



UNIVERSITÄT
BAYREUTH

26. Bayreuther 3D-Konstrukteurstag

am 17. September 2025

K-TAG



Herausgeber:

Prof. Dr.-Ing. Stephan Tremmel

Dr.-Ing. Bettina Alber-Laukant

Dr.-Ing. Tobias Rosnitschek

LEHRSTUHL FÜR KONSTRUKTIONSLEHRE UND CAD

TAGUNGSBAND: 26. BAYREUTHER 3D-KONSTRUKTEURSTAG



Inhalt:

C. Von Andrian-Werburg, K. Raab: *Neuigkeiten/Produktausblick PTC, Live-Präsentation u.a. Creo 12, Windchill & Erweiterungen.*

S. Nessler: *MBD & ISO-GPS in Creo – Neuerungen und Trends.*

A. Furs, H.-J. Schwender: *ECAD trifft MCAD – Wie digitale Integration die Zusammenarbeit vereinfacht.*

J. Mohr: *Standardisierung von Werkzeugdaten – Einsatzbereiche, Motivation und Stand der Normung.*

C. Angermann: *Datenbasierte Fertigungssimulation (DBFS).*

M. Probst, B. Lindner: *Die NECTO-Struktur: Ein neuer Ansatz für nachhaltiges ultraleichtes Design mit besonderen Herausforderungen für die Simulation.*

A. Kormann: *Bewertung der Bauteilnachhaltigkeit bereits während der Konstruktion – Geht das?*

D. Kunz: *Simulation in der Konstruktion – Effiziente Produktentwicklung mit SimSolid.*

S. Nessler: *Konstruktion mit Formelement-Bibliotheken in Creo.*

A. Vogel: *Konstruktion trifft Cloud – Engineering Prozesse intelligent erweitern.*

K. Raab: *Creo 12.0 Deep dive – Tipps & Tricks.*

M. Nachtigall: *High End Virtualisierung für CAD, CAE & CAM Arbeitsplätze mit NVIDIA Virtual GPU (vGPU).*

U. Simmler: *Elektrische Luft- und Kriechstreckenanalyse mit AutoCreat 3.0 (NEU mit PCB's).*

N. Zarei, F. Ernesti: *Simulation-Templates & Automatisierung: Der digitale Simulationsprozess in der Plattform.*

P. Grohmann, T. Budde: *Z88-Weiterentwicklungen: Parallelisierung und Assistenzsysteme aus Gate2HPC & ASSiST.*

M. Hoppert: *Combining Design, Manufacturing and Operation – the Application of Digital Twins and Machine Learning to Gearboxes.*

R. Fichtenau: *From CAD to Result: Nahtlose FEM-Schraubenberechnung für Entwicklungsprozesse in Rekordzeit.*

K. Will: *Implementierung der AD2000 Richtlinie in Ansys Workbench.*

M. Braun: *Von Werkhalle zu Workflows – Praxisstarke KI von Fertigung bis Büro.*

C. Thieme: *Zuverlässigkeit und robuste Optimierung.*

T. Hunger, T. Hofmann: *Anforderungen meistern: Strategien für ein effektives Management in dynamischen Umgebungen.*

B. Horn: *3D-Web – vielseitige neue Möglichkeiten zur Konfiguration und Visualisierung.*

A. Hoffmann, H.-W. Theobald: *Der Weg zum optimierten Robotergreifer – Die Potentiale der Additiven Fertigung durch prozessintegrierte Digitalwerkzeuge heben.*

U. Schulmeister: *Additiv denken – innovativ fertigen.*

C. Hermeling: *Design for Technology Readiness.*

S. Ritzer: *Entwicklung eines 3D-Druckers für die parallele Fertigung von Serienbauteilen.*

Auf dem Datenträger befinden sich begleitend zur Fachausstellung Informationsmaterialien der Ausstellerfirmen und des Lehrstuhls für Konstruktionslehre und CAD der Universität Bayreuth.



DIGITAL TRANSFORMS PHYSICAL

CREO UPDATE AND ROADMAP



Christoph v. Andrian-Werburg

2025 PTC

K-TAG

26. Bayreuther 3D-Konstrukteurstag
Der K-Tag — Digital. Kreativ. Innovativ.
17. September 2025

AGENDA



- Market Trends & Creo Roadmap
- Creo 12.0 Update
- Creo Innovation

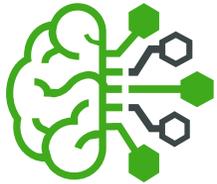




MARKET TRENDS & CREO ROADMAP

NEW TECHNOLOGIES ARE EVERYWHERE

AI



AI Materials

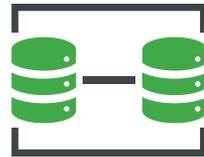
Generative Design

AI Security

AI Software
Engineering

Generative AI
Assistance

Data Agility



Data Sharing

Influencer
Engineering

Metaverse

Blockchain

Computing Advances



Simulation

Quantum Computing

IT Automation

Cloud

Self Integrating
Apps

Digital/Physical Convergence



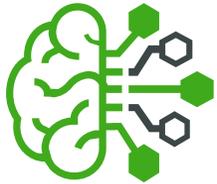
Additive
Manufacturing

Tech Stack
Goes Physical

Design for
Manufacturing

NEW TECHNOLOGIES FOR ENGINEERING

AI



AI Materials

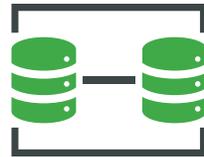
Generative Design

AI Security

AI Software
Engineering

**Generative AI
Assistance**

Data Agility



Data Sharing

**Influencer
Engineering**

Metaverse

Blockchain

Computing Advances



Simulation

Quantum Computing

IT Automation

Cloud

Self Integrating
Apps

Digital/Physical Convergence



**Additive
Manufacturing**

**Tech Stack
Goes Physical**

**Design for
Manufacturing**

CREO STRATEGIC ROADMAP THEMES

Improve product experience for the everyday user

Expand differentiation in the market



User Productivity: Improve user efficiency and speed with feature enhancements and expanded modeling capabilities



MBD: Expand enterprise consumption options of semantically annotated models (AP242), enhancing and validating GD&T practices and standards



Simulation Driven Design: Improving accuracy for GPU-based large structure simulations, adding bolted joint use cases, expand nonlinear and transient capabilities



Design for Manufacturing: Enhancing parameter interface UI for all toolpaths, associative 3D cooling channels in mold tools, undercut high speed machining, expanded lattice controls



Composite Design: Innovating new capabilities for fully associative design and manufacture of highly complex 3D composite structures



Design for Electrification: Expanded capabilities to support shift towards greater electrification of products; focus on collaborative development of complex harnesses



AI: Add Thermal physics to Generative Design, Introduce AI-Assisted Guidance and Diagnostics in addition to AI-Driven Design Intelligence and Automation



CREO 12.0 UPDATE



Productivity & Usability

Design for Composites

Design for Electrification

Simulation Driven Design

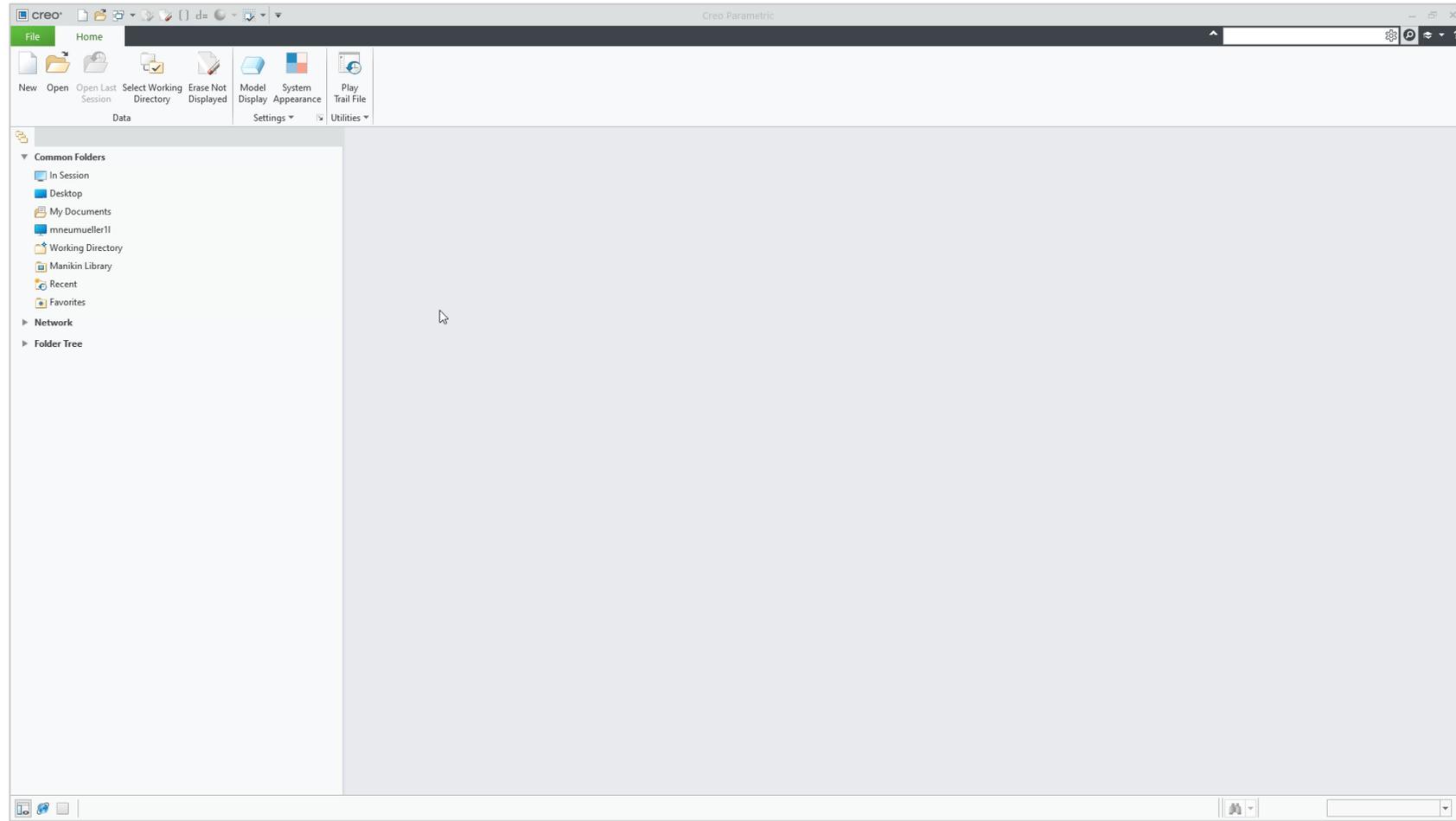
Model-Based Definition

Design for Manufacturing



Usability

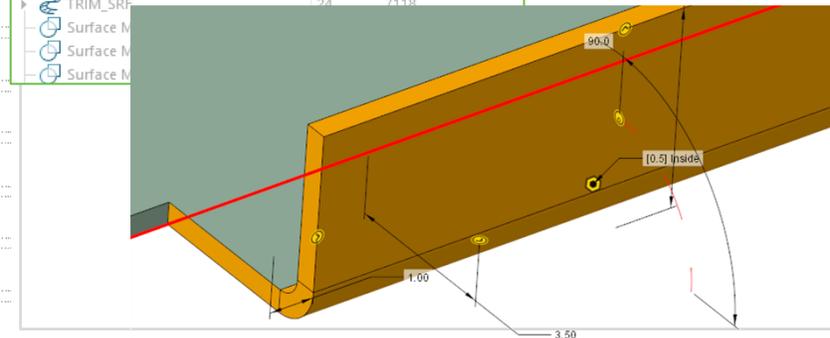
- Easily search and find settings in the options dialog
- Improved drag handles for feature dimensions
- Improved Model tree
 - Collapse/Expand behavior
 - Renaming



Benefits:

- Find relevant Creo option more quickly.
- Improved user experience
- Easier identification of controls for complex features

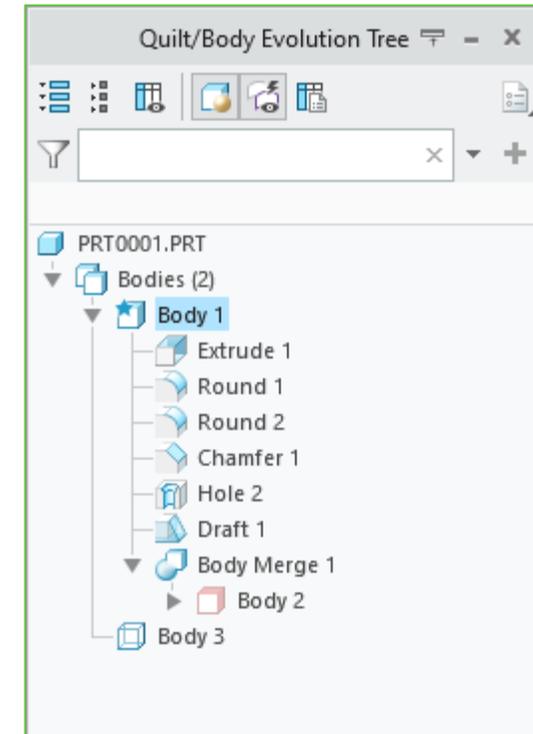
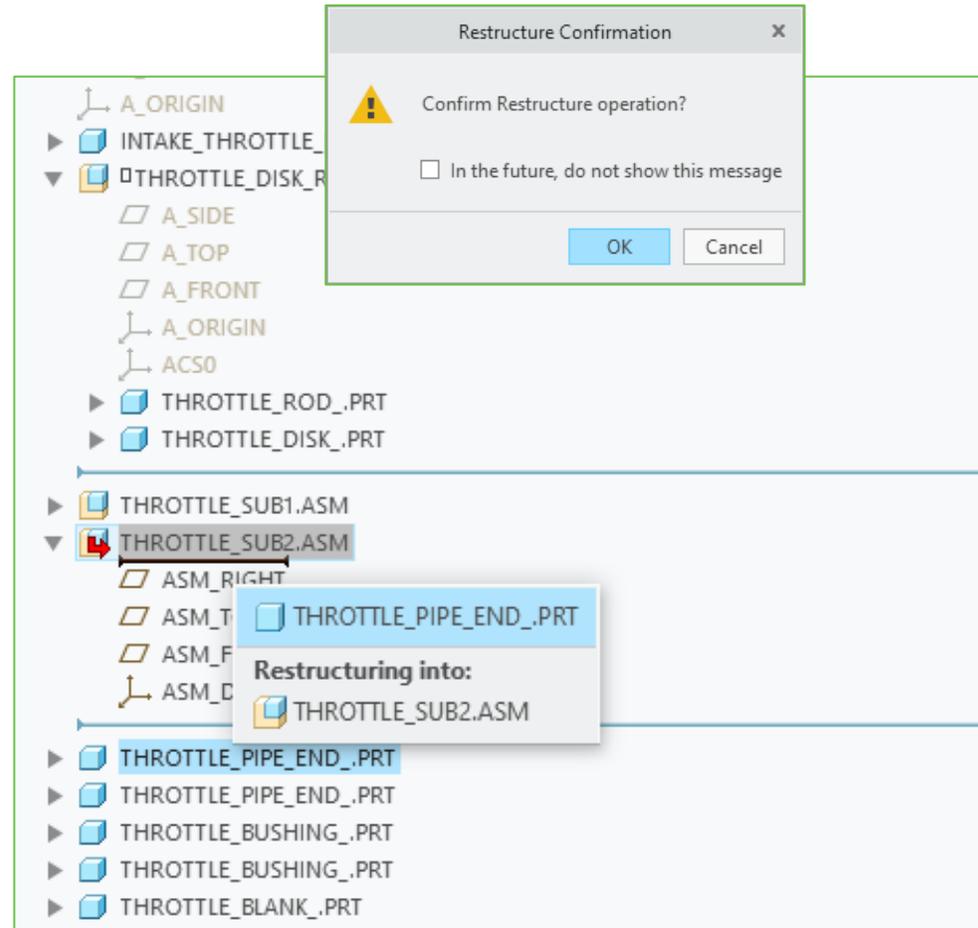
DTM1	14	642
Curve id 644	15	644
Surf		
Surf		
COP		
Surf		
Surface Merge id 717	21	717
TRIM_SRF	22	741
Curve id 4561	23	4561
TRIM_SRF	24	7118
Surface M		
Surface M		
Surface M		



PRODUCTIVITY & USABILITY

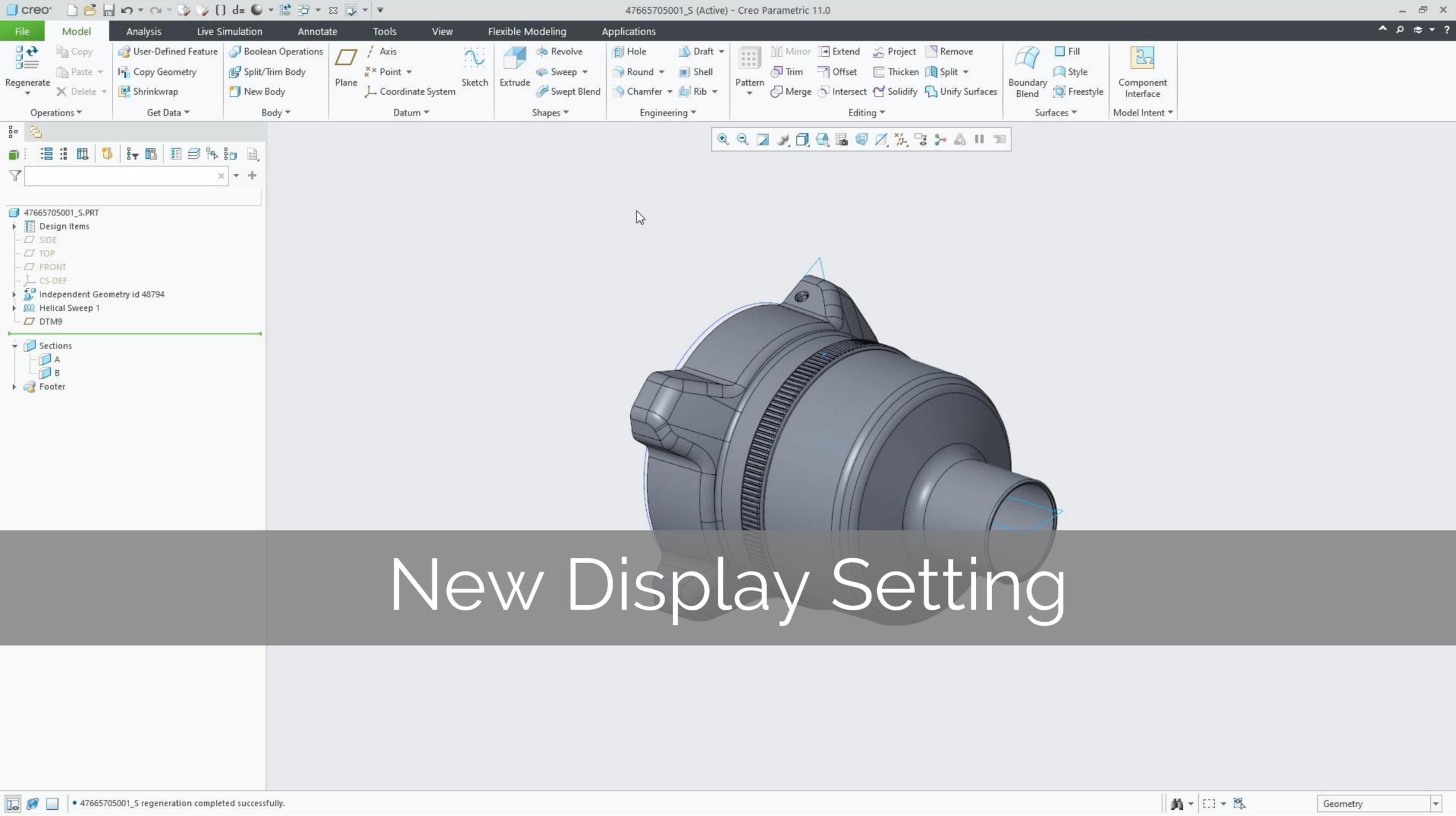
Model tree

- Improved reorder and restructure workflows
- Quilt/body Evolution tree
 - Drag & drop
 - Support for columns and search
 - Tree settings stored in .ui
- Improved tree display

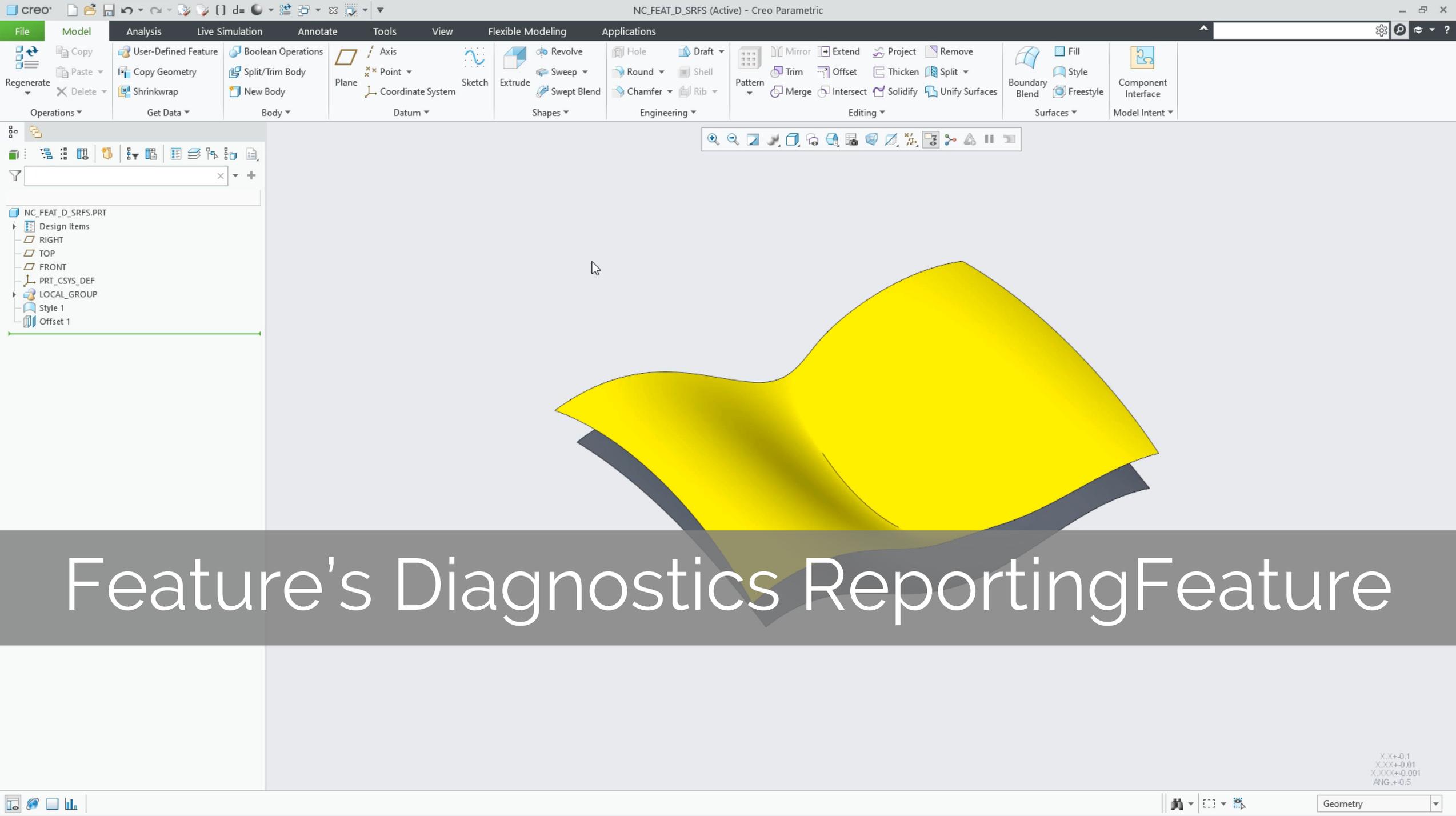


Benefits:

- Remove confusion between restructure and reorder
- More productive usage of the Quilt/Body Evolution Tree
- Increased design productivity and unified workflow



New Display Setting

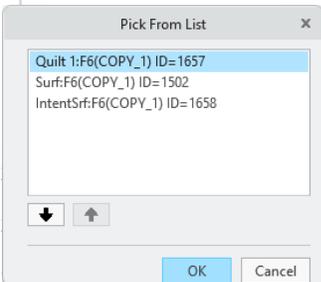
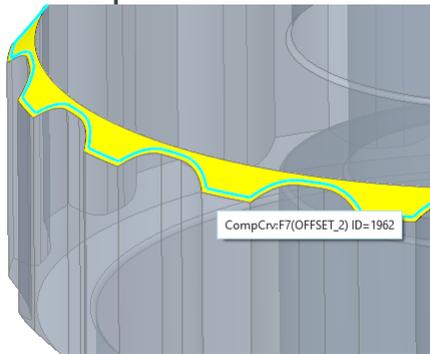


Feature's Diagnostics Reporting Feature

X.X+0.1
X.XX+0.01
X.XXX+0.001
ANG +0.5

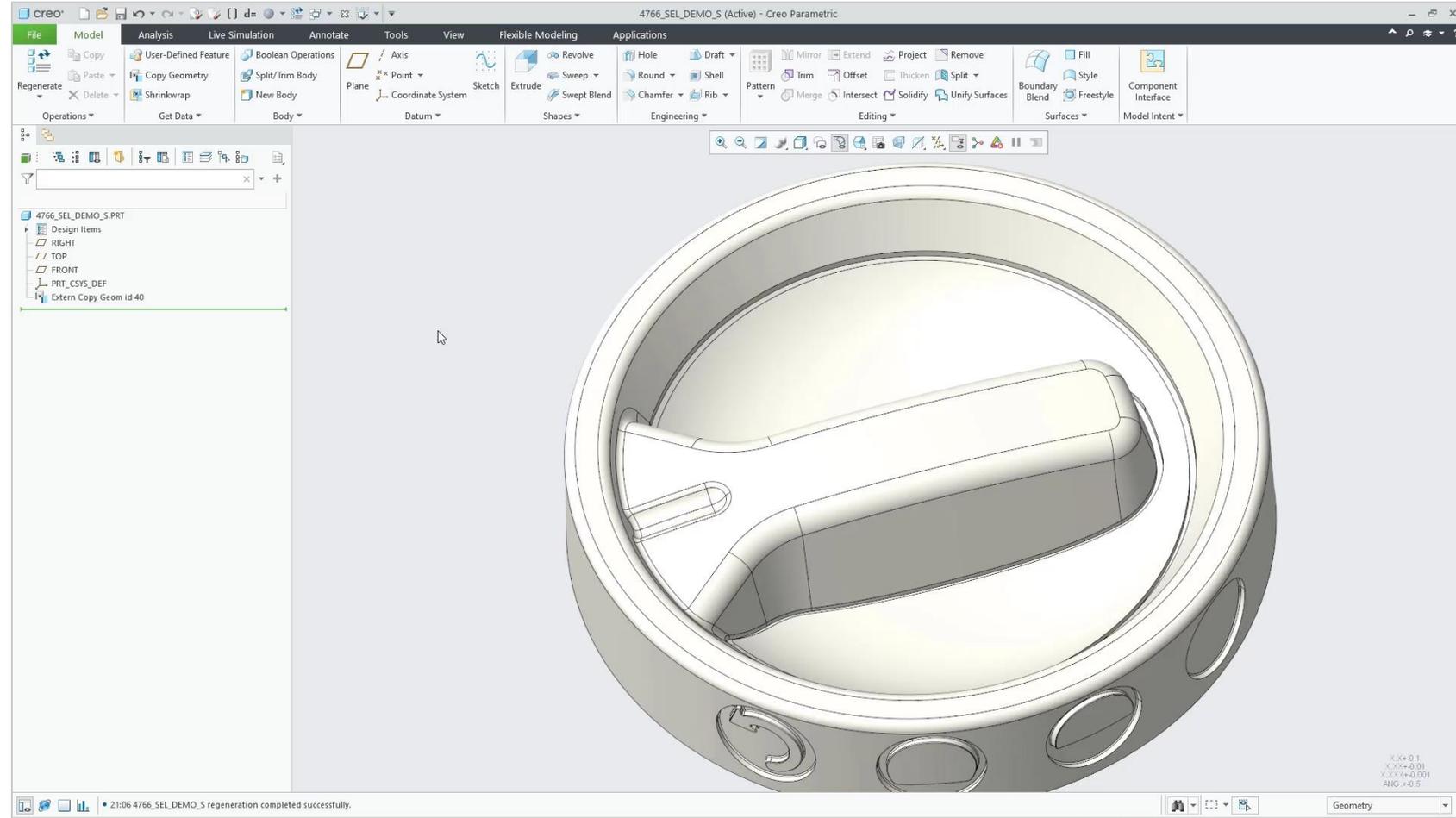
Selection

- Box, Lasso & Trace Selection Support
 - New option to toggle between
 - Selection of all surfaces
 - Selection of visible surfaces only
- Selection priority for Quilts
- Improved composite curve



Selection Priority

- Prioritize quilts over surfaces

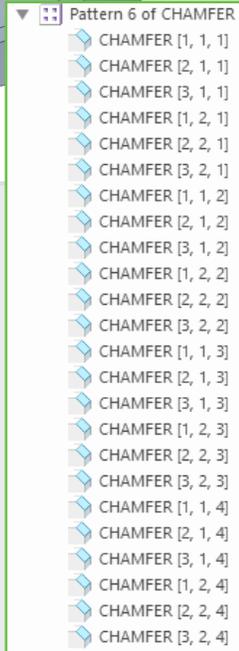
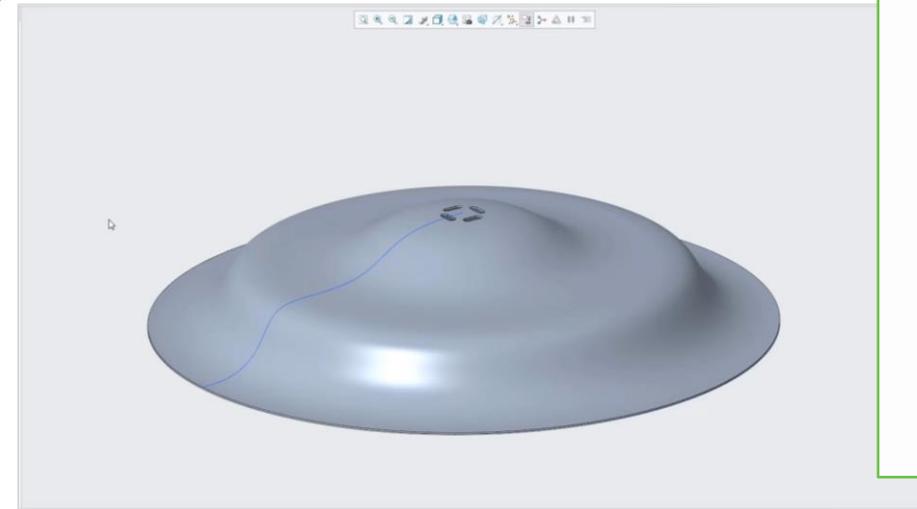
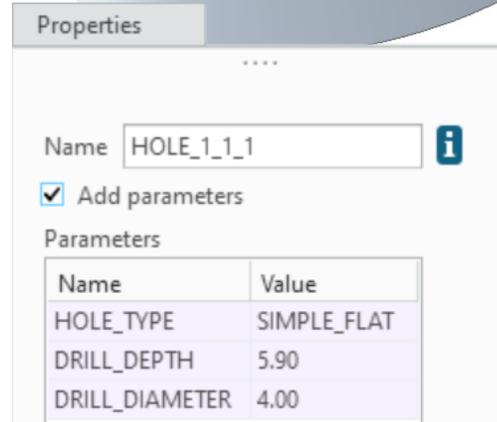
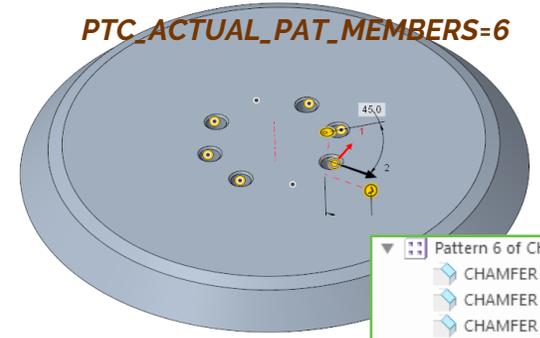
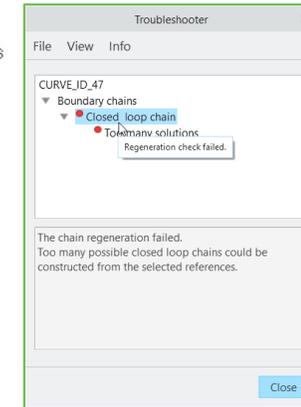
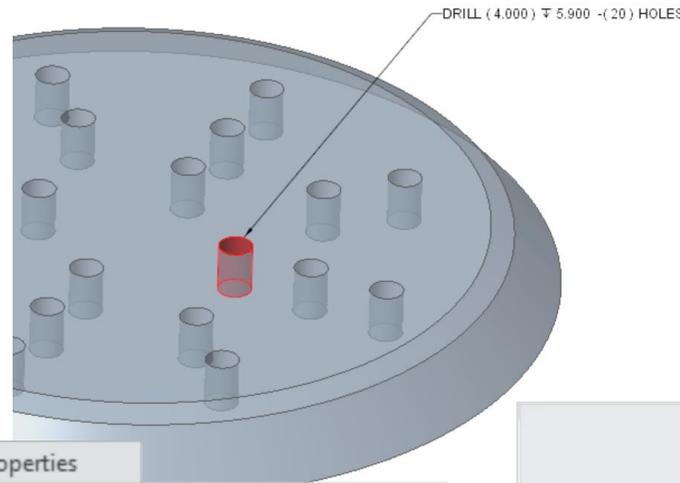


Benefits:

- Faster, more comfortable selection of many surfaces
- Easier workflows to ensure the more stable curve reference can be selected
- Configure surface selection to meet your preference

Modeling

- Sketcher Project/Offset
 - Project/offset as construction geometry
 - Improved trouble-shooting
 - All-curves-in-feature" option
 - Trajectory-based features
- Standard parameters and hole note for simple holes
- Pattern
 - More Flexible Dimension Pattern for Pattern-of-Pattern
 - Reference pattern index
 - Pattern member parameter



Benefits:

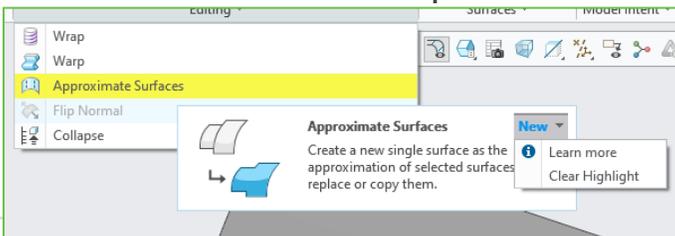
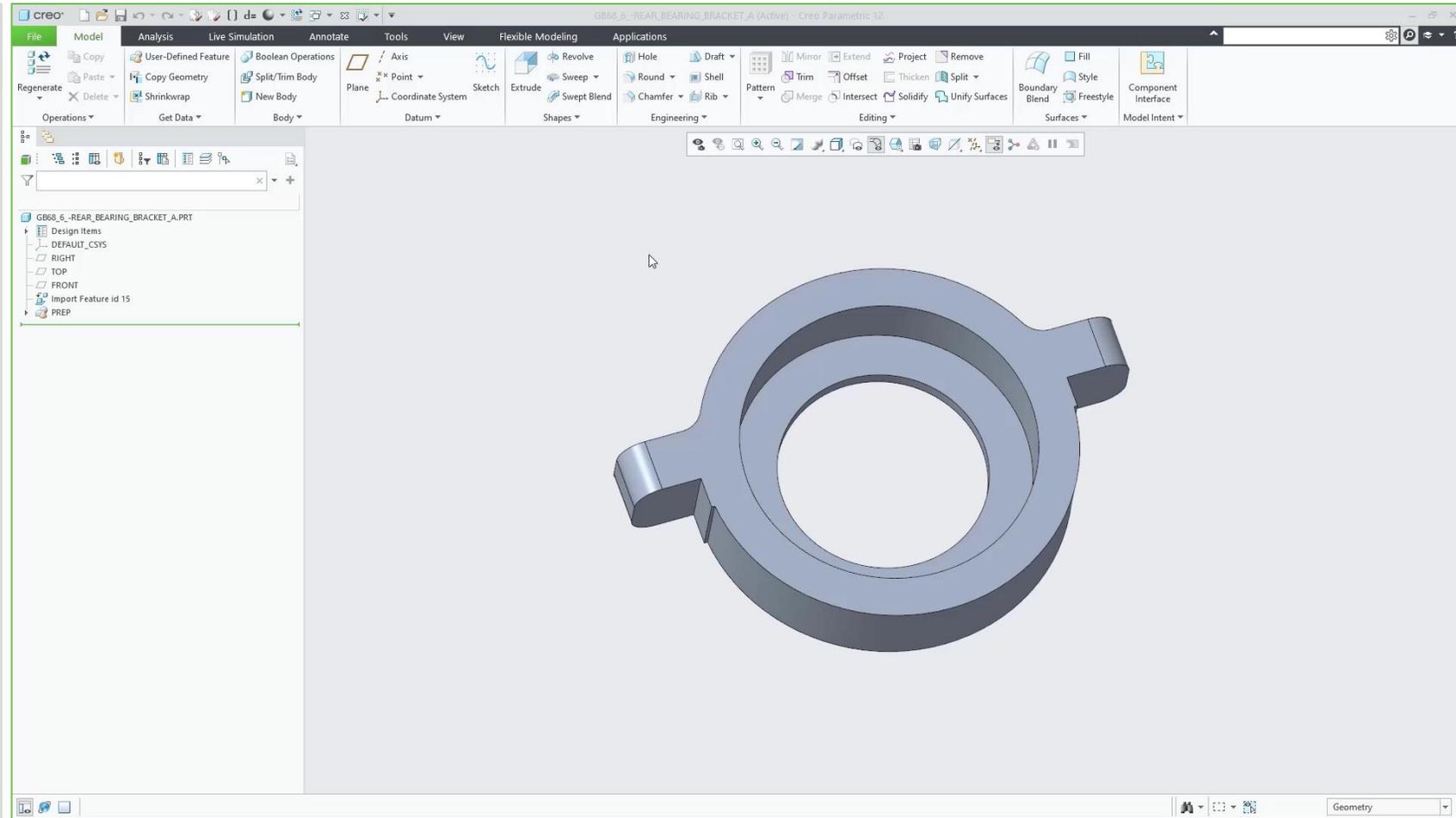
- Aligned documentation process for standard and simple hole types
- Increased usability & productivity in sketching
- Allows parameter callout of active pattern instance count

Project Sketched Points

USABILITY & PRODUCTIVITY

Usability

- Feature presets
- Tree refinement
 - Modernized Layer tree
 - Combined Design and quilt/body evolution tree
 - Model Tree performance
- Capture & Reuse temporary visibility states
- Performance reporting
- What's New highlights
- Enhanced Tooltips



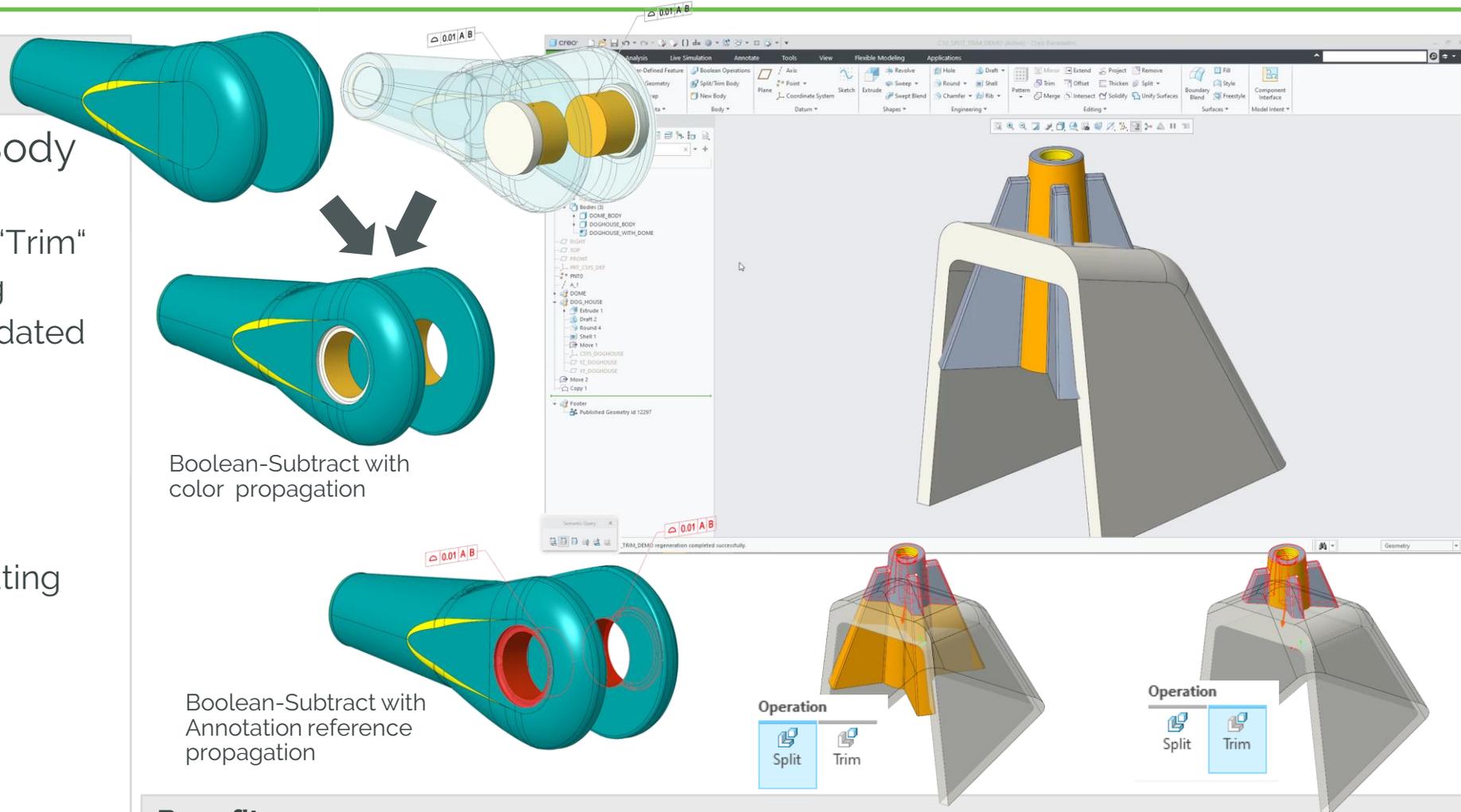
Benefits:

- Enhanced usability working with layers
- Increased design productivity and flexibility
- More efficient UI interaction workflows working with Design Items

PRODUCTIVITY & USABILITY

Multibody

- Combined Split/Trim Body Feature
 - Toggle between “Split” & “Trim”
 - Dedicated feature naming
 - Legacy feature will be updated upon Edit-Definition
- Boolean propagation
 - Control of appearance propagation
 - Control of reference updating



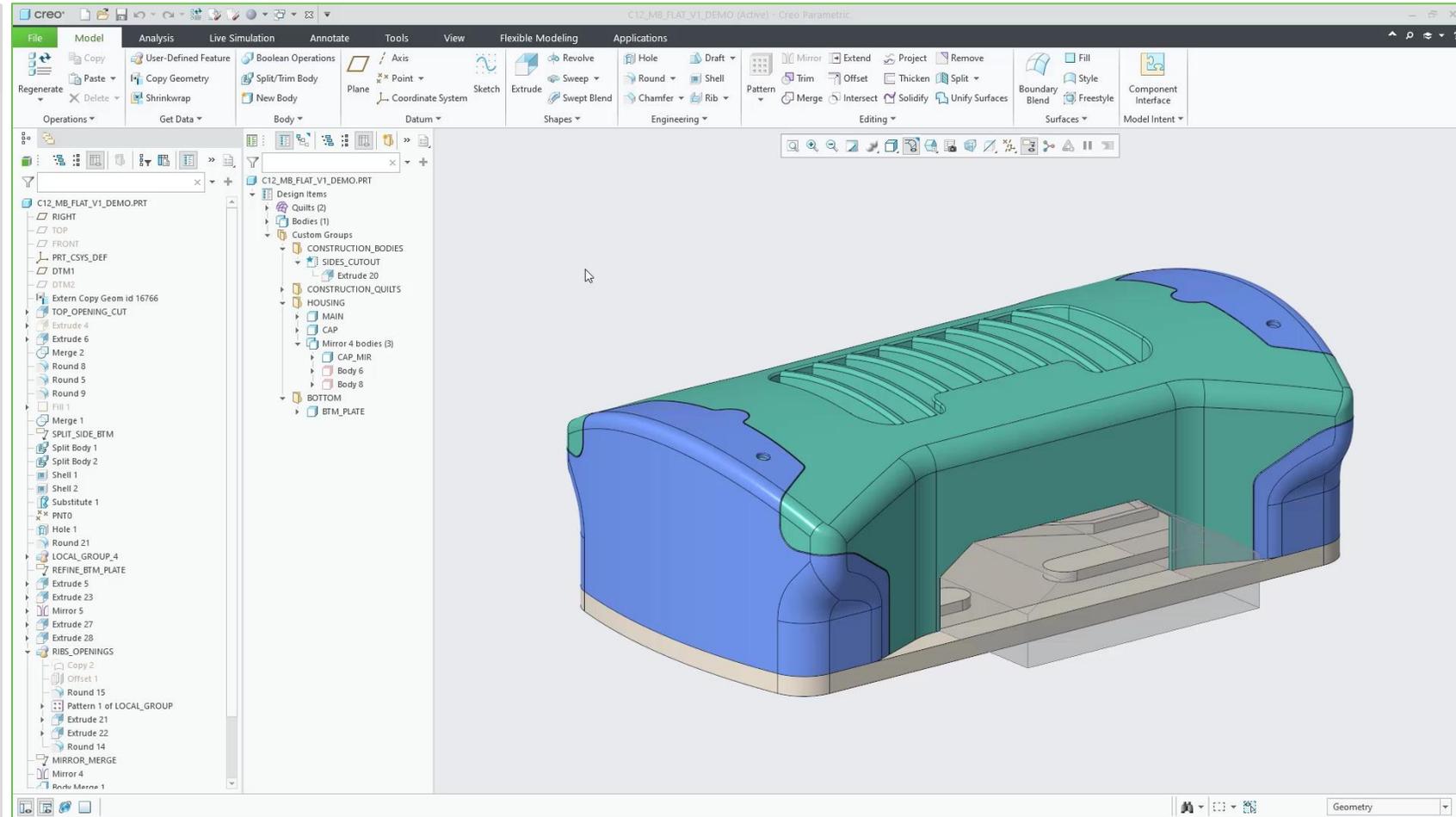
Benefits:

- Easy access to a single tool to split and trim bodies
- Unified workflows to Trim a body by object or by volumes
- Transparent feature naming in model tree

USABILITY & PRODUCTIVITY

Multibody

- Create flat assembly from multibody part
- Import STEP assembly as multi-body part
- Sheetmetal
 - Unbend Swept Flanges After Split in Sheetmetal
 - Enhanced thickness options during convert
- Shrinkwrap
 - Control construction bodies in multibody Shrinkwrap

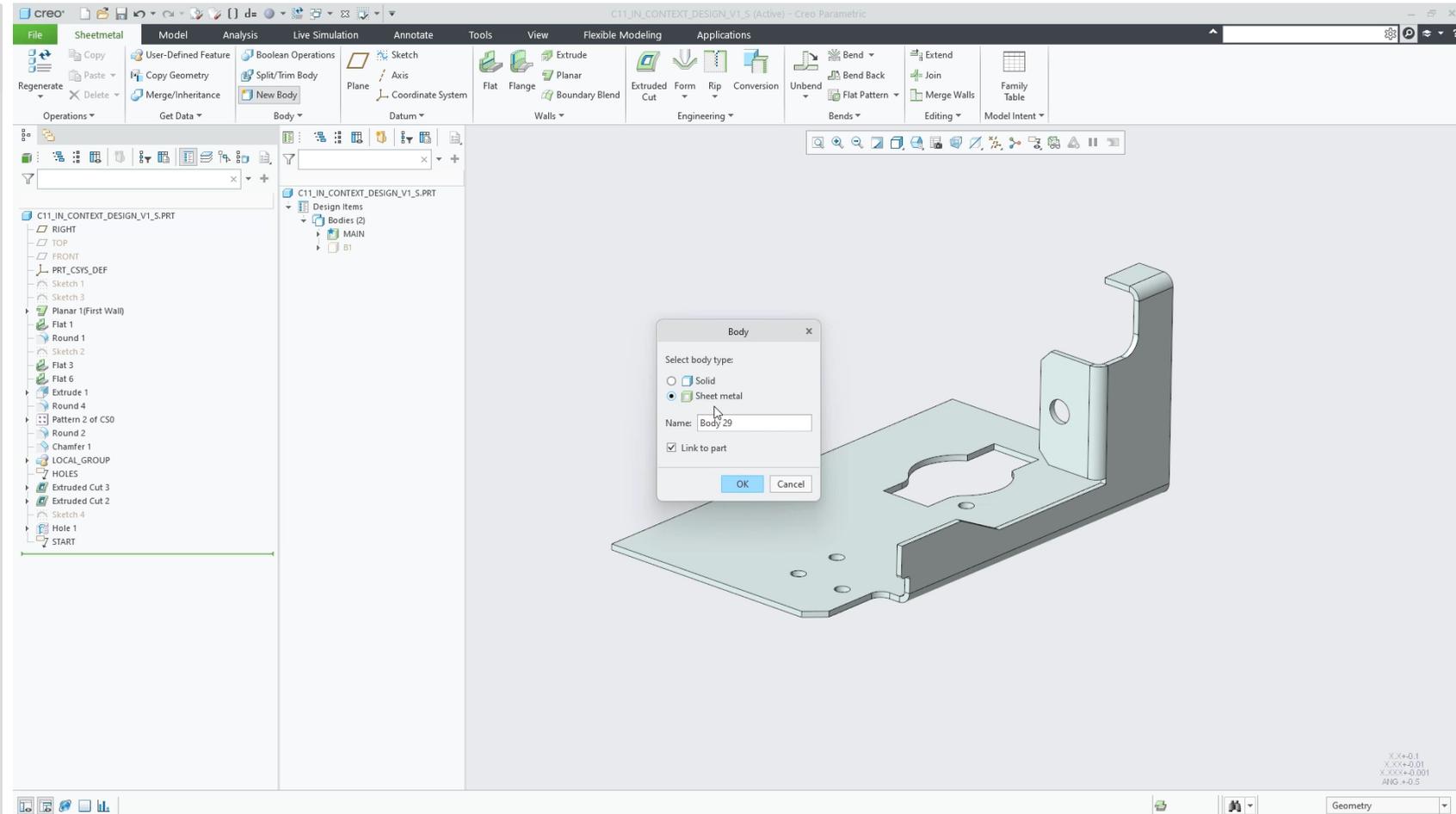


Benefits:

- Allowing users to control their import preferences to achieve the desired file structure
- Expanded use of master model techniques
- Increased flexibility and productivity when working with "Shrinkwrap"

Multibody for Sheetmetal

- Simpler single part design workflows
- Split single SMT part into several Parts to reduce manufacturing costs/issues
- Design multiple same-thickness SMT parts in context
- Design multi-thickness SMT parts in context

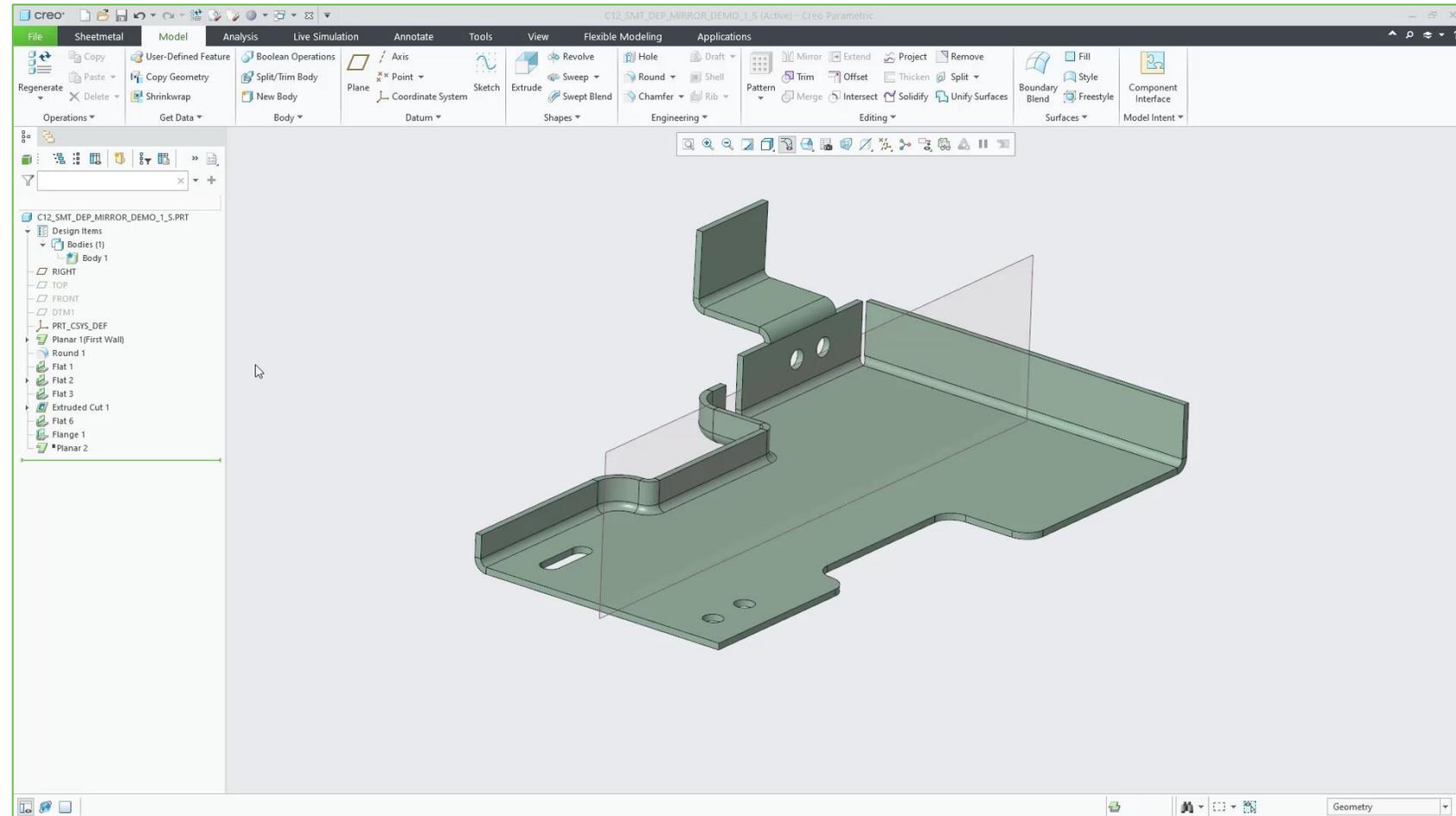


Benefits:

- Design in context applying the master model methodology for Sheetmetal.
- Increased user productivity and design efficiency.
- Use multibody design methodologies for the design of sheetmetal parts and assemblies .

Productivity

- Sheetmetal
 - Fully dependent mirror
 - Enhanced Sheetmetal join
- Enclosure Volume
 - Move to footer/create geometry
 - Expanded Parameters
 - Constrain optimization
- Welding
 - Spot Weld Stacking, sequencing & display improvements
 - Export groove weld info for offline programming

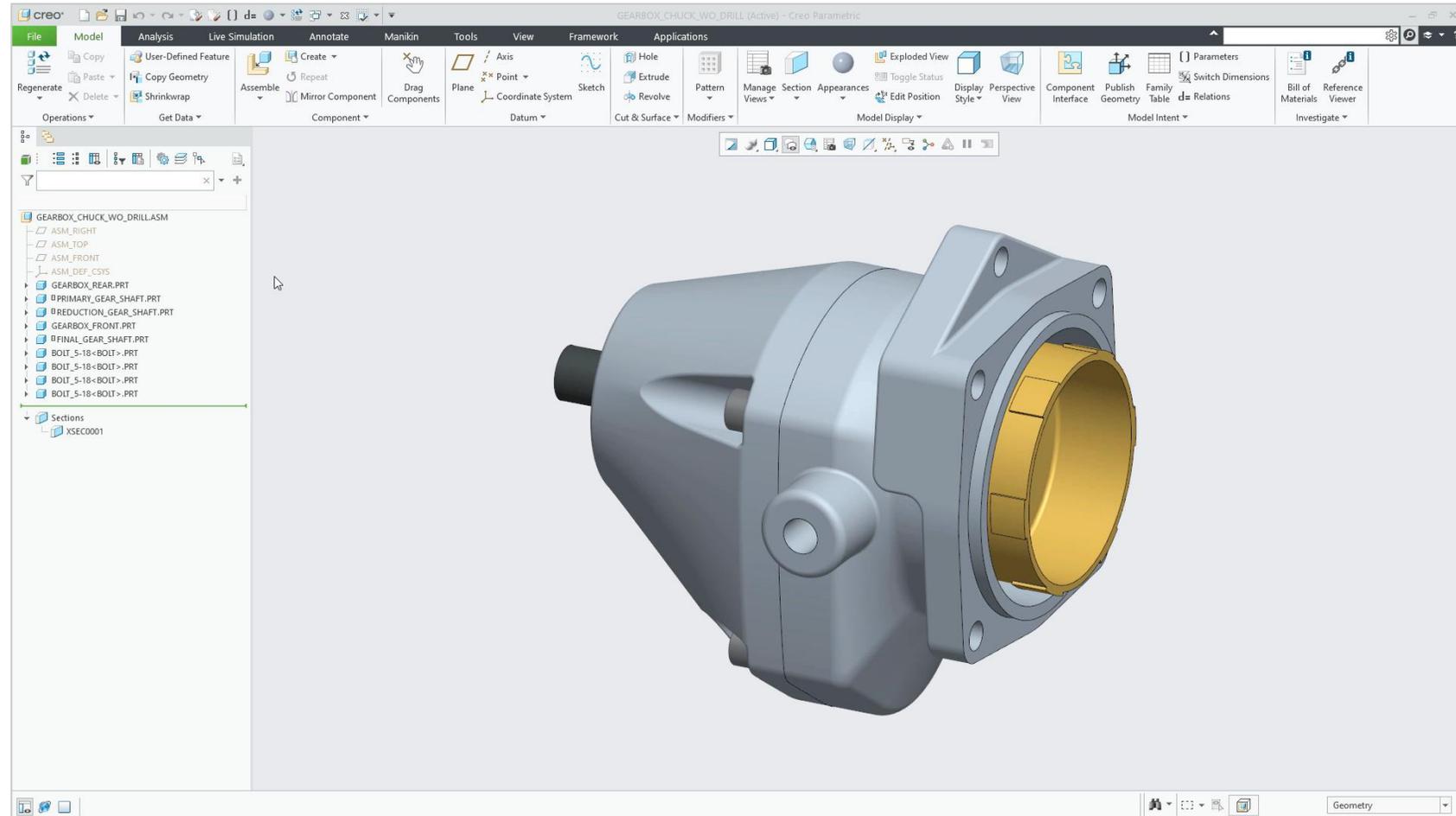
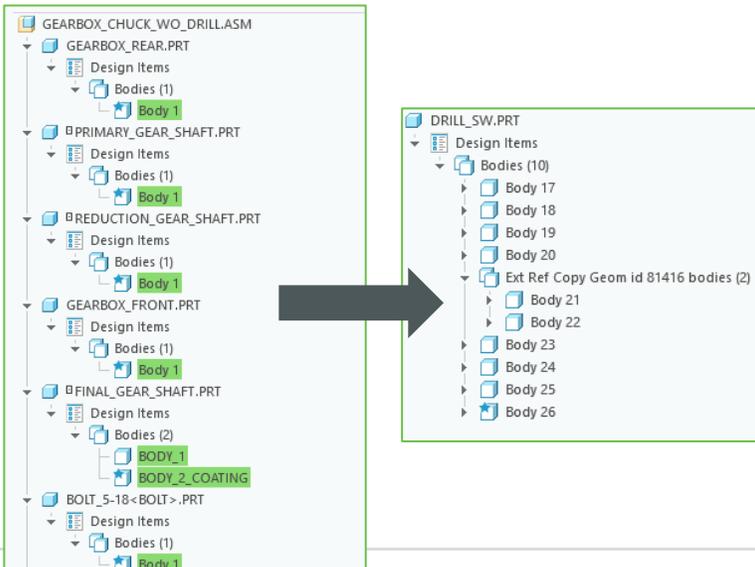


Benefits:

- Optimized process support related to bounding box calculations
- Clearer & more informative spotwelds
- Continued expansion of mainstream features

Simplification

- Shrinkwrap option to collect bodies from referenced assembly into a part
- Merge options for bodies
 - Keep separate objects
 - Merge to single body per source part
 - Merge all

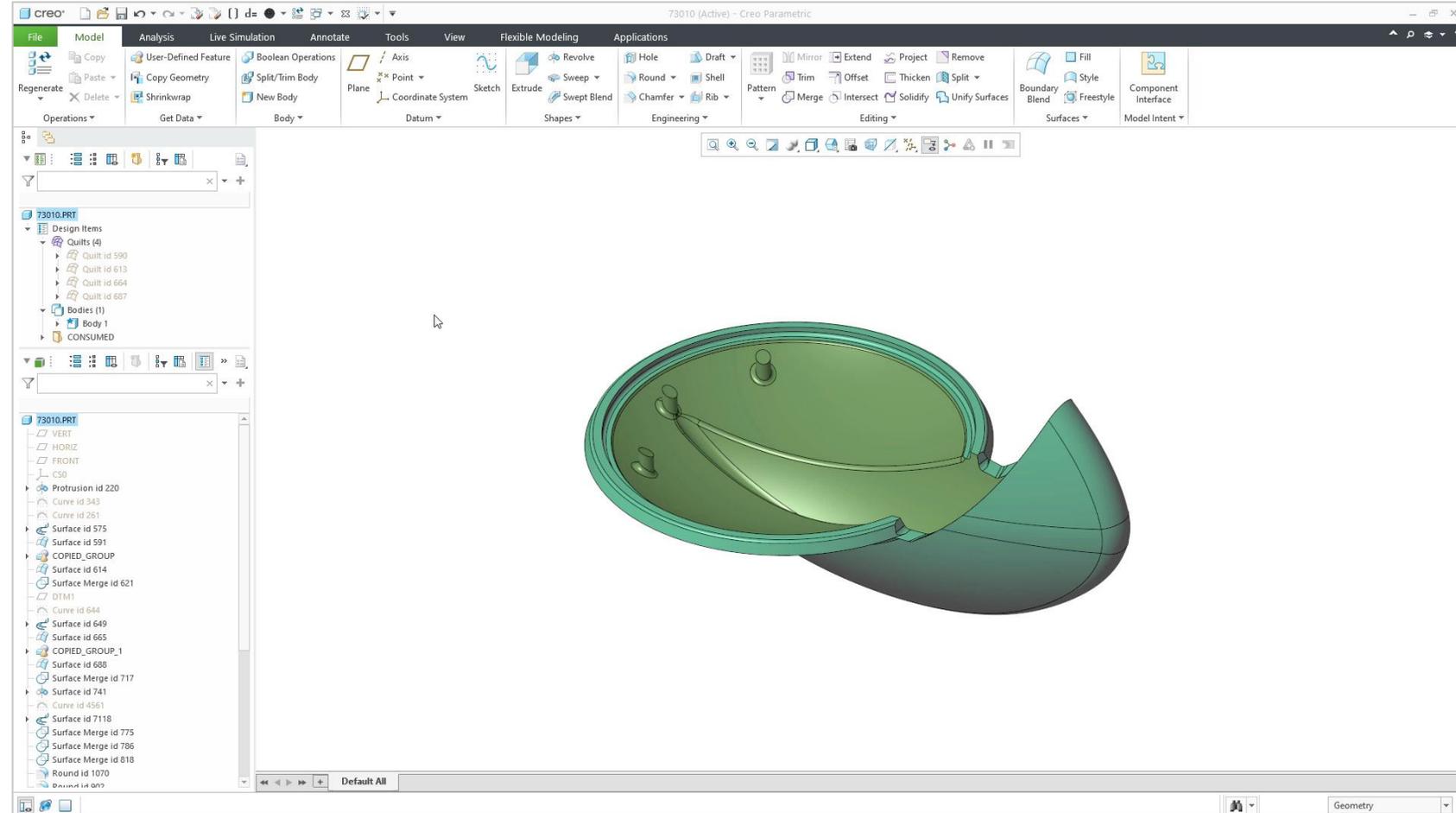


Benefits:

- Easier creation of simplified models
- Easier conceptual design of assemblies with FMX
- Scale assembly for 3D printing

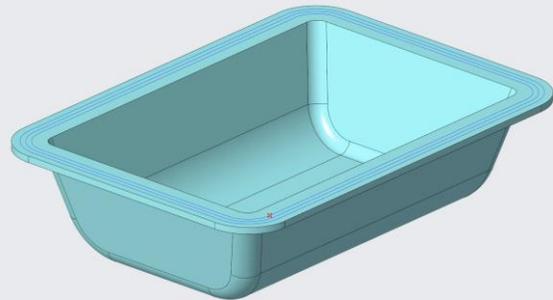
Modeling

- Enhanced Enclosure Volume feature
- New "From Pattern" option for "Point Pattern"
 - Faster regeneration with identical option
 - Increased flexibility



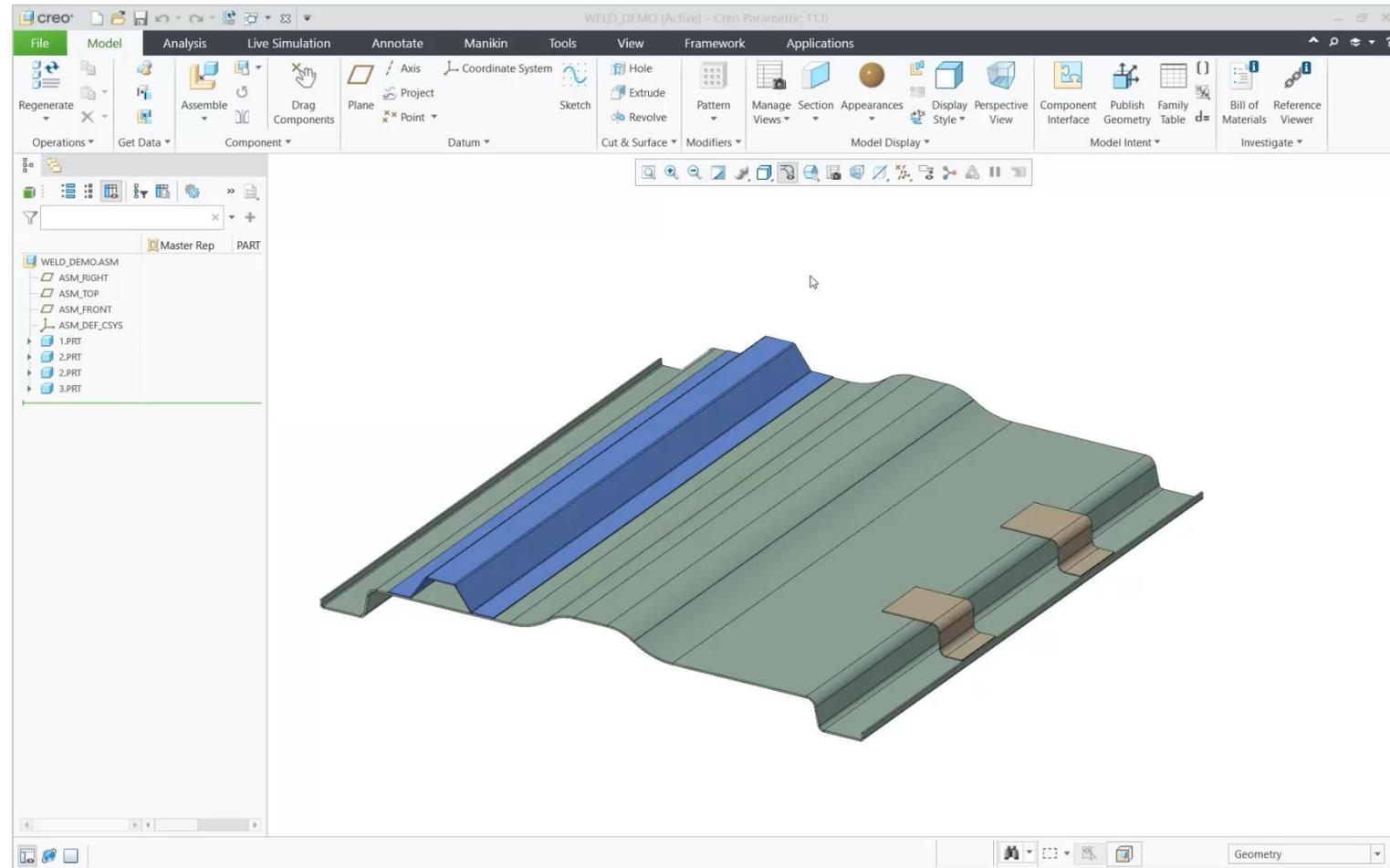
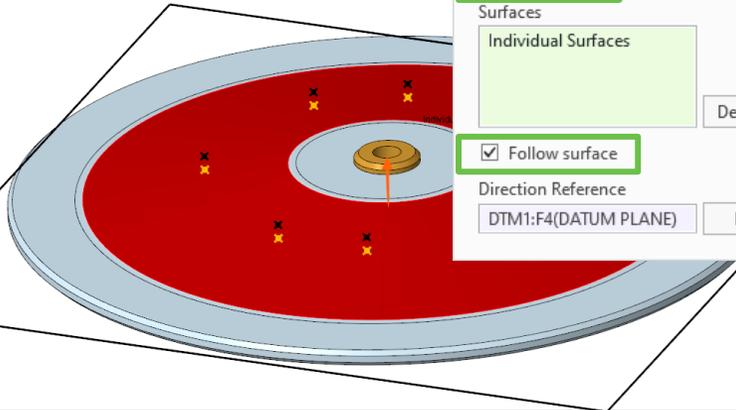
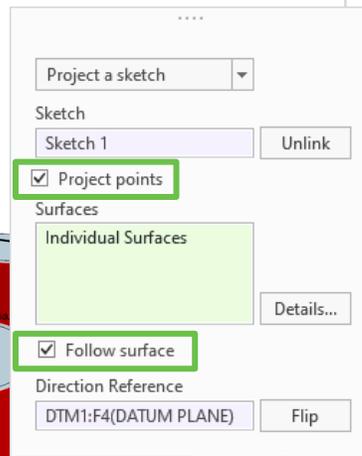
Benefits:

- Easy creation of bounding box for various use cases such as "Packaging Optimization"
- Increased flexibility for patterns that are referencing patterns of points or coordinate systems



Welding

- Improved Spot welding
 - Introducing Joint members
 - XMCF Export
- Offset edge, edge chain or intent chain references
- Project sketch points



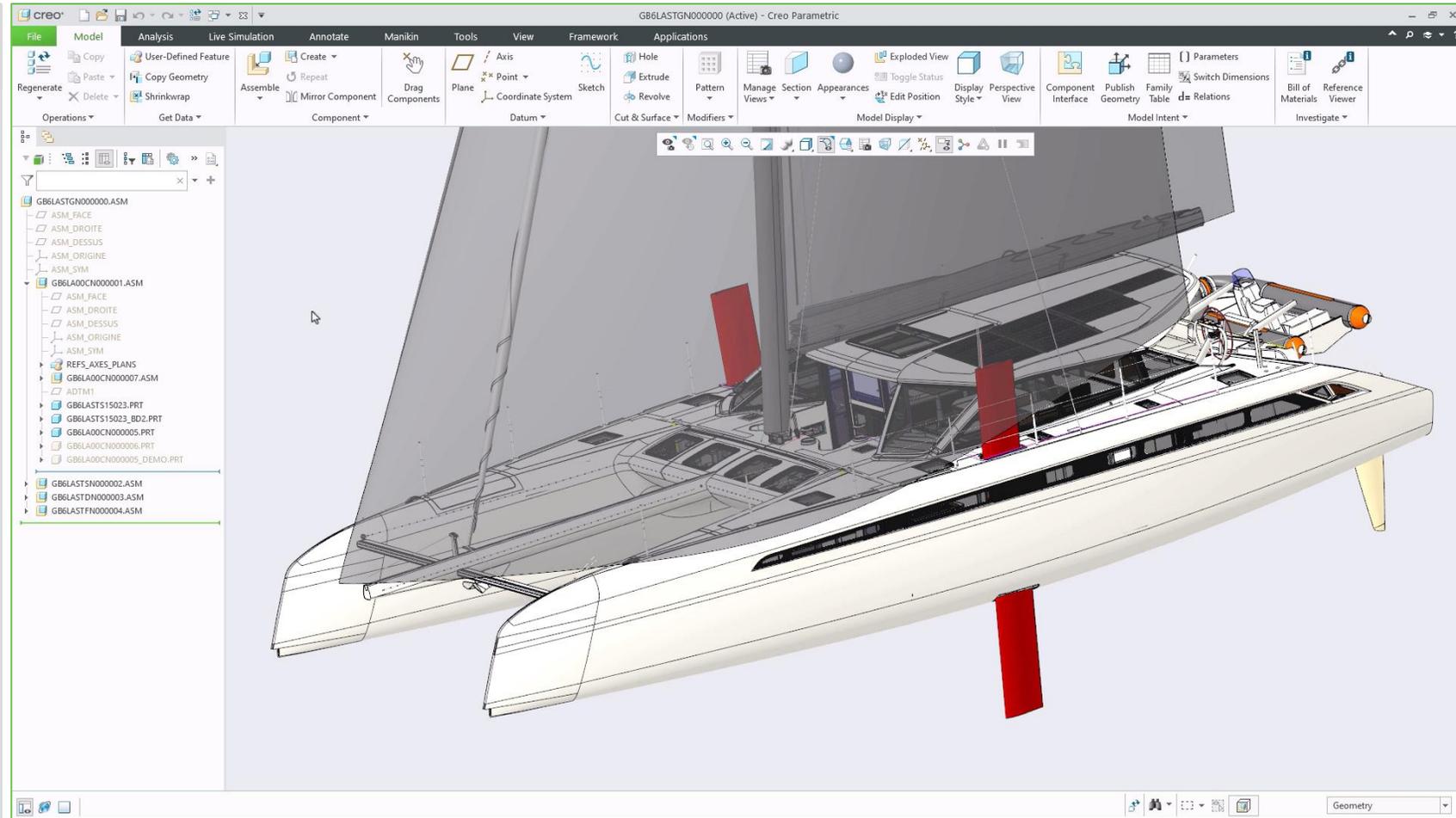
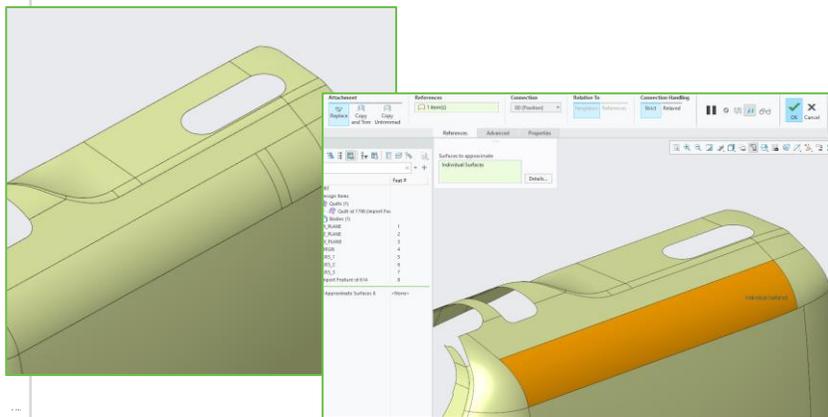
Benefits:

- Faster and more flexible definition of multiple projected point references
- Improved productivity eliminating additional steps
- Increases flexibility when defining spot welds

USABILITY & PRODUCTIVITY

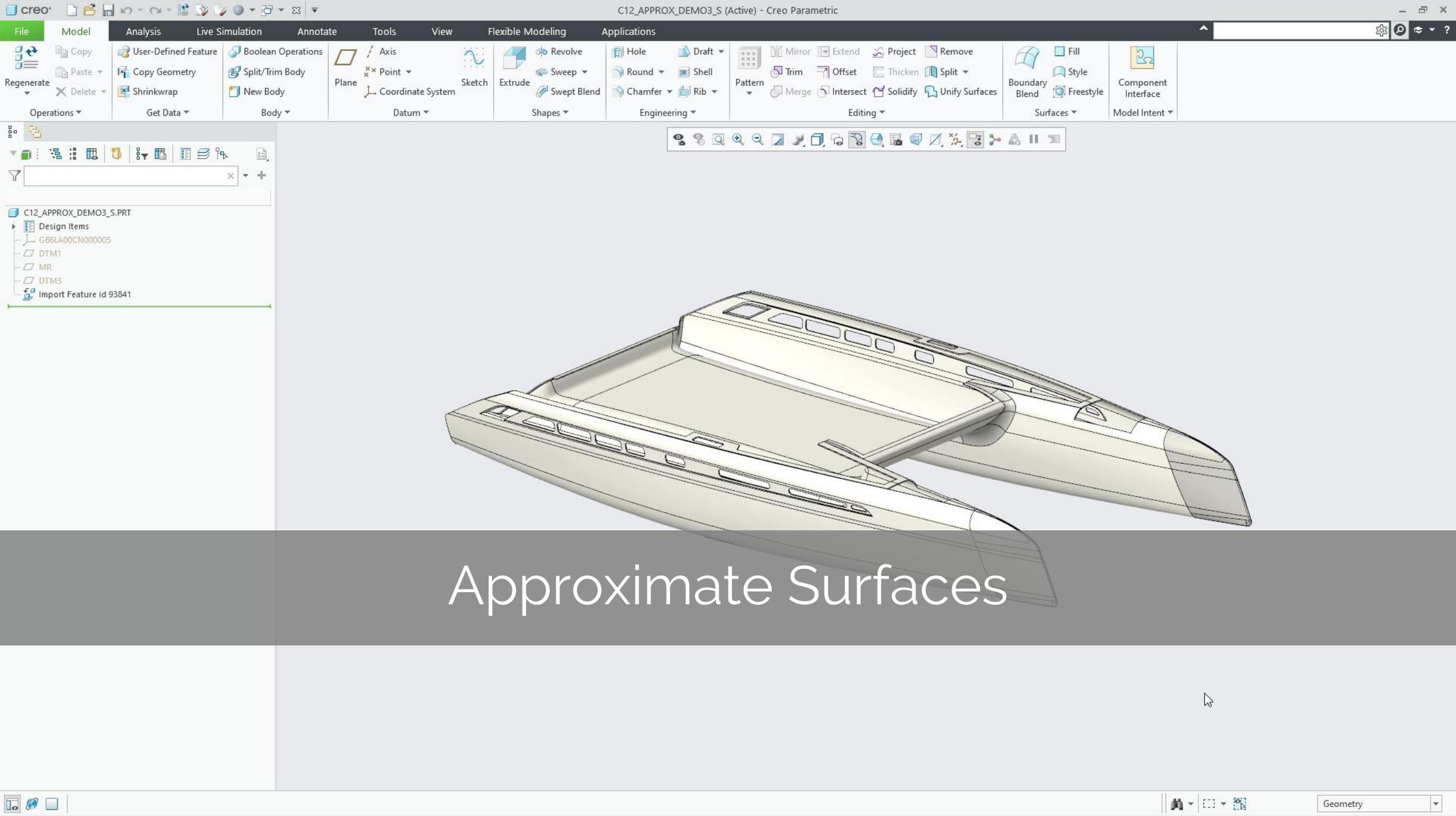
Surfacing

- Replace/reroute references in Style
- Modernized connection handles in Style & Freestyle
- Boundary Blend & Curve through point enhancement
- **New** Approximate surface



Benefits:

- More predictable surface and curve results
- Ability to reduce geometric complexity in surface models.
- Significantly reduced time in design change

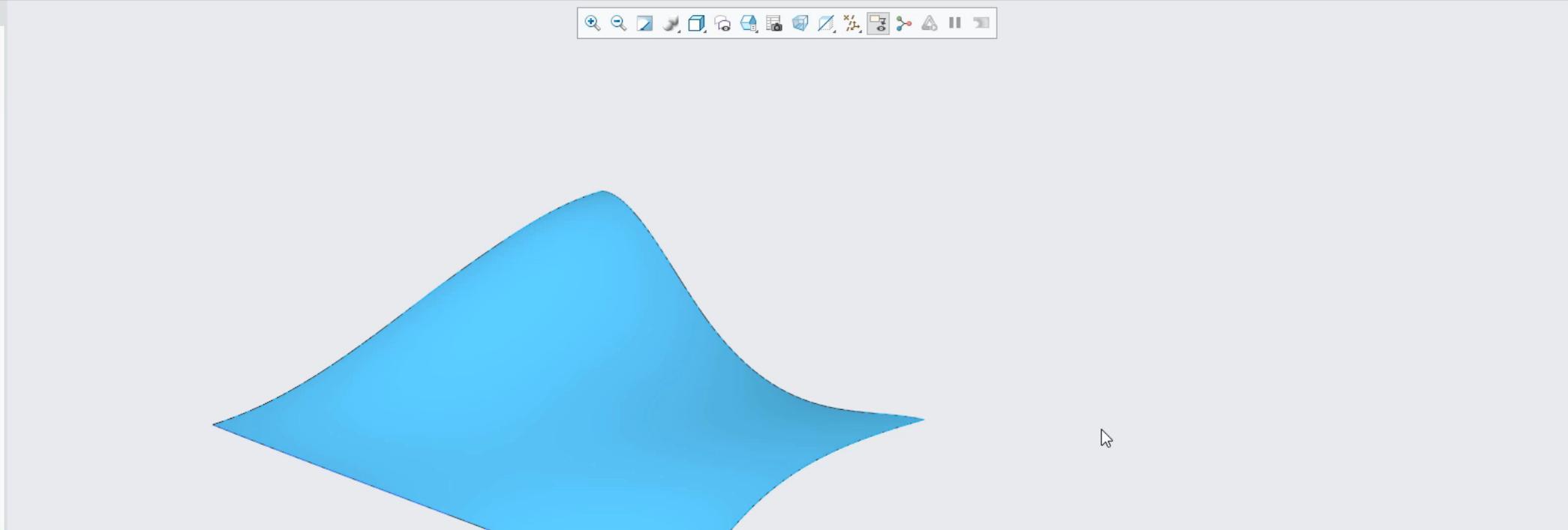


Approximate Surfaces

Operations Get Data Body Datum Shapes Engineering Editing Surfaces Model Intent

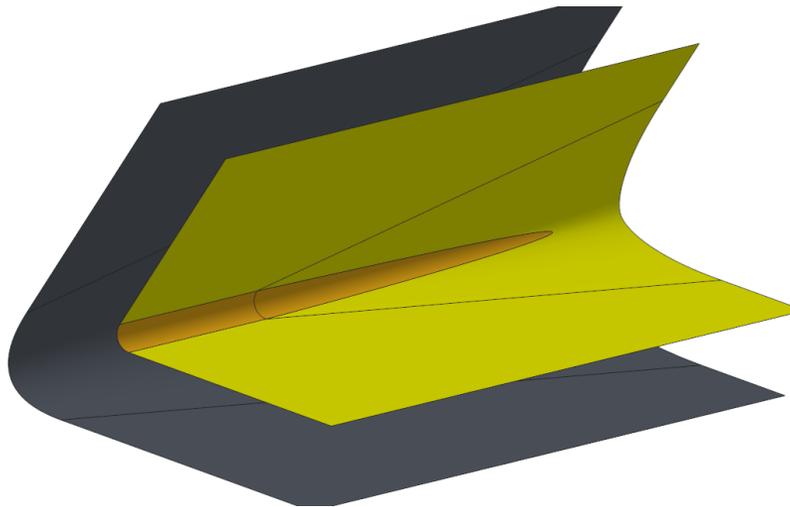
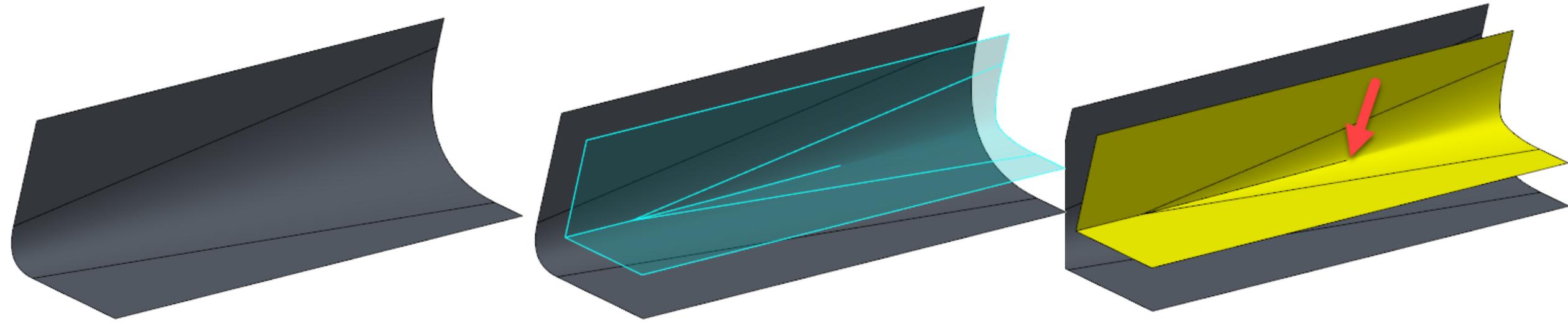
C11_EXTEND_DEMO_S.PRT

- Design Items
 - Materials
 - Quilts (3)
 - Quilt 3
 - Quilt 4
 - Copy 1
 - Quilt 5
 - Copy 2
 - Bodies (1)
 - RIGHT
 - TOP
 - FRONT
 - PRT_CSYS_DEF
 - DTM1
 - DTM2
 - Sketch 3
 - Sketch 4
 - Sketch 5
 - Curve 3
 - Boundary Blend 3
 - Copy 1
 - Copy 2

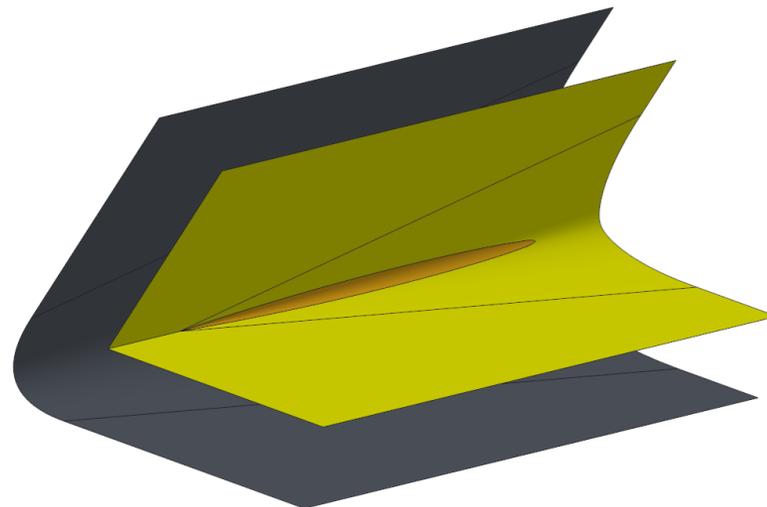


Extrapolate option in Extend

PATCHING



■ Patching with Round



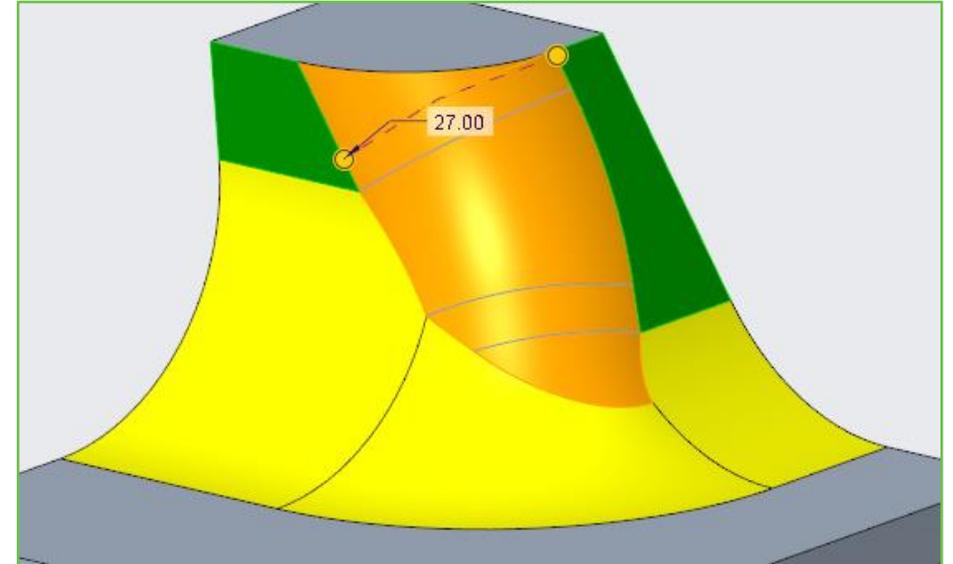
■ Patching with Droplet

Rolling Ball offset

MORE POWERFUL ROUND CAPABILITIES

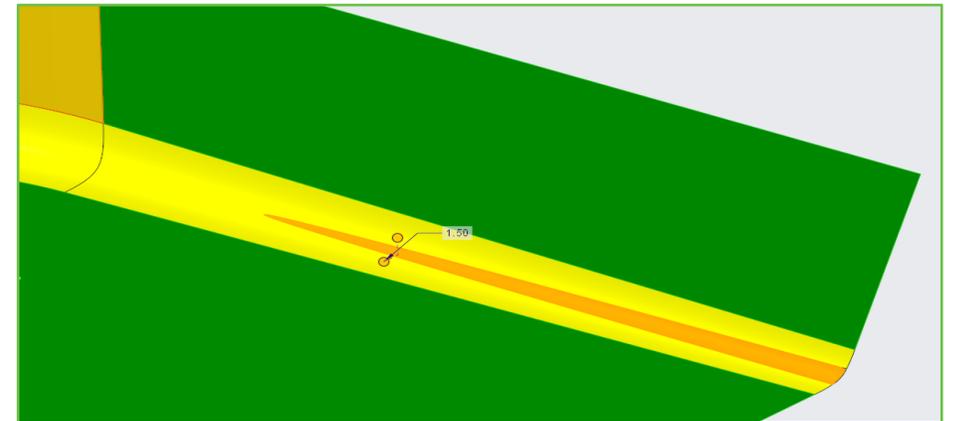
Capabilities

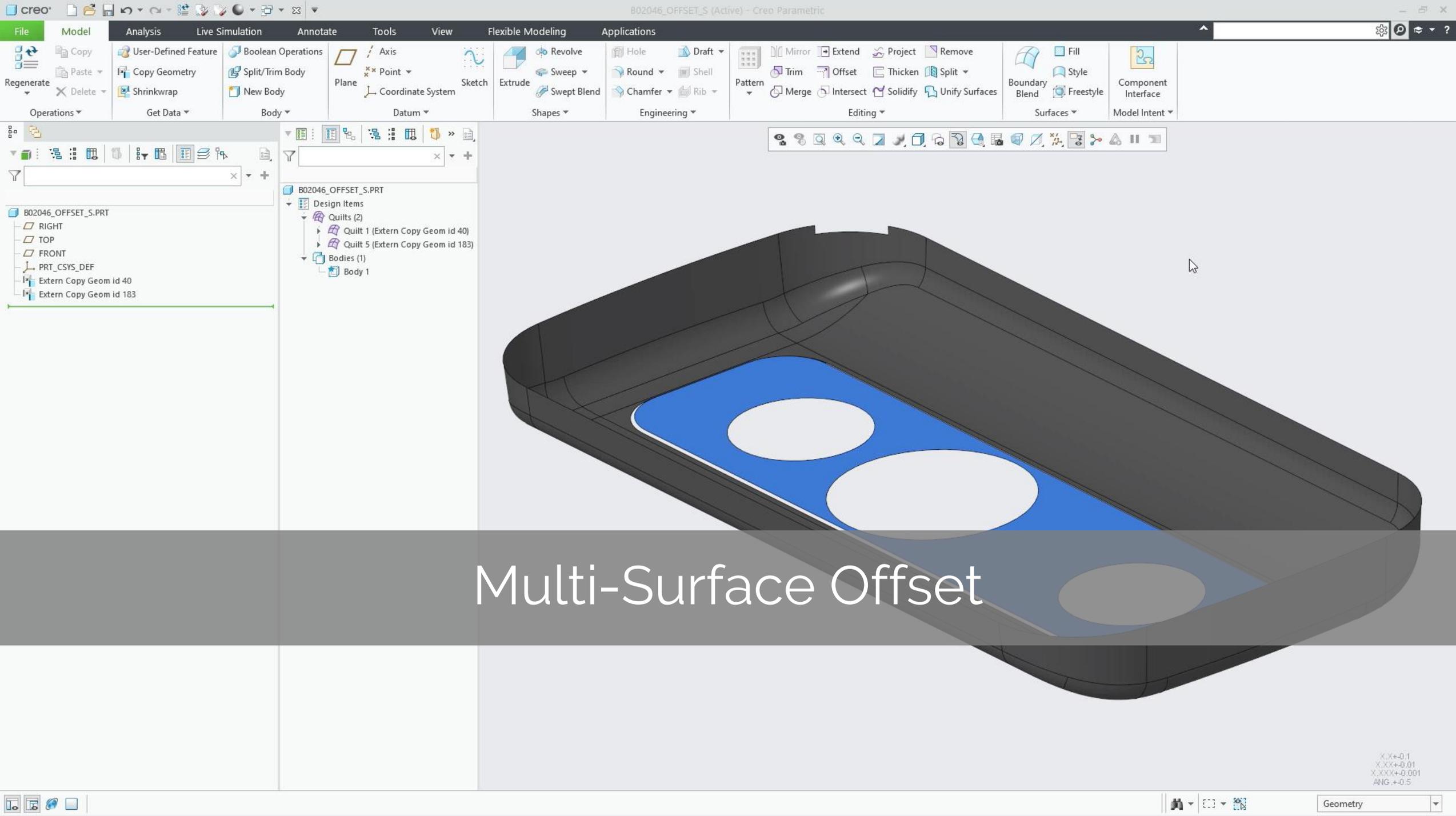
- Round Geometry can be created in additional situations
 - Create Round that “ends” at a tangent edge
 - Create Rounds that “fades out” within a surface



Benefits

- Successfully create rounds in more complex geometric situations to cover up high curvature areas in rounds

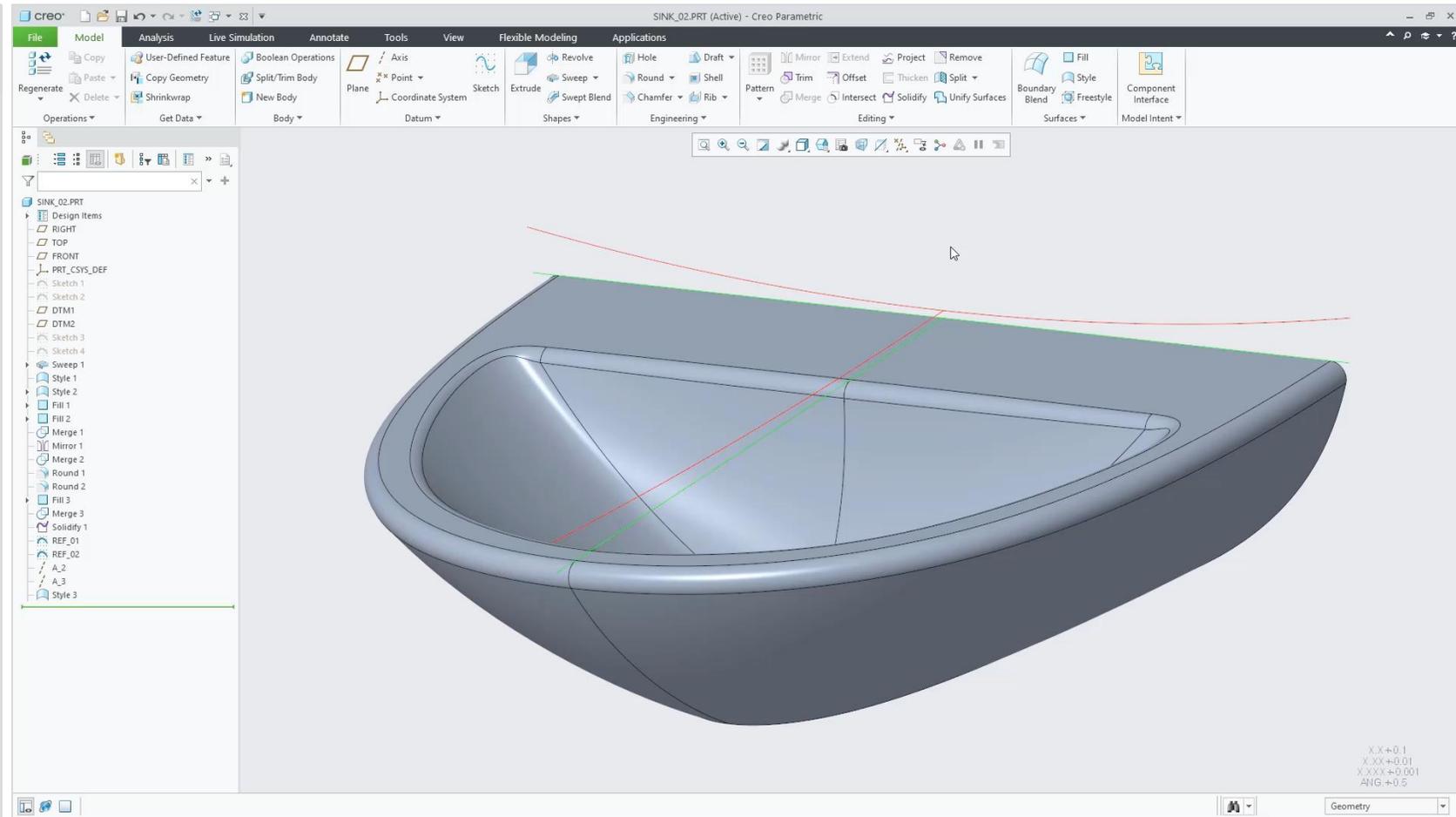
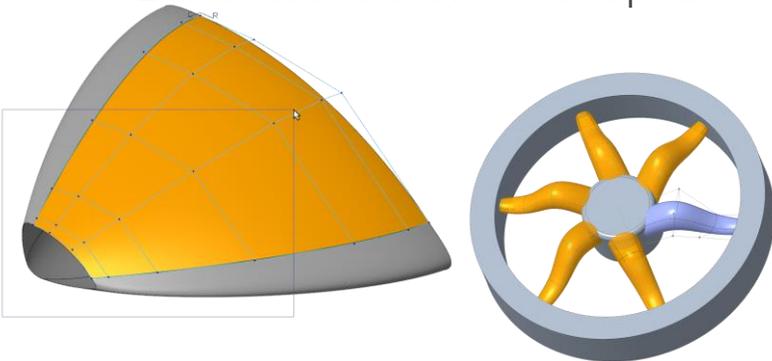




Multi-Surface Offset

Surfacing

- Warp enhancement
 - Stretch model geometry to defined references
 - Specify a target curve for the spine tool
- Freestyle
 - Rotational Symmetry
 - Lock mesh elements
- Style
 - Smooth normal connection
 - Box selection for control points



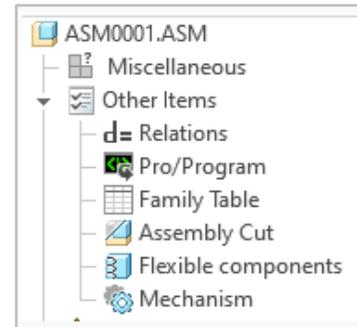
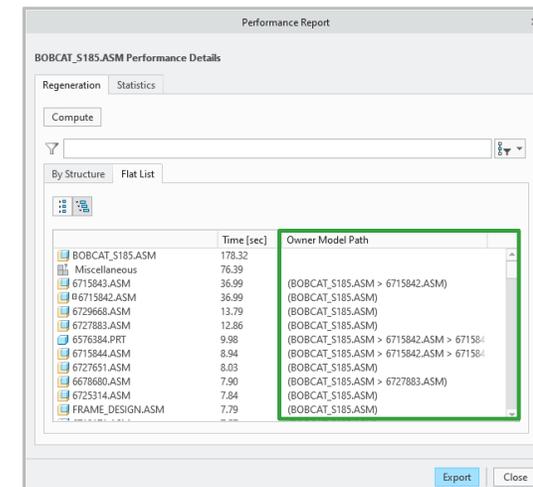
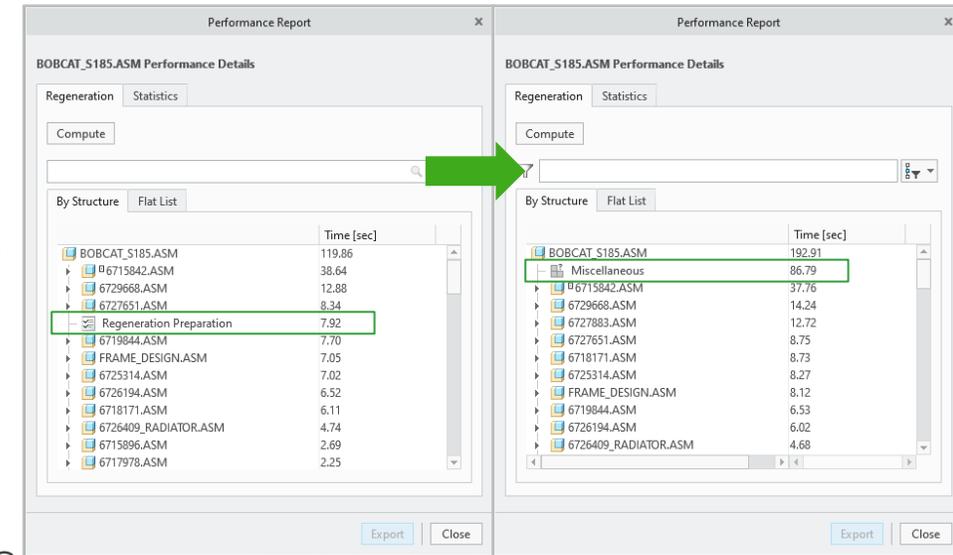
Benefits:

- Control model deformation through an independent curve
- Easier selection of points to manipulate the surface
- Prevent unintended editing of control mesh

ASSEMBLY DESIGN

■ Performance Report usability improvements

- Removed previous limitations and added more details in the regeneration report and improving usability
- A cleaner start page
- The Performance Report dialog no longer blocking
- Regeneration Preparation node is replaced
 - Miscellaneous: Time not accounted for by specific objects
 - Other items: Represents time for Relations, Pro/Program, Family tables, Assembly cuts, Flexible components and Mechanism
- Owner model path column in the flat list
 - Also, in the exported .csv file
- Object selection is persistent between the structured and flat list
- Search is more aligned with the Model Tree search and allows to both highlight and filter
- Easier to assess and identify regeneration performance issues



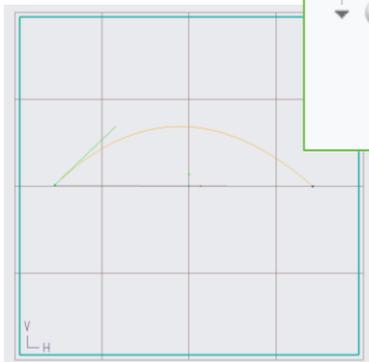
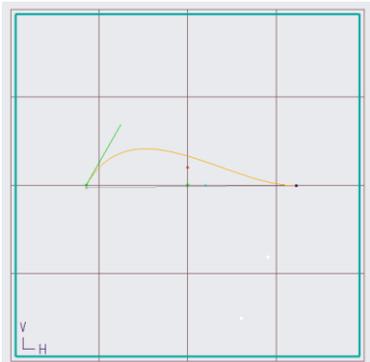
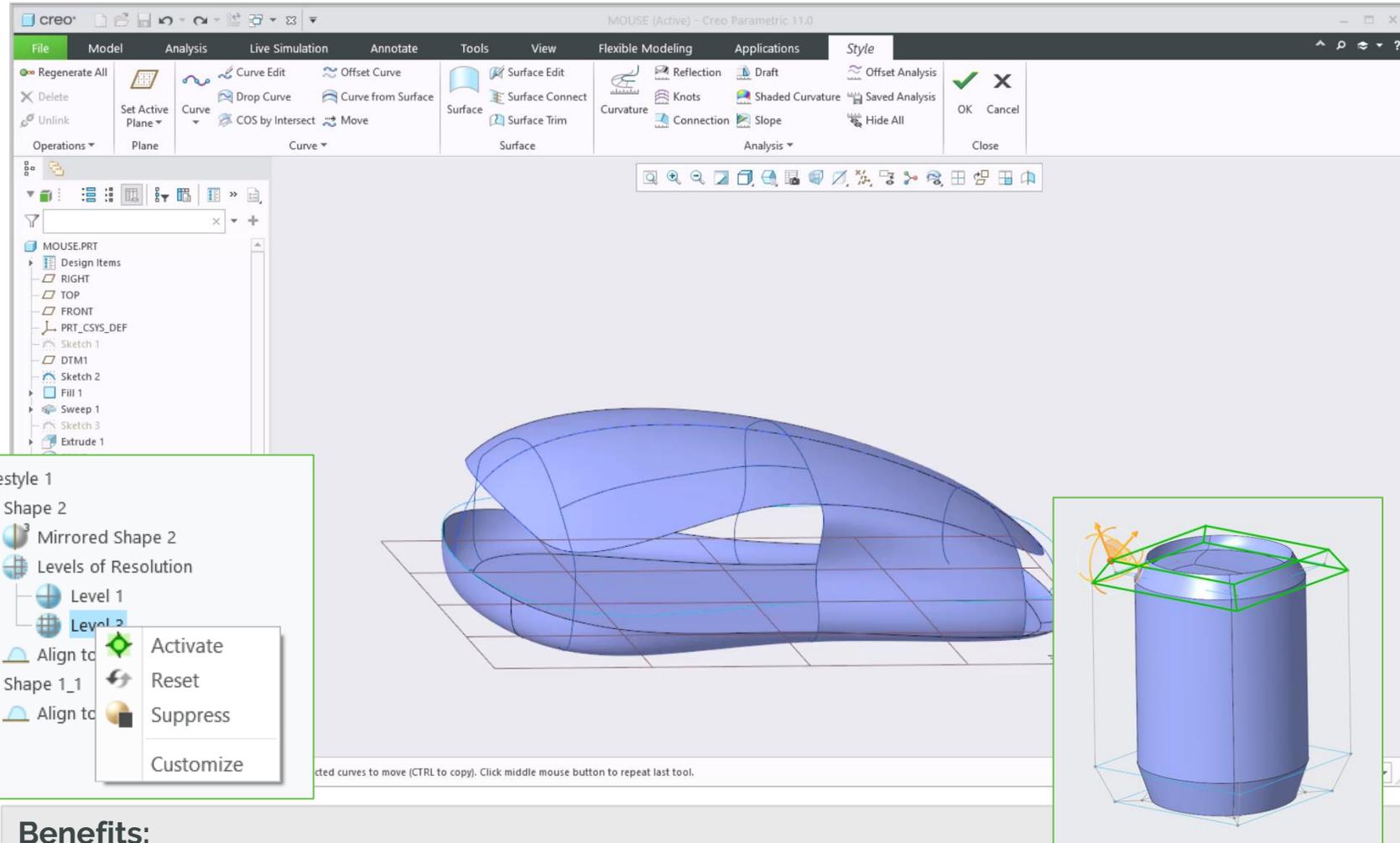
Surfacing

■ Freestyle:

- Rotational pattern now supports reference pattern
- New Bevel operation
- Easier control of Multi Level

■ Style:

- Set curve degree below 3
- More intuitive curve editing
- Connection table for surfaces

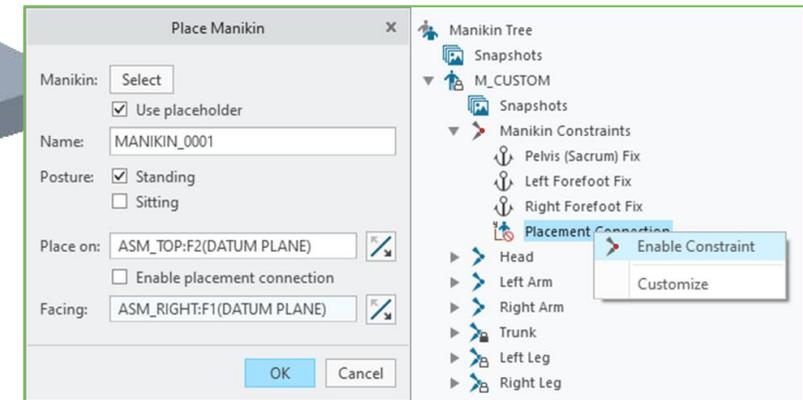
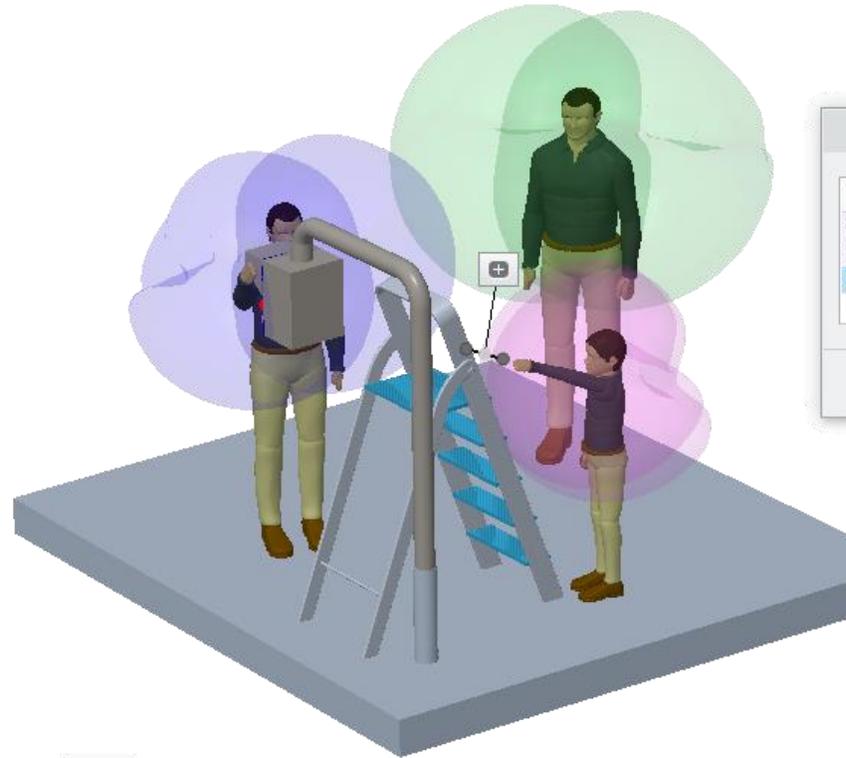


Benefits:

- Greater control of curves & surfaces
- Expanded modeling capabilities in Freestyle
- Streamlined workflows for working with Multi level subdivisions

Manikin

- Usability enhancements
 - Placement connections in tree
 - Manage multiple snapshots
 - Dimension control when manipulating manikin
- Easily measure angle between 2 joint segments
- Support multiple reach envelopes per hand
- Control orientation during reach operation
- Updated Manikin Library as inseparable assemblies

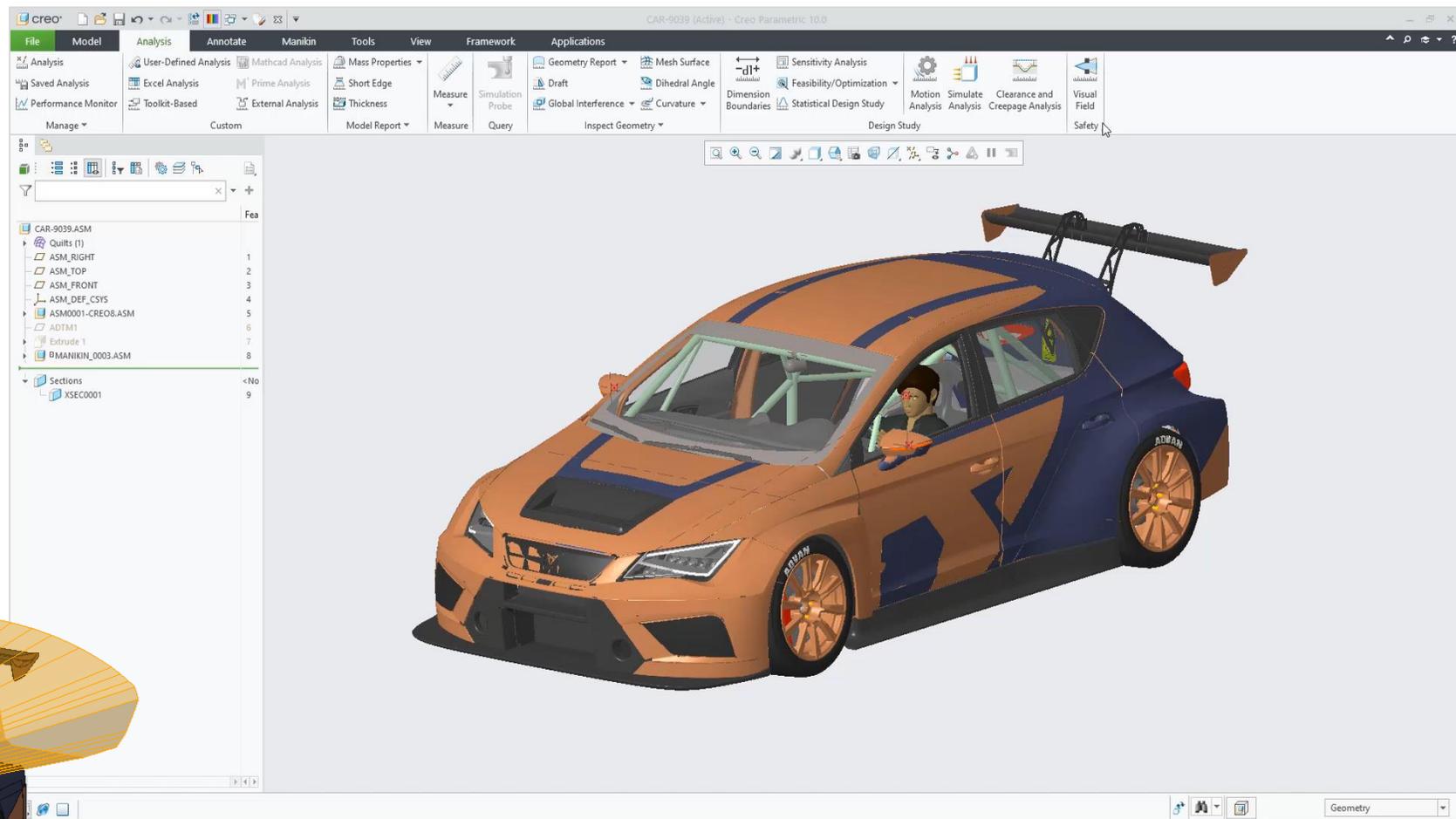
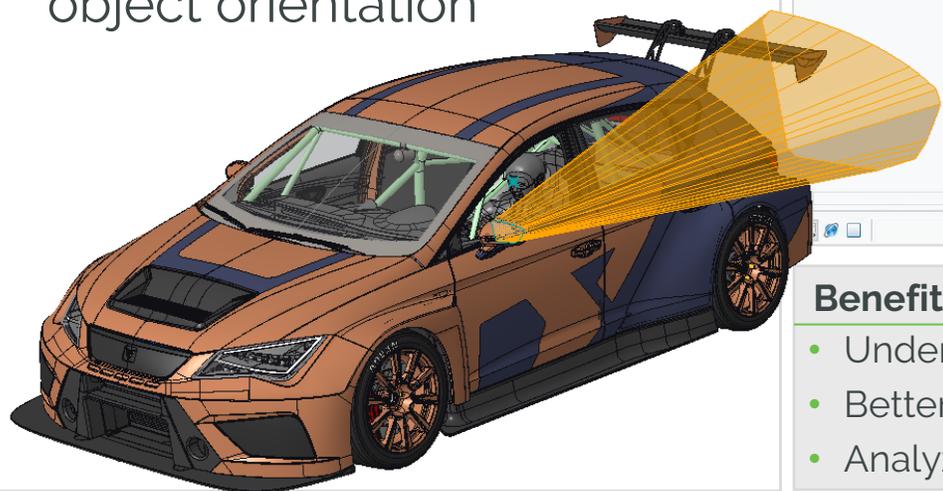


Benefits:

- Understand angles between joints
- Easier data management of manikin library
- Accurately control manikin position

Visual Field feature

- Perform a reflection analysis by looking at a reflective object.
- Resulting surface cone represents the visual field reflecting of the selected object (like a mirror).
- Control over reflective object orientation

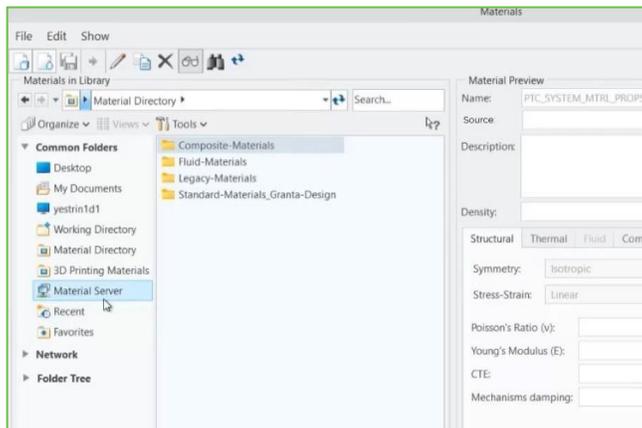
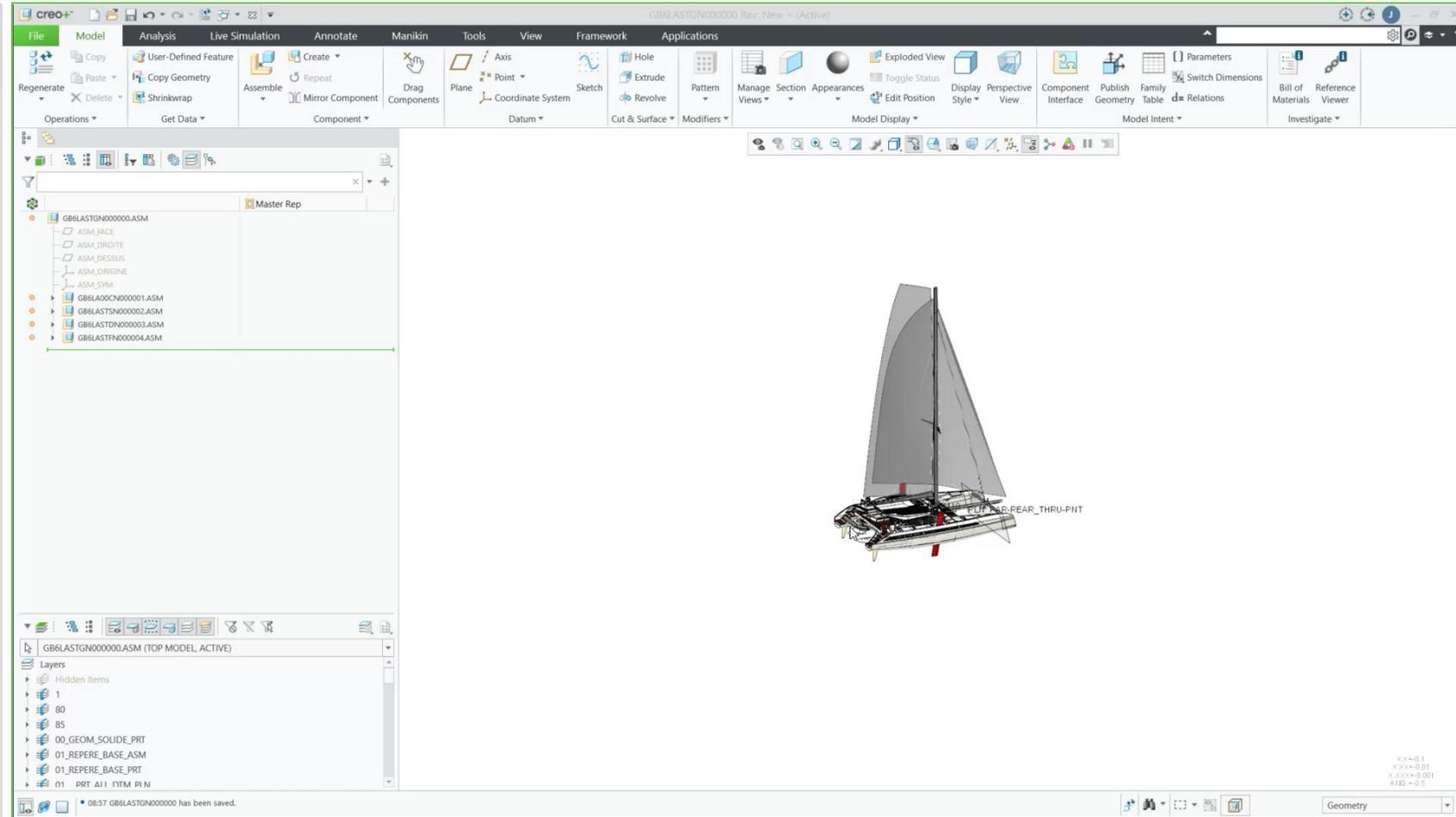


Benefits:

- Understand the visual field cone by looking at a reflective object.
- Better insight into resulting field of view
- Analyze model to conform to visibility standards

Windchill Interaction

- Material Management *(available in maintenance release)*
 - Manage and link to material library in Windchill
 - Communicate material and usage quantity to Windchill
 - *(Available with WC 13.1.1)*
- Partial Open (subset) in Creo
 - Retrieve asm from WS with partial set of dependents defined in Windchill



Benefits:

- Greater understanding of material usage at enterprise level
- Quickly and easily open relevant parts within assembly context



Productivity & Usability

Design for Composites

Design for Electrification

Simulation Driven Design

Model-Based Definition

Design for Manufacturing



creo® 12



ptc®



DESIGN FOR COMPOSITES

New Composite Design

■ Design

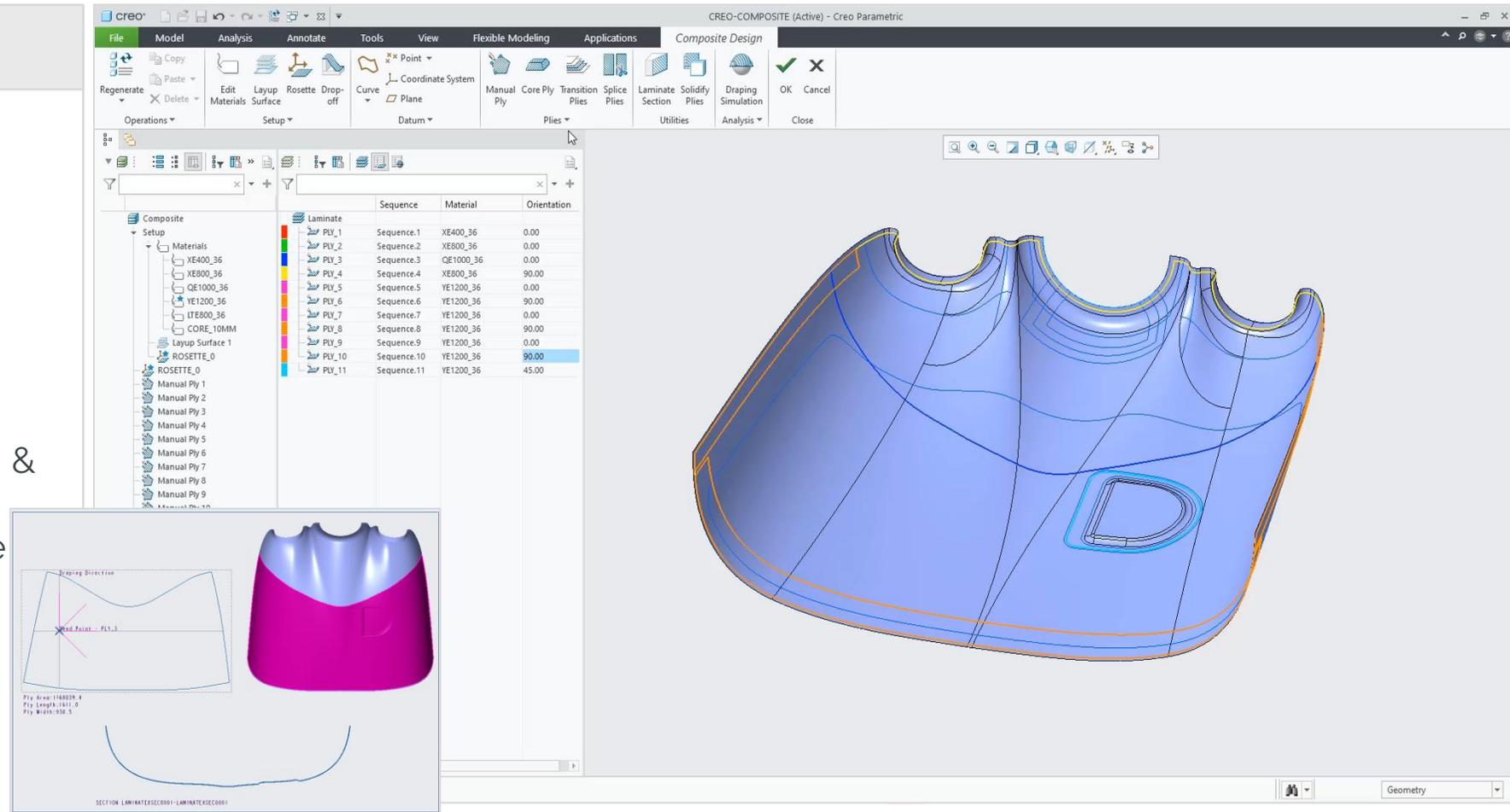
- Ply & Core creation
- Ply Transitions
- Create Solid & IML quilt
- Sectioning of Plies

■ Simulation

- Advanced draping simulation & flat ply export
- Integrates with Creo Simulate
- Export to 3rd party analysis

■ Manufacturing

- Draping & Flat pattern (DXF)
- Splicing & Darting
- Template based automated Ply books

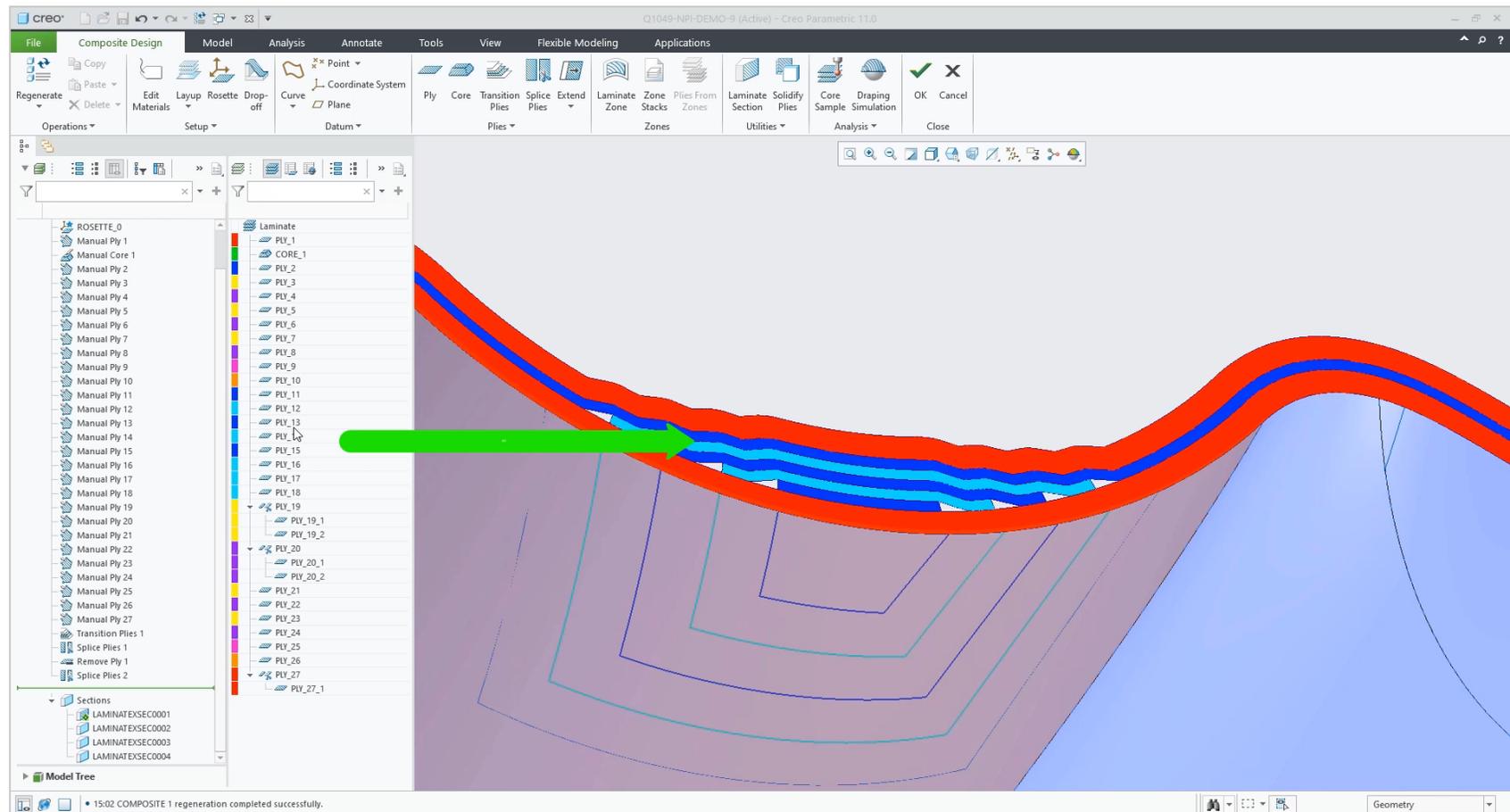
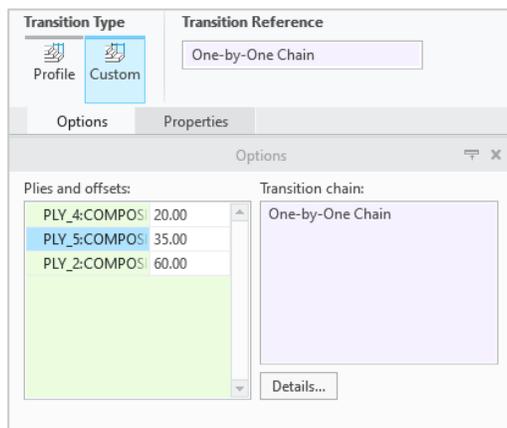


Benefits:

- Accurately define & capture full composite structure
- Validate and identify manufacturability issues
- Derive digital work instructions

Expanded functionality

- Transitions
 - Modify transitions in graphics
 - Improved usability
- Laminate Section
 - Cross highlight & select Plies
 - Create section at part level
- Draping Simulation
 - Separate window for flat ply
 - Improved draping simulation



Benefits:

- Improved usability and productivity
- Easier to manage and visualize plies
- Improved draping workflows

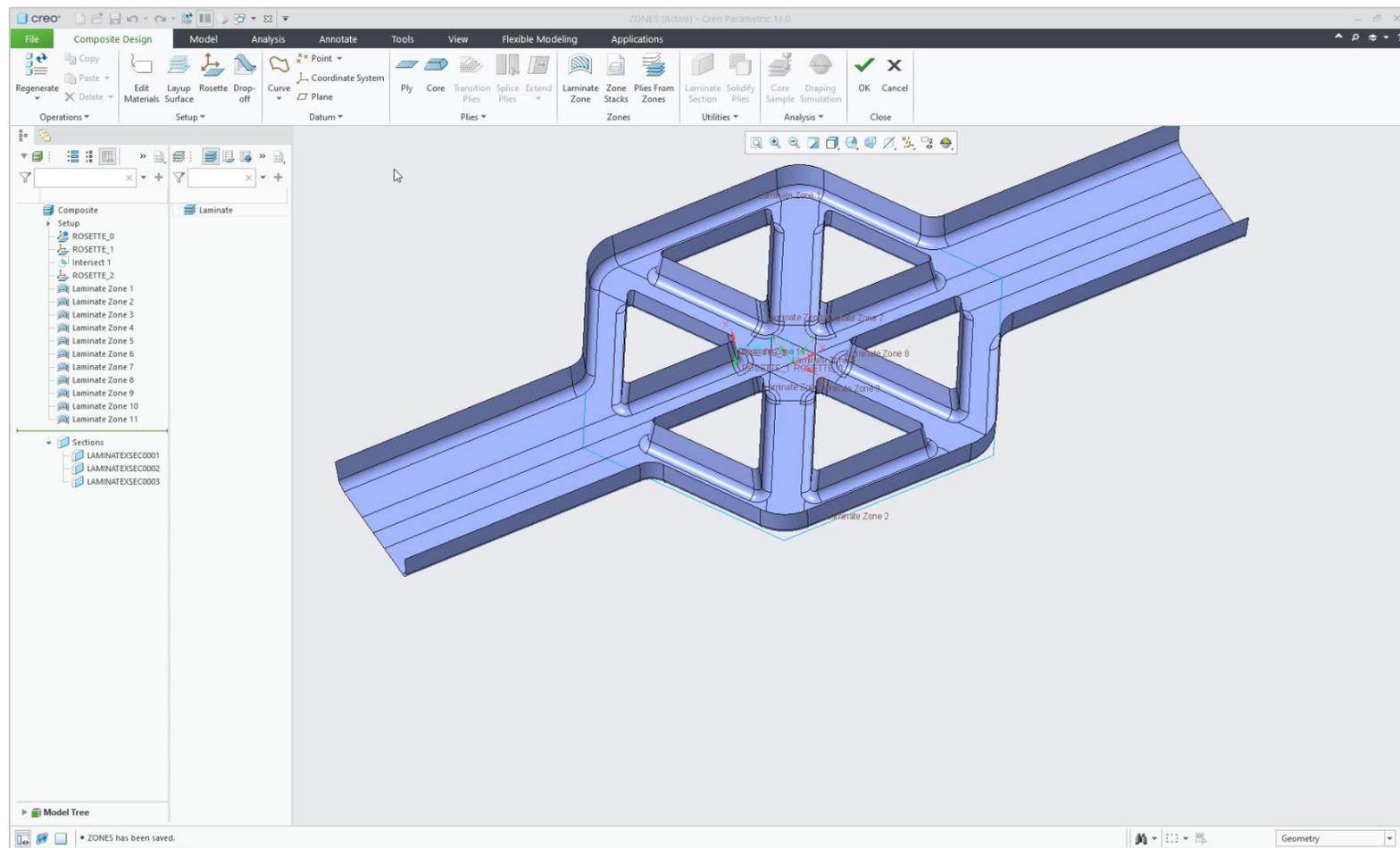
Zone based design

- Zone Based Plies and Cores
- Define and save local Zone Stack
- Combine Zones & Stacks to create plies
- Use Plies from Zones tool to automatically create (multiple) plies

The image shows the 'Zone Stacks' dialog box in the software. It has a 'Stacks' list on the left with 'Stack 1' and 'Stack 2'. The 'Stack definition' table is as follows:

#	Material	Orientation
1	YE1200_S2	0.00
2	YE1200_S2	45.00
3	YE1200_S2	90.00
4	YE1200_S2	-45.00

Below the table is an 'Add Row' button. To the right of the dialog, the Model Tree shows a hierarchy: Composite > Setup > Laminates > Laminated Zone 1, Laminated Zone 2, Laminated Zone 3, ZONE_BASED_PLIES_1 > Zone Based Ply 1 through 6, and Zone Based Core 1 and 2.



Benefits:

- Automatically build many plies with the Zone Based approach
- Conceptual top-down composite design, using zones and zone stacks.
- Faster creation of large scale composite products

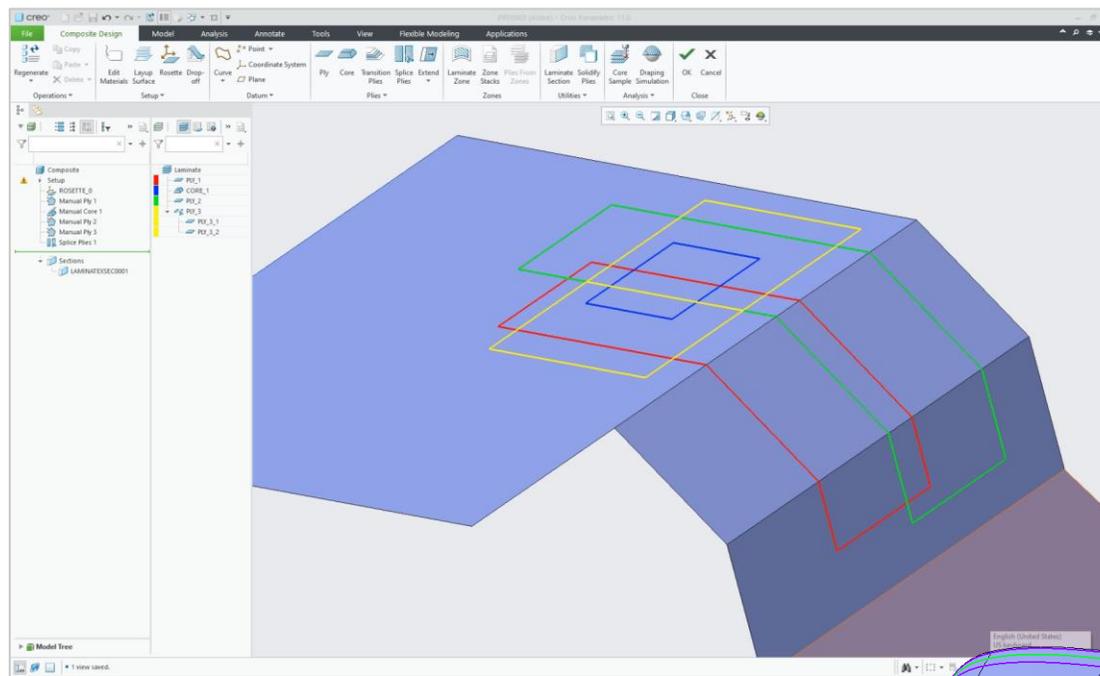
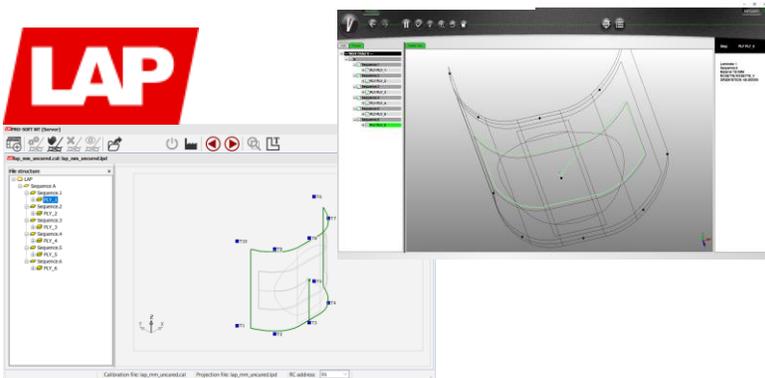
DESIGN FOR COMPOSITES

Manufacturing

- Extend Ply boundary
 - By Value, Reference or Contour
 - Always performed inside the Layup quilt
- Core Sampling
 - Report a local laminate stack up at any point on a laminate
- Create laser projection files
 - Support leading LAP & VIRTEK systems

VIRTEK

LAP



Core Sample

Analysis Feature

Setup

Placement reference: FPNTD:F36(DATUM POINT):COMPOSITE

Results

Sampled objects: 5
Total thickness: 22.544000 mm

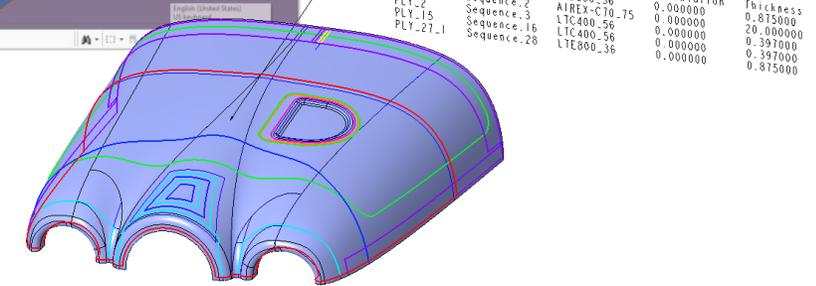
Name	Sequence	Material	Orientation	Thickness
PLY_1	Sequence.1	LTE800_36	0.000000	0.875000
CORE_1	Sequence.2	AIREX-C70_	0.000000	20.000000
PLY_2	Sequence.3	LTC400_56	0.000000	0.397000
PLY_15	Sequence.16	LTC400_56	0.000000	0.397000
PLY_27_1	Sequence.28	LTE800_36	0.000000	0.875000

Parameters

Create	Name	Description
<input checked="" type="checkbox"/>	Thickness	Total sa
<input checked="" type="checkbox"/>	Quantity	Number

Annotation

- Add a note
- Laminate objects
- Number of objects
- Total thickness

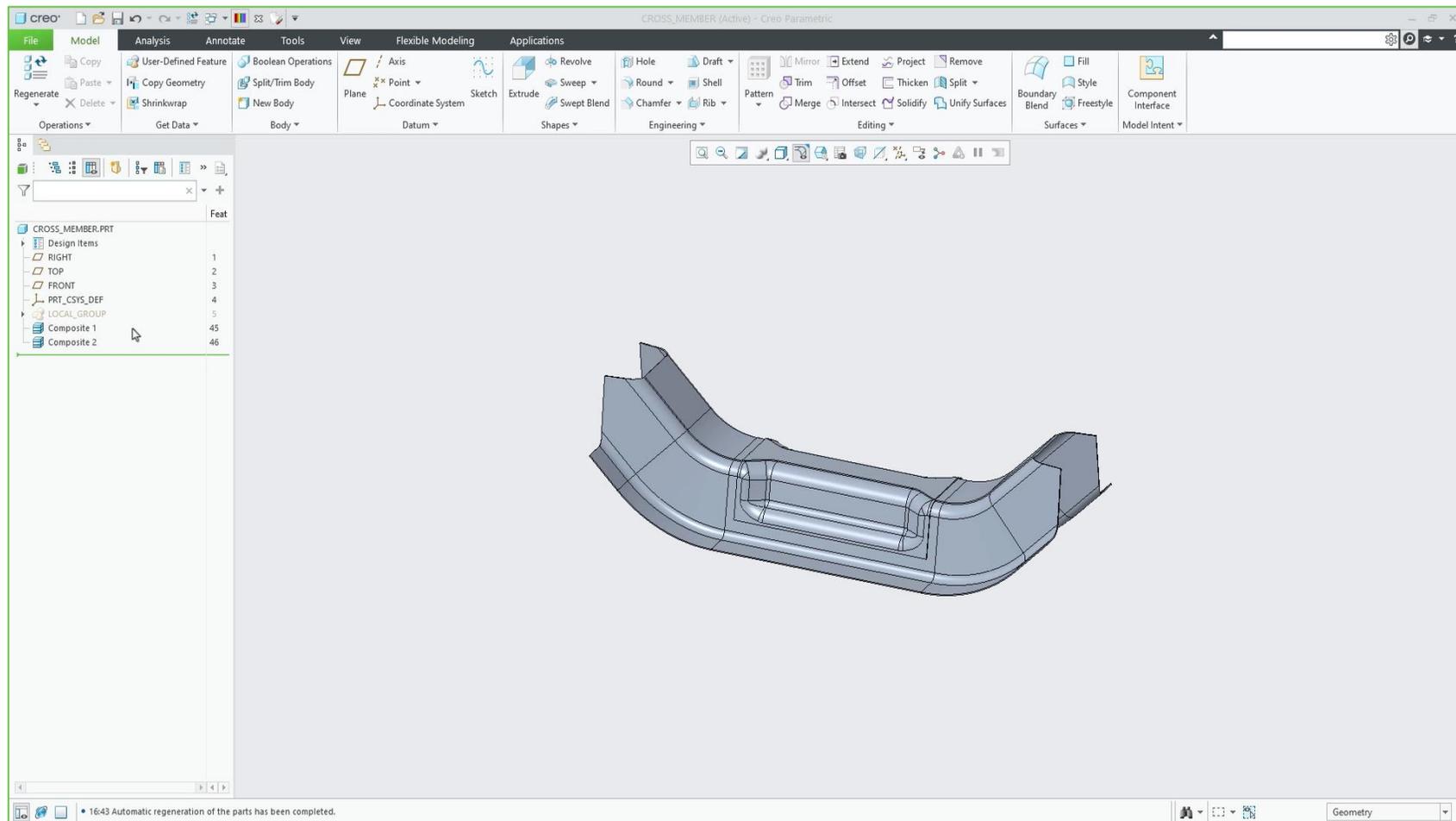
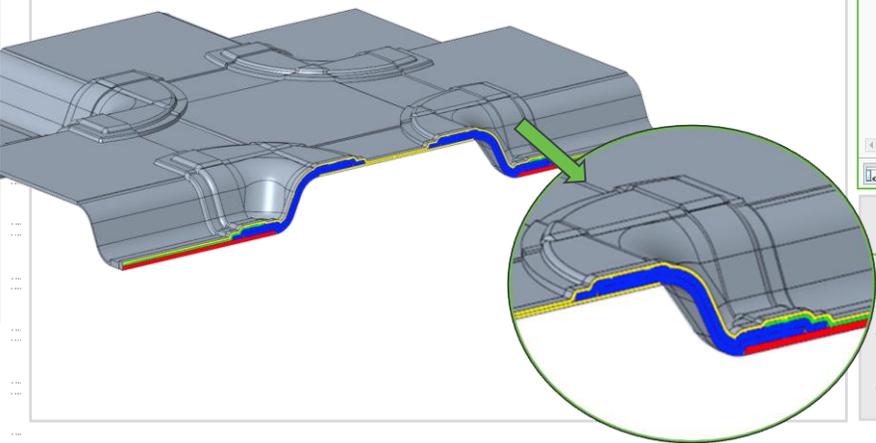


Benefits:

- More flexibility during composite design and preparation for manufacturing
- Better insight into the composite design and adds more clarity on the ply book drawing
- Increase composite product quality supporting the laser guided manufacturing process

Robustness & Scalability

- Accurately generate solid geometry of composite
- Create associative manufacturing model
- Merge plies from zones
- Expanded transitions
- Draping enhancements



Benefits:

- Faster and more robust creation of solid geometry
- Improves productivity, allowing creation of composite manufacturing reference parts
- improved productivity and functionality for conceptual top-down Composite Design



Productivity & Usability

Design for Composites

Design for Electrification

Simulation Driven Design

Model-Based Definition

Design for Manufacturing



creo® 12



DISPLAY DATA



EXPORTING OUTPUT



IDENTIFICATION



ACTIVE RECORD

USER CONTROL

VIEW DATA INFORMATION



8012
3834
6983
7845
4733
1464
8012
3834

21 36 67 98

DESIGN FOR ELECTRIFICATION

Cabling tree

- New Cabling Tree
 - Cables View,
 - Bundles View
 - Connectivity View
- Simple search and dedicated cabling queries.
- Dedicated filters and columns for each view

Cable view

The screenshot shows a tree view of cables. The main table has columns for 'Logical From' and 'Logical To'. The tree structure includes:

- Cables
 - W469
 - 08_BLACK_DK_BLUE
 - Cable/Bundle Segment id 17341
 - Cable Location id 114
 - Cable Location id 11588
 - Cable Location id 11590
 - Cable Location id 353
 - Cable/Bundle Segment id 375
 - Cable Location id 352
 - Cable Location id 9276
 - W470
 - 08_RED_WHITE
 - Cable/Bundle Segment id 17346
 - Cable Location id 114
 - Cable Location id 11588
 - Cable Location id 11590
 - Cable Location id 356
 - Cable/Bundle Segment id 388
 - Cable Location id 355
 - Cable Location id 9276
 - W471
 - 08_BLACK_DK_BLUE
 - Cable/Bundle Segment id 17351
 - Cable Location id 114
 - Cable Location id 11588
 - Cable Location id 11590

Bundle view

The screenshot shows a tree view of bundles. The main table has a 'Diameter' column. The tree structure includes:

- Bundles
 - CONSOLE1*
 - SHEATH_D12
 - Cable/Bundle Segment id 18441
 - W583
 - 08_RED_WHITE
 - Cable/Bundle Segment id 17650
 - Cable Location id 9276
 - Cable Location id 5696
 - W584
 - 08_RED_WHITE
 - Cable/Bundle Segment id 17655
 - Cable/Bundle Segment id 5770
 - W586
 - 08_ORANGE_BLACK
 - Cable/Bundle Segment id 17674
 - Cable/Bundle Segment id 6113
 - W587
 - 08_BLACK_DK_BLUE
 - Cable/Bundle Segment id 17688
 - Cable/Bundle Segment id 6161

Connectivity view

The screenshot shows a tree view of connectivity. The main table has columns for 'Designation' and 'Feat Name'. The tree structure includes:

- Connectivity
 - CONN1.PRT
 - LIGHT.PRT
 - W002
 - ENTRY <CONN1.PRT>
 - ENTRY <LIGHT.PRT>
 - MODULE.PRT
 - W003
 - ENTRY <CONN1.PRT>
 - ENTRY <MODULE.PRT>
 - W004
 - ENTRY <CONN1.PRT>
 - ENTRY <MODULE.PRT>
 - W001 (logical)
 - Note_2
 - CONN2.PRT
 - CONN3.PRT
 - C001:C001
 - ENTRY <CONN2.PRT>
 - ENTRY <CONN3.PRT>
 - C001:C002
 - ENTRY <CONN2.PRT>
 - ENTRY <CONN3.PRT>
 - C001:C003
 - ENTRY <CONN2.PRT>
 - ENTRY <CONN3.PRT>

Benefits:

- Better visibility into harness structure
- Easier discoverability of harness elements
- Easier investigation and validation of the harness

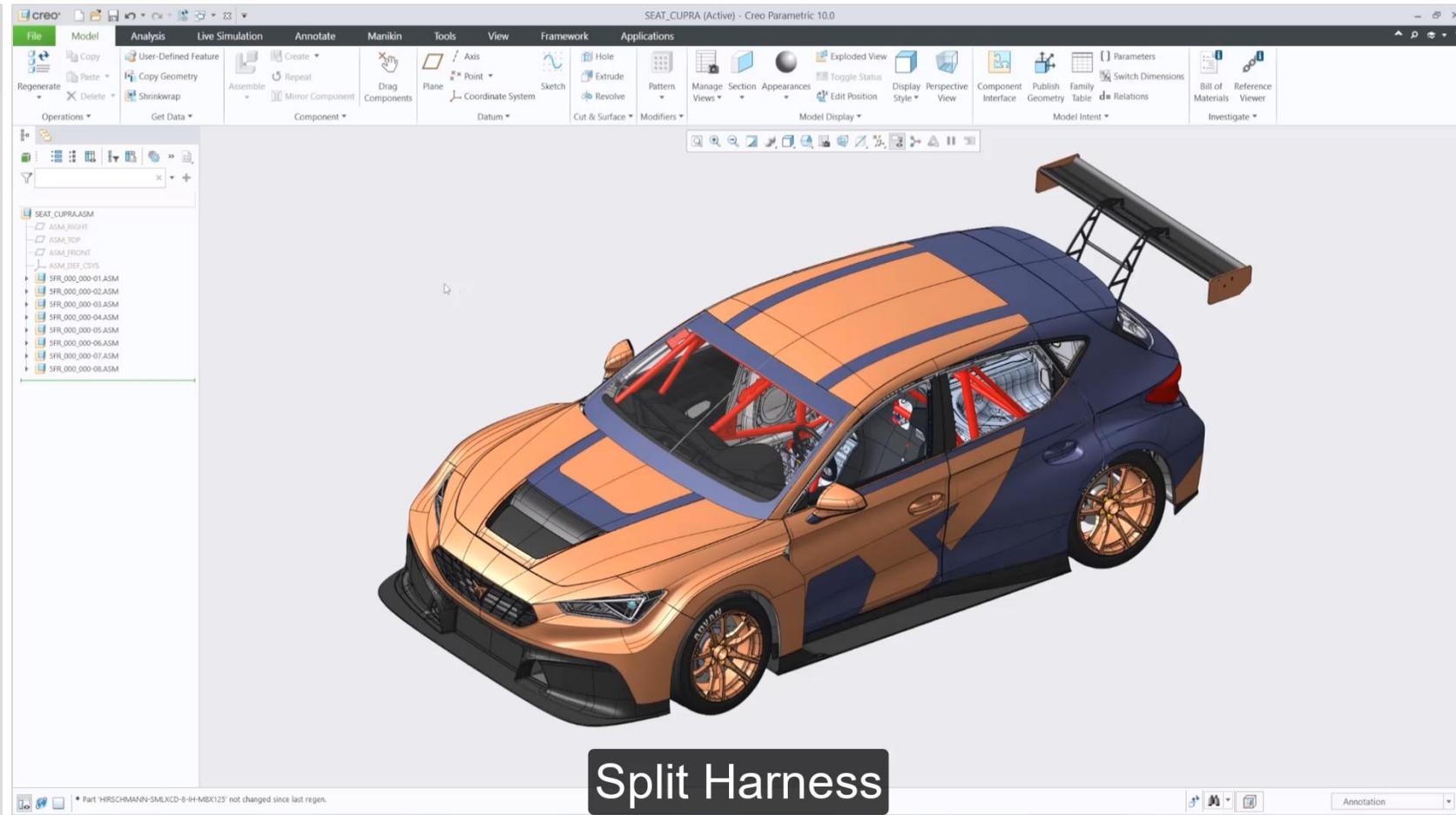
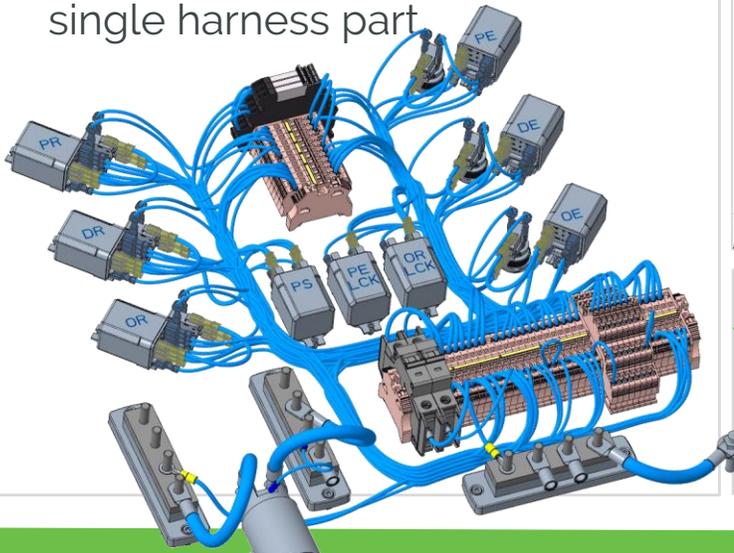
Split/Merge Harness

Split Harness

- Split an existing harness into two separate parts
- Dependent or Independent options
- Automatic restructuring of referenced components, cabling data and skeletons.

