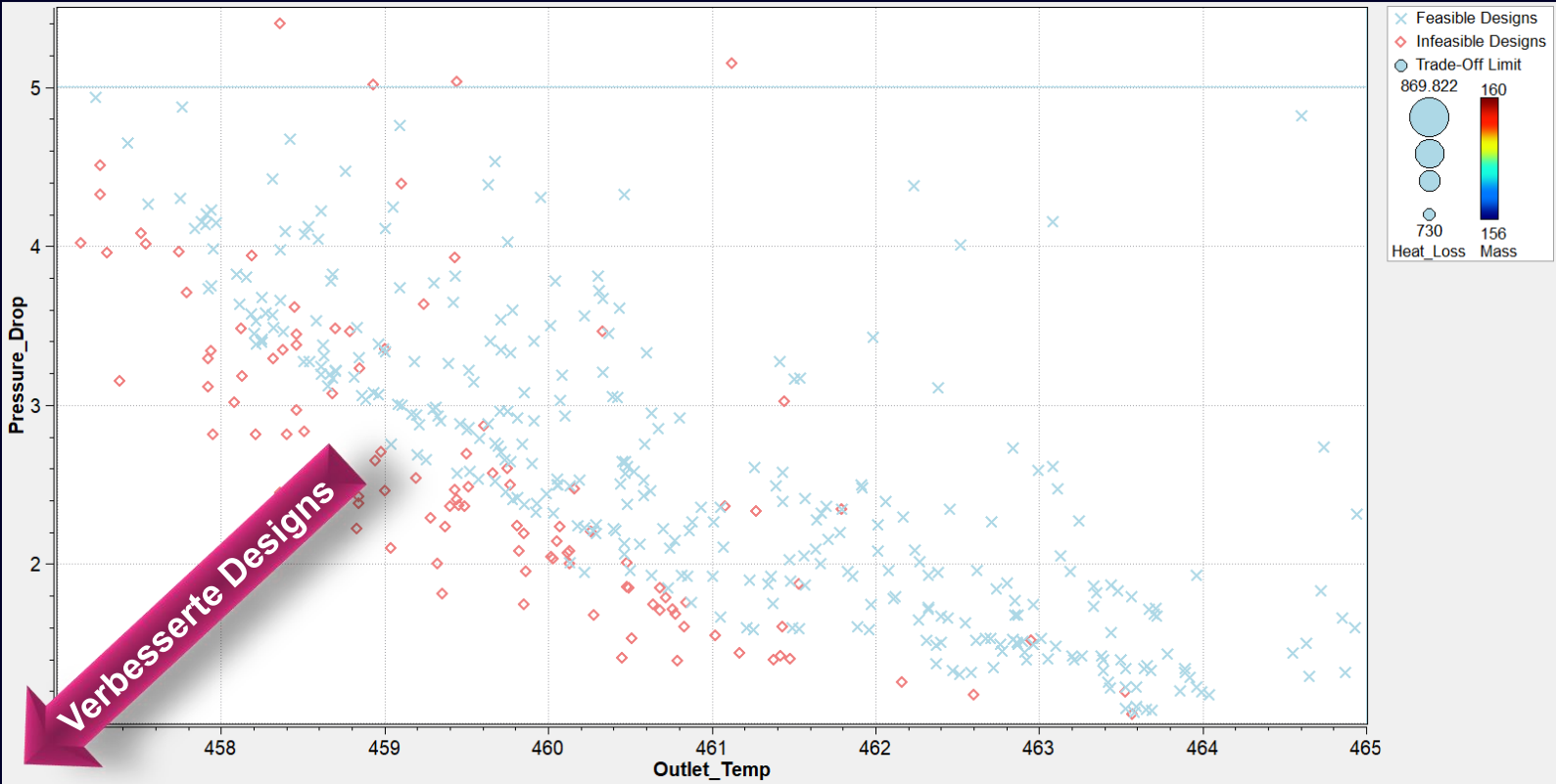
Pareto Wechselwirkung

Datenauswertung

HEEDS findet Kompromisslösungen für konkurrierende Zielgrößen



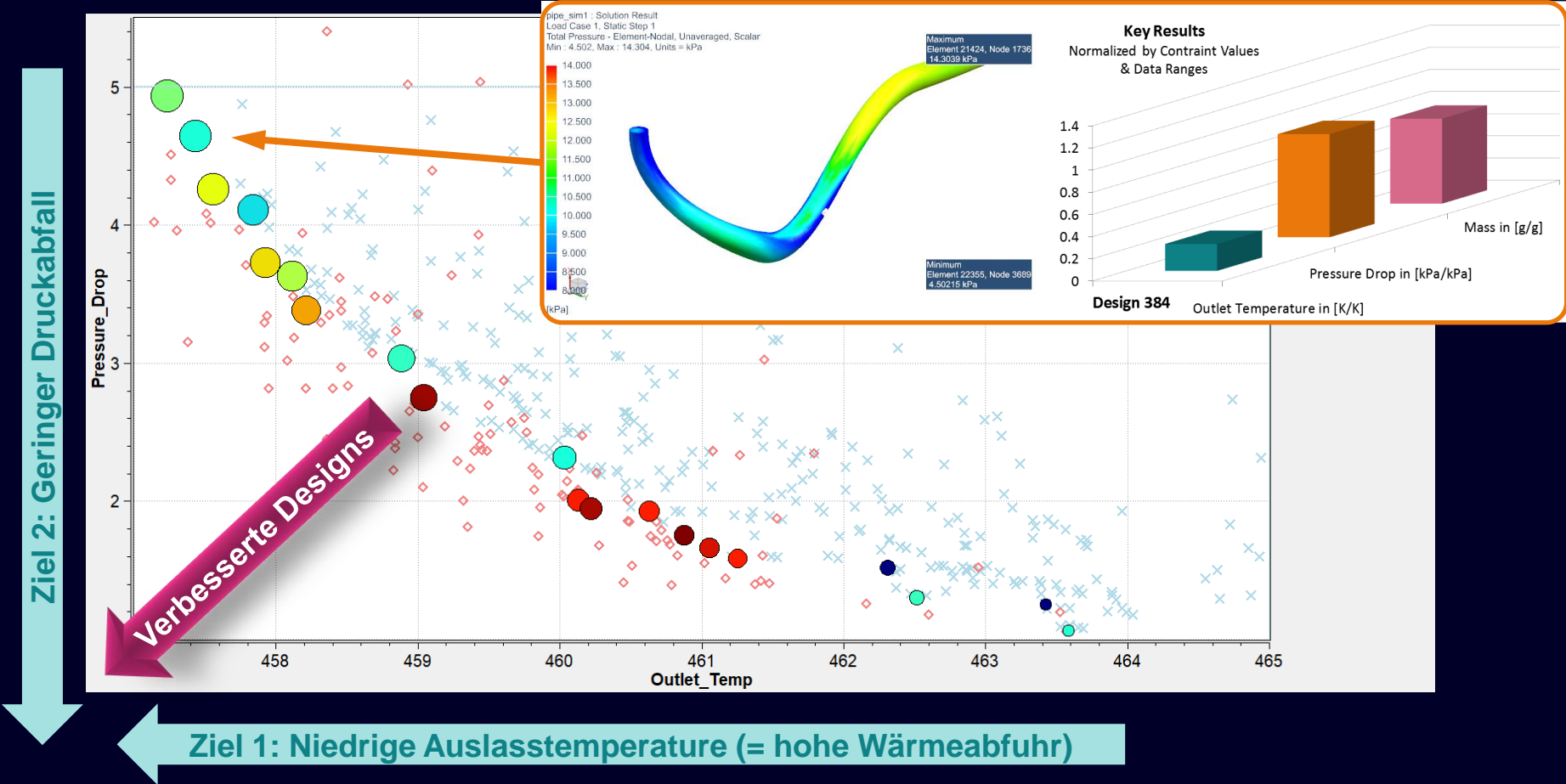
Ziel 2: Geringer Druckabfall



Ziel 1: Niedrige Auslasstemperatur (= hohe Wärmeabfuhr)

