



---

# VARIABLENVERGLEICH

# Variablenvergleich



Beim Variablenvergleich werden die Haupteinflussgrößen durch Variation der Einflussgrößen auf zwei Stufen eingegrenzt.

- Ziele und Anwendungsbereiche:
  - wichtige von unwichtigen Variablen trennen
  - Versuchsanzahl eines vollfaktoriellen Versuchs reduzieren
  - in Prototypenphase
- Randbedingungen:
  - Variablenzahl 5-20
  - signifikante Einflussgrößen müssen vorhanden sein (wenn alle Einflussgrößen einen ähnlich starken Effekt haben ist die Methode ungeeignet)
  - je Einflussgröße sind 2 Einstellungsstufen notwendig
  - Versuchsumfang:  $(2 \times \text{Anzahl Parameter}) + 6$
- Vorteile:
  - nur geringe Statistikenkenntnisse notwendig
  - Wechselwirkungen werden erkannt
  - Versuchsabbruch ist möglich, wenn dominante Faktoren gefunden werden
- Nachteile:
  - nur starke Haupteffekte werden erkannt

# Beispiel für Variablenvergleich



Untersuchter Prozess: Nähen von Sitzpolstern

Qualitätsmerkmal: Nahtverlauf

Beurteilung der Naht: 1 .... Mangelhaft  
10 .... sehr gut

Methode zur Beurteilung der Ergebnisse:

Transformation von attributiven Merkmalen (Siehe Messsystem)

Faktoren mit Einfluss auf das Ergebnis:

Faktor	Beschreibung	Stufe	
		gut	schlecht
A	Stoffdicke	6 mm	4 mm
B	Fadenstärke	1 mm	0,25 mm
C	Stichlänge	3 mm	6 mm
D	Nadelstärke	1,5 mm	1,1 mm
E	Stoffkaschierung	4 mm	2 mm
F	Fadenspannung	100 Nm	45 Nm

