

Das Projekt

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

BETREUT VOM



Projektträger
Forschungszentrum
Karlsruhe (PTKA)

Integrative Produktentwicklung mit virtuellen Prototypen

- Forschungsverbund
Zusammenarbeit von 4 Unternehmen,
2 Forschungseinrichtungen und Verbänden
- Gesamtumfang 2,71 Mio. €
- Laufzeit 3 Jahre - Zeitraum 08/2008 – 08/2011
- Projekt im Rahmenkonzept "Forschung für die Produktion von morgen"

GEFÖRDERT VOM

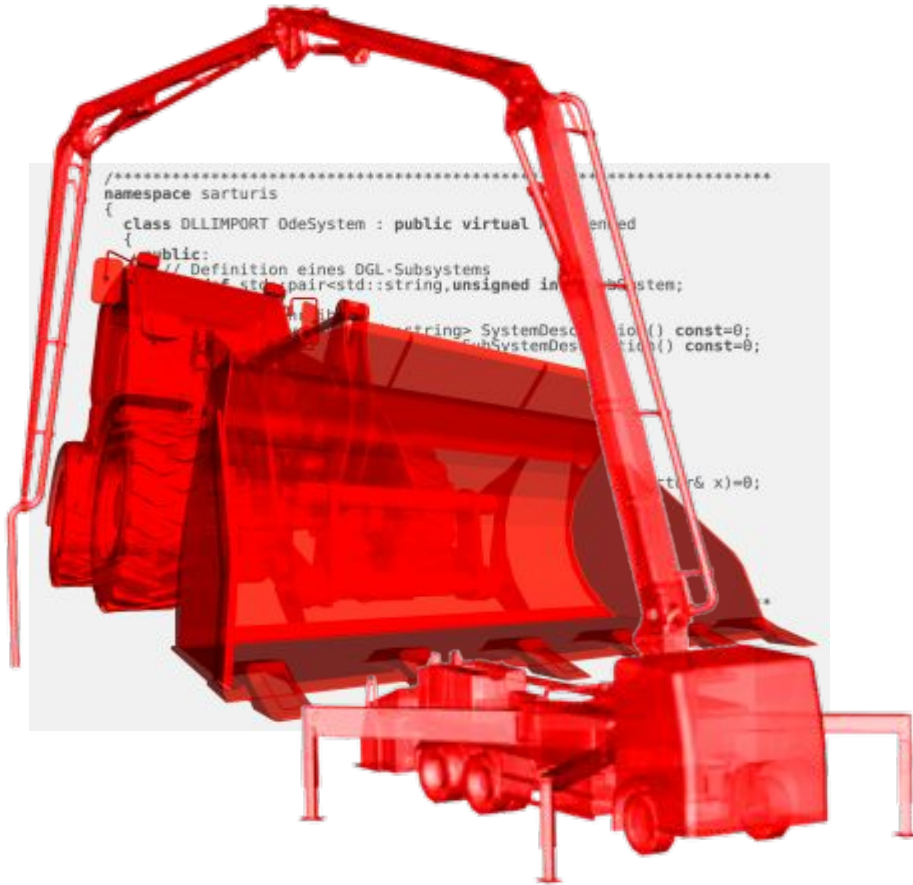


Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

BETREUT VOM

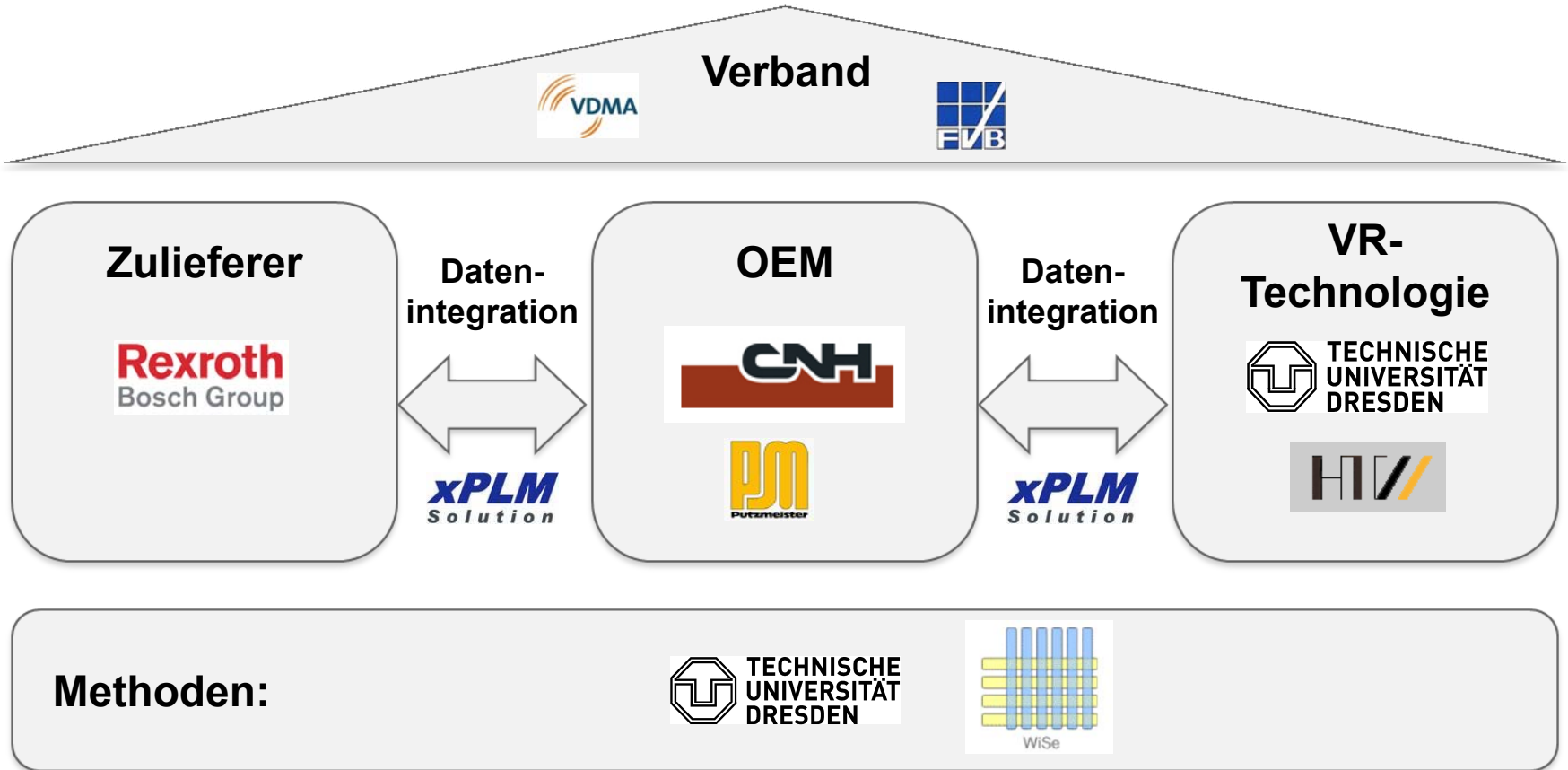


Projektträger
Forschungszentrum
Karlsruhe (PTKA)

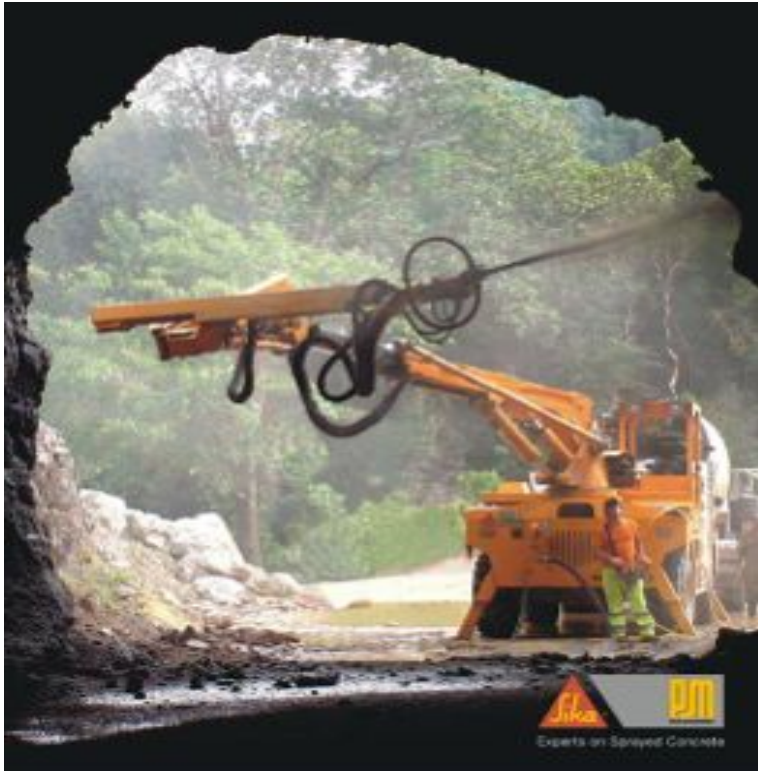


• Virtuelle Prototypen

- Funktionstests in frühen Entwicklungsphasen
- Wiederverwendbare Simulationen
- Einbeziehung des Maschinenführers



Tunnelspritzmaschine SA14 - Putzmeister AG



- **Neuentwurf der SA14**
- **Kostenreduzierung**
- **Studie im CAD**
- **Vereinfachung der Gelenkstruktur**
- **Bewertung durch Testpersonen/ Kunden am Simulator**

Radlader CASE 921E - CNH



- **Untersuchung alternativer Bedienkonzepte**
- **Ersetzen des Lenkrades durch Joysticklenkung**
- **Fahrversuche am interaktiven Bewegungssimulator der TU Dresden**
- **Anschließende Befragung der Probanden**

Antriebsstrang Skid Steer Loader - Bosch Rexroth AG



- **Bewertung des Fahrverhaltens**
- **Untersuchung der Wechselwirkung zwischen Mensch und Maschine im Versuchsfeld und mittels interaktiver Simulation**
- **Objektivierung des Fahrverhaltens zwecks Reproduzierbarkeit und Vergleichbarkeit**

Demonstrator

Vorstellung und Anwendung der INPROVY-Methode

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

BETREUT VOM



Projektträger
Forschungszentrum
Karlsruhe (PTKA)

- Das nachfolgende Beispiel dient der Demonstration der im Forschungsprojekt INROVY erarbeiteten Methode zur Erstellung und Simulation virtueller Prototypen.
- Um den Schutz der im Projekt verwendeten Produktdaten zu gewährleisten, erfolgt die Demonstration der Methode anhand des fiktiven Beispiels Hydraulikbagger MH-City exemplarisch.

Demonstrator-Beispiel Mobilbagger MH City



- **Domänenübergreifende Simulation des hydraulischen Systems und der mechanischen Struktur**
- **Variantenbildung: Austausch der Komponente Verstellausleger durch einen Monoblockausleger**
- **Bewertung des veränderten Systems**

Framework zur Erstellung virtueller Prototypen

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

BETREUT VOM



Projektträger
Forschungszentrum
Karlsruhe (PTKA)

- Das geschaffene Framework strukturiert und systematisiert Aspekte und Sichten der modellgestützten Simulation

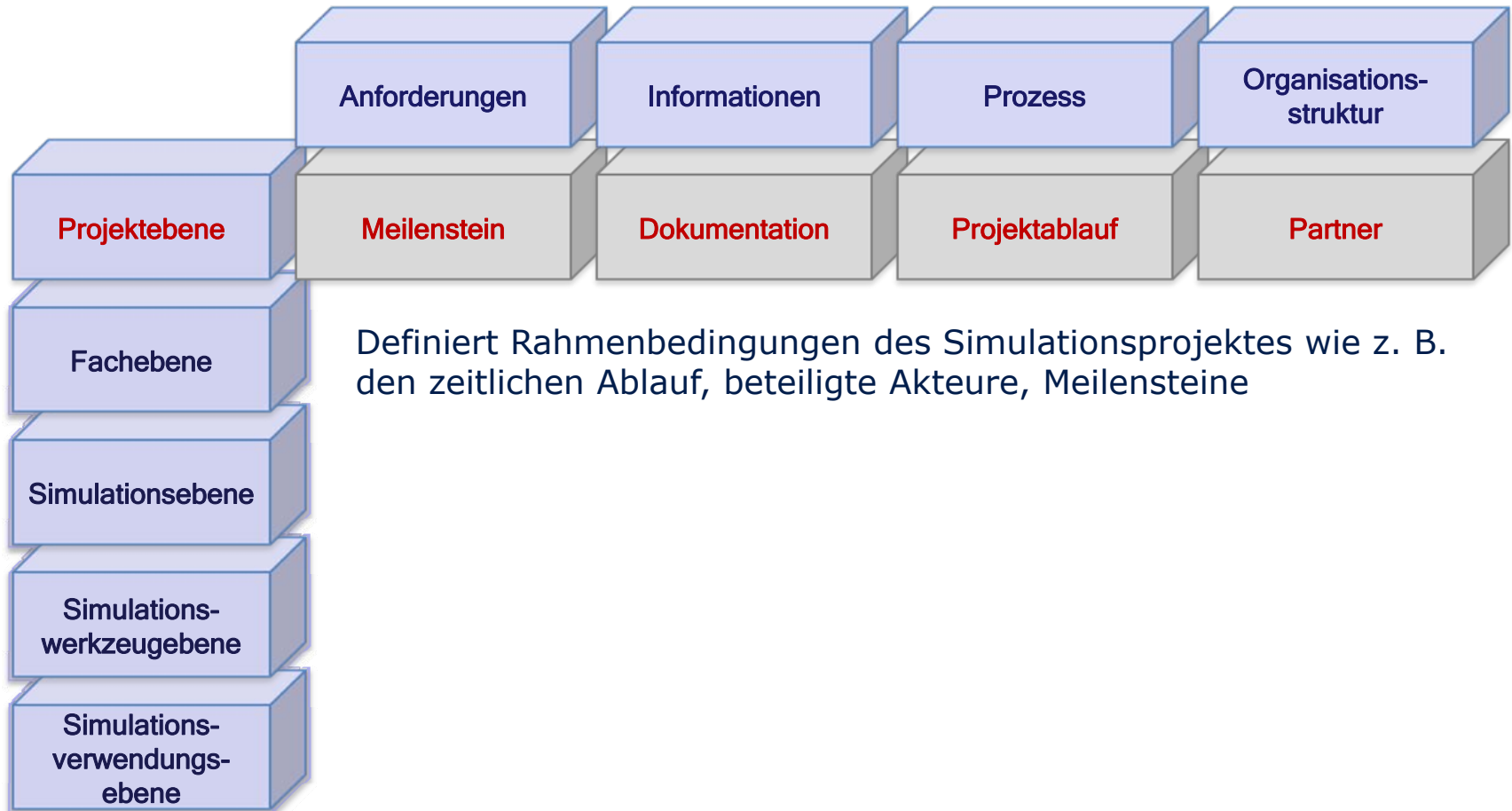
- Für die fünf Ebenen

- Projektebene
- Fachebene
- Simulationsebene
- Simulationswerkzeugebene
- Simulationsverwendungsebene

