

Kraftstoffverbrauch und Energie-Management bei Nutzfahrzeugen

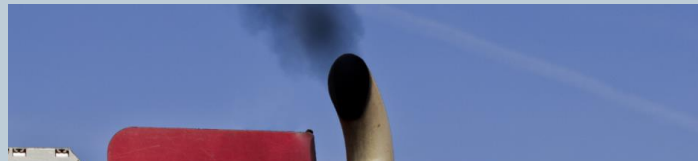
Daniel Hermyt

Innovationstreiber im Nutzfahrzeug-Markt...

Gesetzliche Vorschriften und Regelungen



Lärmschutz



Abgasnormen



Höhere Sicherheitsanforderungen

Globalisierung



Wettbewerb



Globale vs. lokale Anforderungen



Dezentrales Engineering

Kundenorientierte Sichtweise



Erhöhte Variantenanzahl



Reduzierte Betriebskosten



Erhöhte Produktivität

Strengere Vorschriften

- Schadstoffemissionen: Stufe 5, Stufe IV ...
- Umgebungslärm: ISO6393 und ISO6395
- Innenakustik: ISO6394 und ISO6396
- Schwingungen des menschlichen Körpers: ISO 2631, 2002/44/EC



Home News Products Features Event News Diary Register About Us Sponsors

European regulations for engine emissions are getting tougher

EPA United States Environmental Protection Agency

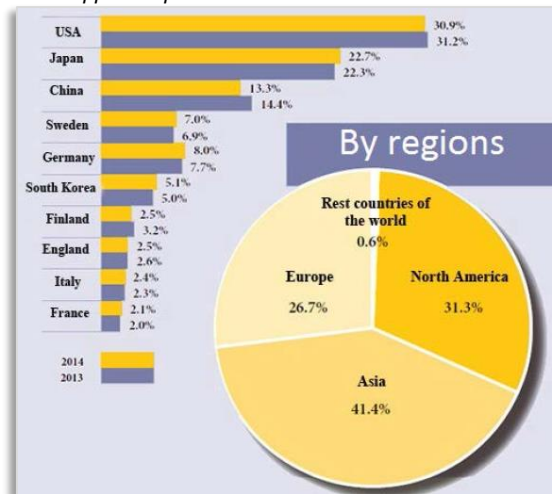
Environmental Topics Laws & Regulations About EPA

Emission Standards Reference Guide for On-road and Nonroad Vehicles and Engines

Controlling Emissions from Mobile Sources

Globalisierung vs. lokale Anforderungen

Top 50 Hersteller von Baumaschinen
Source: Zeppelin top 50 manufacturer construction machinery



"We're doing battle in an increasingly competitive marketplace that's constantly changing, and we need to ensure our product development process evolves with the competitive landscape. One way we'll do this is by leveraging simulation throughout the process. Caterpillar and our customers 'win' when all three groups – design, simulation and testing – work together as a seamless team."

Gwenne Henticks
Caterpillar Chief Technology Officer
Unlocking the Power of Integrated Design, Simulation and Test
2014 AST Forum

Source: www.caterpillar.com

Kundenorientiert

Die Betriebskosten werden durch einen effizienten und wirkungsvollen Engineering-Prozess beeinflusst und reduziert



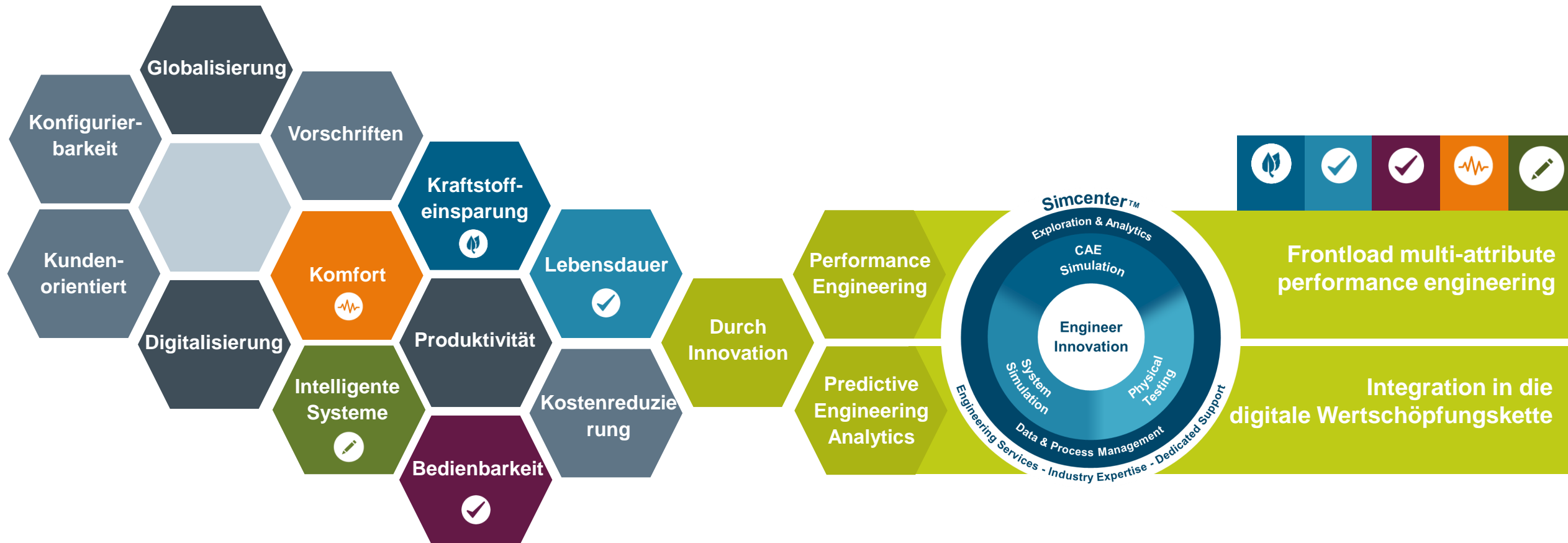
Article - April 2016

Toward a customer-centric construction-equipment industry

Source: Mc Kinsey

Innovation bei technischen Prozessen und Lösungen

Der nächste Schritt



Multi-Attribut-Optimierung zur Unterstützung des Machine Performance Engineering

**Kraftstoff-
einsparung &
Energie-
Management**



Vorschriften,
Kraftstoffeffizienz

**Konstruktive
Integrität und
Dauerhaftigkeit**



Garantierte
Lebensdauer
unter realistischer
Belastung

**Bedienbarkeit &
Effizienz**



Produktivität &
Zuverlässigkeit,
Komfort und
Sicherheit

**Geräusch und
Vibration**



Fahrerkomfort,
Vorschriften und
ISO-Zertifizierung

**Integration von
Steuerungs-
systemen**



Optimierung der
Entwicklung
mechatronischer

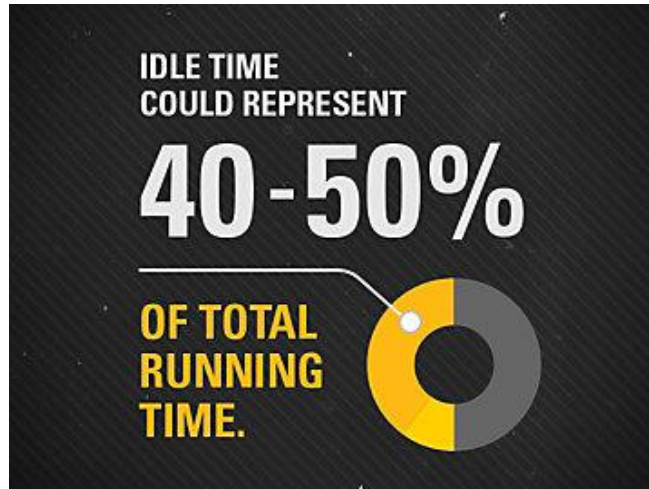


Effizienter sein

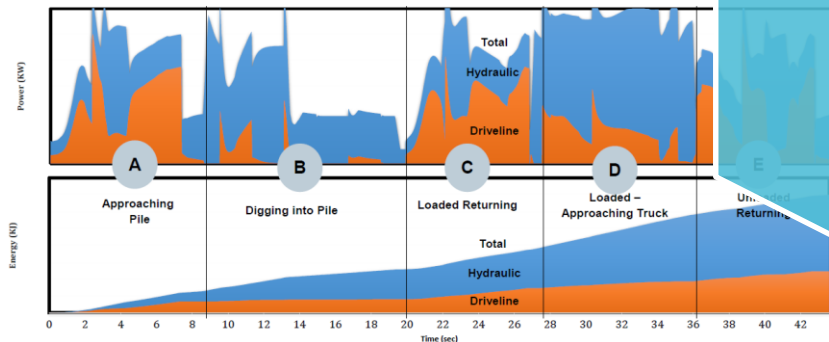
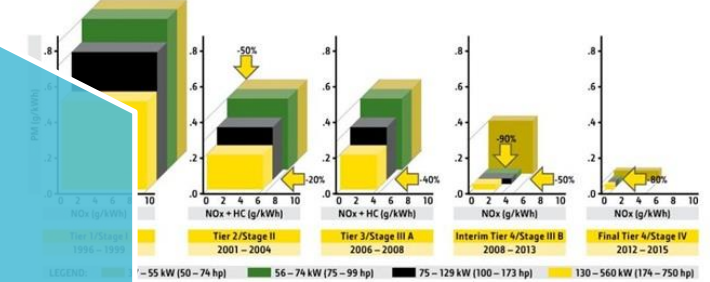
**Neue Erkenntnisse
ermöglichen**



