



**Digitale Revolution für robuste Produkte und  
intelligente Prozesse**



Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

## Inhaltsverzeichnis

### Vorstellung des Analyser für Robust Design

Das intelligente Tool zur Analyse von Produkten und Prozessen.....	3
Modularer Aufbau und Funktionen.....	4
Datenanalyse in der aktuellen Industrie 4.0 Landschaft.....	5

### Modul Kurvenanalyse (KA)

Leistungen und Funktionen: Modul Kurvenanalyse.....	6
Funktionsweise Modul Kurvenanalyse.....	7
Kurvendarstellung und Teach-In-Verfahren.....	8
Anwendungsmöglichkeiten Modul Kurvenanalyse.....	10

### Modul Transferfunktion (TF)

Leistungen und Funktionen: Modul Transferfunktion.....	11
Funktionsweise Modul Transferfunktion.....	12
Anwendungsmöglichkeiten Modul Transferfunktion.....	13

### Modul SPC (SPC)

Leistungen und Funktionen: Modul SPC.....	14
Funktionsweise Modul SPC.....	15

### Analyser für Robust Design

Ihr Nutzen durch den Analyser für Robust Design.....	16
------------------------------------------------------	----

<b>Kontakt</b> .....	17
----------------------	----

## Das intelligente Tool zur Analyse von Produkten und Prozessen

Für viele noch „Vision Industrie 4.0“, bei uns bereits als Standardprodukt verfügbar:

Der **Analyser für Robust Design**,

das vollautomatisierte **Online-Tool** für fehlerfreie und robuste Produkte & Prozesse.

- » **Unterscheidet iO- und niO-Fälle** auf Basis von Kurvencharakteristiken und / oder Messwerten aus Sensordaten
- » Liefert die Zusammenhänge von **Fehlerbildern und deren Ursachen** und bietet pro Fehlerbild **Maßnahmen und Lösungen**
- » Liefert **Wirkzusammenhänge** von Anforderungen  $Y_i$  (Outputs) und Einflussgrößen  $X_i$
- » Berechnet die **Erfüllung der Anforderungen**  $Y_i$  voraus
- » Hilft die **Prozessparameter und Einflussgrößen** auf die Anforderungen hin zu **optimieren**
- » **Echtzeitverarbeitung** von **kleinen Messreihen** bis zu **großen Datenmengen**
- » Unterstützt dabei **Entwicklungen** frei zu fahren, beschleunigt die **Industrialisierung** von Produkten und Prozessen und bietet Funktionen zur **serienbegleitenden Absicherung und Analyse**
- » **Senkt** nachhaltig die **Fehlerraten** und **reduziert** damit die **Nacharbeit** sowie das **Risiko von Garantiefällen**
- » Liefert damit einen signifikanten Beitrag zu einer **Null-Fehler-Strategie** und **Prozessoptimierung** im Sinne der digitalen Vernetzung der Produktion nach Industrie 4.0

