

Ursachenforschung von Off-Spec Messungen

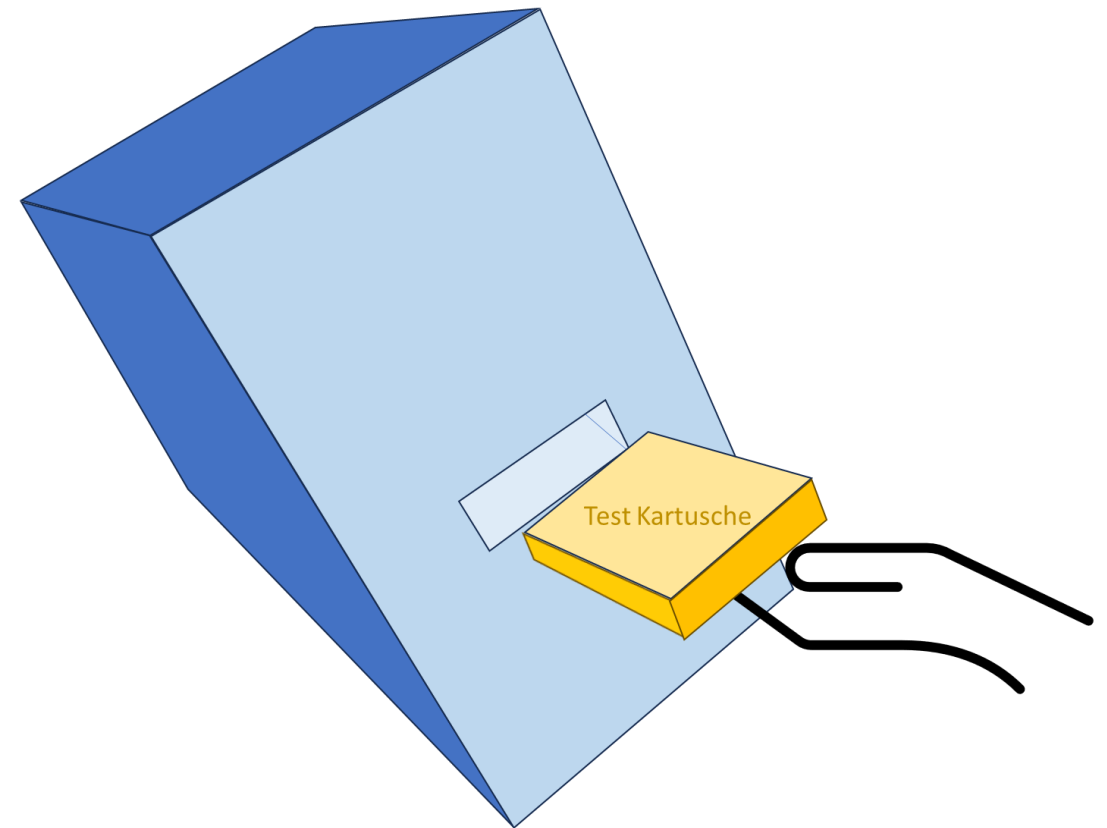
mit *functional Data-Explorer* und
Hauptkomponentenanalyse

JMP DACH Treffen
Marburg, 21. Juni 2023

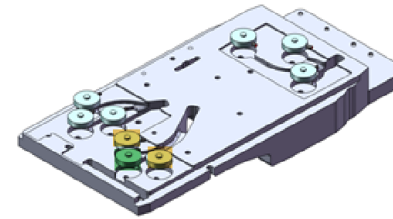
Dr. Markus Schafheutle (Schafheutle Consulting) & Stefan Vinzens (LRE Medical GmbH)

Background

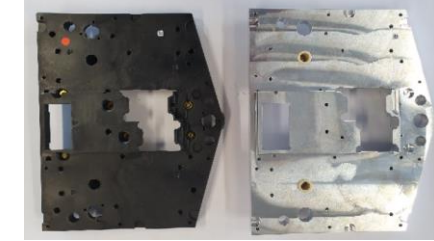
- In der medizinischen Diagnostik werden oft Antigentests eingesetzt
- Diese Tests benötigen neben den richtigen Reagenzien auch den optimierten Temperaturverlauf in der Reaktionskammer
- Zur einfachen Handhabung für die Testlabore werden die Reagenzien in Reaktionskammern als Einmalkartuschen geliefert, in die das zu testende Agens nur noch eingefüllt werden muss.
- Diese Kartuschen werden in die Testapparatur gegeben und alles weitere läuft automatisch ab.



Problemstellung



Testkartusche

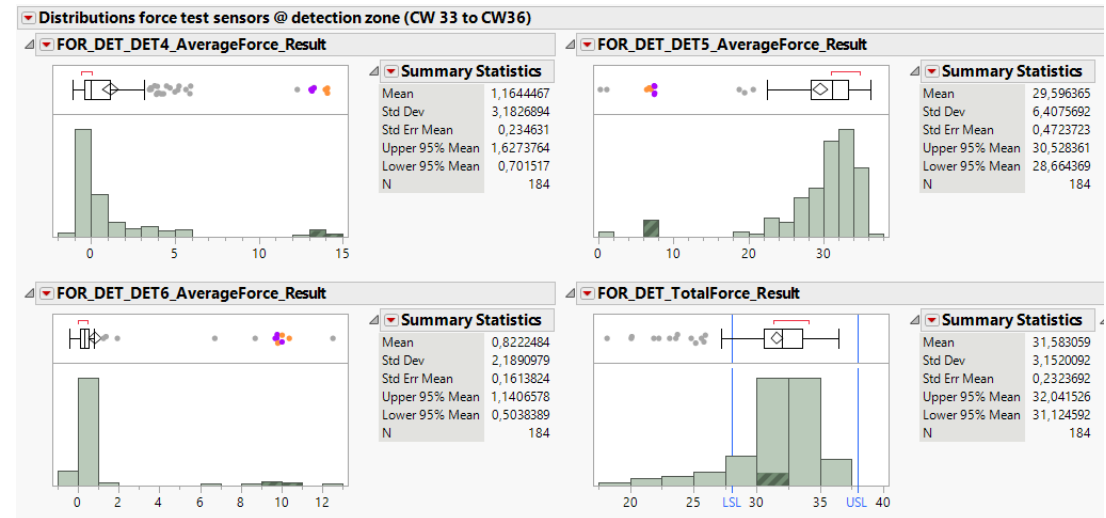


Clamps

li: Polymer-
spritzguss

re: Aluminium
gefräst

- Bei der Suche nach den Ursachen für off-Spec Messergebnisse der Kraftmessungen beim Anpressen der Heizelemente reduzierten sich die Optionen auf
 - Die Halterung für die Testkartuschen (*Clamps*)
 - Die Sensoren DET4 und DET6 registrierten meistens nur schwache Kräfte um 0 N
 - Die Hauptkräfte wurden von DET5 registriert
 - In Folge war die Summe aller Kräfte (*Total*) sehr oft off-Spec



