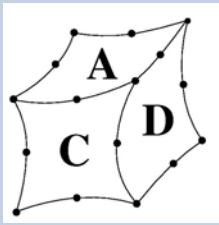


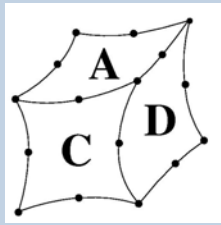
# Optimizing the Use of Multiple Simulation Programs by Intelligent Cross-linked Simulations (ICROS)

Dipl.-Wirtsch.-Ing. R. Hackenschmidt  
Lehrstuhl Konstruktionslehre und CAD



# Agenda

1. Einleitung
2. Produktentwicklung und Simulation
3. Das ICROS Prinzip
4. Beispiele
5. Zusammenfassung und Ausblick

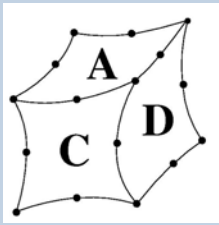


# Bayreuth



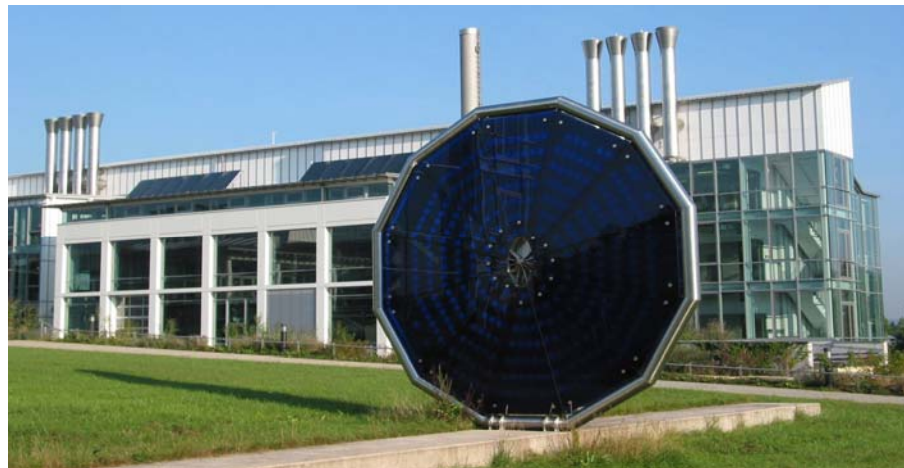
UNIVERSITÄT  
BAYREUTH



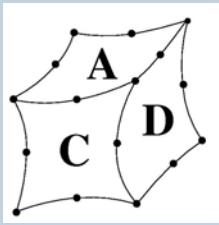


UNIVERSITÄT  
BAYREUTH

# Universität Bayreuth



6 Fakultäten  
9000 Studenten



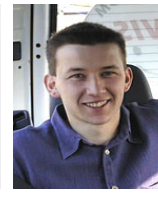
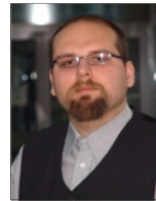
## Fakultät für Angewandte Naturwissenschaften

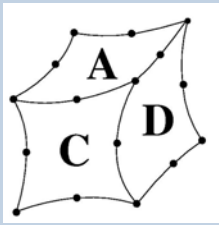
### Lehrstuhl für

### Konstruktionslehre und CAD

Prof. Dr.-Ing. Frank Rieg

12 Mitarbeiter

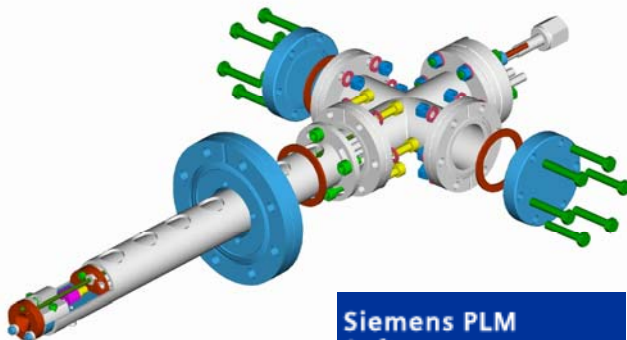
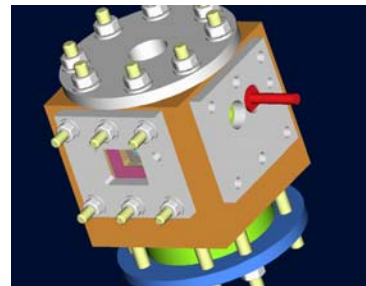
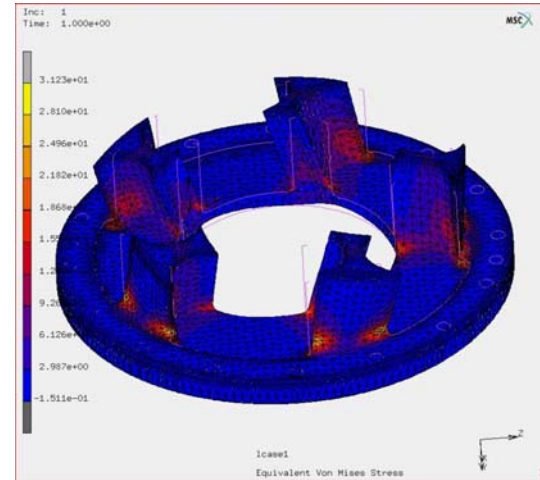




# CAD + Simulation



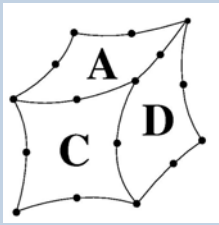
UNIVERSITÄT  
BAYREUTH



Siemens PLM  
Software



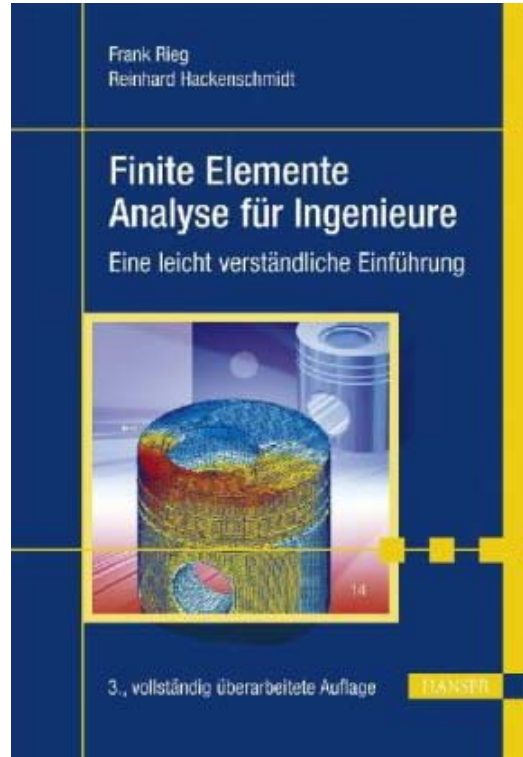
Abaqus



# Z88- das freie FEA- Programm

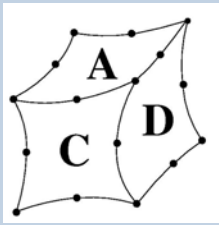


UNIVERSITÄT  
BAYREUTH



- Entwicklung seit 1985
- 20 Elementtypen
- programmiert in ANSI-C
- beliebig erweiter- und anpassbar

- steht auf zahlreichen Internet- Servern
- wird weltweit eingesetzt
- [www.Z88.DE](http://www.Z88.DE)



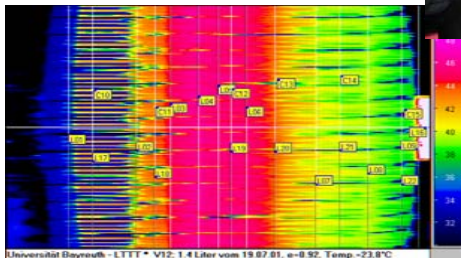
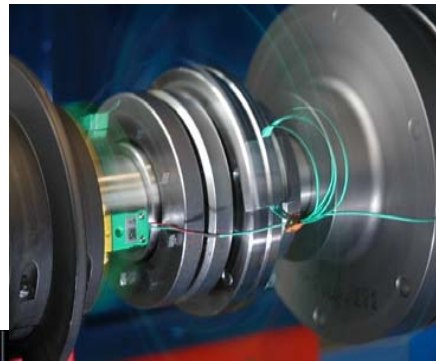
# Prüfstände