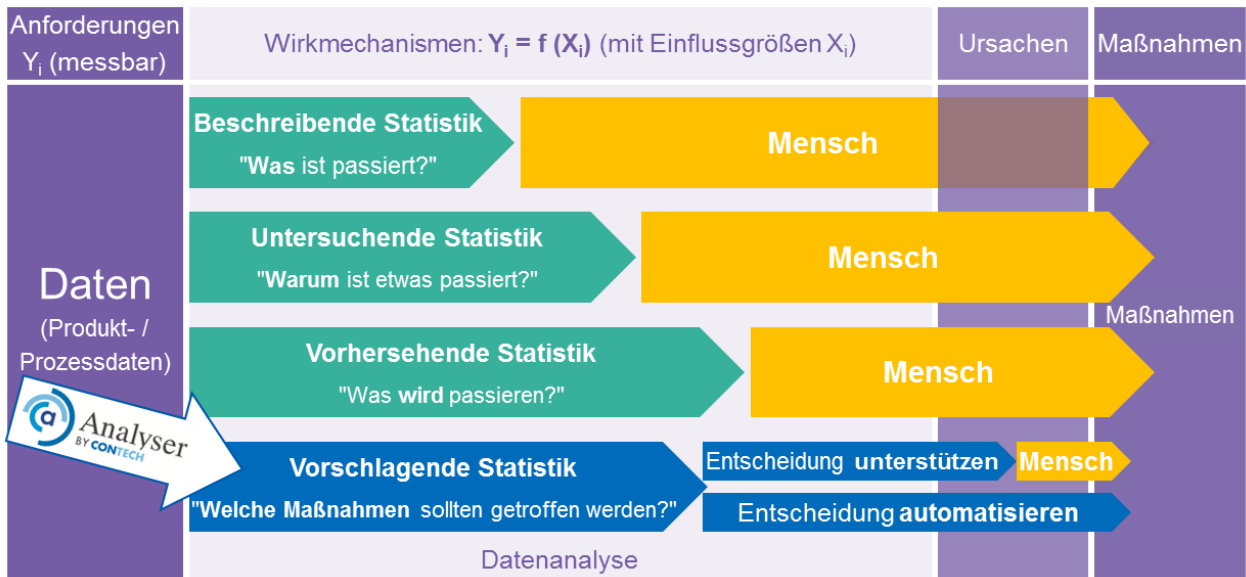
## Modularer Aufbau und Funktionen

Der **Analyser für Robust Design** hat einen anwendungsspezifischen modularen Aufbau mit standardisierten Modulen:

Funktion	Analyser by CONTECH Modul Kurvenanalyse (KA)	Analyser by CONTECH Modul Transferfunktion (TF)	Analyser by CONTECH Modul SPC (SPC)
Selbstlernende Analyse- und Wissensdatenbank für präventive und reaktive Fehleranalyse und Fehlerbehebung	✓	✓	
iO- und niO-Fälle auf Basis von stetigen Merkmalen und / oder Kurvenverläufen unterscheiden	✓	✓	
Fehlerbilder aus niO-Produkt- / Prozessmerkmalen und / oder niO-Produkt- / Prozesskurven erkennen	✓		
Wirkzusammenhänge und Ursachen je Fehlerbild ermitteln	✓		
Einfaches, einmaliges Teach-In-Verfahren (inkl. Teach-In-Hilfe) für unterschiedliche Fehlerbilder	✓		✓
Mögliche Lösungen / Maßnahmen je Fehlerbild über das "Buch des Wissens" anbieten	✓		✓
Wirkzusammenhänge (Transferfunktionen) zwischen Anforderungen (Output-Merkmalen) und Einflussgrößen (Input-Parametern) ermitteln		✓	
Erfüllung von Anforderungen vorausberechnen		✓	
Einfaches, einmaliges Teach-In-Verfahren für Transferfunktionen		✓	
Speichern und abrufen der Transferfunktionen über das "Buch des Wissens für Transferfunktionen"		✓	
Reaktionsplan mit Aufgaben, Verantwortungen und möglichen Lösungen / Maßnahmen bereitstellen		✓	✓
Vollautomatische statistische Prozesskontrolle mit Frühwarnsystem			✓

## Datenanalyse in der aktuellen Industrie 4.0 Landschaft

Aktuell sind in der Industrie 4.0 Landschaft mehrere **Analyseansätze** für Produkt- / Prozessdaten und messbare Anforderungen vorhanden.



