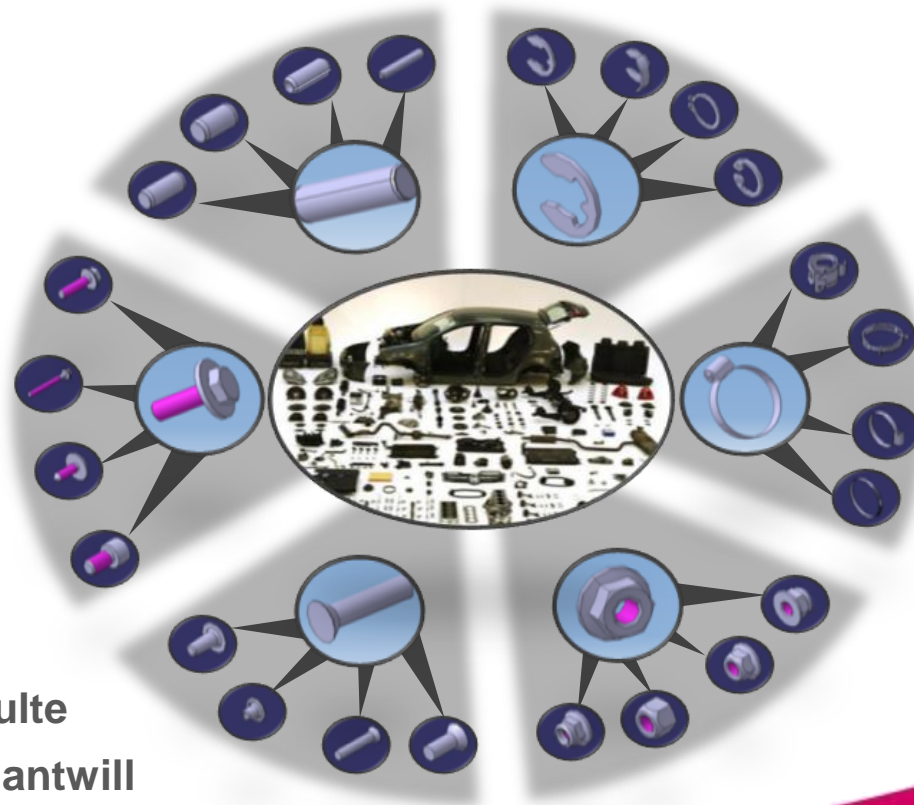


# Variantenreduzierung von Verbindungselementen am Beispiel eines deutschen Automobilherstellers - Ziel oder erst der Anfang?



Dipl.-Ing. Robert Schulte  
Prof. Dr.-Ing. Frank Mantwill

- **Hintergrund**
  - Gründe für Variantenvielfalt
  - Möglichkeiten und Ziele der Variantenreduzierung
  - Normteile und Verbindungselemente
  - Beispiele und Einsparpotentiale
- **Projekt zur Variantenreduzierung eines OEM**
  - Ziele des Variantenreduzierungsprojekts
  - Analyse der Entwicklung und Anforderungen der Fachbereiche
  - Normteileassistenz als Baustein zur Unterstützung der Variantenreduzierung
- **Erweiterung der Normteileassistenz**
  - Integration von Anforderungen der Produktionsplanung
- **Ausblick**

- **Hintergrund**
  - Gründe für Variantenvielfalt
  - Möglichkeiten und Ziele der Variantenreduzierung
  - Normteile und Verbindungselemente
  - Beispiele und Einsparpotentiale
- **Projekt zur Variantenreduzierung eines OEM**
  - Ziele des Variantenreduzierungsprojekts
  - Analyse der Entwicklung und Anforderungen der Fachbereiche
  - Normteileassistenz als Baustein zur Unterstützung der Variantenreduzierung
- **Erweiterung der Normteileassistenz**
  - Integration von Anforderungen der Produktionsplanung
- **Ausblick**

## Gründe

nach Lindemann, 2005

Externe Ursachen	Interne Ursachen
<p>Markt</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Steigende Marktkomplexität</li><li>• Nachfragekomplexität</li><li>• Wettbewerbskomplexität</li><li>• Internationalisierung der Märkte</li></ul> <p>Wettbewerb</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Erhöhter Preis-, Kosten- und Zeitdruck</li><li>• Notwendigkeit zur Differenzierung</li><li>• Besetzung neuer Märkte</li></ul> <p>Technologie</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Neue Techniken</li><li>• Änderung von Gesetzen und Normen</li></ul>	<p>Technik</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Nicht eindeutig definierte Schnittstellen</b></li><li>• Kürzere Produktlebenszyklen</li><li>• <b>Historisch gewachsene Produktspektren</b></li></ul> <p>Organisation</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Dominanz Vertrieb zu Entwicklung und Produktion</li><li>• <b>Mangel an Kommunikation und Koordination</b></li><li>• Fehlende Übersicht über Produktstruktur</li><li>• <b>Mangel an Gestaltungsmethodik und -systematik</b></li><li>• <b>Mängel bei Nutzen-Aufwand-Bewertung der Var.</b></li><li>• <b>Fehlen von effektiven, schnellen Suchsystemen</b></li></ul>

- Ein Unternehmen kann vornehmlich auf die internen Ursachen Einfluss nehmen.
- Durch interne Maßnahmen kann den externen Ursachen entgegengewirkt werden

## Möglichkeiten und Ziele

nach Jeschke, 1997

### Wesentliche konstruktive Möglichkeiten

- Integralbauweise
- Gestaltelemente standardisieren
- **Gleichteile**
- **Wiederholteile**
- **Teilefamilie**
- Baureihe
- Plattform
- Baukasten
- Teilearmes Konzept

### Ziele

- Reduzierung des Entwicklungs- und Koordinationsaufwandes
- Bessere Beherrschung der Qualität
- Verringerung der Montagezeit
- Senkung der Herstellkosten
- Erleichterung von Disposition und Kommissionierung
- Skaleneffekte

- Durch die Variantenreduzierung ergeben sich hohe Einsparpotentiale. Die Variantenreduzierung sollte bei den Teilen beginnen, die in einer großen Anzahl im Produkt verbaut werden.