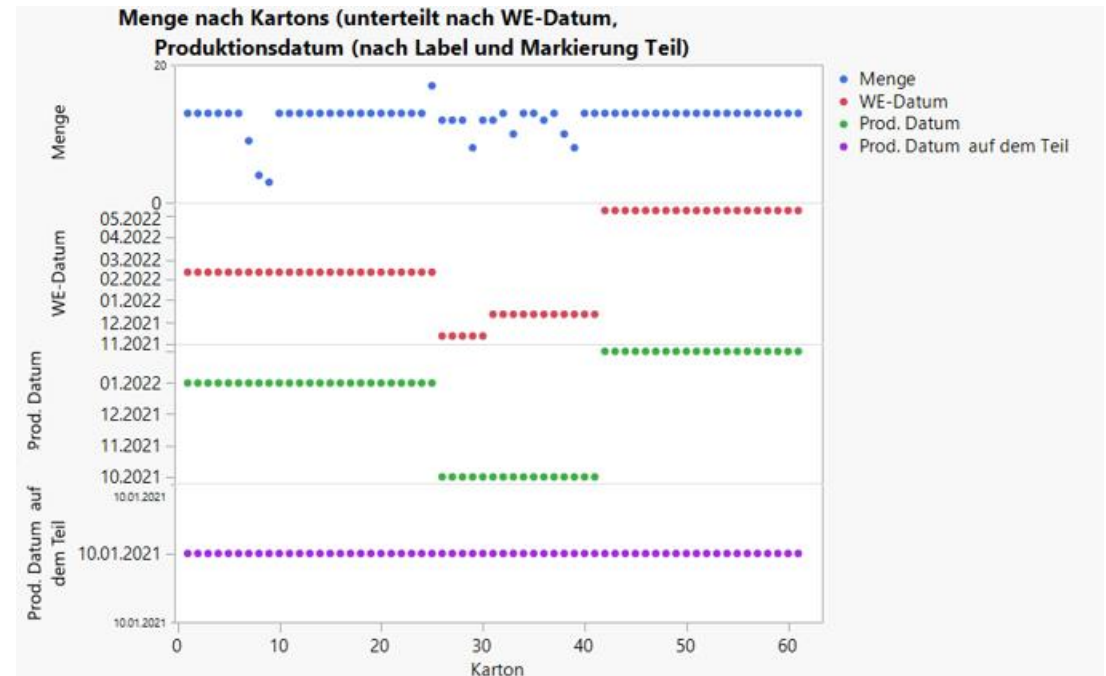
- These:
 - Die Spritzgussteile sind nicht plan
- Test:
 - Bei 2 gefrästen Alu-Clamps (*im Histogramm schraffiert, in Box-Plots lila und orange*) nehmen alle 3 Sensoren etwa die gleiche Kraft auf

Fragen an diese Studie

- Gibt es Abhängigkeiten der Lieferungen / Produktionschargen der Clamps?
- Wie müssen die Clamps aussehen, damit alle Geräte in-Spec sind?

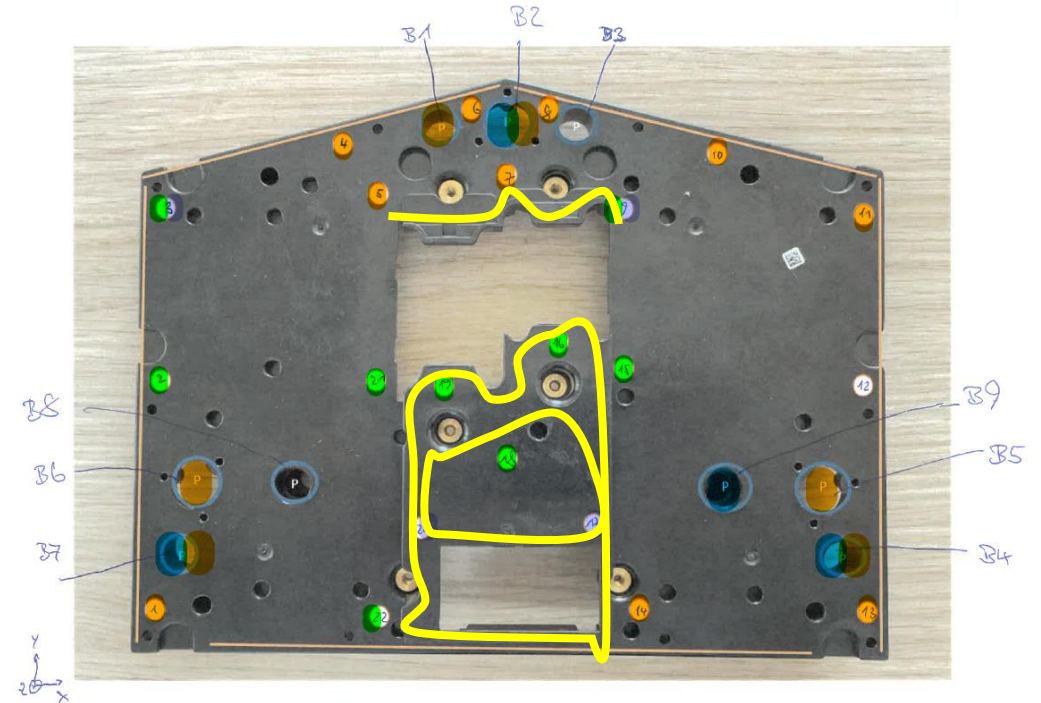
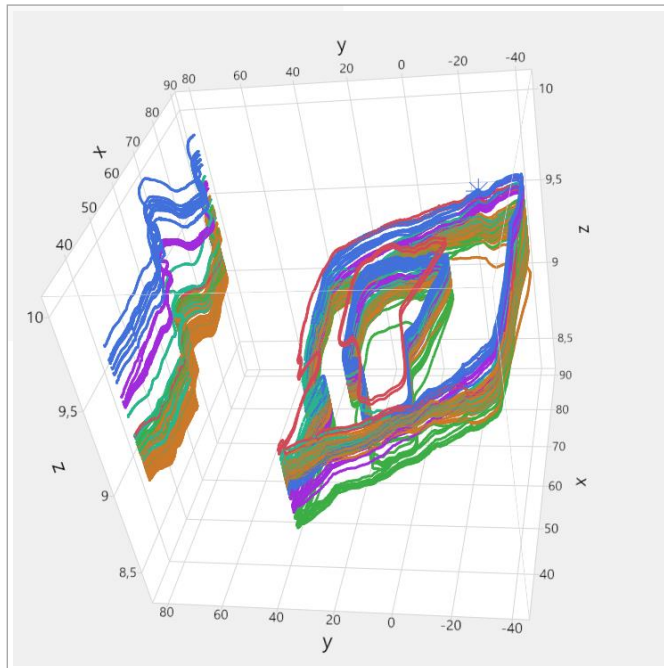
Gibt es Abhängigkeiten der Lieferungen / Produktionschargen der Clamps?