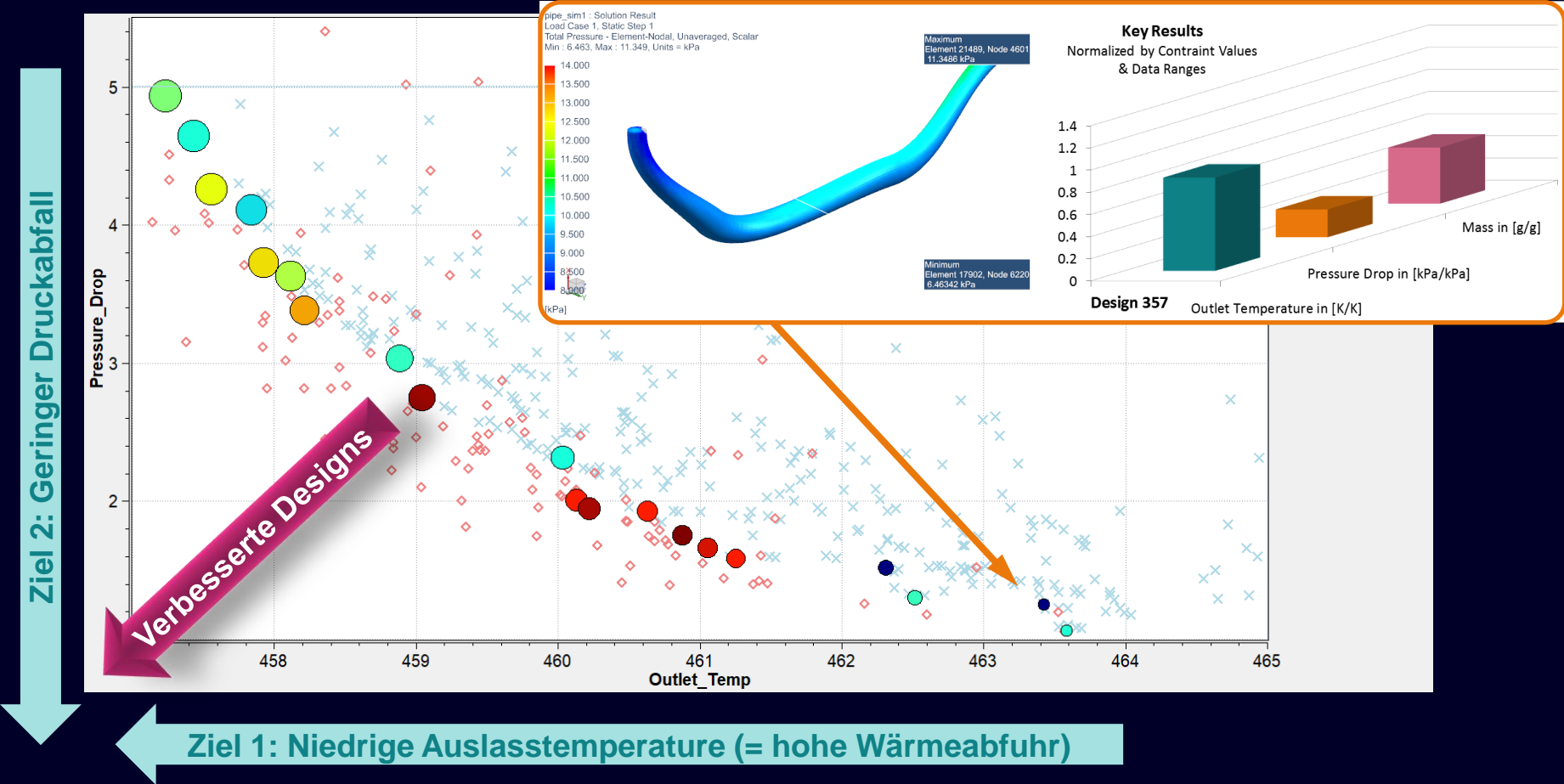
Pareto Wechselwirkung Datenauswertung

Design 384 – Niedrige Auslasstemperatur, aber hoher Druckabfall



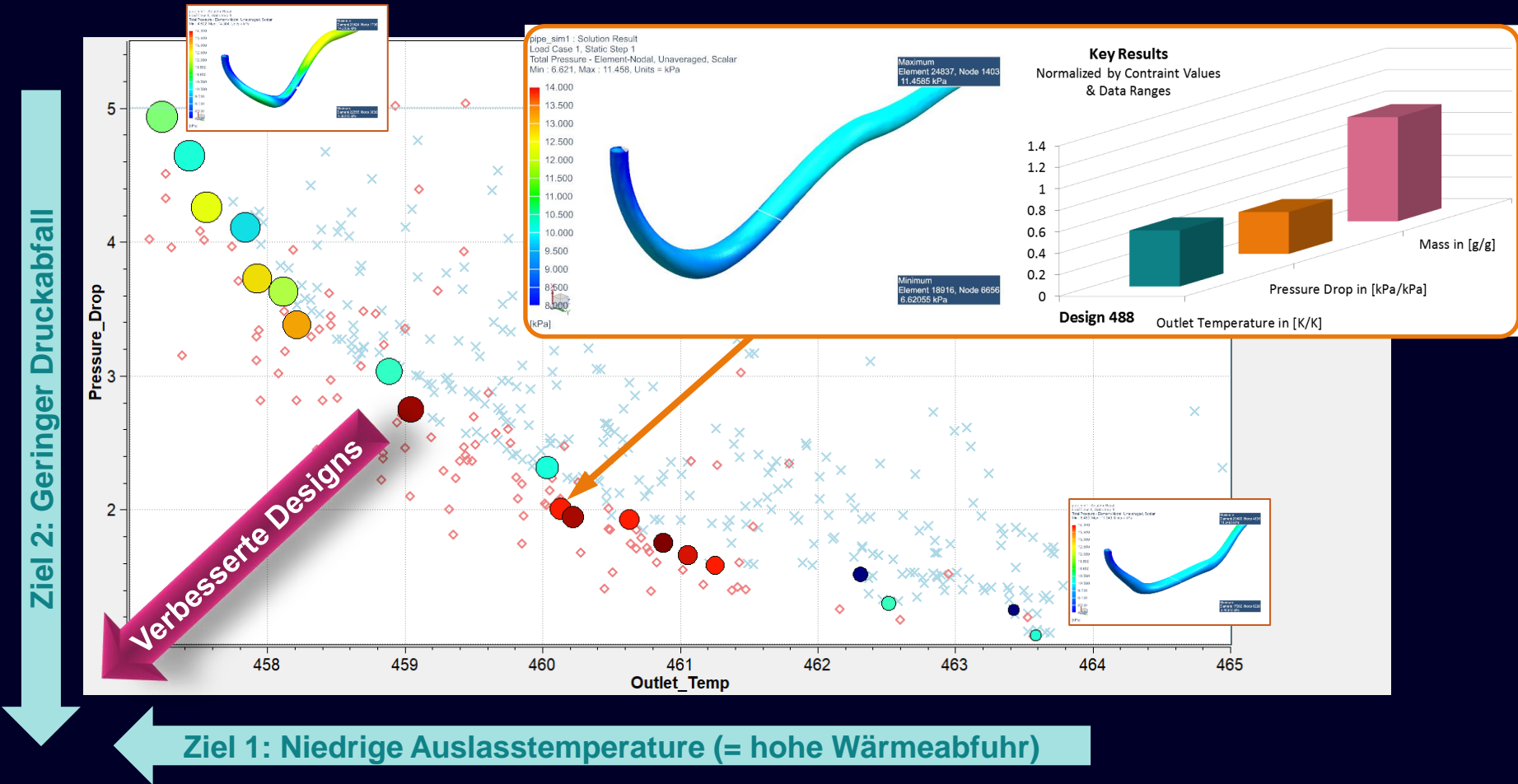
Pareto Wechselwirkung Datenauswertung

Design 357 – Hohe Auslasstemperatur, aber geringer Druckabfall



Pareto Wechselwirkung Datenauswertung

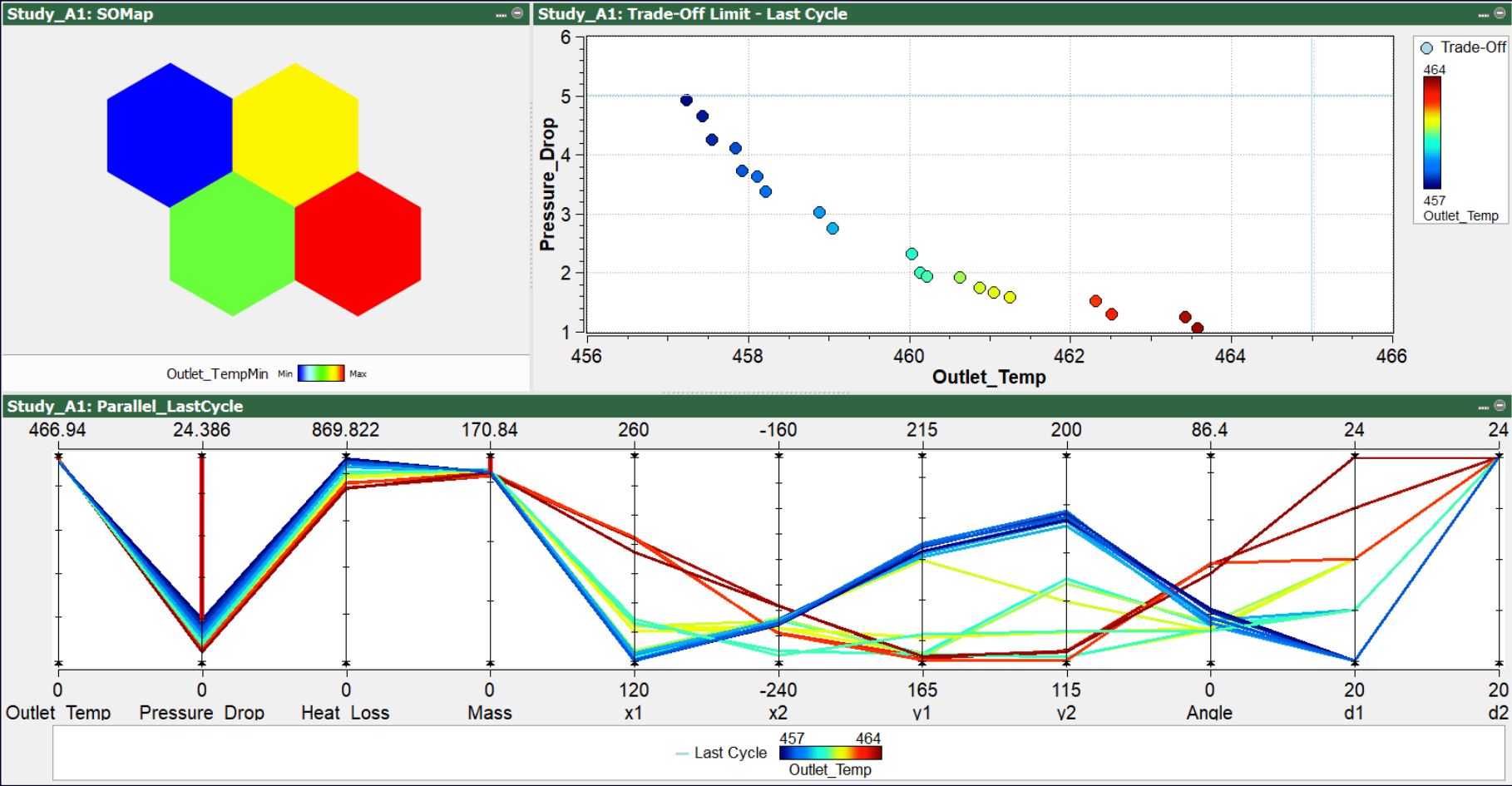
Design 488 – Niedrige Auslasstemperatur trotz relativ geringem Druckabfall