gute Einstellung:  
bestmögliches Ergebnis

schlechte Einstellung:  
gerade noch annehm-bares  
Ergebnis

# Beispiel für Variablenvergleich

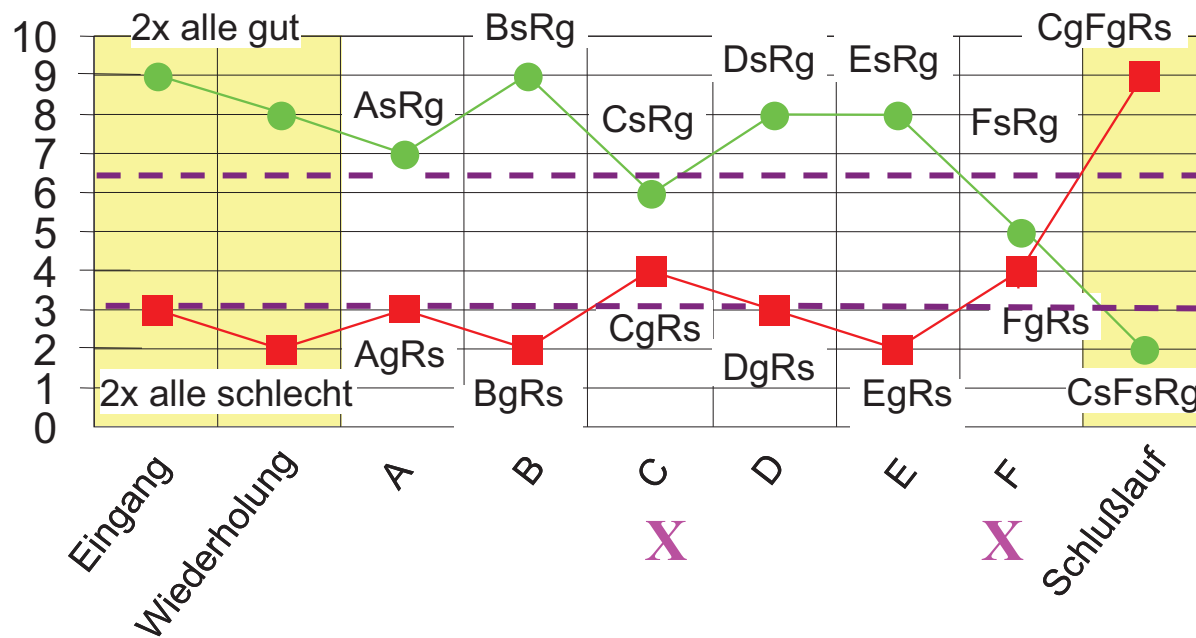


## Versuchsplan

Versuch	Kombination	Ergebnis	Bemerkungen	
Eingangsversuch	alles gut	9	Eingangstest	
	alles schlecht	3		
Wiederholungsversuch	alles gut	8		
	alles schlecht	2		
A	AsRg	7	Ag Parameter A auf „guter“ Stufe Rs restliche Faktoren auf „schlechter“ Stufe	
	AgRs	3		
B	BsRg	9		
	BgRs	2		
C	CsRg	6		
	CgRs	4		
D	DsRg	8		5 : 1 – Regel: $d = (G1 - G2 + S1 - S2)/2 = 1$ $D = (G1 + G2 - S1 - S2)/2 = 6$ $D/d = 6$ Die Regel $D/d > 5$ ist somit erfüllt.
	DgRs	3		
E	EsRg	8		
	EgRs	2		
F	FsRg	5		
	FgRs	4		
Schlusslauf	CsFsRg	2		
	CgFgRs	9		

# Grafische Darstellung des Variablenvergleichs

- Rotes X:  
Es gibt kein Rotes X d.h. es liegt keine dominante Einflussgröße vor, die eine totale Umkehr bewirkt.
- Rosa X:  
Eine teilweise Änderung des Ergebnisses gegenüber Eingangsversuch erfolgt mit den Faktoren C und F einzeln.
- Bei gemeinsamer Änderung erfolgt eine totale Umkehr.





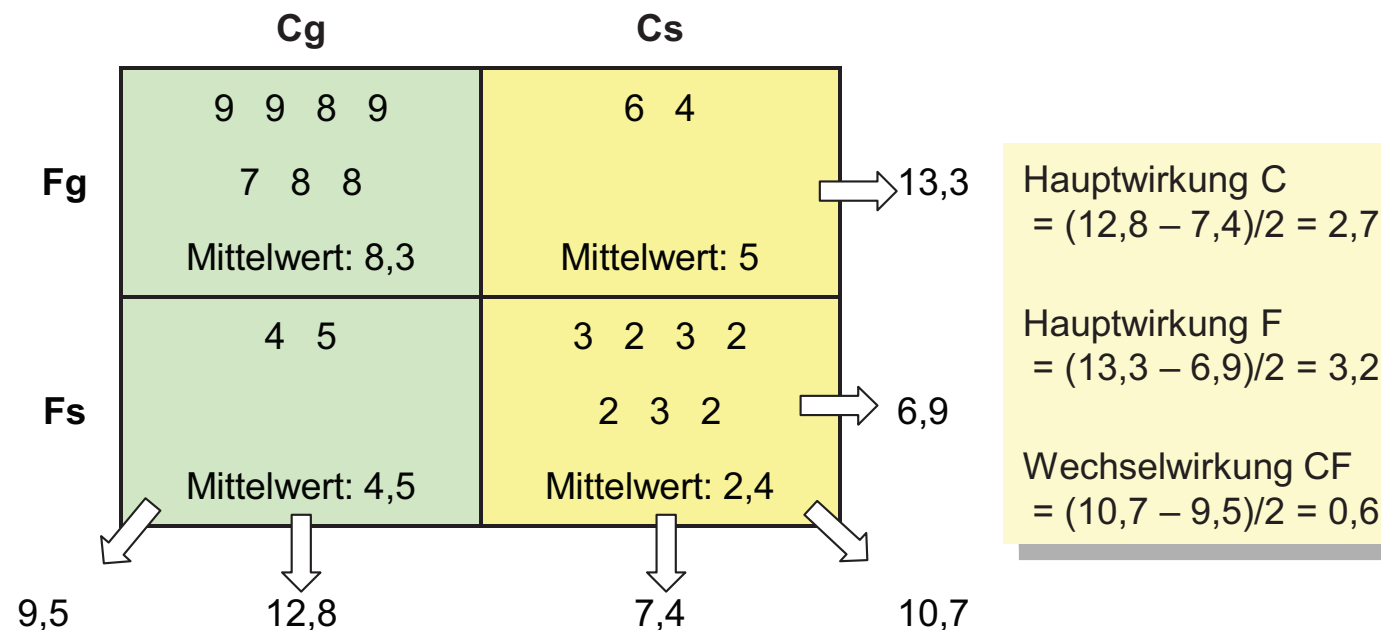
- Liste der verdächtigen Variablen erstellen (z.B. anhand von gefundenen Indizien aus Vorversuchen)
- Wertstufen für diejenigen Variablen festlegen, für die ein hohes bzw. ein niedriges Ergebnis erwartet wird
- Variablen nach ihrer vermuteten Wichtigkeit sortieren (Alternative: nach Versuchsaufwand)
- Startbedingungen überprüfen: je drei Stichproben für die Hoch- und Niedrig-Einstellung messen (5:1 Regel); ist die Startbedingung nicht erfüllt, kann der Versuch dennoch durchgeführt werden, um den Einfluss der einzelnen Variablen kennenzulernen
- Entscheidungsgrenzen für die Ergebnisse festlegen
- Variablen in der Reihenfolge ihrer Wichtigkeit tauschen und jeweils mindestens 3 Stichproben entnehmen; immer auch das Spiegelbild prüfen
- Wenn zwei oder mehr signifikante Variablen gefunden wurden: Versuche abbrechen und den Schlusslauf durchführen
- Im Schlusslauf die signifikanten Variablen als Gruppe gegen die getesteten nicht signifikanten und die ungetesteten Variablen als Gruppe prüfen (signifikante Variablen alle auf „hoch“ und Rest auf „niedrig“ und umgekehrt)
- Schlusslauf ist bestanden, wenn sich die Ergebnisse komplett umkehren
- Eine vollfaktorielle Matrix zur Wechselwirkungsanalyse für die signifikanten Variablen mit den Daten aus dem gesamten Versuch erstellen