Merge harness

- merge two harnesses into a single harness part



Benefits:

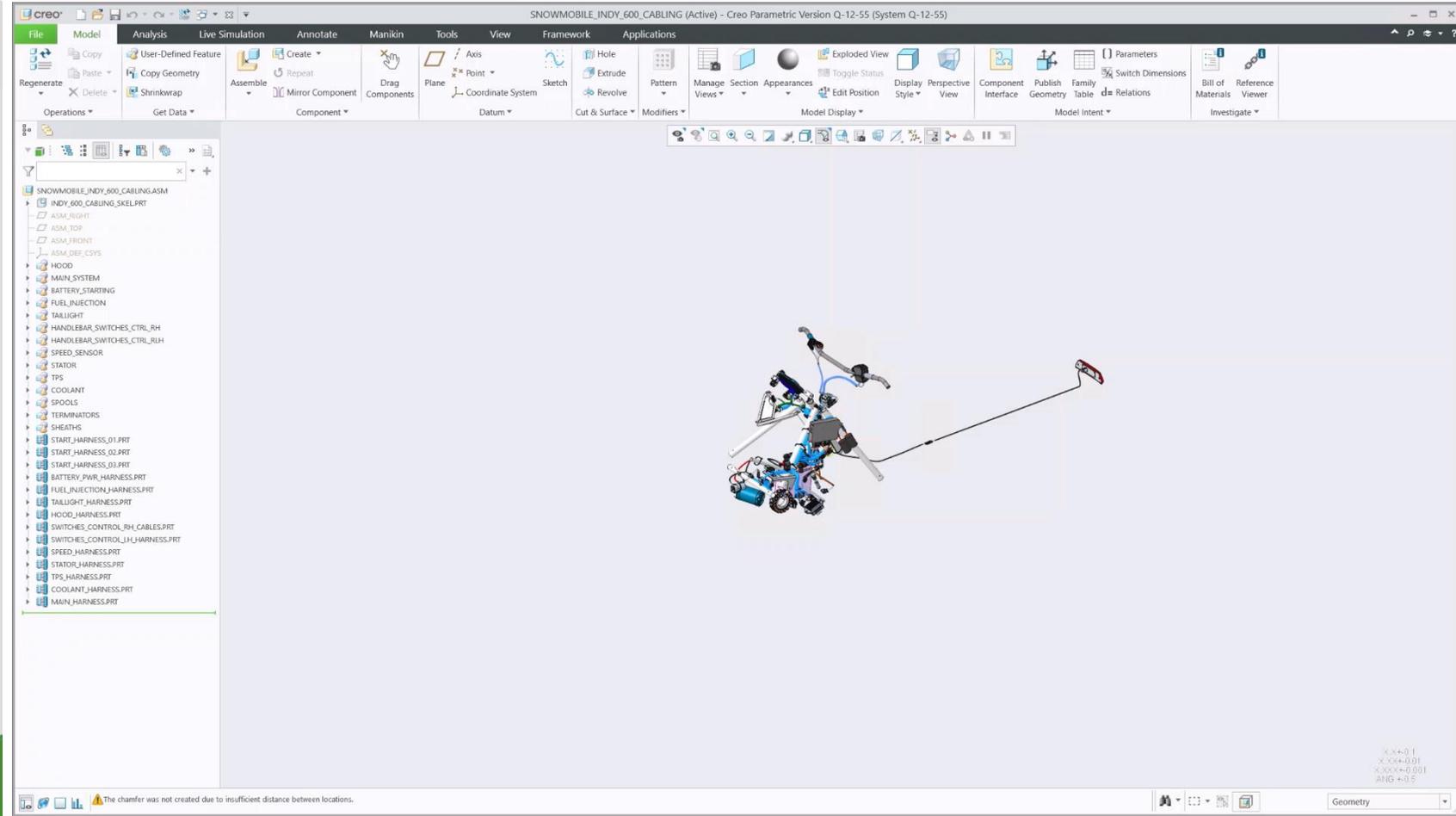
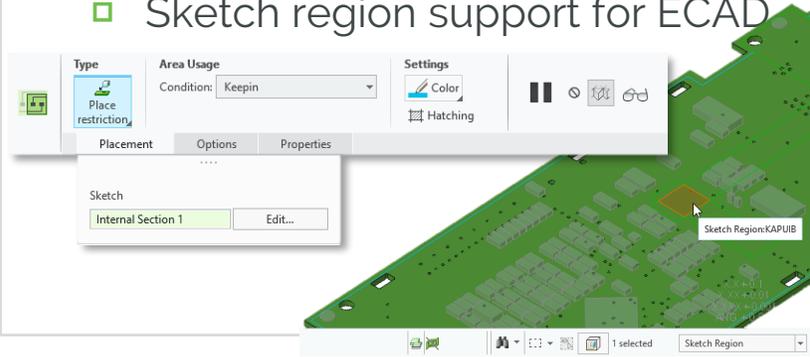
- Enables collaborative harness design workflows.
- Allows reuse of harness sub-systems
- Merge back split harnesses into a single piece for flattening.

Collaborative Harness Design

- Harness as an Assembly *(available in maintenance release)*
 - New Cabling Data model & management tool
 - Reuse Cosmetics, Spools and Terminators Modernized tools and workflows
 - Full HMX support on release
 - New Harness BOM Report in Creo & Windchill

■ ECAD

- Enhanced IDX import
 - User defined attributes, Hint map,
- Sketch region support for ECAD



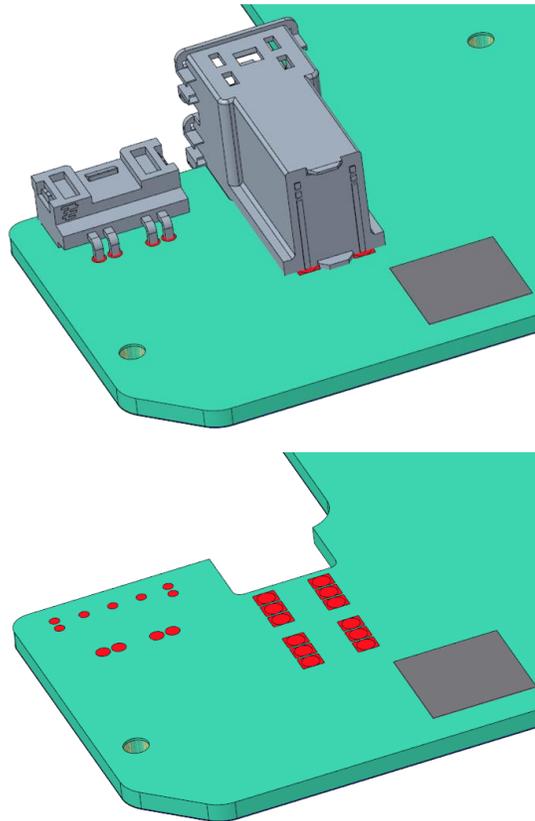
Benefits:

- Significant productivity gains across the entire application
- Spools/Cosmetics/Terminators are now reusable across multiple harnesses
- Proper BOM calculation and management in WC

ECAD Paste masks

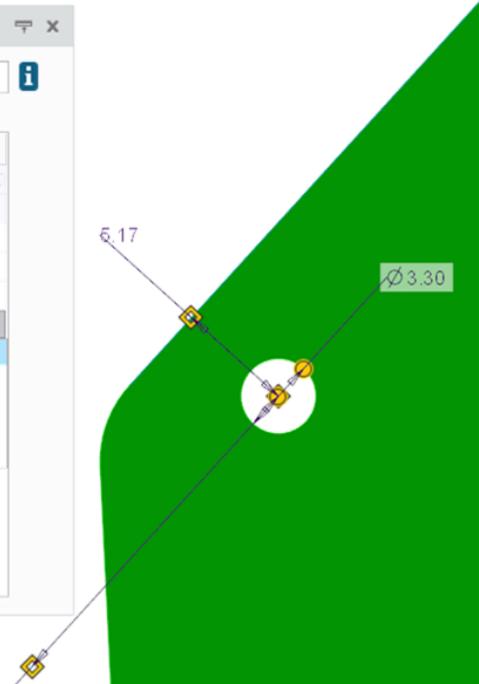
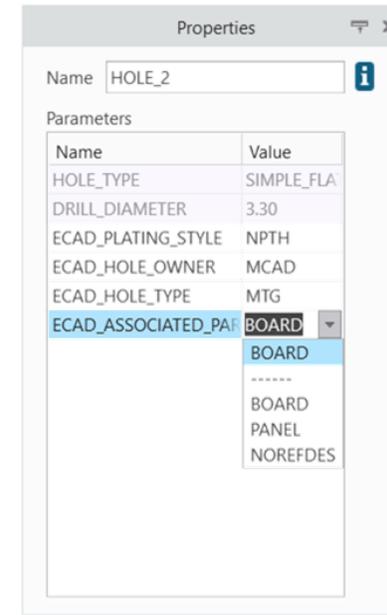
- Import Paste Mask (Stencil) top/bottom layers as ECAD Context Data.

Type	Top Layer	Bottom Layer	Include
Pin Pads			
Via Pads			
Routes			
Planes			
Conductive Figures			
Silkscreen			
Solder Mask	133	126	<input type="checkbox"/>
Paste Mask	113		<input checked="" type="checkbox"/>



ECAD Hole parameters

- Set ECAD parameters when creating holes in ECAD environment
- Parameters and defaults are now customizable using ECAD dedicated chart `ecad.hol` file.





Productivity & Usability

Design for Composites

Design for Electrification

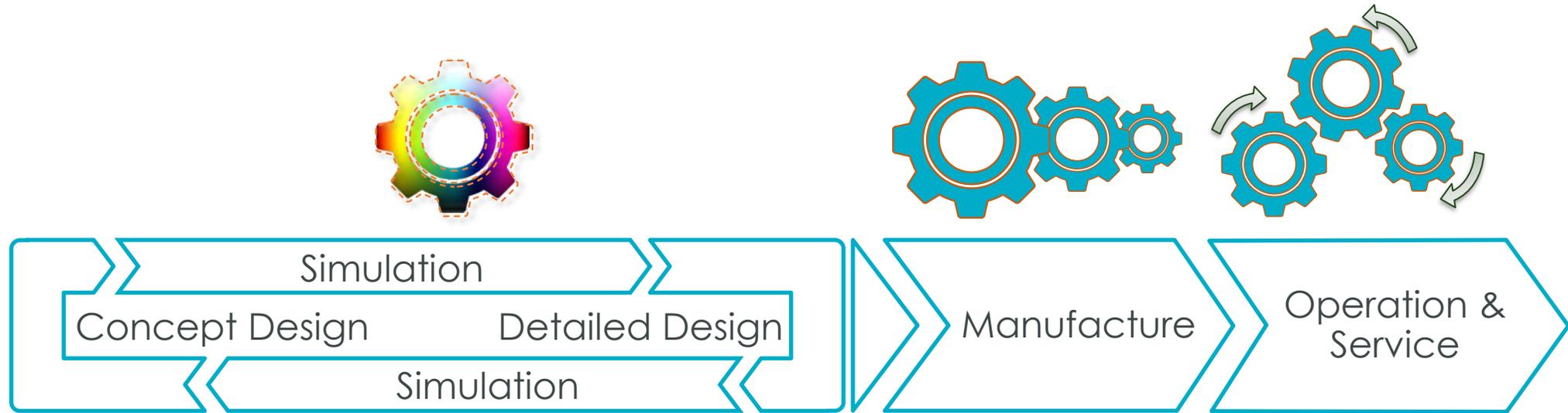
Simulation Driven Design

Model-Based Definition

Design for Manufacturing



SIMULATION DRIVEN DESIGN



creo® simulation live

Real-time design guidance
from the earliest concepts



creo® ansys simulation

High fidelity Ansys simulation
tailored to the Creo User



Ansys / MECHANICAL

Broadly and deeply capable
world-class simulation

SIMULATION DRIVEN DESIGN

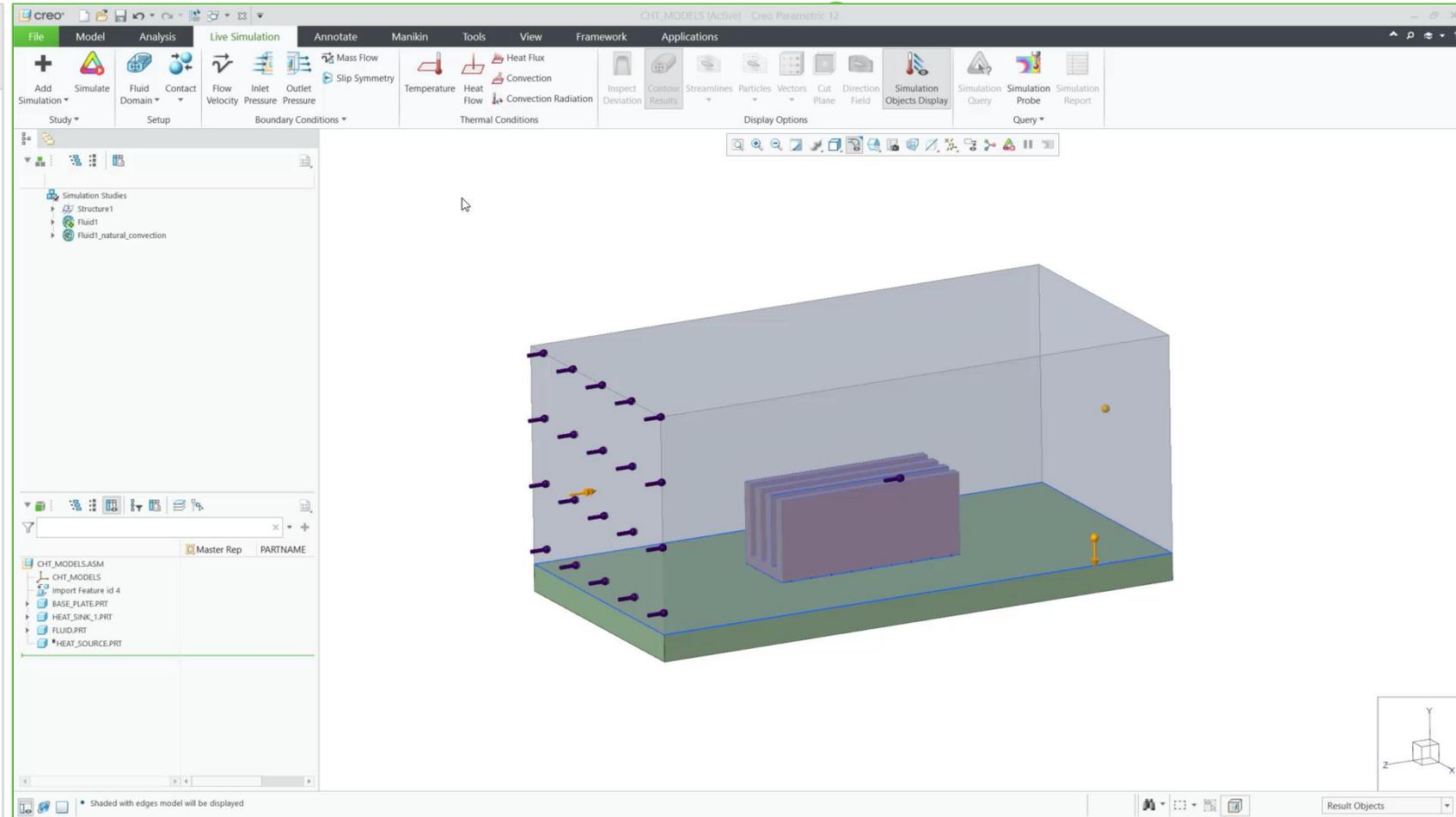
Simple Advanced Simulation

■ Simulation

- Ansys solver updates (25R1)
- Automatic contact creation in Creo Simulation Live
- Improved Structural and fluid results in CSL
- Simplified and streamlined results and charts in CAS
- Bolted structures for CSL & CAS
- Glue contact in Creo Simulate

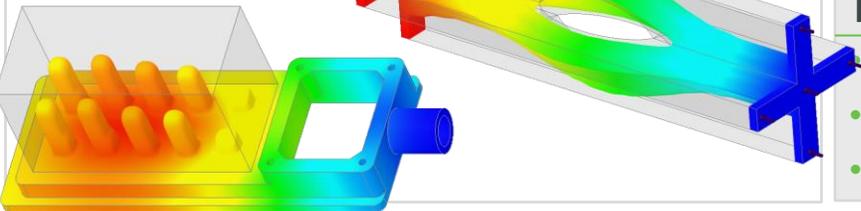
■ Generative

- Thermal optimization
- Improved Setup & Diagnostics



Benefits:

- Easy to use and faster results
- Improved user decisions with more result types
- Provides improved analysis features for generative bodies



SIMULATION DRIVEN DESIGN

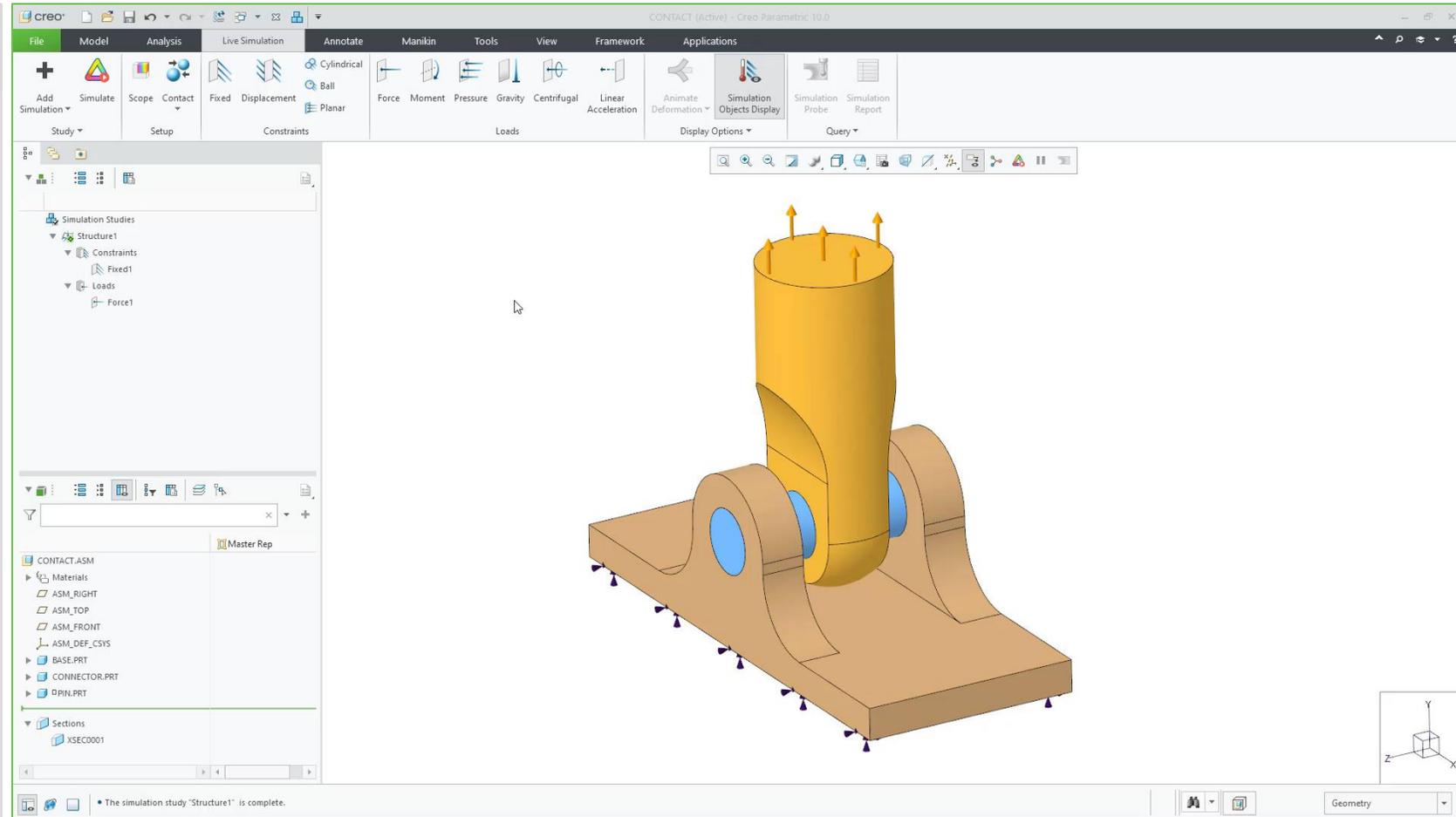
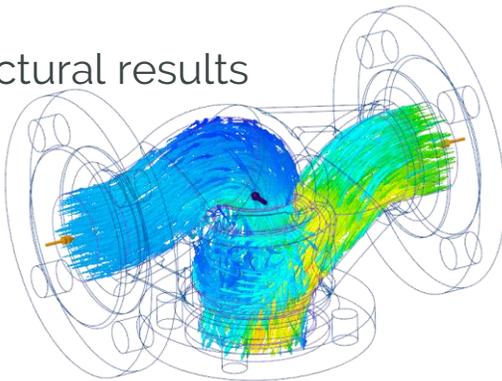
Creo Simulation Live

Contact Simulation

- Bonded, free and no separation are possible options
- By default, all objects are bonded.
- Improved contact detection (also available in Creo Ansys Simulation)

Expanded Result options

- Complete Vector Results for fluid
- Structural results



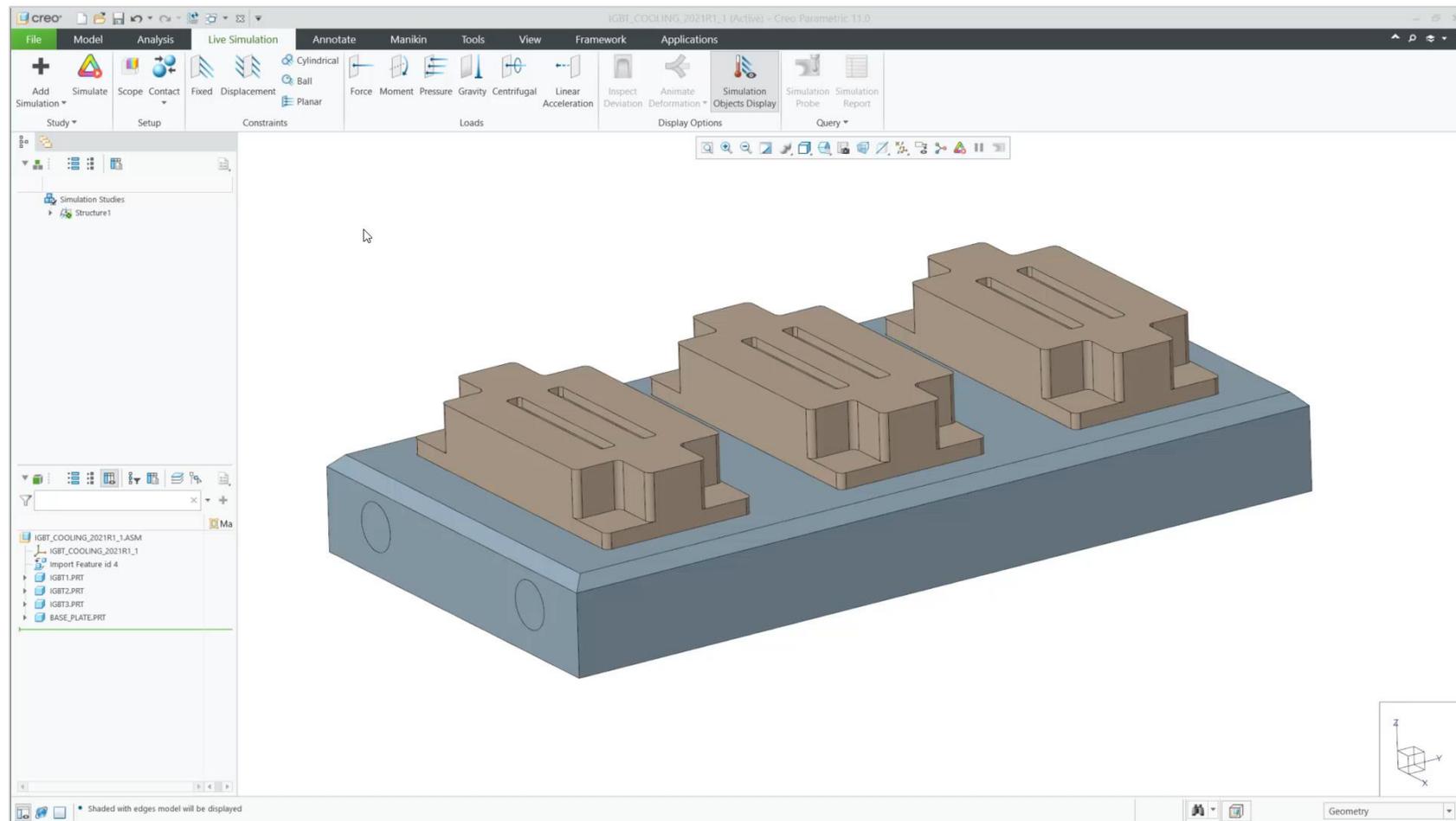
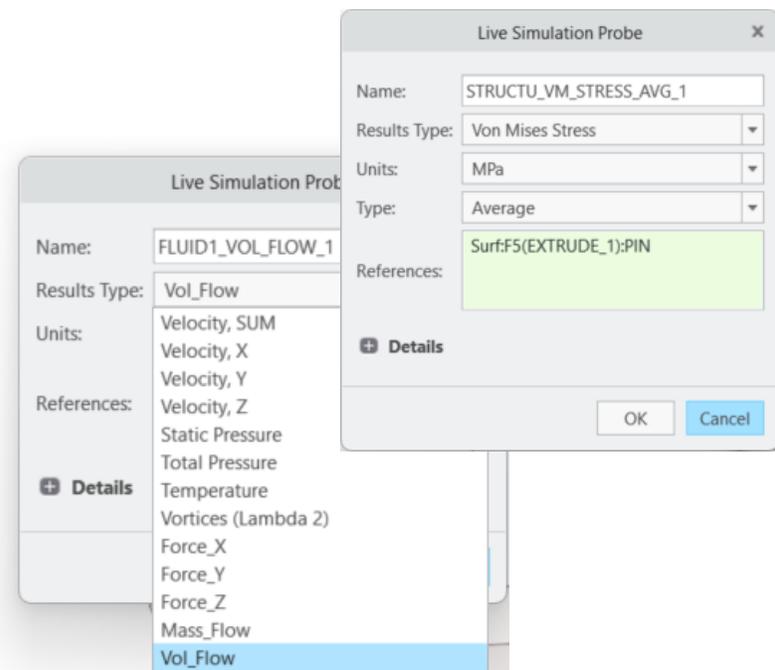
Benefits:

- More accurate solutions when contact is important
- Can now define with touching surfaces are free
- Contact stresses can now be reported

SIMULATION DRIVEN DESIGN

Creo Simulation Live

- Conjugate Heat Transfer
- Expanded Structural and Fluid Results
- Updated solvers



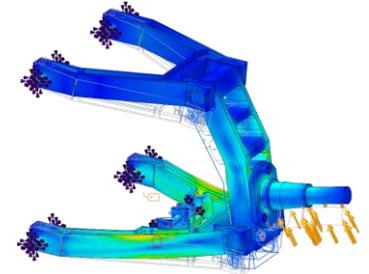
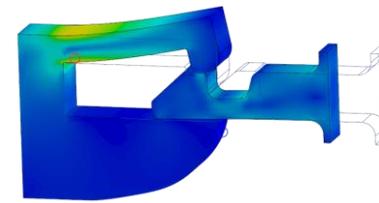
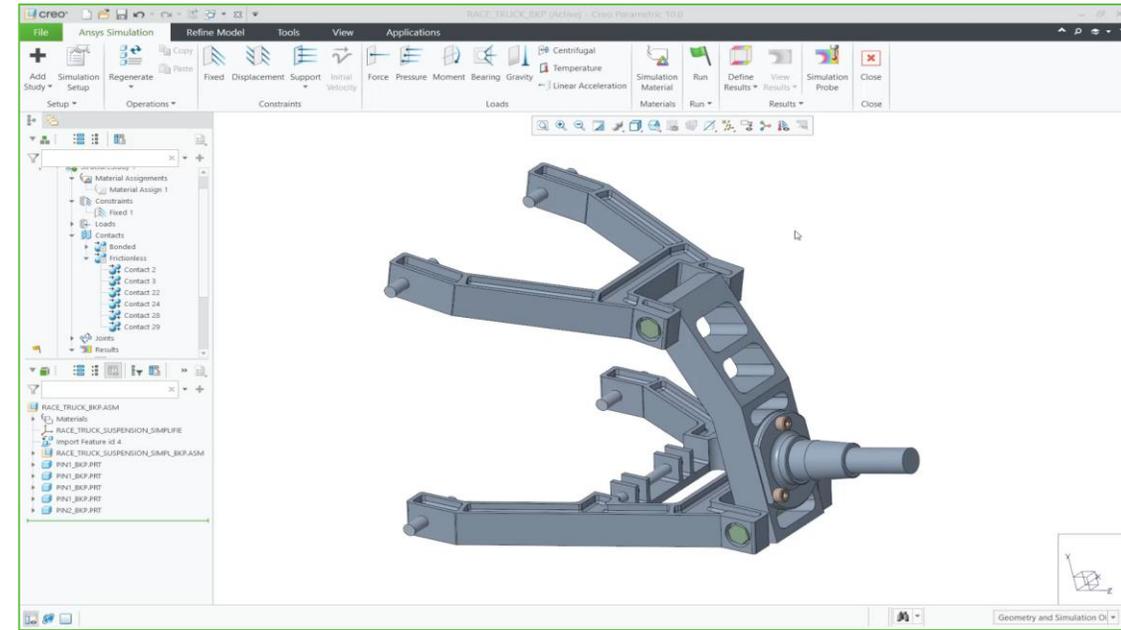
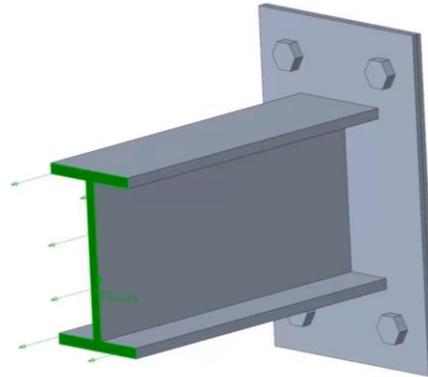
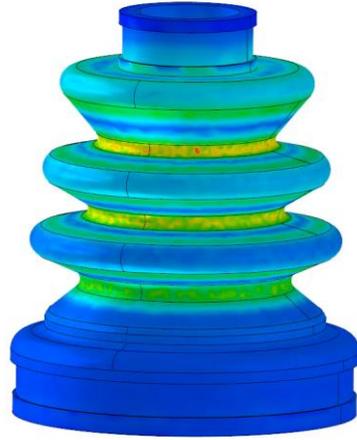
Benefits:

- Incredible speed in solving complex studies
- Accurately predict heat transfer of combination of solids and fluid flow
- Optimize designs from CHT results

SIMULATION DRIVEN DESIGN

Ansys Simulation Advanced

- Non-Linear Contact
 - New contact types - Frictional, frictionless and rough
 - Preview Simulation for all contact options
- Non-linear Materials
 - Bi-linear plasticity
 - Neo-Hookean hyperelasticity
 - Linear orthotropic elasticity
- Combined physics of Thermal and Structural
 - Thermal expansion use case



Benefits:

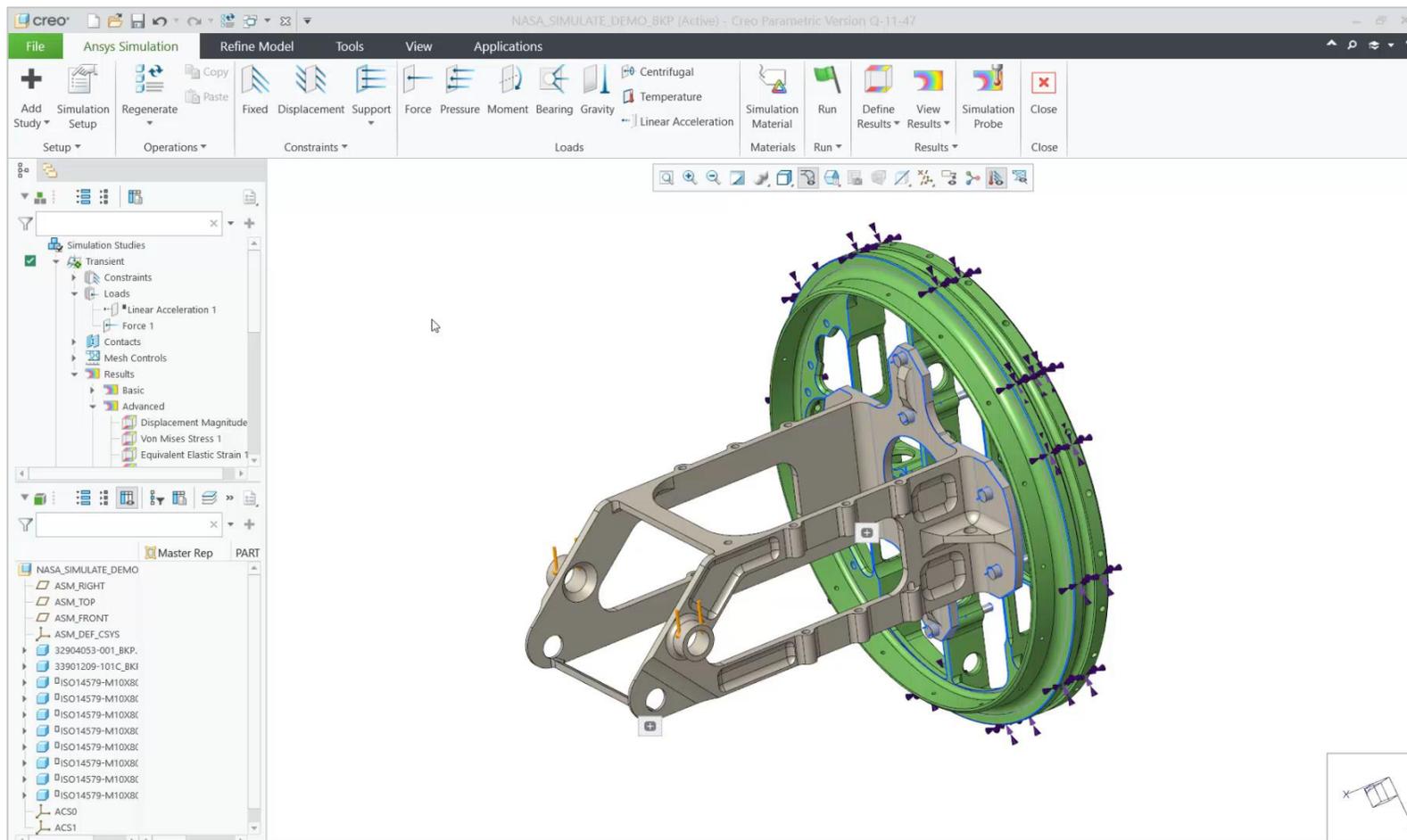
- Powerful and robust contact options
- Expands amount of use cases
- More realistic and accurate results

SIMULATION DRIVEN DESIGN

Creo Ansys Simulation

■ Transient Structure

- Available in Creo Ansys Simulation Advanced
- Time dependent structural simulation
- Additional Simulation Setup options
 - Initial Velocity
 - Damping
 - Step Duration
 - Sub-Stepping
- Define constraints as functions of time



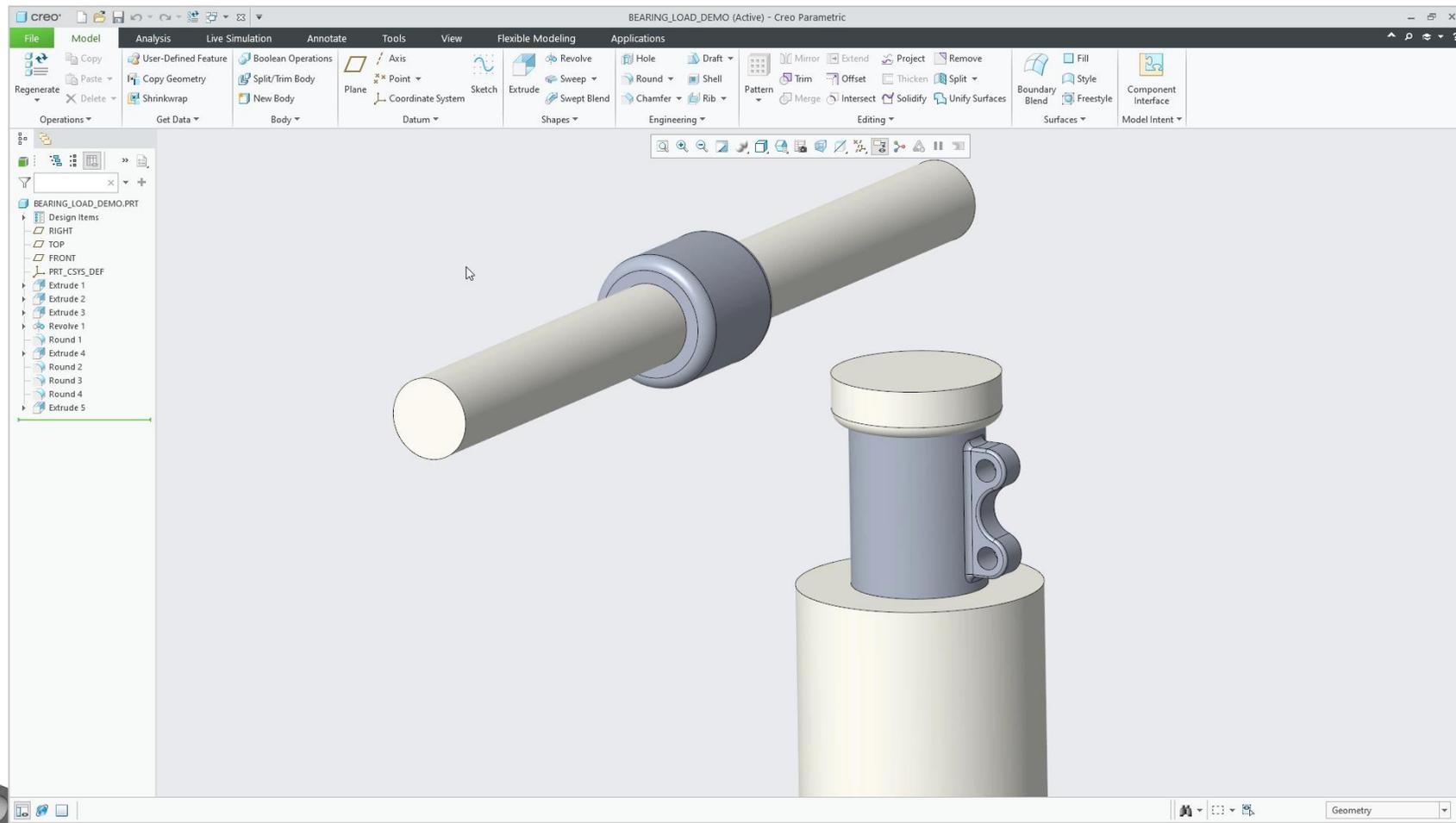
Benefits:

- Powerful capabilities exposed
- Determines the dynamic response under time-history loading
- Multi-step, Time dependent structural simulation

SIMULATION DRIVEN DESIGN

Generative

- Control minimum thickness with Minimum Feature Size
- Support for Bearing Loads
- Maintain Planar symmetry during reconstruction



Manufacturing Constraints

- Build Direction**
Reduces the number of supports for additive manufacturing
- Parting Line**
Creates an angle between the pull direction and the resulting drafted surfaces
- Linear Extrude**
Creates a linear pull direction extrude

Geometric Constraints

- Minimum Feature Size**
Controls the feature size in the optimized shape
- Symmetry**
Builds planar, rotational, or both types of symmetry
- Minimum Crease Radius**
Creates geometry with a minimum radius of specified value.



Minimum Feature Size = 35mm

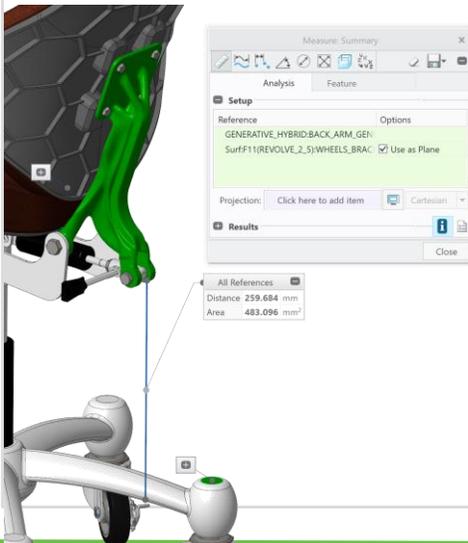
Benefits:

- Controls the thickness and avoids thin-walled structures in the optimization
- Provides improved loading conditions for the optimization to capture design intent
- Maintain design intent during reconstruction

GENERATIVE DESIGN

Expansion

- Rotational Symmetry
 - Apply constraints for rotational symmetry
 - Specify axis and number of instances
- Point mass & remote loads
- Measure between regular geometry and hybrid body



Measure Summary

Analysis Feature

Setup

Reference: GENERATIVE_HYBRID_BACK_ARM_GEN
SurfF11(REVOLVE_2_S1)WHEELS_BRAC Use as Plane

Projection: Cartesian

Results

All References

Distance: 259.684 mm
Area: 483.096 mm²

Design Criteria

Design Goals

Maximize stiffness

Limit volume: 50 %

Design Constraints

Type: Symmetry planes

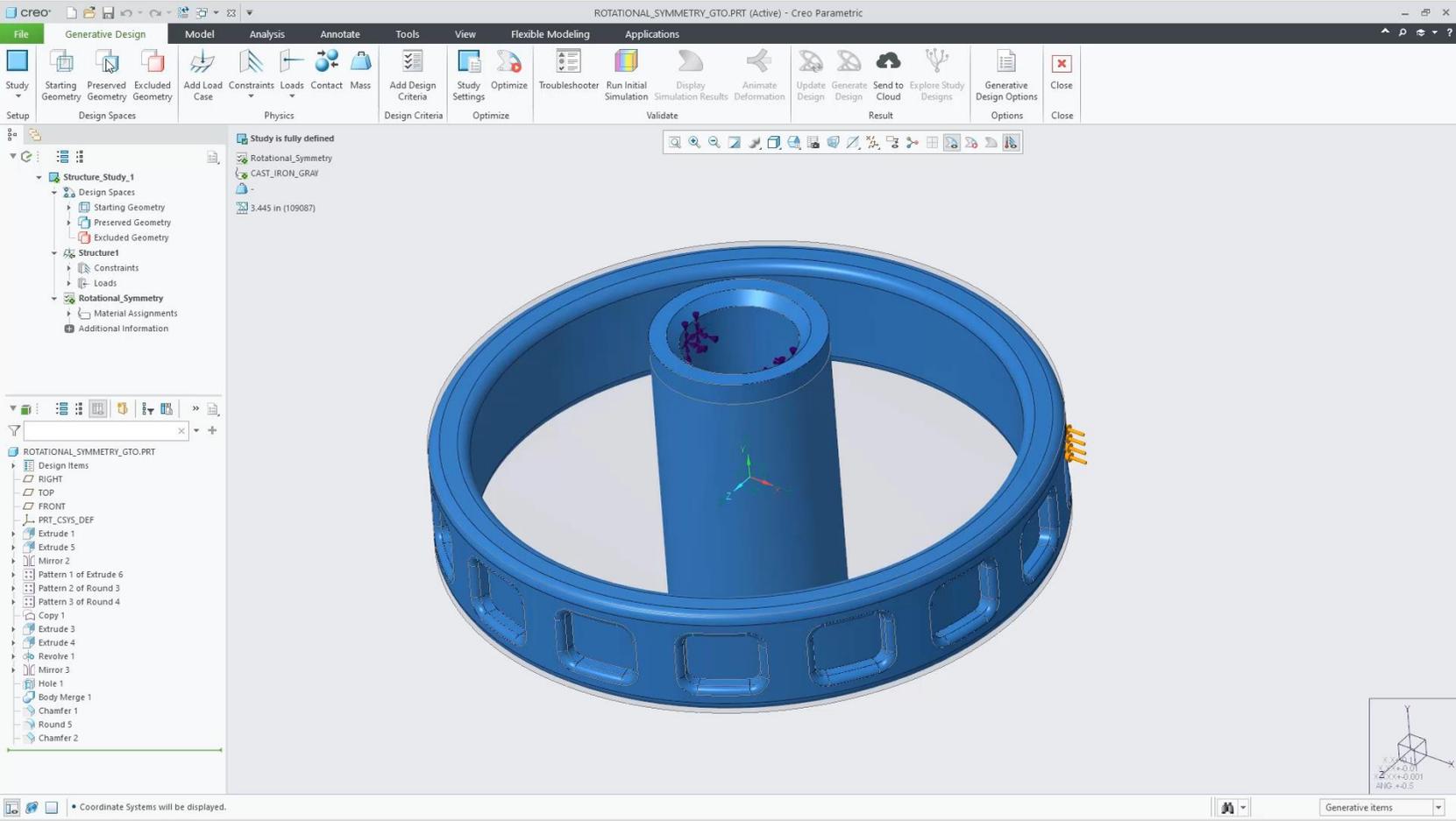
Symmetry planes:

Symmetry axis:

Instances: 4

Materials

Apply OK Cancel



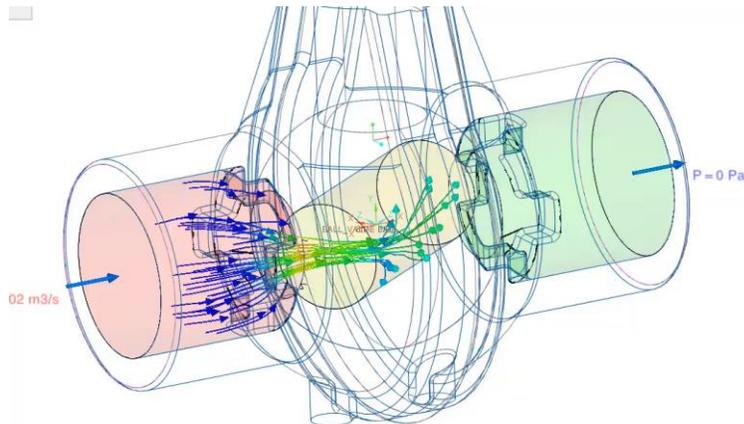
Benefits:

- Ensure optimized geometry is radially balanced
- Increased control of geometry that is output from generative design optimizations
- Improve usability to help users perform calculations for fit and function use cases

SIMULATION DRIVEN DESIGN

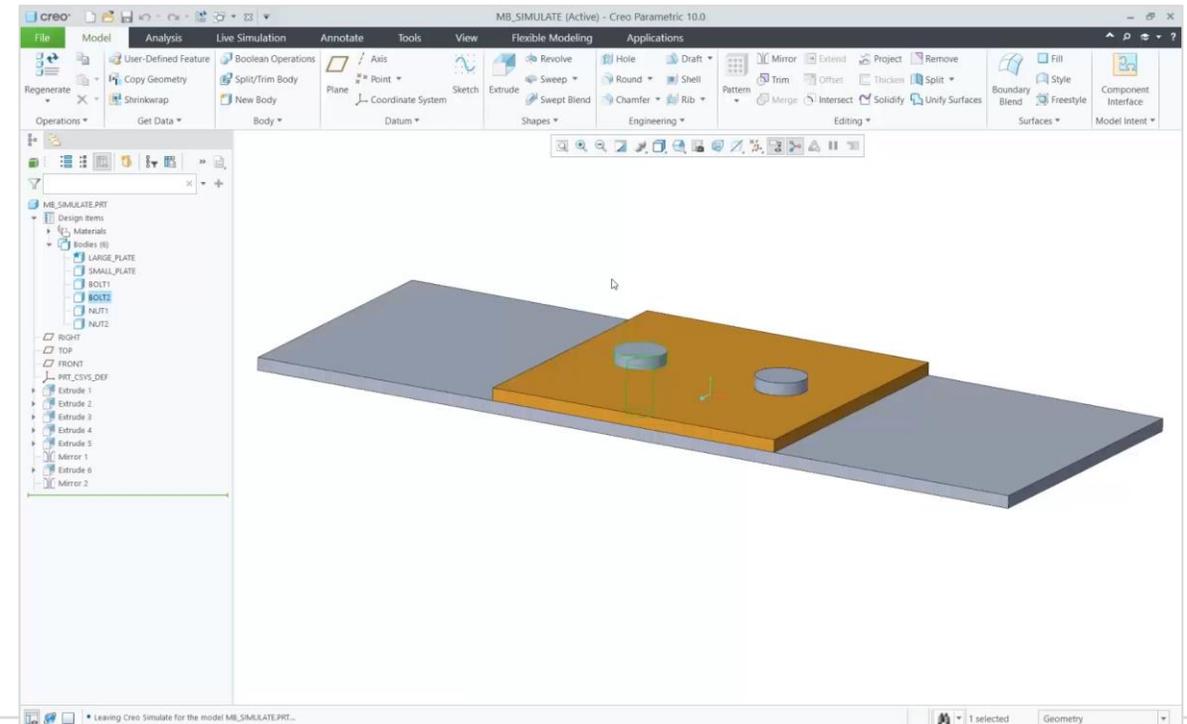
Creo Flow Analysis

- Improved indicator for streamline display
 - Arrow
 - Sphere
 - Control parameters for each
- Improved animation effect
 - Single streamline animation
- Post processor settings saved with project
 - Simulation scene

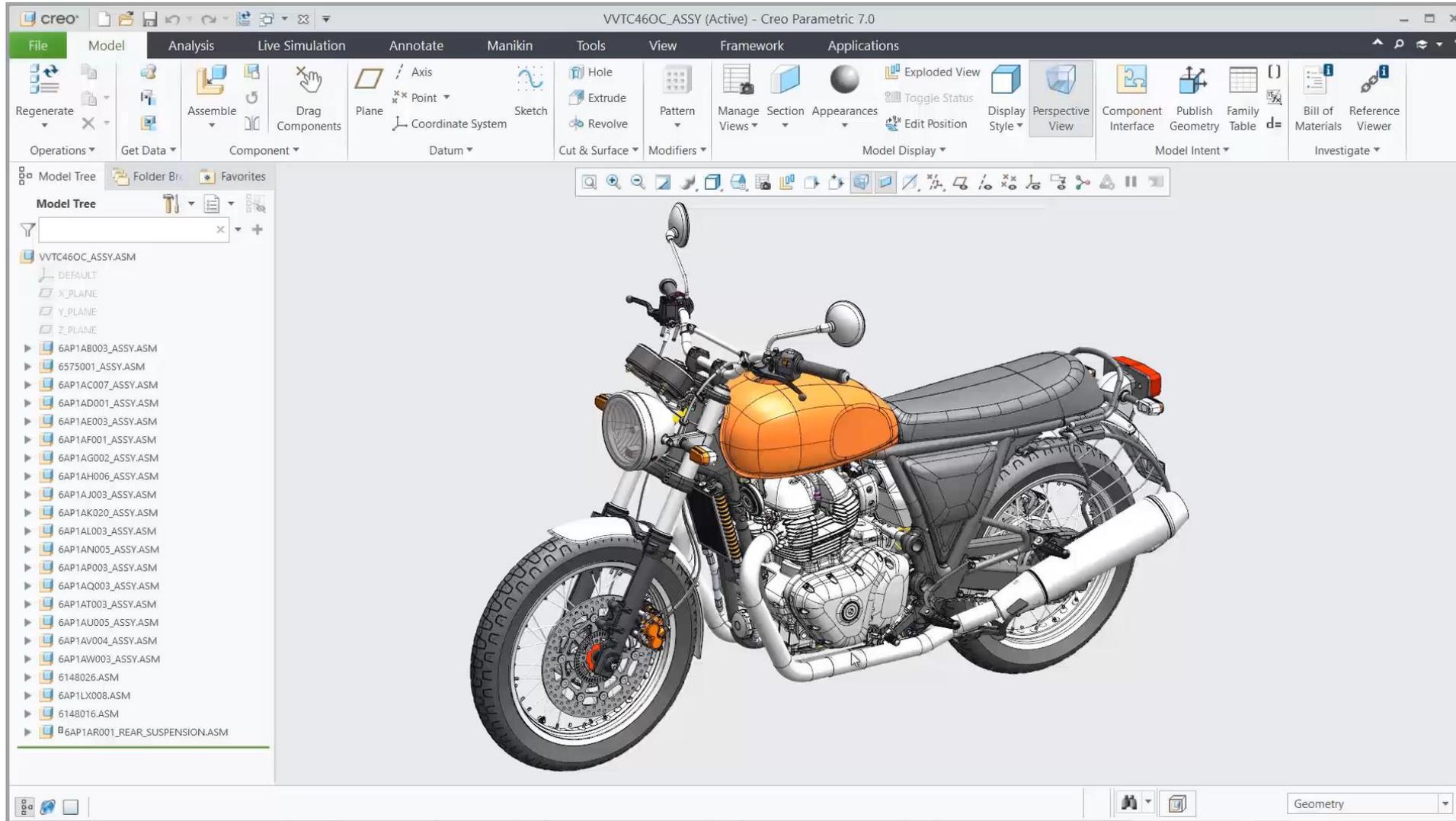


Creo Simulate

- Support for multibody
 - Interfaces between bodies
 - Different materials per bodies
 - Bodies as reference for heat loads
 - Part-type mesh controls for separate bodies
 - Measures reference bodies



SIMULATION DRIVEN DESIGN IN CREO





Productivity & Usability

Design for Composites

Design for Electrification

Simulation Driven Design

Model-Based Definition

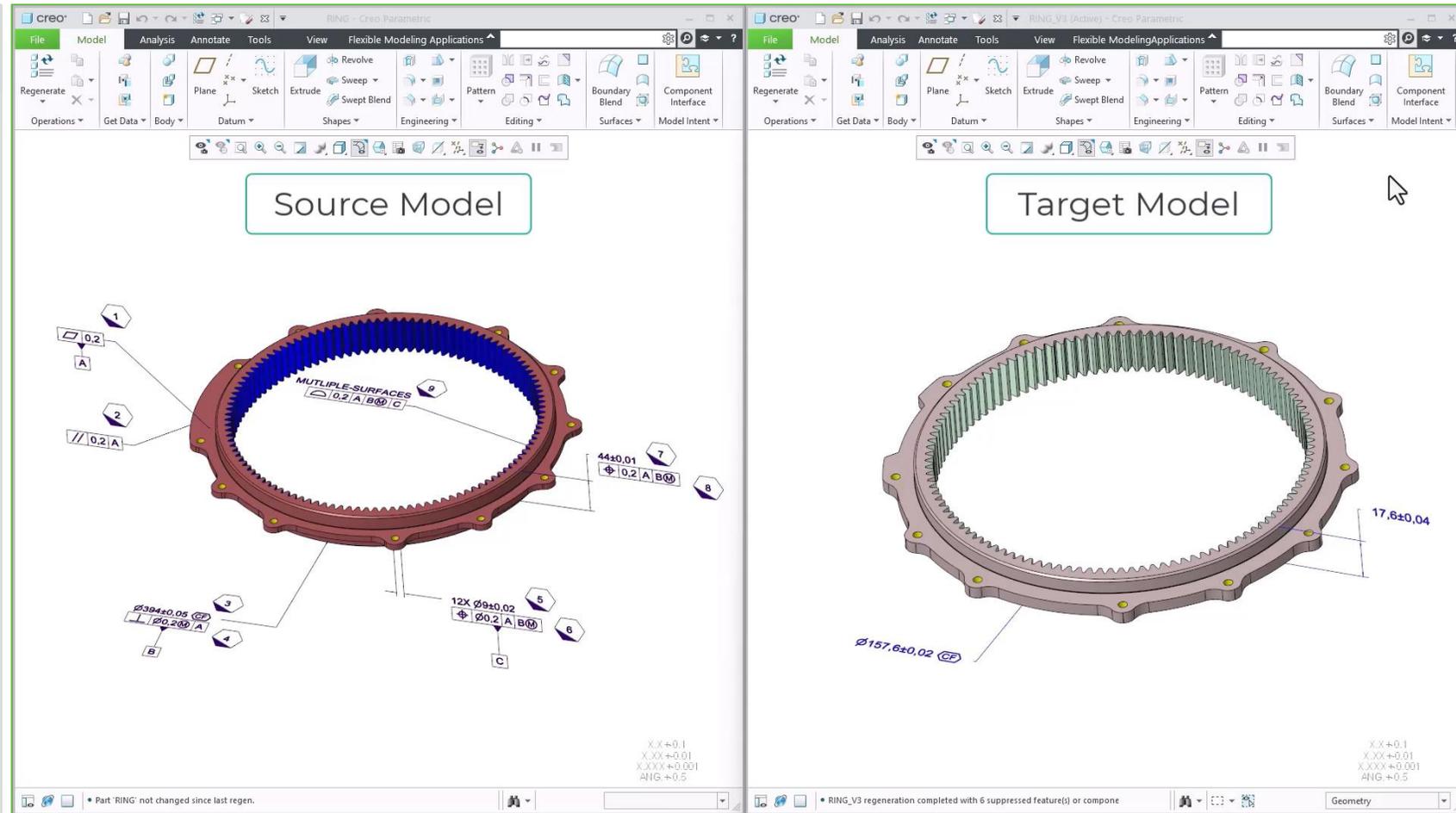
Design for Manufacturing



MODEL BASED DEFINITION

GD&T Sharing & Reuse

- Enhanced STEP AP242 export
- Enhanced 3D PDF export
(available in maintenance release)
- Improve reuse of individual annotations
- Semantic reference inheritance for stacked or related anno.
- Driven diameter dimension along the axis plane
- Performance improvement for combination states
- Productivity improvements for GD&T Advisor & EZ Tolerance analysis
 - ❑ GD&T support for DRF & intent surfaces
 - ❑ Option to show worst case results on RSS and Statistical graphs (EZTA)

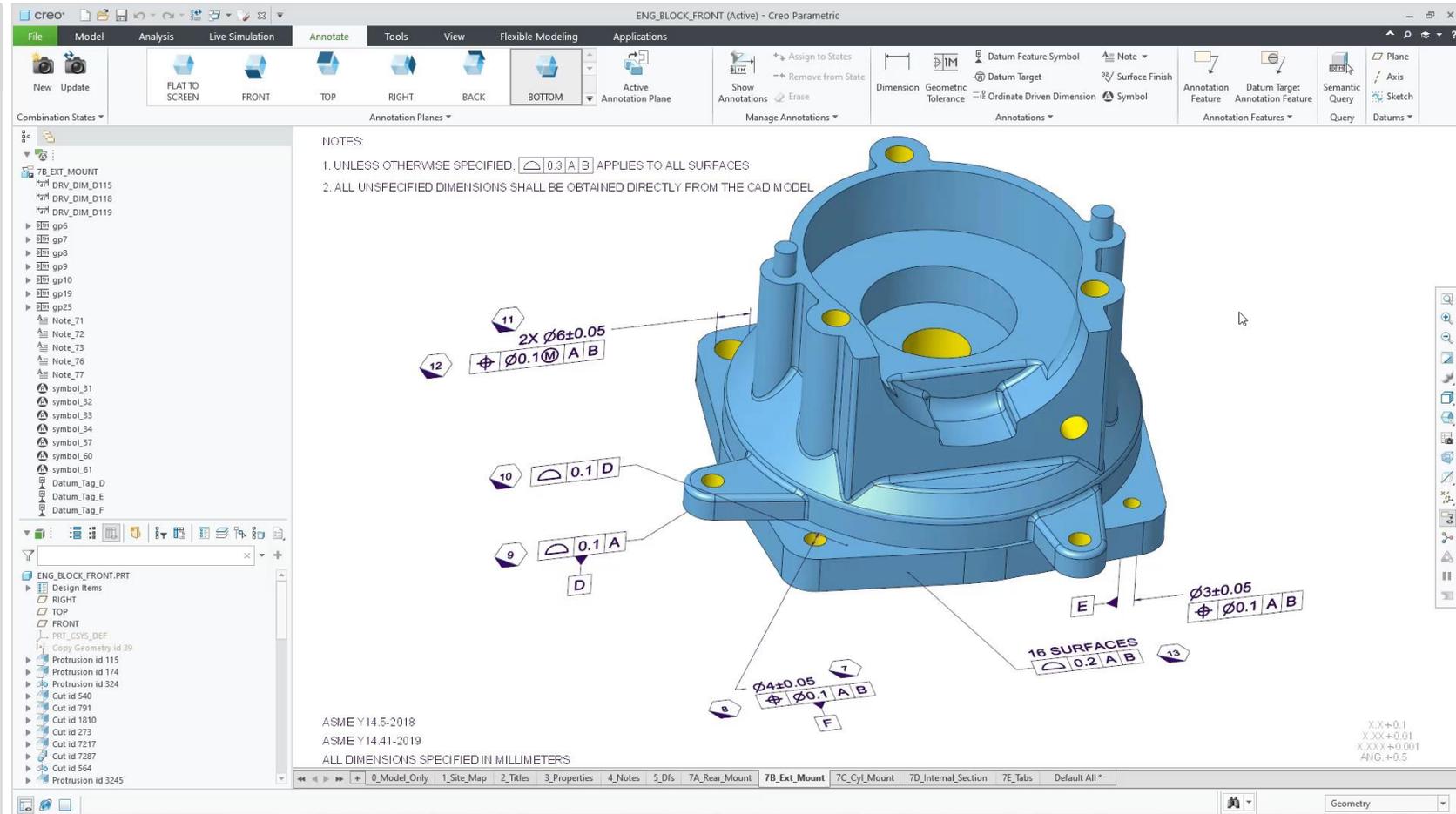
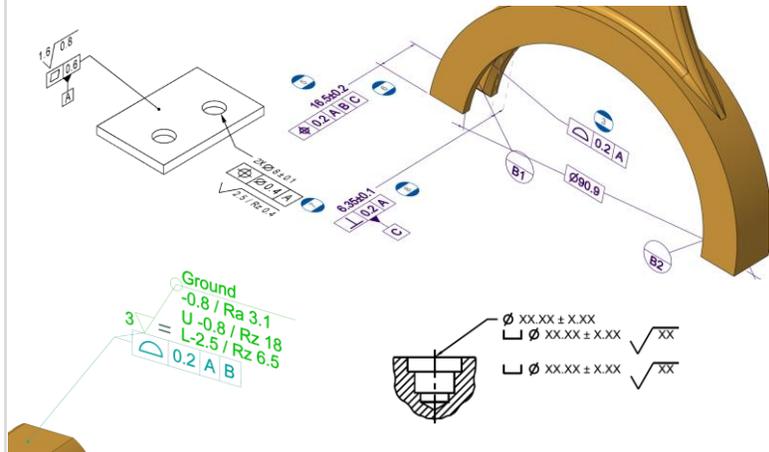


Benefits:

- Less time spent on collection of semantic references
- Less time spent on recreation of annotations
- Easier creation of diameter dimensions

Relating symbols

- Relate (offset) symbols & surface finish to other annotations in MBD
 - Inherits annotation plane from the parent annotation
 - “Group/stack” behavior for related annotations
 - Cross highlighting between related annotations

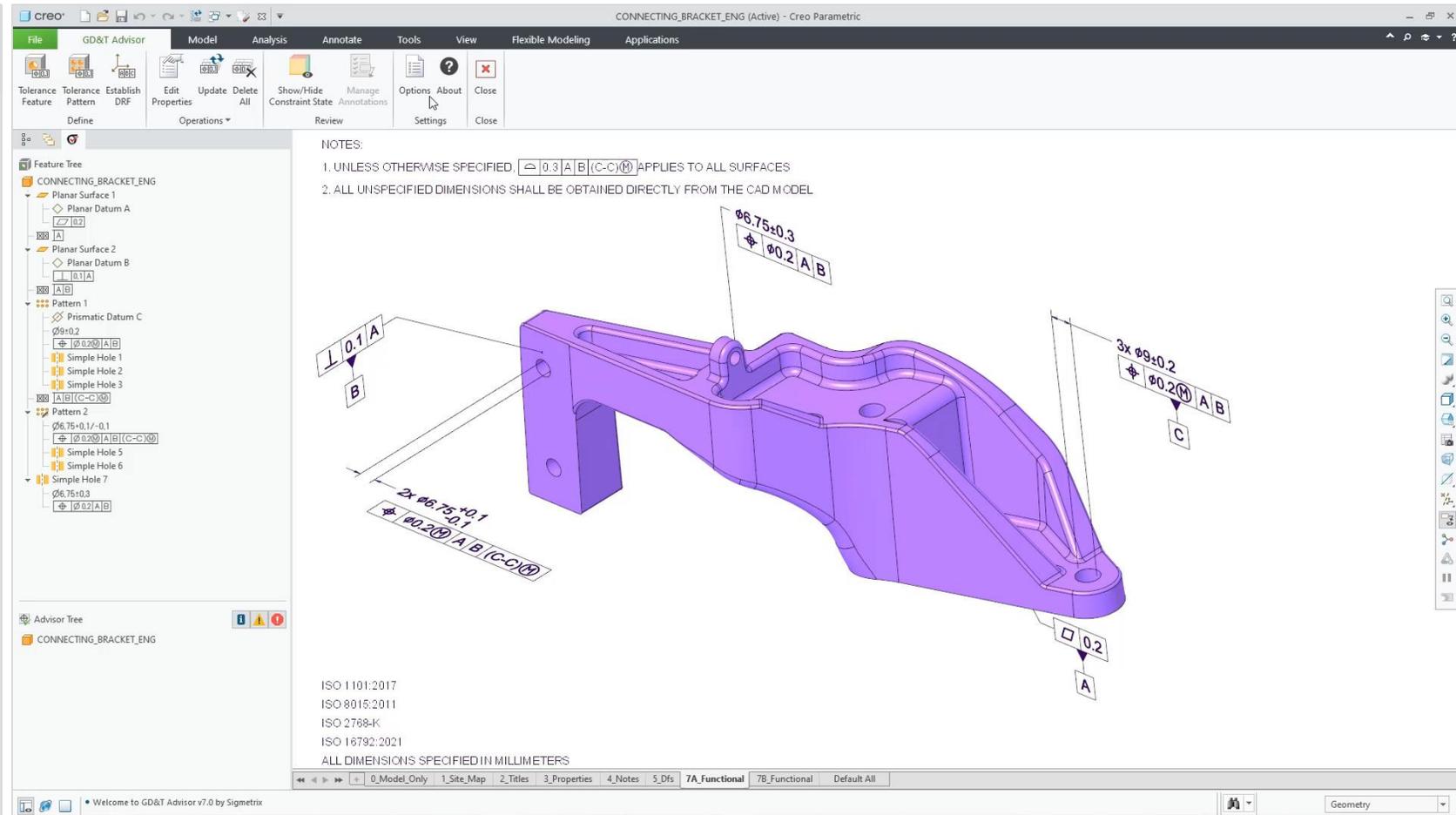


Benefits:

- Easy & robust placement type for symbols/surface finish to other annotations
- Enables new MBD/MBE workflows for inspection planning tracking and other use cases

GD&T Advisor

- Usability improvements
- Improved semantic behavior for the general profile tolerance (GPT)
- Improved compliance to detailing standards



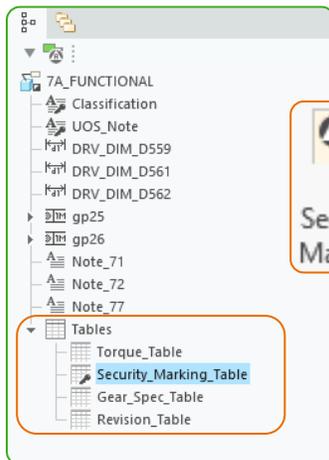
Benefits:

- Less time spent on creation of missing dimensions
- Streamlined workflow when creating functional features

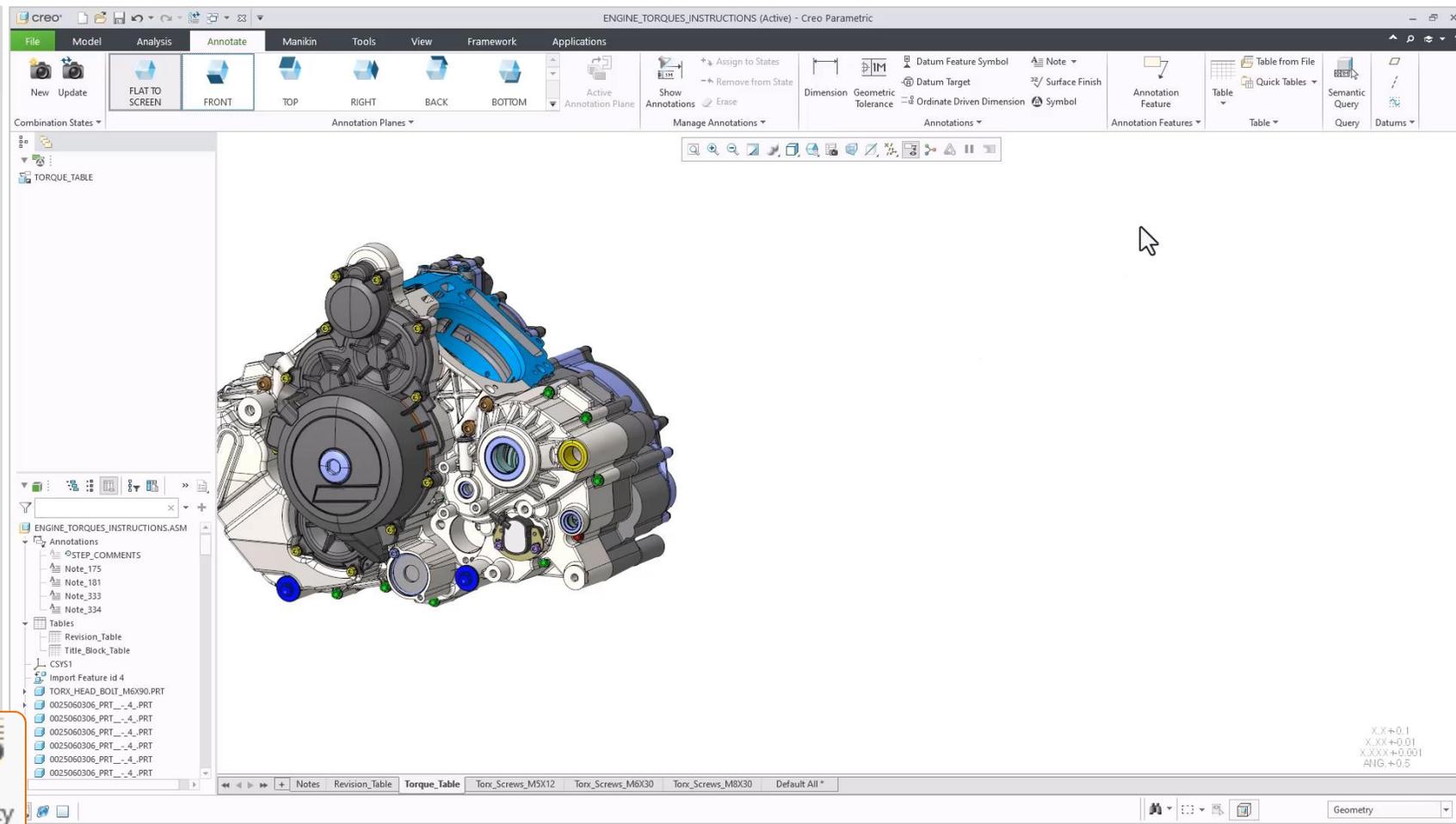
MODEL BASED DEFINITION

Tables

- Creation of simple tables
 - Formatting and editing options
 - Table node in model tree
- Flat-to-screen or annotation planes
- Support for parameter callouts
- Add semantic references for table or cells
- STEP AP242



Security Marking



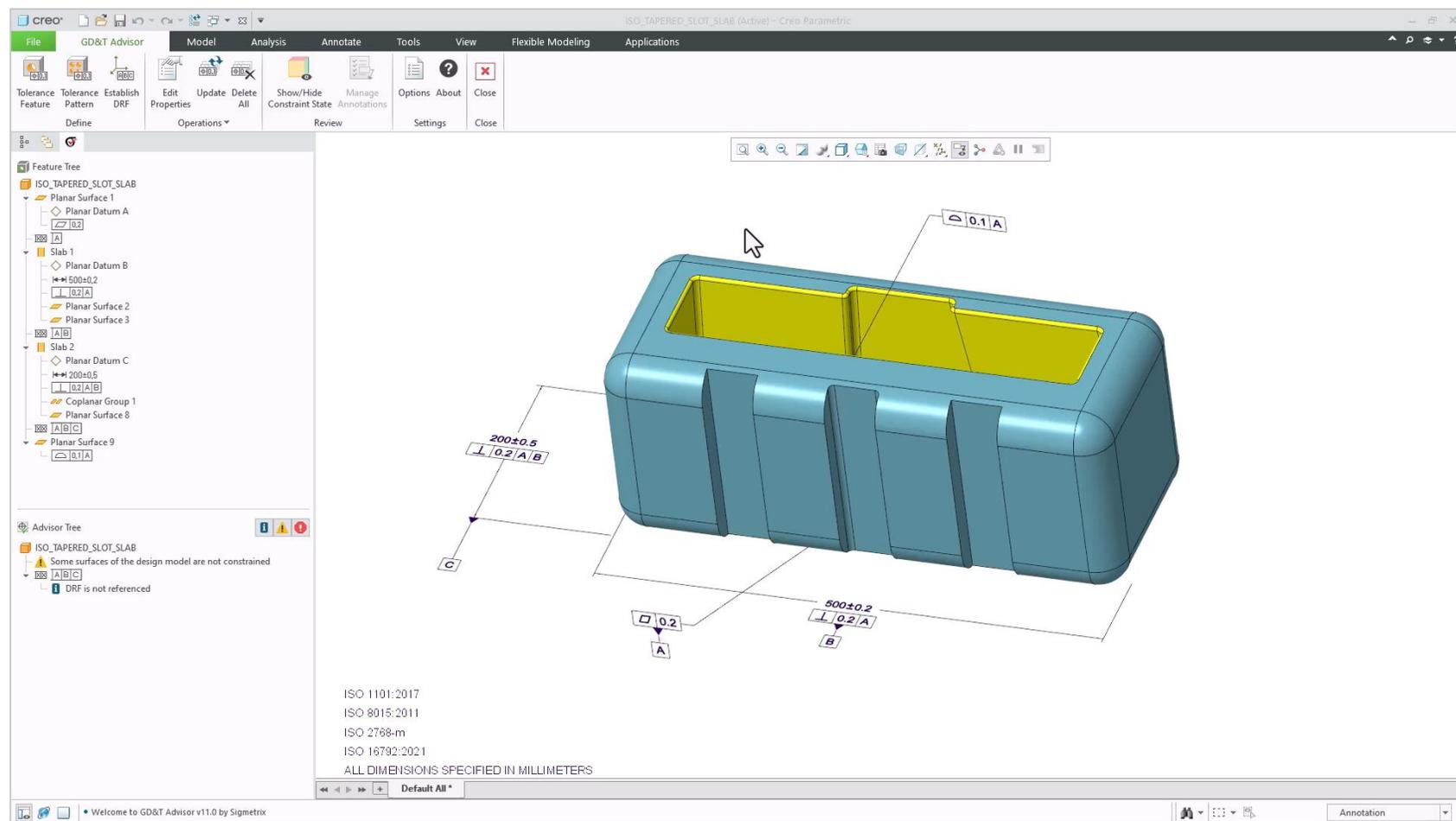
Benefits:

- Quick & easy way to organize data in a tabular form
- Easy and convenient way for creating security markings in a tabular form
- Quickly manipulate the table location, scale and proportions

MODEL BASED DEFINITION

GD&T Advisor

- Support for ISO GPS 22081 for general tolerances
- Combined Simplified Hole Callouts For ISO Models
- Enriched Support For Slab/Slot Features



ISO 1101:2017
ISO 8015:2011
ISO 2768-m
ISO 16792:2021
ALL DIMENSIONS SPECIFIED IN MILLIMETERS

Edit Model Properties

Model Type: Machined (material removal) Non-Rigid

Dim and Tols: Properties & Notes

Tolerancing Standard: ISO 1101

Units
Length Units: millimeters
Angle Units: degrees

Size and Form Options
 Independency Principle
 Envelope Requirement

General Tolerances

ISO 2768:1
 none
 f = fine
 m = medium
 c = coarse
 v = very coarse

ISO 22081
 Profile tolerances: 0.3
 Linear sizes: H7/h7
 Angular sizes: ±1°

Linear Sizes
 Value
 ISO 286 Table
 User-defined Table
Fundamental Deviation: H/h
Tolerance Grade: 7

Additional text:
 Envelope Requirement

General tolerances ISO 22081
0.3 A B C
Linear Sizes: H7/h7
Angular Sizes: ±1° See table 1 in document 123456

Benefits:

- Improved compliance with the ISO standard
- Reduced clutter of annotations
- Reduces the number of clicks required to achieve the desired update



Productivity & Usability

Design for Composites

Design for Electrification

Simulation Driven Design

Model-Based Definition

Design for Manufacturing



DISPLAY DATA

EXPORTING OUTPUT

IDENTIFICATION

ACTIVE RECORD

USER CONTROL

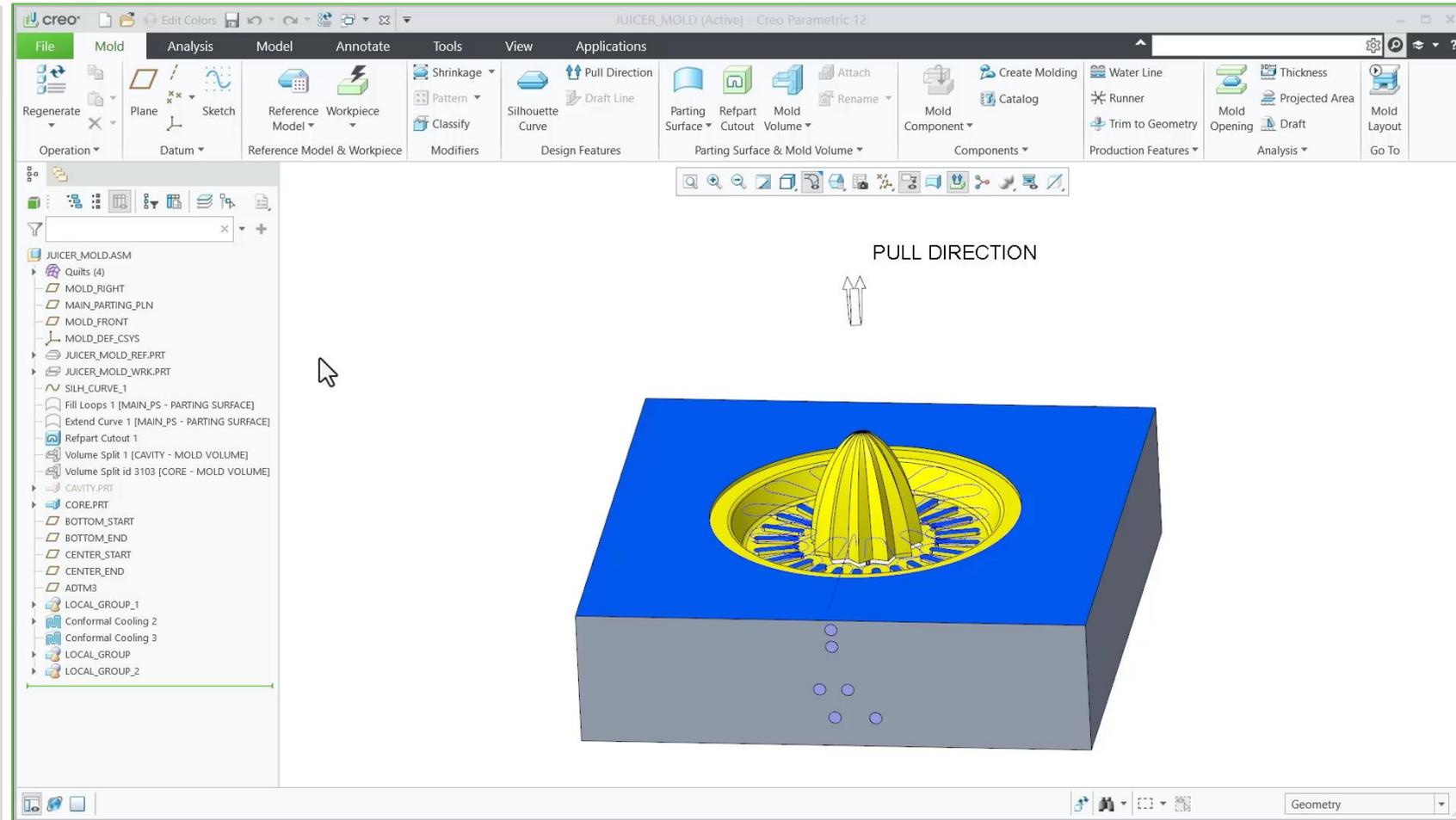
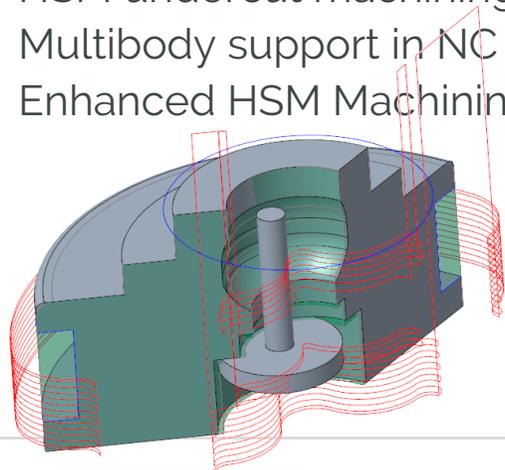
VIEW DATA INFORMATION



DESIGN FOR MANUFACTURING

Mold Thermal Management

- Conformal cooling for mold design
- Additive
 - Localized Seed Points in stochastic
 - Simulation-Based Varied Density in Custom Lattice
 - Enhanced lattice connect
- Subtractive
 - HSM undercut machining
 - Multibody support in NC
 - Enhanced HSM Machining

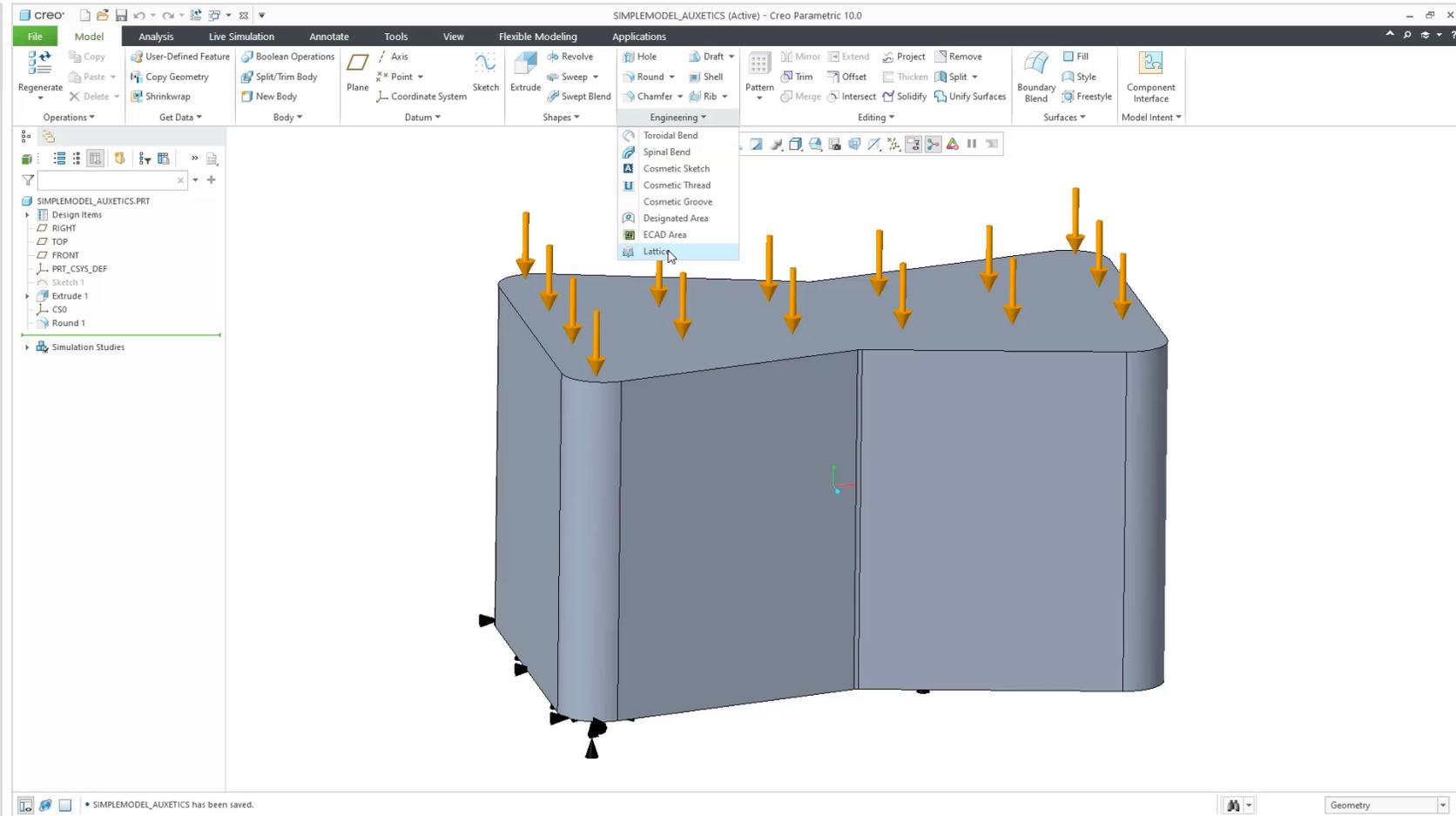
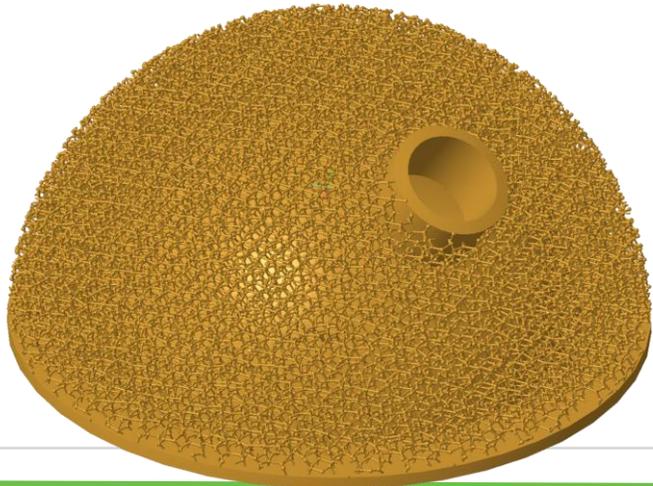
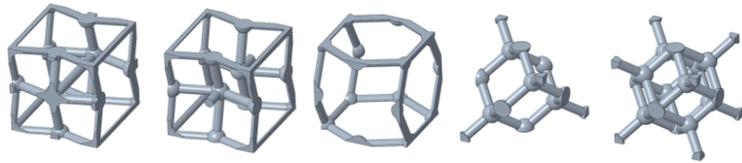


Benefits:

- More flexibility to prepare 3D latticed models using Simplified rep
- Higher cutting speeds when surface machining and smoother edges while deburring
- Straightforward workflow for creating high density zones

Beam lattices

- Three new cells
 - Rhombic dodecahedron
 - Rhombic with diamond
 - elongated dodecahedron
- Support for Auxetic cells
 - lattices with negative Poisson ratios

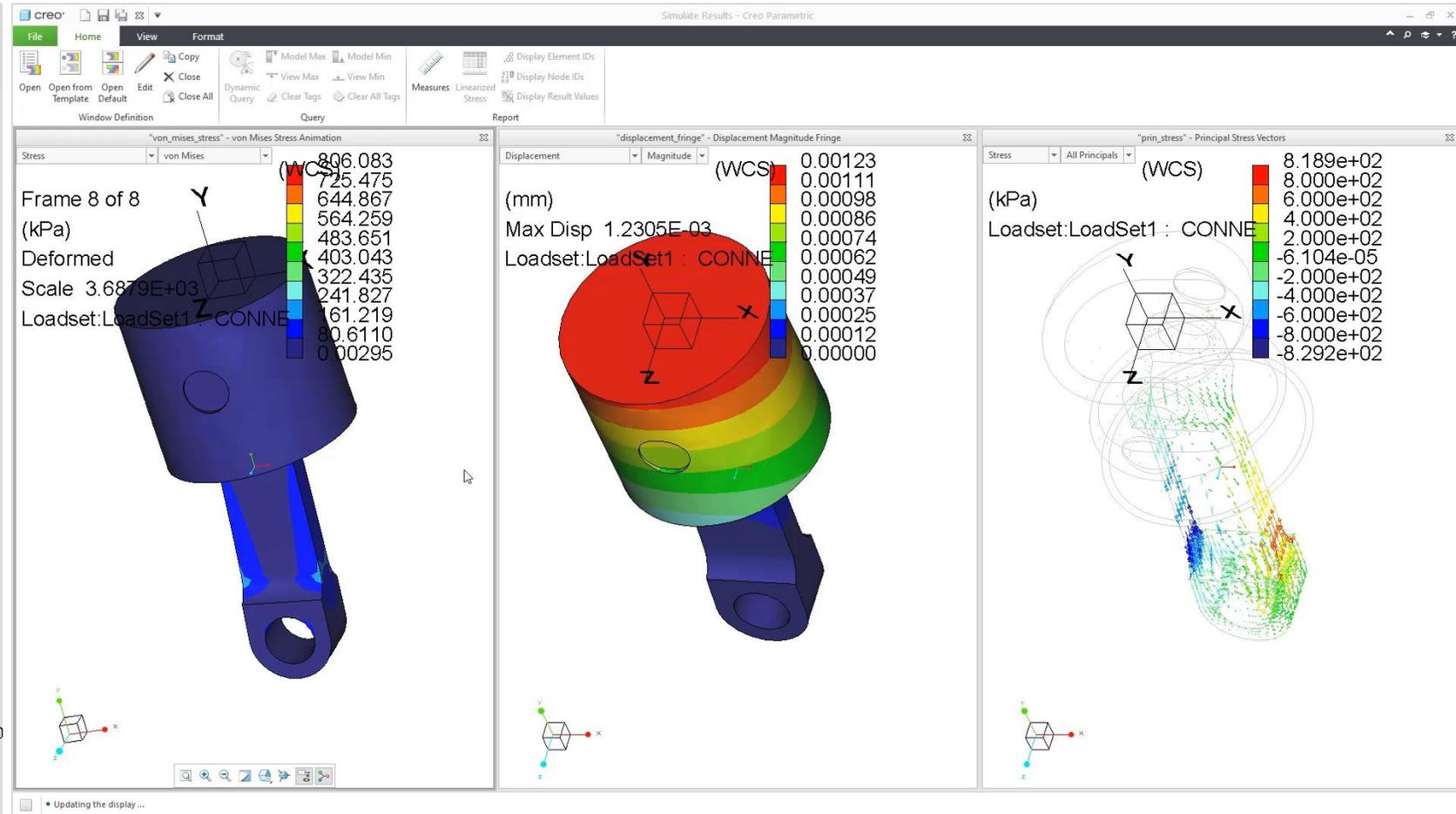
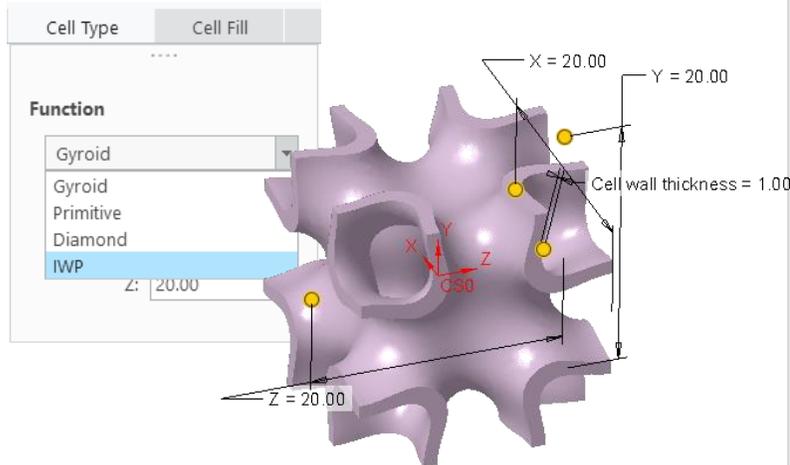


Benefits:

- Creation of medical devices approved cell types within the Creo environment
- Easily create high energy absorption and fracture resistance metamaterials
- Eliminate need to switch to specialist software to support such lattice types

Formula driven lattices

- Support of simulation-driven variability on FDL lattices
 - Allow the thickness of FDL lattice to be controlled by result of simulation.
- IWP cell (I-graph and wrapped package)
 - Creation of lattices with highest structural efficiency

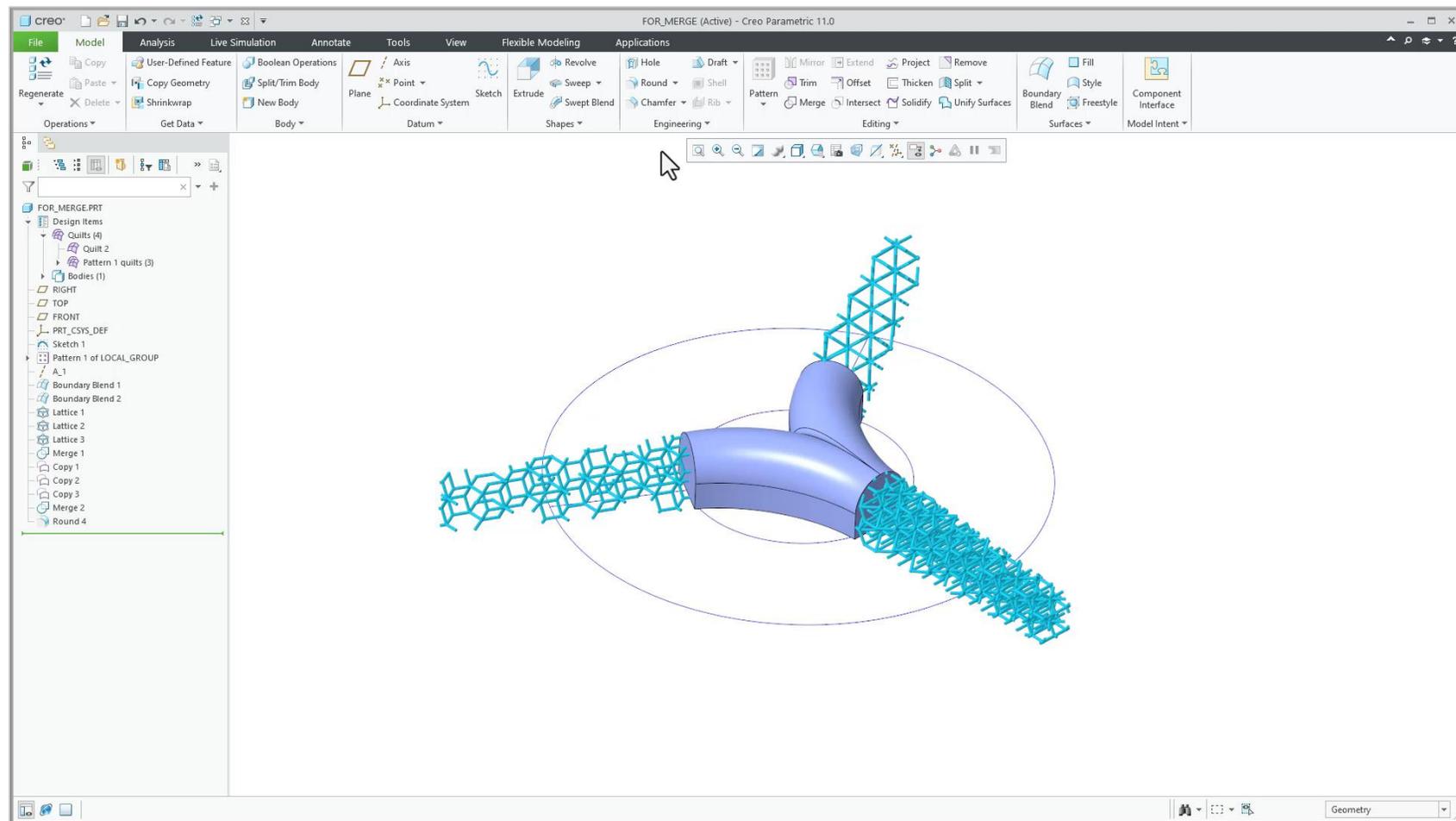
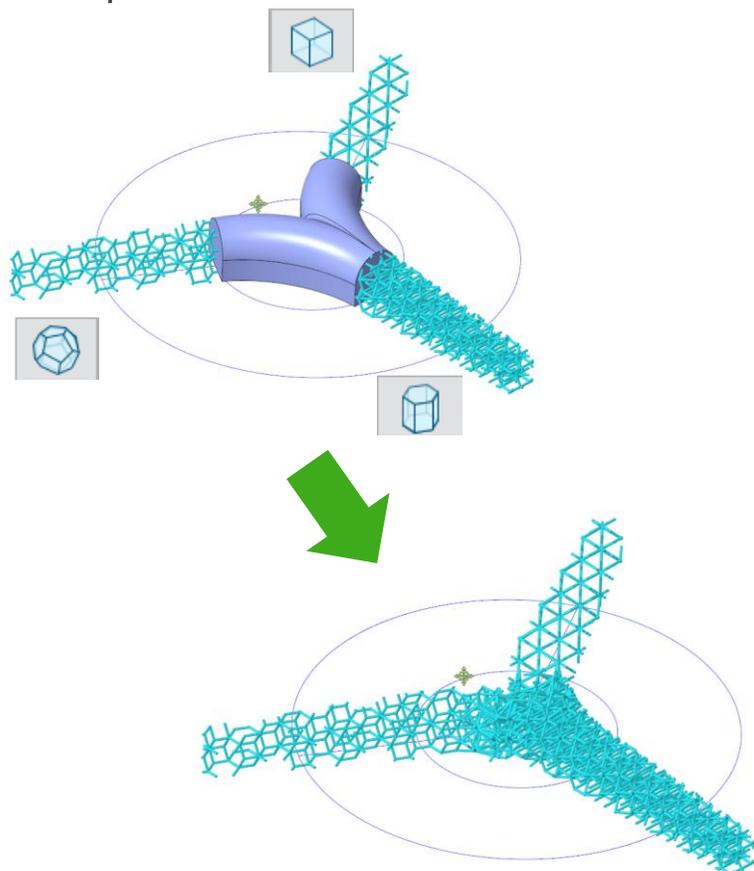


Benefits:

- Creation of variable wall thickness lattices based on simulation results
- Extended coverage of Simulation driven lattices functionality
- Creation of heat exchangers also optimized to withstand structural loads

Connecting lattices

New lattice command to connect two or more separate lattices

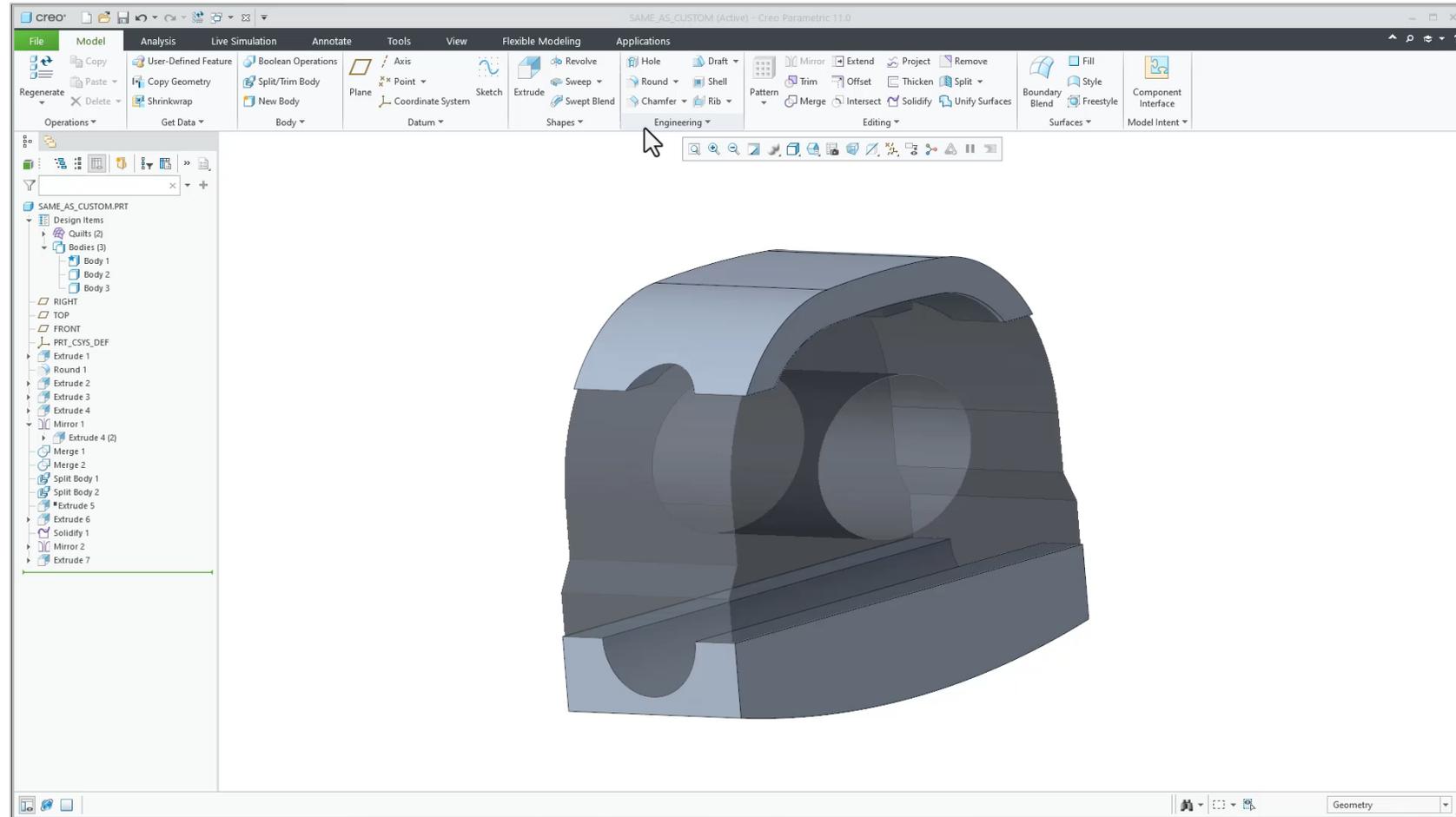


Benefits:

- More flexibility to create complex lattices
- Straightforward workflow for creating continuous lattice structures
- Supported inside the same familiar Lattice UX

Beam lattices

- Stochastic lattice
 - Randomization value
 - Define Pore Size
- Ability to adjust Simplified lattices using Warp
- 3MF/STL export options
 - Available in part mode
 - Add a penetration option for simplified lattices



Benefits:

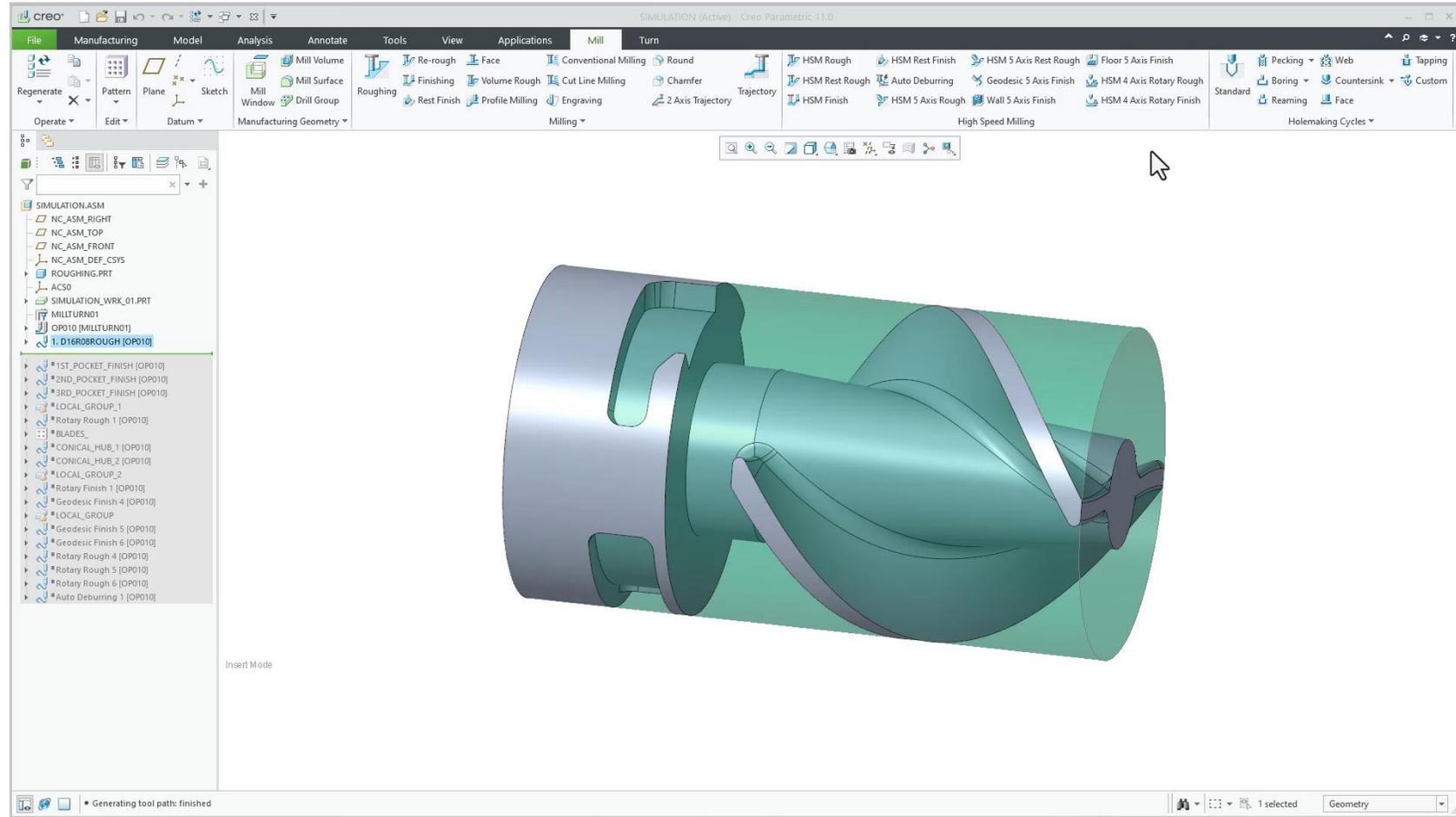
- Additional flexibility to prepare parts for 3D printing
- Straightforward workflow for medical implants
- More flexibility to create stochastic lattices

SUBTRACTIVE MANUFACTURING



High Speed Machining

- New 4 axis Rotary roughing and finishing toolpaths
 - Toolpaths that can pass 360 degrees to be used on screw type parts
 - Supports End Mill, Ball Mill and Bull Nose Mill



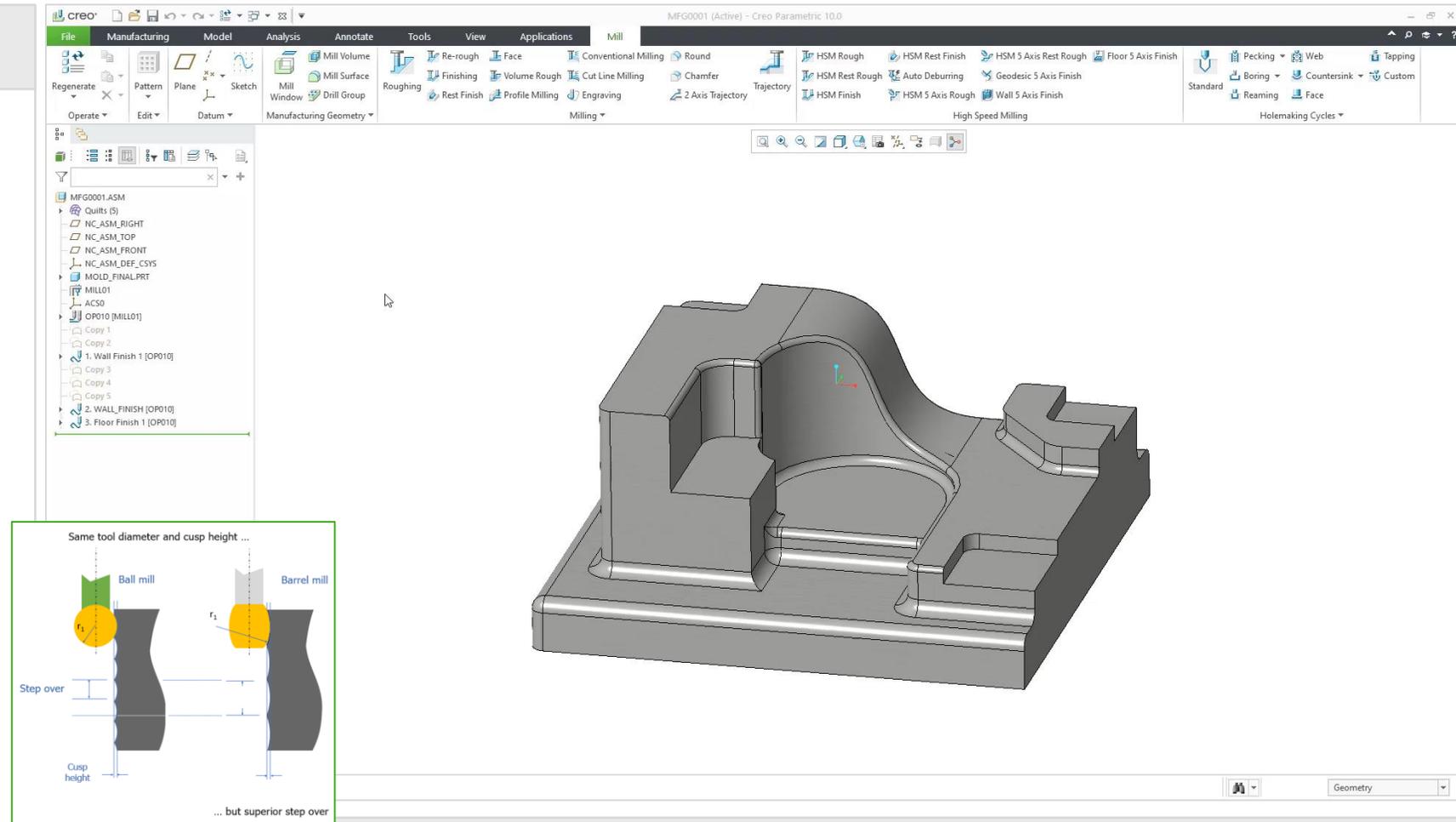
Benefits:

- Automated Roughing and Finishing sequences
- Applicable in automotive and oil field crankshafts, camshafts and drill heads for example
- Response to a Direct Customer Request

SUBTRACTIVE MANUFACTURING

Subtractive MFG

- Support for barrel tools in HSM
 - Two new commands: Wall and Floor Finishing
- Use Mill Volume in HSM
 - Supported for Rough and Rest-Roughing NC sequences
- New CL player for synchronized NC steps
 - Display of CL data of all heads
 - Step-by-step toolpath display
 - Collision and gouge check
- Area Turning
 - CUTCOM for each slice
 - Clear distance parameter



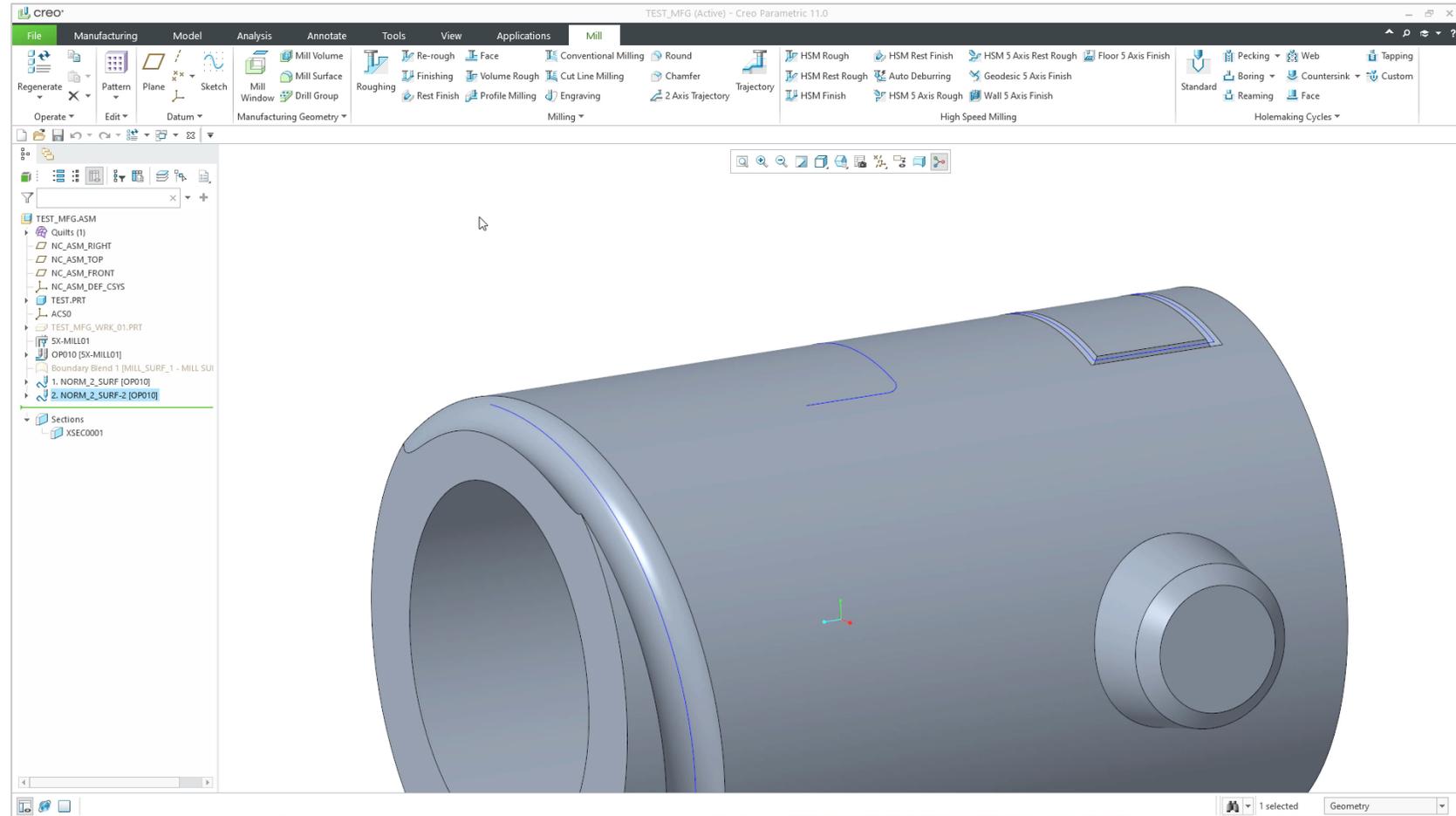
Benefits:

- Higher productivity due to higher step over parameters
- Higher surface quality due to low cusp and smooth transitions between cuts
- Lower dynamic disturbances due to shorter tools

SUBTRACTIVE MANUFACTURING

Milling

- Trajectory milling
 - Normal to surface – tangential entry/exit
 - Curves not on surface
- Trim retract motion to a plane.
- Easily manage display of manufacturing geometry in Graphics toolbar



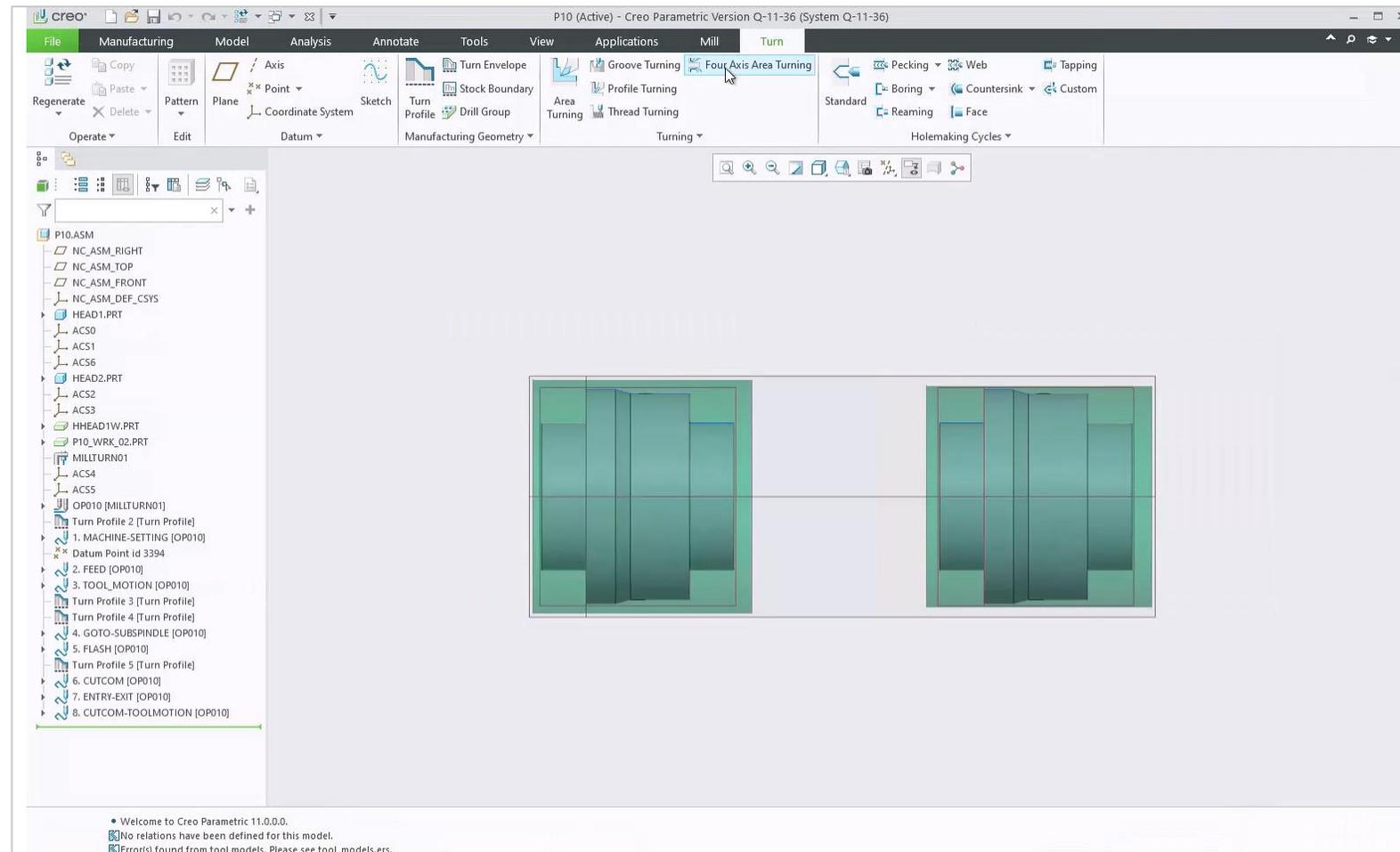
Benefits:

- Define entry and exit movement along the direction of the cut
- Reduce the possibility of breaking small tools
- Higher productivity, less time spent on retracts

SUBTRACTIVE MANUFACTURING

Turning

- Modernized 4 Axis area turning user interface.
- Improved material removal cut functionality for profile turning
- Additional Area turning capabilities added to 4 axis
 - User_Output_Point
 - CUTCOM support at each slice
 - Clear distance
 - Turn profile start and end driving the cut direction



Benefits:

- Streamlined and Consistent UI
- Leverage enhancements done for other toolpaths



CREO INNOVATION

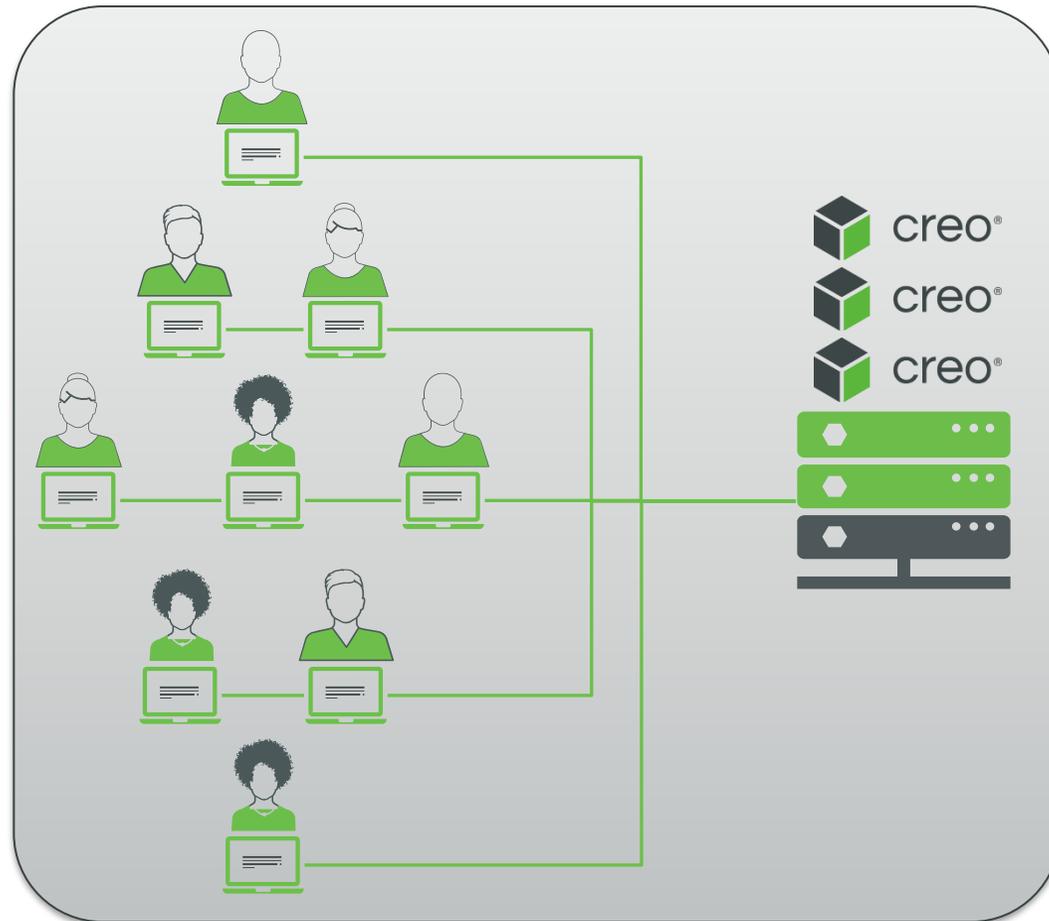


creo+™



WHY CAD SaaS? CRITICAL-BUSINESS BENEFITS

CURRENT PROCESS FOR ON-PREM CREO



Customer IT

Floating Licenses w/ Concurrent Users

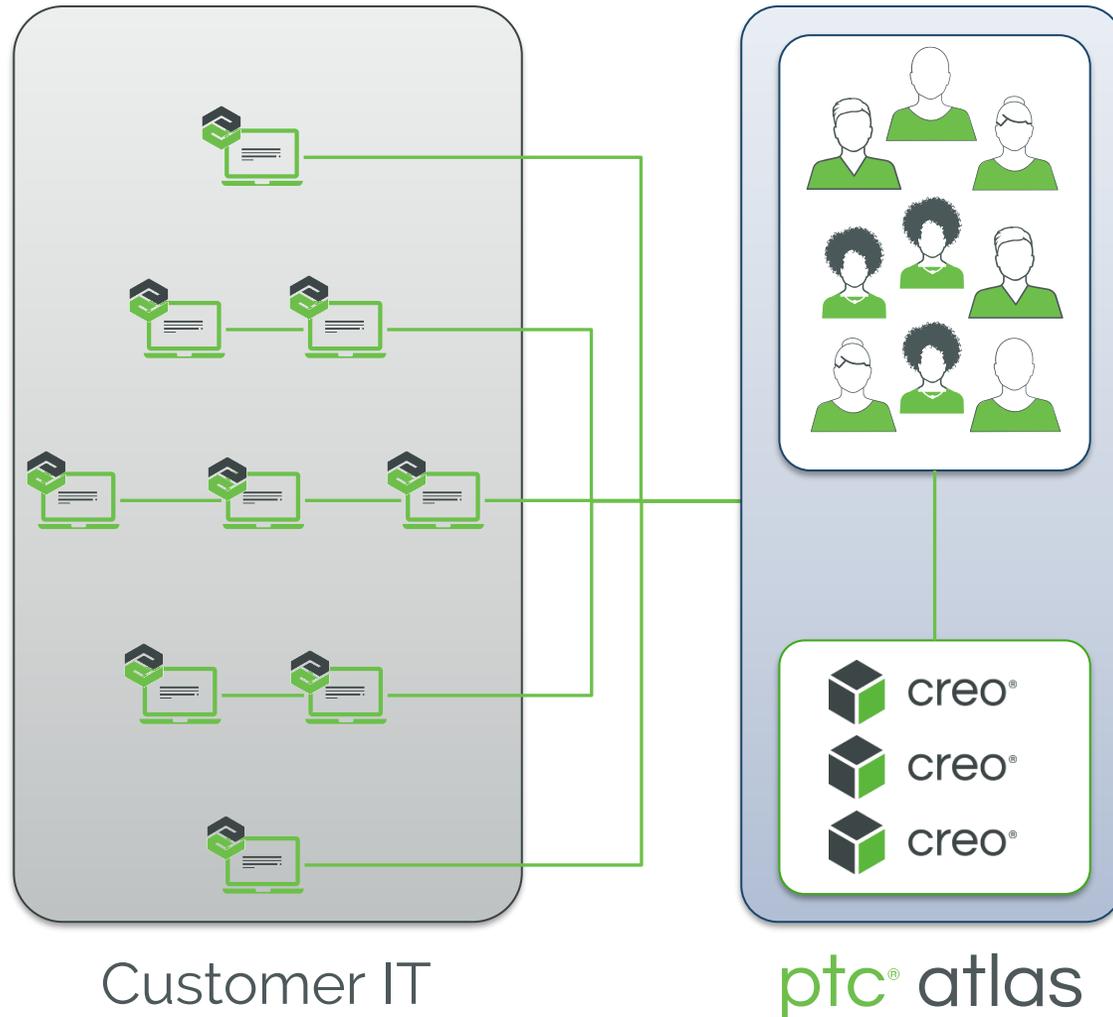
- Companies generate and manage their Creo licenses on a local server
- Admin's install, configure Creo which will be deployed to their users
 - Perform exhaustive testing to validate the version
- Leverage 3rd party tools to push the validated version to their users

Note: Each update requires steps to be repeated

Challenge:

- **45% of Technical Support** calls related to licensing and installation

TRANSITION TO CREO+ POWERED BY ATLAS



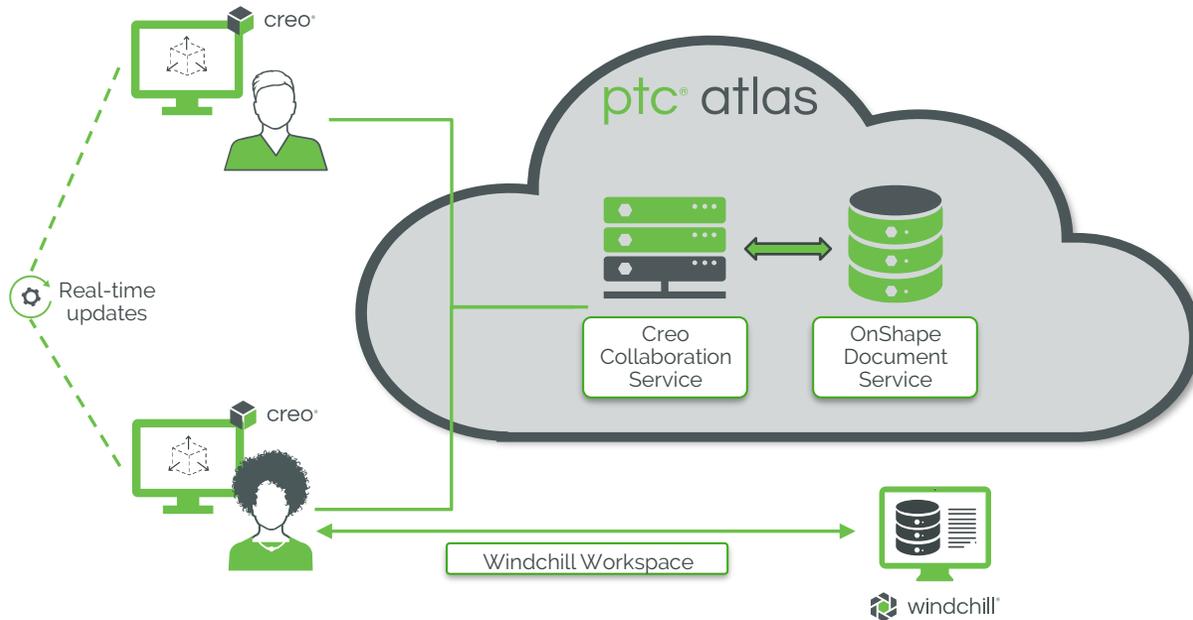
Named User Entitlement with access to Extensions

- Users are invited into the organization and granted access to run Creo+
- Users are assigned Named User License Entitlements based on their given role and responsibility
- Groups are created with a defined setup options, dedicated extensions licenses and assigned users
- Creo+ would be automatically be installed on user machines, based on group specifications
- Updates are automatically pushed and installed to all users

Solution:

- Through central administration and deployment, calls to Technical Support will be drastically reduced

COLLABORATION WITH CREO+

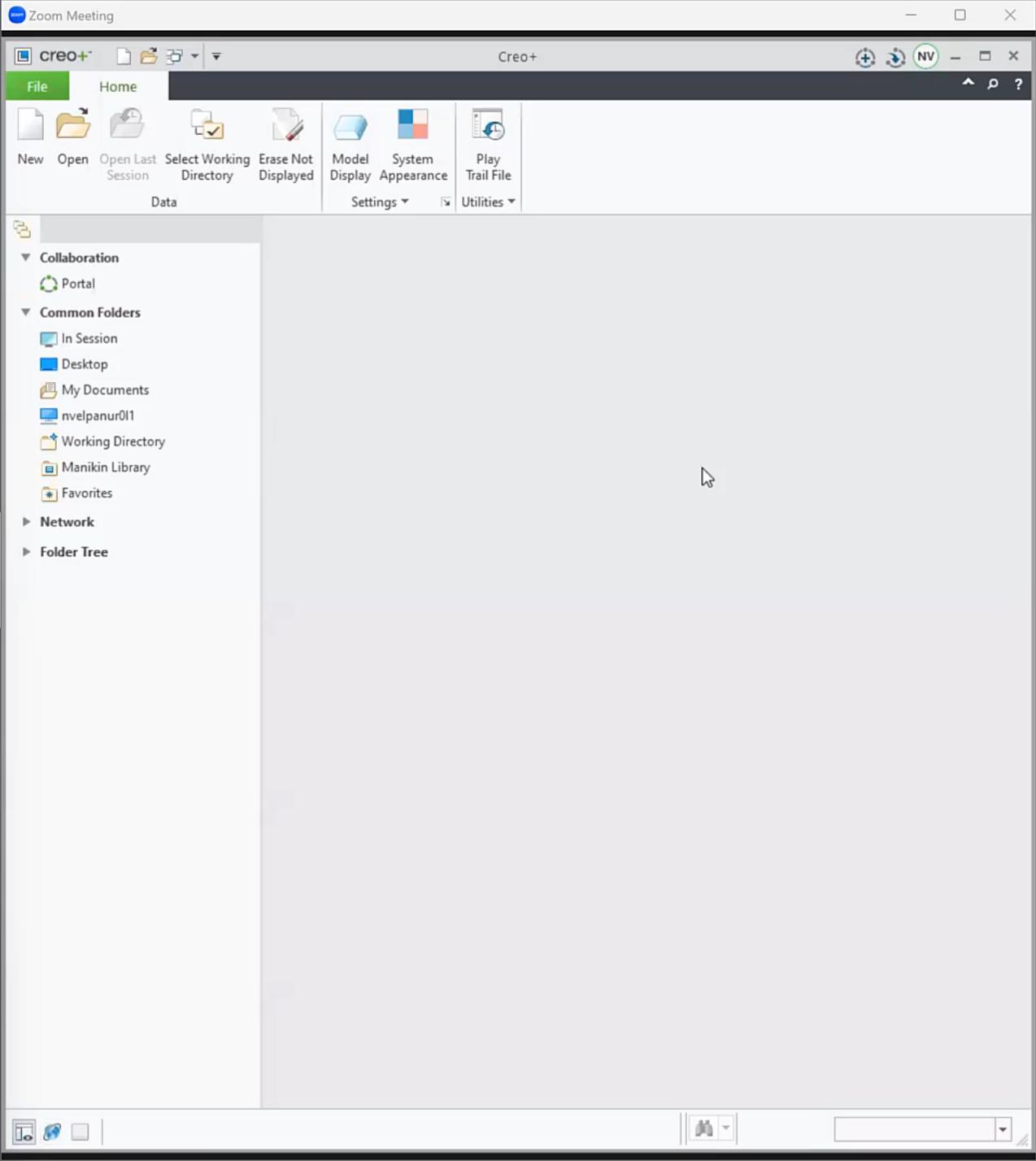
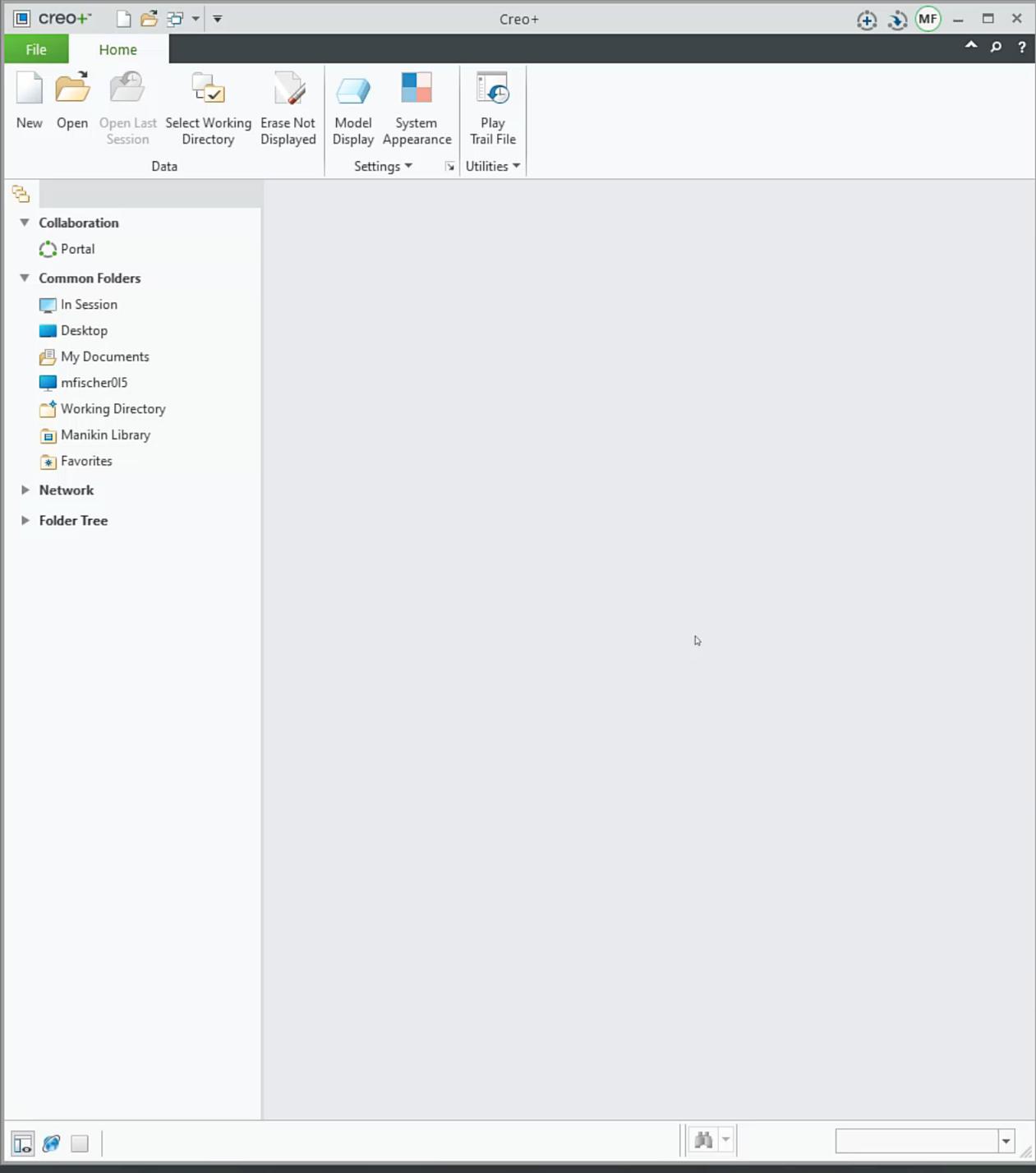


Multi-user Collaboration in Creo

- Users starts up a Creo Collaboration session and bring in the required project data
- Multiple other users can be invited to join the Collaboration session and work on specific portions of the design
- Since the Collaboration service runs on Atlas, each change is synchronized in real-time across all users
- Multiple design variations can be explored and feedback can be captured within the project

Solution:

- Creo Collaboration brings together multiple designers to collaborate in real-time – faster and more efficiently in a secure connected environment





CREO INNOVATION



creo[®] ai

AI IN CREO – ALIGNING WITH OUR STRATEGIC GOALS

EMPOWER ENGINEERS TO DELIVER PROJECTS FASTER, WITH HIGHER QUALITY AND ACCELERATED RAMP-UPS



Accelerate Time to Market

AI accelerates design cycles by automating repetitive and complex tasks, delivering contextual guidance for faster decision-making, and leveraging predictive design patterns to significantly enhance overall productivity.



Reduce Cost of Poor Quality

AI minimizes design errors and rework through real-time validation, intelligent troubleshooting, and compliance with organizational best practices by leveraging institutional knowledge, reducing costly late-stage corrections.



Enable Product Innovation

AI enhances engineering creativity by supporting brainstorming and offering data-driven insights, enabling teams to explore new design possibilities and develop more innovative products.

AI IN CREO

EMPOWER ENGINEERS TO DELIVER PROJECTS FASTER, WITH HIGHER QUALITY AND ACCELERATED RAMP-UPS

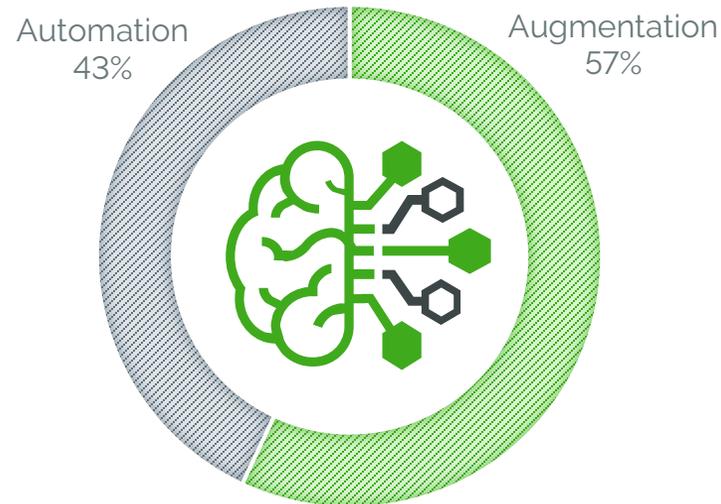
LLM VALUE PILLARS

AUTOMATION



Specialized & Time-Consuming Tasks;
Predictative Patterns

USAGE (2024)



AUGMENTATION



Help; Guide; Validate;
Insights; Learn; Brainstorm

**The work tasks people use AI for the most, according to Anthropic*

CREO AI - APPLICATIONS IN CREO

EMPOWER ENGINEERS TO DELIVER PROJECTS FASTER, WITH HIGHER QUALITY AND ACCELERATED RAMP-UPS



creo ai

AUTOMATION

AUGMENTATION

AI-Powered Run-Time Automation

Perform complex & repetitive tasks using runtime scripting based on user prompts.

Context-Aware Predictions

Predict user actions and geometric interactions, providing adaptive suggestions for various design workflows, feature configurations, selection, constraints and more.

AI-Powered Contextual Guidance

Real-time, context-aware assistance by leveraging PTC and customer-curated knowledge bases, incorporating best practices and institutional knowledge to provide precise guidance and accelerate learning.

AI-Powered Design Insights

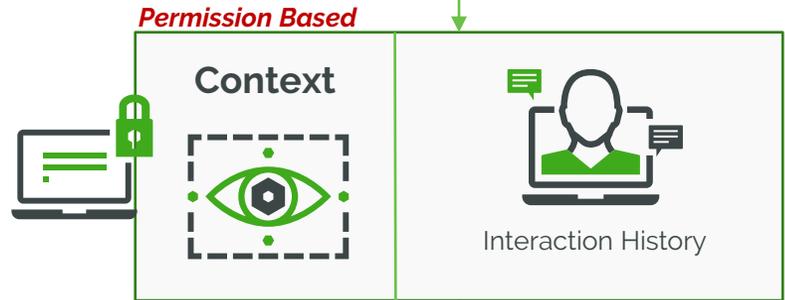
Identifying system bottlenecks, troubleshooting issues, detecting design inefficiencies and providing intelligent recommendations for optimization and compliance.



creo design intelligence

Geometry-Aware AI

AI that understands, analyzes, and optimizes CAD geometry, enabling geometry-aware - design suggestions, geometry optimization, feature-based generative design and geometry-aware automation across - MBD, drawings, simulation, manufacturing and other domains.



Run-Time Automation

Creo Automation Engine

PTC

Curated knowledge base and access to advanced APIs

- 'Duplicate a description parameter for all parts in session, add SP suffix and translate to Spanish.'
- 'Optimize selected dimensions for overall part surface area to be X cm^2.'
- 'Identify and suppress non-critical features (small rounds, chamfers) for a simplified FEA analysis.'
- 'Calculate for me Factor of Safety (FoS) based on the latest FEA analysis.'

Augmentation

Creo / Engineering Knowledge Base

PTC

Curated Content

CUSTOMER

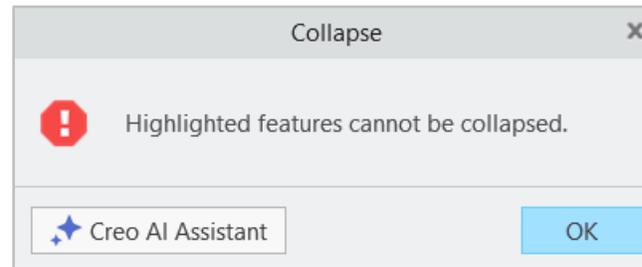
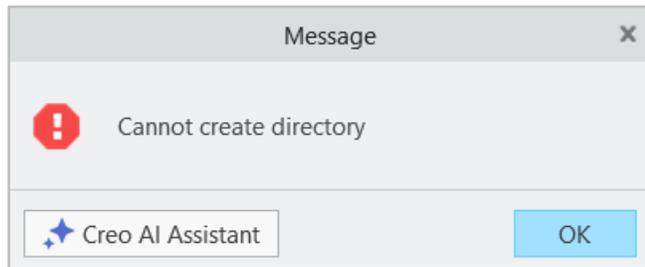
Curated Content

- 'Why is my sketch failing to constrain?'
- 'My cable isn't routing properly - what's wrong?'
- Help me to fix circular references.
- 'Can material usage for this part be optimized to reduce waste?'
- 'What are the typical material properties of aluminum 6061?'
- 'Remind me the Euler's Buckling Load Formula.'
- 'Remind me what is our standard parameter name for vendors?'

CREO 13.0.0.0

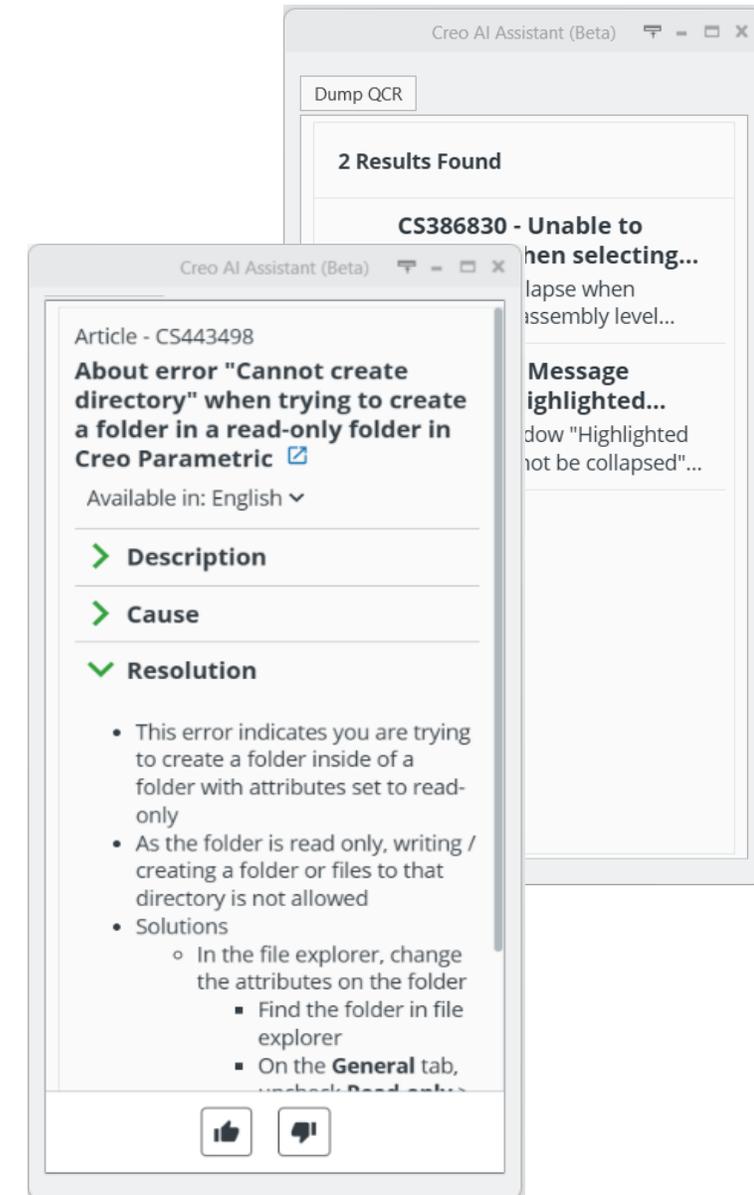
■ Creo AI Assistant (beta)

- Introducing the beta stage of Creo AI Assistant
 - This is the first step in an ongoing project to integrate AI into Creo
- Creo AI Assistant (Beta) is available on select error messages
 - The error message will feature a prompt "Creo AI Assistant"
 - When selected, the user receives relevant support documentation to solve that error

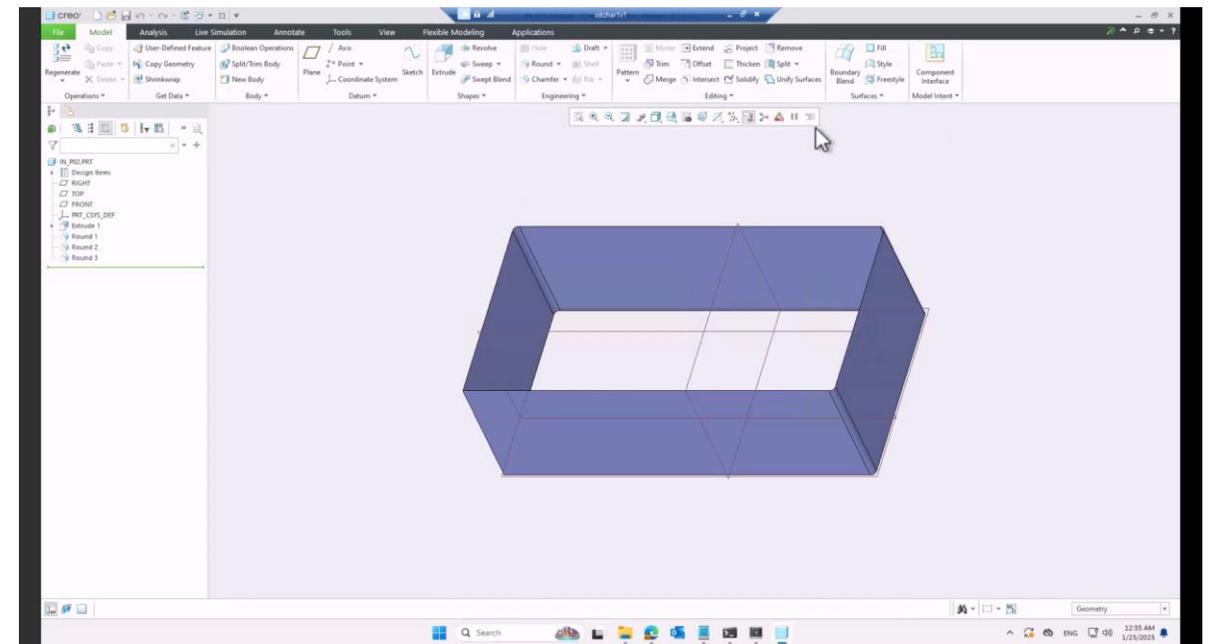
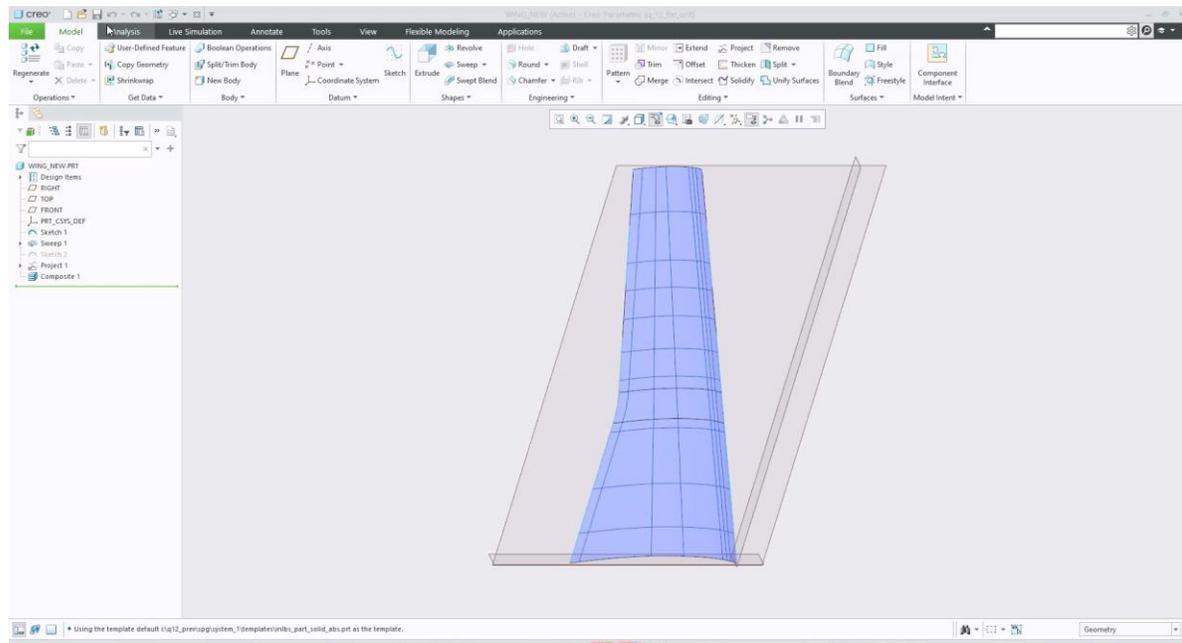


Benefits:

- The Creo AI Assistant (Beta) eliminates the need to exit Creo to search for a solution to a problem
- Creo AI Assistance provides valuable and relevant information with minimal effort from the user

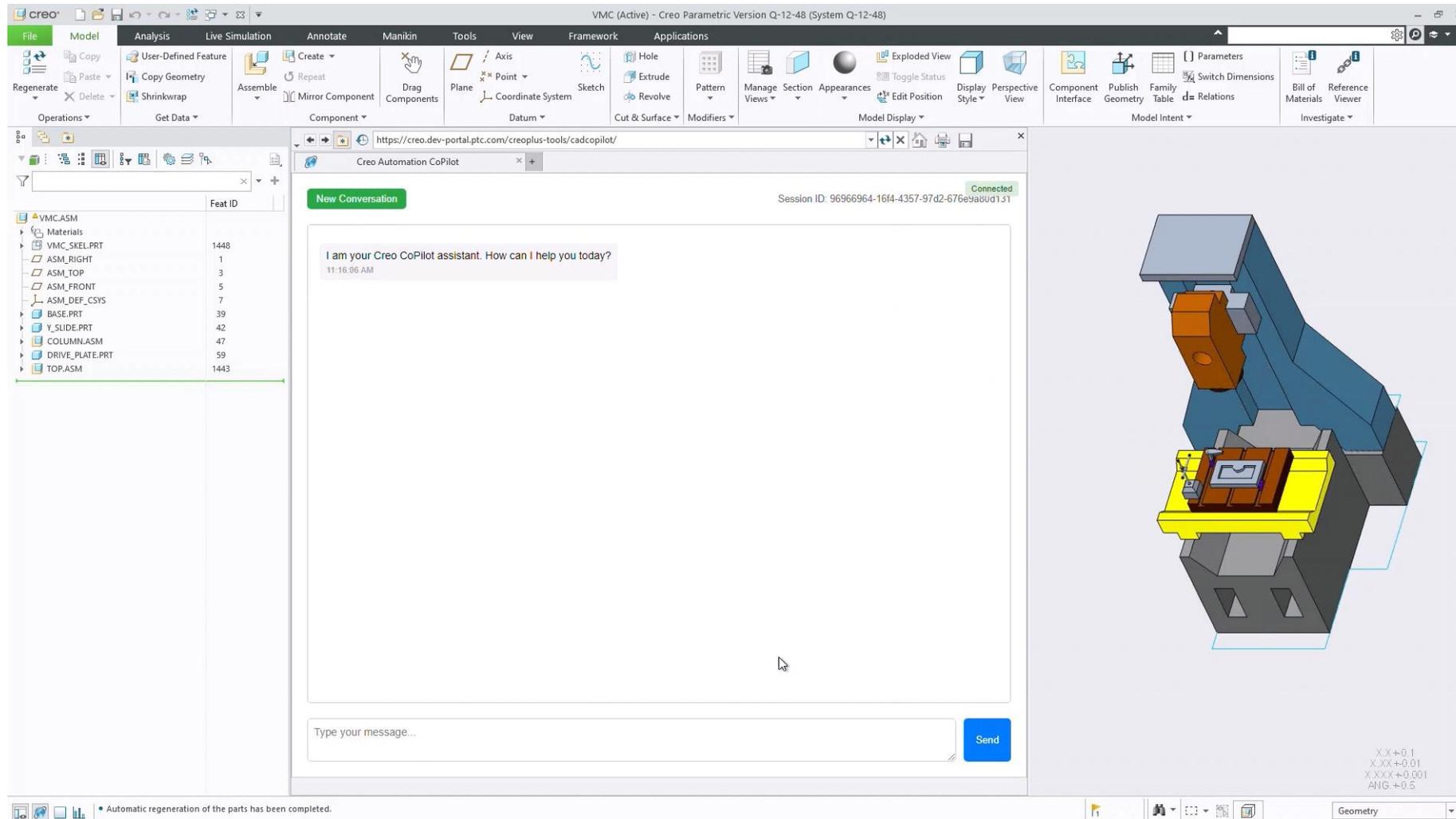


CREO IN-PRODUCT ASSISTANCE DEMOS

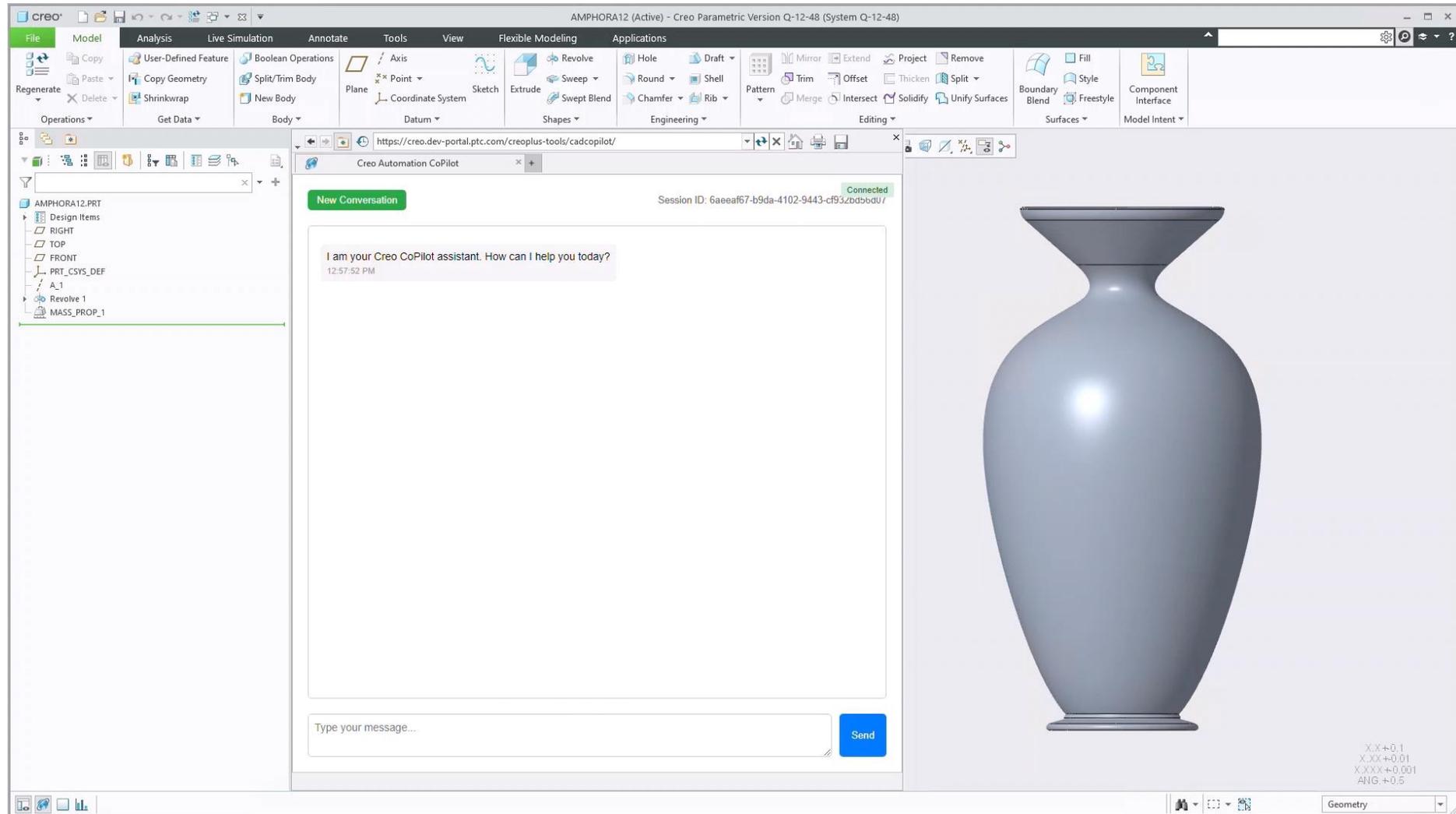


The information in these slides regarding possible future releases is not intended to be part of any commercial offer and is provided solely for informational purposes. Such information does not in any way constitute commitments, promises or legal obligations upon which customers may or should rely. The development, release and timing of any features or functionality described for PTC products remains subject to change at any time at PTC's sole discretion. In no event shall PTC be liable to customers for failure to adhere to any such roadmap and/or to produce or deliver any functionality described in these slides. A customer's decision to purchase any PTC software products must in all cases be based upon the current functionality of the relevant products and not upon any potential future functionality and/or features described in the product roadmap.

