



**we think transport**

Die Marken der BPW Gruppe: BPW | ERMAX | HBN-Technik | HESTAL | idem telematics



# Daten Nutzen: Strukturierte Problemlösung

## - Ein Praxisbeispiel

Sebastian Pfeil / Lukas Mair

# Agenda

- 01 Vorstellung der BPW / Sebastian Pfeil
- 02 Einleitung zum Thema systematische Problemlösung
- 03 Ausgangssituation und Problemstellung bei der BPW
- 04 Systematische Problemlösung und einzelne Methoden am konkreten Beispiel
- 05 Fazit mit Lessons Learned
- 06 Fragen



# MOBILITÄTSPARTNER

für Transport- und Logistik-Unternehmen



**Die Welt des Transports ist in Bewegung wie noch nie. Offenheit, Lernbereitschaft und Neugier sind für die BPW Gruppe der Schlüssel für die Zukunft.**

#wethinktransport



**1898**

Gründung des Unternehmens

**6.945**

Mitarbeiter in der BPW Group

**489.015**

verkaufte Achsen über 5,5 t

**1.632 Mio. €**

Umsatz in der BPW Group

Stand 22.09.2022

# Vom Rohteil bis zum System

Genau das, was Sie für Ihre Produktion brauchen!



## Rohteile

Aus Sphäro- oder Grauguss



## Einzelkomponenten

aus Guss, Stahl oder Kunststoff



## Systeme/Systemkomponenten

von der Entwicklung, Prüfung, Fertigung, Montage bis zur Logistik



**Name:** Sebastian Pfeil

**Alter:** 41 Jahre

**Ausbildung:**

Dipl. Ingenieur; Duale Hochschule BW  
Master Quality Management, Wings Wismar

**Unternehmen:**

TE Connectivity 2004 – 2012  
BPW Bergische Achsen 2013 – heute

**Position (seit 2016):**

Leiter Qualitätsvorausplanung



# Systematische Problemlösung

# Systematische Problemlösung

## Was ist ein Problem?

Ein Problem ist die Abweichung zw. einem festgelegten Standard oder einer definierten Anforderung versus dem aktuellen IST-Status.

Absicht einer Problemlösung ist die Korrektur vom IST zum SOLL!

## Was ist ein Problemlösungsprozess?

Eine Folge von Schritten, die durchlaufen werden sollen, sobald ein Problem offenkundig wird

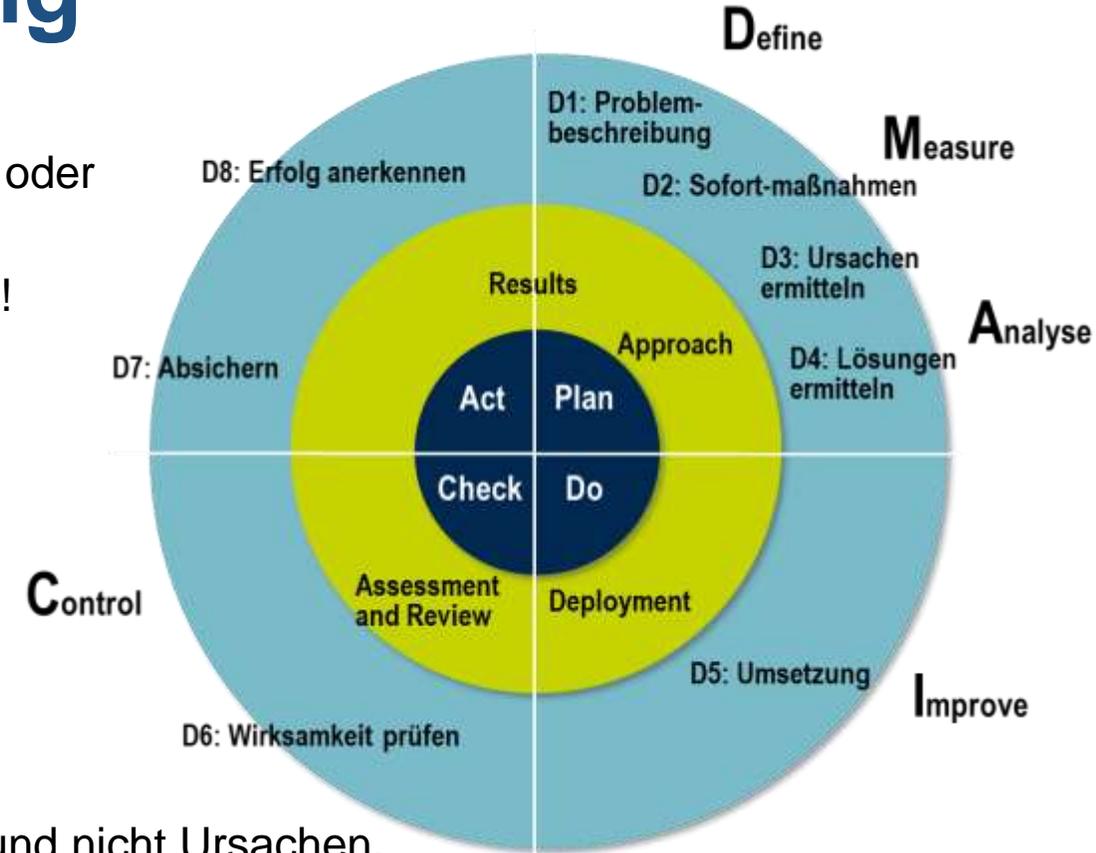
Der Problemlösungsprozess hilft bei richtiger Handhabung, eine rechtzeitige, vollständige, effiziente und dauerhafte (nachhaltige) Lösung des Problems zu finden

## Warum systematisch?

Probleme treten immer wieder auf, Symptome wurden bekämpft und nicht Ursachen.