Parameter Trends & Gruppierungen

Datenauswertung

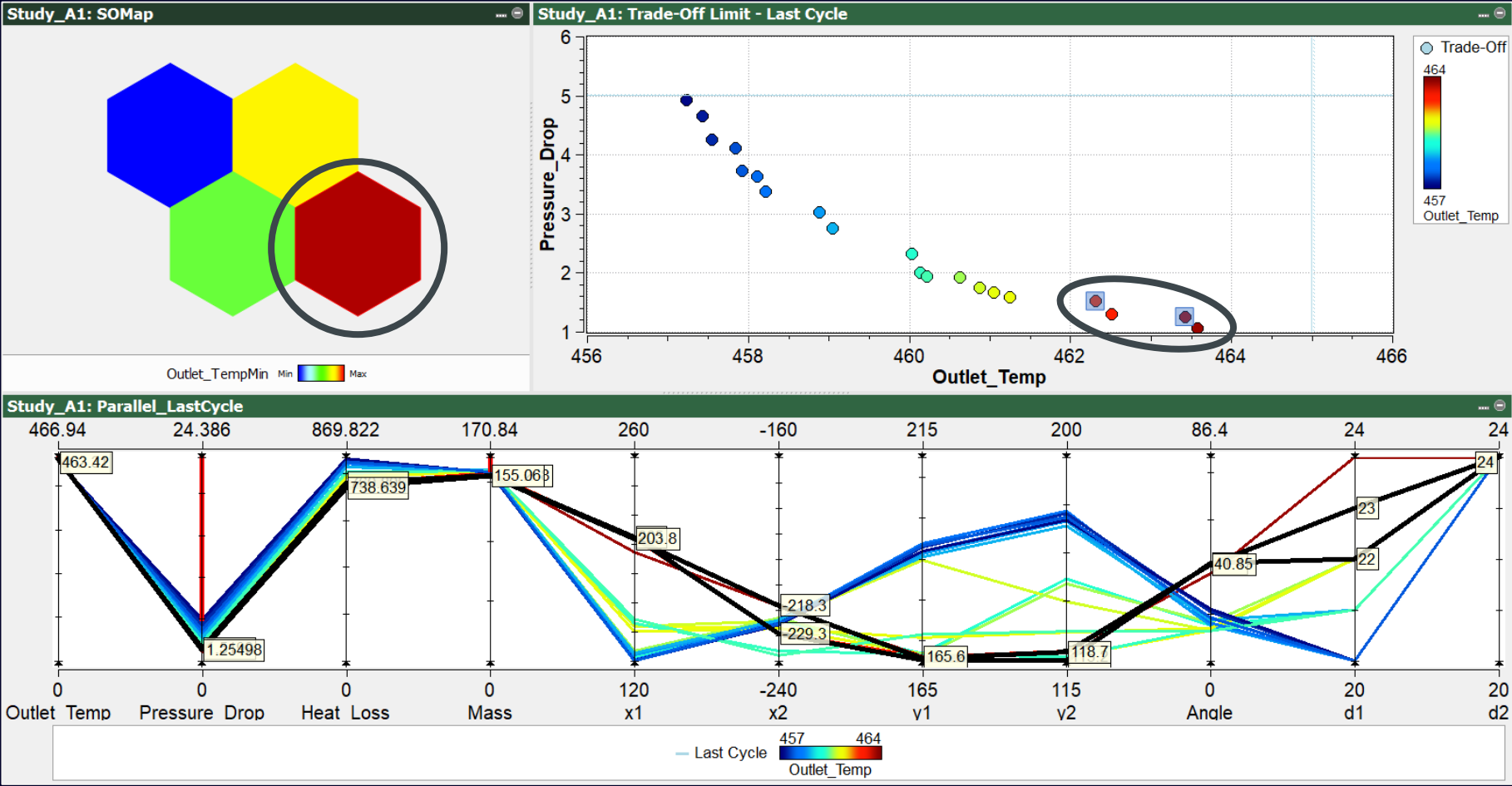
Graphische Aufbereitung von Parametersätzen