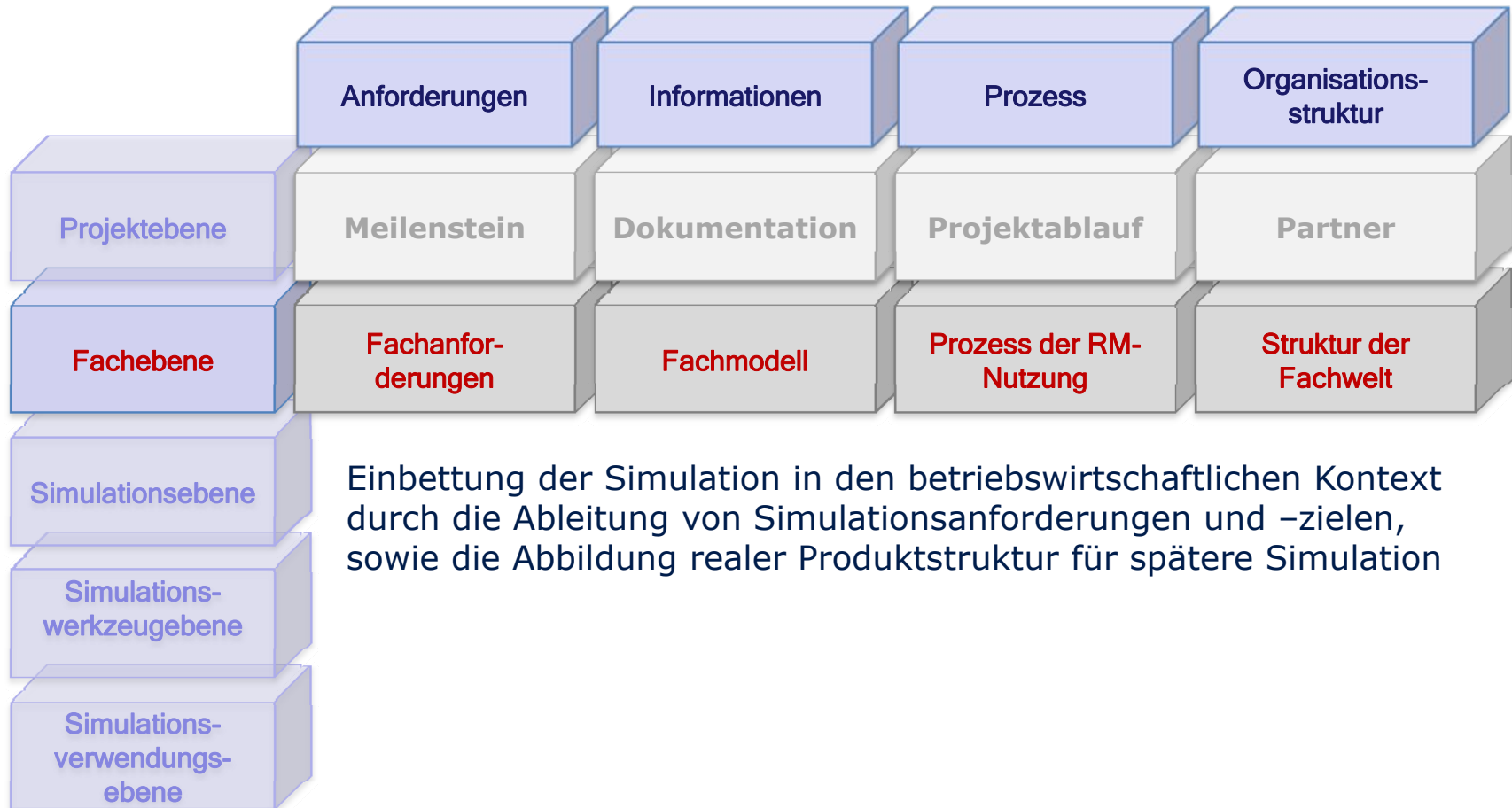


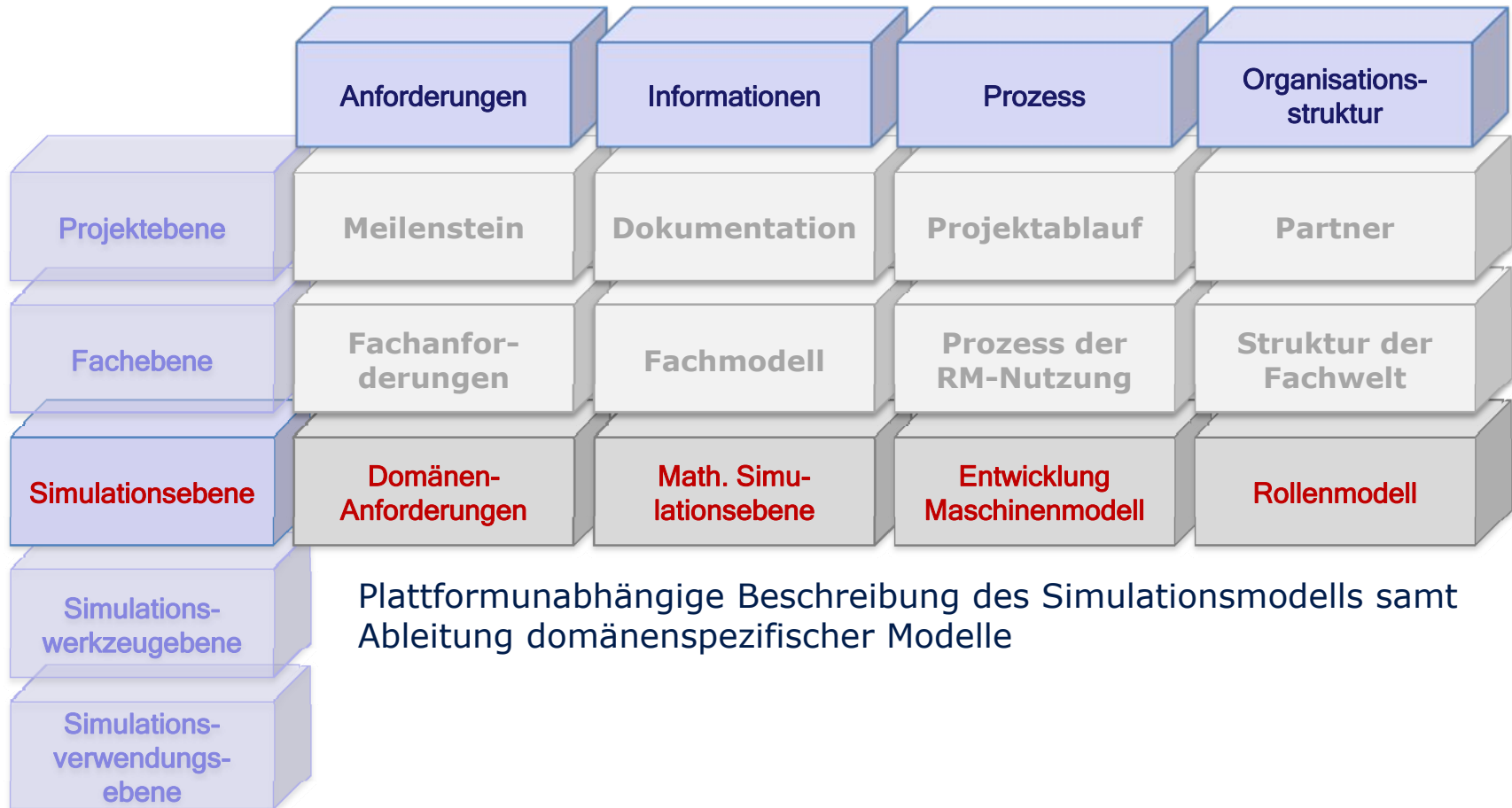
werden Anforderungen, Informationen, Prozesse und Organisationsstrukturen zugeordnet

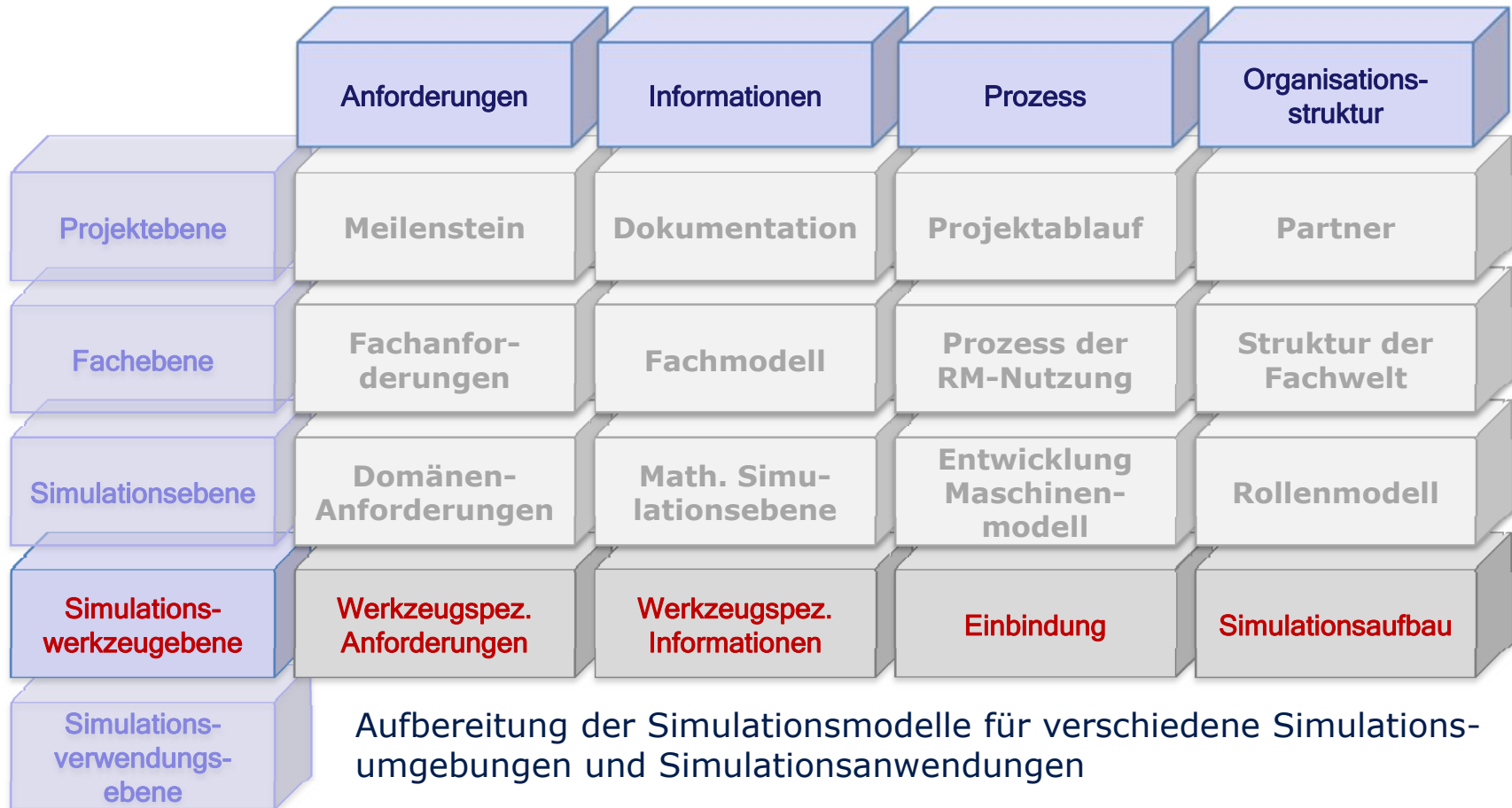
- Innerhalb einer Ebene können mit Hilfe des Frameworks verschiedene Sichten auf das Modell gebildet werden, bspw. eine ablaforientierte Sicht oder aus Sicht der relevanten Informationsobjekte

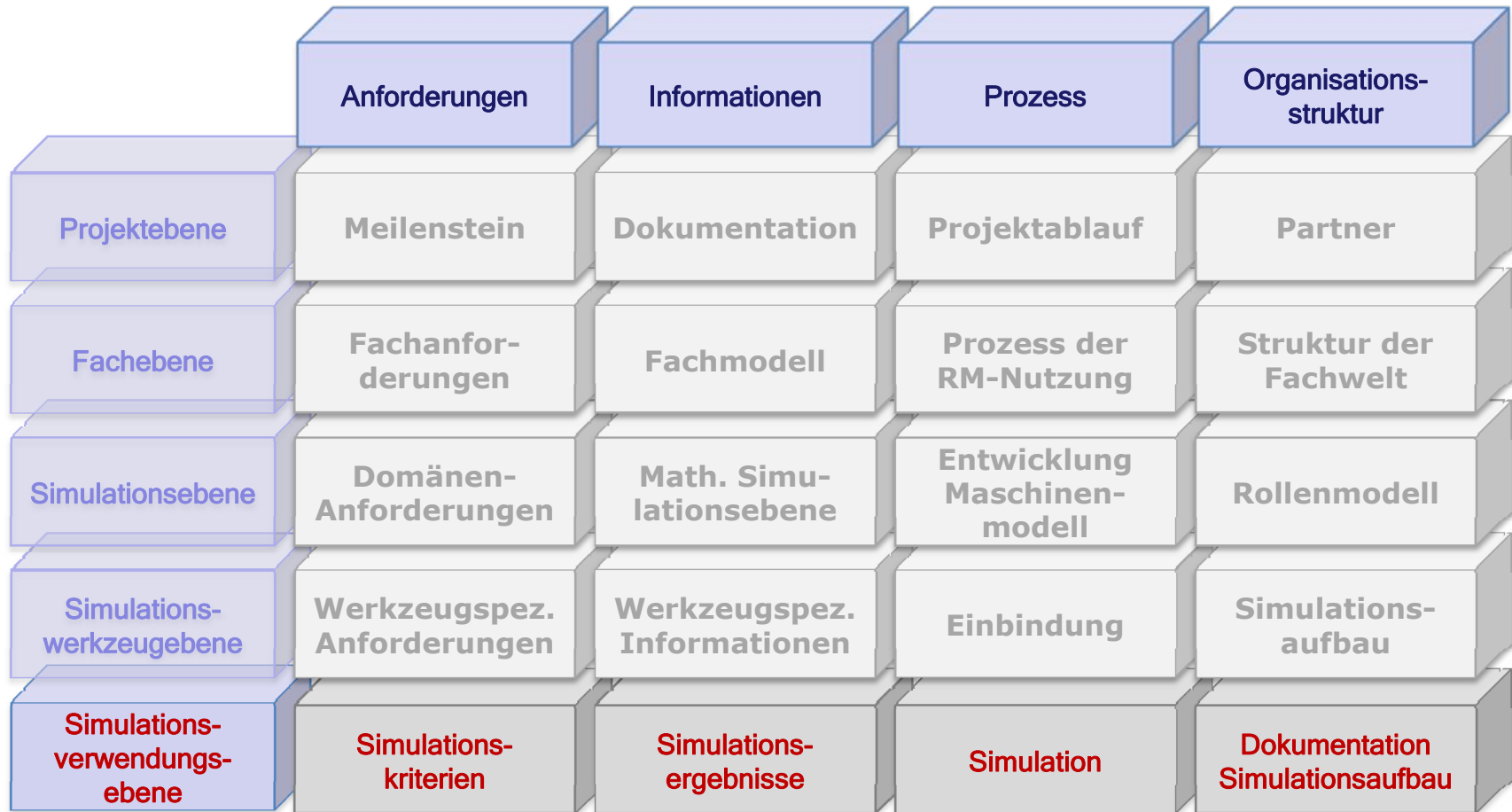


Definiert Rahmenbedingungen des Simulationsprojektes wie z. B. den zeitlichen Ablauf, beteiligte Akteure, Meilensteine









Vorbereitung, Umsetzung und Durchführung der Simulation, sowie Rückführung der Simulationsergebnisse in den betrieblichen Kontext

Beispiel MH-City

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

BETREUT VOM



Projektträger
Forschungszentrum
Karlsruhe (PTKA)



Quelle: <http://www.europe-machinery.de/gebrauchte/mobilbagger/1829051/o-k-mh-city.html>

- Im folgenden soll die Erstellung eines virtuellen Prototypen für den Hydraulikbagger MH-City nachvollzogen werden. Dazu werden folgende Stationen im Demonstrator näher betrachtet:

01 Fachebene

- Modellierung
- CAD

02 Simulationsebene

- Modellierung
- PyMBS

03 Werkzeugebene

- Visualisierung
- SARTURIS

04 Workflow

05 Variantenbildung mit Referenzmodellnutzung

06 Simulationsverwendung

01 Fachebene - Modellierung

GEFÖRDERT VOM



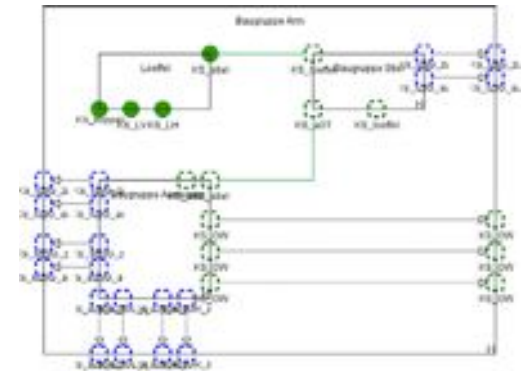
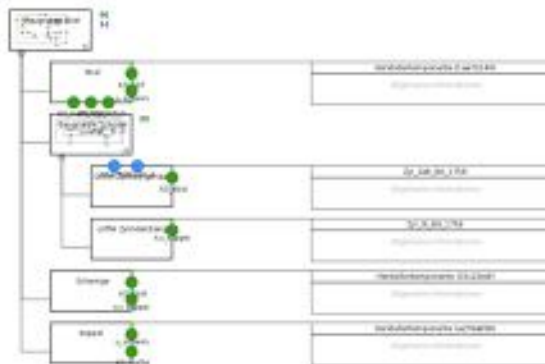
Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

BETREUT VOM

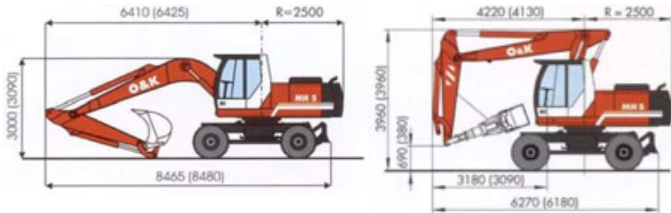


Projektträger
Forschungszentrum
Karlsruhe (PTKA)

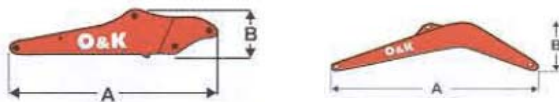
- Das Ziel der Fachebene liegt in der
 - Trennung zwischen herstellernunabhängigem Produktmodell und herstellereinspezifischer Konfiguration einer Arbeitsmaschine
 - Definition einer Komponentenstruktur zur Austauschbarkeit von Bauteilen und Baugruppen im Fach- und Simulationsmodell
 - Aufbereitung benötigter Schnittstellendefinitionen der Produktkomponenten für die Simulation
 - Parametrisierung des allgemeinen Simulationsmodells durch herstellereinspezifische Konfiguration



Produktvarianten



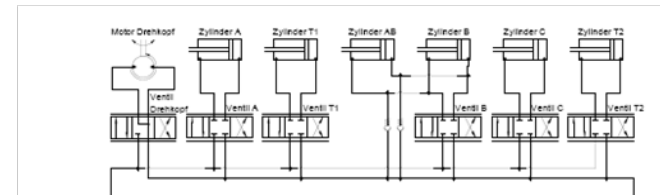
Mechanische Komponenten



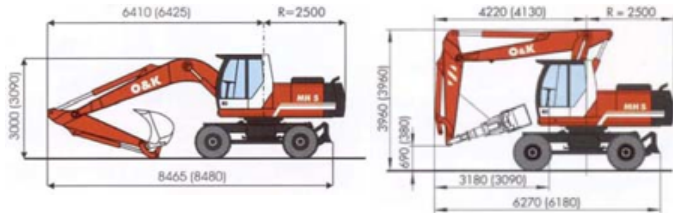
ERP-Stückliste

POS	S	MENGE	ME	BENENNUNG	SACHNR	F	CR	PL	M	P	V	PD
001	1	1	00	MOTOR 38/2300 BF4M1012 PROJECT 8037-5 *KND	2781144*	12	18					
002	1	1	00	MEHRGREGESPUMPE ABV0551A1+AAV028DMD+2P *RA	2460374	4	39	18				
003	1	1	00	DOPELSPUMPE ABV0551A1H2/6081 *RA	2460370	4	39	00				
004	3	1	00	VERSTELSPUMPE AAV028DMDT/328-NZC *RA	2460371	4	12	00				
005	1	1	00	DOPELSPUMPE B-200M+3-50CM	4530896	4	12	00				
006	1	1	00	DOPF LAMBADPUMPE *SPV	22249714*	1	18	18				
007	1	1	00	DRUCKHILFEN 0511.335.0000 *ANG	1296863	1	18	18				
007	2	1	00	LUEFTERMOTOR MM6A1-6-L-7-T-815-BAJES97 *SPV	4530363	0	12	00				
008	1	1	00	DRUCKVENTIL 670451 *HYP	2781541	2	18	18				
009	1	1	00	STILVER 21401-3 *SPV	2222940	3	12	00				
010	1	1	00	BRUENNE FT2-BWR 3 - VERBODEN 9.14	0570848	4	18	18				

Hydraulischaltplan



Produktvarianten



- Eine komponentenorientierte Zerlegung der realen Baustruktur ermöglicht die Abbildung von Produktvarianten.
- Hierfür müssen im Fachmodell austauschbare Komponenten definiert und zusammengefasst werden, die der Produktkonfiguration im Vertrieb entsprechen.
- Der Wechsel zwischen Varianten des Produktmodells ist somit durch Austausch der zuvor definierten Komponenten möglich.