Komplexe Situationen/Systeme mit vielen Einflussfaktoren treten auf

Situationen messbar machen und anhand Zahlen, Daten und Fakten entscheiden und handeln



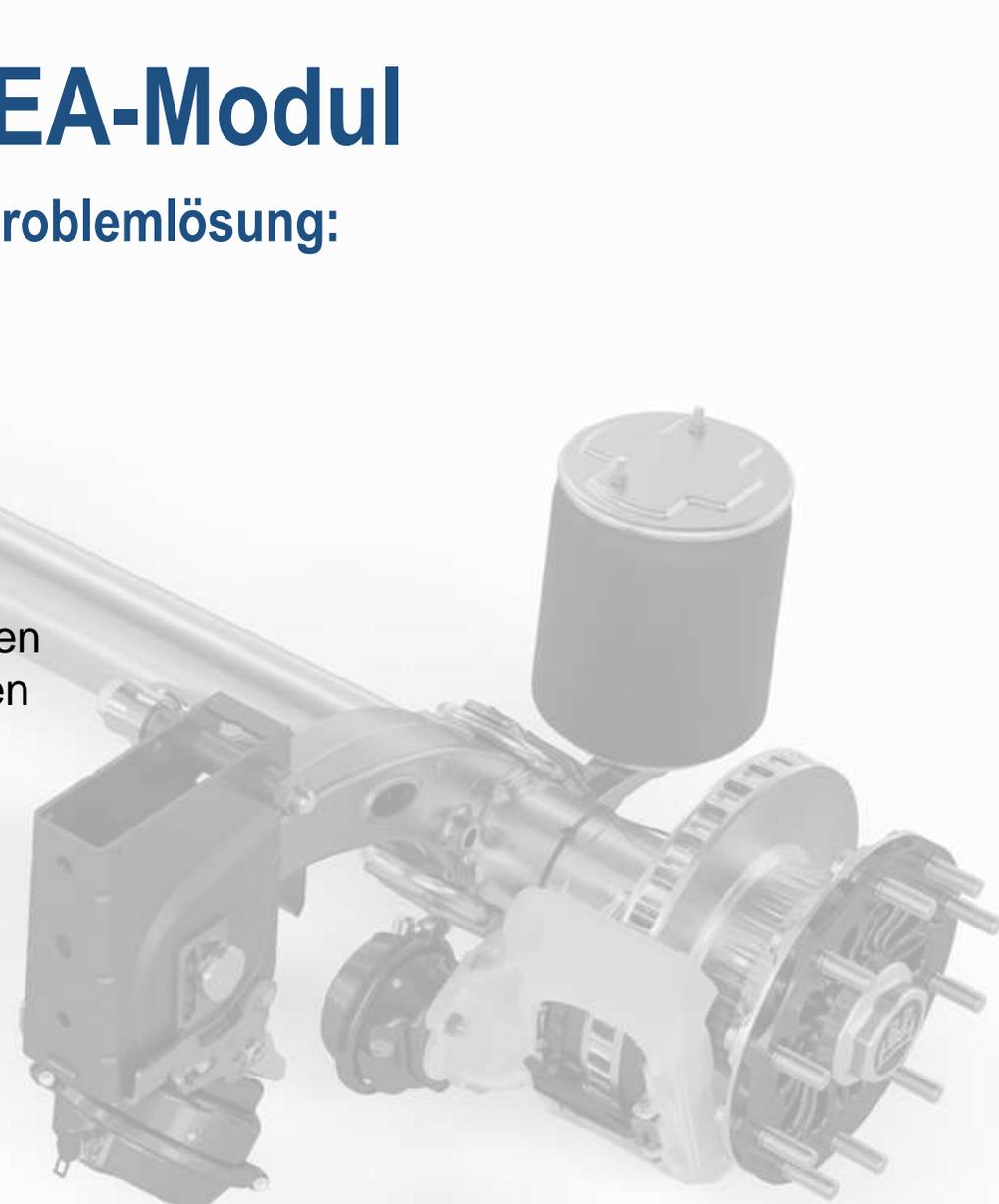


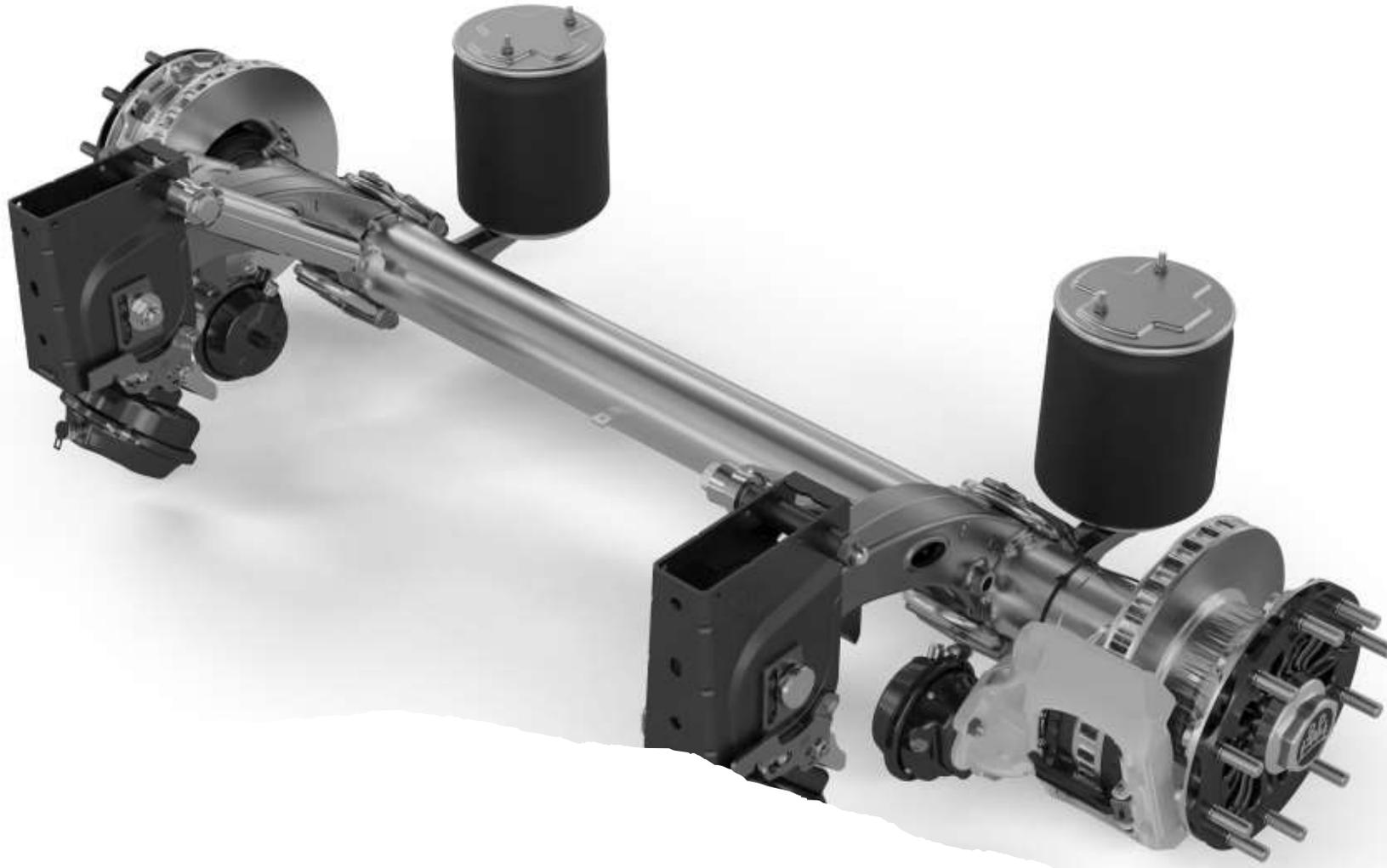
## Ausgangssituation - Das Produkt

# Eco Air Achse komplett – EA-Modul

Betrachtungsumfang (Luftfederung, einseitig) Problemlösung:

- **1x Achskörper (mit Anbauteilen)**
  - Zukaufteil
  - eigene Montage
- **2x Gussbauteil**
  - Zukaufteil / 2 Lieferanten
  - Eigene mechanische Bearbeitung an 2 Standorten
    - 4 Bearbeitungsmaschinen mit X Werkzeugen
- **2x Federbügel**
  - Zukaufteil
- **4x Mutter**
  - Zukaufteil
- **4x Unterlegscheibe**
  - Zukaufteil
- **5 Montagestandorte**
  - 7 Montagevorrichtungen (6x baugleich)

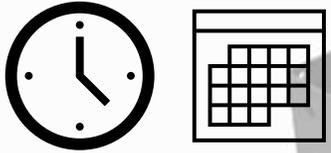




## Ausgangssituation – Das Problem

# Das Problem

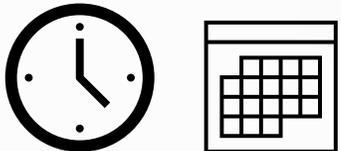
Erfolgreiche Produktentwicklung inklusive Abschluss aller Validierungsprüfungen (+Einführung)



Erster Defekt am Produkt während der Montage, gefolgt von mehreren Defekten in kurzer Zeit  
Gründung einer BPW-internen Task Force zur Problemlösung