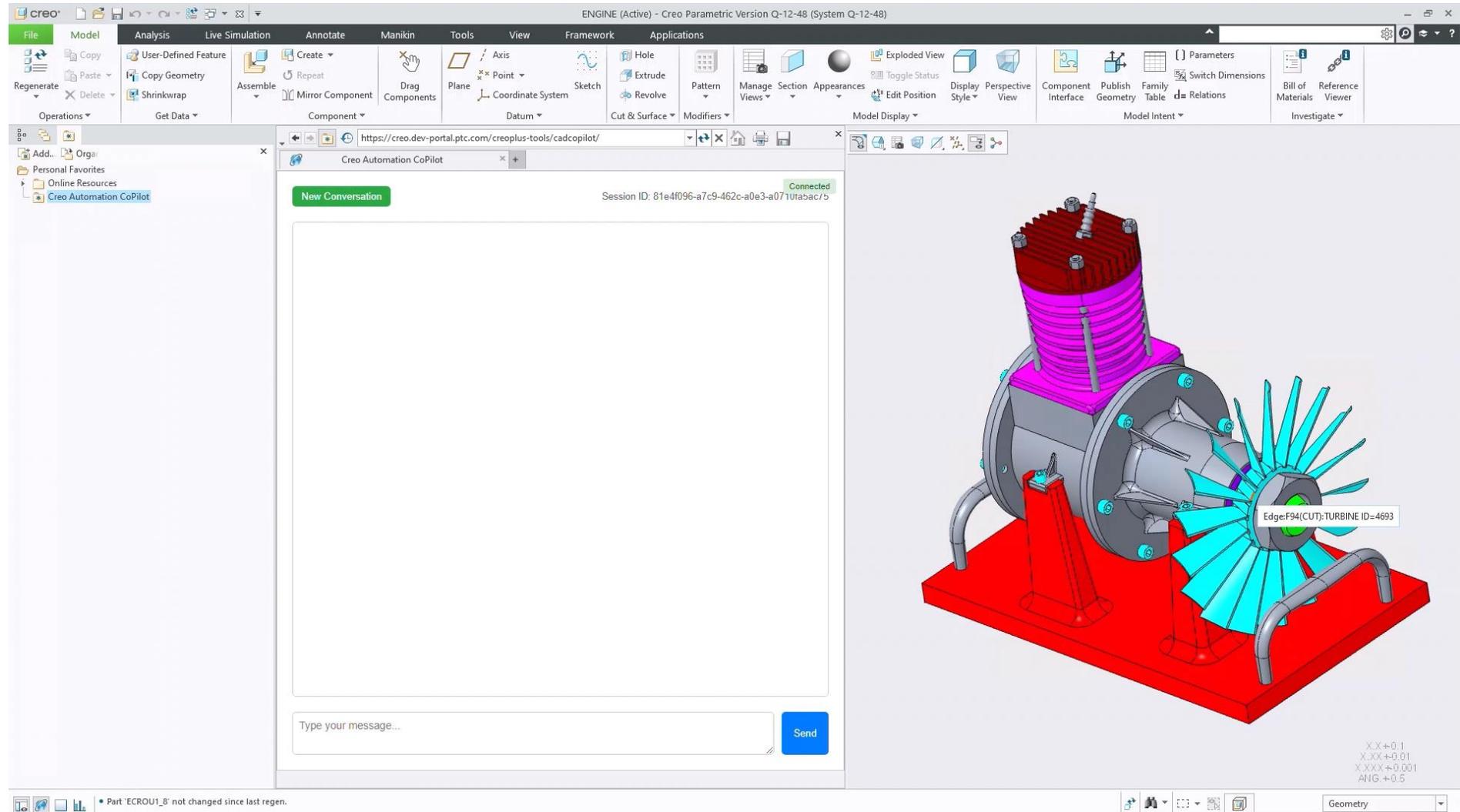
CASE STUDY 1 – TROUBLESHOOTING - REFERENCES



CASE STUDY 2 – AUTOMATION - OPTIMIZATION



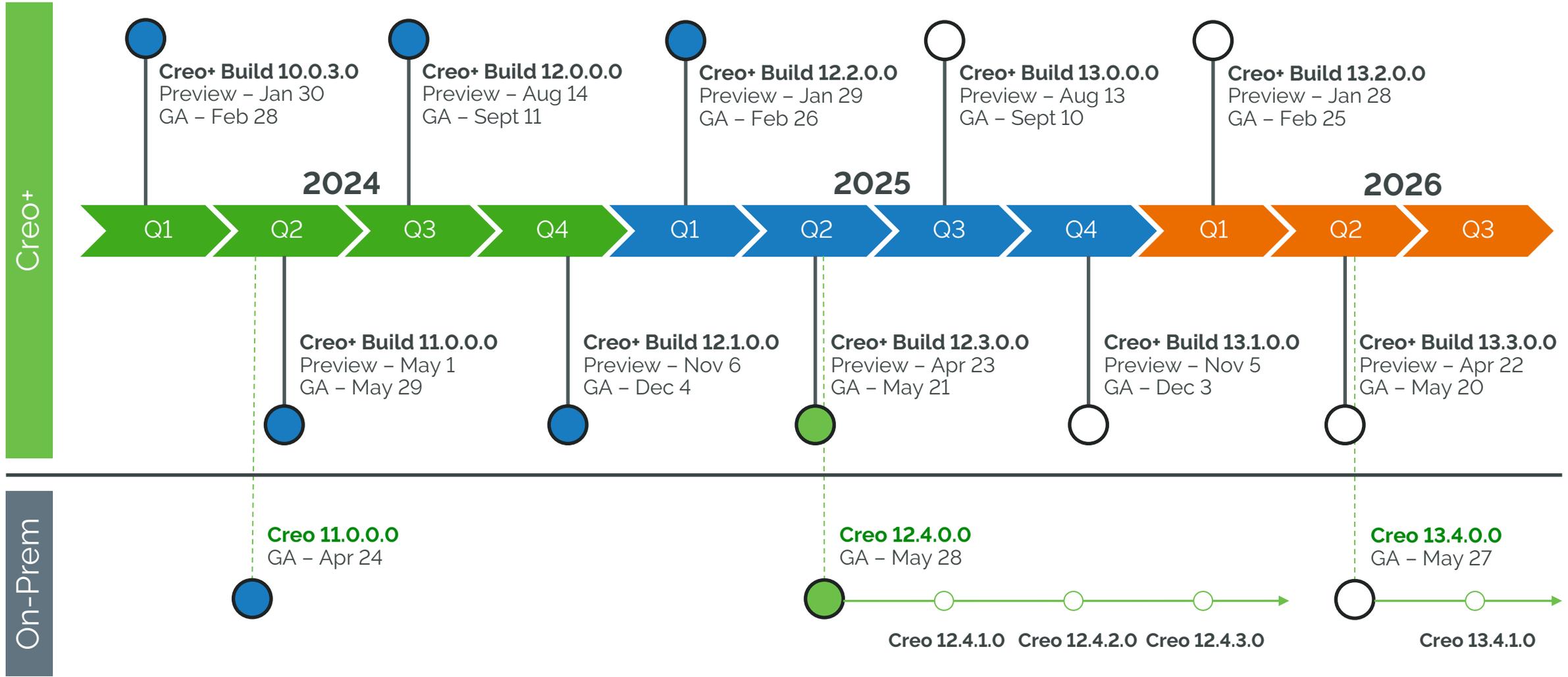
CASE STUDY 3 – AUTOMATION - PARAMETERS



CREO RELEASE CADENCE

Key

- On track
- Not Started
- Completed



Future looking information subject to change without notice (GA dates might change)



DIGITAL TRANSFORMS PHYSICAL

THANK YOU

www.ptc.com/creo

ptc.com



MBD & ISO GPS in Creo Parametric

Neuerungen und Trends

- Was hat MBD mit ISO GPS zu tun?
 - Was verbirgt sich dahinter?
 - Chancen der Technologien (Maschinenlesbarkeit, Automatisierung, KI...)
- MBD und ISO-GPS-Projekte in Unternehmen – „Das 3 Schritt System“
 - Ziele
 - Merkmale
 - Ablauf
- Ein neuer Workflow für die MBD-Produktmodellerstellung
 - „Funktionales Konstruieren und Spezifizieren“
 - Tätigkeiten und Ergebnisse im neuen Workflow mit Beispielen und Unterstützung durch GENIUS TOOLS MBD for ISO GPS

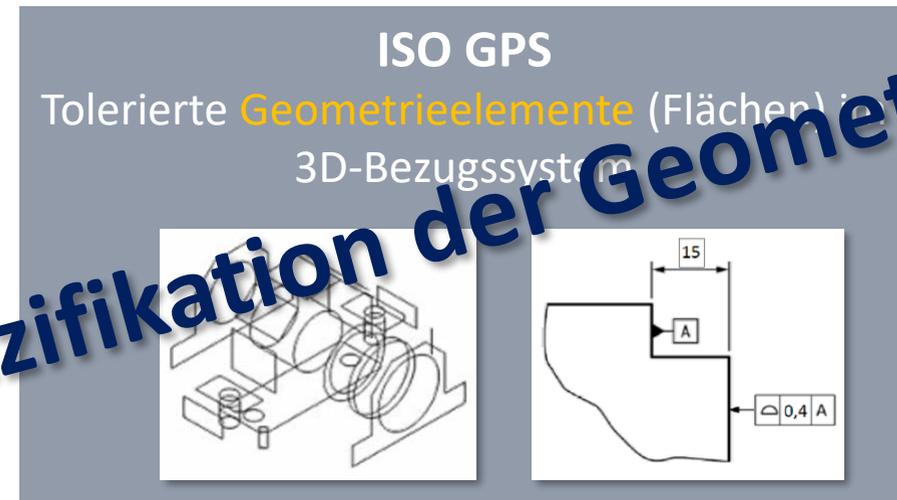
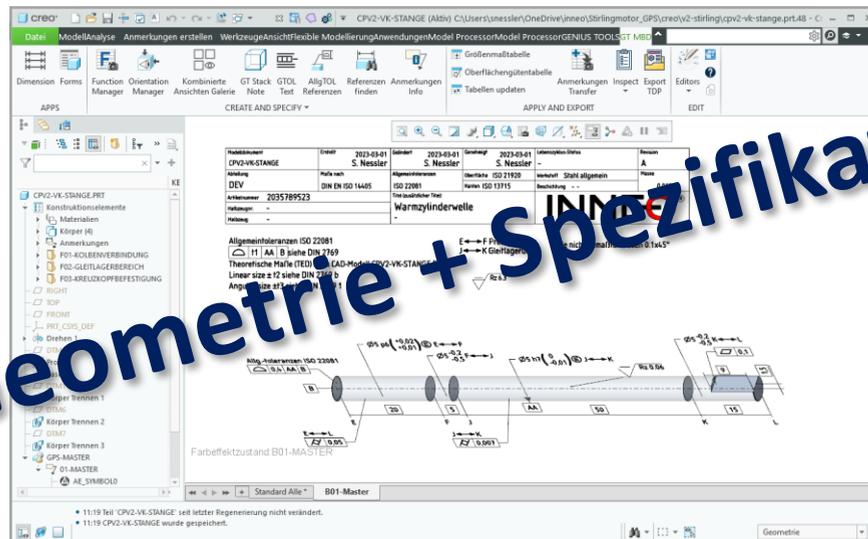
Was hat MBD mit ISO GPS zu tun?

Model-Based Definition (MBD)

- Das 3D-Modell ist die Quelle aller Daten (Produkt- und Fertigungsinformationen).
-> „Single source of truth“
- Bei der MBD löst das 3D-Modell die 2D-Zeichnung als PMI-Quelle ab.

ISO GPS

- Aktuelles Regelwerk zur Spezifikation der Produktgeometrie (TDP, Zeichnungen).
- Ermöglicht die vereinfachte Spezifikation funktionsrelevanter Geometrien



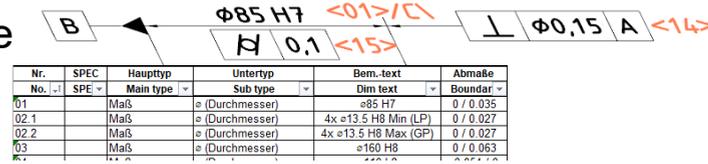
Geometrie + Spezifikation

Spezifikation der Geometrie

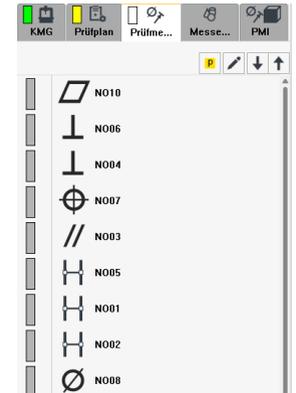
MBD und ISO GPS sind untrennbar verbunden

- Maschinenlesbarkeit und Automatisierung

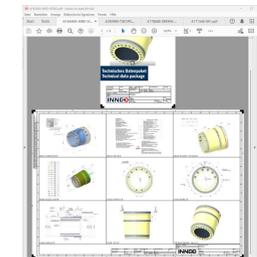
- Voraussetzung: Verknüpfung der Spezifikation mit der Geometrie (Semantik)
- -> automatische Prüfmerkmalvergabe
- -> automatische Prüfplanerstellung
- -> **automatische Prüfmerkmalerstellung in der Messsoftware** (Calypso, ZEISS Inspect ...)
- -> **automatische Erstellung der menschenlesbaren Dokumentation** (TDP)



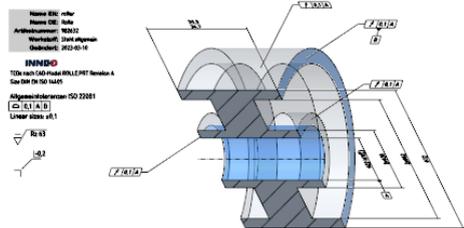
Nr.	SPEC	Haupttyp	Untertyp	Bem.-text	Abmaße
No. 1	SPE	Main type	Sub type	Dim text	Boundar
01		Maß	∅ (Durchmesser)	∅85 H7	0 / 0.035
02.1		Maß	∅ (Durchmesser)	4x ∅13.5 H8 Min (LP)	0 / 0.027
02.2		Maß	∅ (Durchmesser)	4x ∅13.5 H8 Max (GP)	0 / 0.027
03		Maß	∅ (Durchmesser)	∅160 H8	0 / 0.063



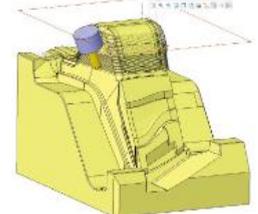
- Eine Voraussetzung für zukünftige KI
 - Maschinenlesbare Kette einer Funktion



- Lasten-Pflichtenheft
- Produktspezifikation



- Arbeitsplan

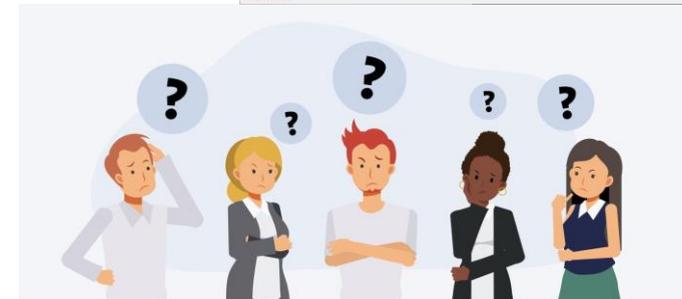
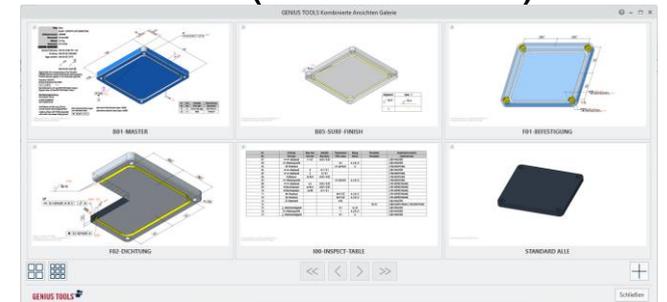


- Prüfplan



MBD und ISO-GPS-Projekte in Unternehmen

- Langläuferprojekte – Unternehmen beschäftigen sich seit Jahren mit den Themen
 - ISO-GPS: Ist eine neue, andere Art Modelle zu „bemaßen“ -> Lernintensiv -> Ausbildung
 - MBD: „Alles“ im 3D erzeugen ist neu -> Lernintensiv -> Ausbildung
 - TDP: Wie arbeitet man wenn keine Zeichnung mehr erstellt wird? -> Akzeptanz
- Projektziele häufig nicht von der TOP-Level Entscheidern exakt vorgegeben
- Es gibt kaum Normen, nach denen man sich beim Modellaufbau richten kann (ISO 16792).
- Es gibt kaum Referenzkunden.
- Alle Beteiligten müssen eingebunden werden (Konstruktion, Fertigung, Qualitätssicherung, Service, Zulieferer, Kunden uvm.).



Größte Herausforderung -> Vielfältige Änderungen für viele Menschen

Schritt 1

ISO GPS Kenntnisse erlernen

- Seminare „Geometrische Produktspezifikation (GPS)“
- [GPSLife Interaktive Online Trainings](#)
- Für alle Beteiligten!



Schritt 2

Funktionalitäten in Creo Parametric erlernen

- Schulung „Model-Based Definition“
- [Schulung „GT MBD for ISO GPS“](#)
- Verwendung von GD&T Advisor
- GPS konformes Bemaßen am Creo Parametric Modell
- Vertiefende Workshops
- Toleranzanalyse mit CETOL σ / EZtol

Schritt 3

Umsetzung im eigenen Unternehmen

- Machbarkeitsnachweise / Proof of Concept (POC)
- semantischer ISO GPS / MDB Modelle
 - Modellaufbau (neu, Bestandsdaten)
 - Arbeitsrichtlinien
- Key-User Team (CAD, QA, Fertigung, Zulieferer) erprobt die neuen Prozesse (QA, CAD, PLM ...)
- INNEO Consulting Services unterstützen in der Erprobungsphase
 - Arbeitsrichtlinien
 - evtl. Modellüberarbeitung mit GENIUS TOOLS Model Processor
- GENIUS TOOLS MBD for ISO GPS



Erfolgreiche Einführung maschinenlesbarer ISO-GPS-Informationen



Ein neuer Workflow für die MBD- Produktmodellerstellung

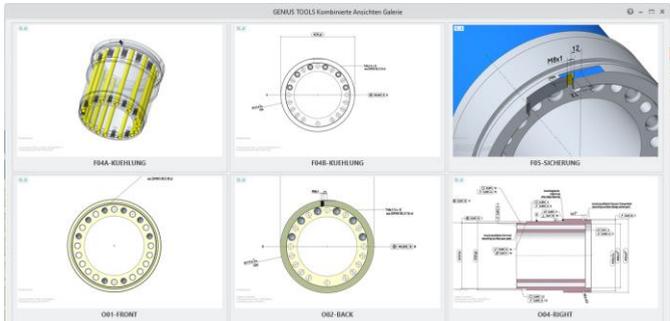
Die „richtigen“ Creo-Parametric Voraussetzungen

Die „richtige“ Creo Parametric Version

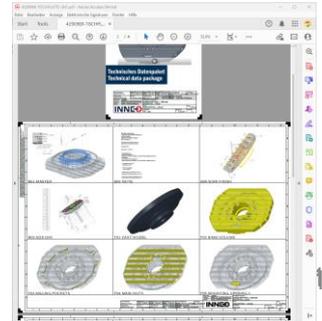
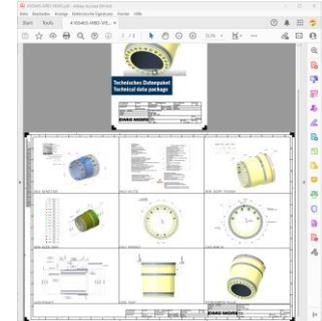
Creo 4	Creo 7 / 8	Creo 9	Creo 10	Creo 11	Creo 12
Semantische F&L	Semantic / Struktur	Symbole / Oberfl.	Verknüpfte Symbole	Tabellen (Texte) im 3D	Referenzvererbung

Das „optimale“ Werkzeug GENIUS TOOLS MBD for ISO GPS

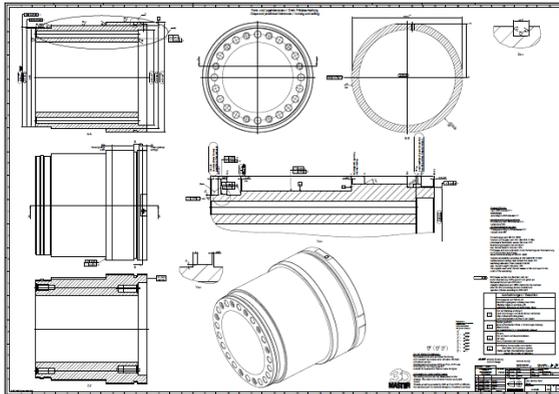
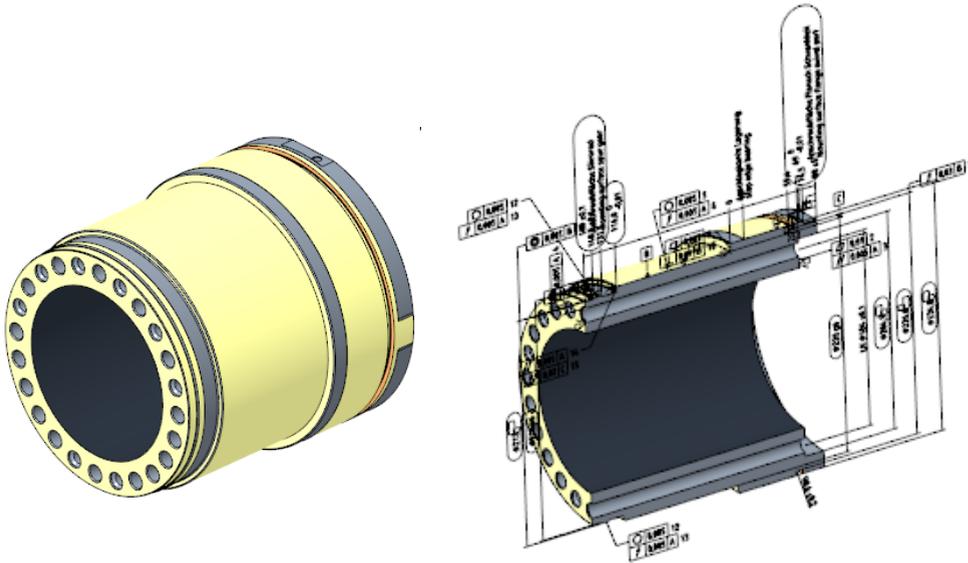
Modell strukturieren	Modellanmerkungen / Semantik	Menschlesbare Dokumentation
Kombinierte Ansichten /Farbe	Anmerkungsinfo	TDP Export



Elemente	Sichtbarkeit	Semantik	Wert	Typ	Toleranz	Kombinierte Ansichten
Geometrische Toleranz (7(1))						
gg19	1	0,4	(Profil einer Fläche) [A]			801-MASTER
gg22	4	0,15	(Sichweisigkeit) [A]			801-MASTER F01-P-VERBINDUNG
gg23	4	0,01	(Position) [A] [B]			801-MASTER F01-P-VERBINDUNG
gg25	2	0,01	Φ (Position) [A] [B] [C-C]			F01-P-VERBINDUNG F01-CALYPSO
gg26	2	0,01	Φ (Position) [A] [B] [C-C]			F01-P-VERBINDUNG F01-CALYPSO
gg27	2	0,01	Φ (Position) [A] [B] [C-C]			F02-LUFTKANAL F01-CALYPSO
gg28	2	0,05	Φ (Position) [A] [B] [C-C]			F02-LUFTKANAL F01-CALYPSO
Bezugskennzeichen (2(0))						
Datum_Top_B	4	8				801-MASTER F01-P-VERBINDUNG
Datum_Top_C	4	C				801-MASTER F01-P-VERBINDUNG
Steuernde Bemessung (4(0))						
DRY_DIM_011 - 011	2	6			-0,1 / -0,1	F02-LUFTKANAL F01-CALYPSO
DRY_DIM_015 - 015	2	6			-0,1 / -0,1	F02-LUFTKANAL F01-CALYPSO
DRY_DIM_025 - 025	1	80	Allgemein		-0,3 / -0,3	F02-LUFTKANAL
DRY_DIM_074 - 074	2	6,4			-0,2 / -0,2	F01-P-VERBINDUNG F01-CALYPSO
Gemeinsame Bemessung (14(0))						
sd100	3	49	Allgemein		-0,3 / -0,3	800-WORK 800-DATUM 001-FRE
sd117	1	6	Allgemein		-0,1 / -0,1	F01-P-VERBINDUNG
sd143	3	75	Allgemein		-0,3 / -0,3	800-WORK 800-DATUM F02-LUF
sd234	2	20	Allgemein		-0,2 / -0,2	F01-P-VERBINDUNG 001-FRONT
sd235	2	20	Allgemein		-0,2 / -0,2	F01-P-VERBINDUNG 001-FRONT
sd278	4	5,2	Allgemein		-0,1 / -0,1	801-MASTER F01-P-VERBINDUNG



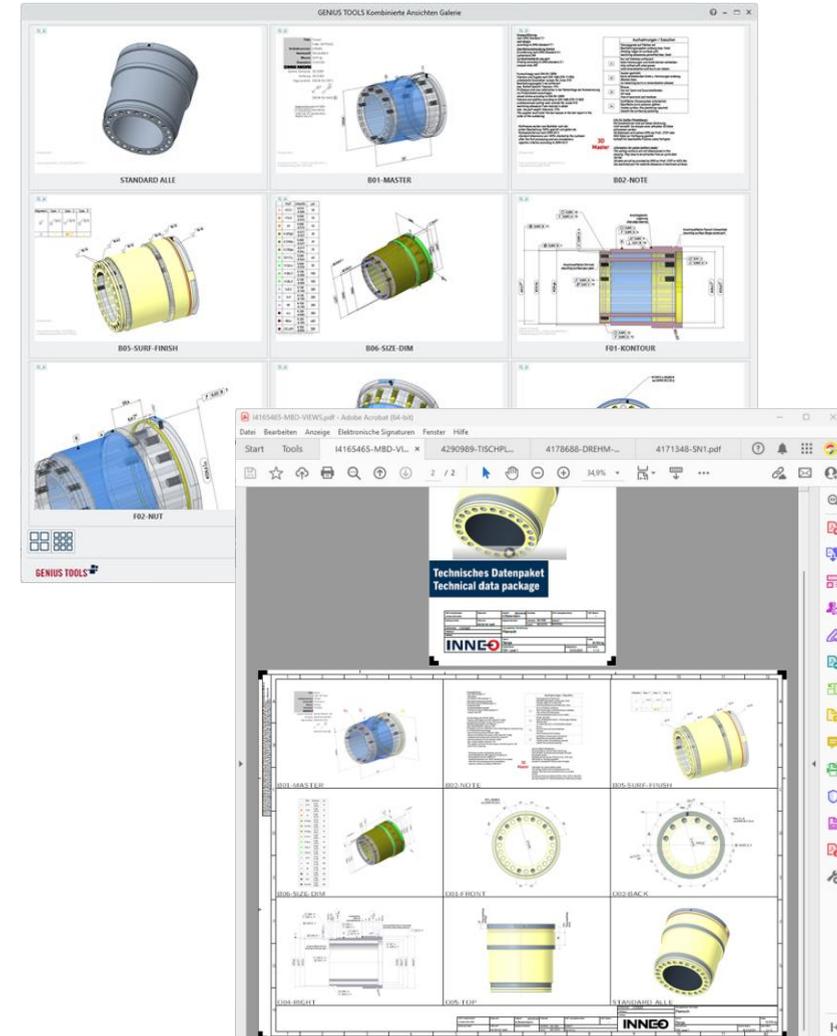
Modellorientiert - mit Zeichnung

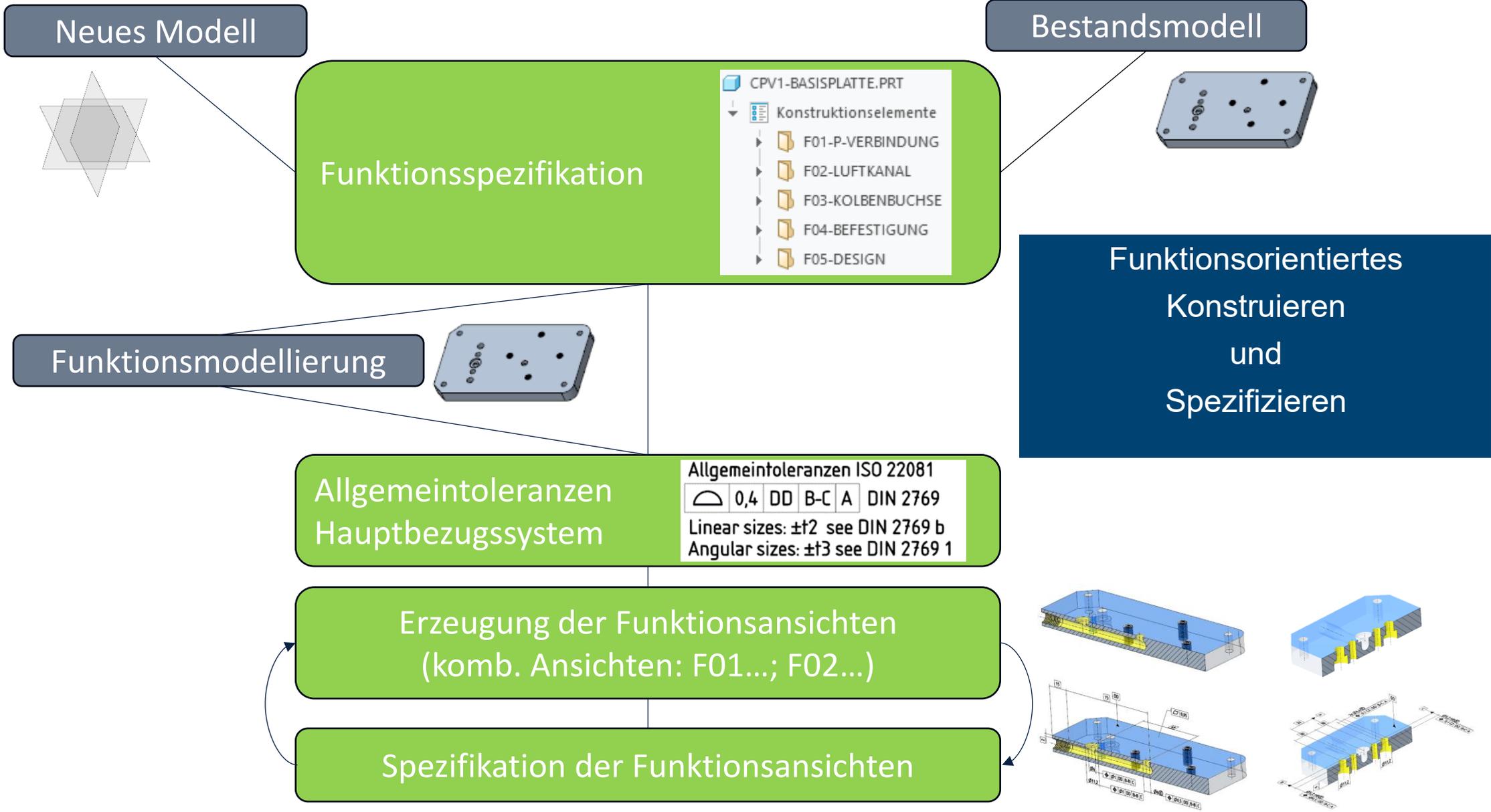


Maschinenlesbar

Menschenlesbar

Model-Based Definition





MBD – Workflow mit GENIUS TOOLS MBD for ISO GPS

Modell vorbereiten (DTL, Layer...)

Funktionsspezifikation

Struktur der (Funktions-)ansichten

Orientierung der Ansichten und Anm.-ebenen

Vergabe von Farbkodierungen

Allgemeintoleranzen (ISO GPS)

Semantische Spezifikation (ISO GPS)

Detailierung (Texte, Symbole, Tabellen...)

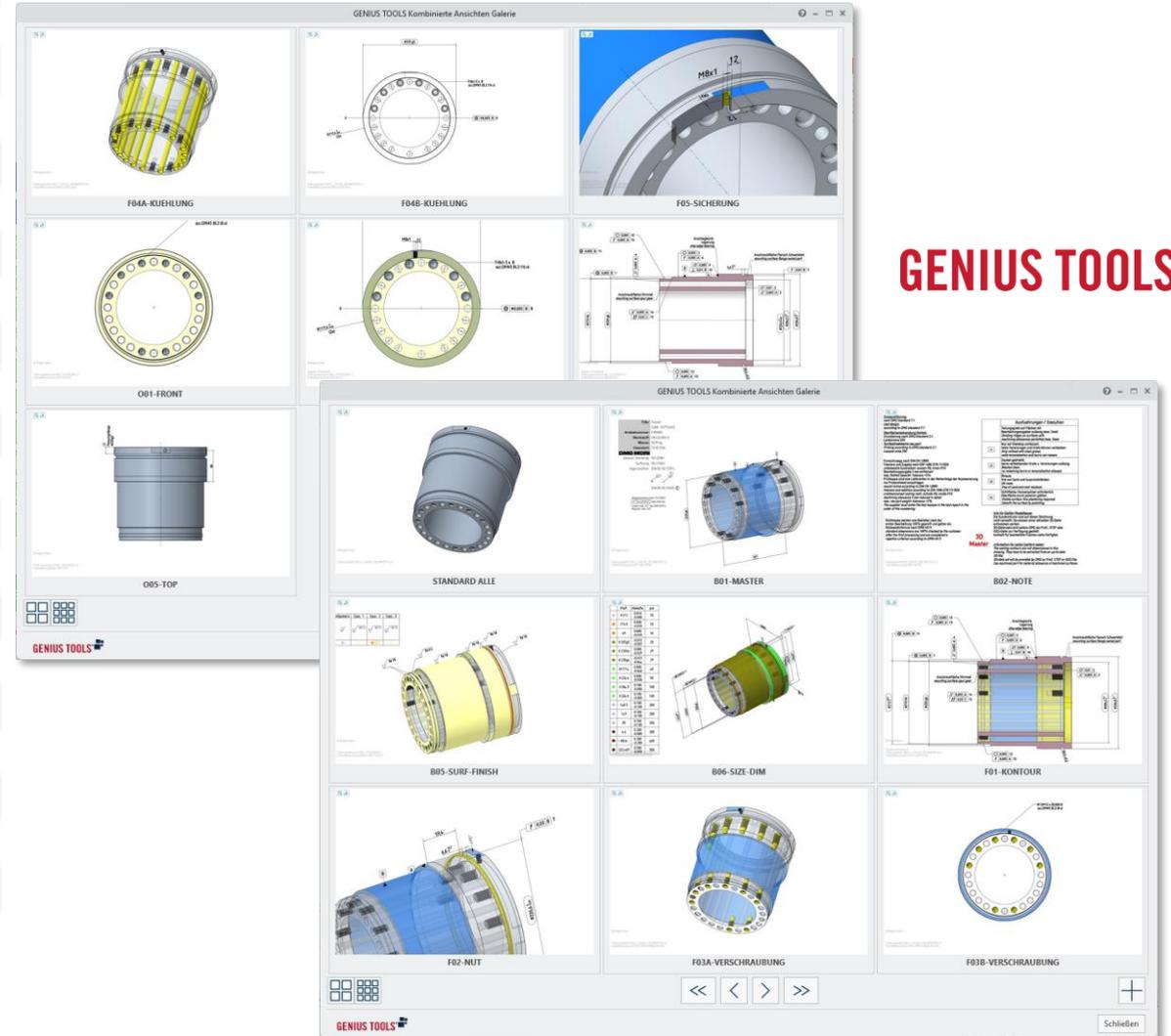
Erzeugung und Prüfung der Semantik

Ansichten für Folgeprozesse

Prüfmerkmale

Technisches Datenpaket

Nach **DIN ISO 16792:2025** / Klassifizierungscode 5

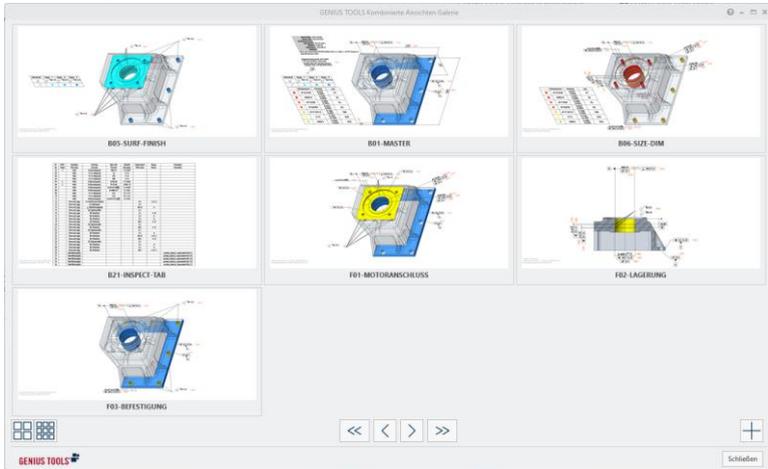


GENIUS TOOLS

Arbeitsrichtlinien für Mitarbeiter!

Beispiel Ziel 1 – Übergabe an Messsoftware

Nur mit semantischer Spezifikation möglich



motorfl... • Zuletzt geändert: Gestern um 13:17

example-Views-shaded.pdf - Adobe Acrobat Pro (64-bit)

Nr.	SPEC	Haupttyp	Untertyp
01		Maß	⊖ (Durchmesser)
02.1		Maß	⊖ (Durchmesser)
02.2		Maß	⊖ (Durchmesser)
03		Maß	⊖ (Durchmesser)
04		Maß	⊖ (Durchmesser)
05		Maß	↔ (Abstand)
06		Maß	↔ (Abstand)
07		Maß	↔ (Abstand)
08		Maß	↔ (Abstand)
09		Maß	↔ (Abstand)
10		Maß	⊖ (Durchmesser)
11.1		Maß	⊖ (Durchmesser)
11.2		Maß	⊖ (Durchmesser)
12		Form und Lage	⊥ (Rechtwinkigkeit)
13		Form und Lage	∥ (Zylindrizität)
14		Form und Lage	+ (Position)
15		Form und Lage	+ (Position)
16		Form und Lage	+ (Position)
17		Form und Lage	⊖ (Flächenprofil)
18		Form und Lage	+ (Position)
19		Form und Lage	+ (Position)
20		Form und Lage	∥ (Zylindrizität)
21		Form und Lage	+ (Position)
22		Form und Lage	∥ (Zylindrizität)
23		Form und Lage	+ (Position)
24		Form und Lage	+ (Position)
25		Form und Lage	+ (Position)
26		Form und Lage	⊥ (Ebenheit)
27		Form und Lage	+ (Position)
28		Form und Lage	∥ (Zylindrizität)
29		Form und Lage	+ (Position)
30		Oberflächenrute	

Inspect Rules +

Bereit Barrierefreiheit: Untersuchen

CALYPSO 2024 Copyright © Carl Zeiss Industrielle Messtechnik GmbH

File Bearbeiten Ansicht Vorbereiten Messen Verknüpfen Maß prüfen Form und Lage CNC CAD Extras Planner Fenster ?

CALYPSO Startseite

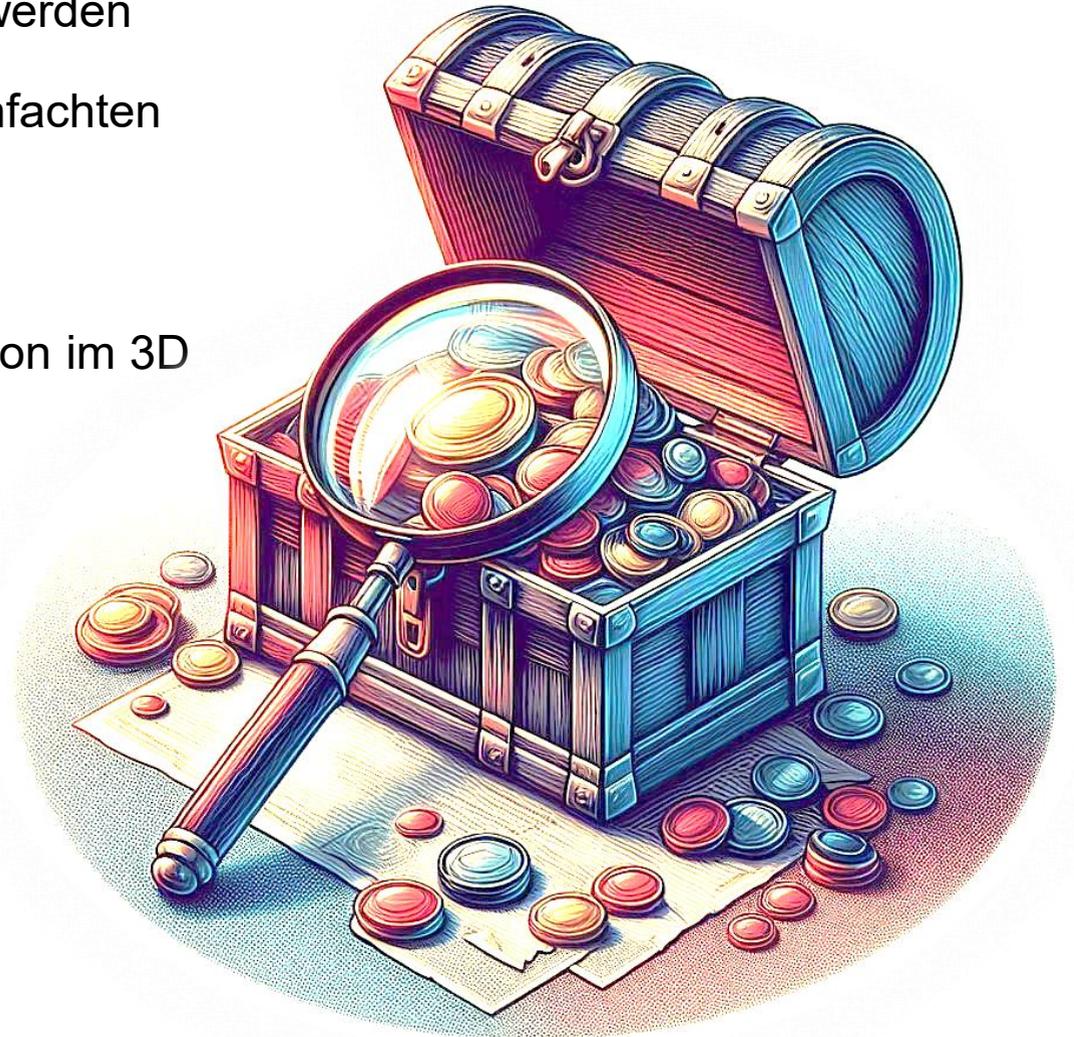
Beispiele Ziel 2: Automatische Dokumentation (TDP)

The image displays a workflow for generating technical data packages (TDP) from CAD models. It shows the CAD software (Creo) interface with 3D models of mechanical parts, and the resulting PDF documents (Adobe Acrobat) that contain the technical data packages. The PDFs are organized into a grid layout, making them easy to navigate and read. The TDPs include 3D models, 2D drawings, and technical specifications, providing a comprehensive overview of the part and its manufacturing requirements.



Menschenlesbare Dokumentation für alle Folgeprozesse

- MBD und ISO-GPS sollten immer gemeinsam betrachtet werden
- Verringern Sie den Dokumentationsaufwand mit der vereinfachten Funktionsspezifikation von ISO-GPS im 3D
→ Funktionsorientiertes Konstruieren und Spezifizieren
- Erzeugen Sie stets eine semantische ISO-GPS Spezifikation im 3D
→ Maschinenlesbarkeit für Folgeprozesse
- Beteiligen Sie alle Personen, die bisher mit der Zeichnung gearbeitet haben (CAD, QA, Fertigung, Zulieferer...)
- Erarbeiten Sie mit POCs eigene Arbeitsrichtlinien die allen Beteiligten einen Rückhalt geben

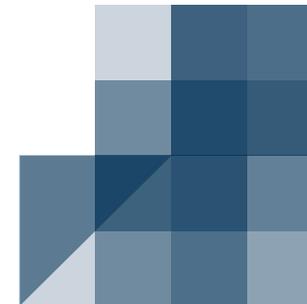


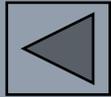
Vielen Dank für Ihr Interesse.

Wir sind INNEO – gemeinsam bringen wir Digitalisierung zum Erfolg.

Sind Sie dabei?

www.inneo.de





Struktur der (Funktions-)ansichten

The screenshot displays the Creo Parametric software interface. The main window shows a 3D model of a motor flange. The left-hand side contains the 'Konstruktionselemente' (Construction Elements) tree, which lists various features and their IDs. The top of the interface shows the 'Datei' (File) menu and various toolbars for modeling operations.

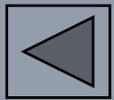
KE-Nr.	KE-ID
1	7250
9	7345
17	7251
24	602
25	604
26	606
27	641
28	696
29	761
30	812
31	846
32	877
33	4344
35	4345
37	970
38	7252
52	2739
53	2757
54	2777
55	6351
56	6362
57	4353
62	7259
67	4351
69	4352
71	3227
72	3542
73	3722
74	4444
75	7340

Foliezustand: DEFAULT_MODEL

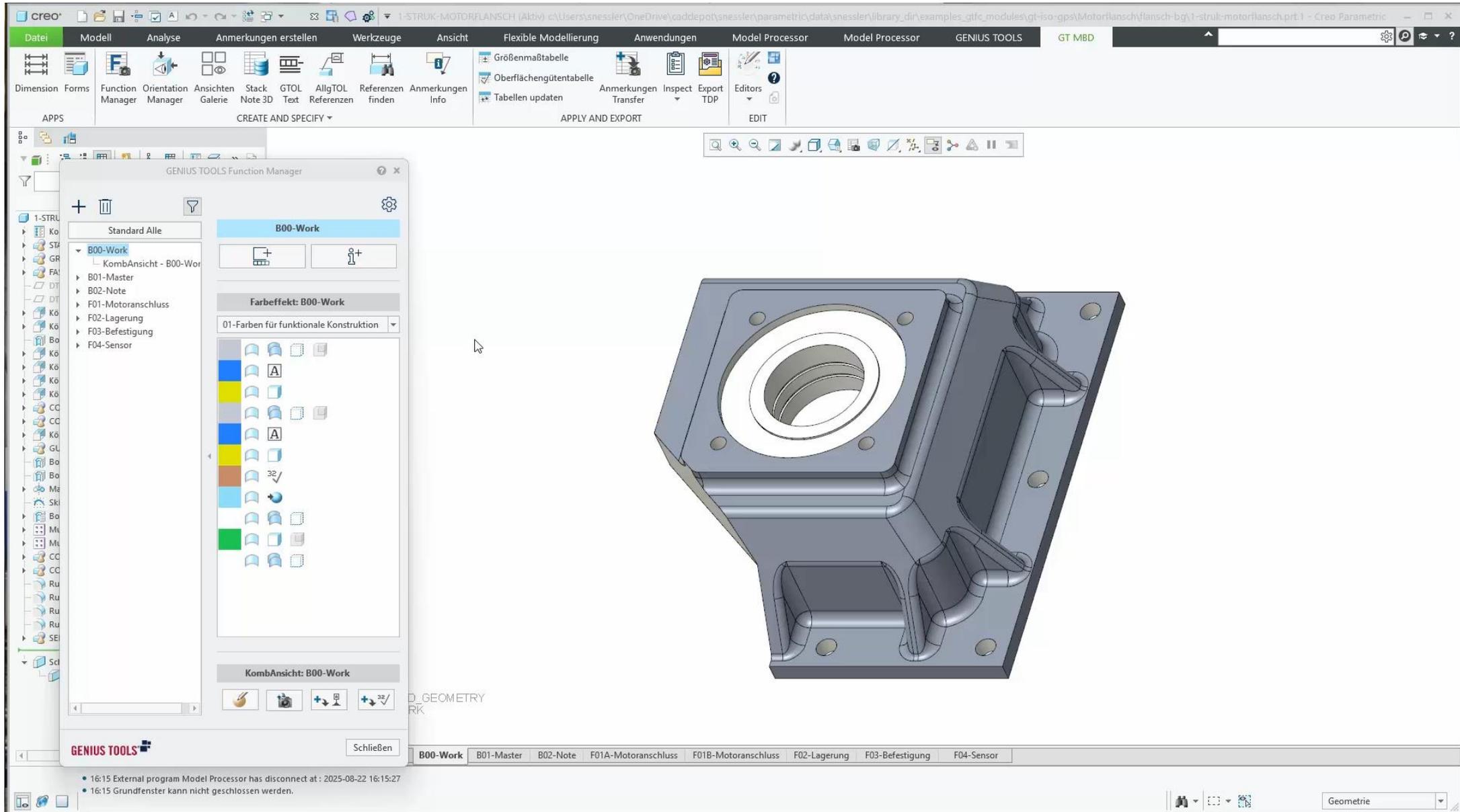
Standard Alle *

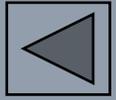
14:02 Grundfenster kann nicht geschlossen werden.
14:02 Alle nicht angezeigten Objekte wurden aus der Sitzung gelöscht.

Geometrie



Orientierung der Ansichten und Anmerkungsebenen





Vergabe von Farbkodierungen

creo®

2NOCOLOR-MOTORFLANSCH (Aktiv) c:\Users\snessler\OneDrive\cad\depot\snessler\parametric\data\snessler\library_dir\examples_gtfc_modules\gt-iso-gps\Motorflansch\flansch-bg\znocolor-motorflansch.prt.2 - Creo Param...

Datei Modell Analyse Anmerkungen erstellen Werkzeuge Ansicht Flexible Modellierung Anwendungen Model Processor Model Processor GENIUS TOOLS GT MBD

Dimension Forms Function Manager Orientation Manager Ansichten Galerie Stack Note 3D GTOL Text AllgTOL Referenzen Anmerkungen Info

Größentabellen Oberflächengütentabelle Tabellen aktualisieren Anmerkungen Transfer Inspect Export TDP Editors

APPS CREATE AND SPECIFY APPLY AND EXPORT EDIT

KE-Nr. KE-ID

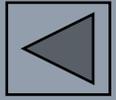
KE-Nr.	KE-ID
1	7121
9	7122
17	7123
24	602
25	604
26	606
27	641
28	696
29	761
30	812
31	846
32	877
33	4344
35	4345
37	970
38	7124
52	2739
53	2757
54	2777
55	7125
56	7136
57	4353
62	7280
67	4351
69	4352
71	3227
72	3542
73	3722
74	4444
75	6366
81	6251
8471	8471
9369	9369
9643	9643
9916	9916

Folienzustand: DEFAULT_MODEL

Standard Alle * B00-Work B01-Master F00-Overview F01-Motoranschluss F02-Lagerung F03-Befestigung F04A-Sensor F04B-Sensor

• 14:43 Teil '2NOCOLOR-MOTORFLANSCH' seit letzter Regenerierung nicht verändert.
 • 14:43 2NOCOLOR-MOTORFLANSCH wurde gespeichert.

Geometrie



Allgemeintoleranzen (ISO GPS)

creo 2-MOTORFLANSCH (Aktiv) C:\Users\snessler\OneDrive\cadd\p01\snessler\parametric\data\snessler\library_dir\examples_gtc_modules\gt-iso-gps\Motorflansch\flansch-bg\2-motorflansch.prt.23 - Creo Parametric

Datei Modell Analyse Anmerkungen erstellen Werkzeuge Ansicht Flexible Modellierung Anwendungen Model Processor Model Processor GENIUS TOOLS GT MBD

Dimension Forms Function Manager Orientation Manager Ansichten Galerie Stack Note 3D GTOL Text AllgTOL Referenzen Anmerkungen Info

Größenmaßtabelle Oberflächengütemetabelle Tabellen updaten Anmerkungen Transfer Inspect Export TDP Editors

APPS CREATE AND SPECIFY APPLY AND EXPORT EDIT

Name EN: motor flange
Name DE: Motorflansch
Artikelnummer:
Werkstoff: EN GJS 600-3
Masse: 26,98 kg
Geändert: 2024-08-13
INNEO

TEDs nach CAD-Model 2-MOTORFLANSCH.PRT Revision A
Size DIN EN ISO 14405

0,4 A B C

+0,5
+0,3

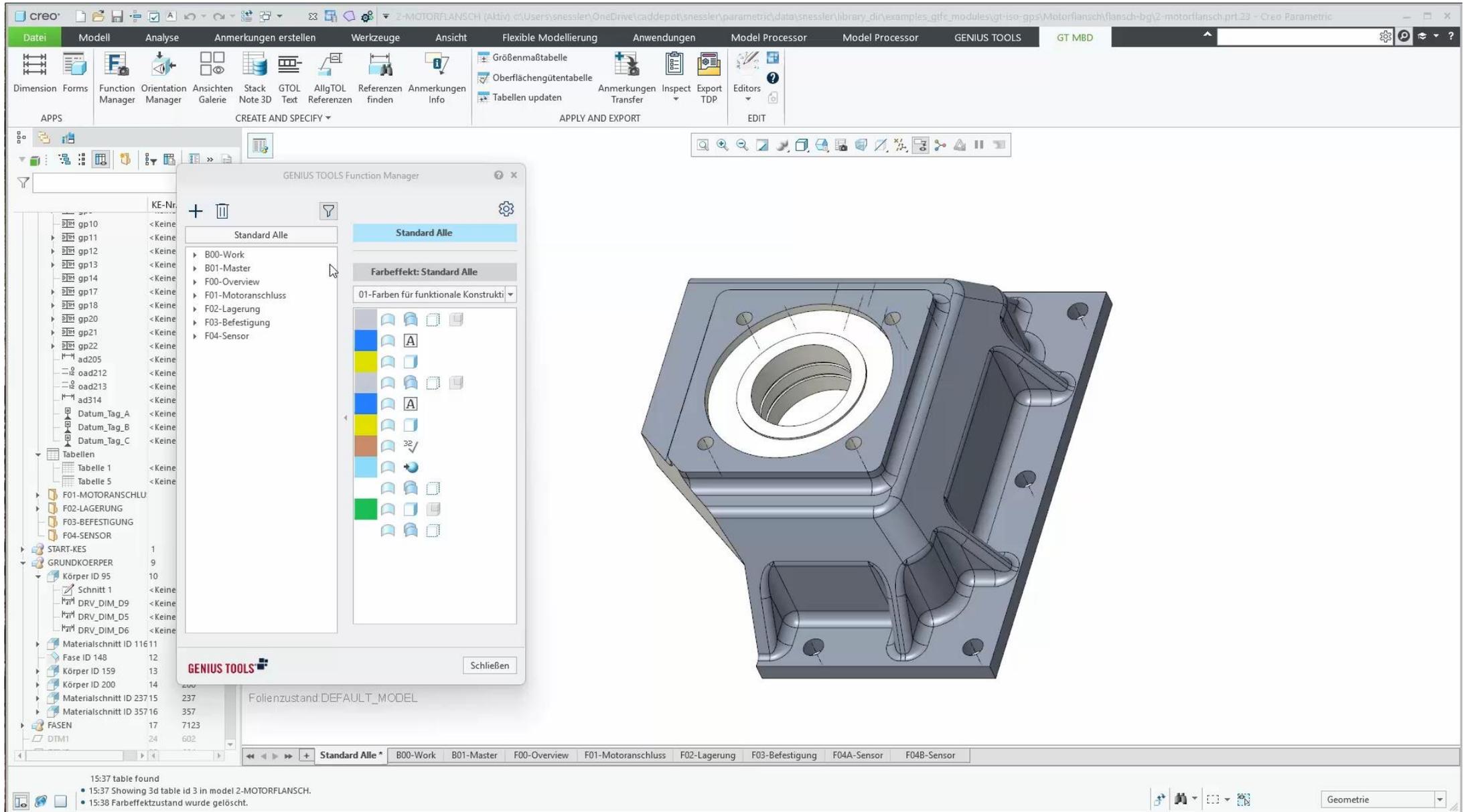
Folienzustand: ONLY_SOLID_GEOMETRY
Farbeffektzustand: B01-MASTER

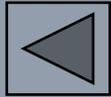
15:13 active ist bereits vorhanden. Ersetzen?
• 15:13 Tabelle erfolgreich in Datei C:\Users\Snessler\AppData\Local\Temp\Gtu_Gto\Text\active.tti gespeichert.
• 15:13 Tabellenzelle wird angezeigt.

Standard Alle * B00-Work B01-Master F00-Overview F01-Motoranschluss F02-Lagerung F03-Befestigung F04A-Sensor F04B-Sensor

Geometrie

Detailierung (Texte, Symbole, Tabellen...)





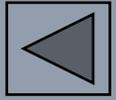
Erzeugung und Prüfung der Semantik

The screenshot displays the Creo Parametric software interface. The main window shows a 3D model of a motor flange. The left-hand side features a feature tree with the following structure:

Feature Name	KE-Nr.	KE-ID
AUTOREF_MOTORFLANSCH.PF		
Konstruktionselemente		
RECHTS	1	1
OBEN	2	4
VORNE	3	6
CS0	4	8
X	5	10
Z	6	14
Y	7	18
Körper ID 95	8	95
Materialschnitt ID 116	9	116
Fase ID 148	10	148
Körper ID 159	11	159
Körper ID 200	12	200
Materialschnitt ID 237	13	237
Materialschnitt ID 357	14	357
Fase ID 396	15	396
Fase ID 405	16	405
Fase ID 416	17	416
Fase ID 427	18	427
Fase ID 437	19	437
Fase ID 446	20	446
DTM1	21	602
DTM2	22	604
Körper ID 606	23	606
Körper ID 641	24	641
Bohrung ID 696	25	696
Körper ID 761	26	761
Körper ID 812	27	812
Körper ID 846	28	846
Körper ID 877	29	877
COPIED_GROUP	30	4344
COPIED_GROUP_1	32	4345
Körper ID 970	34	970
Rundung ID 1001	35	1001
Rundung ID 1080	36	1080
Rundung ID 1330	37	1330
Rundung ID 1390	38	1390
Rundung ID 1495	39	1495
Rundung ID 1632	40	1632

Below the feature tree, the text "Folienzustand: ONLY_SOLID_GEOMETRY(+)" is visible. The bottom status bar shows the current view as "Standard Alle" and lists several tabs: B00-Work, B01-Master, B05-Surf-Finish, B06-Size-Dim, B21-Inspect-Tab, F01-Motoranschluss, F02-Lagerung, and F03-Befestigung. A system tray at the bottom left contains error messages:

- 16:16 Grundfenster kann nicht geschlossen werden.
- 16:35 Grundfenster kann nicht geschlossen werden.
- 16:44 Alle nicht angezeigten Objekte wurden aus der Sitzung gelöscht.



Ansichten für Folgeprozesse

creo AUTOREF_MOTORFLANSCH (Aktiv) C:\Users\SNessler\OneDrive\cad\depot\snessler\parametric\data\snessler\library_dir\examples_gtic_modules\gt-iso-gps\autoref\autoref_motorflansch prt.41 - Creo Parametric

Datei Modell Analyse Anmerkungen erstellen Werkzeuge Ansicht Flexible Modellierung Anwendungen Model Processor Model Processor GENIUS TOOLS GT MBD

Dimension Forms Function Manager Orientation Manager Ansichten Galerie Stack Note 3D GTOL AllgTOL Referenzen Referenzen finden Anmerkungen Info

Größenmaßtabelle Oberflächengütetabelle Tabellen updaten Anmerkungen Transfer Inspect Export TDP Editors

APPS CREATE AND SPECIFY APPLY AND EXPORT EDIT

Name EN: motor flange
 Name DE: Motorflansch
 Artikelnummer:
 Werkstoff: EN GJS 600-3
 Masse: 26,89 kg
 Geändert: 2024-08-13
INNEO
 TEDs nach CAD-Model AUTOREF_MOTORFLANSCH.PRT Revision A
 Size DIN EN ISO 14405

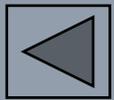
Allgemeintoleranzen ISO 22081
 0,4 A B C DIN 2769
 Linear size: ±12 see DIN 2769 b
 Angular size: ±13 see DIN 2769 1

Folienzustand: ONLY_SOLID_GEOMETRY(+)
 Farbeffektzustand: B01-MASTER

16:49 < GTU GTOLREF> 274/303 referenced by the selected general tolerance.
 16:49 Flächen doer Anmerkungen für semantische Anfrage auswählen.

Standard Alle * B00-Work B01-Master B05-Surf-Finish B06-Size-Dim B21-Inspect-Tab F01-Motoranschluss F02-Lagerung F03-Befestigung

Geometrie



creo 2-MOTORFLANSCH (Aktiv) c:\Users\snesler\OneDrive\cad\depot\snesler\parametric\data\snesler\library_dir\examples_gtc_modules\gt-iso-gps\Motorflansch\flansch-bq\2-motorflansch.prt.27 - Creo Parametric

Datei Modell Analyse Anmerkungen erstellen Werkzeuge Ansicht Flexible Modellierung Anwendungen Model Processor Model Processor GENIUS TOOLS GT MBD

Neu Aktualisieren FRONT-101 TOP-101 RIGHT-101 PLANE-101 Aktive Anmerkungssebene

Anmerkungen anzeigen Anmerkungen annehmen Anmerkungen verwalten

Bezugs-KE-Symbol Bezugsziel Ordinatengesteuerte Bemaßung

Notiz Oberflächengüte Symbol

Anmerkungs-KE Tabelle Schnelltabellen Anmerkungs-KEs

Semantische Abfrage

Kombinations-Zustände Anmerkungssebenen

B01-MASTER
 DRV_DIM_D5
 DRV_DIM_D6
 DRV_DIM_D9
 DRV_DIM_D150
 ad205
 gp0
 gp1
 gp2
 gp3
 gp4
 symbol_9
 Y
 A_17
 A_18
 A_19
 A_20
 A_25
 A_27
 A_28
 A_29

Name EN: motor flange
Name DE: Motorflansch
Artikelnummer:
Werkstoff: EN GJS 600-3
Masse: 26,98 kg
Geändert: 2024-08-13
INNEO

TEDs nach CAD-Model 2-MOTORFLANSCH.PRT Revision B
 Size DIN EN ISO 14405
 Allgemeintoleranzen ISO 22081
 0,4 A B C DIN 2769
 Linear size: ±f2 see DIN 2769 b
 Angular size: ±f3 see DIN 2769 1

+0,5
 +0,3

16 30 145 390

Ø85 H7 / f7 0,1

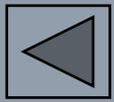
0,1 A B C

Folienzustand: ONLY_SOLID_GEOMETRY
 Farbeffektzustand: B01-MASTER

Standard Alle* B00-Work B01-Master B02-Note F00-Overview F01-Motoranschluss F02-Lagerung F03-Befestigung F04A-Sensor F04B-Sensor

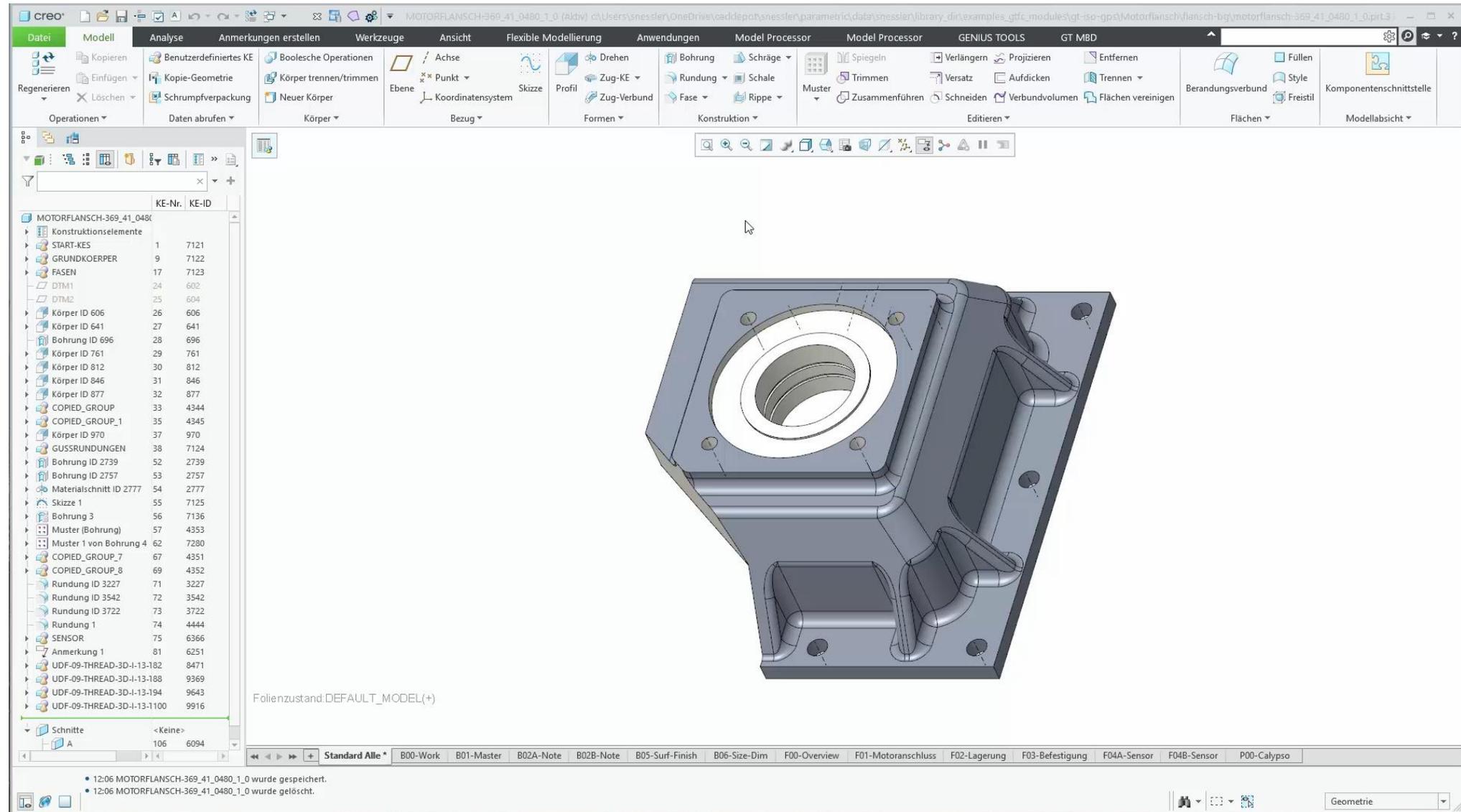
17:29 Durch KE 58 (BOHRUNG), Modell 2-MOTORFLANSCH erzeugte Kante wird angezeigt.
 17:29 Geometrie, Punkte, Koordinatensysteme oder Achsen auswählen.
 17:29 Notiz Note_135 in teil 2-MOTORFLANSCH wird angezeigt.

Geometrie



Vollständig
konfigurierbar

Wird automatisch
im Windchill
erzeugt.

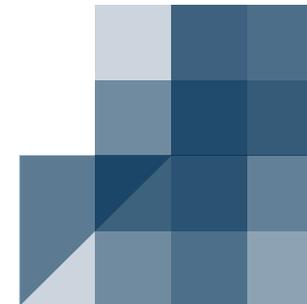


Vielen Dank für Ihr Interesse.

Wir sind INNEO – gemeinsam bringen wir Digitalisierung zum Erfolg.

Sind Sie dabei?

www.inneo.de



AVARINDUSTRIES

ECAD trifft MCAD – Wie digitale Integration die Zusammenarbeit vereinfacht

Hans-Jürgen Schwender, Andreas Furs | Var Industries GmbH

INHALTE

- Herausforderungen in der Produktentwicklung - **ECAD-/MCAD-Kollaboration**
- Systemübergreifende Zusammenarbeit - **Integrationen und Datenaustausch**
- **Fazit und Ausblick**

A VAR INDUSTRIES



ECAD-/MCAD-KOLLABORATION

HERAUSFORDERUNGEN IN
DER PRODUKTENTWICKLUNG
ECAD-MCAD-KOLLABORATION

WAS IST ECAD-/MCAD-KOLLABORATION?

ELEKTRONISCHE KONSTRUKTION

Fokussiert auf die **Entwicklung elektronischer Komponenten** wie Leiterplatten, Schaltkreise und elektrische Verbindungen unter Verwendung spezialisierter Software für elektronisches Design.

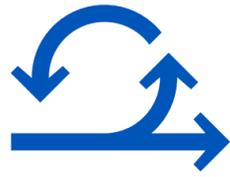
MECHANISCHE KONSTRUKTION

Konzentriert sich auf die **Entwicklung mechanischer Komponenten** wie Gehäuse, Halterungen und bewegliche Teile mithilfe von 3D-Modellierungswerkzeugen.



Kollaboration. Die Integration von ECAD und MCAD über digitale Plattformen, die einen **nahtlosen Datenaustausch ermöglichen und somit die gemeinsame Produktentwicklung vereinfachen.**

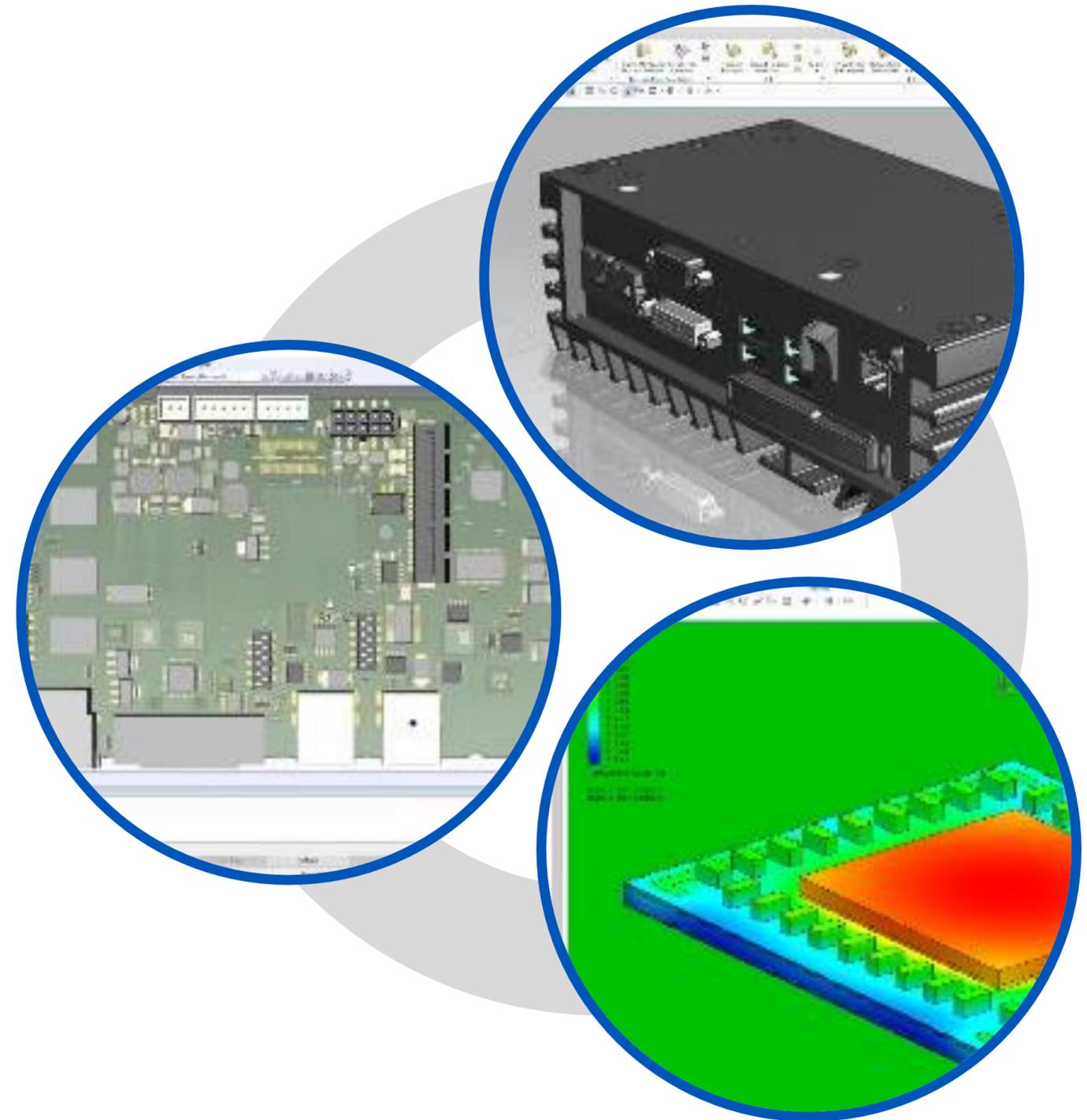
WARUM ECAD-/MCAD-KOLLABORATION HEUTE ENTSCHEIDEND IST



Produkte werden immer komplexer:
Elektromechanische Systeme dominieren (z. B. E-Autos, Medizintechnik, Smart Devices).
Fehlende Abstimmung führt zu unnötigen Iterationsschleifen und damit zu Kosten, Verzögerung und Fehlern.



Die Grenzen zwischen Mechanik und Elektronik verschwimmen. **Datenverwaltung und -Synchronisation für Elektronik, Simulation und Mechanik** wird immer wichtiger.



HERAUSFORDERUNGEN IN DER ECAD-/MCAD-ZUSAMMENARBEIT

KOMMUNIKATIONSLÜCKEN & INSELDENKEN

Separate Teams ohne ausreichendes Verständnis und Austausch

DATENINKONSISTENZEN UND FORMATBRÜCHE

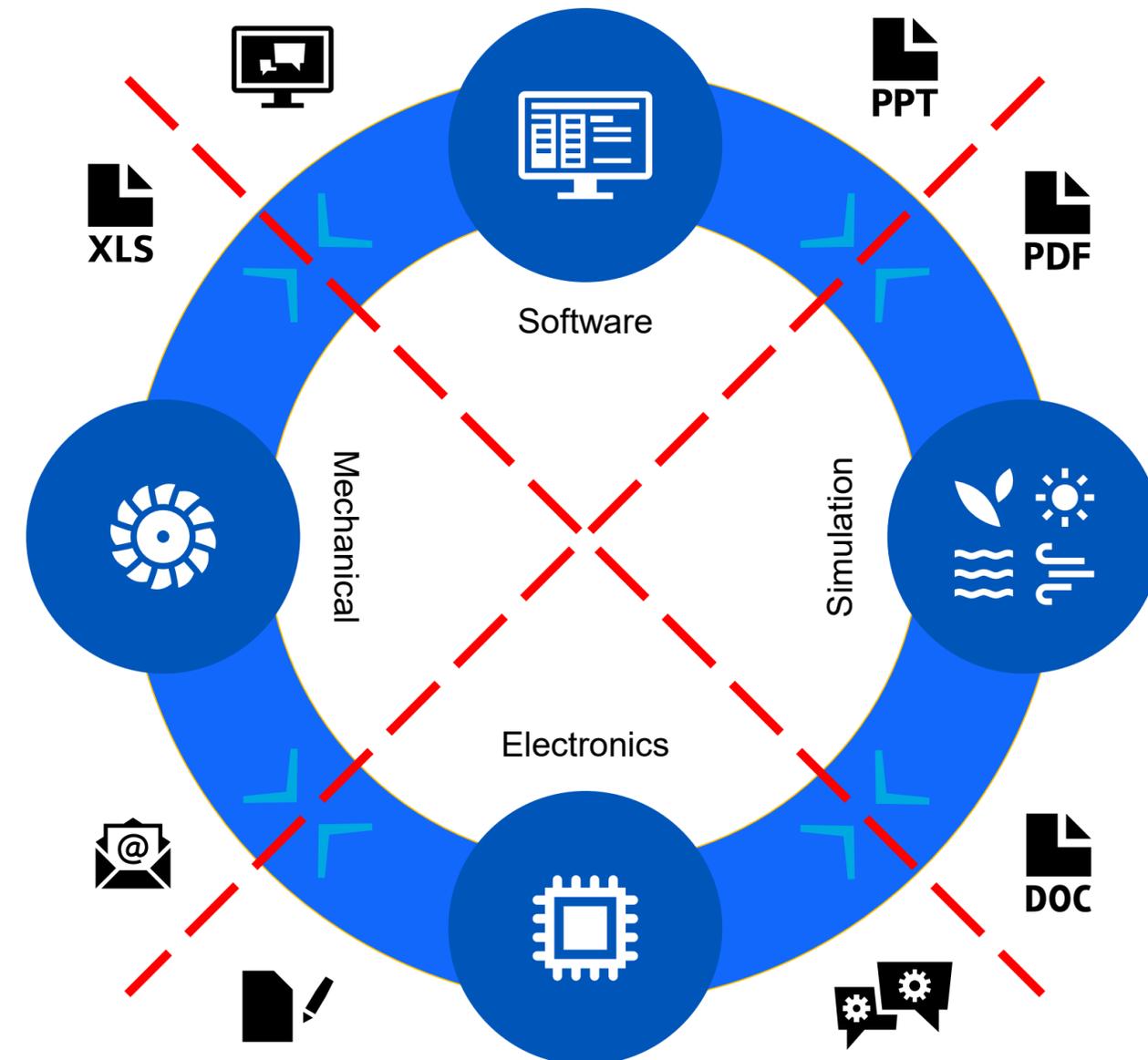
Unterschiedliche Tools und Formate (STEP, IDF, DXF). Manuelle Datenübertragung. Fehlende Schnittstellen.

PHYSIKALISCHE UND THERMISCHE KONFLIKTE

Mechanik passt nicht zur Elektronik (z. B. Gehäuse/Leiterplatte). Kühlung, EMV und Kabelführung werden zu spät betrachtet.

FEHLENDE ECHTZEIT-SYNCHRONISATION

Hoher Kommunikationsaufwand und Iterationsschleifen. Änderungen werden zu spät erkannt.



ZIELE DER ECAD-/MCAD-KOLLABORATION

1

FEHLERREDUKTION

Durch **frühzeitige Erkennung von Kollisionen und Inkompatibilitäten** zwischen elektronischen und mechanischen Komponenten können kostspielige Fehlkonstruktionen vermieden werden.

2

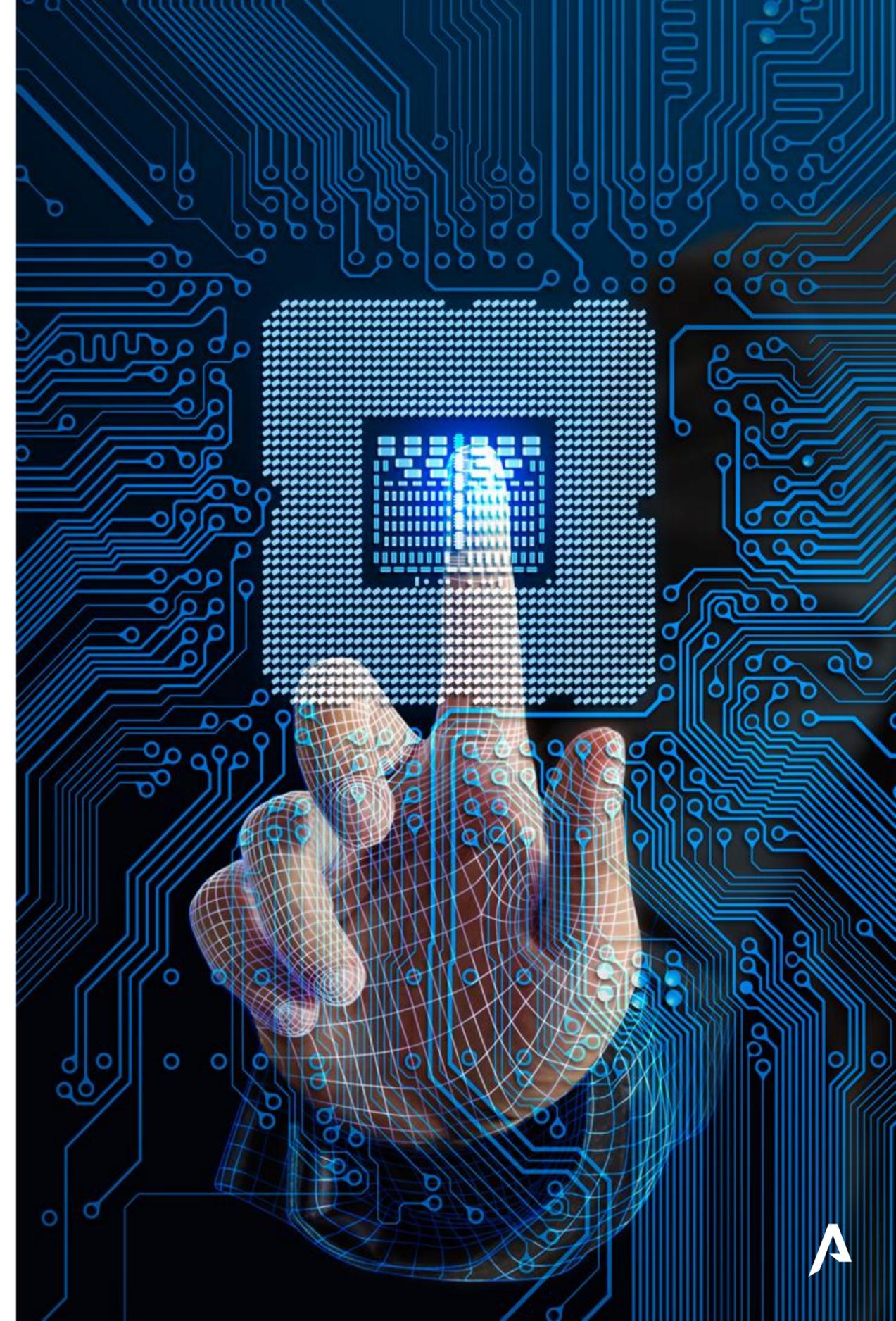
BESCHLEUNIGTE TIME-TO-MARKET

Parallele Arbeitsprozesse und reduzierte Iterationsschleifen ermöglichen eine signifikante Verkürzung der Entwicklungszeit und somit schnellere Markteinführung.

3

RESSOURCENOPTIMIERUNG

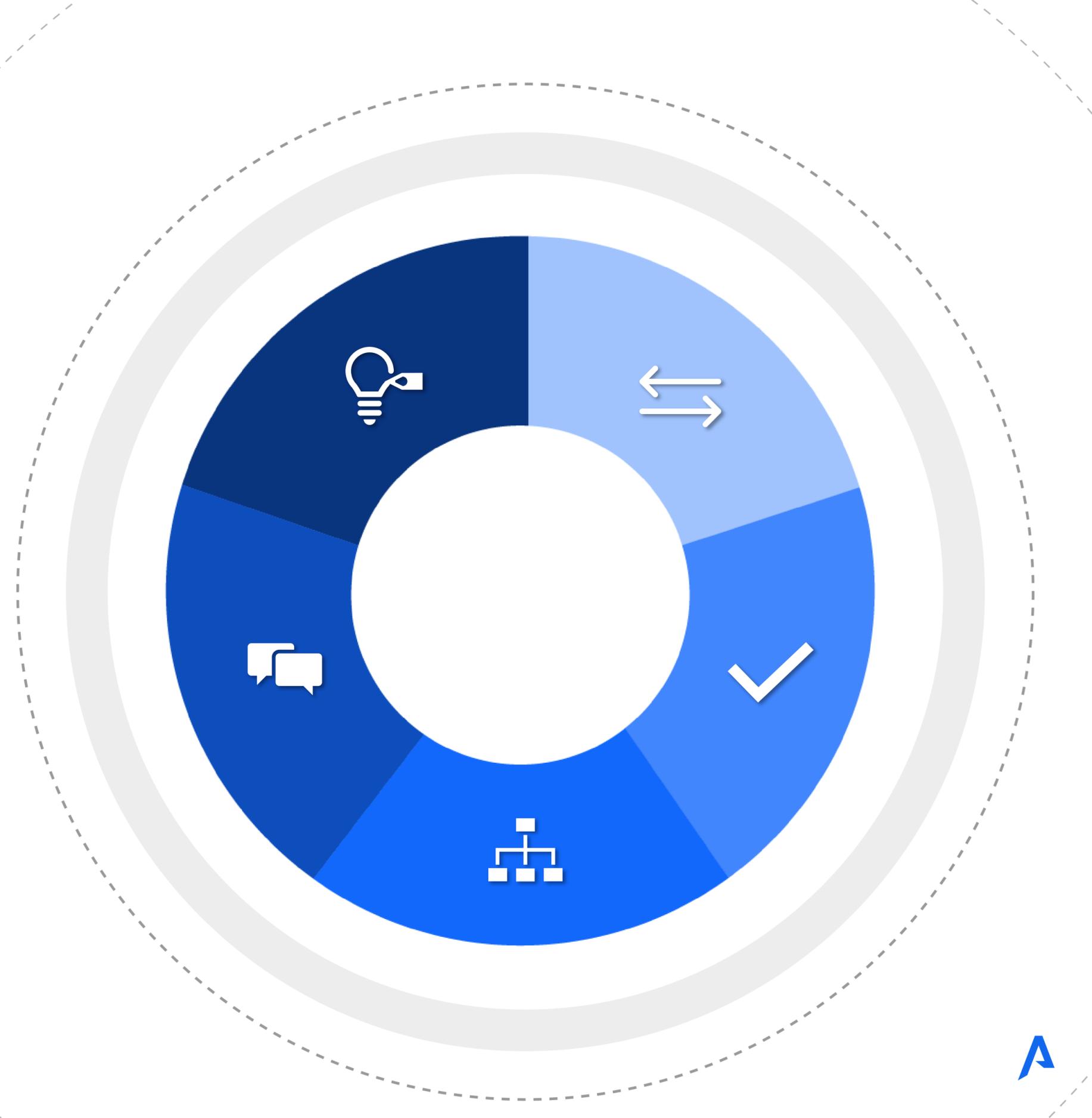
Effizientere Nutzung von Fachwissen und technischen Ressourcen durch automatisierten **Datenaustausch und verbesserte Kommunikation** zwischen den Disziplinen.



KOLLABORATIVE WORKFLOWS (POTENTIALE) IN DER PRAXIS

Effektive kollaborative Workflows verbinden die Arbeit von **Elektronik- und Mechanikentwicklern** durch **kontinuierlichen Datenaustausch**. Bei Änderungen werden **alle Beteiligten automatisch benachrichtigt**.

- **Echte ECAD/MCAD-Plugins.** Direkte Integration für ECAD/MCAD und Datensynchronisation
- **Datenverwaltung und /-Austausch** in allen Disziplinen
- **Standardisierte Prozesse & Schulungen.** Einheitliche Workflows und Trainings in beiden Disziplinen



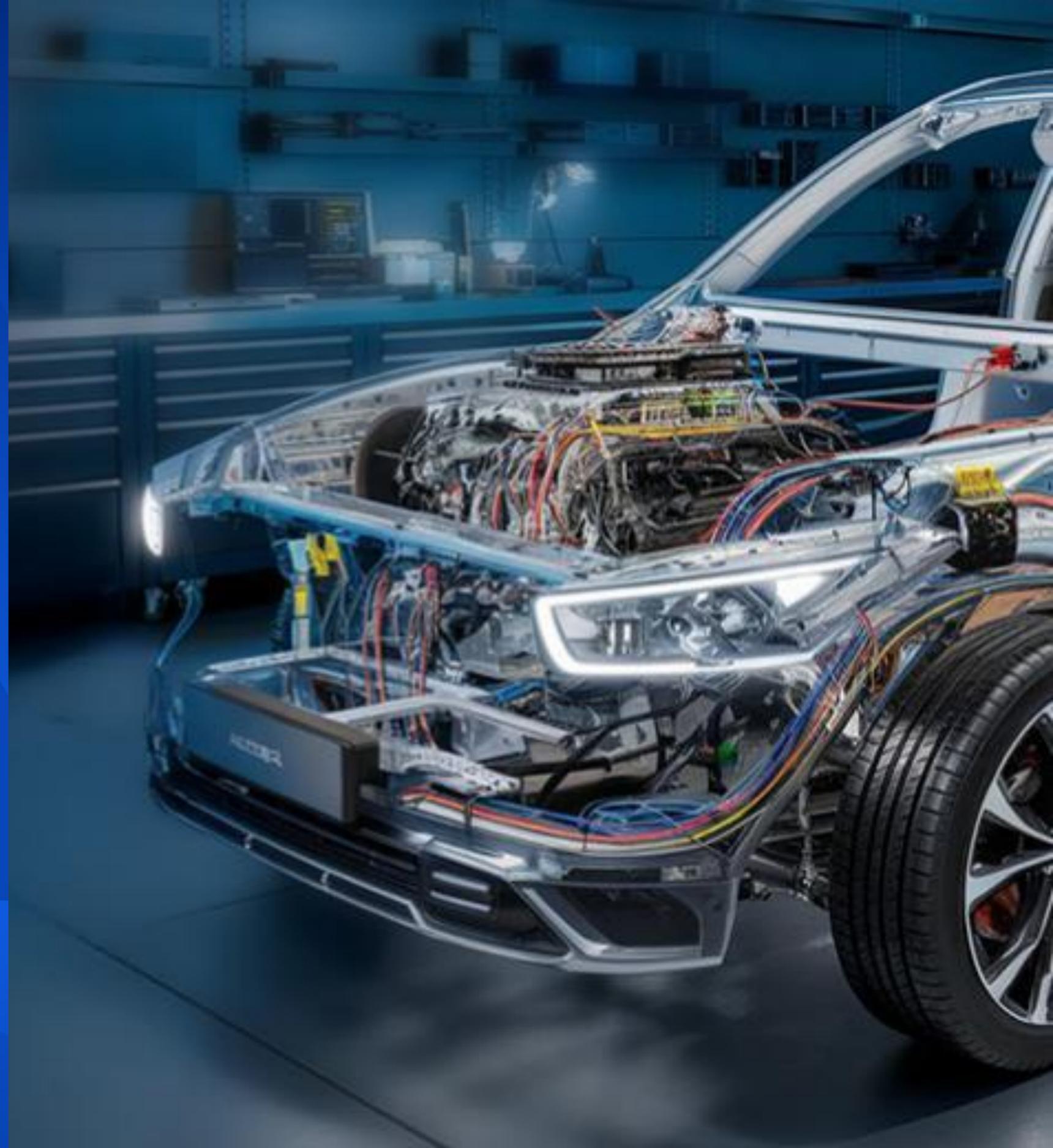
ECAD-/MCAD-KOLLABORATION

SYSTEMÜBERGREIFENDE ZUSAMMENARBEIT - INTEGRATIONEN UND DATENAUSTAUSCH

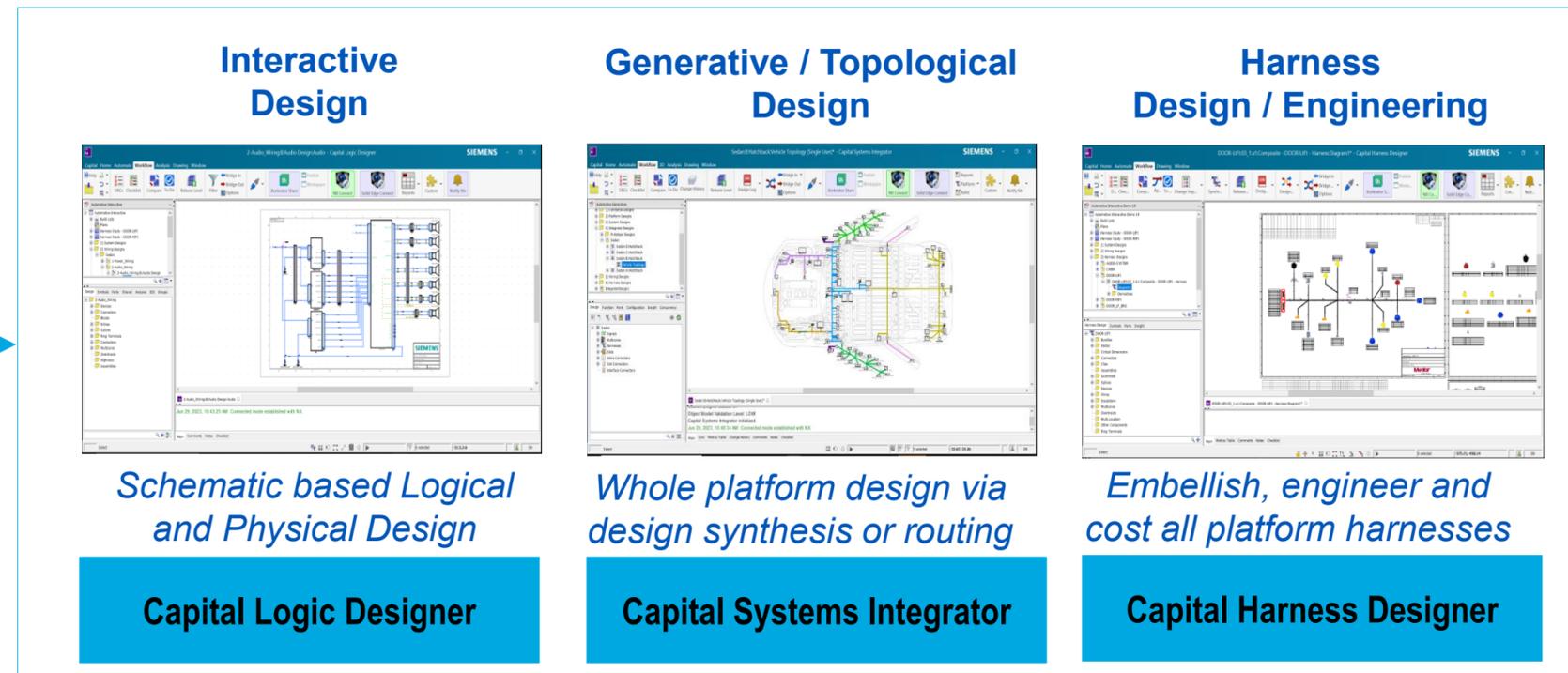
DIREKTINTEGRATION SIEMENS NX – CAPITAL

- Capital – NX Austausch
- Alle Integrationsmöglichkeiten
- Integration ECAD/MCAD Design

A VAR INDUSTRIES



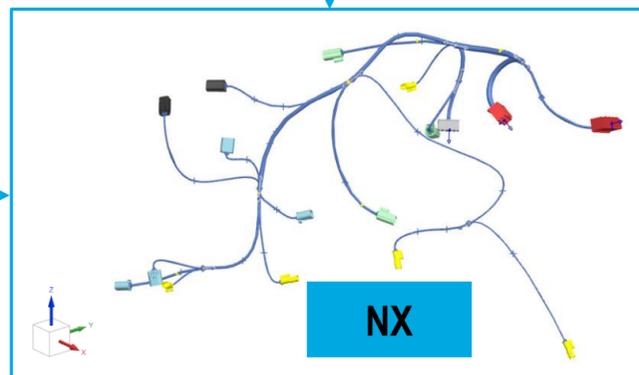
CAPITAL – NX AUSTAUSCH



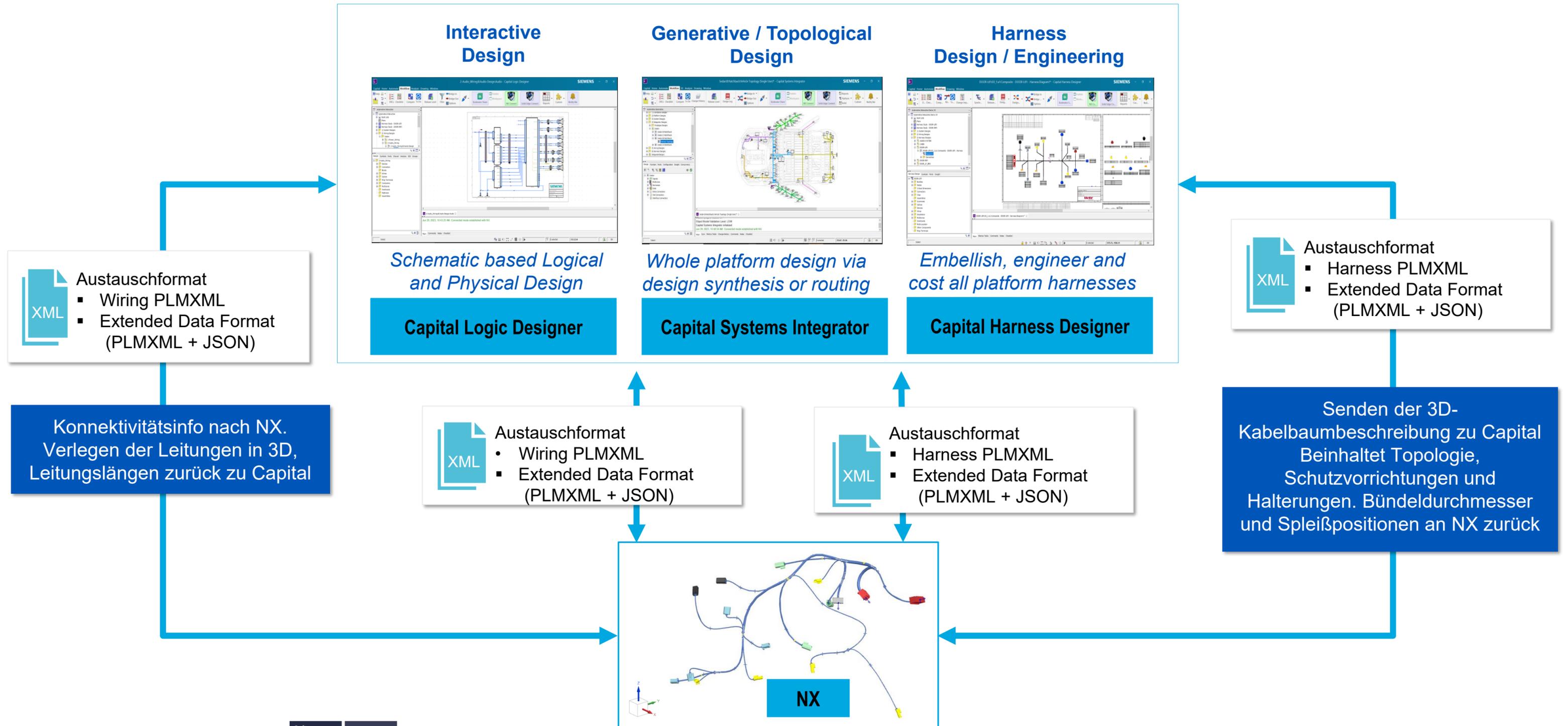
Konnektivitätsinfo nach NX.
Verlegen der Leitungen in 3D,
Leitungslängen zurück zu Capital

Harness Topology zu Capital,
Bündeldurchmesser & Splice
Positionen zurück zu NX

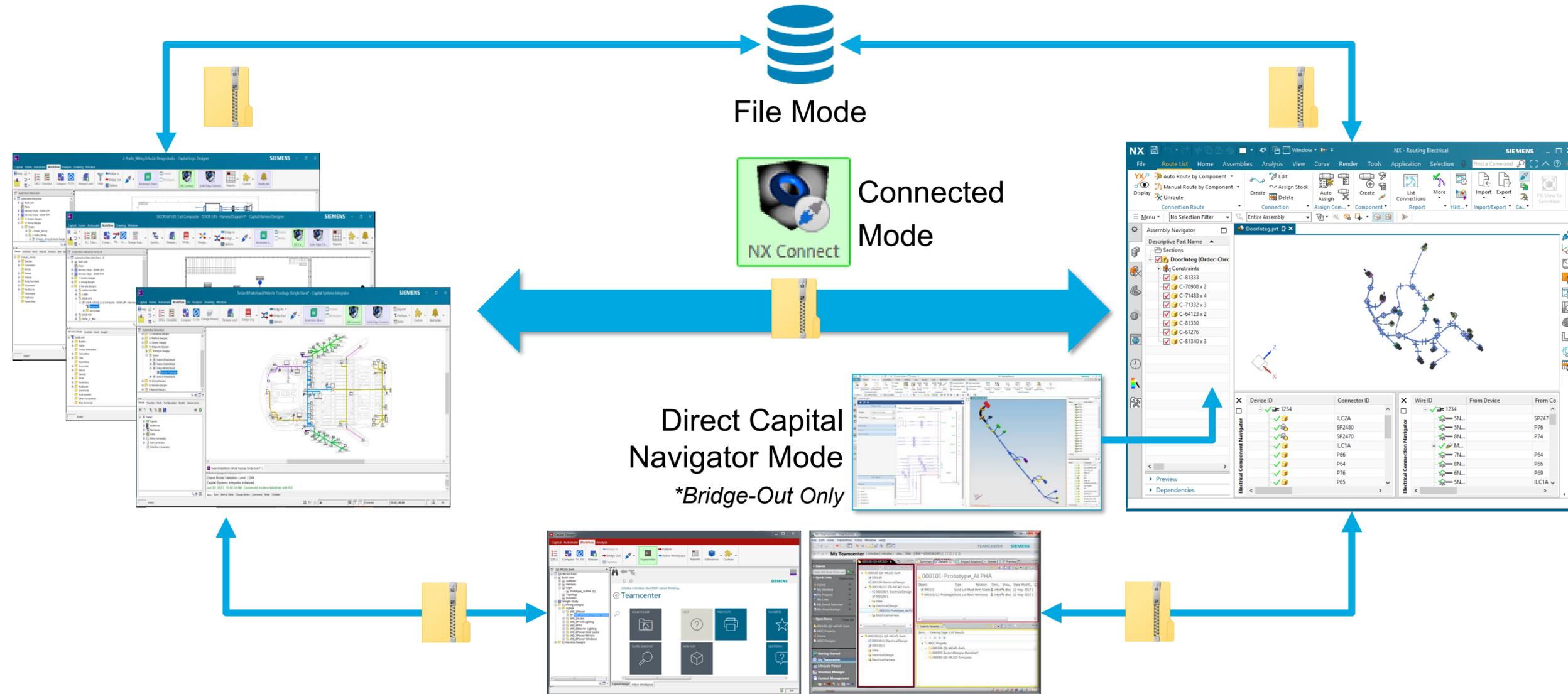
Senden der 3D-
Kabelbaumbeschreibung zu Capital
Beinhaltet Topologie,
Schutzvorrichtungen und
Halterungen. Bündeldurchmesser
und Spleißpositionen an NX zurück



CAPITAL – NX AUUSTAUSCH



ALLE INTEGRATIONSMÖGLICHKEITEN



Teamcenter Mediated MCAD Collaboration

*Integration is preconfigured with Electrical and Wire Harness Configuration template (Capital, NX, Teamcenter)

INTEGRATED ECAD-/MCAD DESIGN WIRING EXCHANGE ZWISCHEN CAPITAL UND NX (CONNECT MODE)

Ablauf

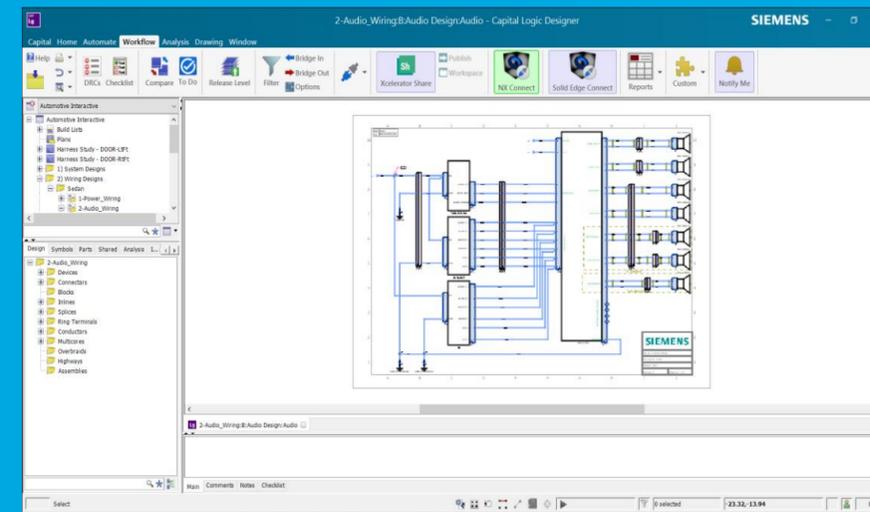
- 1 Ausleiten der Leitungsverbindungen nach NX, connected oder disconnected Mode
- 2 Verknüpfen der elektrischen Objekte mit den Baugruppenelementen und Verlegen der Leitungen
- 3 Zurückspielen der Leitungslängen von NX in connected or disconnected Mode

Anwendungsfall: Wiring Connectivity

- Steckverbinder
- Leitungen
- Multicores
- Spliße

1 Wiring Export

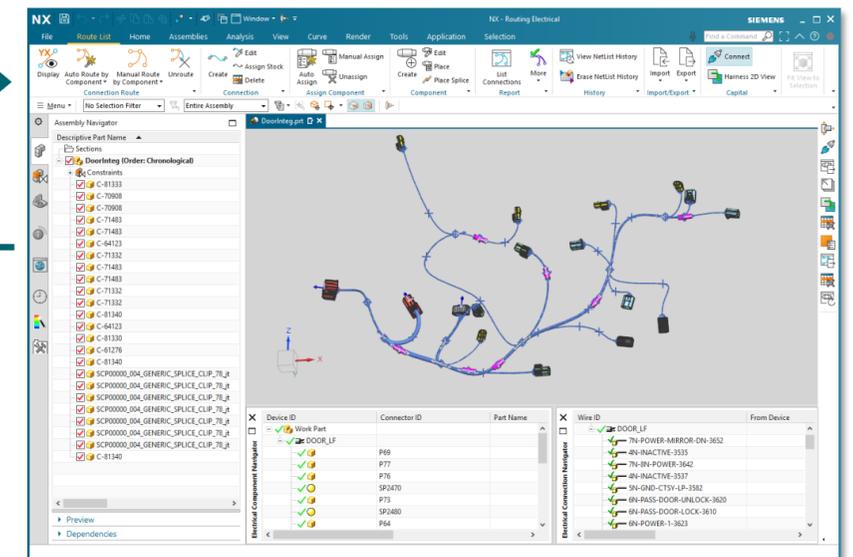
Capital Wiring Connector



Capital Logic Designer

2

Verlinkung des elektrischen Inhalts mit 3D Elementen und Verlegen der Leitungen



3

Wiring Import

Capital Logic Designer **SIEMENS**

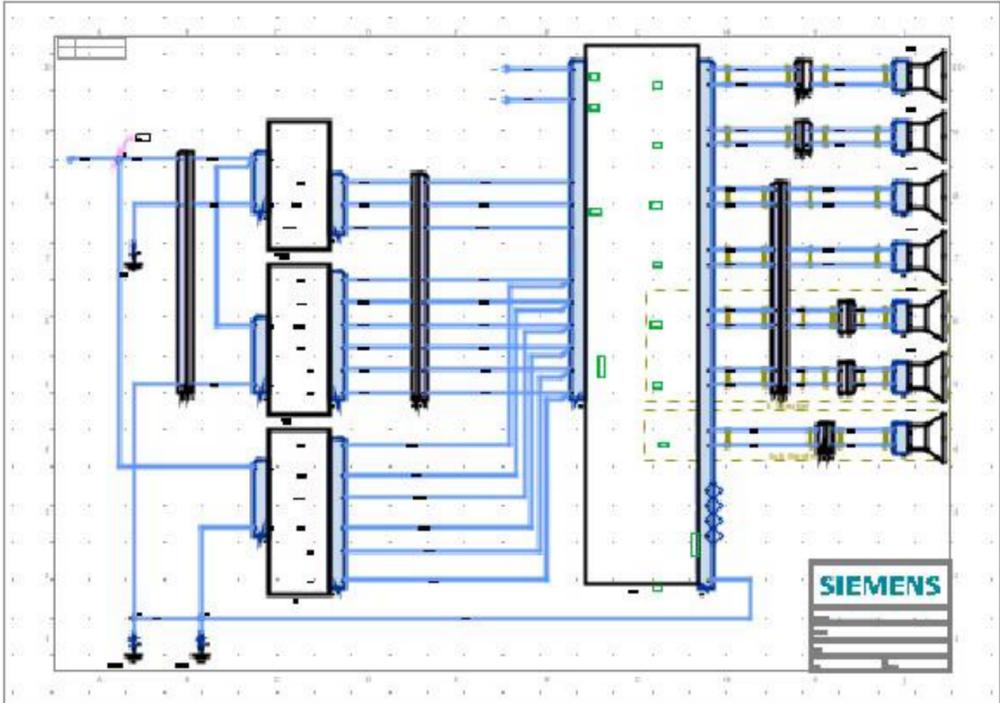
Capital Home Automate **Workflow** Analysis Drawing Window

Automotive Interactive

- Automotive Interactive
 - Build Lists
 - Plans
 - Harness Study - DOOR-Ltft
 - Harness Study - DOOR-Rtft
 - 1) System Designs
 - 2) Wiring Designs
 - Sedan
 - 1-Power_Wiring
 - 2-Audio_Wiring**
 - 3-Exterior Lighting_Wir
 - 4-Fuel and Liftgate_Wir
 - 5-Interior Lighting_Wiri
 - 6-Power Door Locks_W

Design Symbols Parts Shared ...

- 2-Audio_Wiring
 - Devices
 - Connectors
 - Blocks
 - Inlines
 - Splices
 - Ring Terminals
 - Conductors
 - Multicores
 - Overbraids
 - Highways
 - Assemblies



2-Audio_Wiring:B:Audio Design:Audio*

Main Comments Notes Checklist Propagate Harness

0 selected 13.99,16.41 EN

NX NX - Routing Electrical

File Analy: Applic Curve Rende Select Tools View Assen Home **Route** Type Here to Search

Auto Route by Component Manual Route by Component Unroute

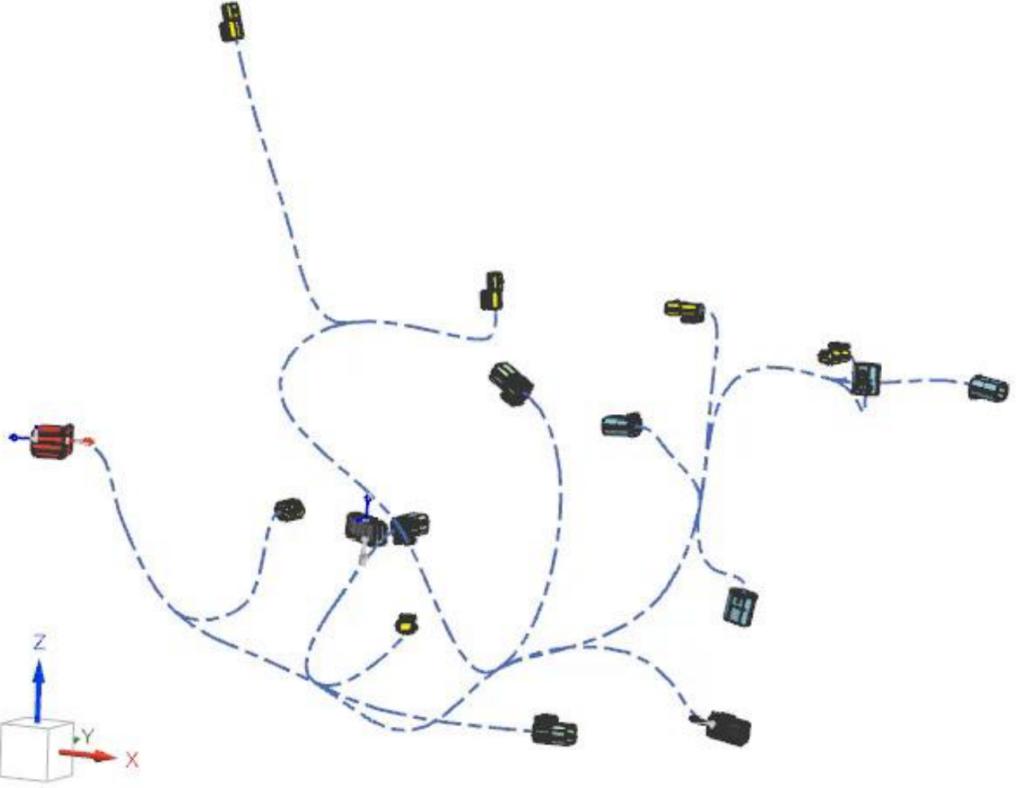
Connection Route

Menu No Selection Filter Entire Assembly

Assembly Navigator

Descriptive Part Name

- Sections
 - DoorInteg (Order: C**
- Constraints
 - C-81333
 - C-70908
 - C-61276
 - C-71483
 - C-71483
 - C-71332
 - C-71483
 - C-71483
 - C-71332
 - C-71332
 - C-81340
 - C-64123
 - C-81330
 - C-61276
 - C-81340
 - C-81340



00_000_01_DOOR-FRONT-LEFT.prt DoorInteg.prt Discovery Center

Wire ID	Length
<input checked="" type="checkbox"/> Work Part	

Device ID	Connector...
<input checked="" type="checkbox"/> Work Part	

Electrical Connection Navig Electrical Component Navig

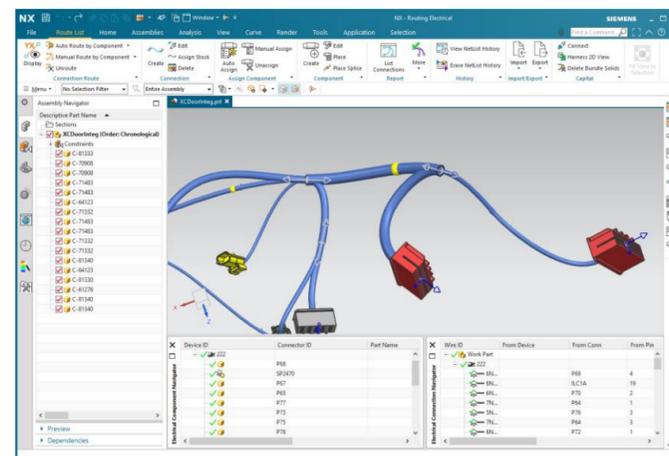
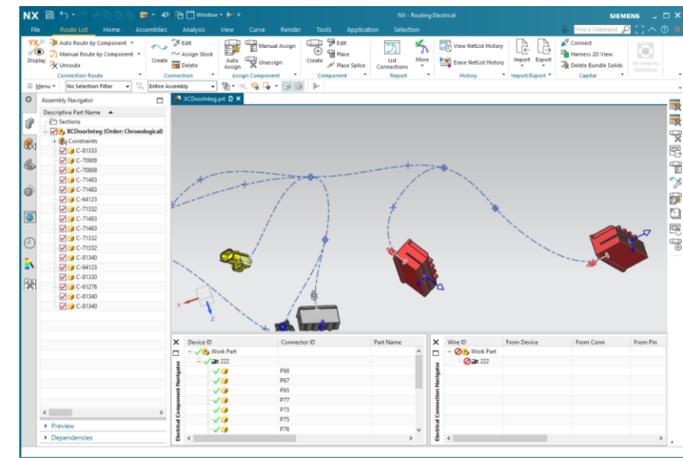
1 Notification

INTEGRATED ECAD-/MCAD DESIGN HARNESS EXCHANGE ZWISCHEN CAPITAL UND NX (CONNECT MODE)

Ablauf

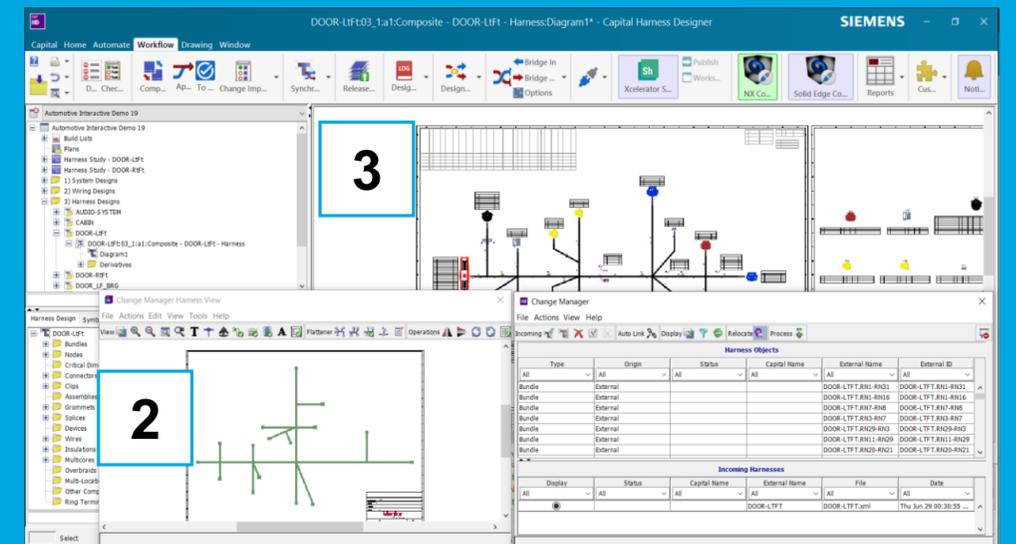
- 1 Export der Kabelbaumbeschreibung aus NX und Import in den Change Manager, im verbundenen oder getrennten Modus.
- 2 Abwicklung des Kabelbaums und Weiterverarbeitung in Capital Harness Designer
- 3 Synchronisieren der Leitungen und Spleiße von Capital Logic Designer und Durchführen der Kabelbaum-Engineering-Aufgaben.
- 4 Ausleiten der Durchmesser und Spleißpositionen, Aktualisieren der Baugruppe, automatisch Platzieren der Spleiße in NX

Anwendungsfall: Harness Integration



Capital Harness Connector

Change Management Tool



Capital Harness Designer

Bridge-Out

Capital Harness Designer

SIEMENS

Capital Home Automate Workflow Drawing Window

Automotive Interactive D...
 3) Harness Designs
 AUDIO-SYSTEM
 CABIN
 DOOR-Ltft
 DOOR-Ltft:0:
 Diagram:
 Derivativ
 DOOR-Rtft
 DOOR_LF_BRG
 ROOF
 SEAT
 Door-Demo
 Door-Demo:DOO
 Diagram1

Harness Design Symbols
 Door-Demo
 Bundles
 Nodes
 Critical Dimensions
 Connectors
 Clips
 Assemblies
 Grommets
 Splices
 Devices
 Wires
 Insulations
 Multicores
 Overbraids
 Multi-Location
 Other Components
 Ring Terminals

Door-Demo:DOORLTft:5:Diagram1

Main Metrics Table Update Synchronize - Detailed
 Synchronize - Summary Comments Notes Checklist Harness Engineering

0 selected -345.33,-336.2 EN

NX

NX - Routing Electrical

File Anal Appli Curv Rend Selec Tools View Asse Hom Rout Type Here to Search

YX Display Create Auto Assign Create List More Import Export
 Connection ... Connecti... Assign Co... Compon... Report Hi... Import/Export C...

Menu No Selection Filter Entire Assembly

Assembly Navigator
 Descriptive Part Name
 Sections
 DoorInteg (Order: C
 Constraints
 C-81333
 C-70908
 C-61276
 C-71483
 C-71483
 C-71332
 C-71483
 C-71483
 C-71332
 C-71332
 C-81340
 C-64123
 C-81330
 C-61276
 C-81340
 C-81340

00_000_01_DOOR-FRONT-LEFT.prt DoorInteg.prt

Electrical Connection Nav

Wire ID	Length
Work Part	
DOOR-LT...	
10N-B...	548.306351
4N-FU...	1429.663407
4N-IN...	1071.446837
4N-IN...	513.946459
4N-PO...	900.227716
4N-TR...	1319.627356
5N-CT	1015.766061

Electrical Component Nav

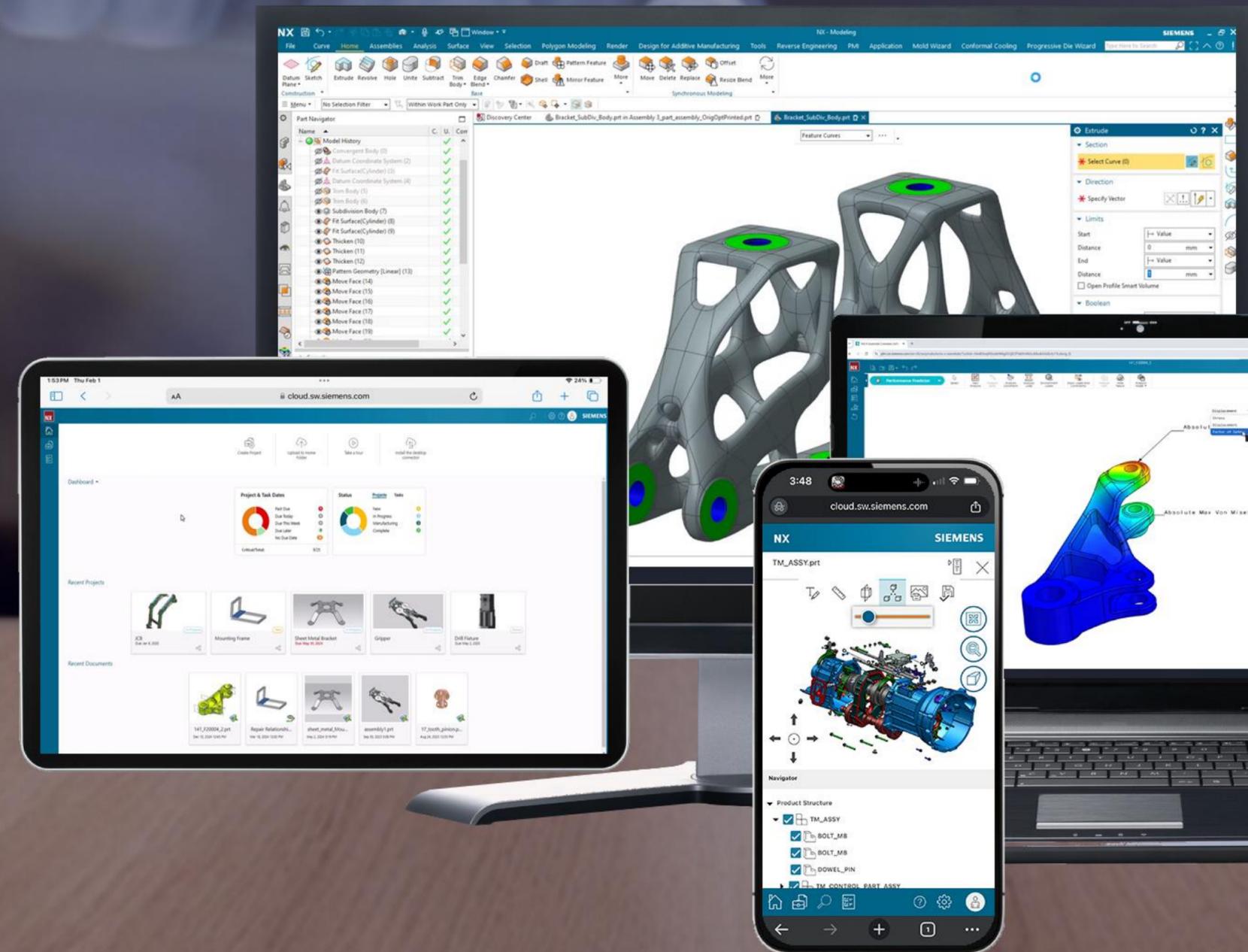
Device ID	Connector...
Work Part	
DOOR-LTFT	
	ILC1
	ILC2
	P64
	P65
	P66
	P67
	P68

1 Notification

KOLLABORATION UND DATENZUGRIFF VON JEDEM ORT

- Projekten und Aufgaben verwalten
- Datenzugriff von jedem Ort
- View & Markup für ECAD/MCAD-Daten
- Direkte Synchronisation

A VAR INDUSTRIES



SIEMENS

Digital Industries Software

Software und Produkte

Lösungen und Dienstleistungen

Branchen

Schulung und Support

Teamcenter Share

Teamcenter Share unterstützt die Zusammenarbeit bei Konstruktions- und Engineering-Projekten in der Cloud. Produkte aus dem gesamten Siemens Xcelerator-Portfolio sind mit Teamcenter Share verbunden, sodass Sie noch heute mit der Zusammenarbeit beginnen können. Erfahren Sie mehr über das Siemens Xcelerator-Portfolio.

Melden Sie sich an, um Teamcenter Share von Ihrem Browser aus zu starten. Wenn Sie Teamcenter Share zum ersten Mal verwenden, klicken Sie auf **Erste Schritte**, um unsere Einrichtungsanleitungen einschließlich der Anforderungen anzuzeigen.

Anmelden

Erste Schritte

KOLLABORATION UND DATENZUGRIFF VON JEDEM ORT

Projekte anlegen, CAD-Daten hochladen und freigeben, Mitarbeiter und externe Partner zuweisen, Aufgaben verteilen, Datensynchronisation mit dem Desktop.

1.

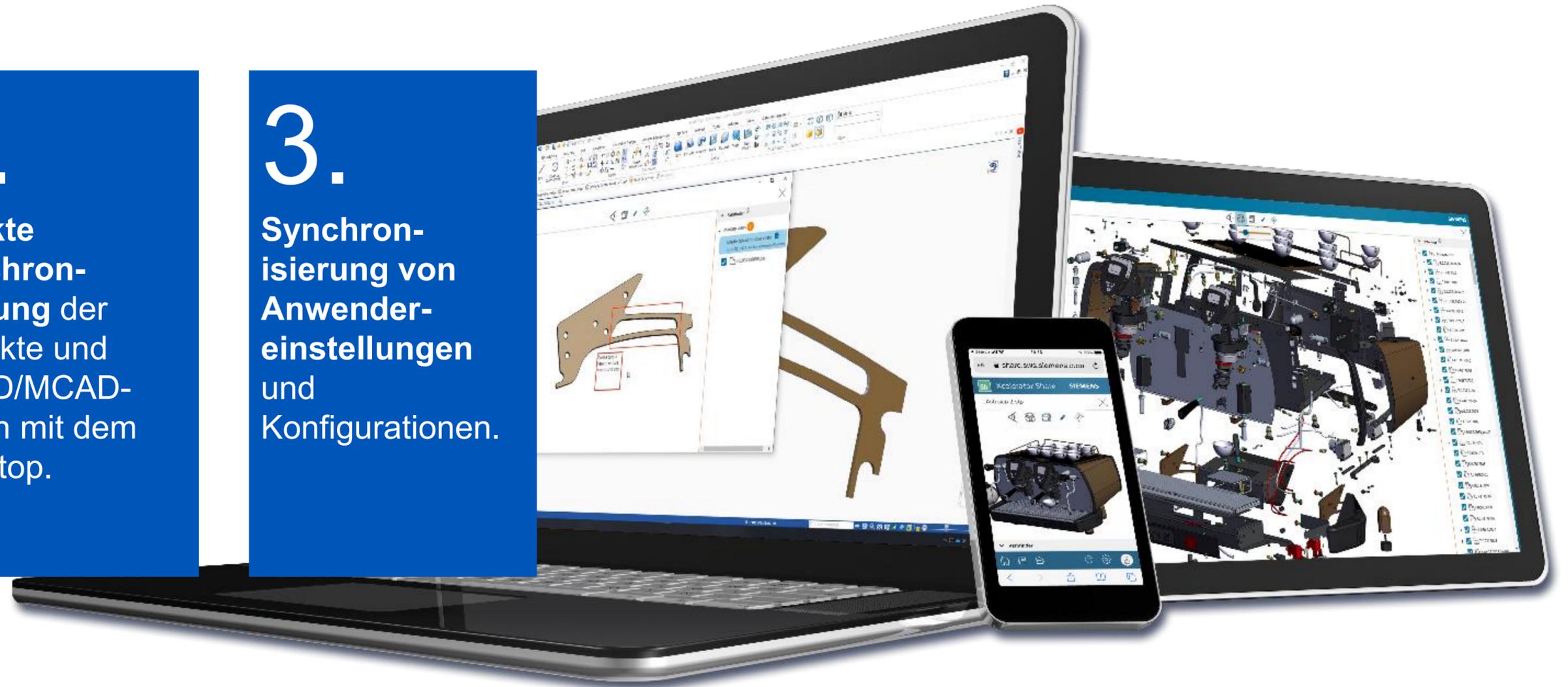
Zentrale Datenablage in der Cloud und gemeinsame Projektarbeit mit externen Partnern.

2.

Direkte Synchronisierung der Projekte und ECAD/MCAD-Daten mit dem Desktop.

3.

Synchronisierung von Anwender-einstellungen und Konfigurationen.



ECAD-/MCAD-KOLLABORATION

FAZIT UND AUSBLICK

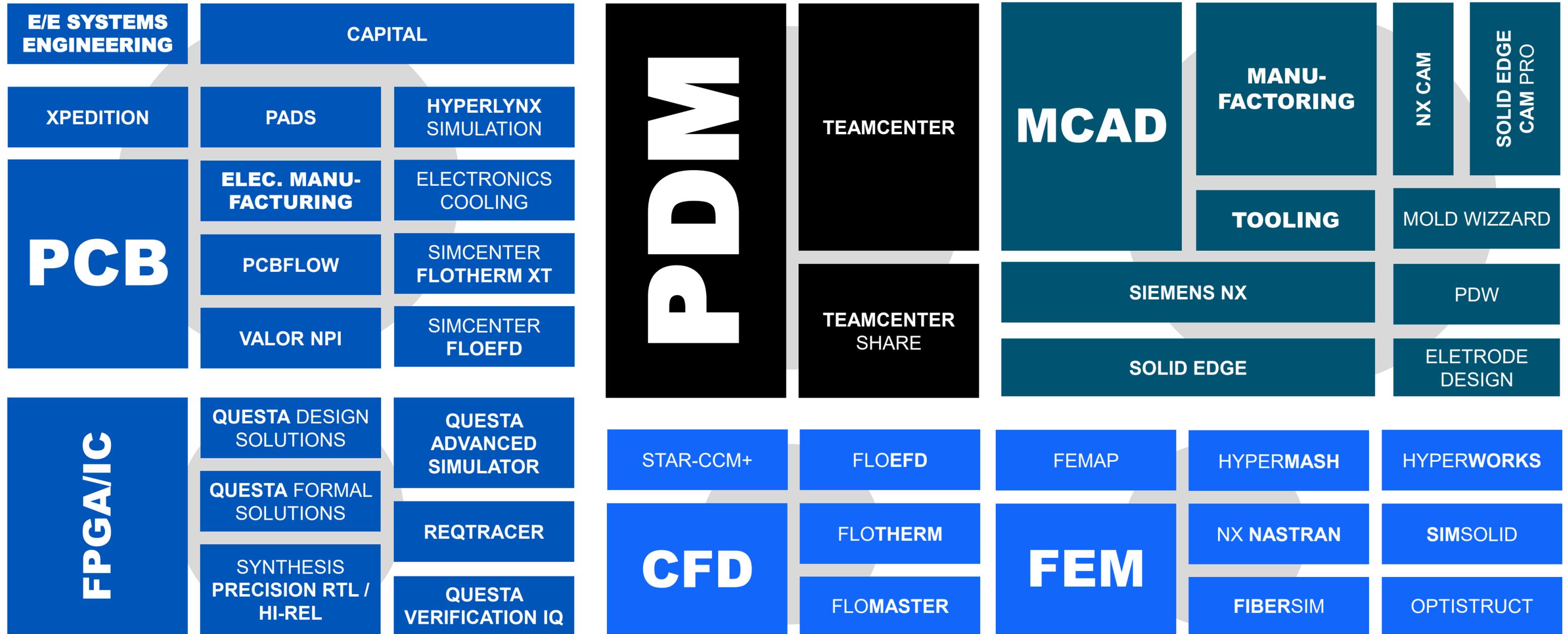
FAZIT UND AUSBLICK

Eine **erfolgreiche ECAD-/MCAD-Kollaboration** erfordert mehr als nur **Datenaustausch** – sie lebt von **integrierten Prozessen**, klaren Verantwortlichkeiten und einem **gemeinsamen Verständnis**. Wer mechanische und elektronische Konstruktion wirklich verzahnt, **reduziert Iterationen**, steigert die Qualität und beschleunigt die Markteinführung.

- ✓ **STANDARDISIERTE PROZESSE UND KOMMUNIKATION**
- ✓ **DIREKTE INTEGRATION FÜR ECAD/MCAD (SYNCHRONISATION)**
- ✓ **DATENVERWALTUNG UND /-AUSTAUSCH IN ALLEN DISZIPLINEN**



VARINDUSTRIES



END-TO-END. SEAMLESS. DIGITAL.



A VAR INDUSTRIES



VAR INDUSTRIES

varindustries.de

HAFTUNGSAUSSCHLUSS URHEBERRECHT 2025 VAR INDUSTRIES GmbH: Dieses Dokument dient ausschließlich Informationszwecken und stellt keinerlei Vertragsverhältnis mit Var Industries GmbH dar. Es enthält lediglich Strategien, Entwicklungen und Funktionen der vom Konzern vermarkteten Lösungen und beinhaltet keine stillschweigende oder ausdrückliche Garantie irgendeiner Art. Alle Logos sind Eigentum der jeweiligen Inhaber. Kein Teil dieser Veröffentlichung darf ohne vorherige Genehmigung von Var Industries GmbH in irgendeiner Form oder aus irgendeinem Grund vervielfältigt oder verbreitet werden.



ANDREAS FURS - HEAD OF MCAD

MAIL: andreas.furs@vargroup.com

PHONE: +49 711 45999-695



HANSJÜRGEN SCHWENDER - HEAD OF ECAD

MAIL: hans-juergen.schwender@vargroup.com

PHONE: +49 2151 95301-33

Standardisierung von Werkzeugdaten

Einsatzbereiche, Motivation und Stand der Normung

Johannes Mohr

Bayreuther 3D-Konstrukteurstag

17. September 2025





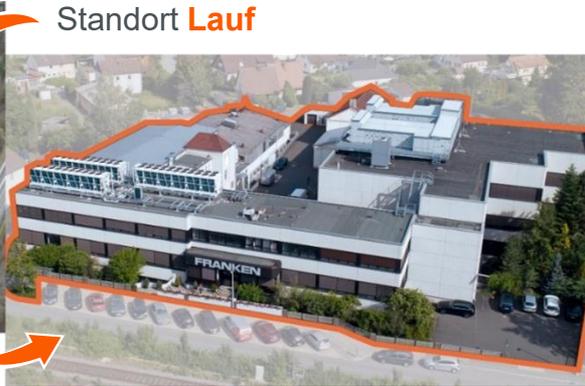
Johannes Mohr

- Wirtschaftsingenieurwesen, B.Sc. und M.Sc. an der Universität Bayreuth
- Ca. 5 Jahre wissenschaftlicher Mitarbeiter und Promotion am Lehrstuhl für Konstruktionslehre und CAD (LSCAD) der Universität Bayreuth
- Tätigkeit im Technischen Büro bei EMUGE seit Mai 2024
 - Simulation
 - Programmierung
 - Konstruktion
 - **Werkzeugdatenprogrammierung und -bereitstellung** ←

Unternehmensvorstellung



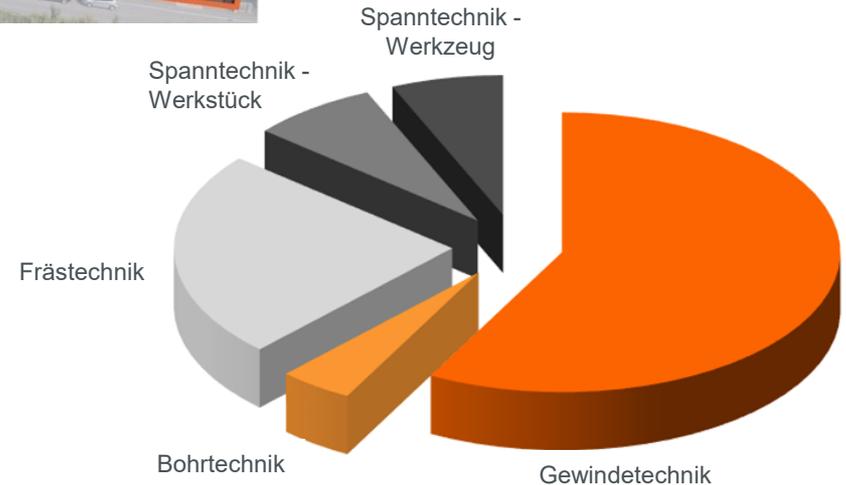
Standort **Rückerdsdorf**



Standort **Lauf**



- Unternehmensverbund der Firmen EMUGE in Lauf und FRANKEN in Rückerdsdorf
- Herstellung und Vertrieb von Präzisionswerkzeugen:
 Familienmarke EMUGE: Gewindeschneid-, Bohr-, Prüf- und Spanntechnik
 Familienmarke FRANKEN: Frästechnik
- 2.000 Mitarbeiter weltweit
- Vertriebsstandorte in 60 Ländern





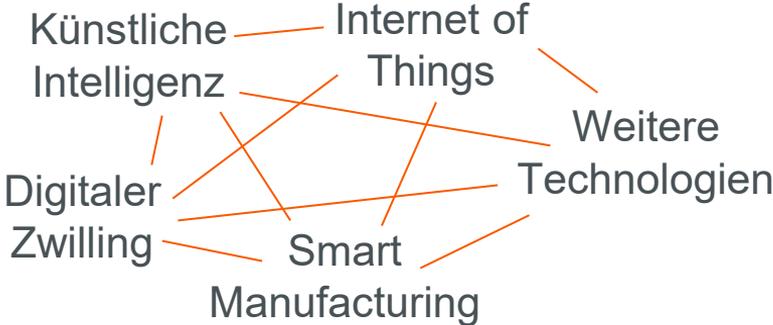
Standort **Lauf**



Standort **Rückersdorf**



Digitalisierung:



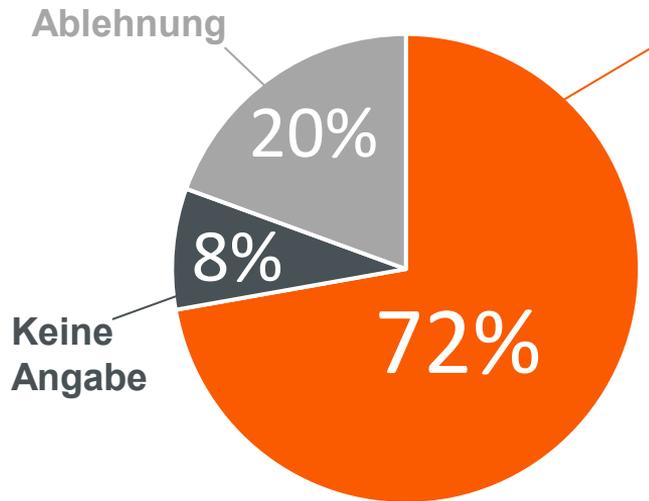
Grundvoraussetzung:



**Standardisierte
Werkzeugdaten**



Würden Sie eine standardisierte Schnittstelle zwischen Werkzeugen und CAM-Systemen begrüßen?



Befürwortung:

- Effizienzsteigerung/Zeitersparnis
- Erleichterte Handhabung verschiedener Systeme und Formate
- Reduzierung von Komplexität



Hauptgrund für die Nichtnutzung: Rund ein **Drittel** kennt die branchenspezifischen Normen für Werkzeugdaten nicht.

Basis: CAM-Umfrage in Kooperation mit dem GTDE e.V. und dem LSCAD (2025), n=101





**2D-Dokumentations-
zeichnungen (PDF)**

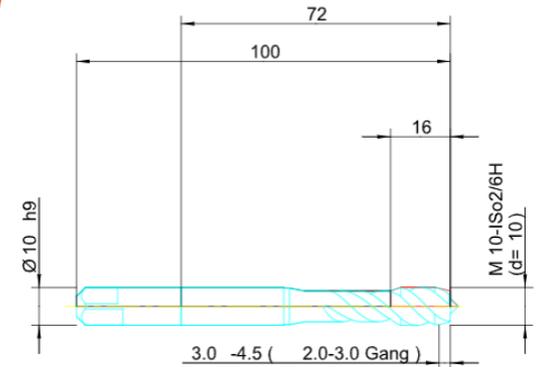
PDF

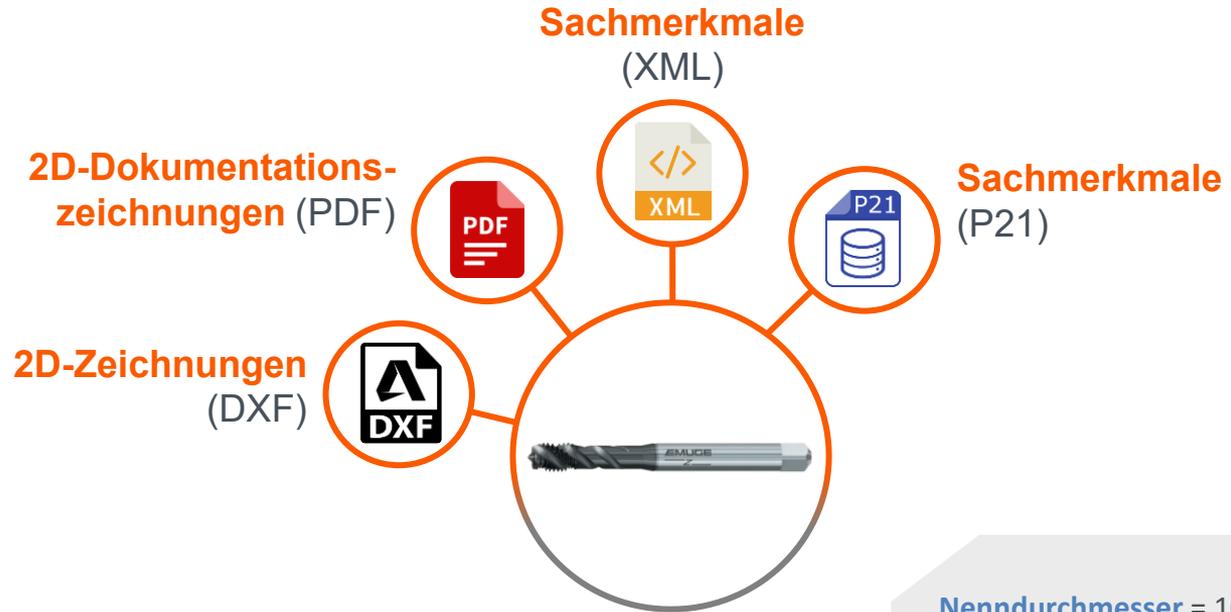
**2D-Zeichnungen
(DXF)**

DXF

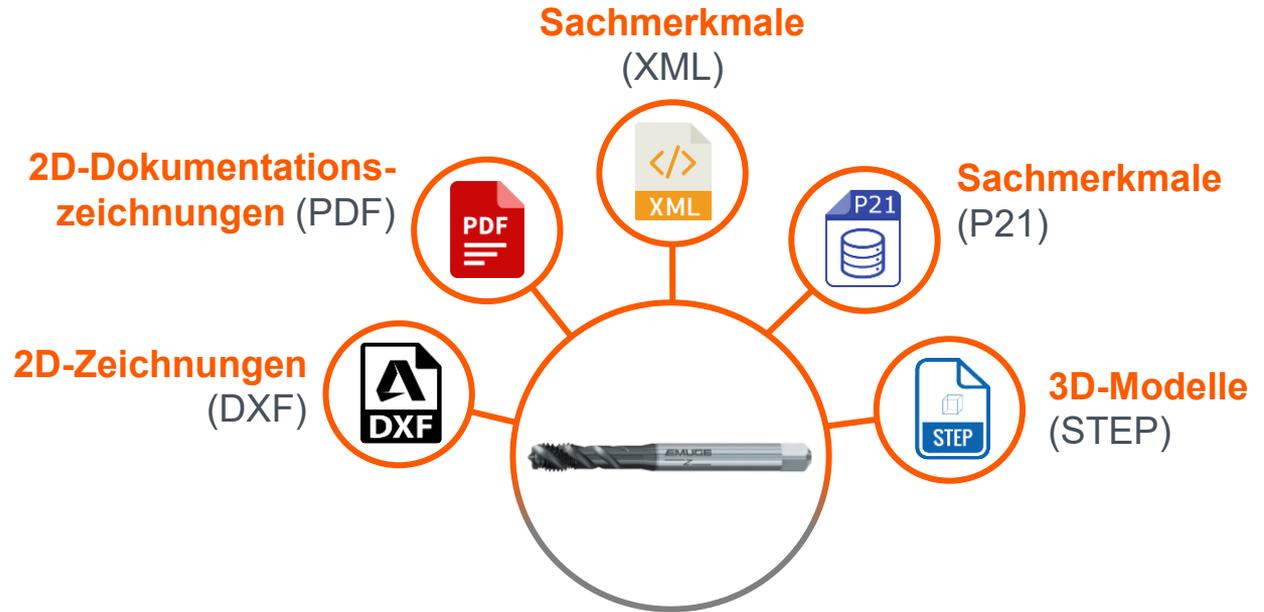


Inkl. Vorgabe von
Layerstruktur und -
einstellungen

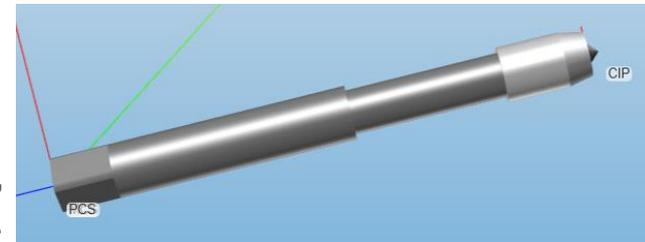


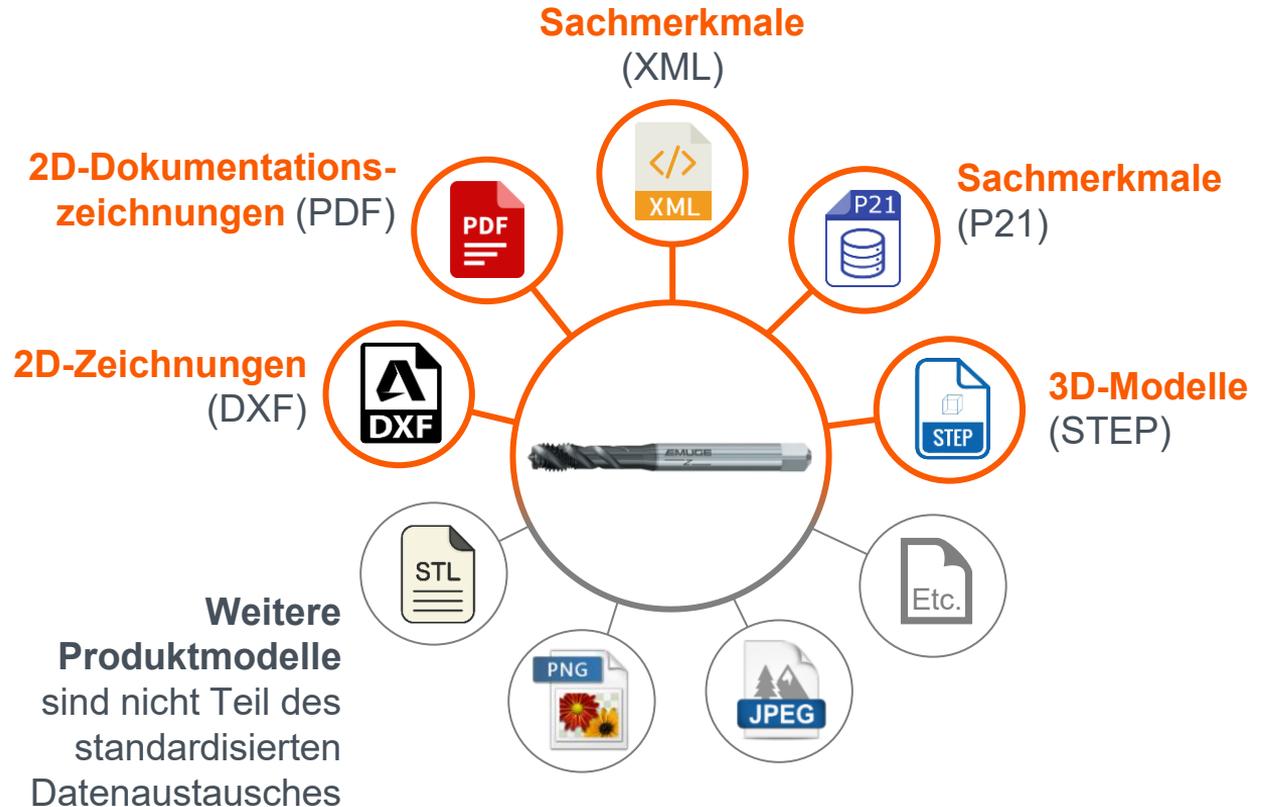


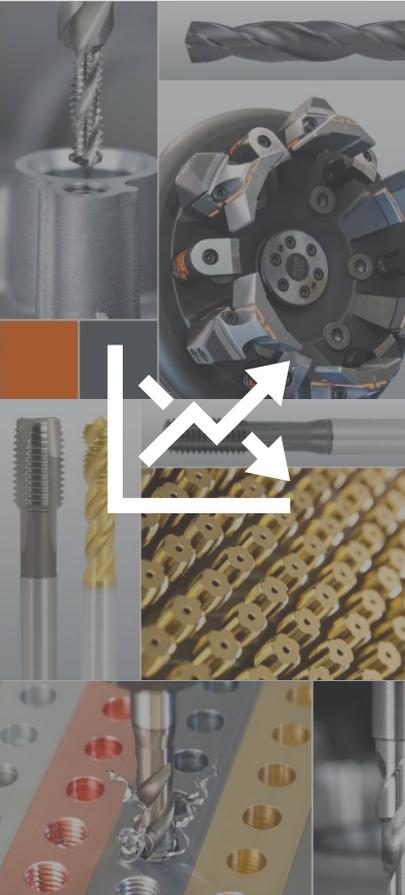
Nenndurchmesser = 10 mm
Gesamtlänge = 100 mm
Nutzlänge = 39 mm
Trennstellenkodierung = ZYL01002105
etc.