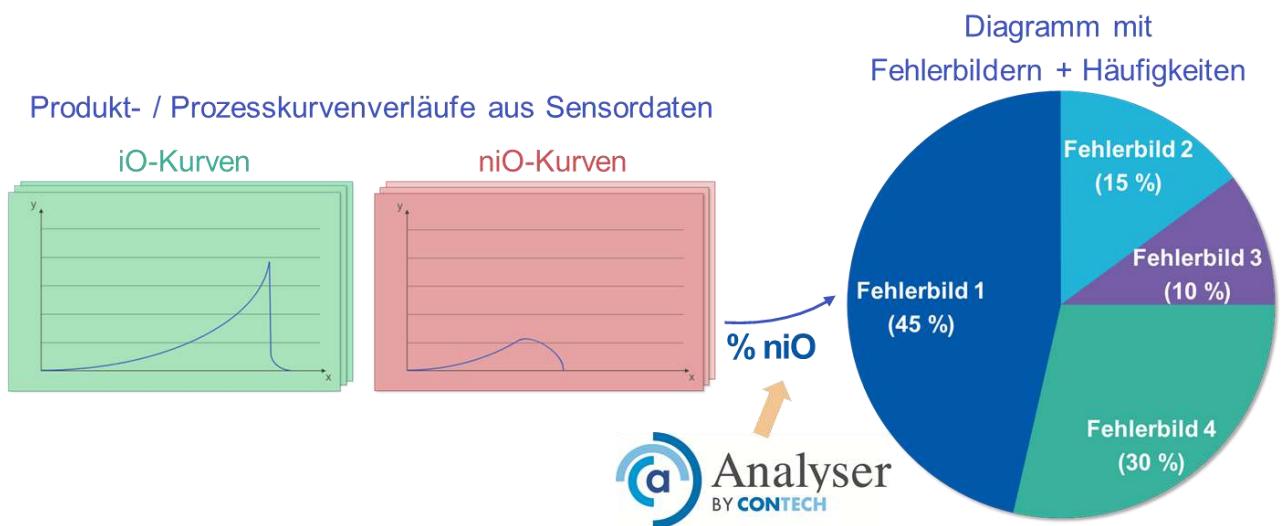
Datenanalyse in der aktuellen Industrie 4.0 Landschaft und Vorreiterrolle des **Analyser für Robust Design**

Der **Analyser für Robust Design** bietet durch seine Vorreiterrolle und den modularen Aufbau Anwendungsmöglichkeiten zur **vorschlagenden Statistik** („Welche Maßnahmen sollen getroffen werden?“). In diesem Block ist nur noch **sehr wenig, oft keine menschliche Interaktion** und **statistisches Fachwissen** in der Analyse notwendig.

## Leistungen und Funktionen

### Modul Kurvenanalyse (KA):

- » Wissensbasiertes, intelligentes Expertensystem in Produktion und Montage
- » Unterscheidet iO- und niO-Fälle auf Basis von **Kurvenverläufen** und / oder **stetigen (Mess-) Werten aus Sensordaten**
- » Erkennt aus den niO-Produktvalidierungs- und Prozesskurvenverläufen oder niO-Messwerten **typische Fehlerbilder** und stellt diese mit ihren Häufigkeiten dar
- » Verknüpft die Fehlerbilder mit den **Ursachen**, bietet **Lösungen und Maßnahmen** und bildet so eine **Wissensdatenbank** in Ihrem Unternehmen



Statistische Kurven- und Fehlerbildanalyse mit dem **Analyser für Robust Design**

## Funktionsweise mit Teach-In-Verfahren durch Expertenwissen



### Produktions- und Montageprozesse

Digitale Überwachung und Aufzeichnung von Prozesskenngrößen und deren Kurvenverläufen.

### Datenschnittstelle, grafische Darstellung

Flexible Schnittstelle zum Import der Kurvendaten (online oder über Datenbank). Grafische Darstellung der Einzelkurven.

Unsere Standardschnittstelle zu den marktüblichen Sensordaten und Steuerungen: Analyser ↔ IPM 6.0 von CSP, unserem Partner.

### Teach-In-Verfahren

Einmaliges Hinterlegen von kurvenspezifischem Expertenwissen zu Fehlerbildern oder anderen Unregelmäßigkeiten.