Parameter Trends & Gruppierungen

Datenauswertung

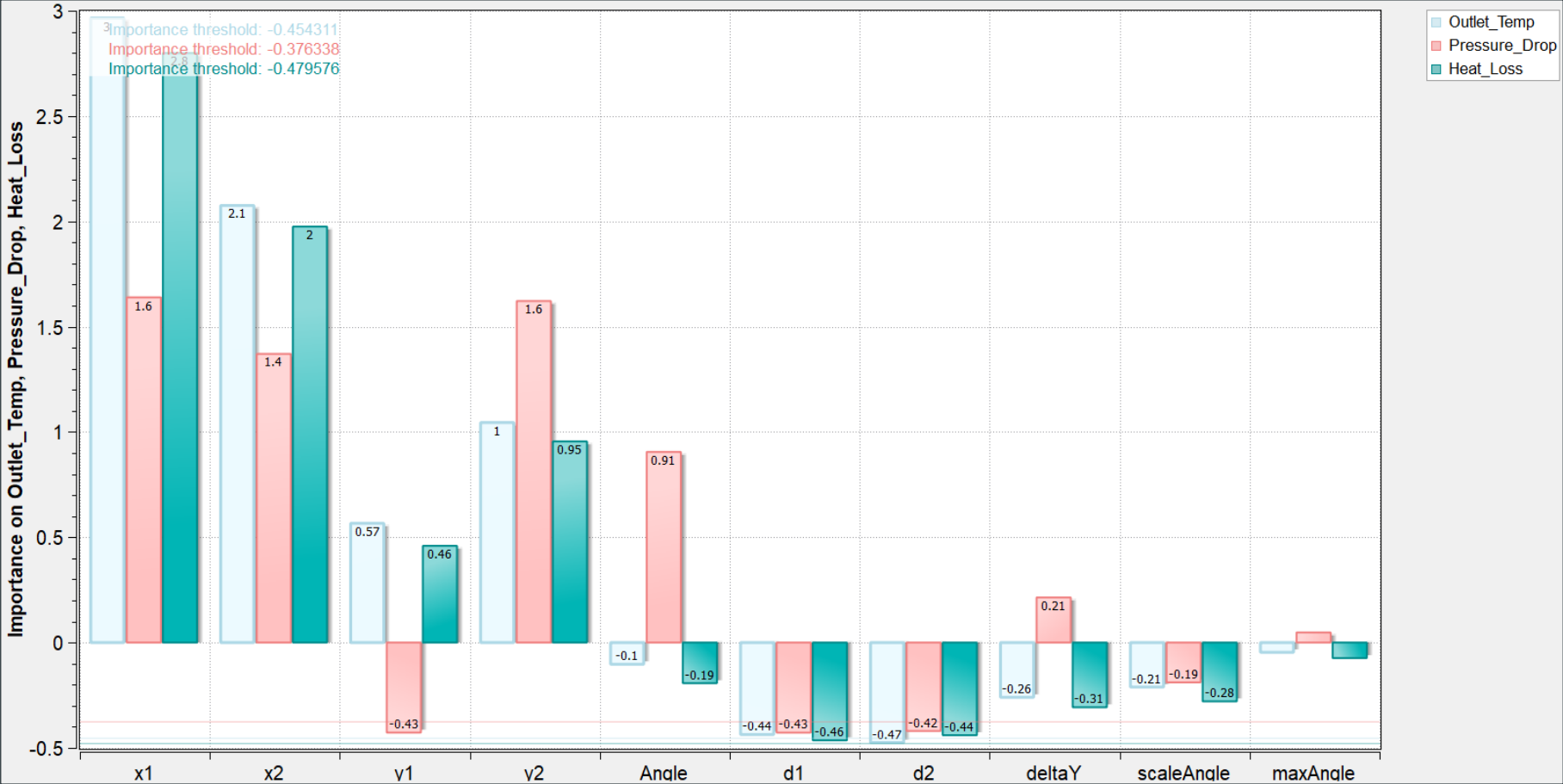
Gruppierungen von ähnlichen Designs



Auflistung der wichtigsten Einflussgrößen

Datenauswertung

In einem Balkendiagramm werden die wichtigsten Einflussgrößen dargestellt

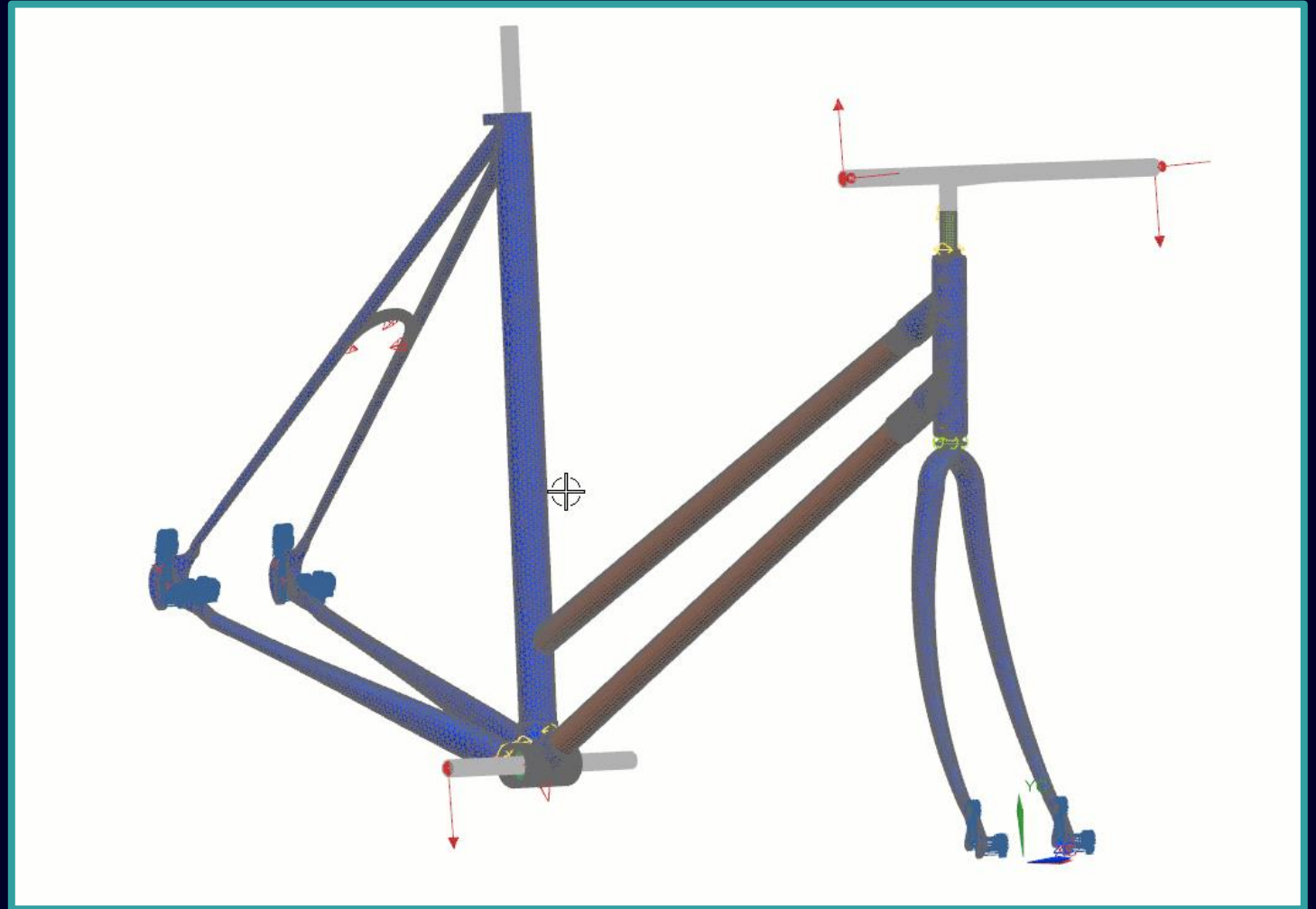


Simcenter HEEDS

- Digitale Produktentwicklung