# Wechselwirkungsanalyse



Beispiel: Nähen von Sitzpolstern

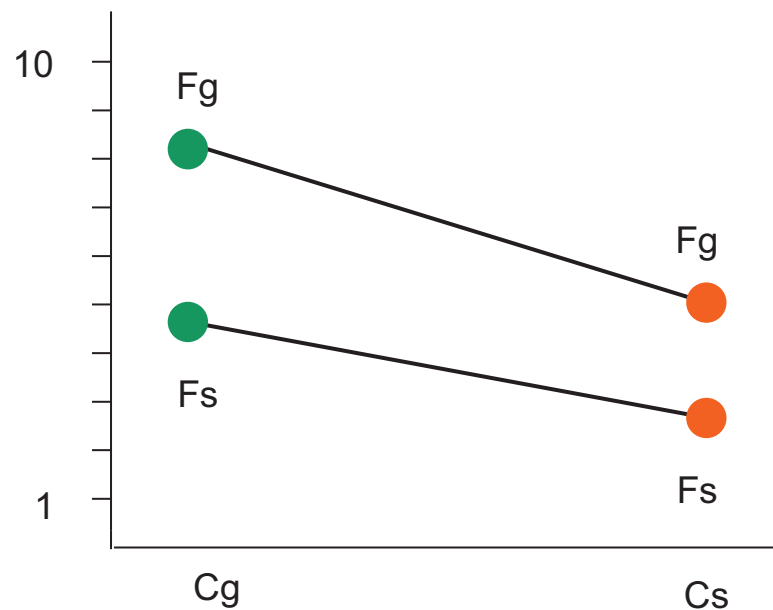
- In jedes Feld die Ergebnisse aller Versuche eintragen, für die C und F in den entsprechenden Stufen vorliegen.
- Für jedes Feld den Mittelwert bestimmen.
- Addition der Mittelwerte in den Spalten, Zeilen und Diagonalen.
- Je höher die Differenz von Spalten-, Zeilen- und Diagonalsummen, desto stärker ist die Wirkung des Parameters.