### Buch des Wissens

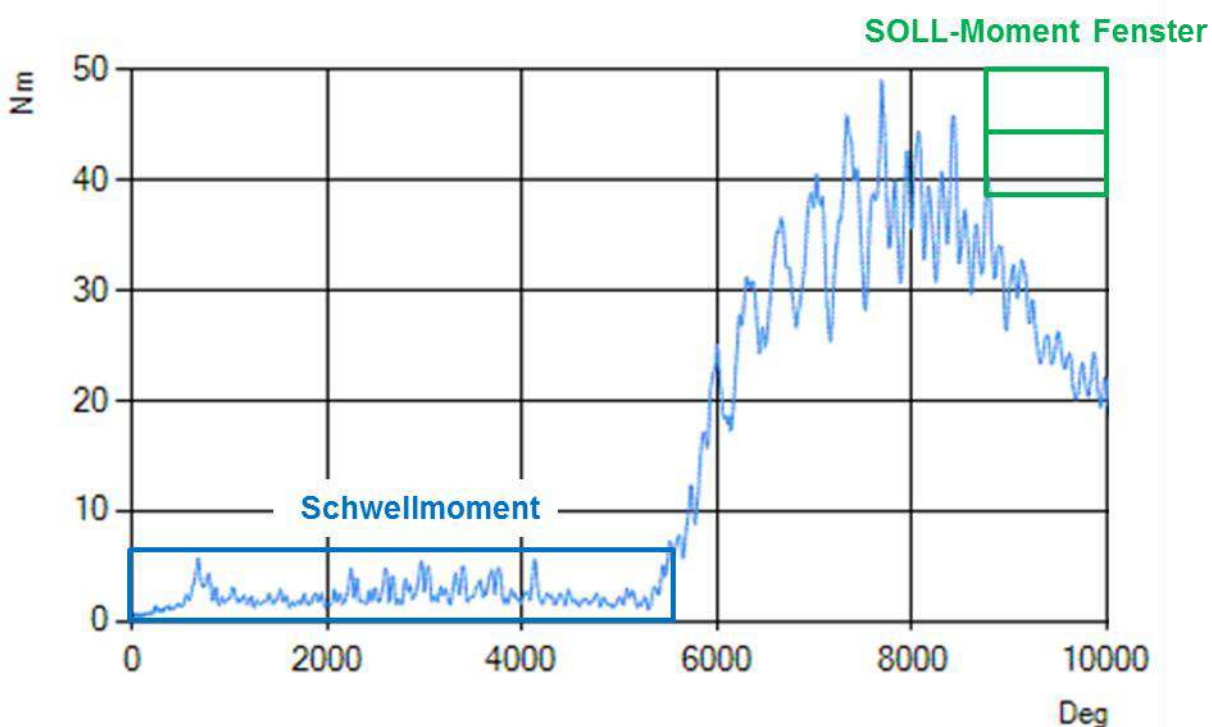
Hinterlegte Fehlerursachen, zugehörige Maßnahmen und Lösungsvorschläge zur Fehlerbehebung (optional).

### Fehlerursachenanalyse

Automatisierte Analyse der gesamten Eingangsdaten und Auswertung der im Prozessverlauf aufgetretenen Fehler. Grafische Darstellung der Auswertung mit Fehlerhäufigkeiten und priorisierten Ursachen und Maßnahmen / Lösungen (optional über Buch des Wissens).

## Kurvendarstellung und Teach-In Verfahren

Die für die Kurvenanalyse mit dem **Analyser für Robust Design** ausgewählten Prozesskurvenverläufe werden im User-Interface übersichtlich mit zugehörigen Parametern, Prozessgrenzen und weiteren Informationen dargestellt. In einem einmalig anzuwendenden **Teach-In-Verfahren** kann ein Experte einen repräsentativen Teil der Kurven beurteilen und so die entsprechenden Fehlerbilder im System hinterlegen.



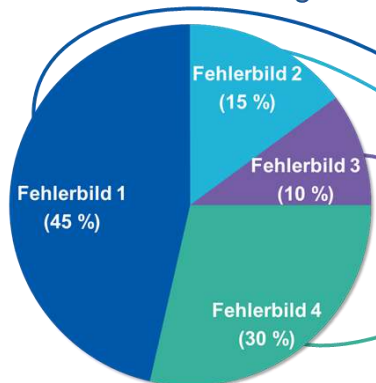
Beispielhafte Darstellung einer Prozesskurve im User-Interface des Teach-In Modus (hier: niO-Kurve)

Über die hinterlegte Wissensbasis ist der **Analyser für Robust Design** mit dem **Modul Kurvenanalyse** in der Lage, für die aus den Kurvendaten ermittelten Fehlerbilder die wahrscheinlichsten **Grundursachen** (Root Causes) zu berechnen und priorisiert darzustellen. Die Ursachen sind wiederum direkt mit jeweiligen **Lösungen und Maßnahmen** verknüpft.