Klassische Anwendung von **Ishikawa / IST- IST Nicht**

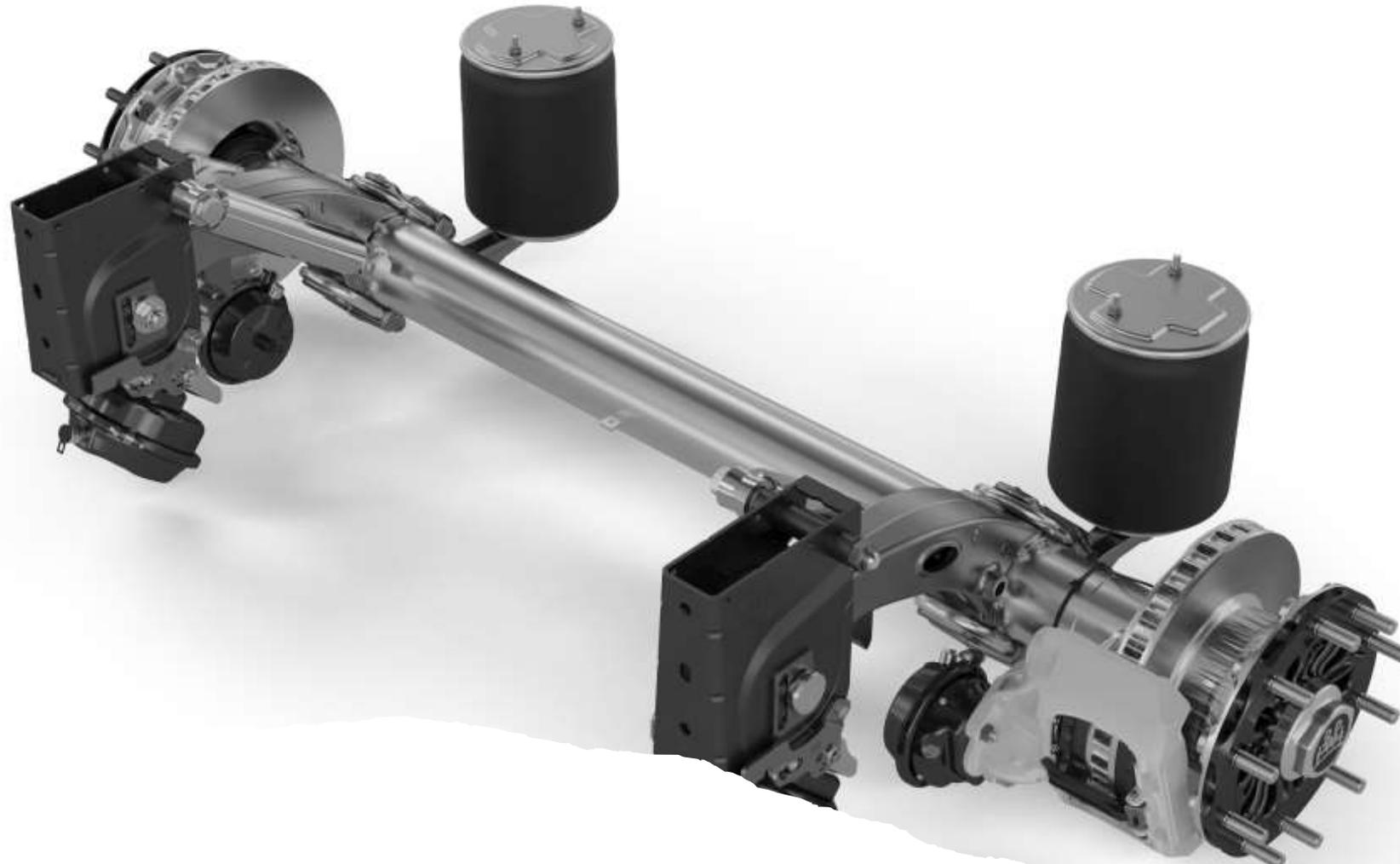
Umsetzung der aus der Task Force Resultierenden Maßnahmen



Nach ca. 6 Monaten tritt der Defekt, trotz nachweislich umgesetzter Maßnahmen wieder auf  
Einführung weiterer Sofortmaßnahmen zum Kundenschutz



Reaktivierung der BPW Task Force mit Unterstützung durch die successfactory



## Die Vorgehensweise - Methoden

# Identifikation der Einflussfaktoren entlang dem Wertstrom

## Einflüsse und Einflussgrößen in der „Product Journey“

Keine Anhaltspunkte für Versagen des Bauteils, deshalb eine ganzheitliche Betrachtung des Wertstroms

Einflussgrößen in den verschiedenen Schritten wurden identifiziert und mit Hilfe von Experten festgestellt ob Daten vorhanden sind bzw. der Faktor aus Expertensicht hinten angereicht werden kann

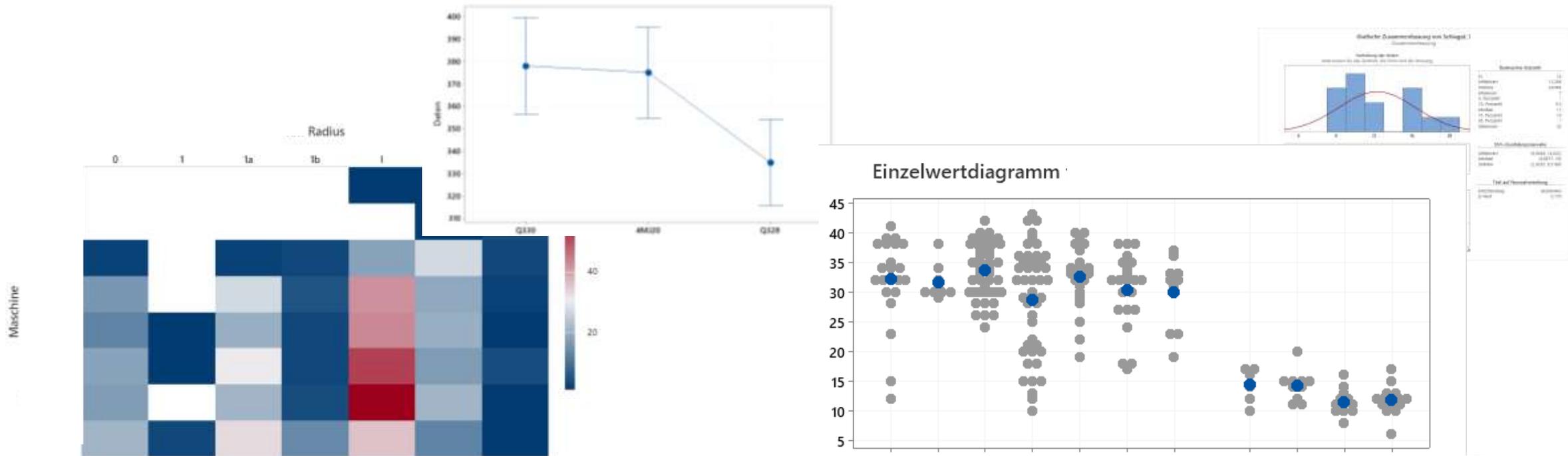
Product Journey															
Schritt	Design System	Design Komponente	Simulation/Versuche/Test	Rohstoffe/Material	Fertigung (Gießen)	Prüfung Werkstoff	Transport	Lagerung	Mech. Bearbeitung	im Haus Prüfung Geometrie	Beschichtung	Montage Modul	Verpackung/Transport	Montage Fahrzeug	Feld
Einfluss Robustheit	Schnittstellen zum Balgträger	Spezifikationen  4 Sachnummern (Geometrieunterschied)	Qualifizierungsversuchsreihe (Schaden nicht reproduzierbar) Validierungsversuche  FEM Berechnungen  "Hammerschlag" (Lunker im Anguss)		Prozessparameter  Designparameter  Charge	Maßprüfung, ZFP  Werkzeugnisse	36 Stück in Gitterbox (Holzwischenschicht)  Einzel über Ladungsträger zu Montage (Wiehl)  Unterschiedliche Finale Bereitstellung	Indoor Lagerung in Gitterboxen	Prozessparameter	Spezifikation (Fertigteilzeichnung)	Spezifikationen	Prozessparameter (Schraubprogramm)  Anlagen  Positionierung/ Verspannung der Einzelkomponenten	Nur bei Felddausfällen (Wenn andere Ursache als Montagefälle) Verpackung und Transport von Komponenten bereits zu Töchtern zur Montage	Handling	Belastung
	Einflussfaktoren	Federbügel inkl. Mutter und Unterlagscheibe  Achskörper  Gusslenker  Federbalg (nur bei Feldeinsatz) Toleranzen zueinander (ges. System)	Werkstoffkennwerte  Geometrie Rohteil  Geometrie Fertigteil  Annahmestandard (Lunker, Einschlüsse)		Position Anguss (bei 2 Sachnummern)  Kennwertverläufe kombiniert Prozesskennwerte Gießprozess	Dehnungen?	Stöße	Temperatur  Luftfeuchtigkeit  Lagerdauer	nen)  ne)  Anzahl Werkzeuge  Geschwindigkeit  Drehzahl etc.	Messsystem  Systematik Messung (Bezüge, Bemaßung) Bohrungen im Bauteil? (Was Messe ich?) Gefügeprüfung (auf Reibmartensit) Wirbestromprüfung (nich nicht etabliert)	Reibbeiwert (Ungarn- Wiehl)	2x M/  1x  1x  1x			

# Datenauswertung

## Datenanalyse anhand identifizierter und priorisierter Einflussgrößen

Zu den in der Product Journey identifizierten und priorisierten Einflussfaktoren wurden vorhandene Daten strukturiert und auf Auffälligkeiten untersucht.

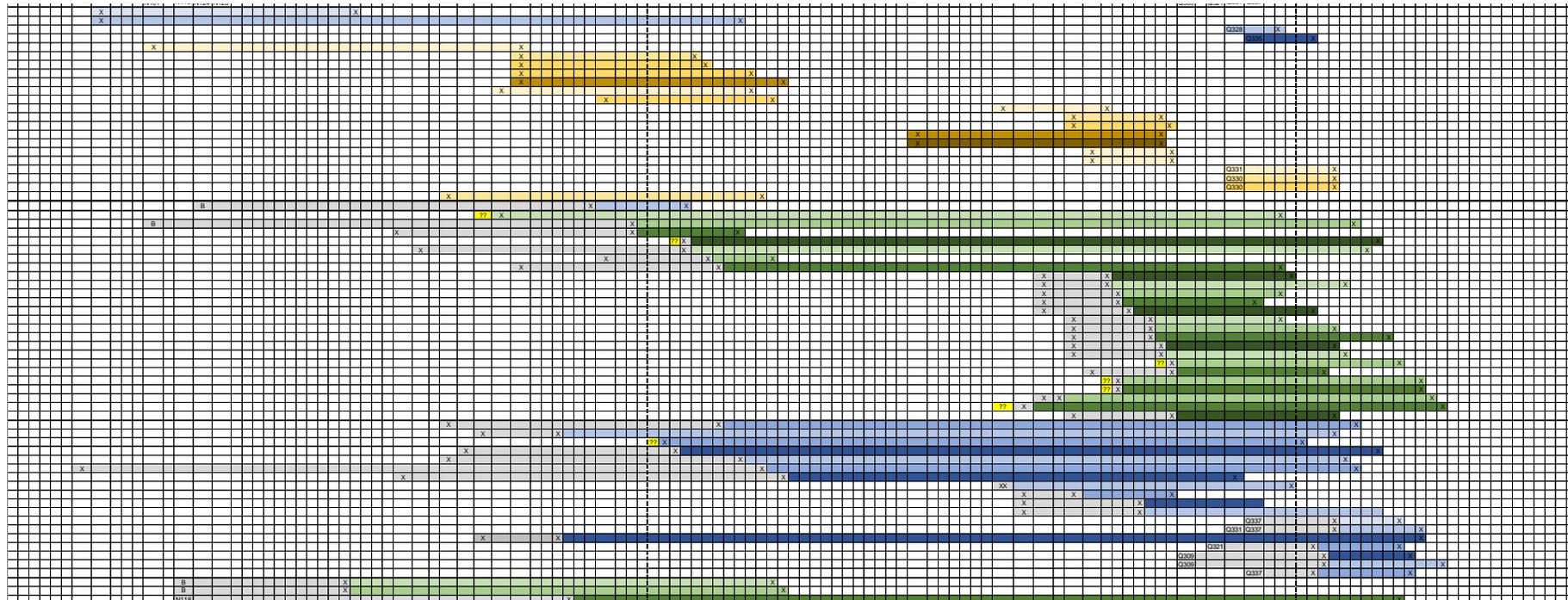
Zusätzlich wurden Gut- und die Schlechteile auf Unterschiede bei verschiedenen, messbaren Merkmalen untersucht



# Zeitstrahl

## Datenanalyse des zeitlichen Verlaufs

Um mögliche Auffälligkeiten im zeitlichen Verlauf des Bauteils erkennen zu können wurde ein Zeitstrahl erstellt, in dem Herstellungsdatum, Montagedatum der Achse sowie Ausfalldatum eingetragen wurden.



# Hypothesenliste

Aus den Datenanalysen und  
Reviews wurde dann mit  
Domänenexperten  
Ursachenhypothesen ausgearbeitet  
welche es zu verifizieren bzw.  
falsifizieren galt

# Hypothesentests

Zum Verifizieren oder Falsifizieren der Hypothesen wurden in den Daten nach statistisch signifikanten Unterschieden gesucht (ANOVA,  $Q_{i^2}$ ).

Dazu wurden bereits vorhandene Daten sowie auch neu aufgenommene Daten verwendet.

## Beispiel: Gibt es einen statistisch signifikanten Unterschied im Verhalten zweier Chargen?

Wie man auch beim schnellen Hinsehen sieht: NEIN

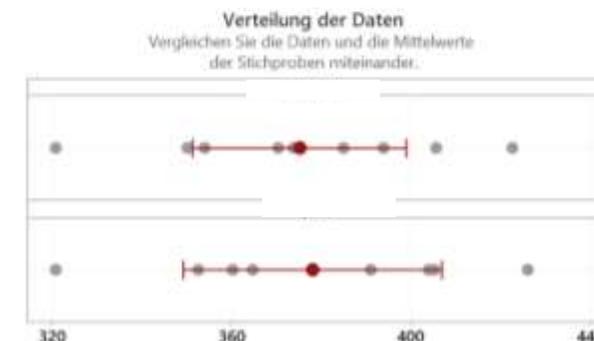
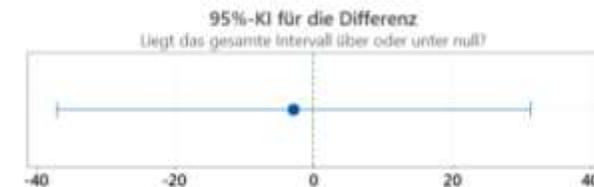
Die beiden Mittelwerte der verschiedenen Chargen sind nahezu identisch

Würden wir sagen, dass es einen signifikanten Unterschied geben würde, dann hätten wir eine Irrtumswahrscheinlichkeit von 86%

Akzeptable Irrtumswahrscheinlichkeiten sind kleiner als 5%



Der Mittelwert von 4M20 weicht nicht signifikant vom Mittelwert von Q330 ab ( $p > 0,05$ ).



# Statistische Versuchsplanung (DoE)

Da die Datenanalysen nicht eindeutig waren, wurde angeregt einen gezielten Versuchsplan zu erstellen.

Aus Sperrbeständen wurde ein Versuchsplan angestoßen, der den Effekt verschiedener Einflussfaktoren auf das Fehlerbild erklären soll.

So sollten Parameter, die das Auftreten des Fehlerbildes begünstigen hervorgehoben werden.

Es wurde ein teilfaktorieller Versuchsplan mit mehreren Versuchen entworfen.



## Vorgehen:

Messen von Merkmal I

Messen von Merkmal II

Auswählen von passenden Kombinationen (hoch/hoch, hoch/tief für DoE)

Versuche durchführen

Materialeigenschaften der Proben bestimmen

Faktoriellen Versuchsplan erstellen: Verfügbare Versuchspläne anzeigen

Verfügbare faktorielle Versuchspläne (mit Auflösung)

Durchläufe	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
4	Voll	III												
8		Voll	IV	III	III	III								
16			Voll	V	IV	IV	IV	III						
32				Voll	VI	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV
64					Voll	VII	V	IV						
128						Voll	VIII	VI	V	V	IV	IV	IV	IV

Verfügbare Plackett-Burman-Versuchspläne mit Auflösung III

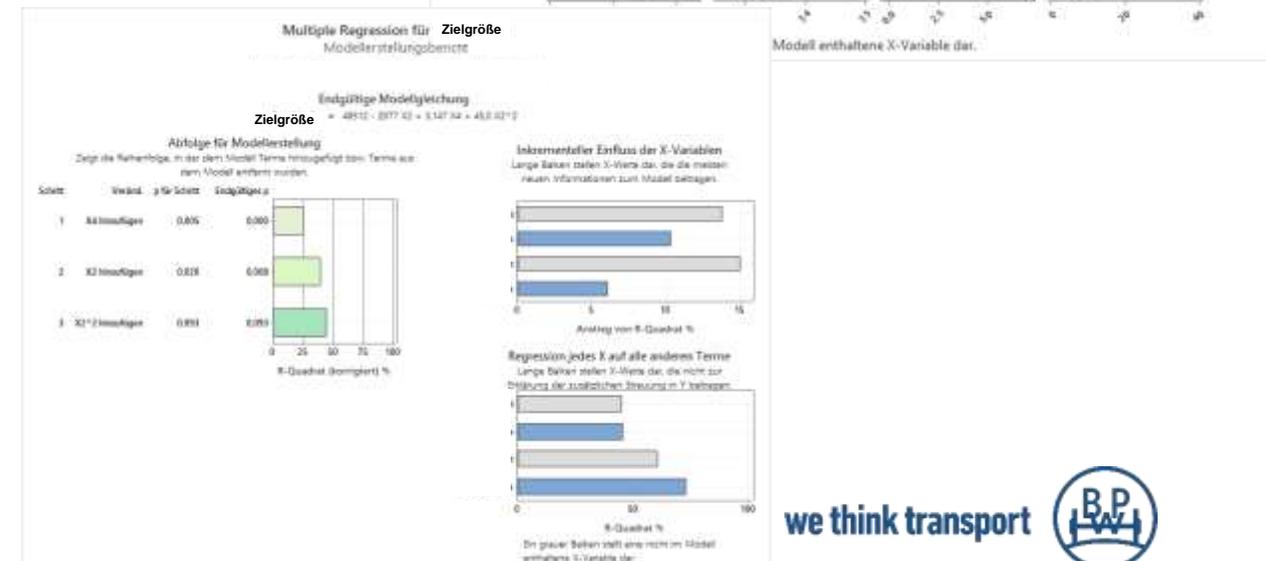
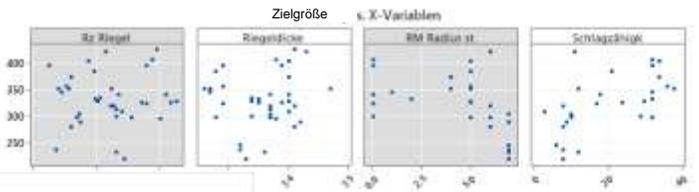
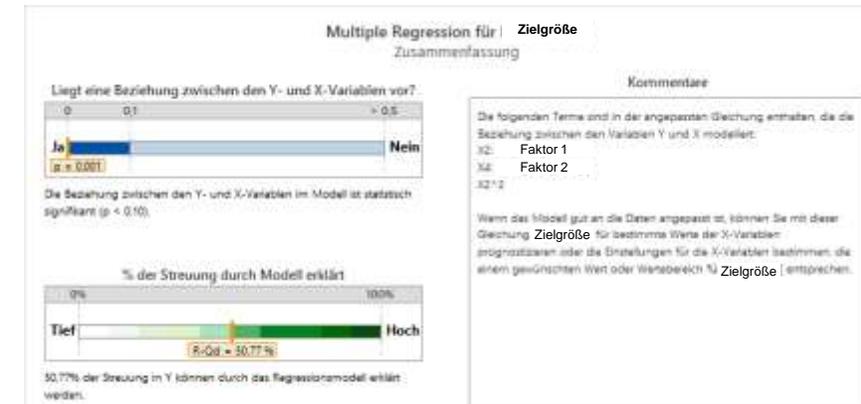
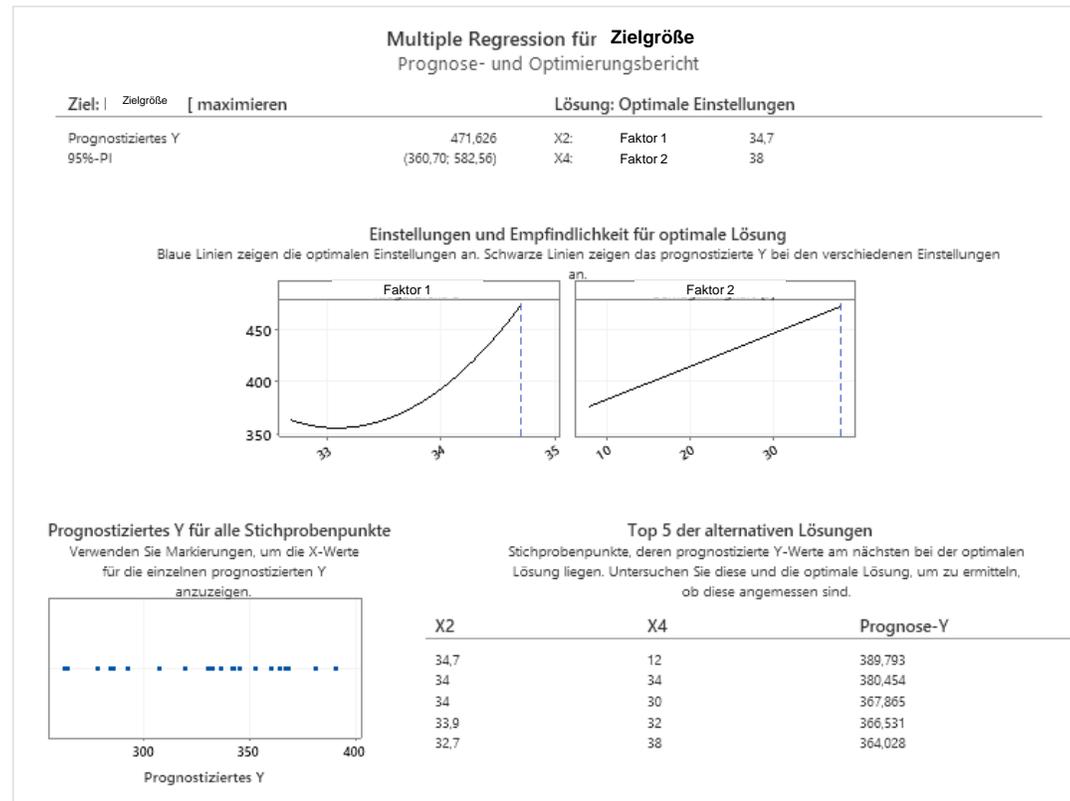
Faktoren	Durchläufe	Faktoren	Durchläufe	Faktoren	Durchläufe
2-7	12,20,24,28,...,48	20-23	24,28,32,36,...,48	36-39	40,44,48
8-11	12,20,24,28,...,48	24-27	28,32,36,40,44,48	40-43	44,48
12-15	20,24,28,36,...,48	28-31	32,36,40,44,48	44-47	48
16-19	20,24,28,32,...,48	32-35	36,40,44,48		

Hilfe OK

# Regressionsmodell aus DoE

Nach Auswertung des Versuchsplans wurden zwei Faktoren als statistisch signifikant erkannt.

Diese Prognose wurde auch Domänenexperten gespiegelt und als durchaus realistisch eingestuft.





## Das Fazit – Lessons Learned

# Lessons Learned

## Was wir in Bezug auf unsere Daten gelernt haben:

- Wesentliche Grundlage für die Problemlösung ist die Qualität der Input Daten
- Viele Daten ist nicht gleich gute Daten / wenige Daten begünstigen voreilige Schlüsse
- Gespräche / Interviews eignen sich ausgezeichnet, um weitere Daten zu generieren (sollten wenn möglich über dokumentierte Informationen verifiziert werden)
- Dokumentation aller Untersuchungsergebnisse sollte über den gesamten Problemlöseprozess konsequent, einheitlich dokumentiert werden
- Alle Erkenntnisse sollten für zukünftige Entwicklungstätigkeiten im Entwicklungsbereich nachvollziehbar dokumentiert werden



# VIELEN DANK

für Ihre Aufmerksamkeit