- Analyse der Lagervorräte
 - Es gab 4 Lieferungen
 - Wahrscheinlich nur 3 Produktionschargen
- Um repräsentative Stichprobe zu haben, wurden Clamps aus allen Chargen bzw. Wareneingängen entnommen
 - Zufällige Stichprobe 4 Stück aus 4 Kartons, aus 4 WE = 64 Clamps



Gibt es Abhängigkeiten der Lieferungen / Produktionschargen der Clamps?

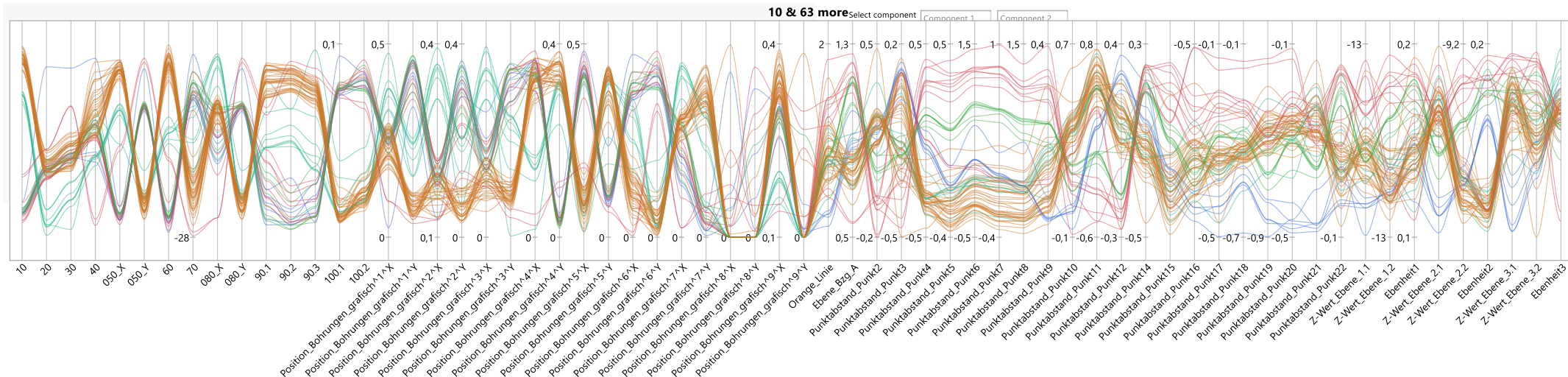
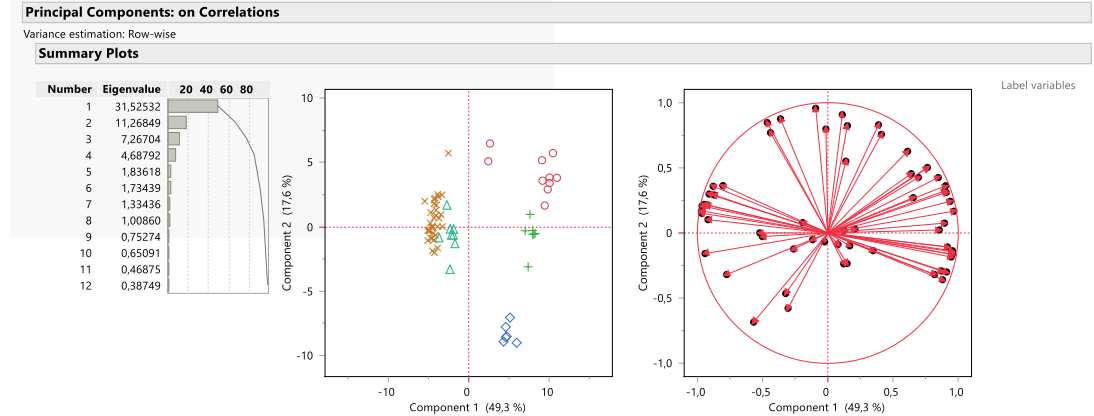
- Diese 64 Clamps wurden präzisionsvermessen
 - Bohrungsabstände & diverse Punkte auf der Oberfläche
 - Höhenprofile



Die Höhenprofile der 64 Clamps unterscheiden sich eindeutig!

Gibt es Abhängigkeiten der Lieferungen / Produktionschargen der Clamps?