Innovationsbereiche im Zusammenhang mit Kraftstoff-einsparung und Energiemanagement



EPA and EU nonroad emissions regulations: 37 – 560 kW (50 – 750 hp)



Die Bewältigung dieser Herausforderungen erfordert einen integrierten Ansatz

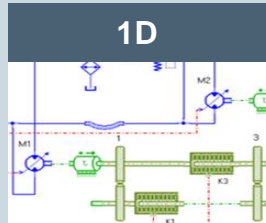


Anwendung eines systemgesteuerten Entwicklungsansatzes, der Simulation und Test kombiniert, um die Leistung während des gesamten Entwicklungsprozesses zu optimieren

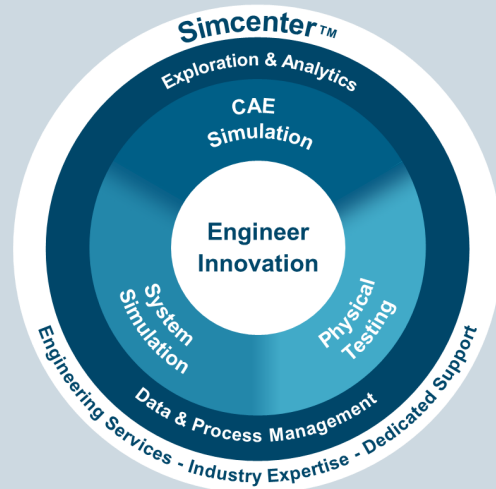
Simcenter-Strategie

Einsatz des digitalen Zwillings ...

Digitaler Zwilling



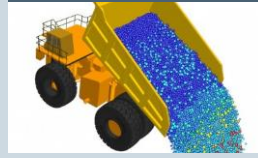
3D



TEST



CFD/DEM



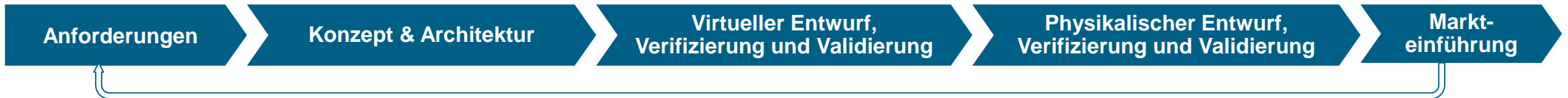
System-Mockup



Simcenter

- Bereitstellung von digitalen Zwillingen für optimale Systemleistung mit hoher Genauigkeit
- Alle kritischen Systemmerkmale für den Ausgleich von Attributen ansprechen
- Modelle im Laufe der Zeit weiterentwickeln
- Bessere Designs schneller entdecken

Simcenter Portfolio für Predictive Engineering Analytics



Programm-Planung

Anforderungen erfassen
Zielvorgabe

Erster Entwurf

Auswahl und Bewertung
der Architektur

Detaillierter Entwurf

Validierung und Prüfung
von Subsystementwürfen

Leistungsattribute

Entwurf, Validierung und
Prüfung der
Fahrzeugintegration

Programm-Validierung

Validierung von
Prototypen
Zertifizierung

Programm / Weiterführende Planung

Datenmanagement zur Gewährleistung der Rückverfolgbarkeit während des gesamten Designprozesses



**Anforderungen erfassen
Zielvorgabe**



TEST 1D TC

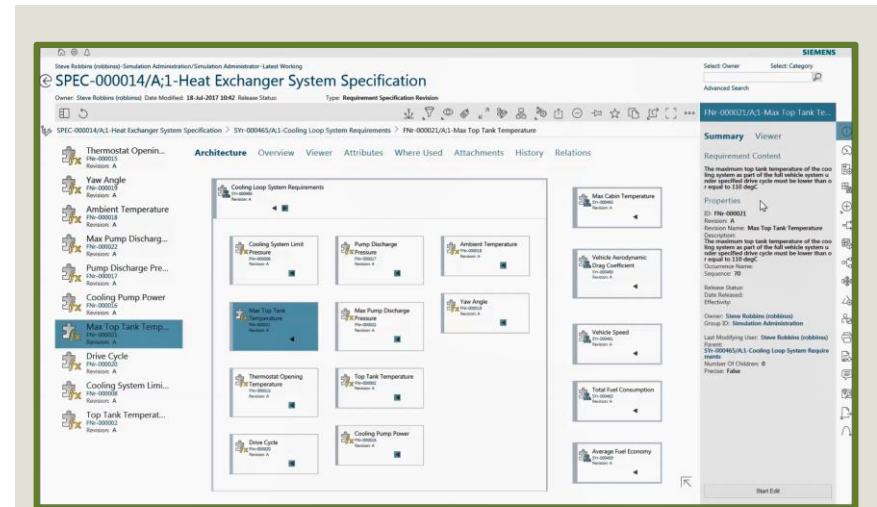
Wertschöpfung

- Voraussichtliche Planung
- Rückverfolgbarkeit für Validierung und Verifizierung
- Prüfung von Dienstleistungen
- Benchmarking

Funktionen

Anforderungen an das Produkt

- Programm-Vorkenntnisse
- Prüfung konkurrierender Technologie
- Planung der Verifikation
- Meilensteine & Ereignisse
- Verifizierungsplan



Erster Entwurf

Architekturauswahl von der elektrischen Maschine bis zum konventionellen System



Auswahl und Bewertung der Architektur



1D E-CFD

Wertschöpfung

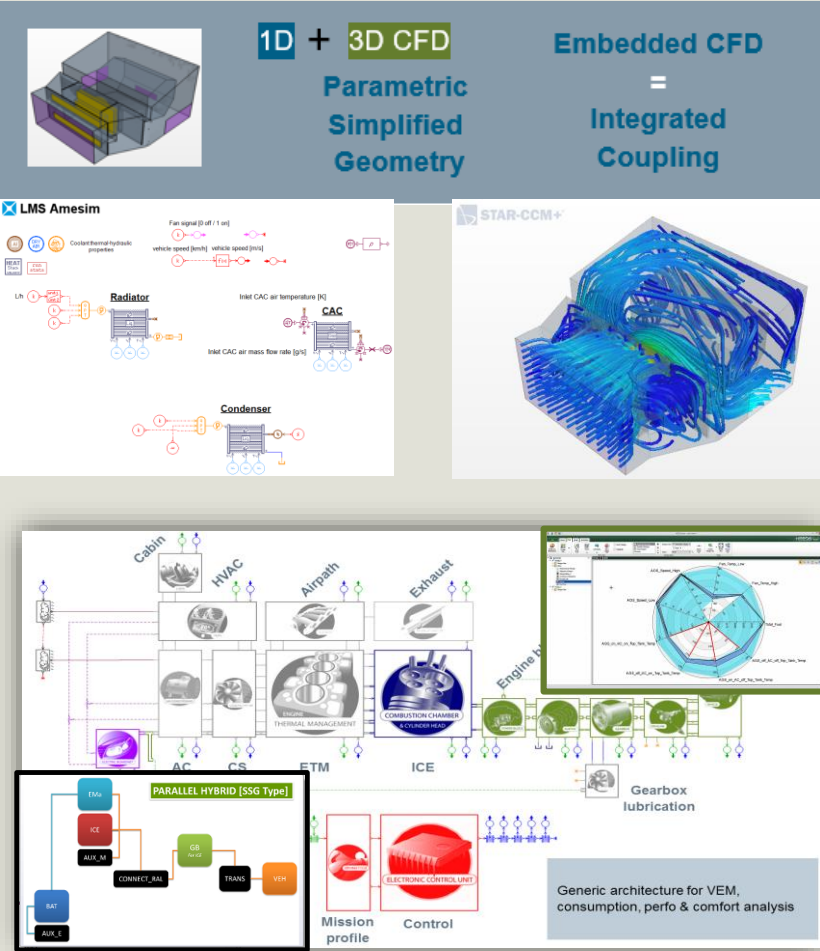
- Umfassende Bibliothek für konventionelle Maschinen bis hin zu Hybrid- und vollelektrischen Maschinen.
- Frühe Entwurfsoptimierung für Steuerungssysteme (MIL)

Funktionen

- Designalternativen untersuchen und eine Vorauswahl treffen
- Anforderungen verfeinern
- Regelungsalgorithmen definieren

Beispiel:

Definition der Architektur des Nachbehandlungssystems zur Erfüllung mehrerer Vorschriften



1D + 3D CFD
Parametric Simplified Geometry
Embedded CFD
= Integrated Coupling

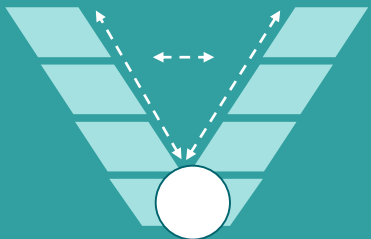
LMS Amesim

STAR-CCM+


Generic architecture for VEM, consumption, perfo & comfort analysis

Detailliertes Design

Detaillierte Physik zur Untersuchung von Leistungsverbesserungen



Validierung und Prüfung von Subsystementwürfen



1D 3D/CFD

Wertschöpfung

- Bereitstellung einer transparenten Verbindung zwischen 1D- und 3D-Simulation
- Automatisierter Arbeitsablauf
- Design-Erkundung