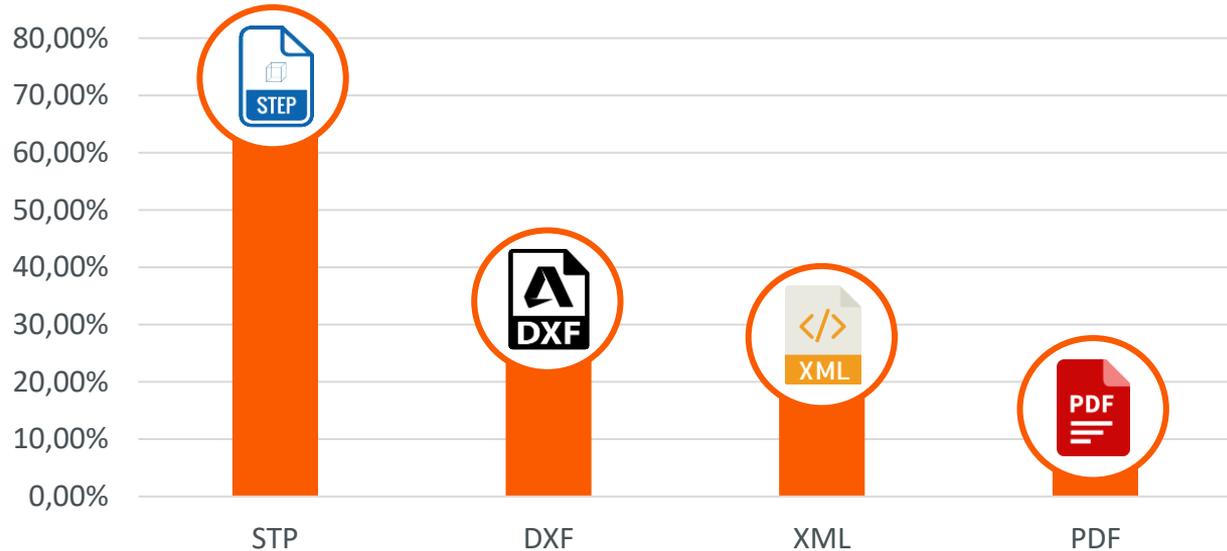
z. B. Farbkodierung,
Koordinatensysteme, etc.



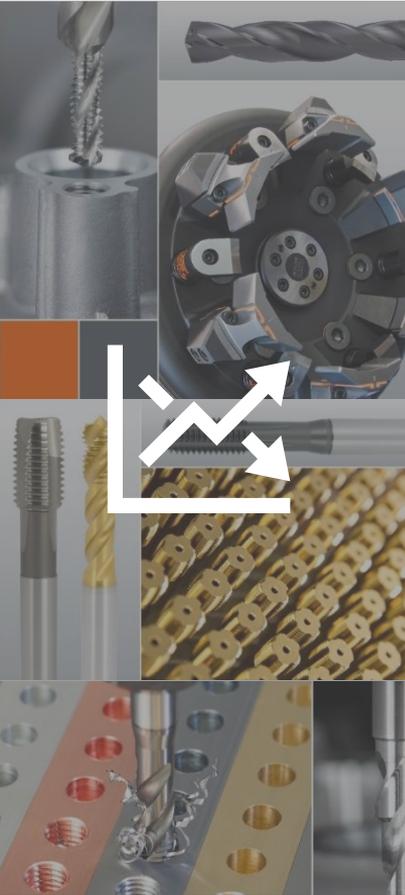




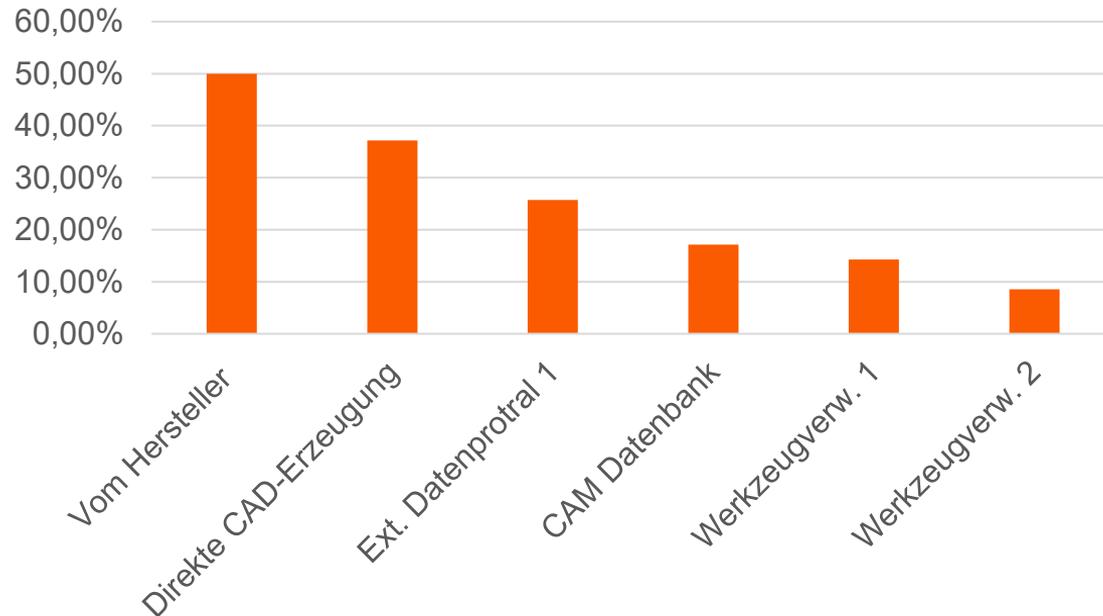
In welchen Dateiformaten erhalten Sie Werkzeugdaten?



Basis: CAM-Umfrage in Kooperation mit dem GTDE e.V.
und dem LSCAD¹⁾



Aus welchen Systemen, Plattformen oder weiteren Quellen beziehen Sie typischerweise Werkzeugdaten (z. B. 3D-Geometrien, technische Daten) in Ihrem Unternehmen?



Basis: CAM-Umfrage in Kooperation mit dem GTDE e.V. und dem LSCAD¹⁾



Einsatzbereiche von Produktdaten beim Kunden

- Werkzeugmanagement
- Interne Dokumentation
- Visualisierung/Marketing
- Prozesssimulation CAD/CAM
- Prozessoptimierung
- Prozessautomatisierung

Gründe für die Anwendung genormter Werkzeugdaten

- Weiterentwicklung und Akzeptanz der werkzeugspezifischen Normen
- Direkte Verfügbarkeit genormter Daten auf Onlineservern (Webshop, Portale, etc.)
- CAD- und Werkzeugverwaltungssysteme verwenden vermehrt Schnittstellen zum Einlesen genormter Daten





Gründe für die Anwendung genormter Werkzeugdaten aus Herstellersicht

- Einmaliger Know-how-Aufbau
- Vereinfachte Bereitstellung
- Ausbruch aus dem „Regelkreis“
- Gegliedertes Regelwerk zur Erstellung der Werkzeugdaten
- Automatisierung möglich
- Wiederverwendbarkeit der Daten
- Erstellung der Daten im großen Umfang möglich



„Regelkreis“ bei kundenspezifischen Werkzeugdaten

Akteure im Normungsbereich



Internationale
Normung
ISO 13399



Nationale
Normung
DIN 4000/4003

Weitere Akteure



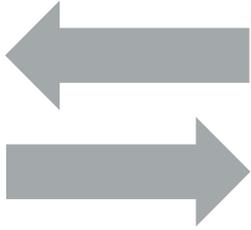
VDMA
Präzisionswerkzeuge



**UNIVERSITÄT
BAYREUTH**



OST
Ostschweizer
Fachhochschule



2D-Zeichnungen

ISO 13399-70, -71, -72



Zurückgezogen
Vormals: DIN SPEC 69874



Sachmerkmale

ISO 13399-2 bis -6, -50,
-60: PLIB
Generische Merkmale (P21)



DIN 4000: Normteile
Klassenspez. Merkmale
(XML)



3D-Modelle

ISO 13399-2xx, -3xx, -4xx
Analog zu DIN



DIN 4003: Normteile
Verweis auf DIN 4000

Akteure im Normungsbereich



Internationale
Normung
ISO 13399



Nationale
Normung
DIN 4000/4003

Weitere Akteure



VDMA
Präzisionswerkzeuge



UNIVERSITÄT
BAYREUTH



OST
Ostschweizer
Fachhochschule



Internationale
Normung
ISO 13399



Nationale
Normung

Weitere Akteure



VDMA
Präzisionswerkzeuge



Graphical Tool Data Exchange e. V.
Kompetenzzentrum im Bereich des
Werkzeugdatenaustauschs mit
dem Ziel den elektronischen
Produktdatenaustausch von
Präzisionswerkzeugen zwischen
Anwender und Hersteller zu
unterstützen.



Internationale
Normung
ISO 13399



Nationale
Normung

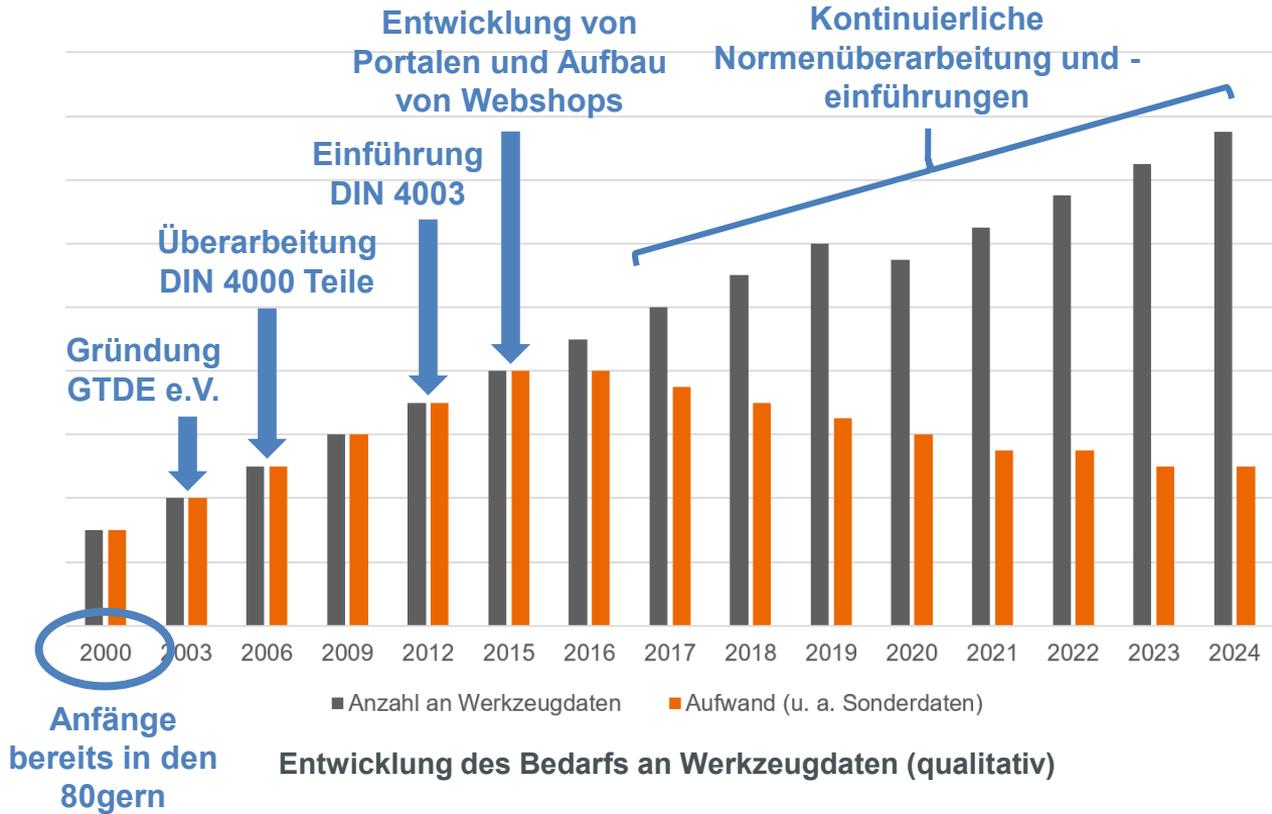
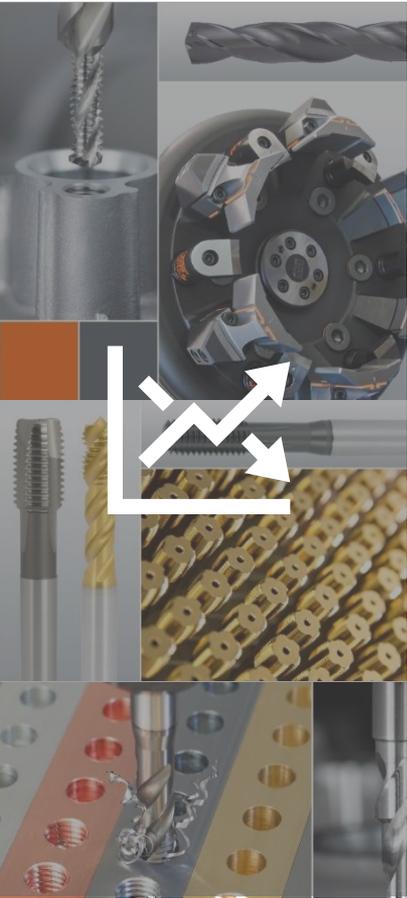
Weitere Akteure



VDMA
Präzisionswerkzeuge

Ostschweizer
Fachhochschule





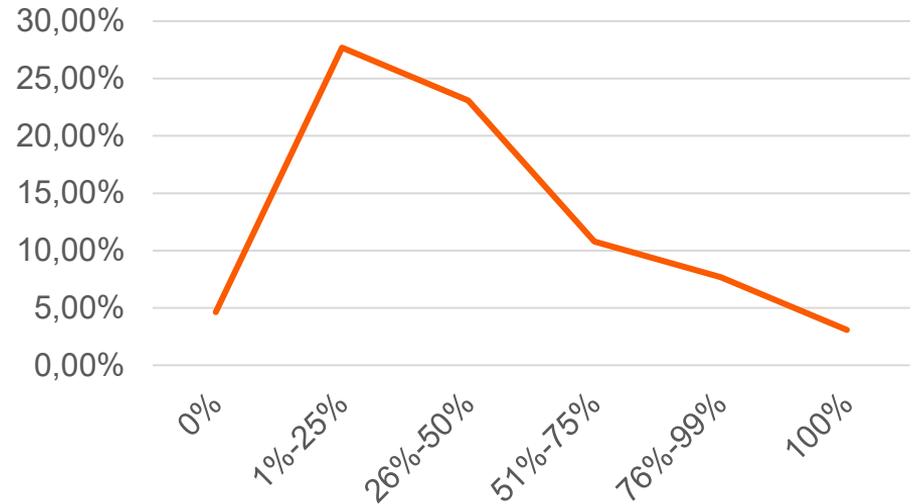
Weiterführende Punkte im Normungsumfeld:

- Kontinuierliche Normenüberarbeitung und -einführungen
- Normung weiterer Anwendungsfelder (Werkzeugmaschinen, Komplettwerkzeuge, Einsatzempfehlungen, etc.)



Weitere Mitwirkung in der Normungsarbeit ist willkommen – vor allem von CAM-Anbietern.

Wie häufig ist manuelle Nachbearbeitung beim Import von Werkzeugdaten in Ihrem CAM-System notwendig?



Basis: CAM-Umfrage in Kooperation mit dem GTDE e.V. und dem LSCAD¹⁾

Weiterführende Punkte im Normungsumfeld:

- Kontinuierliche Normenüberarbeitung und -einführungen
- Normung weiterer Anwendungsfelder (Werkzeugmaschinen, Komplettwerkzeuge, Einsatzempfehlungen, etc.)
- Annäherung von DIN-ISO



DIN-ISO-Gemeinschaftssitzung –
10.-11.09.2025 (VDMA, Frankfurt)



Weitere Mitwirkung in der Normungsarbeit ist willkommen – vor allem von CAM-Anbietern.



**Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!**
Thank you for your attention!



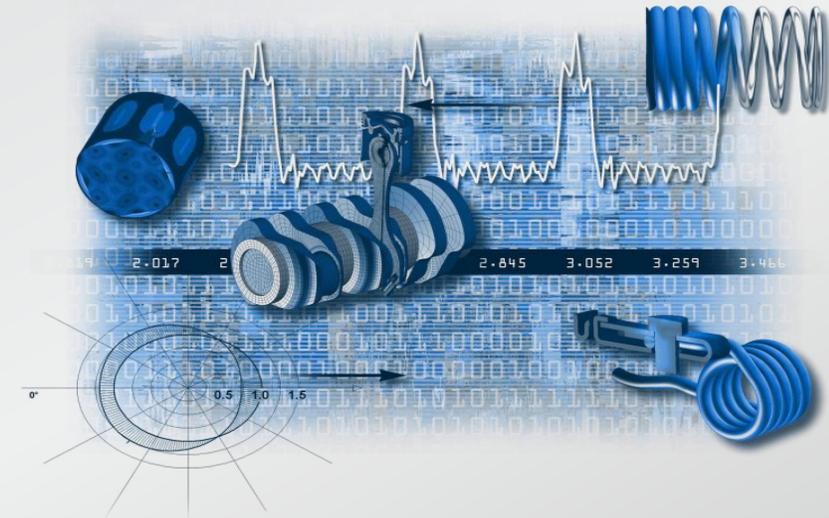
DATA BASED MANUFACTURING SIMULATION (DBMS)

Dr. Christoph Angermann

M. Eng. Ch. Beck, Dipl. Phys. G. Hannig, M. Eng. P. Noeldner

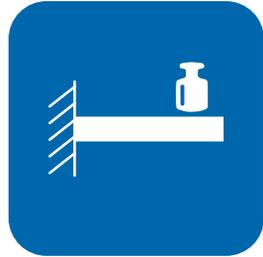
SCHERDEL SIMENT GMBH

1. SCHERDEL siment – simulation service provider
2. Residual stresses for fatigue life calculation
3. Numerical calculations for database creation
4. Neural Networks (NN)
 - a) model architecture
 - b) training
 - c) validation
5. Extended modeling of the residual stresses: Stress mapping
6. Combination of DBMS with other manufacturing steps
7. Impact on FKM degree of utilization
8. Conclusion & summary

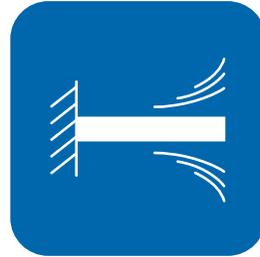


SIMULATION SERVICES AT SCHERDEL SIMENT GMBH

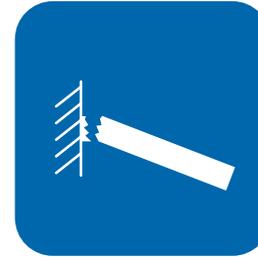




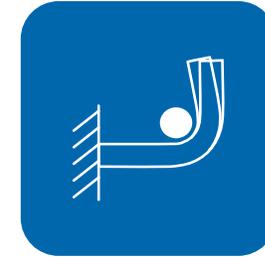
Statics



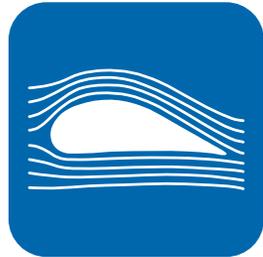
Dynamics



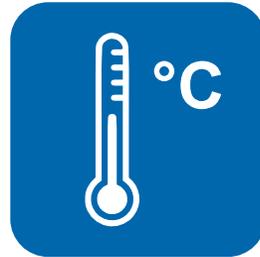
Fatigue



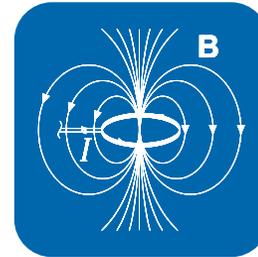
Metal Forming



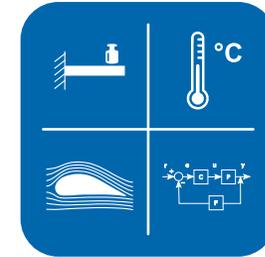
Fluid dynamics



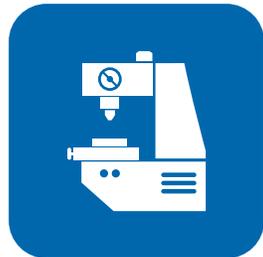
Temperature



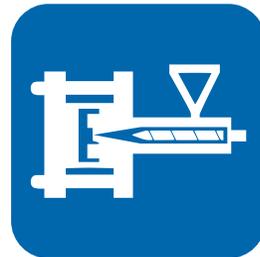
Electro-Magnetics



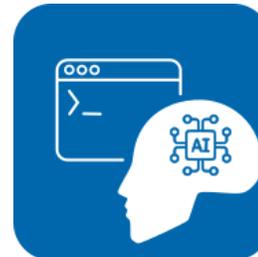
Multiphysics



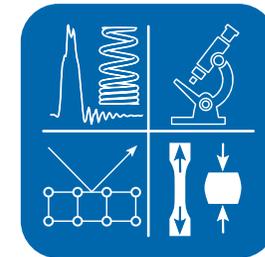
Mechanical-Engineering



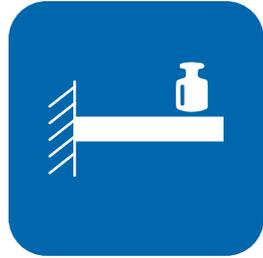
Injection-Moulding



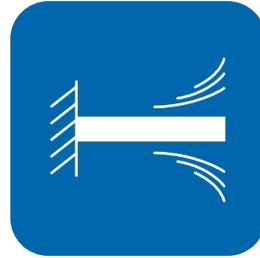
AI + Software



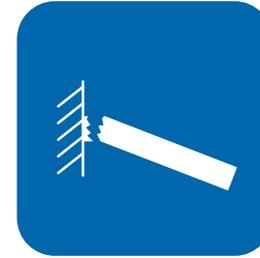
Physical Testing



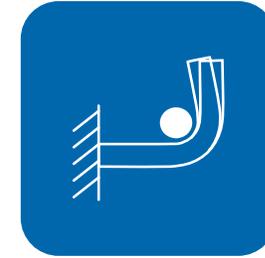
Statics



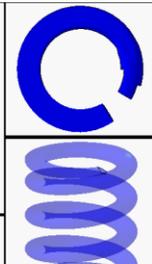
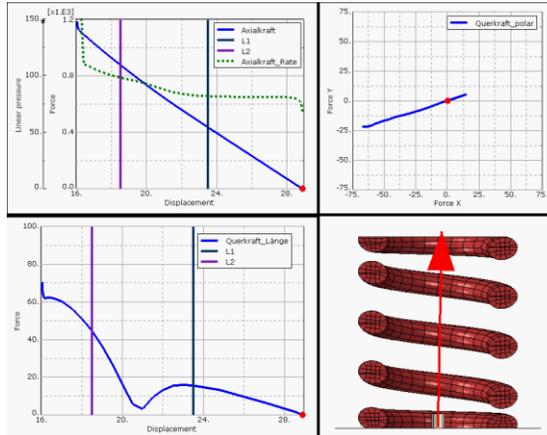
Dynamics



Fatigue

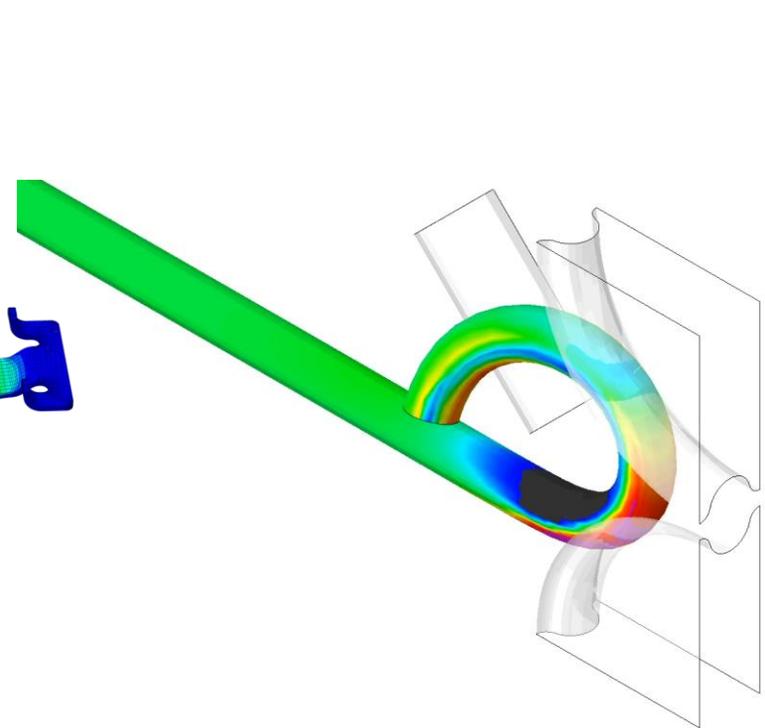
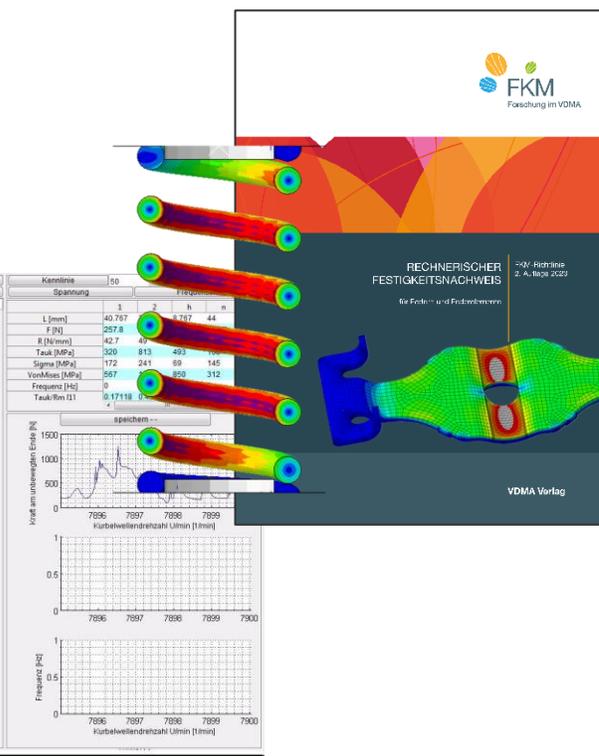


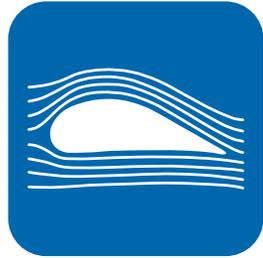
Metal Forming



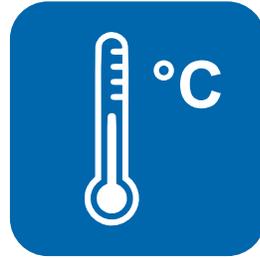
Simulation software interface showing a spring model and various parameters:

- Moduloselektion:** Federparameter, Federform, Verankerung, Zeichnung, Freies Design.
- Massen:** Anzahl Massen (14), Ersatzmasse (80.4).
- Zellen und Randbedingungen:** Zeit Stab (0.95), Einzel (20), Umlen (1000), Umlen (9050), Vorspannweg (7.203), LpR (0.5).
- Kontakt:** Dämpfung (3000).
- Solver:** RT Solution (checked).
- Postprozessor:** Wundung, Kontakt, Kinematik.

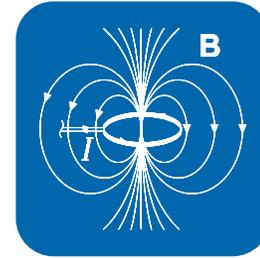




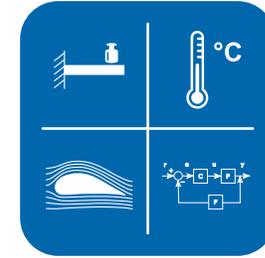
Fluid dynamics



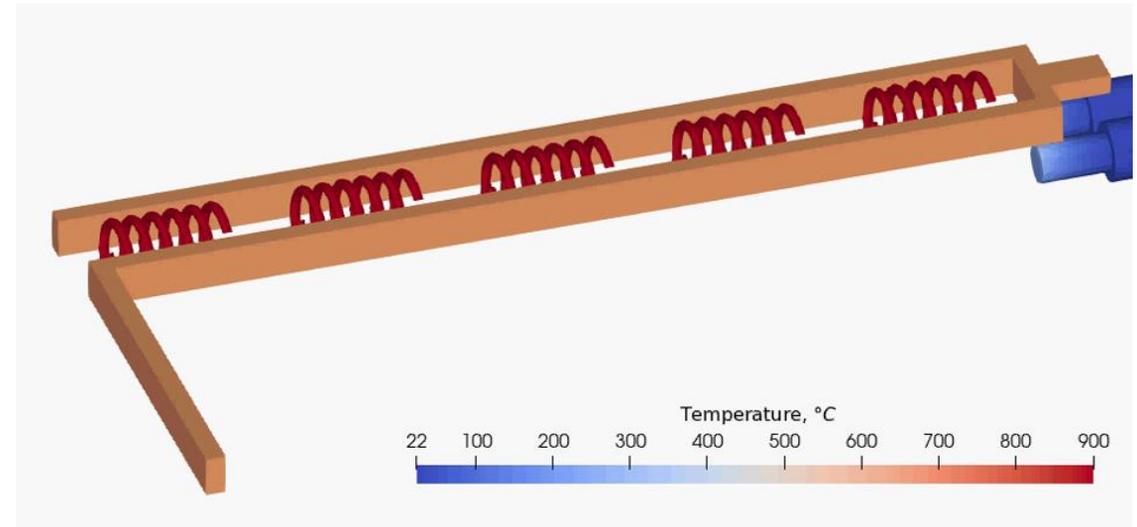
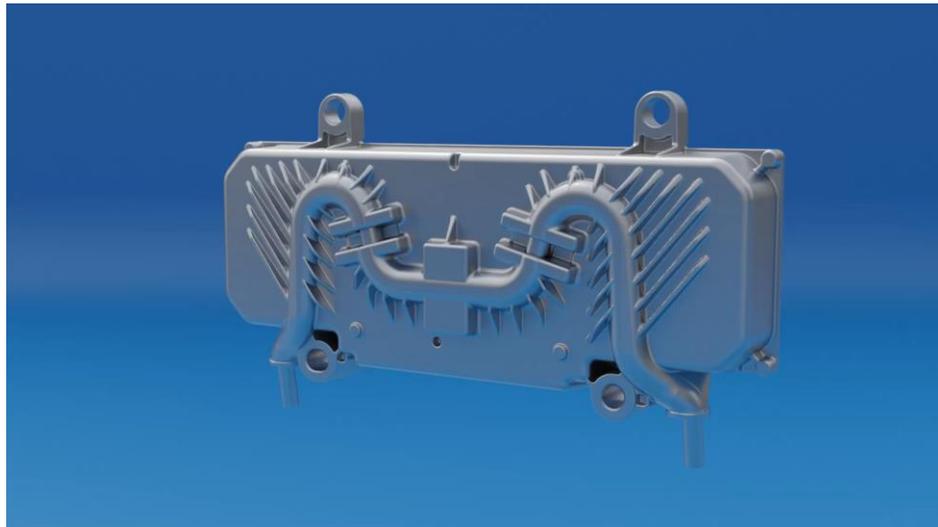
Temperature



Electro-Magnetics



Multiphysics



Software



Team:

10 simulation engineers

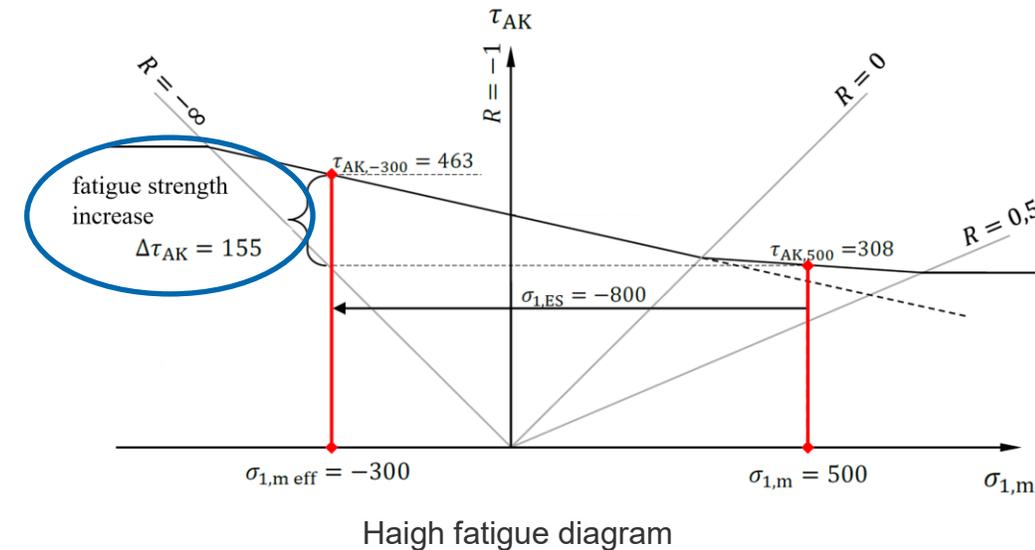
- 2 material scientists
- 6 mechanical engineers
- 2 physicists

Up to 3 working students and trainees

- mathematician
- material scientist
- mechanical engineer

DATA BASED MANUFACTURING SIMULATION (DBMS)

- Residual stresses play a decisive role in the fatigue strength of components.
- They influence the local stress distribution and can have either harmful or beneficial effects.
- Compressive residual stresses have a crack-inhibiting effect and increase the fatigue life, while tensile residual stresses promote crack formation and reduce fatigue strength.

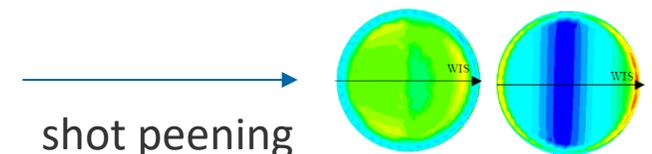
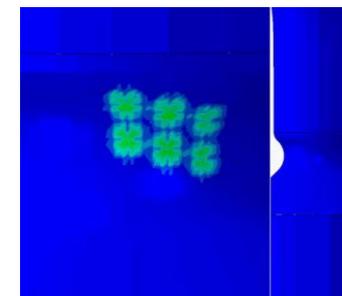
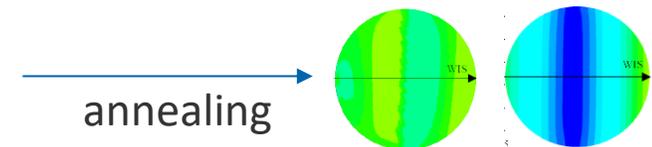
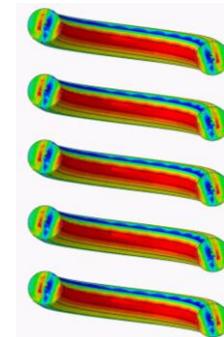
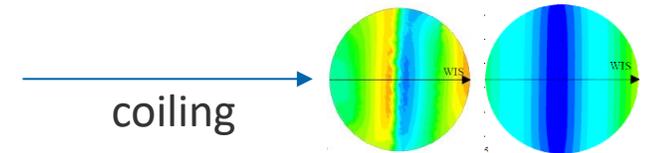
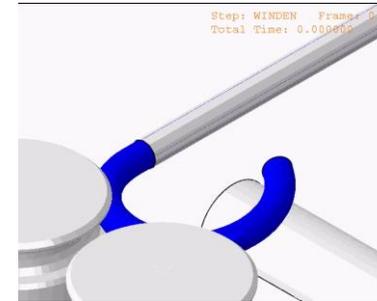


2. RESIDUAL STRESSES FOR FATIGUE LIFE CALCULATION

- Springs exhibit a complex residual stress state, depending on the geometry and manufacturing parameters.
- The residual stresses can have a considerable influence on the setting behavior, relaxation and, above all, fatigue life (cf. FKM guideline for springs).



[Richtlinie Federn 2. Auflage](#) | [FKM-Richtlinien](#) | [VDMA Verlag Shop](#)



„classic FEA manufacturing simulations“

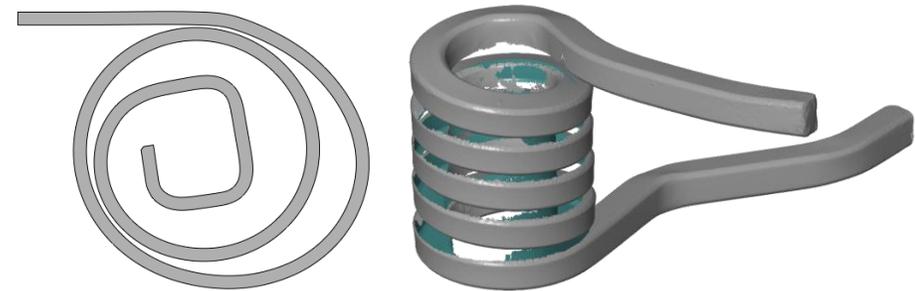
But:

CAD geometries and 3D GOM scans do not have this manufacturing history.

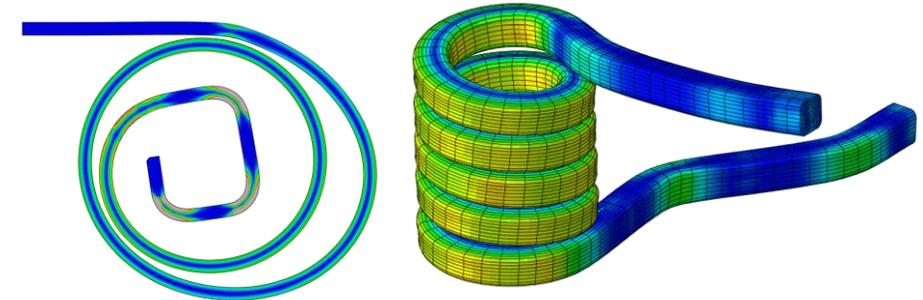
In order to obtain the residual stresses (e.g. from coiling, tempering and shot peening), time-consuming complex simulations are necessary.

→ **surrogate residual stress model**

CAD, GOM scan w/o stresses



surrogate model



Mapped mesh including residual stresses

Set-up of a parametric coiling model (one for circular, one for rectangular wire)

- **Parameters:**

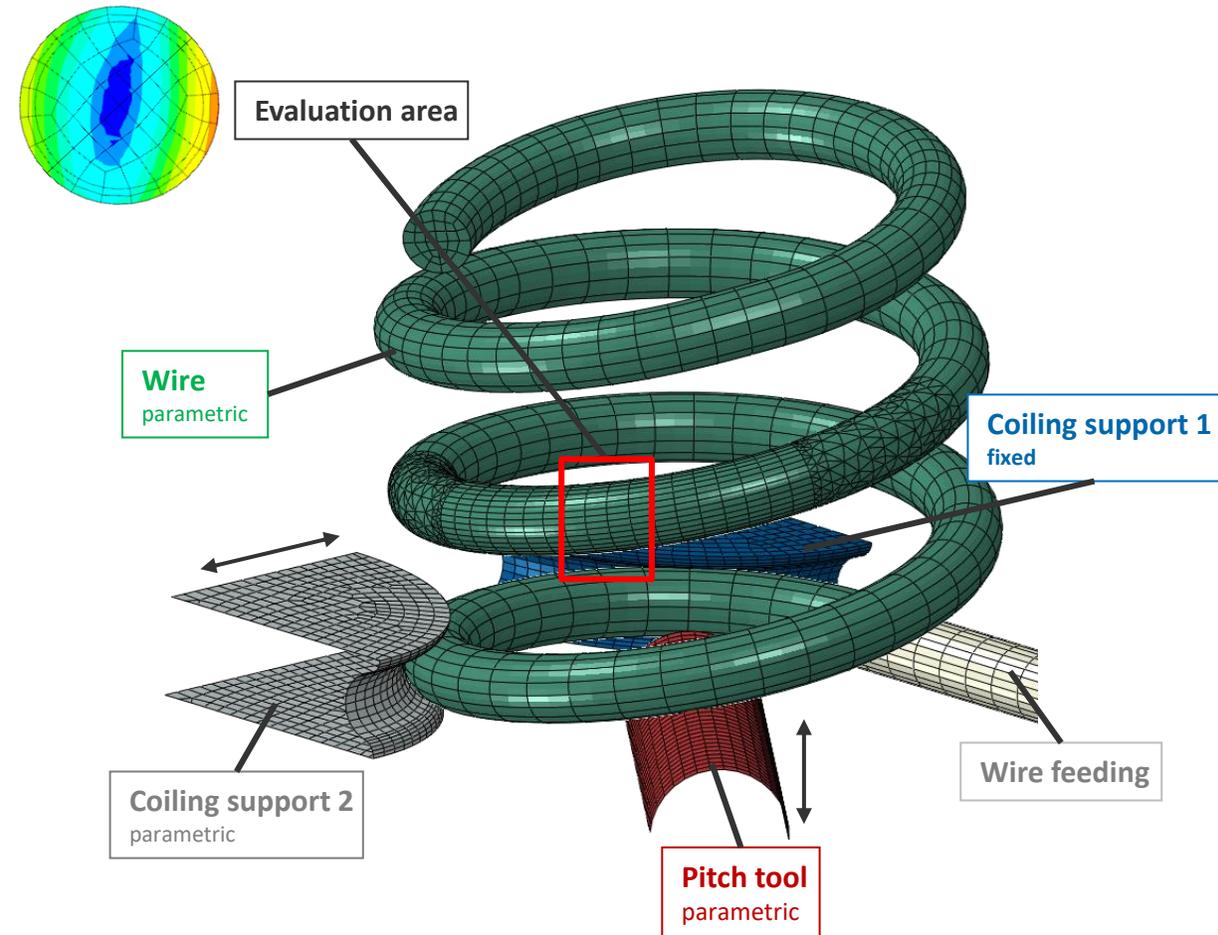
- material grade and strengths
- geometric spring properties (wire diameter / aspect ratio, pitch angle)

- **Model:**

3D implicit

nonlinear geometry, frictional contact, material

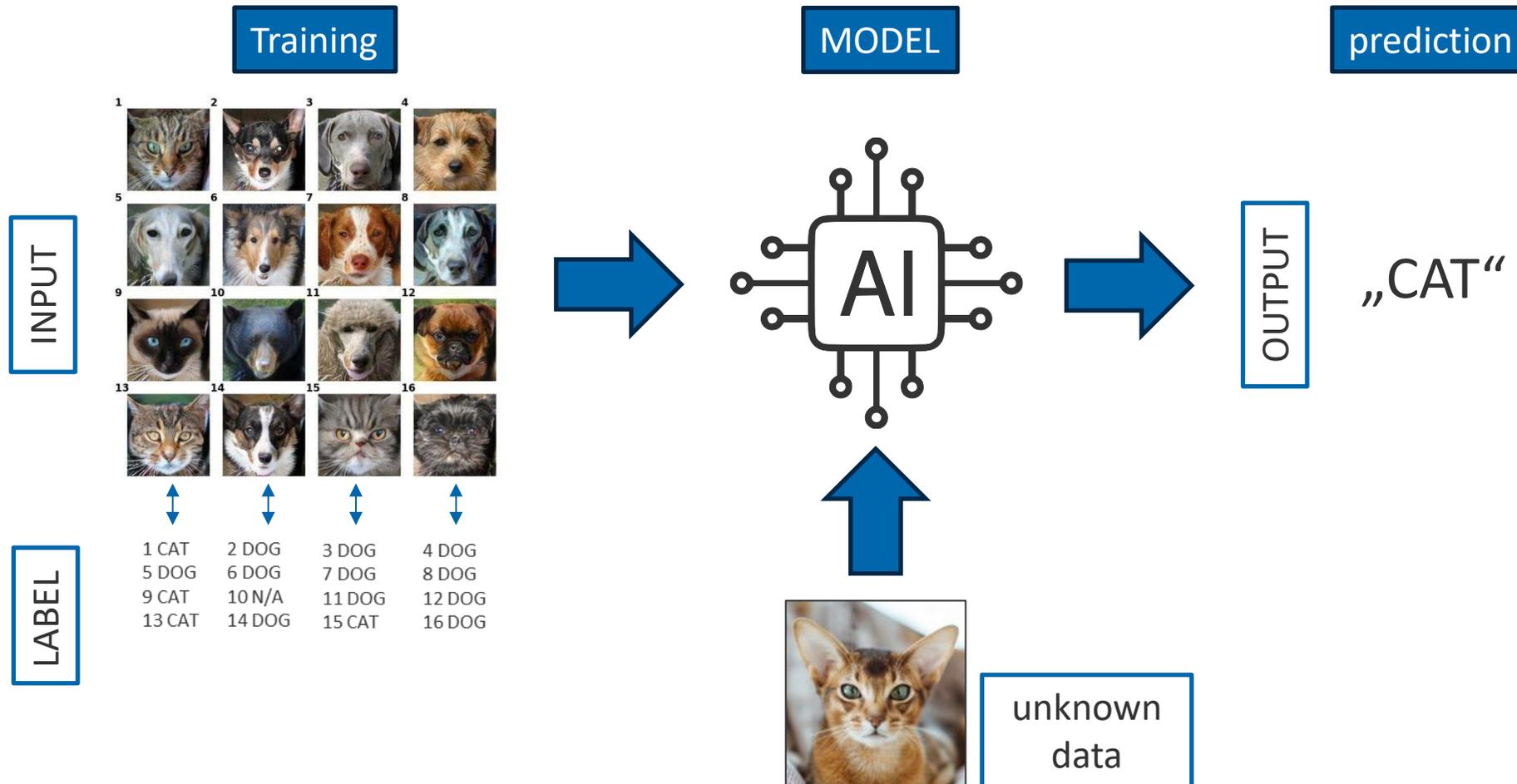
Steps: Coiling + Spring-ba



3. NUMERICAL CALCULATIONS FOR DATABASE CREATION

MACHINE LEARNING AND CAE

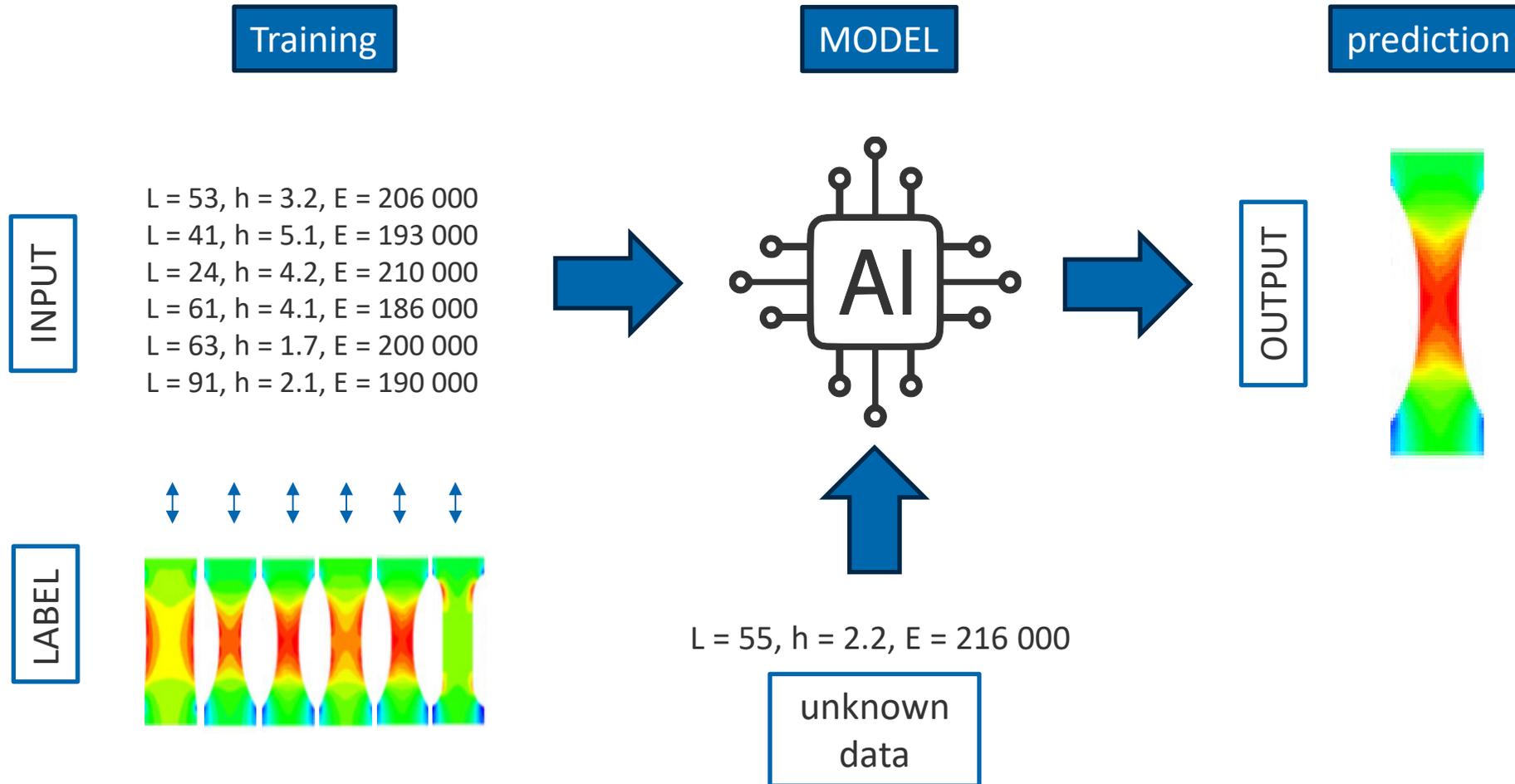
Typical machine learning scenario (supervised learning) with training data from the real world.



3. NUMERICAL CALCULATIONS FOR DATABASE CREATION

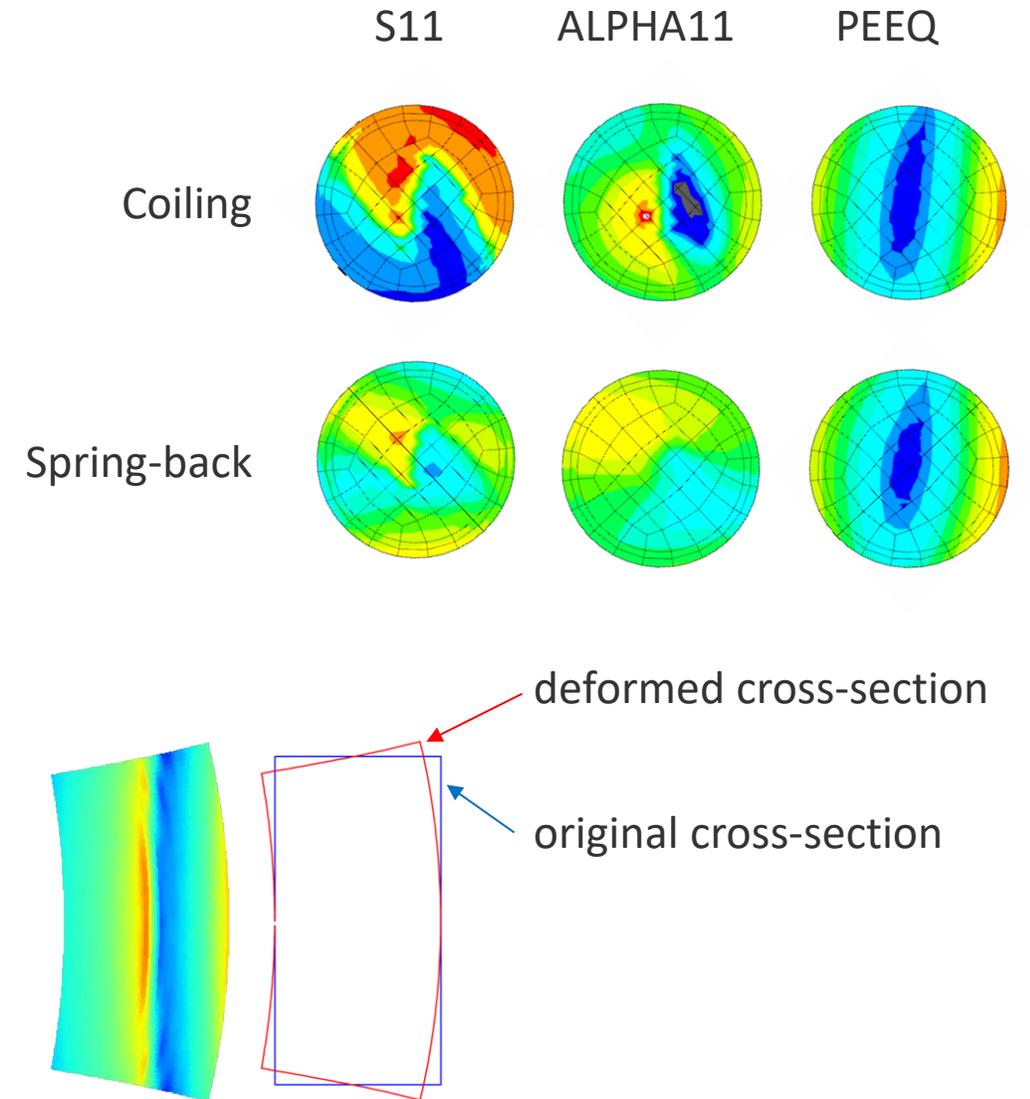
MACHINE LEARNING AND CAE

CAE machine learning scenario (supervised learning) with training data from FEA simulations.



Results of a *single* FEA dataset:

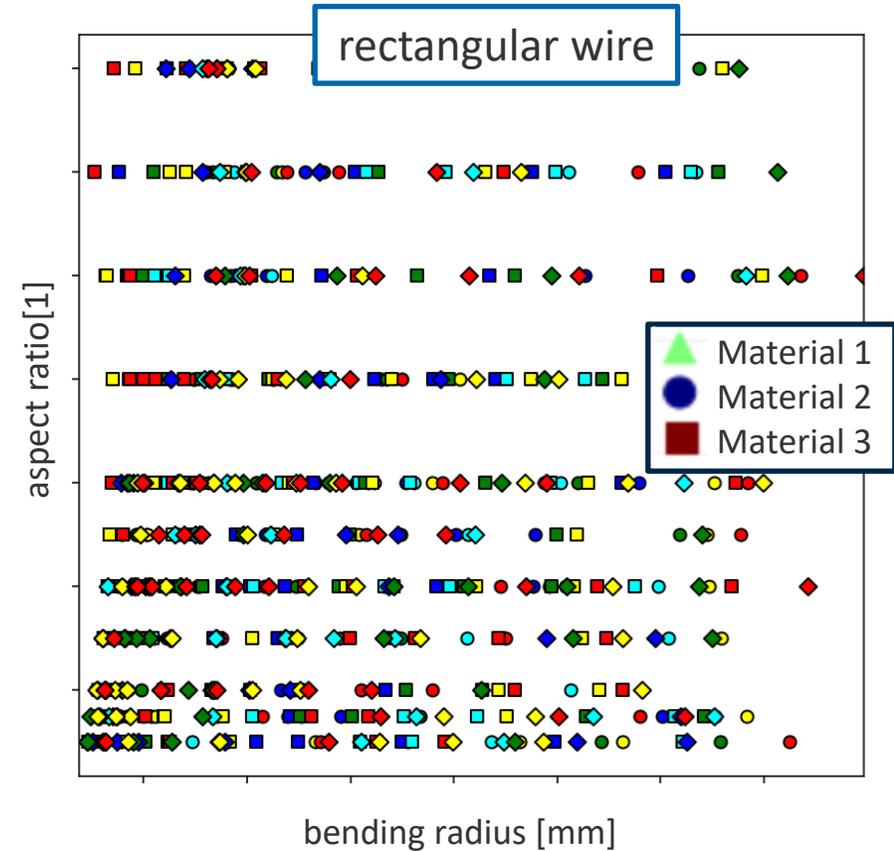
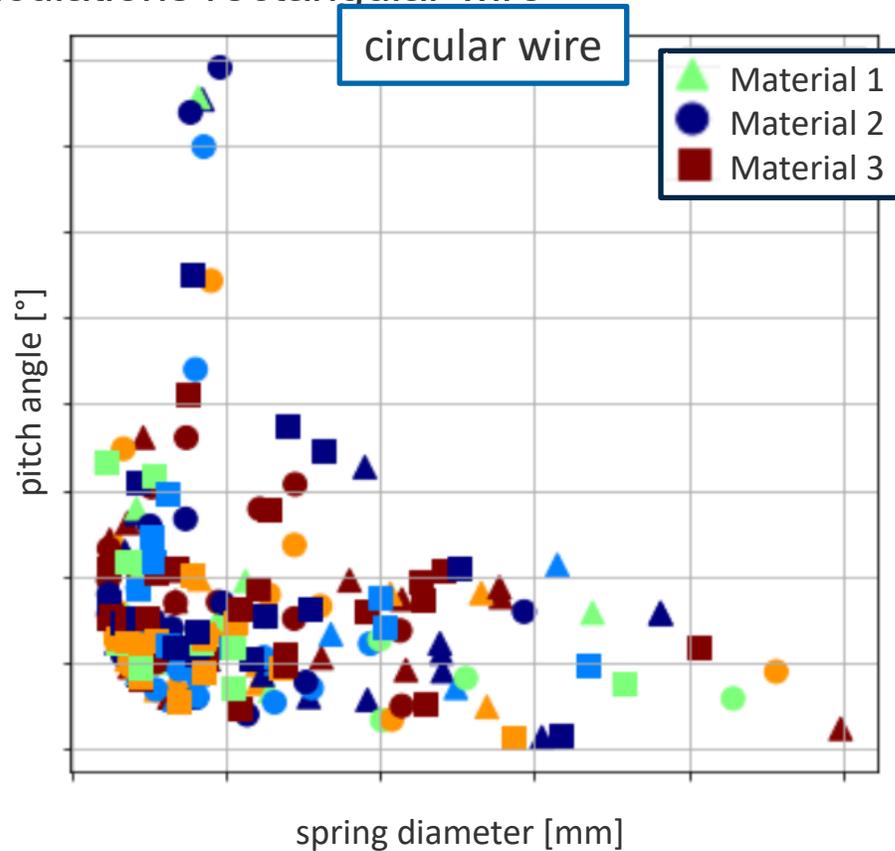
- complex superposition of residual stresses from torsion, bending and hardening effects
- hardening: backstress tensor and equiv. plastic strain
- trapezoidal wire deformation due to the coiling process



Results of the *parameter space*:

~ 400 FEA calculations circular wire

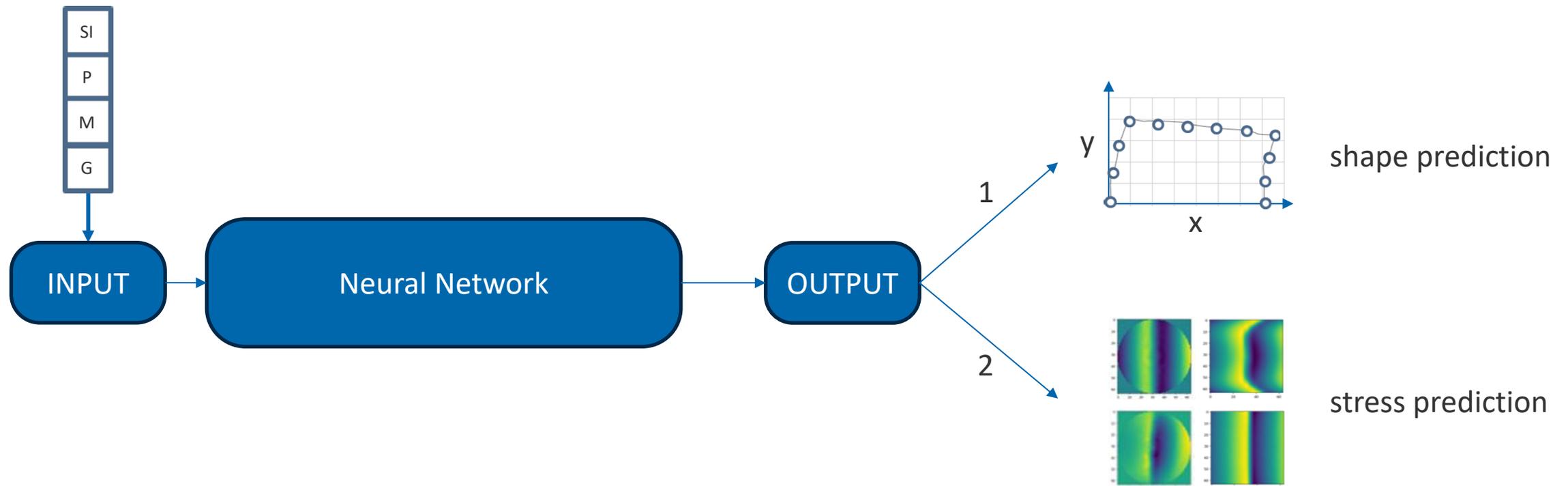
~ 800 FEA calculations rectangular wire



4. NEURAL NETWORKS (NN): MODEL ARCHITECTURE

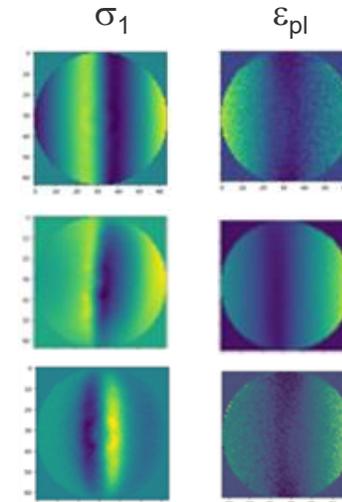
Based on the created database, two NN were developed:

1. simple Multi-Layer Perceptron (MLP) for *trapezoidal deformed shape prediction*
2. complex Multi-Layer Perceptron (MLP) for *stress prediction*:

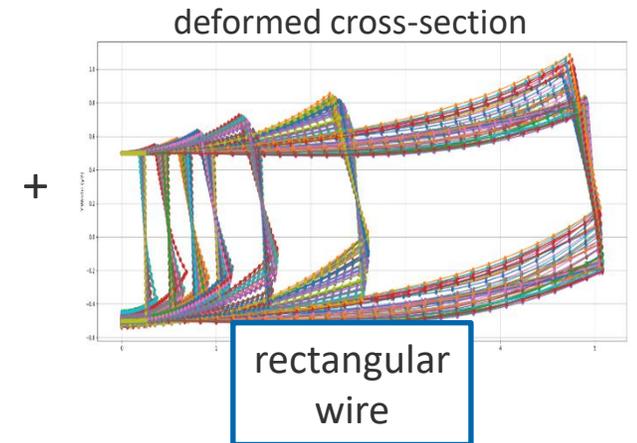
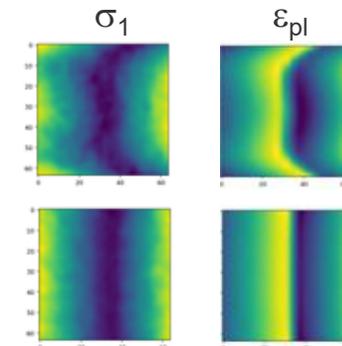


4. NEURAL NETWORKS (NN): TRAINING

- The approach is powerful in many areas of data analysis, especially when it comes to recognizing *complex patterns* in multidimensional data.
- Input parameters to train the NN:
 - **Geometry:** spring index, pitch (or aspect ratio resp.)
 - **Material:** material grade, material strength
- Output of the NN:
 - x,y components of the trapezoidal shape
 - Stress components
 - Equiv. plastic strain



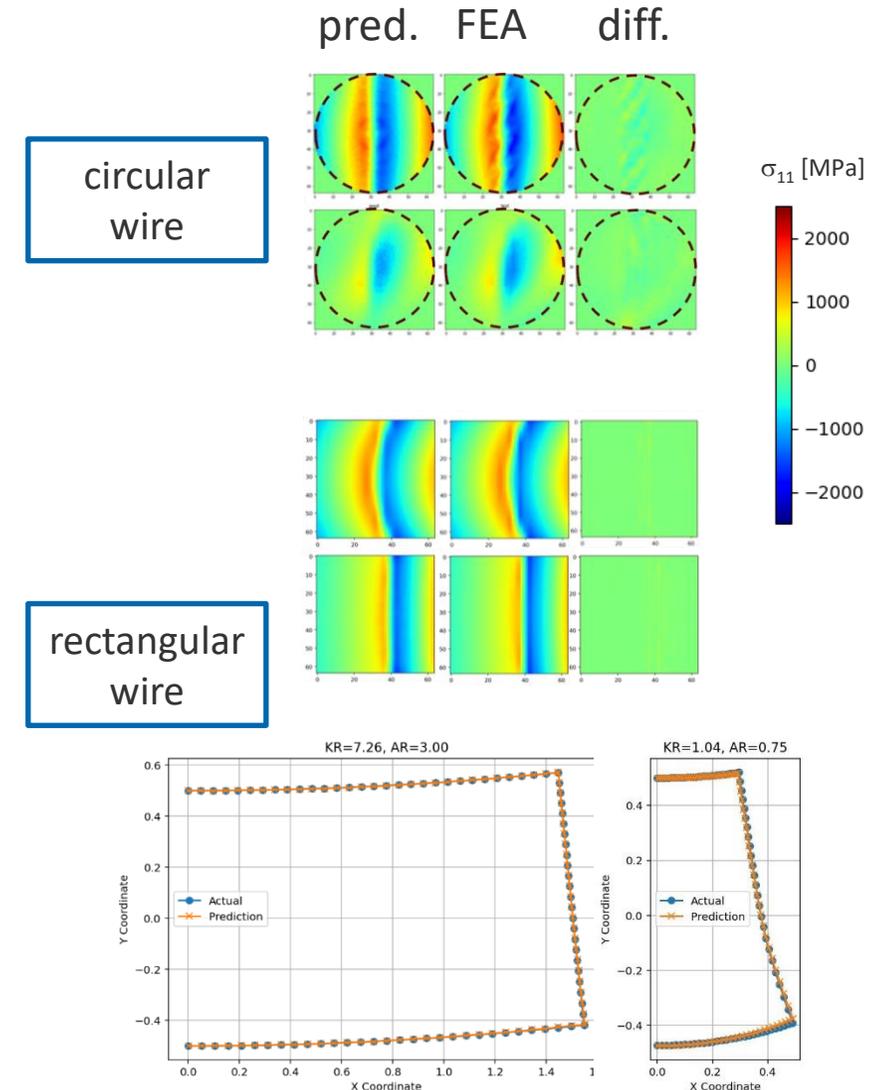
circular
wire



4. NEURAL NETWORKS (NN): VALIDATION

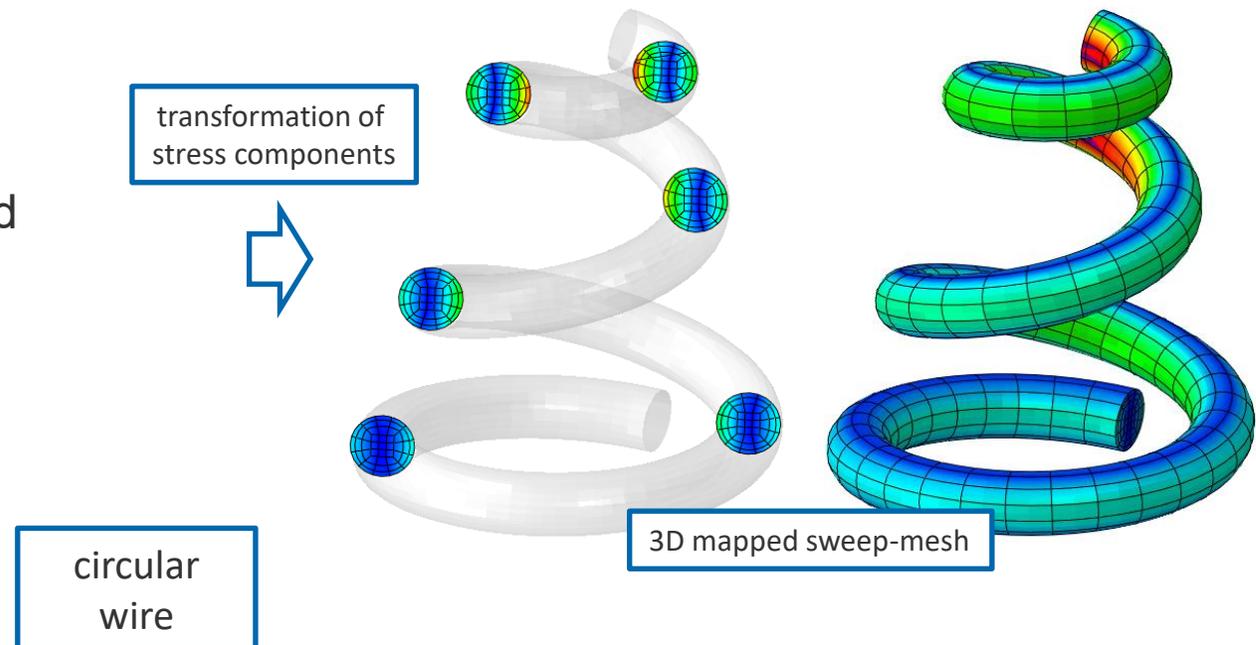
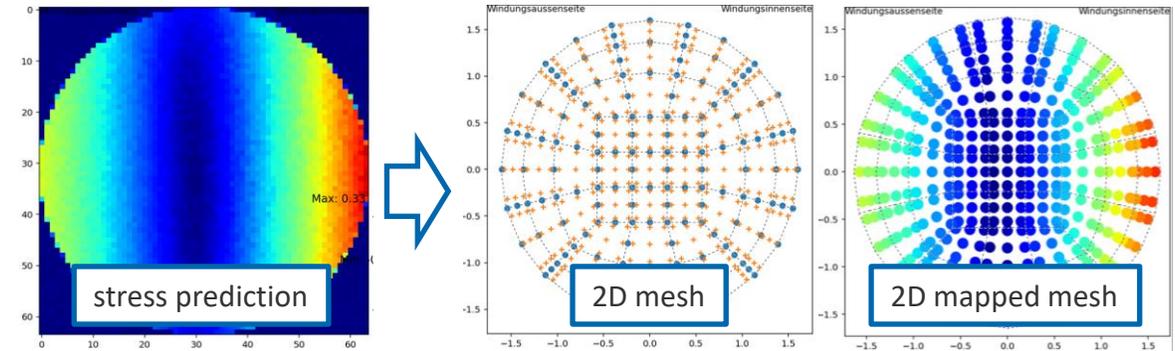
The neural networks were validated by comparing the predicted values with numerical simulation reference values.

- The mean absolute error (MAE) between prediction and numerical simulation was in the order of 50 MPa for the stress prediction network.
- The mean absolute percentage error (MAPE) between prediction and numerical simulation was smaller than 2 % for the shape prediction network.



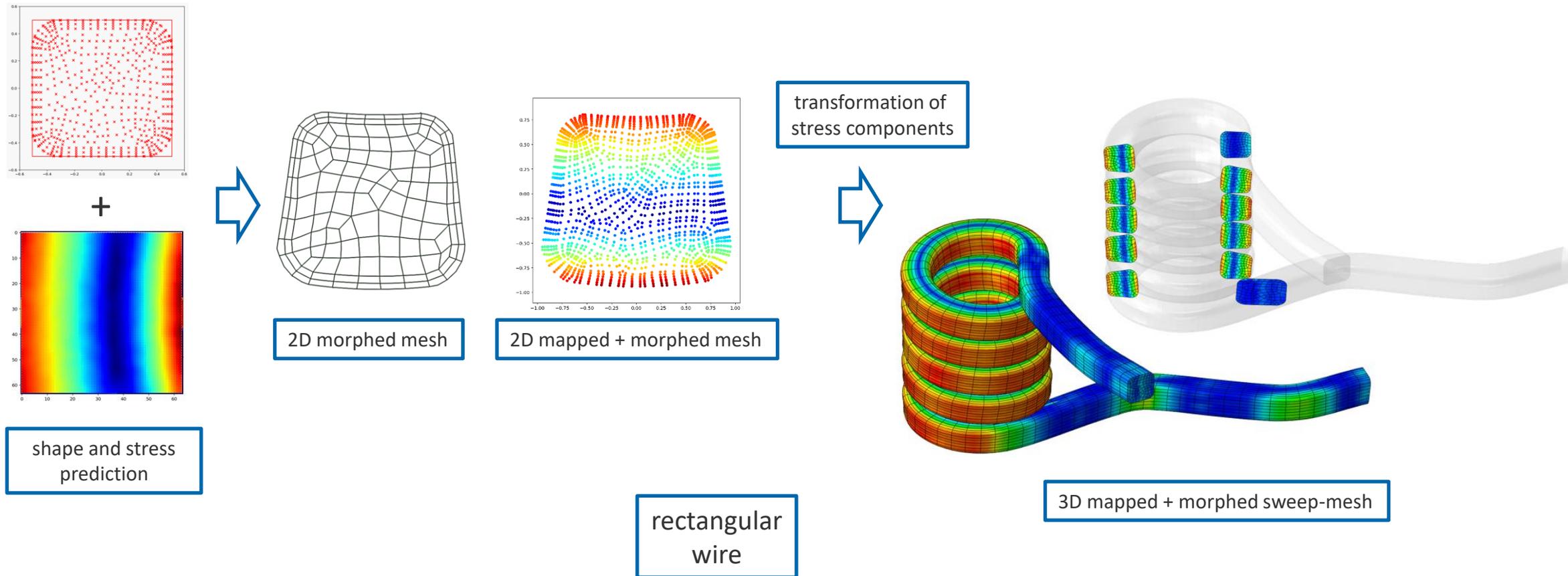
5. EXTENDED MODELING: STRESS MAPPING

- For springs with a complex geometry, such as variable coiling pitch and spring diameter, it is necessary to obtain a complete description of the residual stress state over the entire spring geometry.
- A mapping tool was developed that allows sweep-capable components to be assigned the calculated *residual stresses*.

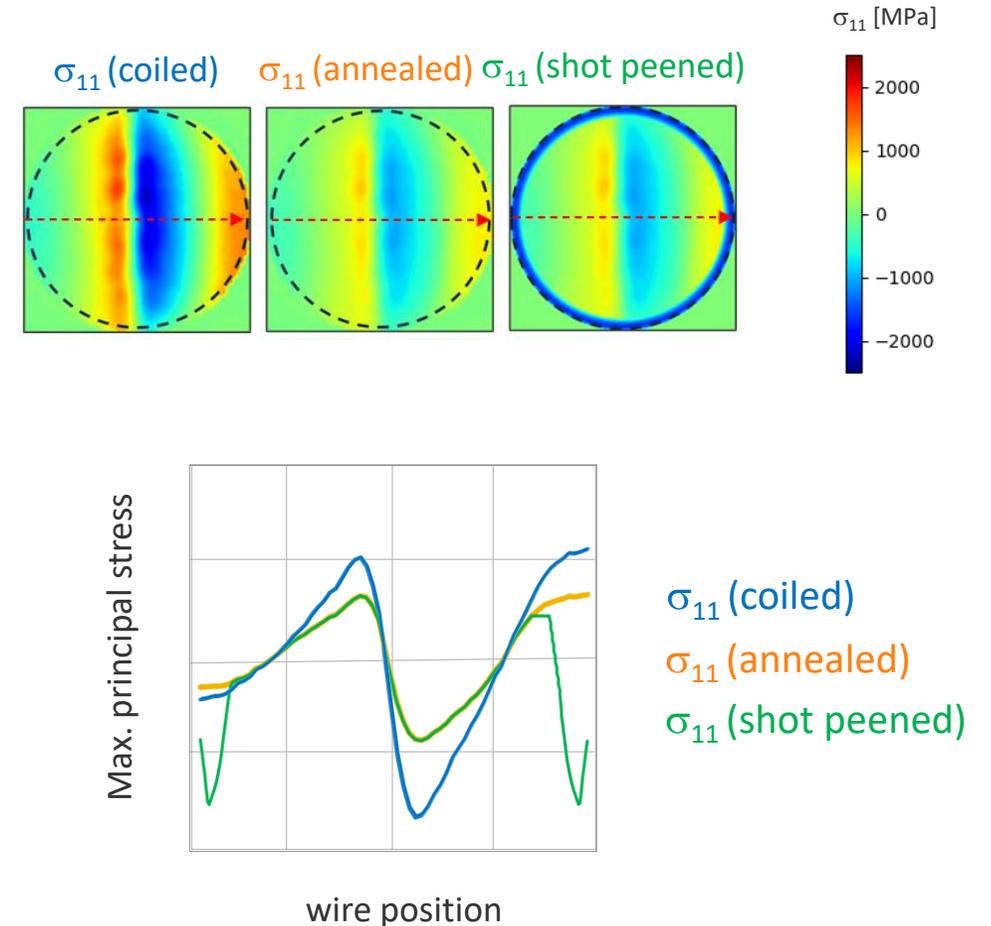


5. EXTENDED MODELING: STRESS MAPPING

For springs with a rectangular cross-section, it is also necessary to consider the trapezoidal deformation of the cross-section as a function of the aspect ratio and the spring index.



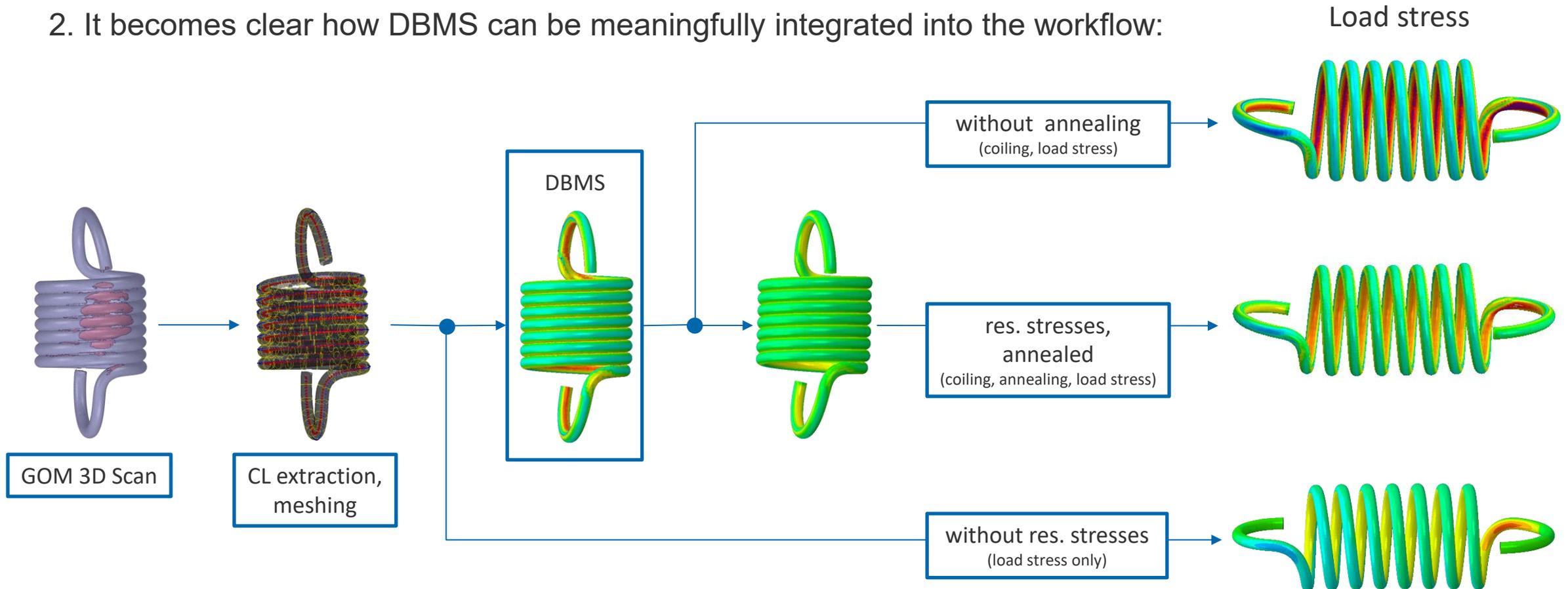
- Data based manufacturing simulation (DBMS) can be seamlessly integrated into the entire spring manufacturing process chain.
- The combination with other manufacturing steps such as shot peening and heat treatment offers great potential for optimizing fatigue strength.



6. COMBINATION WITH OTHER MANUFACTURING STEPS

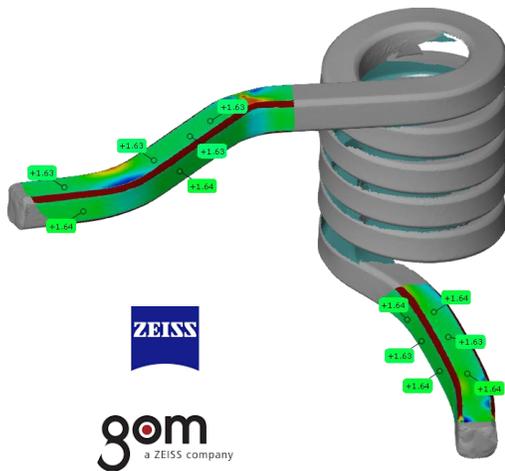
The potential of DBMS can be illustrated using the example of a tension spring:

1. The influence of the residual stresses on the *load level* can be better estimated.
2. It becomes clear how DBMS can be meaningfully integrated into the workflow:

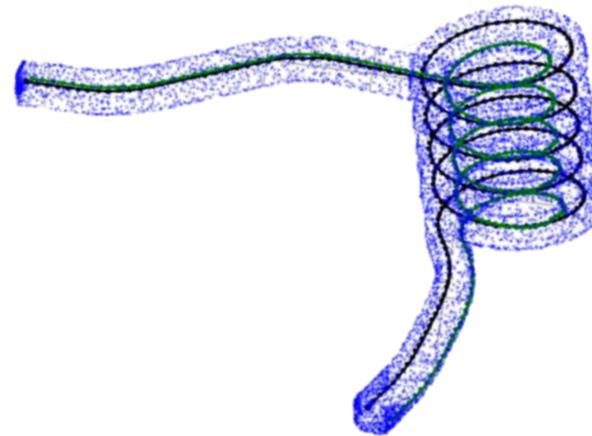


7. IMPACT ON FKM DEGREE OF UTILIZATION

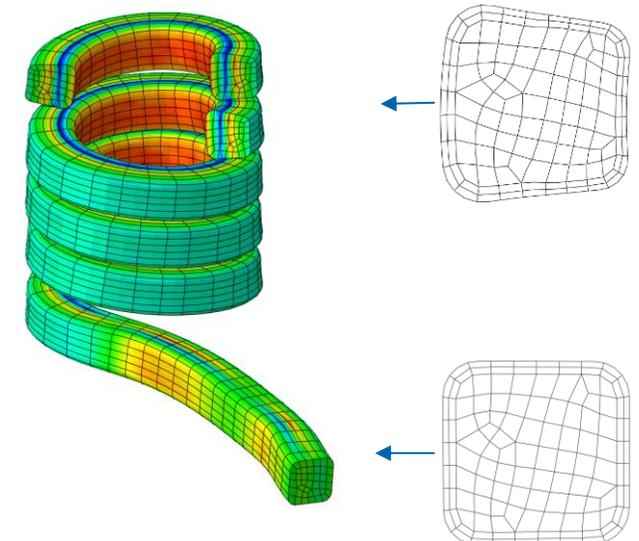
The shown methodology finally allows manufacturing stress to be taken into account when evaluating fatigue life according to the FKM guideline for springs.



GOM 3D Scan
(.STL)



centerline extraction



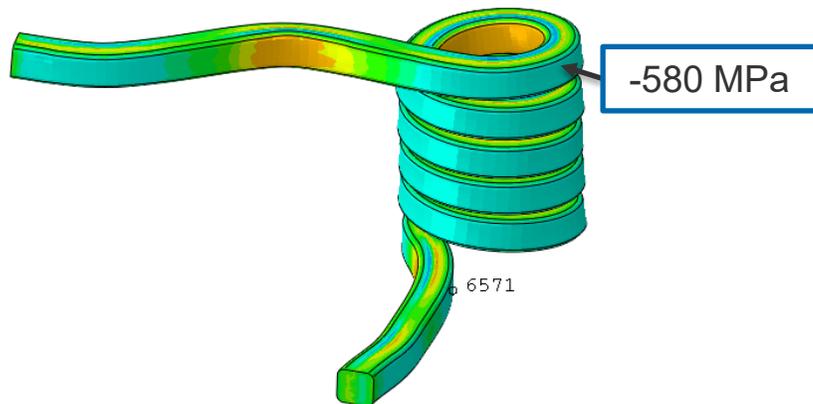
3D mapped mesh (DBMS)

7. IMPACT ON FKM DEGREE OF UTILIZATION

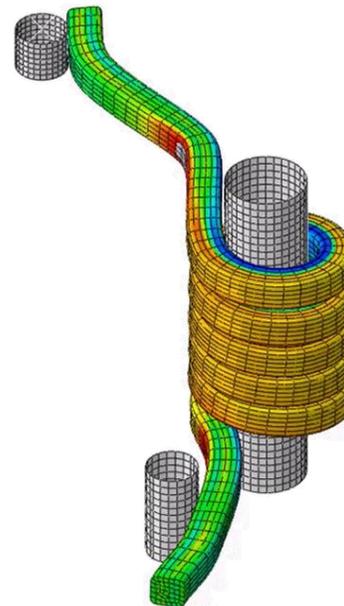
The shown methodology finally allows manufacturing stress to be taken into account when evaluating fatigue life according to the FKM guideline for springs.



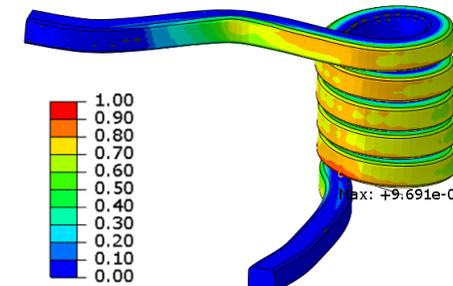
Residual stresses after annealing (DBMS)



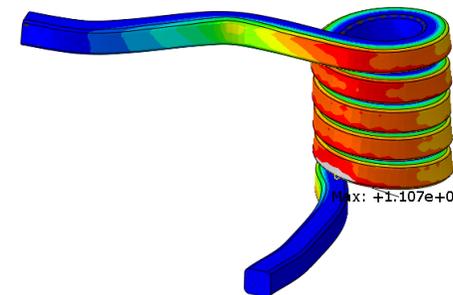
load simulation incl. residual stresses



FKM degree of utilization



97%
w. DBMS



111%
w/o. DBMS

Conclusion:

- By combining numerical simulations with machine learning, a powerful tool has been developed.
- The possibility of integrating these stresses into the fatigue calculation and process optimization opens up new potential for improving component quality and fatigue life.

Outlook:

- Experimental validation of the predicted stress states using measurement methods such as the X-ray diffraction method is currently in progress.
- For an improved estimation of the manufacturing history, the creep parameters for annealing calculations have to be improved at high temperatures for our typical materials.
- Improvement of residual stresses integration due to shot peening treatment

**MANY THANKS FOR YOUR
ATTENTION!**

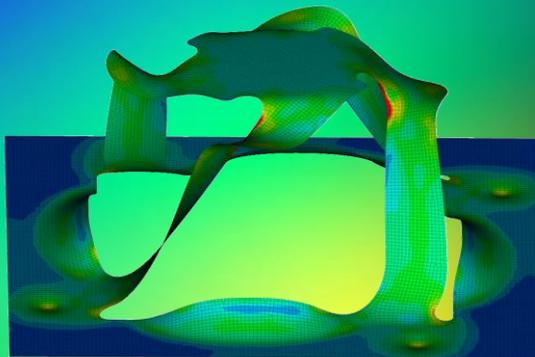
AND...

**ALSO CHECK OUT OUR
BOOTH!**



The NECTO[®] structure

a new approach to sustainable ultra-lightweight design with special challenges for simulation



Agenda

- Technology
- Design Process
- Applications
- Outlook
- Q&A



Technology



Motivation | Example: Wind turbine

Sustainability

- 90% of the fiber-reinforced materials are currently deposited in landfills
- since 2025 disposal is illegal in the entire EU
- **NECTO® structures reduce critical recycling problems of ultra-lightweight structures**

Müllskandal in Tschechien: Oberpfälzer Firma insolvent

28.03.2025, 09:51 Uhr

- falsch deklariertes Müll entsorgt

Es handelt sich um mehr als 500 Tonnen Schrott, der teils stark mit Giftstoffen belastet ist, darunter Rotorblätter von Windkraftanlagen und Glasfaser. Das Material soll wohl seit Juni 2024 in Tschechien abgeladen worden sein.



Idea

Bionic principle

NECTO® abstracts
the bionic model of bird bones
and transfers it
to sheet metal structures.



Manufacturing

01 - Cutting

- Punching
- Laser cutting
- Water jet cutting

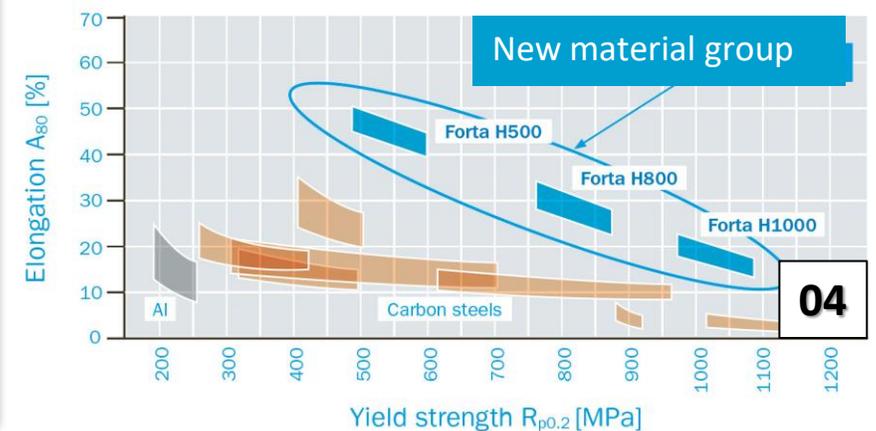
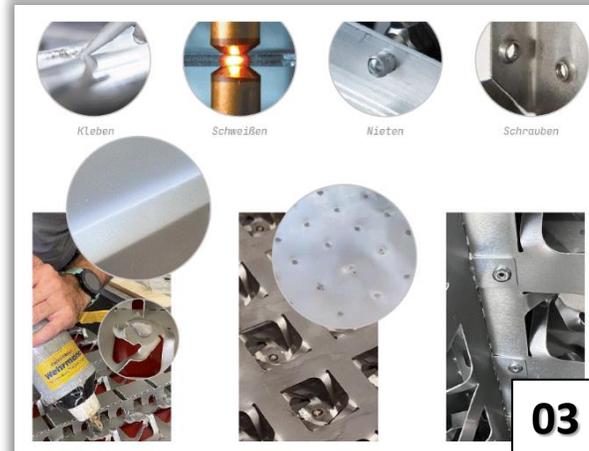
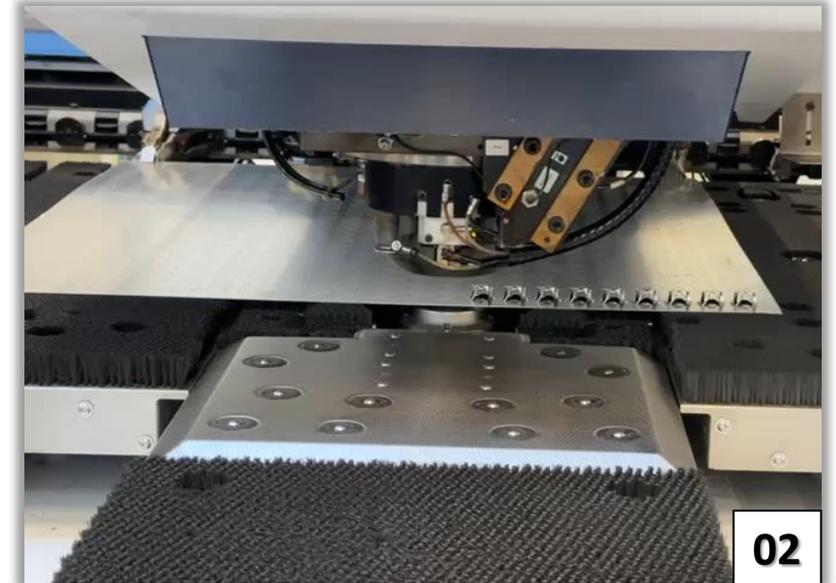
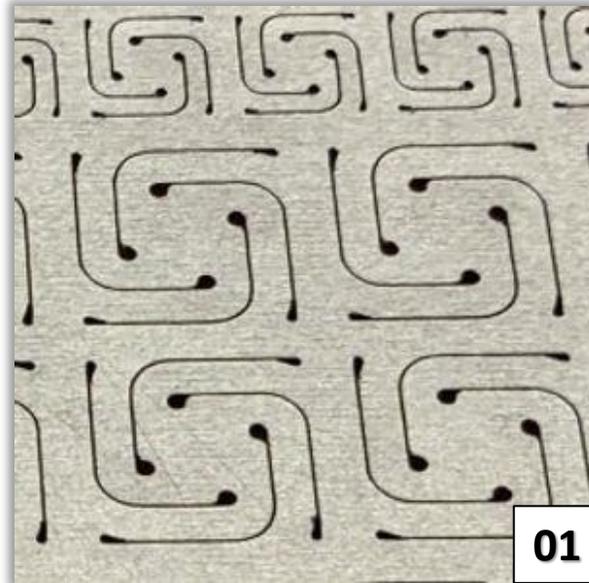
02 - Forming

03 - Joining

- Welding
- Riveting
- Screwing
- Clinching
- Gluing

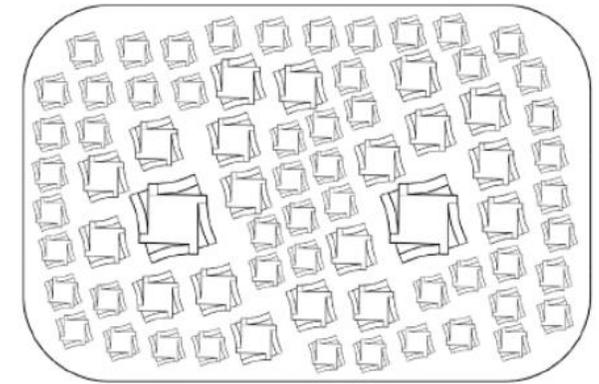
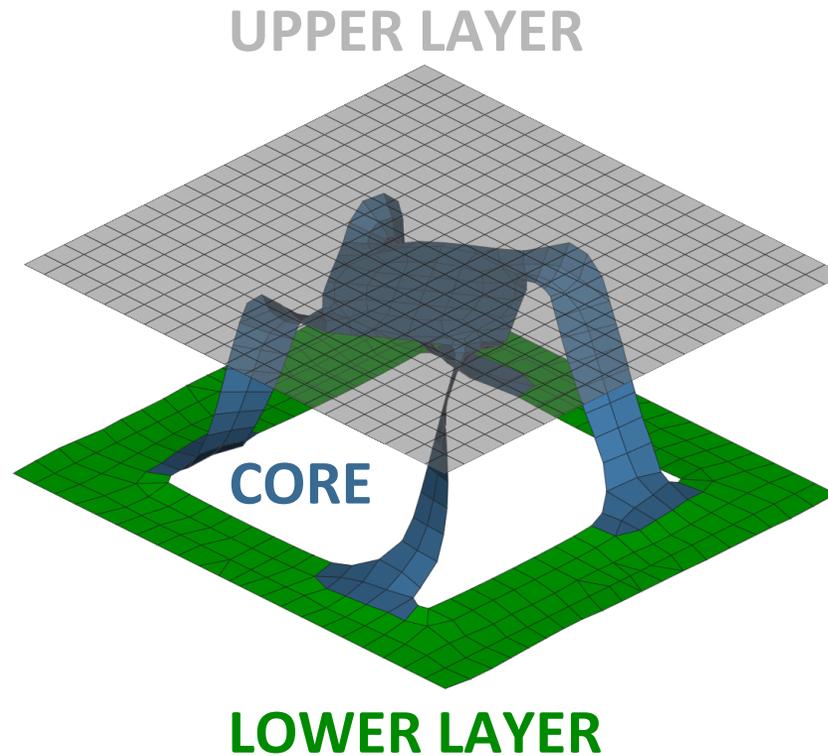
04 - Material

- High strength
- High ductility

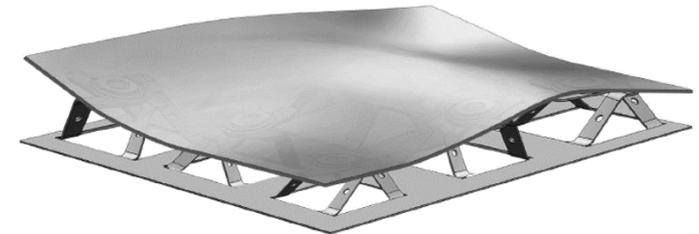


Possible structures

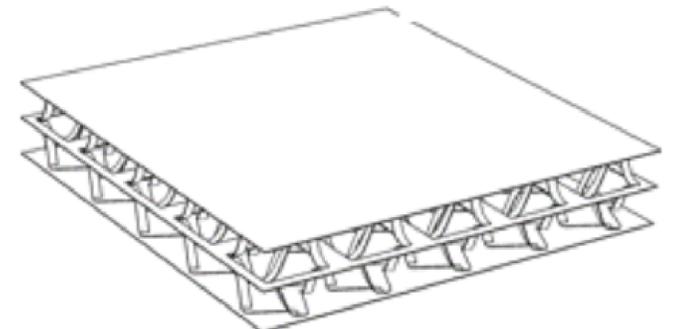
- Simple
- Different stiffness zones possible
- 3D-Shape possible
- Stackable



Multiple sizing of structures



Curvatures in several axes

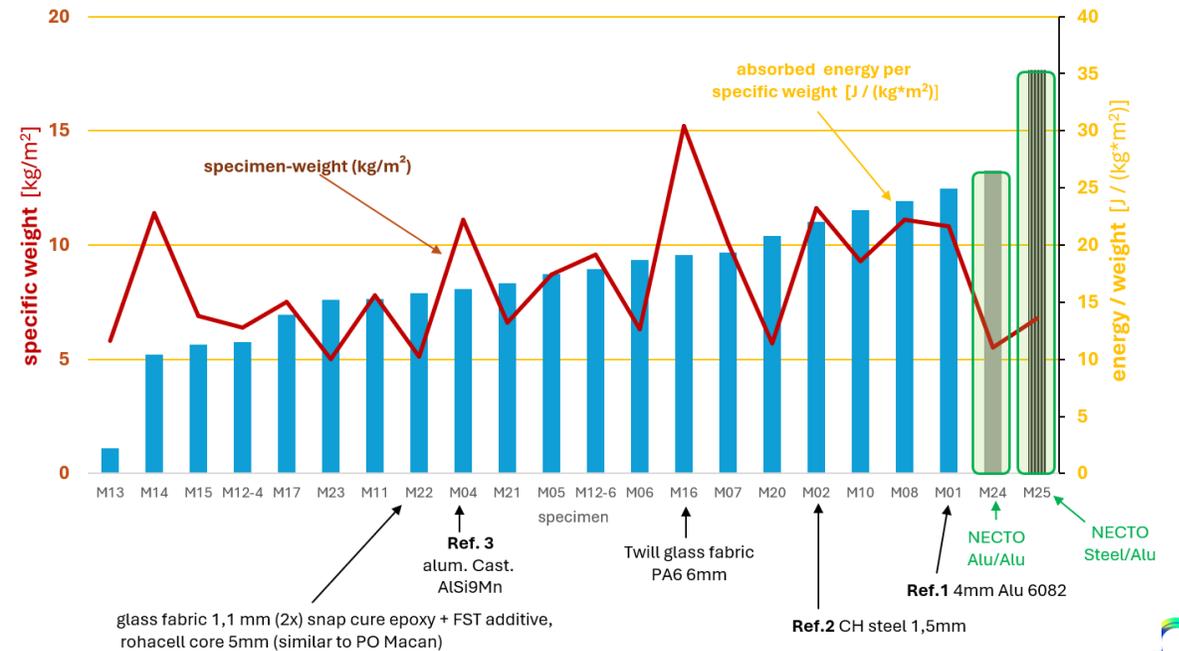
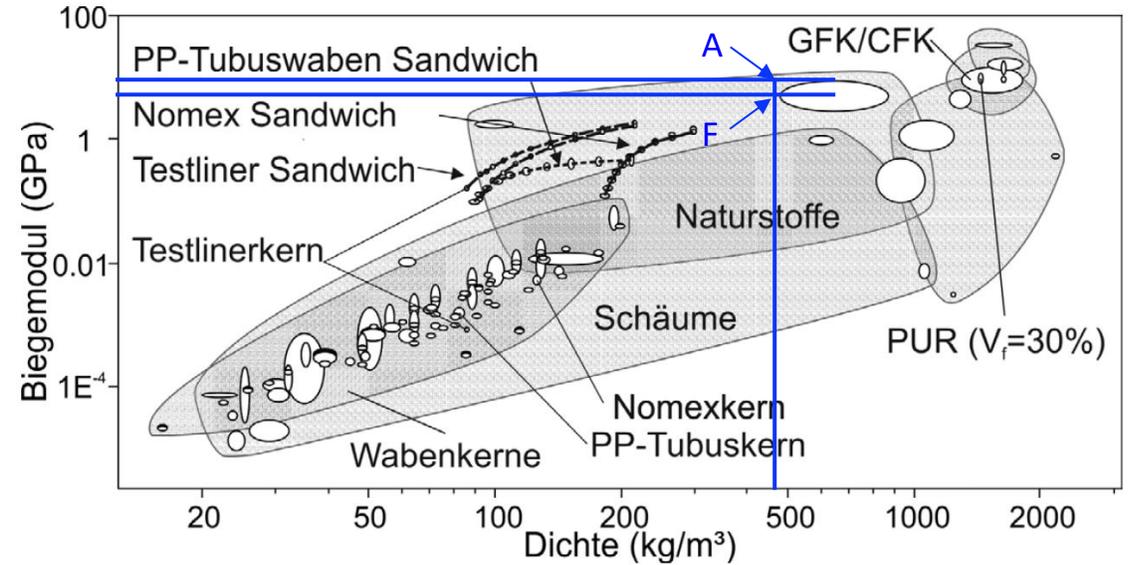
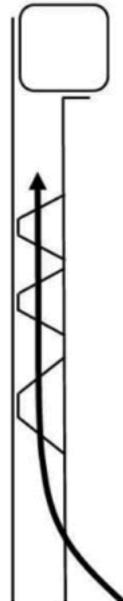
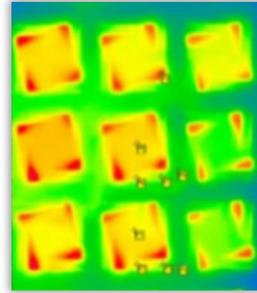


Combination of several stacks



Advantages

- Light & stiff
- Insulating (core → air)
- Sensors & cables can be included (Health-Monitoring)
- Metals are easier to design and predict than CFK/GFK/plastics
- Very good energy absorber (crash)
- Recyclable



Research Project

Consortium



beventum

Rother Consult

Prof. Dr.-Ing. Klemens Rother

University of Applied Sciences Munich, Germany



Design Process



Design Process

Challenges

- **No specifications** available (new technology)
- **No CAD-Geometry** of the real (deformed) NECTO-Structure
- Evaluate **large structures** (rotor blades, towers, cladding, ...)
- Extremely **high number of elements** (billions). Using traditional methods makes it impossible to simulate structures with an implicit solver
- Evaluation of **static, lifespan (cyclic)** of metal sheet and weld point **and buckling** for structure
- **Validation** needed
- **Automation** needed

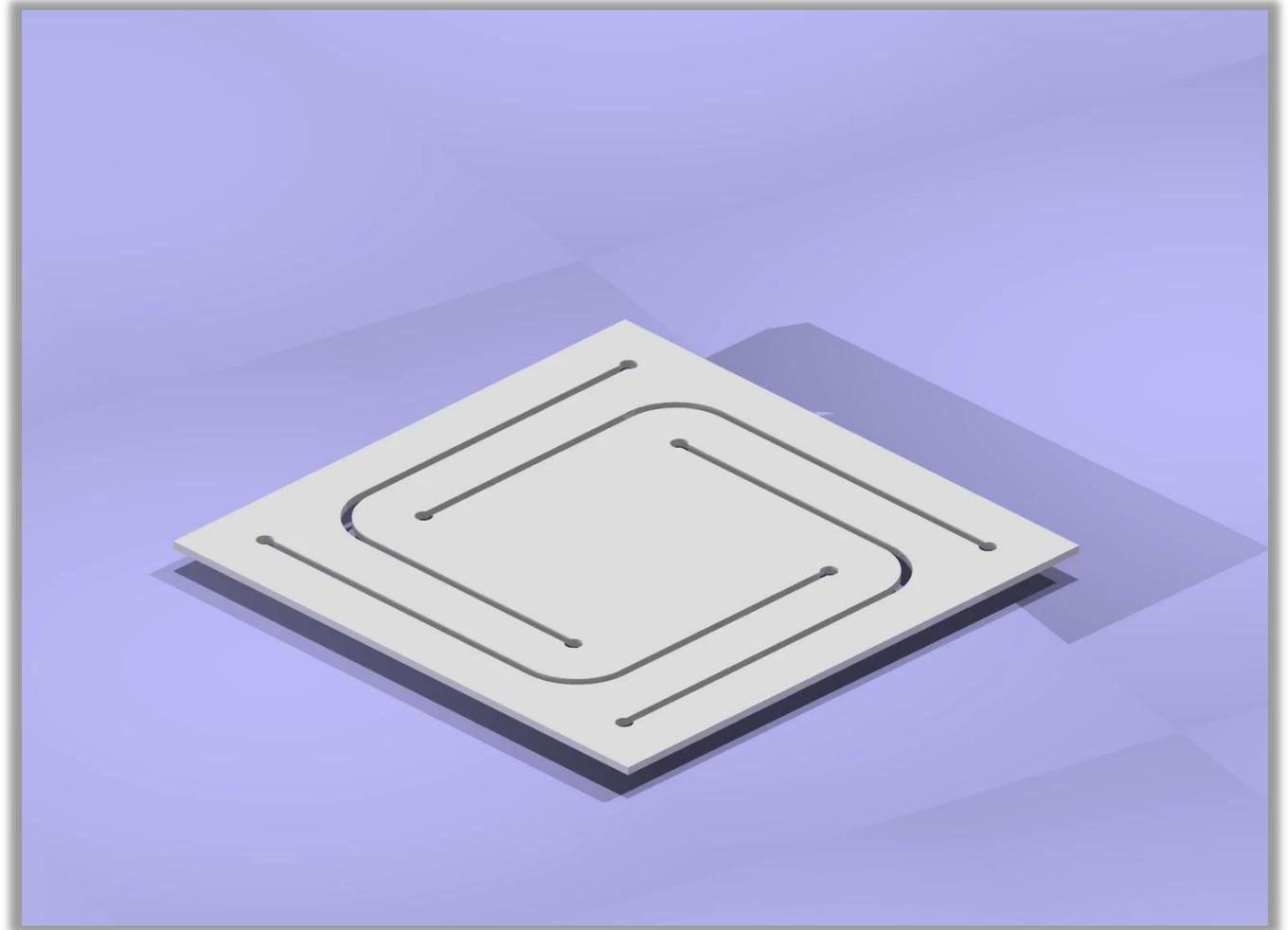


Design Process

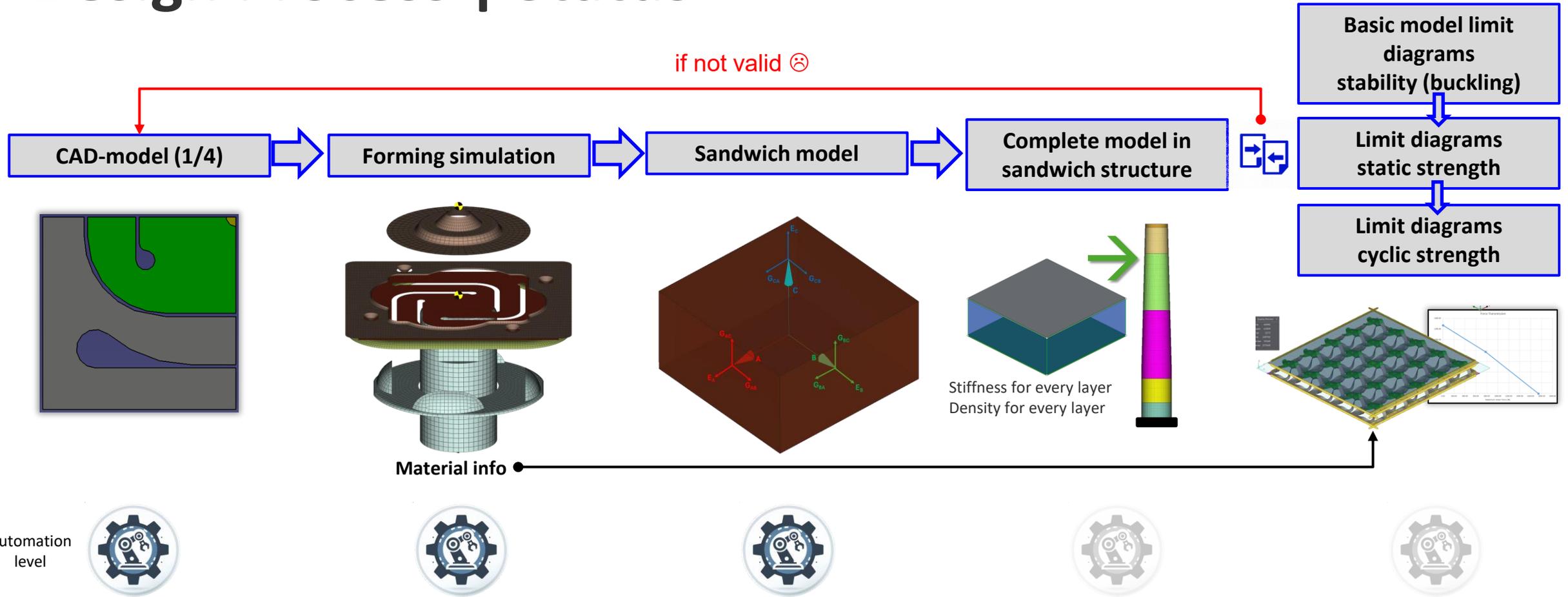
Benefits using FCM

(Fast Concept Modeller)

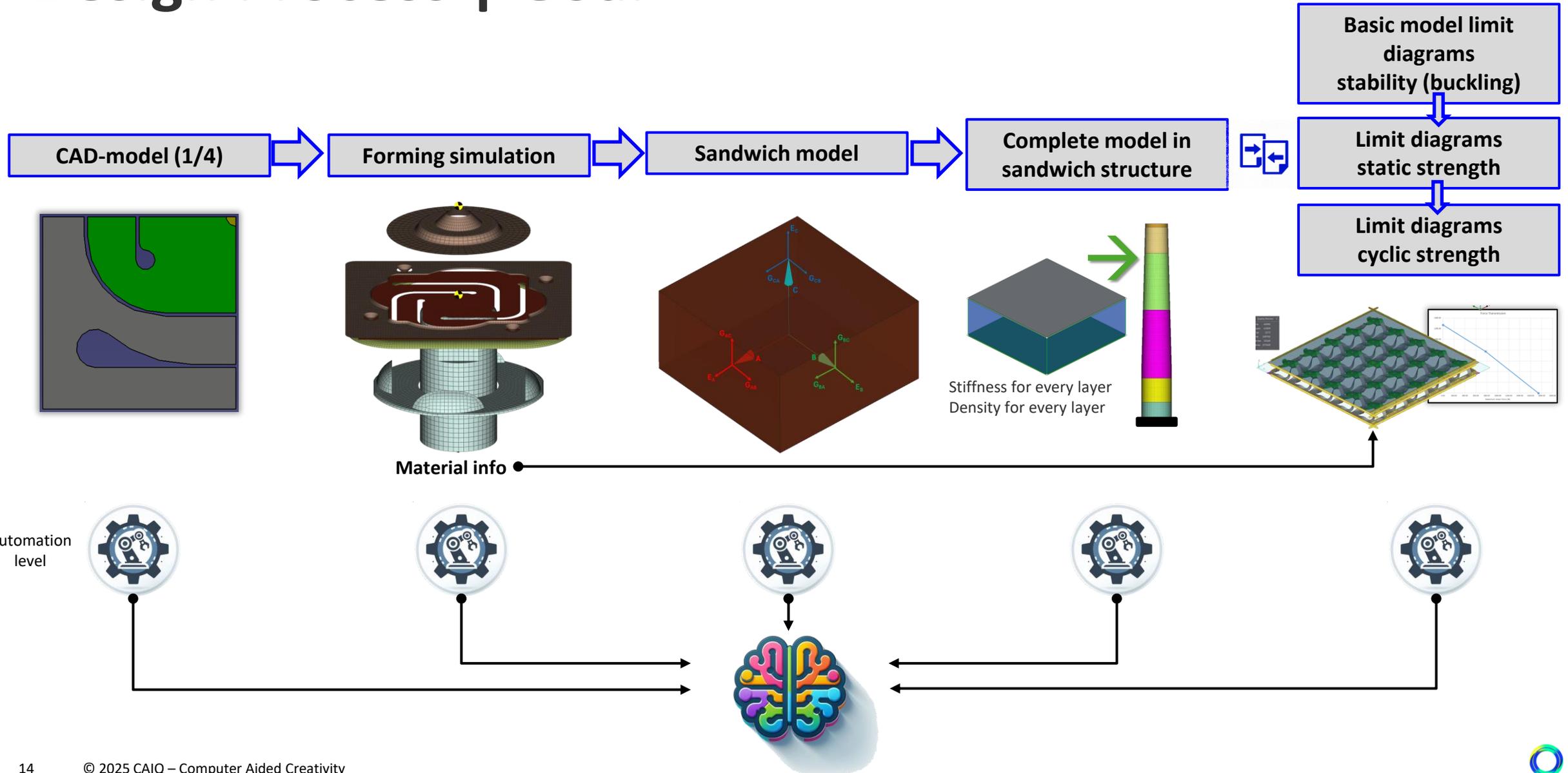
- Fully parametric & robust
- Master for FEM-models
- Fully automated meshing
- Fully automated simulation-setup



Design Process | Status



Design Process | Goal

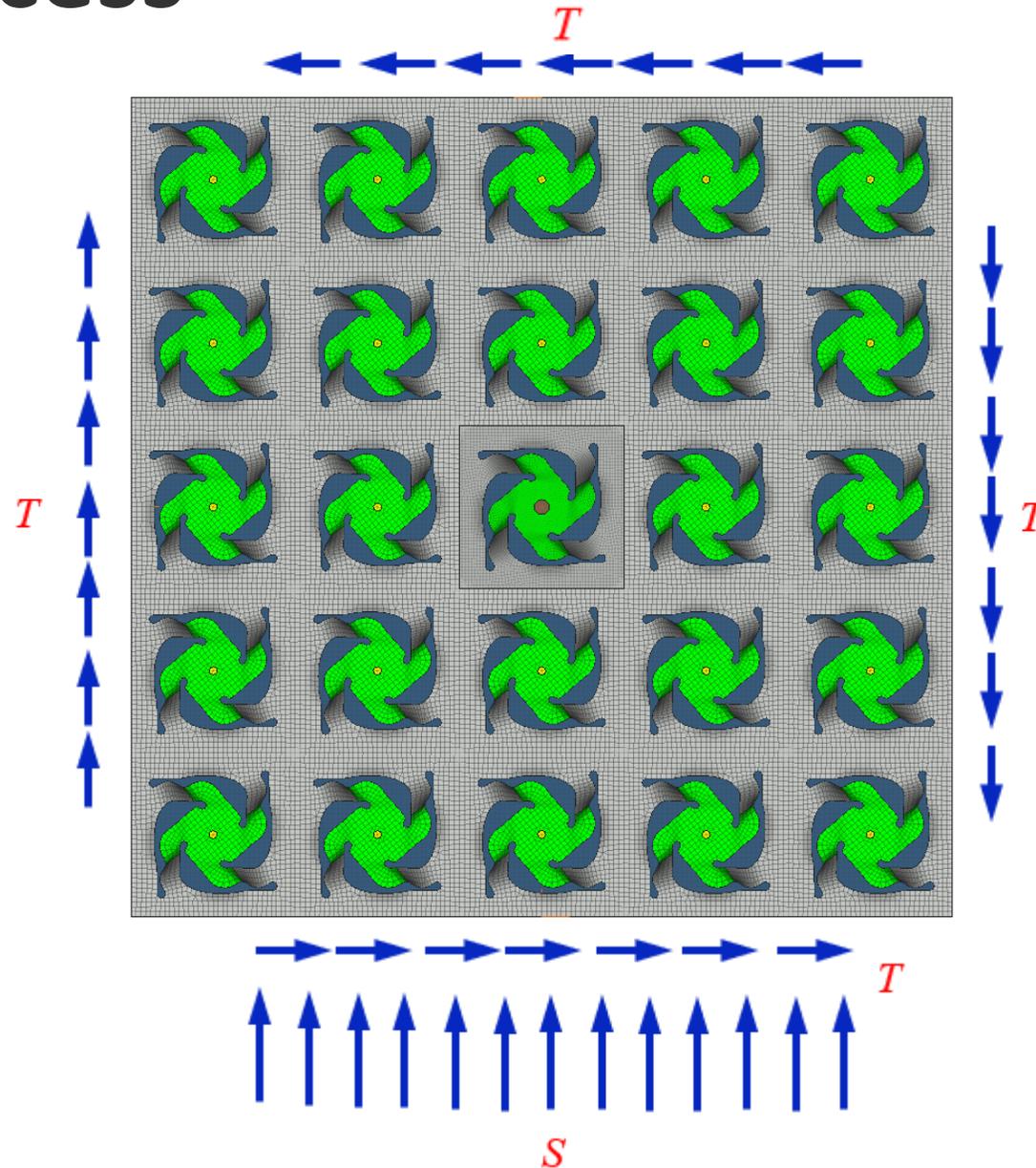


Design Process

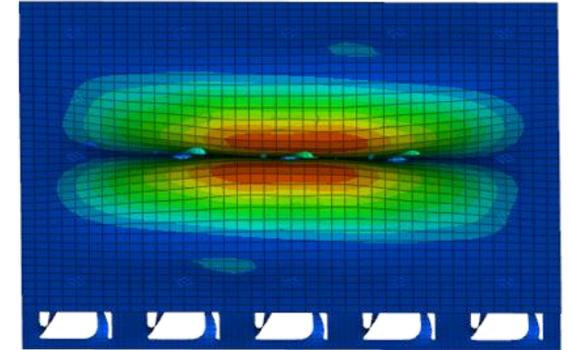
Reference Model

Idea:

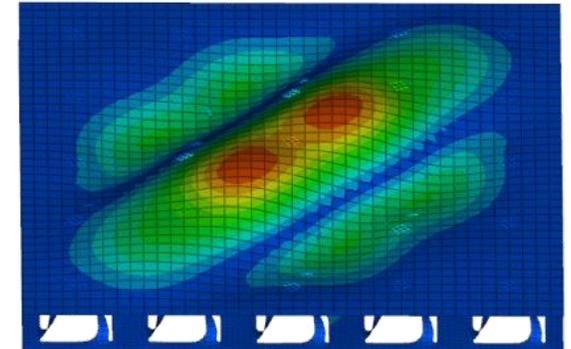
If I know the stress state at the edge of a patch and the corresponding limits for buckling, statics, and cyclic strength, then I have a comparison method for my computational model with sandwich elements.



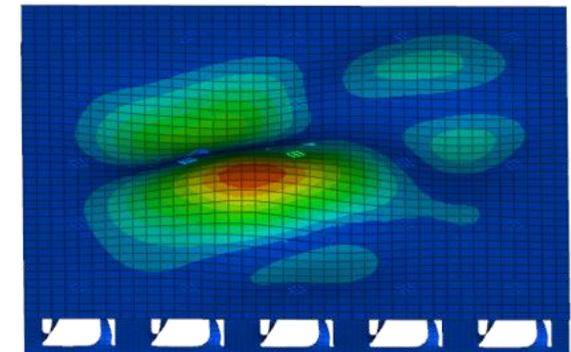
Compression



Shear

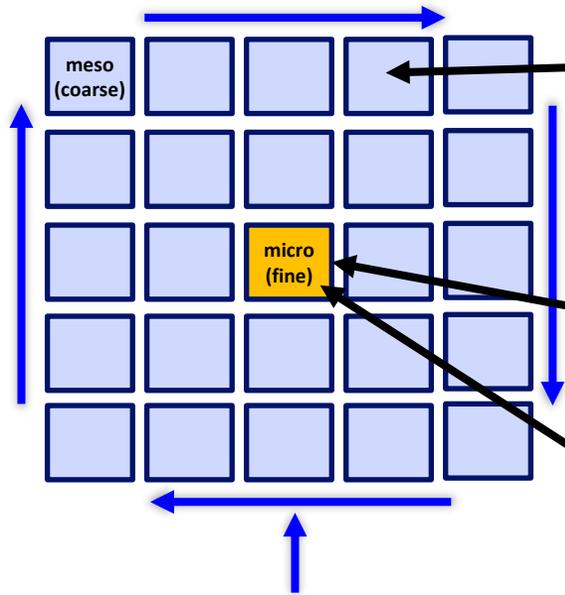


Combination



Design Process

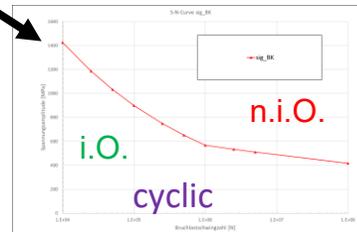
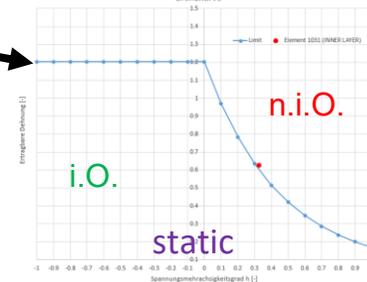
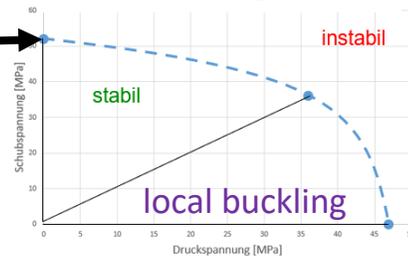
Static/cyclic limit diagrams using a high-resolution NECTO element within the buckling model
 → only one model for the generation of limit diagrams



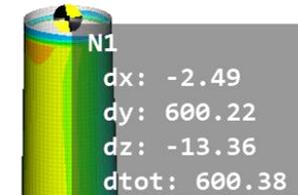
Reference model

2m x 2m
 5x5 NECTO-Elements
 1 load combination
 incl. residual stresses

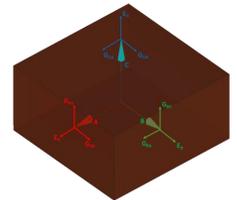
Limit-Diagrams



COMPARE



macro
 (sandwich)



Real structure
 using sandwich-elements



Design Process

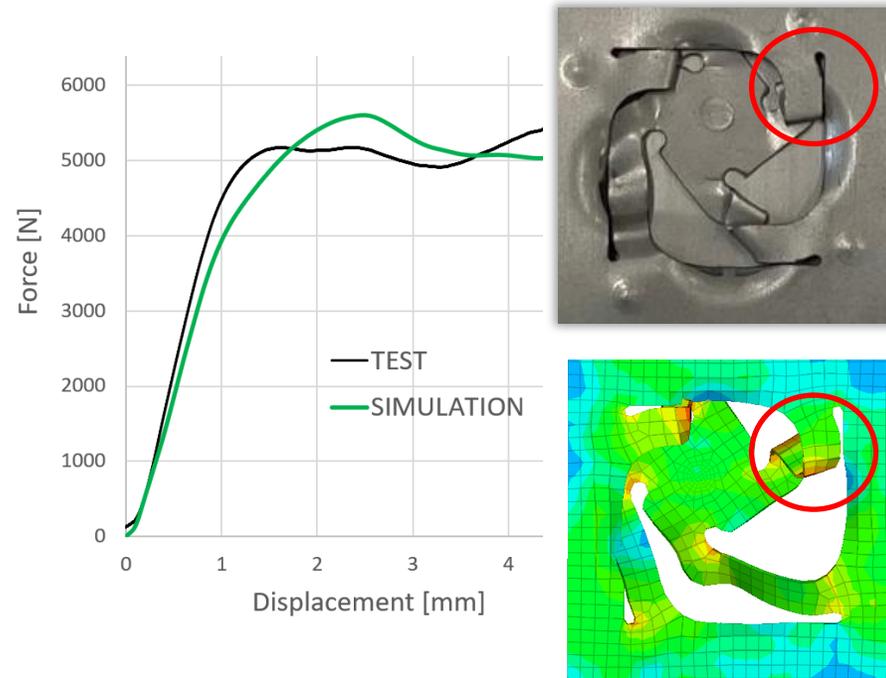
Test vs. Reality – How good we are?

15 different types of tests, each with multiple trial runs regarding stiffness and static and cyclic strength for sheet metal and weld points:

- Tension
- Compression
- Shear
- Bending
- Buckling

→ Good agreement of the results if geometry and weld points are correctly modeled. Calibration of FKM parameters needed!

Example: Compression



Example: Buckling

Buckling Load:

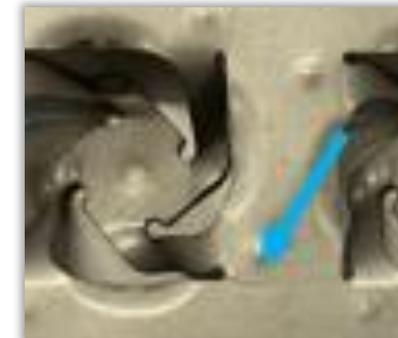
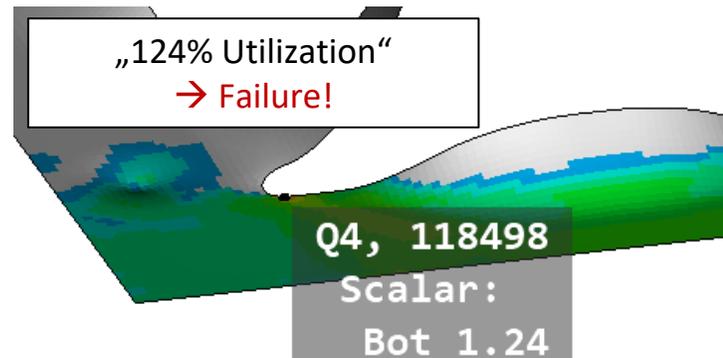
Test: 11.2 kN

Simulation: 11.0 kN



Test
Simulation

Example: Fatigue



Design Process

Challenges → Solutions

- No **specifications, CAD** available (new technology)
→ **New Design Process + FCM**
- Evaluate **large structures** with extremely **high number of elements**
→ **Parts meshed with Sandwich-Elements**
- Eval. **static, lifespan and nonlinear buckling** with initial stress and varying material thickness
→ **FKM Guideline (validated via testing) + LS-DYNA implicit with automations**



Applications



Applications

Wind turbine

→ For small wind turbines already completed.

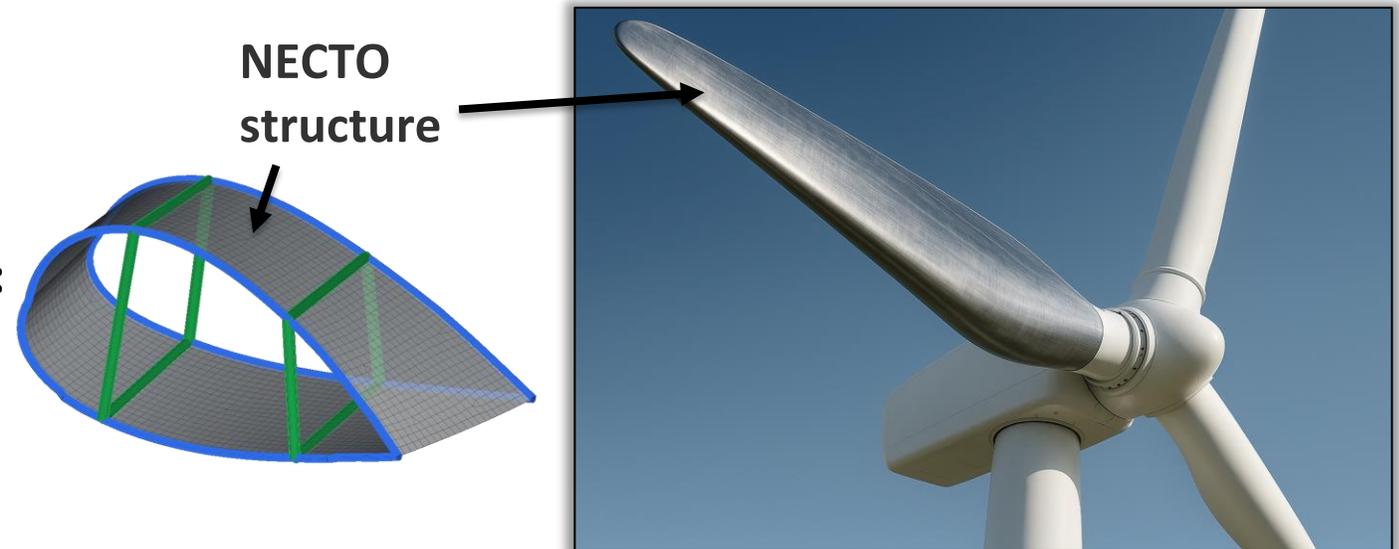
A NECTO rotor blade consists of

- Inner structure: Airframe/stiffening bars/...
- **Outer skin made of NECTO sheet formed in both directions.**

small:



large:



Outlook



Outlook

ToDo!

- Automate more!
- Train an AI!
- Create an easy-to-use-tool (platform as an engineering-web-service?)
- Create/evaluate models for dynamics (Eigenvalues, transient, PSD-Analysis...)
- Optimize NECTO-Structure
- Evaluate crash load cases
- Create more examples (low speed crash, battery protection, ...)
- Explore other areas of application (rail transport, shipbuilding, aerospace, ...)

→ Speed up design process

→ Gain more trust



Thank you!
Questions?

Bewertung der Bauteilnachhaltigkeit bereits während der Konstruktion – Geht das?

Andreas Kormann, M.Sc.; Rick Hentschel, M.Sc.

26. Bayreuther 3D-Konstrukteurstag
17.09.2025

Hintergrund: Ökodesign-Verordnung der EU



Grundprinzip: Verbesserung der Energieeffizienz und Reduktion von Umweltauswirkungen über den gesamten Produktlebenszyklus, von der Rohstoffgewinnung über die Produktion bis zur Entsorgung.

N. Schliekermann, "Die Europäische Eco-Design-Richtlinie und deren Integration in die digitale Produktentwicklung," 2025.

Lebenszyklusveränderungen

Neue Anforderungen an:

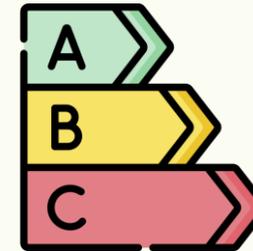


Damit eine Stärkung der Kreislaufwirtschaft und die Verlängerung der Produktlebensdauer erreicht wird.

Informationspflichten



- **CO₂-Fußabdruck**

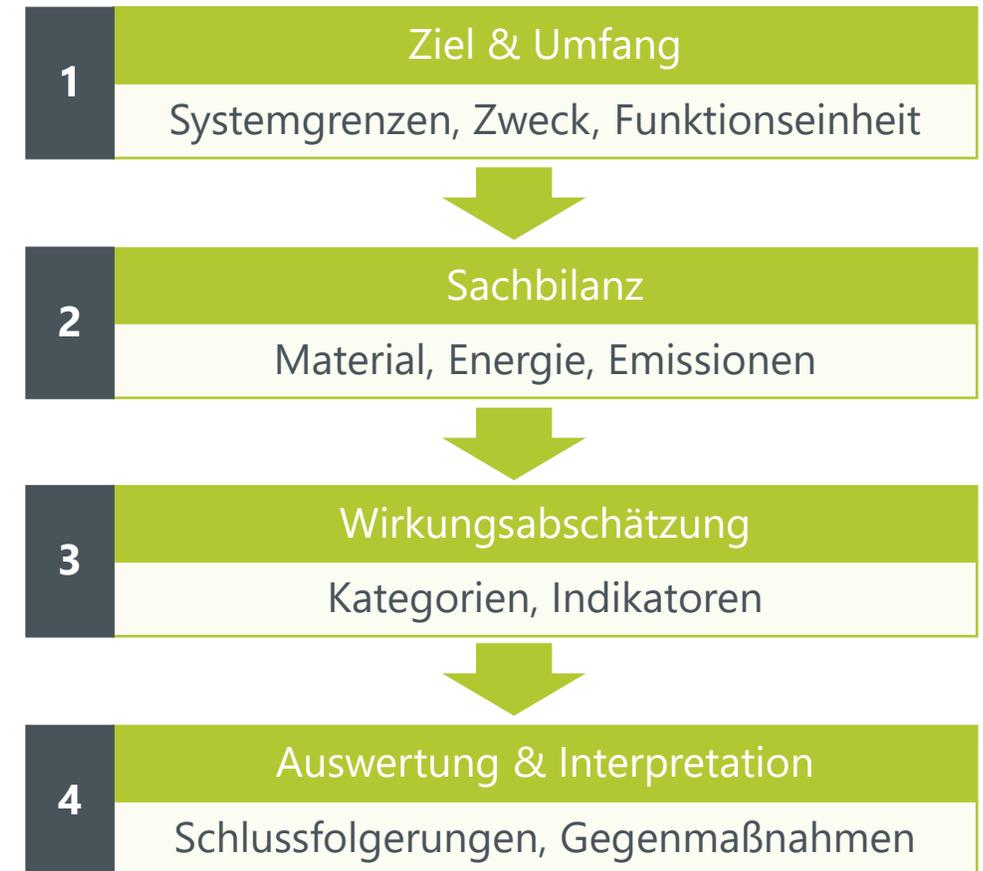
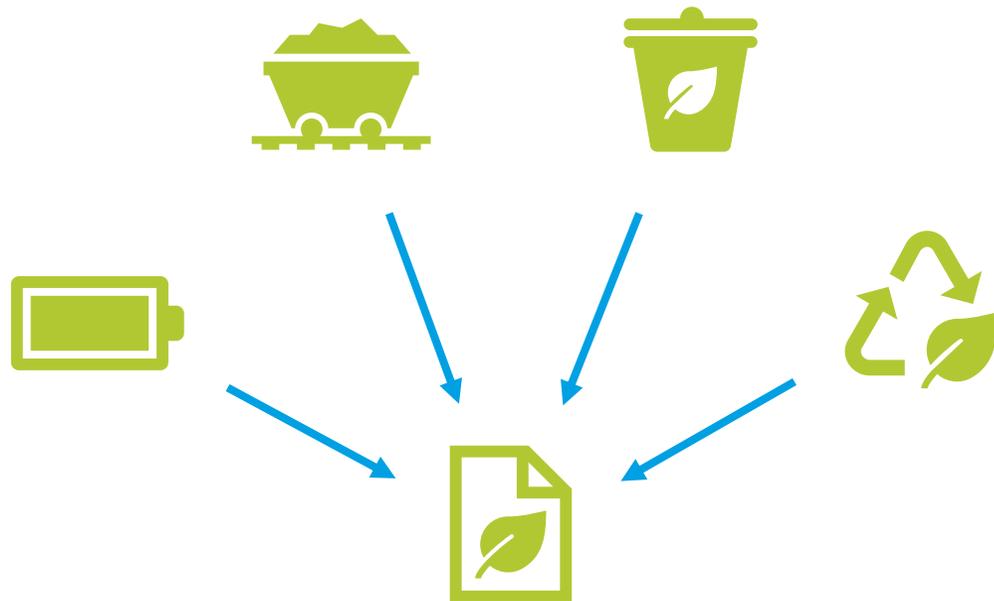


- Energieverbrauchskennzeichnung
- **Reparierbarkeits-Index**
- **Ökodesign-Label**

Konsumenten informieren, um damit Druck auf die Unternehmen auszuüben.

N. Schliekermann, "Die Europäische Eco-Design-Richtlinie und deren Integration in die digitale Produktentwicklung," 2025.

Life-Cycle-Assessment



Life-Cycle-Assessment

- Normung: ISO 14040 / 14044
- Aufwand:
 - Datenerhebung zeitintensiv
 - Expertenwissen erforderlich
- Anwendung meist spät im Entwicklungsprozess
- Viele notwendige Parameter erst nach Auslieferung des Produkts bekannt

vereinfachte LCA (vLCA)

- Zweck: Schnellbewertung von Produkten
- Datenbasis: überwiegend Datenbankwerte, gelegentlich Messdaten
- Vorgehen:
 - vereinfachte Sachbilanz
 - Fokus auf 1–3 relevante Wirkungskategorien
 - einfache LCIA-Berechnung
- Ergebnis: grobe Abschätzung mit Unsicherheitsangabe

Produktentwicklungsprozess



Wann wird normalerweise eine LCA angestoßen?

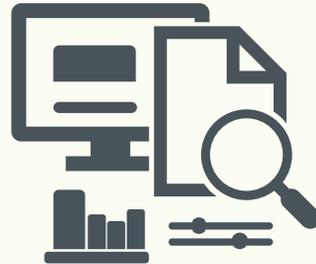
- bei regulatorischen Vorgaben
- vor finaler Freigabe großer Designentscheidungen für Produktzertifikate / Kundennachfrage / Nachhaltigkeitsreporting
- bei strategischen Portfolioentscheidungen

Verschiedene Datenbasen

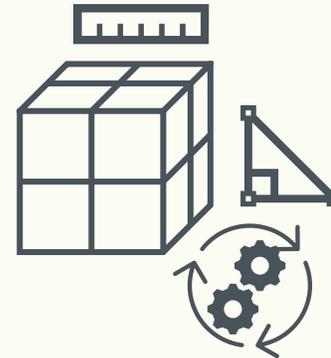
Messdatenaufnahme



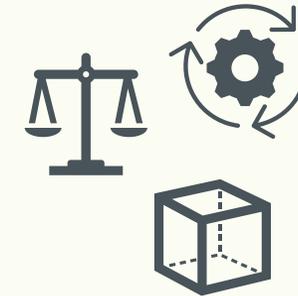
Fertigungssimulation



Detaillierte
Modellabschätzung



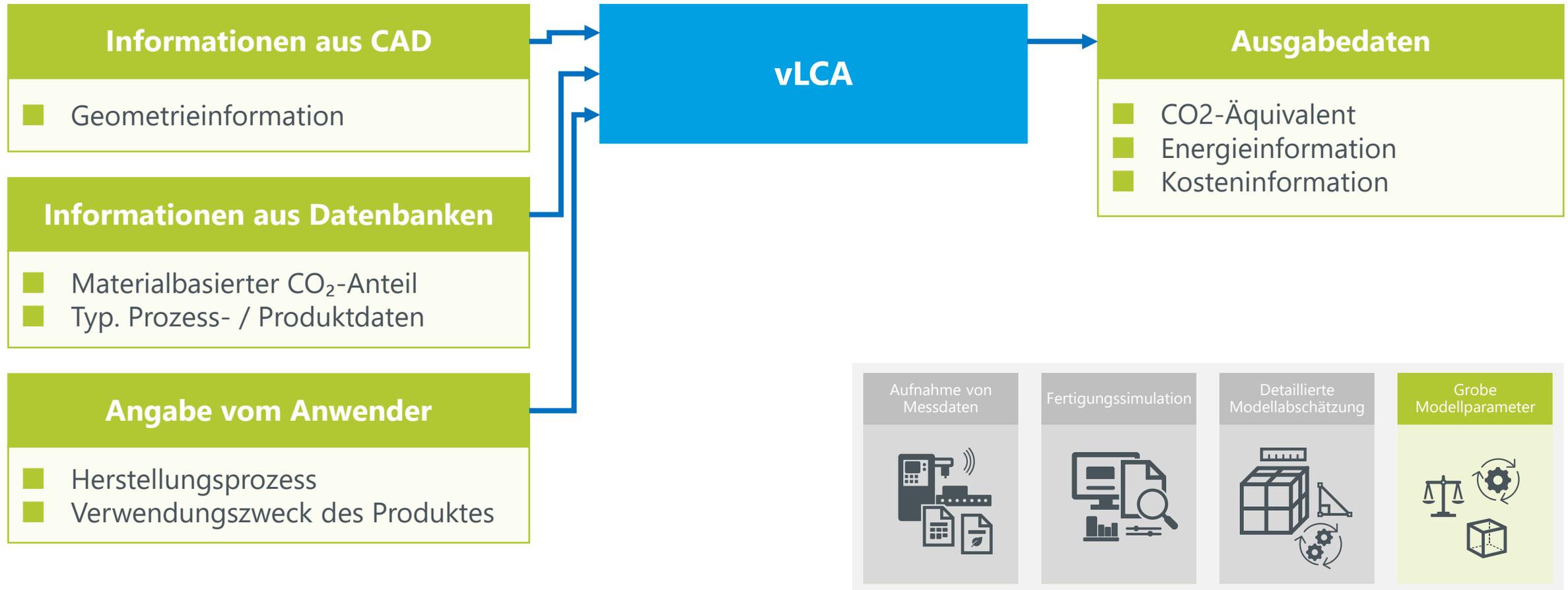
Grobe
Modellparameter



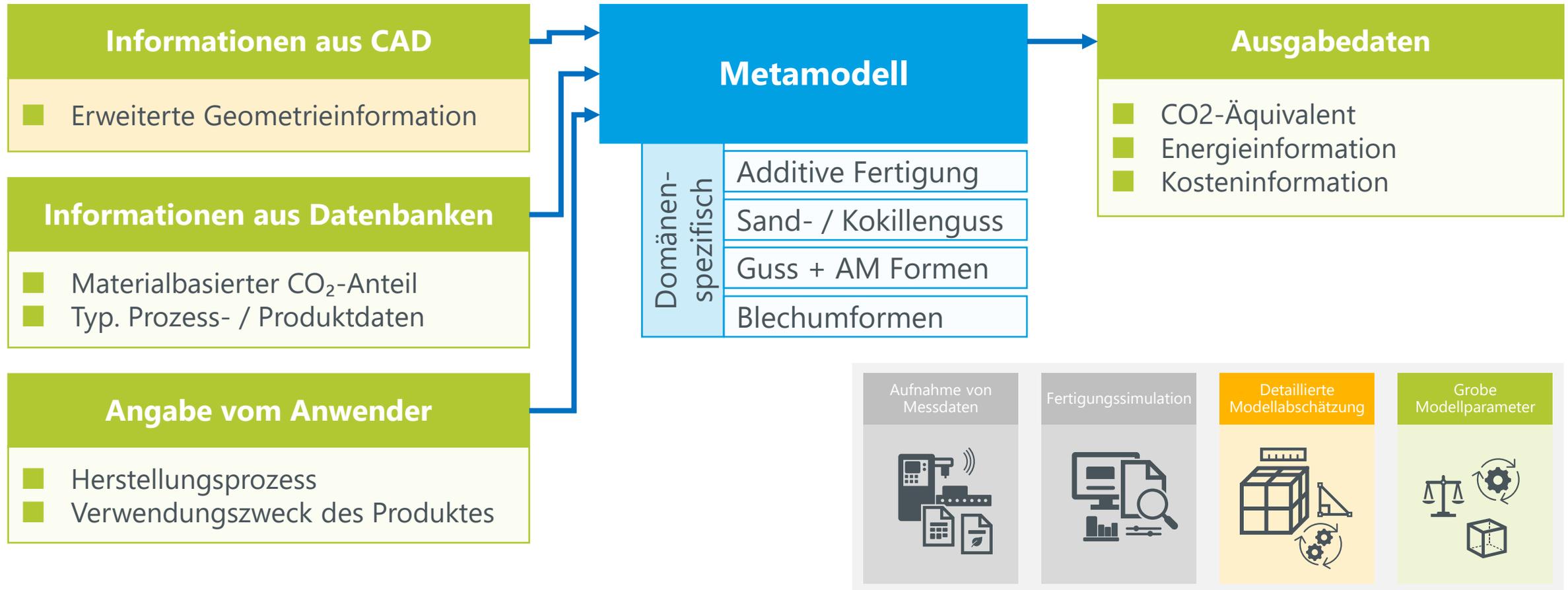
Bessere Datenverfügbarkeit

Steigende Ergebnisqualität

Datenfluss einer vLCA



Datenfluss einer vLCA mittels Metamodell



Metamodell

Geometrieinformation

- Basis: stl-Dateien
- Volumen
- Oberfläche
- Bounding-Box
- Komplexität des Bauteils

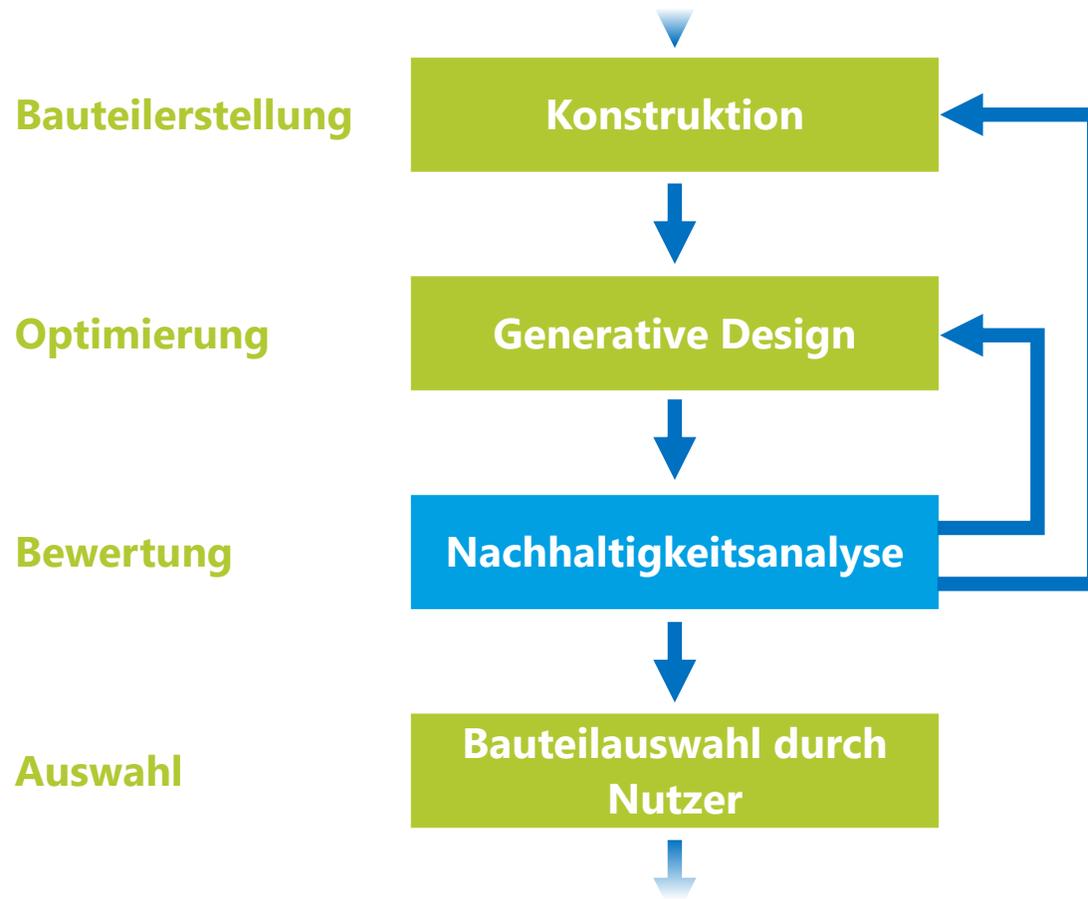
Materialbasierter CO₂-Anteil

- Dichte × Volumen ⇒ Masse
- Emissionsfaktor (EF) aus Ecoinvent, GaBi, z.B.
 - Stahl ≈ 1,8 kg CO₂e / kg (Globaler Durchschnitt) (8 Billion Trees)
 - Aluminium ≈ 8,6 kg CO₂e / kg
- Material-CO₂ = m × EF

Prozessbezogene Energie

- Masse des Bauteils bzw. Guss-/Form- oder Stützmaterial
- Verfahrensspezifischer SEC-Wert (MJ / kg)
- Prozess-CO₂ = SEC × m × EF_{Energie}

Anwendung im Projekt FORAnGen



Kontakt



Andreas Kormann, M.Sc.

