

Taguchi-Methoden

Taguchi Versuchspläne

Taguchi Pläne sind teilfaktorielle Versuchspläne, die meist „gesättigt“ sind und extrem wenig Versuche brauchen z.B.:

$$2^{7-4}$$

Für 7 Faktoren werden hier nur 8 Versuche angesetzt. D.h. man kann hiermit nur die Effekte der Faktoren selber und der Konstante bestimmen (gesättigt). Das Problem ist, dass neben der Vermengung von verschiedenen Wechselwirkungen auch eine Vermengung von Faktoren mit Wechselwirkungen bestehen. Deshalb werden diese Pläne nur empfohlen, wenn Wechselwirkungen auszuschließen sind.

Taguchi Versuchspläne sind voll orthogonal und werden mit dem Buchstaben L gekennzeichnet. Der obige Versuchsplan heißt:

$$L_8(2^7)$$

Die 8 steht für die Anzahl der Versuch, die 2 für die Anzahl der Stufen und die 7 für die Anzahl der Faktoren.

Anstelle der Normierung -1 .. 1 werden die Einstellungen durch nummeriert, z.B.:

$$L_4(2^3)$$

	A	B	C
1	1	1	1
2	1	2	2
3	2	1	2
4	2	2	1

Es gibt auch Taguchi Versuchspläne mit 3 und 4 Stufen um nichtlineare Zusammenhänge darzustellen. Dabei sind Faktoren und Wechselwirkungen auch nicht mehr zu 100% vermengt, jedoch ist die Auswertung für Wechselwirkungen und quadratische (bzw. kubische) Terme kritisch (hohe Korrelation).

$$L_9(3^4)$$

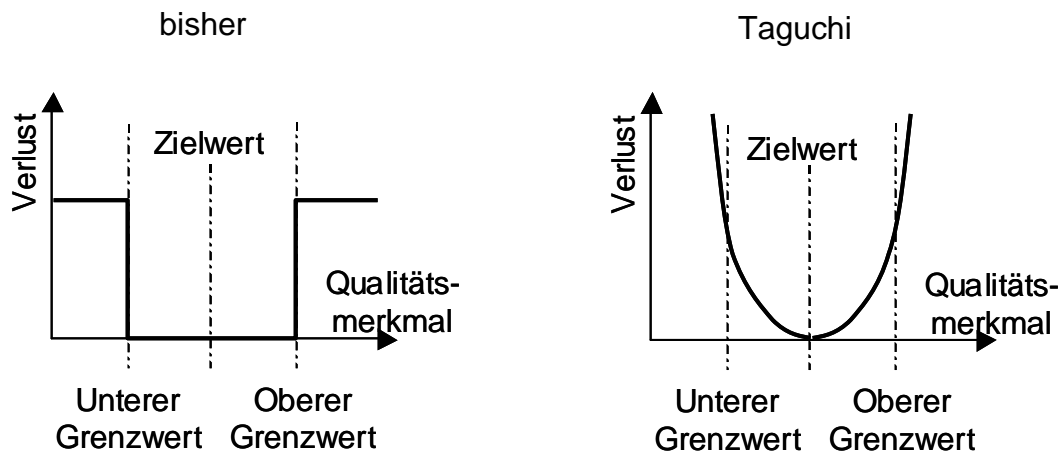
	A	B	C	D
1	1	1	1	1
2	1	2	2	2
3	1	3	3	3
4	2	1	2	3
5	2	2	3	1
6	2	3	1	2
7	3	1	3	2
8	3	2	1	3
9	3	3	2	1

Taguchi Versuchspläne werden eingesetzt, um die wichtigsten Faktoren zu erkennen (Screening).

Strategie von Taguchi

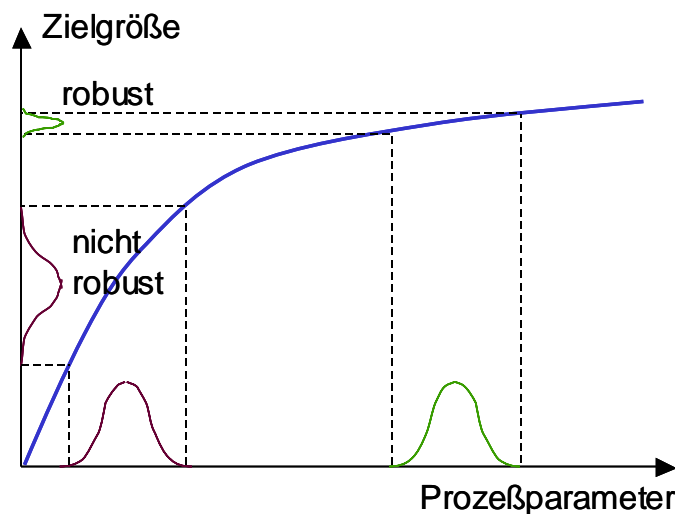
Neben der Betrachtung einer Zielgröße, die es zu optimieren gilt, hebt Taguchi vor allem das Streuverhalten in den Vordergrund.