Motorprüfstand

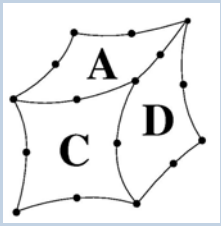


Sonderprüfstände

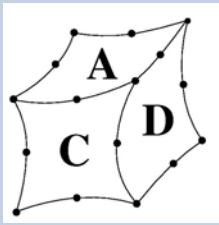


Verspannungsprüfstand 1000 kW

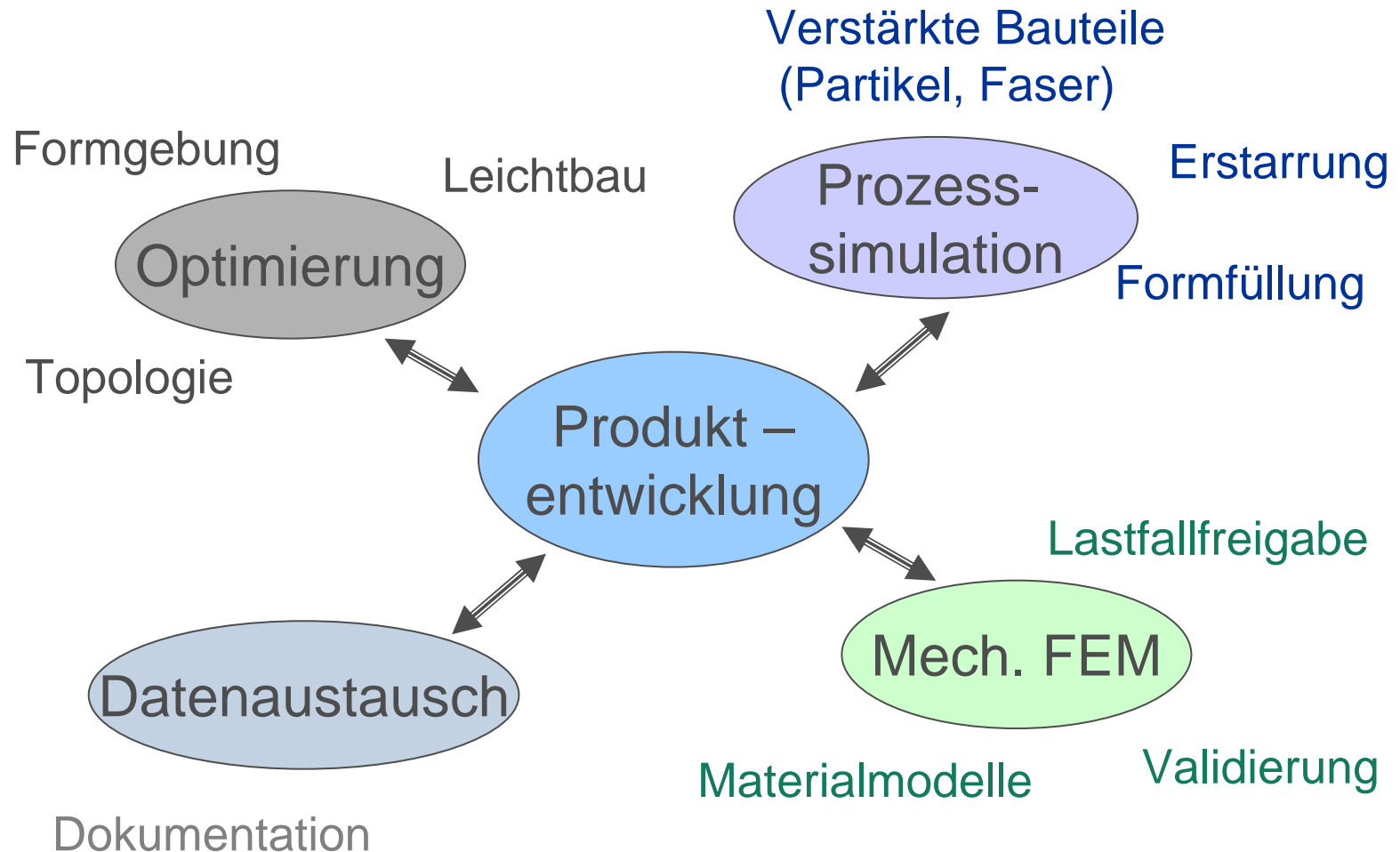


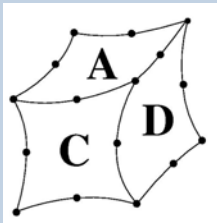


1. Einleitung
2. Produktentwicklung und Simulation
3. Das ICROS Prinzip
4. Beispiele
5. Zusammenfassung und Ausblick

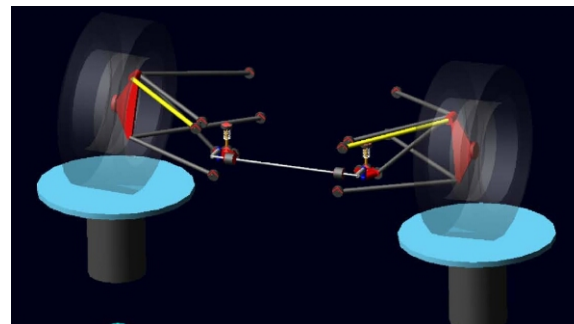
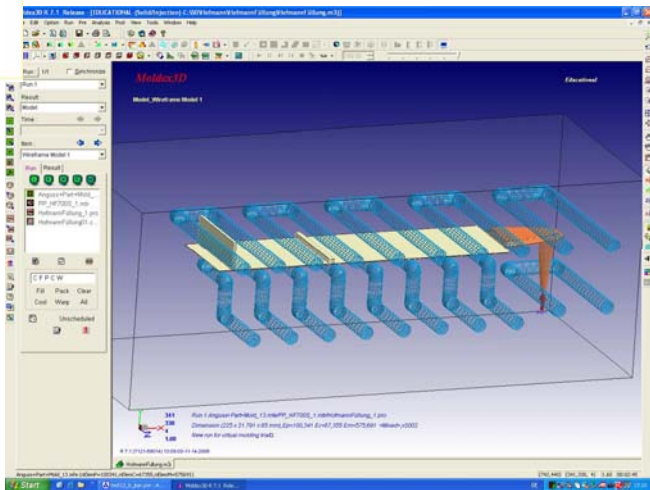
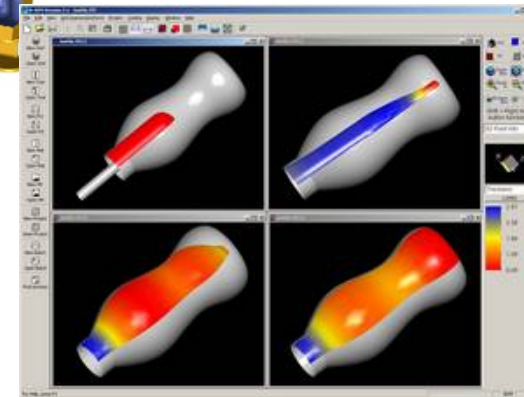
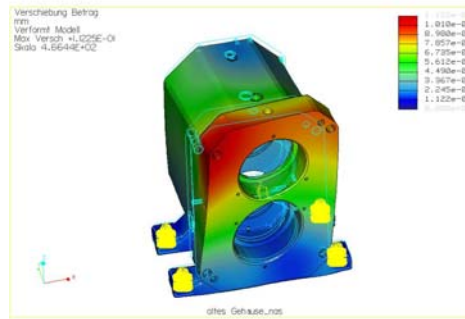
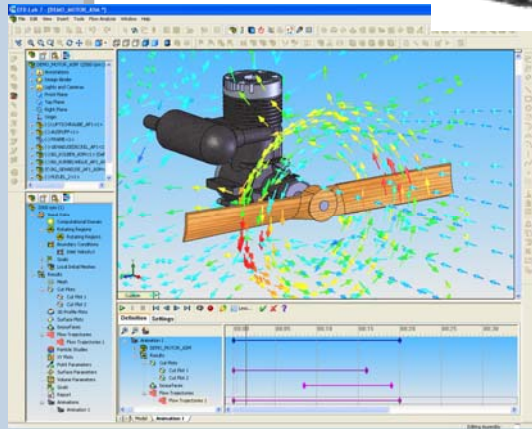