Lehrstuhl für Konstruktionslehre und CAD

Universität Bayreuth

Telefon: 0921 / 55-7196

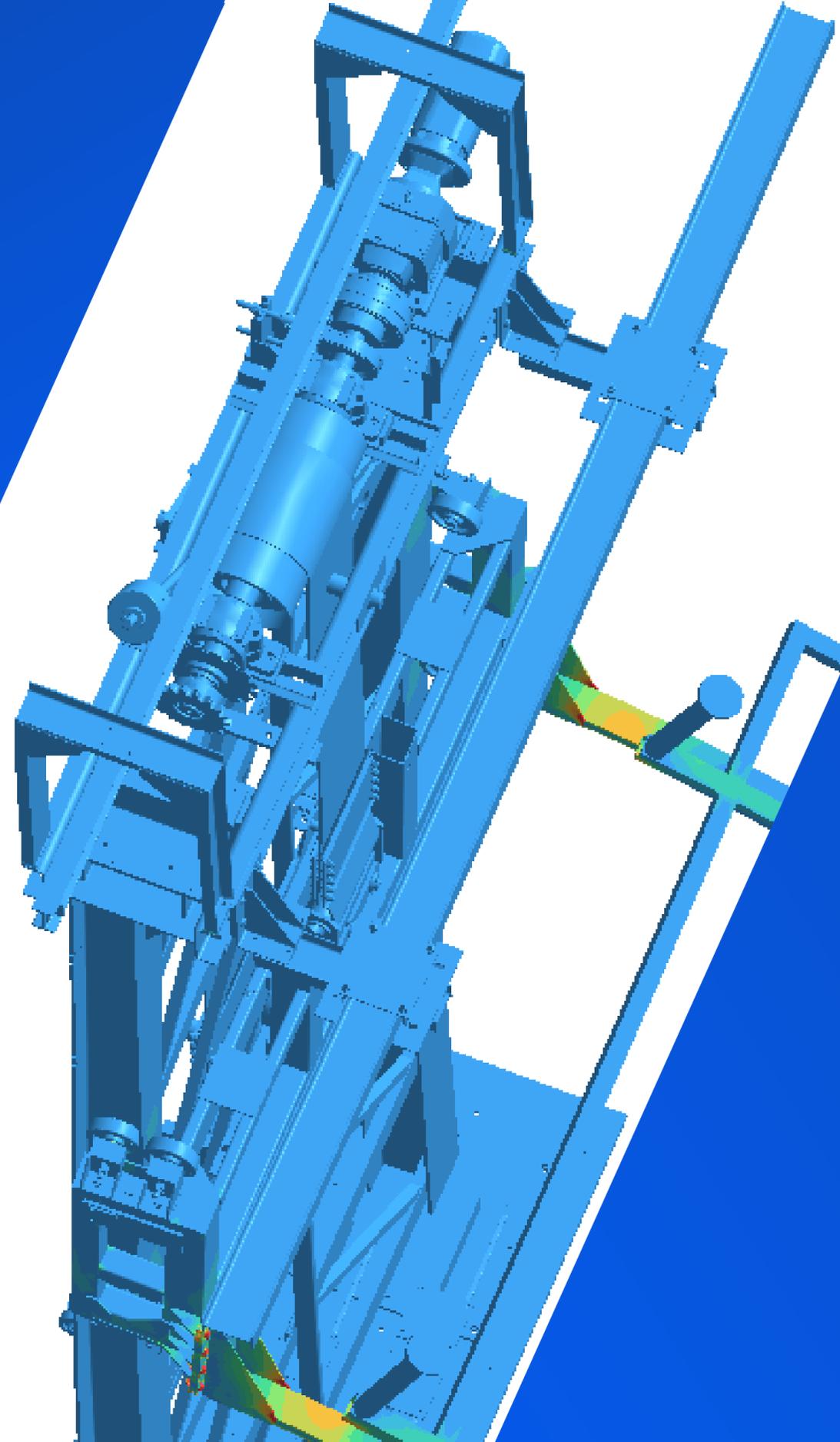
E-Mail: andreas.kormann@uni-bayreuth.de

AVARINDUSTRIES

Simulation in der Konstruktion

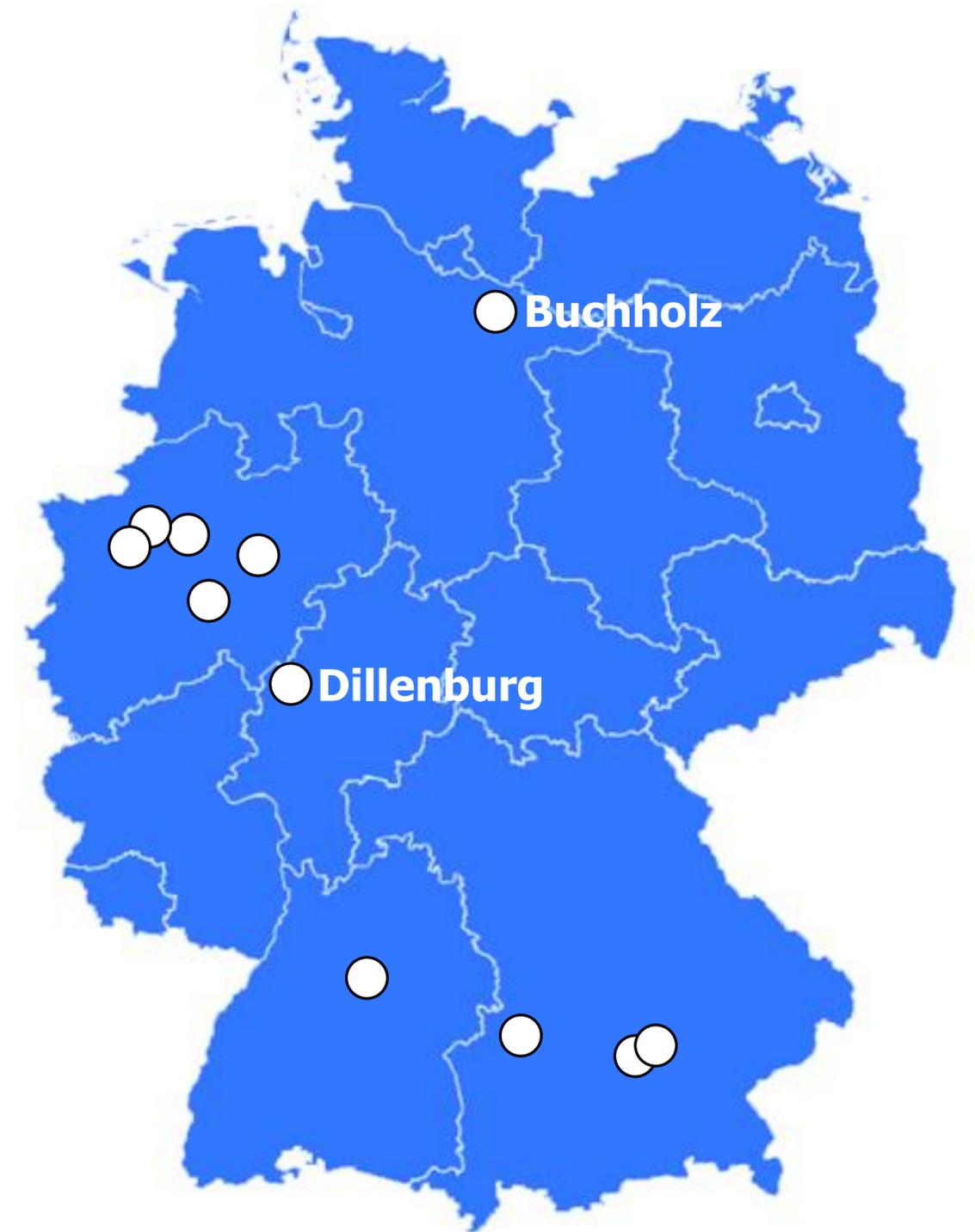
Effiziente
Produktentwicklung
mit SimSolid

David Kunz
Simulationsingenieur FEM & CFD
Var Group



Wer wir sind

- Firmengründung 1996
- Vertrieb von FEM- und CFD-Lösungen
- CAE-Consulting
- Büros in Buchholz und Dillenburg
- Siemens Vertriebspartner seit 2006
- Altair Vertriebspartner seit 2025
- Seit 2024 Teil der Var Group

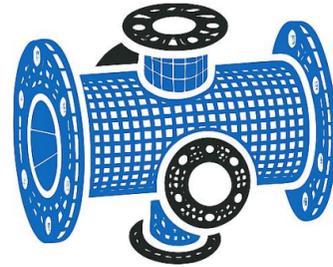


Unser Softwareangebot



Fluid / Thermal

- FLOEFD
- Flomaster
- FloTHERM
- STAR-CCM+



Strukturanalyse

- SimSolid
- Femap
- Fibersim
- Hypermesh
- Hyperworks
- Nastran
- Optistruct
- Simcenter



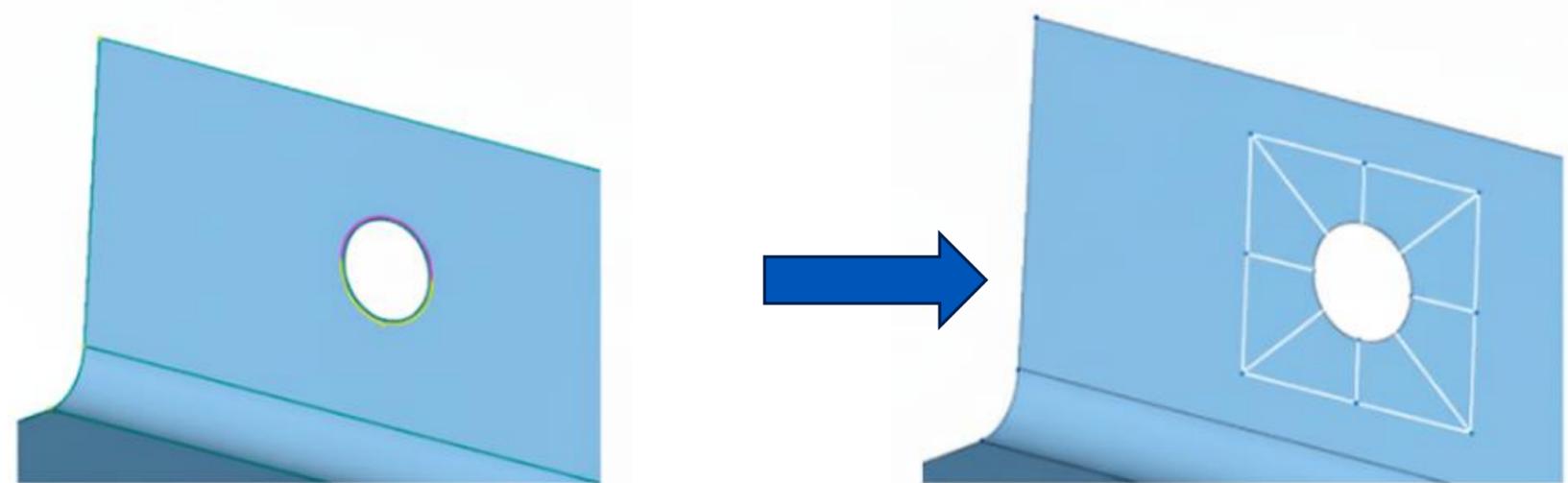
Nachweisführung

- weldFEM
- winLIFE
- SDC Verifier

Bestandteile einer klassischen FEM-Analyse

Geometrie - Idealisieren

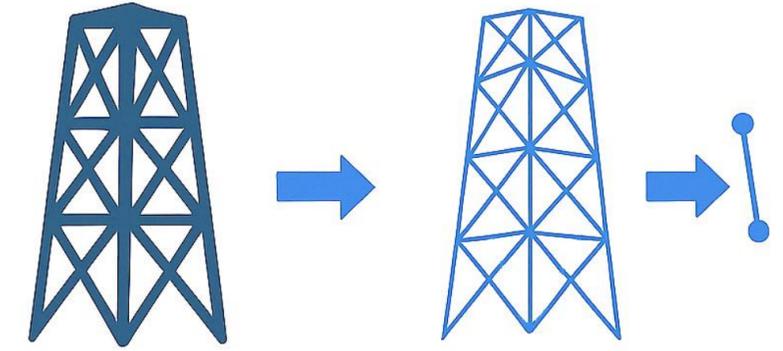
- Reduzierung der Geometrie auf strukturell relevante Bauteile
- Entfernen strukturell irrelevanter Features
- Bleche: Mittenflächenerstellung
- Entfernen kleiner Flächen und Kanten als Vorbereitung für die Vernetzung
- Unterteilung von Flächen als Vorbereitung für die Vernetzung



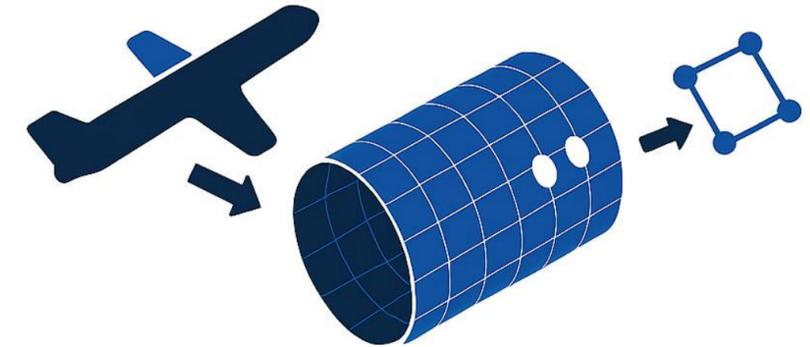
Bestandteile einer klassischen FEM-Analyse

Vernetzung - Abstrahieren

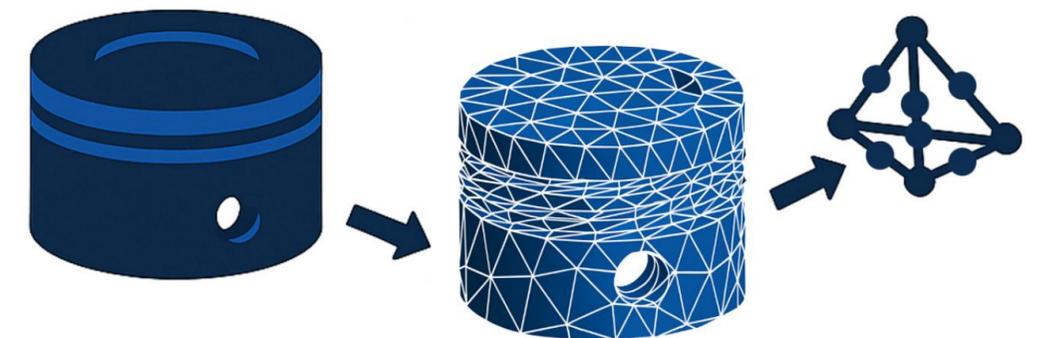
- Elementtypen müssen vom Anwender in Abhängigkeit von Geometrie gewählt werden
- Händische Einstellung von Elementgröße hinsichtlich Ergebnisgenauigkeit
- Konstruktive Änderungen erfordern Anpassung der Vernetzung
- Bei komplexen Baugruppen meist kombinierte Netze erforderlich



Balkenstrukturen: 1D Elemente



Dünnwandige Strukturen: 2D Elemente

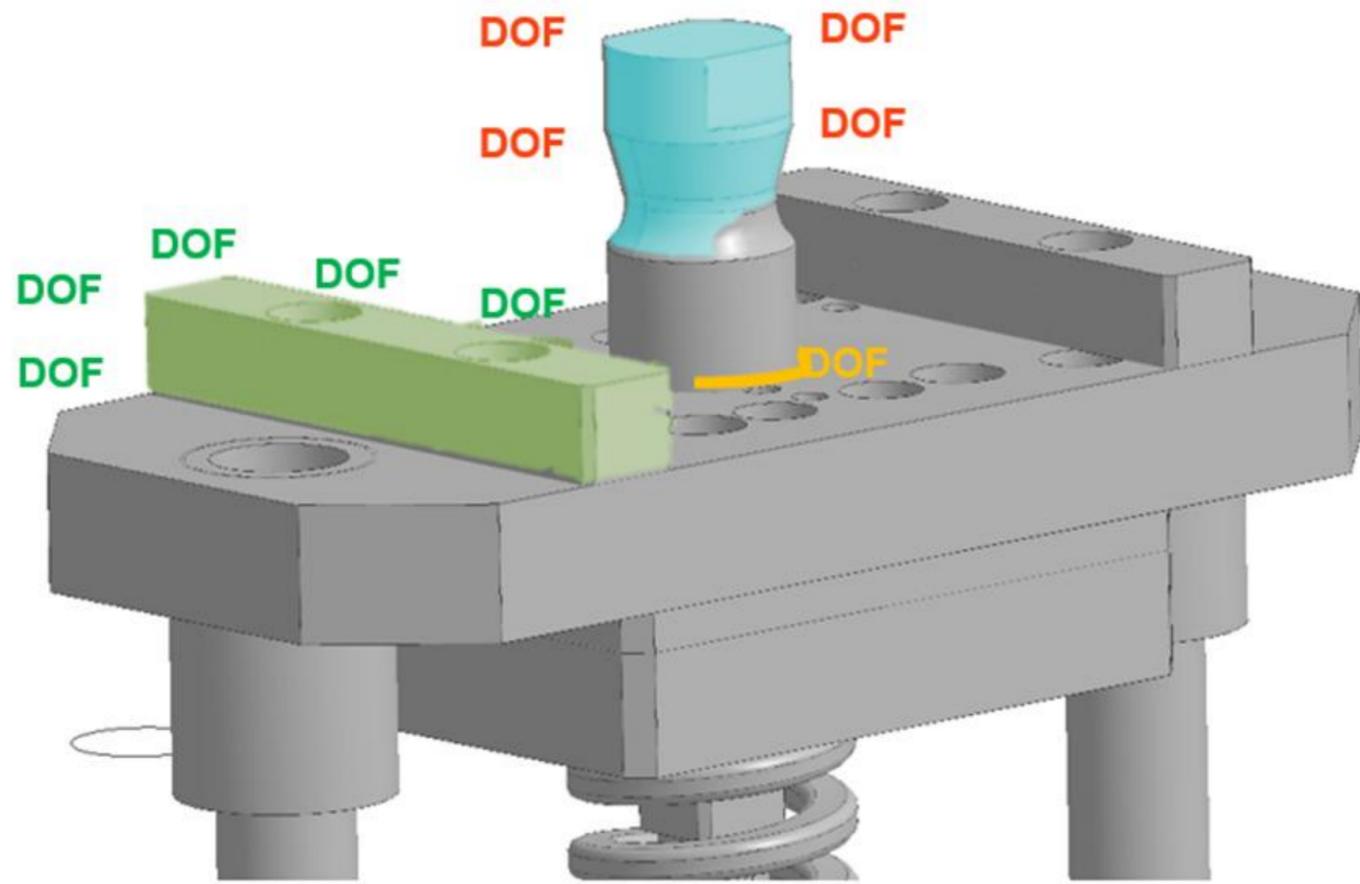


Massive Strukturen: 3D Elemente



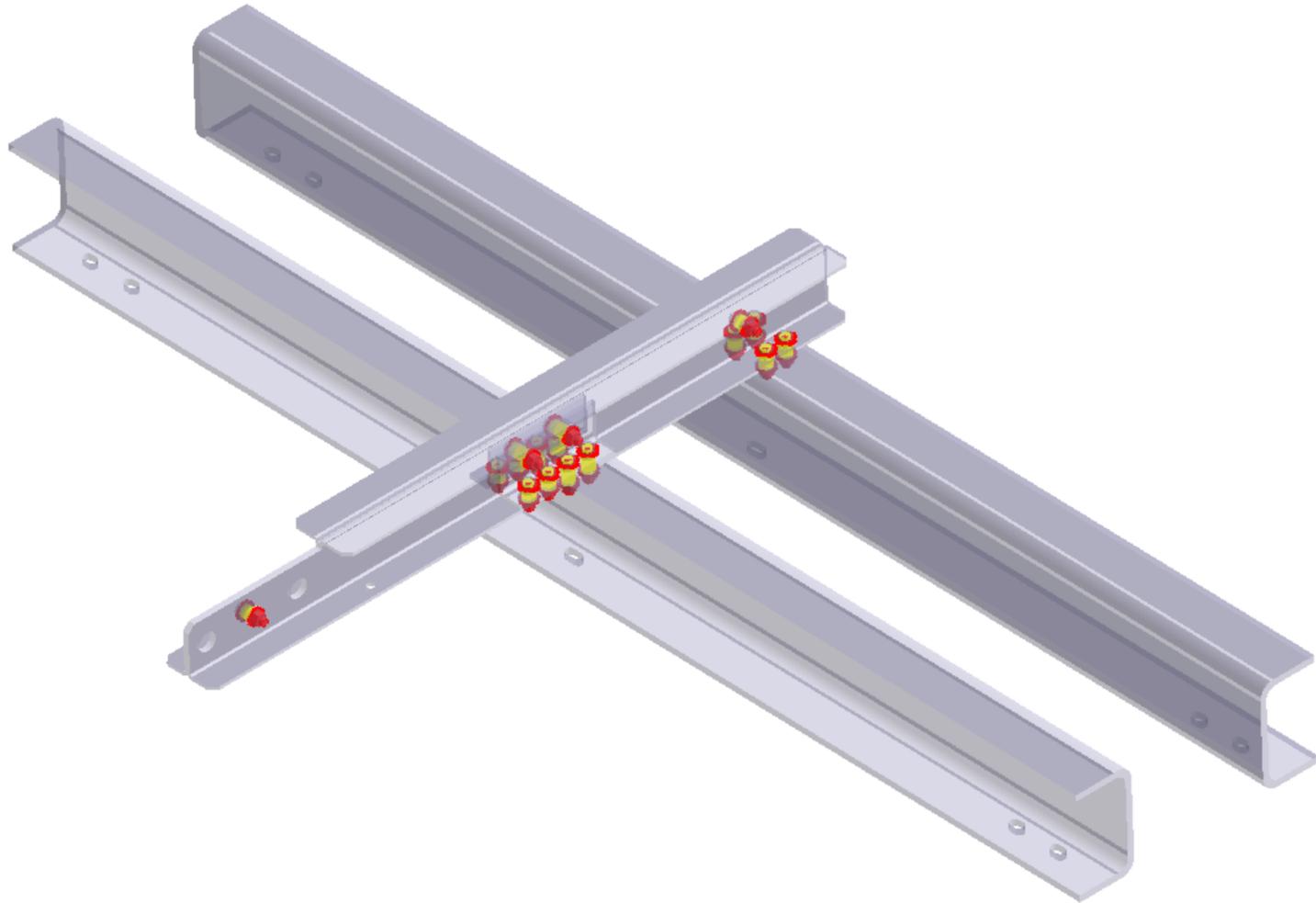
Live-Demo: SimSolid

Warum ist SimSolid so schnell?



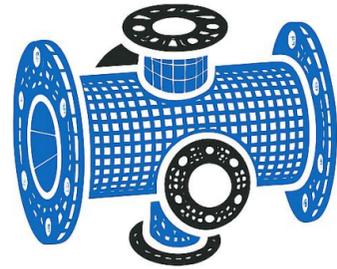
- Keine Vernetzung notwendig
- SimSolid erkennt Geometriefeatures als „Finite Elemente“
- Theorie: Externe Approximation

Warum ist SimSolid so schnell?



- Automatische Erfassung von Schraubenverbindungen und Schweißnähten
- Robust gegenüber Lücken, Toleranzen und Überlappungen
- Keine Geometrievereinfachung notwendig
- Optimiert für komplexe Baugruppen

SimSolid Analysemöglichkeiten



Strukturell

- Linear
- Nichtlinear
- Knicken / Beulen
- Thermal



Modal

- Eigenfrequenzen



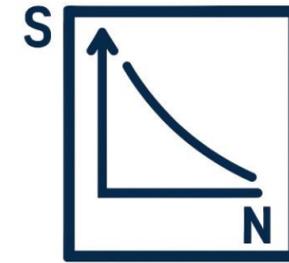
Dynamisch

- Transient
- Frequenzgang
- Vibration
- Spektrum



Thermisch

- Stationär
- Transient

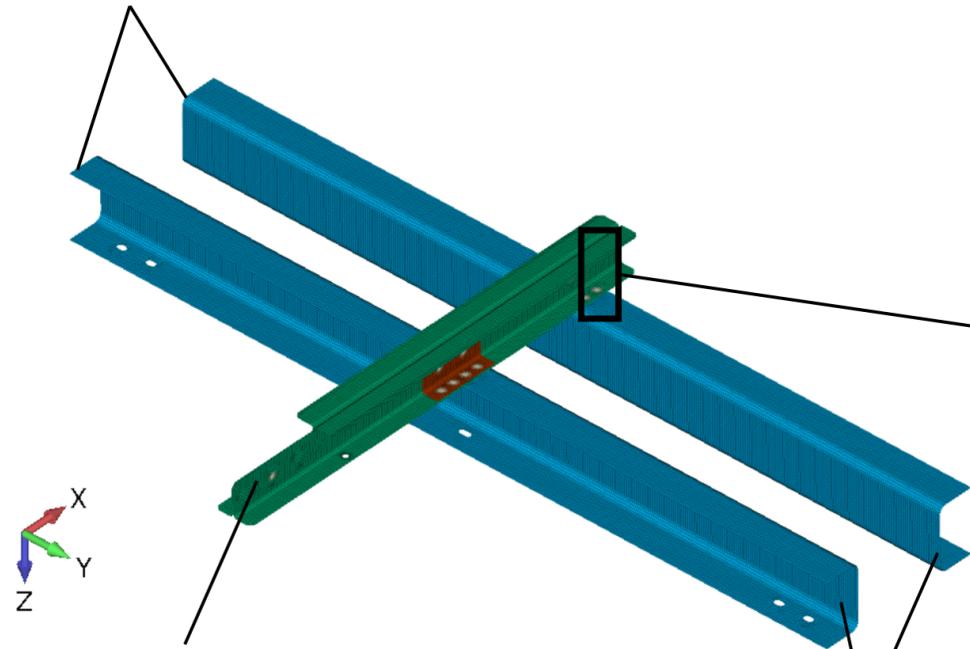


Ermüdung

Vergleich FEM / SimSolid

Verschraubte Profile, FEM-Modell

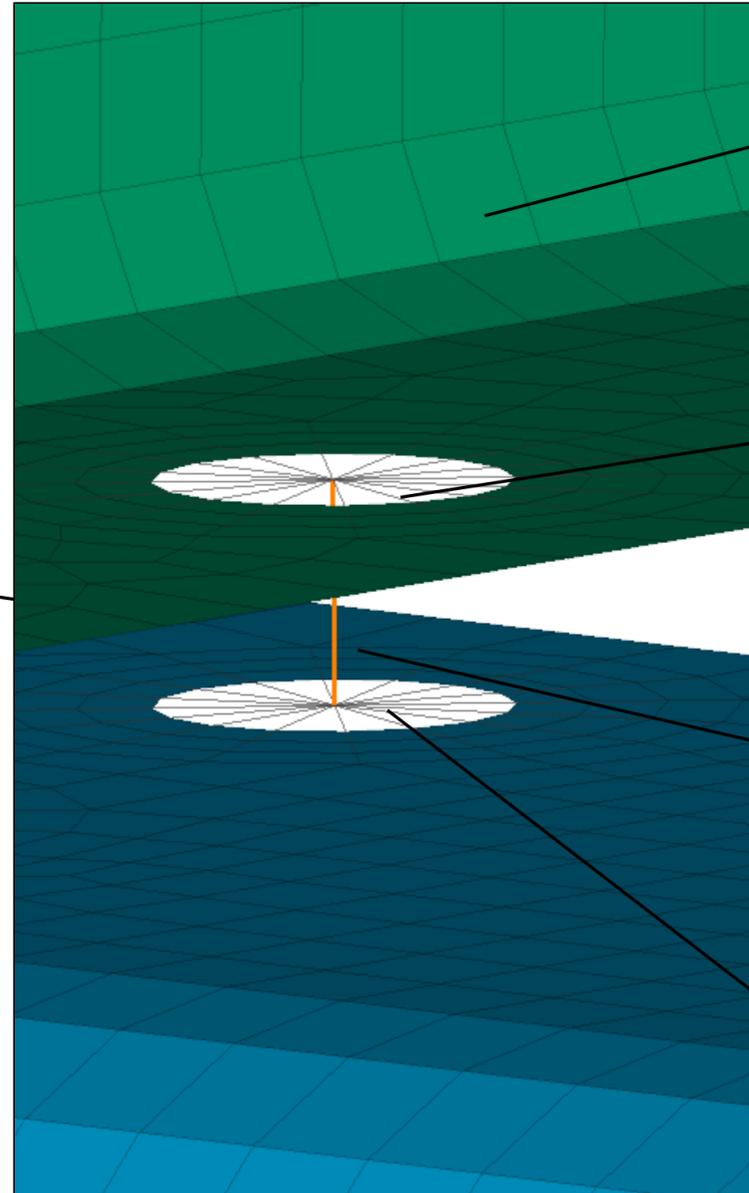
Feste Einspannung



20 kN in Z-Richtung

Feste Einspannung

FEM-Netz



Profile: Schalenelemente (2D)

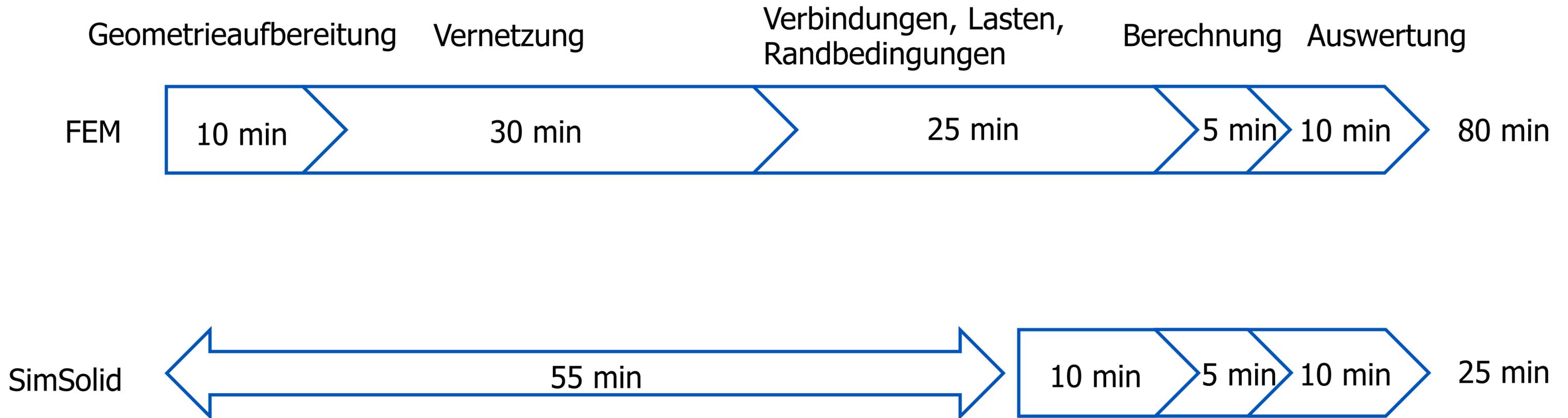
Schraubenkopf: Starrkörper

Schraubenschaft: Balkenelement (1D)

Mutter: Starrkörper

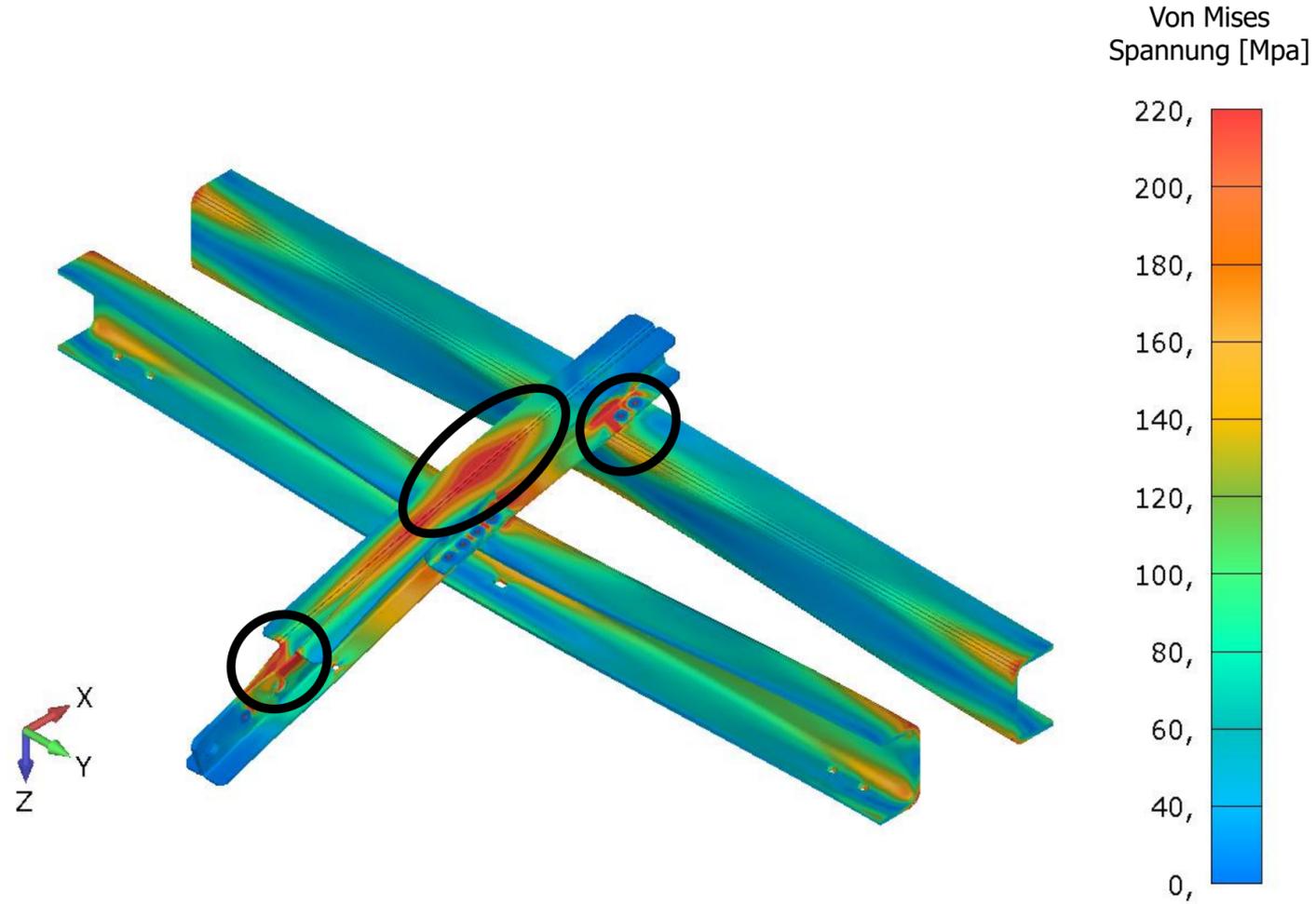
Vergleich FEM / SimSolid

Verschraubte Profile, Zeitaufwand

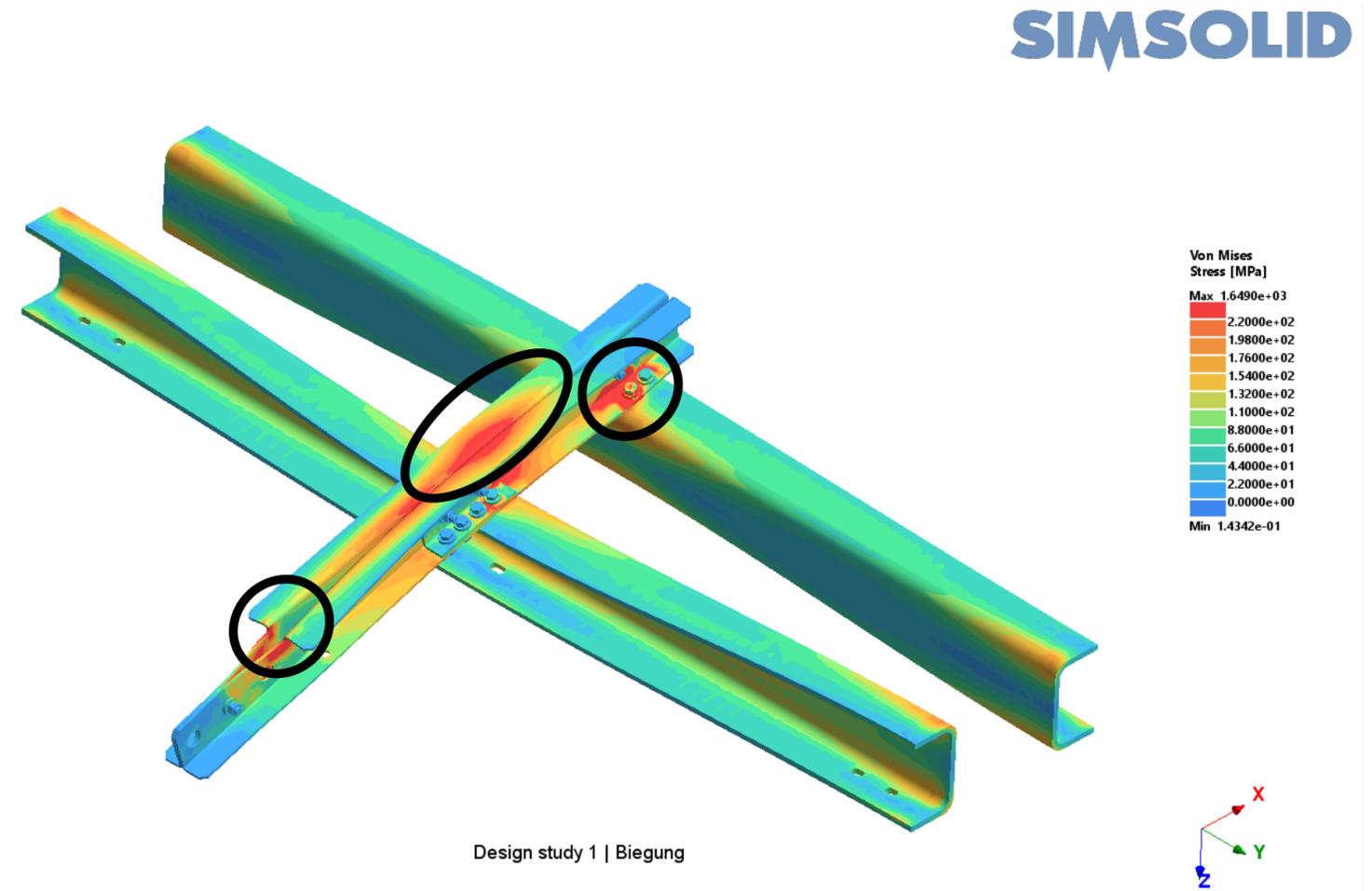


Vergleich FEM / SimSolid

Vergleichsspannungen FEM (Femap + Nastran)



Vergleichsspannungen SimSolid





„Man sollte nie so viel zu tun haben, dass man zum Nachdenken keine Zeit mehr hat.“

Georg Christoph Lichtenberg



Kontakt

David Kunz

*Simulationsingenieur
FEM & CFD*

david.kunz@smart-fem.de

Konstruktion mit Formelement-Bibliotheken

in Creo Parametric

- Formelemente?
 - CAD – Standard - Konstruktionselemente
 - Formelemente, die Funktionen abbilden (UDF)
- Bibliotheken?
- Formelemente verwenden
 - Creo Parametric Standardnutzung
 - Formelemente mit Masken erzeugen und editieren
 - Zahnrad
 - Gewinde
 - Textbeschriftungen

Formelemente?

Formelemente = Konstruktionselemente?

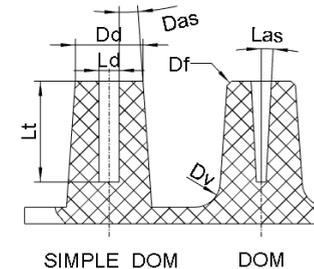
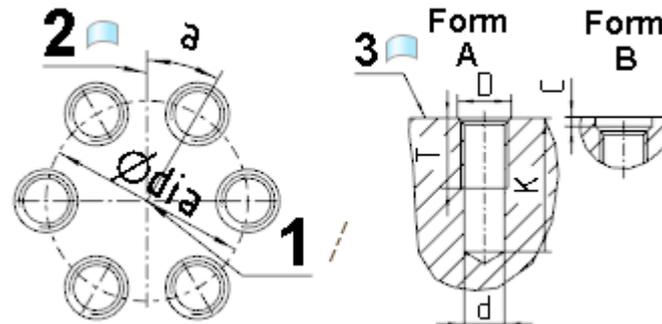
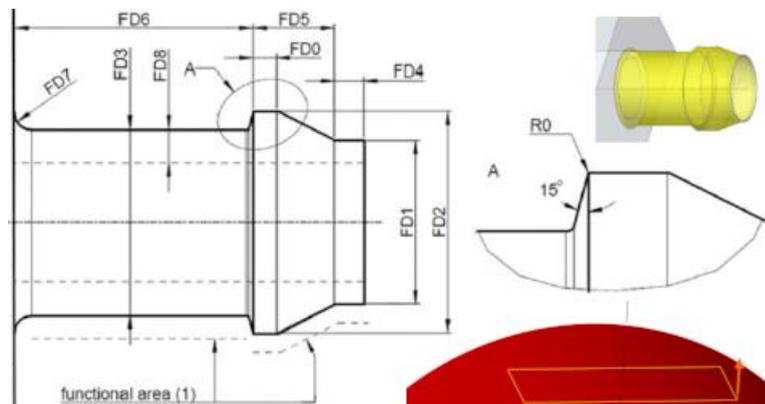
JAEIN

Konstruktionselemente = „universelle“ Basis-Formelemente



Mit Konstruktionselementen werden Formelemente erzeugt, die eine konkrete technische Funktion abbilden!

Im allgemeinen bilden mehrere Konstruktionselemente ein Formelement.



- Bezüge**
- Grundkörper**
- Bohrungen**
- Nuten und Senkungen**
- Freistiche und Fasen**
- Gewinde**
- Wellenenden**
- Welle-Naben-Verbindung**
- Verzahnungen**
- Text**

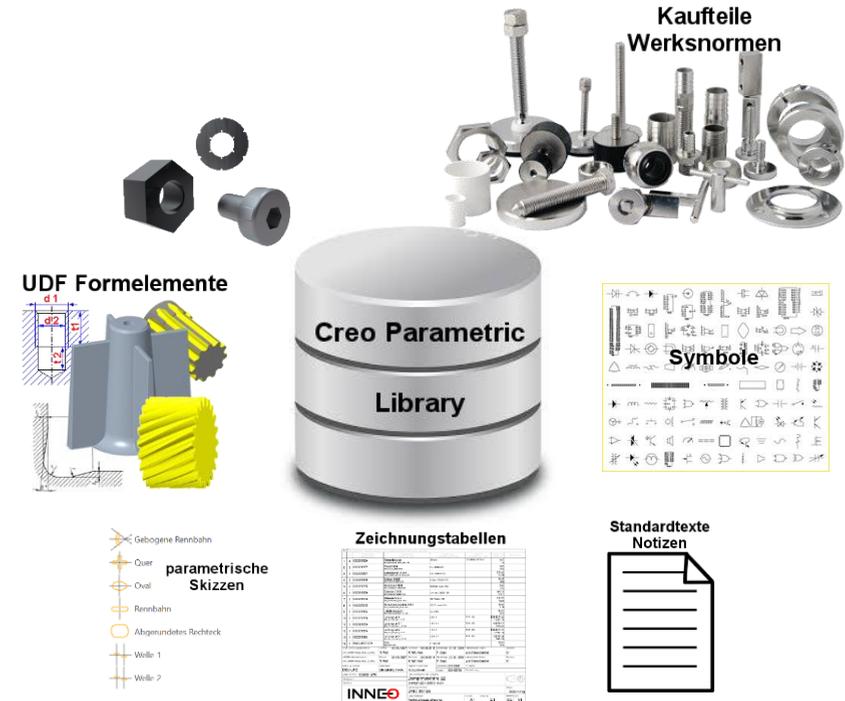
Bibliotheken?

Was ist eine Bibliothek?

Klassisch



Creo Parametric



Sammlung von Bibliotheksobjekten = Know How Archiv

= Know How Archiv Merkmale

- Gesammeltes überprüftes Know How
- Einheitlicher **unternehmensspezifischer** Aufbau (Folien, Stk-Informationen, Vereinfachungen usw.) => gute Datenqualität
- Zentral gespeichert (Windchill / Filesystem) -> keine Redundanz
- Jeder hat Zugang und muss „das Rad nicht noch einmal erfinden“
- Filter für Vorzugsobjekte => Steuerung bei Neukonstruktionen
- Templates von Formelementen; Modellen + Zeichnungen

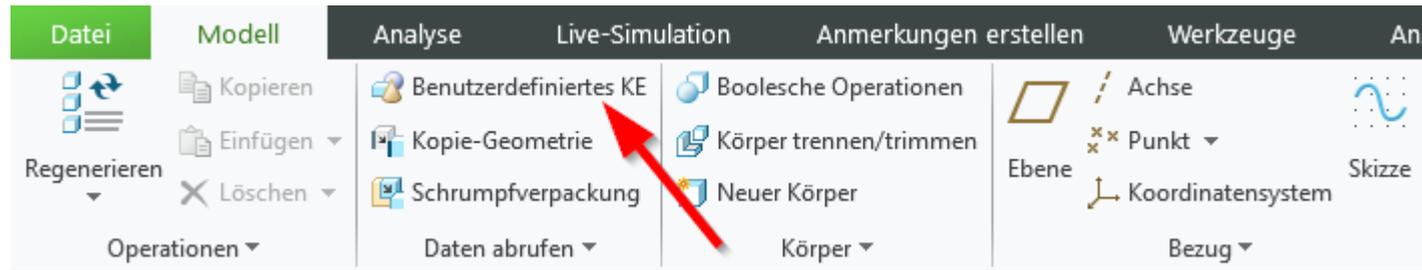


=>Entscheidende Voraussetzung für schnelle und variable Produktentwicklung

Formelemente verwenden

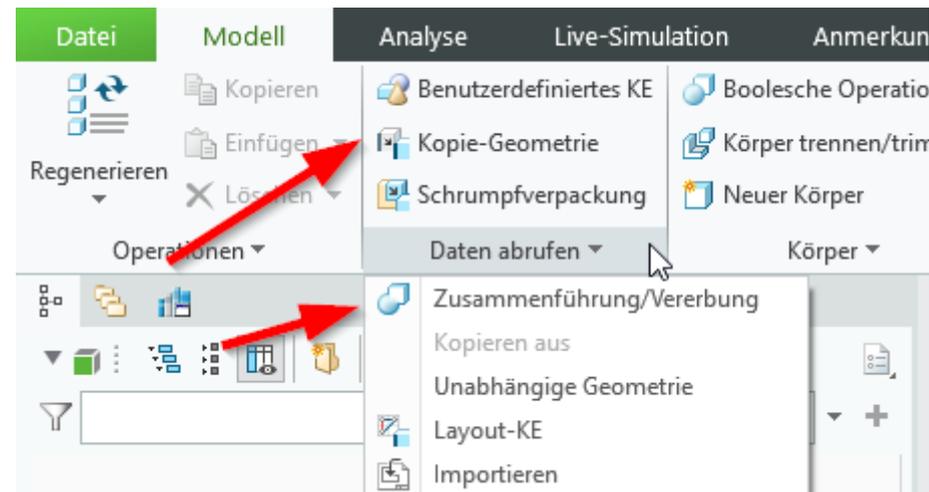
Creo Parametric Funktionen

- Benutzerdefinierte KEs (*UserDefinedFeatures* UDF; abhängig J/N) 



- Geometrie aus anderen Modellen

- Kopieren von KE's (abhängig J/N)
- Kopieren von Körpern
- Kopieren/Einfügen



GENIUS TOOLS UDF Forms



The screenshot illustrates the GENIUS TOOLS UDF Forms workflow in a CAD environment. The central model is a gear, and three panels show the definition of different UDF forms:

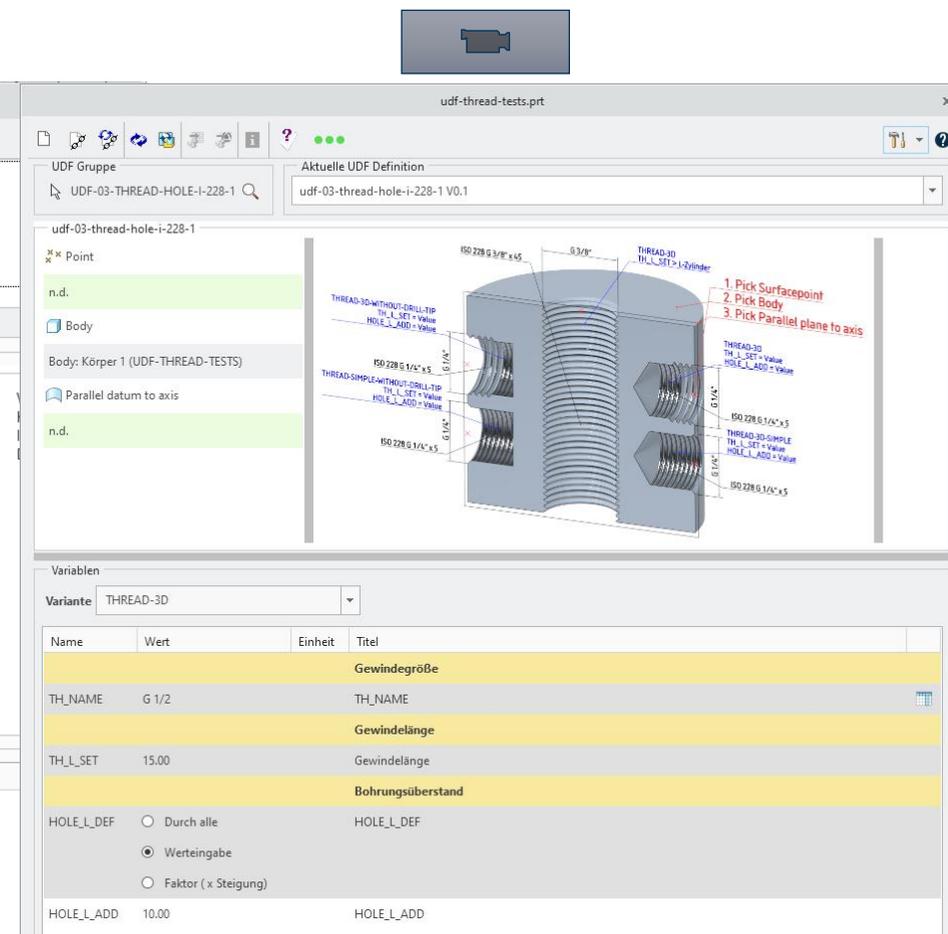
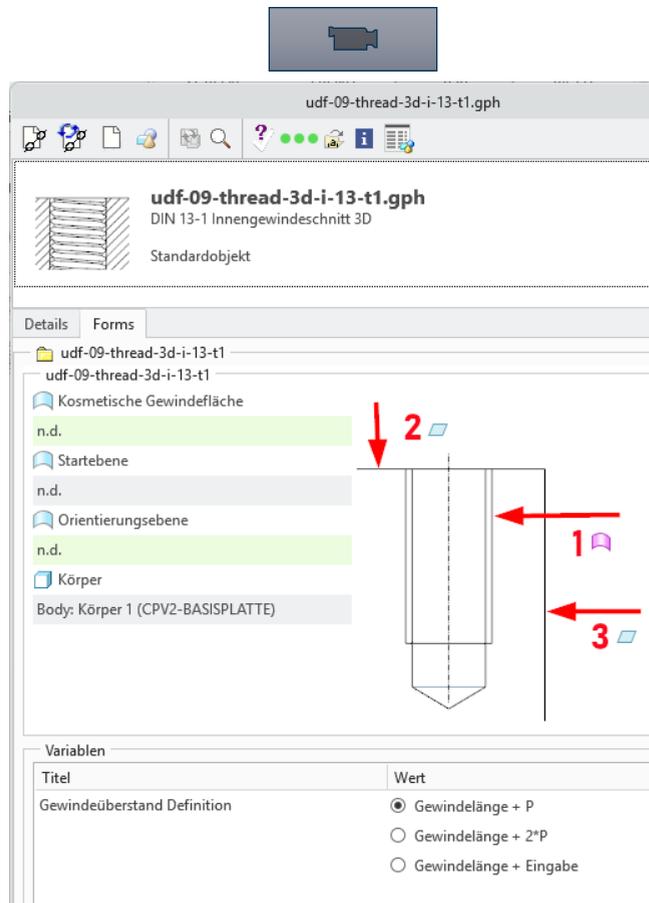
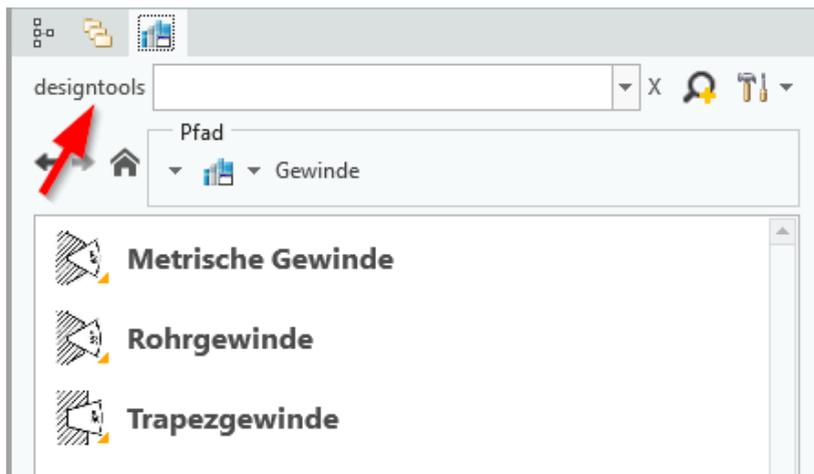
- Left Panel (UDF_01_WELLENABSATZ):** Shows the definition of a gear blank. The table below lists the variables and their values.
- Top Panel (UDF_12_ZAHNRAD_AUSSEN):** Shows the definition of the gear's outer profile. The table below lists the variables and their values.
- Bottom Panel (UDF_03_D_BOHRUNG_NUT6885):** Shows the definition of a hole in the gear. The table below lists the variables and their values.

Name	Wert	Einheit	Titel
Da	77.00	[mm]	Außendurchmesser
L	8.00	[mm]	Länge
Di	0.00	[mm]	Innendurchmesser
			axiale Einbaulage (Mitte, Seite)
			<input type="radio"/> Mitte
			<input checked="" type="radio"/> Seite

Name	Wert	Einheit	Titel
z	28.00	[/]	Zähnezahl
m	4.00	[mm]	Modul
b	20.00	[mm]	Breite
beta	20.00	[°]	Schrägungswinkel
			Flankenrichtung
			<input checked="" type="radio"/> Rechts
			<input type="radio"/> Links
x	0.00	[/]	Profilverschiebungsfaktor
alpha	20.00	[°]	Normalergriffswinkel
			Kopfrundungsfaktor (rof* = 0,25)

Name	Wert	Einheit	Titel
Di	50.00	[mm]	Bohrungsdurchmesser
w	0.00	[°]	Winkellage Passfedernut

GENIUS TOOLS UDF Forms



Warum?

- Gewindekennzeichnung am Maß
- Gewindeerkennung im schattierten Modus
- 3D Gewinde für spezielle Situationen (z.B. 3D-Druck)

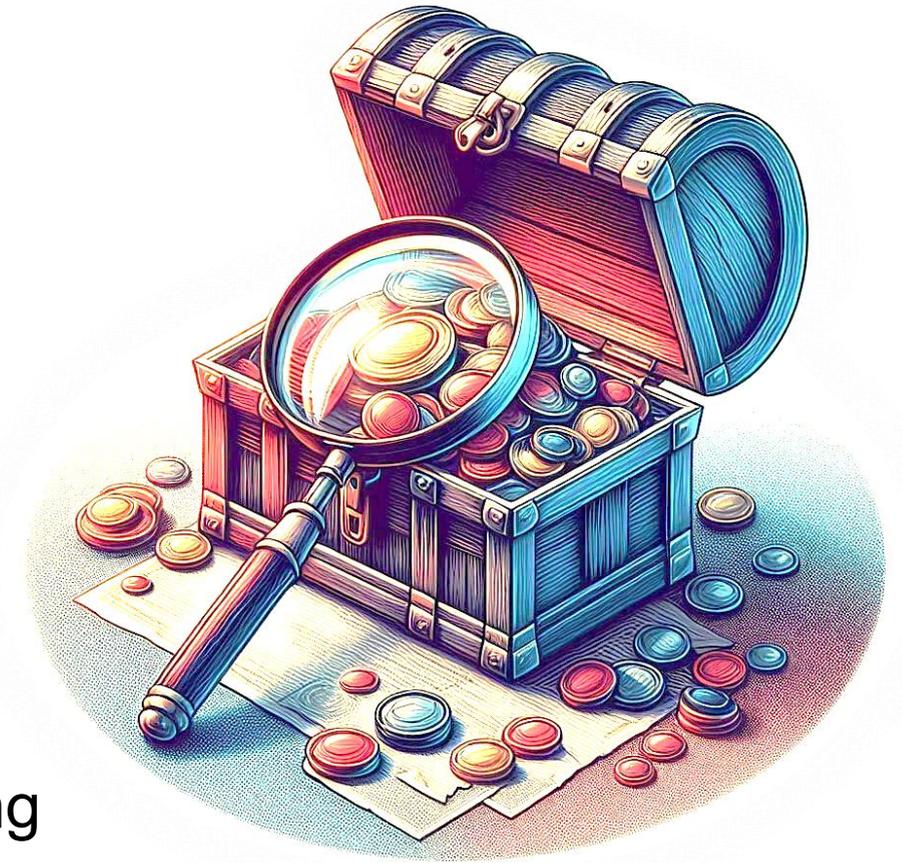
GENIUS TOOLS UDF Forms



Titel	Wert	Einheit
Fertigungsverfahren		
Darstellung	<input type="radio"/> 1 Lasern als Flächentrennung <input type="radio"/> 2 Lasern mit Tiefenangabe <input checked="" type="radio"/> 3 Lasern "Bis Nächste" <input type="radio"/> 4 Gravurkurve <input type="radio"/> 5 Gravurkurve mit 3D Schnitt <input type="radio"/> 6 3D Druck	
Font	TC_LaserSans	
Textquelle	<input type="radio"/> Modellparameter <input checked="" type="radio"/> Freitext	
Freitext	Mein Text	
Text Abmessungen		
X-Value	100.000	[mm]
Y-Value	100.000	[mm]
Texthöhe	10.000	[mm]

Titel	Wert	Einheit
Fertigungsverfahren		
Darstellung	<input type="radio"/> 1 Lasern als Flächentrennung <input type="radio"/> 2 Lasern mit Tiefenangabe <input checked="" type="radio"/> 3 Lasern "Bis Nächste" <input type="radio"/> 4 Gravurkurve <input type="radio"/> 5 Gravurkurve mit 3D Schnitt <input type="radio"/> 6 3D Druck	
Font	TC_LaserSans	
Textquelle	<input type="radio"/> Modellparameter <input checked="" type="radio"/> Freitext	
Freitext	Mein Text	
Text Abmessungen		
X-Value	100.000	[mm]
Y-Value	100.000	[mm]
Texthöhe	10.000	[mm]

- Sind ein Speicher von Produkt-Know-How
- Helfen bei der Einarbeitung neuer Mitarbeiter
- Unterstützen Funktionales Konstruieren
- Standardisieren den Modellaufbau
- Können ISO-GPS Spezifikationen beinhalten
- Erhöhen die Produktivität in der Produktentwicklung

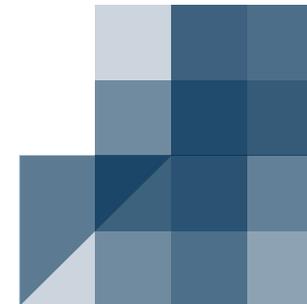


Vielen Dank für Ihr Interesse.

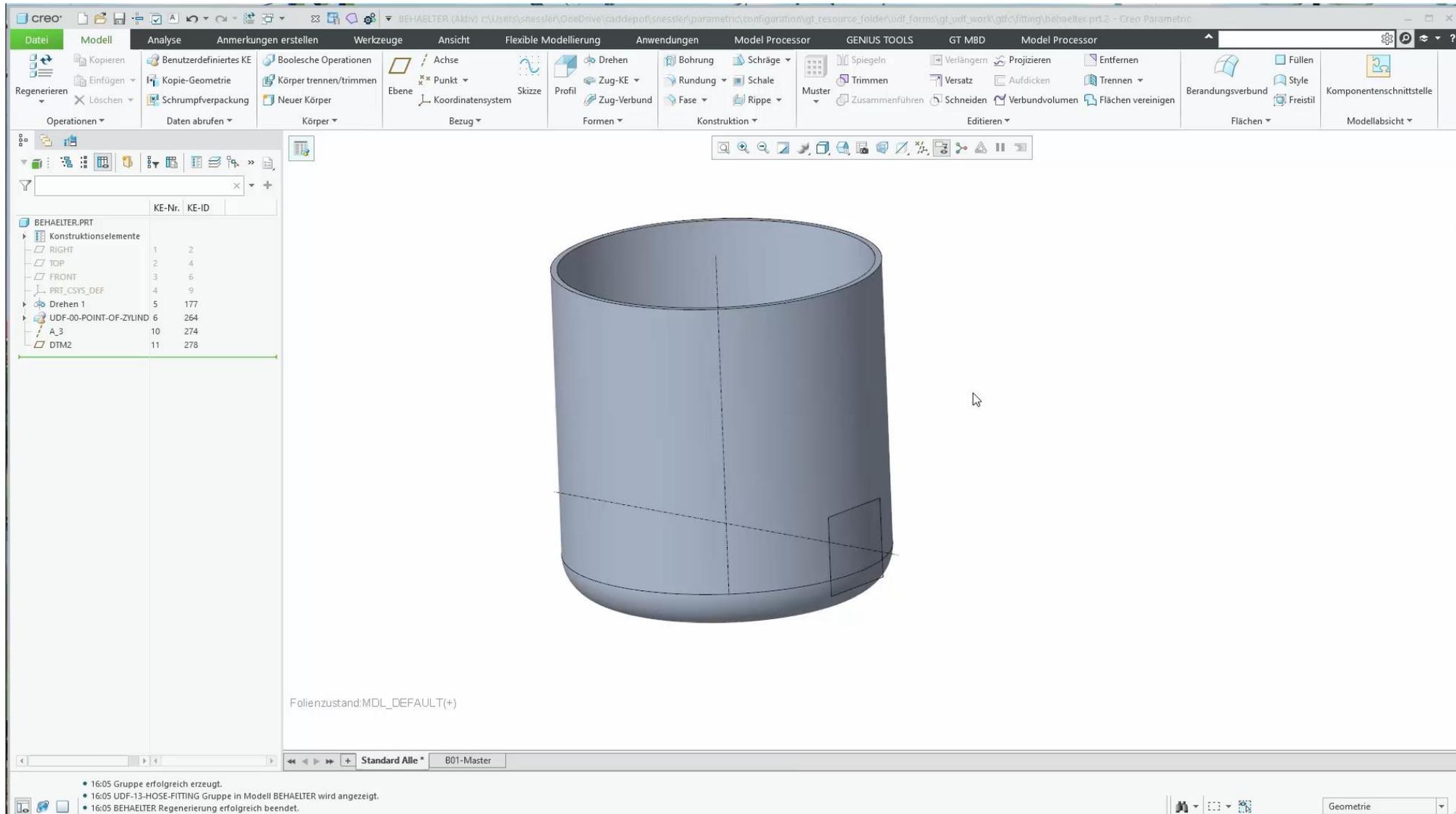
Wir sind INNEO – gemeinsam bringen wir Digitalisierung zum Erfolg.

Sind Sie dabei?

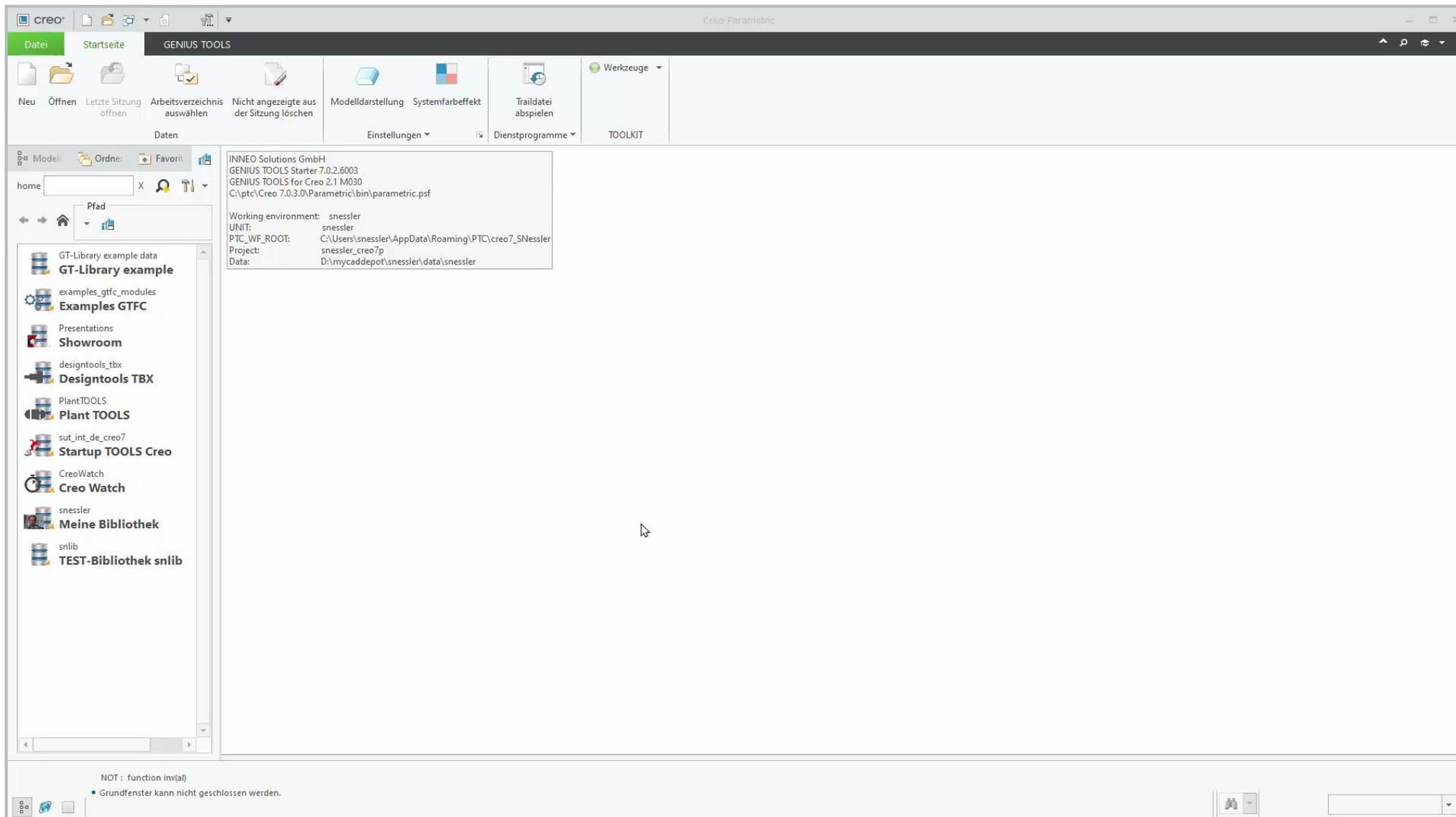
www.inneo.de



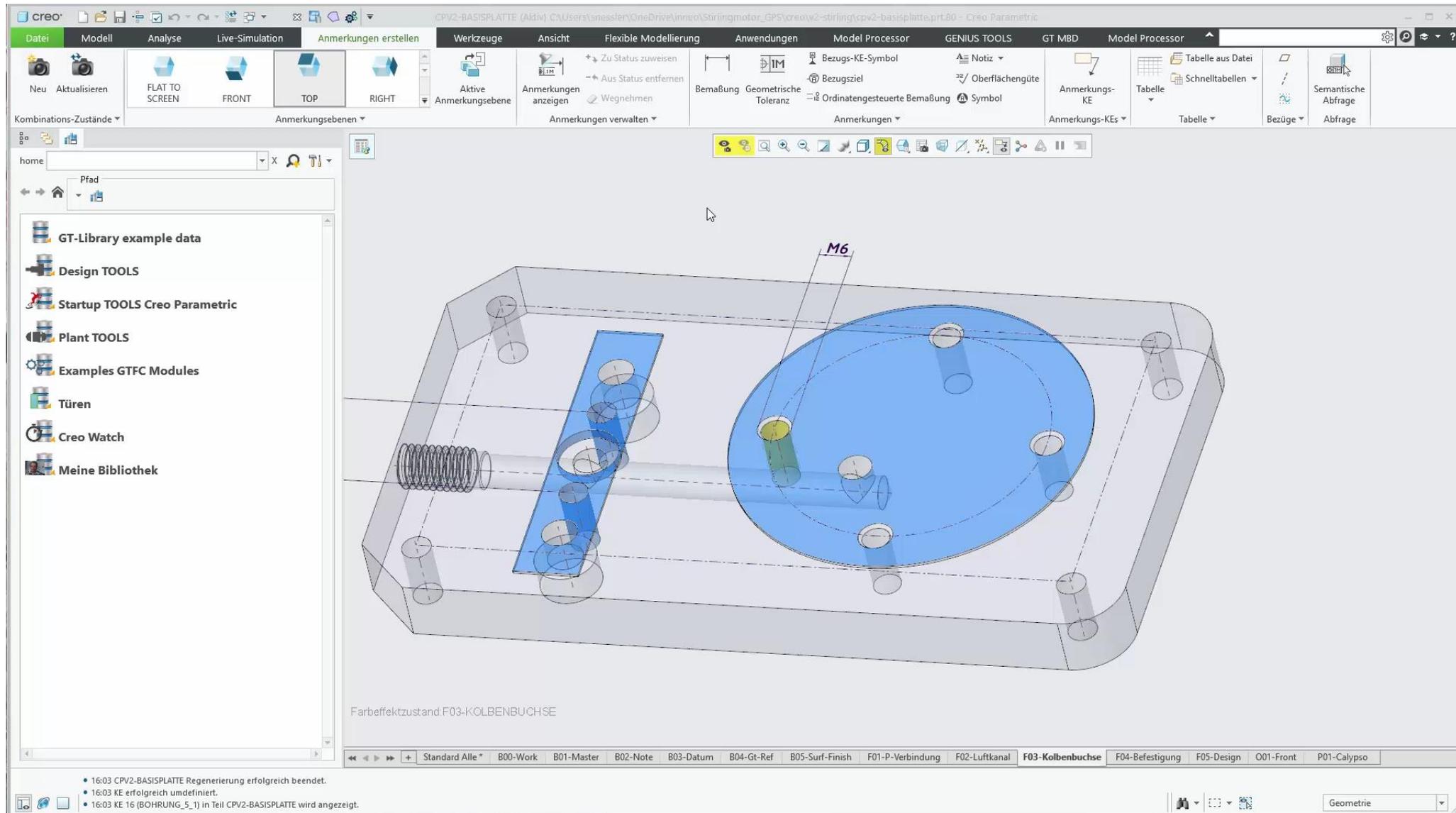
Creo Parametric UDF einfügen



UDF Nutzung mit Forms / Zahnrad



UDF Nutzung mit Forms / Standardgewinde





UDF Nutzung mit Forms / Rohrgewinde / Anmerkungen

The screenshot displays the Creo Parametric software interface. The main window shows a 3D model of a cube with several cylindrical features (pills) attached to its faces. The model tree on the left lists the following items:

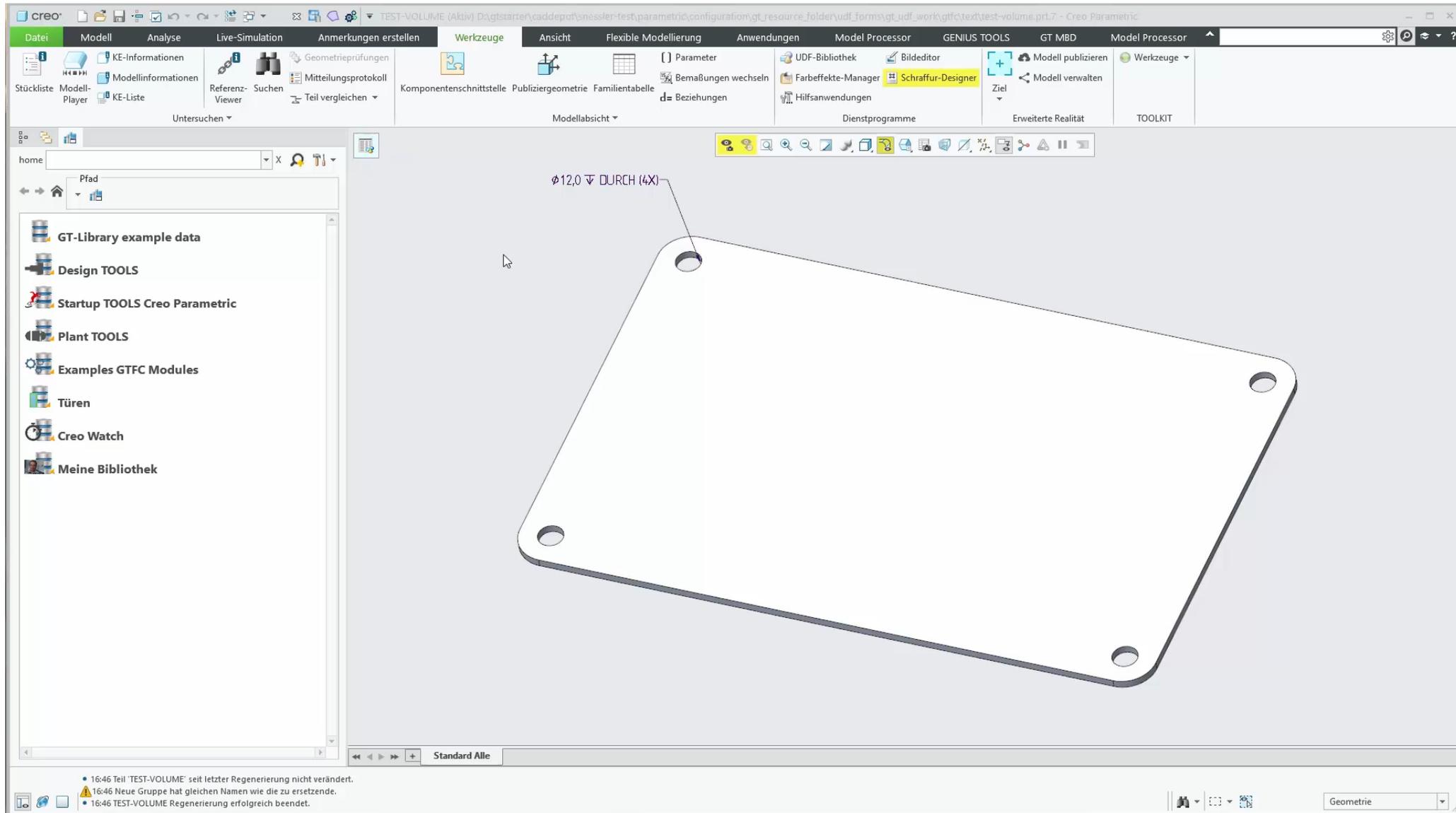
	KE-Nr.	KE-ID
UDF-THREAD-TESTS.PRT		
Materialien	<Keine>	
Körper (1)		
RIGHT	1	2
TOP	2	4
FRONT	3	6
PRT_CSYS_DEF	4	9
Profil 1	5	47
PNT0	6	68
Gruppe UDF-00-POINT-OF-ZYLINDER	7	71
Gruppe UDF-00-POINT-OF-ZYLINDER_1	11	11689
Gruppe UDF-00-POINT-OF-ZYLINDER_2	15	11698
Gruppe UDF-00-POINT-OF-ZYLINDER_3	19	11707
Profil 2	23	1455
Bezugspunkt ID 1482	24	1482
Bezugspunkt ID 2118	25	2118
Skizze 1	26	9265
Profil 3	27	9273
Profil 4	28	14089
Gruppe UDF-00-POINT-OF-ZYLINDER_4	29	14109
Profil 5	33	16244
Schnitte	<Keine>	

At the bottom of the interface, a status bar displays the following information:

- Teil 'UDF-THREAD-TESTS' seit letzter Regenerierung nicht verändert.
- Zeile 37 KE BOHRUNG_5 ID 20259 von Modell UDF-THREAD-TESTS:Ungültige linke Seite der Zuweisung
- UDF-THREAD-TESTS Regenerierung erfolgreich beendet.



UDF Nutzung mit Forms / Text





N+P Informationssysteme GmbH

Digitalisierungspartner für Industrie und Bauwesen

Andreas Vogel
Projektvertrieb

Tommy Köhler
Consultant



Unsere Lösungen setzen auf etablierte Partner und marktführende Eigenentwicklungen

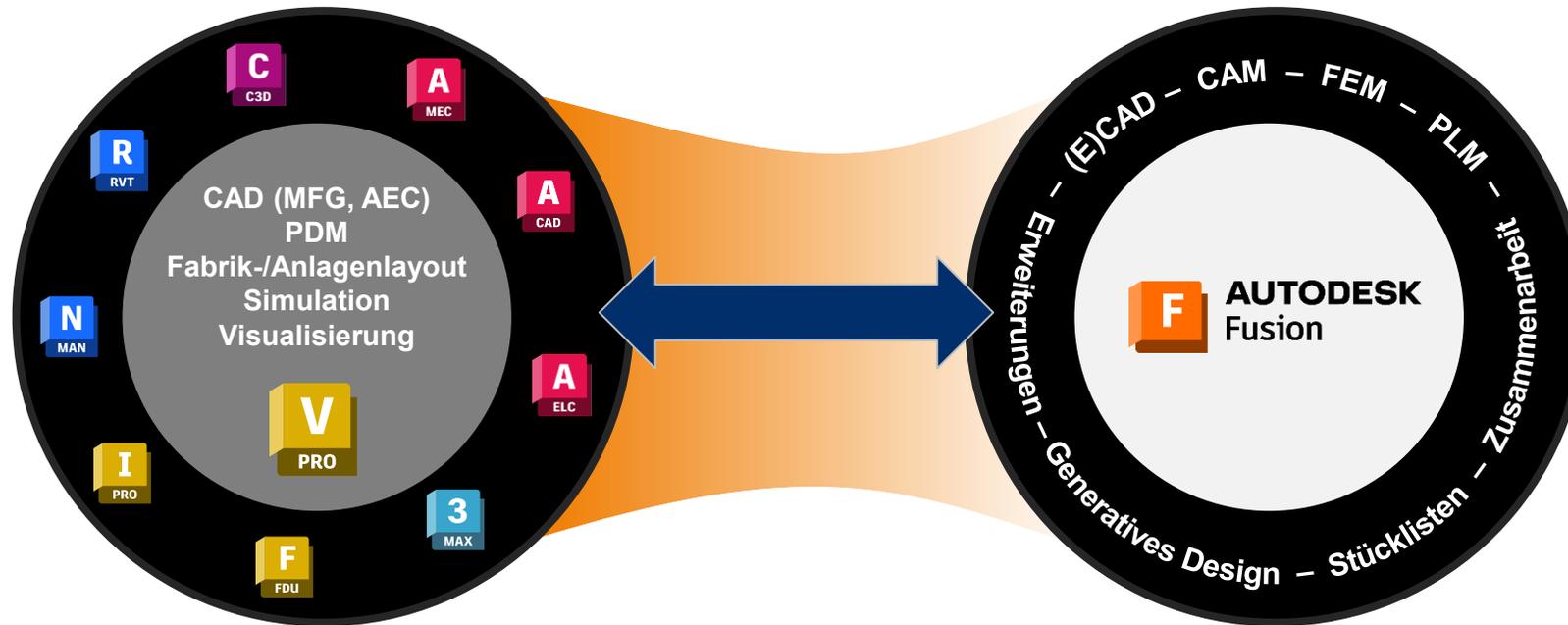
Partnerlandschaft digitale Fabrik



N+P ist nicht nur **Implementierungs- und Integrationspartner von digitalen Gesamtlösungen**, sondern verfügt auch seit über 30 Jahren über tiefgreifende **Entwicklungskompetenz**. Neben der Applikations-IT übernehmen wir auch die Entwicklung und **Betreuung der IT-Infrastruktur unserer Kunden**.



OnPremise & Cloud – das beste aus beiden Welten



On-Premise (vor Ort)

Desktop- Serverprodukte

Beste Performance auch bei großen Dateien

Hoheit über eigene Daten

Cloud

Fusion & Fusion Manage

Keine eigene Infrastruktur notwendig

Geringer Administrationsaufwand

Rechenpower der Cloud

Optimiert für Zusammenarbeit wo auch immer

So erreichen Sie uns

Kontaktdaten



N+P Informationssysteme GmbH

An der Hohen Straße 1 | 08393 Meerane | Telefon: 03764 4000-0

E-Mail: nupis@nupis.de | Web: www.nupis.de

Meerane – Berlin – Dresden – Kassel – Magdeburg – Nürnberg – Stuttgart



Titel: Creo 12.0 News – Deep Dive – Tipps & Tricks
Referent: Klaus Raab, INNEO

Abstract:

Creo 12.0 überzeugt durch viele neue Funktionalitäten. Der Anwender profitiert von der Fülle der Optimierungen bei bestehenden Funktionen und den Vereinfachungen bei der Benutzerführung. Die an konkreten Praxisanforderungen gezeigten Funktionserweiterungen, kombiniert mit Tipps und Tricks, sind der perfekte Einstieg für die Nutzung von Creo 12.0. Lassen Sie sich das nicht entgehen.

High End Virtualisierung für CAD, CAE und CAM



Innovative IT & PLM Lösungen

für Ihren
unternehmerischen Erfolg

 **systemworkx**
IT-Lösungen & 3D Produktivität erleben



Nah bei Ihnen

mit Sitz in München & Standorten in ganz Deutschland



Geschäftssitz

systemworkx AG
Hanauer Straße 58
80992 München

Geschäftsstellen

Augsburg, Übersee, Stuttgart, Mainz, Berlin, Halle

info@systemworkx.de

www.systemworkx.de

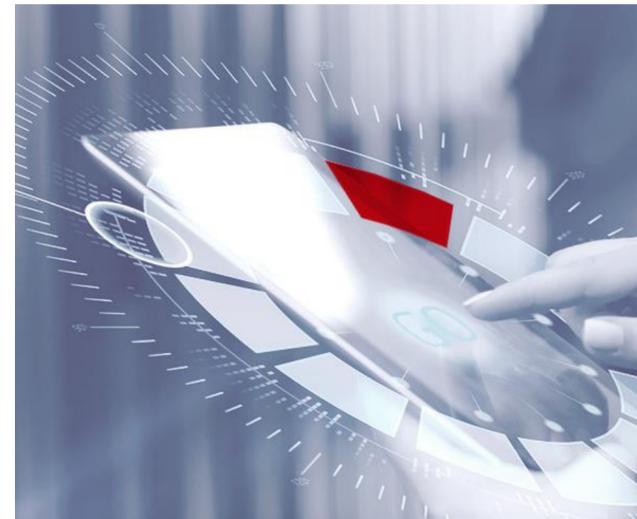
Wir betreuen Sie allumfänglich

Unser ganzheitlicher Lösungsansatz umfasst:

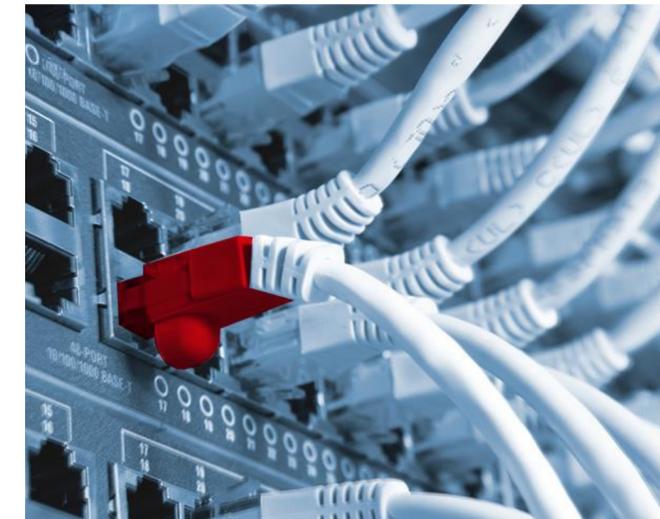
IT-Dienstleistungen sowie Hard- und Software für mittelständische Unternehmen und Großkunden



3D PLM Lösungen



IT Lösungen



Server & Systeme



Informationssicherheit – ISO/IEC 27001 / TISAX®*



Wartungskonzepte & Managed Services



Schulung & Training

Virtuelle CAx-Umgebung

Möglichkeiten & Vorteile

CAx-Workloads vs. Globalisierung





Herausforderungen einer veränderten Arbeitswelt



Man hat sich an Home-Office gewöhnt und einige wollen nicht mehr zurück



Hybrid-Office-Möglichkeiten werden mehr und mehr gefordert, manchmal daheim, manchmal im Büro, manchmal im Projektoffice ... => Will ich „Schlepptop“ oder Laptop?



Arbeit, Freizeit und Familie unter einen Hut zu bekommen, fordert flexible Arbeitszeitmodelle und damit flexible (Hybrid-) Office-Möglichkeiten



Wie bekommt man die IT-Sicherheit unter Kontrolle?



Wie kann ich auch mit geringer Bandbreite hohe Datenmengen laden und bearbeiten?



CAx Virtualisierung

... bietet Lösungen für neue Ideen:



Engineering Prozesse beschleunigen und verändern



Flexible Bereitstellung von Ressourcen für wechselnde
Arbeitsaufgaben



Auflösen von Hardware Investitionszyklen



Erweiterte Nutzungsmöglichkeiten für Hardwareressourcen



Sicherheit



Aber: Grenzen der Technologie beachten!

Wie CAx- Virtualisierung die veränderte Arbeitswelt unterstützt!

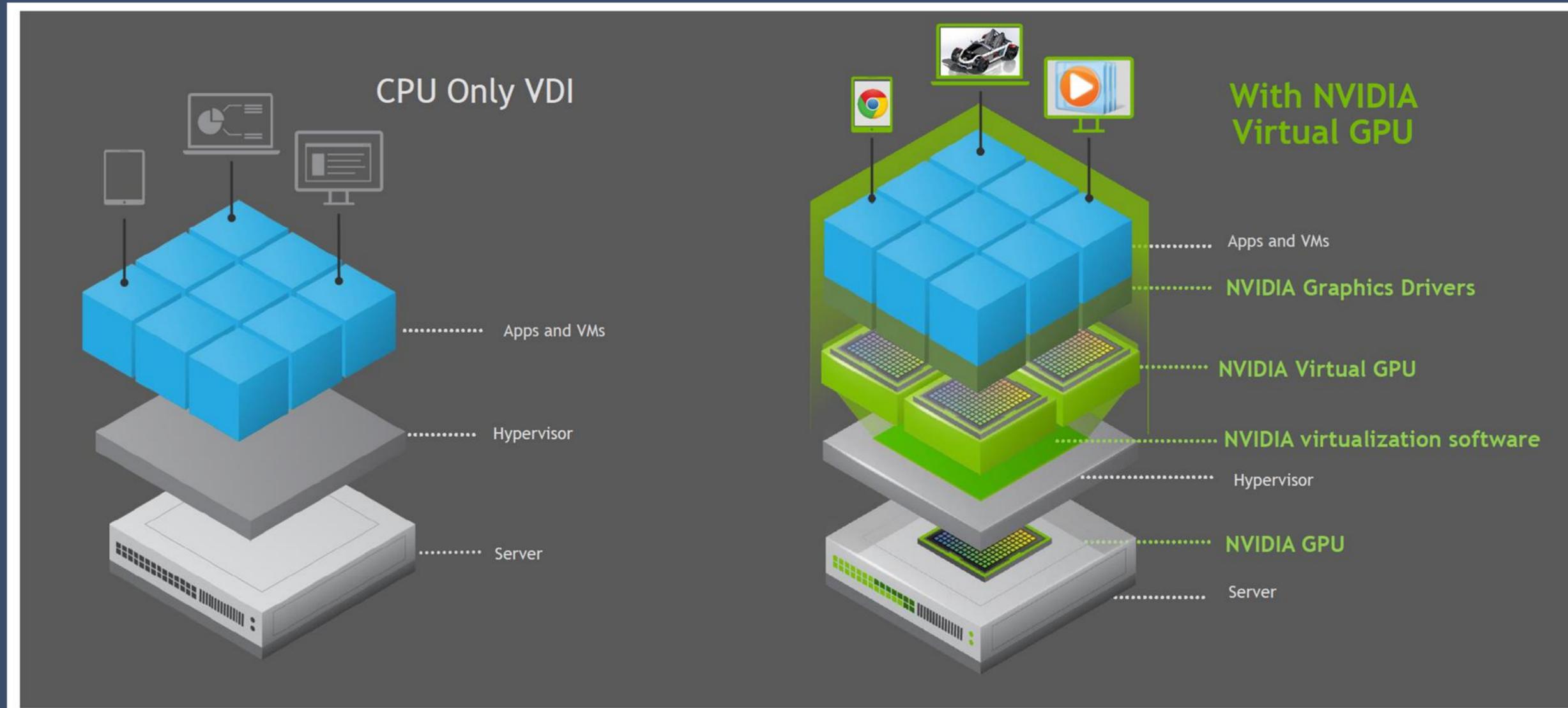
Technische Grundlagen der CAx-
Virtualisierung

Was bedeutet Virtualisierung?

NVIDIA vGPU

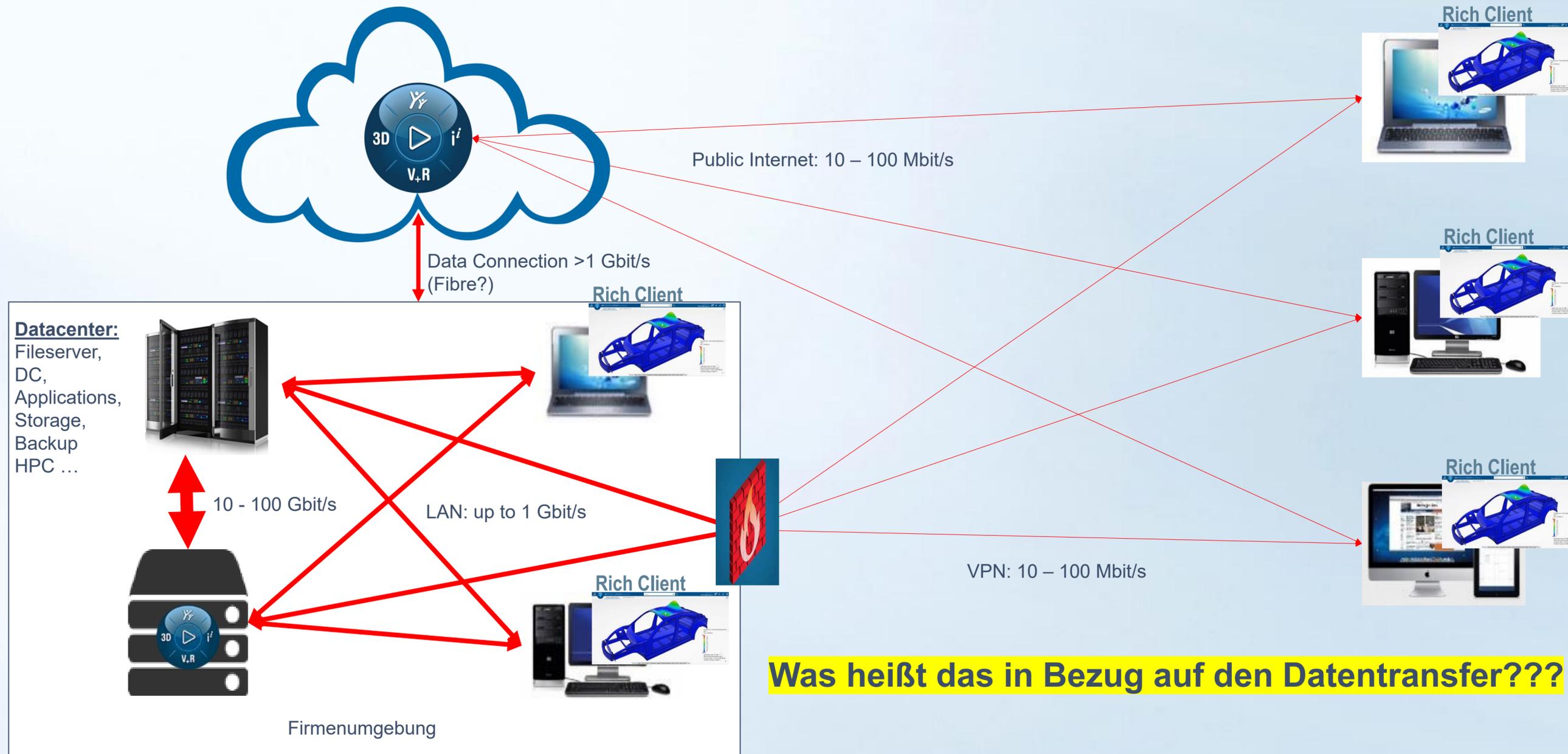
- Ein physisches Gerät - mehrere virtuelle Maschinen
 - Bei der Virtualisierung werden mithilfe einer als Hypervisor bezeichneten Software mehrere virtuelle Maschinen (auch virtuelle Computer, virtuelle Instanzen, virtuelle Versionen oder VMs genannt) aus einer physischen Maschine erstellt.
 - Da diese virtuellen Maschinen die gleiche Leistung wie physische Maschinen bieten, aber nur die Ressourcen eines einzigen Computersystems benötigen, kann die IT mehrere Betriebssysteme auf einem einzigen Server ausführen (auch Host genannt). Bei diesem Vorgang weist der Hypervisor jedem virtuellen Computer nach Bedarf Rechenressourcen zu. Dadurch wird der IT-Betrieb effizienter und kostengünstiger.
- mehrere VMs auf einer GPU (CAD Applikationen)
- mehrere GPUs für eine VM (rechenintensive Server-Workloads KI)

Aufbau einer NVIDIA vGPU Umgebung



Virtualisierung von CAx Workloads

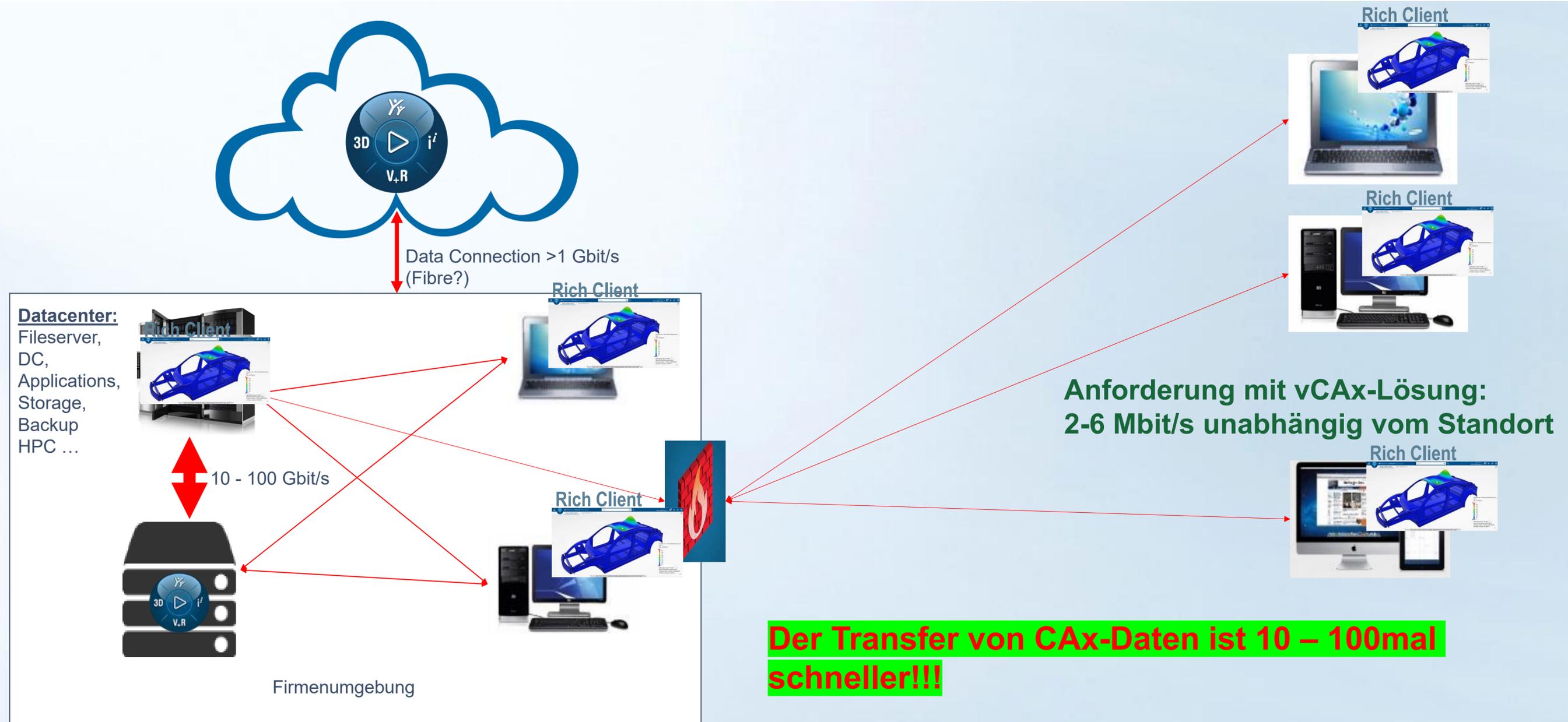
Der "normale" Weg!



Was heißt das in Bezug auf den Datentransfer???

Virtualisierung von CAx Workloads

Der "zukünftige" Weg!



Wie CAx- Virtualisierung die veränderte Arbeitswelt unterstützt!

Die Vorteile und Möglichkeiten!



Verbesserungen der CAx-Administration

- Enorme Reduzierung der Betriebs- und Wartungskosten:
 - Bereitstellung der virtuellen Workstation in wenigen Minuten
 - Standardisierte Softwareversionen (Betriebssystem und Anwendungen)
 - Vereinfachte Einführung neuer CAx-SW-Versionen (Master-Image(s))
- Einfache Bereitstellung verschiedener Profile für:
 - Design & Styling / Rendering (Strak, Class-A ...)
 - Modellierung (CAD)
 - Simulation (CAE)
 - NC-Machining (CAM)
- Änderung von Projektaufgaben, -umfang und –standorten
- Unabhängig von Endgeräten (Anzahl der TFTs, Auflösung) und Standort
- Entlastung für kleine Standorte ohne eigene IT-Infrastruktur

Vorteile der CAx Virtualisierung

Auflösung der Hardware-Investitionszyklen

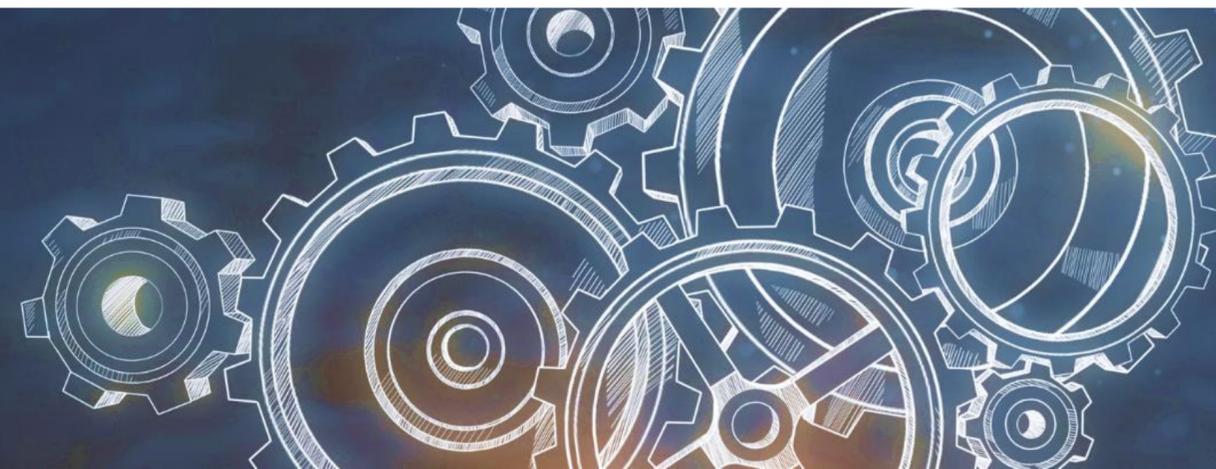


Erweiterte Nutzungsmöglichkeiten der Hardware-Ressourcen

- Physischer Arbeitsplatz: 3–5 Jahre, statische Beziehung zwischen Benutzer und Hardware
- Virtueller Arbeitsplatz: dynamischer Zyklus durch dynamische Beziehung zwischen Benutzer und Hardware oder Anzahl der Benutzer
- Bedarfsorientierte Zuweisung von Ressourcen
- Tagsüber: virtuelles CAD/CAE/CAM
- Nachts: HPC oder Rendering (inkl. GPU-Leistung)
- Mehr Leistung für alle durch Glättung zyklischer Auslastungsspitzen

Beschleunigen und verändern Sie Ihre Engineering-Prozesse

- Dynamische Einrichtung von Projektteams, auch aus verschiedenen Standorten und Abteilungen
- Einbindung externer Ingenieurdienstleister
 - Kein Datenaustausch (Import/Export) erforderlich
 - Hohe Datensicherheit
 - Unbegrenzte Datenverfügbarkeit
- Verbesserte Arbeitsvorbereitung und Problemlösung durch schnelle Datenübertragung
- Eine „Cloud-ähnliche“ Umgebung für Rich Clients ermöglicht die Verwendung von Low-End-Geräten (Tablets, Convertibles, Büro-Laptops ... sogar Mobiltelefone).



Sicherheit

- Benutzer arbeiten ausschließlich mit interaktiven H.264/H.265-Videostreams.
- Die Daten werden zentral gespeichert und verlassen das Unternehmen nicht.
- Datenhoheit wird gewährleistet.
- Definierte Zugriffsberechtigungen.
- Keine unkontrollierten Datenkopien.=> Selbst Screenshots können verhindert werden.
- Benutzer können innerhalb von Sekunden von ihrem Arbeitsplatz entfernt werden.

Flexibles Modell für Arbeitszeit und -ort

- Externe Dienstleister in eigenen Büros Flexibler Arbeitsplatz
- Arbeitsplatzergonomie / Wirtschaftlichkeit (z. B. Lüfterloser MicroPC)
- Attraktivität für Bewerber (Generation X und Y)
- Work-Life-Balance

Grenzen der CAx Virtualisierung



**Grenzen der Technologie
beachten!**

- Physikalische Gesetze

- Lichtgeschwindigkeit im Vakuum: $c = 299792458 \frac{\text{Meter}}{\text{Sekunde}}$

- Zeit: $s = \frac{\text{Meter}}{299792458 \frac{\text{Meter}}{\text{Sekunde}}}$

- Beispiel:

- Ideal Frankfurt – Peking (7.780km) $\approx 26\text{ms}$

- Real Frankfurt – Peking (7.780km) $\approx 300\text{-}420\text{ms}$

- Nicht Bandbreite sondern Latenz sind die Herausforderungen

- See- und/oder Landkabel vs. Satellit

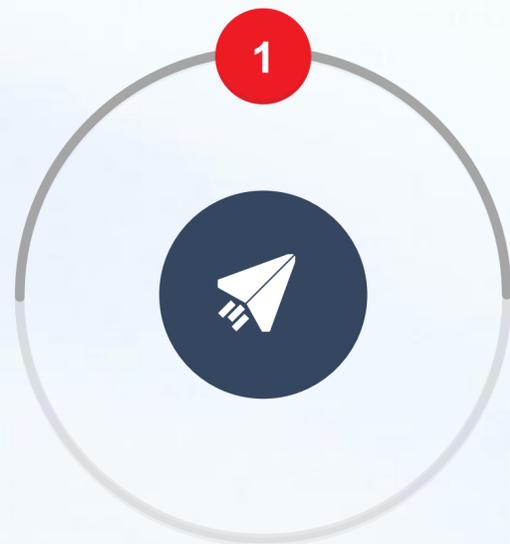
- Providerstrecken und Routerpunkte / -häufigkeit

- Lizenzbedingungen der Softwarehersteller

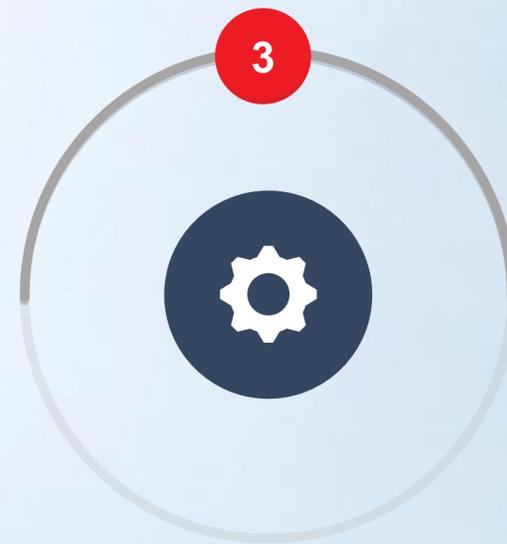
- CAD Softwaresupport durch Hersteller

Die 4 wichtigsten Vorteile einer virtualisierten CAX-Lösung auf einen Blick

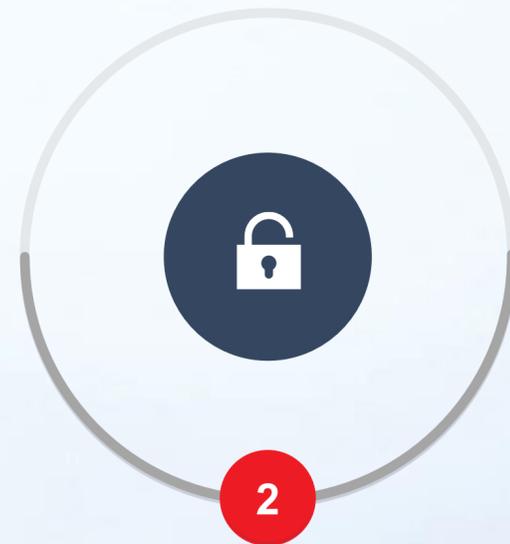
PERFORMANT



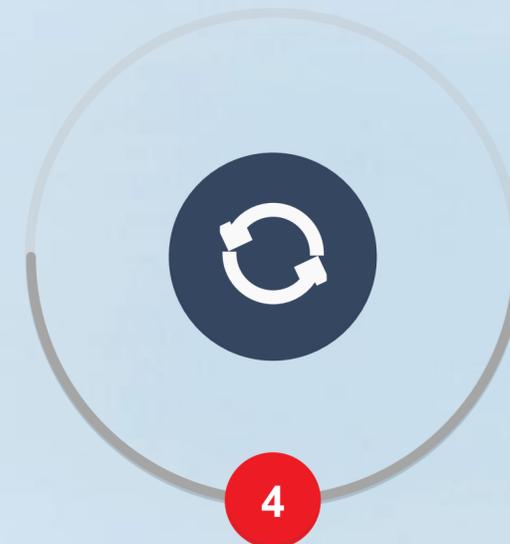
EINFACH ZU WARTEN



SICHER



ERHÖHTE LEBENSDAUER
(Austauschzyklen)





Danke für Ihre Aufmerksamkeit

Bei Fragen bin ich gerne persönlich
für Sie da!



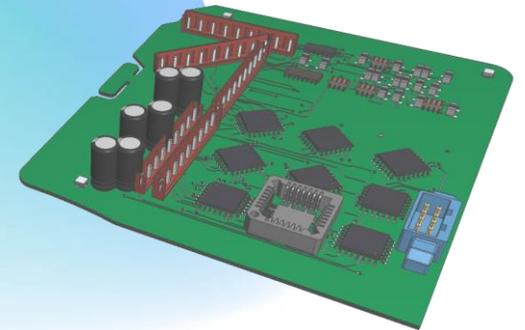
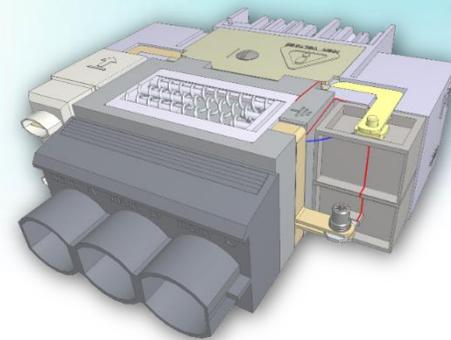
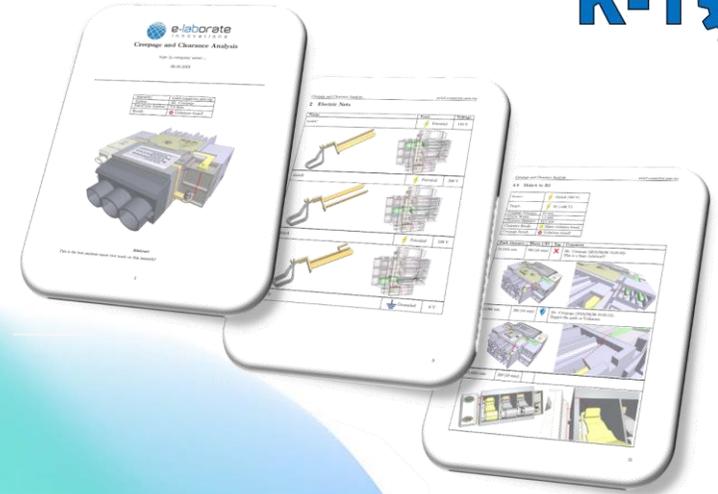
Martin Nachtigall

Bereichsleiter Vertrieb
PLM & Informationssicherheit

+49 171 302 9465

martin.nachtigall@systemworkx.de

Automatische Luft- und Kriechstreckenanalyse mit **AutoCrear**



Herzlich willkommen

Ihr Referent



Urs Simmler

CAD Simulation Expert

+41 62 789 73 08

urs.simmler@aveniq.ch



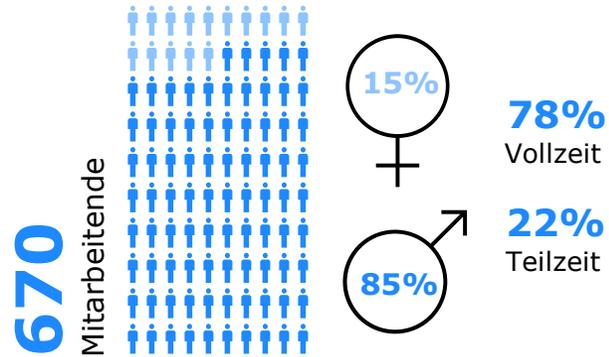
Zahlen & Fakten



Standorte

CH: Baden | Bern
| Dübendorf | Oftringen
International: Cluj, Rumänien

Gesamtschweizerisch an allen
Kundenstandorten und
weltweit in mehr als
30 Ländern tätig



> 36 250
Betreute Anwender*innen



> 1200
Unterstützte Applikationen

AVENIQ



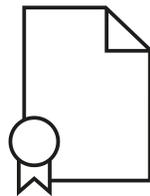
> 490
Zufriedene Kunden



> 500
Erfolgreiche Projekte
jährlich

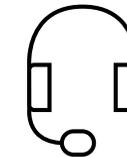


~ 185
Millionen CHF Umsatz



ISO Zertifikate

ISO 2000-1
«IT Service Management System»
ISO 22301
«Aufrechterhaltung der Betriebsfähigkeit (BCM)»
ISO 27001 / ISO 27017 / ISO 27018
«Informationssicherheit» Einhaltung & Erfüllung
weiterer Vorgaben wie Cloud Security und Cloud
Datenschutz



> 120
SAP Spezialist*innen

> 150
zertifizierte Microsoft
Spezialist*innen

Bereich PLM/CAD – Unsere Aufgaben

- Sales / Training / Consulting / Migration
- PTC Produkte (Creo & Windchill)
- AutoCreat (electr. Clearance & Creepage Analysis, e-laborate)
- Monitoring PDM-Customer-Systems
- Training-Center in Oftringen
- Über 30 Jahre Erfahrung und erfolgreiche Projekte in PLM/CAD



AutoCrear kurz vorgestellt



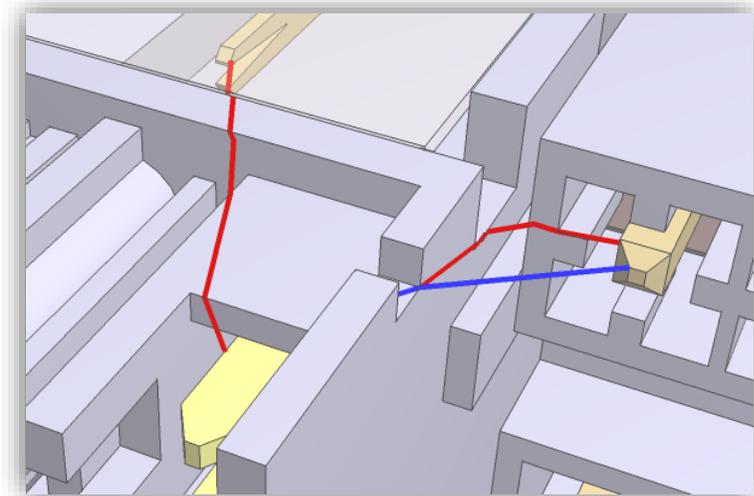
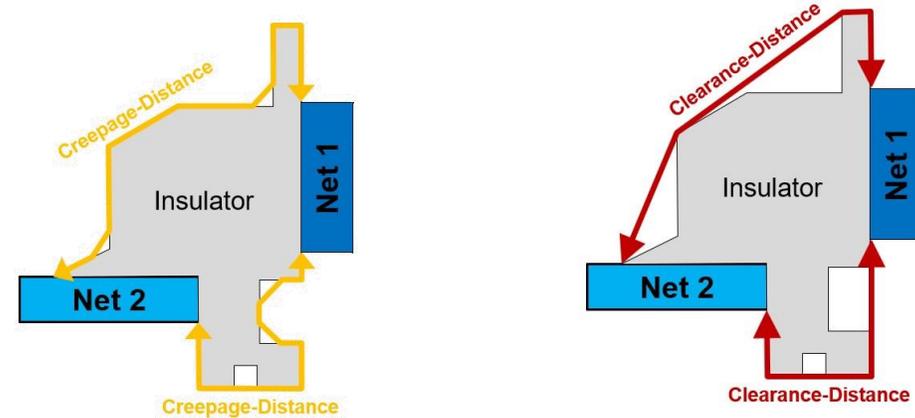
e-laborate
innovations

Problembeschreibung

Kriech- und Luftstrecken

Herausforderungen bei elektrischen Baugruppen

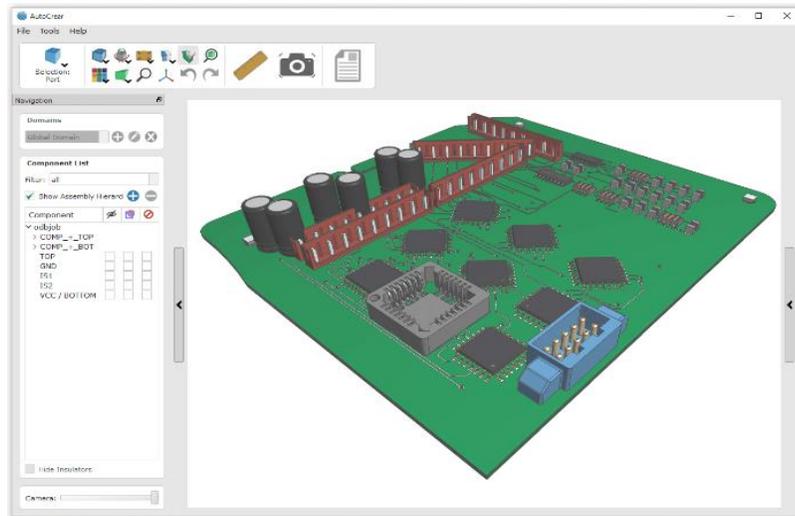
- **Sicherheitsvorgaben:** Strenge Anforderungen an Kriech- und Luftstrecken gegen Funkbildung.
- **Komplexe Messungen:** Ohne Software-Tool oft nur manuelle und ungenaue Messungen.
- **Späte Fehlererkennung:** Normverletzungen werden meist erst im Prototypen-EMV-Test erkannt.
- **Aufwendige Dokumentation:** Informationen müssen mühsam manuell zusammengetragen werden.
- **Limitationen der EMV-Messung:** Der genaue Stromflussweg ist schwer bestimmbar.



Workflow – kurz erklärt

Daten Import

- AutoCrear verwendet das universelle **Datenformat STEP** und Daten aus allen gängigen CAD-Systemen.
- Leiterplatten können im **ODB++ Format** importiert werden.



CAD System

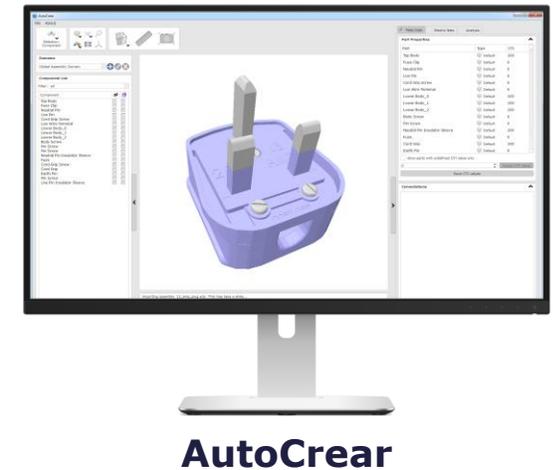


Export

STEP

Import

Direct Import
Interface Extension



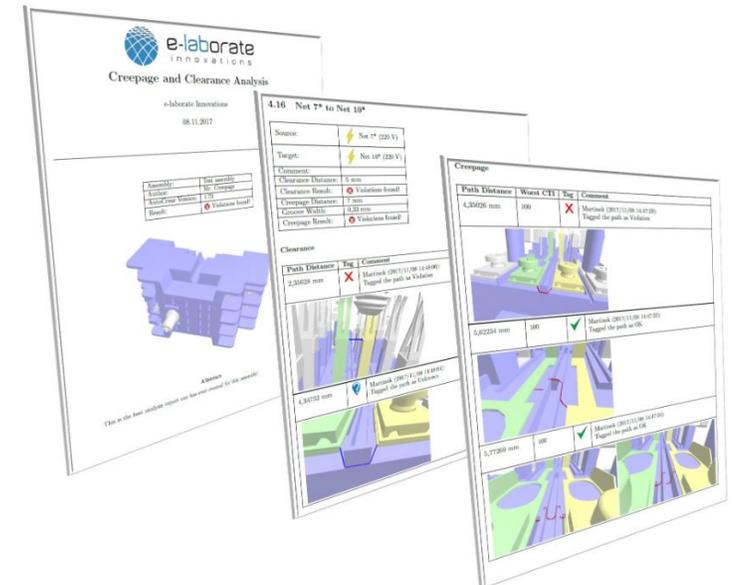
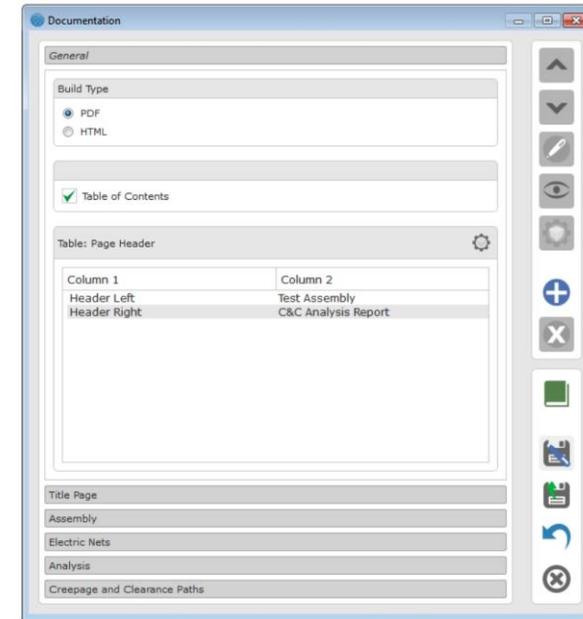
Workflow – kurz erklärt

Automatische Erstellung eines Analysereports



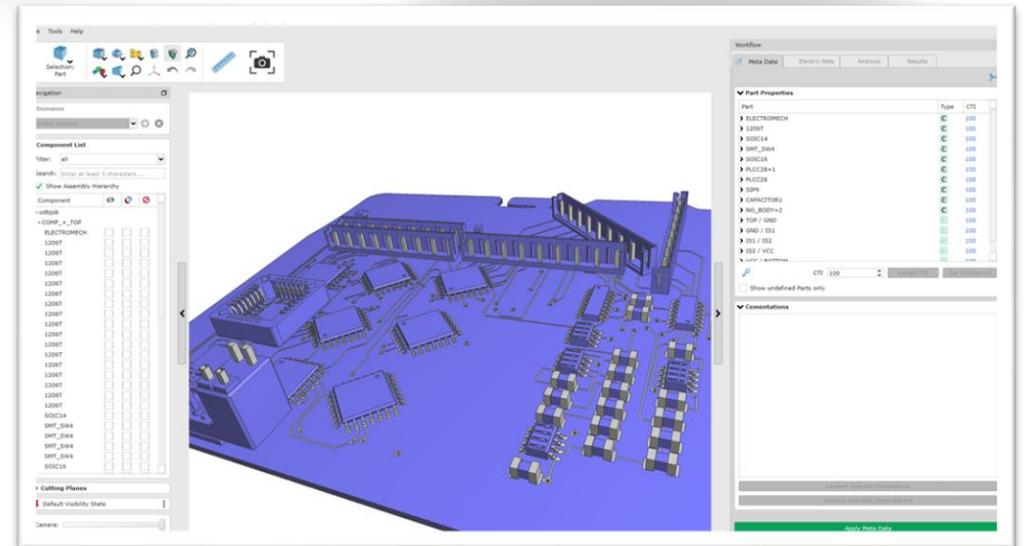
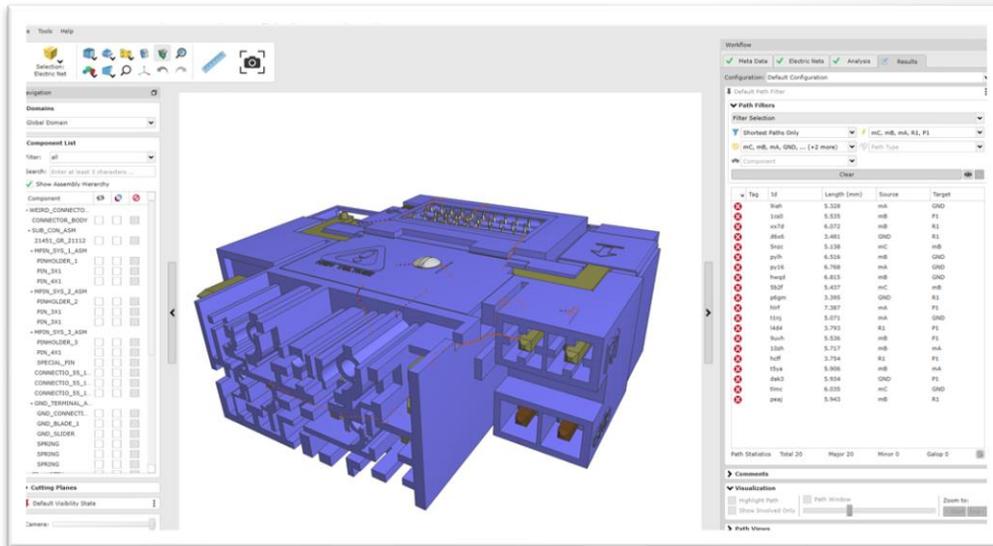
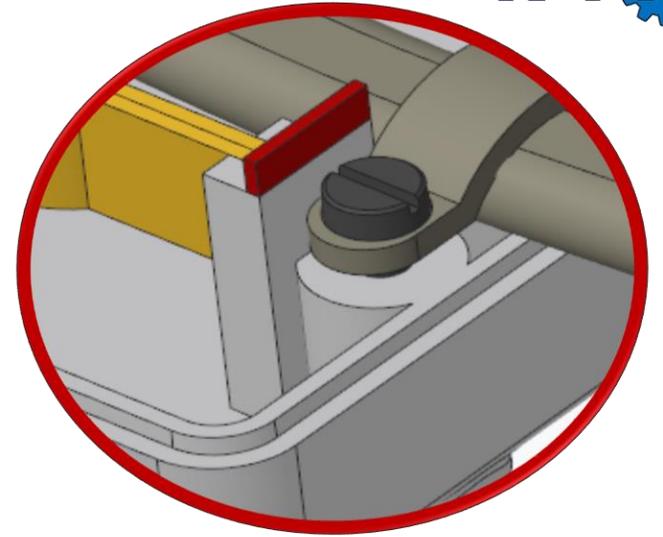
Automatischer Report-Inhalt

- **Titelseite:** Enthält das Firmenlogo und allgemeinen Informationen zur Baugruppe
- **Komponentenliste:** Listet alle Baugruppenkomponenten auf, inklusive eines Screenshots und zugehöriger Meta-Informationen.
- **Netzliste:** Enthält alle elektrischen Netze mit Screenshots und den zugeordneten Eigenschaften.
- **Analyse-Kurzzusammenfassung:** Zeigt eine Übersicht der verwendeten Analyseparameter für jedes Netzpaar sowie den Grad der Normverletzungen.
- **Detaillierte Pfadliste:** Listet alle Pfade zwischen den Netzpaaren auf, inklusive Screenshots (basierend auf gespeicherten Kamerapositionen), hinterlegten Kommentaren und Markierungen für jeden Pfad.



Live-Demo am System





AutoCrear

Ihr Mehrwert

-  Zeit
-  Sicherheit
-  Qualität
-  Kosten
-  Spass



AVENIQ



Herzlichen Dank!

Für Fragen sind wir
gerne für Sie da.



Thom Moser
Expert Sales Manager
PDM/PLM Digital Supply
Chain

+41 62 789 71 00
thom.moser@aveniq.ch

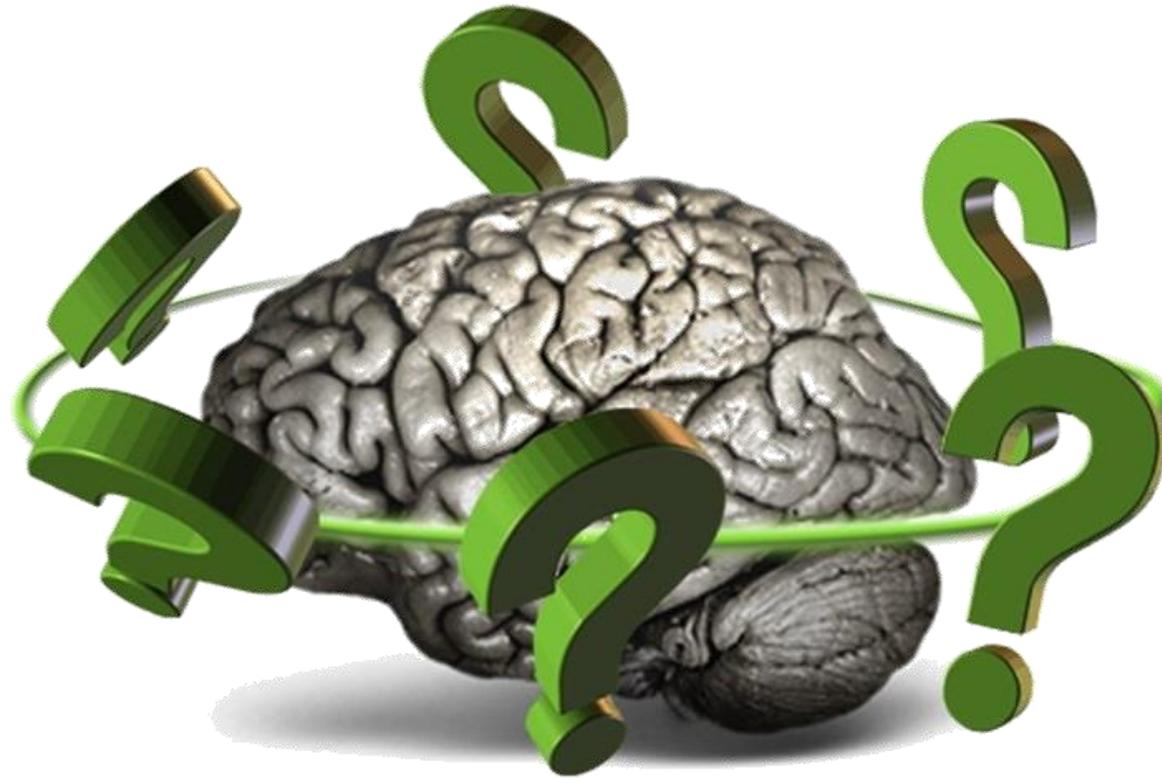


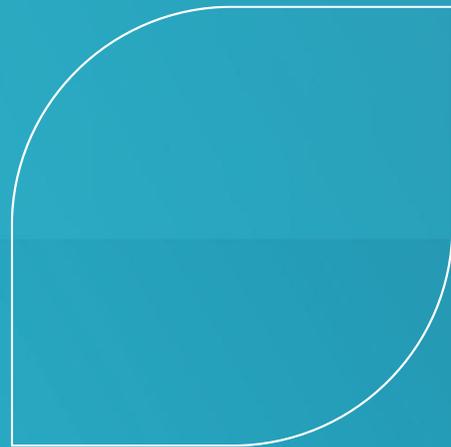
Urs Simmler
CAD Simulation Expert

+41 62 789 73 08
urs.simmler@aveniq.ch



Fragen





Simulation-Templates & Automatisierung: Der digitale Simulationsprozess in einer Plattform

Naghmeh Zarei, 17.09.2025

Meet the speaker



Naghmeh Zarei
SIMULATION CONSULTANT

Simulation Department
TECHNIA DACH

E-Mail:
naghmeh.zarei@technia.com

Mobile: +49 (0) 1749237242

MSc. Kunststofftechnik an der Hochschule Darmstadt

Erfahrungen in dem Bereich:

- Aufbau eines vollparametrisierten CAD-Modells
- Simulationsaufbau mit parametrisierten Belastungen

TECHNIA Simulation



- Globales Simulation Team

- Mehr als 80 Simulationsexperten
- Abdeckung von 17 Ländern
- Langjährige Erfahrung im Bereich Designer- und Advanced-Simulation unter Verwendung des Simulia-Portfolios
- Enge Zusammenarbeit mit anderen Brandexperten innerhalb von TECHNIA, um die 3DExperience-Plattform zu fördern

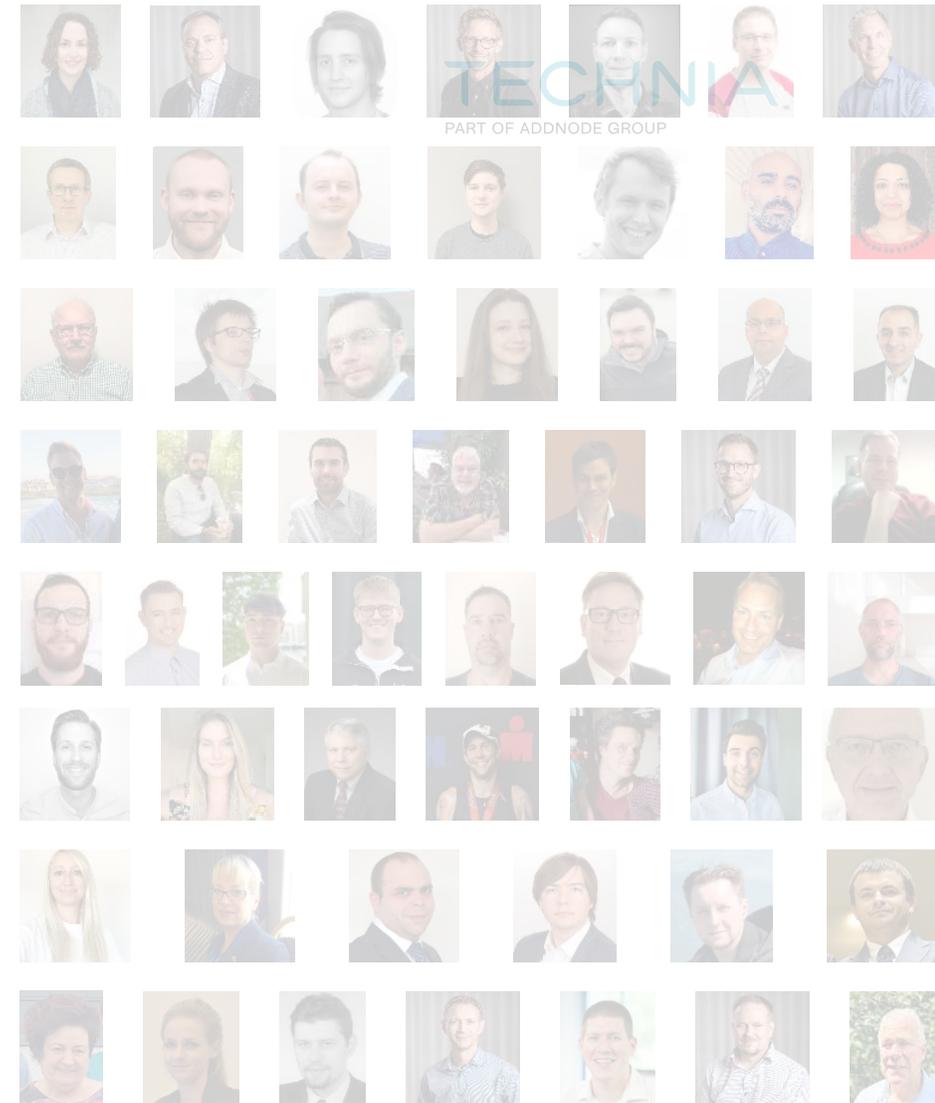
- Ihr Team für EuroCentral



Deutschland

Polen

Österreich



Simulation Software

Support

Training

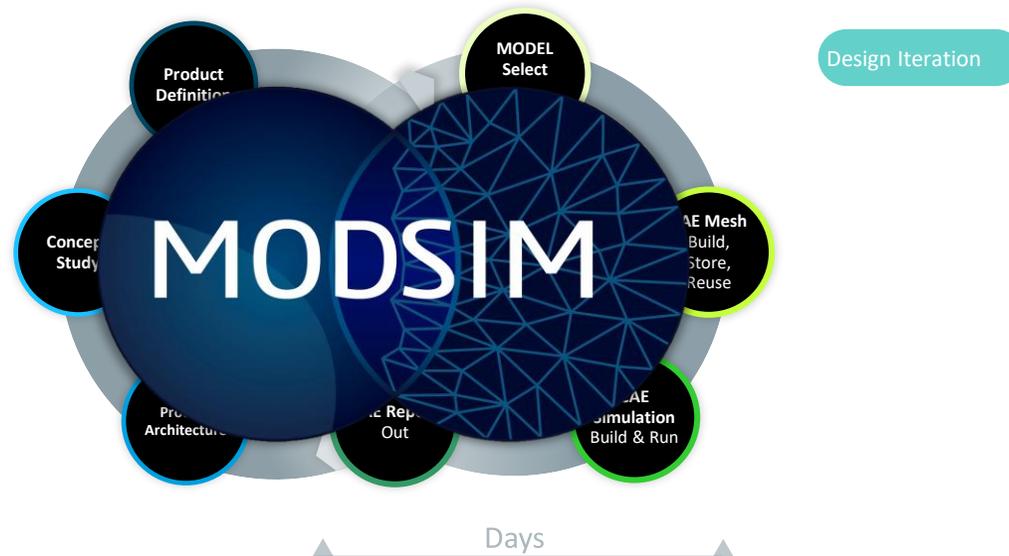
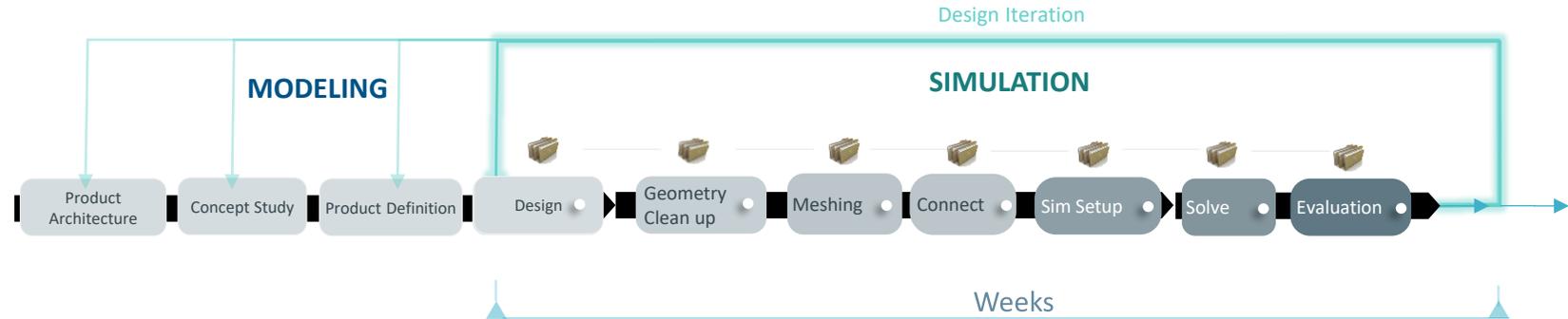
Engineering Services

Agenda

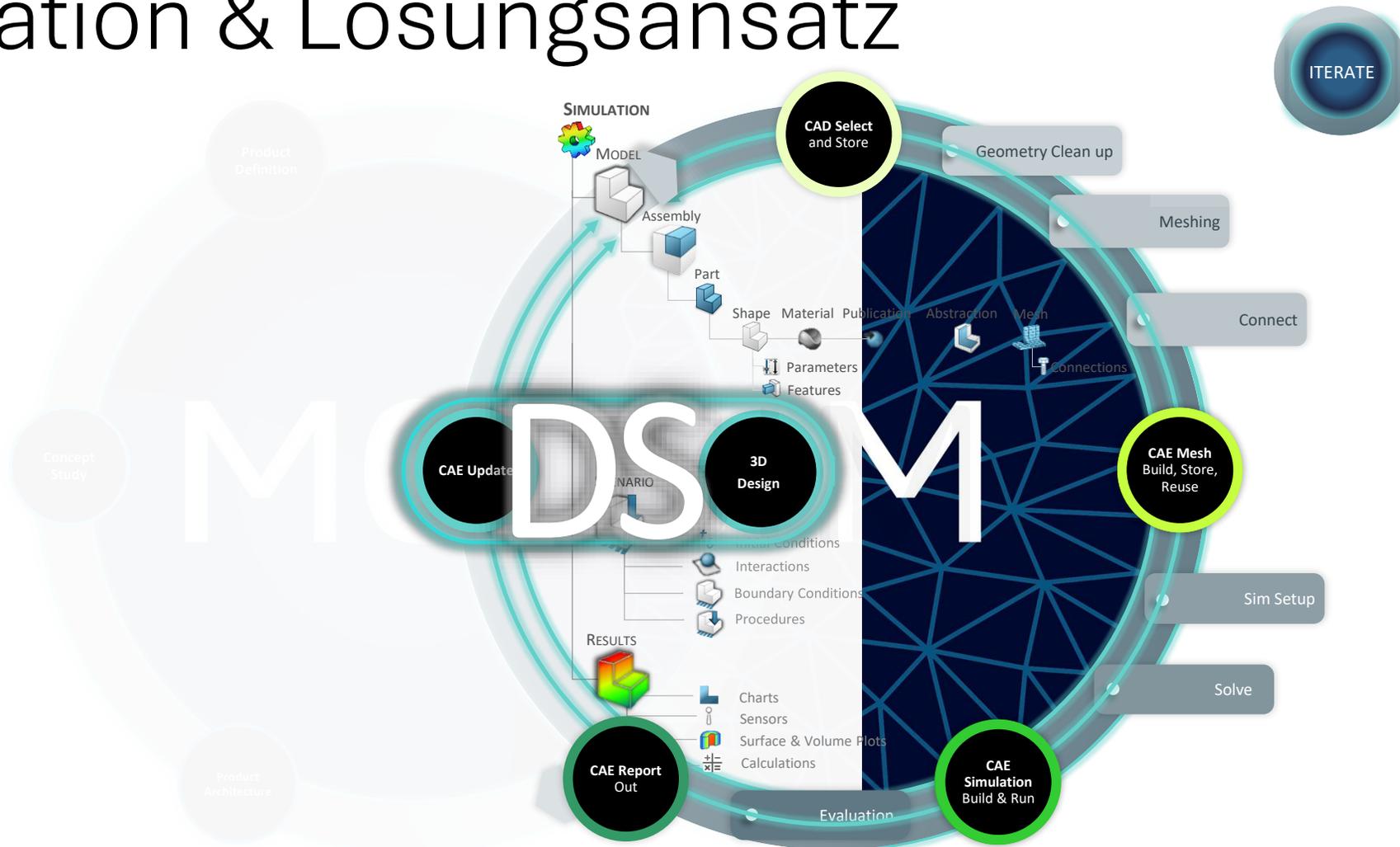
1. Einleitung
2. Technische Umsetzung mit einem Beispiel
3. Fazit & Ausblick

Einleitung

Traditionelle & moderne Zusammenarbeit



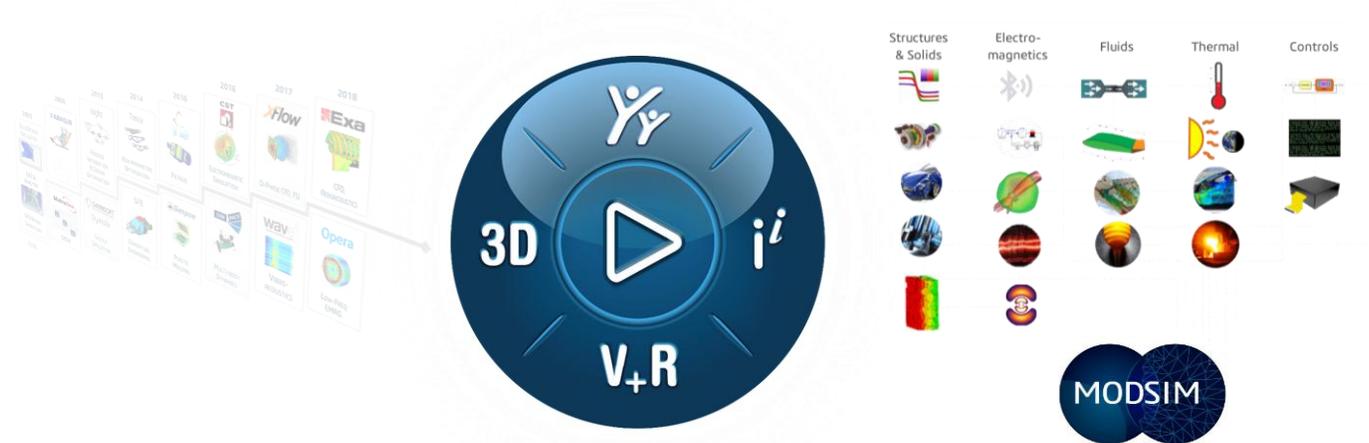
Motivation & Lösungsansatz



MODSIM in 3DEXPERIENCE

MODSIM - Modellierung und Simulation auf einem gemeinsamen Datenmodell

Auf einer einzigen Benutzeroberfläche auf der 3DEXPERIENCE-Plattform

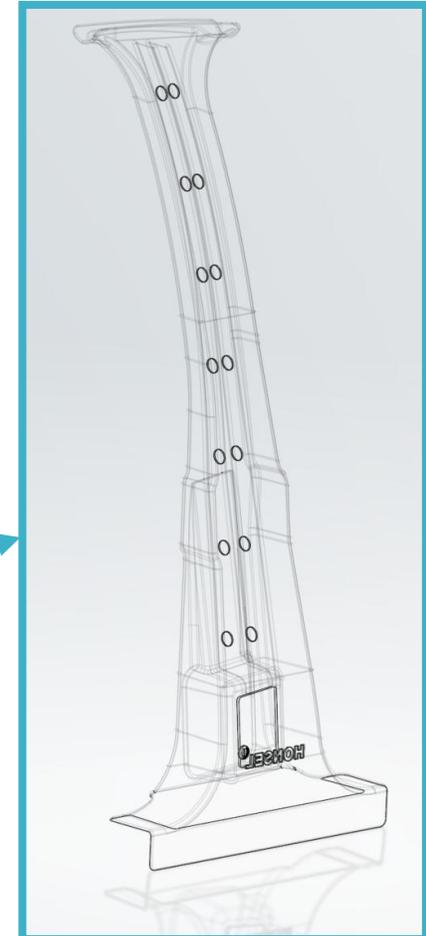


Technische Umsetzung mit einem Beispiel

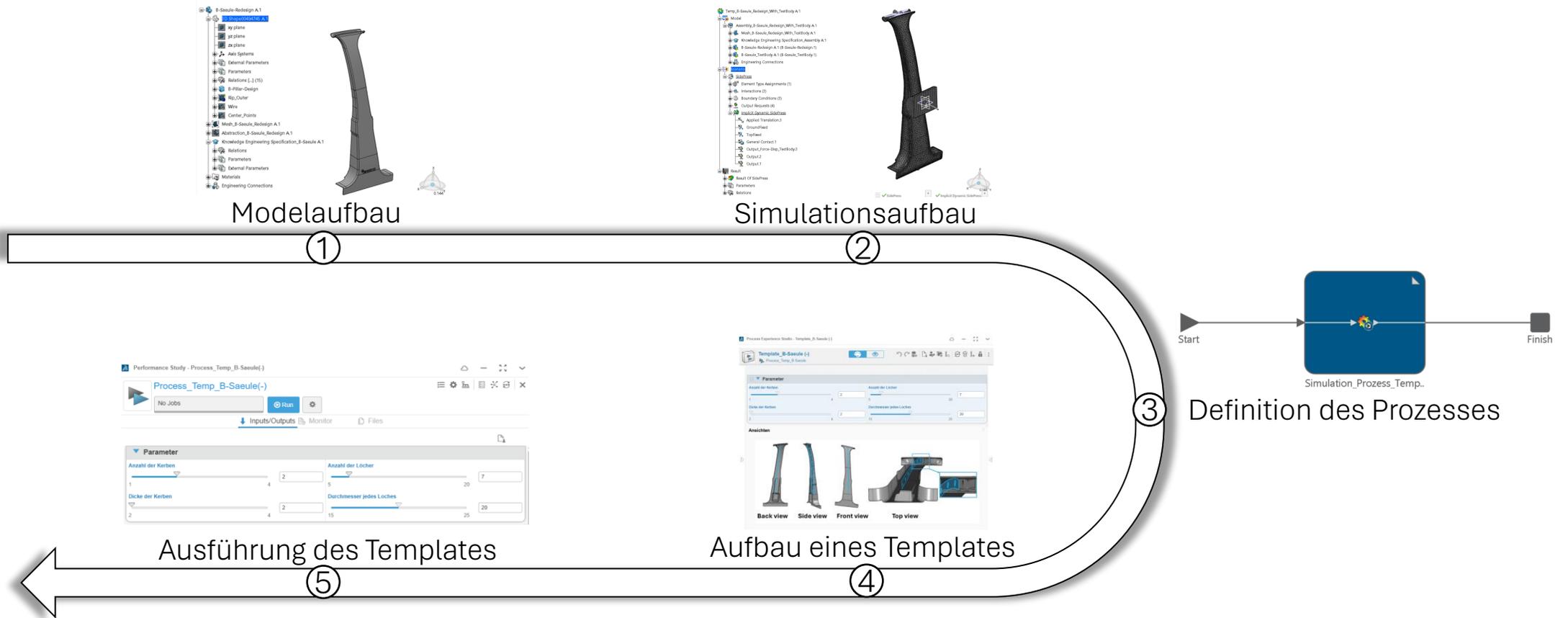
Praxisbeispiel: B-Säule

- Automatisierter Simulationsaufbau mit einem Template
- Parameteroptimierung für die Simulation
 - Dicke & Anzahl der Verstärkungsrippen
 - Größe & Anzahl der Bohrungen in den Verstärkungsrippen

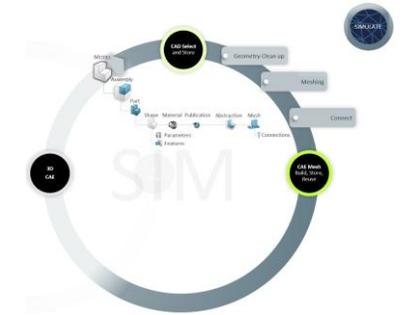
- Ziel
 - Ein schneller Simulationsaufbau für Konstrukteure
 - Beschleunigte Entwicklung



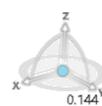
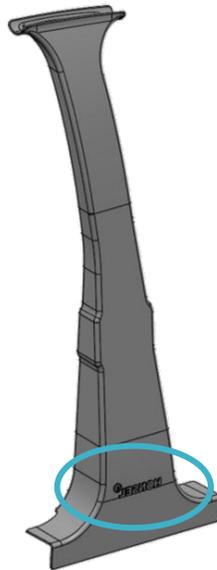
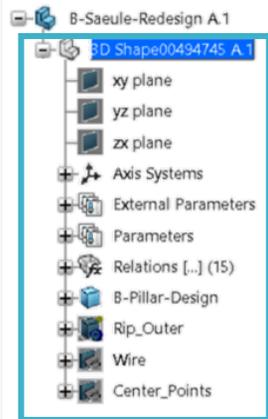
Workflow



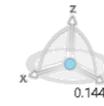
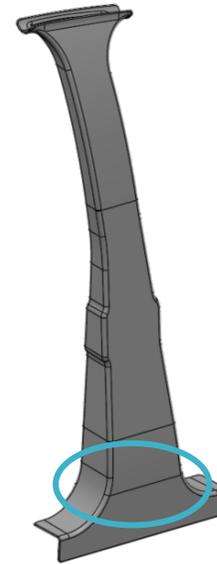
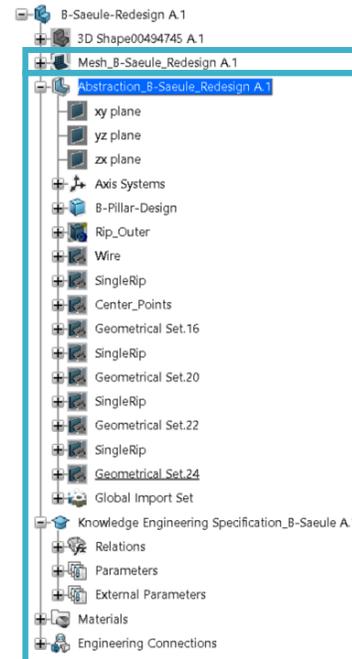
Modellaufbereitung



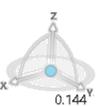
Modellaufbau



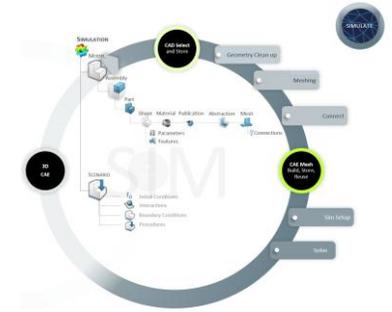
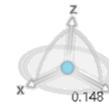
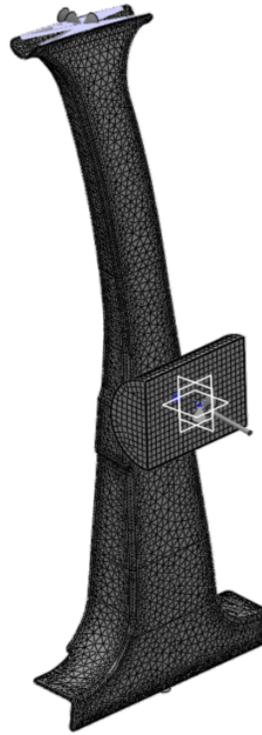
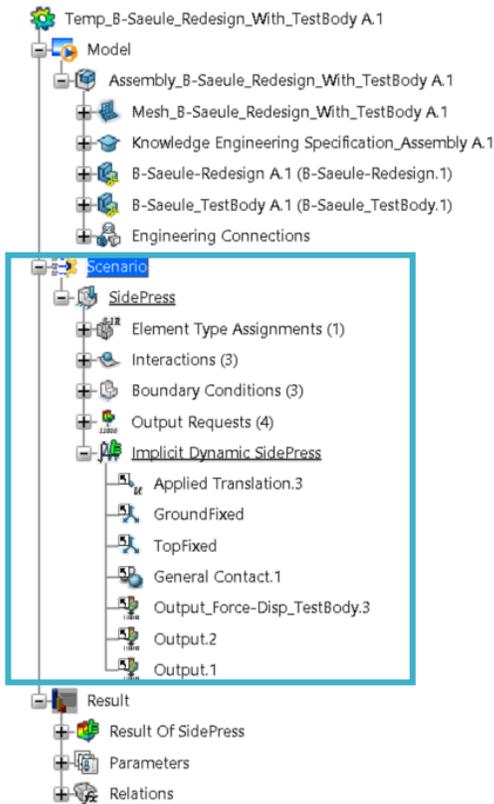
Modellvorbereitung



Vernetzung

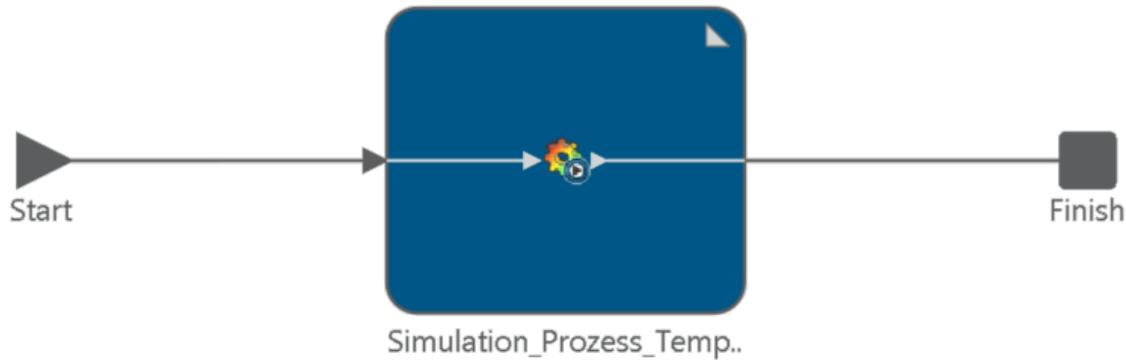
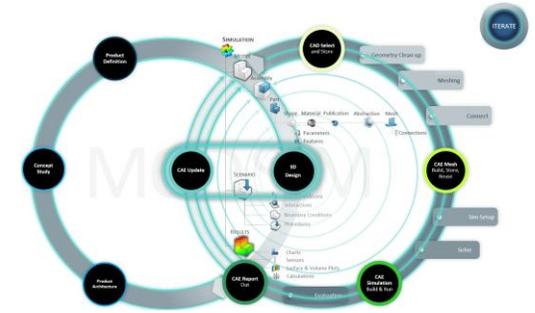


Simulationsaufbau



Definition des Prozesses

- Parameter für die Änderung in Template auswählen



Physics Simulation Editor

Simulation_Prozess_Temp B-Saeule

Input Run Output

Content Temp_B-Saeule_Redesign_W...

Mapping direction: FROM activity

Find:

Exact matches only

Temp_B-Saeule_Redesign_With_TestBo...

- Model
 - Assembly_B-Saeule_Redesign_...
 - Mesh_B-Saeule_Redesign_W...
 - Knowledge Engineering Sp...
 - Parameters
 - Relations
 - B-Saeule-Redesign.1
 - B-Saeule_TestBody.1
 - Engineering Connections
- Scenario
- Result

Filters

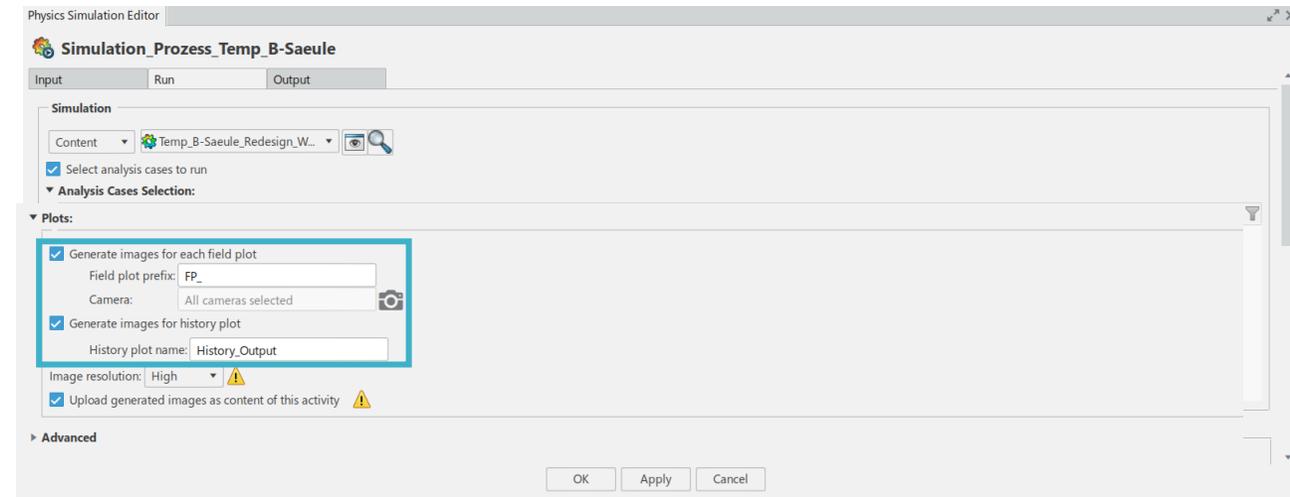
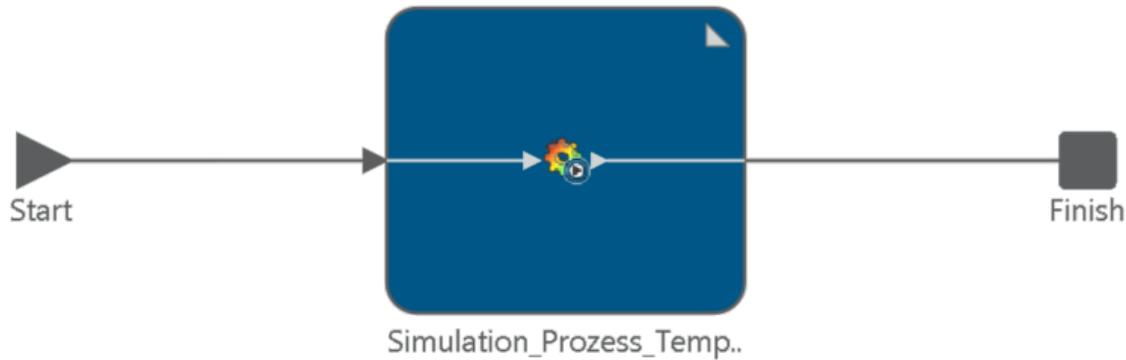
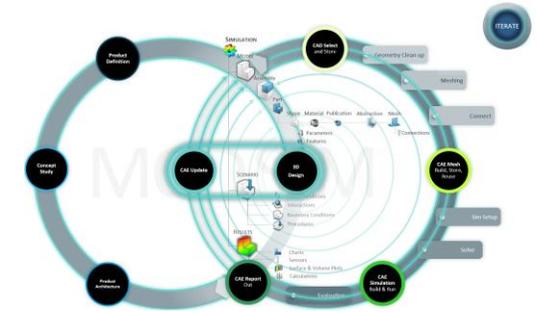
Model parameters Publications

Name	Type	Value	Activity Parameter
<input checked="" type="checkbox"/> Rip_thk_Assembly	Real	2mm	Rip_thk_Assembly
<input checked="" type="checkbox"/> Rips_Number_Assembly	Integer	2	Rips_Number_Assembly
<input checked="" type="checkbox"/> Holes_Number_Assembly	Integer	7	Holes_Number_Assembly
<input checked="" type="checkbox"/> Hole_diameter_Assembly	Real	20mm	Hole_diameter_Assembly
<input type="checkbox"/> file_t_r_diameter_Assembly	Real	3mm	
<input type="checkbox"/> Assembly_B-Saeule_Redesign_With_T...	Real	2mm	
<input type="checkbox"/> Assembly_B-Saeule_Redesign_With_T...	Integer	2	
<input type="checkbox"/> Assembly_B-Saeule_Redesign_With_T...	Integer	7	
<input type="checkbox"/> Assembly_B-Saeule_Redesign_With_T...	Real	20mm	
<input type="checkbox"/> Assembly_B-Saeule_Redesign_With_T...	Real	3mm	

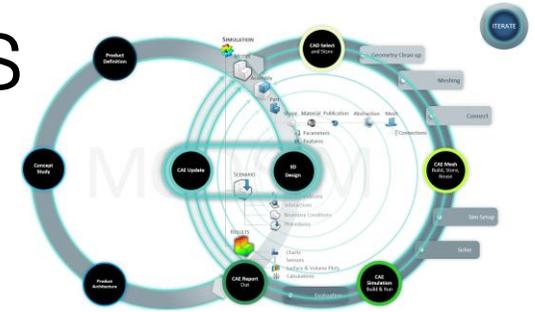
Show selected

Definition des Prozesses

- Bilder für den Output abspeichern



Aufbau eines Simulation Templates



Component mode | Process mode

Layout

- Panel
- Section
- Tabs

Basic

- Checkbox
- Date
- Dropdown
- Input
- Label
- Radio
- Slider
- Text Area

Advanced

- 3DPlay
- Content
- Documents
- Files
- Media
- Multiselect
- Multivalue I...
- References
- Run
- Table
- X-Y Plot

Run Job

Activity/Simulation run is enabled only after instantiation.