- Simcenter HEEDS im Rahmen der Digitalen Transformation
- Beispiel 1) CFD-Optimierung einer Rohleitung mit Wärmeabfuhr
- Beispiel 2) FEM-Optimierung eines Fahrradrahmens

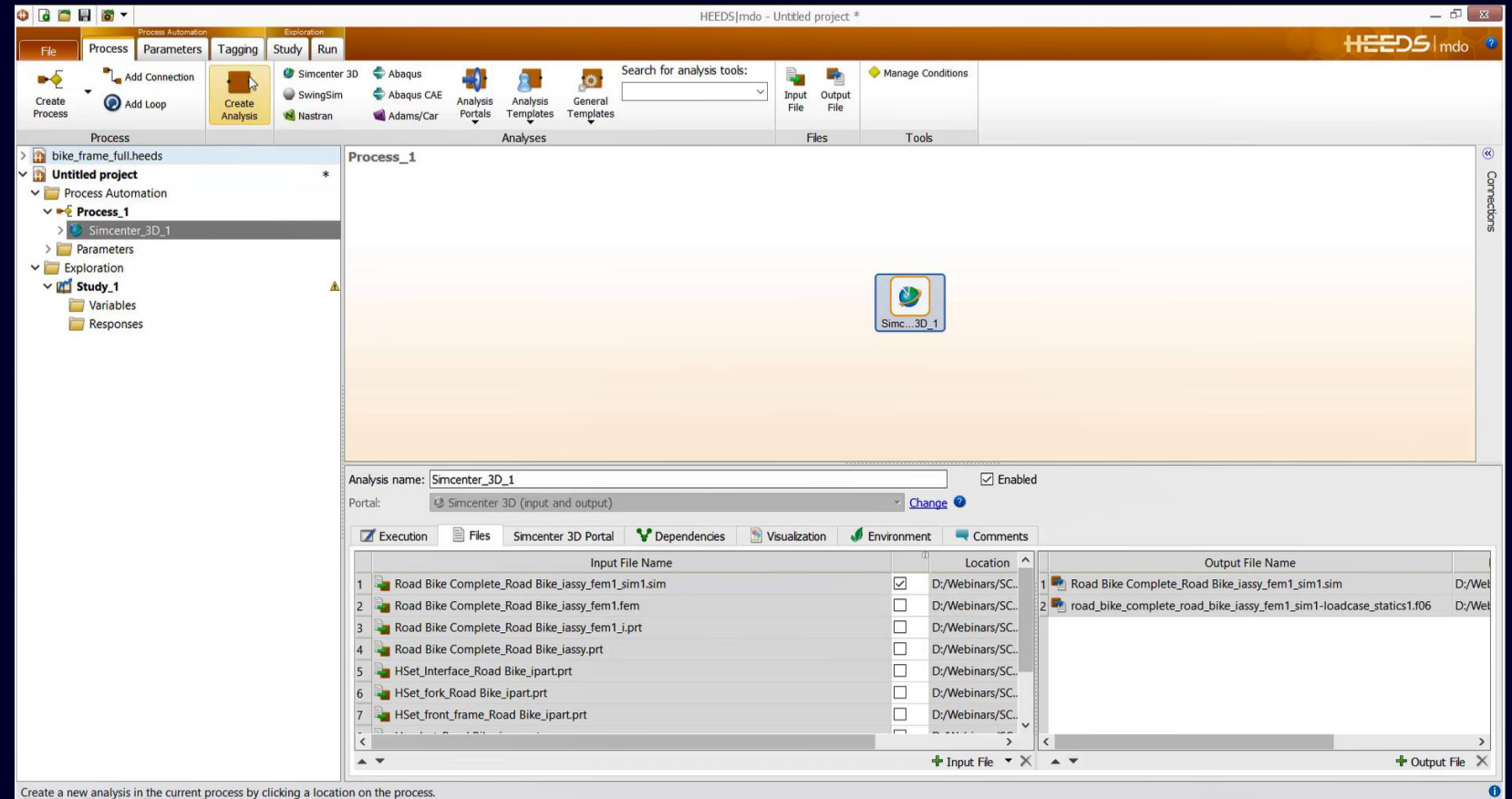
FEM Analyse mit Simcenter 3D

- **Hypothese:** lineare-statische Berechnung
- Statische Lasten: auf Lenker & rechtes Pedal