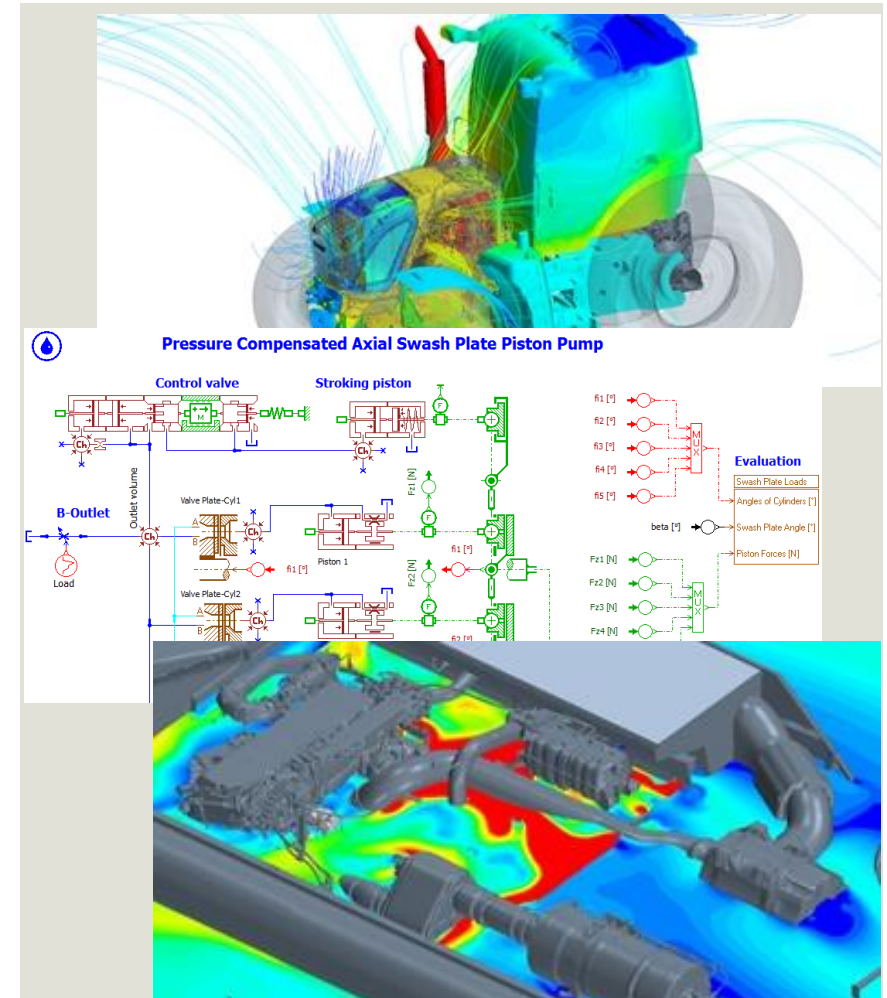
Funktionen

Leistungsbewertung:

- Für jedes Subsystem
- Integration vorbereiteten

Optimierung der Leistung der Komponenten:

- Abrufen von CAD- und nicht-geometrischen Daten
- Optimieren der Komponentenkonstruktion



Leistungsattribute

Kontinuierliches Feedback für systemgesteuerte Leistungsreaktionen



Validierung und Prüfung
des Fahrzeugintegrations-
designs



1D 3D/CFD

Wertschöpfung

- Ermöglicht systemgesteuertes Produktdesign
- Aktivierung der digitalen Abnahme während des Entwicklungsprozesses

Funktionen

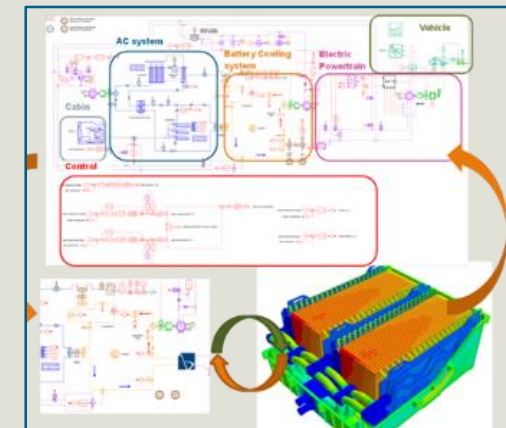
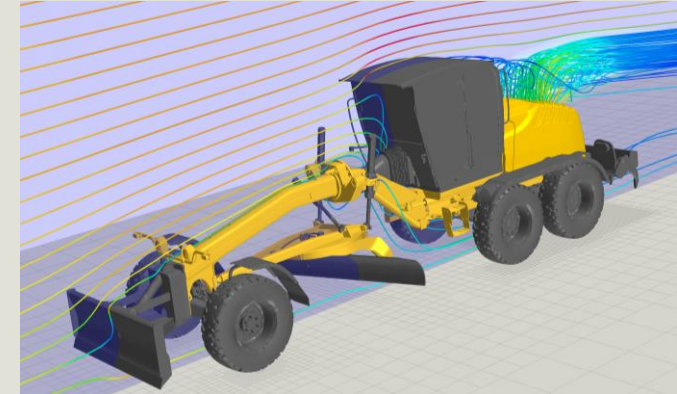
Bewerten Sie verschiedene Szenarien:

- Abhängigkeiten prüfen
- Attributabgleich durchführen
- Lange Betriebszyklen durchführen

Status der digitalen

Abzeichnung:

- Sicherstellen, dass alle digitalen Abzeichnungen aller Systeme abgeschlossen sind



Integration

Integration und Validierung von Steuerungssystemen



Software-Verifizierung und -Validierung



1D **ESD**

Wertschöpfung

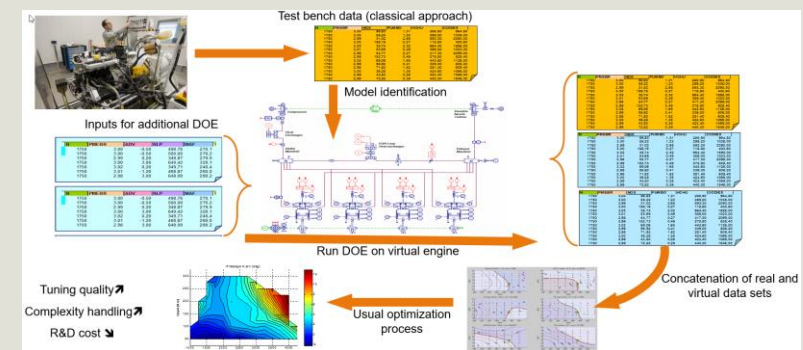
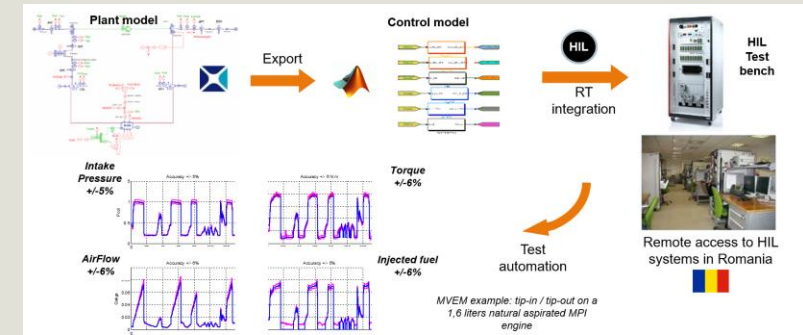
- Simulation von Millionen von Kilometern und Durchführung von bis zu 80 % Steuer-SW-Validierung.
- Modellbasiertes Testen

Funktionen

Steuerungssysteme:

- Endgültige Integration und Verifikationsvalidierung von Steuerungs-SW (SIL / HIL)
- (Vor-)Kalibrierung von Software-Funktionen

Endgültige digitale Modelle, die HW und SW kombinieren



Programmvalidierung

Fahrzeugvalidierung für die digitale Abnahme (Digital Sign-off)



Funktionen

Maschinelle Synthese:
Prüfung und Verifizierung
von Prototypen
Endgültige Validierung der
Maschine gegen die
Anforderungen