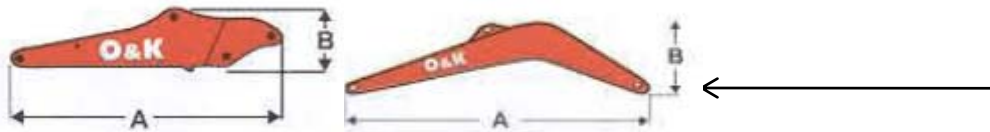
ERP-Stückliste

POS	S	MENGE	ME	BENENNUNG	SACHSE	F	CH	PL	M	P	V	PD
001	1	00	MOTOR 58/2300 BF4M1012 PROJEKT 8037-5 4SHD	2781144*	12	18						
002	1	00	MENKRETESPUMPE ASV05SLA1+A4VG28DM+2P *RA	2460374	4	39	18					
003	1	00	DOFFELPUMPE ASV05SLA1H2/6081 *RA	2460370	4	39	00					
004	3	00	VERSTELLPUMPE A4VG28DM1/32R-NZC *RA	2460371	4	12	00					
005	1	00	DOFFELPUMPE 8.20CM+5.50CM	4530896	4	12	00					
006	1	00	DOFFP.ZAHNRADPUMPE *SPV	2224971*	4	12	18	8				
007	1	00	DRUCKVENTIL 0511.335.0000 *ANG	1296845	1	13	18					
007	2	00	LUBRIFIKATIONSMOTOR 6-L-7-T-S15-EAJE597 *SPV	4530363	0	12	00					
008	1	00	DRUCKVENTIL 670451 *HYF	2781541	2	12	18					
009	1	00	STITZBE 214013-3 *EPS	2222940	2	12	00					
010	1	00	STITZBE 212.1068 4 - VERSTROM 2.14	0270048	2	12	18					



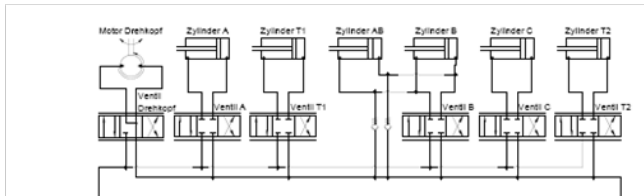
- Die Identifikation einzelner Produktkomponenten erfolgt anhand der Stücklistenstruktur im ERP-System.
- Eine Komponente wird zunächst in der Detaillierung betrachtet, in der sie im Einkauf bzw. Vertrieb bezogen bzw. dem Kunden angeboten wird.
- Für die Verwaltung sinnvoller Produktvarianten werden hierarchische Strukturen in der zunächst flachen Stücklistenstruktur aufgebaut.

Mechanische Komponenten



- Sämtliche einzeln bezogene Komponenten sind anhand ihrer mechanischen Eigenschaften und Schnittstellen zu spezifizieren.
- Baugruppen werden durch Komposition der Bauteile definiert und erst innerhalb der Simulationsmodelle zusammengefasst.
- Die so erreichte Trennung von Fachkomponenten und Simulationskomponenten erlaubt eine höhere Wiederverwendung der Fachmodelle für unterschiedliche Simulationszwecke.

Hydraulikschaltplan



- Die Abbildung hydraulischer Eigenschaften der Fachkomponenten erfolgt anhand von Schaltplänen.
- Hierbei gilt es, die hydraulische Struktur durch geeignete Schnittstellenbeschreibungen in die bisherige Komponentenstruktur zu integrieren.
- Als Resultat entsteht eine Produktstruktur, die sowohl die mechanische als auch die hydraulische Zerlegung einer Arbeitsmaschine anhand zuvor definierter Produktkomponenten ermöglicht.

Produktionsstückliste

0 & K
T1126 WERK 80 / DE334 / STR. STÜCKLISTEN
DRUCKEN BAUKASTEN-STÜCKLISTE FUER SACHNR:

POS	S	MENGE	ME	BEZEICHNUNG	SACHNR	F	CH	PL	M	P	V	PD
001	1	1	00	MOTOR 38/2300 BF4M1012 PROJEKT 8037-5 *KHD	2781144*			12	18			
002	1	00	00	MEHRERLEISUNGS PUMPE ABV05SL1A1A1VG28IMD+ZP *RA	2460374			4	39	18		2
003	1	00	00	DOPPELPUMPE ABV05SL1B2+6081 *RA	2460370			4	39	00		2
004	3	1	00	VERSTELLPUMPE AAVD28IMD1/3ZR-NZC *RA	2460371			4	12	00		2
005	1	1	00	DOPPELPUMPE B.20CM43.50CM	4530596			4	12	00		1
006	1	1	00	DOPP. LAHRADPUMPE *SPV	22249714			12	18			8
007	1	1	00	DRUCKMETER 0511.335.0000 *AKG	1256845			1	15	18		2
007	2	1	00	LIEFERMOTOR 608AL-6-L-7-T-815-EAJE597 *SPV	4530363			0	12	00		2
008	1	1	00	DRUCKVENTIL 670451 *HYF	2781541			2	15	18		1
009	1	2	00	FILTER 21401-3 *HPS	2222940			3	12	00		1
010	1	1	00	BRUNNEN CFS_BAK 1 - VERBETON 2.14	6076044			4	10	18		1



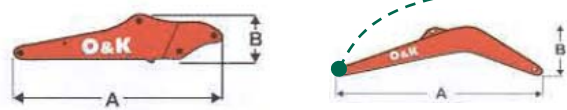


INPROVY Video Dokumentation - Teil 3
Erstellung der Fachebene

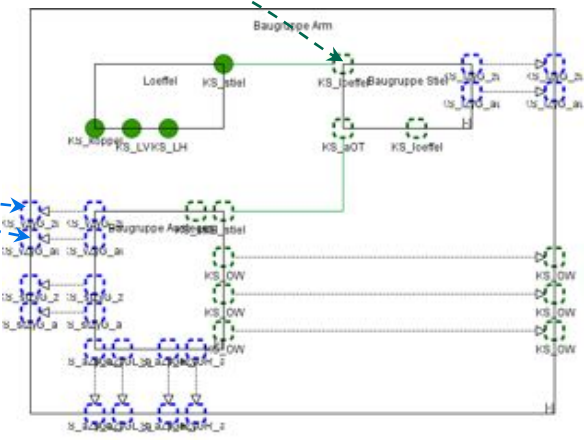
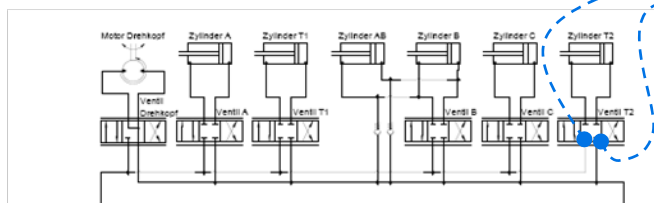


Erstellung der Fachebene

Mechanische Schnittstellen



Hydraulische Schnittstellen



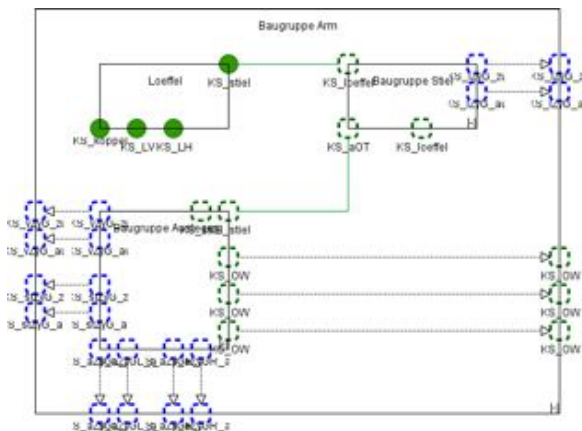
- Produktbaum
 - Herstellerunabhängiges Simulationsmodell
 - Domänenspezifische Schnittstellendefinition
 - Austauschbare Komponentenstruktur
 - Einfache Ableitung von Produktvarianten
 - Herstellerspezifische Konfiguration
 - Definition spezifischer Parameter der Produktkomponenten
 - Einfacher Wechsel unterschiedlicher Lieferanten

- Komponentenmodell
 - Beziehung zwischen Teilkomponenten
 - Verbindung domänenspezifischer Anschlüsse
 - Kapselung von Komponenten durch Interfaces

Produktbaum



Komponentenmodell



01 Fachebene - CAD

GEFÖRDERT VOM

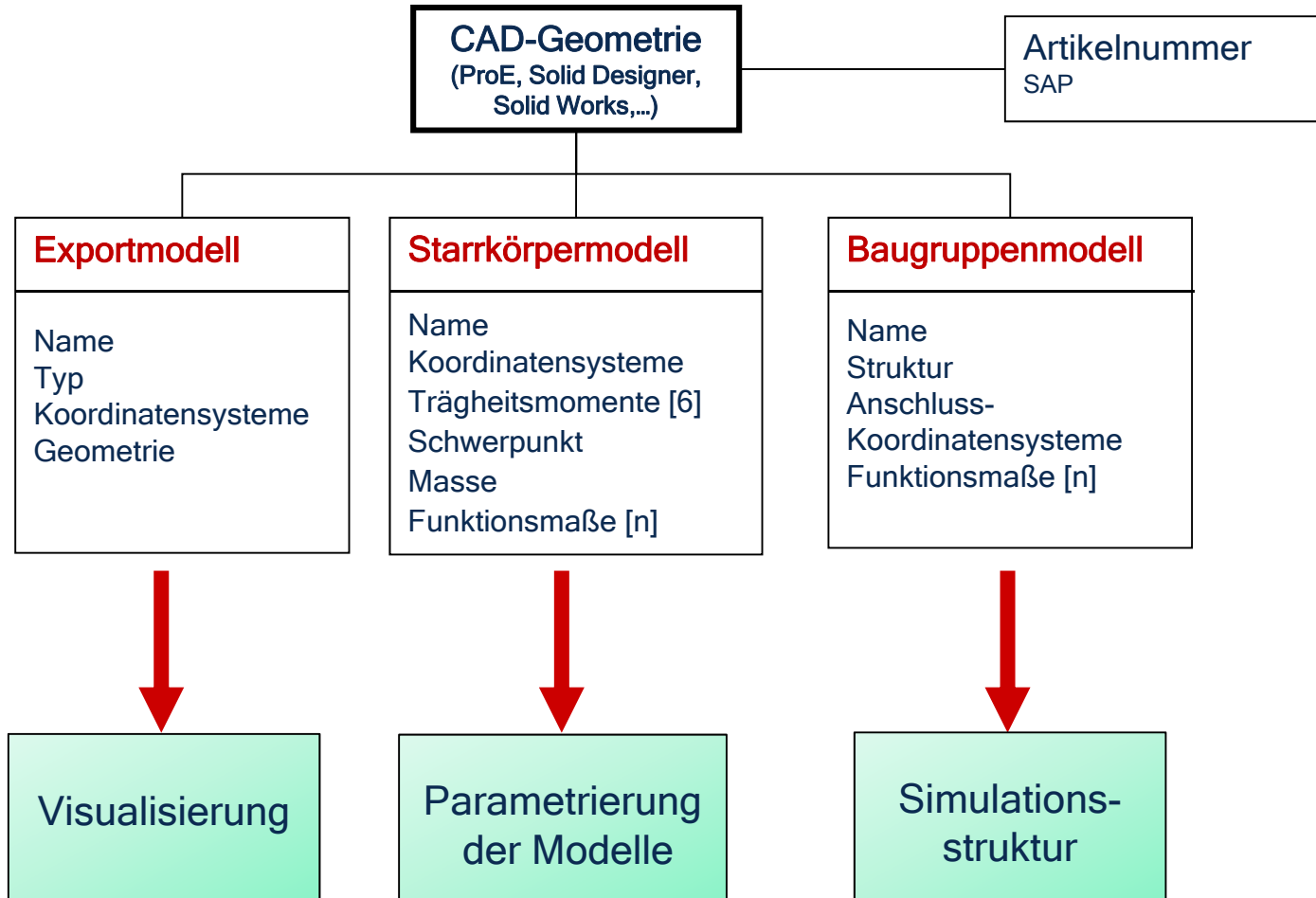


Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

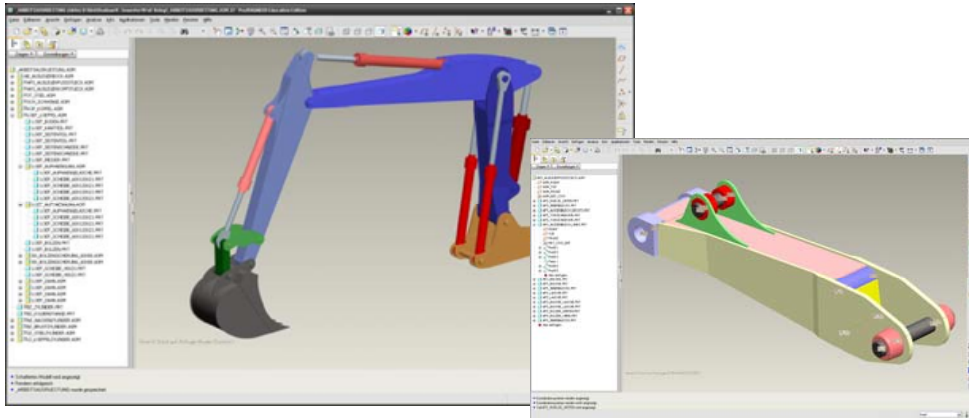
BETREUT VOM



Projektträger
Forschungszentrum
Karlsruhe (PTKA)



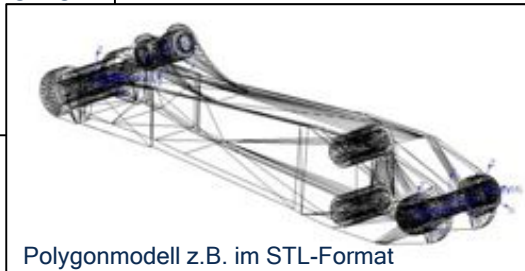
Modellableitung aus dem CAD



CAD-Geometrie
(ProE)

Exportmodell

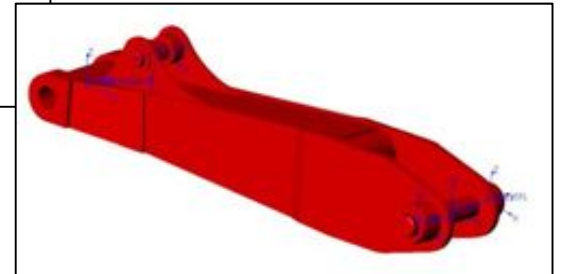
Name
Typ
Koordinatensysteme
Geometrie



Polygonmodell z.B. im STL-Format

Starrkörpermodell

Name
Koordinatensysteme
Trägheitsmomente [6]
Schwerpunkt
Masse
Funktionsmaße [n]



CAD-Baugruppe mit Simulationsstruktur

- Strukturierung der Unterbaugruppen aus Sicht des Simulationsmodells
- Modellierung der Bezugssysteme

Baugruppenmodell

Name
Struktur
Anschluss-
Koordinatensysteme
Funktionsmaße [n]



Zum Starten des Modells klicken Sie bitte auf das Bild

02 Simulationsebene - Modellierung

GEFÖRDERT VOM



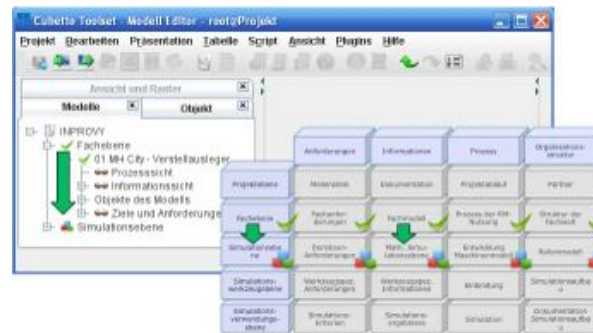
Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

BETREUT VOM



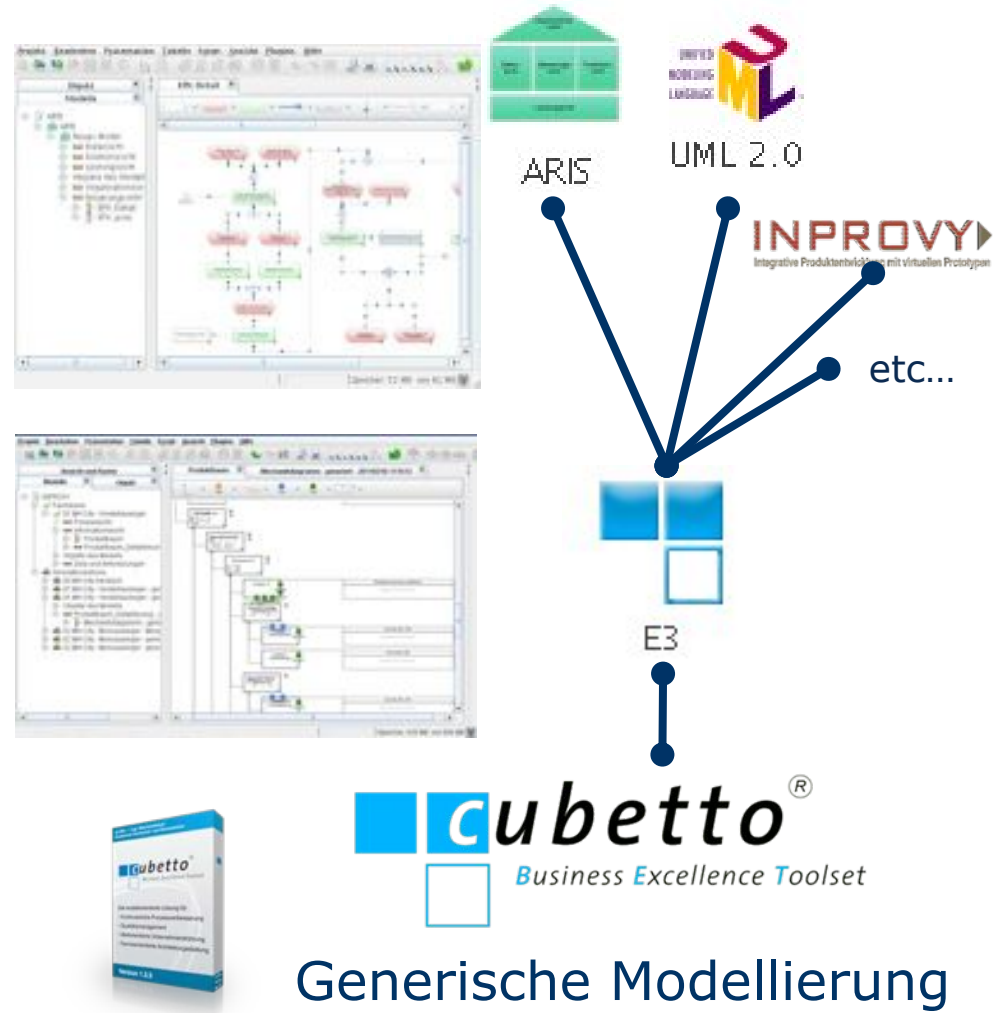
Projektträger
Forschungszentrum
Karlsruhe (PTKA)