# Grafische Auswertung



Grafische Auswertung der Wechselwirkung zwischen Fadenspannung (C) und Stichlänge (F)



Zusammenfassung:

Die Hauptwirkungen C und F sind größer als die Wechselwirkung, der Faktor F hat den größten Einfluss auf das Ergebnis.

Die Wechselwirkung zwischen C und F ist vernachlässigbar.



# Beispiel für nicht bestandenen Eingangstest

---

Ein nicht bestandener Eingangstest (5 : 1 Regel) bedeutet, dass der Unterschied zwischen guter und schlechter Parametereinstellung der untersuchten Variablen gegenüber der Wiederholgenauigkeit sehr gering ist.

Folgende Ursachen dafür sind möglich::

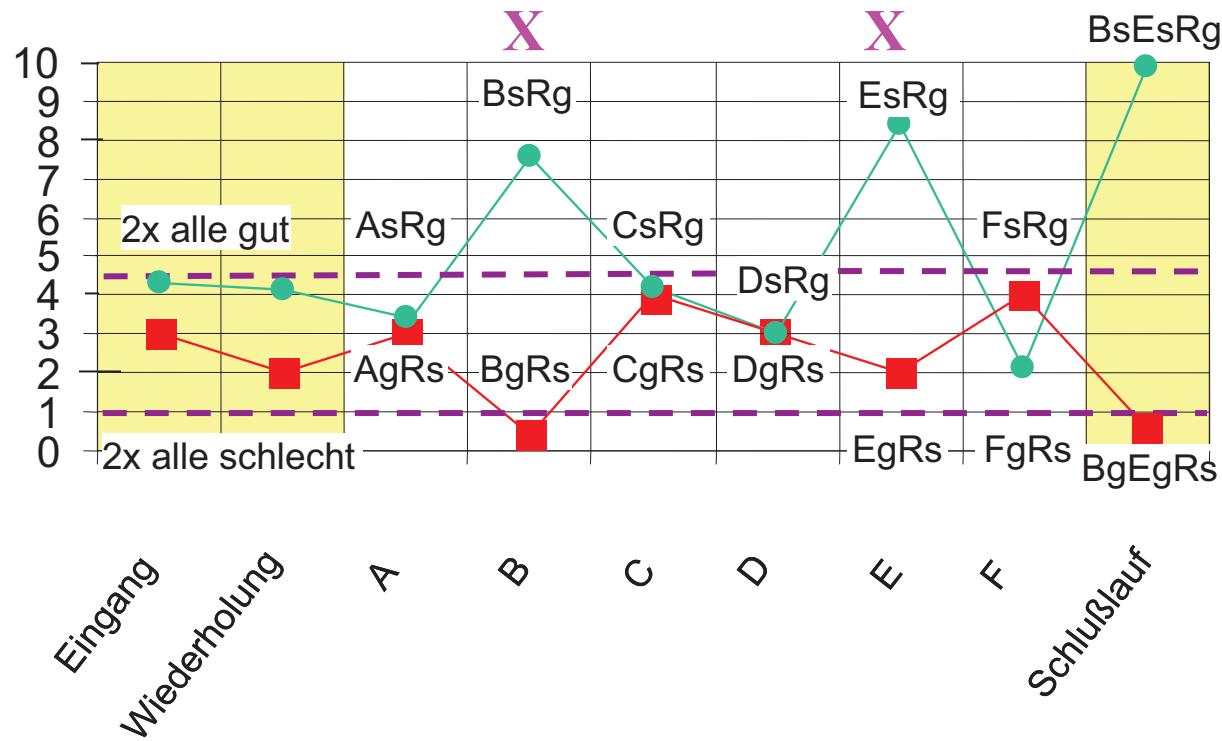
- Bei einzelnen Parametern ist die Annahme für eine gute und schlechte Einstellung falsch (vertauscht).
- Keiner der betrachteten Parameter ist rotes X oder rosa X, die Hauptursachen liegen außerhalb der betrachteten Variablen.
- Eine Verbesserung ist technologisch nicht möglich.

Weiteres Vorgehen

- Der Versuch kann dennoch durchgeführt werden, um die Parameter mit einem starken Einfluss auf das Ergebnis zu identifizieren.