Anzahl der Rippen <input type="range" value="3"/> 3	Anzahl der Löcher <input type="range" value="7"/> 7
Dicke der Rippen [mm] <input type="range" value="2"/> 2	Durchmesser jedes Loches [mm] <input type="range" value="20"/> 20

Ansichten

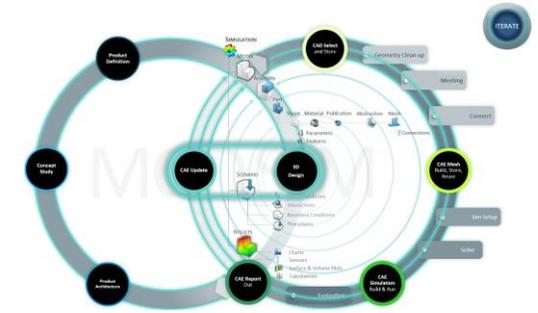
Back view | Side view | Front view | Top view

von Mises Spannung

RF vs U

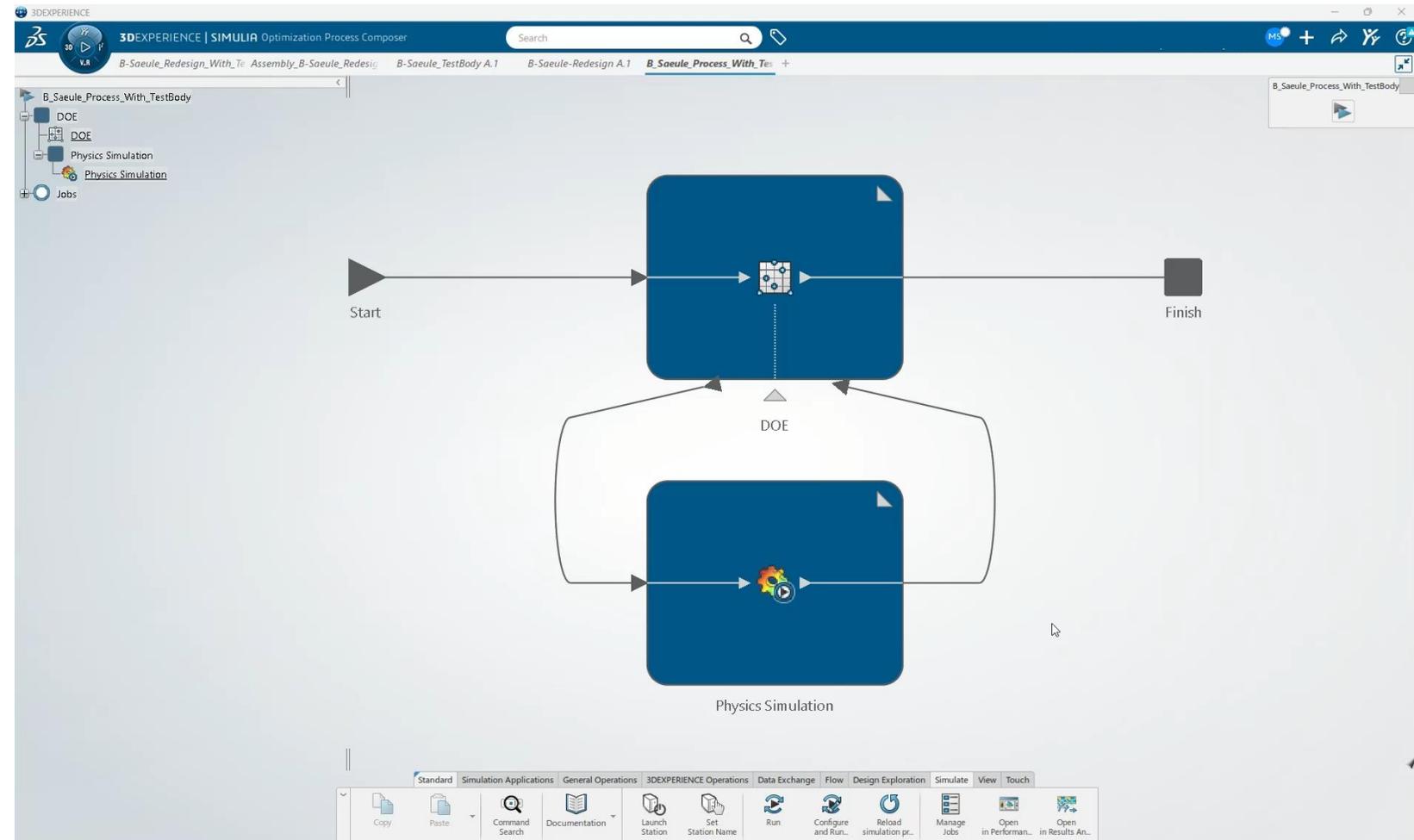
Ausführung des Templates

- Änderung der Parameter
- Starten der Simulation
- Automatisches Update der Ergebnisse



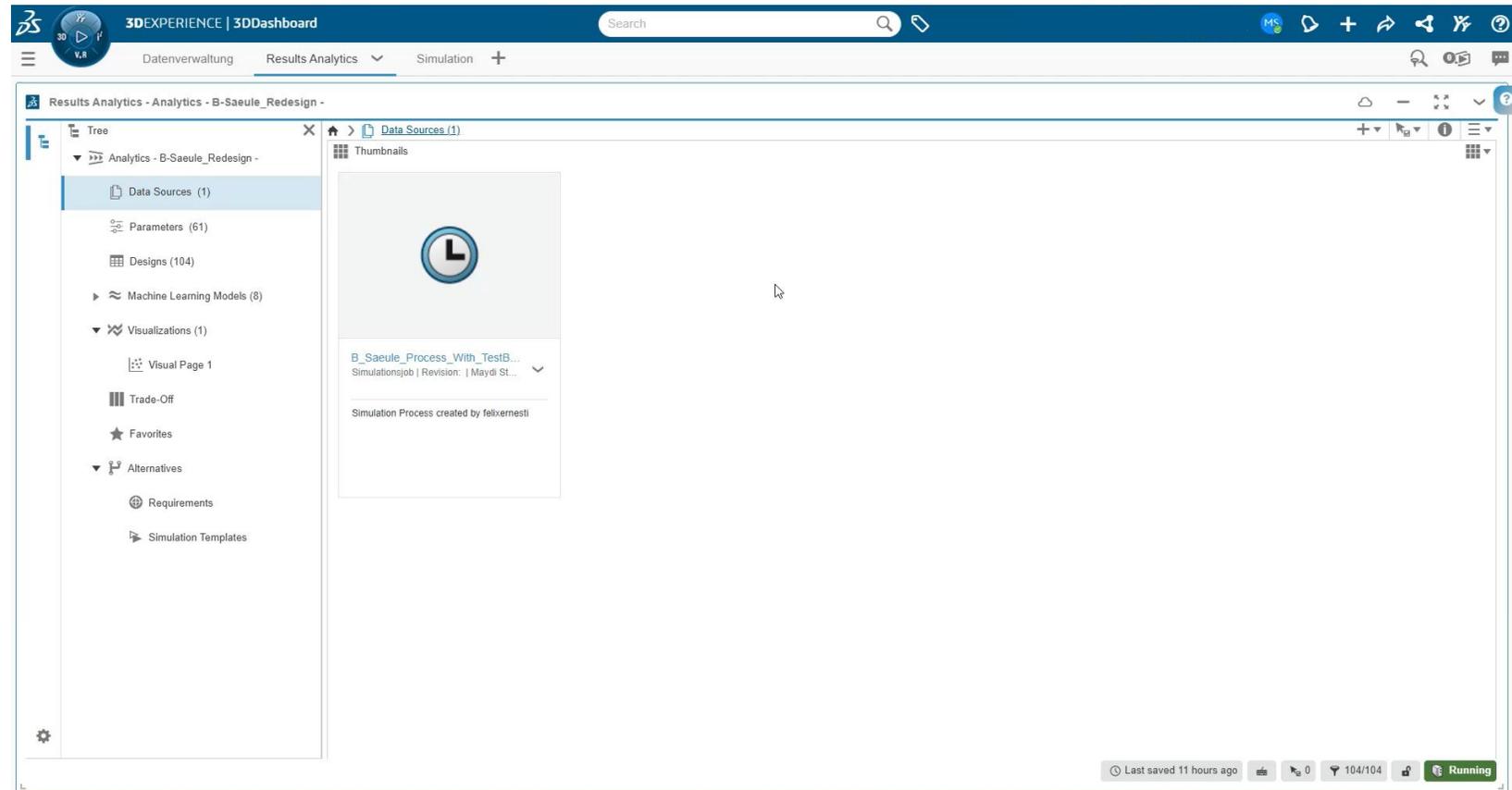
Automatisierter Workflow

- DOE für Parameteroptimierung
 - Automatische Anpassung der Parameter
 - Optimierung von Objectives (z.B. Steifigkeit, Spannung)
- Auch über Template steuerbar
- Anlernen von KI



Automatisierter Workflow

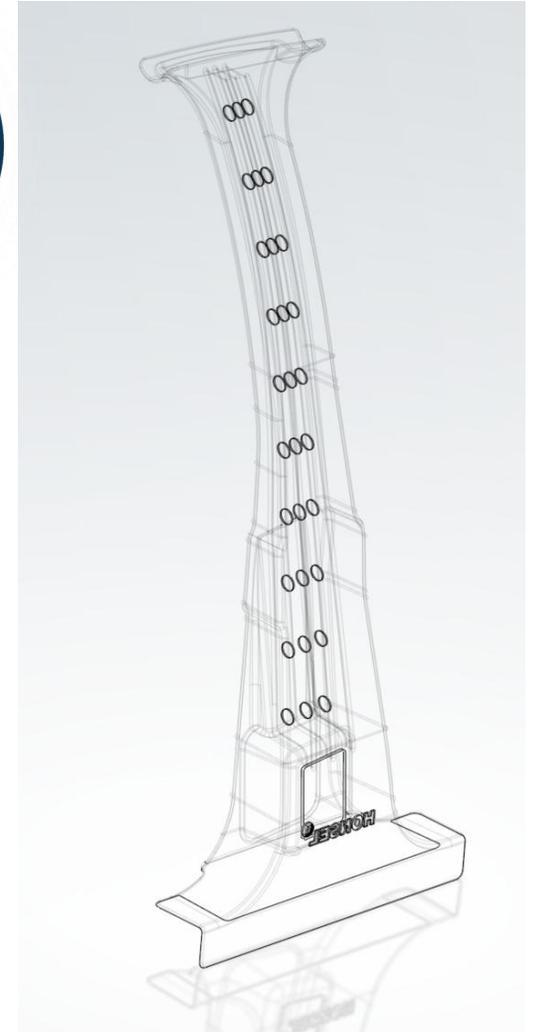
- KI-Optimierung im Post-Processing



Fazit & Ausblick

Zusammenfassung

- Kein manueller Datentransfer zwischen CAD & CAE
- Aufbau von Workflows für Highend Simulation
- Zusammenarbeit auf einer Plattform
- Steigerung der Effizienz
- Robustes Simulationsupdate für den Konstrukteur
- Schnellere Designentscheidungen



Danke für Ihre Aufmerksamkeit!
Haben Sie Fragen?

Z88-Weiterentwicklung mit EFRE-Förderung:

Parallelisierung und Assistenzsysteme aus
den Forschungsvorhaben

Gate2HPC & ASSiST

Peter Grohmann, Till Budde

25. Bayreuther 3D-Konstrukteurstag

17.09.2025



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

Bayerisches Staatsministerium für
Wissenschaft und Kunst



Kofinanziert von der
Europäischen Union



Gate2HPC

- **Gefördert durch:** Europäischer Fonds für regionale Entwicklung (EFRE)
- **Schwerpunkt:** Digitalisierung
- **Förderbereich:** 1 – Innovation und Wettbewerbsfähigkeit
- **Fördermaßnahme:** 2 – Technologietransfer von Hochschulen in KMU
- **Projektlaufzeit:** Juni '23 – Mai '27

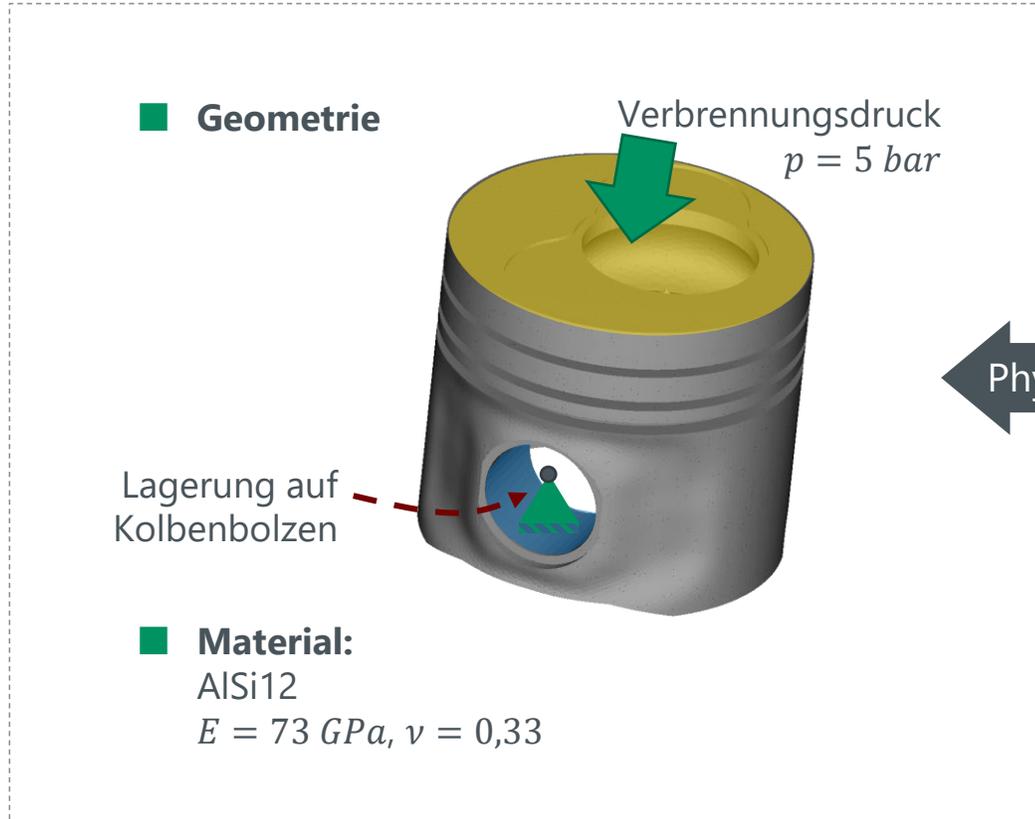
ASSiST

- **Gefördert durch:** Europäischer Fonds für regionale Entwicklung (EFRE)
- **Schwerpunkt:** Strategische Technologien STEP
- **Fördermaßnahme:** 3.2: Förderung des Technologietransfers von Hochschulen und Universitätsklinika in Unternehmen
- **Projektlaufzeit:** Juli '25 - Juni '28

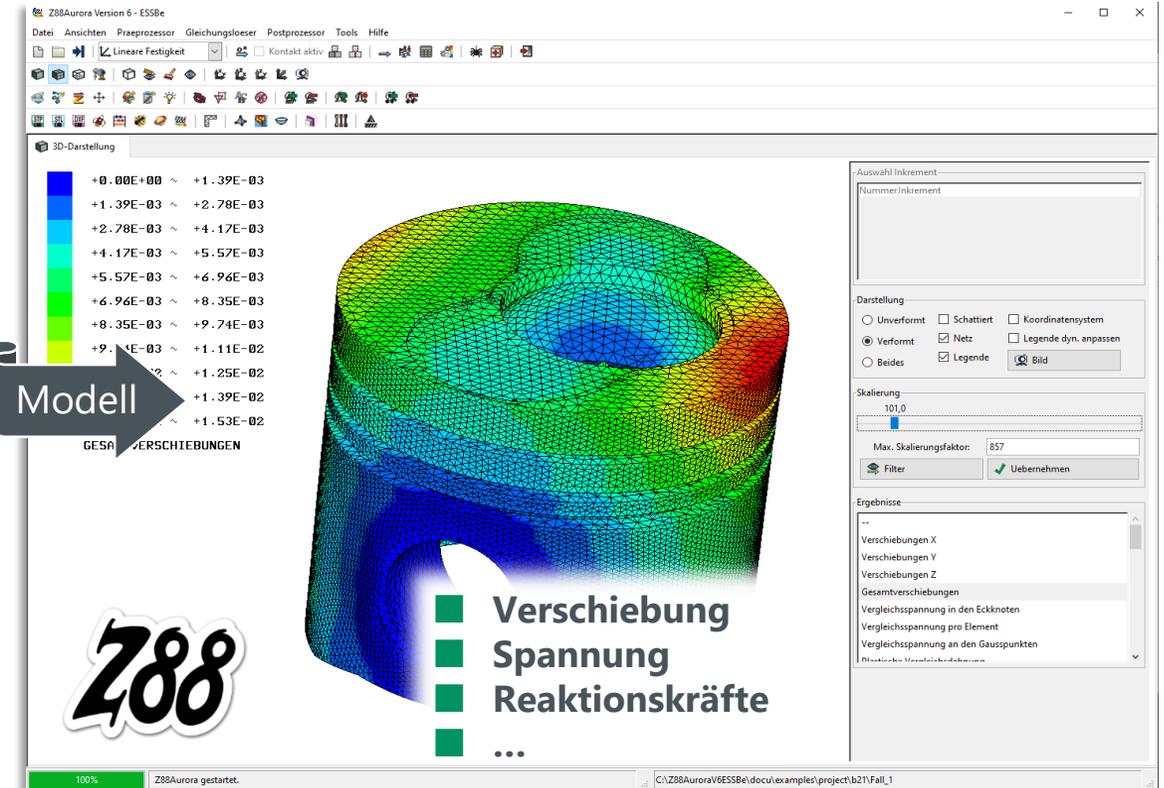
Finite Elemente Analyse

Die Lizenzkostenfreie FEA-Software Z88

Physikalisches Problem:



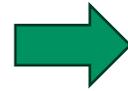
FE-Simulationstool Z88Aurora®



Motivation

Arbeitsschritte für die Prozesskette

Geometrieimport



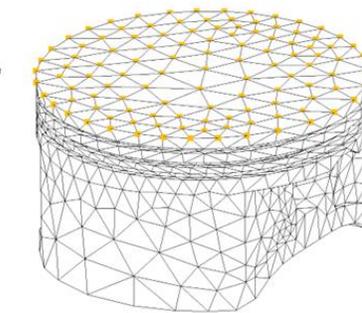
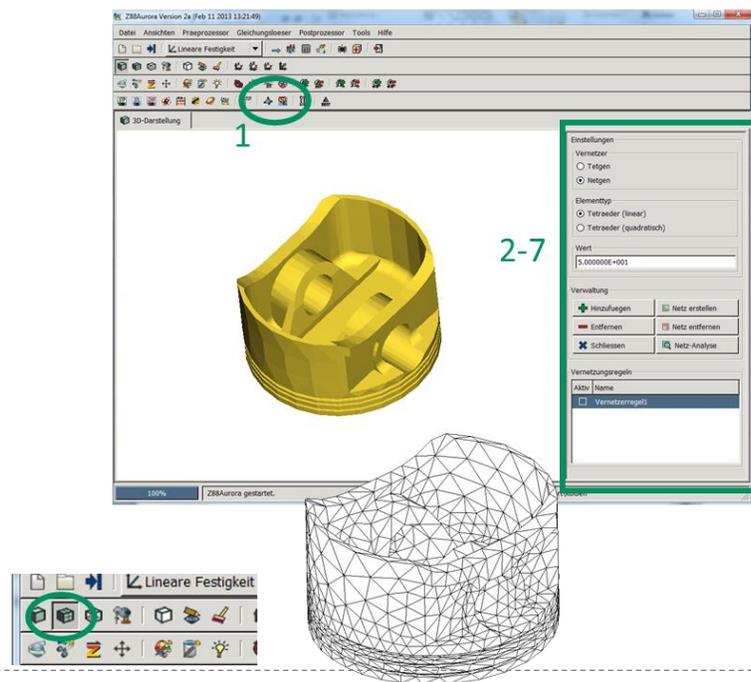
Vernetzung



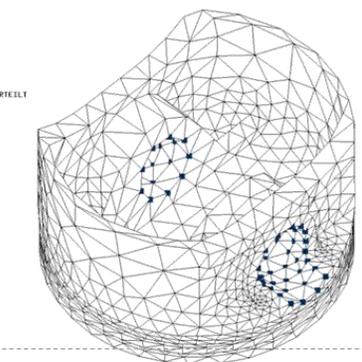
Material &
Randbedingungen



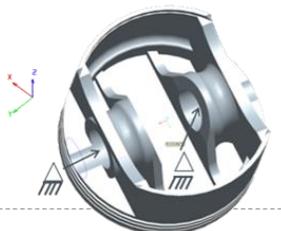
STL
STEP
IGES



Neumann-RB



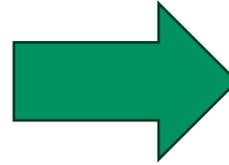
Dirichlet-RB



Motivation

Arbeitsschritte für die Prozesskette

Gleichungslösen



Auswertung

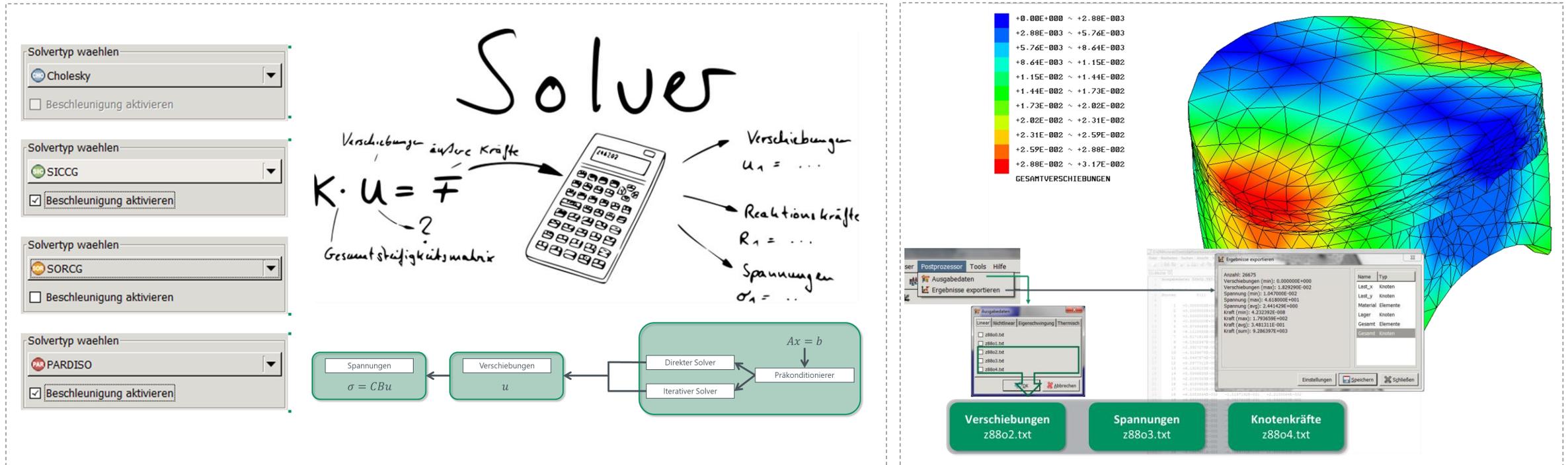
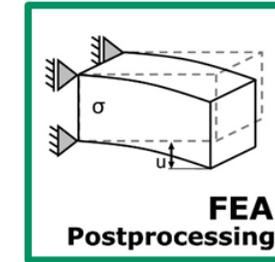
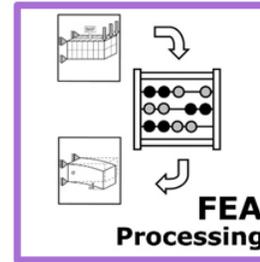
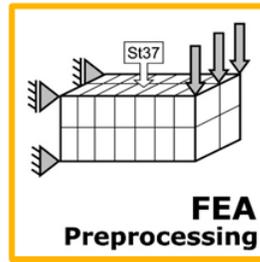


Abbildung: Lehrstuhl für Konstruktionslehre und CAD, Universität Bayreuth, 2022 (Lehrmaterialien)

Motivation

Herausforderungen im Rahmen der Prozesskette



Modellvorbereitung

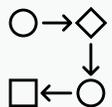
- Datenimport
- Vernetzung
- Material
- Randbedingungen

Gleichungslöser

- Verfahren
- Solverparameter
- Speicherverfahren

Auswertung

- Verschiebungen
- Spannungen
- Knotenkräfte
- uvm.



Manuelle Arbeitsschritte



Zugänglichkeit / Komplexität



Rechenzeit

WORKSHOPS

Finite-Elemente-Analyse mit Z88Aurora®

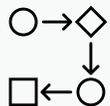
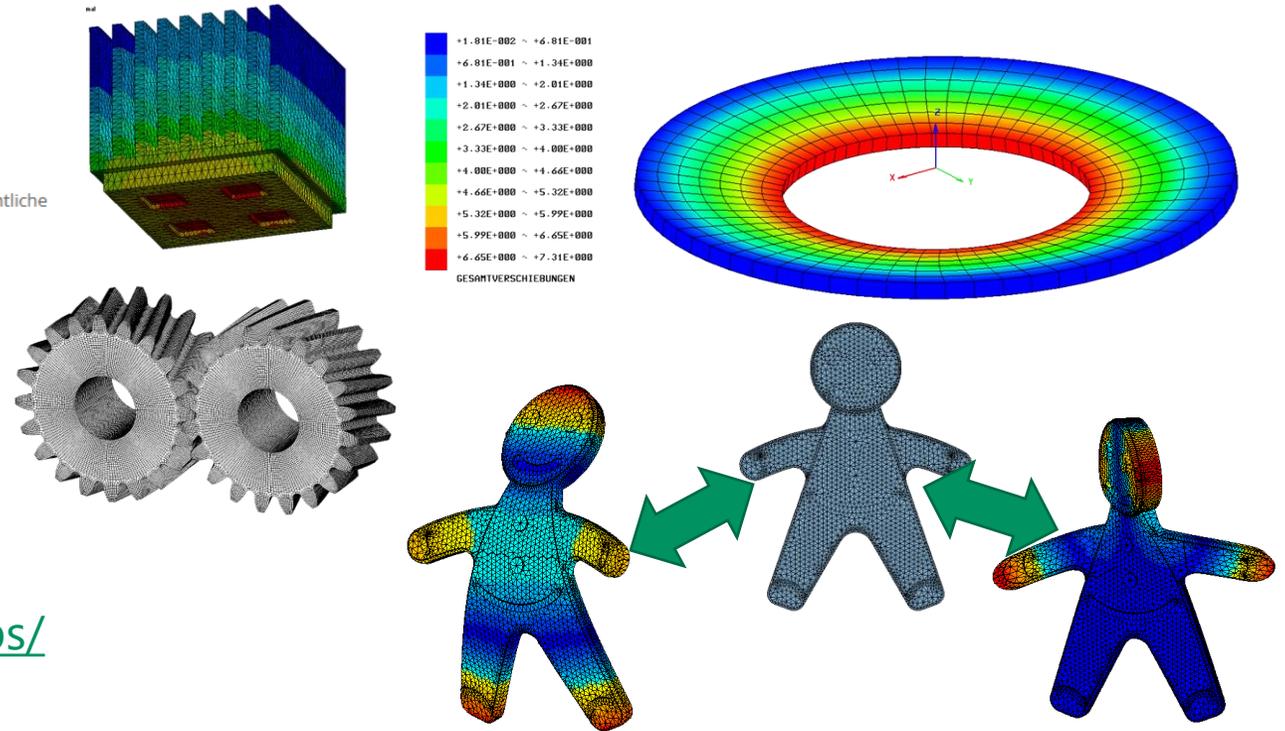
Der Workshop ist eine umfassende Einführung in die Finite-Elemente-Analyse mit dem Programm Z88Aurora®. Es werden sämtliche Modellierungs- und Auswertungsschritte gezeigt und erläutert, die für die vier Analysemöglichkeiten

- Lineare Festigkeit (inkl. Kontaktmodul)
- Nichtlineare Festigkeit
- Eigenschwingung
- Stationär thermisch

eingesetzt werden können. Auch wird auf die umfangreichen Visualisierungsmöglichkeiten sowie das Picking-Menü für die Randbedingungsangabe eingegangen. Weitere Themenschwerpunkte sind:

- Vernetzungstechniken
- Randbedingungsdefinition
- Berechnungsmöglichkeiten
- Aufbereitung Materialdaten
- Ergebnisinterpretation

<https://z88.de/workshops/>



Manuelle Arbeitsschritte



Zugänglichkeit / Komplexität

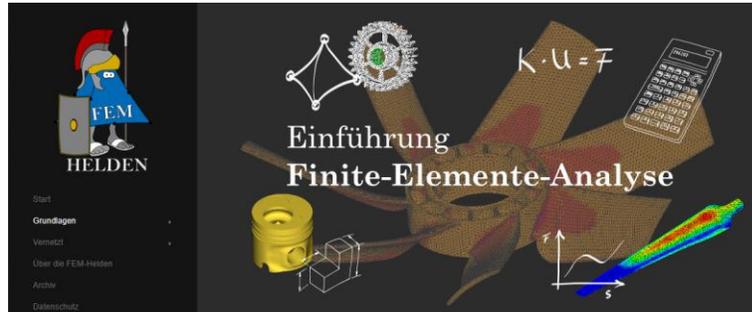


Rechenzeit



Motivation

Herausforderungen im Rahmen der Prozesskette



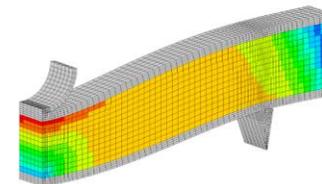
Informationen und Tutorials unter:

www.z88.de

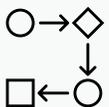
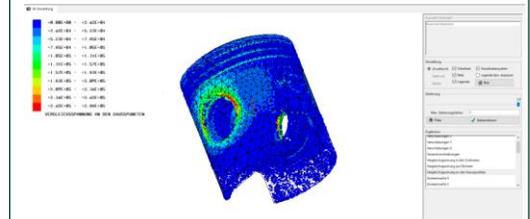
www.fem-helden.de



Das Benutzerhandbuch



Das Theoriehandbuch



Manuelle Arbeitsschritte



Zugänglichkeit / Komplexität



Rechenzeit



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

Bayerisches Staatsministerium für
Wissenschaft und Kunst



Kofinanziert von der
Europäischen Union



Abbildung: Lehrstuhl für Konstruktionslehre und CAD, Universität Bayreuth, 2022 (Lehrmaterialien)

Motivation

Herausforderungen KMU & Forschung Finite-Elemente-Analyse

Gate2HPC

ASSiST

Wir adressieren diese Herausforderungen
in den beiden EFRE-geförderten
Projekten.



Performance



Assistenz



Automatisierung



Motivation

Herausforderungen KMU & Forschung Finite-Elemente-Analyse

Gate2HPC

ASSiST

Wir adressieren diese Herausforderungen
in den beiden EFRE-geförderten
Projekten.



Performance



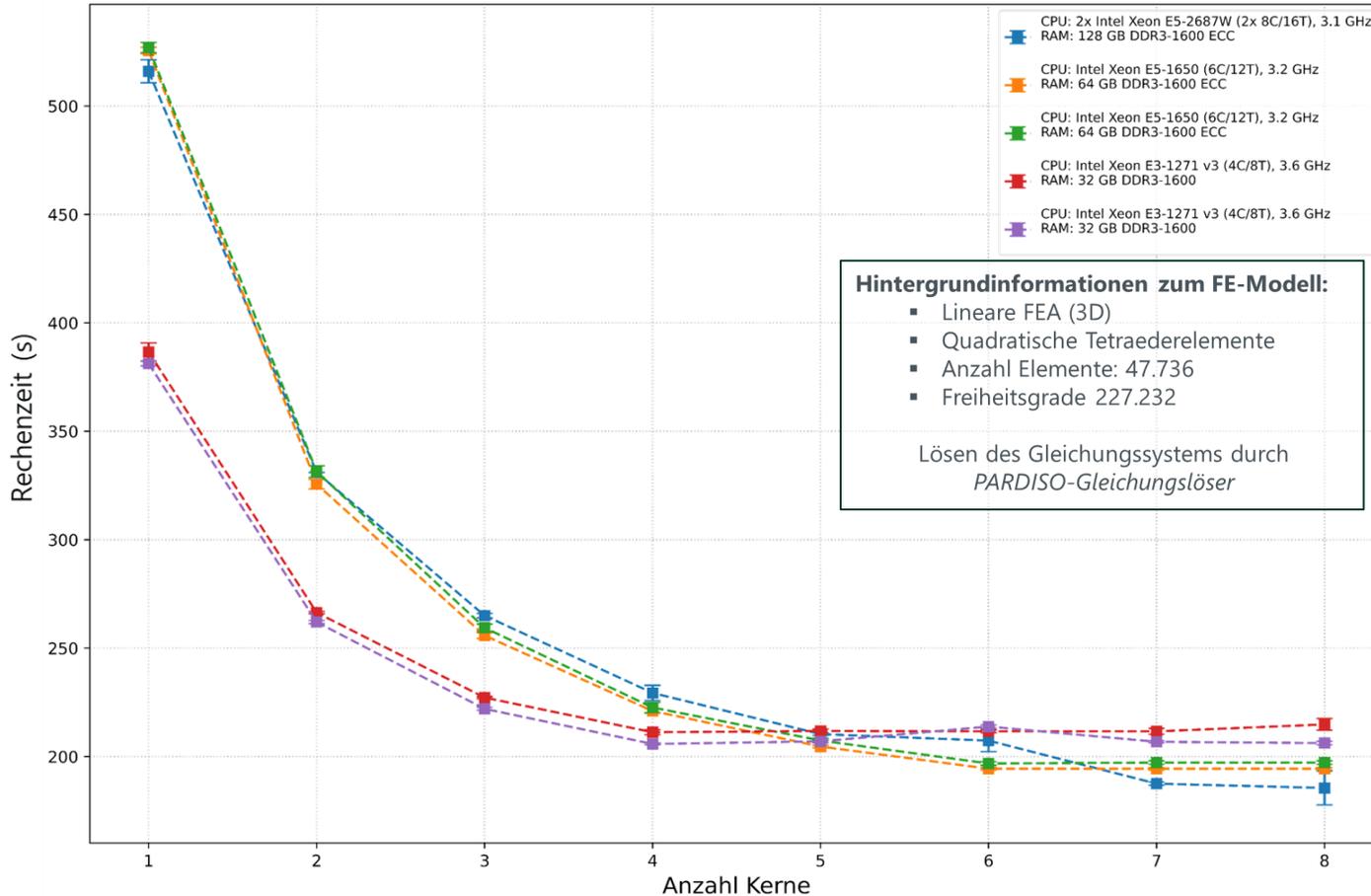
Assistenz



Automatisierung



Auswirkungen auf die Praxis: Lösen eines FE-Beispiels (2019)

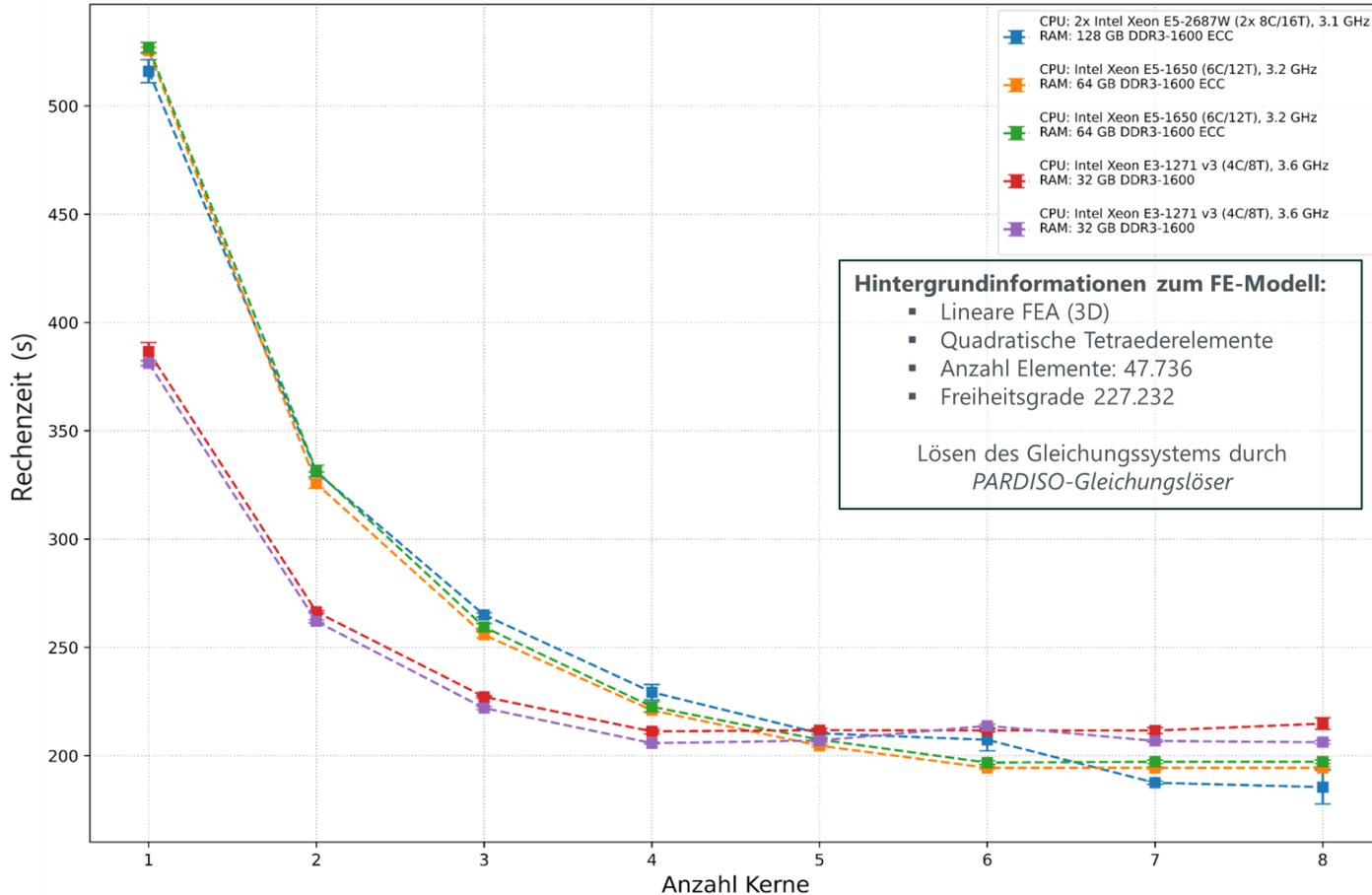


Benchmark (2019)

288

- Durch zunehmende Parallelisierung sinkt die Rechenzeit deutlich.
- Die größte Leistungssteigerung wird bei Erhöhung von 2 auf 4 (physische) Kerne erzielt.
- Danach treten **diminishing Returns** auf, vermutlich verursacht durch Hyperthreading und den Overhead der Parallelisierung.

Auswirkungen auf die Praxis: Lösen eines FE-Beispiels (2019)



Benchmark (2019)

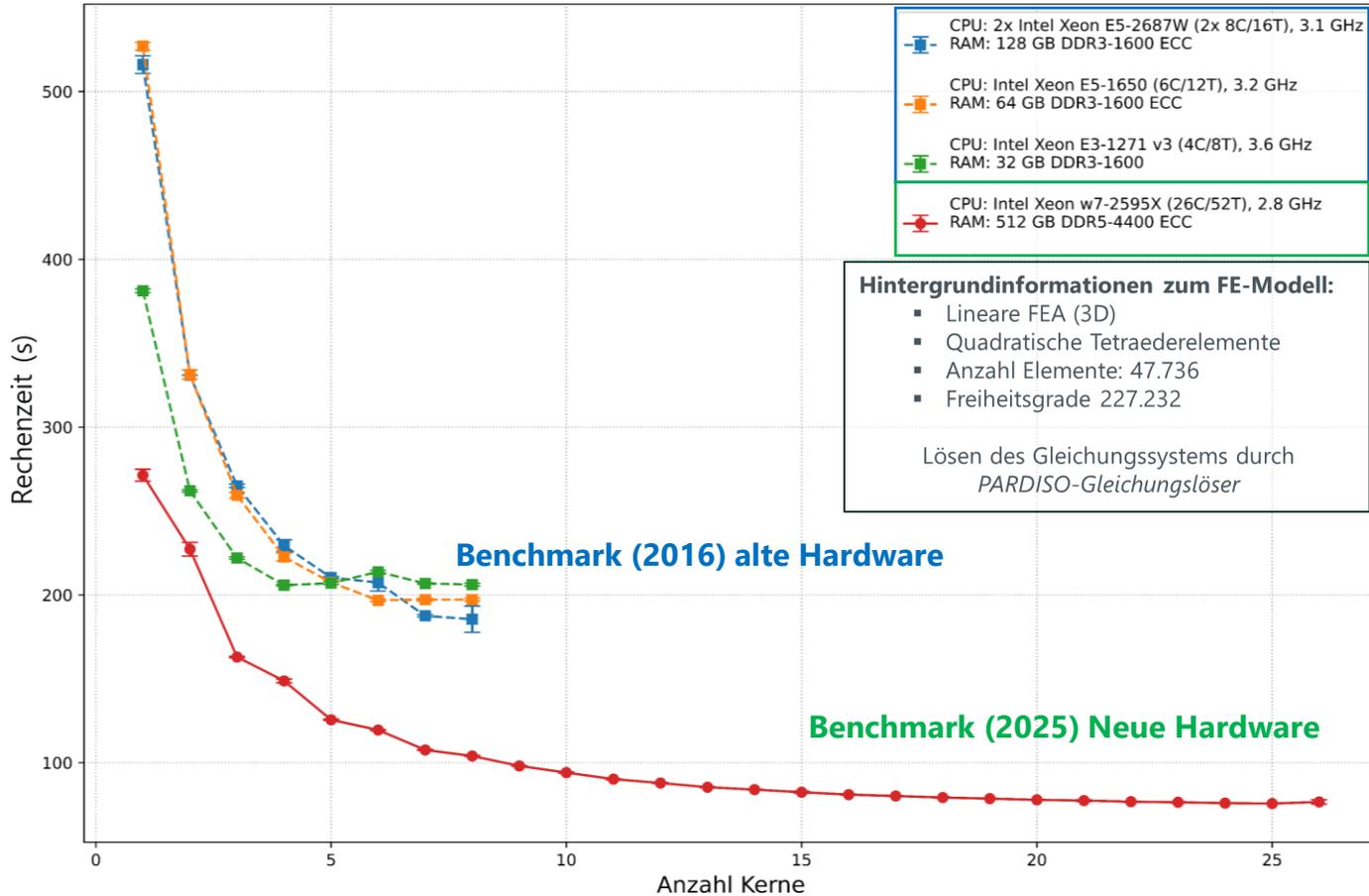
288

- Durch zunehmende Parallelisierung sinkt die Rechenzeit deutlich.
- Die größte Leistungssteigerung wird bei Erhöhung von 2 auf 4 (physische) Kerne erzielt.
- Danach treten **diminishing Returns** auf, vermutlich verursacht durch Hyperthreading und den Overhead der Parallelisierung.

Offene Frage:

Ist hier das Parallelisierungslimit bereits erreicht – oder kann mit größeren Modellen / moderner Hardware mehr erreicht werden?

Benchmark (2025): Was ist heute möglich?

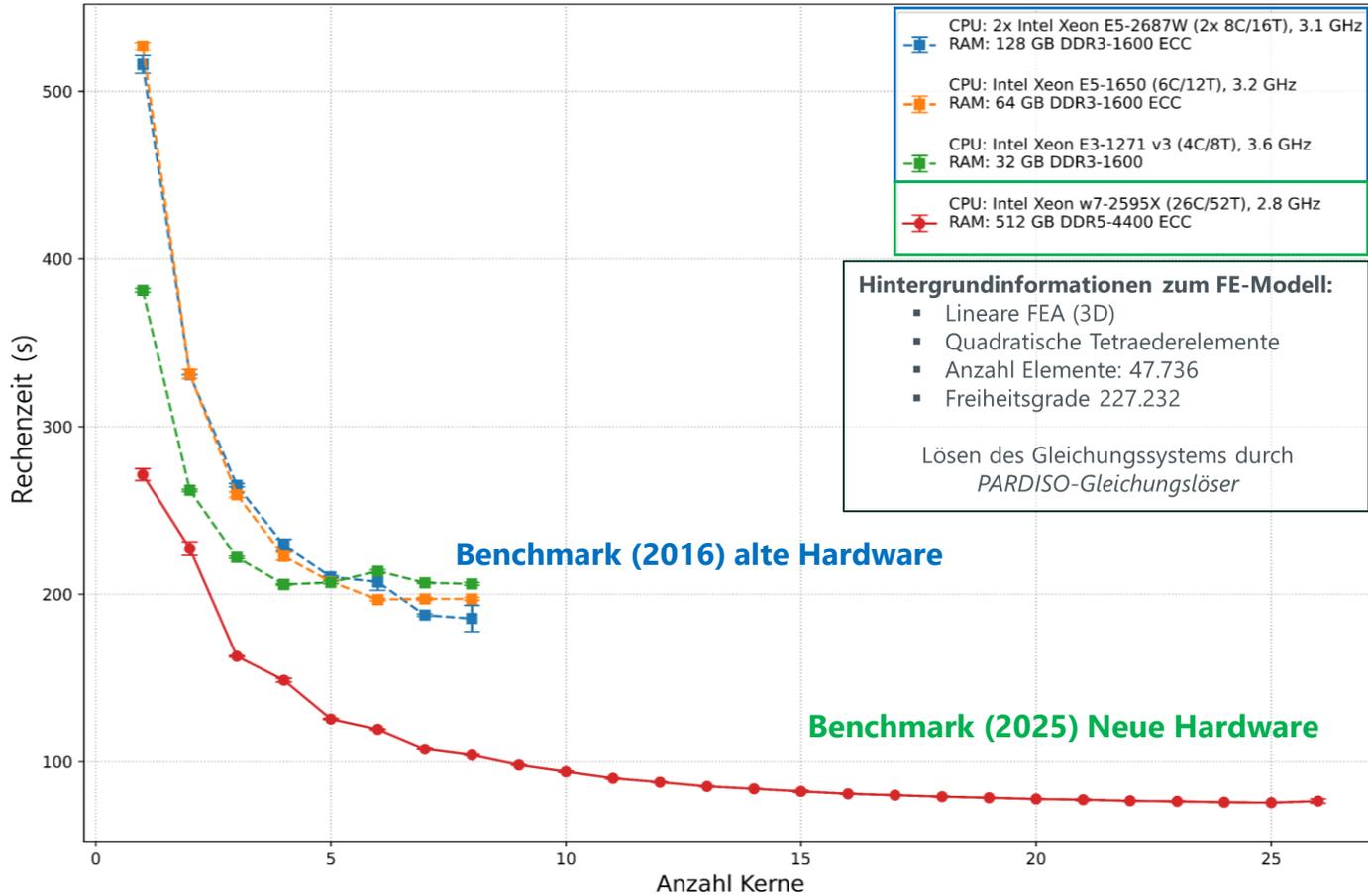


Benchmark (2025)

288

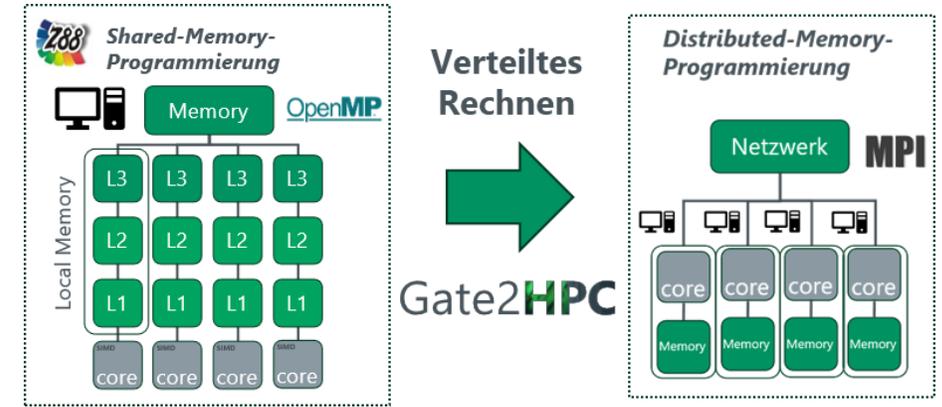
- Auch jenseits von 8 CPU-Rechenkernen sind Effizienzgewinne auch bei kleineren FE-Modellen möglich.
- Moderne Hardware mit vielen Rechenkernen lohnt sich insbesondere bei großen, komplexen Modellen.
- Der Overhead, der durch die Parallelisierung entsteht ist hier (noch) nicht limitierend.

Benchmark (2025): Was ist heute möglich?

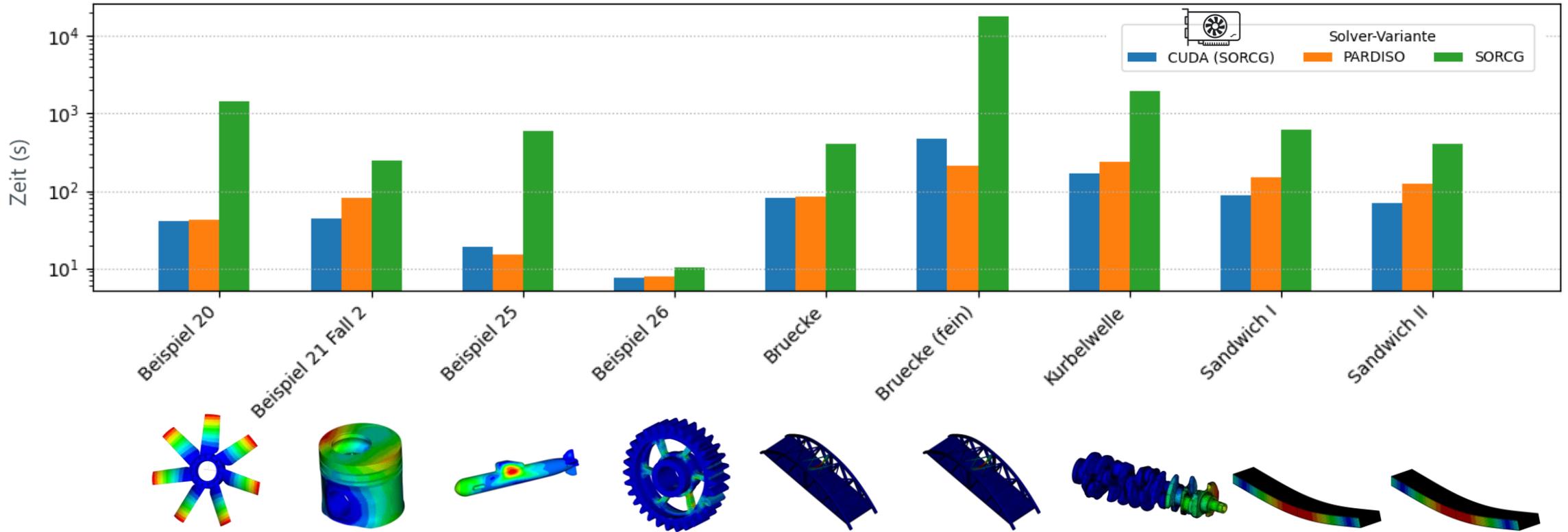


Benchmark (2025) **Z88**

- Auch jenseits von 8 CPU-Rechenkernen sind Effizienzgewinne auch bei kleineren FE-Modellen möglich.
- Moderne Hardware mit vielen Rechenkernen lohnt sich insbesondere bei großen, komplexen Modellen.
- Der Overhead, der durch die Parallelisierung entsteht ist hier (noch) nicht limitierend.

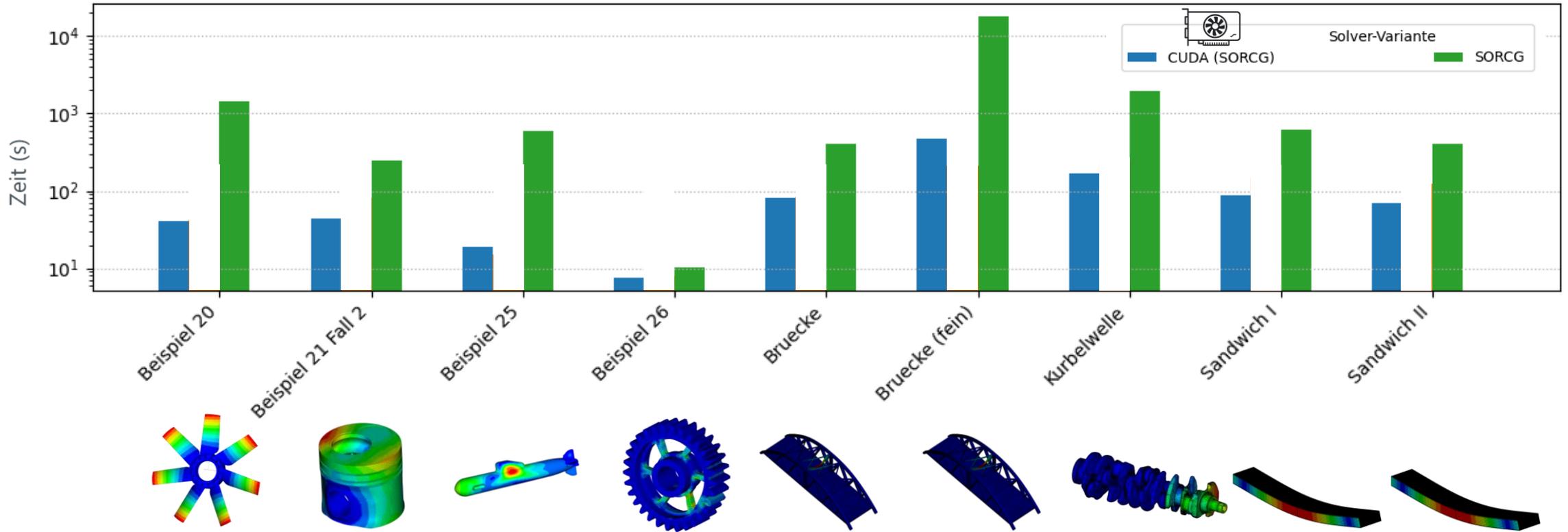


Performance: CUDA-CG Gleichungslösungsverfahren



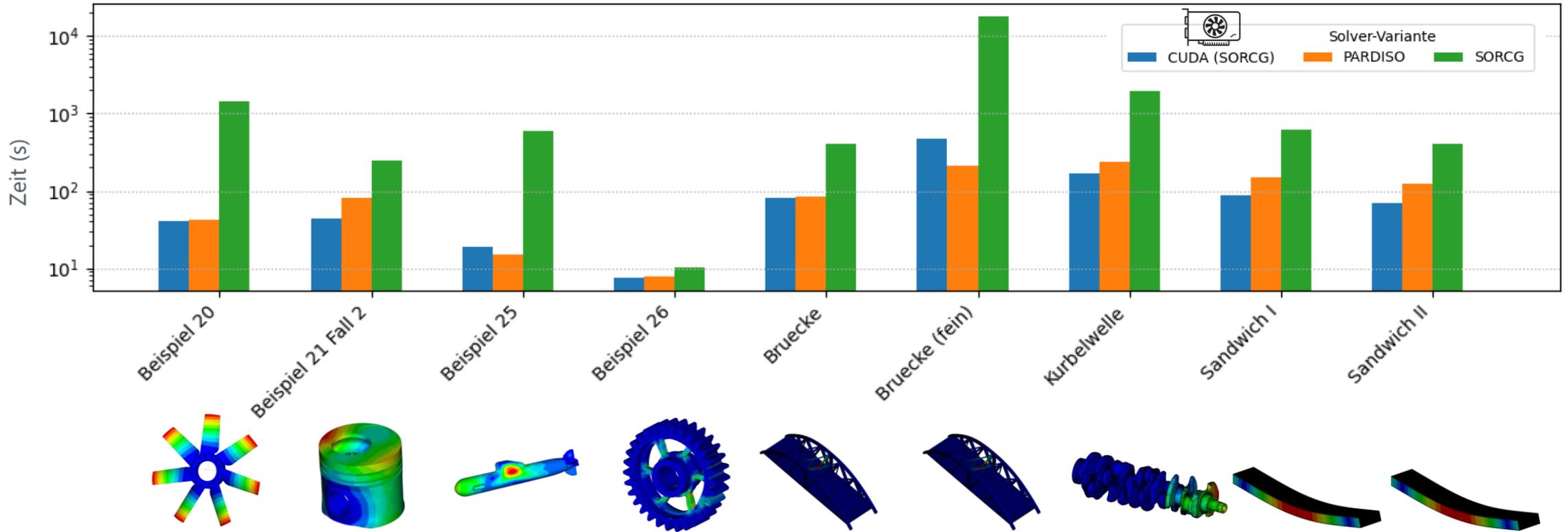
Anzahl Elemente	19.328	278.763	38.838	123.260	1.401.743	932.033	932.033	688.086	546.000
Freiheitsgrade	955.497	1.245.477	466.068	80.025	961.860	4.221.393	4.221.393	2.064.258	1.748.943

Performance: CUDA-CG Gleichungslösungsverfahren



Anzahl Elemente	19.328	278.763	38.838	123.260	1.401.743	932.033	932.033	688.086	546.000
Freiheitsgrade	955.497	1.245.477	466.068	80.025	961.860	4.221.393	4.221.393	2.064.258	1.748.943

Performance: CUDA-CG Gleichungslösungsverfahren



Anzahl Elemente	19.328	278.763	38.838	123.260	1.401.743	932.033	932.033	688.086	546.000
Freiheitsgrade	955.497	1.245.477	466.068	80.025	961.860	4.221.393	4.221.393	2.064.258	1.748.943

Motivation

Herausforderungen KMU & Forschung Finite-Elemente-Analyse

Gate2HPC

ASSiST

Wir adressieren diese Herausforderungen
in den beiden EFRE-geförderten
Projekten.



Performance



Assistenz



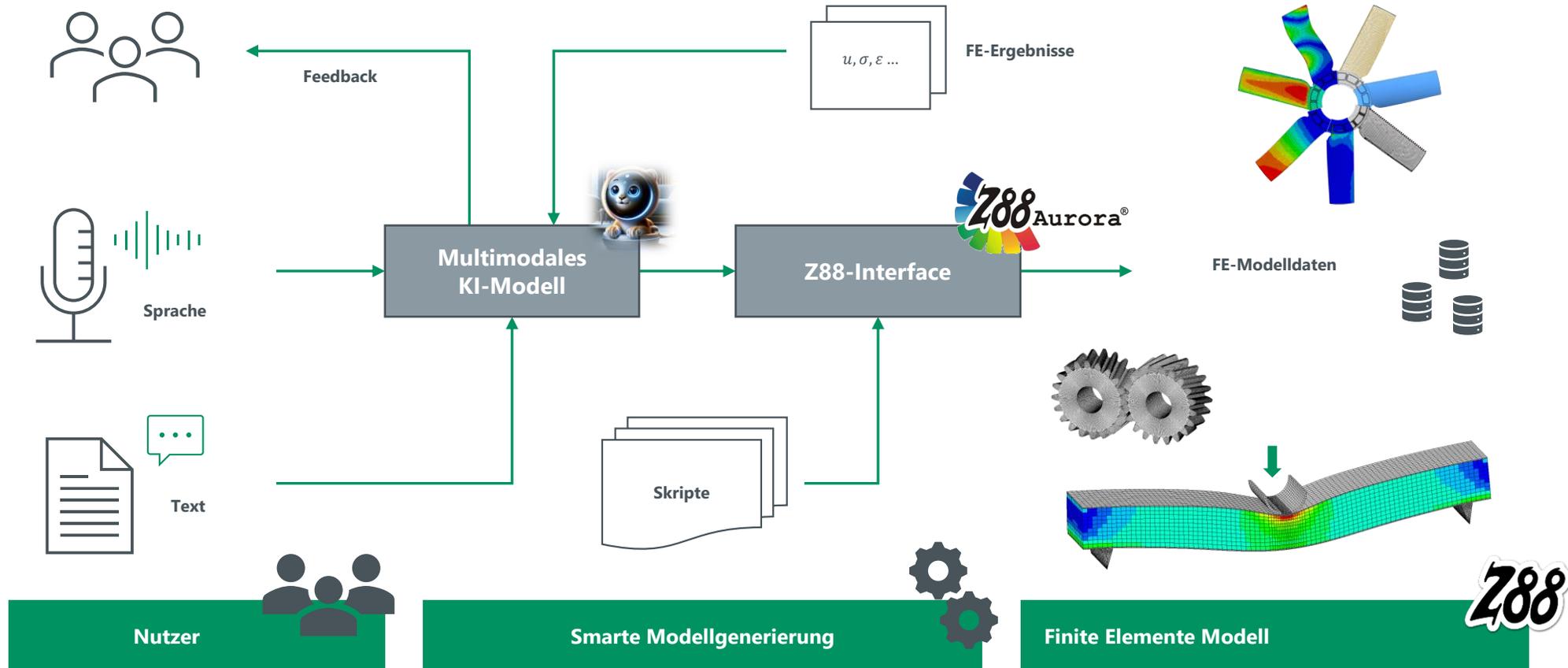
Automatisierung

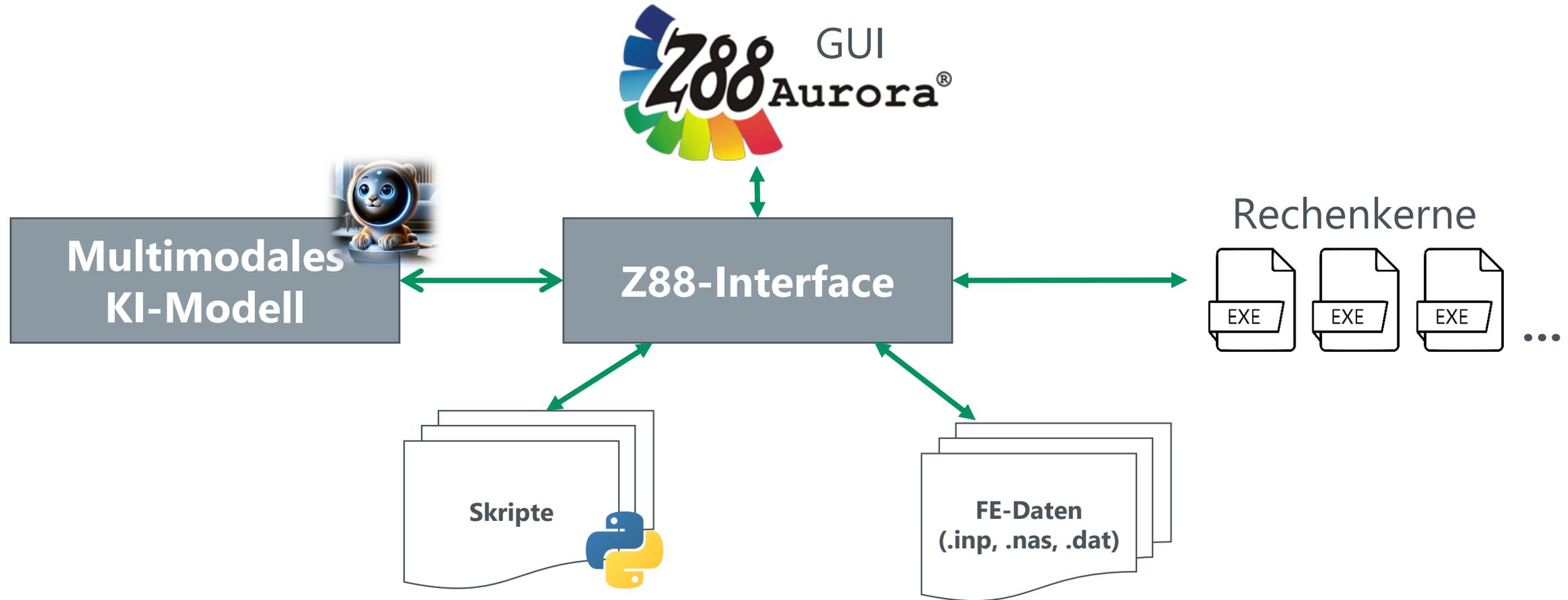


Automatisierte Simulationssteuerung durch intelligente Sprach- und Textmodelle



Integration von KI-Assistenten in den Modellierungsprozess

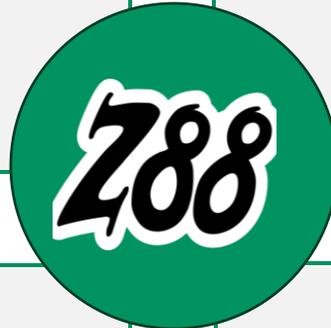




Nutzen des Forschungsvorhabens

- Erweiterung um Skript-basierte Modellerstellung für Firmeninterne Rechenkettten

- Integration eines KI-Assistenten für den FE-Modellaufbau



- Barrierearmer Zugang zu FE-Simulation durch Sprach und Textsteuerung

- Schnellere Feature Integration aus Forschungsprojekten durch moderne Programmarchitektur



Vielen Dank für ihre Aufmerksamkeit!

Für weitere Informationen besuchen Sie uns gerne an unserem Stand

Gate2HPC ASSIST



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

Bayerisches Staatsministerium für
Wissenschaft und Kunst

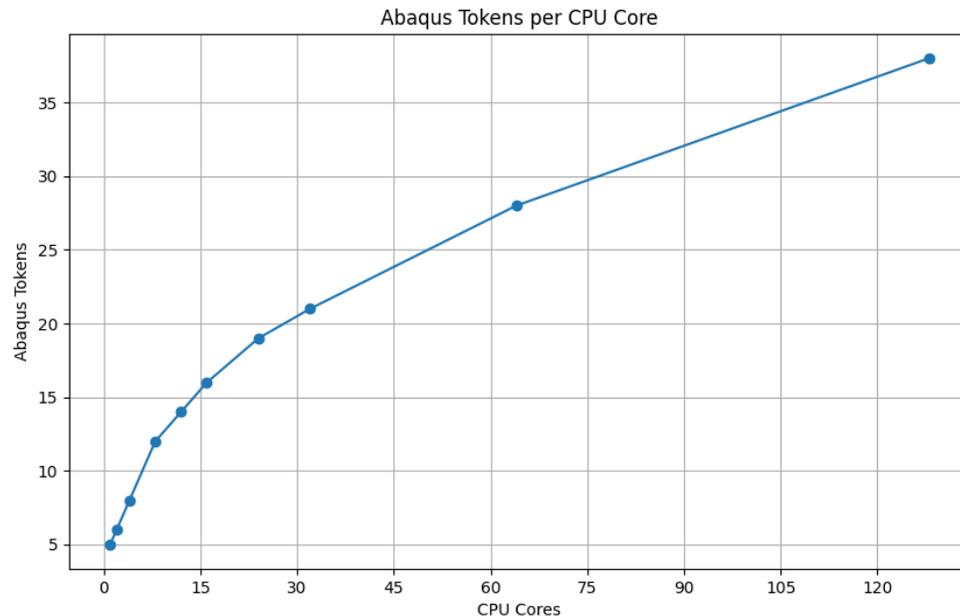


Kofinanziert von der
Europäischen Union



Token-basiertes Lizenzierungssystem:

- Anzahl der benötigten Abaqus-Tokens richtet sich nach Anzahl der verwendeten CPU-Kerne. Je mehr für eine Berechnung genutzt werden, desto mehr Tokens werden benötigt.



$$\text{Benötigte Tokens} = 5 \times N^{0,422}$$

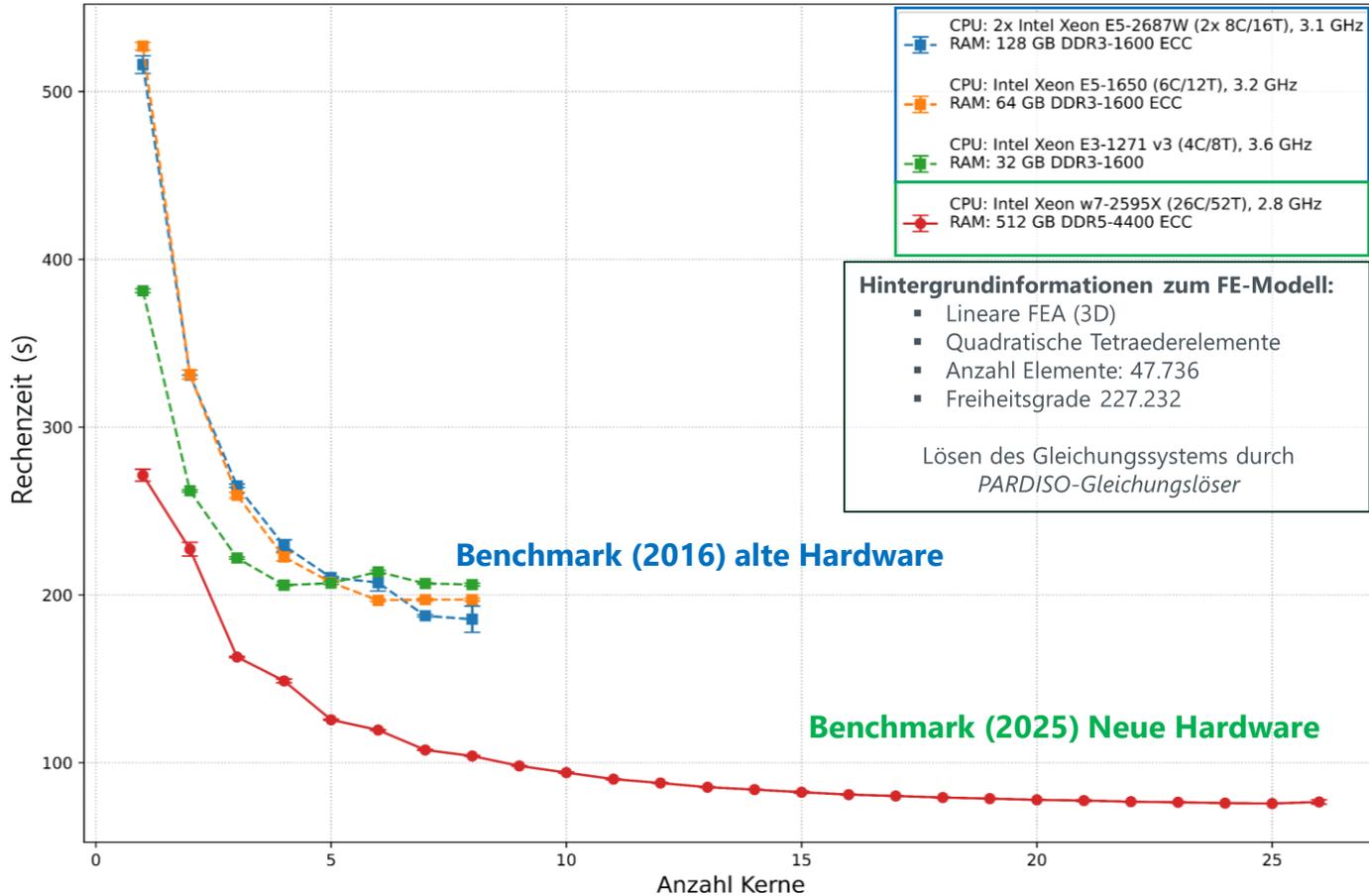
N : Anzahl der genutzten CPU-Kerne

Quelle: <https://deviceanalytics.com/abaqus-token-calculator/>

HPC-Hürden

- Software
 - Lizenzgebühren
 - Kostenpunkt Tokens
- Hardwarekosten
 - Anschaffungskosten
 - Wartung
- Niedrige Usability
- Datenschutz und Sicherheit
- Schwankender Anwendungsbedarf
- Fehlendes Know-How
- Etc.





Benchmark (2025)

288

- Auch jenseits von 8 CPU-Rechenkernen sind Effizienzgewinne auch bei kleineren FE-Modellen möglich.
- Moderne Hardware mit vielen Rechenkernen lohnt sich insbesondere bei großen, komplexen Modellen.
- Der Overhead, der durch die Parallelisierung entsteht ist hier (noch) nicht limitierend.

Praktische Relevanz (Hardwarebeschaffung):

- Bei der Auswahl auf **CPU-Taktfrequenz** und **Anzahl der Rechenkerne** achten.
- Für das Lösen großer Gleichungssysteme mit direktem Löser ist **ausreichend Arbeitsspeicher** entscheidend.

High Performance Computing

Ziel: Leistungsfähigkeit einer einzelnen Anwendung oder Simulation zu maximieren. Hierbei treten häufig starke Abhängigkeiten zwischen den Berechnungen, die durchgeführt werden müssen auf.

Probleme die mehr oder weniger viele Abhängigkeiten beinhalten.

Beispiel: Lösen von Differenzialgleichungen (Fluidmechanik, Finite-Elemente-Methode, Wettermodelle,...).



High-Throughput Computing

Ziel: Maximierung des Durchsatzes von mehreren unabhängig laufenden Aufgaben oder Prozessen innerhalb eines bestimmten Zeitrahmens.

Probleme die „peinlich bzw. inhärent“ parallel sind

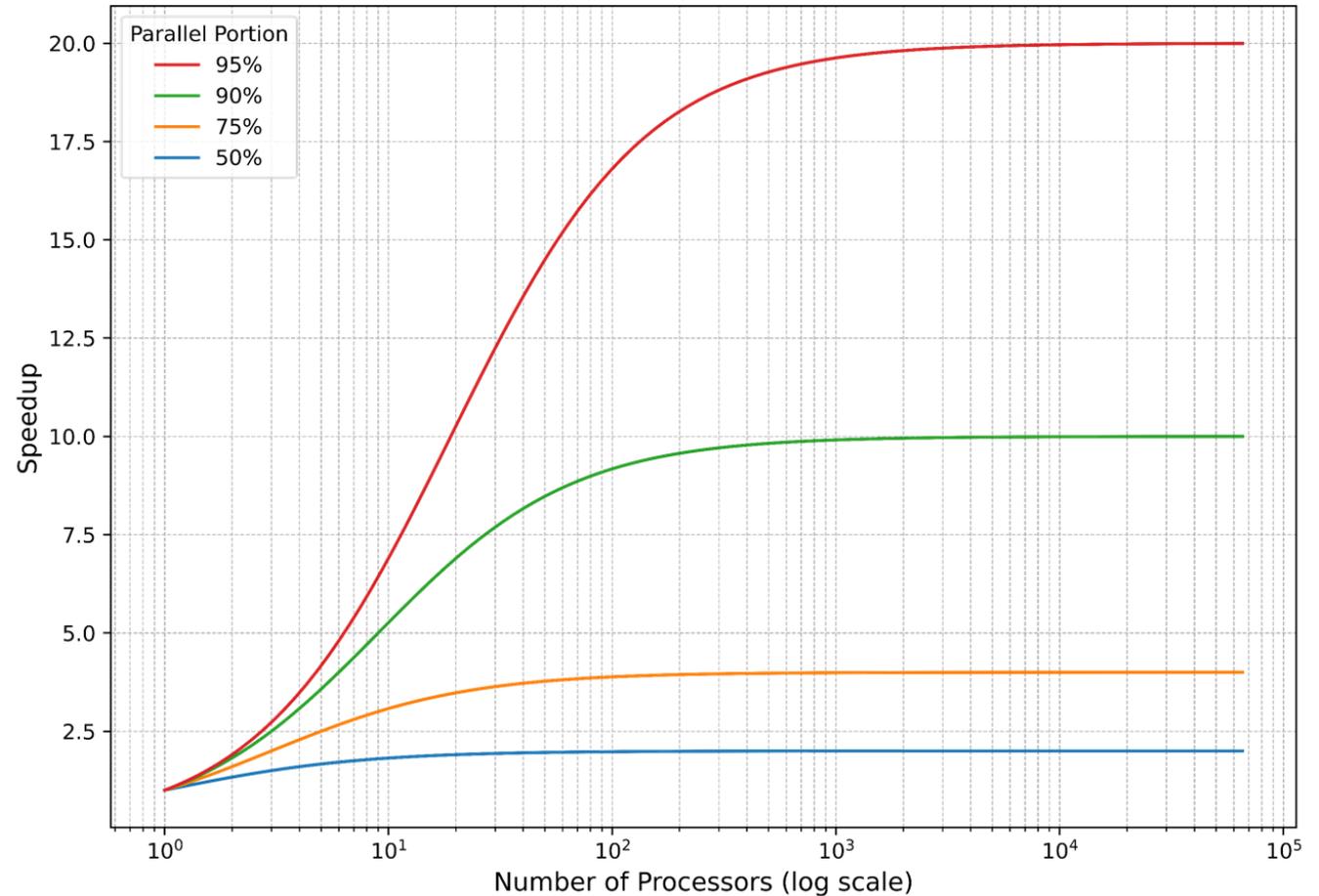
Beispiel: Datenanalyse, Textverarbeitung, Bildanalyse, Brute-Force Password knacken



$$S_{Amdahl} = \frac{1}{(1 - P) + \frac{P}{N}}$$

- S : Speedup
- P : Proportion of parallel code
- N : Number of processors

Amdahl's Law - Speedup vs Number of Processors



Overhead

Nachrichtengekoppelte Parallelität

Gemeinsames Arbeiten an Daten, Datenaustausch, Kommunikation

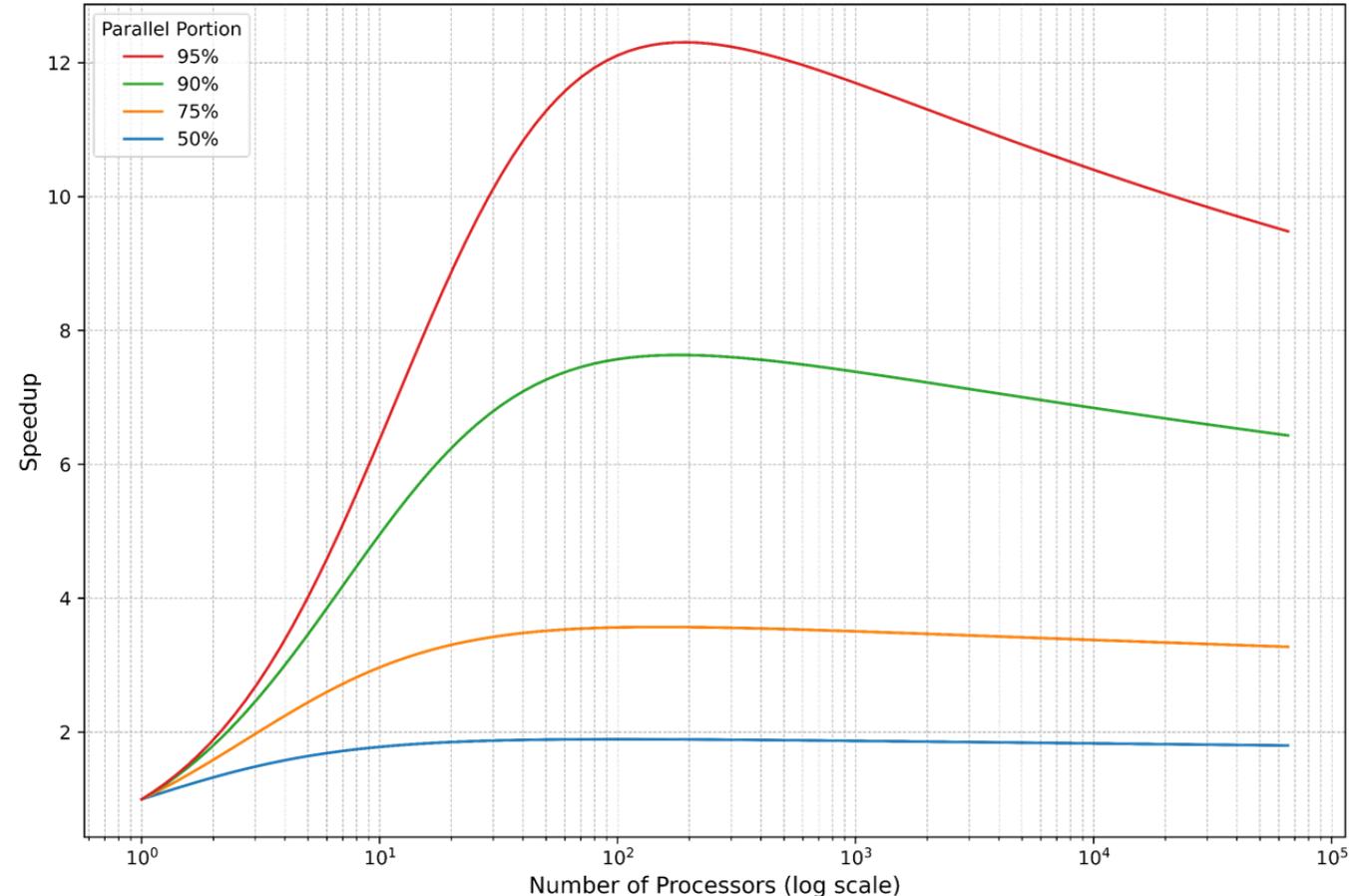
Geteilter Speicherparallelismus

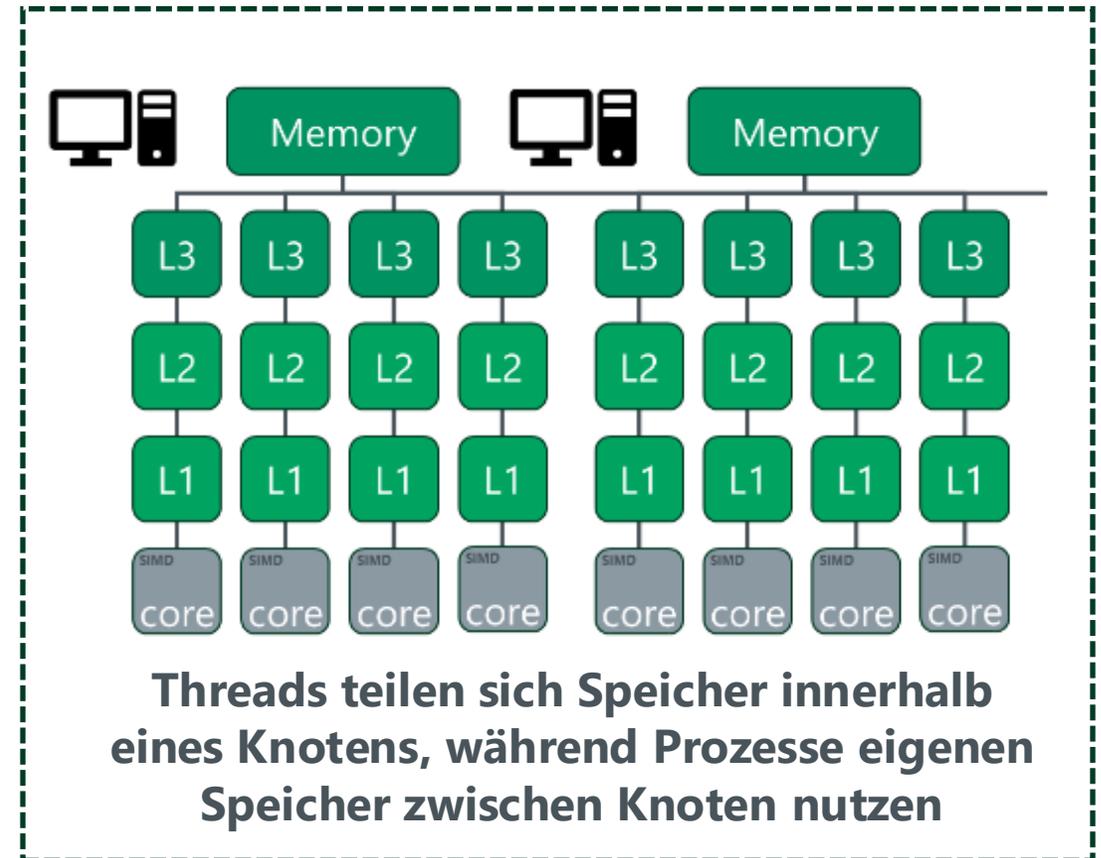
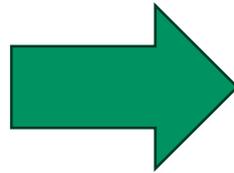
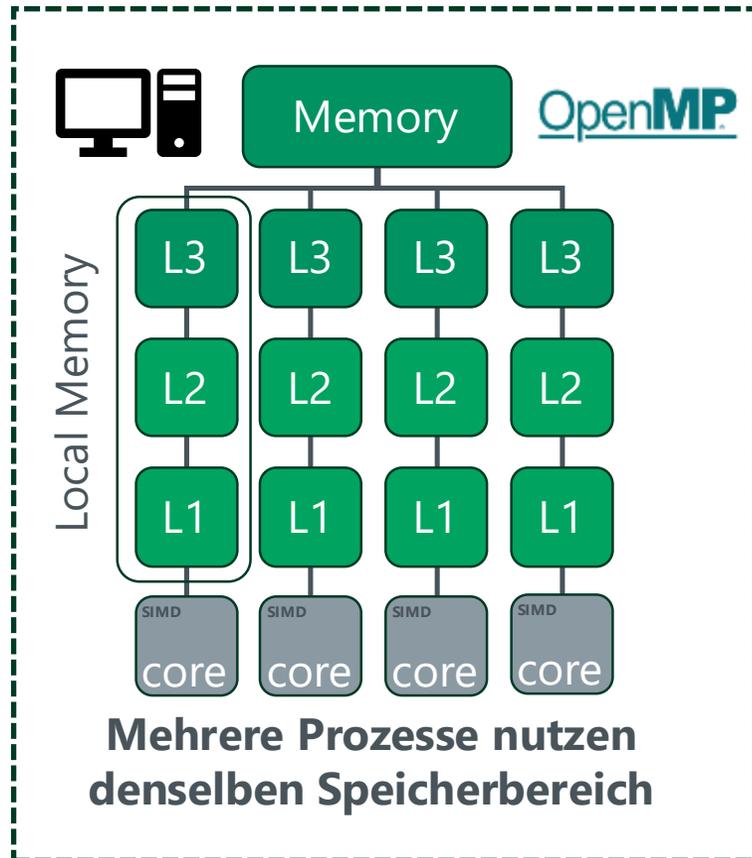
Schreiben gemeinsamer Daten in den gemeinsamen Speicher

Problem der Synchronisation

Prozesse, die auf langsamere Prozesse warten müssen, um z.B. zu vermeiden dass der langsamere Prozess falsche Daten erhält

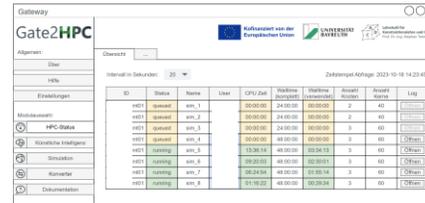
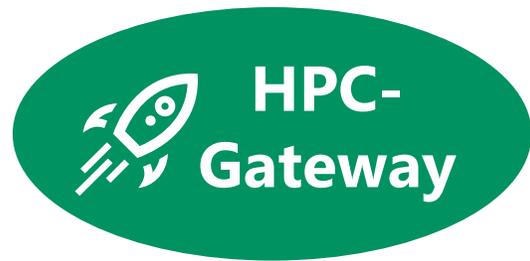
Amdahl's Law with Overhead - Speedup vs Number of Processors



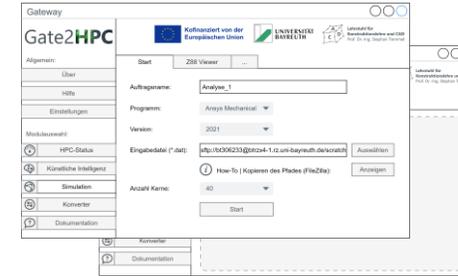


Das Projekt Gate2HPC

Gateway



HPC-Status



Simulation

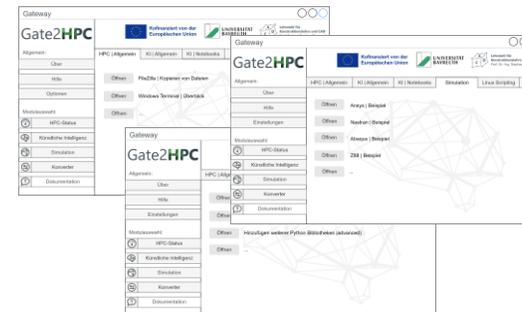
Startbildschirm
(Verbindung)



Künstliche
Intelligenz



Dokumentation





Combining Design, Manufacturing and Operation - the Application of Digital Twins and Machine Learning to Gearboxes

Dr.-Ing. Maik Hoppert
Technical Account Manager Romax - DACH

Bayreuther Konstrukteurstag 17.9.2025

Contents

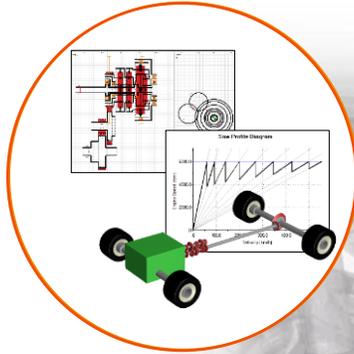
1. Introduction ROMAX and ODYSSEE
2. AI driven gear design using ODYSSEE
 - Workflow and Setup
 - Results
3. Digital Twin for Gear Reliability
 - Digital Twin definition and reliability approaches
 - Implementation
 - Outlook
4. Summary

Romax Software Portfolio

Romax Concept

Rapid and intuitive exploration of drivetrain ideas to entrance the early product development process

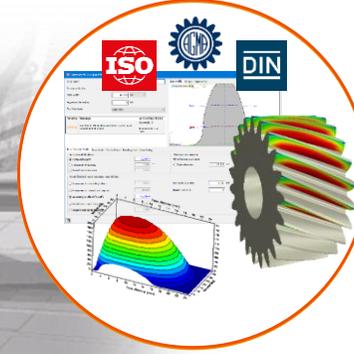
For concept designers



Romax Enduro

Trusted structural simulation and optimisation for the design of durable and robust electro-mechanical drive systems

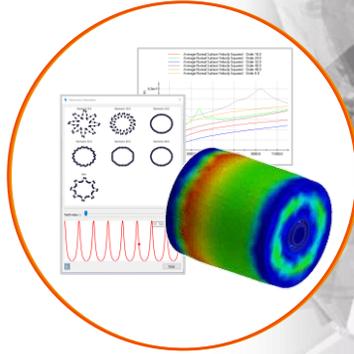
For durability engineers



Romax Evolve

Electro-mechanical analysis tool for electrical machine designers

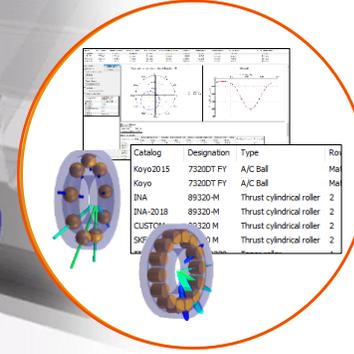
For motor designers



Romax Spin

Advanced simulation of rolling element bearings for bearing designers and application engineers

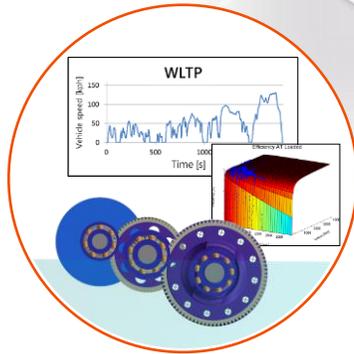
For bearing specialists



Romax Energy

A global efficiency prediction tool for drivetrains and transmissions

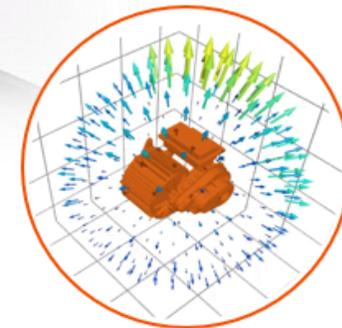
For efficiency experts



Romax Spectrum

Full system NVH simulation from gear and electric machine through to vehicle sound quality

For NVH analysts



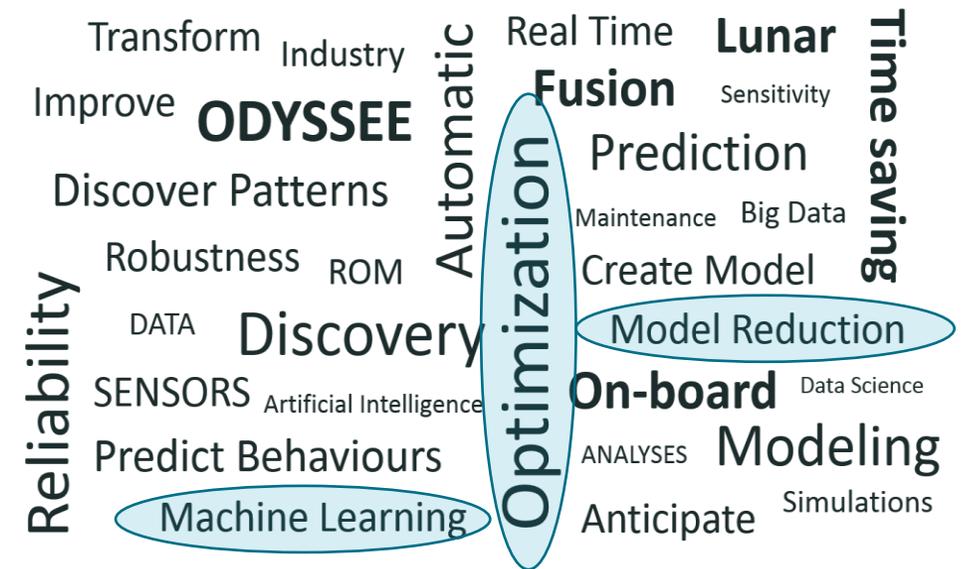
ODYSSEE CAE

ODYSSEE CAE is a design platform combining AI and optimization

- Complement numerical simulations by increasing efficiency and capacity of fast (real-time) parametric studies
- Employs Artificial Intelligence to understand underlying features of models or experimental setup
- Predict instantaneously model response to design variations or uncertainties

ODYSSEE CAE provides robust optimization tools exploiting AI technology for data intensive engineering

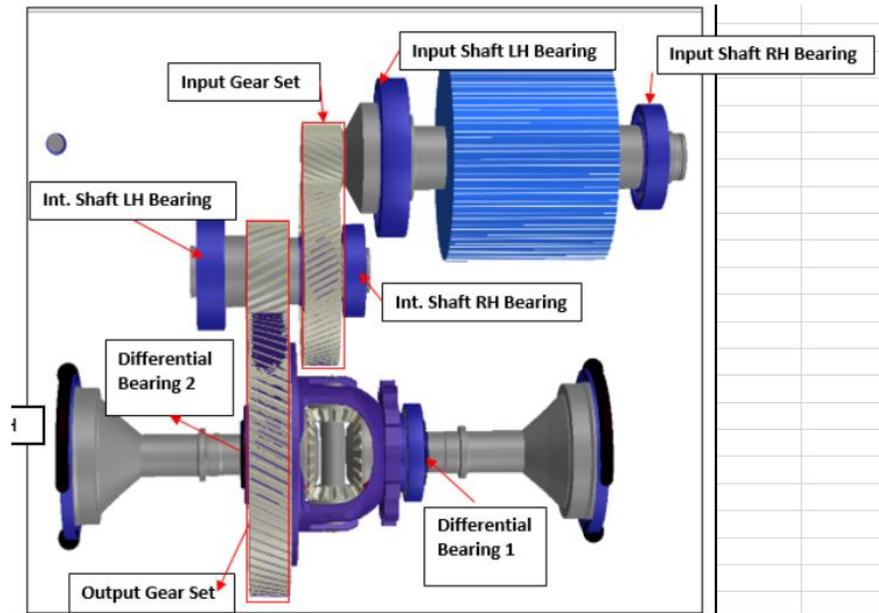
- Reduced computing effort (small samples), apply adaptive learning to design space
- Benefit from real-time visualization (no need to wait for lengthy FE runs for example)
- Real-time results for parametric models
- Capability of reverse engineering and model optimization



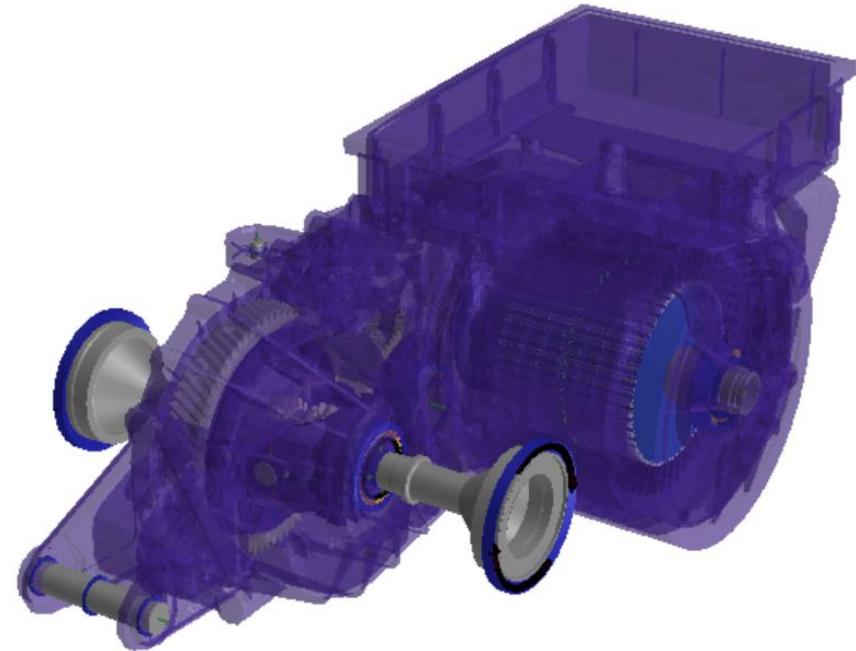
AI driven gear design using ODYSSEE

ROMAX Model (Hexagon Internal)

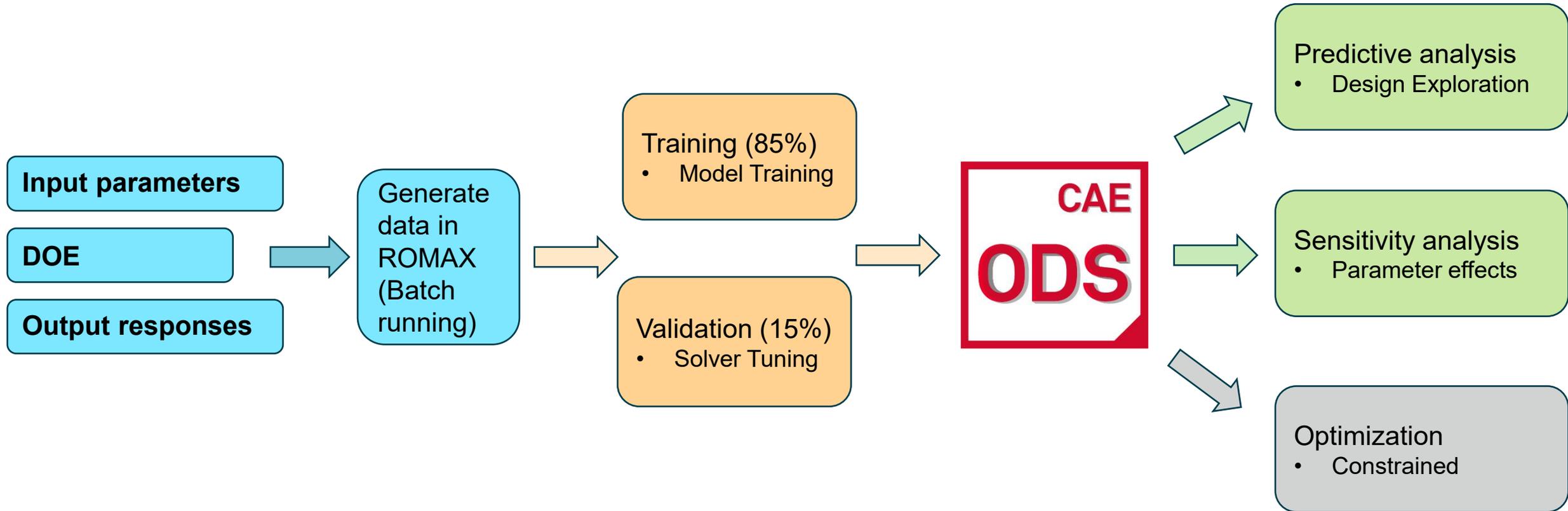
- Components considered for parameterization:
 - Input and output gear set micro-geometries
 - Pinion
 - Wheel
 - Intermediate shaft bore and outer diameter
 - Two different bearing preload values



- Outputs of interest:
 - Gear stress analysis (pinion and wheel)
 - Bending stress
 - Contact stress
 - Gear contact stress patch (image)



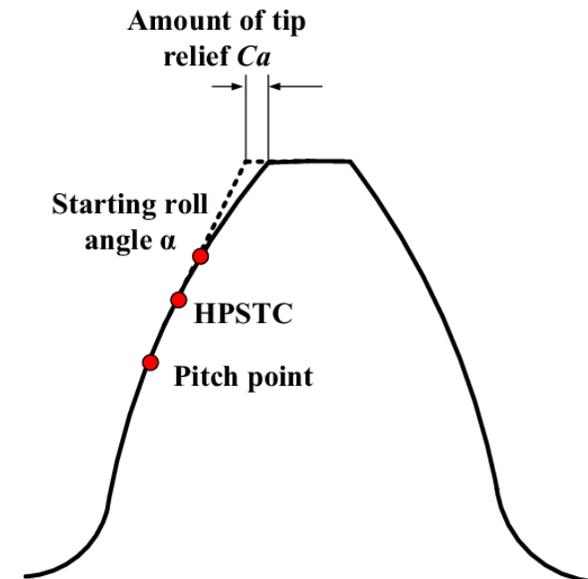
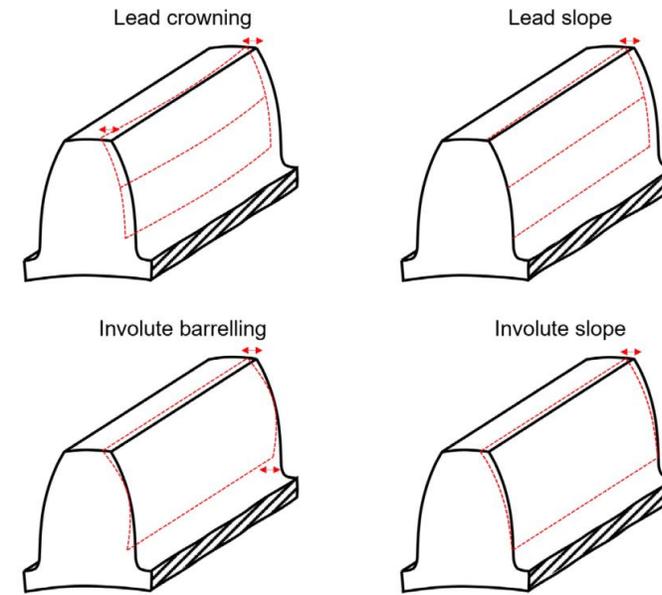
ROMAX- ODYSSEE Workflow



Design Variables

- 26 design variables are considered as shown below
- Min-max values for these variables are also provided

Design variable	Unit	Min	Max
Rotor input torque	Nm	Max 335 (25%, 50%, 75% and 100%)	
Micro-geometry parameters in pinion / wheel left and right flank			
leadCrown	deg	0	40
leadSlope	deg	-20	20
tip relief	deg	5	10
involute barreling	deg	0	40
involute slope	deg	-20	20
Diff bearing 1/2 preload	N	0	2000
Int. shaft section1 bore	mm	20.7	25.3
Int. shaft section8 bore	mm	25.2	30.8
Int. shaft section9 outer	mm	49.5	60.5



DOE Sampling Generation

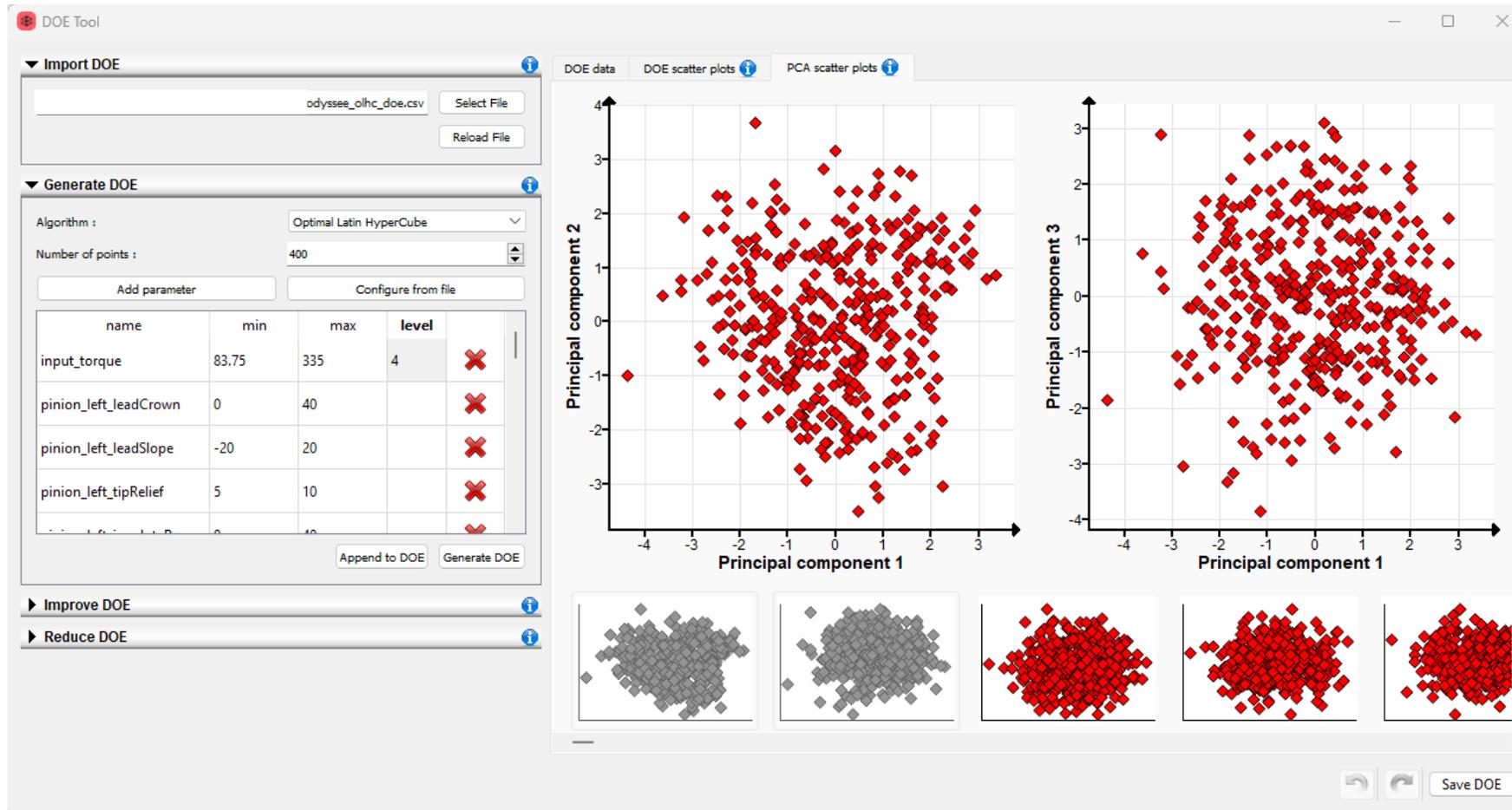
- ODYSSEE is used for DOE sampling to generate model training dataset
- 400 samples are generated
- For Full Factorial DOE sampling, $(4^1 * 2^{25}) = 134,217,728$ samples are needed (assuming only 2 levels for continuous variables)

The screenshot displays the DOE Tool interface. On the left, the 'Generate DOE' section is active, showing the 'Optimal Latin HyperCube' algorithm with 400 points. A table lists parameters: 'input_torque' (min: 83.75, max: 335, level: 4), 'pinion_left_leadCrown' (min: 0, max: 40), 'pinion_left_leadSlope' (min: -20, max: 20), and 'pinion_left_tipRelief' (min: 5, max: 10). Each parameter has a red 'X' icon. Below this are 'Append to DOE' and 'Generate DOE' buttons. The right side shows a 'DOE data' table with 14 rows of generated values for the same parameters.

	input_torque	pinion_left_leadCrown	pinion_left_leadSlope	pinion_left_tipRelief	ion_left_involuteBarrel	inion_left_involuteSlop	ir
1	83.75	0.100251	19.198	5.31328	6.01504	2.75689	3:
2	335	37.3935	15.99	5.75188	2.90727	-19.599	2:
3	251.25	33.3835	-16.2907	5.77694	10.1253	-17.0927	3:
4	335	5.81454	-19.2982	8.90977	6.91729	-13.183	7.
5	83.75	39.7995	16.1905	9.7619	5.01253	12.0802	3:
6	167.5	4.21053	-18.8972	9.5614	22.7569	-13.584	9.
7	83.75	16.1404	-19.599	7.34336	3.20802	-16.9925	10
8	335	13.3333	14.0852	9.599	16.7419	-17.4937	3:
9	251.25	39.6992	-15.3885	9.13534	19.7494	-20	5.
10	83.75	8.42105	-18.9975	9.23559	0.701754	-14.5865	1:
11	335	6.91729	5.16291	8.78446	0.902256	-18.2957	4.
12	251.25	0.200501	-13.985	9.04762	8.22055	17.193	3:
13	167.5	1.20301	13.4837	5.18797	22.5564	-3.7594	1:
14	83.75	39.198	-16.8922	8.94737	25.0627	13.584	3:

DOE Sampling Visualization (Principal Component Analysis)

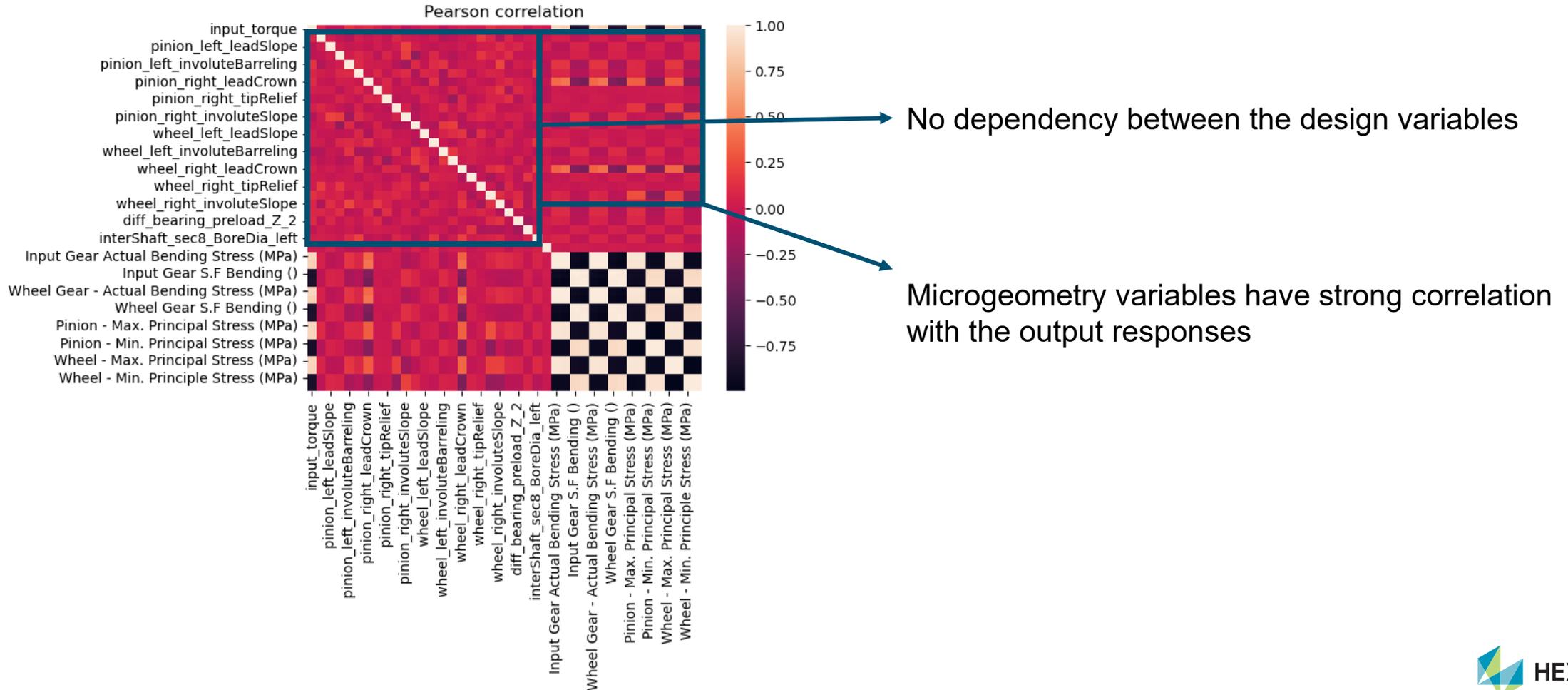
- Use PCA visualization for easy distribution visualization and comprehension



Sample points are well distributed in the design space

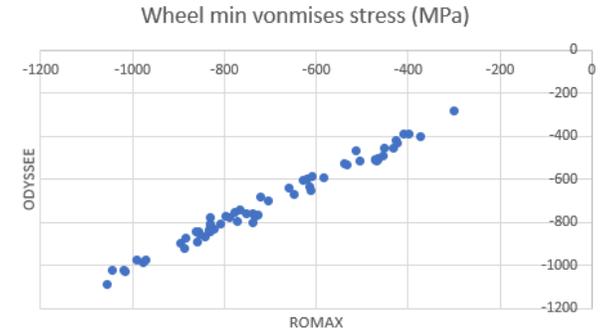
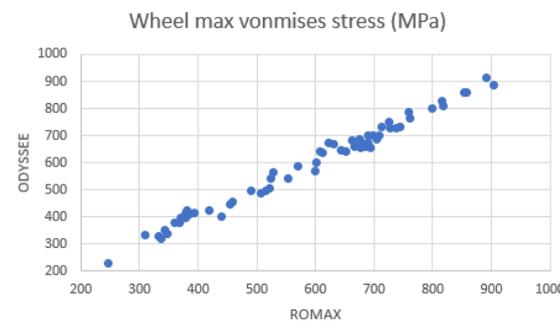
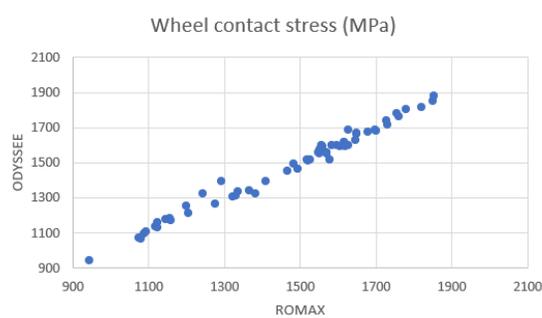
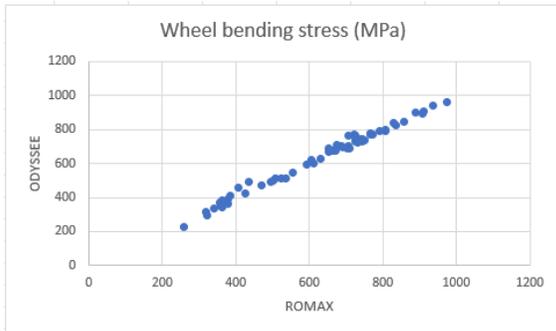
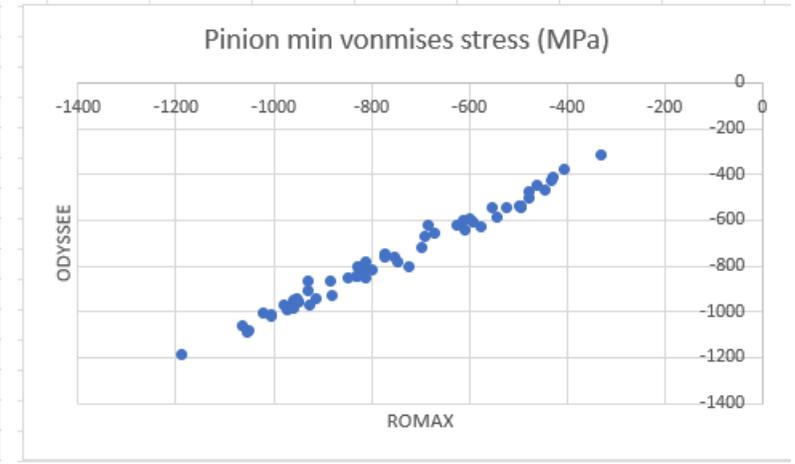
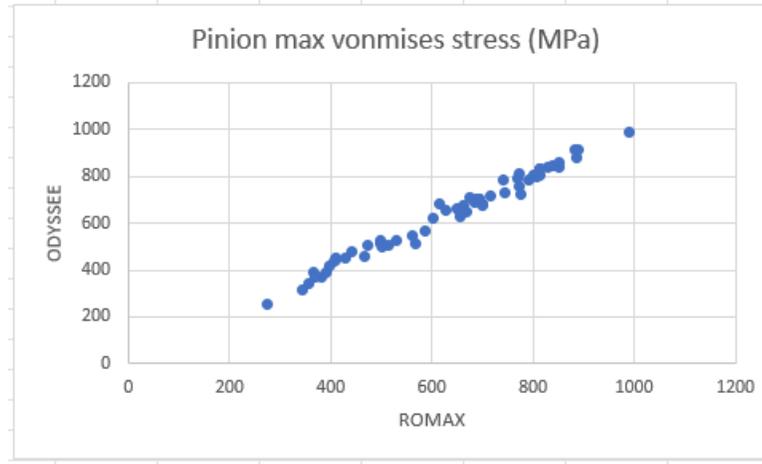
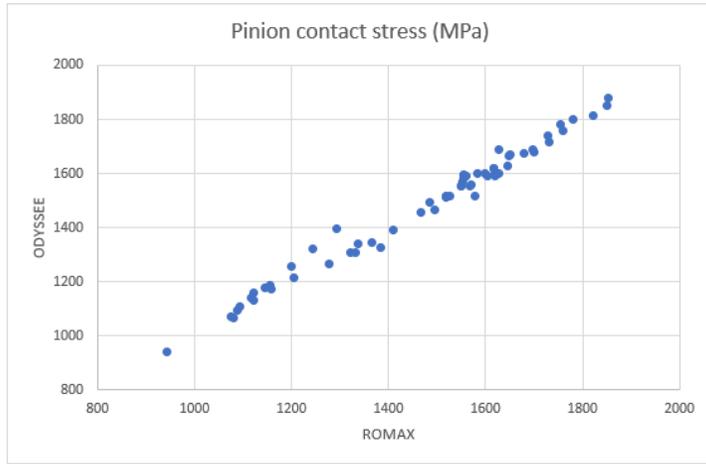
Exploratory Data Analysis (Design Variables + Output responses)

- Bivariate analysis
- Understand correlation between design variables and output responses



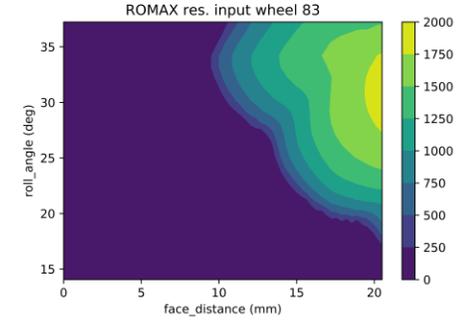
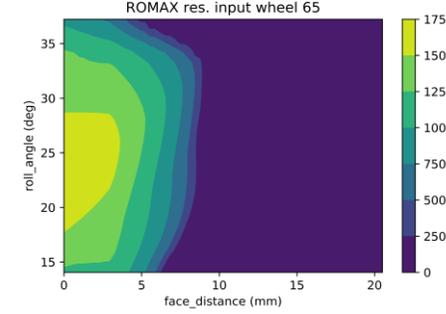
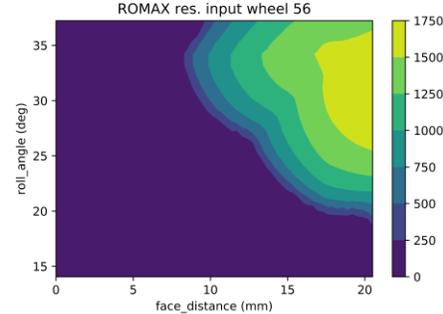
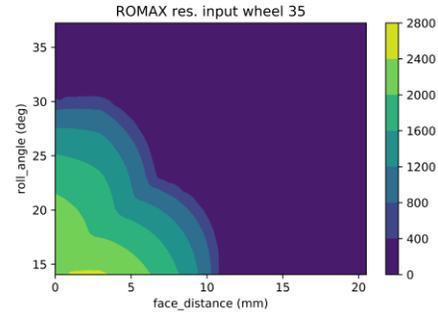
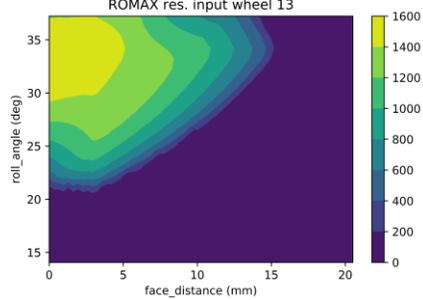
Predictive Analysis in ODYSSEE

- Predictions are generated for all scalar outputs

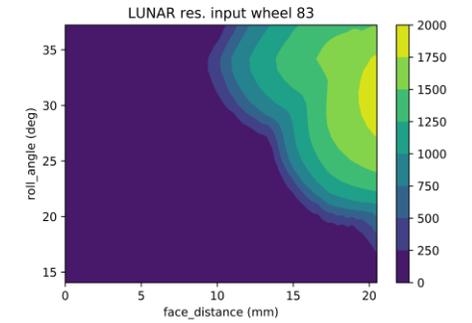
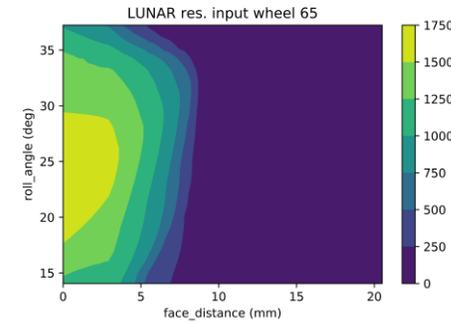
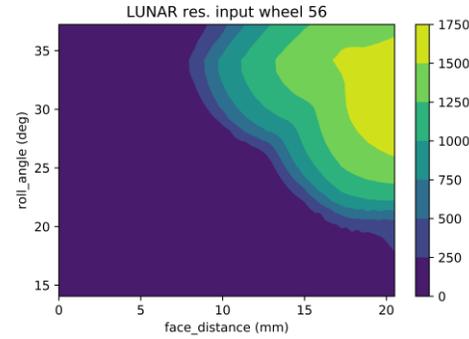
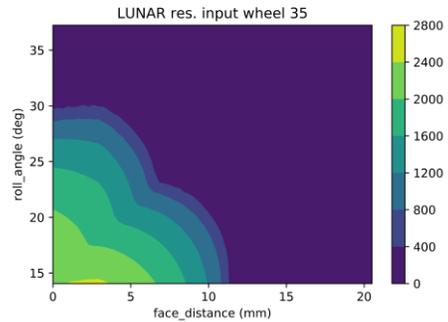
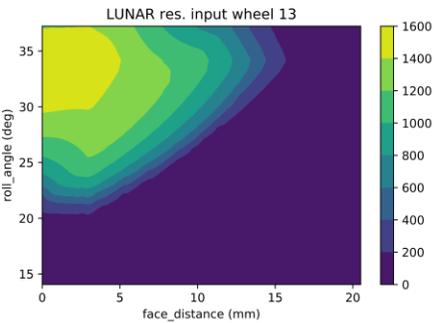


ODYSSEE provides precise predictions for all the scalar outputs

Contact stress comparisons between ROMAX and ODYSSEE

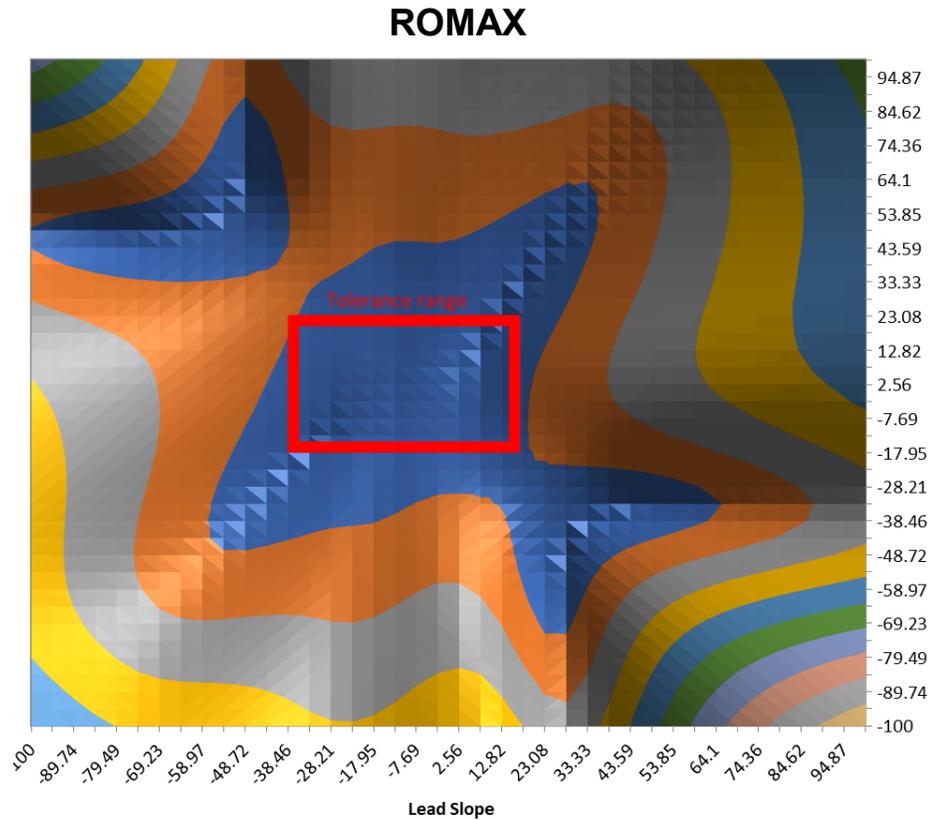


ROMAX results

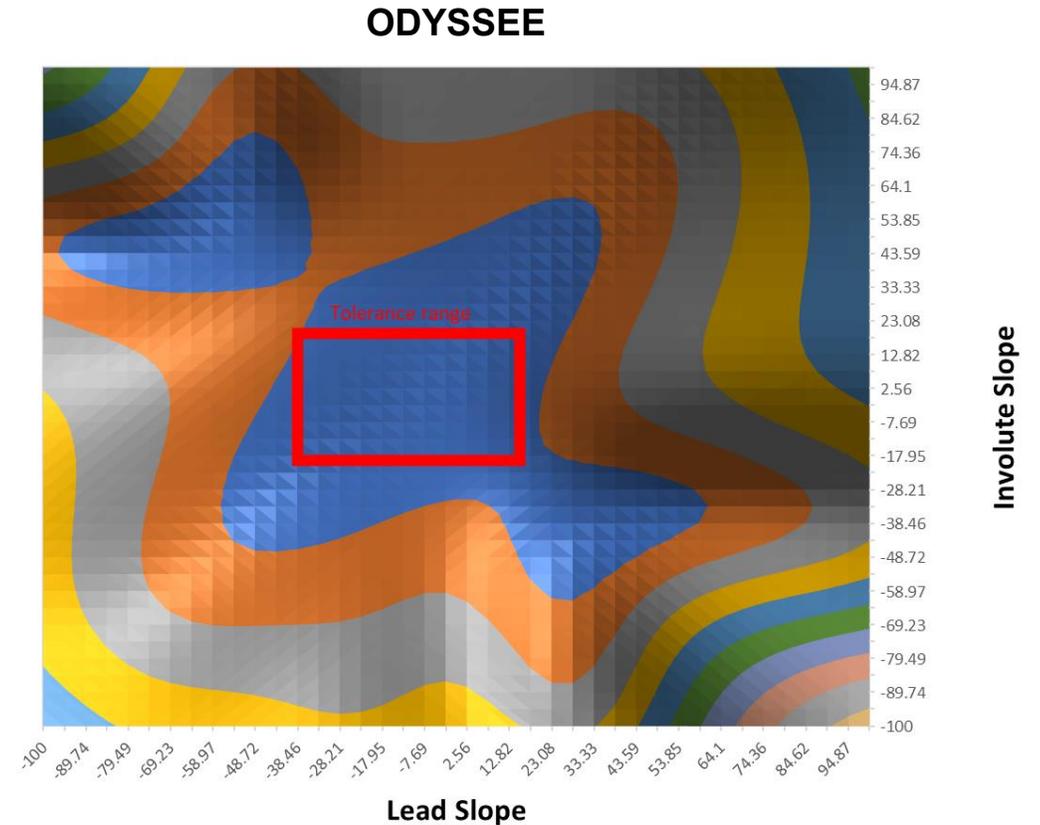
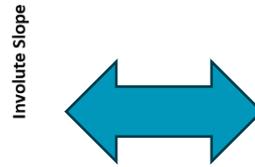


ODYSSEE results

Prediction : Butterfly plot comparison



Total = 2000 runs and 10-15h of computation



Total = 1h of computation instead of 10-15h !
Prediction: few seconds

→ Enables the engineer to make informed, robust decisions faster

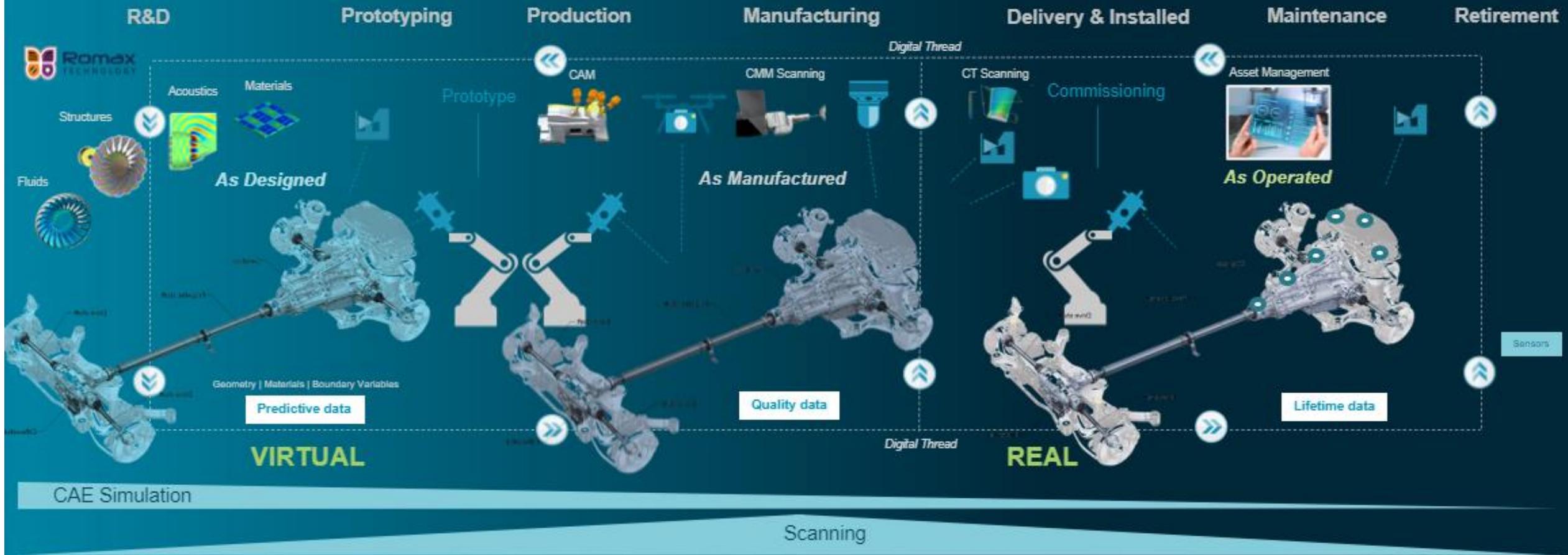
Digital Twin for Gear Reliability

Design

Manufacturing

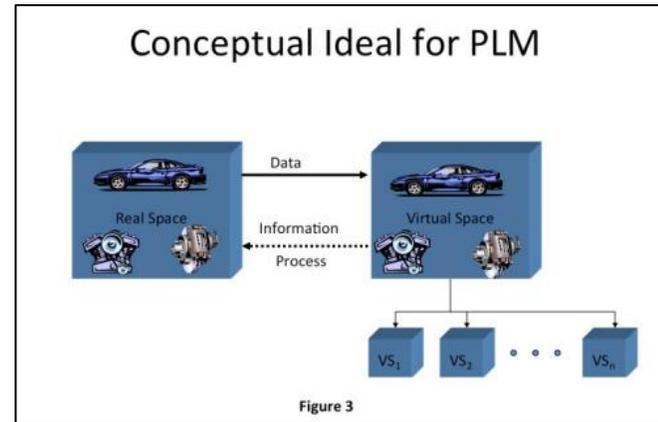
Op. & Maintenance

MATERIALS TWIN



Origins of the Term 'Digital Twin'

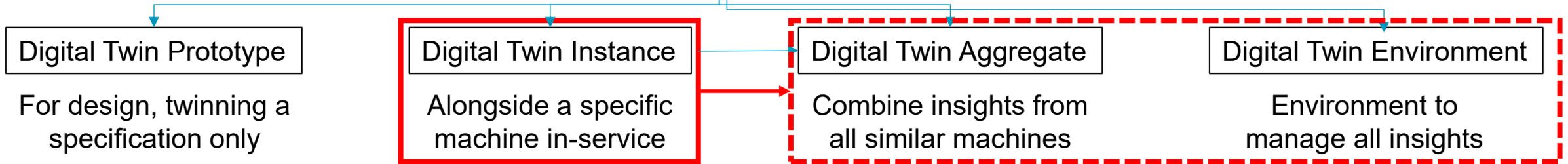
And Hexagon's Definitions



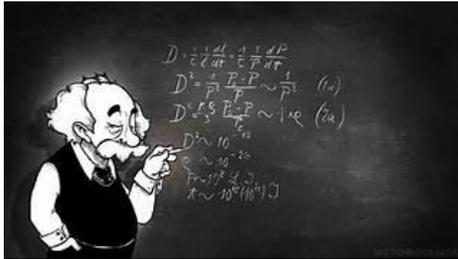
Michael Grieves, Dec. 3, 2001

'Digital Twin' named

Virtually Perfect: Driving Innovative and Lean Products through Product Lifecycle Management (Grieves 2011)



Different approaches to predicting machine reliability

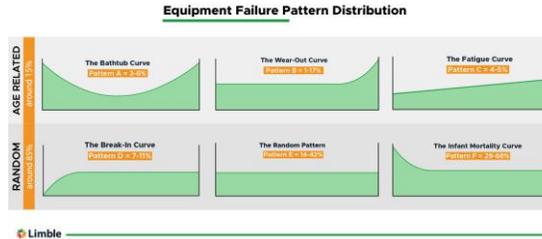


The Physics Boffin

(Computer Aided Engineering)

'More details, more complex maths!'

Create your Digital Twin on the accepted physics that is in common industrial usage.....



The Maintenance Expert

(Reliability Centred Maintenance)

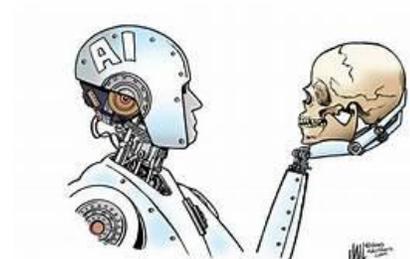
Plots past behaviour and identifies 'Mean Time Between Failures'

'Mean' = 'No pattern, random failures'

'Time' = It ignores machine usage

The Hexagon Evolving Digital Twin

....feed Digital Twin with real-life usage data and record failure data....



The AI Revolutionary

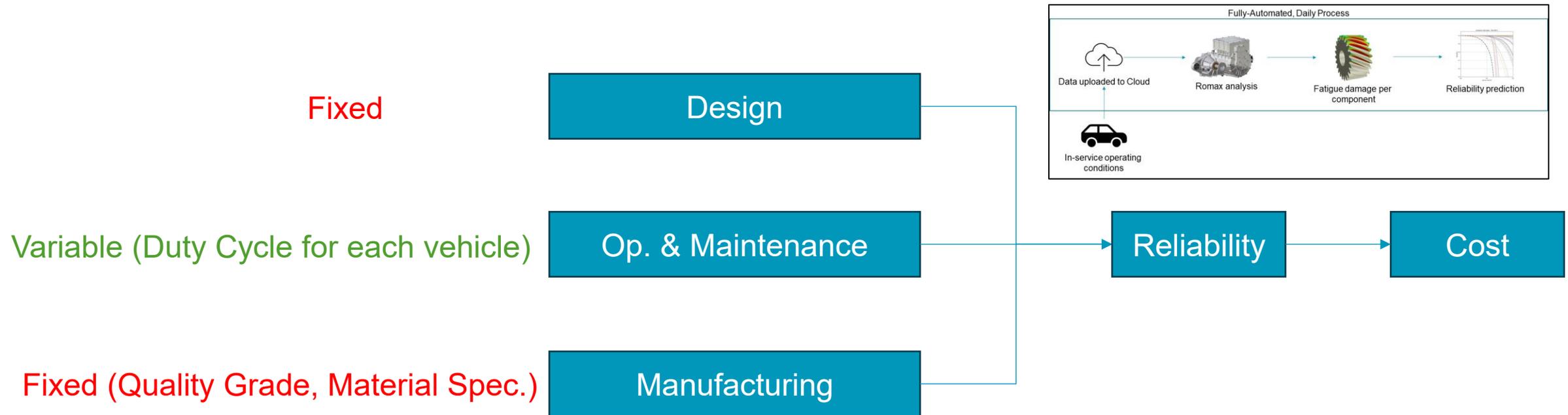
'Create a massive Data Lake, ask AI and it will give you all the answers!'

.... and use regression methods/AI as appropriate to refine the (currently used) physics models to make them match observed data.

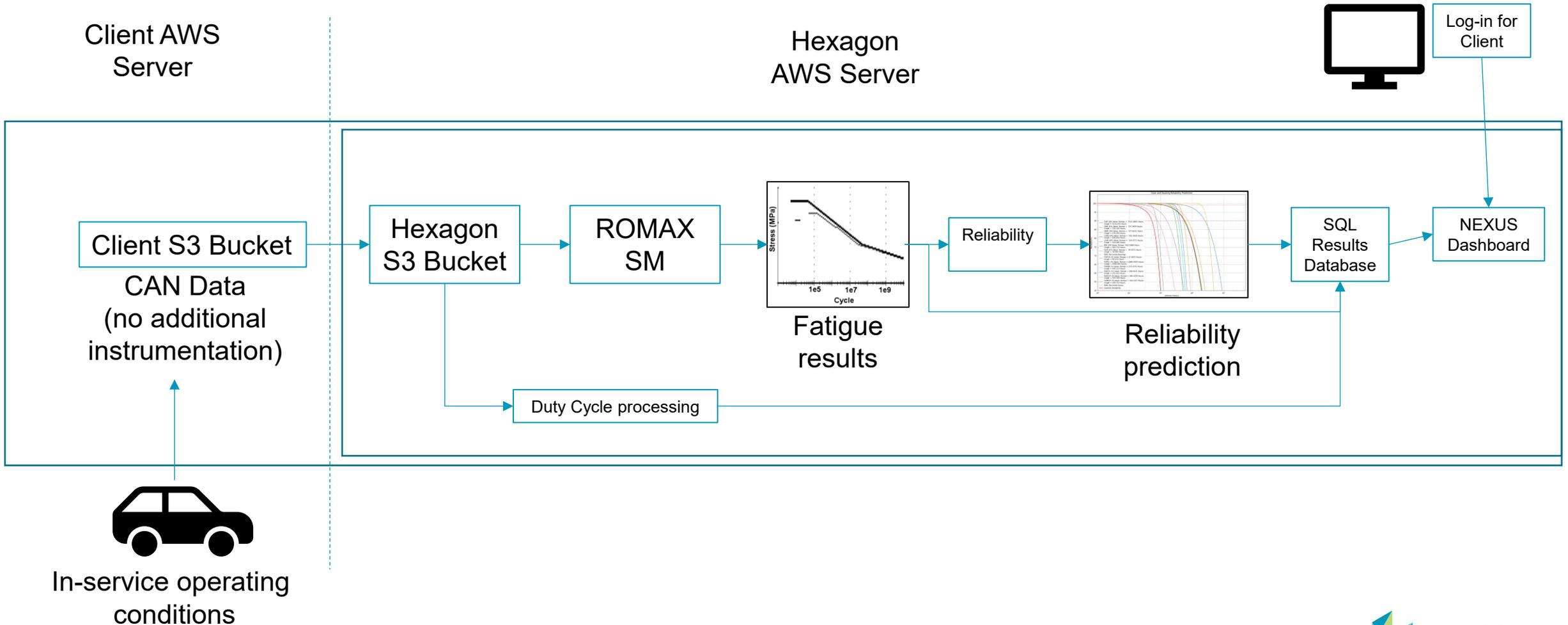
Influences on Gear Reliability

In the world of the Digital Twin for Reliability

- The methods used by each persona must be interchangeable and compatible, i.e. based on Romax and ISO 6336



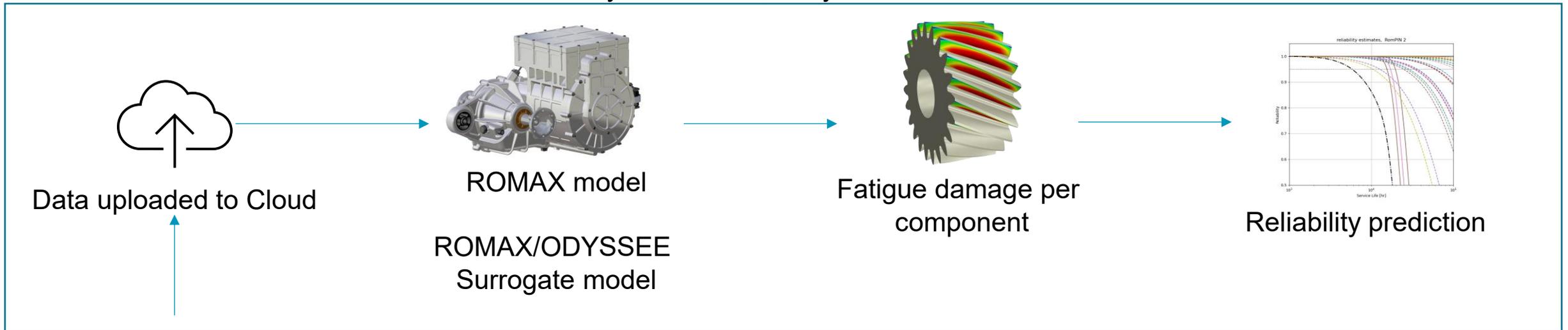
Digital Twin for Gear Reliability - Implementation



Digital Twin for Gear Reliability - Approach

- Working with a handful of globally-recognised companies, different regions, all ground vehicles (but of many different types), all with similar aims of **understanding in-service performance**

Fully-Automated, Daily Process



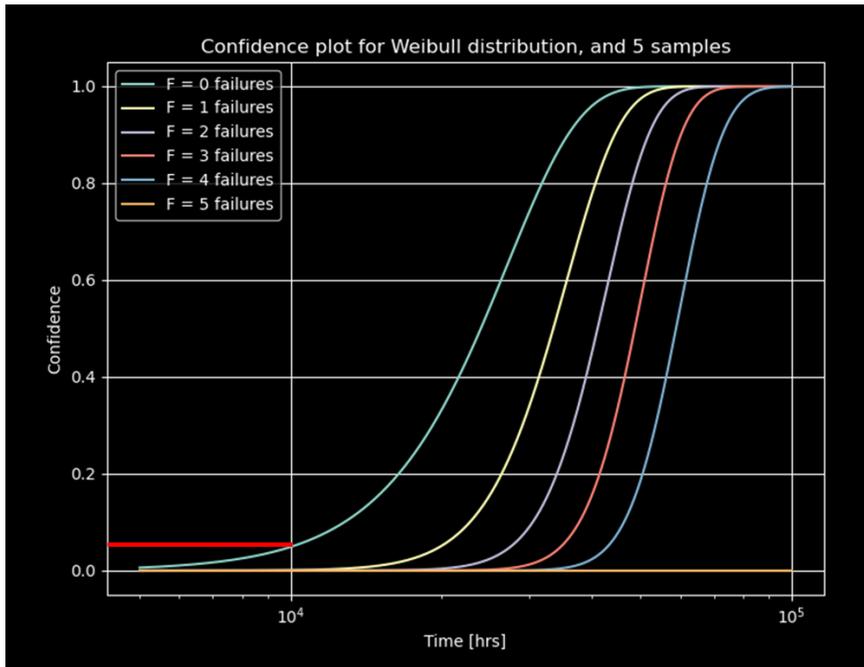
In-service operating
conditions

1-day's vehicle performance file recorded at 1 Hz,
Processed in 14 seconds using **Surrogate Model**

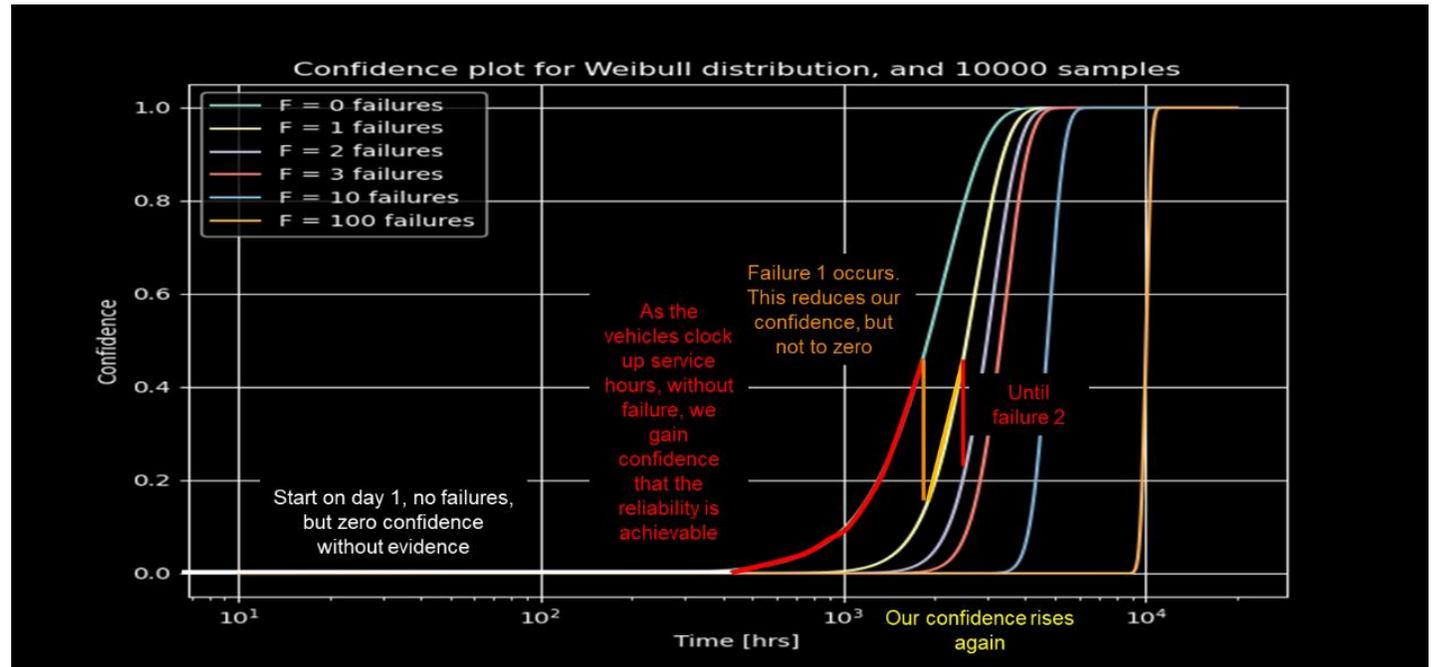
Biggest single fleet being monitored has more
10,000's of machines (and counting!) being studied

Digital Twin for Gear Reliability - Outlook

Rig testing



Digital Twin Aggregate



Summary

- Benefits of performing AI-driven parametric studies using Romax/ODYSSEE
 - Perform quick predictive analysis for different design variable combinations in seconds
 - Explore design space faster means learn faster
 - Perform data-driven optimization studies to reach the optimal solution
 - Enables the engineer to make informed, robust decisions faster

- Digital Twin for Gear Reliability
 - include the physics to account for all major parameters like gear geometry or housing stiffness
 - allows the data to be retained in a controlled, disciplined manner, with great storage efficiency
 - physics-based approach that engineers trust, AI used to reduce computational effort (SM)
 - provides insight even when there are few, or limited failures

Thank you



HEXAGON

empowering an autonomous future





DIE ingenieure.

**From CAD to Result:
Nahtlose FEM-Schraubenberechnung für
Entwicklungsprozesse in Rekordzeit**

Magic BOLT
FOR PROFESSIONALS

62 Schrauben

9 Lastfälle

Welche Schraube versagt in welchem Lastfall / Lastfallkombination?

Ist ein VDI 2230 Nachweis für jede Schraube und Lastfall in 10 Minuten aktiver Arbeit durchführbar?



Allgemein gilt:

- Schrauben sind eine der meist verwendeten Verbindungstypen zwischen Komponenten im Maschinenbau.
- Schrauben müssen im Betrieb Belastungen standhalten. → Festigkeitsnachweis ist gefordert, meist nach VDI 2230.

Für den Berechner bedeutet dies:

- Baugruppen können viele, auch unterschiedliche Schrauben enthalten und viele Lastfälle erfordern. Dadurch kann der Festigkeitsnachweis sehr aufwändig werden.
- Der Festigkeitsnachweis der Schrauben muss für alle Entwickler im Unternehmen und für jedes Projekt identisch erbracht werden (Zuverlässigkeit).
- Wenn der Festigkeitsnachweis nicht erbracht werden kann, muss der Entwickler schnell verstehen, warum die Schrauben versagen / welche Belastung zum Versagen führt.
- UND
- die Frage beantworten, welche Modifikation nötig ist, um das Problem zu lösen.

Eine normkonforme Bewertung von Schraubverbindungen steht oft im Widerspruch zu den Werkzeugen, die die CAE-Programme bereitstellen.

VDI 2230

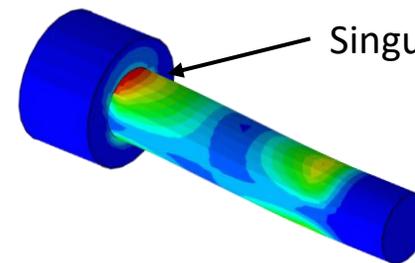
- Nennspannungsnachweis
- R0 – R13 Viele Schritte sind für den Nachweis mit FEM nicht erforderlich, bzw. im Vorfeld vom Entwickler festgelegt

Bei Verwendung der FEM sind 5 Schritte erforderlich

- R8: Betriebsbeanspruchung
- R9: Schwingbeanspruchung
- R10: Flächenpressung
- R11: Mindesteinschraubtiefe
- R12: Gleiten, Abscheren

FEM

- Nur die Kräfte am Pretension-Node können einfach abgefragt werden.
- Die maximale **örtliche Spannung** tritt an einer Singularität auf.
- Für einen Nachweis von Schrauben kann die resultierende **Nennspannung** nur mit großem Aufwand ermittelt werden.



Nicht ausreichend für eine Bewertung

Das Ziel muss es sein, einen Schraubennachweis in weniger als 10 min aktiver Arbeit zu erstellen.

1. Automatische Suche der Schrauben (Position und Größe)
2. Parametrische Schraubenmodelle

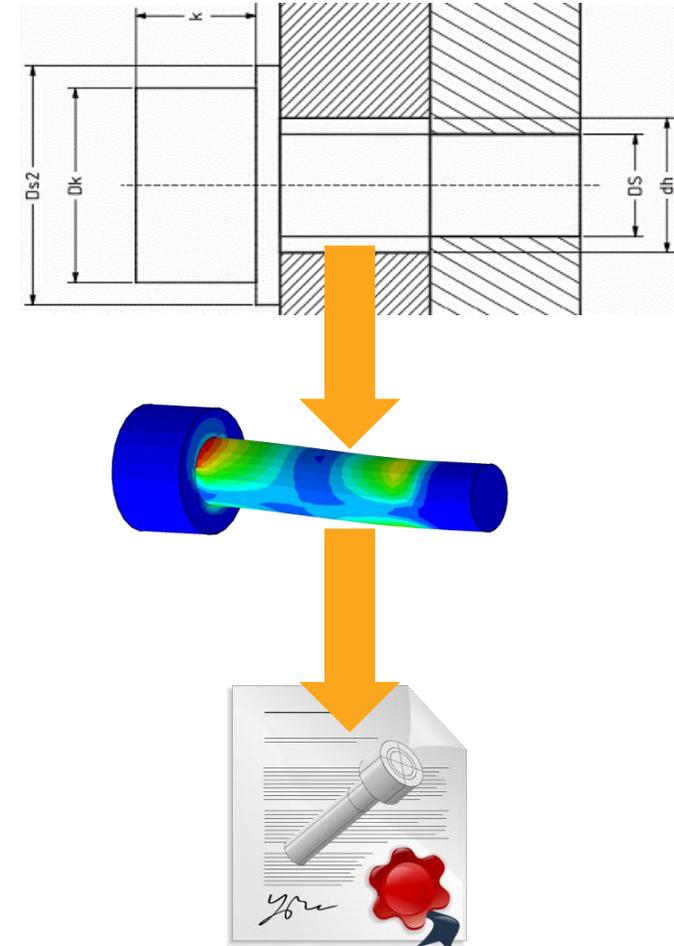
CAD

3. Automatische Definition der Vorspannkräfte
4. Automatische Vernetzung der Schrauben
5. Automatische Anbindung der Schrauben (Kontakte)

FEM

6. Automatische Ermittlung der Schnittkräfte und Momente
7. Einfache VDI 2230 Nachweis Einstellungen
8. Einfache Vorhersagen
9. **Echtzeitdokumentation**

Post



Create Bolts

Einleitung

Strategie

CAD- Aufgaben

FEM- Setup

Auswertung

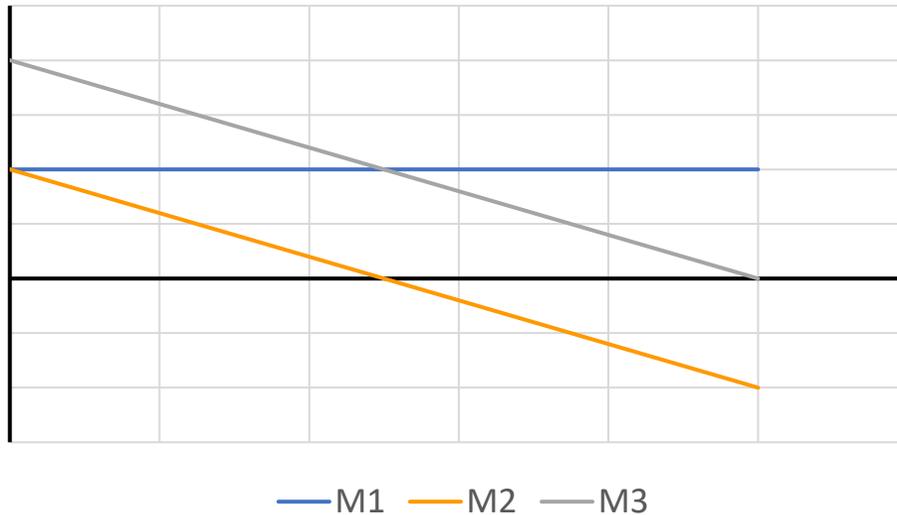
Dokumentation

Zusammenfassung

Assign Material

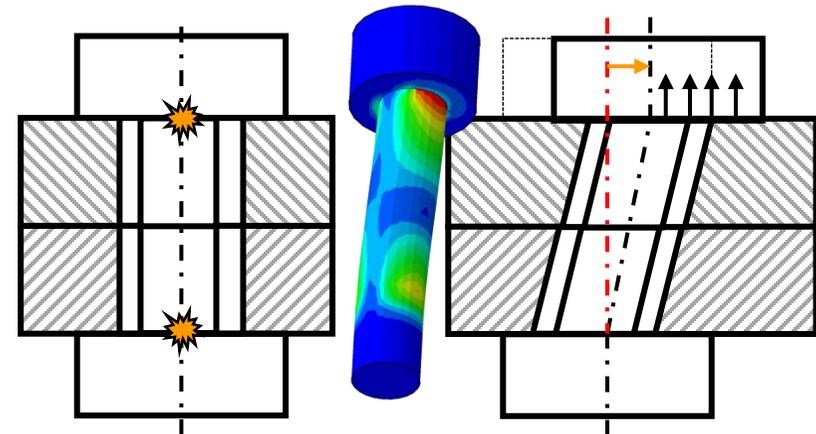
Create Contacts

Typische Momentenverläufe



- Maximum ergibt sich an den Kontaktstellen Kopf- und Mutterauflage.
- Zwei Auswertepunkte sind nötig.
- Auswertepunkte **müssen** mitwandern.