Die Toleranz eines Bauteiles wird nicht als Herstellungsgrenzwert gesehen, sondern als „Verlustfunktion“. Taguchis Ziel entspricht dem zeitgemäßen Qualitätsverständnis, das den Kunden in den Mittelpunkt stellt. Für den Kunden reduziert sich der Gebrauchswert eines Produktes kontinuierlich mit der Abweichung vom Zielwert.



Ein wichtiges Ziel der Produkt- und Prozessentwicklung ist die Minimierung der Streuung. Die Minimierung der Streuung darf aber nicht dadurch erreicht werden, dass der Entwickler enge Toleranzen vorgibt! Vielmehr soll eine Unempfindlichkeit gegen diese Streuung erreicht werden.

Die Entwicklungsstrategie ist deshalb robuste Systeme zu schaffen. Prozesse sind robust, wenn das Prozessergebnis möglichst wenig von unvermeidlichen Schwankungen der Parameter, Materialeigenschaften, Umgebungsbedingungen usw. abhängt. Dabei können nichtlineare Zusammenhänge helfen. Für den dargestellten Zusammenhang eines Prozessparameters auf eine Zielgröße wirkt sich die Streuung im rechten Bereich weniger aus, als für den linken Bereich.



Für einen robusten Prozess sucht man diesen Bereich. Die Zielgröße kann in den meisten Fällen durch andere Parameter variiert und auf Sollwert gebracht werden.

Als „Maß“ für die Streuung schlägt Taguchi das sogenannte „Signal-Rausch-Verhältnis“ (signal-to-noise-ratio, kurz SN-Verhältnis) vor.

$$S/N = 10\log\left(\frac{\bar{Y}^2}{s^2}\right)$$

Diese SN-Verhältnis beinhaltet auch die Zielgröße als Mittel, wodurch es auch von dessen Niveau abhängig ist. Dies kann gewünscht sein, wenn Parameter mit unterschiedlichen Größenverhältnissen verglichen werden sollen. Interessiert nur die Standardabweichung s , so ist auch das sogenannte Robustheitsmaß zu verwenden:

$$Robustheit = 10\log\left(\frac{1}{s^2}\right)$$

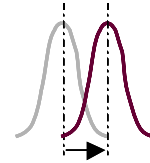
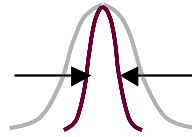
Berücksichtigung von Störgrößen

Zu den unter Taguchi Versuchspläne beschriebenen Varianten kann für die Faktoren, die auch Steuergrößen genannt werden, ein weiterer Versuchsplan hinzugefügt werden, der sogenannte Störgrößen berücksichtigt. Störgrößen sind Einflüssen, die man normalerweise nicht beeinflussen kann, aber mit denen das Produkt leben muss. Dieser wird um 90° gedreht als „äußeres Versuchsfeld“ angeordnet. Die verschiedenen Stufen des äußeren Feldes werden wie mehrmalige Realisierungen der Steuergrößen behandelt. Mittelwert und Streuung sind zwei verschiedene getrennt behandelte Zielgrößen.

								Äußerers Feld Störgrößen				
								1	2	3	4	
								A'	2	2	1	1
								B'	2	1	2	1
								C'	1	2	2	1
								L ₄ (2 ³)				
Inners Feld Steuergrößen												
	A	B	C	D	E	F	G					
1	1	1	1	1	1	1	1	Ergebnis- feld				
2	1	1	1	2	2	2	2					
3	1	2	2	1	1	2	2					
4	1	2	2	2	2	1	1					
5	2	1	2	1	2	1	2					
6	2	1	2	2	1	2	1					
7	2	2	1	1	2	2	1					
8	2	2	1	2	1	1	2					

In der Auswertung geht man grundsätzlich in 3 Schritten vor:

1. Faktoren mit den größten S/N-Verhältnissen suchen und festlegen
2. Festlegen der Faktoreinstellungen in der Zeile des größten S/N-Verhältnisses aus den Ergebnis-Zeilen
3. Einstellen des richtigen Zielwertes (Mittelwertes) mit den übrigen Faktoren



Dieser Reihenfolge liegt zu Grunde, dass es meist viel leichter ist den Mittelwert zu verändern, als die Streuung zu reduzieren.