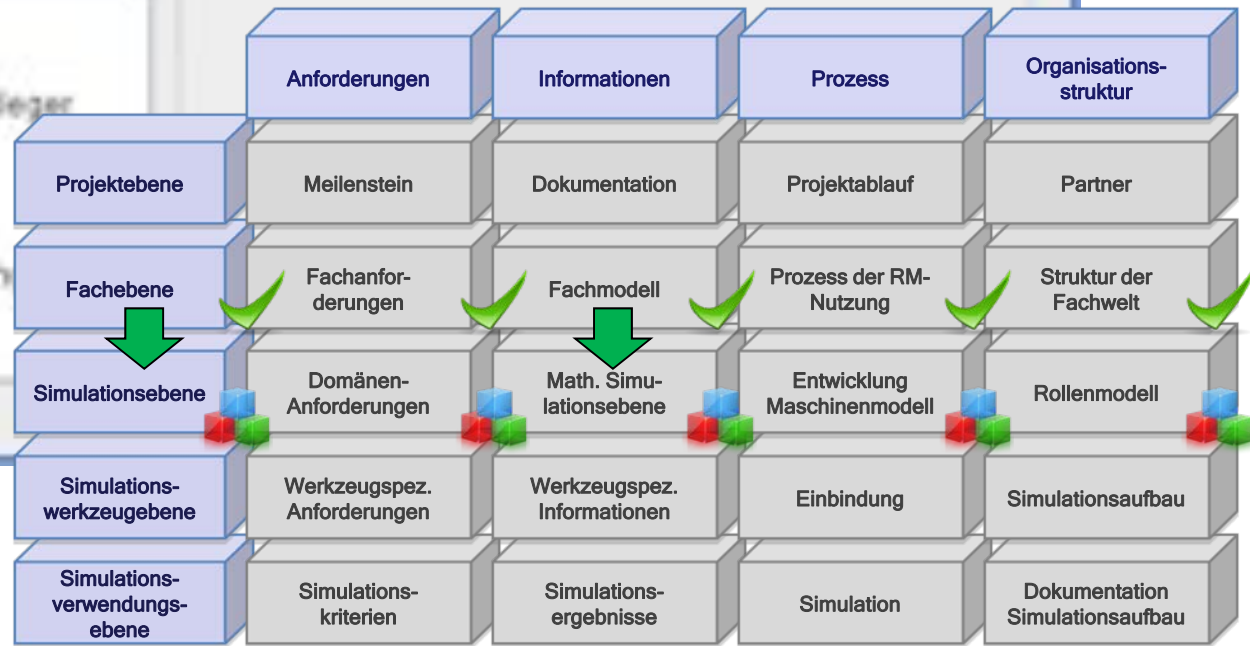
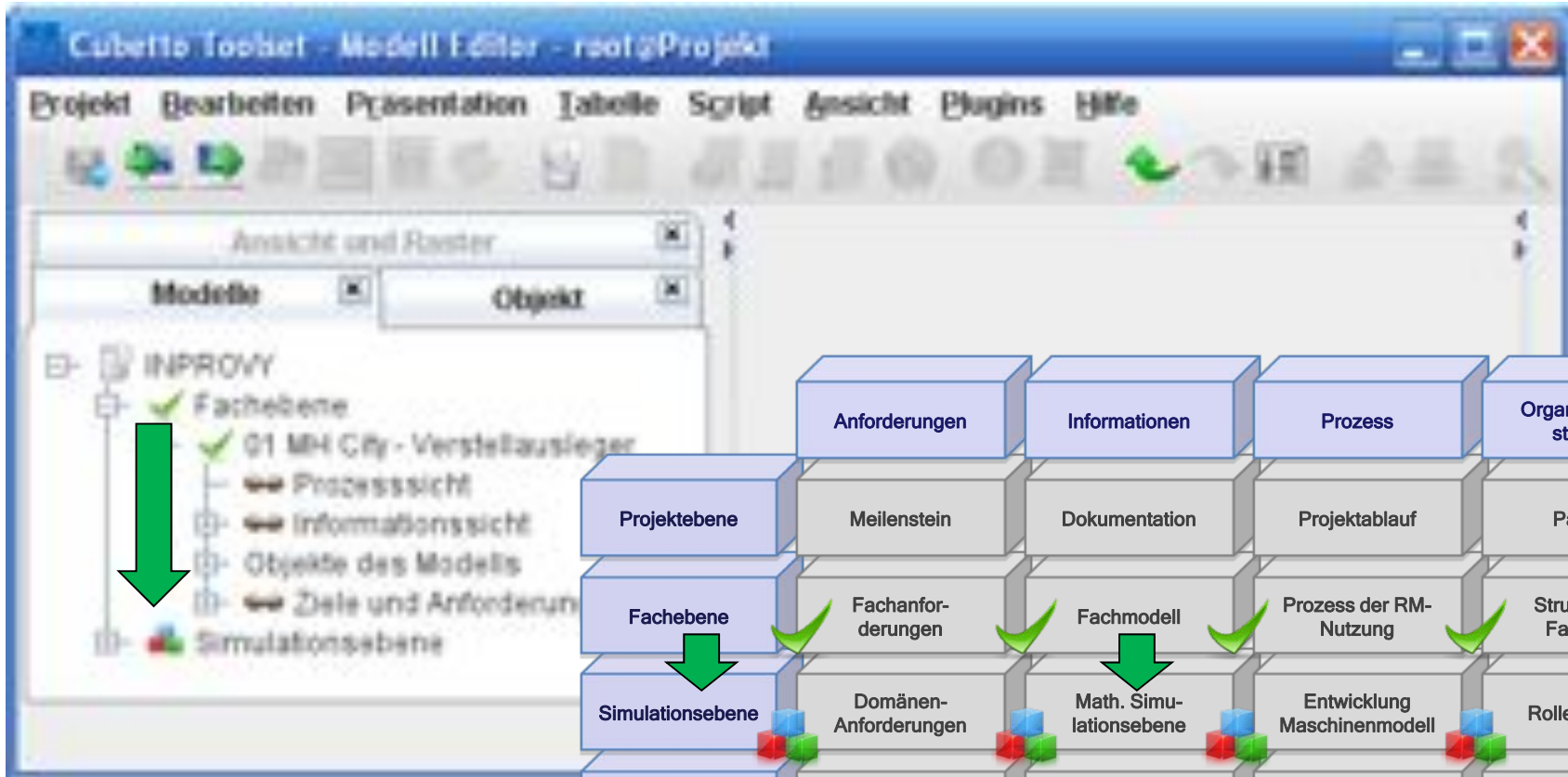
- Das Ziel der Simulationsebene liegt in der
 - Ableitung von domänenspezifischen Simulationsmodellen aus der Fachebene
 - Konsistenz der Simulationsmodelle bezüglich Konfiguration und Parametrisierung durch automatische Ableitung aus dem Fachmodell
 - domänenspezifischen Aufarbeitung der Simulationsmodelle
 - Anpassung der Simulationsmodelle für spezifischen Simulationszweck und unterschiedliche Simulationsverwendung



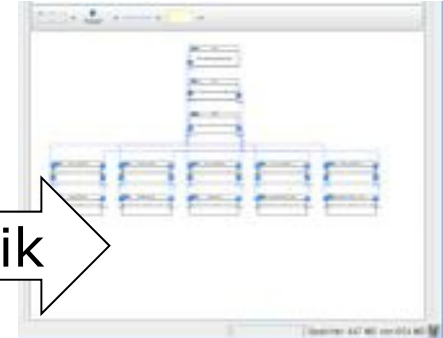
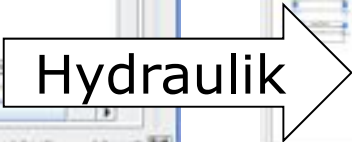
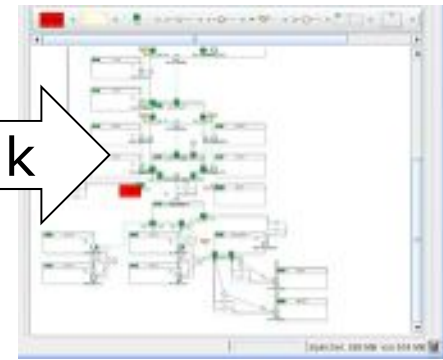
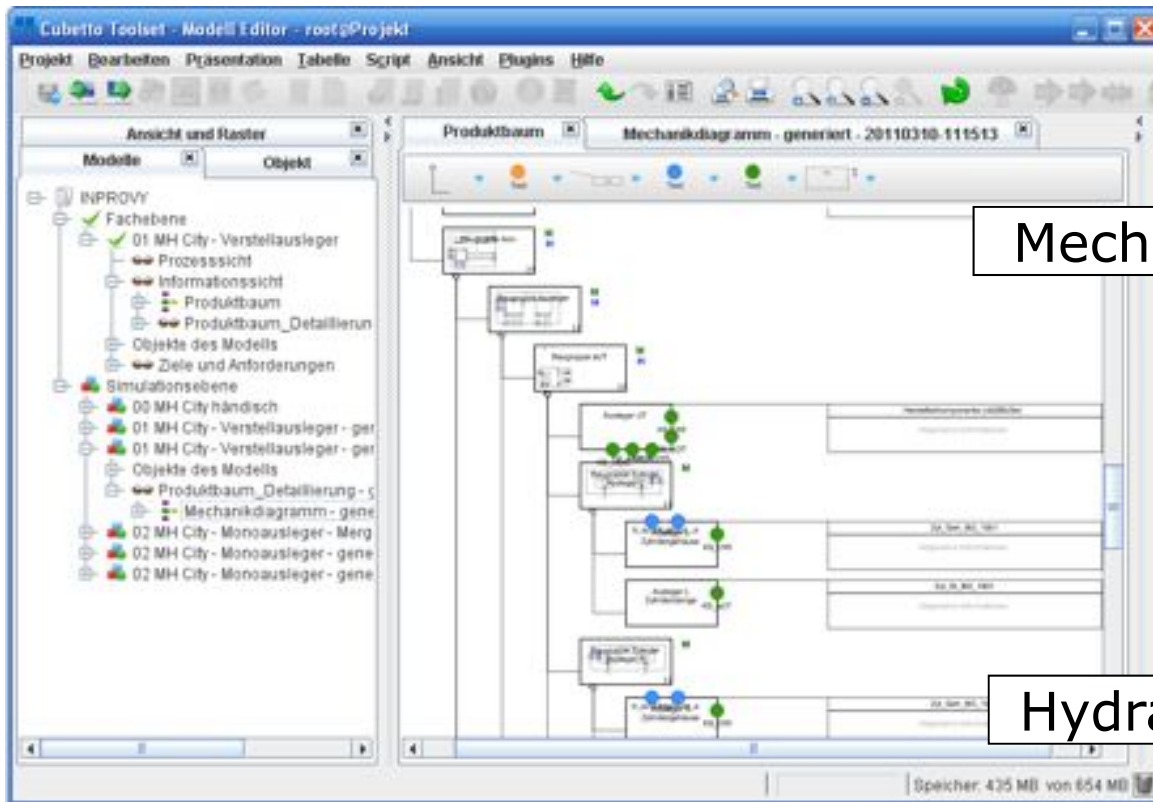
Was ist Cubetto?

- **Werkzeugsammlung zur Modellierung**
 - plattformübergreifend, frei verfügbar
 - Philosophie: Modellierung in verschiedenen Modellierungssprachen möglich, da diese nicht fest im Werkzeug verankert sind
 - Definition einer Modellierungssprache
 - Modellierung in dieser Sprache
- **Einfacher Einstieg in die Methodenentwicklung**
 - Grafische Definition eines Metamodells
 - Automatische Generierung des Modelleditors
 - Syntaxcheck während der Modelleingabe
- **Plugin-Architektur**
 - erweiterbar durch Java-Plugins
 - Semantische API
 - Schnittstelle für Modelltransformationen





- Überführung der Fachebene in die Simulationsebene
 - Transformation in Mechanik und Hydraulik



- Innerhalb der Simulationsebene werden die Simulationsmodelle domänenspezifisch aufgearbeitet.
- In der Mechanik entstehen aus den Produktkomponenten u. a. Starrkörper und Koordinatensysteme, die zur MKS Simulation verwendet werden.
- In der Hydraulik erfolgt die Zuordnung der ursprünglichen Produktkomponenten zu verschiedenen detaillierten Modellen und ermöglicht so die Konfiguration des Simulationsmodells.
- [Modelica](#)-Modelle können in der grafischen Sprache ModelicaCML erstellt, oder durch einen Import in das Modellierungswerkzeug geladen werden.

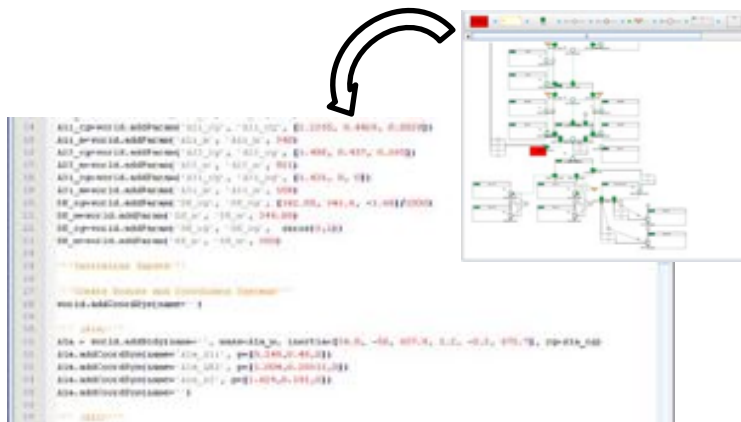


- Mechanikdiagramm
 - Domänenspezifische Sprache zur Abbildung der MKS Systeme
 - Zusammenfassung von Starrkörpern
- Hydraulikdiagramm
 - Hydraulikkomponenten und Schnittstellen
 - Konfiguration der Hydraulikkomponenten auf Basis unternehmensspezifischer Modelica-Bibliothek
- ModelicaCML – Class, Internal Class, Package Diagramm
 - Erstellung und Import von Modelica-Bibliotheken
 - Modelica Klassen Definieren und Ändern



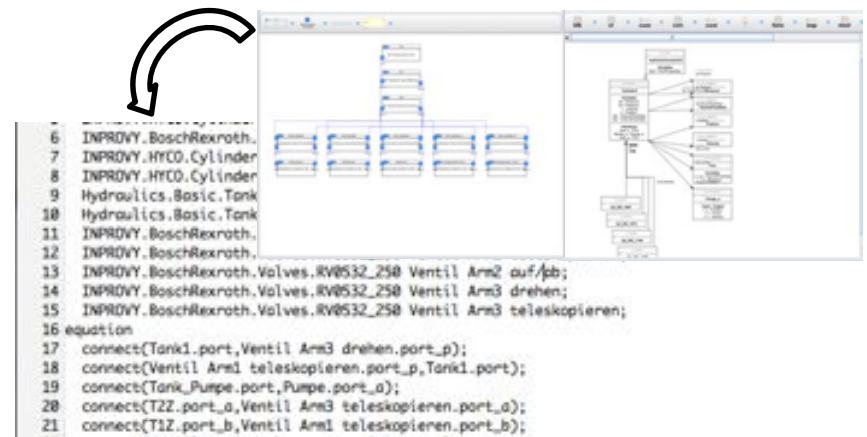
- Mechanikdiagramm

- Automatische Generierung **simulationsfähigen Quellcodes** zur Simulation und Weiterverarbeitung in der MKS-Umgebung



- Hydraulikdiagramm, ModelicaCML

- Automatische Generierung des **Modelica-Codes** für die Hydrauliksimulation anhand vorhandener Hydraulikbibliotheken



02 Simulationsebene – MKS-Umgebung PyMBS

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

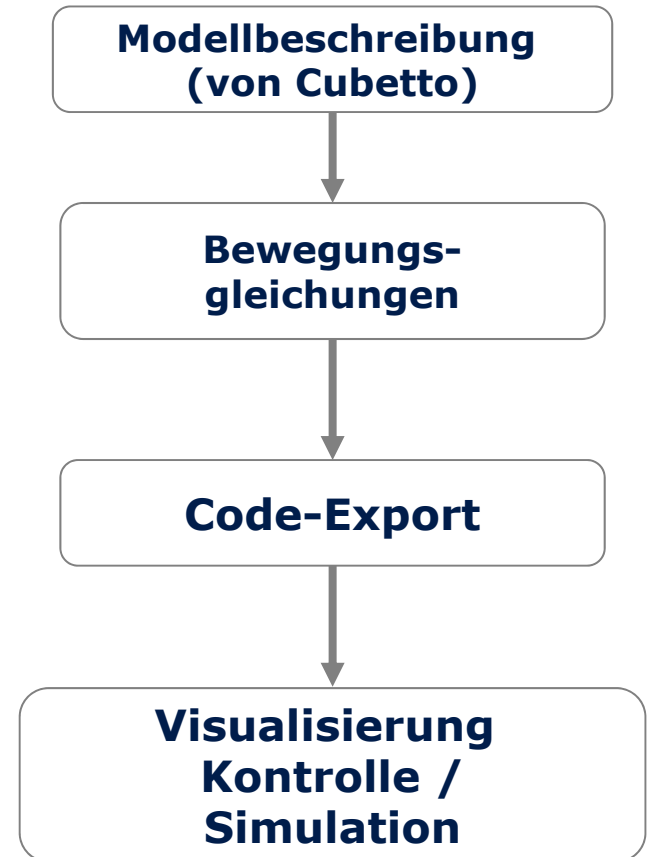
BETREUT VOM



Projektträger
Forschungszentrum
Karlsruhe (PTKA)

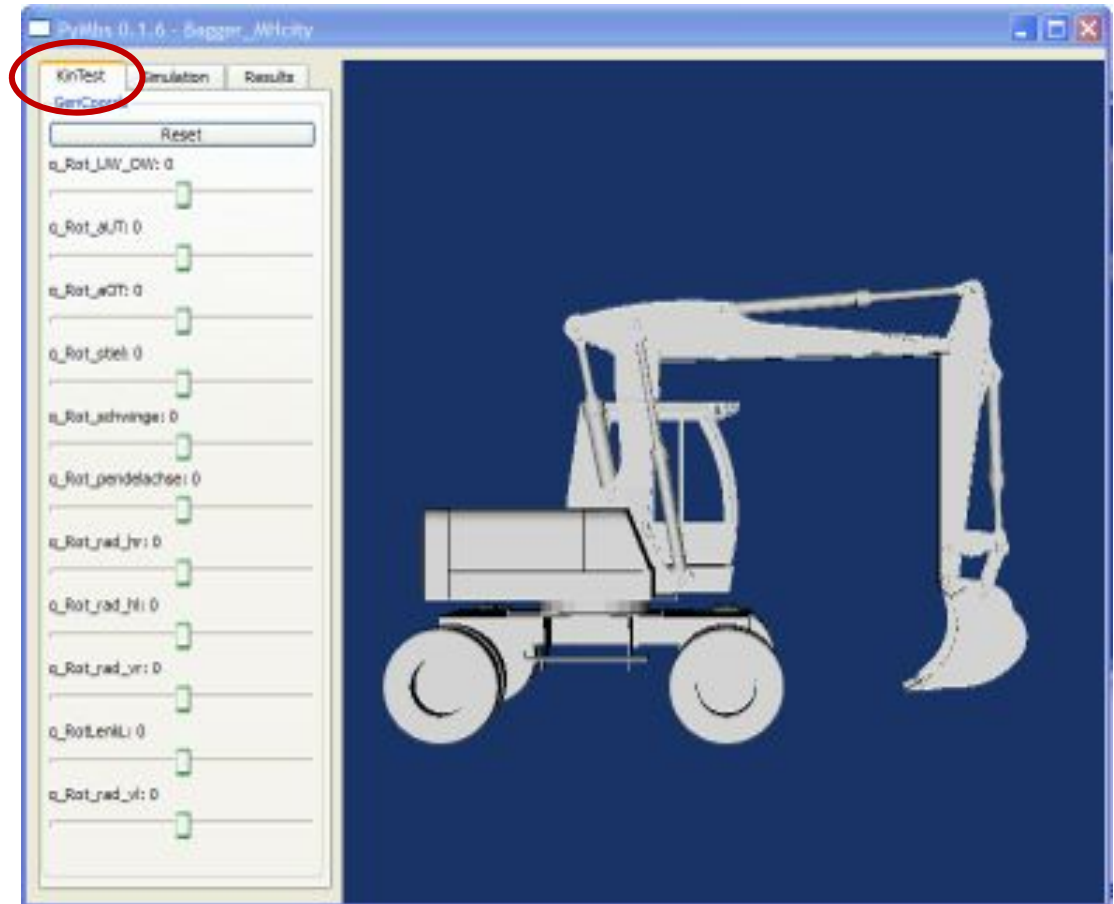
Was ist PyMbs?