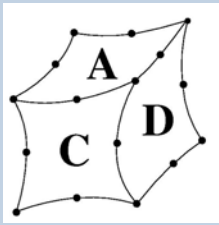
# Aufgaben - MindMap





# Reale Welt der Simulation 1



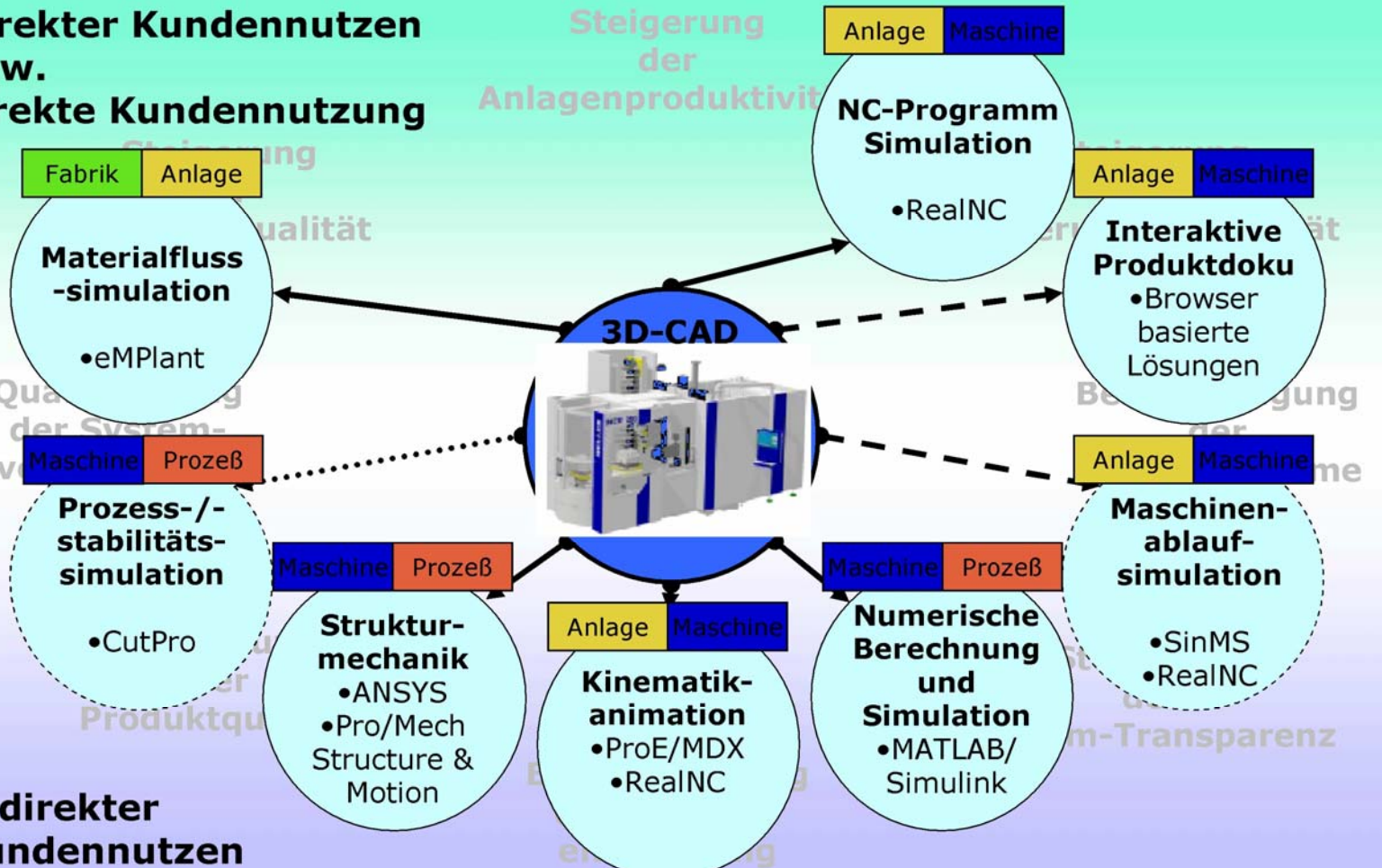


# Beispiel

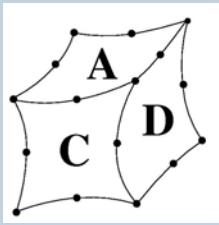


**Direkter Kundennutzen  
bzw.  
direkte Kundennutzung**

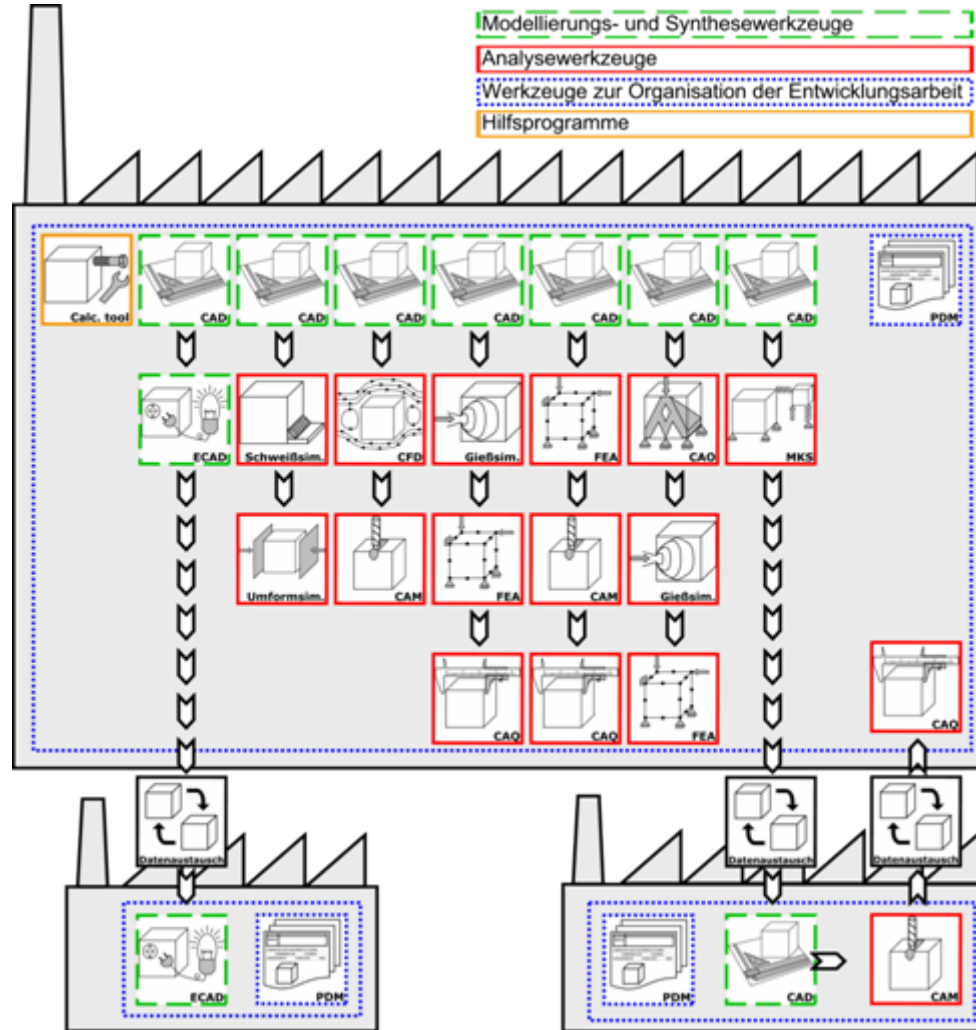
Steigerung  
der  
Anlagenproduktivität

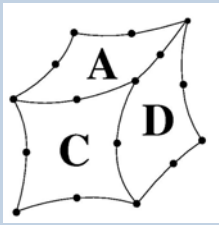


**Indirekter Kundennutzen**



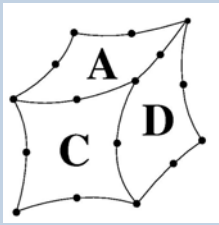
# Reale Welt der Simulation 2





## Reale Welt der Simulation 3

- Durchgängiger Einsatz von Simulationen in der Industrie
- Große Vielfalt der eingesetzten Werkzeuge
- Ablauf und Informationsbedürfnis abhängig von konkreter Aufgabe
- Hilfestellungen für den Fall von Iterationen
- Modellierungsstrategien erforderlich für effiziente Durchführung von Änderungen