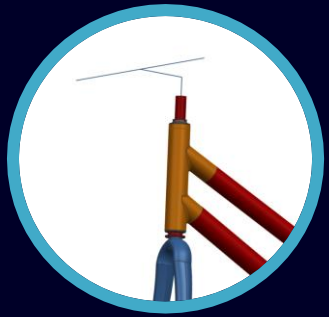


Simcenter HEEDS Workflow

Das HEEDS Workflow besteht aus einem einzigen Portal, i.e. Simcenter 3D



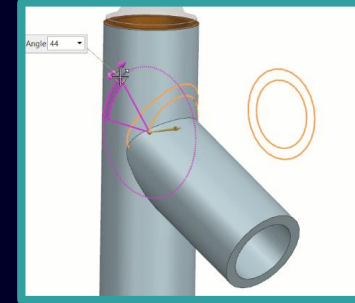
Simcenter 3D Parameter



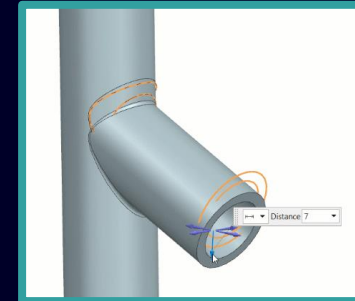
**Idealisierte
Geometrie**



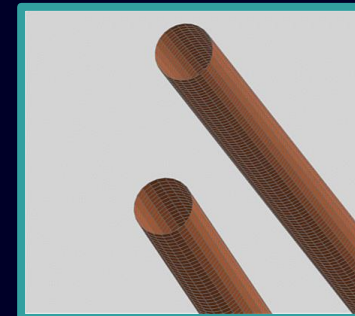
Offset Winkel



**Offset Rohr
(senkrecht)**



**Dicke der Röhre
(2D Mesh)**



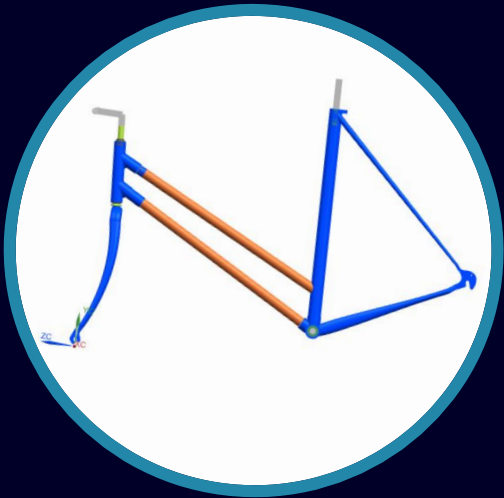
Bike Frame Design

Baseline-Design bzw. Ausgangssituation

Angle Offset = 45°

Vertical Offset = 1 mm

2D Mesh Thickness (Tubes) = 3 mm



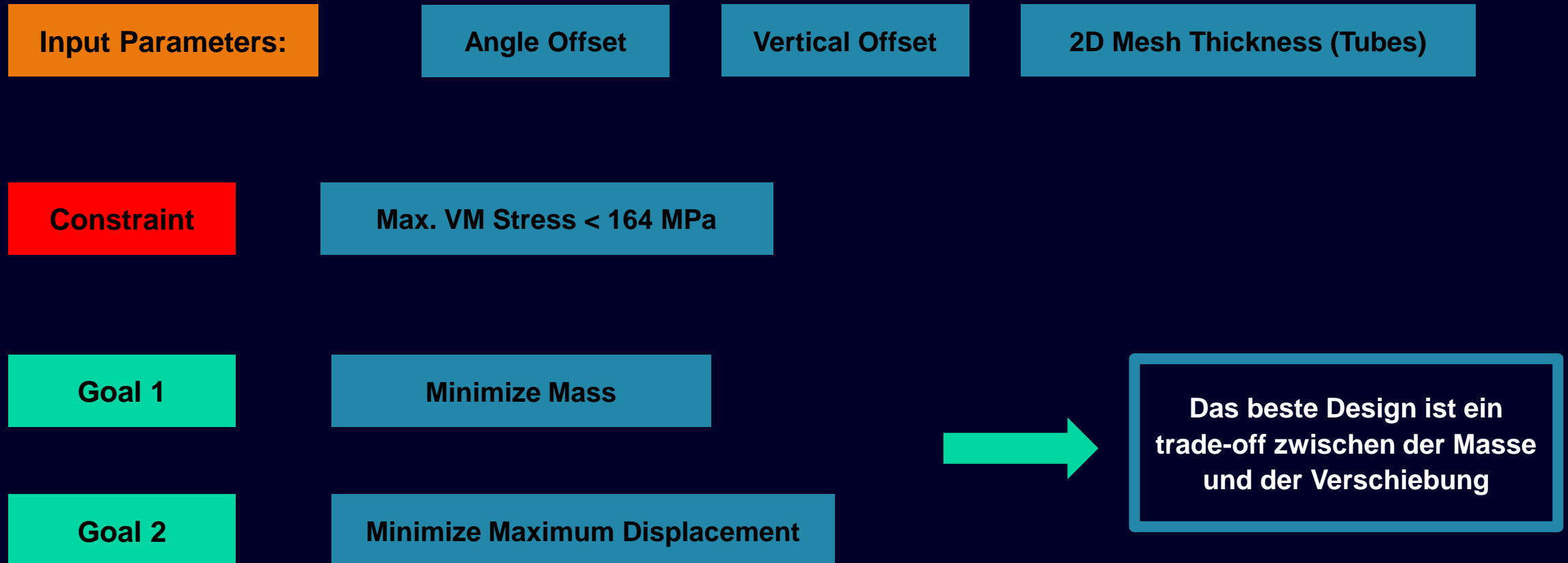
Mass = 2.63 Kg

Max. Displacement = 3.9 mm

Max. VM Stress = 139 MPa

Bike Frame Design

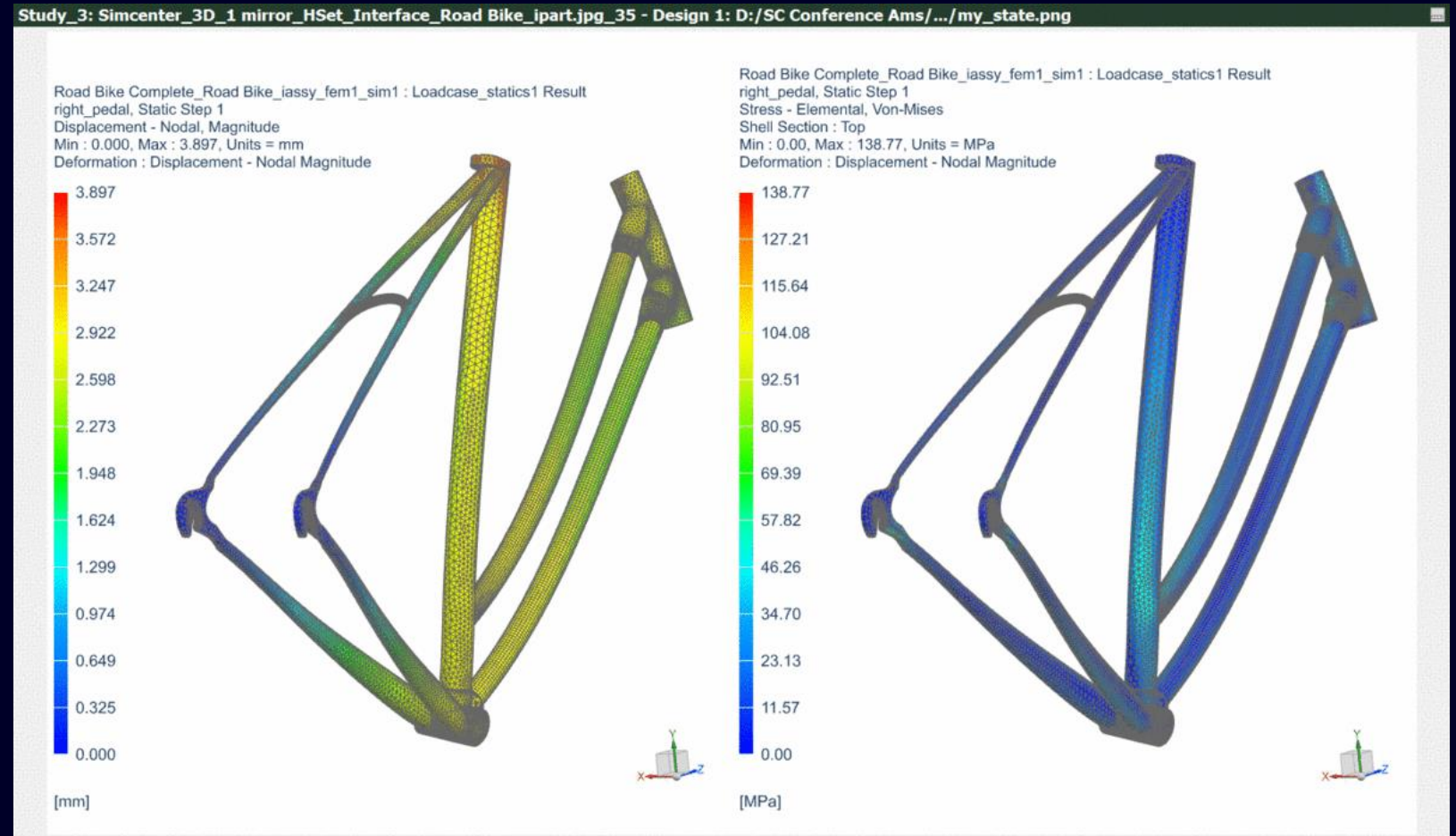