Damit bietet das **Modul Kurvenanalyse des Analyser für Robust Design** eine **systematische Analyse der Fehlerbilder und Ursachen** mit Rückspiegelung von passenden Maßnahmen und Lösungen basierend auf dem sogenannten „Buch des Wissens“, einer Technologiedatenbank mit Expertenwissen.

Diagramm mit Fehlerbildern + Häufigkeiten



**Buch des Wissens - Fehlerbilder + Fehlerursachen**

Fehlerursachen	Priorisierung	Fehlerursache 1	Fehlerursache 2	Fehlerursache 3	Fehlerursache 4	Fehlerursache 5	...	Fehlerursache n
<b>Fehlerbilder (durch Analyser priorisiert)</b>								
Fehlerbild 1 (45%)	0,45	3	9	3	1	1	...	9
Fehlerbild 2 (15%)	0,15	9	3	3	1	1	...	3
Fehlerbild 3 (10%)	0,10	3	3	9	3	1	...	1
Fehlerbild 4 (30%)	0,30	3	1	9	1	3	...	1
...	...	...	...	...	...	...	...	...
Fehlerbild n (... %)	0,...	1	3	3	9	3	...	1
<b>Technische Bedeutung</b>		3,9	5,1	5,4	1,2	1,6	0	4,9

**Buch des Wissens - Fehlerursachen und Maßnahmen**

Fehler (durch Fehlerursachen priorisiert)	Fehlerursachen	Maßnahmen	Maßnahmen	Maßnahmen	Maßnahmen	Maßnahmen	Maßnahmen
		Priorisierung	Maßnahme 1	Maßnahme 2	Maßnahme 3	Maßnahme 4	Maßnahme 5
Fehler...	Fehlerursache 1	4,00	3	9	3	1	...
Fehler...	Fehlerursache 2	5,00	9	3	3	1	...
Fehler...	Fehlerursache 3	4,5	3	3	9	3	...
Fehler...	Fehlerursache 4	3,00	3	1	9	1	...
Fehler...	Fehlerursache n	5,2	1	3	3	9	...
	<b>Technische Bedeutung</b>	36,8	92,1	98,7	71,9	24,3	...

Priorisierung der **Fehlerursachen**

→ **Priorisierte Maßnahmen / Lösungen**

Aufgetretene Fehlerbilder (inkl. Häufigkeiten) und Übertragung auf priorisierte Fehlerursachen und Maßnahmen / Lösungen im "Buch des Wissens"

## Anwendungsmöglichkeiten

- » Grundgedanke: Kurvencharakteristiken für die **Fehleranalyse** nutzen
- » Universale Funktionsweise mit einer großen Vielfalt an individuellen, branchenübergreifenden Anwendungsmöglichkeiten
- » Alle digital überwachten Produkt- und Prozessmerkmale in Form von Kurvenverläufen und / oder stetigen (Mess-) Werten können mit Hilfe des **Moduls Kurvenanalyse analysiert, kontrolliert und optimiert** werden
- » **Präventive** Fehlervermeidung oder **reaktive** Produkt- und Prozessoptimierung

## Mögliche Anwendungsfälle (Auszug)

### 1. Digital überwachte Schraubverbindungen (und ähnliche Montageprozesse)

- > Drehmomentverlauf [Nm] über Drehwinkel [°]
- > Verschiedene Anzugsverfahren mit teils mehreren Stufen / Phasen

### 2. Hystereseschleifen

- > Werkstofftechnik: Spannungs-Dehnungs-Diagramme
- > Ventile: Kraft [N] über Weg [mm] an bestimmten Wegpunkten und  $F_{max}$ .
- > Regelungstechnik (Regelstrecken, etc. ), Schaltungen (Anspringverhalten, Totzeiten, etc.)