# Schnittstellen VDI 2209

Auszug	IGES	SET	VDAFS	PDDI	VDAIS	CAD*I	DXF	STEP AP201	STEP AP214
Standardisierung/Normierung	1991	1996	1983	1989	1989	1985	1986	1996	2001
Matrizen, Vektoren	+	+	o	+	+	+	o	o	+
Punkte, Kanten	+	+	+	+	+	+	+	+	+
analytische Kurven, z.B. Kreis	+	+	-	+	+	+	+	+	+
Freiformflächen (z.B. Splines)	o	+	+	+	+	+	+	+	+
analytische Flächen (z.B. Ebenen)	+	+	-	+	+	+	+	+	+
topologische Flächen (z.B. Eckpunkt)	-	-	-	+	-	+	-	+	+
Volumenprimitive (z.B. Quader)	+	+	-	-	-	+	+	-	+
Geometrie-Fertigung	-	-	-	o	-	o	-	-	+
Ebenen, Sichtbarkeit	+	+	-	+	+	+	+	+	+
Gruppierung	+	+	+	+	+	+	-	-	+
externe Referenzen	-	+	-	+	-	-	+	o	+
Toleranzen	-	-	-	+	-	-	-	+	+
technische Angaben (z.B. Material)	-	-	-	+	-	-	o	+	+
technische Elemente (z.B. Flansch)	-	-	-	+	-	-	-	-	+
Fertigungsinformationen (z.B. NC)	-	-	-	+	-	-	-	-	+
FEM	+	+	-	-	-	+	-	-	+

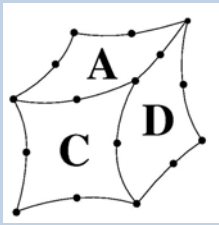


# CAM Schnittstellen Übersicht



Nr. Bezeichnung	Bohren	Drehen	Fräsen	Erodieren	Messen	Multifunktions maschinen	Schnittstellen																	
							IGES	VDA	STEP	Parasolid	VRML	STL	SAT	CATIA	ProE	Unigraphics	Inventor	IDEAS	SolidEdge	SolidWORKS	ME10	DXF	DWG	Cimatron
1 CATIA	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	N	N	J	N	J	N	N	N	N	N	N	J	J	N
2 Cimatron E	J	N	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	N	N	N	N	N	N	J	N	N
3 Mastercam	J	J	J	J	N	J	J	J	J	N	N	J	J	J	J	J	N	N	J	N	N	J	J	N
4 PowerSOLUTION	J	N	J	N	J	J	J	J	J	N	N	J	N	J	J	N	J	N	N	N	N	J	N	J
5 ESPRIT	J	J	J	J	J	J	J	J	J	N	N	N	N	J	J	J	N	N	N	N	N	J	J	N
6 HiCAM	J	J	J	J	J	J	J	J	J	N	N	N	N	J	N	J	J	N	N	N	N	N	N	N
7 MegaCAM / ProfiCAM	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	N	N	J	J	J	N	N	N	J	J	J	J	J	N
8 TopSolid`Cam	J	J	J	J	J	J	J	J	J	N	N	N	J	J	J	N	N	N	J	J	J	J	J	N
9 Goelan	J	J	J	J	N	J	J	J	J	N	N	J	J	J	N	N	N	J	J	J	J	J	J	N
10 hyperMILL	J	N	J	N	N	J	J	J	J	N	J	N	J	J	J	N	N	N	J	N	N	J	J	N
11 ProMANUFACTURING	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	N	J	J	N	N	N	N	N	N	N	J	N	N
12 Pictures by PC / CAM	J	J	J	J	J	J	J	J	J	N	N	J	J	N	N	N	N	N	N	N	N	J	N	N
13 WorkNC	J	N	J	J	J	J	J	J	J	N	N	N	N	J	J	J	J	J	J	N	N	N	N	N
14 Prospector	J	N	J	N	N	J	J	J	J	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
15 CadraNC	J	J	J	J	J	J	J	N	N	N	N	N	N	J	J	N	N	N	N	N	N	J	J	N
16 SolidCAM	J	J	J	J	N	N	J	J	J	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	J	J	N
17 Tebis	J	N	J	J	J	J	N	J	N	N	N	N	N	J	J	J	N	N	N	N	J	N	N	N
18 CAMWorks	J	J	J	J	J	J	J	J	J	N	N	N	N	N	N	J	N	N	N	N	J	N	N	N
19 Unigraphics NX	J	J	J	J	J	J	J	J	J	N	N	N	N	J	J	J	N	N	N	N	N	J	J	N
20 VX	J	N	J	N	N	J	J	J	J	N	J	J	J	J	J	J	N	N	N	N	N	J	J	N
21 VISI-Series	J	N	J	J	N	J	J	J	J	N	N	J	J	J	J	J	N	N	N	N	N	J	J	N



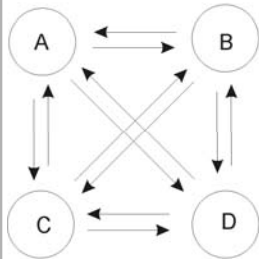


# Schnittstellen Datenverlust



Datenaustausch mittels:

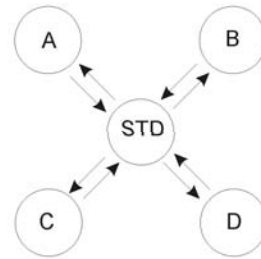
Native-Schnittstellen



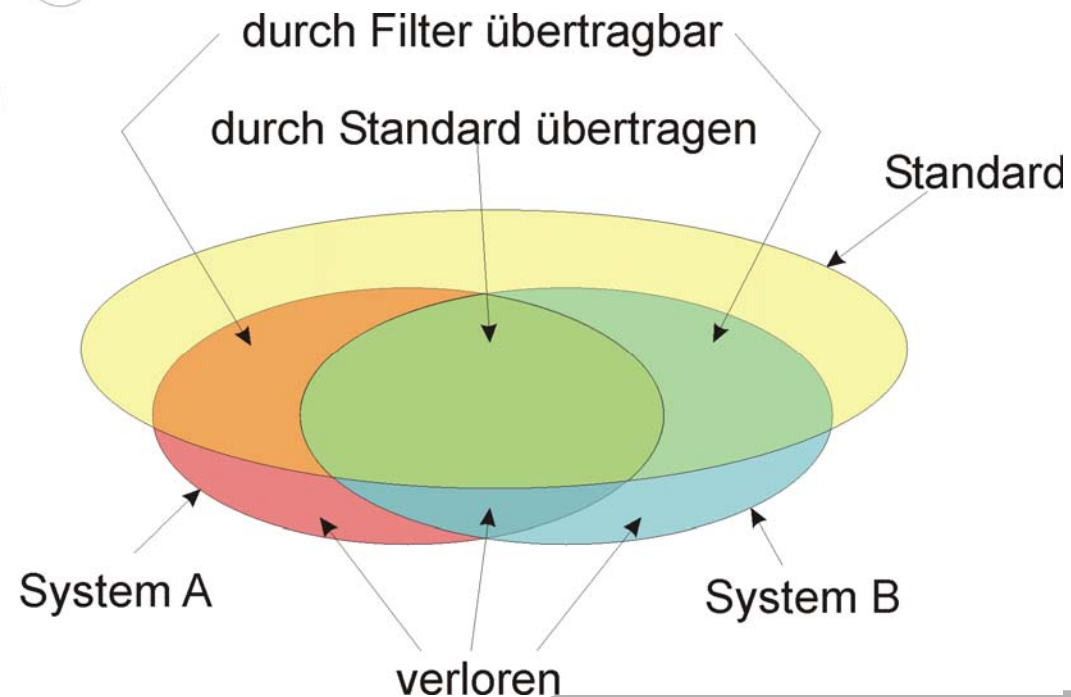
Anzahl der Schnittstellenprogramme

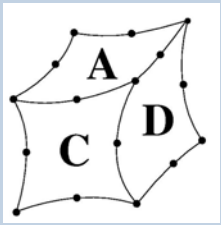
$$i = n \cdot (n-1)$$

Standard-Schnittstelle

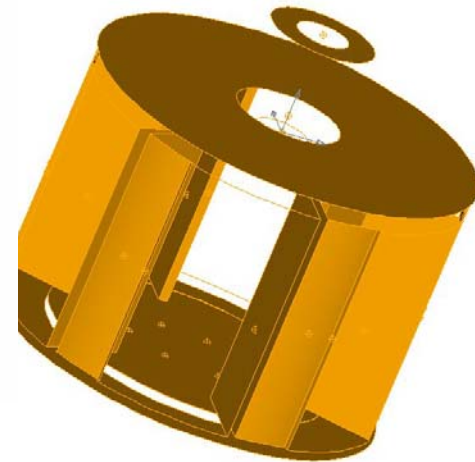
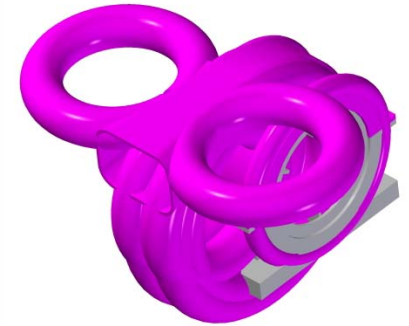
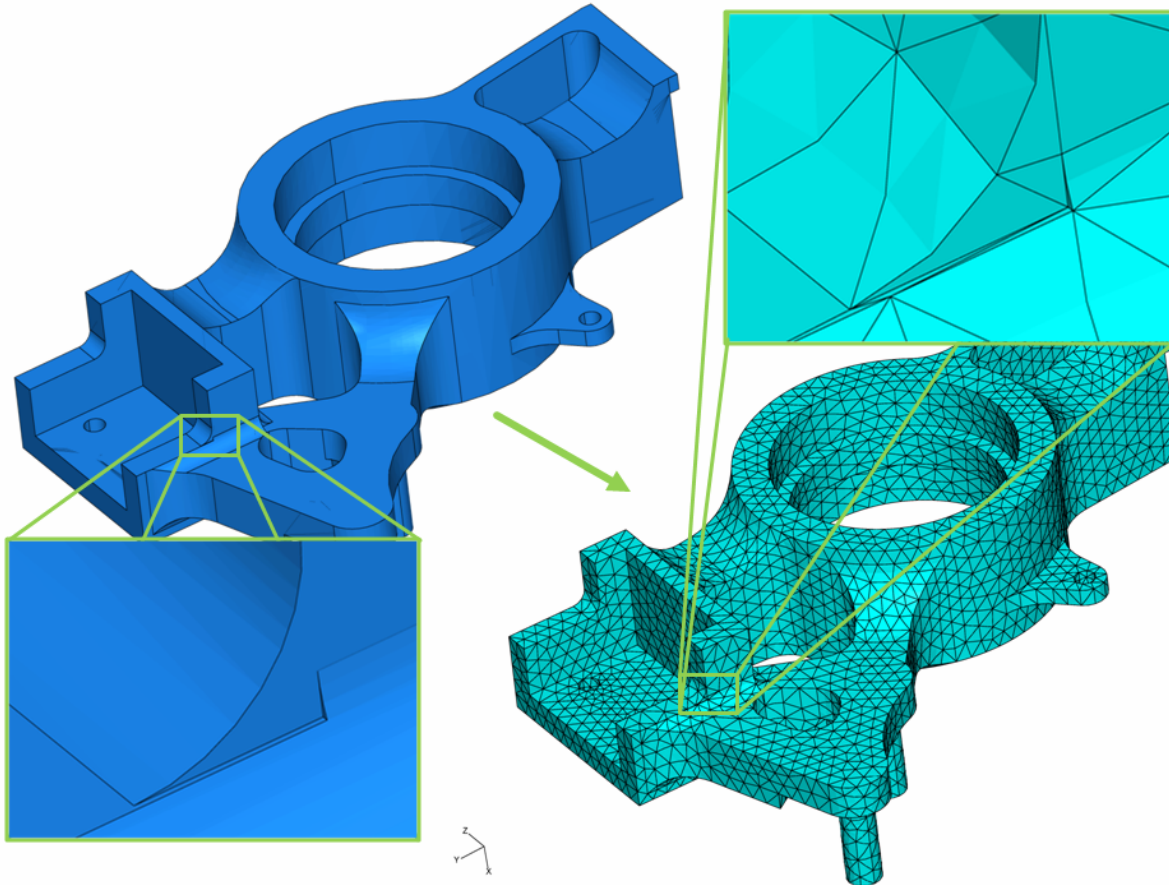


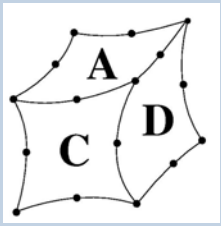
$$i = 2n$$



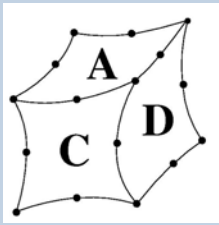


# Fehler





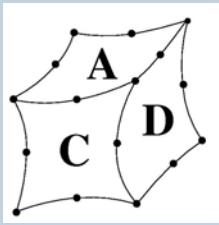
1. Einleitung
2. Produktentwicklung und Simulation
3. Das ICROS Prinzip
4. Beispiele
5. Zusammenfassung und Ausblick



# Vier Schritte zum Erfolg

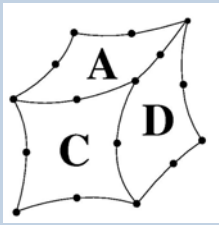
Vorgehen in Anlehnung an Pahl/Beitz bzw. VDI 2221

1. Planen und Klären der Simulationsbedarfs
2. Konzipieren der notwendigen Simulationserfordernisse
3. Entwurf des Simulationsszenarios
4. Ausarbeitung der Simulationsumgebung



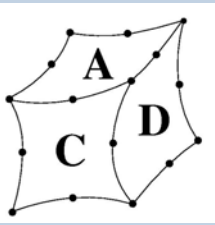
# Schritt 1 - Erfordernisse

Simulations- Anforderungsliste Titel: Beispiel				Blatt:1 10.01.2009	LS Konstruktions- lehre und CAD
Nr.	F	Anforderung	Wert	Programmunterstützung Ja / Nein	Verantwortlich
	W				
1		<b>Geometrie</b>			
1.1	F	Designentwurf notwendig		Nein	Designbüro Wierzoch
1.2	F	Maximale Bauhöhe	500mm	Ja	Abt. K1
1.3	W	Minimale Breite	50mm	Ja	Abt. K1
1.4	F	....	....	....	....
2		<b>Material</b>			
2.1	F	Kunststoff	-	Ja	Abt. K2
2.2	F	Säurebeständig	DIN12116	Nein	Abt. K2
2.3	W	Farbe gelb	RAL 1000	Nein	Abt. Design
3		<b>Belastung</b>			
3.1	F	Max. Spannung VM	300 N/mm <sup>2</sup>	Ja	Abt. B1
3.2	F	Max. Verschiebung	10e-3 mm	Ja	Abt. B1
3.3	W	Dauerfest	10e7 LW	Nein	Abt. B2
....		....	....	....	....