Endgültige digitale und
Produkt-Abnahme



**Reduzierung der
Leerlaufzeiten**

**Elektrifizierung der
Maschine**

**Thermisches
Management von
Maschinen**

**Hydraulische
Optimierung**

**Emissions-
vorschriften**

Motor-Optimierung

**Reduzierung der
Leerlaufzeiten**

**Elektrifizierung der
Maschine**

**Thermisches
Management von
Maschinen**

**Hydraulische
Optimierung**

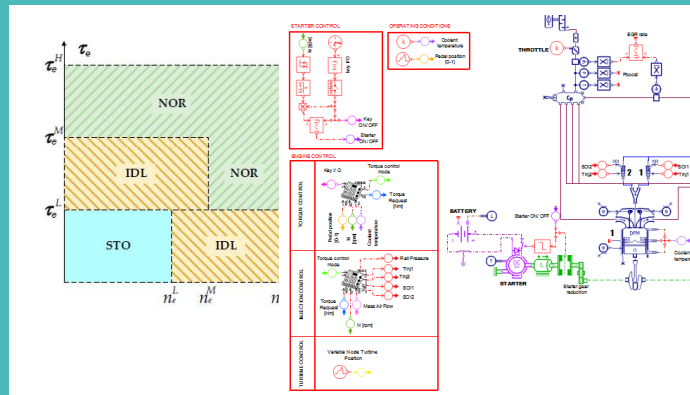
**Emissions-
vorschriften**

Motor-Optimierung

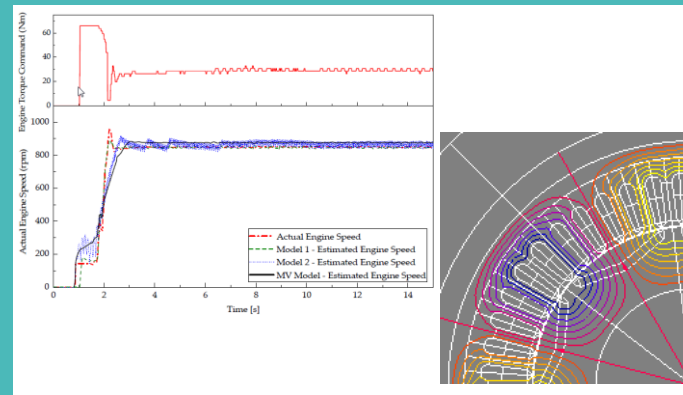
Innovationsbereiche

Reduzierung der Leerlaufzeiten - Herausforderungen

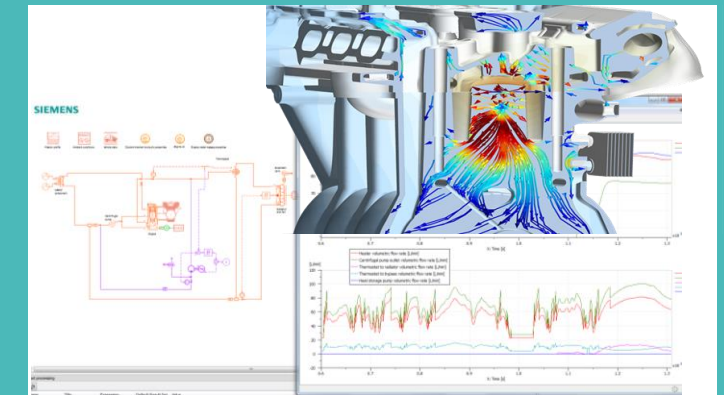
Optimierung der Stop-Start-Strategie



Richtige Konstruktion und Dimensionierung von Start-Stopp-Komponenten



Auswirkungen auf das Wärmemanagement der Maschine



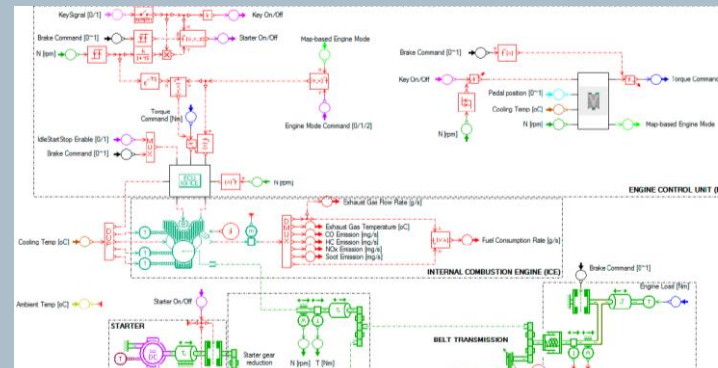
University of Warwick und JCB

Entwurf und Verifizierung der Leerlauf-Stop-Start-Regelung mit Simcenter Amesim

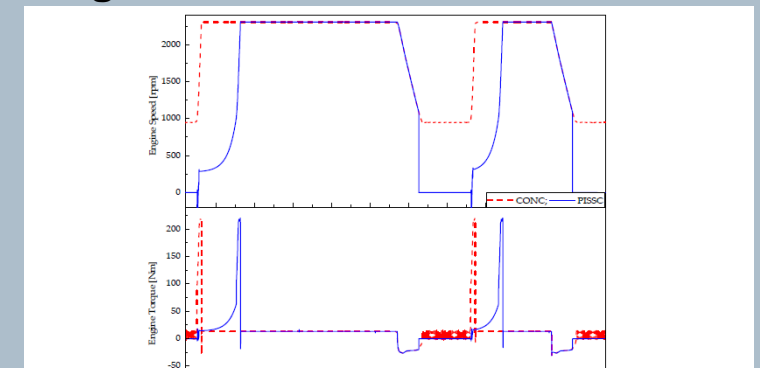


- Bis zu 64 % Kraftstoffeinsparung durch Leerlauf-Stop-Start-Funktion beobachtet
- MIL-HIL-Echtzeitsimulationen erfolgreich durchgeführt
- Treibstoffeinsparung durch reale Tests an einem Demonstrator bestätigt

Entwicklung einer neuartigen prädiktionsbasierten Leerlauf-Stop-Start-Steuerung



Starter- und Motormodell mit Leerlauf-Stop-Start



Vergleich des Motorverhaltens

- Minimierung des Kraftstoffverbrauchs und der Emissionen ohne Beeinträchtigung der Maschinenleistung
- Validierung des Potenzials der prädiktiven Leerlauf-Stop-Start-Steuerungsstrategie

"Simcenter Amesim ist ein leistungsfähiges Werkzeug für Modellierung und Echtzeitsimulationen".

Dr Truong Quang Dinh, Warwick Manufacturing Group (WMG), University of Warwick

Reduzierung der
Leerlaufzeiten

Elektrifizierung der
Maschine

Thermisches
Management von
Maschinen

Hydraulische
Optimierung

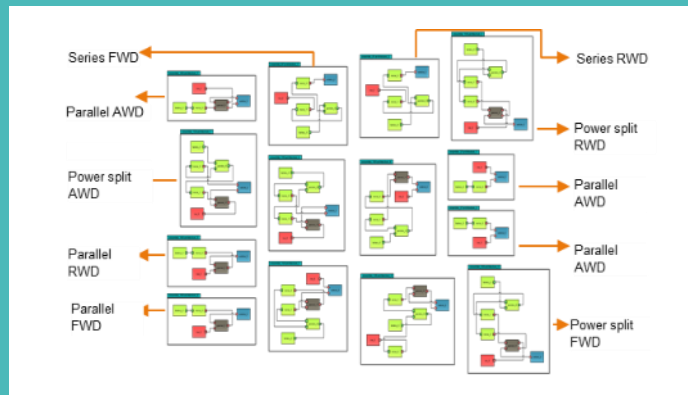
Emissions-
vorschriften

Motor-Optimierung

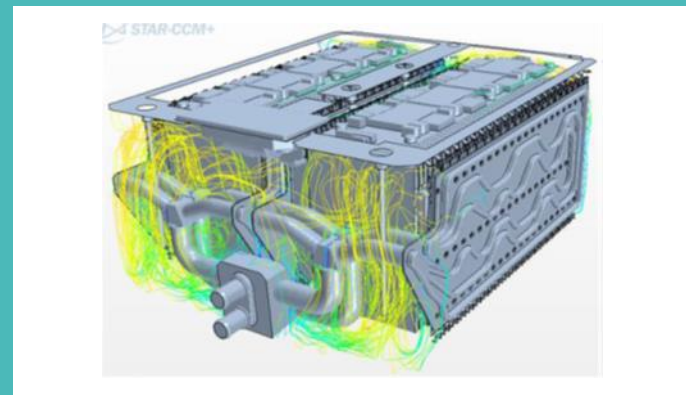
Innovationsbereiche

Maschinenelektrifizierung - Herausforderungen

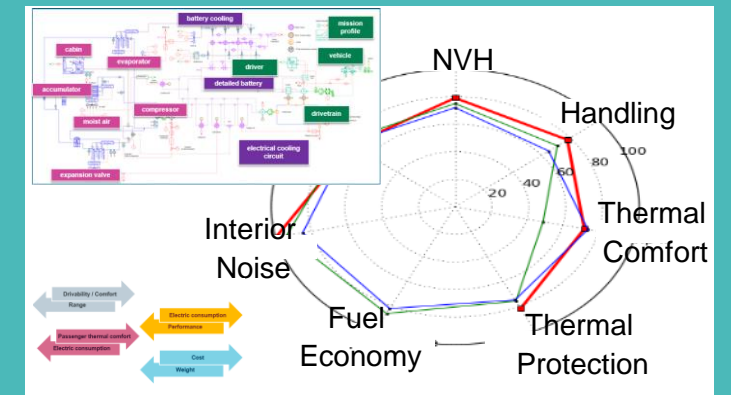
Architekturen und Strategien für verschiedene Varianten evaluieren



Beschleunigung der Konstruktion elektrischer Komponenten



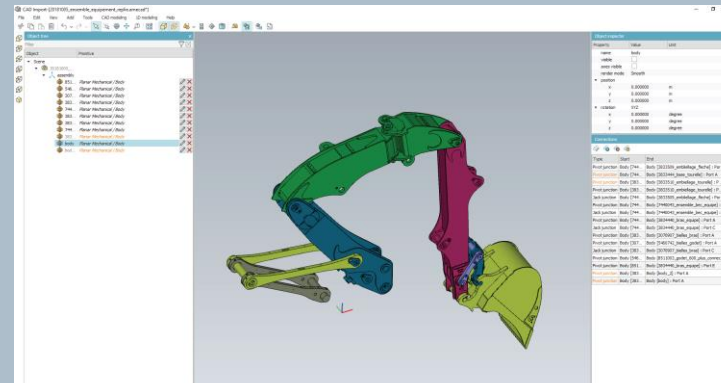
Ausgewogenheit zwischen Kraftstoffverbrauch und anderen Attributen