Multi-Variable Optimization



Design Space Exploration

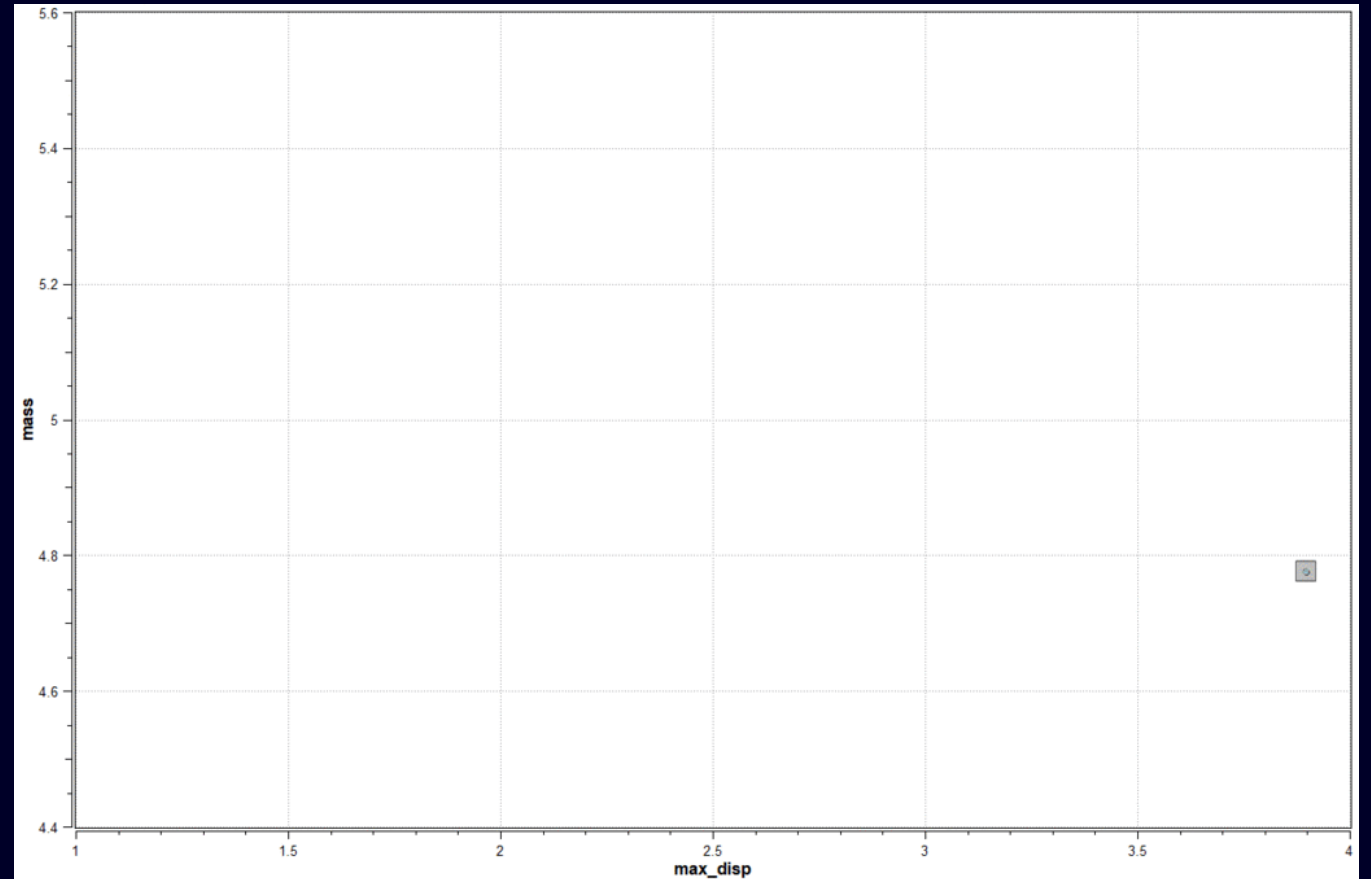
Multi-Variable Optimierung

**130 Design wurden voll-
automatisiert mit Simcenter
3D untersucht**



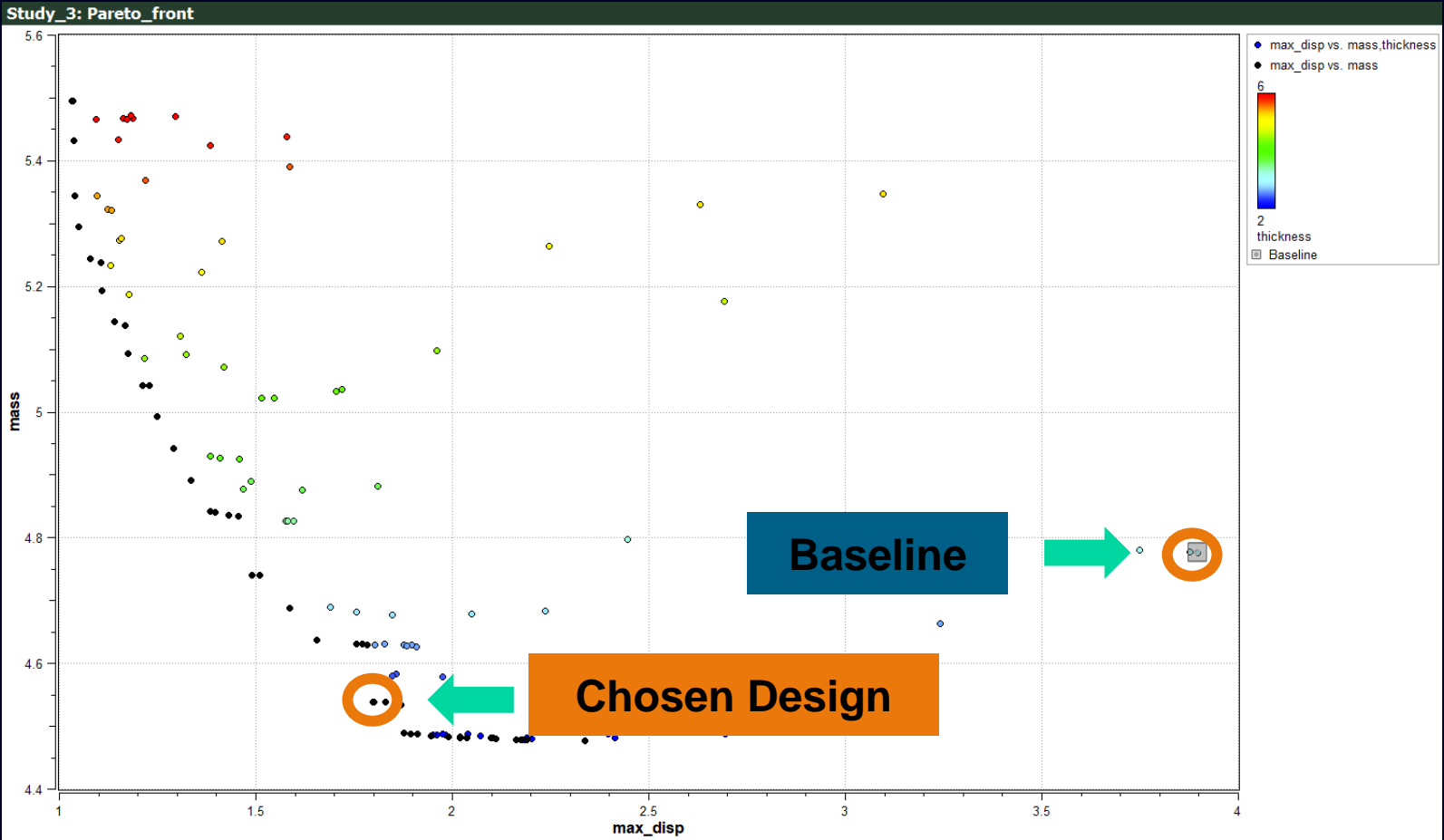
Design Space Exploration

Multi-Variable Optimierung



Design Space Exploration

Multi-Variable Optimierung



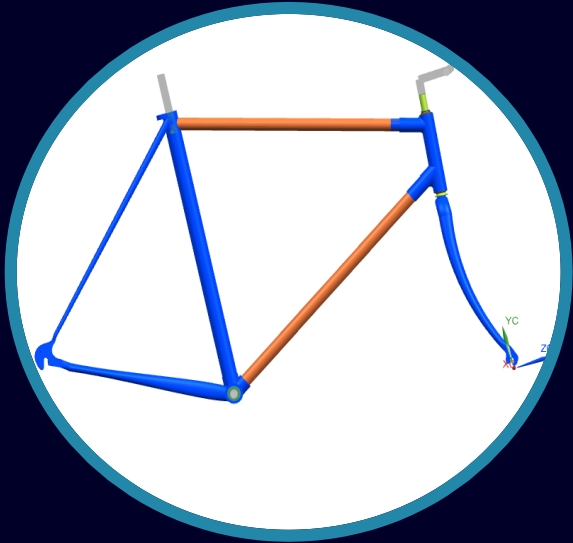
Bike Frame Design

Bestes Design

Angle Offset = 1.0°

Vertical Offset = -12.0 mm

2D Mesh Thickness (Tubes) = 2.20 mm



Mass = - 9.1%

Max. Displacement = - 54%

Max. VM Stress < 164 MPa

Simcenter HEEDS

- Digitale Produktentwicklung
- Simcenter HEEDS im Rahmen der Digitalen Transformation
- Beispiel 1) CFD-Optimierung einer Rohleitung mit Wärmeabfuhr
- Beispiel 2) FEM-Optimierung eines Fahrradrahmens
- Zusammenfassung

Simcenter HEEDS

Digitale Transformation betrifft jedes Unternehmen, Forschung und Lehre

- Komplexität wird durch neue Technologien gelöst
- Innovation als Wettbewerbsvorteil
- Digitale Zwillinge für Produktentwicklung, Fertigung und Betrieb

HEEDS – Discover Better Designs, *Faster!*

- Simulations-Prozesse automatisieren und durchführen
- Effiziente Erkundung von komplexen & multi-disziplinärer Problemstellungen
- Interaktive und „smarte“ Datenauswertung

SHERPA Algorithmus von HEEDS

- Adaptiver & hybrider Lösungsansatz
- Für Anwender ohne Expertenwissen in numerischer Optimierung

| Contact

[Dr.-Ing. Claudio Santarelli](#)

Academic Business Developer
Siemens Digital Industries Software