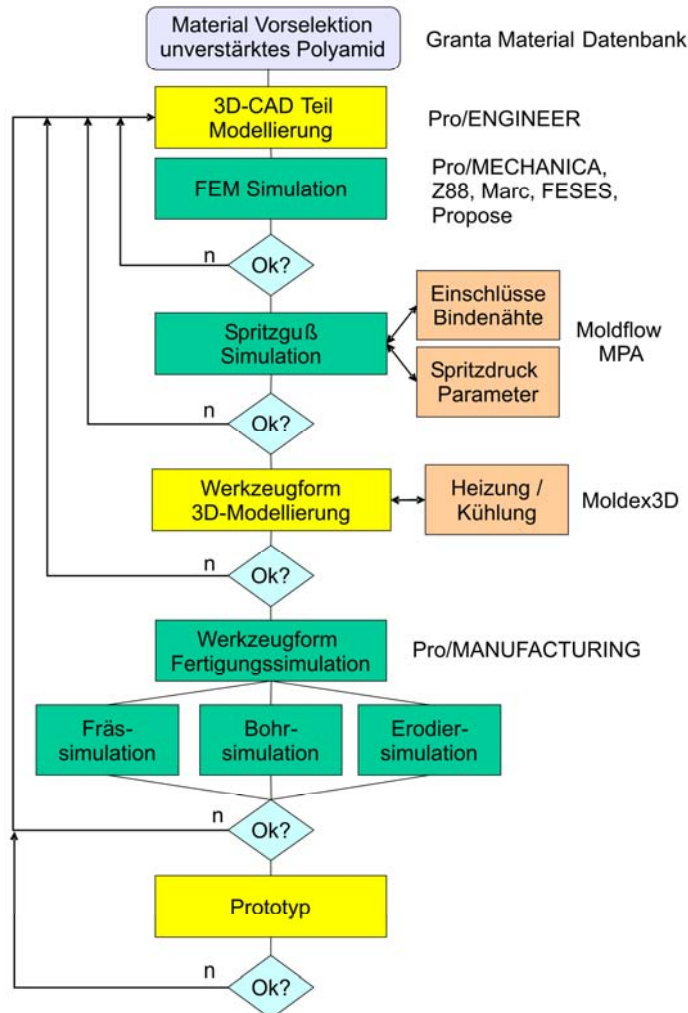
# Schritt 2 - Werkzeuge

Simulationswerkzeug Auswahl Liste Titel: Beispiel					Blatt:1 11.02.09	LS Konstruktionslehre und CAD
Nr.	Anforderung	Werkzeug	Wert	Programm	Release- stand	Bemerkungen
<b>1</b>	<b>Geometrie</b>					
1.2	Maximale Bauhöhe	3D-CAD	mm	ProE	Wildfire 3	Wochenvers.170
1.3	Minimale Breite	3D-CAD	mm	ProE	Wildfire 3	Wochenvers.170
1.4	Bewegungssimulation	MKS	Bauteil Kontakt	ADAMS	2005r2	
<b>2</b>	<b>Material</b>					
2.1	Kunststoff LGF	Datenbank	Festigkeit	Granta Data- base	MI 1.2	Linear + nichtlinear
2.2	Metallteile	Datenbank	E-Modul, Querkontraktion	ProMECH	Wildfire3	Wochenvers.170
<b>3</b>	<b>Belastung</b>					
3.1	Max. Spannung VM	FEM	N/mm <sup>2</sup>	Ja	Z88	V12
3.2	Max. Verschiebung	FEM	mm	Ja	Z88	V12
3.3	Festigkeit	Spritzguß- simulation	Faserverlauf	Moldex3D	V 8.0	Datenübernahme in nichtlineare FEM
....						