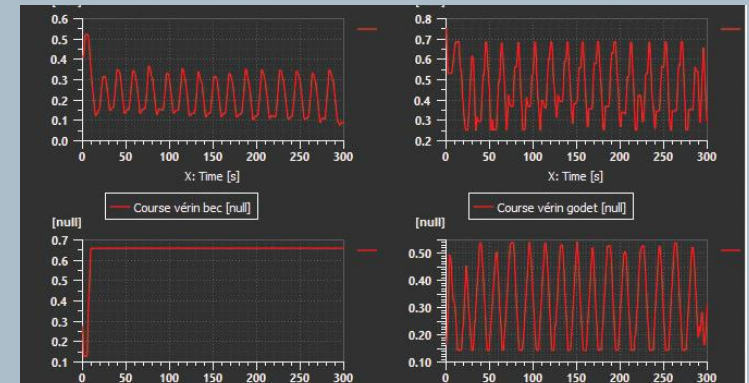


- **Abgeschlossene Modellierungs- und Analysephase in drei Monaten**
- **Integration einer Lithium-Ionen-Batterie, die die Anforderungen an Kapazität und Verpackung am Ende der Lebensdauer erfüllt**
- **Erster vollelektrischer Radbagger der Welt entwickelt**

Modellierung und Simulation des Mecalac e12



CAD-Import der mechanischen Teile von e12



Ergebnisse der e12-Betriebssimulation

- **Genauere Dimensionierung von Batterie, Wechselrichter und Permanentmagnet-Synchronmotoranalyse der Batteriealterung**
- **Kopplung mit Software-Entwicklungswerkzeug für Software-In-the-Loop-Verifikation**

"Simcenter Amesim ermöglicht uns die proaktive Erforschung neuer innovativer Designs".

Max Boni, Research & Development Director, Mecalac Group

Reduzierung der
Leerlaufzeiten

Elektrifizierung der
Maschine

Thermisches
Management von
Maschinen

Hydraulische
Optimierung

Emissions-
vorschriften

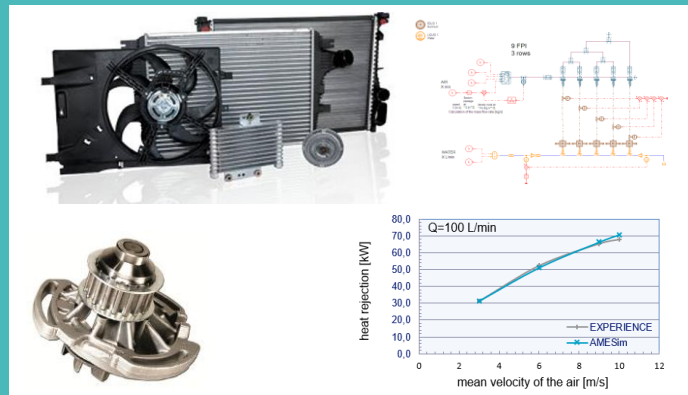
Motor-Optimierung

Innovationsbereiche

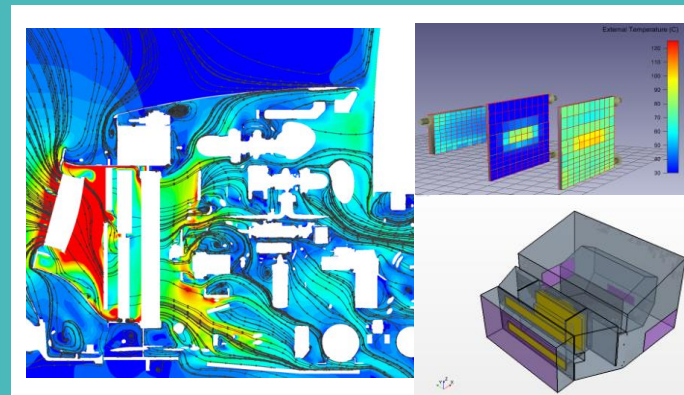
Thermomanagement von Maschinen - Herausforderungen



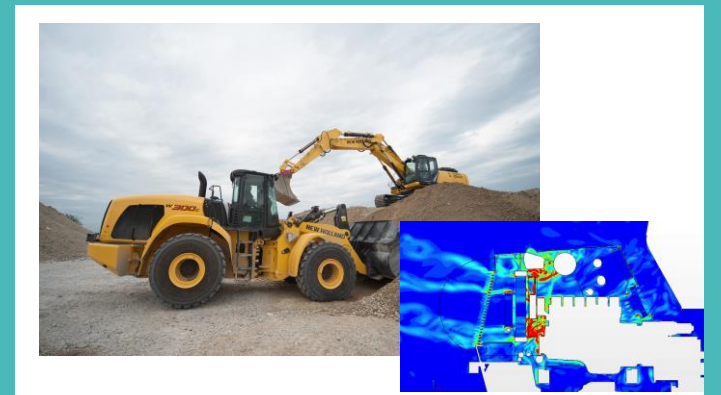
Vordimensionierung von
Kühlsystem und
Komponenten



Validierung der
Verpackung und
Konstruktion von
Wärmetauschern



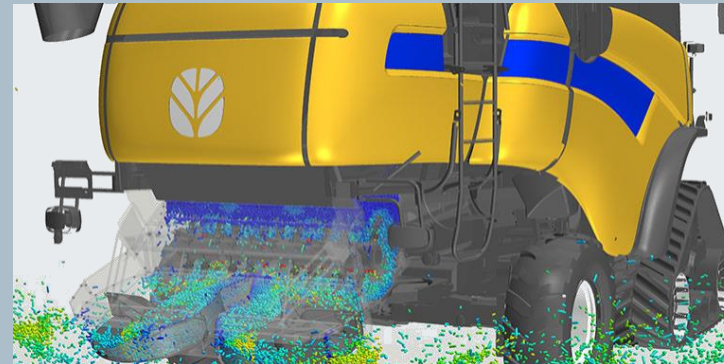
Ausgewogener
Verschmutzungsschutz
für effizientes
Wärmemanagement





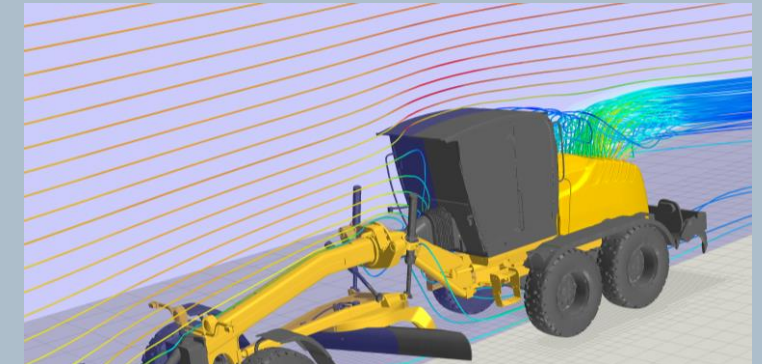
- **Direkt modellierte Ernteverarbeitung und –verwaltung**
- **Vorhersagbare thermische Kühlleistung unter verschiedenen Umgebungs-/Windbedingungen**
- **Reduzierung der schädlichen Emissionen**

Prädiktives DEM und Wärmemanagement zur Verbesserung der Maschinenkonstruktion



Simulation von Sprühen von der Rückseite des Mähdreschers

- Die Simulation wird zur Ergänzung der experimentellen Tests verwendet, um den extrahierten Wert zu maximieren
- Die Multiphysik-Modellierung ermöglicht die Analyse einer Vielzahl von physikalischen Prozessen



Prüfung der thermischen Kühlleistung

"In den letzten Jahren ist CFD für uns sehr wichtig geworden, insbesondere um Produkte zu entwickeln, die die Anforderungen der neuen Emissionsvorschriften erfüllen und übertreffen.

Luc Dupon, Senior Design Analyst

Reduzierung der
Leerlaufzeiten

Elektrifizierung der
Maschine

Thermisches
Management von
Maschinen

Hydraulische
Optimierung

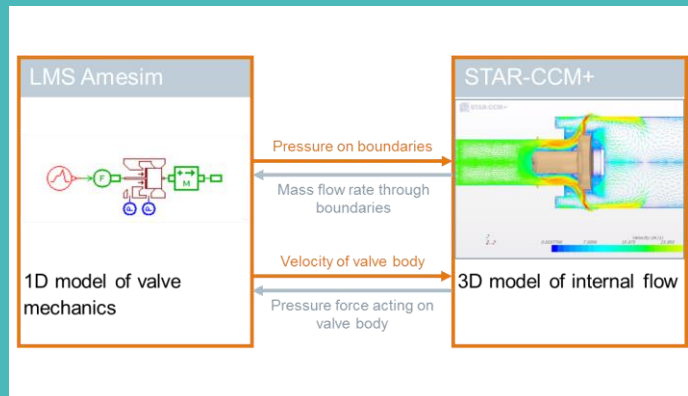
Emissions-
vorschriften

Motor-Optimierung

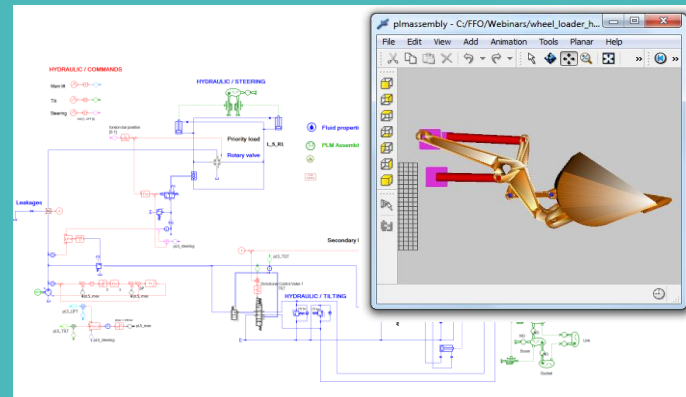
Innovationsbereiche

Hydraulische Optimierung - Herausforderungen

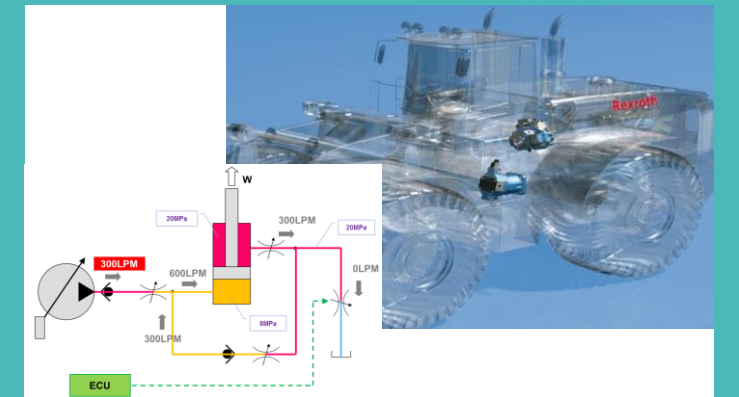
Sicherstellung der richtigen Dimensionierung von Hydraulikkomponenten