# Beispiel für nicht bestandenen Eingangstest



# Top-Potenziale ermitteln

---

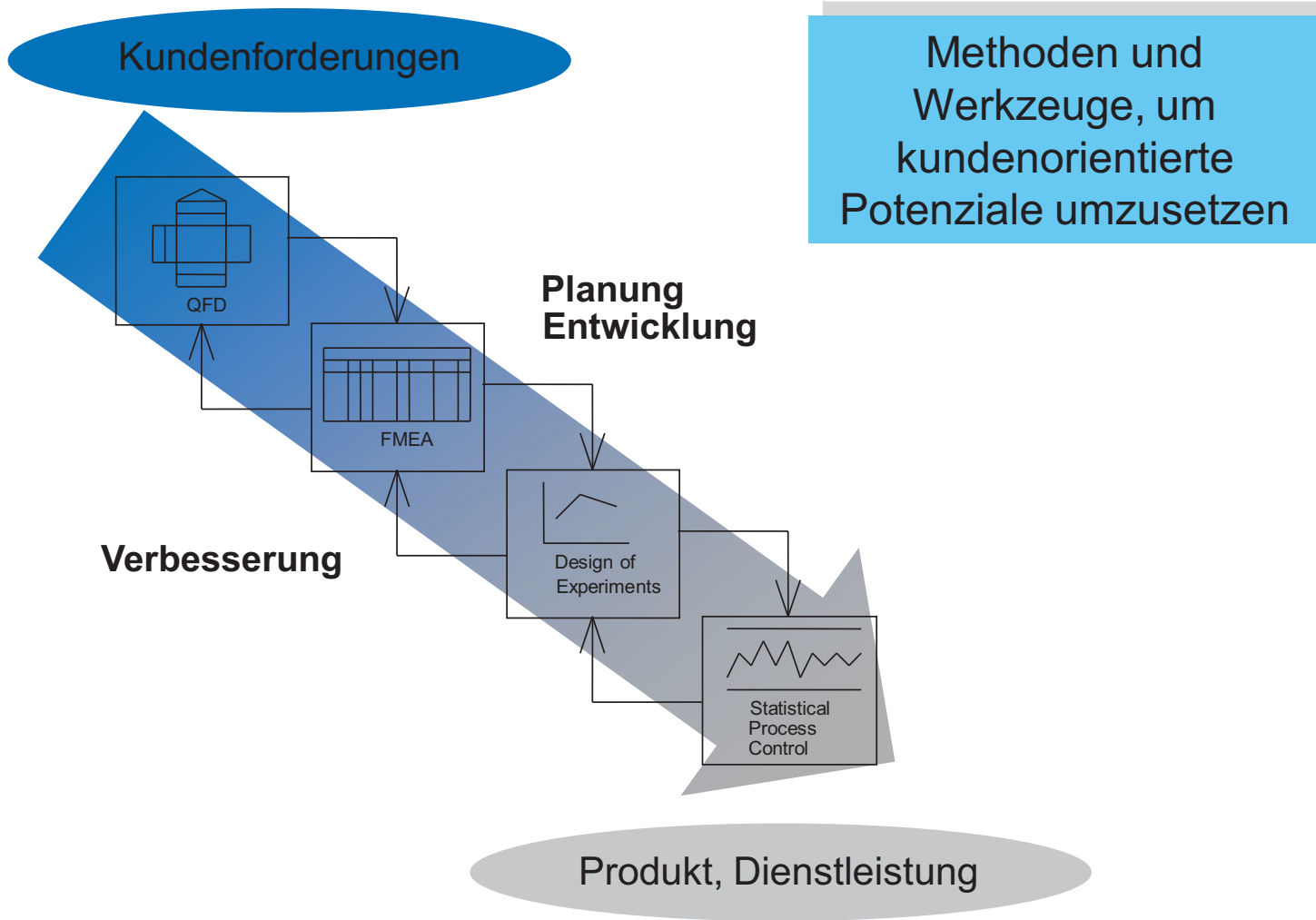
Top-Potenziale müssen, um die notwendige Akzeptanz zu erhalten, systematisch ermittelt und priorisiert werden.