## Anzahl Teile und Relevanz von Verbindungselementen

nach Hartlieb, 2000

### Teilevarianz im Automobil (Bsp. Kompaktklassewagen)

- 17.000 Teile (alle Varianten) → 5.000 Teile (Basisausstattung)
- Ca. 4.200 Normteile → ca. 25%
- Ca. 2.500 Verbindungselemente → 15%

### Besonderheit von Verbindungselementen gegenüber Normteilen allgemein

- Fachbereichsübergreifende Funktion
  - Unklare Verantwortlichkeit
  - Zusätzliches Bauteil
  - Zusatzgewicht
  - Zusätzlicher Montageprozess
- 
- Normteile sind 20 bis 60 Prozent billiger sind als eigens entworfene Teile und tragen deshalb stark zu Kostensenkung des Produktes bei.
  - Verbindungselemente haben durch ihre sowohl technische als auch damit zusammenhängende organisatorische Schnittstellenfunktion einen vergleichsweise noch höheren Rationalisierungseffekt.

## Vielfalt von Schraubenvarianten

OEM, 2006

### Beispiele eines OEM

- Verwendung von 5 Schraubenvarianten am Scheinwerfer in einem Kompaktklassewagen:

Fahrzeug	Teilenummer	Name	Länge:	Durchmesser:	Drehmoment in Nm :	Variante
Kleinw. 1		Schraube	43,5	6	3,5	1
Kleinw. 1		Duo-6kt-Flanschshr	25	5	4	2
Kompaktw. 1		Schraube	43,5	6	3,5	1
Kompaktw. 2		In-6rd-Kombi-Shr	16	5	3,5	3
Kompaktw. 2		Schraube	44	6	3,5	4
Kompaktw. 3		Schraube	16	5	3,5	5
Kompaktw. 3		Schraube	44	6	3,5	4
Kompaktw. 4		In-6rd-Kombi-Tpshr	16	5	2	6
Mittelklassew. 1		In-6rd-Kombi-Tpshr	16	5	2	6
Mittelklassew. 1		Duo-Kombi-Shr	40	6	8	7



- 11 Schraubenvarianten am Frontend der eines Kleinwagenmodells des OEM
- 30 unterschiedliche „M8x16“-Schrauben, wovon 4 dieser 30 Schrauben in 80 Prozent der Fälle ihren Einsatzzweck erfüllen.

## Reduzierung von Schraubenvarianten

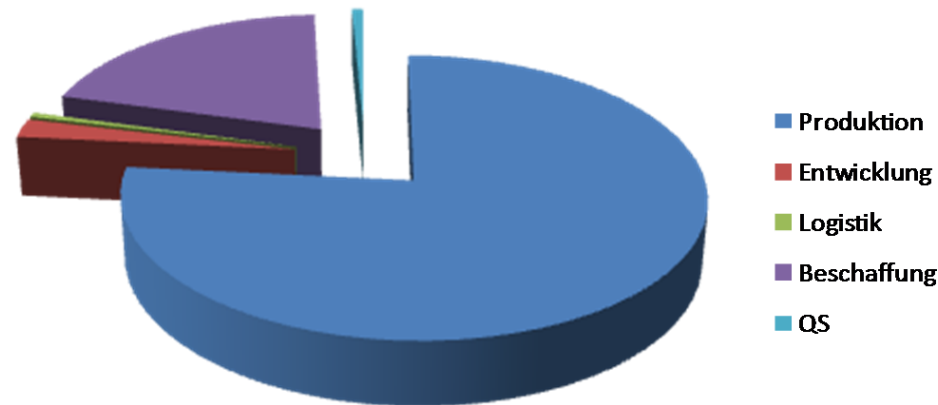
OEM, 2006

### Verdeutlichung am Beispiel eines OEM

#### Annahmen

- 500 Schraubenvarianten pro Fahrzeug
- Reduzierung der Schraubenvarianten um 20 %
- Jahresproduktion von 5 Mio. Fahrzeuge konzernweit
- Abschätzung der sich aus der Reduzierung ergebenden Einsparpotentiale für diverse Bereiche

#### Ergebnis



- Das Einsparpotential bei Senkung der Schraubenvarianten von 500 auf 400 liegt bei 5,50€ pro Fzg.
- Die Einsparung der Kosten in der Produktion hat einen Anteil von ca. 80%.



# Einsparpotentiale (2/2)

## Reduzierung von Such- und Einbauzeiten

Verdeutlichung am Beispiel eines OEM			
<b>Annahmen:</b>			
Konstruktursatz		85 €/Std.	
Jährliche Teileverwaltungskosten nach Ehrlenspiel		1.000 €	
<b>Bereich Konstruktion</b>			
	<b>Herkömmliches System</b>	<b>CADENA S-Software</b>	<b>Anmerkung</b>
Anzahl verbaute Normteile pro Tag	5000 Stck.	5000 Stck.	... wenn jeder CV5-Konstrukteur 1 Normteil am Tag verbaut
Durchschnittl. Suchzeit pro Bauteil in Minuten	5 min	3 min	Schätzwert nach Analyse
Einbauzeit in Konstruktion inkl. Beschaffung der Daten in Min.	4 min	2 min	Schätzwert nach Analyse
Gesamtzeit pro Tag in Stunden	750 Std.	416,67 Std.	
Gesamtkosten pro Tag	63.750 €	35.417 €	
Kostensparnis pro Tag		28.333 €	
Kostensparnis pro Jahr		<b>5.666.667 €</b>	bei 200 Arbeitstagen
<b>Bereich Normung</b>			
Benutzung von Verbindungselementen	2000 Stck.	900 Stck.	900 Stck. ergibt sich aus VRV + Sonderbeantragungen
Kosten pro Jahr für Verwaltung	2.000.000 €	900.000 €	
Kostensparnis pro Jahr		<b>1.100.000 €</b>	
<b>Gesamtkostensparnis im Bereich Normung und Entwicklung pro Jahr</b>		<b>6.766.667 €* </b>	

\*Weitere Kostensparnisse in den Bereichen Produktion (Montage, Werkzeug), Logistik (Lager, Wege) und Beschaffung (Scalingeffekt)

- Schon die Reduzierung der Such- und Einbauzeiten bedeutet hohes Einsparpotential.

- **Hintergrund**
  - Gründe für Variantenvielfalt
  - Möglichkeiten und Ziele der Variantenreduzierung
  - Normteile und Verbindungselemente
  - Beispiele und Einsparpotentiale
- **Projekt zur Variantenreduzierung eines OEM**
  - Ziele des Variantenreduzierungsprojekts
  - Analyse der Entwicklung und Anforderungen der Fachbereiche
  - Normteileassistenz als Baustein zur Unterstützung der Variantenreduzierung
- **Erweiterung der Normteileassistenz**
  - Integration von Anforderungen der Produktionsplanung
- **Ausblick**

## Variantenreduzierung Verbindungselemente (VRV)

OEM, 2009

### Hauptziele des VRV-Projektes

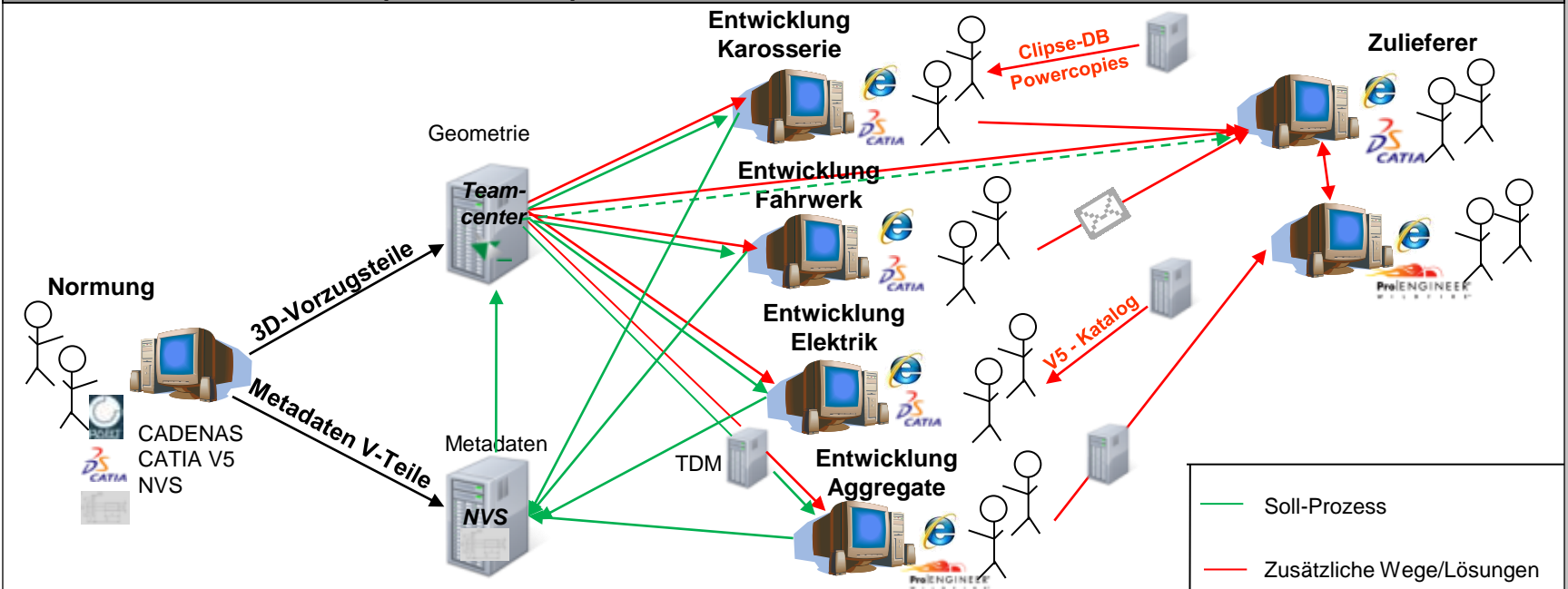
- Erstellung einer Richtlinie zur nachhaltigen Senkung der Vielfalt
- Senkung der Fertigungskosten des Fahrzeugs
- Definition von Verbindungselementen als Vorzugsteile in Abstimmung der Fachbereiche Entwicklung, Produktionsplanung und Beschaffung
- Konsequente Umsetzung dieser Vorgaben in den neuen Fahrzeugprojekten
- Parallel dazu Vereinheitlichung von Anziehverfahren bzw. Anziehparameter



- Der Katalog ist Ende 2009 in einer Richtlinie veröffentlicht worden und soll für alle neuen Modelle durchgängig und konsequent genutzt werden.

## Ergebnisse der Analyse










### Ist-Situation des OEM (vereinfacht)



- Mangel an Kommunikation und Koordination
  - Fehlen von effektiven, schnellen Suchsystemen
  - Historisch gewachsene Insellösungen in den Fachbereichen für spezifische Probleme
  - Unzureichende Anbindung der Zulieferer
  - Unzureichende Abstimmung der Entwicklung mit der Produktionsplanung
- Infrastruktur lässt eine erfolgreiche Einführung des VRV-Projektes nicht zu!**

# Anforderungen der Entwicklung

## Befragung der Entwicklungsfachbereiche

Anforderungen der Entwicklung	Priorität
• <b>Schnelles Finden von Verbindungselementen/ "intelligente" Suche</b>	
• <b>Eindeutige Anzeige des Status für Verbindungselemente (Vorzugsteil)</b>	
• <b>Alternativenvorschlag bei ungeeignetem Teil</b>	
• <b>Schneller Zugriff auf Verbindungselemente aus CAD</b>	
• <b>Tiefere CAD-Integration Tools für Verbindungselemente</b>	
• Gruppenorientierte Freigabe von Bauteilen (Favoriten)	
• Produktstrukturcheck zur Überprüfung auf Nicht-Vorzugsteile	
• Verwaltung von UDFs, Powercopies als Konstruktionstemplate	
• Verwaltung und Handhabung von flexiblen Bauteilen (z.B. Schnappmuttern)	

- Grundlegende Funktionen wurden bemängelt.
- Sehr viele Arbeitsschritte zur Erledigung der Aufgaben.
- Voraussetzungen für eine erfolgreiche Durchführung eines Projekts zur Variantenreduzierung nicht vorhanden.

## Unterstützung der VRV-Projektes

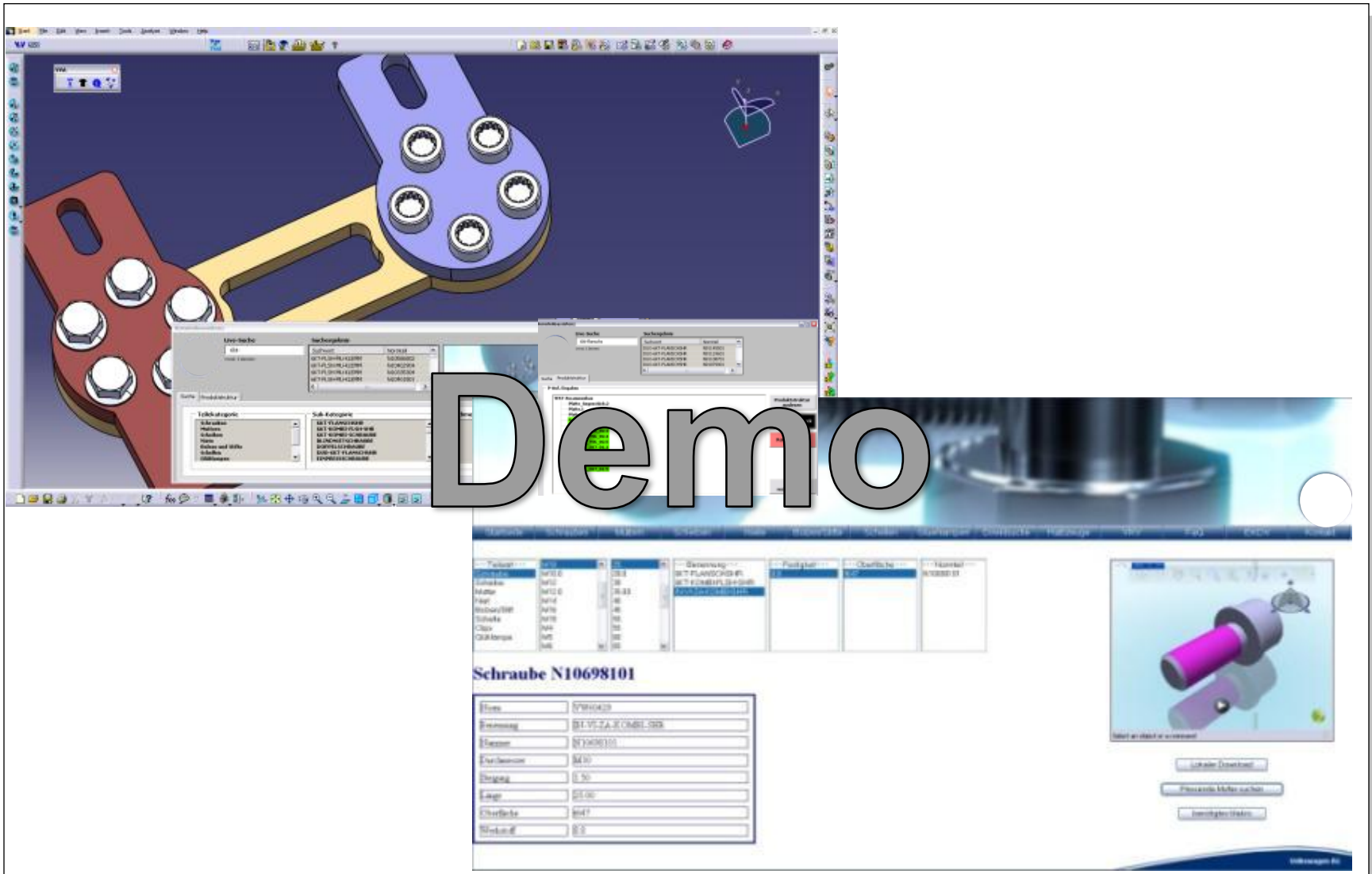
### Ziele

- Verwaltung der Bauteile auf **nativer Basis** in CATIA V5
- Einfachere **Publikation der Vorzugsteile**
- Einbinden der **Vorzugsteile in die Umgebung des Entwicklers**
- **Optimierung der Suche** für Vorzugsteile
  - Übersichtlichere Darstellung, selbsterklärende Menüs, schlanke Oberfläche
- Zeitreduzierung durch **optimales Verbauen** der Vorzugsteile
- **Modularer Aufbau**
  - Zukünftig erweiterbar durch weitere Entwicklungs- und Produktions-Anforderungen



- Die 1. Ausbaustufe der Normteileassistentz fokussiert Anforderungen der Entwicklung und soll vor allem die Nutzung von Vorzugsteilen (VRV-Projekt) begünstigen.

# Demo Normteileassistent



**Schraube N10698101**

Teilname	APZ	Material	Stärke	Flanschhöhe	Flansch
Schraube	M10	304	10		
Flansch	M10	304	10	10	
Flanschhöhe	M10	304	10	10	
Schraube	M10	304	10		
Flansch	M10	304	10	10	
Flanschhöhe	M10	304	10	10	

**Schraube N10698101**

Flans	N10698101
Bestimmung	ST-VLZ-KOMBL-DR
Flans	N10698101
Flanshöhe	10
Flans	10
Flans	10
Flanshöhe	10
Flans	10

Buttons: Lokale Download, Prozessende Melder suchen, Download/Status

© MRP 2010

## Erkenntnisse nach Validierung mit den Entwicklungsfachbereichen

### Die Normteileassistentz hat bewiesen, dass

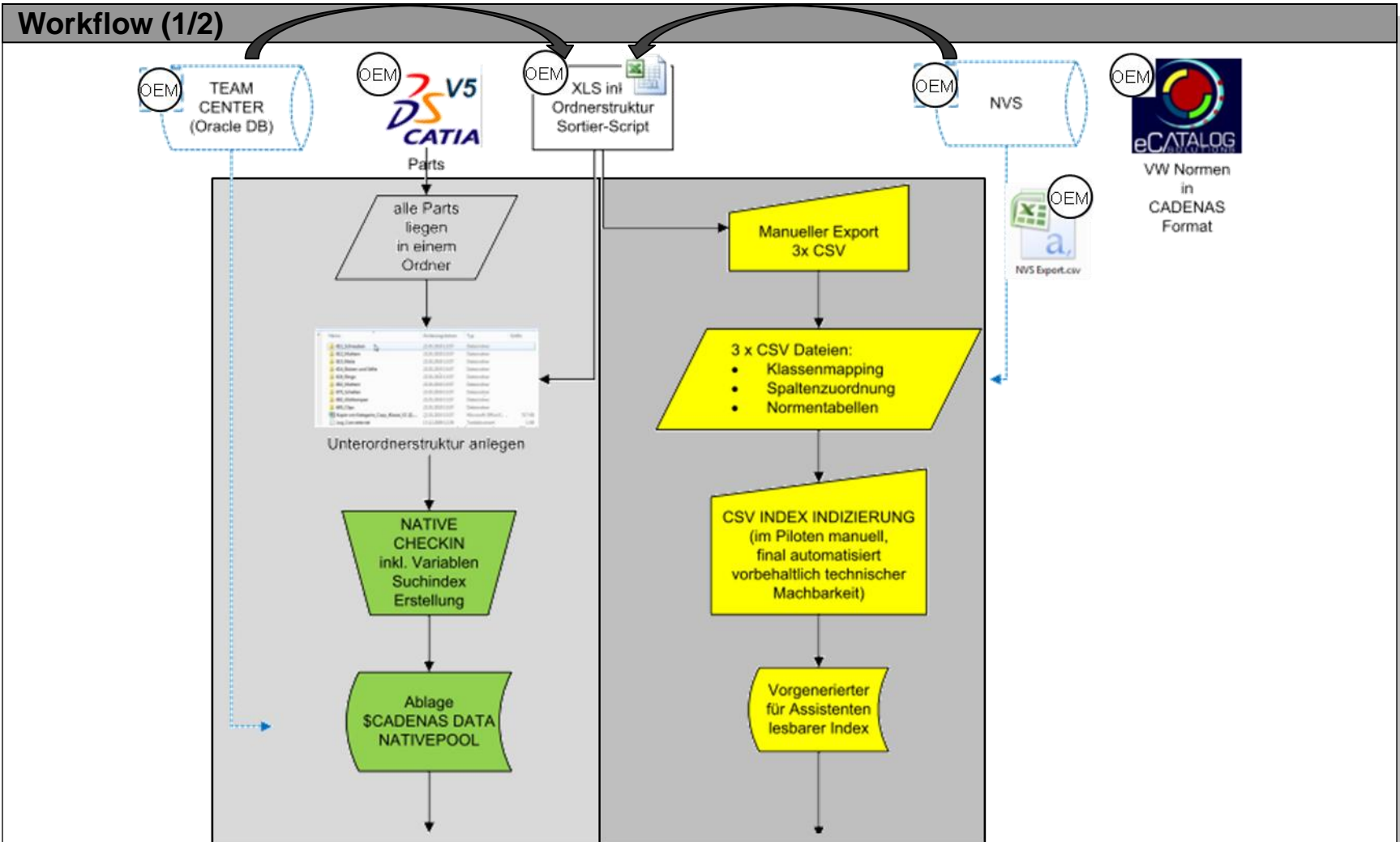
- Eine Assistentz den Entwickler entscheidend unterstützen kann, Vorzugsteile in seiner Konstruktion zu verwenden.
- Erhebliche Zeiteinsparungen bei der Konstruktion durch Reduzierung von Such- und Verbauezeiten möglich sind.
- Konstruktionen hinsichtlich der korrekten Verwendung von Verbindungselementen überprüft und korrigiert werden können.
- Auch Externe die Assistentz ohne Erläuterung verwenden können.
- Die richtige Ablage der Informationen die wichtigste Voraussetzung für eine Berücksichtigung weiterer Anforderungen ist (nicht alle Informationen in das CAD-Modell)
- **Die Voraussetzungen für eine bessere Abstimmung mit der Produktionsplanung geschaffen werden.**

- Die Assistentz ist somit in der Lage, als erweitertes Feature im CAD-System zu wirken und bietet eine Basis für die frühzeitige Produktabsicherung!



# Aufbau einer Testumgebung

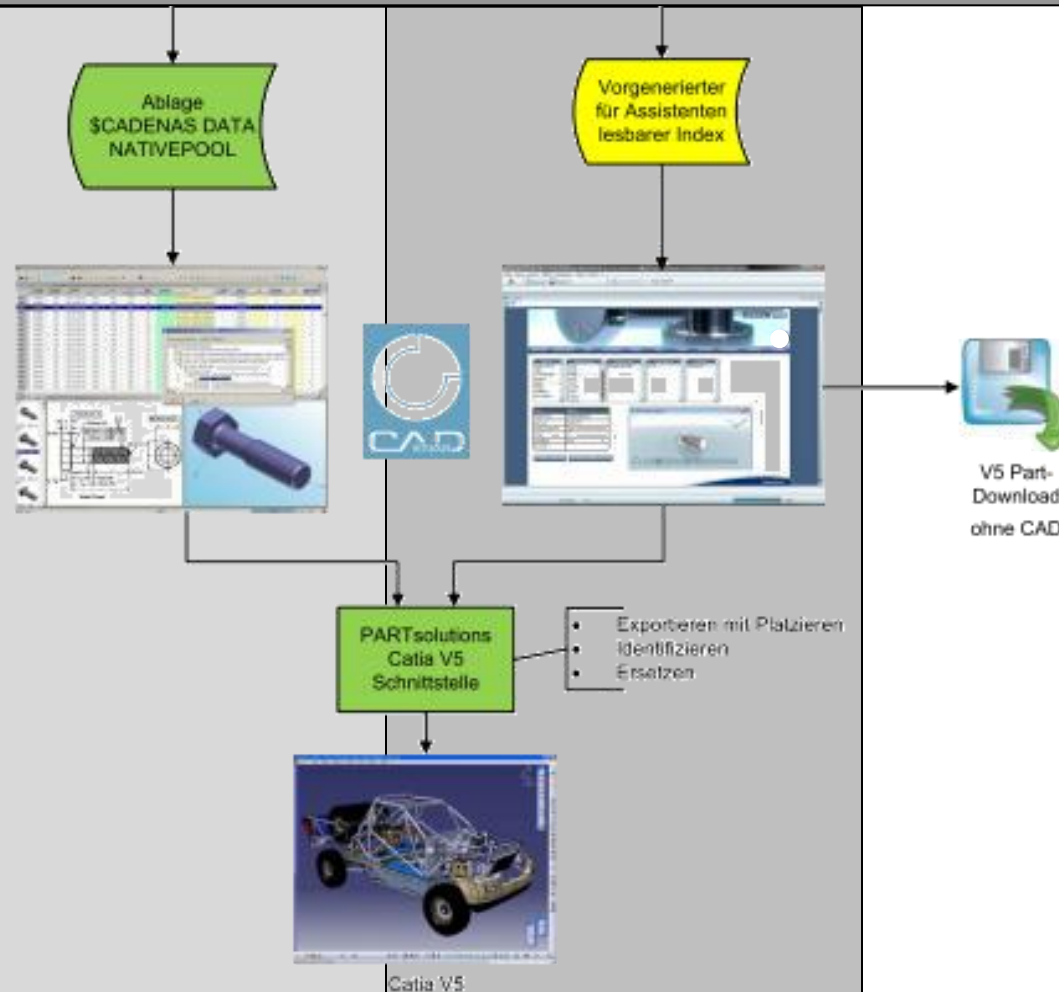
## Unterstützung durch CADENAS Know-How und Technik



# Aufbau einer Testumgebung










## Unterstützung durch CADENAS Know-How und Technik

### Workflow (2/2)



- **Hintergrund**
  - Gründe für Variantenvielfalt
  - Möglichkeiten und Ziele der Variantenreduzierung
  - Normteile und Verbindungselemente
  - Beispiele und Einsparpotentiale
- **Projekt zur Variantenreduzierung eines OEM**
  - Ziele des Variantenreduzierungsprojekts
  - Analyse der Entwicklung und Anforderungen der Fachbereiche
  - Normteileassistenz als Baustein zur Unterstützung der Variantenreduzierung
- **Erweiterung der Normteileassistenz**
  - Integration von Anforderungen der Produktionsplanung
- **Ausblick**

## Befragung der Produktionsplanung

Anforderungen der Produktionsplanung	Priorität
• <b>Bauraum des Betriebsmittels/ Montageabsicherung</b>	
• <b>Eindeutige Identifikation des Normteils in der Produktstruktur</b>	
• <b>Angabe von Fügeprozessparametern (z.B. Drehmoment!)</b>	
• Verbauort der Normteile	
• Toleranzen des Werkzeugs (z.B. mögl. Winkelverstellung)	
• Angabe des Standards	
• Allg. Gestaltungsvorgaben der Produktion	
• Angabe der notwendigen Funktionsfläche	
• Anzahl der Normteile pro Projekt	

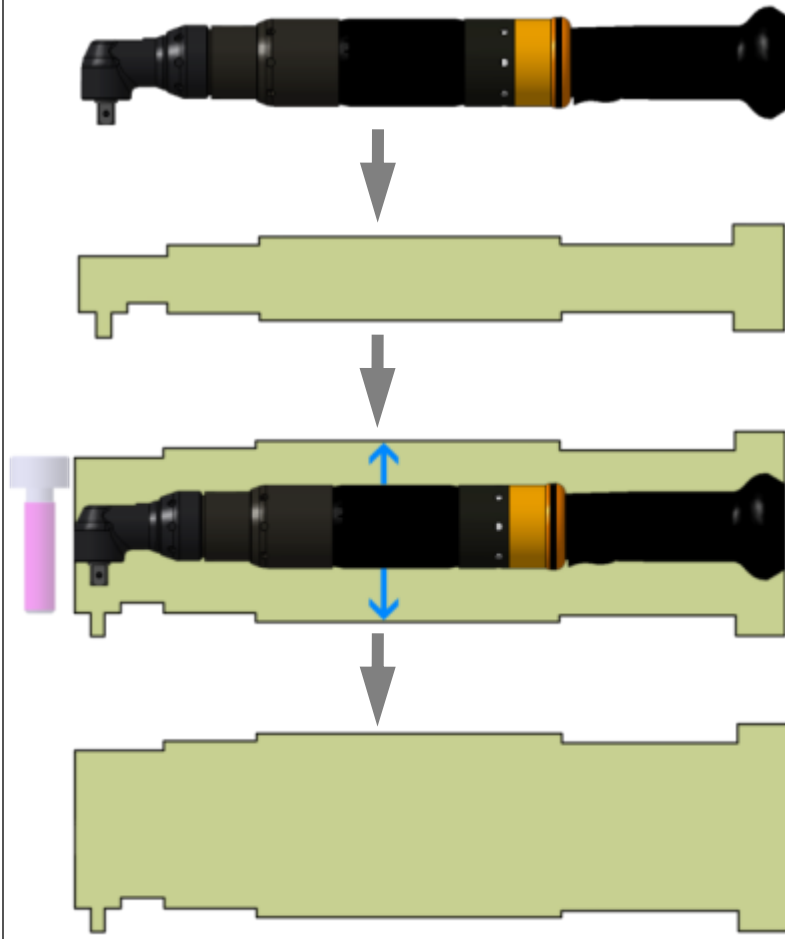
## Montageabsicherung - Schraubercheck



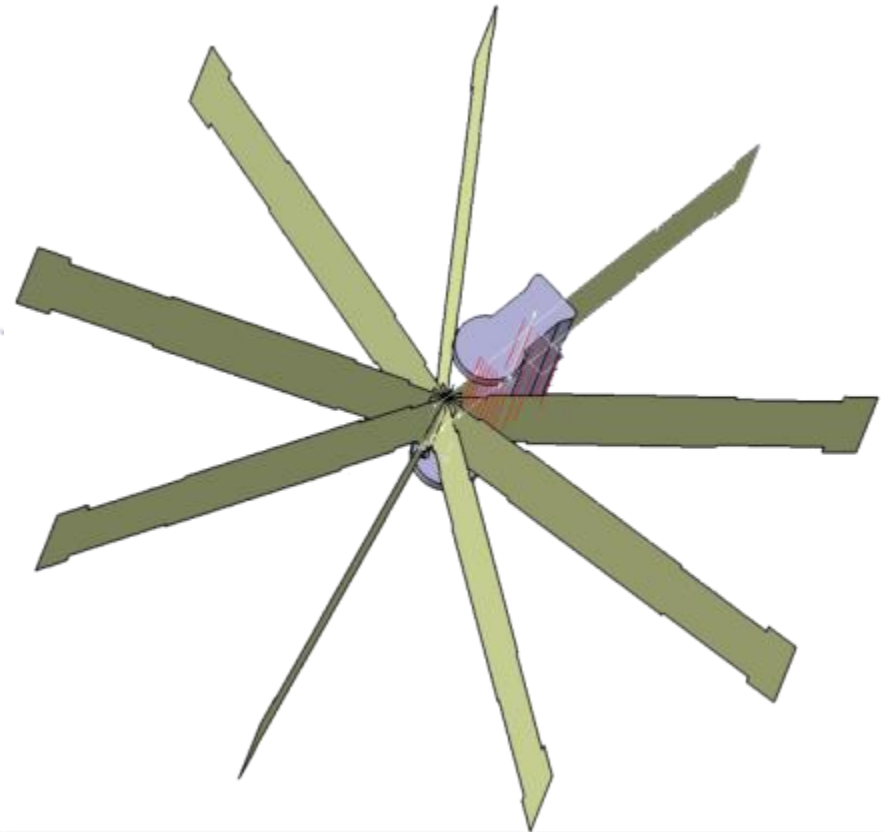
Der Zusammenhang zwischen Verbindungselement und Betriebsmittel ist eine wichtige Voraussetzung für eine frühzeitige Produktabsicherung. Derzeit sind der Zeitpunkt und die Art der Montageuntersuchung noch ungeklärt.

## Schraubercheck in CATIA V5 - Modellaufbau Schrauber und Kollisionscheck

Vereinfachung des Schraubers

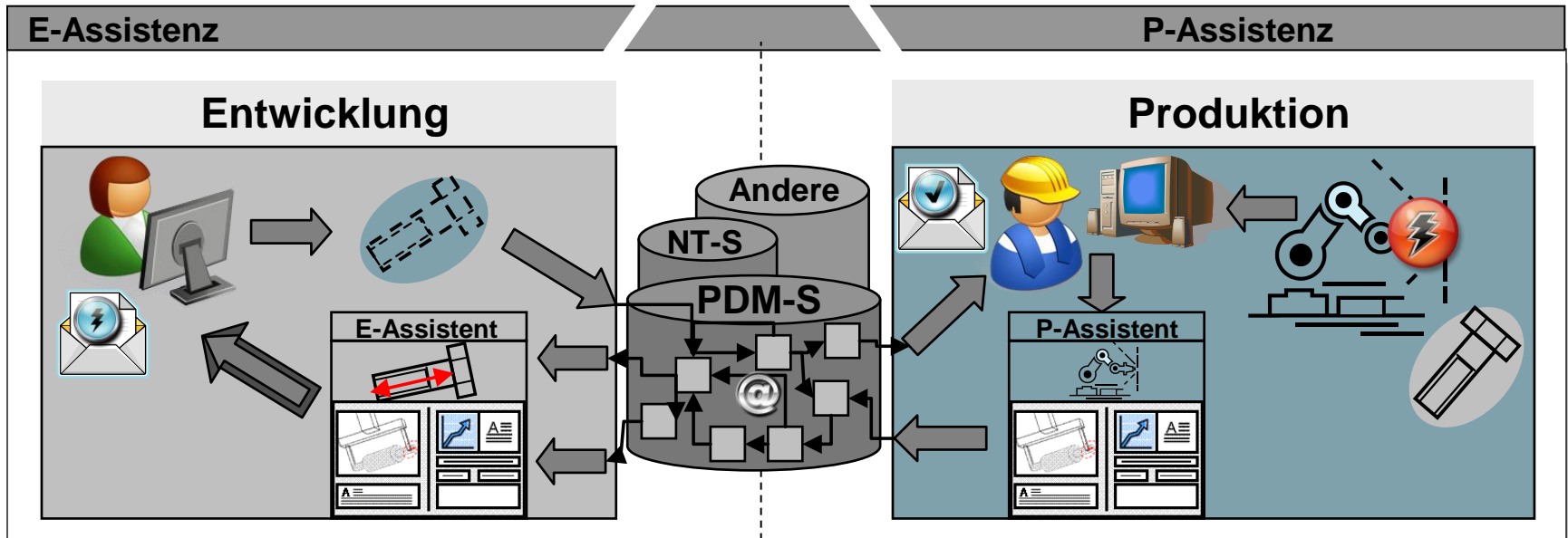


Kollisionscheck durch schrittweise Rotation



- **Hintergrund**
  - Gründe für Variantenvielfalt
  - Möglichkeiten und Ziele der Variantenreduzierung
  - Normteile und Verbindungselemente
  - Beispiele und Einsparpotentiale
- **Projekt zur Variantenreduzierung eines OEM**
  - Ziele des Variantenreduzierungsprojekts
  - Analyse der Entwicklung und Anforderungen der Fachbereiche
  - Normteileassistenz als Baustein zur Unterstützung der Variantenreduzierung
- **Erweiterung der Normteileassistenz**
  - Integration von Anforderungen der Produktionsplanung
- **Ausblick**

## Echtes Frontloading durch Nutzung von Assistenzen



### Fazit

- Die reine Bestrebung zur Variantenreduzierung ist erst der Anfang.
- Ohne geeignetes Werkzeug ist diese in einem großen Unternehmen schwer durchsetzbar.
- Assistenzen sind ein geeignetes Mittel, um diesen neuen Prozess zu etablieren.
- Für eine gesamtheitliche Betrachtungsweise muss die Produktionsplanung integriert werden.