Lasteinleitung in die Schraube nur an den Kontaktflächen erlaubt.



Achtung: Wenn der Auswertepunkt nicht mitwandert, so ergibt sich ein Summierungsfehler für die Momente.

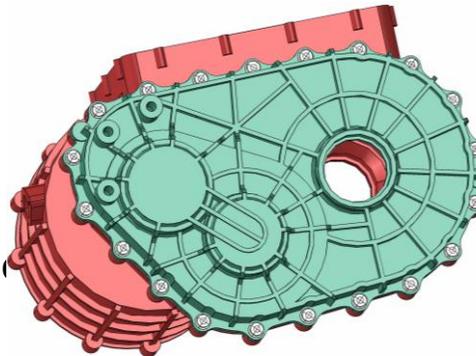
Auch bei gängigen bzw. marktführenden CAE-Softwarepaketen wird dieser Fehler zum Teil gemacht.



Erheben der Schnittlasten:

Nur für den Deckel ergibt sich:

- 20 Schrauben
- 9 Lastfälle (Bsp. $F_{M'} \pm M$, 6 · Best.)
- 2 Schnittflächen je Schraube
- Je 3 · Kräfte und 3 · Momente



→ $20 \cdot 9 \cdot 2 \cdot (3 + 3) = 2160$ Zahlenwerte

Eine Ermittlung und Übertragung dieser Daten, ggf. von Hand, ist umständlich und fehleranfällig.



Anforderung:

- Ausgabe in einer lesbaren Text- Datei
 - Einzelkontrolle möglich
 - Nachvollziehbar
 - Keine Blackbox
- Automatisches Erheben der Schnittlasten
- Wiederholbar für Variantenstudien

Lösung:

→ Vollintegriertes Makro

	LOC	MAT	TIME	F_ax[N]	F_q1[N]	F_q1[N]	Mt[Nmm]	Mb1[Nmm]	Mb2[Nmm]
1	Head	1	1.0	7072.745605	7.725887	-1.088201	-6.243947	-3.548696	4.614769
2	Head	1	2.0	190000.000000	214.628204	-30.955055	-167.930557	-70.363480	238.749008
3	Head	1	3.0	190000.000000	214.628235	-30.955072	-167.930542	-70.363419	238.749069
4	Head	1	4.0	190469.078125	223.870392	-32.796413	-166.863525	-270.051331	-707.894897
5	Head	1	5.0	191655.625000	-320.776245	82.457932	-165.629639	-2801.725586	-12687.110352
6	Thread	1	1.0	7072.745605	7.725886	-1.088201	-6.243947	-41.635715	-265.791260
7	Thread	1	2.0	190000.000000	214.628189	-30.955055	-167.930557	-1153.790405	-7273.237793
8	Thread	1	3.0	190000.000000	214.628235	-30.955074	-167.930542	-1153.791016	-7273.238770
9	Thread	1	4.0	190469.078125	223.870392	-32.796413	-166.863525	-1417.925781	-8543.358398
10	Thread	1	5.0	191655.625000	-320.776245	82.457932	-165.629639	84.302002	-1459.941772

Gruppendefinition

GewBolZ

Ausblenden

Geometrie	DL_M4_0X0_7_TTJ_COVER_4	DL_M5_0X0_8_TTJ_COVER_2	DL_M8_0X1_25_TTJ_COVER_1	DL_M8_0X1_25_TTJ_COVER_3
Gruppenname	DL_M4_0X0_7_TTJ_COVER_4			
Nenn Durchmesser (D) [mm]	M4	M5	M8	M8
Gewindetyp	Regelgewinde	Regelgewinde	Regelgewinde	Regelgewinde
Steigung [mm]	0.7	0.8	1.25	1.25
Nennquerschnitt (A) [mm ²]	12.6	16.8	50.3	50.3
Spannungsquerschnitt (A _s) [mm ²]	8.8	14.2	36.6	36.6
Länge [mm]	5	10	10	15
Schraubentyp / Norm	ISO_4762(DIN_912)	ISO_4762(DIN_912)	ISO_4762(DIN_912)	ISO_4762(DIN_912)
Kopfauflagendurchmesser [mm]	6.53	8.09	12.38	12.83
Durchgangsbohrung Ø [mm]	4.5	5.5	9	9
Fasentiefe [mm]	0	0	0	0
Scheibenunterlage / Norm	keine Unterlage	keine Unterlage	ISO_7090	ISO_7090
Scheibenaussendurchmesser [mm]	0	0	16	16
Scheibenhöhe [mm]	0	0	1.6	1.6
Ersatzdurchmesser s [mm]	13	16	32	32
Eigenschaften				
Festigkeitsklasse	8.8	8.8	8.8	8.8
Streckgrenze Schraube [N/mm ²]	640	640	640	640
Zugfestigkeit Schraube [N/mm ²]	830	830	830	830
Scherfestigkeit Schraube [N/mm ²]	539.5	539.5	539.5	539.5
Herstellungstyp	unbekannt	unbekannt	unbekannt	unbekannt
µ Gewinde [-]	0.12	0.12	0.12	0.12
µ Kopf [-]	0.12	0.12	0.12	0.12
Werkstoff (Platte / Flansch)	GL-250	GL-250	GL-250	GL-250
Grenzfächendruck [N/mm ²]	850	850	850	850
Mutterwerkstoff	GL-250	GL-250	GL-250	GL-250
Zugfestigkeit Mutter [N/mm ²]	250	250	250	250
Scherfestigkeit Mutter [N/mm ²]	290	290	290	290
Vorspannung und Lastpunkte				
Vorspannungzeitpunkt	2	2	2	2
Ermodigungsarten	FV-ABD	FV-ABD	FV-ABD	FV-ABD
Reduktionskoeffizient	0.5	0.5	0.5	0.5
Organisation				
Gruppe löschen	a1e1920b-55ac-11f0-bd97-daa90cc42a2	b068b754-55ac-11f0-bd97-daa90cc42a2	b007a2f7-55ac-11f0-bd97-daa90cc42a2	b1024667-55ac-11f0-bd97-daa90cc42a2

Gruppen speichern **Neue Gruppe** Gruppe löschen

Geometrie	
Gruppenname	DL_M4_0X0_7_TTJ_COVER_4
Nenn Durchmesser (D) [mm]	M4
Gewindetyp	Regelgewinde
Steigung [mm]	0.7
Nennquerschnitt (A) [mm ²]	12.6
Spannungsquerschnitt (A _s) [mm ²]	8.8
Länge [mm]	5
Schraubentyp / Norm	ISO_4762(DIN_912)
Kopfauflagendurchmesser [mm]	6.53
Durchgangsbohrung Ø [mm]	4.5
Fasentiefe [mm]	0
Scheibenunterlage / Norm	keine Unterlage
Scheibenaussendurchmesser [mm]	0
Scheibenhöhe [mm]	0
Ersatzdurchmesser s [mm]	13

Eingabe erfolgt über Gruppen

Kein Tool ersetzt Fachwissen.

Aufwand / Mühsal:

- Viele normenspezifische Eingaber erforderlich.
- Zusätzlich Angaben zur Lasthistorie erfassen.

Erleichterung:

- Pop- ups und Tooltips geben direkte Hilfe.

Länge [mm]	5
Schraubentyp / Norm	ISO_4762(DIN_912)
Kopfaufschlagdurchmesser [mm]	6.53
Durchgangsbohrung \varnothing [mm]	4.5
Fasentiefe [mm]	0
Scheibenunterlage / Norm	keine Unterlage
Scheibenaussendurchmesser [mm]	0



DITools - Durchgangsbohrung - DIN 75 - P...
<https://ditools.di-gmbh.com/pages/Schraube...>

Durchgangsbohrung nach DIN 75

Gewinde	fein [mm]	mittel [mm]	grob [mm]
M1	1.1	1.2	1.3
M1.2	1.3	1.4	1.5
M1.4	1.5	1.6	1.8
M1.6	1.7	1.8	2
M1.8	2	2.1	2.2

Ermüdungsszenarien:

VDI 2230 Dauerfest:
 $N_D = D = 2.000.000$
 $N_D < 10.000$ wird zu $N_D = 10.000$ korrigiert
Achtung: Die Software rechnet mit Miner Elementar.

FV = Vorspannzeitpunkt
All = Alle Lastfälle
D = Dauerfest

Die einzelnen Ermüdungsszenarien mit | (Pipe) trennen.
Die einzelnen Lastzeitpunkte mit - trennen.
Die Lastwechselzahl mit ; von den Lastzeitpunkten trennen.

Beispiele
FV - All ; D | 3 - 4 ; 4e5
All - 4 ; 20000 | FV - 3 ; 2.5e5
All - All ; D

Ermüdungsszenarien FV-All;D

Zusammenfassung

GearBox2

Ausblenden

Die kritischste Schraube je Gruppe und Nachweis ist relevant für eine Dokumentation

R8 - Betriebsbeanspruchung (Statischer Nachweis) v:1.04

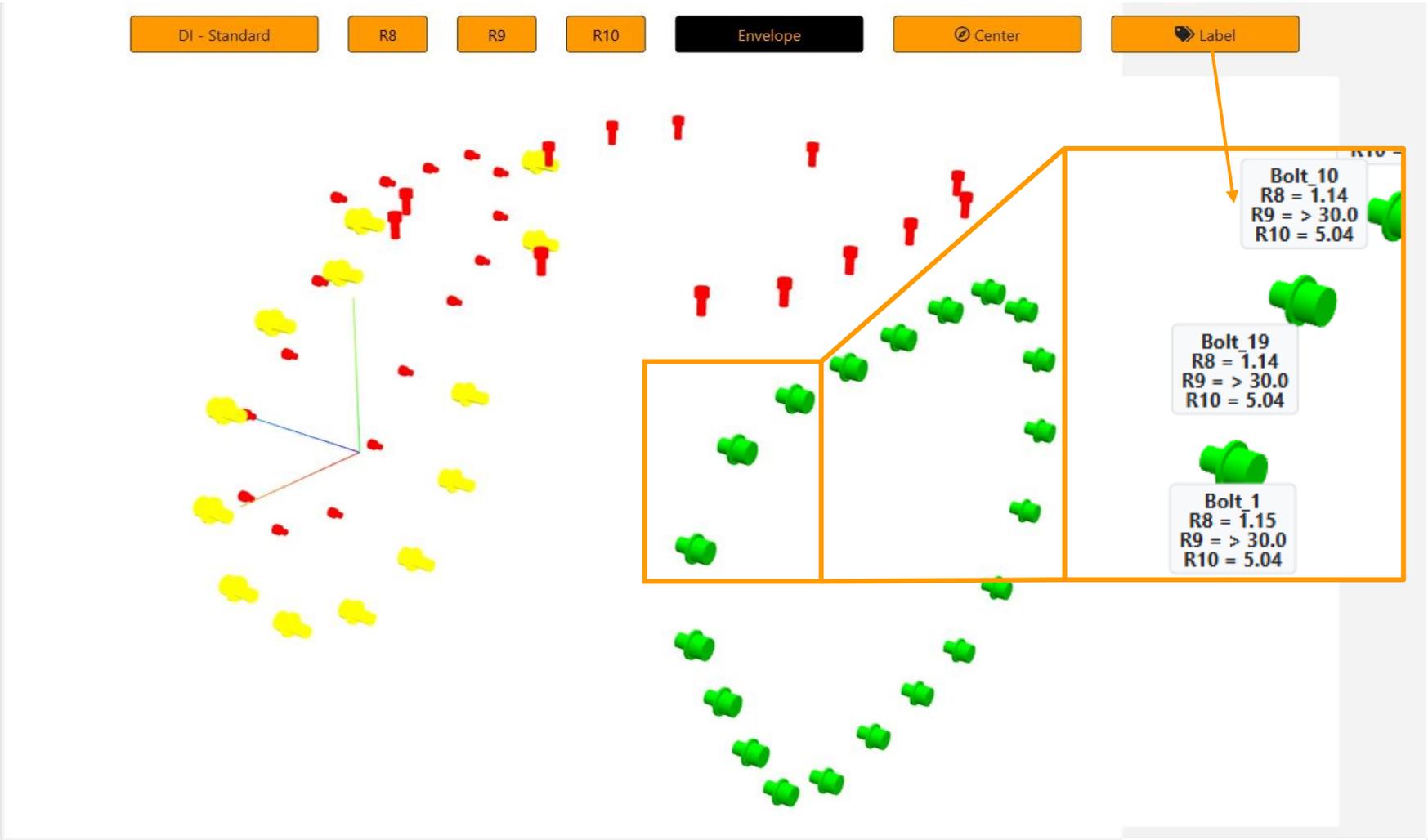
Schraube	Gruppe	Position	Zeit	σ_Z [MPa]	σ_B [MPa]	τ [MPa]	σ_{Red} [MPa]	$R_{p0.2}$ [MPa]	S_F [-]
Bolt_18	DI_M8_0X1_25_TTJ_COVER_1	Thread	1	509	23	107	563	640	1.14
Bolt_24	DI_M5_0X0_8_TTJ_COVER_2	Thread	0	695	65	111	784	640	0.82
Bolt_39	DI_M8_0X1_25_TTJ_COVER_3	Head	2	509	101	115	641	640	1
Bolt_60	DI_M4_0X0_7_TTJ_COVER_4	Thread	0	1212	37	111	1264	640	0.51

R9 - Schwingbeanspruchung (Ermüdungsnachweis) v:1.05

Schraube	Gruppe	Position	Szenario	Zyklen	$\Delta\sigma_Z$ [MPa]	$\Delta\sigma_B$ [MPa]	σ_{ab} [MPa]	σ_{AZ} [MPa]	S_D [-]
Bolt_29	DI_M5_0X0_8_TTJ_COVER_2	Thread	2 - 3	2000000	0	1.8	1.8	63.8	> 30
Bolt_41	DI_M8_0X1_25_TTJ_COVER_3	Thread	2 - 3	2000000	0	0.4	0.4	54.2	> 30
Bolt_50	DI_M4_0X0_7_TTJ_COVER_4	Thread	2 - 3	2000000	0	3.9	3.9	70.1	17.97
Bolt_6	DI_M8_0X1_25_TTJ_COVER_1	Head	2 - 3	2000000	0.1	0.8	0.8	54.2	> 30

R10 - Flächenpressung v:1.03

Schraube	Gruppe	Position	Zeit	p_B [MPa]	p_G [MPa]	S_p [-]
Bolt_33	DI_M5_0X0_8_TTJ_COVER_2	Thread		0	372.4	2.28
Bolt_38	DI_M8_0X1_25_TTJ_COVER_3	Thread		3	168.6	5.04
Bolt_52	DI_M4_0X0_7_TTJ_COVER_4	Head		0	609	1.4
Bolt_6	DI_M8_0X1_25_TTJ_COVER_1	Thread		3	168.6	5.04



Copy CSV Excel PDF Print Show 20 rows

Schraube	Gruppe	Position	Zeit	F _{SA} [N]	F _{quer} [N]	M _{SA} [Nmm]	M _{Torsion} [Nmm]	σ _z [MPa]	σ ₀ [MPa]	τ [MPa]	σ _{red} [MPa]	R _{p0.2} [MPa]	S _F [-]
Bolt_48	DI_M4_0X0_7_TTJ_COVER_4	Thread	0	10633.6	31.9	96	4	1206	27	112	1249	640	0.51
Bolt_49	DI_M4_0X0_7_TTJ_COVER_4	Thread	0	10598.7	26.9	92	1	1212	25	111	1251	640	0.51
Bolt_55	DI_M4_0X0_7_TTJ_COVER_4	Thread	0	10540	48.8	97	6	1212	37	111	1264	640	0.51
Bolt_56	DI_M4_0X0_7_TTJ_COVER_4	Thread	0	10591.2	33.5	101	3	1210	26	110	1250	640	0.51
Bolt_58	DI_M4_0X0_7_TTJ_COVER_4	Thread	0	10636.8	25.1	91	3	1210	26	110	1250	640	0.51
Bolt_60	DI_M4_0X0_7_TTJ_COVER_4	Thread	0	10642.8	33.1	137	1	1215	11	111	1240	640	0.52
Bolt_61	DI_M4_0X0_7_TTJ_COVER_4	Head	0	10618.7	19	96	3	1215	11	111	1240	640	0.52
Bolt_61	DI_M4_0X0_7_TTJ_COVER_4	Thread	0	10618.7	20.2	96	3	1204	22	113	1242	640	0.52
Bolt_47	DI_M4_0X0_7_TTJ_COVER_4	Thread	0	10662.8	24.6	39	4	1204	10	113	1230	640	0.52
Bolt_47	DI_M4_0X0_7_TTJ_COVER_4	Head	0	10662.8	22.6	39	4	1220	3	109	1238	640	0.52
Bolt_48	DI_M4_0X0_7_TTJ_COVER_4	Head	0	10633.6	31.6	54	4	1220	3	109	1239	640	0.52
Bolt_49	DI_M4_0X0_7_TTJ_COVER_4	Head	0	10598.7	26.7	20	1	1209	12	111	1235	640	0.52
Bolt_50	DI_M4_0X0_7_TTJ_COVER_4	Thread	0	10547.5	19.2	30	5	1209	7	110	1231	640	0.52
Bolt_50	DI_M4_0X0_7_TTJ_COVER_4	Head	0	10547.5	19.3	34	5	1204	22	113	1242	640	0.52
Bolt_51	DI_M4_0X0_7_TTJ_COVER_4	Thread	0	10566.2	40.8	82	9	1204	10	113	1230	640	0.52
Bolt_51	DI_M4_0X0_7_TTJ_COVER_4	Head	0	10566.2	40.6	38	9	1220	3	109	1238	640	0.52
Bolt_52	DI_M4_0X0_7_TTJ_COVER_4	Head	0	10712.6	6.9	13	7	1220	3	109	1238	640	0.52
Bolt_52	DI_M4_0X0_7_TTJ_COVER_4	Thread	0	10712.6	6.3	17	7	1220	5	109	1239	640	0.52
Bolt_53	DI_M4_0X0_7_TTJ_COVER_4	Thread	0	10610.1	23.5	43	2	1209	12	111	1235	640	0.52
Bolt_53	DI_M4_0X0_7_TTJ_COVER_4	Head	0	10610.1	21.5	27	2	1209	7	110	1231	640	0.52

Showing 1 to 20 of 496 entries

Previous 1 2 3 4 5 ... 25 Next

Detaillierte Ergebnisse für:

- R8 - Betriebsbeanspruchung (Statischer Nachweis)
- R9 - Schwingbeanspruchung (Ermüdungsnachweis)
- R10 - Flächenpressung
- R11 - Mindesteinschraubtiefe

Alle Ergebnisse:

- Jede Schraube in jedem Lastfall wird analysiert.
- Export in die gängigen Formate möglich.

Detaillierte Bewertung für jedes Schrauben-Ergebnis. Ein einfacher Klick genügt.

→ Einfache Identifizierung des möglichen Versagensmodus

Bolt_48
 DI_M4_0X0_7_TTJ_COVER_4
 Thread
 Zeit: 0
 Nenndurchmesser: M4
 Festigkeitsklasse: 8.8
 Norm: ISO_4762(DIN_912)

Schub und Torsionsbeanspruchung (VDI2230 152)

$$\tau_s = \frac{M_{TSA}}{W_P} + \frac{F_{Qmax}}{A_0} + k_r \cdot \frac{M_G}{W_P}$$

$$\tau_s = \frac{4 \text{ Nmm}}{7 \text{ mm}^3} + \frac{32 \text{ N}}{9 \text{ mm}^2} + 0.5 \cdot \frac{1579 \text{ Nmm}}{7 \text{ mm}^3}$$

$$\tau_s = 112 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Betriebsbeanspruchung (VDI2230 R8/4) mit Biegung (VDI2230 149)

$$\sigma_{red,B} = \sqrt{(\sigma_Z + \sigma_B)^2 + 3 \cdot (\tau_s)^2}$$

$$\sigma_{red,B} = \sqrt{\left(1211 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} + 26 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}\right)^2 + 3 \cdot \left(112 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}\right)^2}$$

$$\sigma_{red,B} = 1253 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Sicherheit gegen Überschreitung der Streckgrenze: (VDI2230: R8/5-2)

$$S_F = \frac{R_{p0.2}}{\sigma_{red,B}} = \frac{640 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{1253 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}} = 0.51$$

Spannungsquerschnitt: $A_0 [\text{mm}^2]$

Polares Widerstandsmoment: $W_P [\text{mm}^3]$

Zusatztorsionsmoment: $M_{TSA} [\text{Nmm}]$

Querkraft: $F_Q [\text{N}]$

Im Gewinde wirksames Anziehmoment: $M_G [\text{Nmm}]$

Reduktionskoeffizient: $k_r [-]$

Zugspannung: $\sigma_Z \left[\frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right]$

Biegespannung: $\sigma_B \left[\frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right]$

Streckgrenze (T = 23°C): $R_{p0.2} \left[\frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right]$

Typische Diskussion unter Entwicklern:

- Hält nicht. Und nun?
- Was ist zielführend?
 - Nenndurchmesser
 - Festigkeitsklasse
 - Herstellungsart
 - Gewindetyp



Diese Fragen können durch wenige Klicks abgeschätzt werden.

Achtung:

Die vorliegenden Modifikationen basieren auf einer ingenieurmäßigen Abschätzung. Eine abschließende Validierung ist noch erforderlich.

Gruppenname	M6X20_R_STUTZEN.
Nenndurchmesser [mm]	3.6 4.6 5.6 5.8 6.8 8.8 9.8 10.9 12.9
Länge [mm]	A-50 A-70 A-80
Festigkeitsklasse	
Herstellungsart	
Gewindetyp	

Die Sicherheit gegen Rutschen kann nicht einfach ermittelt werden.

- ✗ Ein Aufteilen in mehrere Druckkegel erfordert viel Modellierungsaufwand hinsichtlich des Netzes und des Kontaktes.
- ✗ Ermitteln der Kontaktkräfte (Schub- und Normalkraft) je Schraube ist sehr aufwändig und bei sich schneidenden Druckkegeln nicht fehlerfrei möglich.

→ Diesen Aufwand scheuen viele

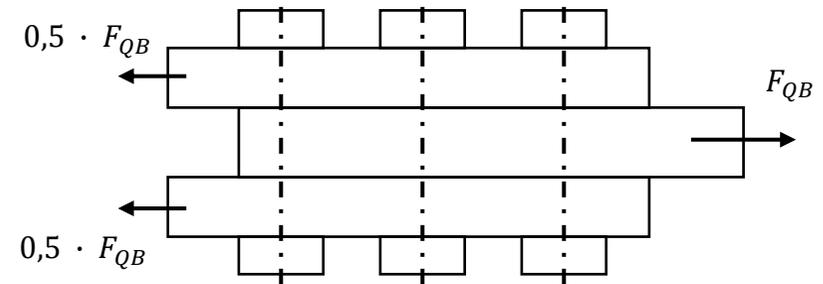
Die VDI 2230 erlaubt in Blatt 2 (6.3.1.2) das Betrachten des gesamten Schraubenfeldes. Dies bedeutet, dass einzelne Bereiche rutschen dürfen, aber nicht das gesamte Feld.

Aber:

- ✗ Summation der Kontaktkräfte (Schub- und Normalkraft) geht nur bei einfachen Lasten.
- ✗ Bei kombinierten Lasten müssen die Kräfte um einen geeigneten Rotationspunkt summiert werden. Dieser muss erst gefunden werden. Ggf. muss ein zylindrisches Koordinatensystem verwendet werden.
- ✗ Bei überlagerten thermischen Lasten (Ausdehnung) ist dies nicht praktikabel. Die thermische Last hebt sich auf.

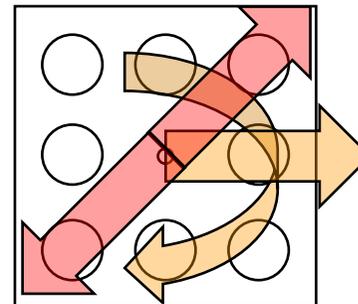
→ Auch diesen Aufwand scheuen viele

- ✗ Die Sicherheit jedes einzelnen Knotens zu ermitteln ist nicht zielführend, da es in der Regel kleine rutschende Bereiche geben wird.



Torsion: Wo ist der Summationspunkt

Thermisch: Lasten heben sich auf



Ist die Sicherheit gegen Rutschen ausreichend?

$$\sum (F_V) \cdot \mu \cdot q_F > F_Q \Rightarrow S_G = \frac{\sum (F_V) \cdot \mu \cdot q_F}{F_Q} \quad \text{mit } S_G = 1.8 \quad (1.2)$$

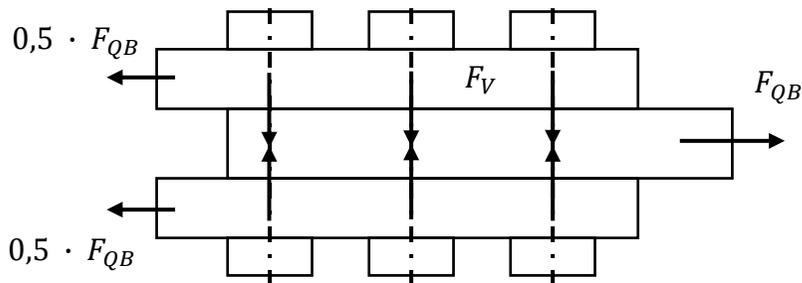
Skalierungen im FEM-Modell mit S_G

X Skalieren von F_V erzeugt zu geringe Belastungen der Bauteile

$$1 = \frac{\left(\frac{\sum (F_V)}{S_G}\right) \cdot \mu \cdot q_F}{F_Q}$$

X Skalieren von F_Q erzeugt zu hohe Belastungen der Bauteile

$$1 = \frac{\sum (F_V) \cdot \mu \cdot q_F}{(F_Q \cdot S_G)}$$



Lösung:

✓ Skalieren von μ in der Trennfuge ändert nicht die äußeren Lasten.

$$1 = \frac{\sum (F_V) \cdot \left(\frac{\mu}{S_G}\right) \cdot q_F}{F_Q}$$



Somit löst die FEM Ihre Frage (nichtlineare Rechnung!).

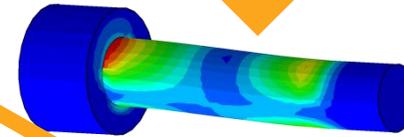
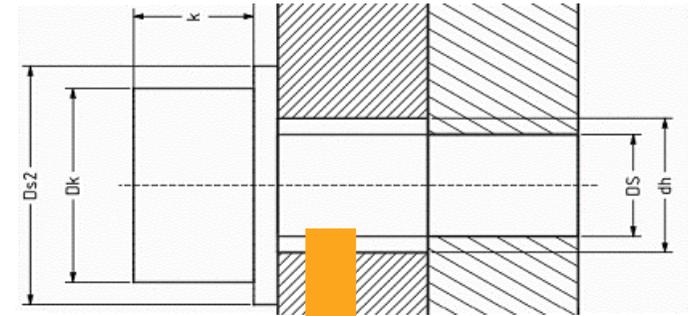
Ein gründlicher Check der Trennfuge hinsichtlich Kontaktstatus **und** Gleitwegs ist nötig.

- Ist die Sicherheit des Verbundes **kleiner** als S_G :
 - Gleiten der gesamten Trennfuge
 - Rechenabbruch möglich
- Ist die Sicherheit des Verbundes **größer** oder **gleich** S_G :
 - Rechnung konvergiert
 - Kein Gleiten über die gesamte Trennfuge
 - Partielles Gleiten möglich.

Einleitung	Strategie	CAD- Aufgaben	FEM- Setup	Auswertung	Dokumentation	Zusammenfassung
------------	-----------	---------------	------------	------------	---------------	-----------------

1. ✓ Automatische Suche der Schrauben (Position und Größe)
2. ✓ Parametrische Schraubenmodelle
3. ✓ Automatische Definition der Vorspannkräfte
4. ✓ Automatische Vernetzung der Schrauben
5. ✓ Automatische Anbindung der Schrauben (Knoten)
6. ✓ Automatische Ermittlung der Schnittkräfte und Momente
7. ✓ Einfache VDI 2230 Nachweis Einstellungen
8. ✓ Einfache Vorhersagen / Abschätzungen
9. Echtzeitdokumentation

Engineering time < 10 Minutes



→ **Schnelle und verständliche VDI 2230-Bewertung**
Verfügbar für:



Logos entnommen aus „wikipedia.de“ zur reinen Identifikation der genannten Softwareprodukte.
Alle Rechte liegen bei den jeweiligen Markeninhabern.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.

Für weitere Informationen oder eine Websession/Live-Demo wenden Sie sich bitte an:



Dipl.-Ing (FH)
Rüdiger
Fichtenau

*Berechnungsingenieur
CAE-engineer*

- 📍 DI - Die Ingenieure GmbH
Ringstraße 1
89081 Ulm-Lehr
- ☎ + 49 731 850779 - 13
- 📠 + 49 731 850779 - 800
- ✉ r.fichtenau@di-gmbh.com
<https://www.di-gmbh.com>

Computational Driven Engineering ist in der heutigen Produktentwicklung nicht mehr wegzudenken.

Die FEM (Finite Elemente Methode) bietet dabei die Möglichkeit vorab ganze Anlagen oder deren einzelnen Bauteile hinsichtlich ihrer mechanischen Eigenschaften zu beurteilen. Sie dient insbesondere der Analyse von Spannungen und damit den Sicherheiten gegen Versagen.

Doch gerade die Bewertung von Sicherheiten spezifischer Produktgruppen richtet sich oft nach Normen und Richtlinien. Eine der wichtigsten ist in diesem Rahmen die europäische Druckgeräte-Richtlinie. Das AD-2000 Regelwerk erfüllt nicht nur im Allgemeinen die Sicherheitsanforderungen der Druckgeräte-Richtlinie. Die AD2000 Merkblätter konkretisieren diese Anforderungen und überführen diese in ein anwendbares Auslegungssystem. Dieses ist in Europa der beliebteste Weg zur Auslegung von Druck führenden Anlagen.

Die Herausforderung im industriellen Einsatz besteht nun darin die klassisch analytischen Richtlinienmethoden in modernen CAE-Systemen anzuwenden oder gar zu integrieren.

Anhand einer Druckbehälterentwicklung wird hier der Umgang mit dem AD2000-Regelwerk in ANSYS gezeigt.



2025-09-17
K-Tag

**Both code
and courage.**



Tobias Hertkorn & Martin Braun

www.neuroforge.de

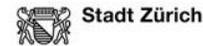
Both code and courage

- 32 Mitarbeiter
- Starke Industrie-Expertise seit 2019
- Lokale Verbundenheit
- Startup bis DAX
- Giving Back
- Fundament aus Werten

yes and people holdings



Kunden und Partner

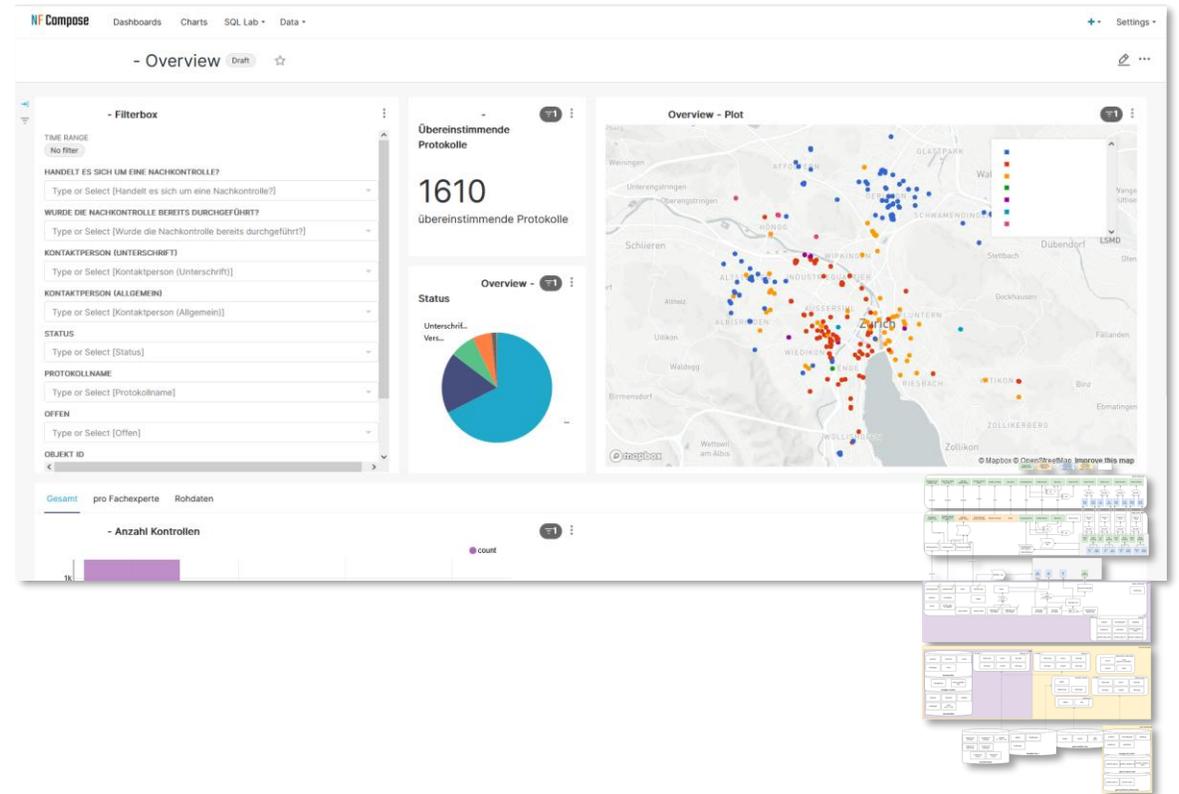


neuroforge - both dream and data

von...



bis...

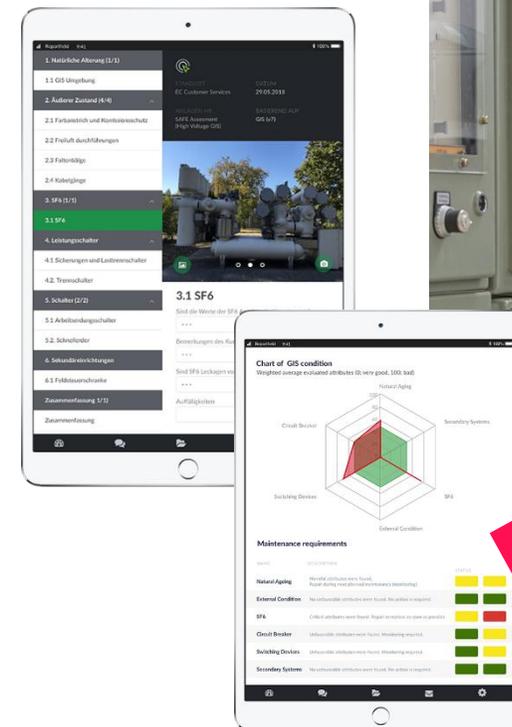
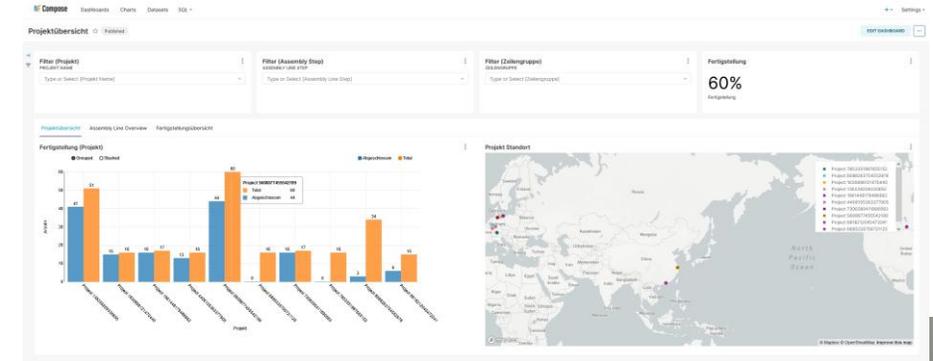


Von High Tech KI
bis zum Digitalprojekt/Dashboard

Referenzen

Digitale Anlagenwartung @ Siemens Energy

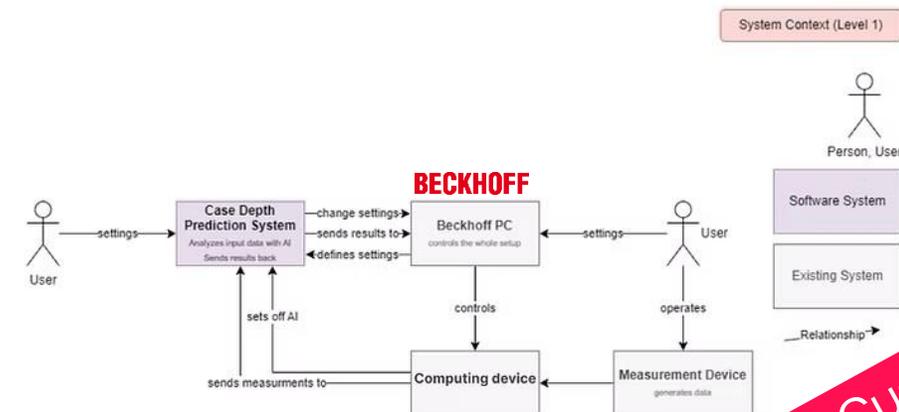
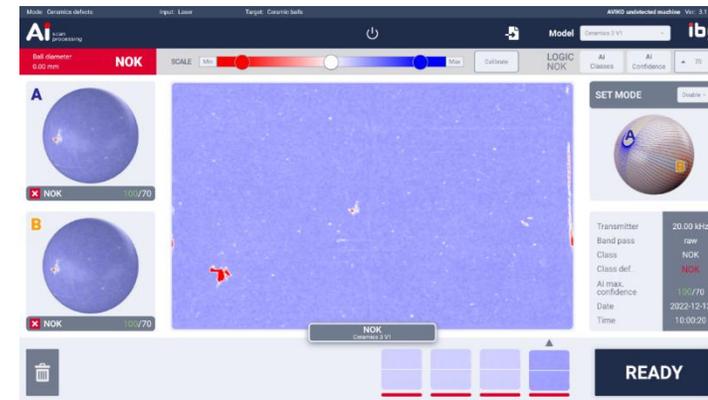
- Reportheld als Field Service App „SAFE“ (Siemens Assessments for Energy)
- **Digitale Anlagenprüfung** per Smartphone/Tablet
- **Checklisten digital, Berichterstellung automatisiert mit Vorschau**
- Ergebnisse visualisiert als Report, u.a. auch mit angepasstem Spinnennetzdiagramm
- Technische Basis: Plattformübergreifende Lösung „Reportheld“ von groupXS
- **Dashboard** zur zentralen Überwachung aller Projekte



**Reportheld
Dashboard
Business Intelligence**

Qualitätssicherung @ ibg Prüfcomputer

- „Ein Paradebeispiel gelungener Co-Innovation - Expertise und Sparring auf Augenhöhe“
- Bestehende **Partnerschaft seit 5 Jahren** mit mehreren gemeinsamen Projekten
- Entwicklung einer maßgeschneiderten KI-Lösung für:
 - **Oberflächenprüfung**
 - **Gefügeprüfung**
- Nahtlose Integration in bestehende Prüfmaschinen via TwinCAT
- Ziel: **Stärkung der technologischen Marktführerschaft** von ibg auf dem Bereich der zerstörungsfreien Prüfung (ZfP)
- Ergebnis: Neue Generation KI-gestützter Prüfgeräte mit erhöhter Genauigkeit und Effizienz



**Custom KI
Bildererkennung
Integration**

neuroforge

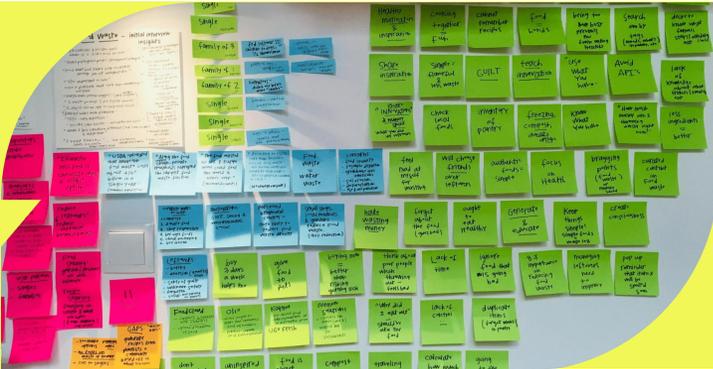
OPSD @ Lufthansa Gruppe

- Projekt zur ganzheitlichen datengesteuerten Optimierung des **Lufthansa Group Betriebs** (SWISS als Vorreiter)
- Großprojekt mit **~100 Projektmitgliedern**
 - <https://cloud.google.com/customers/swiss>
- Unser Team: 4 Experten seit **~4 Jahren**
 - **2 Architekten**
 - **1 Principal Developers**
 - **1 Developer**
- Erfolge
 - Aufbau der Architektur zur Datenharmonisierung
 - Architekturevaluierung
 - Technologieevaluierung
 - Aufbau von skalierbaren Prozessen zur Software-Entwicklung
 - Entwicklung von skalierbaren Services
 - Aufbau DevOps / SRE Prozesse
 - Aufbereitung von Daten für ML Prozesse



Daten Analyse
Daten Integration
Architektur

Adding **knowledge**, not nonsense



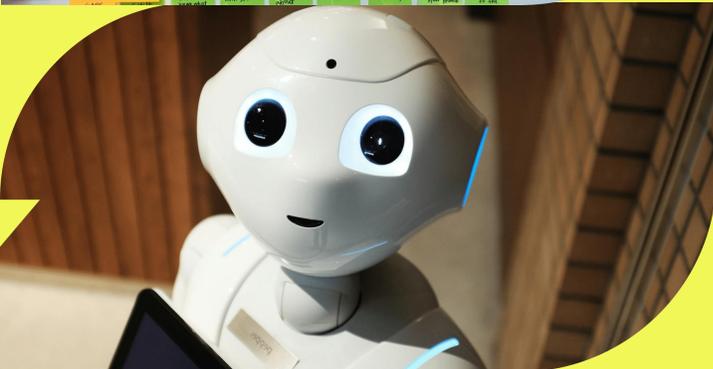
Ideation

Digitale Transformation
vs
Digital Translation



Custom (AI) Software

Verlässliche Software
nach Ihren
Anforderungen



LLM / GPT Solutions

Bleeding Edge mit
Datenhoheit



Finished Product

Produktion:
Hier beginnt der
Spaß

Change Management

Es geht um Menschen. Immer.
... bis zur Einführung und darüber hinaus

Schritte zu Ihrer Lösung

Zusammen verantwortlich: Iteratives Vorgehen in der modernen Softwareentwicklung



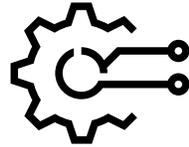
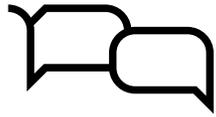
Welche **Kennzahlen** wollen wir verbessern?

So garantieren wir, dass die Lösung **Mehrwert** schafft!

64% der Features sind **unnötig!**
(Chaos Report – 2000)

Was wollen wir als Erstes gemeinsam erreichen?

Projektphasen im Hochglanzprospekt



Workshop

**Proof of
Concept**

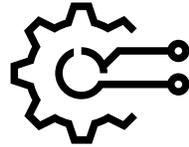
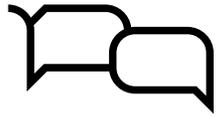
MVP

**Finished
Product**

Ziele:

- Projektrisiko **minimieren**
- Was wir wollen vs. **was wir brauchen**
- Non-tech side of AI (Datenqualität, Workflow, gemeinsames Verständnis, Business Value)
- **No bullshit**

Projektphasen wie sie wirklich sind



**Realität beim
Kunden
erarbeiten**

**Wo sind die
Daten, wie
kriegern wir sie
entfesselt**

**Was bedeuten
die Daten
überhaupt
wirklich**

**Geiles Produkt
und mehr
Wissen im
Unternehmen**

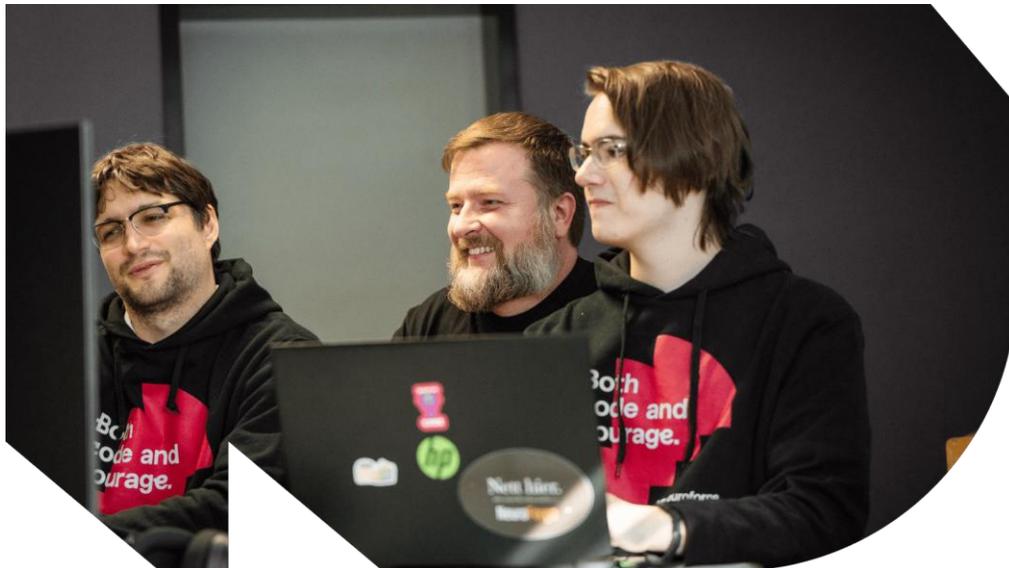
Ziele:

- Was brauchen wir **wirklich**
- AI ist keine Magie **wir brauchen Daten und Wissen**
- Achtung: Scheißprozess digitalisieren erzeugt einen scheiß Digitalprozess
- **No bullshit**

We are **there for you**: We treat your projects as if they were our own.

A squad of skilled and respectful people.

Wir entwickeln Software, die **mit Ihnen** und **für Sie** arbeitet. Unsere Lösungen sollen Menschen unterstützen und entlasten. Das bedeutet, dass wir zusammenarbeiten. **Wir setzen uns gemeinsam an den Tisch** und entwickeln das richtige Produkt für Sie.



Adding knowledge, not nonsense.

Wir schätzen und fördern wir **Innovation – aber nicht um jeden Preis**. Neue Technologien setzen wir selbstverständlich ein – sofern sie Ihrem Projekt dienlich sind.



Kollege KI im Einsatz

KI Mitarbeiter können...

... individuelle Angebote und Vorschläge erstellen, die auf den Wünschen Ihrer Kunden basieren.

... Ihre neuen Mitarbeiter mit gebrauchsfertigen Anleitungen weiterbilden und ihre Fragen sofort beantworten.

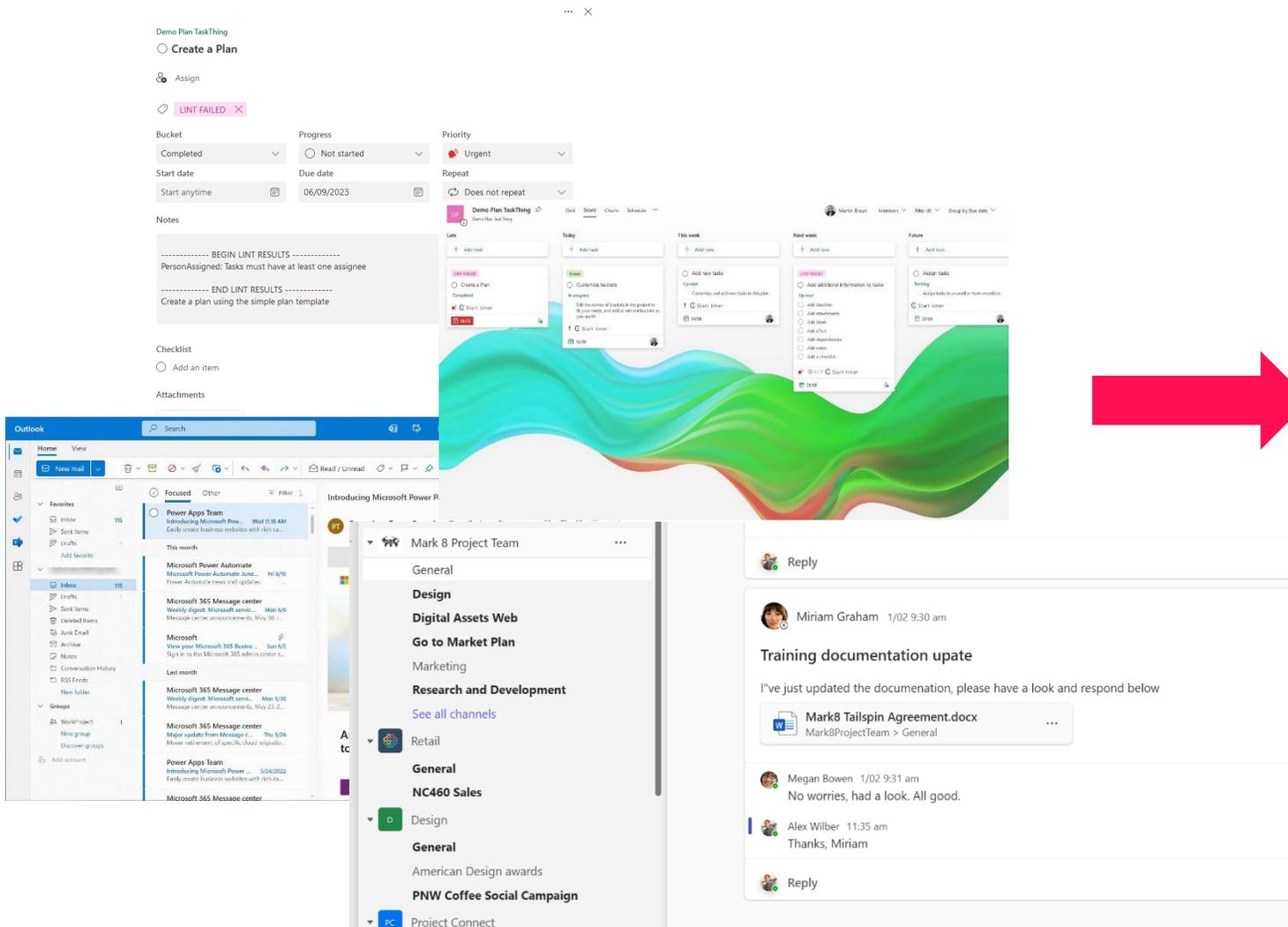
... Gemeinsam mit Menschen Daten strukturieren (**mehr** als nur LLMs)

... eine tiefgehende Datenanalyse durchführen und Ihnen in Sekundenschnelle eine Zusammenfassung der Erkenntnisse liefern



Wie sieht Ihr Traum
(KI-) Kollege aus?

Kollege KI hat die Antworten



Antworten:

„Schaffe ich meine Deadlines?“

„Welches Projekt muss ich priorisieren?“

„Wie geht es meinen Projekten (qualitativ)?“

„Irgendwo haben wir das aufgeschrieben, aber wo?“

Kollege KI bei unseren Kunden

1.000 Stunden weniger Aufwand dank Micro-KI.

Die RoomBuus Bauleistungs GmbH automatisiert dank uns ihre Baudokumentation per Micro-KI – und spart dadurch jährlich 1.000 Stunden. Zeit, die jetzt ins Wesentliche fließt.

30 % mehr Aufträge bei gleichem Personal.

Die ZPV GmbH & Co. KG skaliert dank unserer Lösung mit KI ihre Projektabwicklung. Das Ergebnis: 30 % mehr Aufträge, gleiche Teamgröße, zufriedenerere Kunden.

1.000h Zeiteinsparung bei RoomBuus

1.000 Stunden Zeiteinsparung pro Jahr

Zeitersparnis bei der Baubesprechungsdocumentation fließt in wertschöpfende Tätigkeiten

Einordnung der Einsparung:

1.000 Stunden \approx 25 Arbeitswochen
ca. 83 Stunden/Monat
ca. 4 Stunden/Arbeitstag

Kosteneinsparung bei 40 €/h: **40.000 € pro Jahr**

Fazit:

- Effizienzsteigerung im Tagesgeschäft
- Konzentration auf das Wesentliche



**„KI ohne heiße Luft.
Neuroforge liefert
Ergebnisse.“**

Florian Pawelka,
RoomBuus Bauleistungs GmbH



30% mehr Aufträge bei ZPV

+30 % Auftragsvolumen bei gleichbleibender Teamgröße
Schnellere Durchlaufzeiten, verbesserte Auslastung
Zufriedenere Kunden durch effizientere Prozesse

Einordnung des Effizienzgewinns:

+30 % Output ohne Neueinstellungen, bei gleichbleibender Lohnstruktur; De-facto Umsatzsteigerung um bis zu 30 % bei konstanten Personalkosten

Fazit:

- Klare Wachstumsstrategie ohne Mehraufwand im Recruiting
- Besserer ROI auf vorhandene Ressourcen
- Verbesserte Kundenzufriedenheit = stärkere Bindung & Folgeaufträge



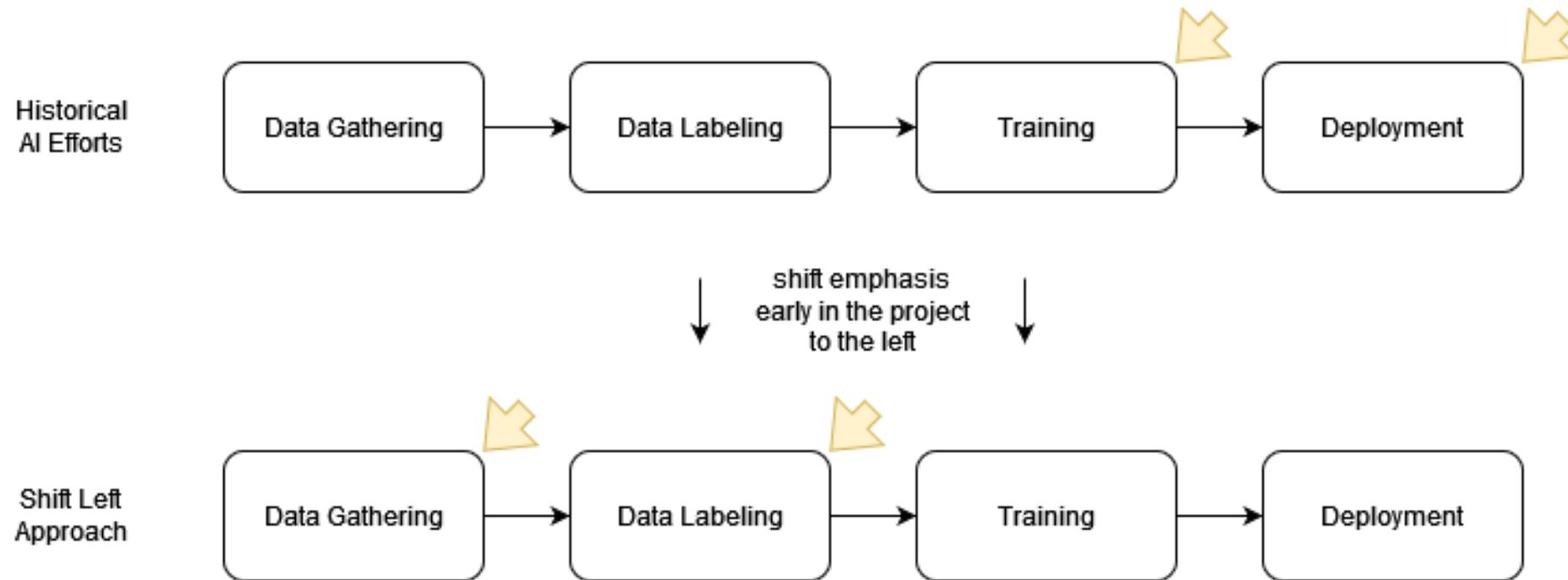
„Neuroforge redet nicht nur – Neuroforge macht. Punkt.“

Volker Zehender,
ZPV GmbH & Co. KG



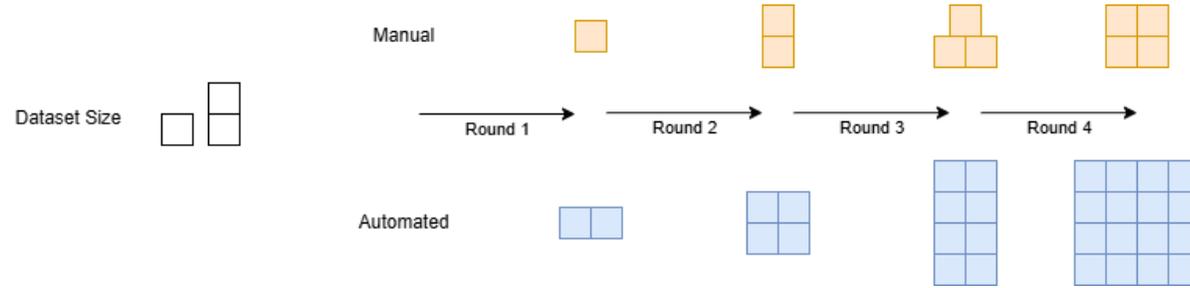
Industrie Projekte
... Daten, Daten, Daten

Shifting Left in AI Development



... Aber bitte nicht per Hand!

Manual vs (Semi-) Automated Labeling



**Both
code and
courage.**

 neuroforge



**Haben Sie Fragen zu KI?
Ich bin für Sie da!**

KI-Office Hour
Jeden Montag von 12 bis 13 Uhr

Buchen Sie jetzt Ihren Termin!



<https://bit.ly/neuroforge-ki-office-hour>

www.neuroforge.de

+49 921 788989 99

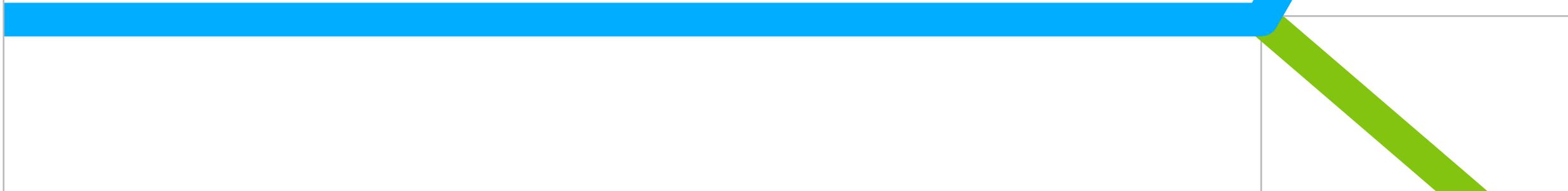
kontakt@neuroforge.de



Zuverlässigkeitsanalyse und robuste Optimierung

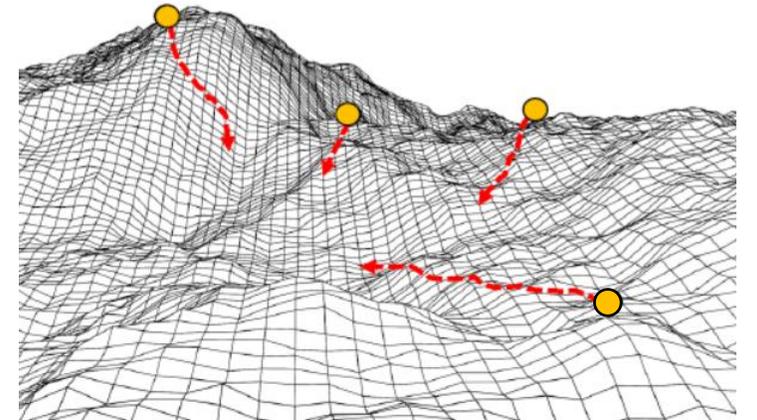
Cornelia Thieme, Yoshiko Matsushita
Hexagon

Bayreuther Konstrukteurstag 17.9.2025

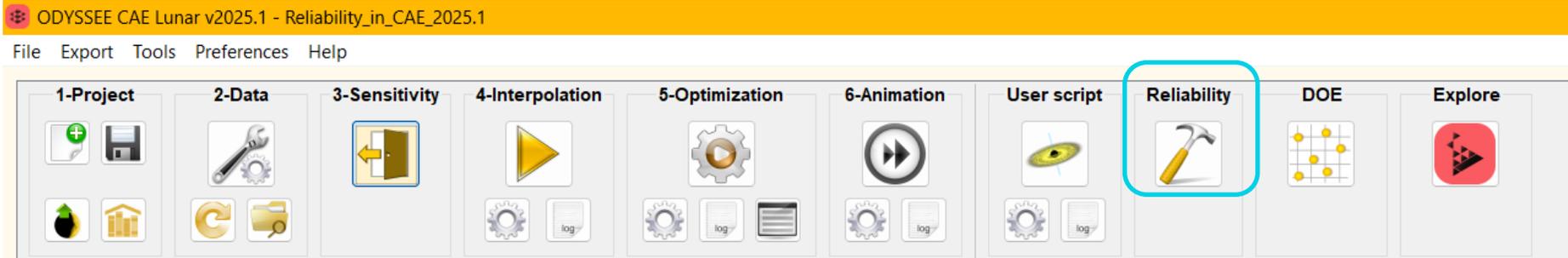


Optimierung

- Optimierung beantwortet die Frage: was ist das beste Design für die gegebenen Anforderungen, z.B.
 - Gewicht minimieren
 - Erste Eigenfrequenz maximieren
 - Schwingungen reduzieren
 - Lebensdauer erhöhen
 - Verformung minimieren
 - Gewünschte Kraft oder Verformung erzielen
- Oft ist die Optimierung ein Kompromiss zwischen Zielen und Constraints, z.B.
 - Gewicht minimieren, solange die Verformung in einem bestimmten Bereich nicht überschritten wird
 - Daher bewegt man sich an der Grenze des Funktionierenden
- Es gibt globale und lokale Optima, robuste und weniger robuste

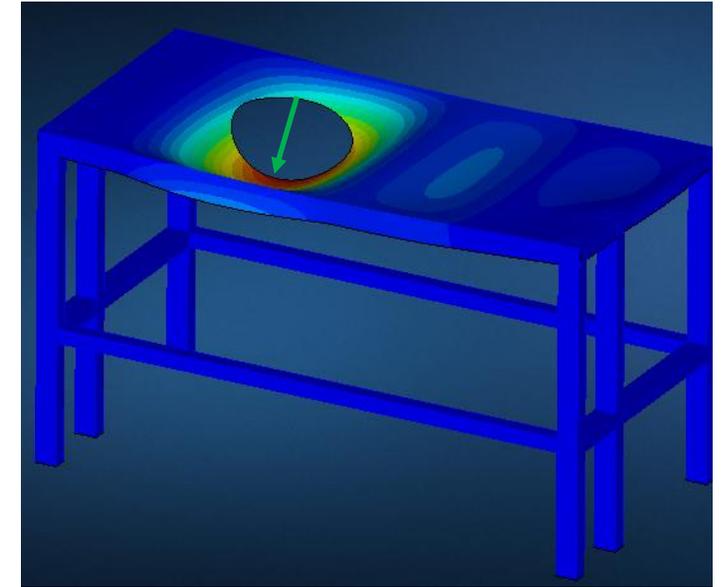
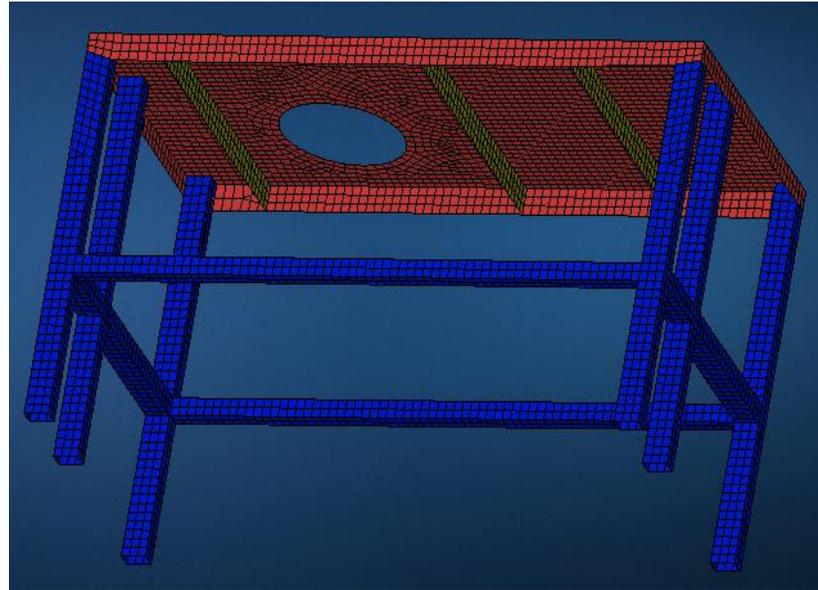
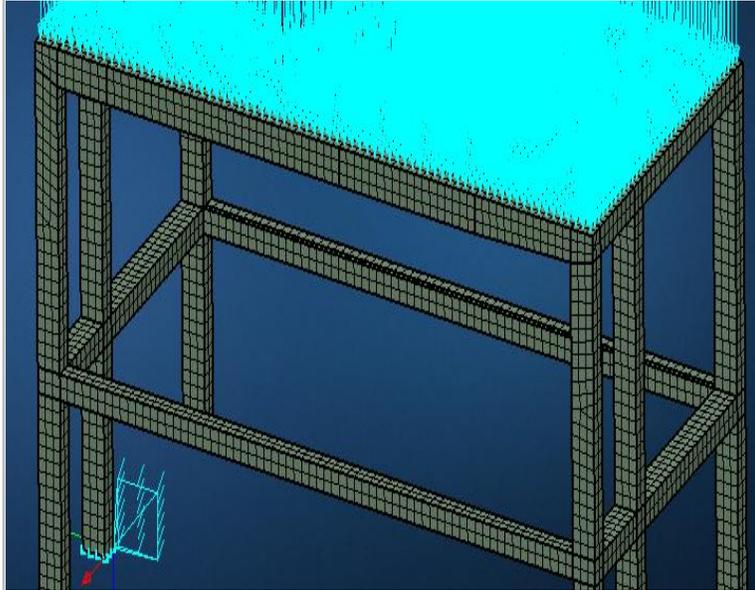


Odyssee Machine Learning für Vorhersage, Optimierung und Zuverlässigkeitsstudien



- Odyssee sagt aus vorhandenen FEM-Berechnungen, Test- oder Messdaten die Ergebnisse für neue Parameterkombinationen vorher
- Eingabe: csv-Dateien, Bilder, 3D-Geometriedateien, wav-Dateien, FEM-Ergebnisdateien
- Erzeugen und Verbessern von DOE (Design of Experiments, Parameterkombinationen)
- Data Mining, um Einflüsse und Zusammenhänge in Datenmengen zu finden
- Optimierung auf Ziele (Minimieren, Maximieren, bestimmten Wert erreichen) und Constraints
- Neu: Reliability-Menü

Beispiel Tischstruktur: Zugrundeliegendes FEM-Modell



Plattform- / Tischstruktur mit Lagerungen und Drucklast

3 verschiedene Wandstärken:

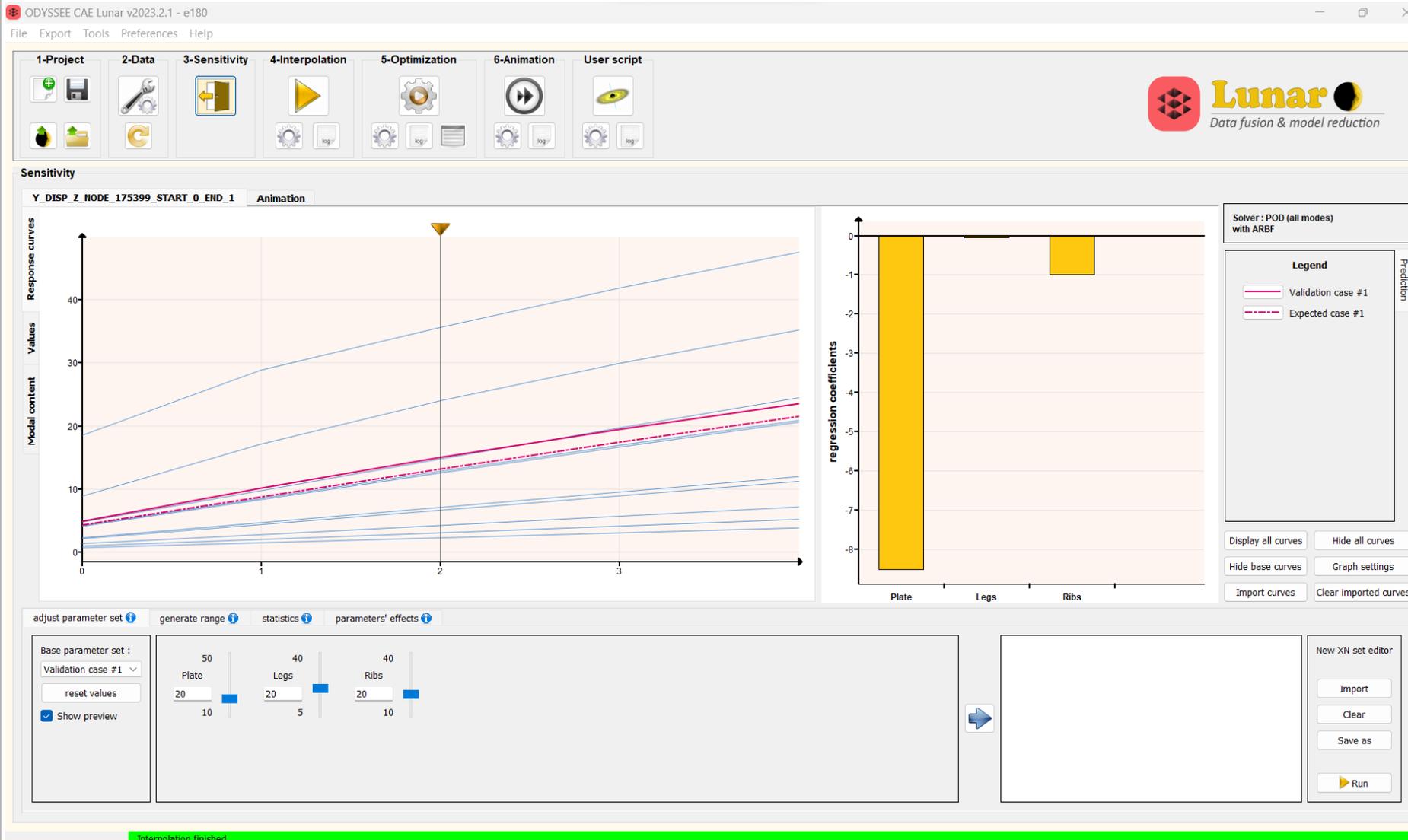
Platte
Beine
Rippen

	A	B	C
1	Platte	Beine	Rippen
2	10	30	15
3	15	10	20
4	20	20	30
5	25	35	40
6	30	15	10
7	35	25	20
8	40	40	25
9	20	5	30
10	50	20	40
11	20	30	20

Max. Verformung

Für 10 verschiedene Parameterkombinationen sind die Verformungsergebnisse aus FEM-Berechnungen verfügbar

Beispiel Tischstruktur: Validierung



Validierung:

Für Testdatensätze, für die die Verformung ebenfalls aus der FEM-Berechnung bekannt ist, wird das Ergebnis testweise vorhergesagt und mit dem FEM-Ergebnis verglichen.

- ➔ Gute Übereinstimmung
- ➔ Modell als Basis für Optimierung geeignet

Beispiel Tischstruktur: Optimierungseinstellungen

Optimization options

1 - Configure parameters 2 - Define optimization problem 3 - Configure optimizer

Configure parameters

Select starting point: center of DOE

Select and configure parameters:

Name	Start	min	max	Type	Variation	
Plate	30	10	50	Real	0.04	reset
Legs	22.5	5	40	Real	0.035	reset
Ribs	25	10	40	Real	0.03	reset

Optimization options

1 - Configure parameters 2 - Define optimization problem 3 - Configure optimizer

Automatic configuration Personal user script

Objectives

disp_y

target name: target

weight effect: 1

Select target type: minimize value

minimize min(Yn)

on interval: 4 4

Define constraints to respect (optional)

Add constraint Add pareto constraint

G_1

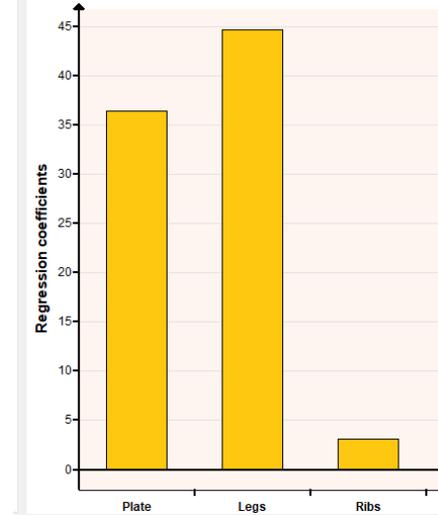
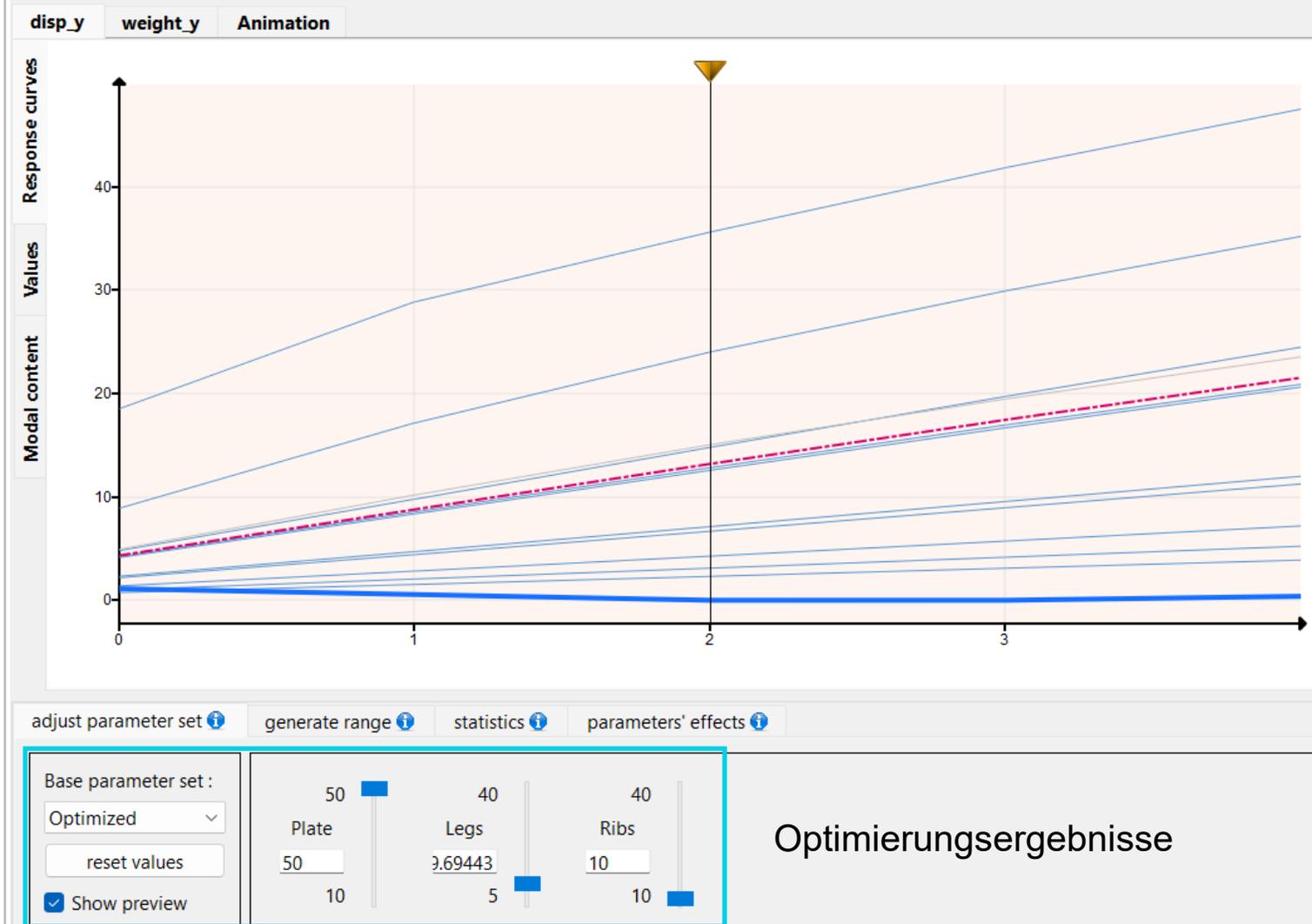
Dataset: weight_y

max(Yn) = 200

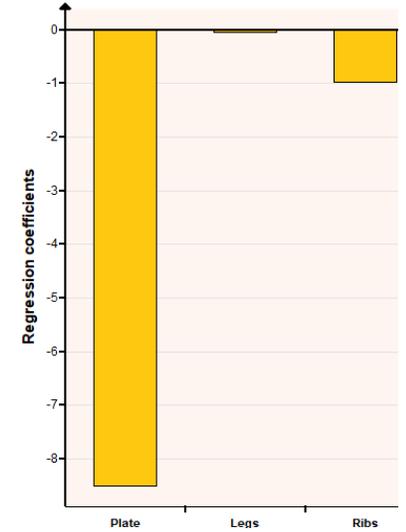
on interval: 0 0

Einstellungen für die Optimierung:
Alle 3 Parameter variabel
Verformung minimieren
Gewicht max. 200 kg

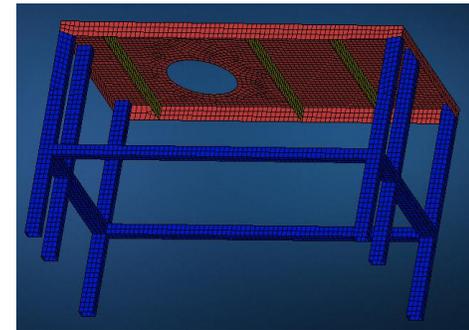
Beispiel Tischstruktur: Optimierungsergebnisse



Einflüsse der Parameter auf das Gewicht



Einflüsse der Parameter auf die Verformung



Beispiel Tischstruktur: Zuverlässigkeitsberechnung, Einstellungen

Reliability

Configuration Results

DOE

point to analyse: **Optimized**

random seed : 1390088702

parameter	radius
Plate	5
Legs	5
Ribs	5

Reliability constraint

Dataset : disp_y

min(Yn) <= 5

on interval : 4

Reliability constraint

Dataset : weight_y

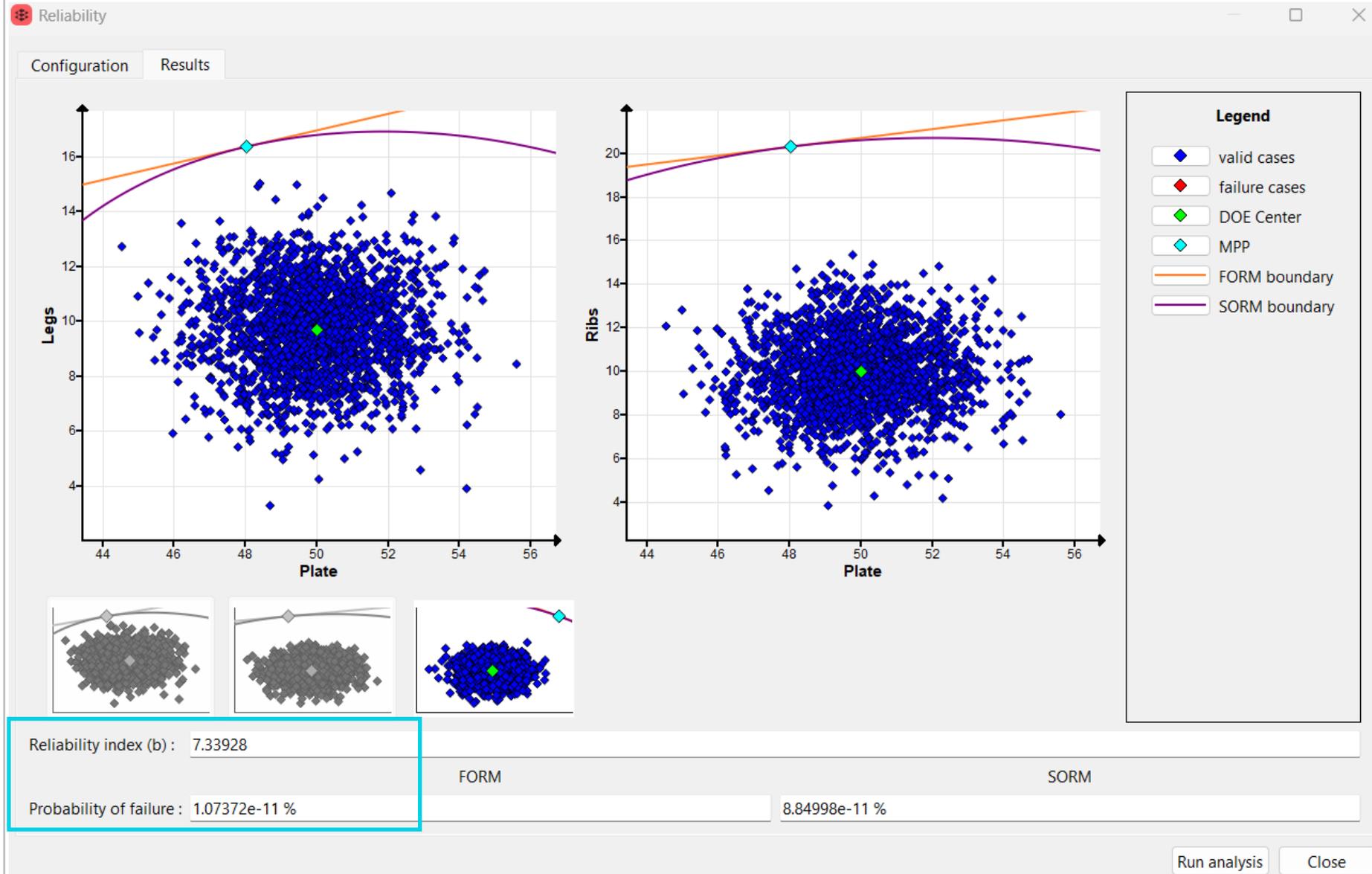
min(Yn) <= 203

on interval : 4

Run analysis Close

Wenn die Wandstärken um ± 5 mm um die optimierten Werte herum schwanken, werden dann zuverlässig eine Verformung < 5 mm und ein Gewicht < 203 kg eingehalten?

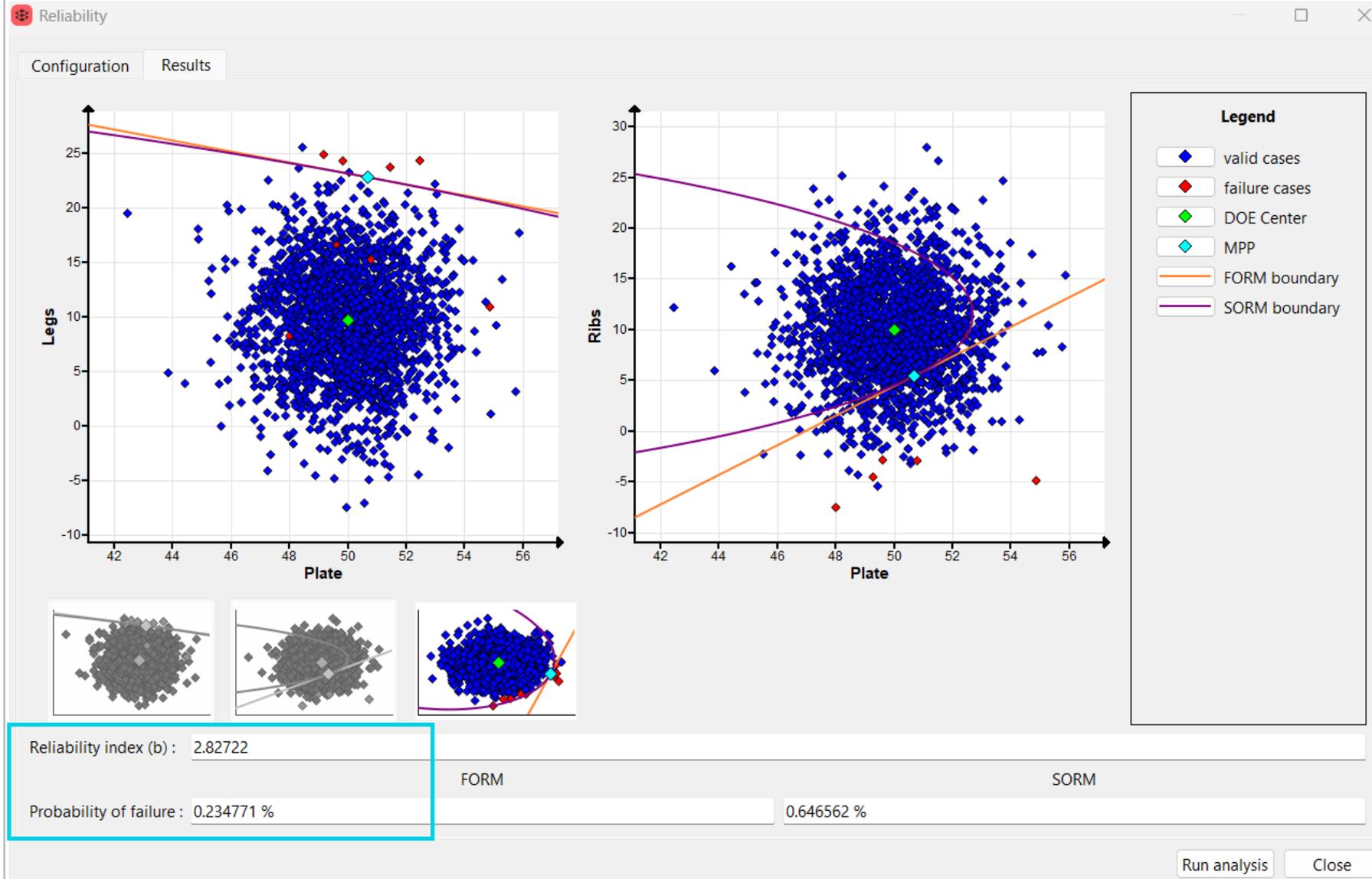
Beispiel Tischstruktur: Zuverlässigkeitsberechnung, Verformung



Sehr hohe Zuverlässigkeit:
mit ± 5 mm Schwankung der
Wandstärken wird
höchstwahrscheinlich die
Verformung von 5mm nicht
überschritten.

Alle Punkte im blauen Bereich
Reliability index hoch
Probability of failure sehr klein

Beispiel Tischstruktur: Zuverlässigkeitsberechnung, Verformung



parameter	radius
Plate	5
Legs	15
Ribs	15

Bei den beiden Parametern, die nicht viel Einfluss auf die Verformung haben (Legs & Ribs), ist auch eine hohe Schwankung von 15 mm kein Problem:

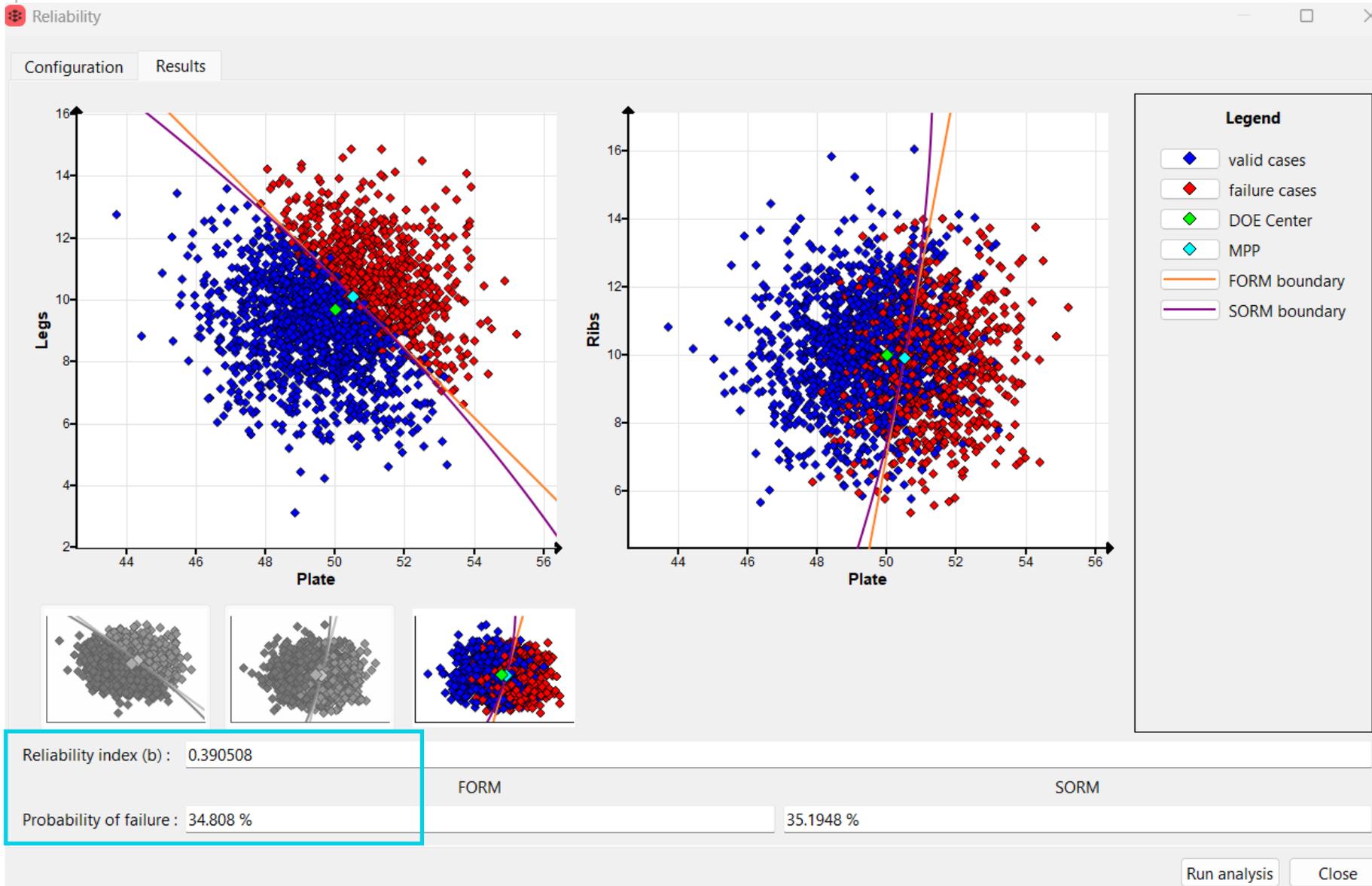
Immer noch hohe Zuverlässigkeit: wahrscheinlich wird die Verformung von 5 mm nicht überschritten.

Fast alle Punkte im blauen Bereich

Reliability index hoch

Probability of failure sehr klein

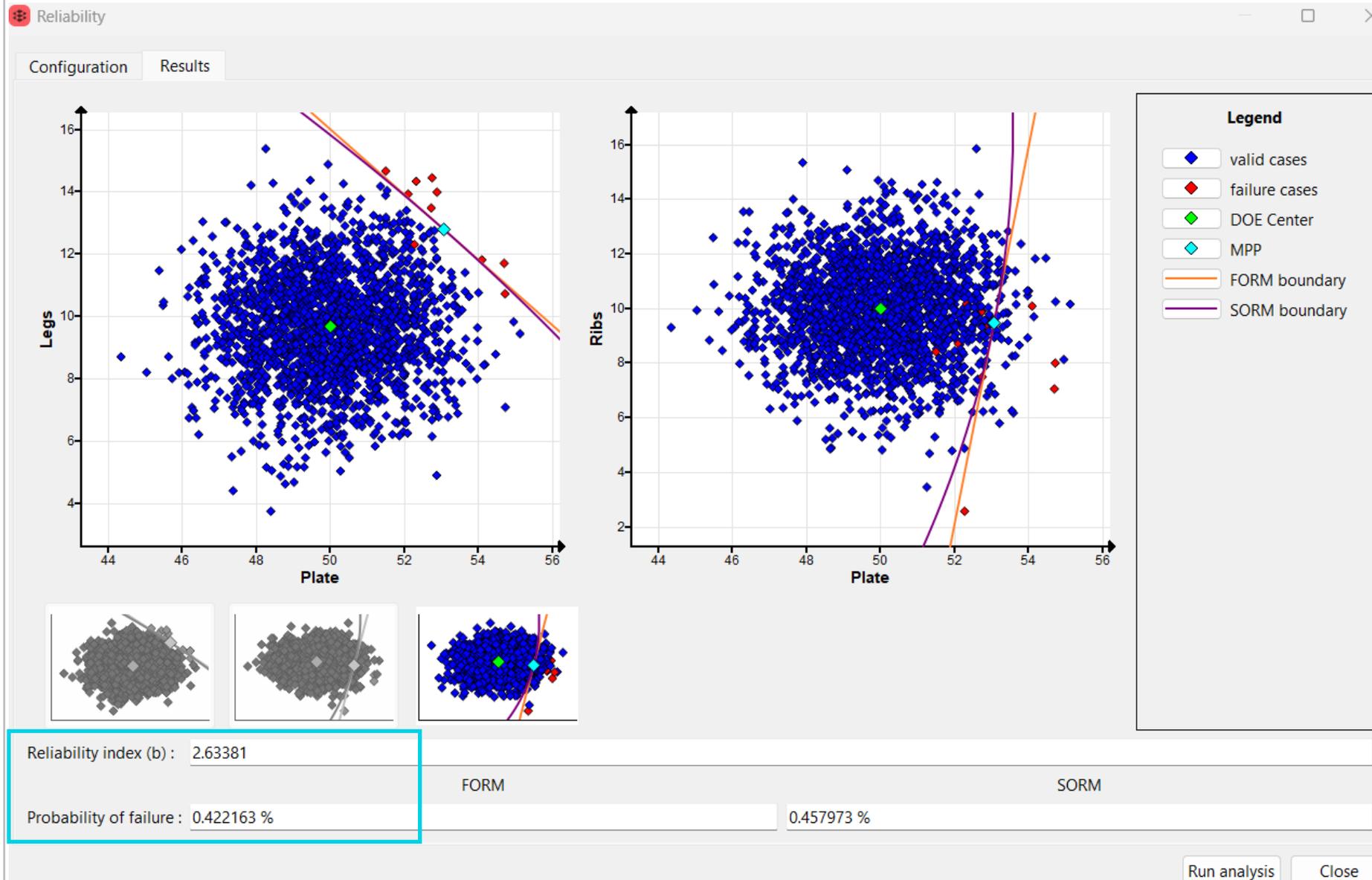
Beispiel Tischstruktur: Zuverlässigkeitsberechnung, Gewicht



Geringe Zuverlässigkeit:
mit ± 5 mm Schwankung
der Wandstärken wird das
Höchstgewicht nicht sicher
eingehalten.

Viele Punkte im roten
Bereich
Reliability index niedrig
Probability of failure 34.8%

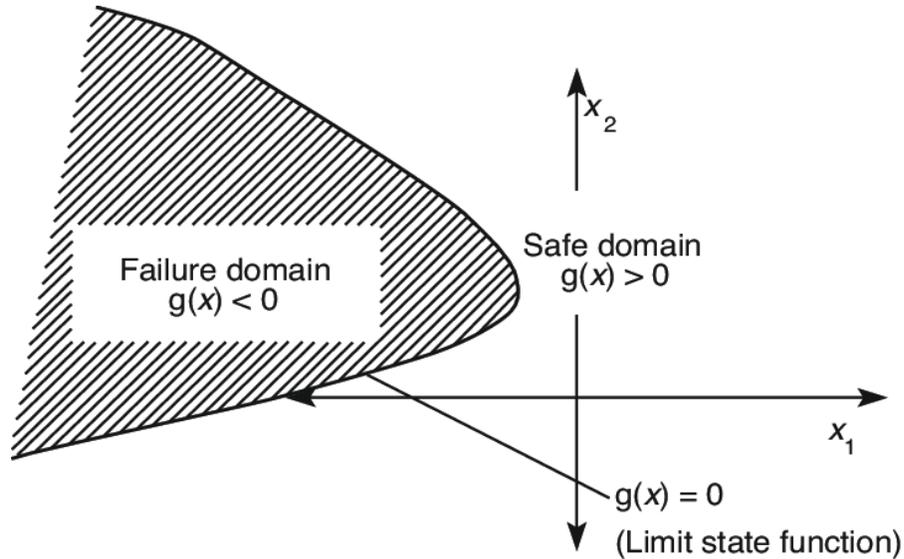
Beispiel Tischstruktur: Zuverlässigkeitsberechnung, Gewicht



Zulässiges Höchstgewicht auf 220 kg erhöht:
Hohe Zuverlässigkeit: mit ± 5 mm Schwankung der Wandstärken wird das Höchstgewicht wahrscheinlich eingehalten.

Fast alle Punkte im blauen Bereich
Reliability index hoch
Probability of failure 0.4%

Zuverlässigkeitsanalyse, Theorie



$g(x_1, x_2, x_3, \dots)$ ist die limit state function.

Wenn $g < 0$ ist, ist man im Fehlerbereich.

p_f ist die Wahrscheinlichkeit, dass $g < 0$ ist.

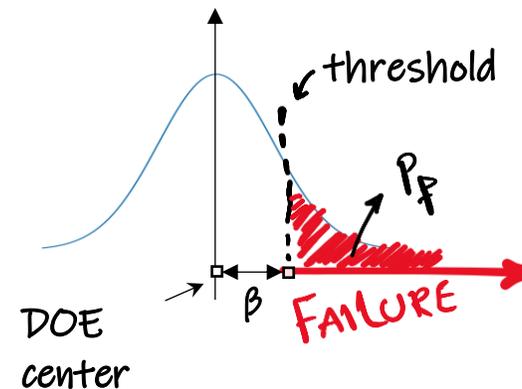
$$p_f = P\{g(x) < 0\}$$

Reliability index β :

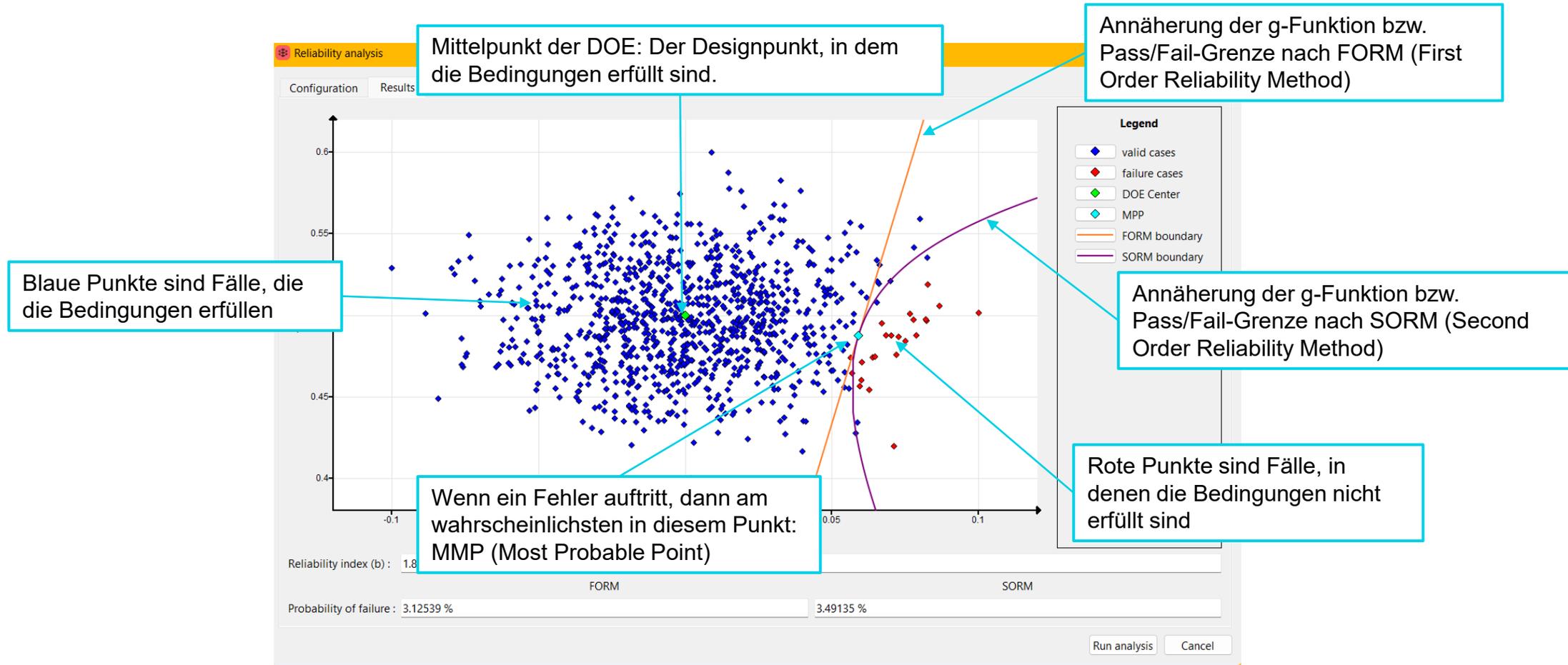
- Entfernung (absolut, nicht relativ) des Designpunkts vom wahrscheinlichsten Fehlerpunkt MMP
- Je größer der Wert, desto geringer die Wahrscheinlichkeit eines Fehlers.

Probability of failure p_f :

- Prozentsatz der Punkte, die nicht akzeptabel sind
- Je niedriger der Wert, desto zuverlässiger das System.

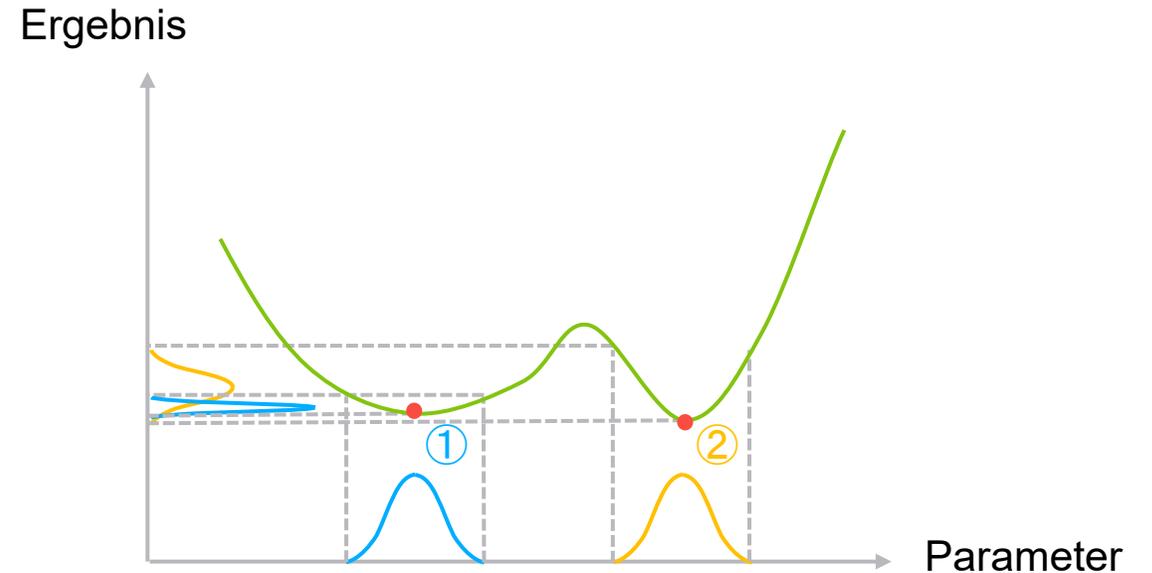


Zuverlässigkeitsanalyse, Erklärung des Diagramms



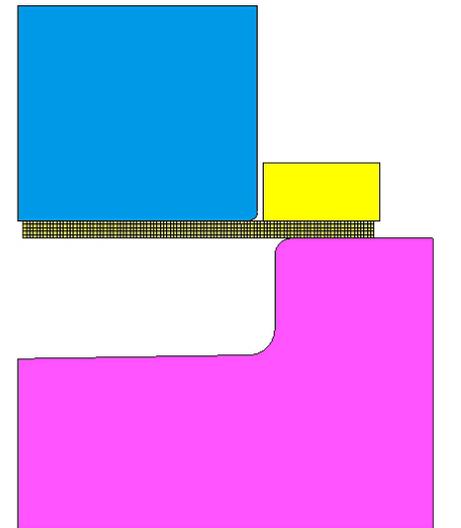
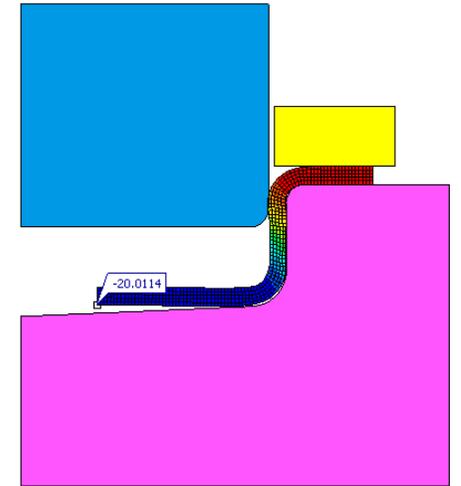
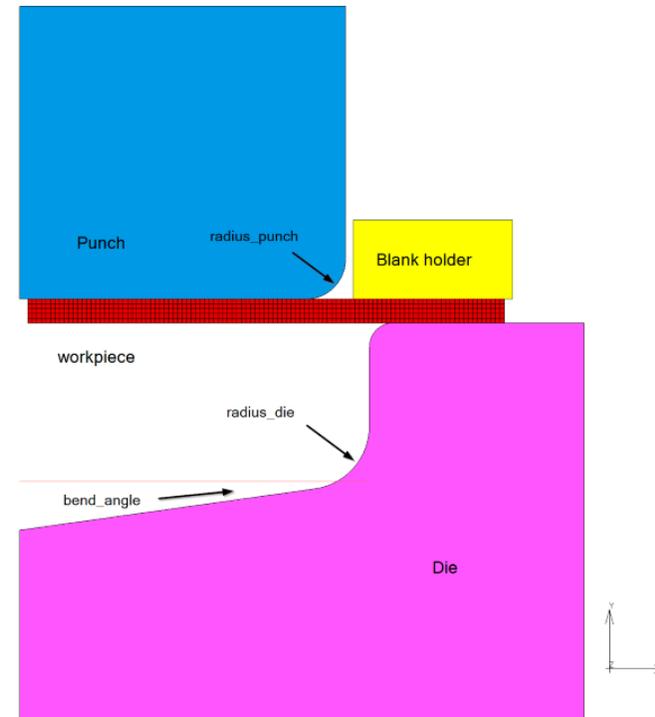
Robuste Optimierung

- Die Robustheit eines Systems lässt sich anhand der Standardabweichung (σ) der Parameter und Ergebnisse ausdrücken.
 - Wenn wir nur die optimalen Punkte vergleichen, ist das Ergebnis für ② kleiner (besser).
 - Wenn ① und ② die gleiche Standardabweichung haben, ist der Fehlerbereich des Ergebnisses für ① kleiner, was zu stabileren Ergebnissen führt.
 - Die erwarteten Ergebnisse von ① sind möglicherweise optimaler als die von ②.
- Normale Optimierung
 - > (Zielwert - aktueller Wert) \Rightarrow Ziel ist 0
- Robuste Optimierung
 - > (Zielwert - aktueller Wert) + Standardabweichung um den aktuellen Wert \Rightarrow Ziel ist 0



Beispiel: Fertigungssimulation

- Optimale Werte für geometrische Parameter finden, die das Werkstück gerade machen (max. Verschiebung in Y-Richtung beträgt -20 mm).
- Eingabevariablen
 - **radius_punch** des Stempels
 - **bend_angle** der Matrize
- Einschränkung:
 - Die Verschiebung muss größer als -20,1 mm sein.

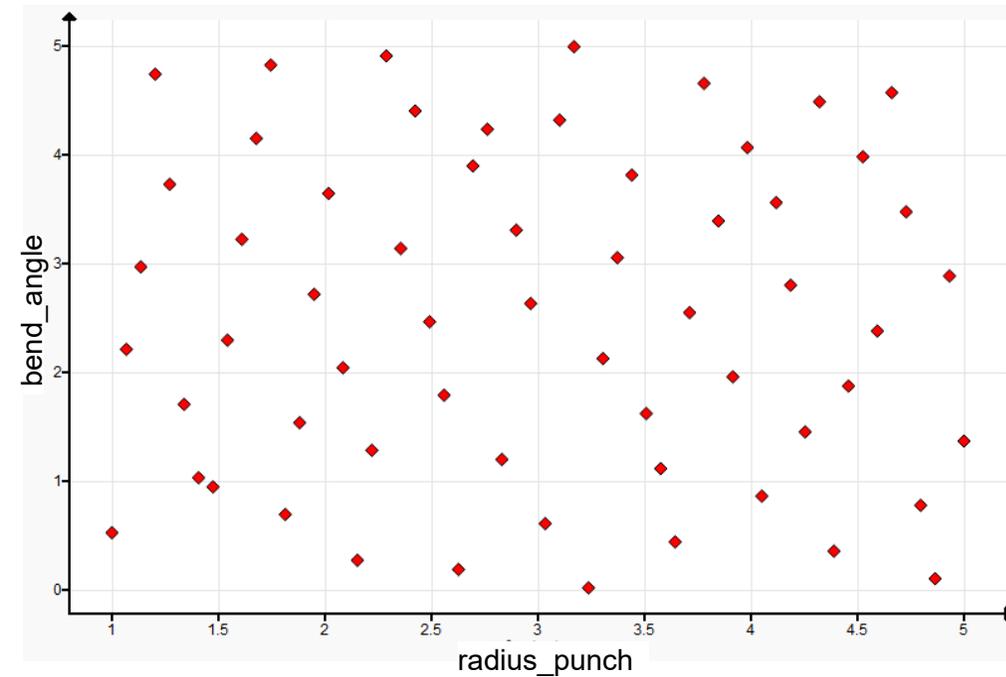


Beispiel: Fertigungssimulation, DOE erstellen

- Wir verwenden Daten für 60 Fälle mit folgendem Bereich:

	radius_punch	bend_angle
max	5	5
min	1	0.02

- In diesem Fall untersuchen wir die Ergebnisunterschiede bei einem Fehler und benötigen daher ein hochpräzises Modell für eine genaue Vorhersage

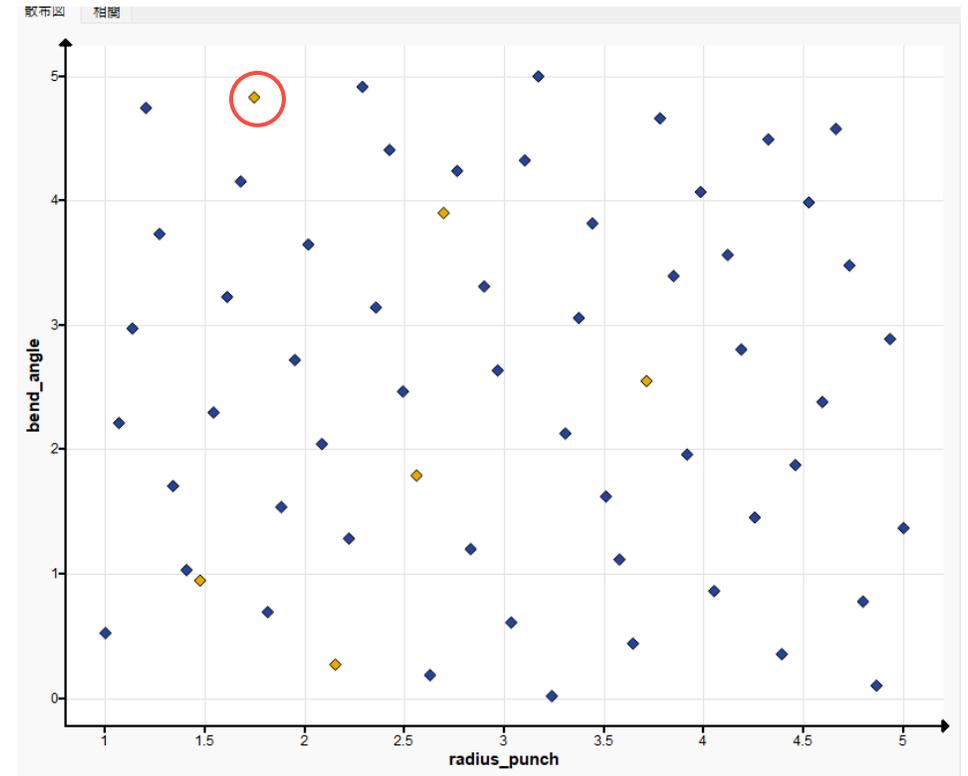


Beispiel: Fertigungssimulation, Validierung

- Von den 60 Datenpunkten werden 10 % (gelbe Punkte in der Abbildung rechts) zur Bestätigung der Genauigkeit verwendet.
- Vergleich der Vorhersagen und der richtigen Ergebnisse:

	radius_punch	bend_angle	richtige Antwort	ODYSSEE	Fehler[mm]
Case #1	1.475	0.948	-19.626	-19.629	0.0027
Case#2	2.153	0.273	-19.570	-19.627	0.057
Case#3	2.559	1.793	-19.647	-19.686	0.0392
Case#4	1.746	4.831	-21.628	-21.283	-0.3447
Case#5	3.712	2.552	-20.224	-20.266	0.0419
Case#6	2.695	3.903	-20.962	-21.052	0.0896

- Obwohl der Fehler im Case 4, der sich nahe dem Rand des Datenbereichs befindet, groß ist, kann bestätigt werden, dass die Vorhersage sehr genau ist.



Beispiel: Fertigungssimulation Konventionelle Optimierung

- Ziel
 - Radius und Winkel finden, die zu einer Verschiebung von -20 mm führen
- Einschränkung
 - ➔ Darf nicht kleiner als -20,1 mm werden
- Optimierungsergebnisse

radius_punch	bend_angle
2.99059	2.49154

- Vorhergesagtes Ergebnis: -20.0 mm

Optimization options

1 - Configure parameters 2 - Define optimization problem 3 - Configure optimizer

Automatic configuration Personal user script

Objectives

- springback_2_re...
 - target

springback_2_results

target name : target

weight effect : 1

Select target type : value at

Reach value : -20

at cursor position : 0

Define constraints to respect (optional)

Add constraint Add pareto constraint

H_1

Dataset : springback_2_result

min(Yn) >= -20.1

on interval : 0

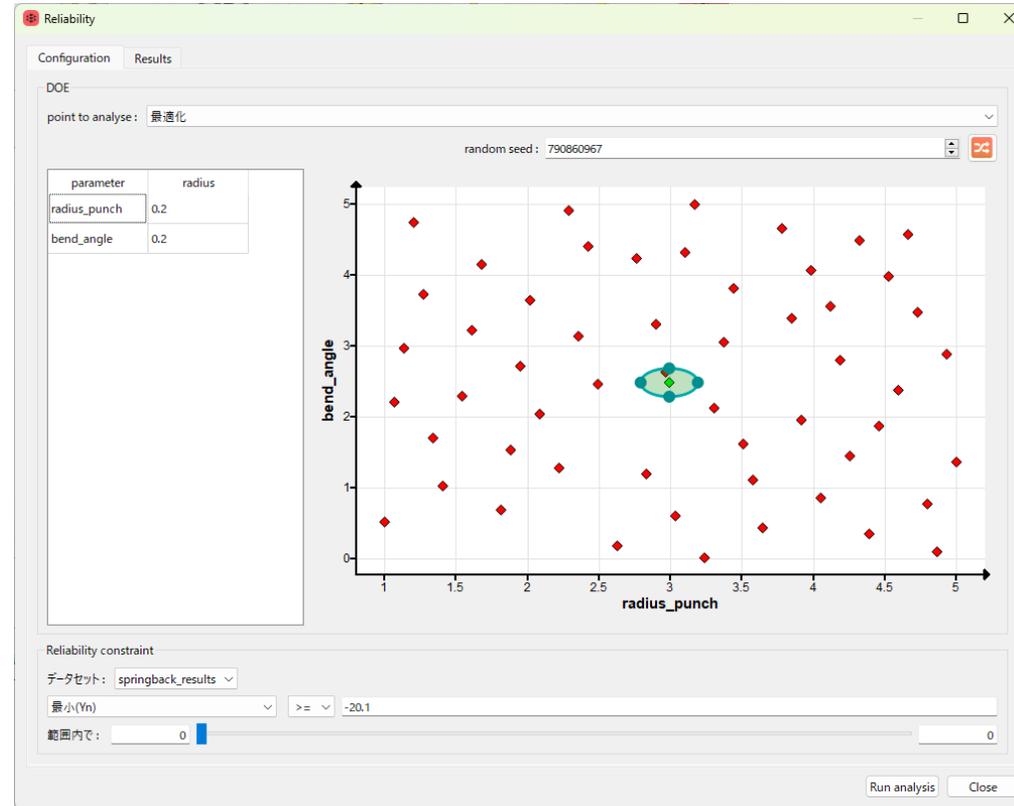
Optimization algorithm : Local + Constraints (NLPQL)

OK Cancel

Beispiel: Fertigungssimulation

Zuverlässigkeitsanalyse: konventionelle Optimierung, Robustheit

- Wenn der auf der vorherigen Seite ermittelte optimale Auslegungswert die folgenden Schwankungen aufweist, verwenden wir die Zuverlässigkeitsfunktion, um zu überprüfen, ob die Bedingung, Verschiebung größer als -20,1 mm, erfüllt ist.
- Stempel R: $\pm 0,2$ mm
- Matrizenwinkel: $\pm 0,2$ Grad



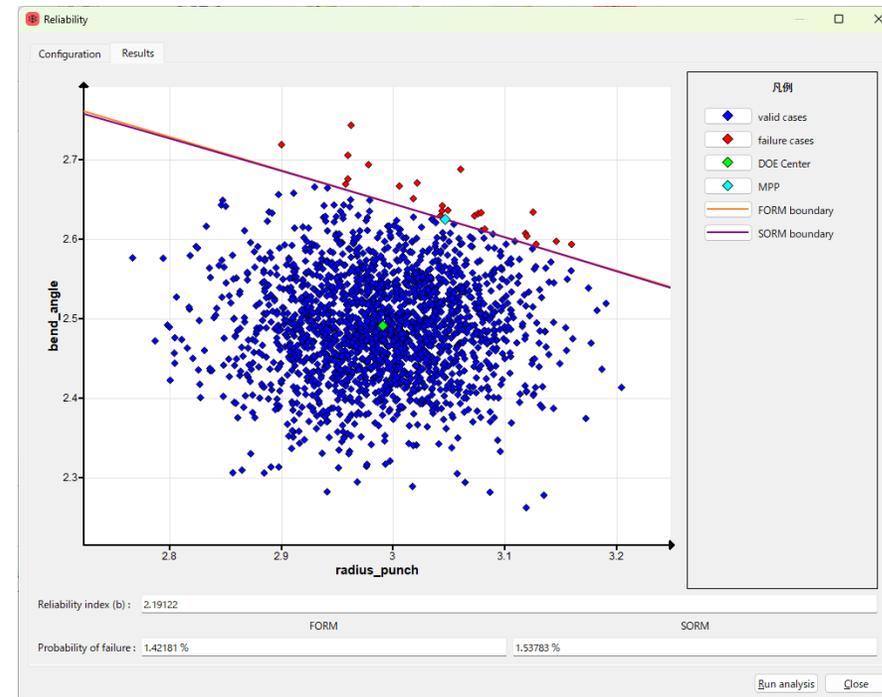
Beispiel: Fertigungssimulation

Zuverlässigkeitsanalyse: konventionelle Optimierung, Robustheit

- Bei den im Diagramm rechts roten Punkten handelt es sich um Daten, die die Bedingungen nicht erfüllen.

Reliability index		2.19122
Probability of failure[%]	FORM	1.42181
	SORM	1.53783

- ✓ Da zur Erstellung der Verteilung eine Zufallsfunktion verwendet wird, können die Ergebnisse bei mehrmaliger Berechnung der Zuverlässigkeit unterschiedlich ausfallen, selbst wenn dieselben Daten verwendet werden.



Beispiel: Fertigungssimulation

Robuste Optimierung

– Die robuste Optimierung wird unter denselben Bedingungen wie die konventionelle Optimierung durchgeführt:

– Ziel

→ Radius und Winkel finden, die zu einer Verschiebung von -20 mm führen

– Einschränkungen

→ Darf nicht kleiner als -20,1 mm werden

– Optimierungsergebnisse

radius_punch	bend_angle
2.86035	2.41646

– Die Standardabweichung ist in der Zielfunktion inkludiert, soll möglichst klein sein

– Vorhergesagtes Ergebnis: -19,93 mm

Optimization options

1 - Configure parameters 2 - Define optimization problem 3 - Configure optimizer

Automatic configuration Personal user script

Quasar script

Load Quasar script : ...

```
import "QuasarMatrix"  
import "QuasarSVM"  
import "QuasarExternal"  
import "QuasarNeuralNetwork"  
import "Useful_Functions"  
  
function double double(double v)  
    return v  
end  
  
X = loadBinMatrix("D:/Product/ODYSSEE/work/Reliability/example_case/ODYSSEE/  
Springback/X_BASE_FILE.bin")  
XN = Matrix(2, 1)  
XMINMAX = Matrix(2,2)  
XN[0, 0] = Sargs[2].toDouble()  
XN[1, 0] = Sargs[3].toDouble()  
Matrix inequalityConstraints = Matrix(0, XN.h())
```

Nova configuration

Total number of constraints :

Number of equality constraints :

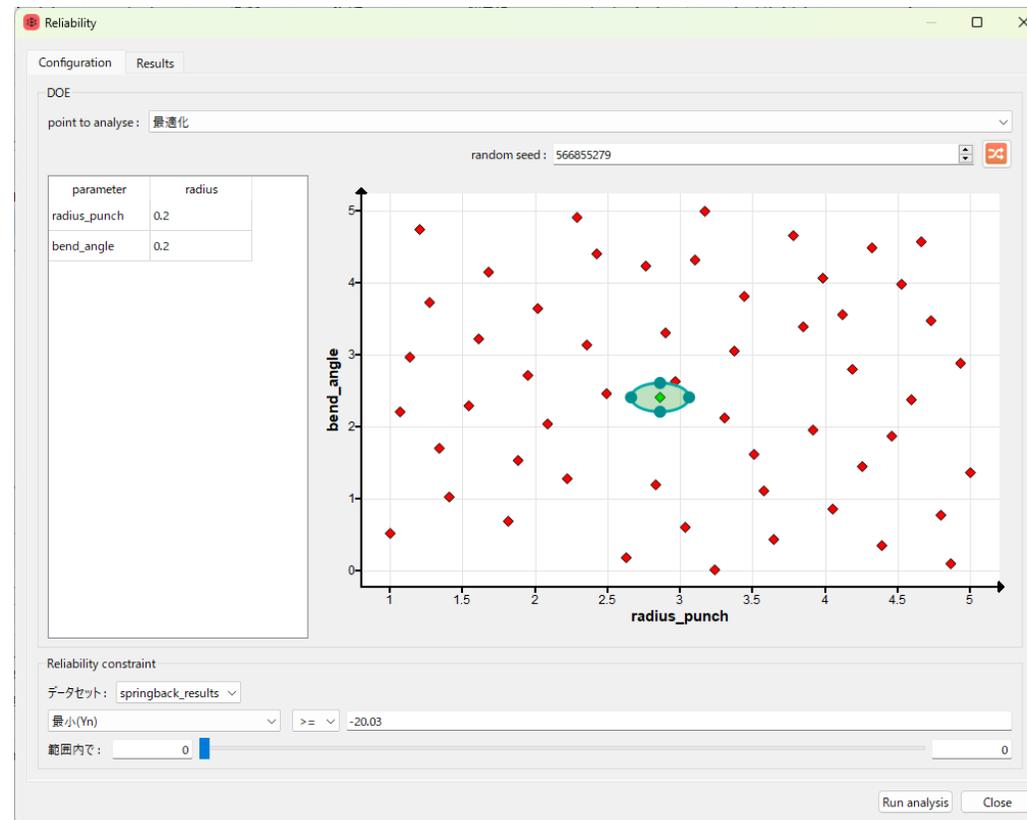
Optimization algorithm : Local + Constraints (NLPQL)

OK Cancel

Beispiel: Fertigungssimulation

Zuverlässigkeitsanalyse: Robuste Optimierung

- Wenn der auf der vorherigen Seite ermittelte optimale Auslegungswert die folgenden Schwankungen aufweist, verwenden wir die Zuverlässigkeitsfunktion, um zu überprüfen, ob die Bedingung, Verschiebung größer als -20,1 [mm], erfüllt ist.
- Stempel R: $\pm 0,2$ mm
- Matrizenwinkel: $\pm 0,2$ Grad

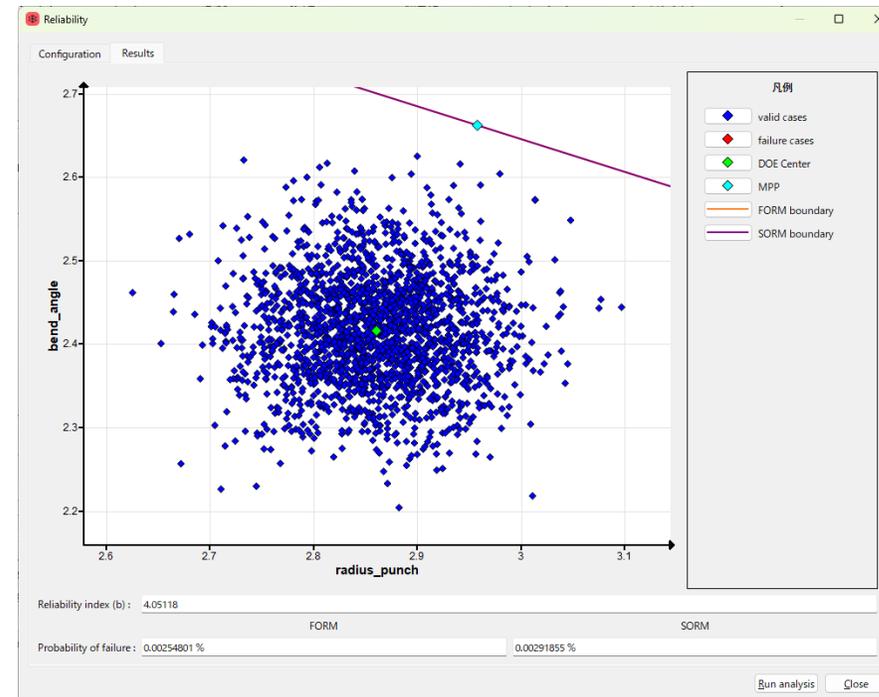


Beispiel: Fertigungssimulation Zuverlässigkeitsanalyse: Robuste Optimierung

- Bei den im Diagramm rechts roten Punkten handelt es sich um Daten, die die Bedingungen nicht erfüllen.

Reliability index		4.05118
Probability of failure[%]	FORM	0.00254801
	SORM	0.00291855

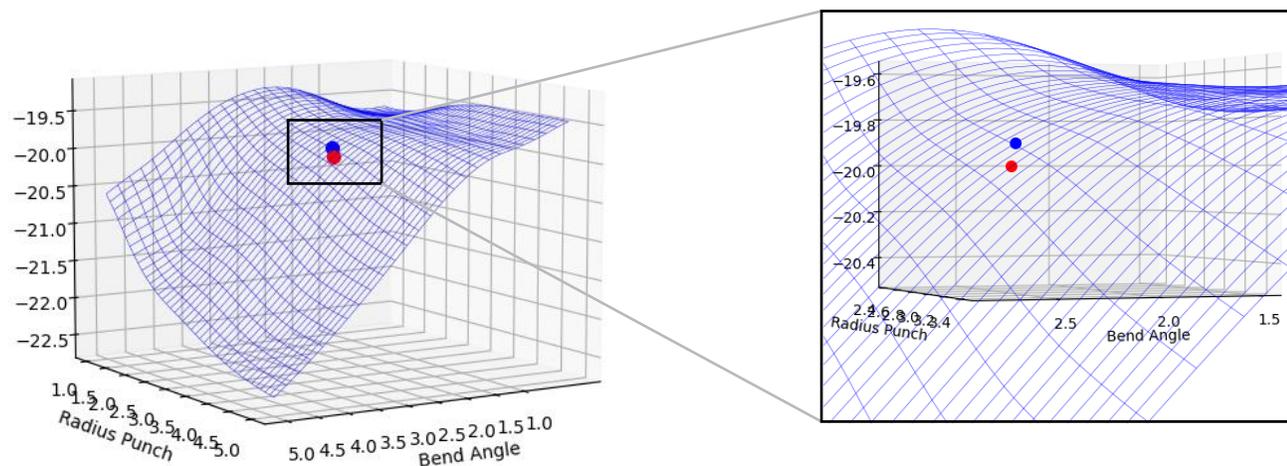
- ✓ Da zur Erstellung der Verteilung eine Zufallsfunktion verwendet wird, können die Ergebnisse bei mehrmaliger Berechnung der Zuverlässigkeit unterschiedlich ausfallen, selbst wenn dieselben Daten verwendet werden.
- ✓ Im Vergleich zur normalen Optimierung ist der Reliability index höher und die Wahrscheinlichkeit, die Bedingungen nicht zu erfüllen, geringer.



Beispiel: Fertigungssimulation

Vergleich der Optimierungsergebnisse

- In diesem Beispiel gab es zwei Parameter, und das Ergebnis war ein Skalarwert. Daher im 3D-Diagramm darstellbar.
- Der rote Kreis ist der optimale Punkt, der durch reguläre Optimierung erreicht wurde, und der blaue Kreis ist der optimale Punkt, der durch robuste Optimierung erreicht wurde.
- Am blauen Punkt sind die Ausgabeergebnisse in einem flachen Bereich, wo die Änderung der Ausgabeergebnisse selbst bei Änderung der Eingabevariablen gering ist.
- Bei mehr als zwei Eingabevariablen erhöht sich die Anzahl der Dimensionen, und es wird schwierig, die Ergebnisse grafisch darzustellen. Die robuste Optimierung sucht jedoch in ähnlicher Weise nach einem optimalen Wert mit geringen Änderungen im mehrdimensionalen Raum.





Anforderungen meistern: Strategien für ein effektives Management in dynamischen Umgebungen

K-Tag Bayreuth, 17.09.2025



RIESENSCHOCK WEGEN CYBERTRUCK 

Das könnte Teslas teuerster Rückruf werden

Tesla versuchte verzweifelt, einen Rückruf des Cybertrucks wegen abfliegender Bleche durch einen Auslieferungsstopp zu verhindern – doch dieser Plan scheiterte kläglich. Die Reparaturkosten könnten immens sein.

Gregor Hebermehl • 19.03.2025

Quelle: Screenshot von [auto-motor-und-sport.de](https://www.auto-motor-und-sport.de), zul. zugegriffen am 04.09.2025

Explodierende Airbags können Fahrer verletzen: Citroën C3 und DS3 werden zurückgerufen

Stellantis hat seinen nächsten Riesen-Rückruf: Viele Citroën C3 und DS3 müssen umgehend in die Werkstatt. Der Grund: Der Airbag kann während der Fahrt unvermittelt auslösen und Fahrer und Passagiere verletzen. Es hat bereits tödliche Unfälle aufgrund dieses Problems gegeben. In Europa allein sind hunderttausende Fahrzeuge betroffen. Citroën und die Schwestermarke...

 20. Juni 2025

MEHR

Quelle: Screenshot von [sparneuwagen.de/news](https://www.sparneuwagen.de/news), zul. zugegriffen am 04.09.2025

Neue Chemikalien-Sanktionsverordnung in Kraft



Paragrafen
Quelle: Allebazib / Fotolia.com

bis zu 50.000 € Geldbuße für Verstöße gegen Auskunftspflichten,
bis zu 5 Jahre Freiheitsstrafe für Verstöße gegen Beschränkungen

Quelle: Screenshot von [umweltbundesamt.de](https://www.umweltbundesamt.de), zul. zugegriffen am 04.09.2025

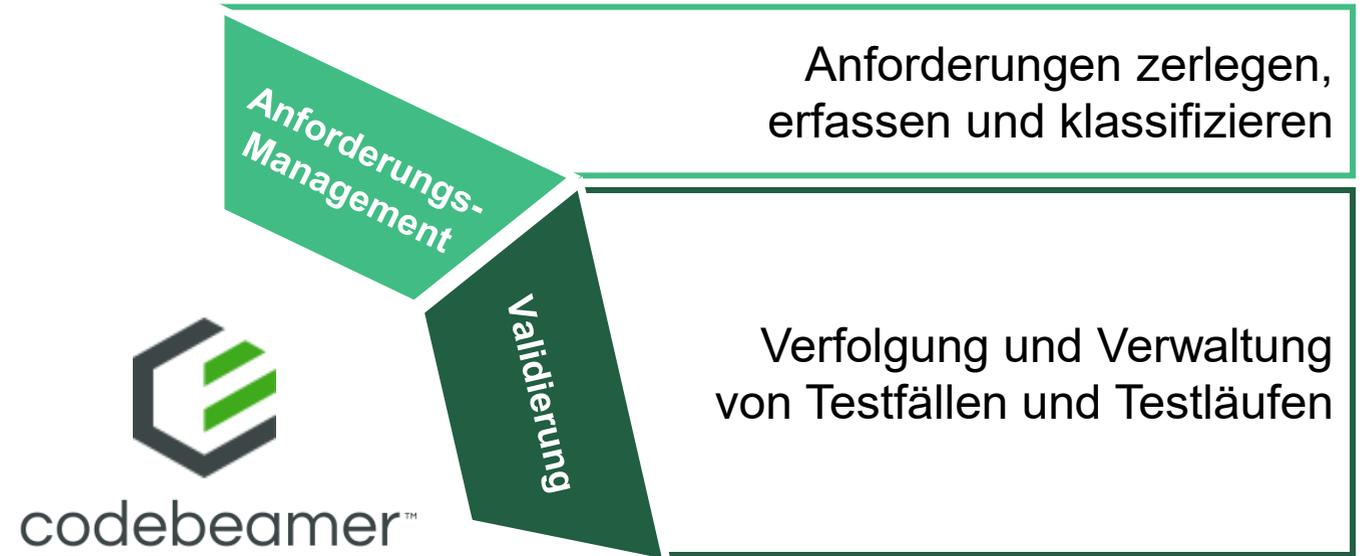
Boeing

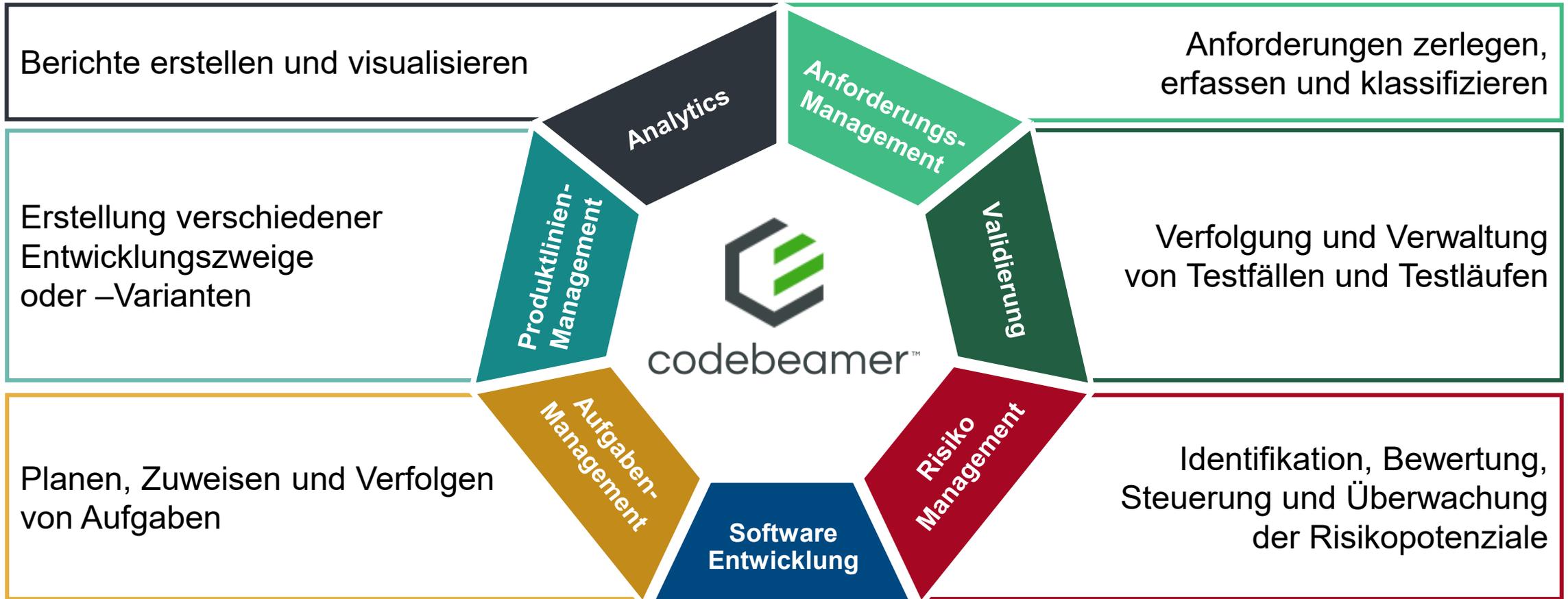
US-Flugaufsicht ordnet Inspektionen aller 787-Jets an

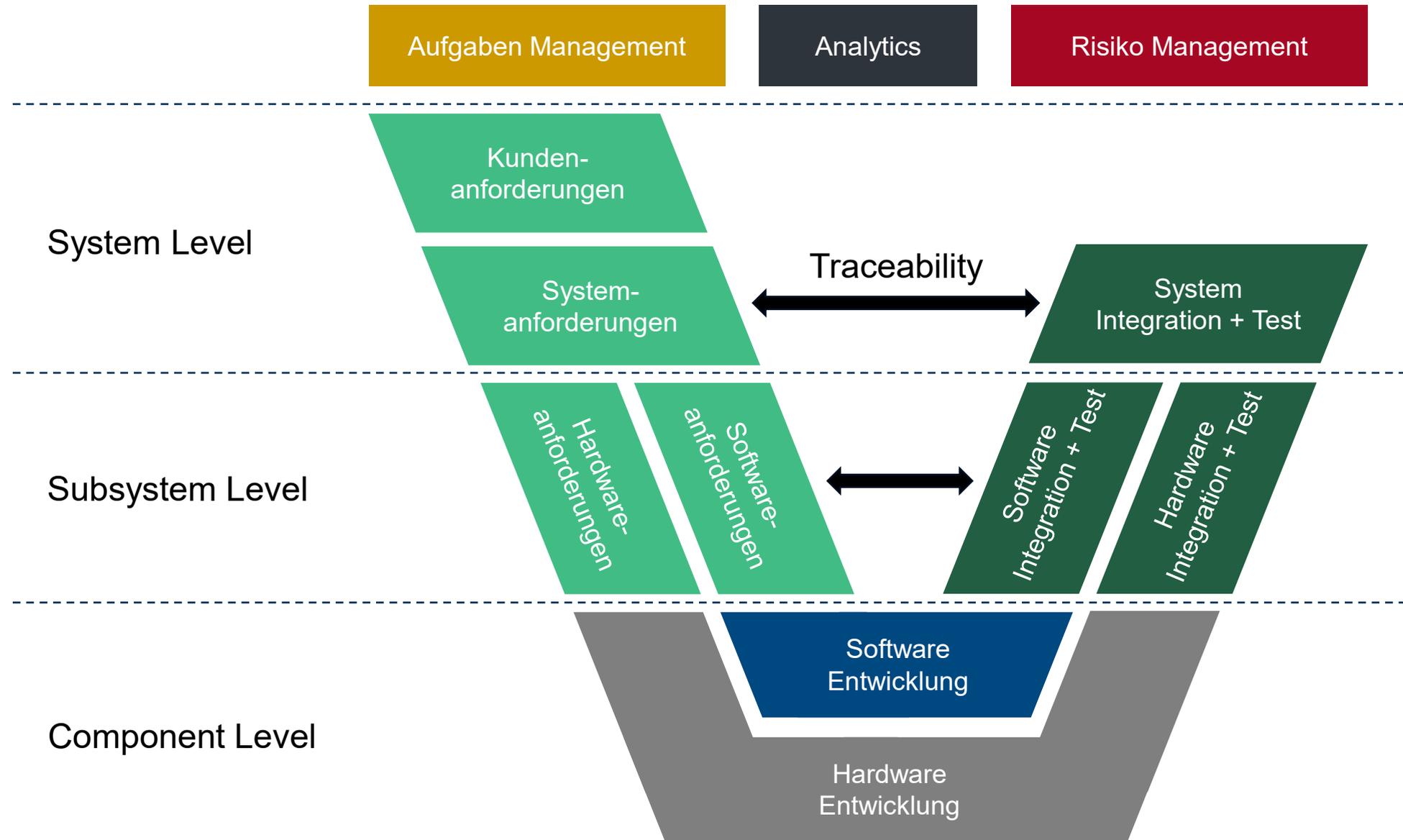
Ein Problem am Pilotensitz einer Boeing 787 soll im März einen Sturzflug verursacht haben. Auch bei Tests der Boeing 777X zeigten sich Mängel.

20. August 2024

Quelle: Screenshot von [zeit.de](https://www.zeit.de), zul. zugegriffen am 04.09.2025







Produktentwicklungsteam für einen MP3-Player, unser Projektleiter ist im Urlaub und wir sind seine Vertretung.

→ Anfrage vom Management: Zu welchen Anforderungen sind schon Testfälle erstellt worden? Wie ist da der aktuelle Stand?



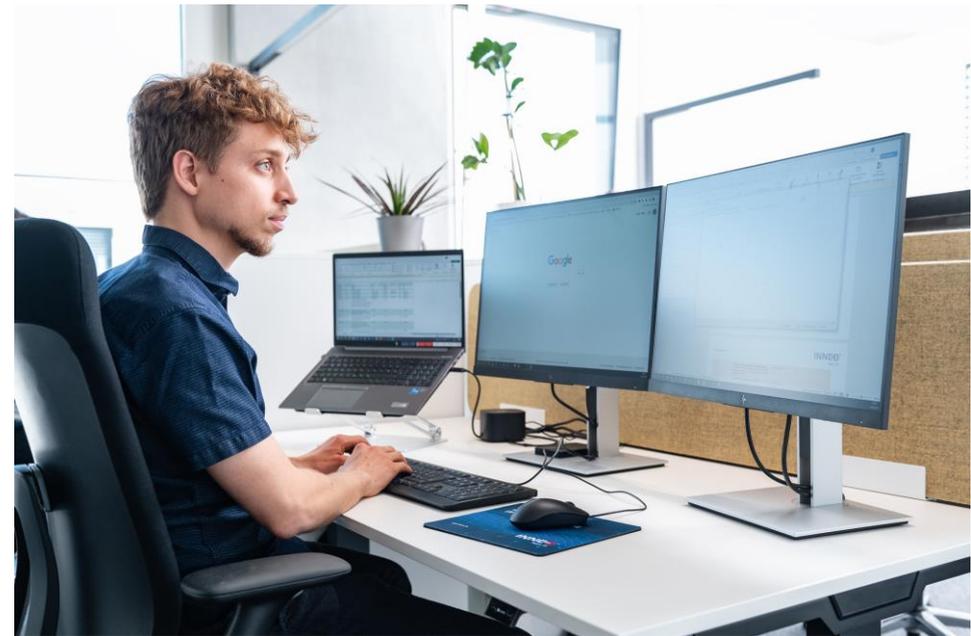
1

Dokumente aus der Schublade holen

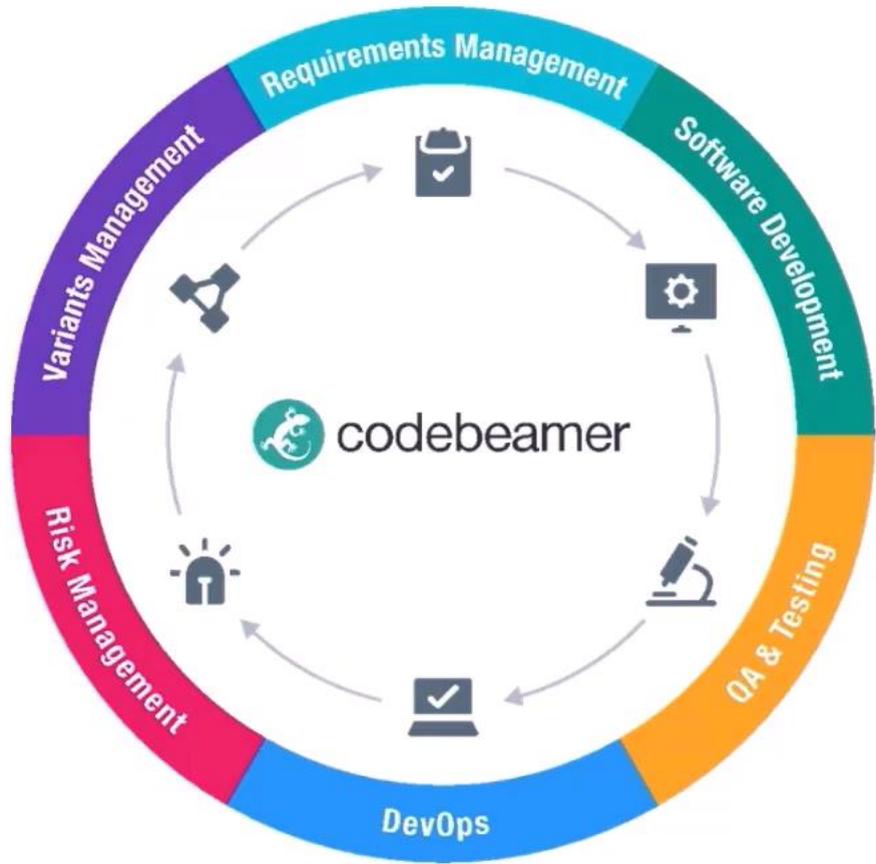


2

Blick in das ALM-Tool



- Type to filter
- Welcome to Codebeamer Overview Demo
 - Codebeamer Feature Overview**
 - Templates
 - Integrations
 - Waterfall-based Hardware Development
 - Agile software development
 - Kanban Process
 - Project Audit Trail
 - Thingworx Mashup Integration



Shortcuts

Work Items:

- System Requirements
- Hardware Requirements
- Hardware Architecture
- Software Requirements
- Software User Stories

Roadmap



Nachverfolgbarkeit von der Anforderung über Umsetzung bis zur Validierung



Lückenlose Historie und Nachvollziehbarkeit der Daten



Schnelle Generierung und flexible Exportmöglichkeiten von Berichten bspw. zur Nachverfolgbarkeit in gängigen Office-Formaten



Isabell Dostal
Manager Consulting ALM
idostal@inneo.com



Tanja Hofmann
Technical Consultant
thofmann@inneo.com



Jan-Paul Köder
Account Manager ALM
jkoeder@inneo.com



Vielen Dank für Ihr Interesse.

Wir sind INNEO – gemeinsam bringen wir Digitalisierung zum Erfolg.

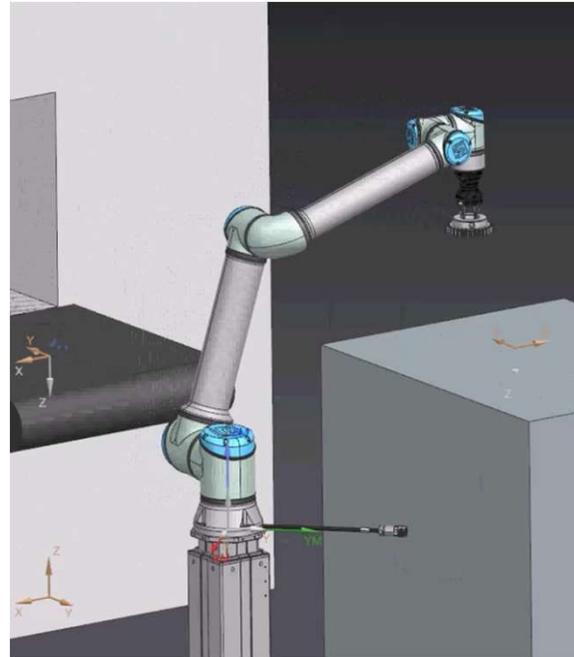
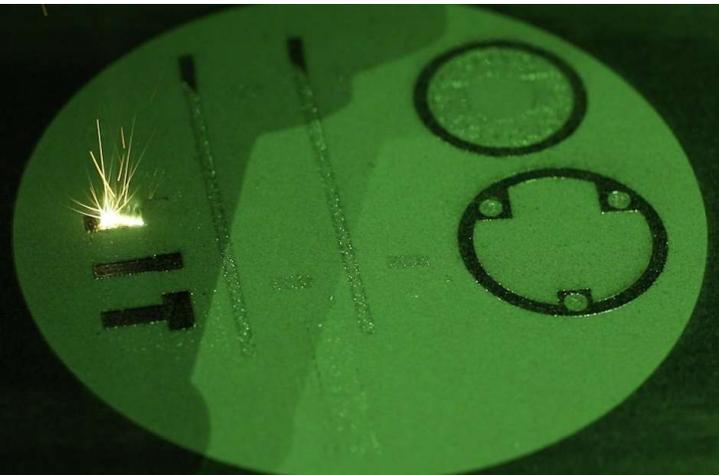
Sind Sie dabei?

www.inneo.de

Titel: 3D-Web – vielseitige neue Möglichkeiten zur Konfiguration und Visualisierung.
Referent: Benjamin Horn, INNEO

Abstract:

CAD-Baugruppen und Meta-Daten in Kombination ins Web bringen: für 3D Ersatzteilkataloge, Shopsysteme und Konfiguratoren. Durch moderne Technik sind alte Hindernisse längst Geschichte. Wir zeigen Ihnen anhand verschiedener Anwendungsbeispiele die vielfältigen Möglichkeiten auf.



- Zeit
- Energie
- Material
- Geld

Der Weg zum optimierten Robotergreifer



Agenda



- Begrüßung
- Unsere Firmen, unser Portfolio, unser Ökosystem
- Ausgangssituation / Problemstellung / Ideen / Entwurfsentscheidungen
- Schrittweise Anpassung und Optimierung des Greifers
- Zusammenfassung der Ergebnisse
- Veranstaltungen / Fragen / Kontaktmöglichkeiten

Partnerschaftlich zum Erfolg



Produktionsdienstleistung – powder bed fusion laser beam

- Stahl: 1.4404, 1.4542
- Bronze CuSn10

Praxistraining - additive Fertigung Metall

Produkte

- Mini Strahltrommel
- Werkstückanschlag

Siemens PLM Solution Partner,
zertifiziert nach TISAX & ISO 9001

Ganzheitliche, schlanke Lösungen
für Nachhaltigkeit und Effizienz
in der Diskreten Fertigung

über 20 Jahre Integration und
Automatisierung führender An-
wendungen (Teamcenter, NX,
Sinumerik, Mcenter).

Strategischer Partner für
die Digitale Fabrik (Industrie 4.0)

Hersteller von NX, Teamcenter,
Sinumerik, Mcenter, Simcenter,
Opcenter, Solidedge, Mendix,
MindSphere, Simatic u.v.a.m.

Unmittelbarer, weltweiter Zugriff
auf die Entwicklung und Service

Diskreter Fertiger

Software-Systemhaus

Technologielieferant

Trends: Virtualisierung, Robotik, AM ..