- **Python Multibody Systems**
- In Python entwickelte MKS-Umgebung
- Optimiert für Echtzeitsimulationen
 - Kinematische Schleifen
 - Minimalkoordinaten
- Symbolische Berechnung der Bewegungsgleichungen
- Code Generator für Modelica, Fortran und C++ -Code



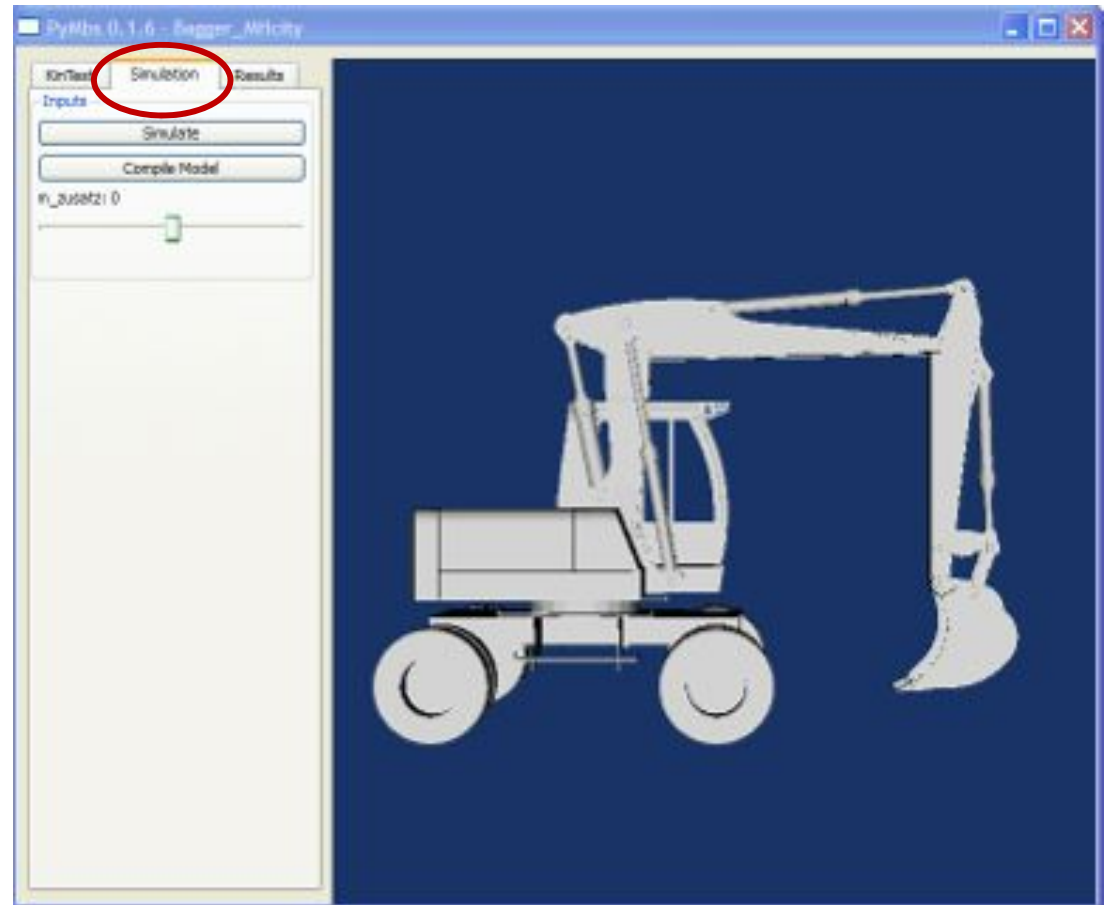
Wie funktioniert PyMbs?

- Basis der Anwendung ist eine in Python formulierte Modellbeschreibung.
- In dieser werden Körper, Gelenke, Kraftelemente und Sensoren definiert.
- PyMbs visualisiert das beschriebene System auf der Basis von Geometrieobjekten zur **Kontrolle der definierten kinematischen Struktur.**



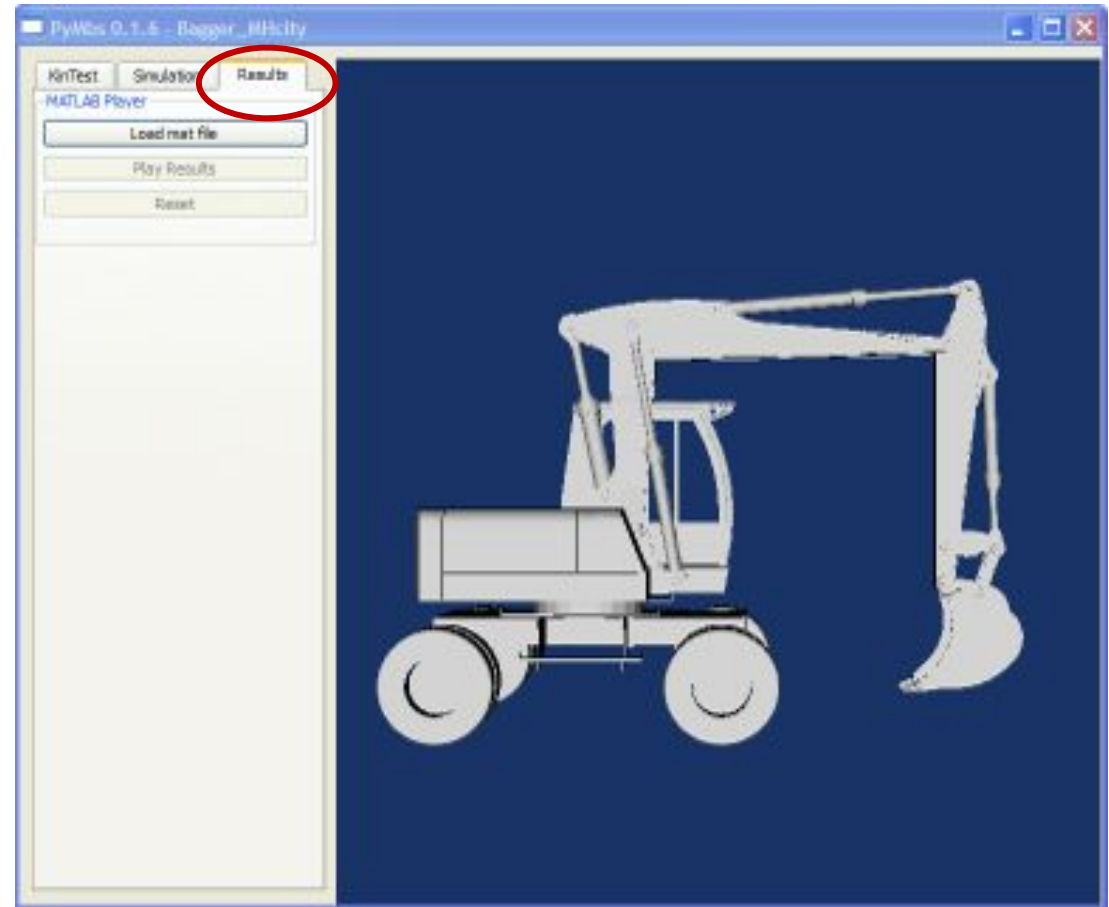
Wie funktioniert PyMbs?

- Aus der Modellbeschreibung generiert PyMbs Bewegungsgleichungen.
- Diese können entweder für eine direkte **Simulation** in PyMbs genutzt oder mittels **Codeexport** in anderen Anwendungen angewendet werden.



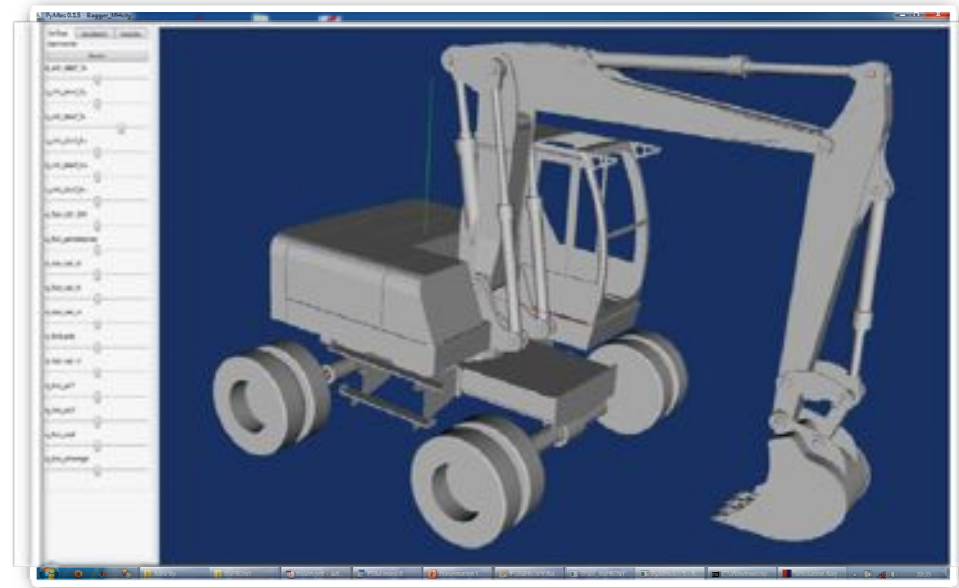
Wie funktioniert PyMbs?

- Mit PyMbs können Messdaten visualisiert werden.
- Das erfolgt durch Laden und Abspielen von Zeitreihen.



Testen Sie PyMbs!

- Zum Starten der PyMbs-Anwendung klicken Sie bitte auf das Bild
- Die Graphik können Sie mit den Maustasten bewegen
- Mit den Slidern im Tab *Kintest* können die generalisierten Koordinaten verändert werden um die kinematische Struktur zu testen
- Die Simulation starten Sie im Tab *Simulation*
- Die Plausibilität des Modells unter Schwerkrafteinfluss wird getestet – weitere Kräfte sind nicht definiert
- Beispiel für das Abspielen eines Arbeitsspiels können Sie im Verzeichnis `..\03_PyMbs\playerdata` laden



Zum Starten der PyMBS-Anwendung klicken Sie bitte auf das Bild
(Das Laden kann eventuell länger dauern)

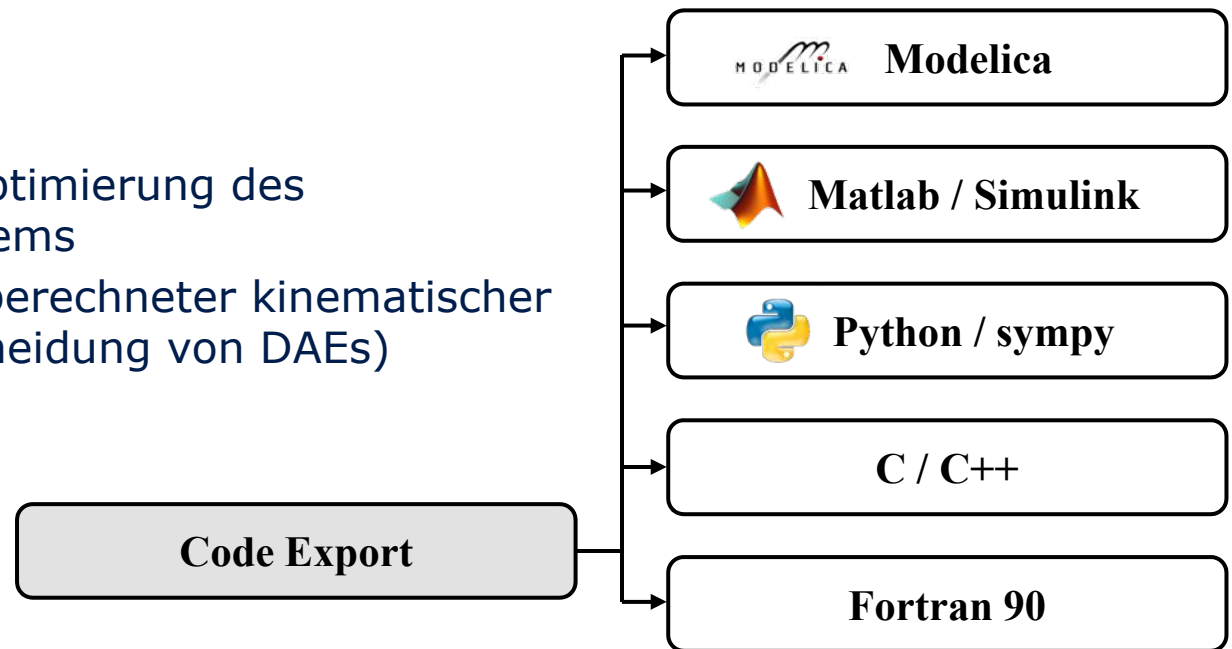
Eingabe	Gleichungen	Analyse	Ausgabe
<ul style="list-style-type: none"> • Python Quellcode • Definition <ul style="list-style-type: none"> ▪ Körper ▪ Gelenke ▪ Kraftelemente ▪ Sensoren 	<ul style="list-style-type: none"> • Aufstellen der Bewegungsgleichungen • Rekursive oder explizite Formulierung • Kinematische Schleifen 	<ul style="list-style-type: none"> • Abhängigkeiten der Gleichungen • Vereinfachungen <ul style="list-style-type: none"> • $a+0=a$ • $a \cdot 0=0$ • $a \cdot 1=a$ 	<ul style="list-style-type: none"> • Code-Export <ul style="list-style-type: none"> ▪ Modelica ▪ MATLAB ▪ Python ▪ C++/Fortran • Visualisierung <ul style="list-style-type: none"> ▪ Python ▪ MATLAB

Anwendersicht

- Generik – eine einzige Modellbeschreibung
- Vermeidung von Co-Simulation / Toolkopplung
- Flexibel – Zwischenergebnisse / Gleichungen zugänglich
- Verfügbarkeit

Performance

- Symbolische Optimierung des Gleichungssystems
- Benutzung vorberechneter kinematischer Schleifen (Vermeidung von DAEs)



Was ist Modelica?

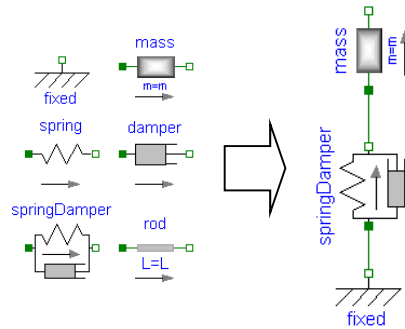


- Standardisierte Sprache
Modellierung physikalischer Systeme unterschiedlichster Domänen
- Entwicklung begann 1996
Internationale Expertengruppe
 - Sprachdesigner
 - Physikalische Modellierung
- Seit 2000 verwaltet von der Modelica Association
Offene, nicht gewinnorientierte Gemeinschaft
www.modelica.org

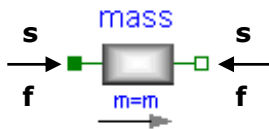
zurück

Modellieren mit Modelica

➤ Komponentenbasiert



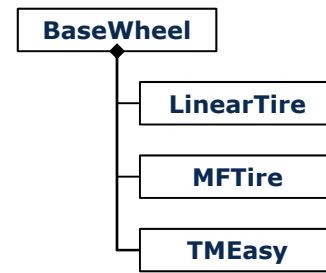
➤ Gleichungsorientiert



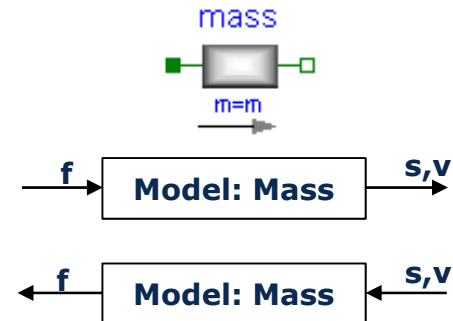
```

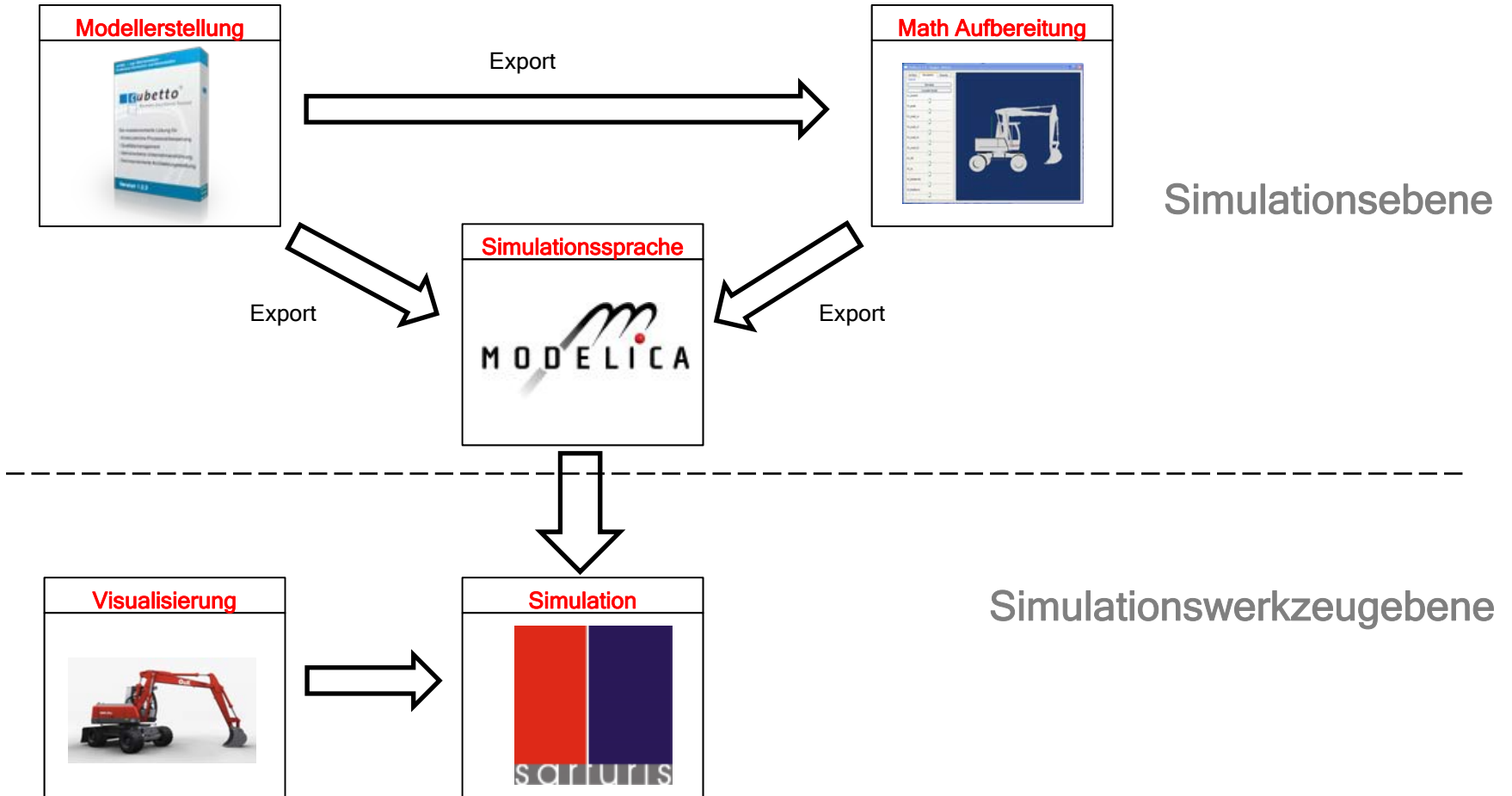
model Mass
  parameter Real m=1;
  Real s,v;
  Flange left, right;
equation
  right.s = s;
  left.s = s;
  der(s) = v;
  m*der(v) = left.f - right.f;
end Mass;
  