### 3. Akustik und Schwingungsthemen

- > Vibrationen, NVH Themen (Schalldruckpegel [dB] über Drehzahl [U/min])
- > Akustik- und Geräuschoptimierung

### 4. Kunststoffspritzgießen

- > Druck [bar] über Zeit [s] oder Weg [mm]
- > Temperatur [°C] über Zeit [s] oder Weg [mm]
- > Optimierung der Steuerungs- und Regelungstechnik

**und viele mehr...**

## Leistungen und Funktionen

### Modul Transferfunktion (TF):

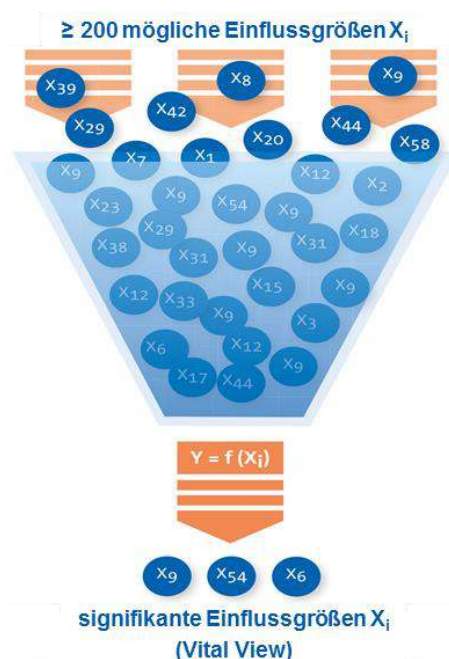
- » Filtert die **relevanten Einflussgrößen** auf die Qualität des Produktes, Prozesses oder Prozessschrittes heraus
- » Ermittelt und beschreibt die **Abhängigkeiten und Wirkzusammenhänge** zwischen Produkt- / Prozessanforderungen ( $Y_i$ ) und den zugehörigen Prozessparametern und Einflussgrößen ( $X_i$ ) mit mathematisch statistischen Modellen in Form von **Transferfunktionen**:

$$Y_n = f(X_1, X_2, X_3, \dots, X_n)$$

Output-Variable = Einflussparameter

Die  $X_i$  stehen für 1 bis n messbare, überwachte Einflussgrößen bzw. Parameter, die einen Einfluss auf die resultierenden Qualitätsanforderungen ( $Y_i$ ) des Produktes oder Prozesses haben. Dabei steht  $f$  für die Transferfunktion.

- » Berechnet die **Erfüllung der Anforderungen ( $Y_i$ )** für die eingesetzten Prozessparameter und Einflussgrößen  $X_i$  voraus
- » **Optimiert** auf Basis der kausalen Ketten die Prozessparameter und Einflussgrößen



Herausfiltern der statistisch signifikanten Einflussgrößen  $X_i$

## Funktionsweise zur Produkt- / Prozessoptimierung



### **Produktions- und Montageprozesse**

Digitale Überwachung und Aufzeichnung von messbaren Produkt- oder Prozessparametern und Kenngrößen.

### **Teach-In - Haupteinflussparameter**

Erarbeitung und Priorisierung der statistisch signifikanten und messbaren Haupteinflussparameter.

### **Teach-In - Transferfunktion**

Ermittlung der Transferfunktion(en) und Wirkzusammenhänge für Produkte oder (Teil-)Prozesse mittels statistischer Datenanalyse. Speicherung in der Technologiedatenbank „Buch des Wissens für Transferfunktionen“.

### **Qualitätsmanagement und Produkt- / Prozessoptimierung**

Optimierte Parametrierung und Tolerierung der Produkte und Prozesse durch kontinuierliche Vorhersage mittels Prognoserechnungen anhand der Transferfunktion(en).