- Auch sind nicht alle Bohrungsabstände/Oberflächenpunkte gleich
 - Siehe Cluster in Parallel- und Scor-Plot



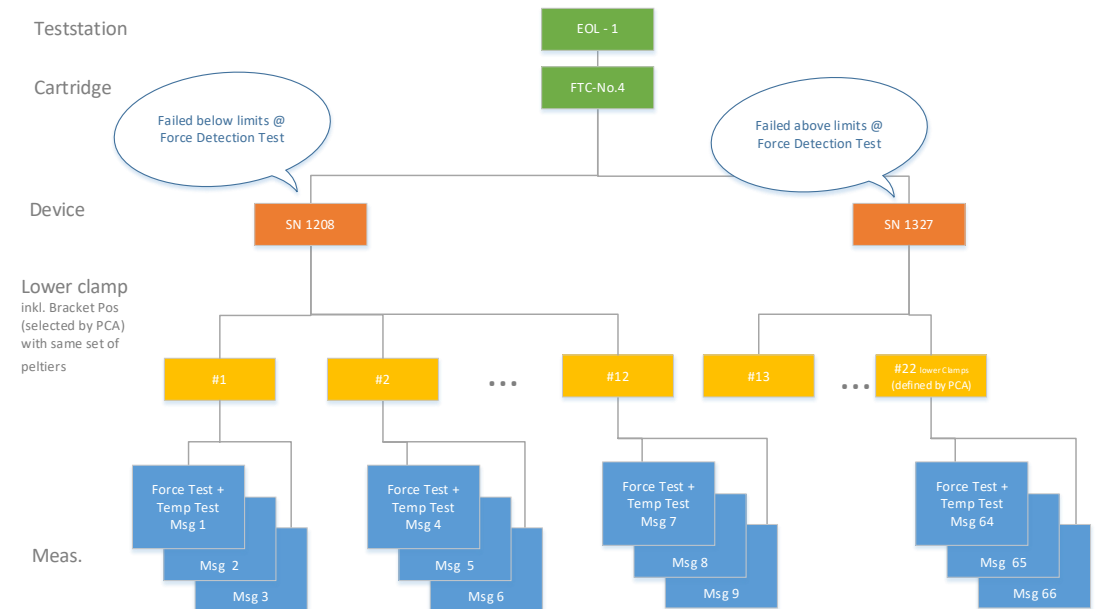
10 & 63 more

Fragen an diese Studie

- Gibt es Abhängigkeiten der Lieferungen / Produktionschargen der Clamps? → Ja
- Wie müssen die Clamps aussehen, damit alle Geräte in-Spec sind?

Wie müssen die Clamps aussehen, damit alle Geräte in-Spec sind?

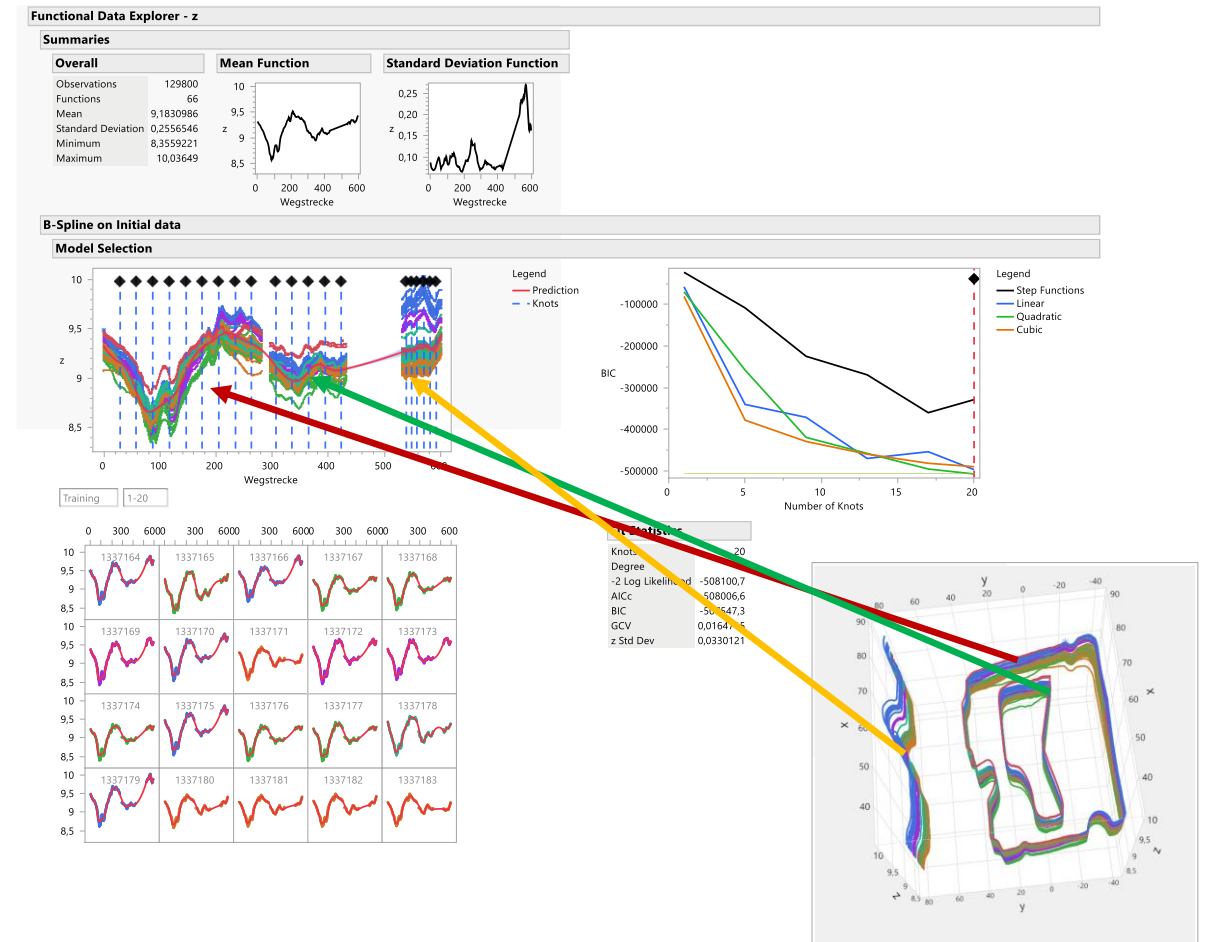
- Naheliegender wäre alle 64 Clamps durchzutesten
- Evtl. könnten auch die Geräte noch einen Einfluss auf die Messergebnisse haben
 - Wir selektierten 2 Geräte, die bekannt dafür sind, zu niedrige bzw. zu hohe Werte bei den Kraftmessungen zu liefern
- Das wären dann 128 Messungen, bzw. mit Wiederholungen noch viel mehr
- Da die Messplätze in der Produktionsumgebung sind, konnte so viel Zeit nicht reserviert werden



➤ Wir mussten einen anderen Weg wählen

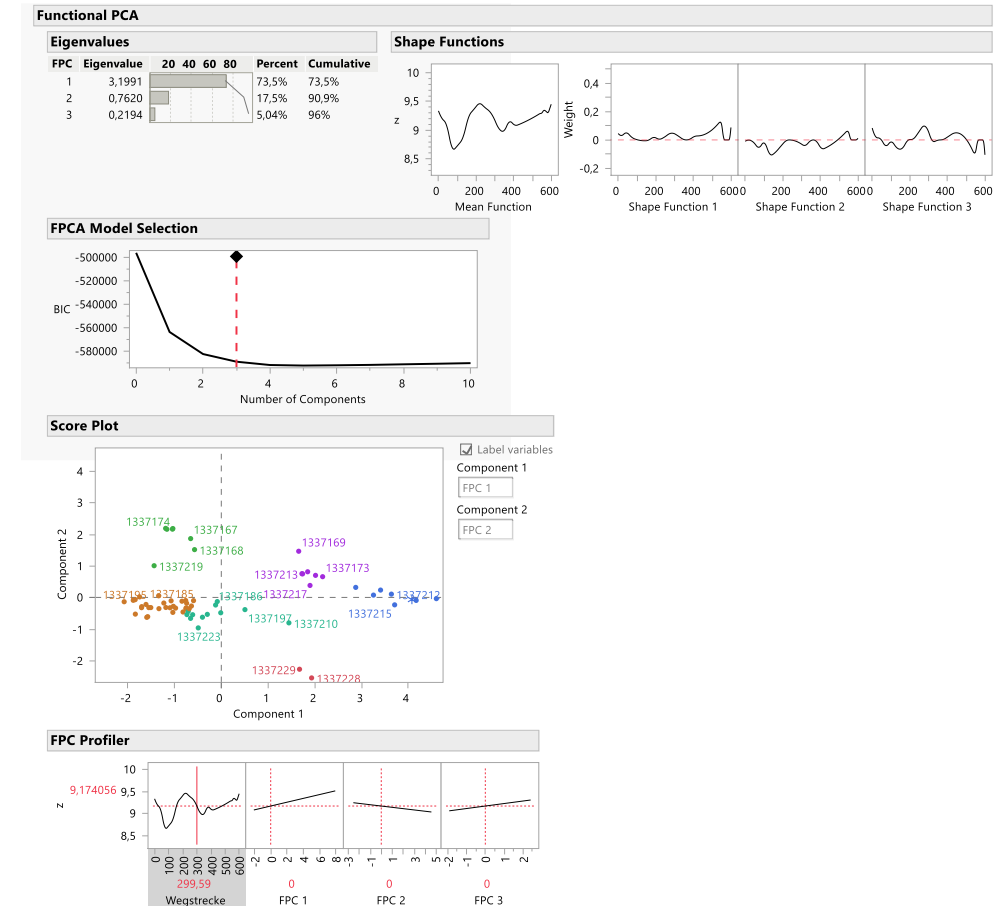
Wie müssen die Clamps aussehen, damit alle Geräte in-Spec sind?

- Der 1. Schritt war die Höhenprofile in Hauptkomponenten zu überführen
 - Dazu setzten wir den Functional-Data-Explorer (FDE) ein
- Da die Start- und Endpunkte bei der Messung immer die gleichen waren, kann man die zyklische Messung auch linear als Wegstrecke darstellen



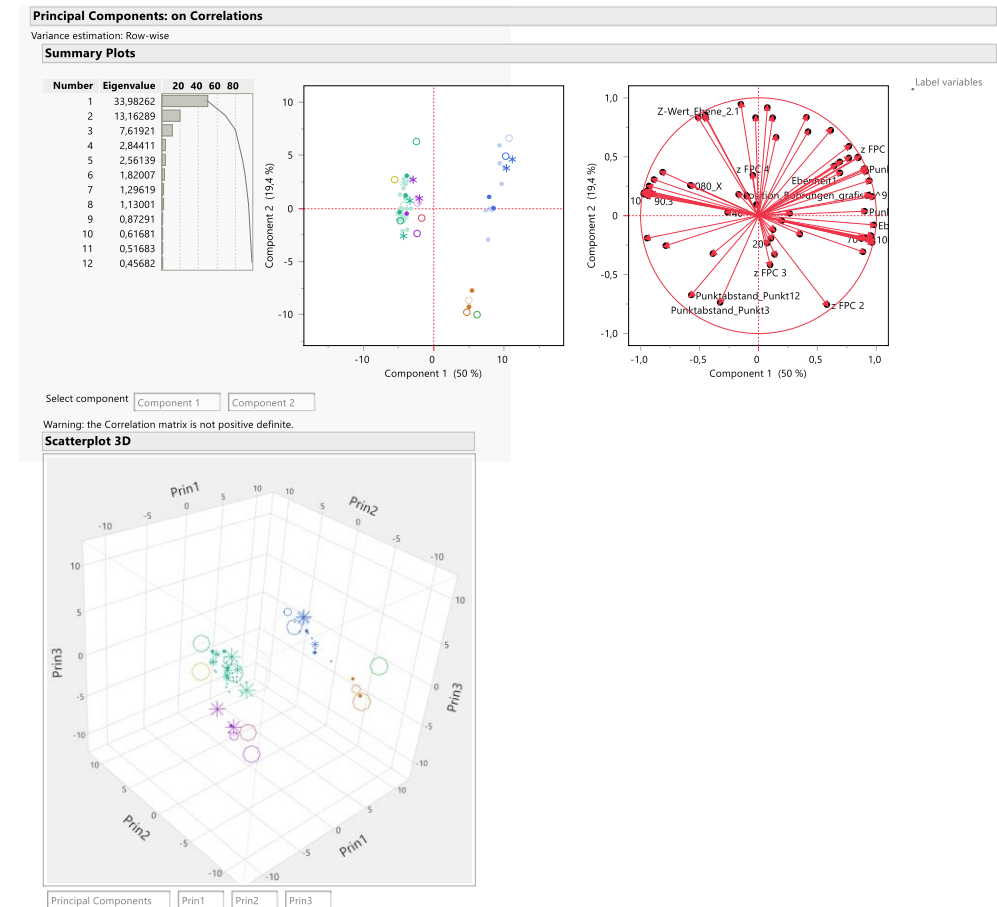
Wie müssen die Clamps aussehen, damit alle Geräte in-Spec sind?

- Mit 3 funktionellen Hauptkomponenten kann man 96% der gesamten Variabilität darstellen
- Es konnten 6 Cluster identifiziert werden
 - Diese wurden farblich markiert
 - Die Farben in den Plot auf den vorherigen Folien stammen daher



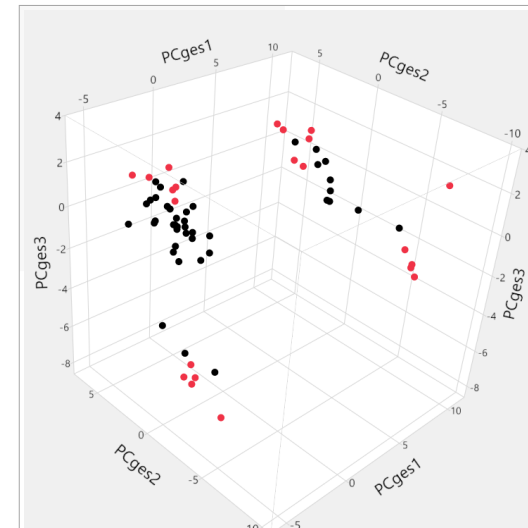
Wie müssen die Clamps aussehen, damit alle Geräte in-Spec sind?

- Der Score-Plot der Hauptkomponenten aus Bohrlochabständen / Oberflächenpunkte und den funktionellen Hauptkomponenten der Höhenprofile kann mit 3 neuen Hauptkomponenten beschrieben werden (ca. 80% der gesamten Variabilität)



Wie müssen die Clamps aussehen, damit alle Geräte in-Spec sind?

- Mit Hilfe dieses Hauptkomponentenraums selektierten wir 22 Clamps, die wir für die Messungen an den Geräten verwendeten
- Dazu verwendeten wir auf der DOE-Plattform im Custom-Designer die Möglichkeit der Kovariaten-Selektion
- Diese 22 Clamps wurden dann entsprechend unserem Versuchsplan an 2 Geräten vermessen



Distributions

LowerClampID

1337223	
1337221	
1337219	
1337209	
1337207	
1337203	
1337202	
1337200	
1337199	
1337196	
1337195	
1337194	
1337193	
1337191	
1337190	
1337188	
1337187	
1337183	
1337182	
1337180	
1337171	

Frequencies

Level	Count	Prob
1337171	1	0,04545
1337180	1	0,04545
1337182	1	0,04545
1337183	1	0,04545
1337187	1	0,04545
1337188	1	0,04545
1337190	1	0,04545
1337191	1	0,04545
1337193	1	0,04545
1337194	1	0,04545
1337195	1	0,04545
1337196	1	0,04545
1337199	1	0,04545
1337200	1	0,04545
1337202	1	0,04545
1337203	1	0,04545
1337207	1	0,04545
1337209	1	0,04545
1337219	1	0,04545
1337221	1	0,04545
1337222	1	0,04545
1337223	1	0,04545
Total	22	1,00000
N Missing	0	
22 Levels		

DOE - Custom D...

File Edit Tables Rows Cols DOE
Analyze Graph Tools Prediction
Add-Ins View Window Help TIC

Custom Design

Responses

Factors

Define Factor Constraints

None
 Specify Linear Constraints
 Use Disallowed Combinations Filter
 Use Disallowed Combinations Script

Model

Alias Terms

Design

Run	PCGes1	PCGes2	PCGes3
1	6,164851	-10,0181	3,415141
2	-2,37735	-2,36072	-8,19373
3	5,00253	-9,28897	-0,02488
4	9,347029	5,945782	1,190013
5	-2,31402	0,491814	-7,6206
6	5,072982	-9,20857	-0,22316
7	10,24373	4,924895	-0,57154
8	-2,4691	1,075721	-7,42092
9	11,18739	4,626209	0,435823
10	10,36127	3,79342	1,242989
11	-2,47471	6,309422	0,958889
12	-2,03025	0,505574	-7,36841
13	4,70191	-9,79273	-0,34015
14	-4,01174	1,213174	3,093683
15	4,993483	-8,66221	0,444967
16	-4,75734	-0,01021	2,670962
17	-2,03466	0,950862	-6,8354
18	-3,83759	3,085885	2,091783
19	-4,27572	0,296674	2,590391
20	10,71779	6,618868	0,462026
21	-4,8722	-0,35476	2,328432
22	10,06036	3,911519	-0,56587

Design Evaluation

Power Analysis

Prediction Variance Profile

Fraction of Design Space Plot

Prediction Variance Surface

Estimation Efficiency

Alias Matrix

Color Map on Correlations

Design Diagnostics

Output Options

Data Table Options

Save X Matrix
 Simulate Responses
 Include Run Order Column

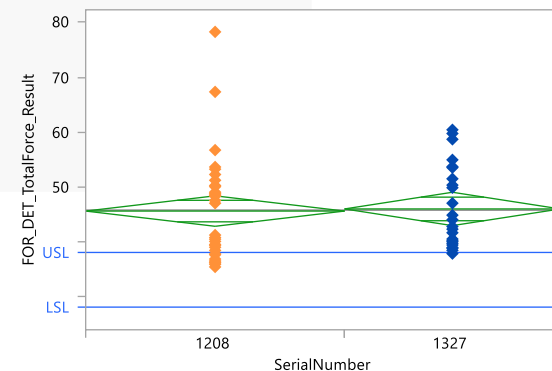
Make Table
Back

evaluations done

Wie müssen die Clamps aussehen, damit alle Geräte in-Spec sind?

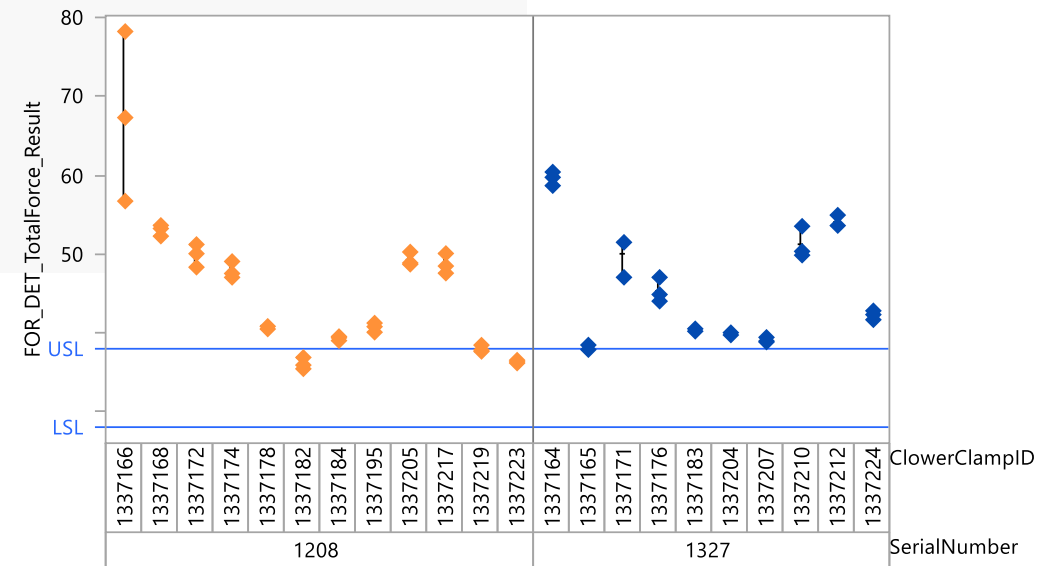
- Nur wenige Clamps waren bei der Kraftmessung in-Spec
- Dabei zeigte sich auch, dass die beiden Geräte in dieser Messung nicht unterscheiden
 - *Dass sie unterschiedlich sind, war eine These, die zur Auswahl dieser Geräte führte*

Oneway Analysis of FOR_DET_TotalForce_Result By SerialNumber



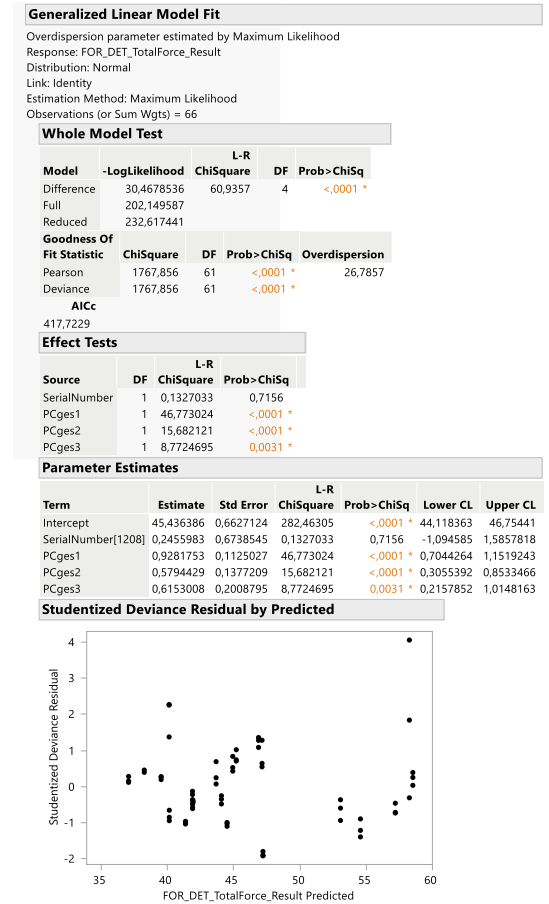
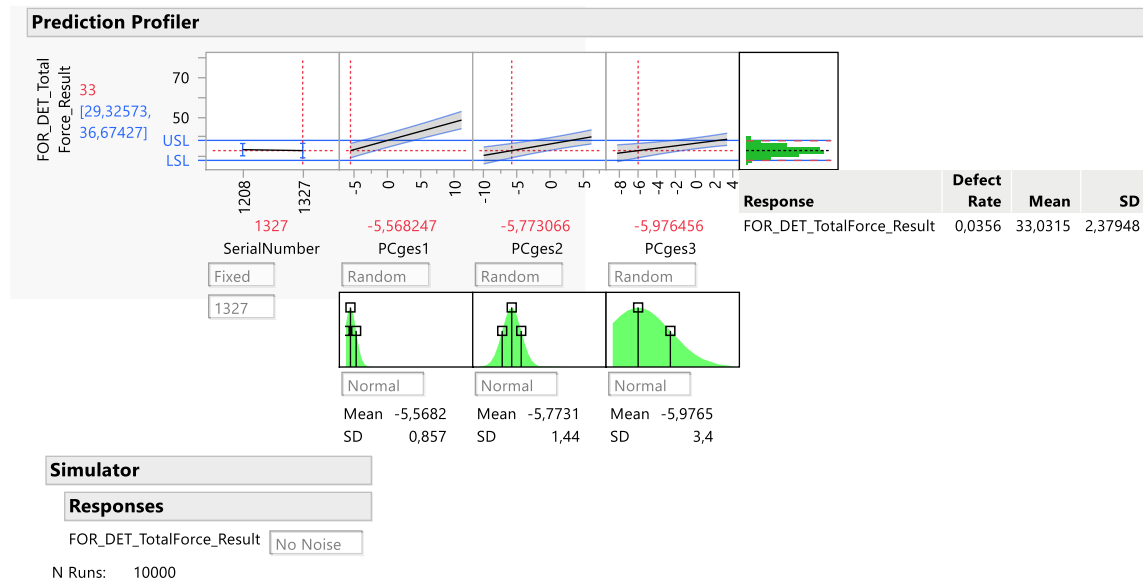
Excluded Rows 17

Variability Chart for FOR_DET_TotalForce_Result



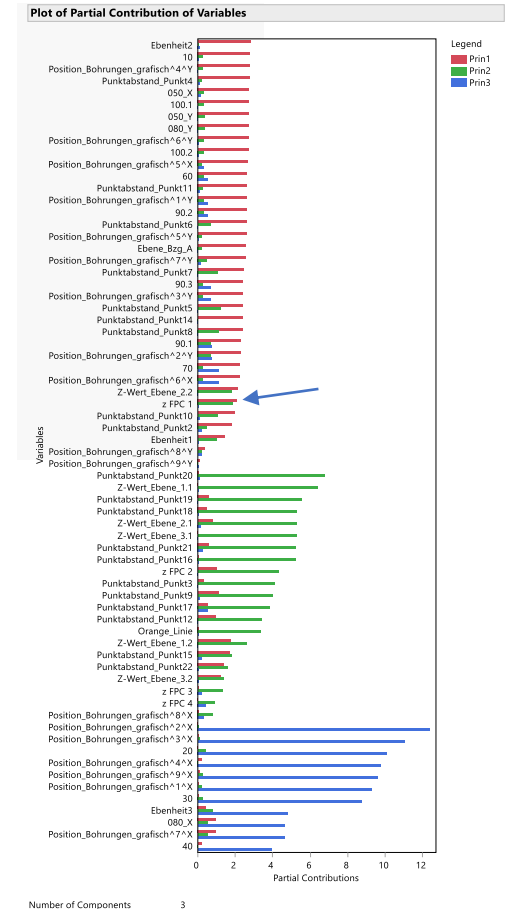
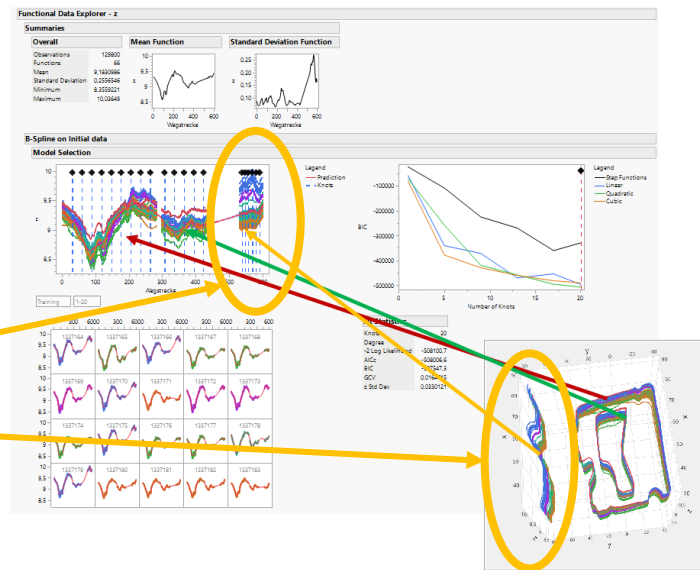
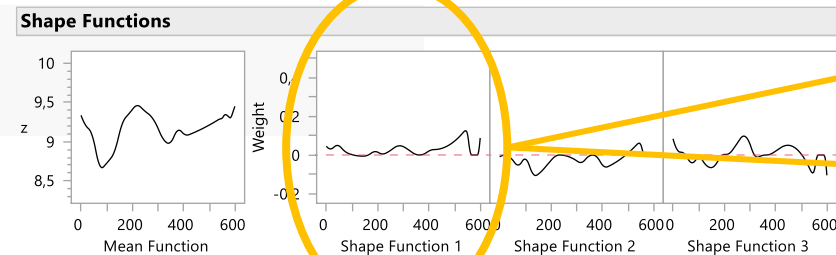
Wie müssen die Clamps aussehen, damit alle Geräte in-Spec sind?

- Kritisch für das Erreichen der Spezifikation sind alle Clamps, deren 1. Hauptkomponente negative Werte haben



Wie müssen die Clamps aussehen, damit alle Geräte in-Spec sind?

- Die Faktoren, die stark zur 1. Hauptkomponente beitragen, sind im wesentlichen die Bohrlochabstände, aber auch die 1. funktionale HK der Höhenprofile

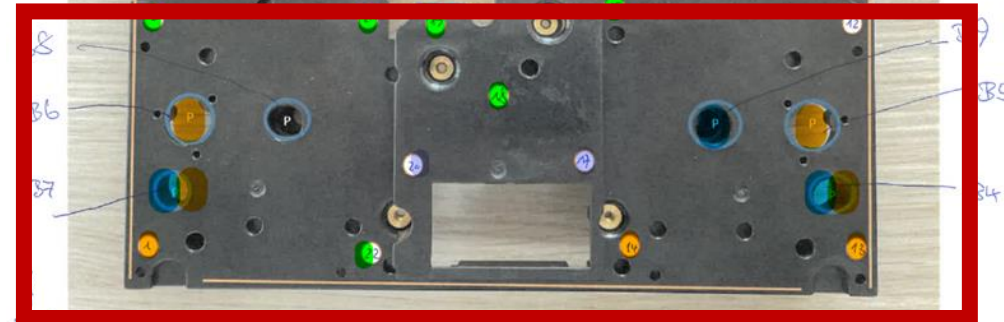
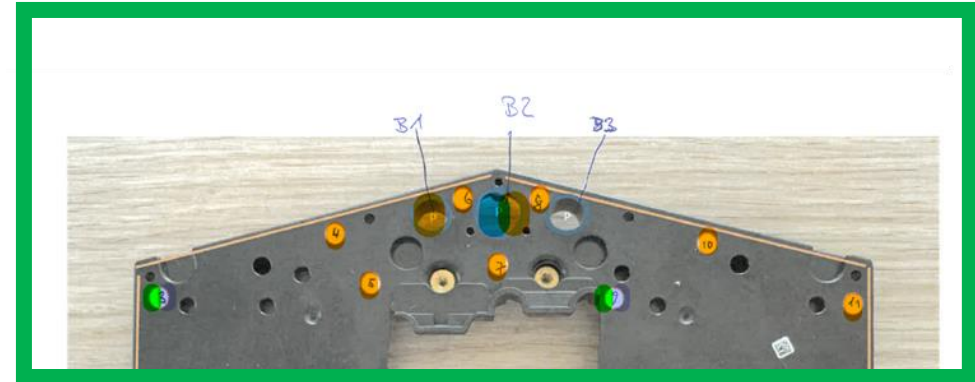


Fragen an diese Studie

- Gibt es Abhängigkeiten der Lieferungen / Produktionschargen der Clamps? → Ja

- Wie müssen die Clamps aussehen, damit alle Geräte in-Spec sind?

→ Es kommt auf das Höhenprofil des „oberen“ Teil der Clamps an und auf die Bohrungen im unteren Teil



Ausblick

- Im Moment arbeitet der Spritzgießer daran die Teile entsprechend diesen Vorgaben zu optimieren