```

➤ Objektorientiert



➤ Akausal





03 Werkzeugebene - Visualisierung

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

BETREUT VOM



Projektträger
Forschungszentrum
Karlsruhe (PTKA)

- Das Ziel der Werkzeugebene liegt in der
 - Integration der Simulationsmodelle in Simulationsumgebung (Simulator, Cave)
 - Anbindung der Peripherie (Joystick, Bedienumgebung,...)
 - Einbindung der Simulationsumgebung
 - Steuerung der Simulation



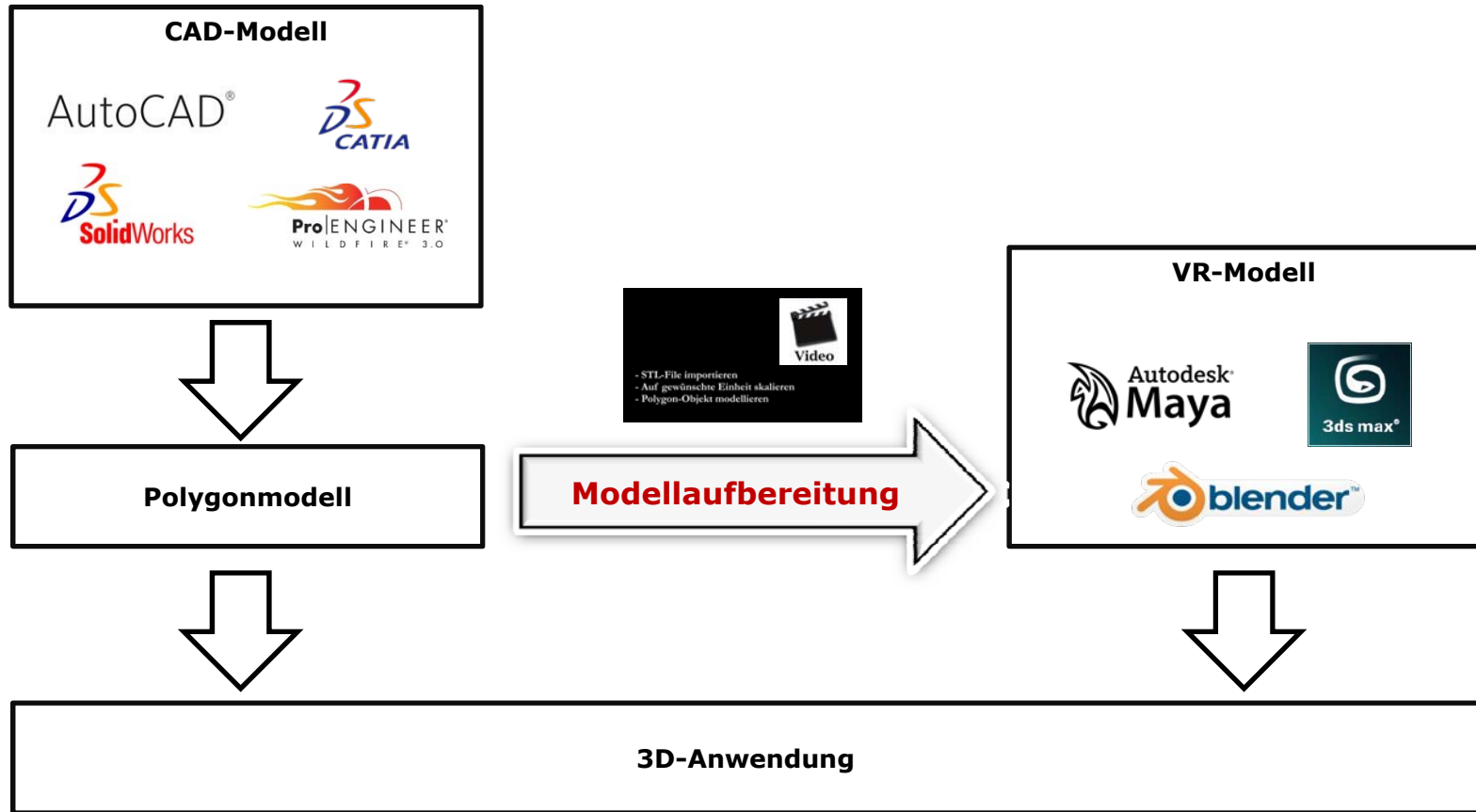
Visualisierung (VR)



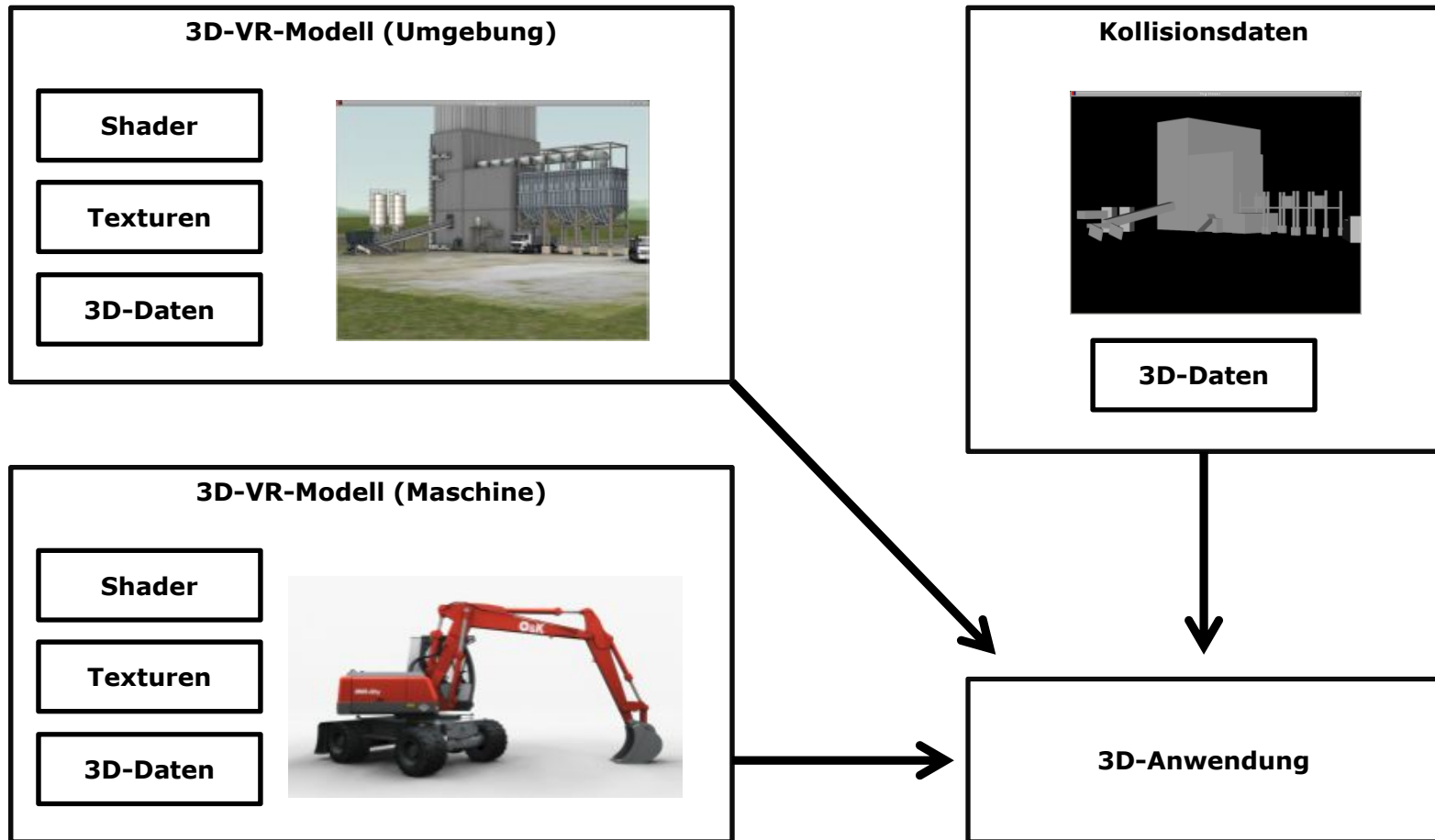
Modellintegration



Hardware



Zum Starten eines Filmes zur Modellaufbereitung klicken Sie bitte auf das Video über dem Pfeil Modellaufbereitung





Zum Starten der Animation klicken Sie bitte auf das Bild

03 Werkzeugebene - SARTURIS

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

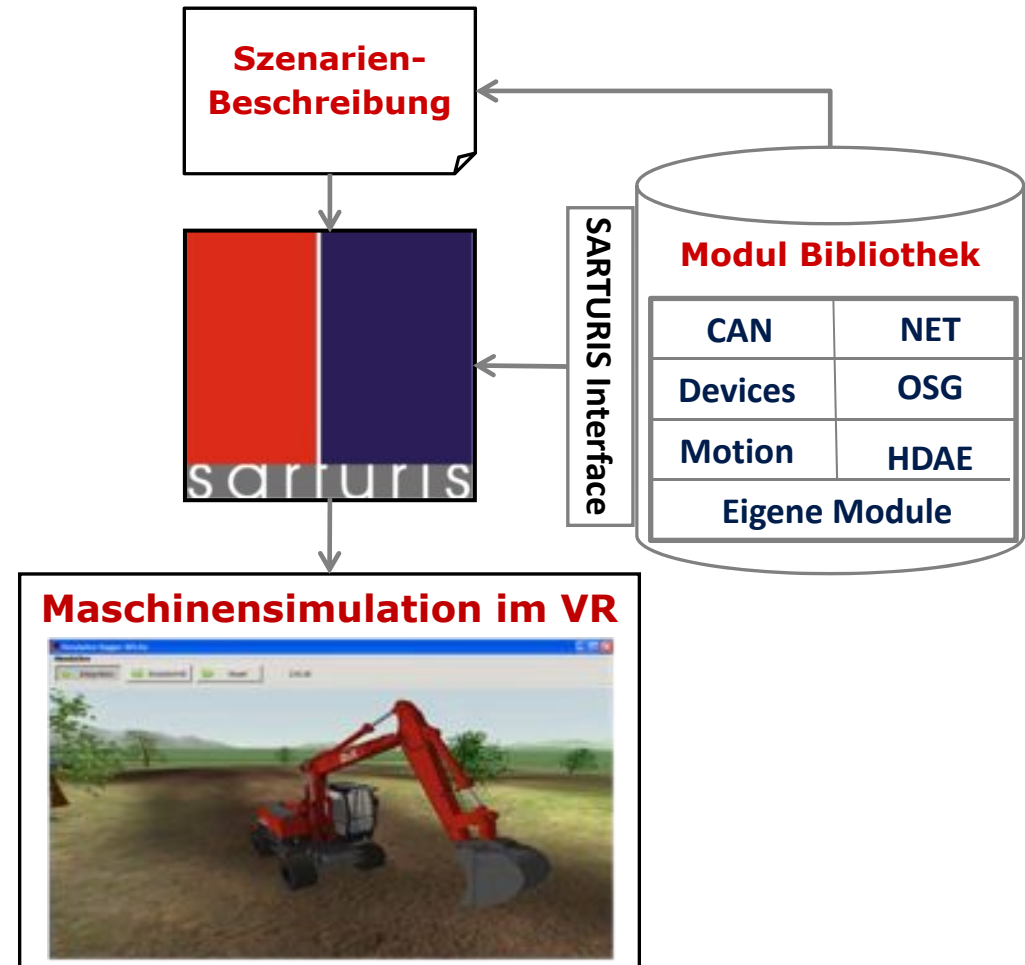
BETREUT VOM



Projektträger
Forschungszentrum
Karlsruhe (PTKA)

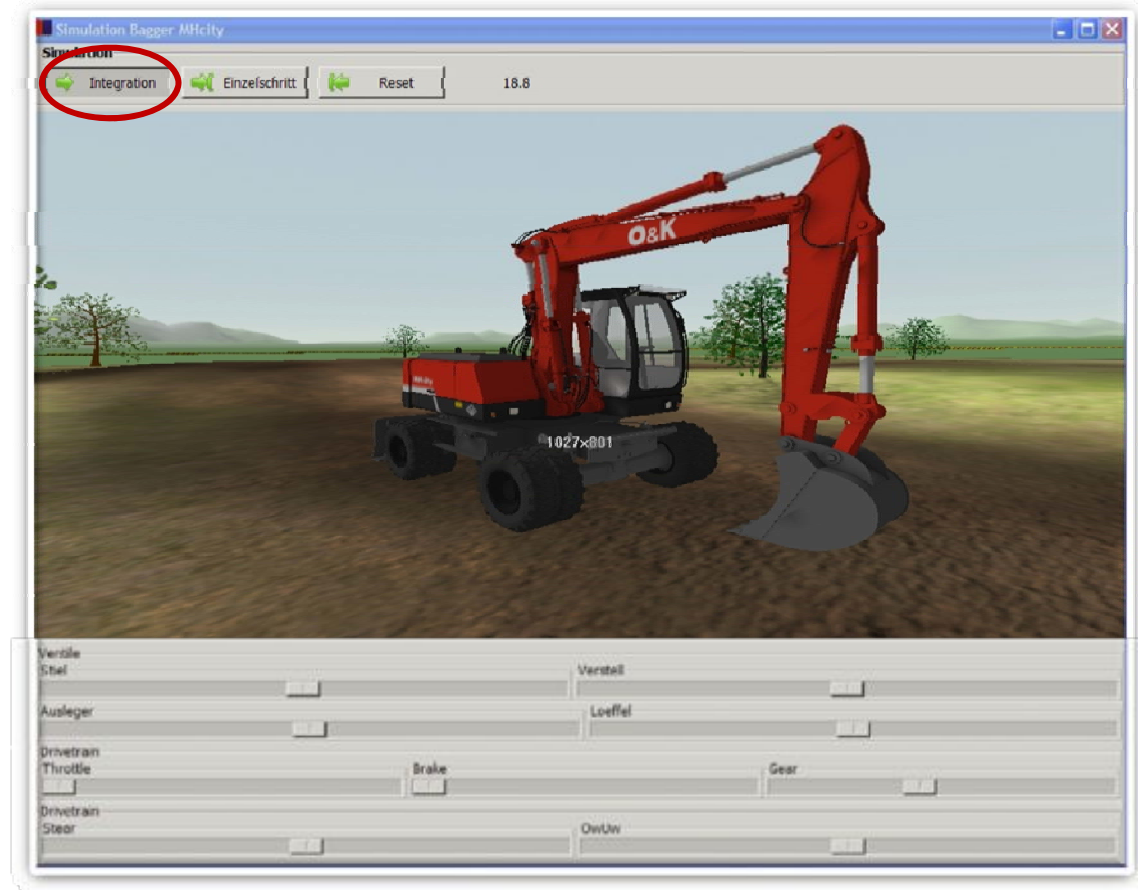
Was ist SARTURIS?

- Softwareframework für die interaktive Maschinensimulation
 - programmiert in C++
 - flexibel erweiterbar
- plattformneutrale, frei verfügbare Standardbibliotheken
 - für grafische Oberflächen (GTK)
 - zum Parsen und Generieren von XML-Daten
 - für das Threading (PTHREAD)
- Plugin-Architektur (Modul-Bibliothek)
 - CAN Ansteuerung Bedienelemente
 - NET Netzwerkadministration
 - OSG Graphik-Visualisierung
 - Motion Ansteuerung Simulator
 - HDAE Berechnung
 - Eigene Module verschiedene Maschinen



Testen Sie SARTURIS!

- Zum Starten der SARTURIS-Anwendung klicken Sie bitte auf das Bild.
- Die Umgebung können Sie mit den Maustasten bewegen.
- Die Simulation starten Sie durch Klick auf den Button *Integration*.
- Mit den *Slidern* kann die Maschine bedient werden.