Man unterscheidet:

- kundenorientierte Potenziale;  
Anforderungen der Kunden an bestehende oder neue Leistungen
- problemorientierte Potenziale;  
nicht oder nicht zuverlässig erfüllten Leistungen



# Kundenorientierte Potenziale



## Kundenorientierte Potenziale ermitteln

---

- Das Ziel der Analyse ist es, die Anforderungen der Kunden und Ihre Erfüllung, systematisch zu übersetzen in die Bedeutung für das Unternehmen, um daraus Maßnahmen und Programme für die Zukunft abzuleiten.
- Der Fokus bei kundenorientierten Potenzialen liegt in der Verbesserung der Leistungen für den Kunden, zur Steigerung der Kundenzufriedenheit. Ansatzpunkte sind die Leistung der Produkte und die Prozesse zur Leistungserstellung.



# Kundenorientierte Potenziale ermitteln



Anforderungen der Kunden	Wichtigkeit für die Kunden	Erfüllungsgrad Ist	Wettbewerber 1	Wettbewerber 2	Erfüllungsgrad Soll						Entwicklungspotential	Verkaufsargument	Bedeutung für Unternehmen			
						1	2	3	4	5				10	20	30
Lieferzeit	5	2	4	2	4						2	1	10			
Preis	8	2	3	4	3						1.5	1	12			
Design	6	3	2	3	3						1	1.2	7.2			
Lebensdauer	3	4	2	3	3						0.8	1	2.3			
Funktionalität	10	2	4	2	4						2	1.5	30			
Wartungsfrei	5	2	3	3	2						1	1.2	6			
.....																
.....																

Beispiel für die Ableitung von Maßnahmen aus den Kundenanforderungen

Kundenanforderung	Einflussfaktoren	Einfluss	Massnahmen
Funktionalität	Wirkungsgrad	9	.....
	Leistung	5	.....
	.....	2	.....

## Bewertungsschema (Beispiel):

- Wertigkeit für die Kunden:
  - Bewertung der Kundenanforderung aus der Sicht der Kunden.
    - 10 = sehr wichtige Anforderung
    - 1 = unwichtige Anforderung
  - Hilfsmittel zur Bewertung der Kundenforderungen: Paarweiser Vergleich
- Wettbewerbsvergleich:
  - Der Erfüllungsgrad der Kundenforderungen von Istzustand, Wettbewerber und Sollzustand werden auf einer Skala von 1 – 5 festgelegt.
    - 1 = Sehr schlechter Erfüllungsgrad
    - 3 = Entspricht den Kundenerwartungen
    - 5 = Übertrifft deutlich die Kundenerwartungen
- Entwicklungspotenzial:
  - Zeigt an, wie stark sich der Istzustand vom Sollzustand unterscheidet.
  - Berechnet: Sollzustand / Istzustand
- Verkaufsargument:
  - Bewertung welche Kundenanforderungen bei der Werbung wichtig sind.
    - 1 = Kein Verkaufsschwerpunkt
    - 1,5 = Wesentlicher Verkaufsschwerpunkt
- Bedeutung für Unternehmen:
  - Berechnet: Bedeutung x Entwicklungspotenzial x Verkaufsschwerpunkt
  - Je höher der Wert, desto bedeutender ist die Erfüllung dieser Kundenanforderung für das Unternehmen.



# Problemorientierte Potenziale ermitteln



- Der Fokus bei problemorientierten Potenzialen liegt in der Verbesserung der Situation des Unternehmens. Ansatzpunkte sind die Leistungserstellungsprozesse mit Kosten- oder Risikopotenzialen.

Fehler	Häufigkeit	Bedeutung des Fehlers	Kosten pro Fehler	Risiko-potenzial	Kosten-potenzial
Lieferung zu spät	30	5	200 EUR	150	6000
Lieferung unvollständig	25	4	400 EUR	100	10000
Produkt beschädigt	15	6	30 EUR	90	450
Korrosion	8	9	30 EUR	72	240
falsches Produkt	7	9	30 EUR	64	210
.....	...	...	...	...	...
.....					

Die Bewertung der Bedeutung eines Fehlers kann z.B. anhand der FMEA-Checklisten von VDA 6 oder QS 9000 erfolgen.