Virtualisierung

Voraussetzung & Tool für

- Virtuelle Welten / DigitalTwin / xMVM
- E2E Prozess / Lifecycle Management
- IT/OT-Konvergenz & KI



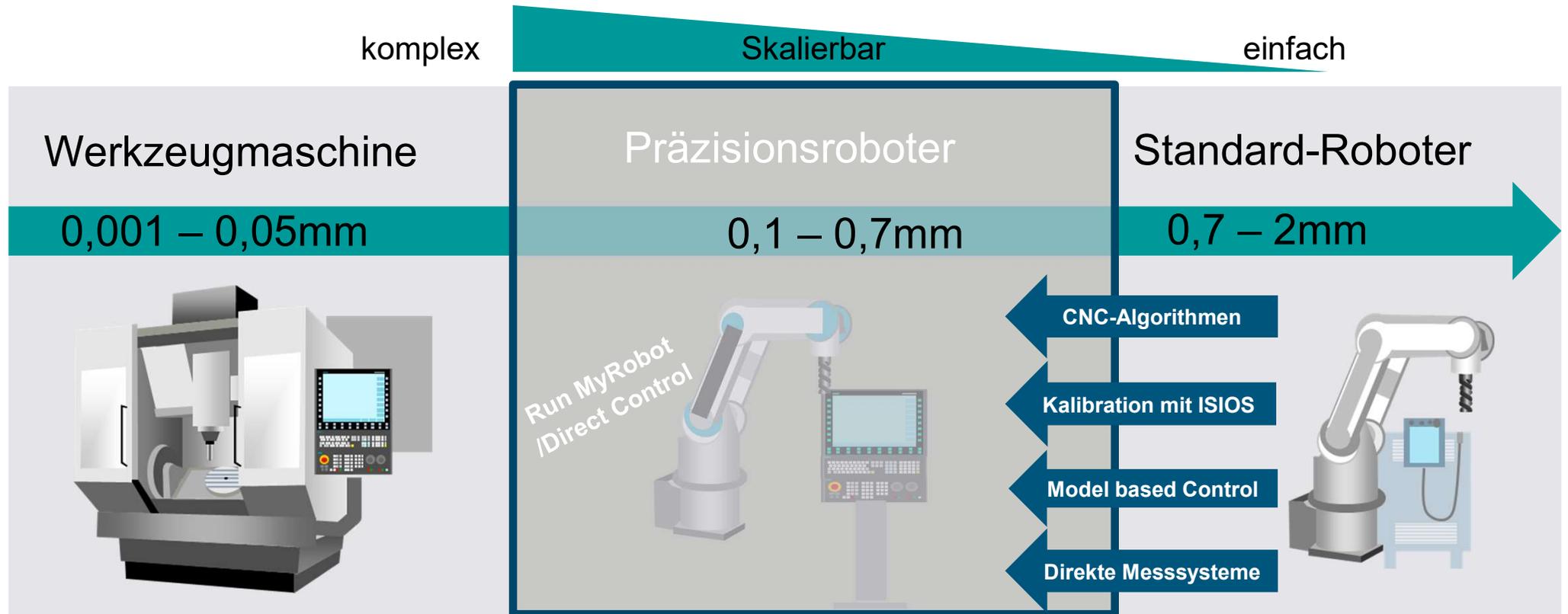
- Pkt. > Bahnsteuerung
- hohe Flexibilität
- höhere Schnittkräfte

Robotik

Additiv

- Right of Repair
- Ressourceneffizient
- endkonturnahes Halbzeug / Rohteil

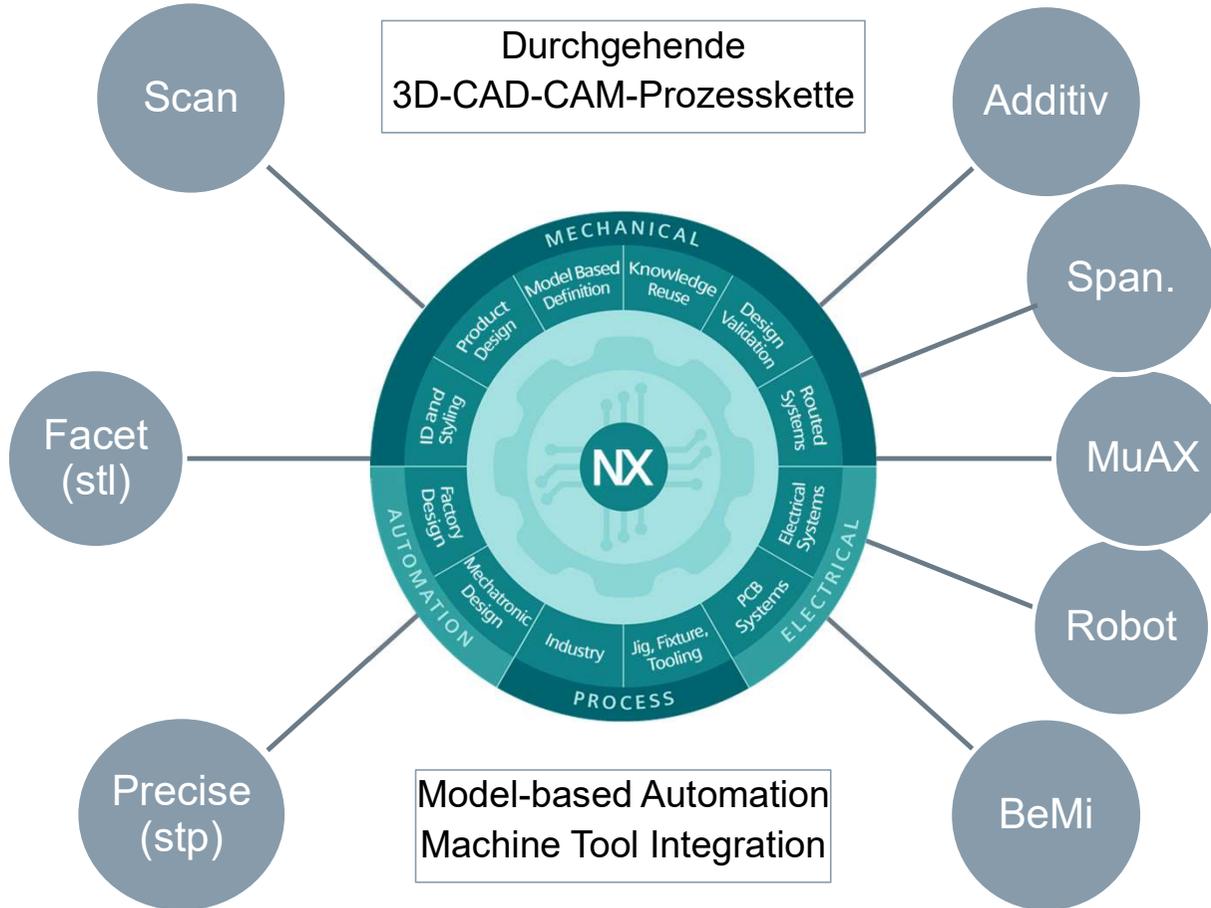
SINUMERIK Run MyRobot /Direct Control | Machine Tool Robot



CC ROCO – Dynamic Robot Compensation

SINUMERIK Run MyRobot /Direct Control erzeugt eine neue Klasse von Robotern

Ökosystem = Siemens NX & TruPrint



Quelle: www.trumpf.com

Die Prozesskette im Detail

Siemens NX
TruTops Print



- Konstruktion / Reparatur
- Ausrichtung
- Fertigungsaufmaße
- Stützstrukturen
- Slicen

TruPrint 1000
(powder bed fusion – laser beam)



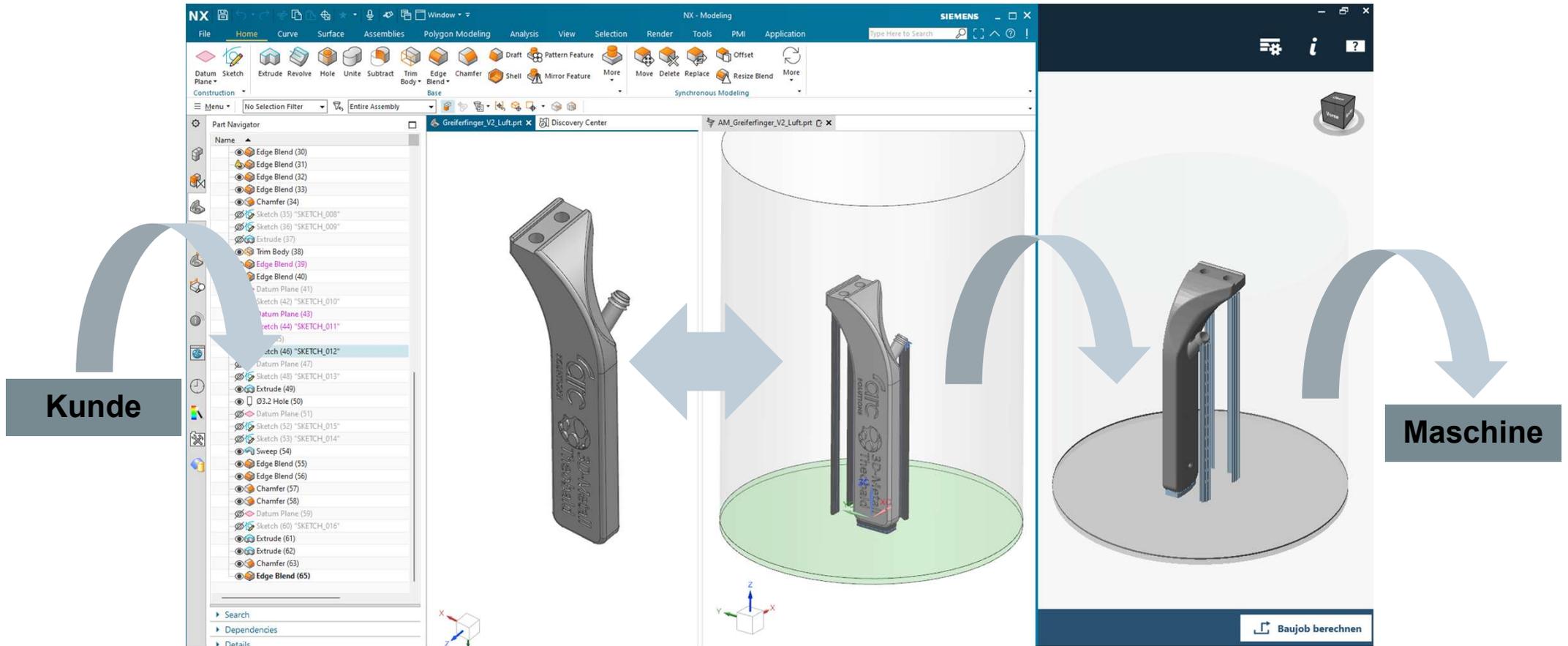
- Maschine vorbereiten
- Drucken
- Pulver entfernen
- Werkstücke entnehmen

Maschinelle Zerspanung,
Handwerkzeug, Strahlanlage

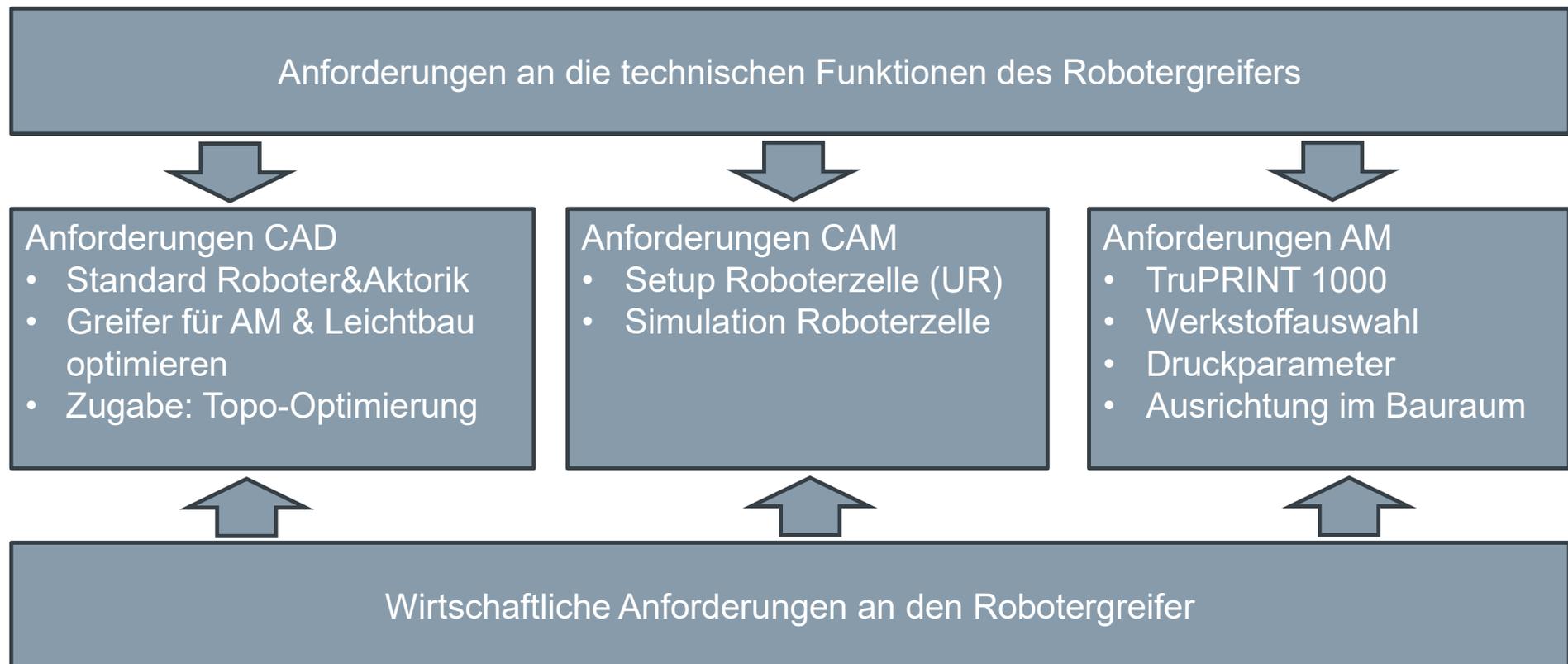


- Abtrennung Plattform
- Entfernung Stützen
- Fräsen / Bohren
- Schleifen / Feilen
- Strahlen

Durchgängigkeit des digitalen Prozesses



Robotergreifer: Anforderungen an Digitale Tools

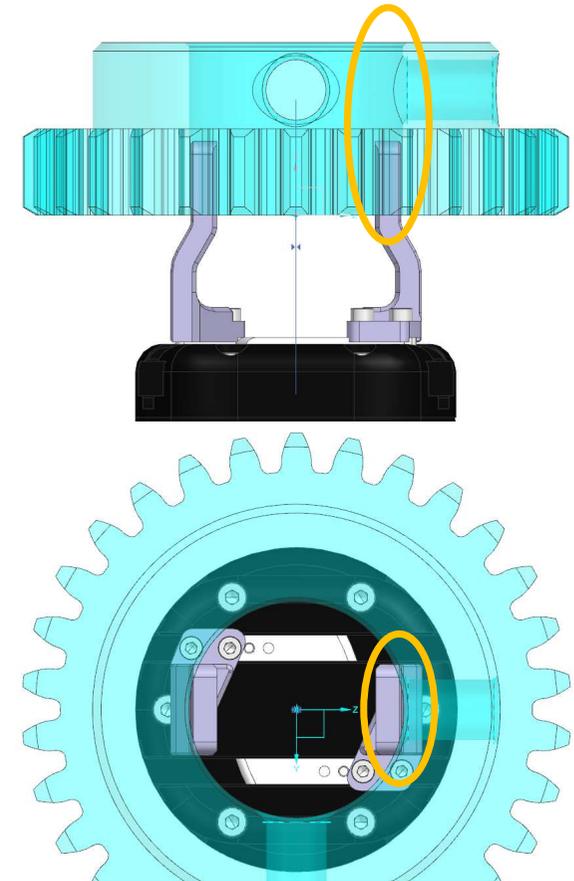


Robotergreifer: Ausgangssituation / Präzisierung

Aufgabe: Entnahme eines Zahnrades aus einem Reinigungsbad soll mittels Roboter (Universal Robot) und Standard Aktorik erfolgen

Problemstellung > Ideen/Lösungsansätze:

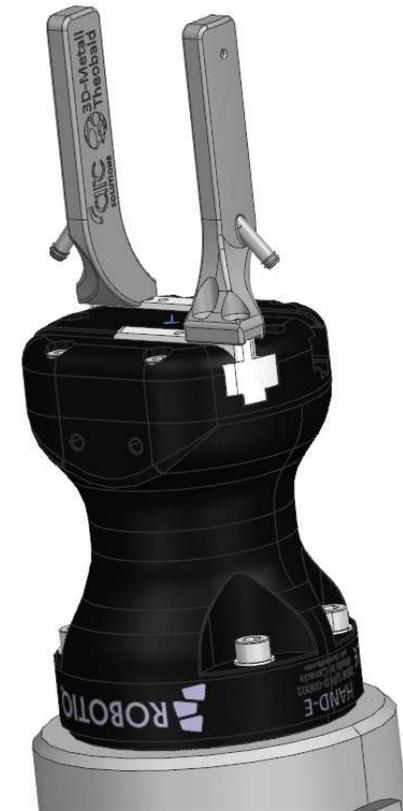
- Komplizierte Außenform des Werkstücks
> innen greifen
- Geringer Innendurchmesser des Zahnrades
> filigraner, trotzdem stabiler Greifer
> Gleichzeitig kann Gewicht und Platz gespart werden!!
- Taktzeitoptimierung zum nächsten Prozessschritt - „Härten“
> im Prozeß integriertes Trocknen



Robotergreifer: Entwurf / Lösungsweg

Entwurfsentscheidungen:

- 1) Roboter: UR10
- 2) Hand E - adaptiver Robotergreifer von Fa. Robotiq
- 3) neues Greif-Werkzeug, von uns angepasst und optimiert
- 4) Integrierte Funktion: Druckluft zum Trocken des Zahnrades
- 5) Da das Reinigungsbad chemisch aktiv ist, wird ein korrosionsfestes Material benötigt: 1.4404

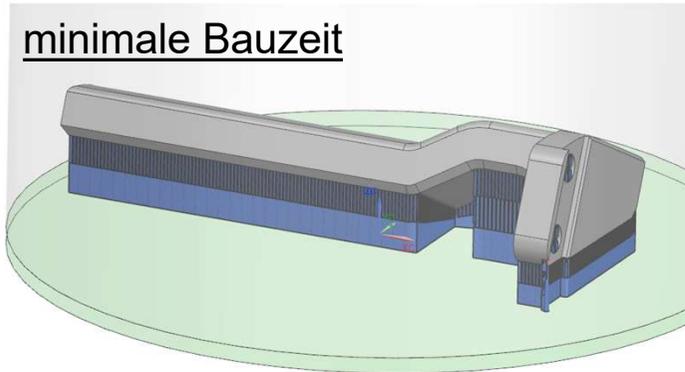


Übersicht der Optimierungsschritte

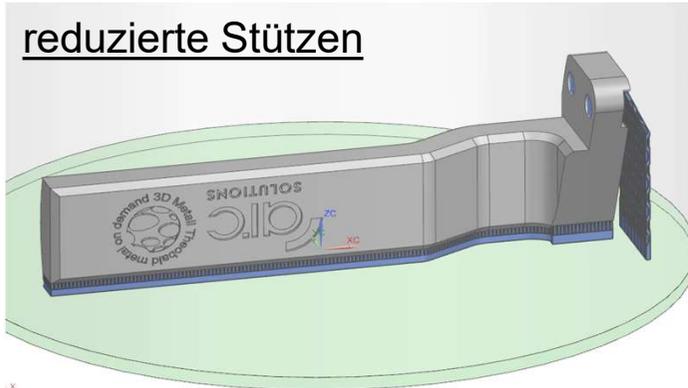
#	Beschreibung	Gewicht pro Stk.	Kosteneinsparung durch ..	Prozessverbesserung
1	klassisches Design, von innen greifen, angepasste Form und Dimension	67,5 g		
2	(1) + konstruktive Anpassung auf AM	67,2g	Reduktion Nachbearbeitung	
3	(2) + Funktionsintegration (Luft)	66,7g	Reduktion Fertigung & Montage	kürzeres, sicheres Trocknen
4	(3) + konventioneller Leichtbau	37,6g	Geringeres Aufschmelzvolumen	
5	(3) + Topologieoptimierung	28,9g	Noch geringeres Aufschmelzvolumen	

Ausrichtung des Werkstücks im Bauraum

minimale Bauzeit

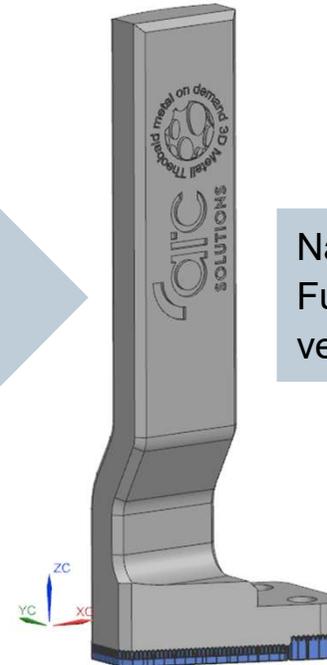


reduzierte Stützen



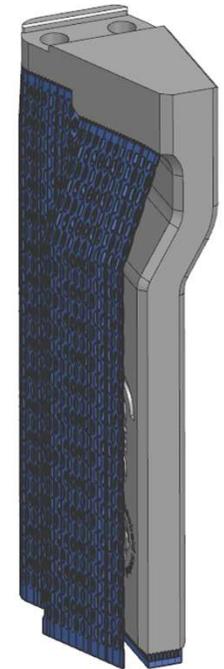
minimale Stützstrukturen

Verzug vermeiden



Nachbearbeitung
Funktionsflächen
vermeiden

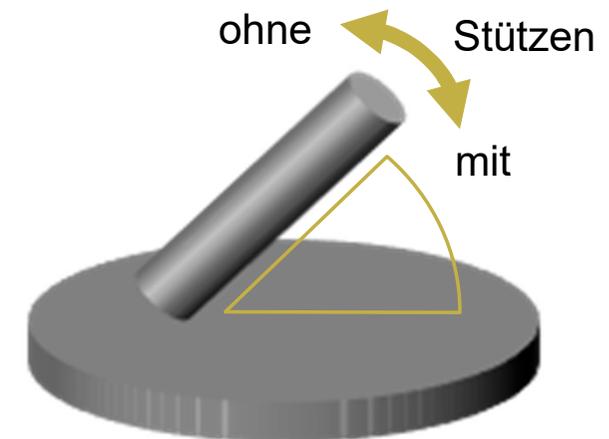
produzierte Variante



Ausgangspunkt der Optimierung !

Randbedingungen des AM - Prozesses

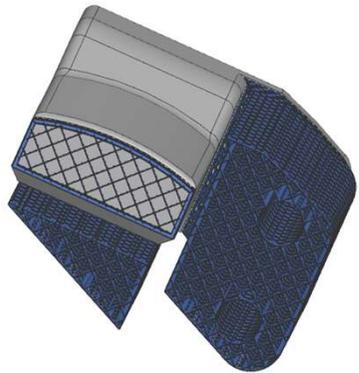
- Bauraum AM-Anlage: Durchmesser <100mm, Höhe <130mm
- Wandstärke: senkrecht ab 0,15mm
- Bohrungen: ab 0,5mm
- Schlitze ab 0,2mm
- Downskin-Winkel: Standard 35°



Werkstoffeigenschaften am Beispiel 1.4404

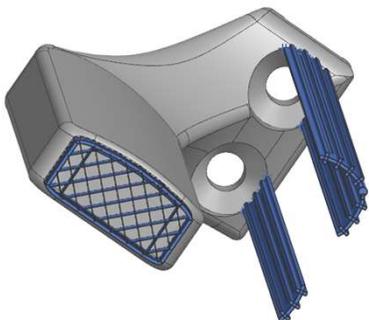
1.4404	Zugfestigkeit R_m	Bruchdehnung A_t	Kerbschlagarbeit KV	Quelle
Additiv – Z-Achse	585 +/-10 N/mm ²	54 +/- 2 %	150 +/- 10 J	HTWK Leipzig, Prof. Rosemann
Kaltgewalzt	530 - 680 N/mm ²	Min. 40 %	60 J	https://www.rostfrei-stahl.com/

Konstruktive Anpassung für AM



Vorteile

- Keine Absätze durch Volumensprünge
- Geringere Bauzeit durch Reduktion Supports
- Geringerer Nachbearbeitungsaufwand durch
 - Weniger Supports
 - Vermeidung einer Fräsbearbeitung



Aber

- Keine Gewichtsersparnis
- Keine funktionelle Erweiterung

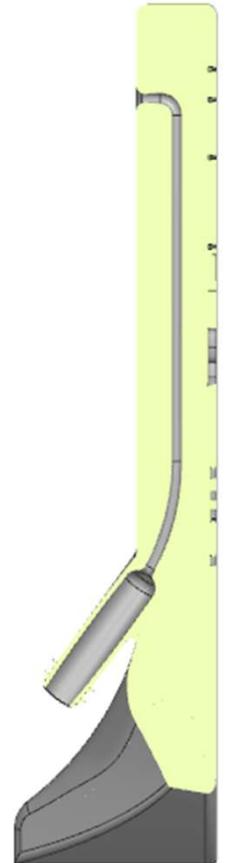
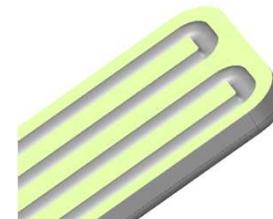
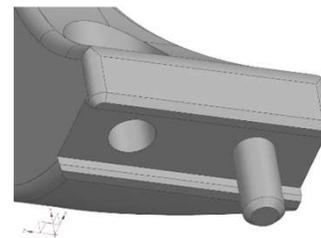
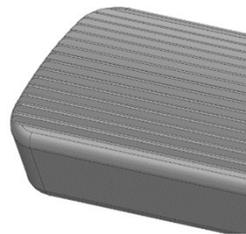


Funktionsintegration - Druckluft

Vorteile

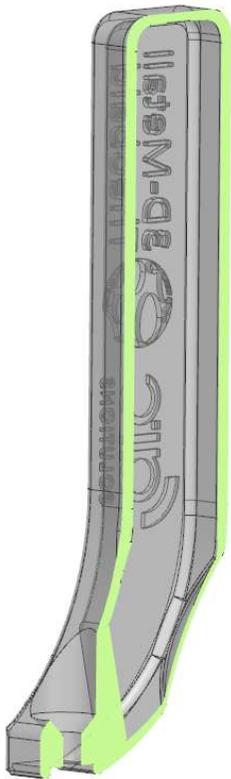
- Fast keine Mehrkosten in der Herstellung
- Einsparung von Montageaufwand für Druckluftleitung
- Kein Einkauf von Druckluftanschlüssen
- Platzersparnis in der Baugruppe (Kollisionsvermeidung)
- Prozess: schnelleres Trocknen der Zahnräder

weitere Möglichkeiten der Funktionsintegration

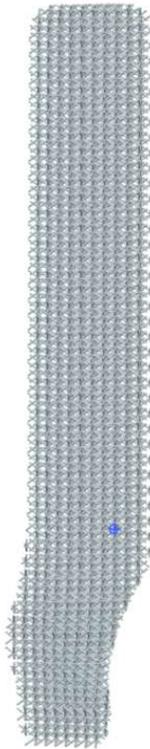


Einbringen Gitterstruktur (Leichtbau 1)

Abzugsvolumen



Gitterstruktur (Lattice)



Optimierungsergebnis

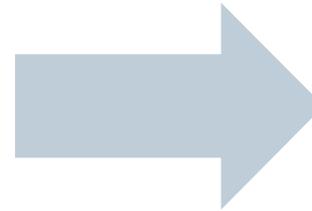
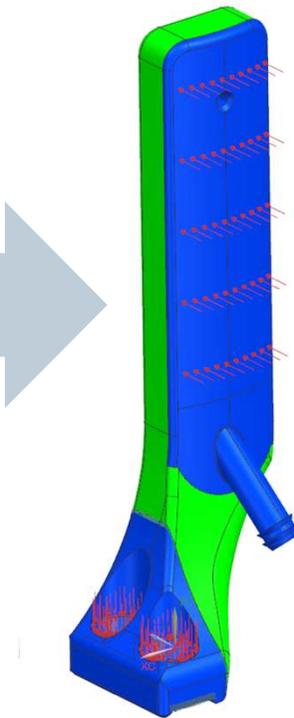
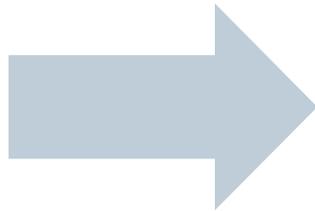


Topologieoptimierung (Leichtbau 2)

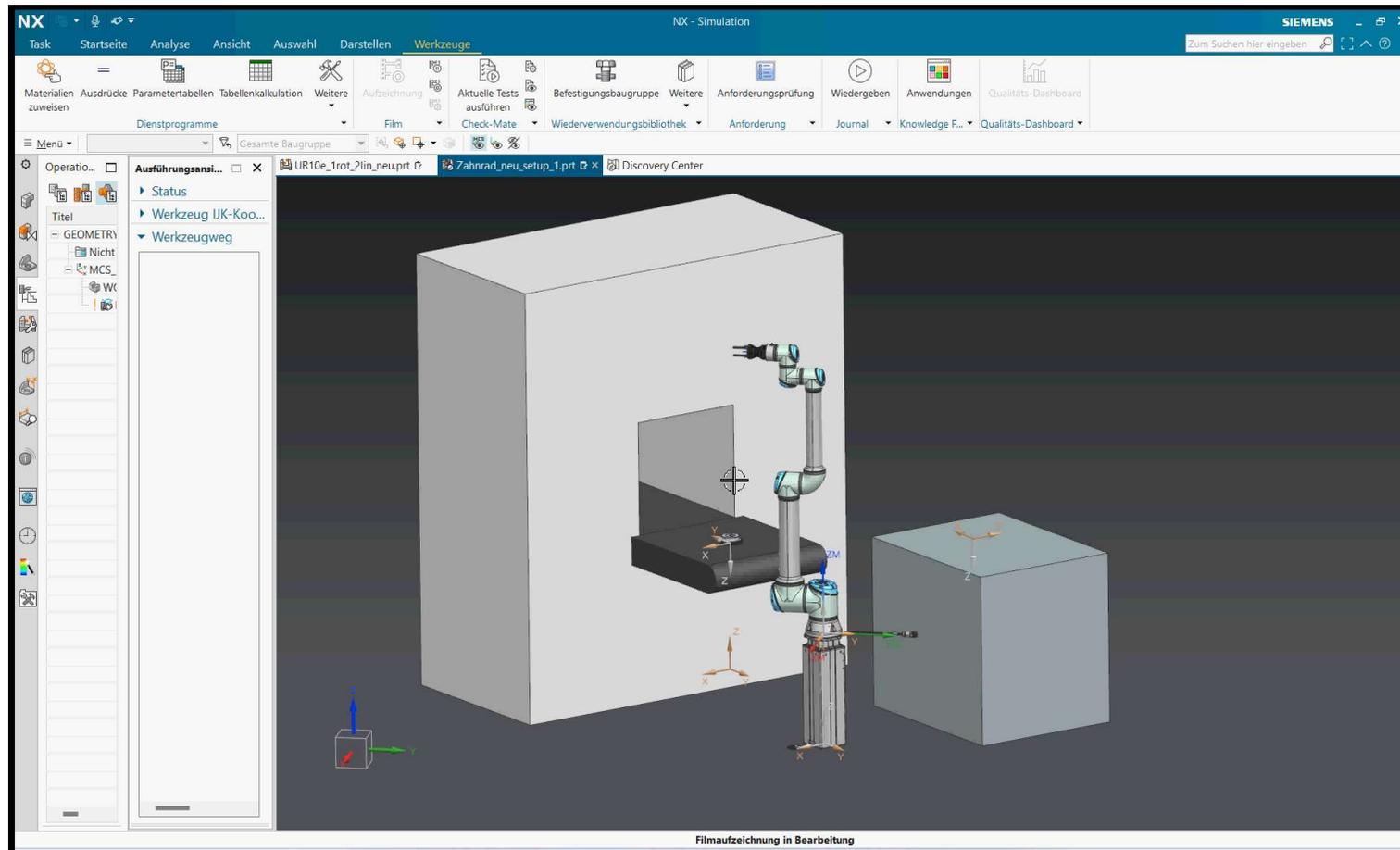
Design vs.
Non-Design Space

Last- und
Lagerungsbedingungen

Optimierungsergebnis



VIDEO: Einsatz des Greifers mit UR10



Optimierungsergebnis - Herstellkosten

Ursprung
122 €/Stk.*



CO₂-Emissionen:
8,7 kg/Stk.

AM-Konstruktion
93€/Stk.*



8,5kg/Stk.

Funktionsintegration
96€/Stk.*



8,5kg/Stk.

Leichtbau 1
80€/Stk.*



4,2kg/Stk.

Leichtbau 2
64 €/Stk.*



3,6kg/Stk.

* HK Losgröße 10Stk.



Danke für Ihre Aufmerksamkeit ..

.. jetzt ist Zeit für Ihre Fragen!

Kontakt:

Hans-Werner Theobald

theobald@3d-metall-theobald.de, +49 341 491 2175

3D-Metall Theobald e.K. | Karl-Heine-Straße 99 | 04229 Leipzig



Alexander Hoffmann

ah@arcsolutions.de, +49 170 2866124

ARC Solutions GmbH | Annaberger Straße 73 | 09111 Chemnitz



ADDITIV DENKEN – INNOVATIV FERTIGEN

+ Uwe Schulmeister

29. Oktober 2025

Pacemaker für
High-End-
Präzisions-Bauteile



ADDITIVE FERTIGUNG

10 PULVERBETTANLAGEN
3 LMD/DED-ANLAGEN
AM-ZENTRUM, AM-LABOR



ROBOTIK

UNIVERSELL EINSETZBARE
AUTOMATISIERUNGSLÖSUNGEN
UND BEARBEITUNGSZELLEN



ZERSPANUNG

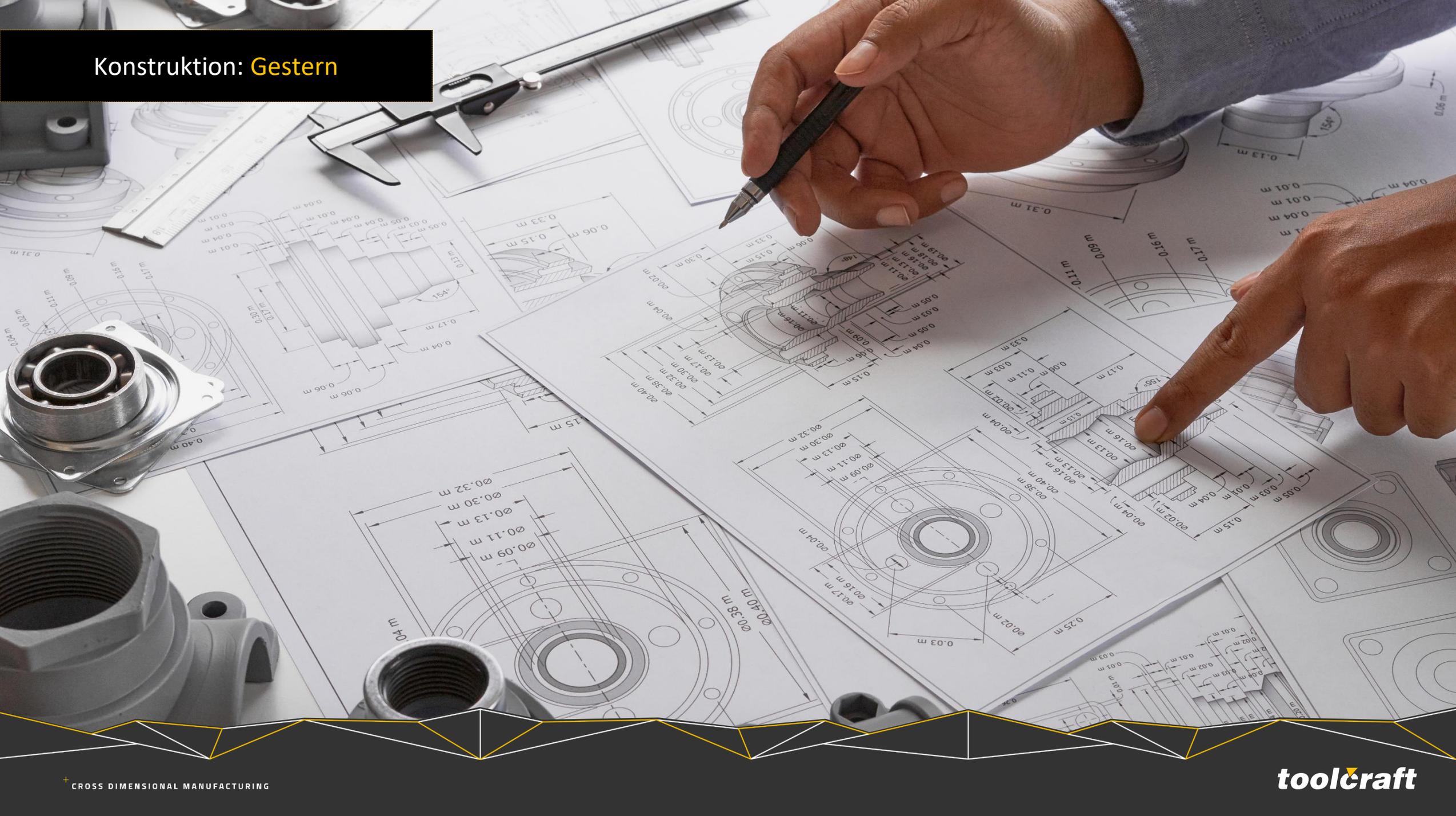
60 CNC-GESTEUERTE BEARBEITUNGSZENTREN
3 BIS 9 AXSEN TECHNOLOGIE
DREH-FRÄSANLAGEN



SPRITZGUSS + FORMENBAU

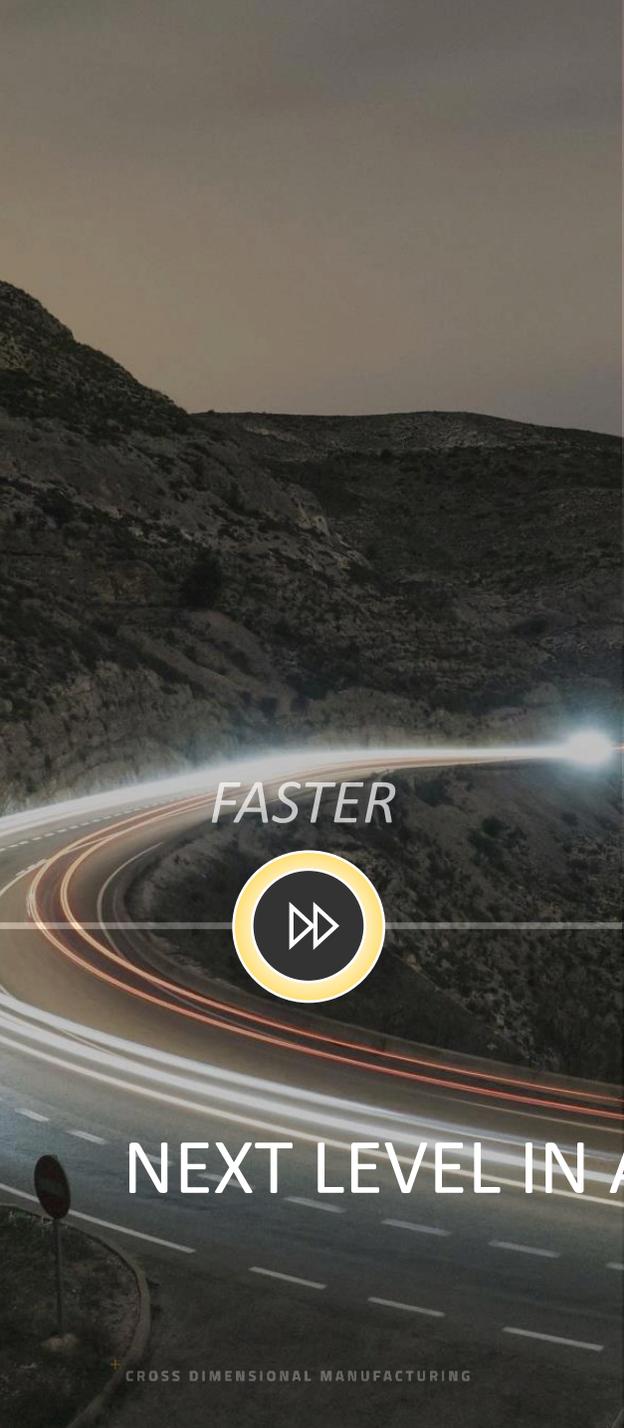
30 SPRITZGUSSANLAGEN,
1 LSR-SPRITZGUSSANLAGE,
0,01 – 350 G BAUTEILGEWICHT,
150 BIS 2.200 KN SCHLIEBKRAFT

Konstruktion: Gestern



Konstruktion: Heute



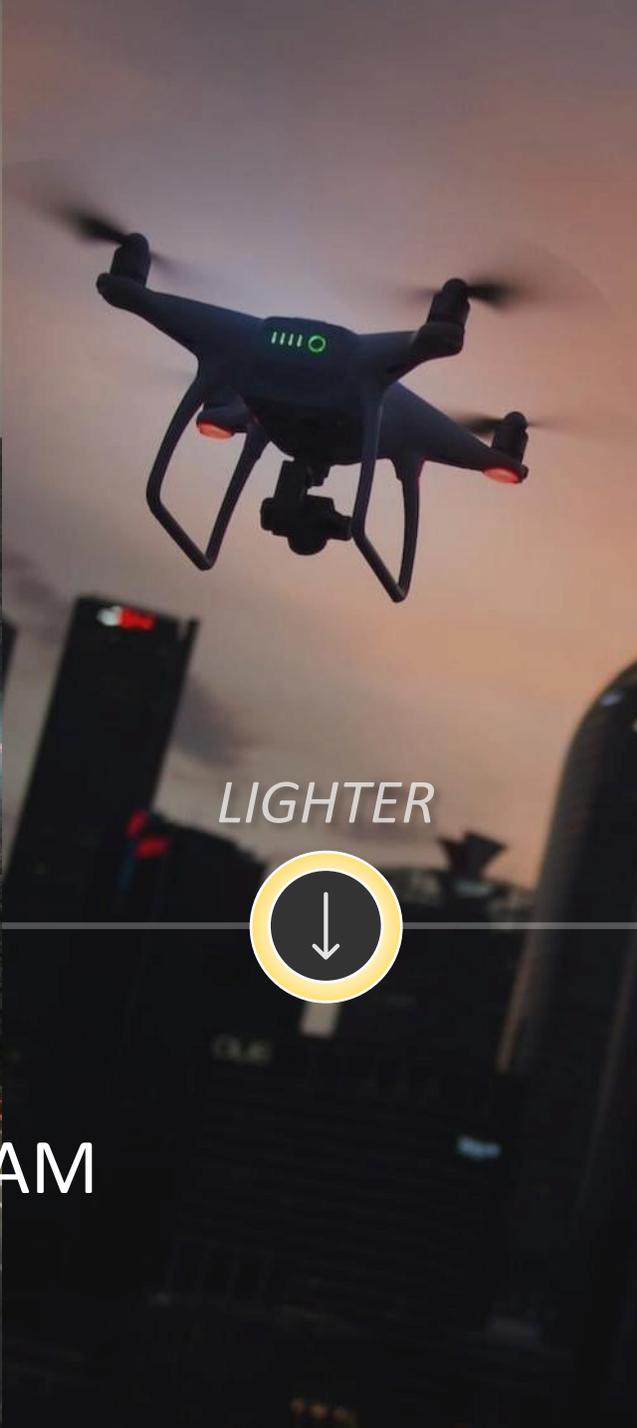


FASTER

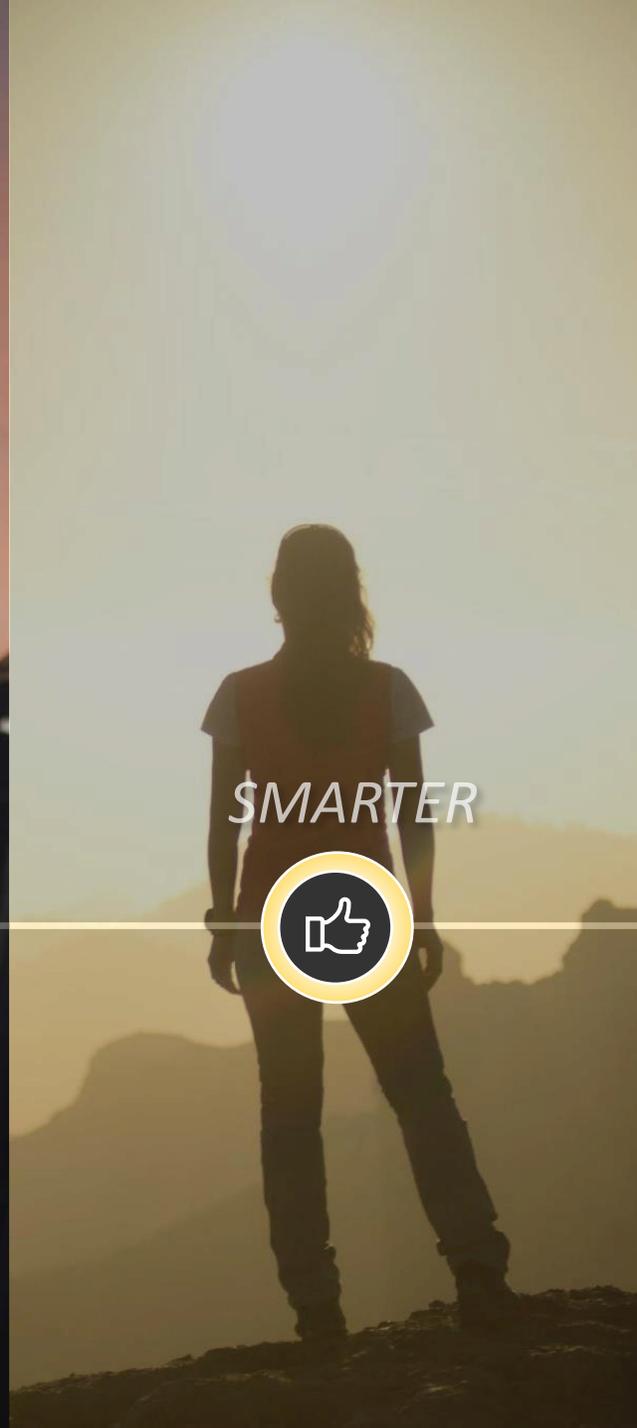


NEXT LEVEL IN AM

CROSS DIMENSIONAL MANUFACTURING



LIGHTER



SMARTER



STRONGER



toolcraft

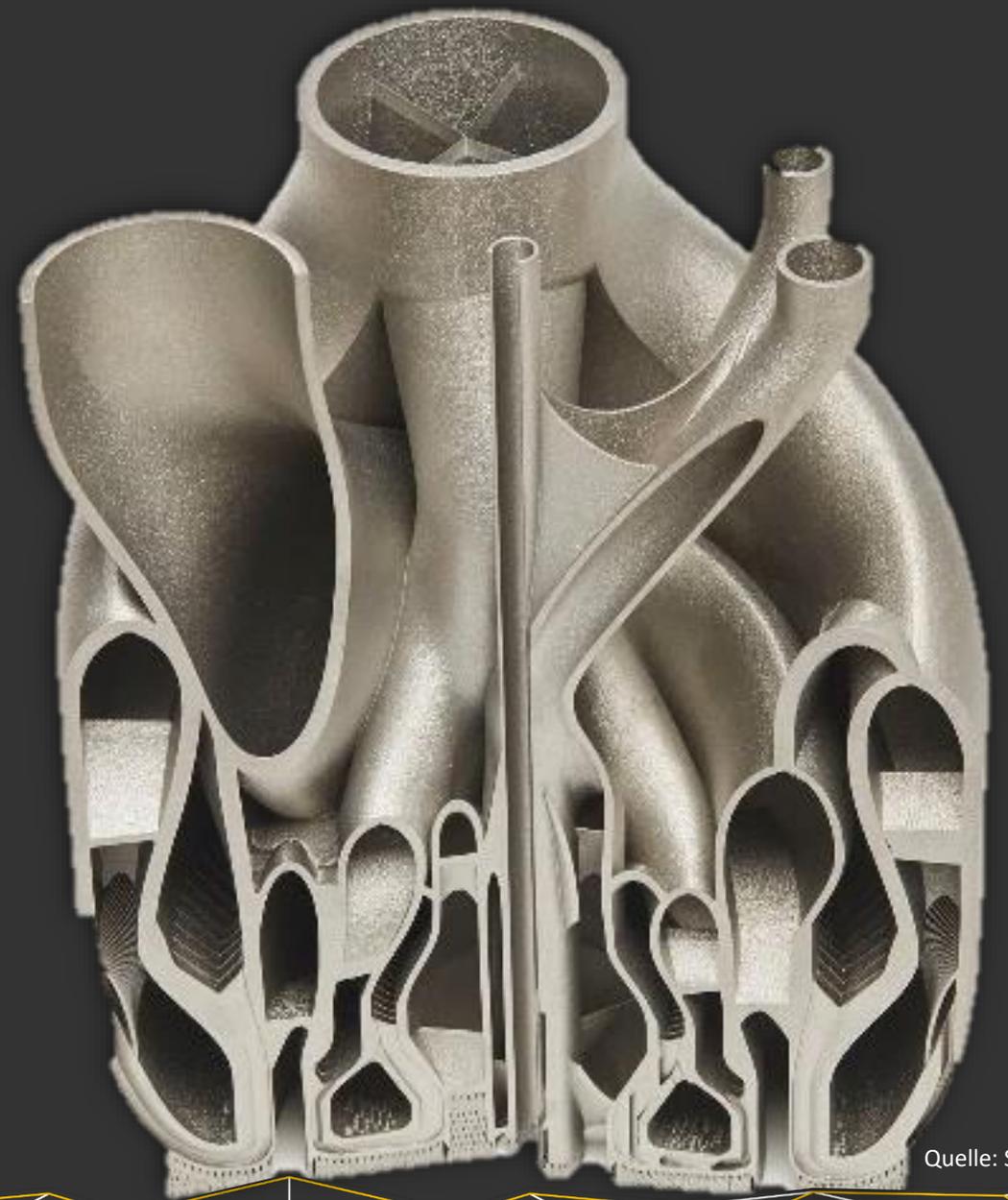
MEHRWERTE ADDITIVE FERTIGUNG

Einzigartige Geometrie

Baugruppenzusammenführung

Gewichtsreduktion

Funktionsintegration



Quelle: SIEMENS

PROZESSKATEGORIEN IN AM NACH DIN EN ISO/ASTM 52900:2022

Insgesamt gibt es mehr als 40 verschiedene additive Verfahren:

Unterscheidung nach Werkstoffart

Metall

Kunststoff

Andere (Keramik, Verbundwerkstoffe, ...)

AM METAL

- PBF Powder Bed Fusion***: Fused with laser. Includes SLM (Selective Laser Melting).
- DED Directed Energy Deposition***: Fused with laser. Includes EBM (Electron Beam Melting).
- LENS Laser Engineering Net Shape**: Fused with laser.
- MPA Metal Powder Application**: Cold contact welding.
- WAAM Wire and Arc Additive Manufacturing**: Fused with electric arc.
- FDM Fused Deposition Modeling**: Green part is printed to be sintered afterwards.
- BJT Binder Jetting**: Joined with bonding agent to be sintered afterwards.
- BJ Binder Jetting**: Joined with bonding agent to be sintered afterwards.
- MJT Material Jetting***: Cured with heat to be sintered afterwards. Includes NPJ (Nano Particle Jetting).

formnext.com

AM POLYMER

- PBF Powder Bed Fusion***: Fused with agent + energy. Includes MJF (Multi Jet Fusion).
- SLS Selective Laser Sintering**: Fused with laser.
- FDM Fused Deposition Modeling**: Material extrusion filament.
- PEM Pellet Extrusion Modeling**: Material extrusion granulate.
- MJ Material Jetting***: Cured with UV light.
- MJTT Material Jetting***: Cured with UV light.
- VPP Vat Photopolymerization***: Cured with laser. Includes SLA (Stereolithography).
- DLP Direct Light Processing**: Cured with projector.

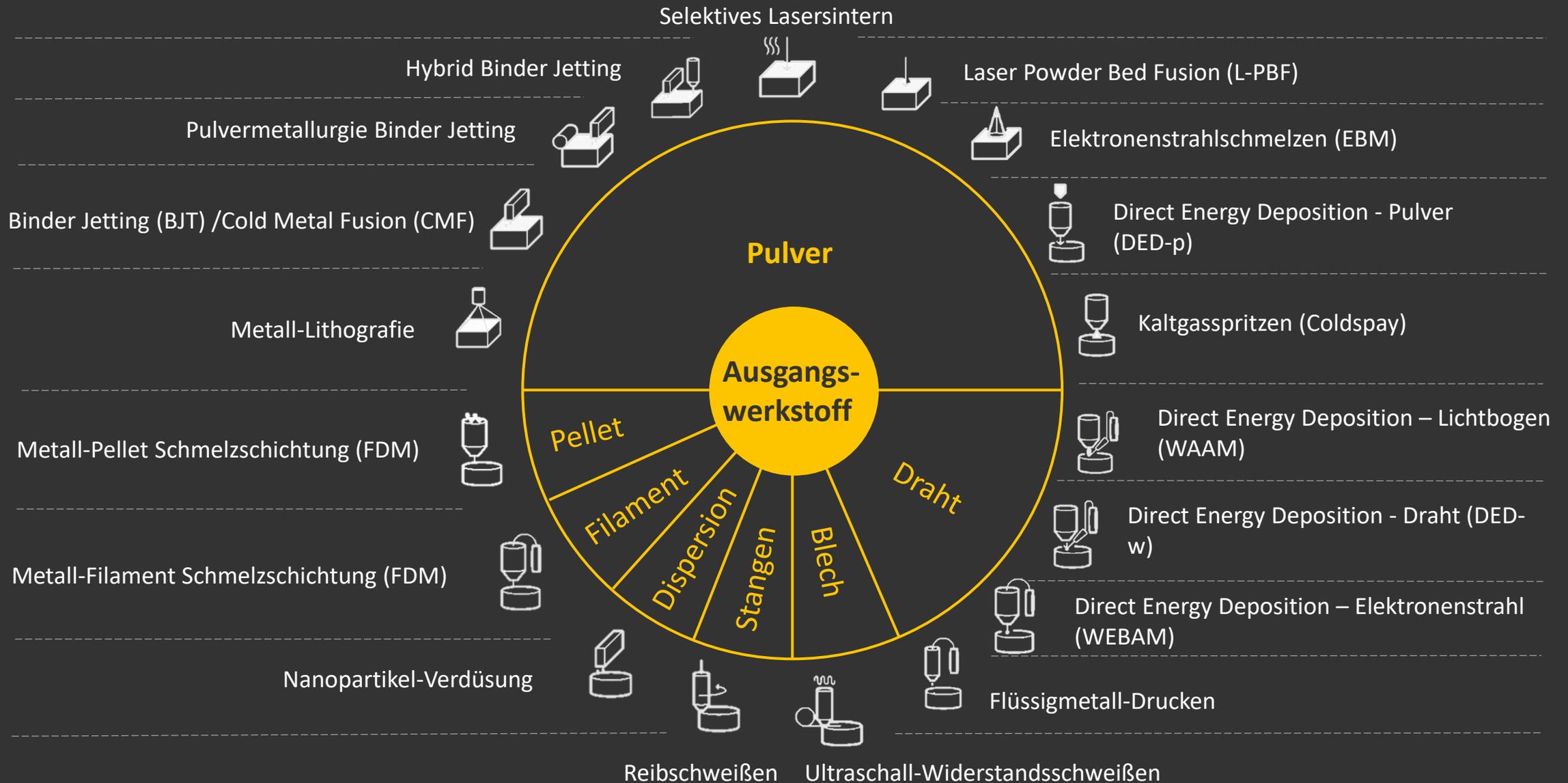
formnext.com

AM OTHER MATERIALS

- MEX Material Extrusion***: Material extrusion composite. Includes CFF (Continuous Filament Fabrication).
- PEM Paste Extrusion Modeling**: Paste extrusion any pasty material.
- BJT Binder Jetting***: Joined with bonding agent sand or gypsum. Includes BJ (Binder Jetting).
- BJTT Binder Jetting***: Joined with bonding agent sand or gypsum.
- DOD Drop on Demand**: Microdosed wax. Includes WAX (Wax).
- SDL/LOM Selective Deposition Lamination/ Laminated Object Manufacturing**: Sheet lamination. Includes SHL (Sheet Lamination).

formnext.com

Insgesamt gibt es mehr als 20 verschiedene additive Verfahren im Bereich Metall



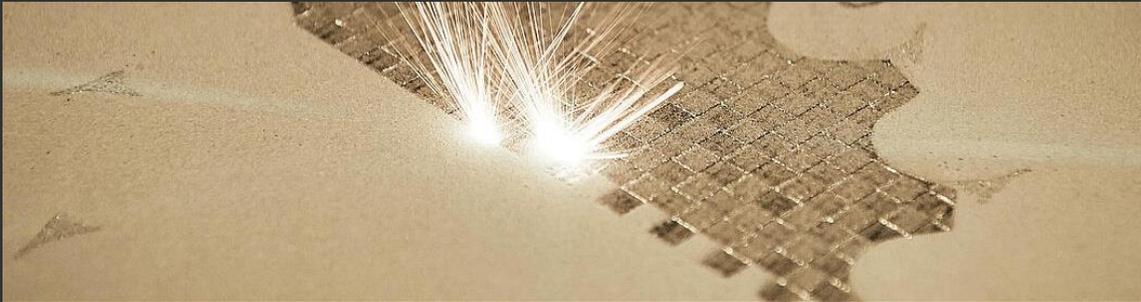
PROZESSKATEGORIEN IN AM NACH DIN EN ISO/ASTM 52900:2022

Metall

Unterscheidung nach Funktionsprinzip

Pulverbett

Energiebasierter Auftrag (DED)



Unterscheidung nach Energiequelle

Laserstrahl

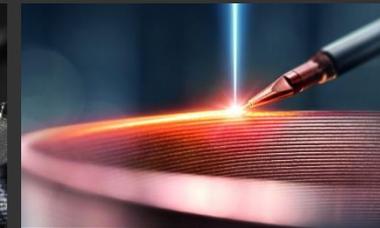
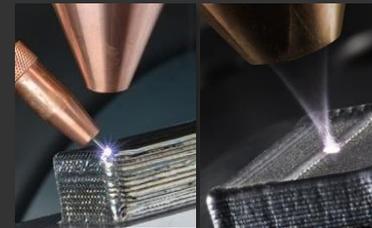
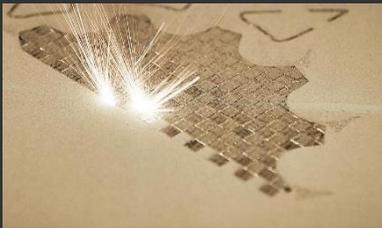
Elektronenstrahl

Keine Energiequelle

Laserstrahl

Elektronenstrahl

Lichtbogen



Unterscheidung nach Verfestigungsverfahren (Schmelzen/Sintern)

Unterscheidung nach Ausgangswerkstoff (Pulver/Draht)

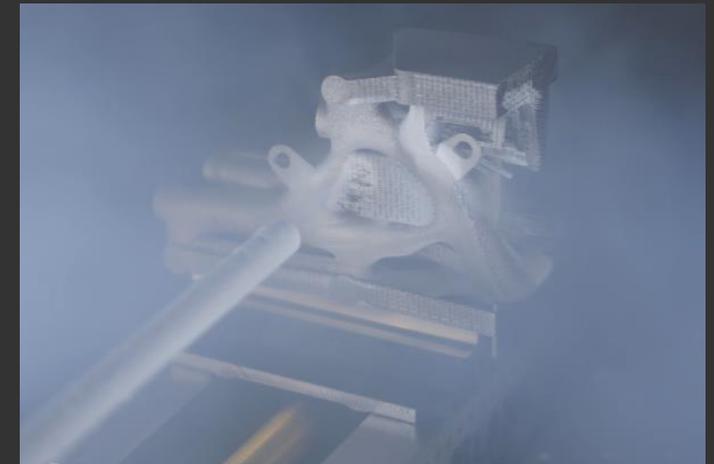
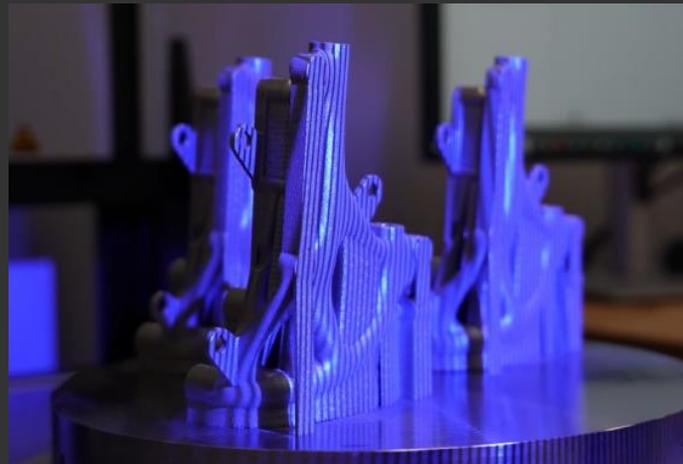
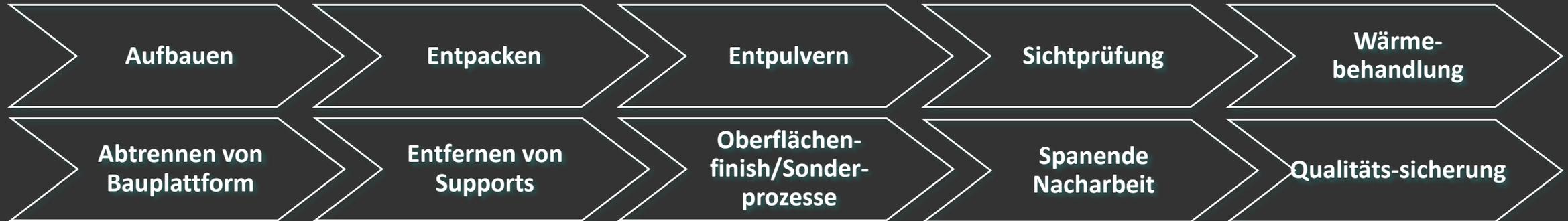


PROZESSKETTE

*Das Verständnis der **gesamten Prozesskette**
ist Grundvoraussetzung für eine erfolgreiche Anwendung
der additiven Fertigung*



DIE PROZESSKETTE



DESIGN FOR AM

AM - Fertigungsprozess

Hohe Gestaltungsfreiheit

Komplexe Geometrien

DESIGN FOR AM

AM-Mehrwerte

generieren

Prozessstabilität + Bauteilqualität

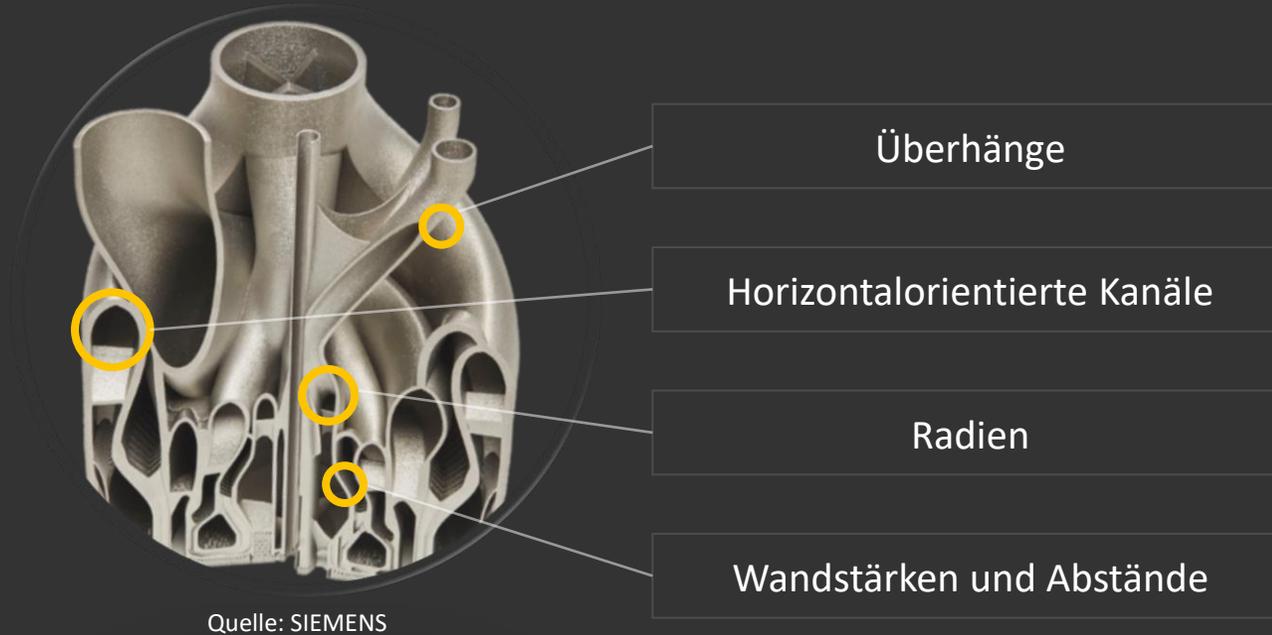
sicherstellen

Arbeitsschritte in Nachbearbeitung

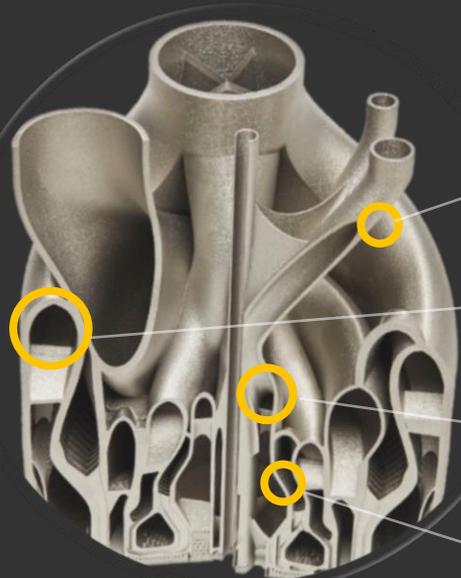
reduzieren

DESIGN FOR AM

Prozessgrenzen (Allgemeine Konstruktionsrichtlinien für die Additive Fertigung)



DESIGN FOR AM – PROZESSGRENZEN



Quelle: SIEMENS

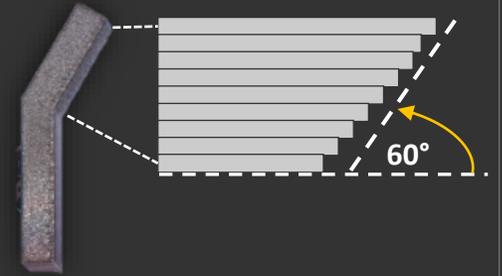
Überhänge

Horizontalorientierte Kanäle

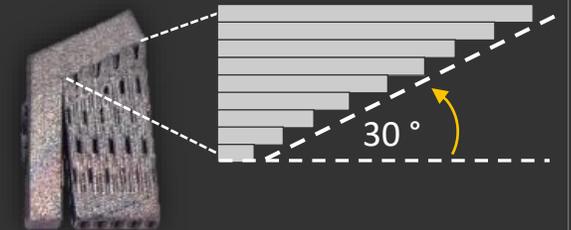
Radien

Wandstärken und Abstände

Faustformel: $\geq 45^\circ$
Keine Supportstrukturen erforderlich



$< 45^\circ$
Supportstrukturen erforderlich



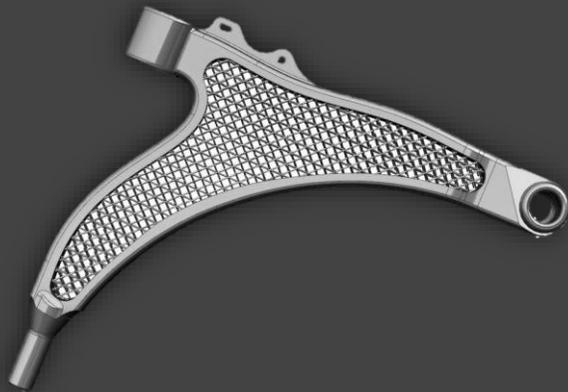
Konstruktive Vermeidung von Stützstrukturen



DESIGN FOR AM – MEHRWERT GENERIEREN

Leichtbau und Ressourceneffizienz

Gitterstrukturen



Quelle: Autodesk

Topologieoptimierung



Quelle: Siemens AG

Funktionsintegration

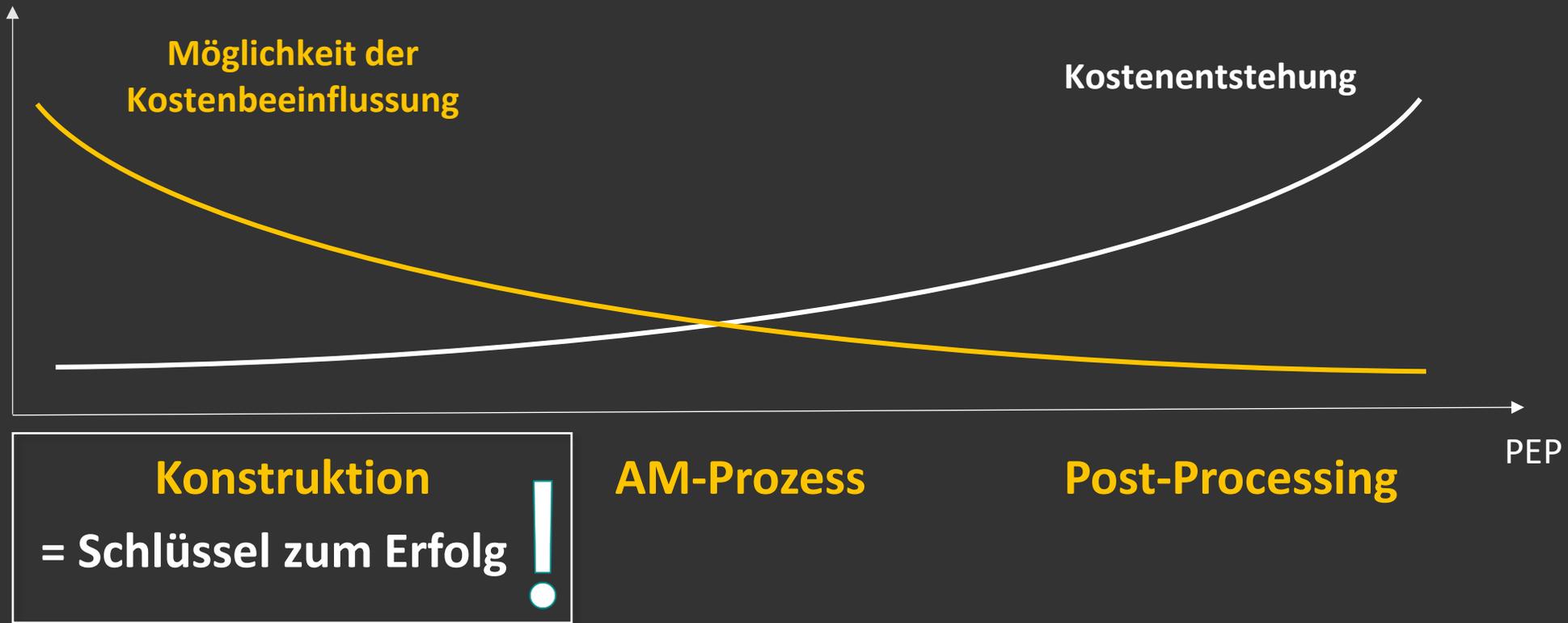
Bspw. Kühlkanäle



Quelle: Siemens AG

DESIGN FOR AM

Kostenbewertung im Produktentwicklungsprozess (PEP)

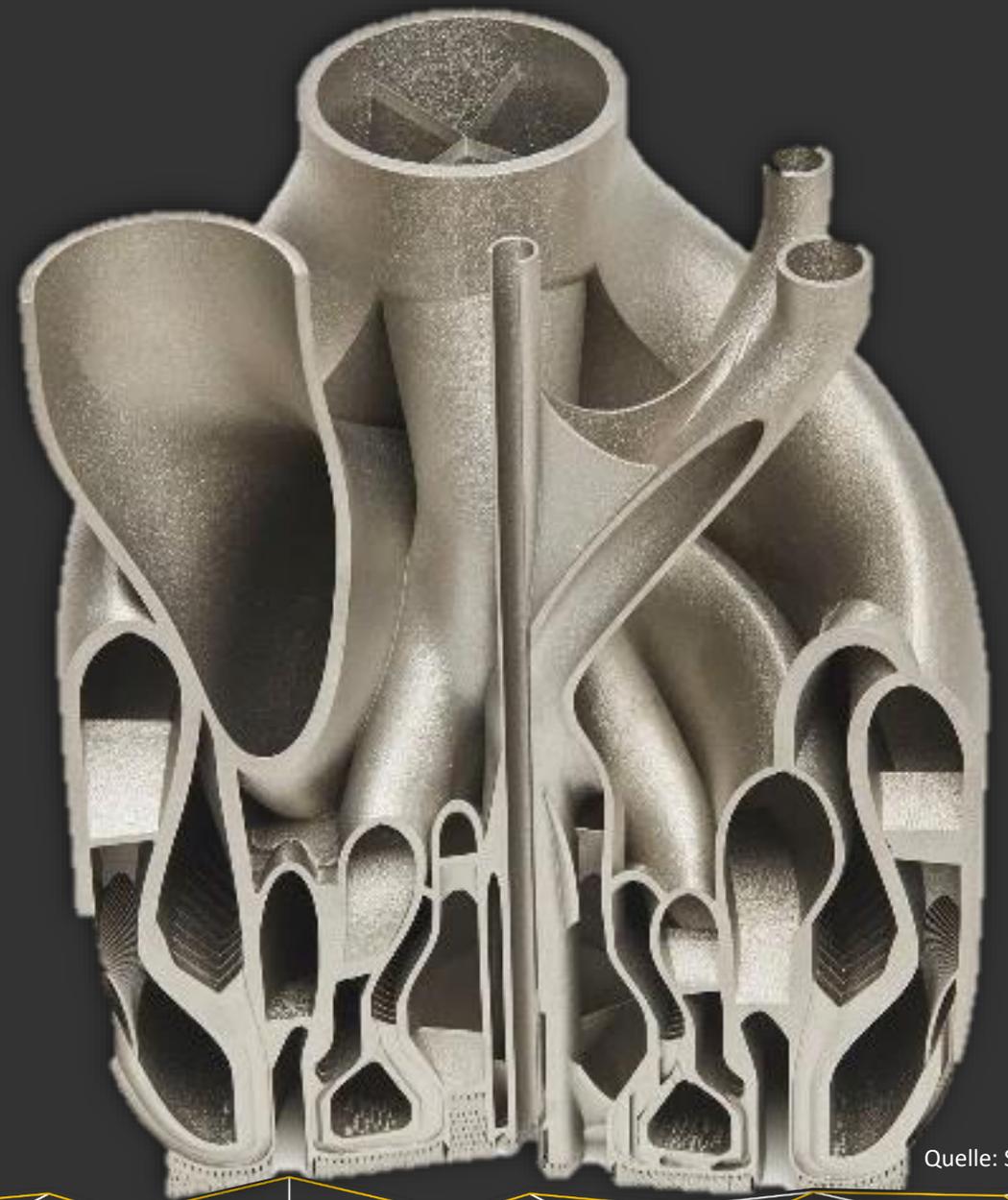


MEHRWERTE ADDITIVE FERTIGUNG

Einzigartige Geometrie

Baugruppenzusammenführung

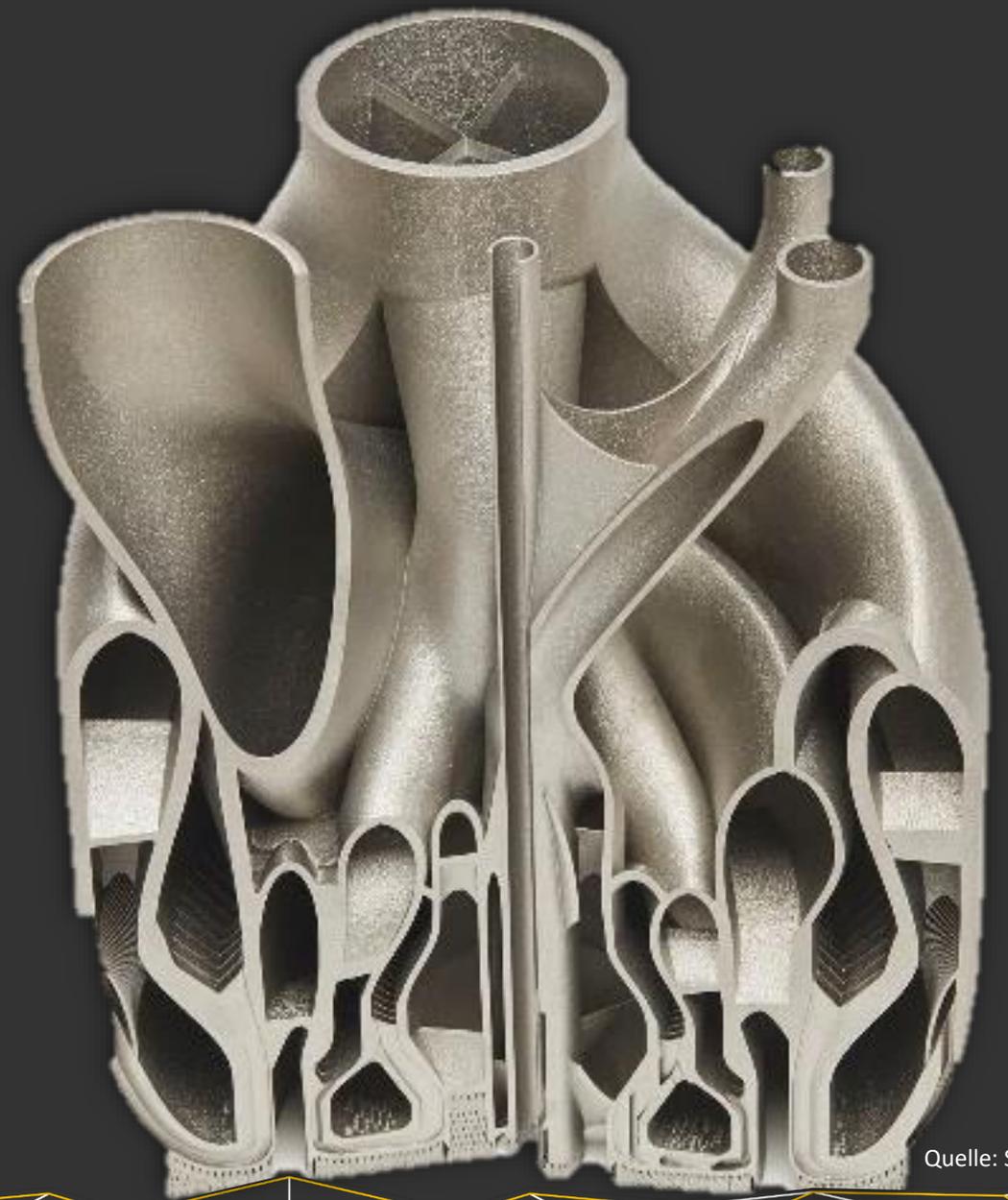
Verbesserung der Kühlleistung
durch Funktionsintegration



Quelle: SIEMENS

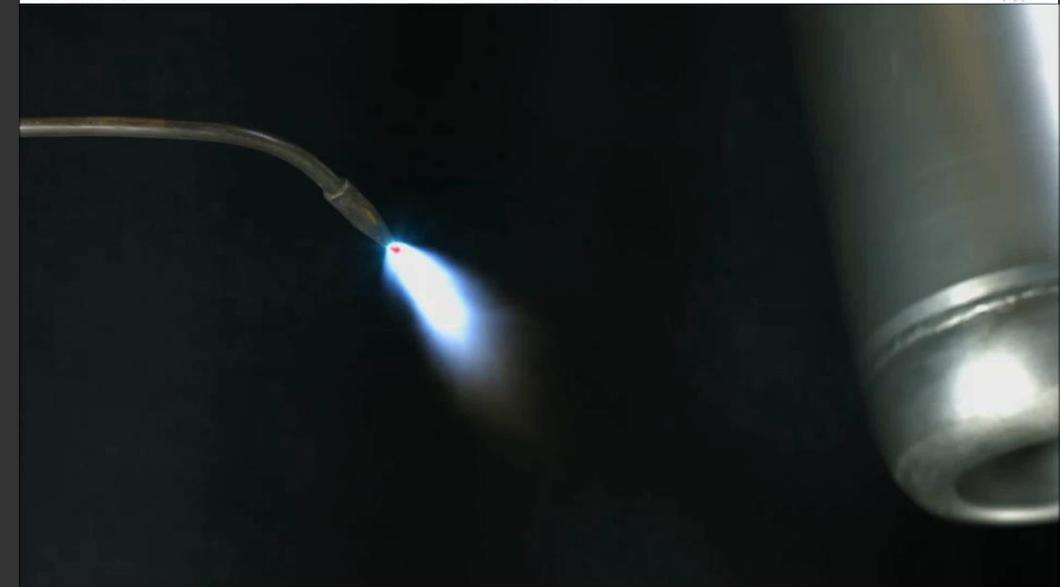
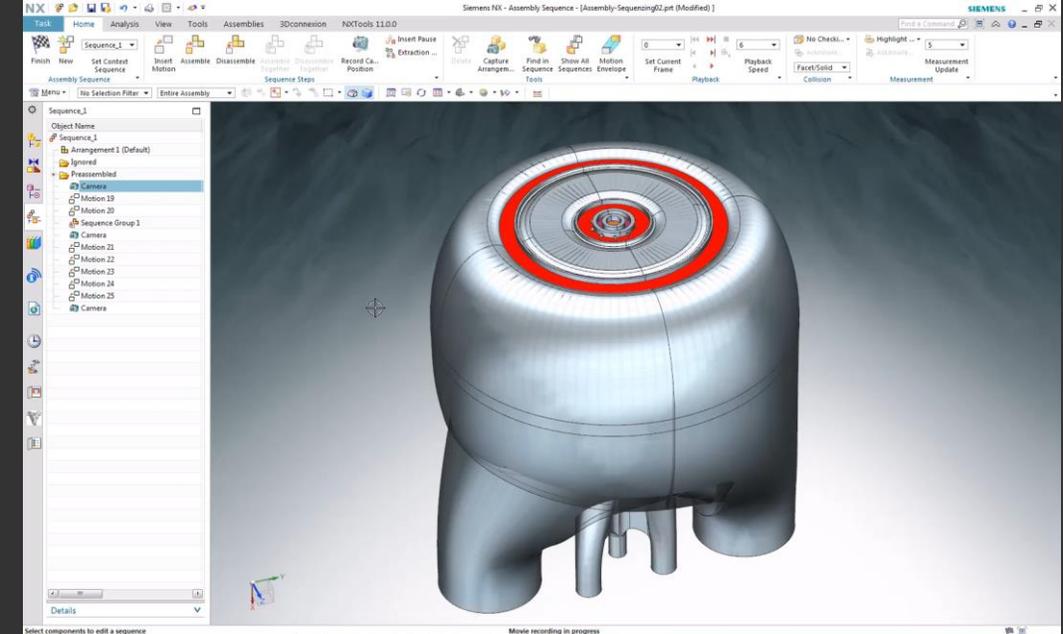
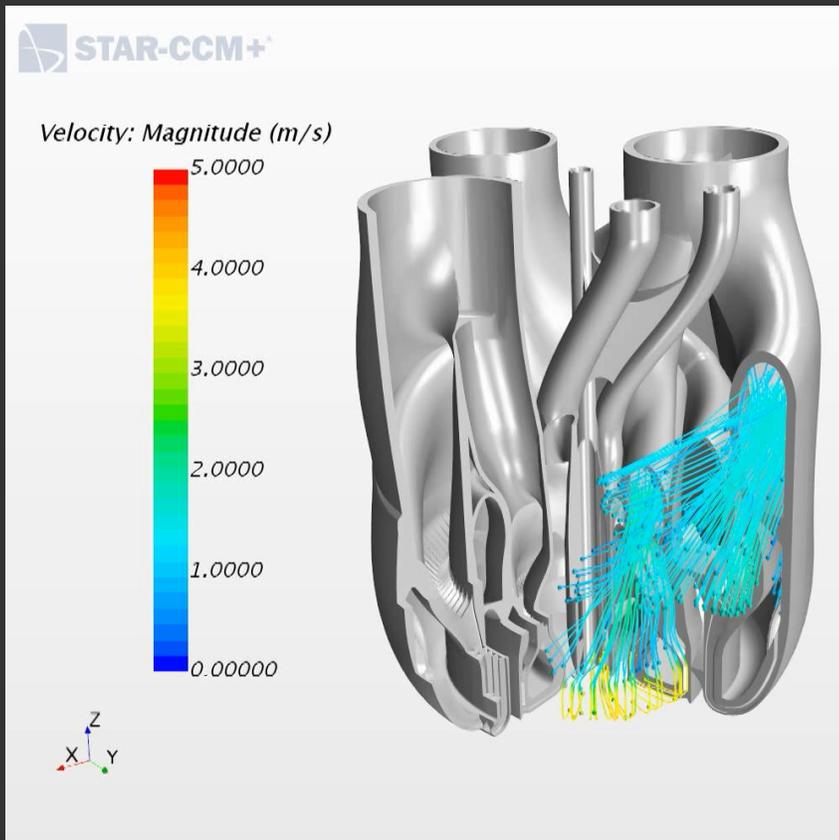
FENCHELBLENNER – FUNKTIONSINTEGRATION PAR EXCELLENCE

- + Komplexe innere Strukturen zur Medienführung
- + Substitution diverser Einzelbauteile zu einem AM-Bauteil
- + Gleichzeitige Verbesserung des Kühleffekts



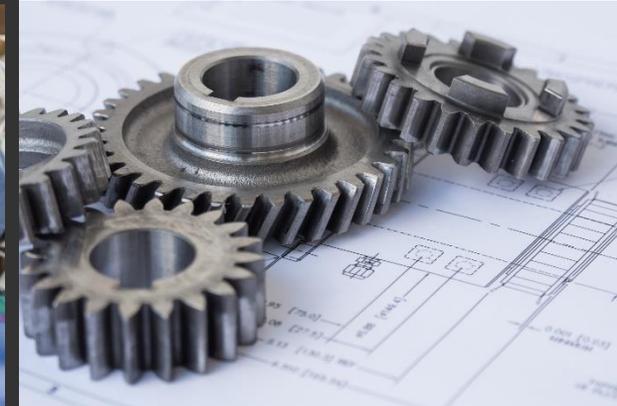
Quelle: SIEMENS

FENCHELBRENNER – FUNKTIONSINTEGRATION PAR EXCELLENCE



POTENTIALE IN KUNSTSTOFF

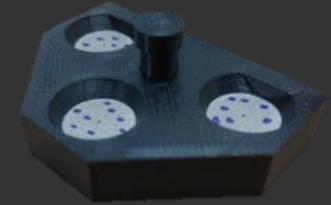
- + Vom Prototypenbau bis hin zur industriellen Serienfertigung
- + Vielfältige Einsatzbereiche in vielen Branchen
- + Großes Potenzial
 - Schnellere Produktentwicklungen & Time-to-Market
 - Reduzierte Kosten durch materialeffiziente Fertigung
 - Höhere Flexibilität und Innovation
 - Nachhaltigkeit durch bedarfsgerechte Produktion



POTENTIALIA IN KUNSTSTOFF

+ Herstellen eigener Betriebs- und Hilfsmittel

- Schablonen
- (Mess- und Prüfmittel-)Vorrichtungen
- Transporthilfen
- Materialorganisation am Arbeitsplatz
-





14 JAHRE ERFAHRUNG IN ADDITIVER FERTIGUNG

toolcraft

M AMbitious powered by **toolcraft**

2011



2019

**Additive Fertigung von
High-End-Präzisions-Bauteilen**



**Beratung, Schulung und Software
für Additive Fertigung**

Lassen Sie uns gemeinsam
Ihr NEXT LEVEL erreichen.



Pacemaker für High-End- Präzisions-Bauteile



Uwe Schulmeister

toolcraft AG

Handelsstraße 1

91166 Georgensgmünd

T +49 9172 6956- 502

UweSchulmeister@toolcraft.de

K-Tag Bayreuth | 17. September 2025

Christian Hermeling | Fraunhofer IWU & TU Dresden

»Design for Technology Readiness«

Erfahrungsbericht des DesignLab in der interdisziplinären Prototypen- und Demonstratorenentwicklung an der Schnittstelle zwischen angewandter Forschung und Technologietransfer



Einstieg.

Kennen Sie die Technology Readiness Level – TRL?



**Unser Prototyp ist
im Einsatz!**

[TRL 7]

Einstieg.

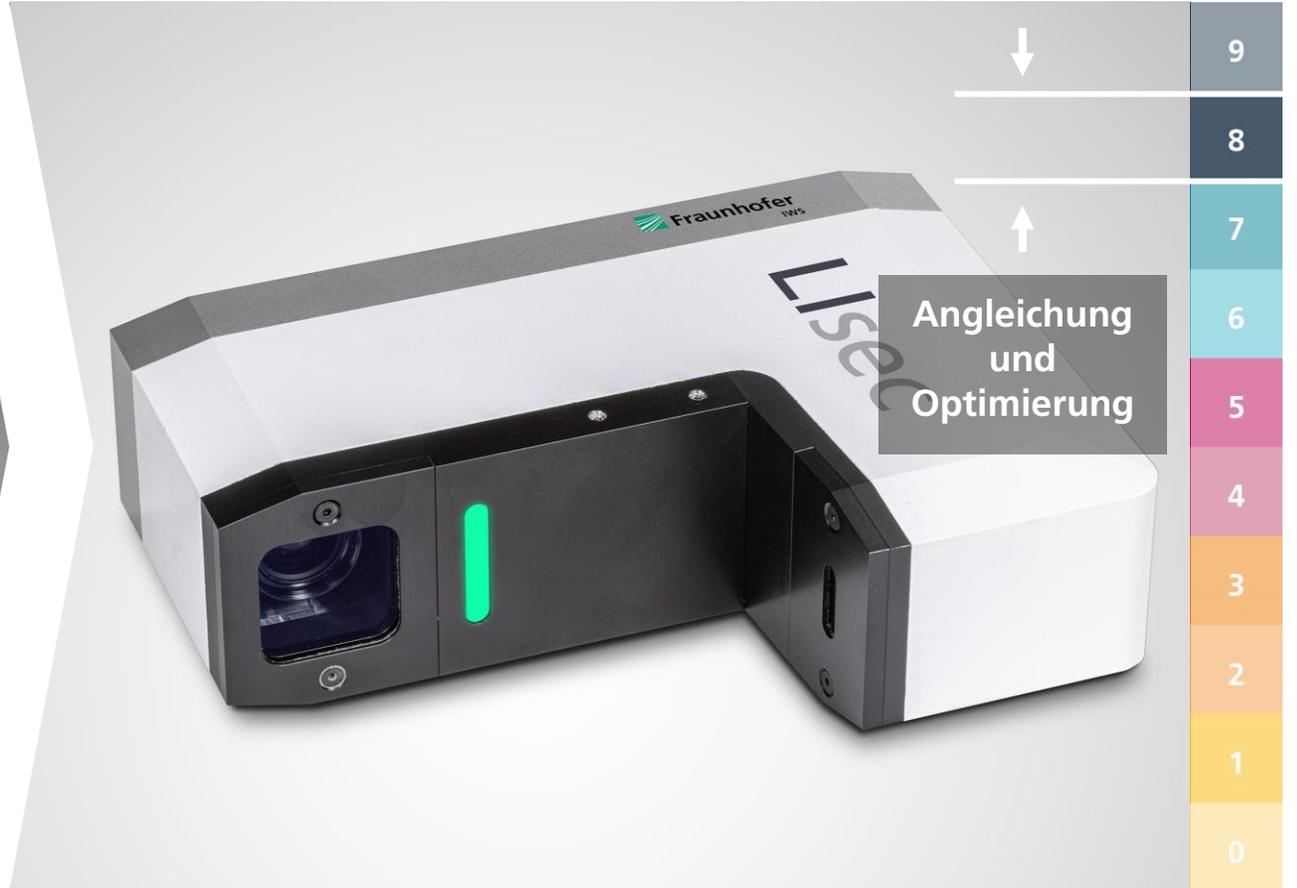
Resultierende Nachteile

- Technologien können nicht unter realistischen Anwendungsbedingungen **zielführend evaluiert** werden
- **Zahlreiche Störgrößen** (unergonomische Bedienung, schlechte Servicefähigkeit oder Wartung, unausgereifte Schnittstellen,...) beeinflussen Feedback der Nutzer:innen
- **Differenz** zwischen **objektiver Reife** der Technologie und **subjektiver Wahrnehmung**
- **Fehlende Überzeugungskraft** hemmen erfolgreichen Transfer von Technologien in Wirtschaft und Gesellschaft



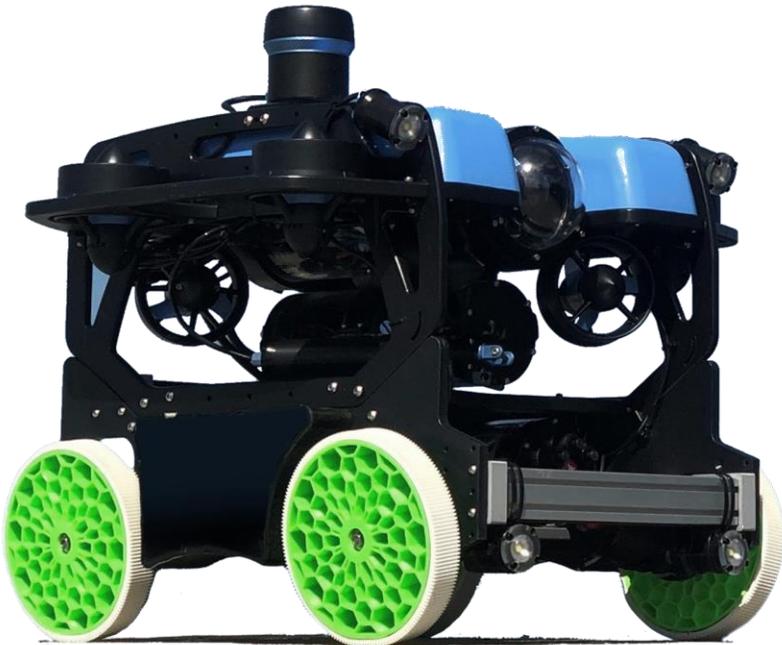
Motivation.

Potenziale ausschöpfen und den »TRL-Gap« schließen



Motivation.

Potenziale ausschöpfen, Wertigkeit kommunizieren, Vertrauen schaffen



Studie mit zwei Gruppen im Rahmen eines Workshops (n=20)

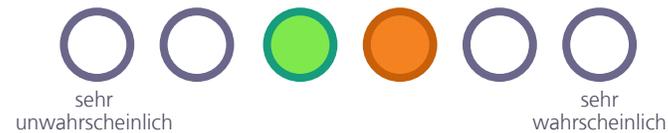
Ist das Startup professionell?



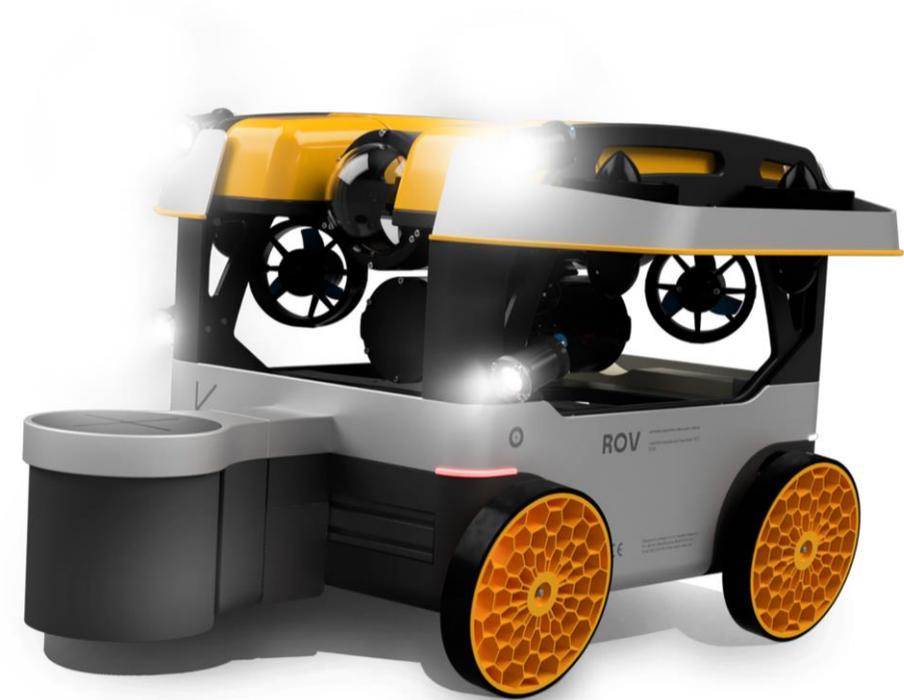
Wie reif wirkt das Startup?



Würden sie in das Startup investieren?



Wie bewerten sie ihr Vertrauen in das Startup?



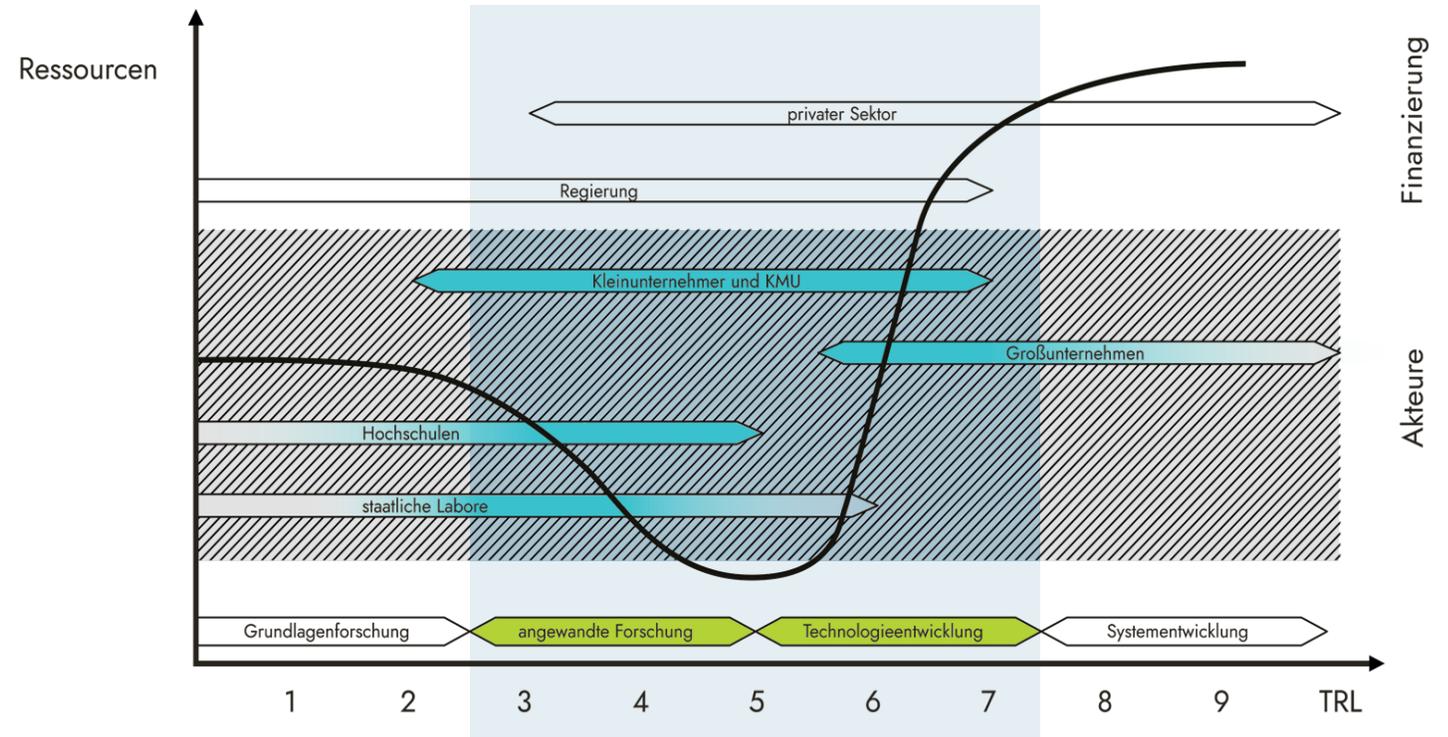
Motivation.

Zahlreiche Transferprozesse stocken. Vielversprechende technologische Inventionen versanden.

Valley of Death als stetige Herausforderung vieler Forschungs- und Transferaktivitäten.

- helfen kann eine Fokussierung auf **anwendbare, systemische Prototypen** statt auf reine technologische Inventionen
- Design kann diese Entwicklung unterstützen
- Benötigt Strukturen und adaptierbare, verständliche Prozesse

Verfügbarkeit von Ressourcen zur Entwicklung neuer Produkte bezogen auf die verschiedenen TRL: „The Valley of Death“ (nach Hensen et al. 2015, Fig. 2)



DesignLab for Applied Research.

Partnerschaftliche Forschungsinstitution von Fraunhofer-Gesellschaft und TU Dresden

»Design verbindet Forschung mit Anwendung und stärkt so den Kern einer Innovation.«

Unter dieser Prämisse wird das DesignLab helfen, Designmethoden in der Forschungspraxis der zu etablieren.

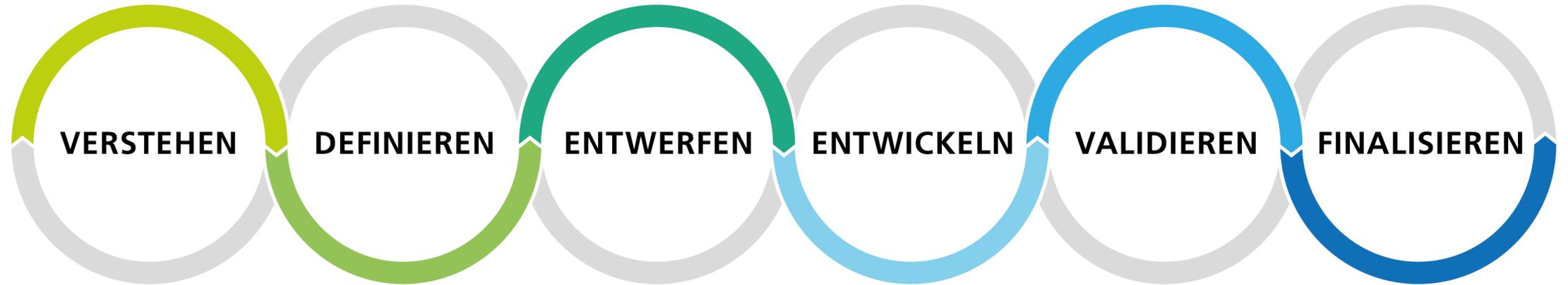
Das DesignLab bietet passgenaue **Designkompetenz und -forschung aus einer Hand** für angewandte, technologieorientierte Forschungs- und Transferfragestellungen.

Es unterstützt die **Identifizierung von Anwendungsszenarien** für technologische Innovationen und **stärkt** damit das **Transferpotential** und den gesellschaftlichen Mehrwert.



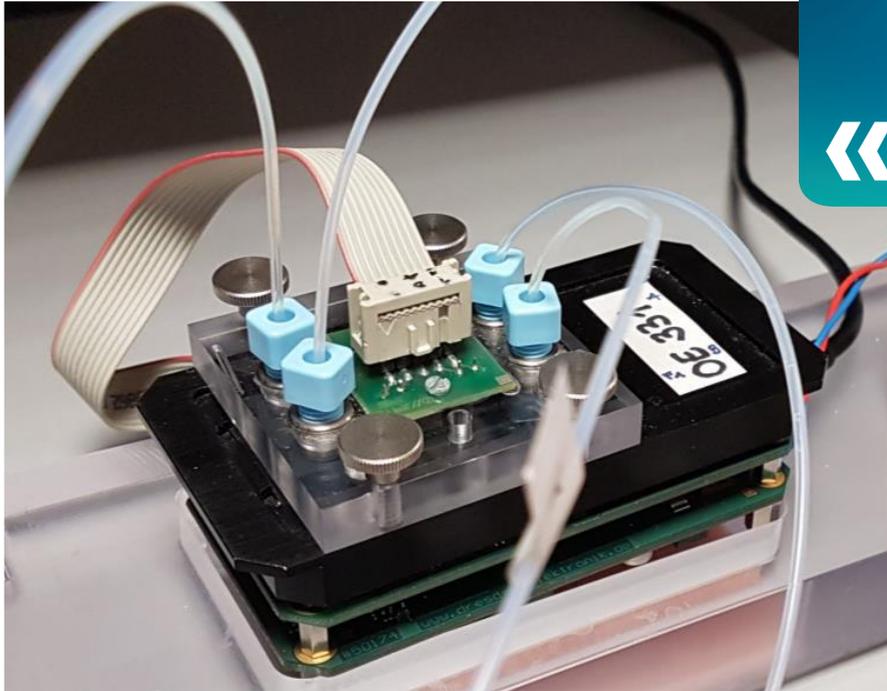
Design for Technology Readiness.

Design4TRL – adaptierbarer Designprozess und zielgerichtete Methoden für jedes Projekt



Wie wir arbeiten.

Projektbeispiel – Kooperation mit einem FhI sowie einem Industriepartner

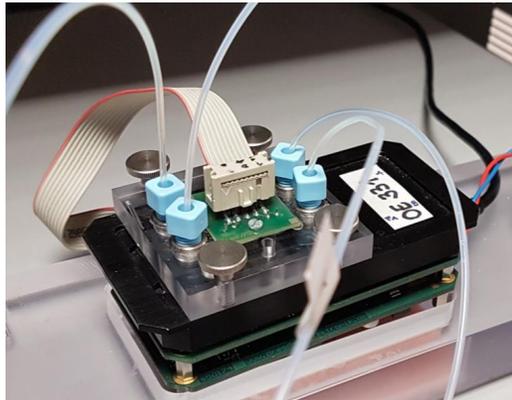


Invention:
Sensorchip

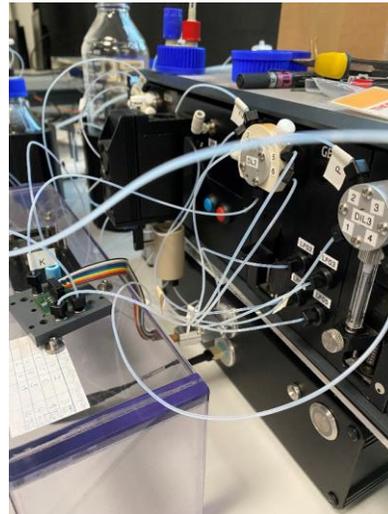
Nanoplasmonischer Brechzahlsensor zur
Detektion von Spurenstoffen in Wasser.

Wie wir arbeiten.

Projektbeispiel – Kooperation mit einem FhI sowie einem Industriepartner

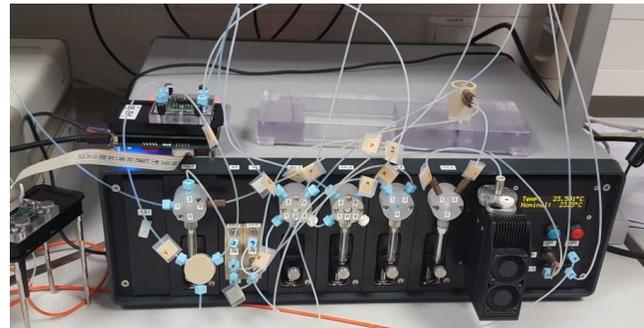


**Kerntechnologie:
Sensor**



**komplexe
Schnittstellen**

**Ergänzende Technik und
Komponenten**



Anwendungskontext

Wie wir arbeiten.

Projektbeispiel – Kooperation mit einem FhI sowie einem Industriepartner



Realisierung des Projektteams

https://www.ikts.fraunhofer.de/de/abteilungen/elektronik_mikrosystem_biomedizintechnik/elektronikpruefung_optische_verfahren/optische_pruefverfahren_nanosensork/nanoplasmonische_biosensoren_und_chemosensoren/fcr_content/contentPar/sectioncomponent_915977696/sectionParsys/magerow/imageComponent3/image.img.jpg?1630481555940/Biosensor-als-Laborgeraet.jpg

Wie wir arbeiten.

Projektbeispiel – Kooperation mit einem FhI sowie einem Industriepartner



https://www.ikts.fraunhofer.de/de/abteilungen/elektronik_mikrosystem_biomedizintechnik/elektronikpruefung_optische_verfahren/optische_pruefverfahren_nanosensork/nanoplasmonische_biosensoren_und_chemosensoren/fcr_content/contentPar/sectioncomponent_915977696/sectionParsys/magerow/imageComponent3/image_img.jpg?1630481555940/Biosensor-als-Laborgeraet.jpg

Realität im
Laboralltag



Wie wir arbeiten.

Projektbeispiel – Kooperation mit einem FhI sowie einem Industriepartner



Ausgangssituation



„unpraktisch, unangepasst an die Anwendung, nicht intuitiv, einfach unbefriedigend“



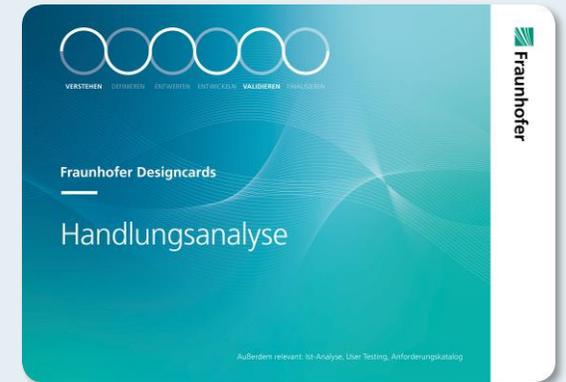
Laborumgebung
und an Kläranlagen

Einsatzszenarios



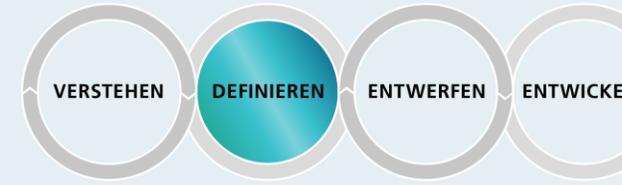
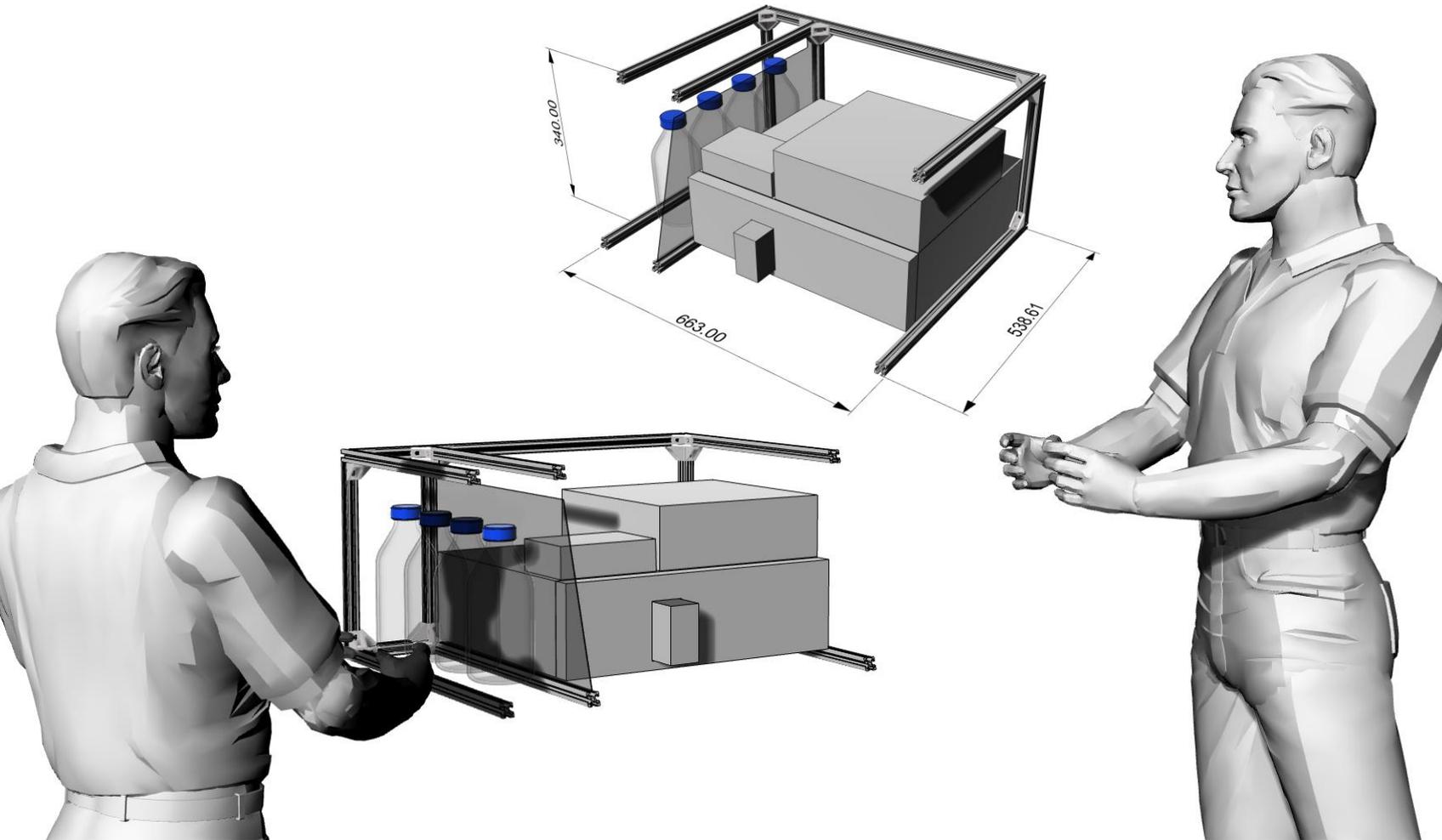
Wie wir arbeiten.

Projektbeispiel – Kooperation mit einem FhI sowie einem Industriepartner



Wie wir arbeiten.

Projektbeispiel – Kooperation mit einem FhI sowie einem Industriepartner



Wie wir arbeiten.

Projektbeispiel – Kooperation mit einem FhI sowie einem Industriepartner



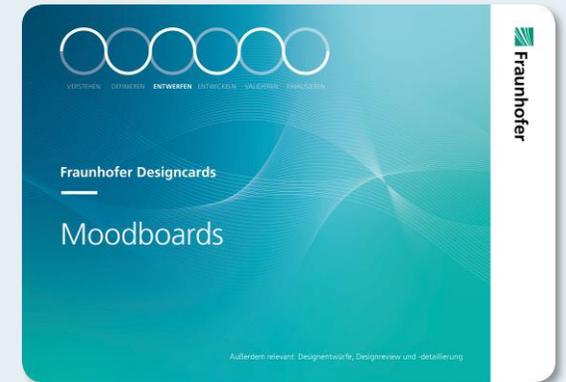
Organisch / weiche Formen

Kraftvoll / Robust



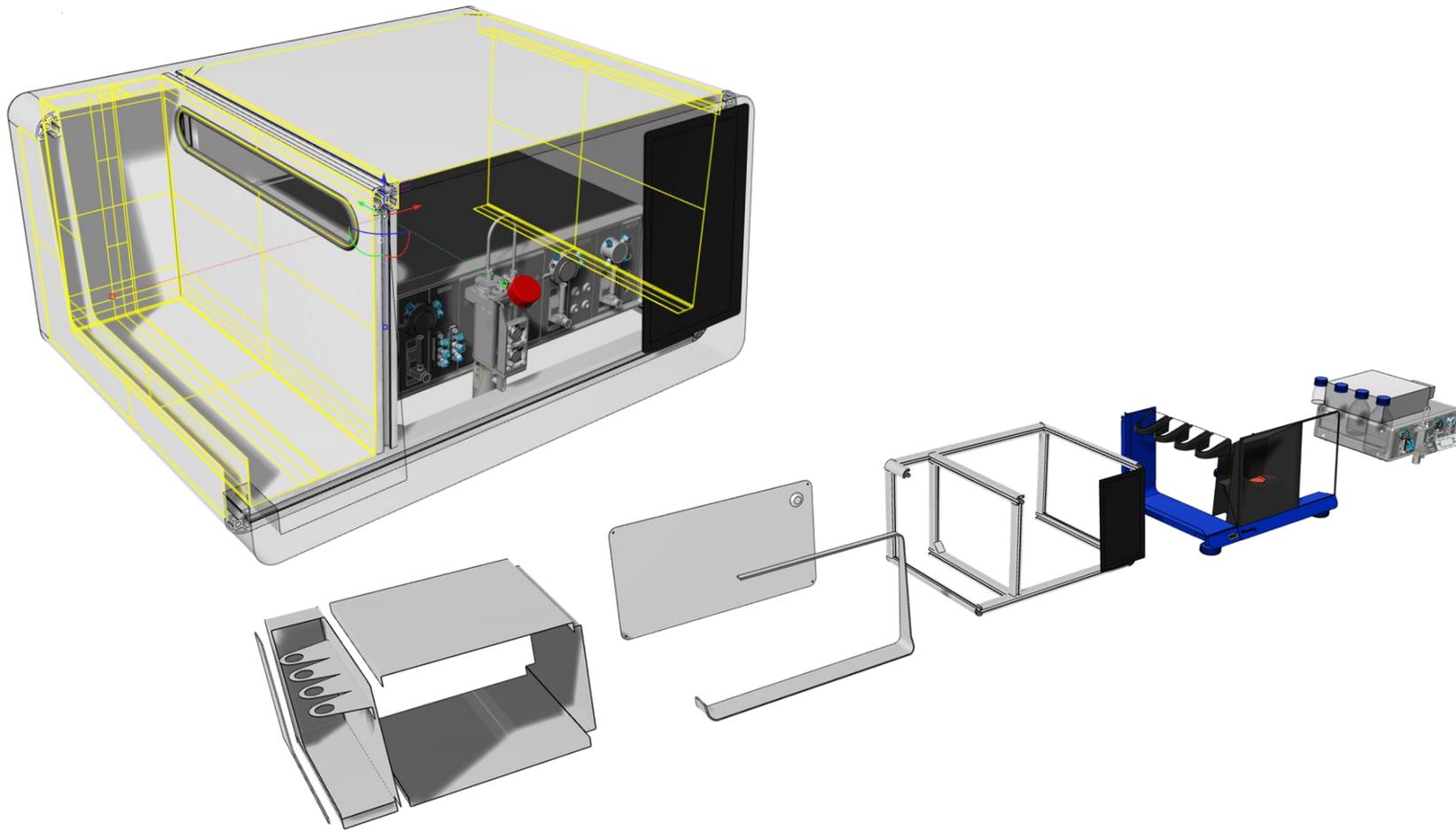
Dynamisch

Geometrisch / Plastisch



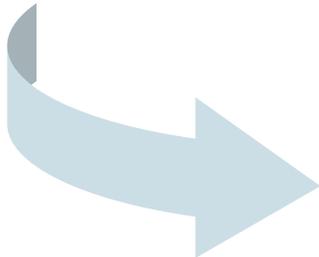
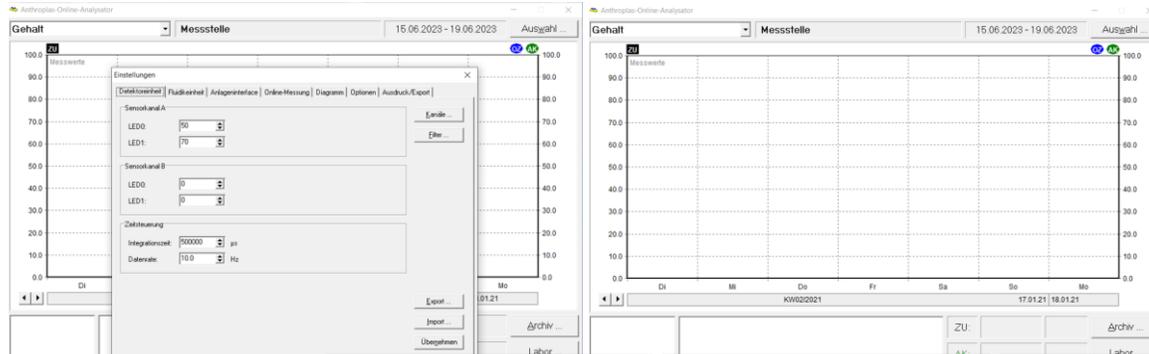
Wie wir arbeiten.

Projektbeispiel – Kooperation mit einem FhI sowie einem Industriepartner



Wie wir arbeiten.

Projektbeispiel – Kooperation mit einem FhI sowie einem Industriepartner



MENU sidebar

ÜBERBLICK

aktuelle Messung
zeit gemittelt

neuer Chip

MENU sidebar

manuell|STEUERN

Kanäle warte

Füllstände prüfen

Ethanolspülen läuft

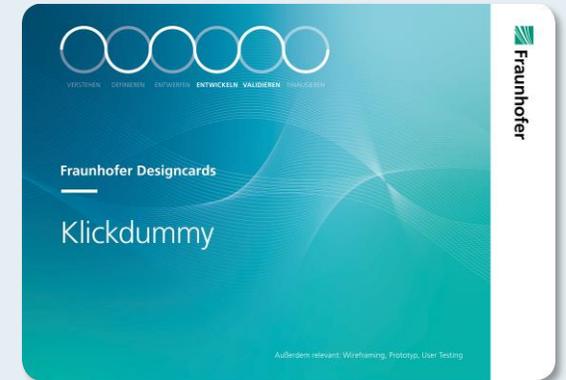
Fortschritt 59%
Restdauer 2:38

MENU sidebar

KONFIGURIEREN

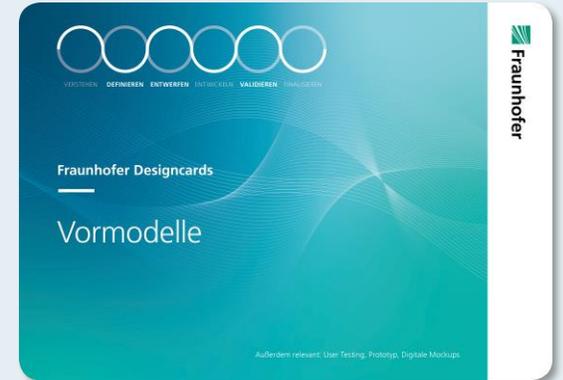
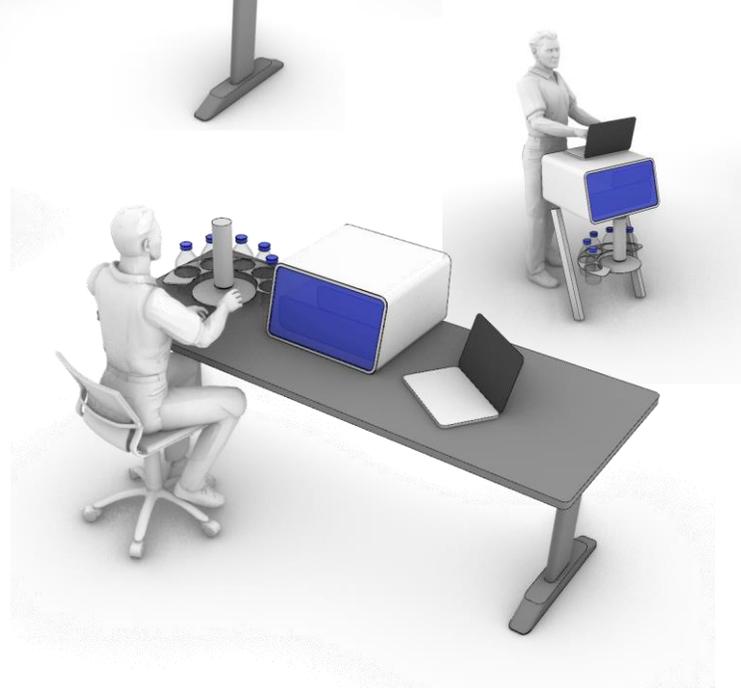
neuen Chip konfigurieren

Sensorkanal A: LED0, LED1
Sensorkanal B: LED0, LED1



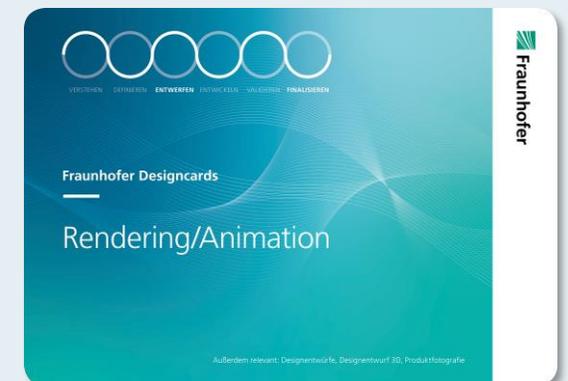
Wie wir arbeiten.

Projektbeispiel – Kooperation mit einem FhI sowie einem Industriepartner



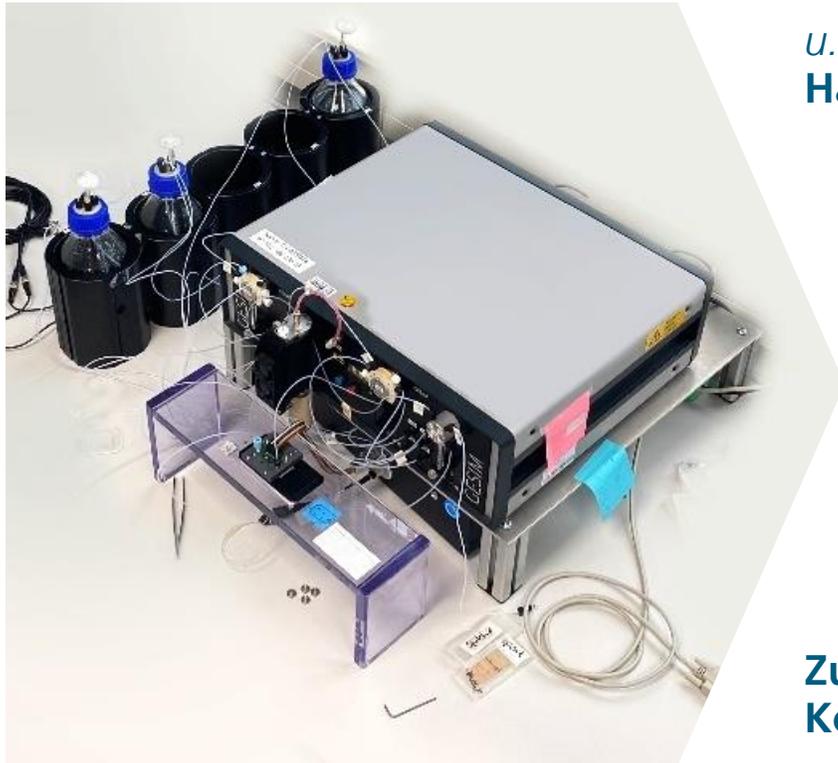
Wie wir arbeiten.

Projektbeispiel – Kooperation mit einem FhI sowie einem Industriepartner



Zusammengefasst.

Designintegration als Unterstützung für Projektteams – und ganze Institutionen.



u.a.
Handlungsanalyse

**Intensiver Austausch
mit Laborant:innen**

**Entwicklung & Evaluation
des Gesamtkonzepts
mit frühen Mockups**

**Einbezug Kommunikations-
& Marketingabteilung**

**Zusammenarbeit mit
Konstrukteur:innen**



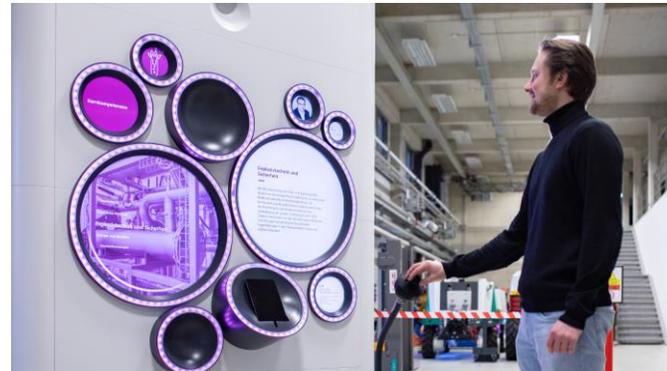
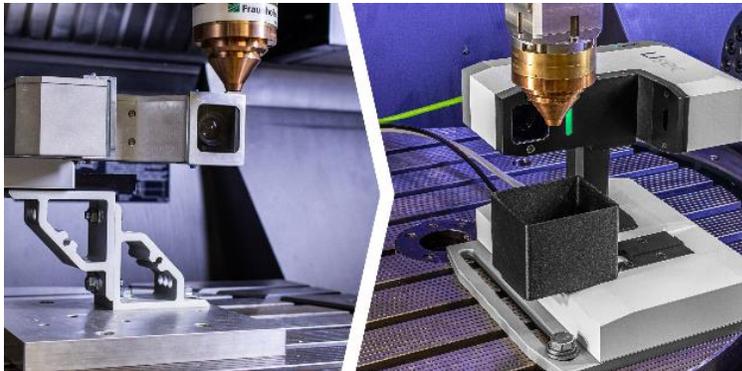
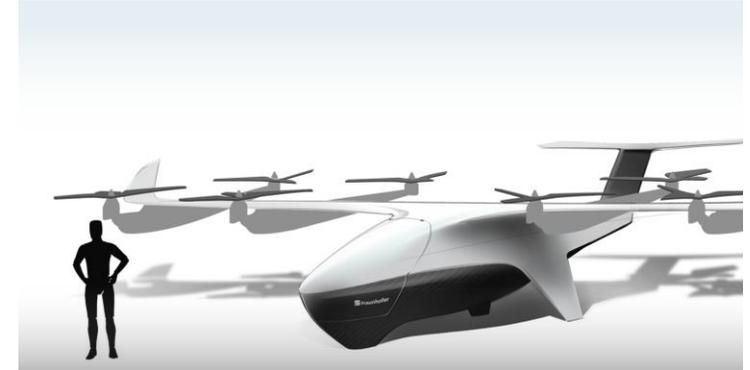
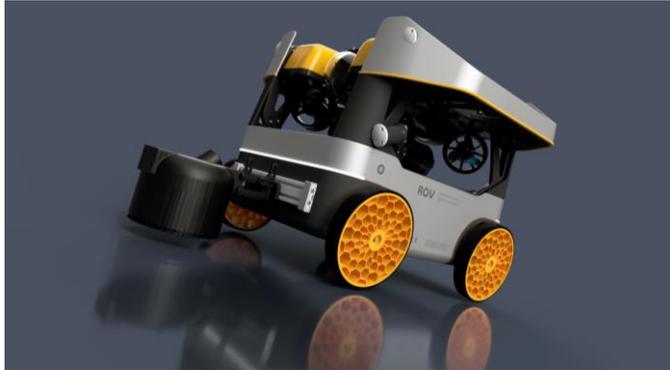
Erfolgreich gestartet und perfekt vorbereitet für den Ausbau.

Mit wem haben wir bereits gearbeitet?



Leistungsportfolio.

Breites Spektrum an Unterstützungsangeboten



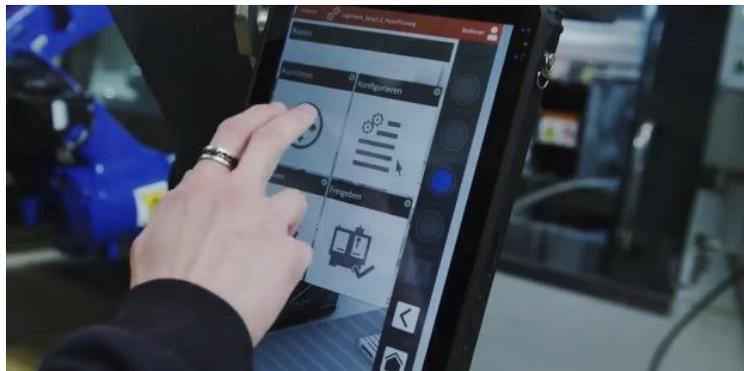
Anwenderorientiertes Industriedesign
im Forschungsprozess

Interaktive Demonstratoren und
Prototypen entwickeln & aufbauen

Zukunftsstudien und
Innovationskonzepte visualisieren

Leistungsportfolio.

Breites Spektrum an Unterstützungsangeboten



User Interface Design
und HMI-Entwicklung



Corporate Product Design,
Colour&Trim und Branding



Workshops, Weiterbildungen,
Beratung, Startup-Support u.v.m.

Ausblick – TransferTracks.

Design beschleunigt den Transfer, macht Forschungsergebnisse erleb- und anwendbar

TRANSFERPFADE

VERTRAGSFORSCHUNG

AUSGRÜNDUNGEN

GEISTIGES EIGENTUM

NORMUNGEN

TRANSFER ÜBER KÖPFE

INFRASTRUKTURDIENSTLEISTUNGEN

WISSENSCHAFTSKOMMUNIKATION



Im Projekt »TransferTracks« werden wir ab Oktober anhand der 7 Transferpfade untersuchen, wie Design von Prototypen und Demonstratoren den Transfererfolg von Technologien beeinflussen kann.

Mit den Erkenntnissen werden wir Inventionen der Forschung noch zielgerichteter in anwendbare Forschungsergebnisse übersetzen können und damit den Transfer in wirtschaftliche Innovationen sowie gesellschaftlichen Impact erhöhen.

Ausblick – TransferTracks.

Design beschleunigt den Transfer, macht Forschungsergebnisse erleb- und anwendbar



Ziele.

- **Transferprozesse** aus Designsicht **besser verstehen**
- Potenziale mittels strukturierten Vorgehens und **informierten Designentscheidungen** heben
- **Designmethodik abgestimmt auf Transferprozesse** der angewandten Forschung und industriellen Vorentwicklung
- konsistentes **Angleichen der Bewertungen** objektiver technologischer Reifgrade und subjektiver Einschätzungen durch Externe

Design for Technology Readiness.

»Feel and Communicate the Readiness of Your Research and Development«

Qualitätsversprechen konsequent einlösen



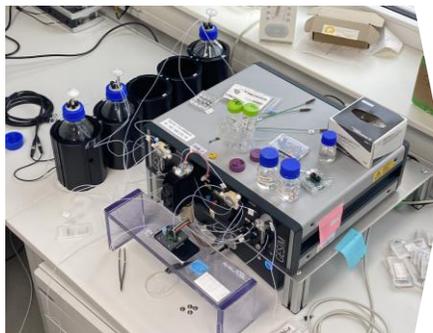
Professionalität konsistent bis ins Detail verkörpern



Begünstigen von Investitionsentscheidungen



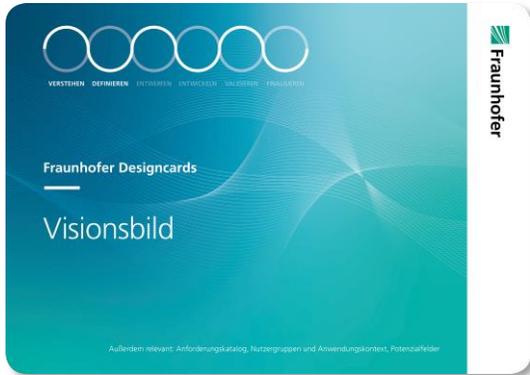
Vertrauen schaffen



Anwendung und Evaluierung ermöglichen



Den Weg in die Anwendung und für einen erfolgreichen Transfer bestmöglich ebnen



Visionsbild

Ziel: Eine Projektidee, ihren Anwendungskontext und ihre Benefits mit aussagekräftigem Bildmaterial kommunizieren.

Visionsbilder vermitteln einen grundlegenden Eindruck von der Funktionsweise und den Benefits einer technologischen Entwicklung. Sie kommunizieren ein mögliches Anwendungsszenario und lassen sich z.B. im Rahmen von Projektanträgen einsetzen, um textliche Ausführungen mit einem prägnanten Bild zu unterstützen. Sie bleiben bewusst recht abstrakt, um die Fantasie des Betrachters anzuregen und gleichzeitig einen ausreichend breiten Lösungsraum offen zu halten.



Wenn aus einem **Visionsbild** **Wirklichkeit** wird.





DesignLab
for Applied Research

» Turn Research into Innovation by Design«

Mehr Informationen: www.designlab.works

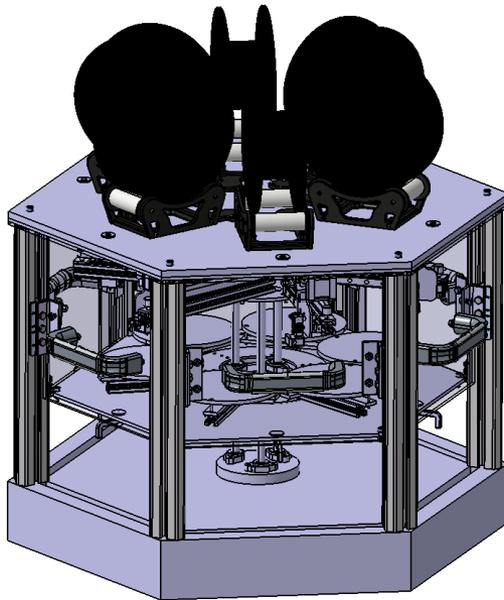
Direkter Kontakt: Christian Hermeling
Koordinator des DesignLab
christian.hermeling@iwu.fraunhofer.de
0174 688 43 42





Technische Hochschule
Ingolstadt

Fakultät für Maschinenbau



*Entwicklung eines
3D-Druckers für die parallele
Fertigung von Serienbauteilen*

26. Bayreuther 3D-Konstrukteurstag

*Dr. Stephan Ritzer
Wiebke Ehrlich*

17.09.2025

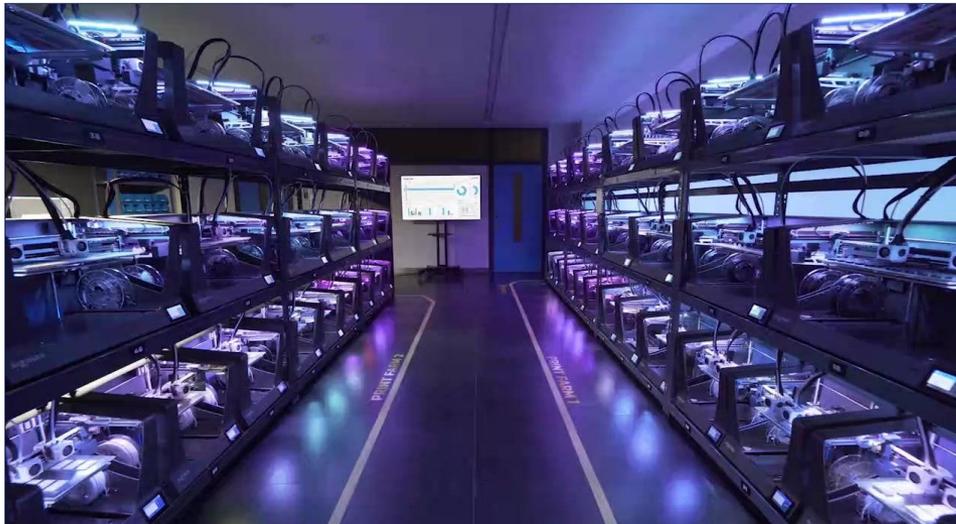


Entwicklung eines 3D-Druckers für die parallele Fertigung von Serienbauteilen

- Herstellung von Kleinserien
- Für Bauteile bei denen ein Verfahren durch Spritzgussfertigung aufgrund der Werkzeugkosten nicht wirtschaftlich ist
- Entwicklung für industrielle Anwendungen
- Senkung der Produktionskosten

Derzeitige Fertigung von Kleinserien

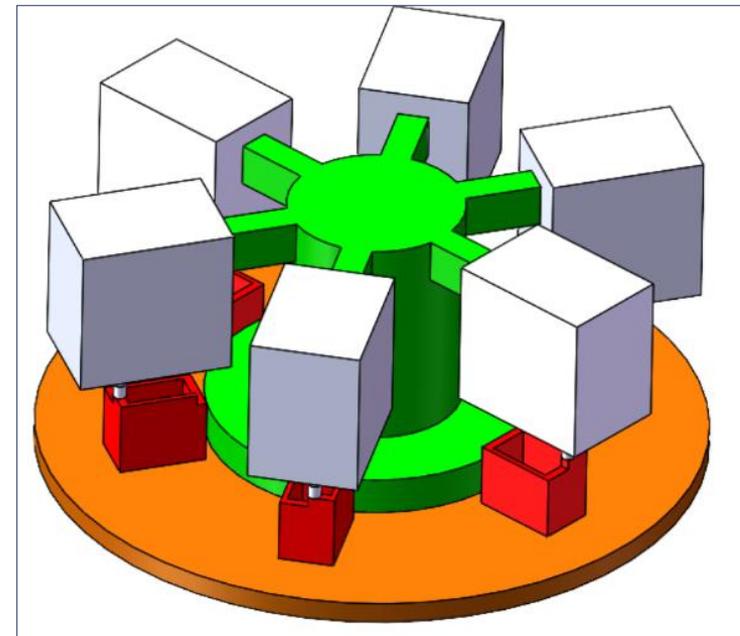
- Druck in 3D-Druck-Farmen mittels mehrerer 3D-Drucker



[1] 3D-Druckfarm

Schematische Darstellung Mechanik 3D-Drucker

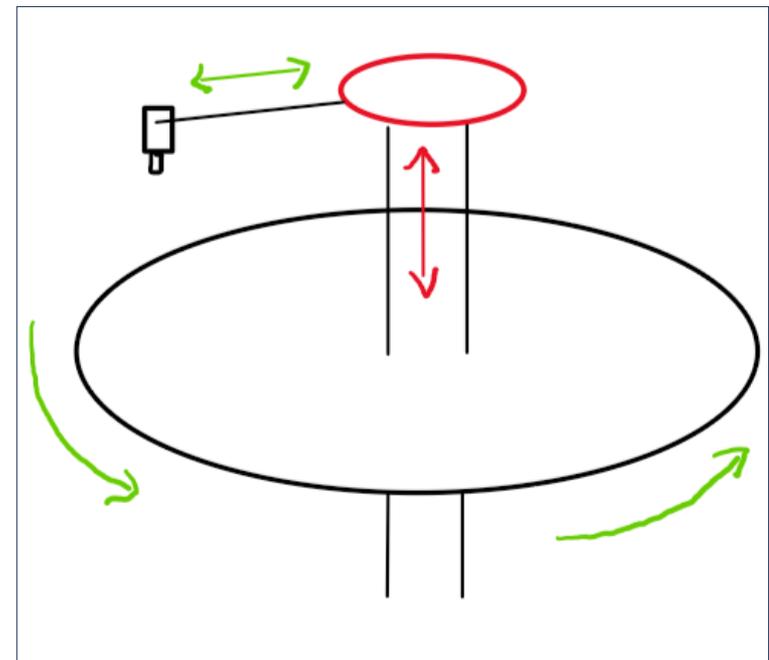
- 3D-Drucker mit Polarkoordinatensystem
- Ein ringförmiges Druckbett für den simultanen Druck mehrerer Bauteile
- Synchronisiertes Druckverfahren durch zentralen Antrieb



[2] Schematische Darstellung des ersten Entwurfs

Schematische Darstellung Mechanik 3D-Drucker

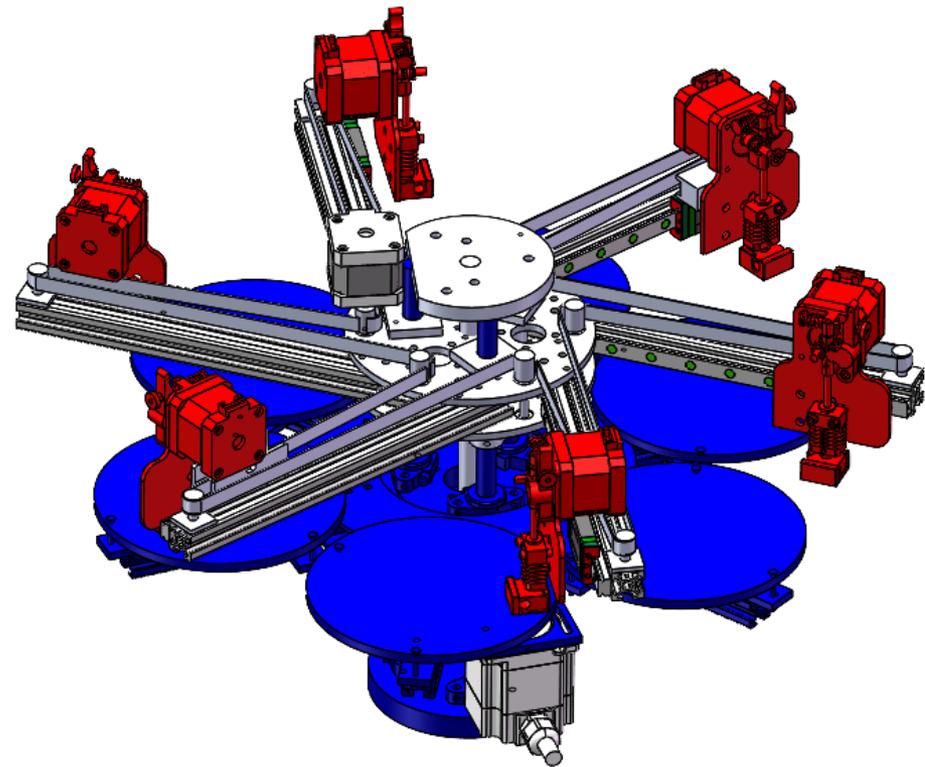
- Translatorische Bewegung der Druckköpfe
- Rotationsbewegung des Druckbetts
- Translatorische Hubbewegung der Druckköpfe zur Abbildung der einzelnen Druckschichten



[3] Schematische Darstellung des ersten Entwurfs mit Bewegungsprofil

Gesamtaufbau Mechanik 3D-Drucker

- Bewegung der Druckköpfe in den einzelnen Schichten mittels Riemenantriebs
- Direktantrieb Drehachse mittels Riemen
- Hub-Achse mittels Spindel

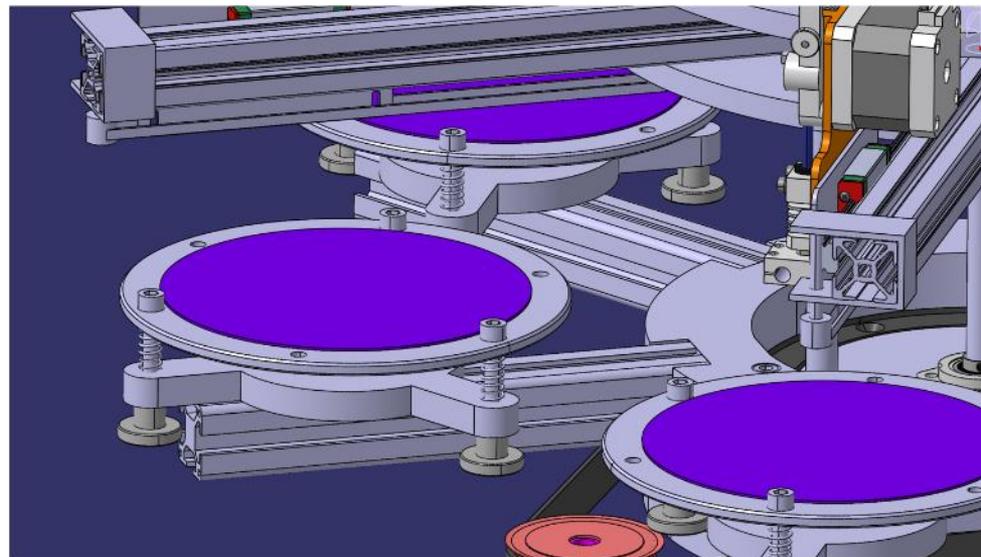


[4] Konstruktionszeichnung des 3D-Druckers

Druckbettaufbau Mechanik 3D-Drucker

- Justierbarkeit der einzelnen Druckbette
 - Ebene und gleichgerichtete Druckbette
 - Einheitlicher Abstand Druckköpfe zu Druckbett

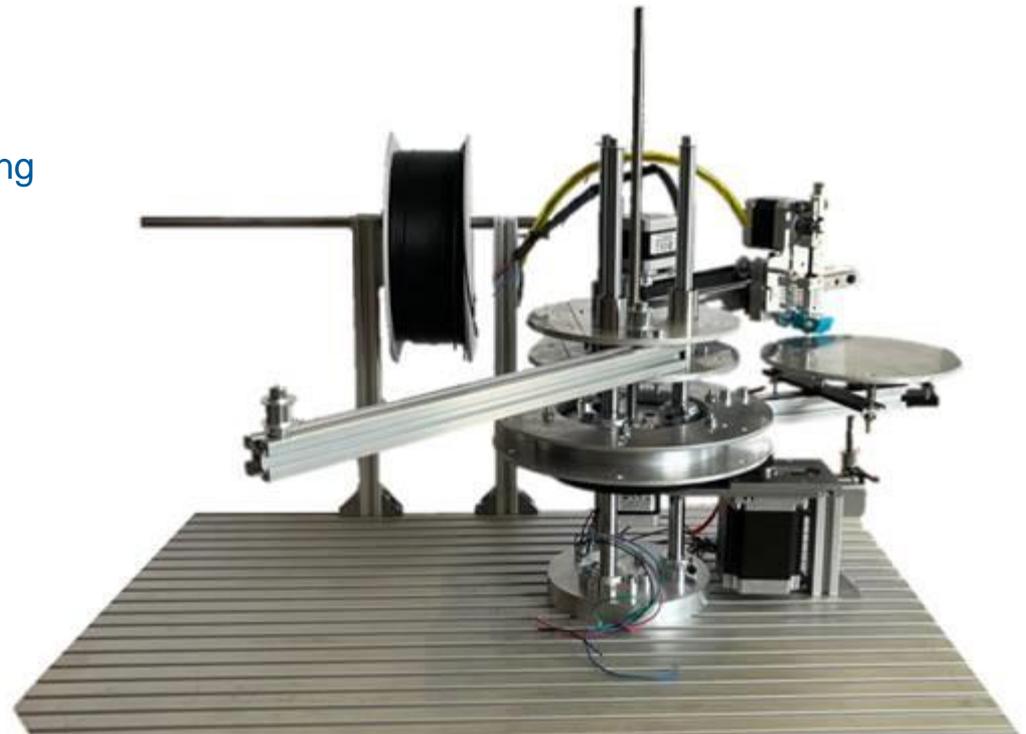
Derzeit noch manuell



[5] Konstruktionszeichnung der Druckbetten

Vorläufiger Aufbau Mechanik 3D-Drucker

- Aufbau eines Versuchsträgers
- Durchführung von Funktionstests
- Erprobung der parallelen Verfahrungs-
der Druckköpfe mittels Riemens
- Test von Einzelsystemen



[6] Vorläufiger Aufbau des 3D-Druckers



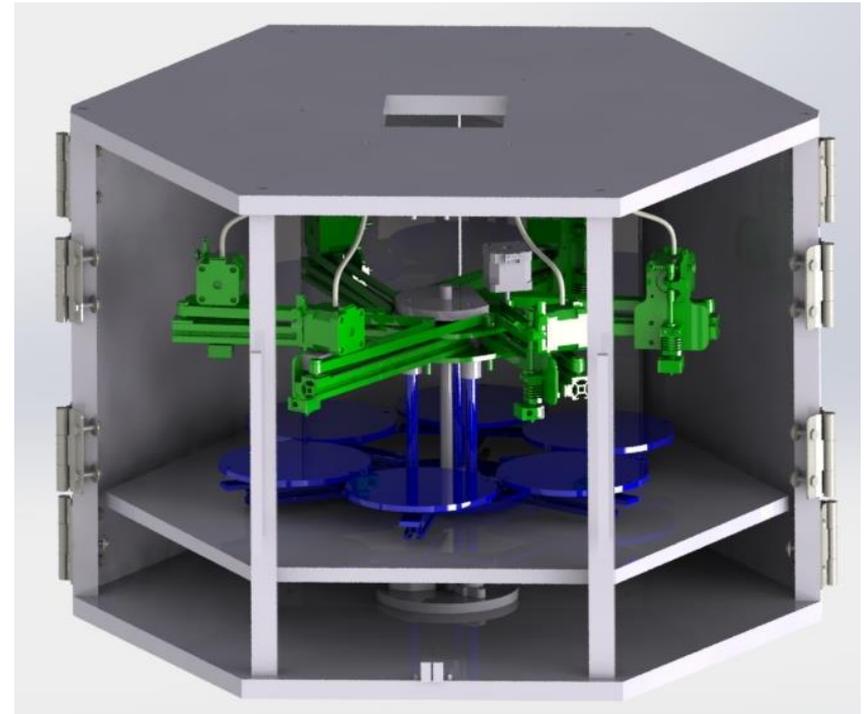
Verwendung von Kunststoffgranulaten anstelle von Filamenten

- Bessere Verfügbarkeit industrieller Kunststoffe
- Bevorzugte Kunststoffherstellung für industrielle Anwendungen
- Zentrale Granulataufbereitung für alle Druckköpfe
- Verteilung des Granulats an die einzelnen Druckköpfe
- Höherwertige wirtschaftliche Kunststoffaufbereitung als bei Granulat-Einzeldruckköpfen

→ Senkung der Druckkosten

Beheizte Einhausung Mechanik 3D-Drucker

- Beheizte Einhausung
- Ermöglicht 3D-Druck mit Materialien wie beispielsweise POM (Polyoxymethylene)
 - Drucktemperatur zwischen 255°C und 270°C erforderlich
 - Beheizter Druckraum zwischen 90°C und 110°C erforderlich
- Minimalisierter Heizraum im System ausreichend



[7] Einhausung 3D-Drucker



Potenzial des 3D-Druckers

- Einfache, automatisierte Entnahme der 3D-Druck-Bauteile aufgrund guter Zugänglichkeit
- Taktung zwischen den Druckköpfen ermöglicht ein einfaches Drucken mit unterschiedlichen Filamenten ohne Filament-Wechsel (Stütz- und Basisfilament)
- Auch mehrfarbiger Druck ohne Filament-Wechsel möglich durch Taktung zwischen den einzelnen Druckbetten



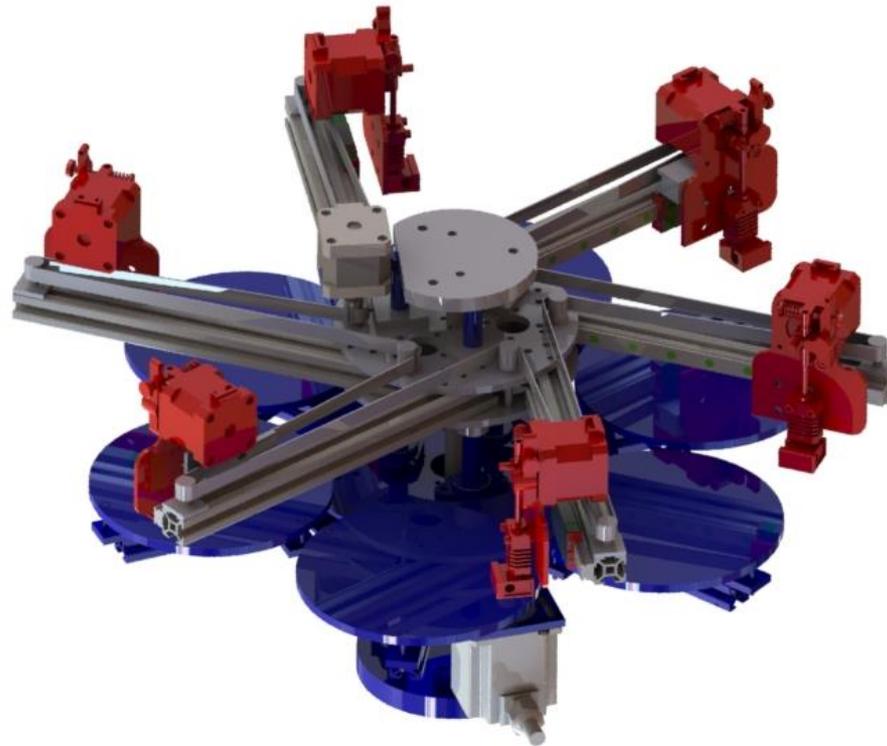
Durch den neuen Aufbau wird ein Schritt in Richtung einer wirtschaftlichen Fertigung von 3D-Druck-Bauteilen in Kleinserien ermöglicht.

Mit der Verwendung von Kunststoffgranulaten anstelle von Filamenten werden die Druckkosten deutlich gesenkt.

Versuchsträger zur Fertigung erster Teile vorhanden.

→ Weitere detaillierte konstruktive Ausarbeitung, Versuche und Verbesserung sind noch erforderlich.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



- Kontaktinformation:
Dr. Stephan Ritzer
Sritzer@hotmail.de

- Kontaktinformation:
Wiebke Ehrlich
wiebke.a.ehrlich@gmx.de