Frühzeitige Integration von hydraulischen und mechanischen Subsystemen durchführen



Bewertung innovativer Hydraulikarchitekturen



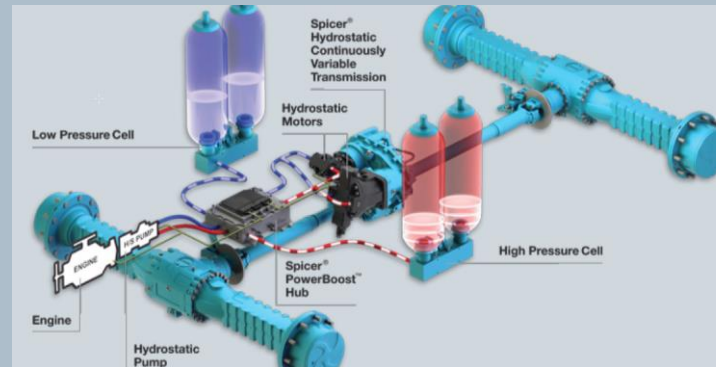
Dana

Entwicklung eines innovativen Antriebsstrangsystems dank Simcenter Amesim



- 20 % Kraftstoffeinsparung erreicht
- Reduzierte Design-Evaluierungszeit von 1 bis 2 Wochen auf 1 Tag
- Reduzierte Anzahl von Schleifen, die für physikalische Tests benötigt werden

Erhöhung der Systemintegration zur Optimierung der Maschineneffizienz



Simulation von Systemen mit mehreren Domänen

- Verwendung des modellbasierten Systems Engineering-Ansatzes für den Entwurf kraftstoffsparender Antriebsstränge
- Modellierung komplexer Mehrdomänensysteme unter Verwendung vordefinierter Komponenten



Analyse des Kraftstoffverbrauchs der Maschine

“ Wir können definitiv sagen, dass das Simcenter Amesim einen beträchtlichen Teil der Entwicklungszeit um den Faktor 5 reduziert hat, und dann sprechen wir nicht einmal über die Kosten”.

Dr. Lorenzo Serrao, Advanced Engineering

Reduzierung der
Leerlaufzeiten

Elektrifizierung der
Maschine

Thermisches
Management von
Maschinen

Hydraulische
Optimierung

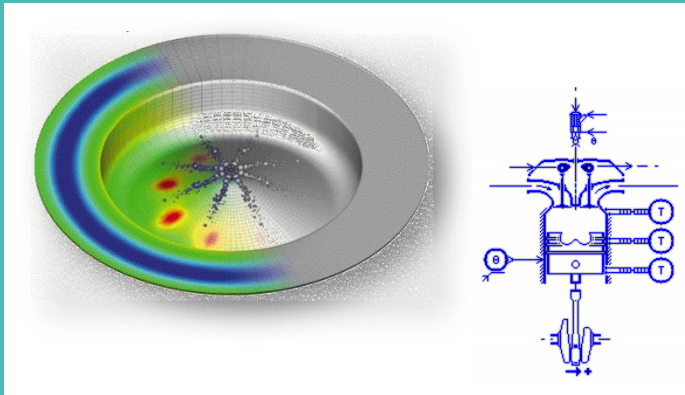
Emissions-
vorschriften

Motor-Optimierung

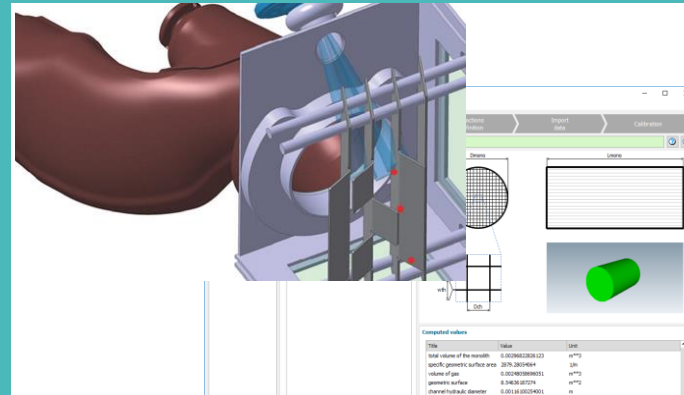
Innovationsbereiche

Emissionsvorschriften - Herausforderungen

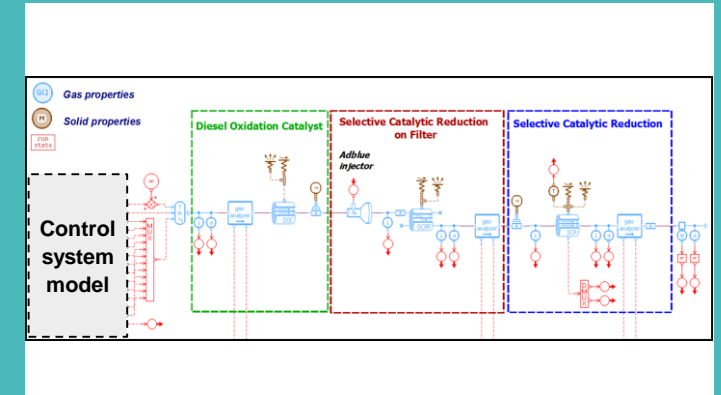
Genauere Abschätzung
der
Schadstoffemissionen
des Motors



Gewährleistung eines
optimalen
Kompromisses zwischen
Treibstoffeffizienz und
Emissionen



Entwurf und Validierung
des Kontrollsystems
nach der Aufbereitung.

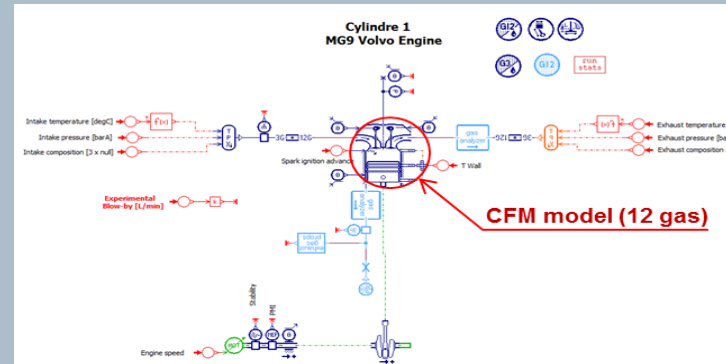


CRMT

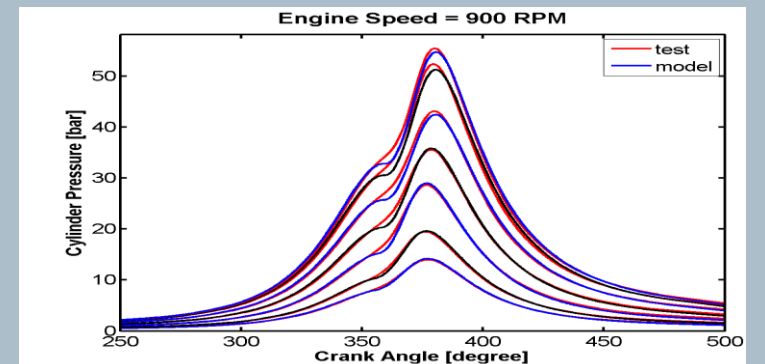
Modellierung eines Erdgas-Nutzfahrzeugmotors mit Simcenter Amesim



Analyse der Erdgasverbrennung zur Senkung der Emissionen



Modell des Motorzylinders



Vergleich des Zylinderdrucks

- Erreichtes Niveau der erforderlichen Modellgenauigkeit (gut bei NOx und CO)
- Verkürzte Entwicklungszeit durch Vorkalibrierung
- Reduziertes Risiko für Motor-Prototyp

- IMEP, Drücke und Temperaturen über den gesamten Motorbereich simulieren & extrapolieren
- Genaue Vorhersage der Wärmefreisetzung und der Schadstoffemissionen unter erschwerten Bedingungen

"Die modifizierte CFM-Modellgenauigkeit in Verbindung mit geringen Berechnungszeiten erlaubt die Anwendung für das Model Based System Engineering im Simcenter Amesim".