04 WORKFLOW

GEFÖRDERT VOM

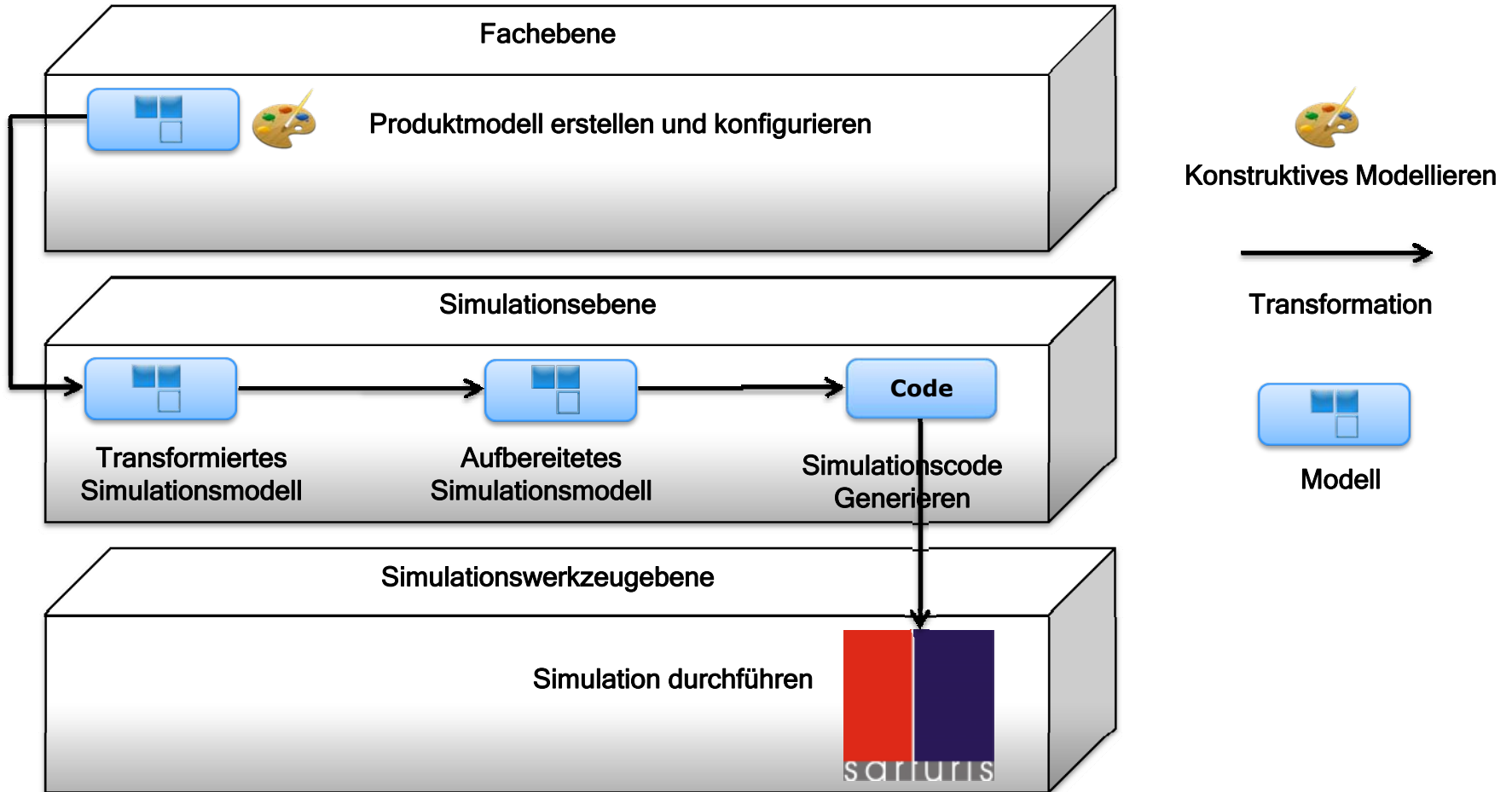


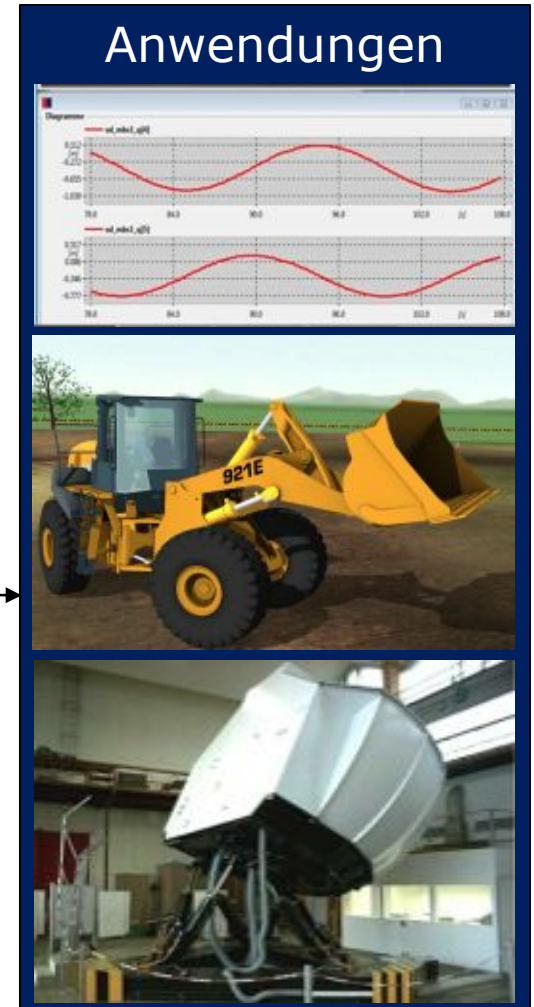
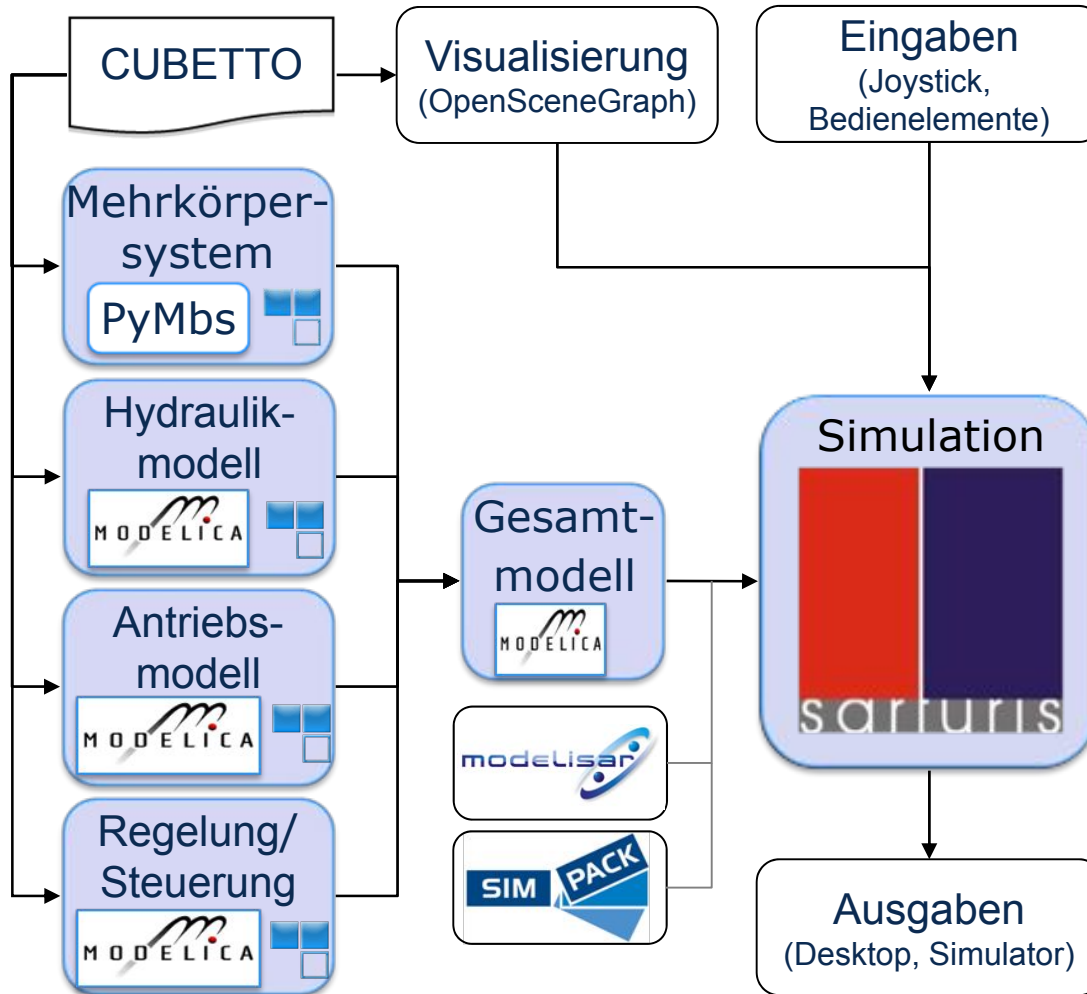
Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

BETREUT VOM



Projektträger
Forschungszentrum
Karlsruhe (PTKA)





05 Variantenbildung mit Referenzmodellnutzung

GEFÖRDERT VOM

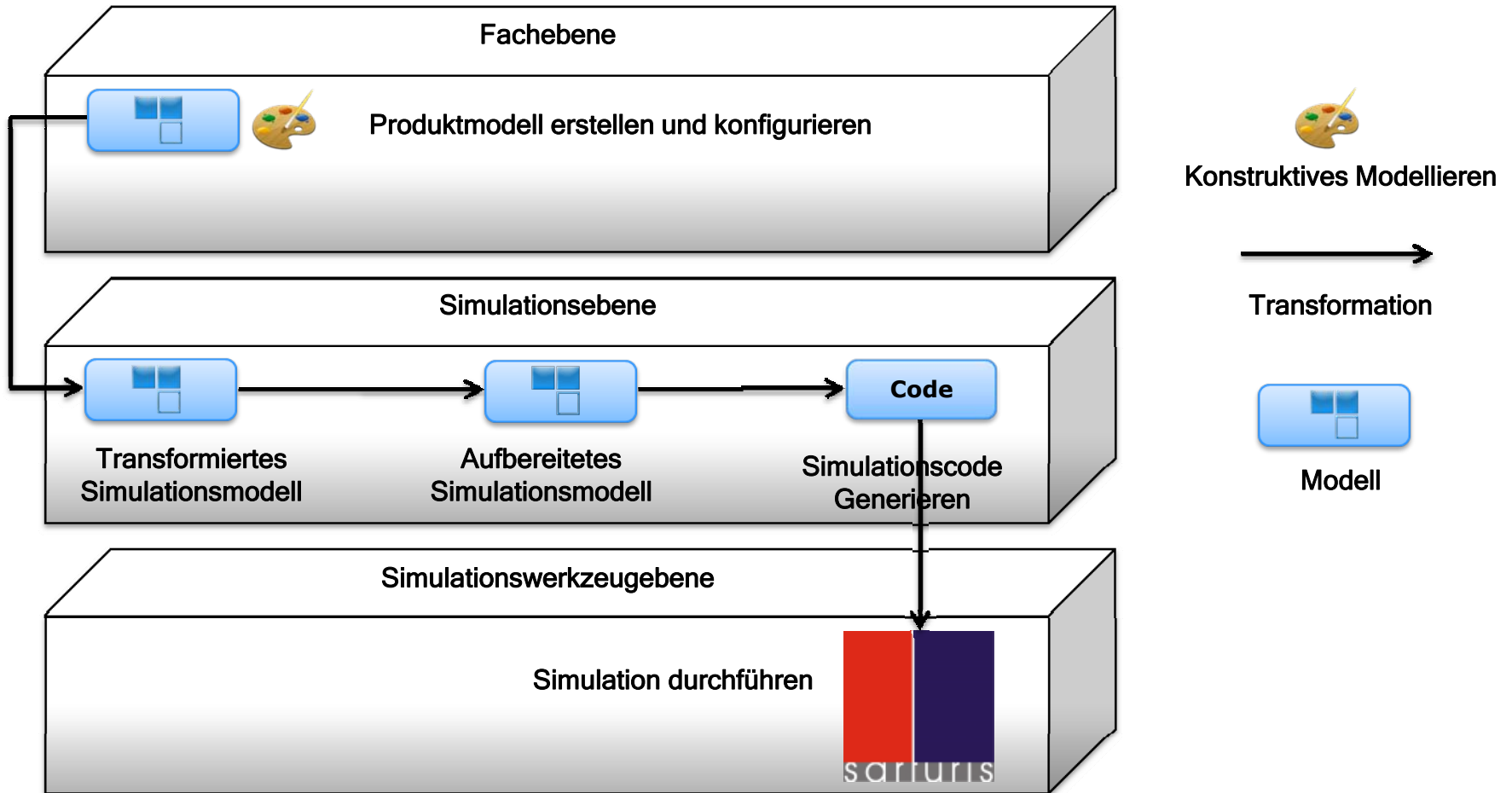


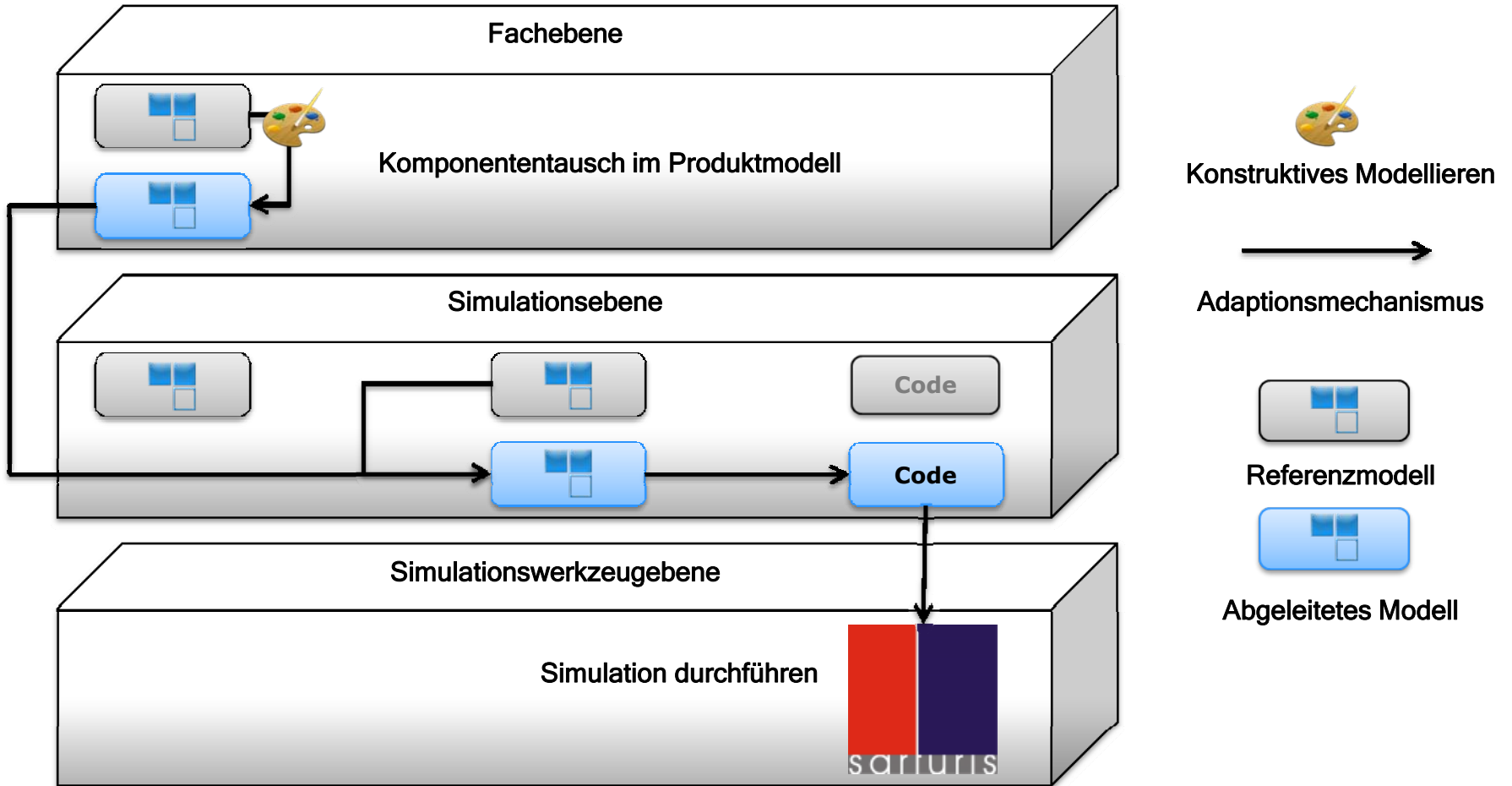
Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

BETREUT VOM



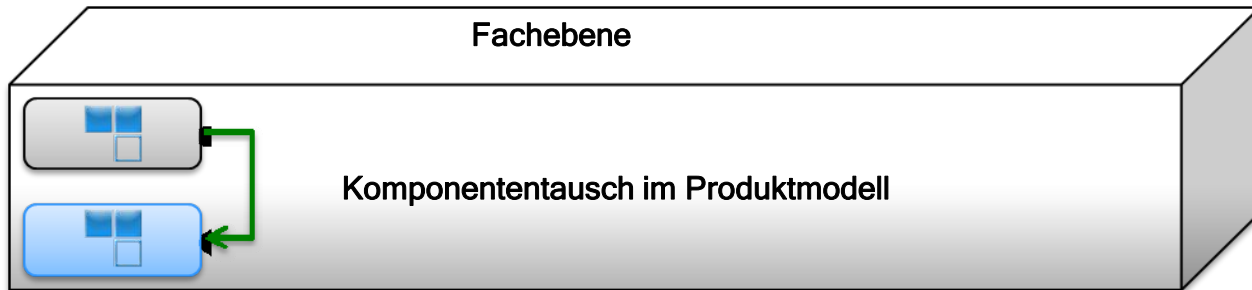
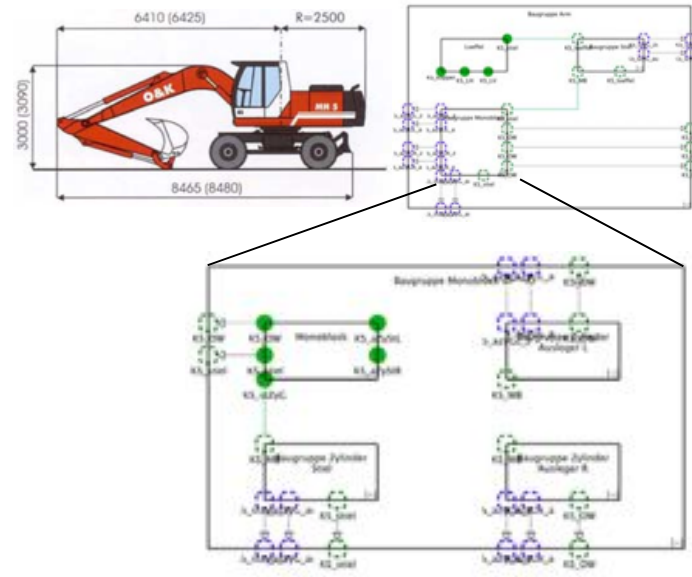
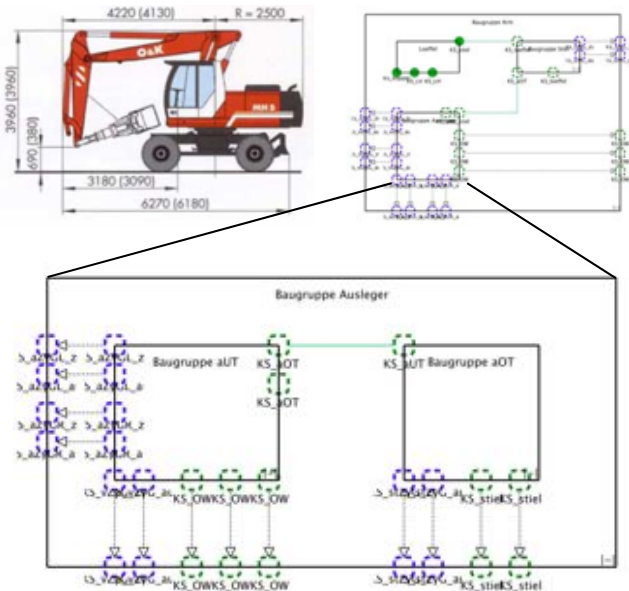
Projektträger
Forschungszentrum
Karlsruhe (PTKA)