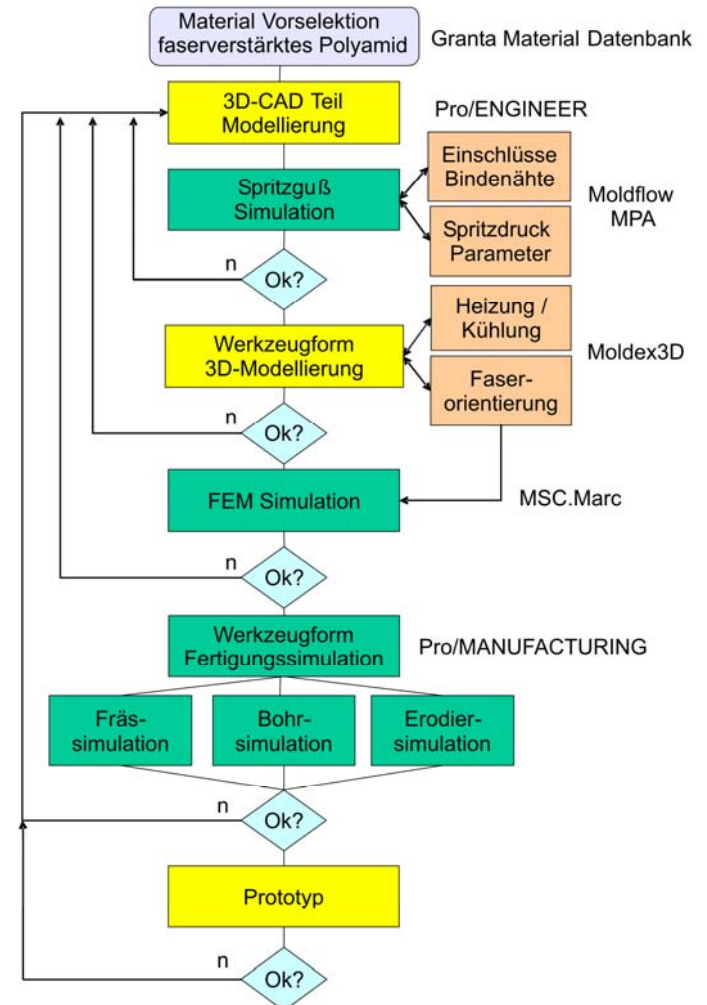


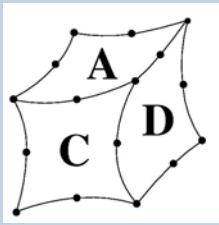
# Schritt 3 - Verknüpfung

## Fall A

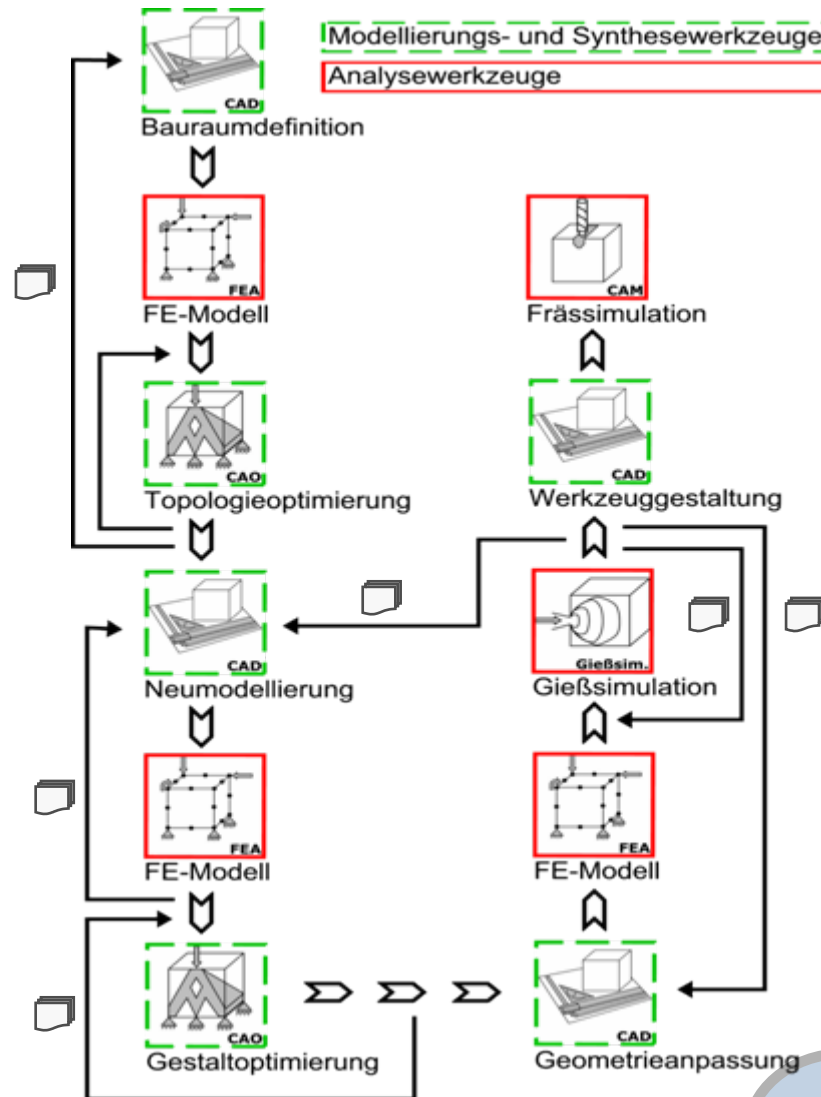


## Fall B

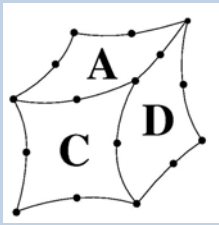




# Schritt 4 - Granularität



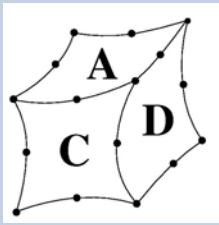




# ICROS Hilfsmittel

Einsatz =  $f(\text{Aufgabe, Umfang, Ressourcen, ...})$

1. Manuelle Aufschreibungen
2. Maschinelle Unterstützung



# ICROS needs support



## Lösungsansatz Assistenzsystem

### Einbindung von Hilfestellungen

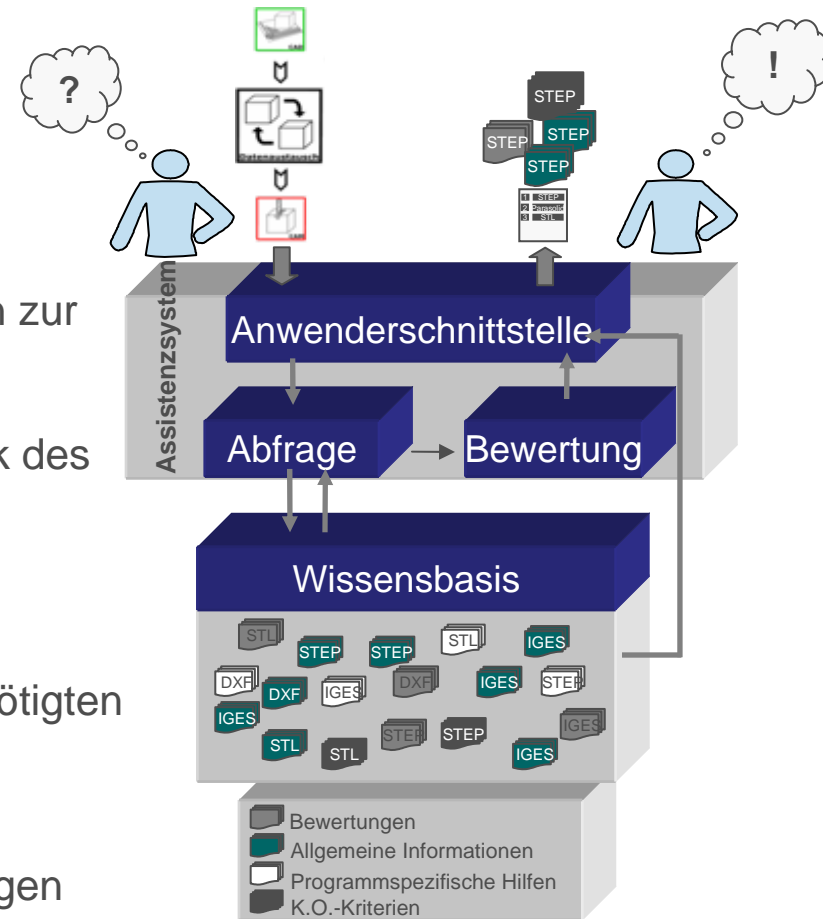
- Hinterlegung von Hilfestellungen in einer Wissensbasis
- Einarbeitung von grundlegenden Kriterien zur Bewertung von Datenformaten

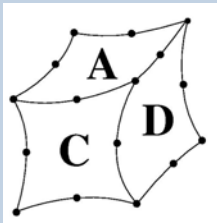
### Abfrage für den Datenaustausch

- Angabe von Start- und Zielsystem, Zweck des Austauschs
- Suche nach den Hilfen
- Erstellung einer Bewertung

### Unterstützung des Anwenders

- Identifikation der bei der Anwendung benötigten und erzeugten Daten und Informationen
- Anlieferung einer Rangfolge für mögliche Schnittstellen
- Verlinkung zu den relevanten Hilfestellungen
- Handlungsempfehlungen
- Verknüpfung von Informationsfluss und Prozess zur gezielten situationsabhängigen Unterstützung





# FORFLOW

Bayerischer Forschungsverbund für Prozess- und Workflowunterstützung zur Planung- und Steuerung der Abläufe in der Produktentwicklung



Technische Universität München

## Process Navigator

Dokumente   CAD Suche   Methoden   **Werkzeuge**   CAx\_ Dateiformate   Wissensbasis

**Quellprogramm:**

Standard       Benutzerdefiniert

**Design for:**

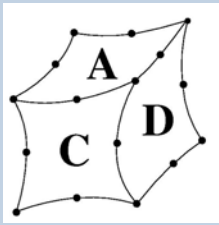
1. <input type="text" value="Kosten"/>	1. <input type="text" value="Leichtbau"/> <input type="button" value="v"/>
2. <input type="text" value="Festigkeit, statisch"/>	2. <input type="text" value="Festigkeit, statisch"/> <input type="button" value="v"/>
3. <input type="text" value="Gießbarkeit"/>	3. <input type="text" value="Fräsbarkeit"/> <input type="button" value="v"/>

Firmeninterne Programme bevorzugen  
 Best-Practice Programmauswahl bevorzugen

**Suchergebnis:** Programm firmenintern vorhanden

Design for	Durchführende Analyse	Empfohlene Methoden und Werkzeuge	Hilfestellung	
Leichtbau	Bauteiloptimierung	1. TOSCA 6.11 2. OptiStruct	<input type="button" value="Normal"/>	<input type="button" value="Expert"/>
Festigkeit, statisch	Finite Elemente Analyse, statisch	1. ABAQUS 6.7-1 – General Static 2. Pro/E Wildfire 3.0 – Pro/MECHANICA 3. Nastran – Statikanalyse	<input type="button" value="Normal"/>	<input type="button" value="Expert"/>
Fräsbarkeit	CAM-Simulation	1. Vericut 2. Pro/E Wildfire 3.0 - Manufacturing-Modul 3. CATIA V5 –CAM	<input type="button" value="Normal"/>	<input type="button" value="Expert"/>

Prozess ID: 49420 Name: Zusammentragen von Informationen State: ready Owner:




# FORFLOW



UNIVERSITÄT  
BAYREUTH

## Process Navigator



Dokumente CAD Suche Methoden Werkzeuge CAx - Datenformate Wissensbasis

**Austauschvorgang:**  
**Quellprogramm:** Pro/E Wildfire 3.0  
**Zielprogramm:** ABAQUS 6.7-1 / TOSCA 6  
**Zweck:** Topo-Optimierung

**Unterstützung für den Datenaustausch:**  
 einfach  erweitert  
Gezielte Suche nach Empfehlungen für eine bestimmte Schnittstelle

**Schnittstelle:** STEP AP 214

**Empfehlungen zu folgenden Kategorien**

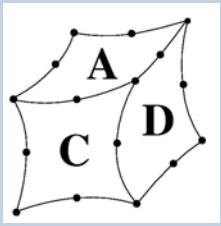
Export  
 Import  
 Spezielle Kategorien

- Modellvorbereitung
- Toleranzen
- Geometriefehler
- Zusätzliche Daten

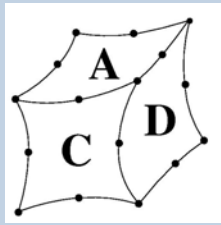
Suchen

Abbrechen Speichern Beenden

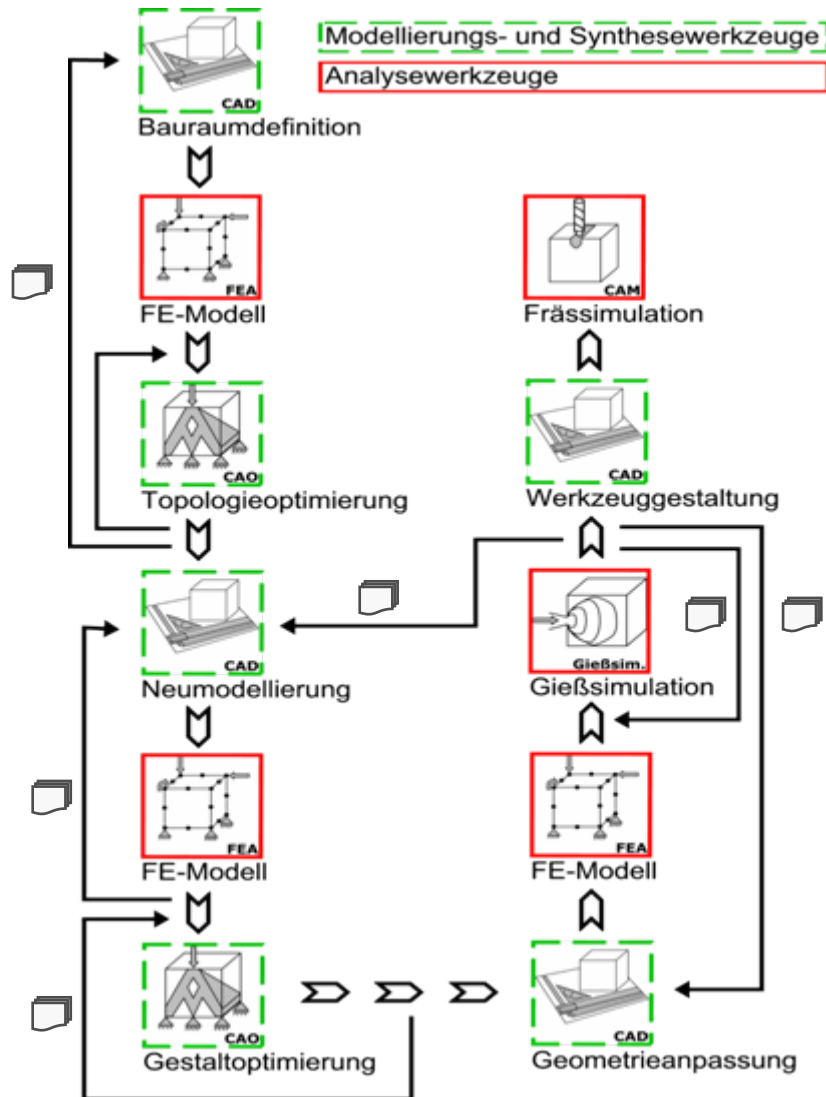
Prozess ID: 49420 Name: Zusammentragen von Informationen State: ready Owner:



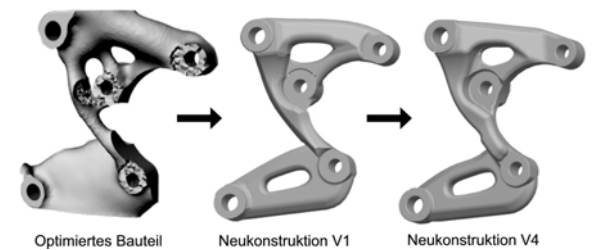
1. Einleitung
2. Produktentwicklung und Simulation
3. Das ICROS Prinzip
4. Beispiele
5. Zusammenfassung und Ausblick



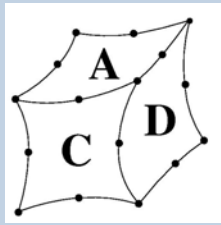
# Beispiel: Gußteilentwicklung



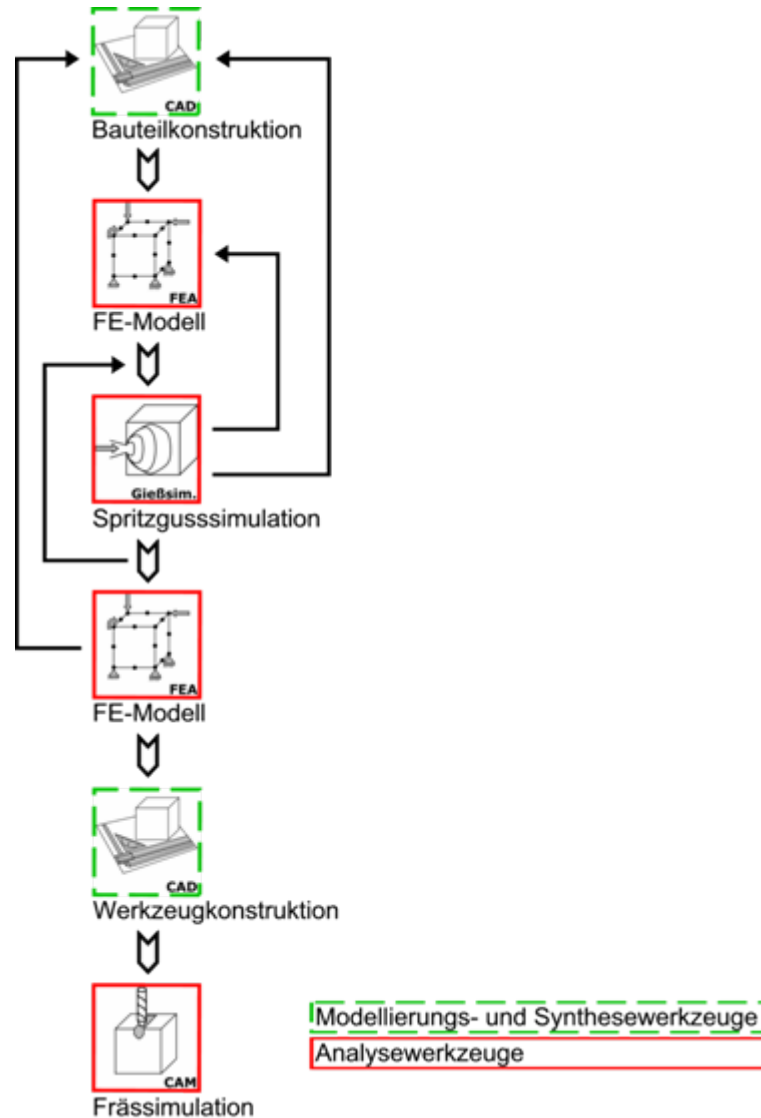
**ICROS- Ablaufdiagramm**  
Aufzeigen der gezielten  
Kopplung der Werkzeuge  
Rücksprungpunkte für  
notwendige Iterationen



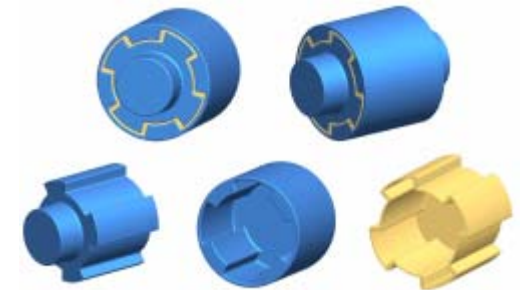
**Beispiel:**  
Topologieoptimierung



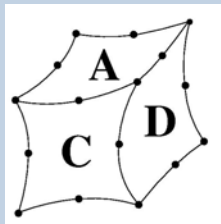
# Beispiel: Kunststoffprodukte



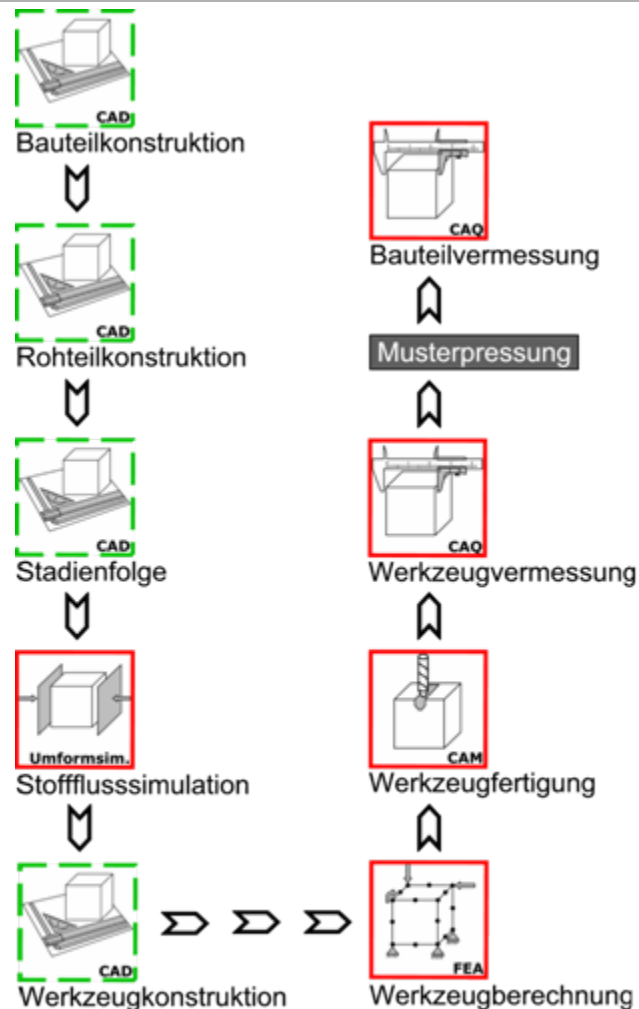
**ICROS- Ablaufdiagramm**  
 Aufzeigen der gezielten  
 Kopplung der Werkzeuge  
 Rücksprungpunkte für  
 notwendige Iterationen



**Beispiel:**  
 Spritzgegossene  
 Polymerbauteile



# Beispiel: Massivumformung



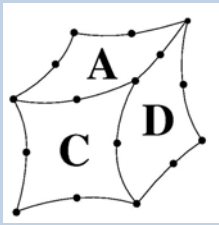
**ICROS- Ablaufdiagramm**  
Aufzeigen der gezielten  
Kopplung der  
Werkzeuge  
Rücksprungpunkte für  
notwendige Iterationen



Modellierungs- und Synthesewerkzeuge

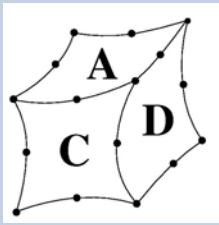
Analysewerkzeuge





# Zusammenfassung

- Entscheidend ist die richtige Verknüpfung und Anbindung der multikomplexen Simulationen
- Ablauf und Informationsbedürfnis abhängig von konkreter Aufgabe
- Erstellung von konkreten Handlungsabläufen bei Simulationsprozessketten mit Bezug zur Konstruktionsaufgabe nach dem ICROS-Verfahren notwendig
- Nutzung/Schaffung geeigneter Werkzeuge wie dem FORFLOW Prozessnavigator unabdingbar



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Kontakt: [reinhard.hackenschmidt@uni-bayreuth.de](mailto:reinhard.hackenschmidt@uni-bayreuth.de)