O. Marchand, Technical director

Reduzierung der
Leerlaufzeiten

Elektrifizierung der
Maschine

Thermisches
Management von
Maschinen

Hydraulische
Optimierung

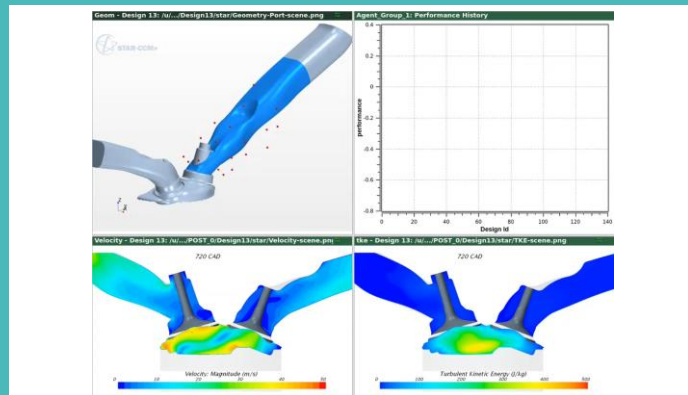
Emissions-
vorschriften

Motor-Optimierung

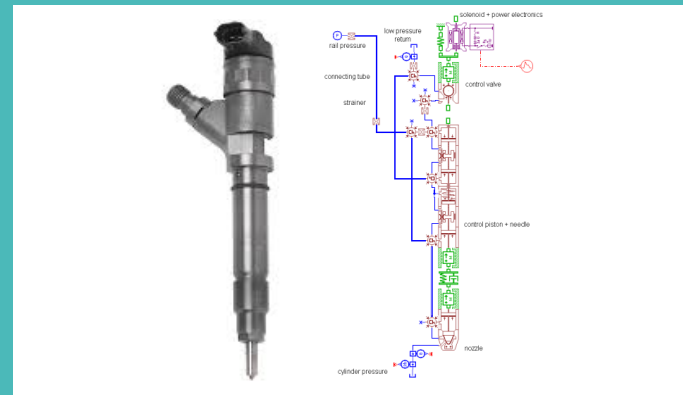
Innovationsbereiche

Motor-Optimierung - Herausforderungen

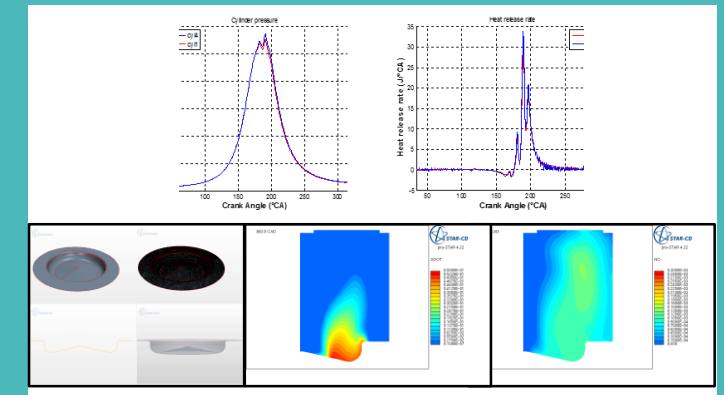
Auf den
Maschineneinsatz
zugeschnittene Luft- und
Kraftstoff-Subsysteme



Integration der
zugelieferten Motor-
Subsysteme



Auf Kraftstoffeinsparung
optimierte Verbrennung



Cummins

Entwicklung energieeffizienter Dieselmotoren mit Simcenter Amesim

SIEMENS
Ingenuity for life



- Vorhergesagter Kraftstoffverbrauch für jeden Maschinenantriebszyklus
- Verbesserte Reaktion des Motors auf hydraulische Befehle
- Verbesserung der Effizienz von Radladern und Baggern



"Eines der besten Merkmale von Simcenter Amesim ist die Benutzeroberfläche, die mit umfangreichen Bibliotheken und sehr hohen Kompetenzen und viel Physik ausgestattet ist.

Rohit Saha, Senior Machine and Simulation Engineer

**Reduzierung der
Leerlaufzeiten**

**Elektrifizierung der
Maschine**

**Thermisches
Management von
Maschinen**

**Hydraulische
Optimierung**

**Emissions-
vorschriften**

Motor-Optimierung

Reduzierung der
Leerlaufzeiten

Elektrifizierung der
Maschine

Thermisches
Management von
Maschinen

Energiemanagement von Maschinen

Hydraulische
Optimierung

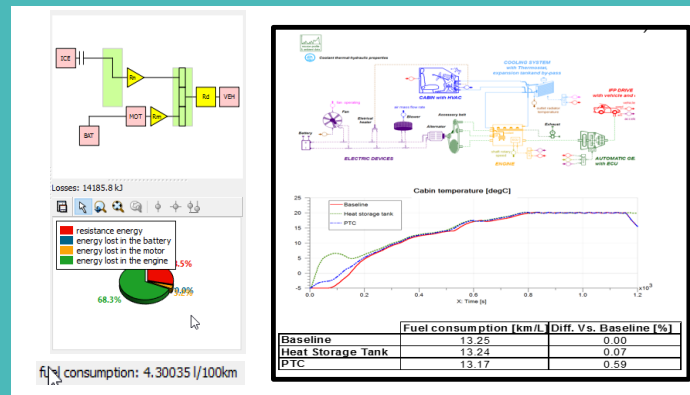
Emissions-
vorschriften

Motor-Optimierung

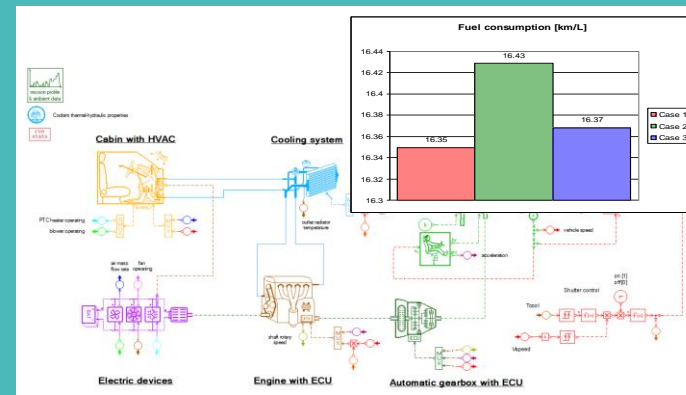
Innovationsbereiche

Energiemanagement von Maschinen - Herausforderungen

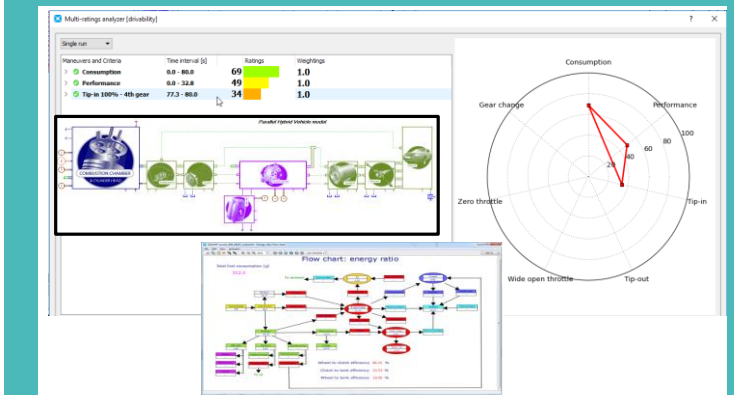
Bewertung der Leistung
mehrerer
Maschinenarchitekturen



Analyse der
Kraftstoffeffizienz
entlang des gesamten
Entwicklungsprozesses



Ausbalancieren der
wesentlichen
Maschineneigenschaften

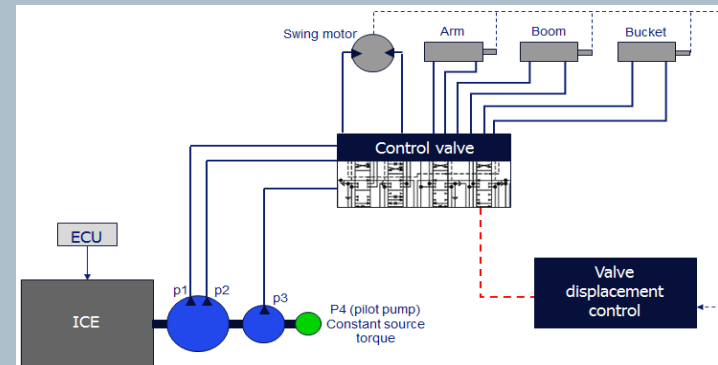


Yanmar

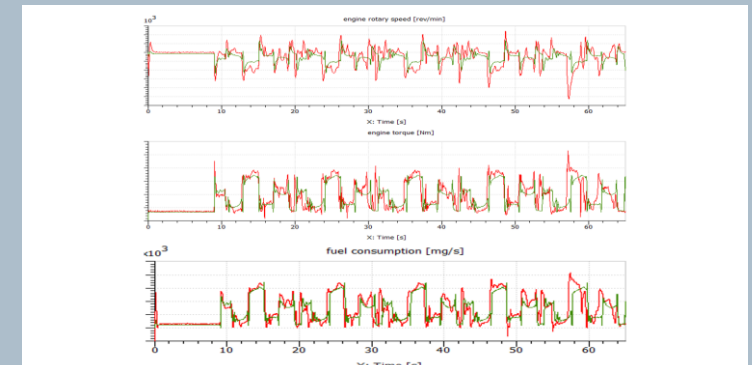
Einsatz von MBSE für die Untersuchung und Entwicklung eines neuen Baggers



Maschinen-Energiemanagement für ganzheitliche Verbesserungen der Kraftstoffeffizienz



Vereinfachtes Systemschema des Baggers



Test- und Simulationsergebnisse

- Verbesserung der Kraftstoffeffizienz zur Senkung der Betriebskosten
- Hochwertiger erster Prototyp des Baggers
- Verkürzung der Entwicklungszeit

- Abschätzung der Auswirkungen der eingeführten neuen Technologien auf den Kraftstoffverbrauch
- Optimierung der Kalibrierung des Reglers

"MBSE approach for the investigation and the development of a new excavator",
Hidekazu Niu, Yanmar Co., Ltd. - Nicolas Arrigoni & Lionel Broglia, Siemens PLM Software

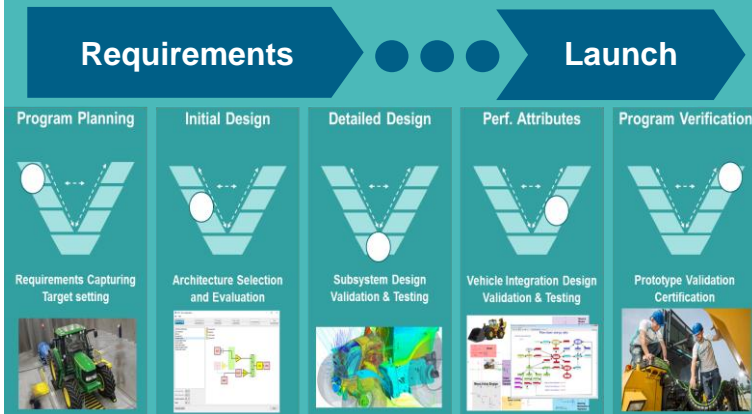
SAE 2014 Commercial Vehicle Engineering Congress, October 7-9, 2014, Rosemont, Illinois, USA

Verbesserung der Kraftstoffeffizienz von Nutzfahrzeugen mit Simcenter

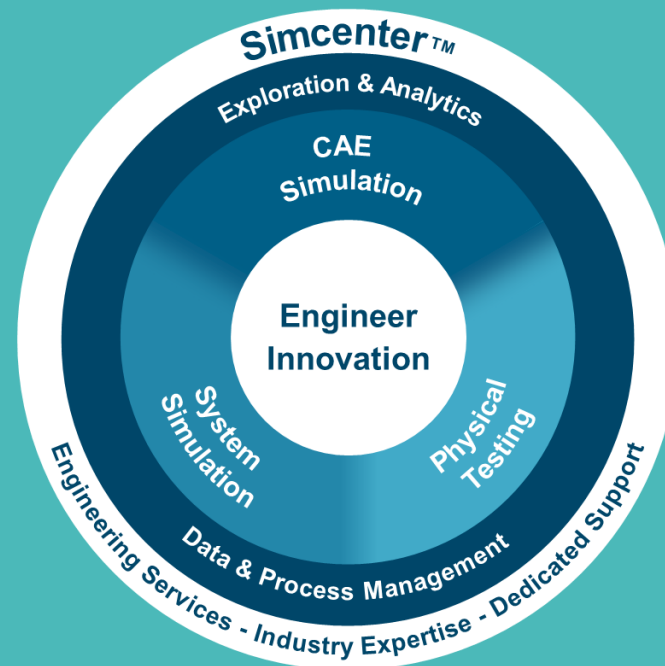
Zusammenfassung



Unterstützung des gesamten Designprozesses



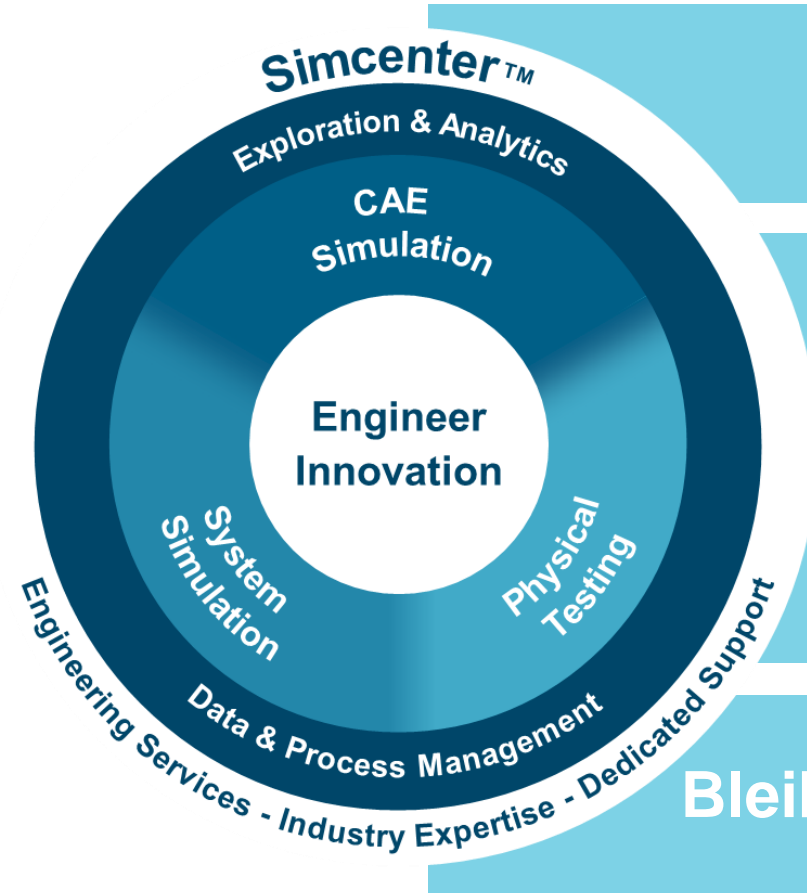
Branchenführende Werkzeuge



Profitieren Sie von 30 Jahren Erfahrung



Erfahren Sie, wie das Simcenter Amesim Ihnen helfen kann, Designs zu optimieren und Innovationen schneller und mit mehr Sicherheit zu liefern.



Lesen Sie mehr auf unserer Website



Werden Sie Teil unserer Community



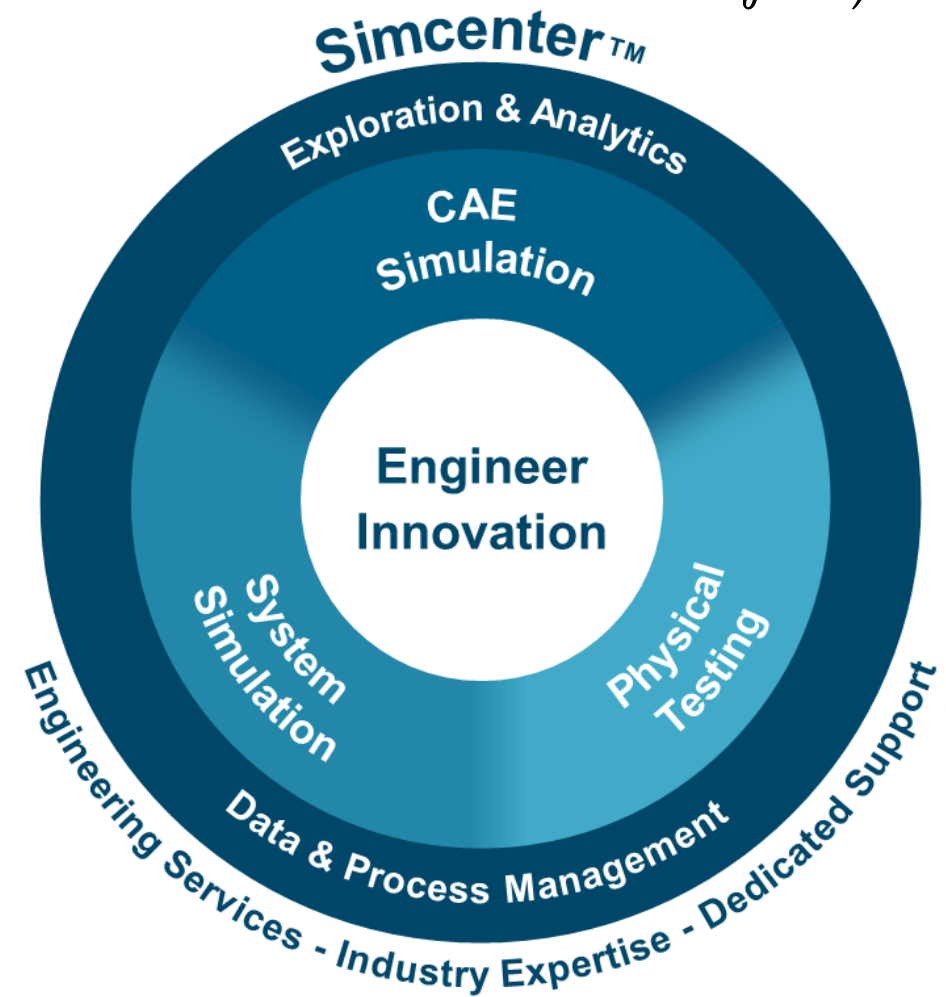
Folgen Sie uns auf YouTube



Bleiben Sie auf dem Laufenden über LinkedIn



Fragen & Antworten



www.siemens.com/plm/simcenter

www.siemens.com/plm/community/simcenter

Kontaktinformationen



Daniel Hermyt
Portfolio Development Heavy Industries

Siemens Industry Software GmbH
Franz-Geuer-Straße 10
50823 Köln, Germany
Mobile :+49 (172) 4343927
daniel.hermyt@siemens.com