Verstellausleger

Monoblock

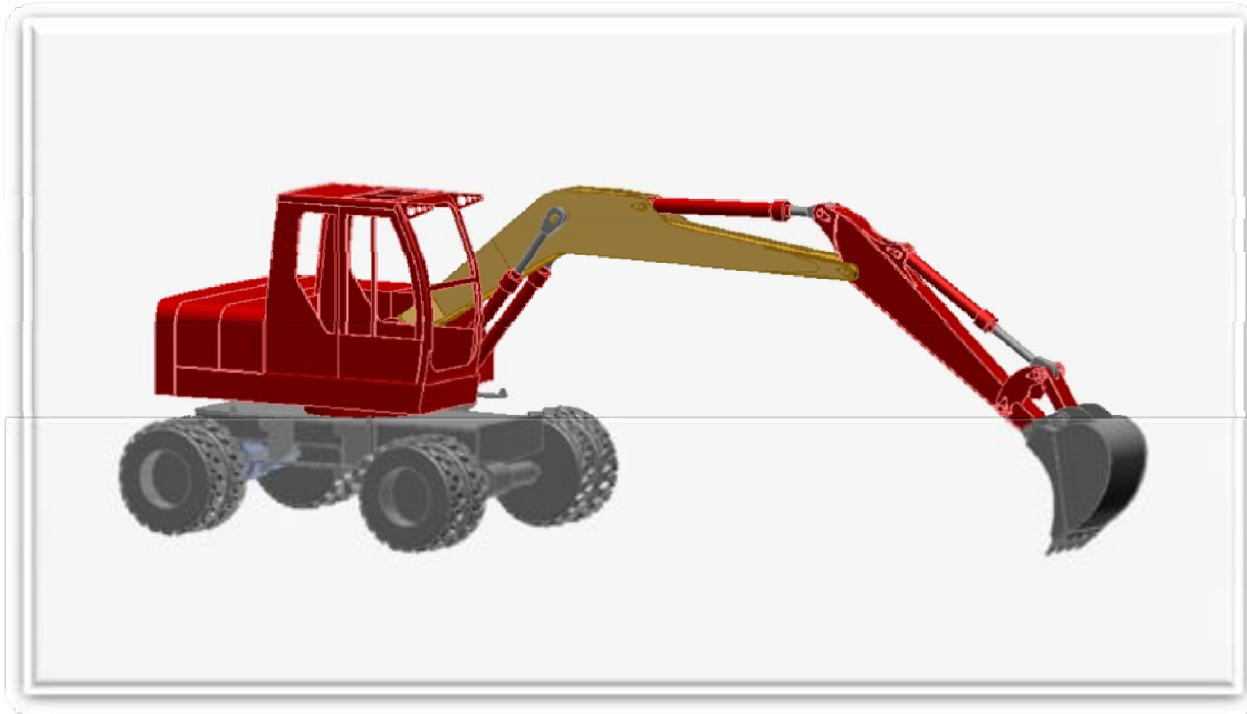


Referenzmodell



Abgeleitetes Modell

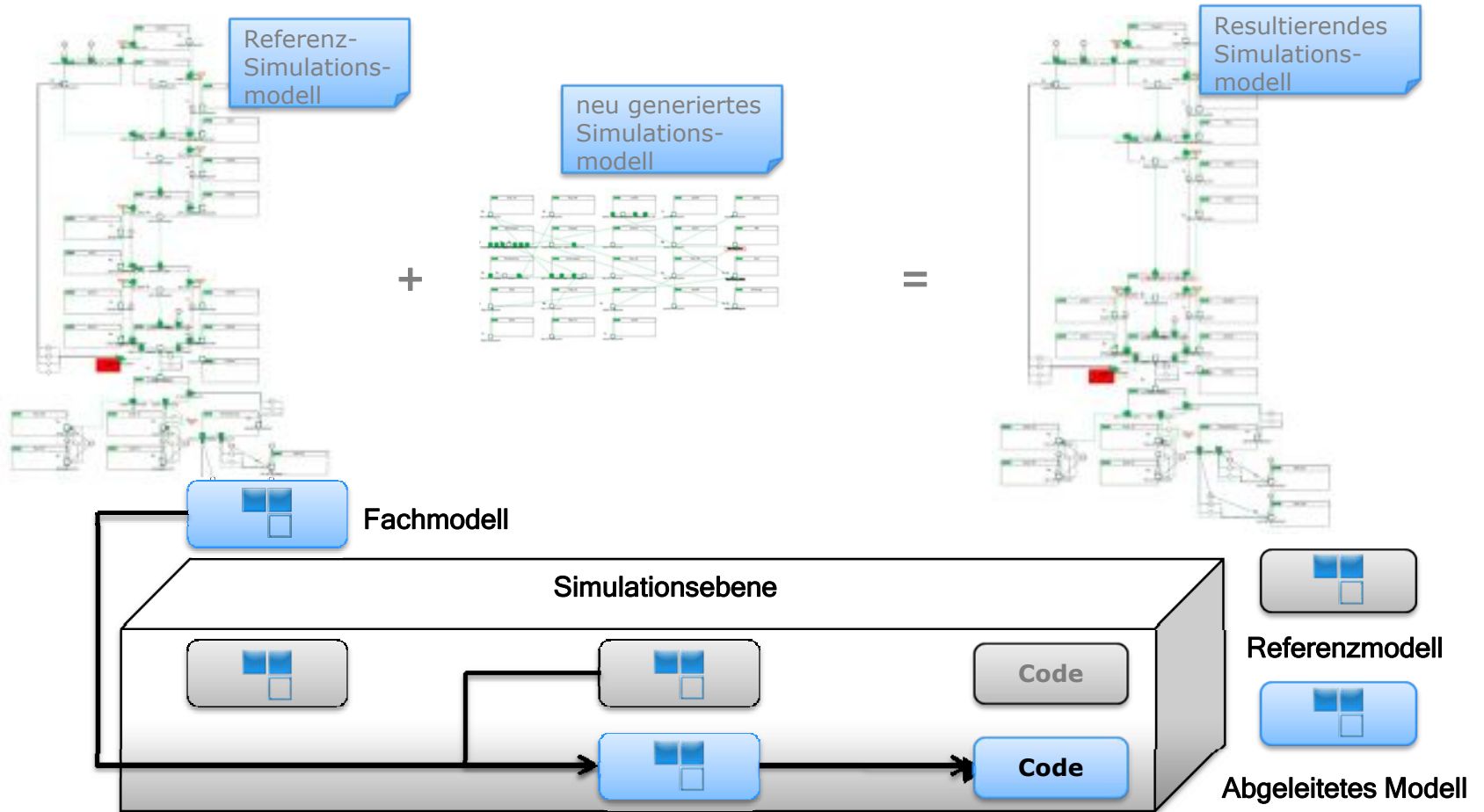
Baugruppe mit Monoblockausleger



Zum Starten des Modells klicken Sie bitte auf das Bild

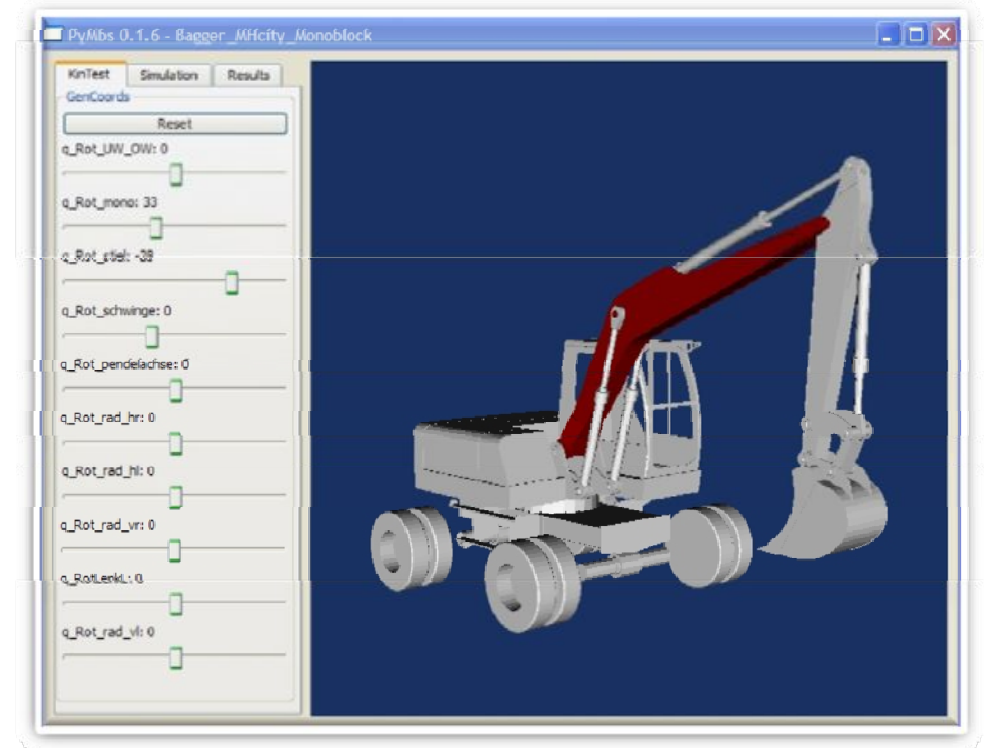
Verstellausleger

Monoblock



Test der Maschine mit Monoblockausleger

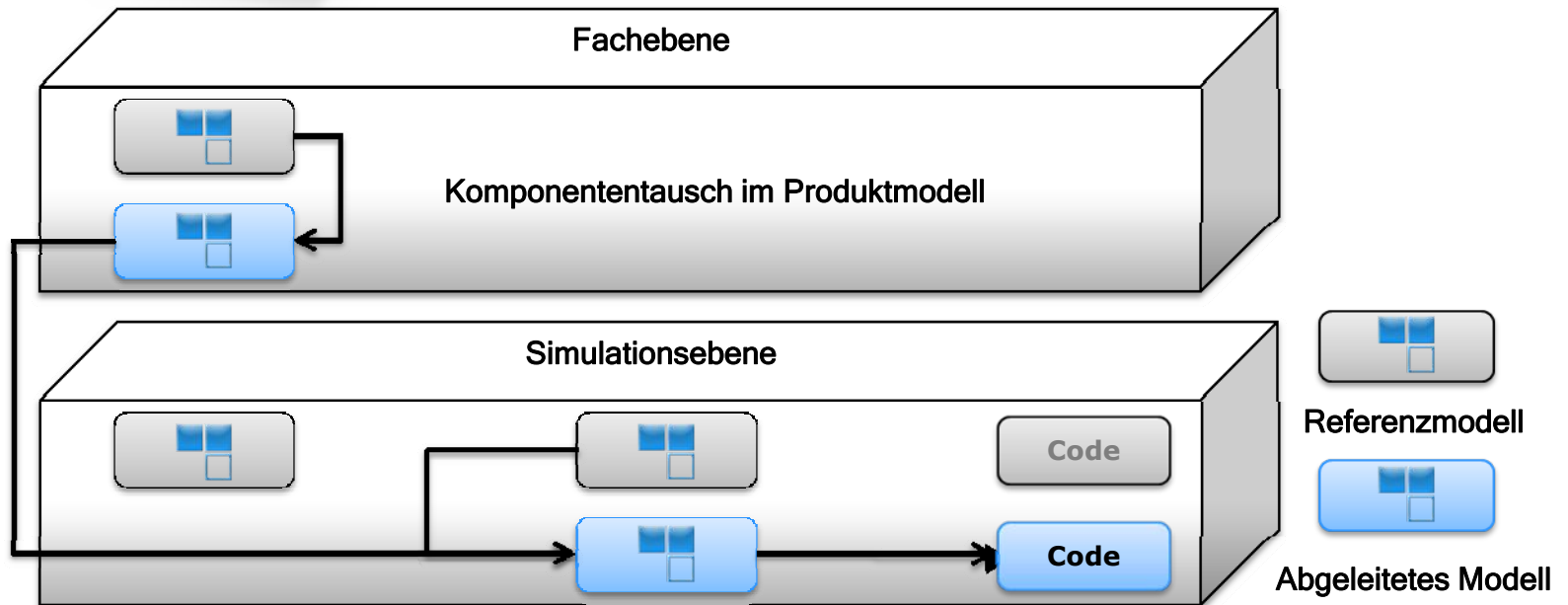
- Zum Starten der PyMBS-Anwendung klicken Sie bitte auf das Bild
- Die Graphik können Sie mit den Maustasten bewegen
- Mit den Slidern im Tab Kintest können die generalisierten Koordinaten verändert werden um die kinematische Struktur zu testen
- Die Simulation starten Sie im Tab Simulation
- Die Plausibilität des Modells unter Schwerkräfteinfluss wird getestet – weitere Kräfte sind nicht definiert



Zum Starten des Modells klicken Sie bitte auf das Bild



- Transformation der geänderten Fachebene in die neue Simulationsebene
- Erstellen des resultierenden Simulationsmodells auf Basis des Referenzmodells



06 Simulationsverwendung

GEFÖRDERT VOM



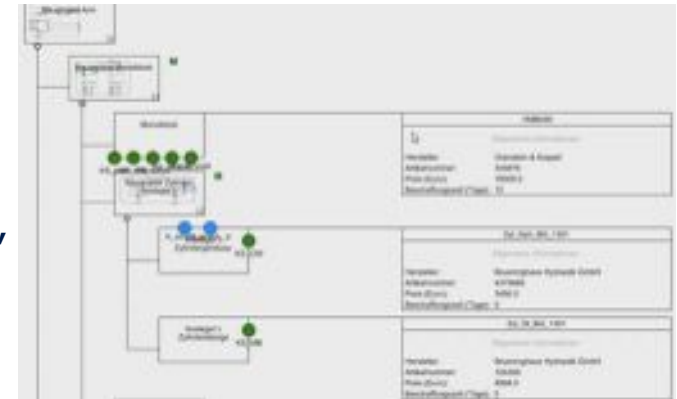
Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

BETREUT VOM



Projektträger
Forschungszentrum
Karlsruhe (PTKA)

- Mit den Variantenmodellen ist eine unmittelbare Überprüfung der sich ergebenden Kosten für die neue Maschinenausführung realisierbar.
 - Da in den verknüpften Produktkomponenten betriebswirtschaftliche Informationen zu Kosten, Herstellungs- und Lieferzeiten etc. hinterlegt sind, können diese Informationen nach Veränderung der Maschinenstruktur und Überprüfung der Maschinenfunktion sofort zur Verfügung gestellt werden.
- Gleichzeitig können weitere Anwendungen durchgeführt werden, wie z.B.
 - die Untersuchung der geänderten Bedienungsumgebung durch Verlust eines Freiheitsgrades durch einen Testfahrer mit Hilfe der interaktiven Simulation.
 - Die Berechnung des Energiebedarfs eines Arbeitsspieles mit den veränderten Aktuatoren.



Projektfazit

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

BETREUT VOM



Projekträger
Forschungszentrum
Karlsruhe (PTKA)

- Die im Projekt INPROVY angestrebten Ziele wurden vollständig umgesetzt.
- Für die Betonspritzmaschine SA 14 wurde ein virtueller Prototyp entwickelt, welcher sowohl in der Entwicklungsabteilung als auch beim Service und Vertrieb eingesetzt wird
- Der virtuelle CASE-Radlader wurde im interaktiven Simulator von zahlreichen Probanden getestet und bewertet
- Der virtuelle Skid Steer Loader bei Bosch Rexroth wird für Fahruntersuchungen zur Untersuchung von Steuergeräten eingesetzt
- Die virtuellen Prototypen sind in den folgenden Filmen dargestellt

Virtueller Prototyp SA 14

Virtueller Prototyp CASE
921 E

Virtuelle Prototypen in der
interaktiven Simulation

Versuche mit dem
virtuellen Radlader

Virtueller Prototyp
Skid Steer Loader

- Kunze,G.; Esswein, W.; Lehrmann,S.; Gubsch, I. : Integrative Produktentwicklung mit virtuellen Prototypen.- wt Werkstattstechnik online.- 2010.- 1/2, S. 30-36
- Kunze, G., Schubert, C.; Frenkel, J.: Einsatz der Modellierungssprache MODELICA für die interaktive Simulationen von Baumaschinen in virtuellen Umgebungen.- Wissensportal: www.baumaschine.de.- 2010, 1
- Kunze, G.: MOBILE BAUMASCHINEN Trends und neue Entwicklungen.- Sonderausgabe ATZ 2010.- April 2010, S. 6-22
- Frenkel, J.; Schubert, C.; Voigt, S.; Kunze, G.; Knoll, C.: PyMbs: Ein generisches Software-Werkzeug für die Simulation von Mehrkörpersystemen.- Mechatronik-Tagung 2011, Dresden, 2011
- Frenkel, J.; Kunze, G.; Fritzsion, P.; Sjölund, M.; Pop, A.: Towards a Benchmark Suite for Modelica Compilers: Large Models.- Proceedings of the 8th International Modelica Conference, Dresden, Germany 2011.-
- Frenkel, J.; Kunze, G.; Fritzsion, P.; Sjölund, M.; Pop, A.; Braun, W.: Towards a Modular Modelica Compiler Backend Proceedings of the 8th International Modelica Conference, Dresden, Germany, 2011.- veröffentlicht auf www.modelica.org
- Schubert, C.; Neidhold, T.; Kunze, G.: Experiences with the new FMI Standard Selected applications at Dresden University.- Proceedings of the 8th International Modelica Conference, Dresden, Germany, 2011.- veröffentlicht auf www.modelica.org

- Esswein, W.; Frankenstein, K.; Stark, J. : Entwicklung einer simulationsfähigen Modellierungssprache für die Produktentwicklung. – Online Proceedings der Mobis 2010, Dresden, 2010
- Esswein, W.; Stark, J. Frankenstein, K.; Helbig, M. : Modellierungsverständnis in Produktentstehung und Wirtschaftsinformatik. – Online Proceedings der Mobis 2010, Dresden, 2010
- Bögel, S.; Esswein, W. : Vertikale Modellintegration in Rahmenwerken – Evaluation von Integrationsansätzen und Untersuchungen der Implementierbarkeit anhand eines Fallbeispiels. - Proceedings der Mobis 2010, Dresden, 2010
- Stark, J.; Lehrmann, S.; Esswein W. : The Potential of Reference Modeling for Minulating Mobile Construction Machinery – Proceedings of the 12th International Workshop on Reference Modelling 2009, Ulm, 2009
- Esswein, W.; Lehrmann, S.; Stark, J. : Kontinuierliche Referenzmodellverwaltung für die Maschinensimulation. – 2. Workshop Dienstleistungsmodellierung DLM2010, Klagenfurt, 2010
- Esswein, W.; Greiffenberg, S.; Lehrmann, S. : Framework zur modellgestützten Simulation. – Wissensportal: www.baumaschinen.de. – 2009, 2
- Esswein, W.; Frankenstein, K.; Bögel, S. : Generative Entwicklung virtueller Prototypen – Eine Methode zur fachgetriebenen Erzeugung von Simulationsmodellen. Industriemanagement 5-2011, 11, 2011