## Anwendungsmöglichkeiten

- » Grundgedanke: statistische Modelle auf Basis von messbaren Einflussparametern zur **Produkt- und Prozessoptimierung** nutzen
- » **Universale Funktionsweise** für eine große Vielfalt an individuellen, branchenübergreifenden Anwendungsmöglichkeiten
- » Alle überwachten Produkt- und Prozessmerkmale können mit Hilfe des **Moduls Transferfunktion vorhergesagt, kontrolliert** und **optimiert** werden
- » Sowohl **präventiv** als auch **reaktiv** für die Produkt- und Prozessoptimierung einsetzbar

## Mögliche Anwendungsfälle (Auszug)

### 1. Überwachte Klebeverbindungen (und ähnliche Montageprozesse)

- > Adhäsions-, Kohäsions- und Abschälkräfte =  $f(\text{Viskosität, Temperatur, Raupenbreite / -höhe, etc.})$

### 2. Hystereseschleifen

- > Bremssysteme: Ansprechzeiten =  $f(X_i)$
- > Ventile: Rückholkräfte =  $f(X_i)$

### 3. Akustik und Schwingungsthemen

- > Vibrationen, NVH Themen: Schalldruckpegel [dB] über Drehzahl [U/min] =  $f(X_i)$
- > Akustik- und Geräuschoptimierung

### 4. Kunststoffspritzgießen

- > Schrumpfung, Welligkeit, Längenmaß =  $f(\text{Druck [bar], Nachdruckzeit [s], Werkzeugtemp. [°C], etc.})$

### 5. Extrusion von Kunststoffen / Kautschuk

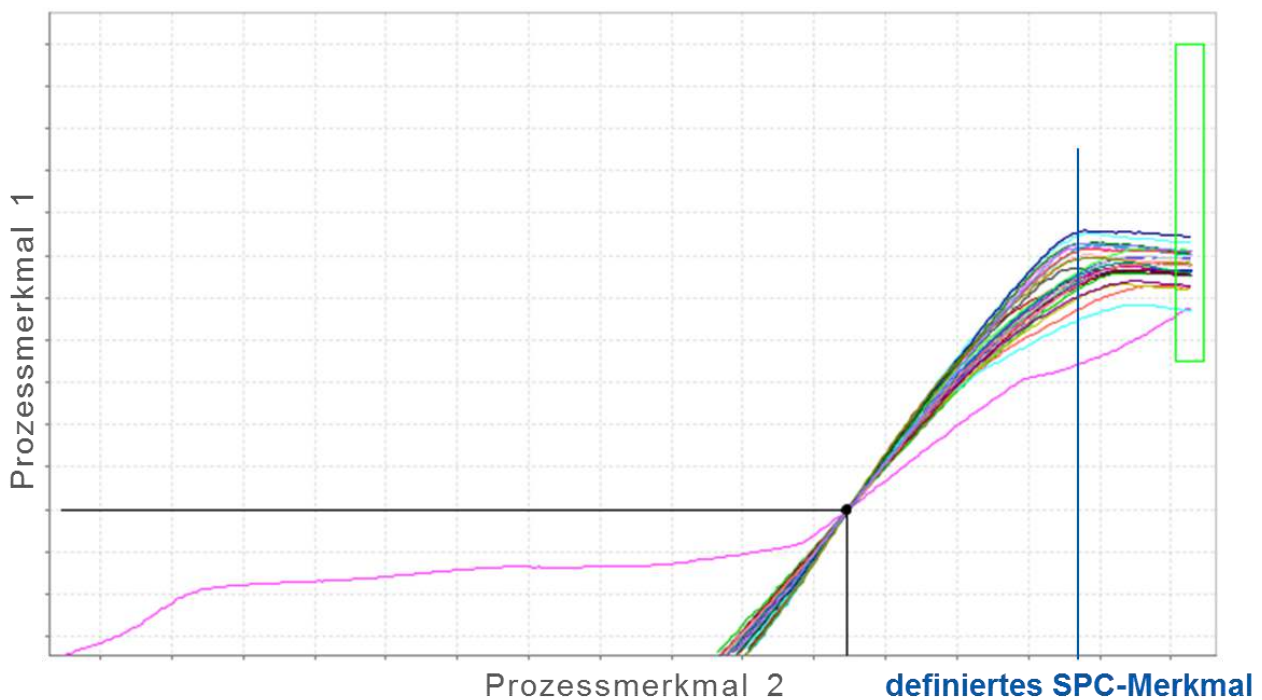
- > Profilgeometrie, Härte, Kraft-Dehnungs-Koeffizient =  $f(X_i)$