Bedeutung:  
 10 = Sicherheitsrisiko;  
 1 = Kunde merkt nichts

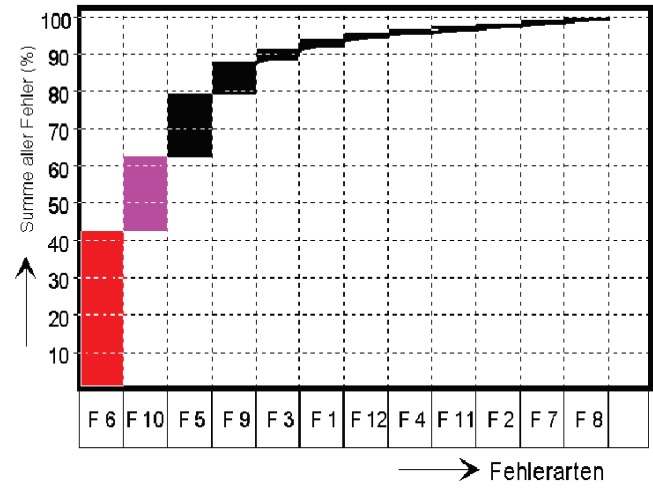
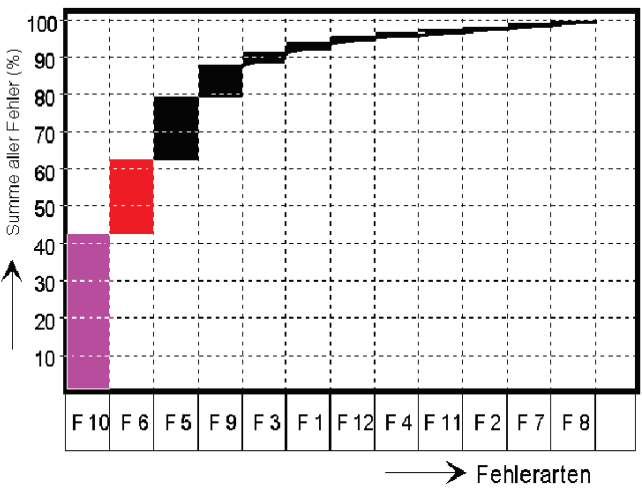


# Problemorientierte Potenziale ermitteln



Risikopotenzial  
e

Kostenpotenzial  
e

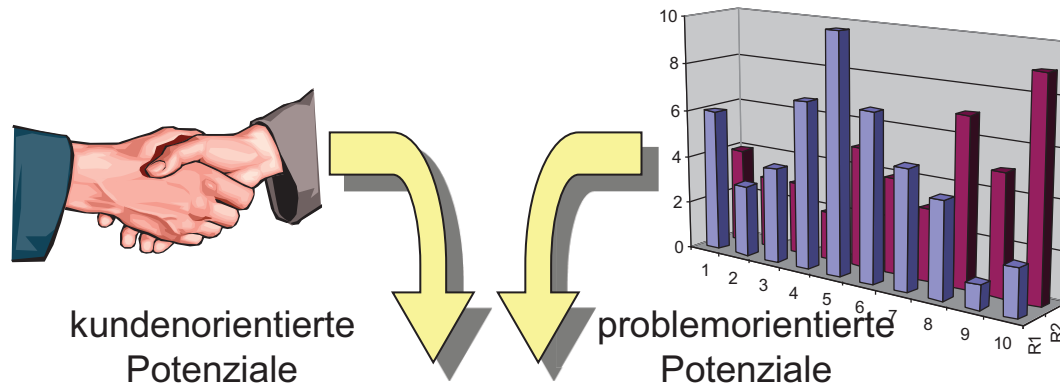


Priorisierung der Potenziale mit Hilfe von Pareto



# Auswahl potenzieller Projekte

Zusammenfassung und  
priorisierung der Potenziale



	Prozesse und Produkte	Faktor X
1	Potenzial Nummer 1	?
2	Potenzial Nummer 2	?
3	Potenzial Nummer 3	?
⋮	⋮	⋮
10	Potenzial Nummer 10	?