**und viele mehr...**

## Leistungen und Funktionen

### Modul SPC (SPC):

- » Verarbeitet **online aufgezeichnete** Produkt- und Prozessmerkmale in Form von Kurvenverläufen und / oder stetigen (Mess-) Werten
- » **Überwacht fortlaufend** und **vollautomatisch** die für die Online-Überwachung definierten SPC-Merkmale mit Frühwarnsystem
- » Bietet hinterlegte **Reaktionspläne** mit Aufgaben pro Merkmal und Verletzungskriterium, inklusive **Verantwortungen, Lösungen und Maßnahmen**



Grafische Definition eines SPC-Merkmales einer Kurvenschar

## Funktionsweise zur Produkt- / Prozessüberwachung



### **Produktions- und Montageprozesse**

Digitale Online-Überwachung und Aufzeichnung von messbaren Produkt- oder Prozessmerkmalen.

### **Teach-In – SPC-Merkmale**

Grafische oder analoge Definition der statistisch signifikanten und messbaren SPC-Merkmale.

### **Überwachung von Produkt- / Prozessmerkmalen**

Fortlaufende und vollautomatische Überwachung der definierten SPC-Merkmale inkl. Frühwarnsystem für Abweichungen und Schieberegler zur Einstellung von konstanten Produkt- und Prozessmerkmalen.

### **Qualitätsmanagement und Reaktionspläne**

Bereitstellung von Reaktionsplänen mit Aufgaben pro Merkmal und Verletzungskriterium inklusive Verantwortungen, Lösungen und Maßnahmen.

## Ihr Nutzen durch den Analyser für Robust Design

- ✓ Ersetzt bisherige manuelle oder automatisierte Verfahren zur **Fehleranalyse, Produkt- & Prozessoptimierung und -überwachung**
- ✓ Steigert die **Effizienz** und **Effektivität** von Datenanalysen
- ✓ Erkennt **Fehlerbilder und Fehlerursachen** schnell und bietet **Lösungen und Maßnahmen** zur Fehlerbehebung
- ✓ Schafft **robuste** Produkte und Prozesse
- ✓ Senkt **nachhaltig** die **Fehlerraten** und **reduziert** damit die **Nacharbeit** sowie das Risiko von Garantiefällen
- ✓ Ermittelt **Wirkzusammenhänge** zwischen Anforderungen und Einflüssen und berechnet die Anforderungserfüllung voraus
- ✓ Überwacht **fortlaufend** und **vollautomatisch** für die Online-Überwachung definierte SPC-Merkmale inkl. **Frühwarnsystem** und **Reaktionsplänen**
- ✓ Speichert abrufbares **Expertenwissen** und / oder **Transferfunktionen** für Produkte und Prozesse in Form der Technologiedatenbank „**Buch des Wissens (für Transferfunktionen)**“
- ✓ Bietet eine **universale Funktionsweise** für eine große Vielfalt an individuellen, branchenübergreifenden Anwendungsmöglichkeiten
- ✓ Enthält eine **standardisierte Schnittstelle** für Sensordaten
- ✓ Einzige **Systemvoraussetzung**: Windows 7 oder neuer



Haben Sie noch Fragen oder benötigen Sie weitere Informationen?

Wir beraten Sie gerne ausführlich zu Ihren Themen und Projekten.

Sprechen Sie uns einfach an und besuchen Sie uns auf unseren Homepages:

Consulting & Engineering Leistungen: [www.mts-contech.de](http://www.mts-contech.de)

Analysen für Robust Design: [www.contech-analyser.de](http://www.contech-analyser.de)



**Postadresse:**

Wernher-von-Braun-Straße 8  
D-82256 Fürstentfeldbruck

**Büro:**

Oskar-von-Miller-Straße 4d  
D-82256 Fürstentfeldbruck  
Telefon +49.8141.888 403-0  
Fax +49.3222.376 25 38  
E-Mail [info@mts-contech.com](mailto:info@mts-contech.com)  
[www.mts-contech.de](http://www.mts-contech.de)  
[www.contech-analyser.de](http://www.contech-analyser.de)



Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages