



SHAININ PROBLEMLÖSUNGEN

Faktor X – Strategie der Prozessverbesserung



Höchstleistungen bei technischen Prozessen zu erreichen bedeutet, höchstmögliche Produktivität bei minimalsten Verlusten auf Dauer zu sichern.

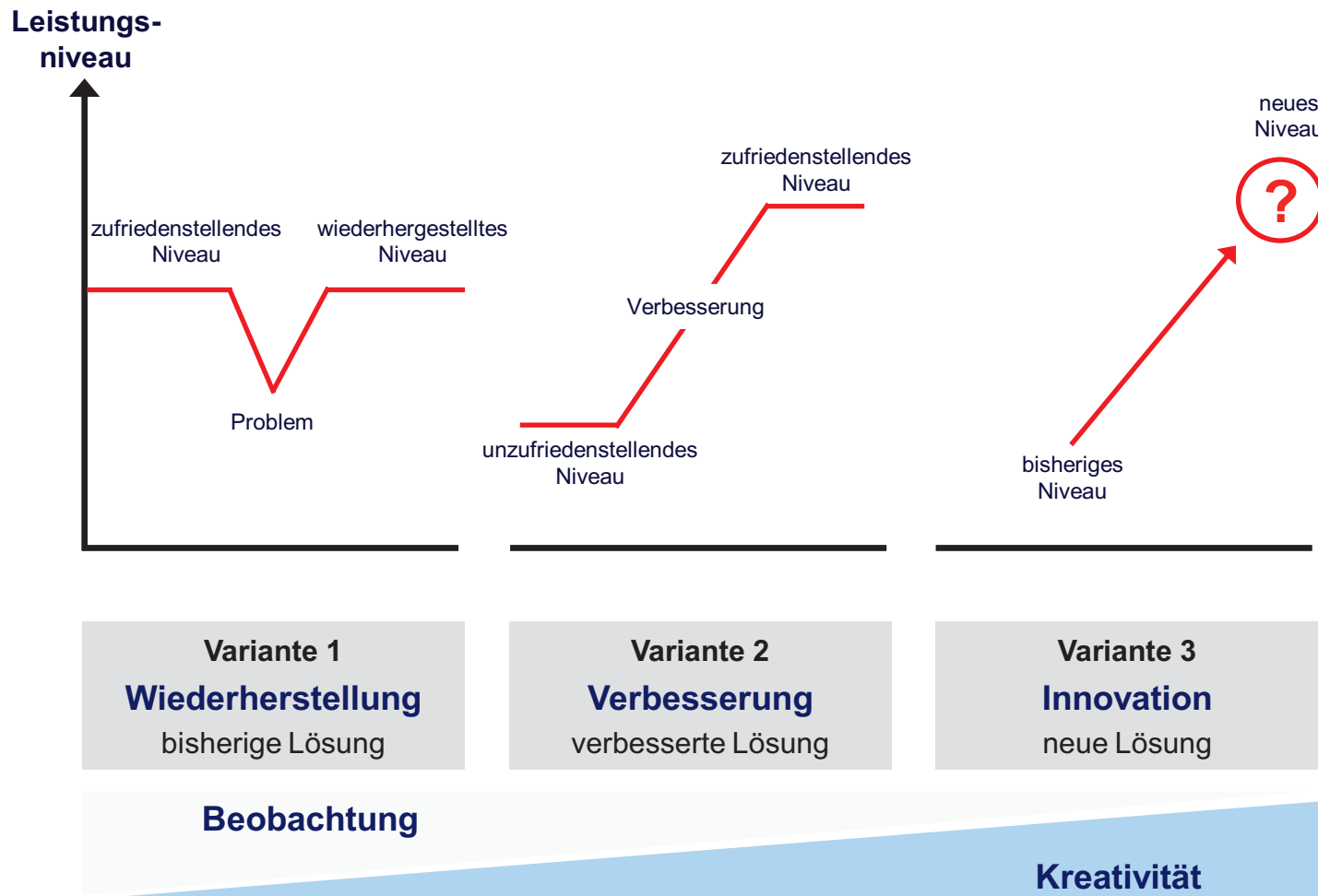
Faktor 4 bedeutet zum Beispiel: Doppelte Produktivität bei halbiertem Ausschuss! Um solche Verbesserungen zu erreichen, ist es erforderlich, an die technologischen Grenzen der Maschinen, Einrichtungen und Materialien vorzustoßen sowie zwischen systematisch und zufällig wirkenden Einflüssen zu unterscheiden und diese zu beherrschen.

- Faktor X als Strategie bedeutet:
 - wichtige Unternehmensleistungen identifizieren
 - Messgrößen zur Beurteilung der Leistungsfähigkeit ermitteln
 - Faktor X definieren, um den die Leistung verbessert werden soll
- Ziele von Faktor X: Produkte und Prozesse verbessern



Was ist die Zielsetzung bei der Problemlösung?

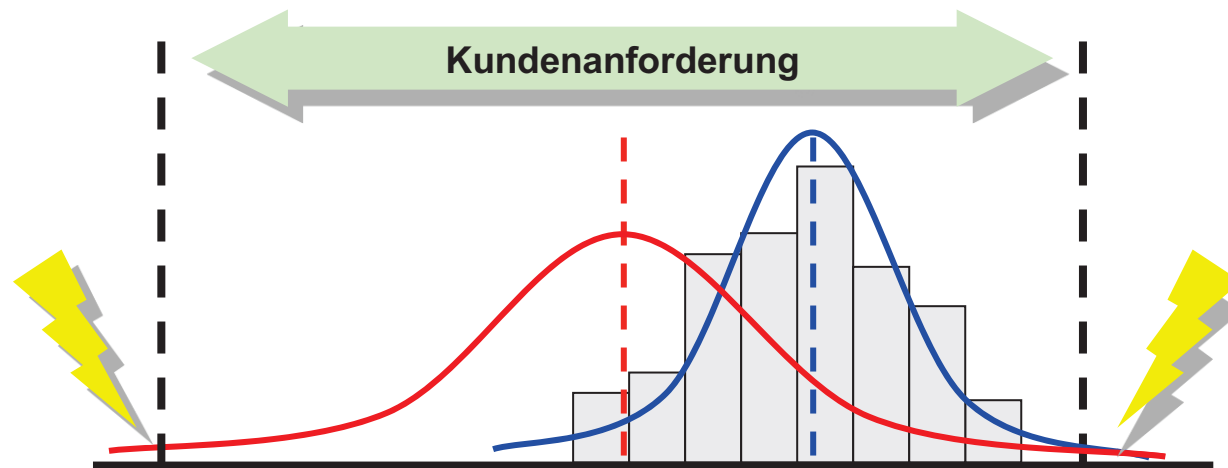
Bei Problem- und Aufgabenstellungen lassen sich drei generelle Kategorien differenzieren:



Ansatzpunkte zur Prozessverbesserung

Es gibt zwei prinzipielle Möglichkeiten der Prozessverbesserung

- **Aufweiten der Spezifikation / Toleranz**
 - Dies ist die einfachste und billigste Möglichkeit, den Prozess zu verbessern. Häufig sind gesetzte Toleranzen "Angstspezifikationen".
- **Verringerung der Prozessvariation**
 - Prozessverbesserung durch Korrektur von Mittelwertverschiebungen und die Reduzierung der Streuung.



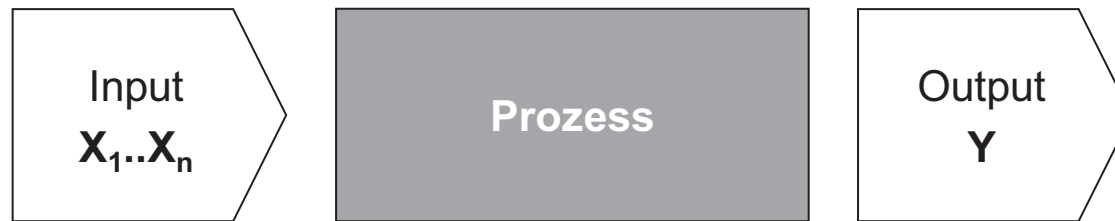
Faktor X und Shainin als Problemlösungsstrategie

- In vielen Fällen ist der Sachverhalt zunächst der, dass ein erhöhtes Fehleraufkommen mit unbekannter Herkunft beobachtet wird. Vor jeglicher Verbesserung steht zunächst die Identifikation von ergebnisverantwortlichen Größen, die Eliminierung von Fehlern und eine Stabilisierung der jeweiligen Prozesse oder Prozessteile
- Der dominante Faktor (bzw. Faktoren) werden in der Shainin Philosophie als das „**Rote X**“ und weniger dominante Parameter „**Rosa X**“ genannt.
- Eigenschaften des „Roten X“ sind:
 - Sie steuern das Prozessergebnis
 - Sie sind Fehlerverantwortlich



Auf der Suche nach dem „Roten X“

- In der statistischen wie der methodischen Welt werden alle Inputfaktoren als **X** und alle Ergebnisse als **Y** bezeichnet.



$$Y = f(x_1) + f(x_2) + \dots + f(X_n)$$

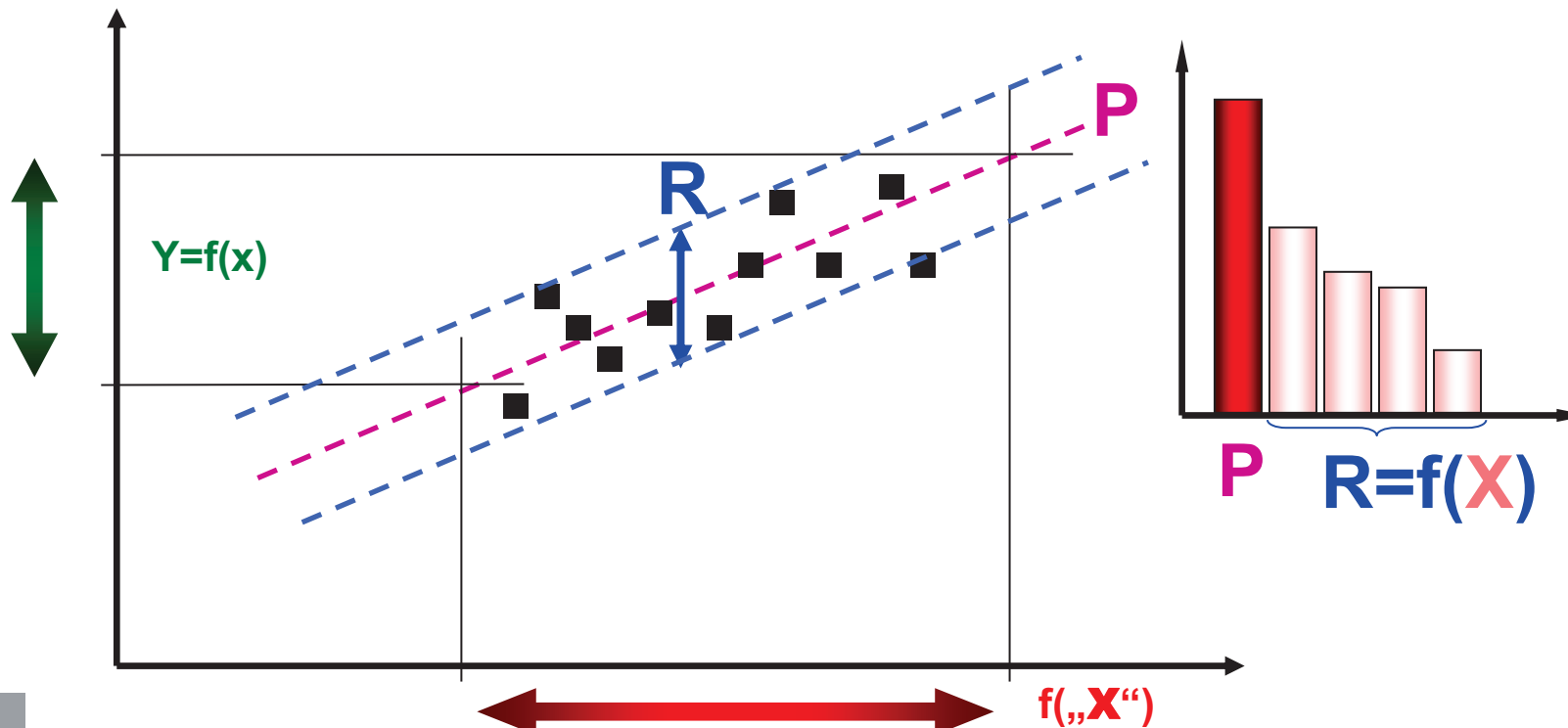
- Wirkt nun das „Rote X“ in negativer Weise, so ist es in der Lage aus dem guten Ergebnis („Grünes Y“) ein schlechtes Ergebnis (Rotes Y) zu machen.
- Dies bedeutet: **Die Prozessvarianz unterliegt weitgehend der Varianz des „Roten X“**



Wirksamkeit des „Roten X“

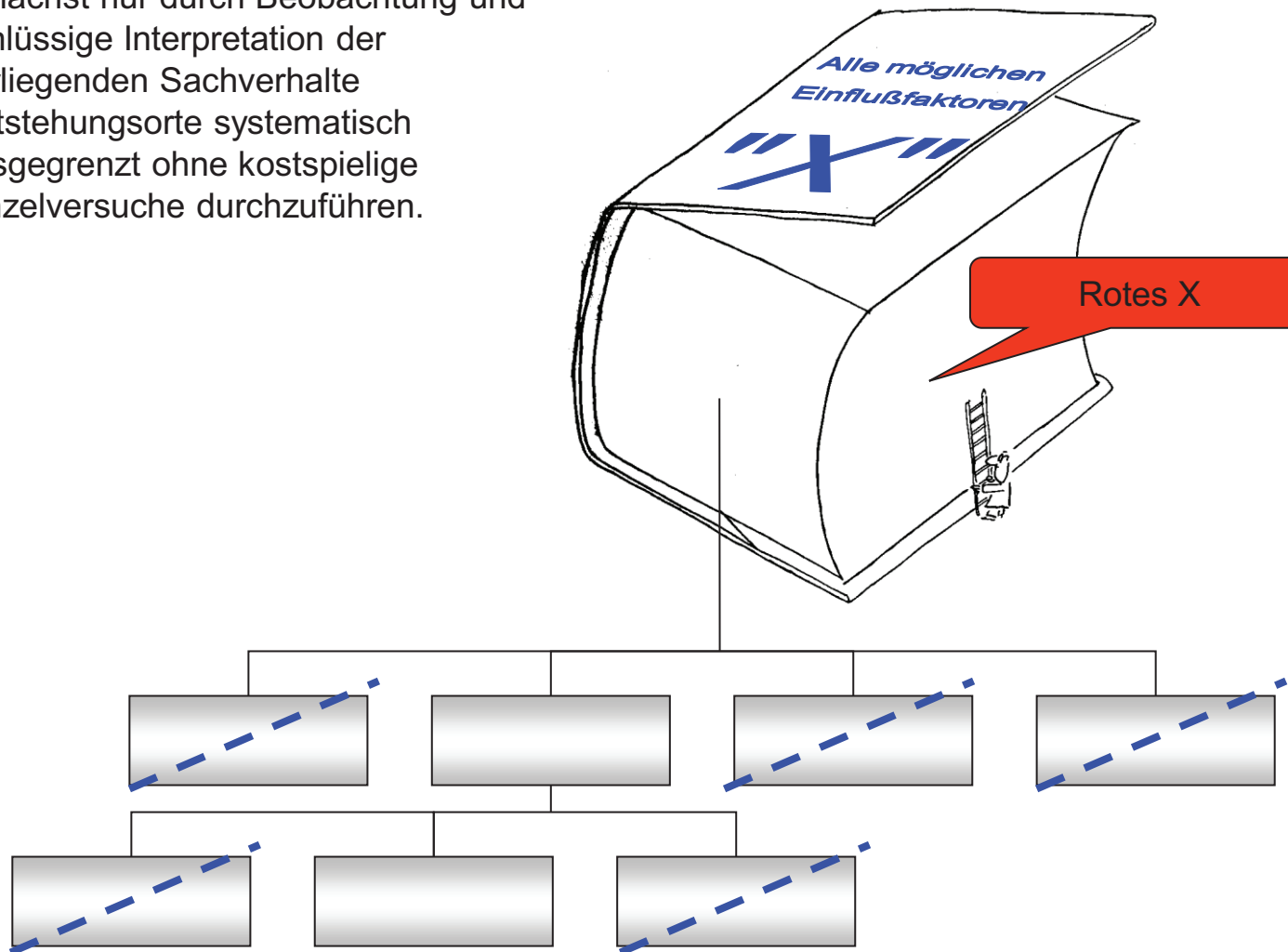


- Der dominante Parameter ($P = f(\mathbf{X})$) ist also in der Lage unser Ergebnis maßgeblich zu beeinflussen.
- Alle anderen ($R = f(\mathbf{X})$) erzeugen die Reststreuung unseres Ergebnisses Y .
- Wenn also im unten gezeigten Grafen das „Rote X“ nicht wirken würde, dann wäre die Gerade P waagerecht und das Ergebnis Y würde nur die Reststreuung R aufweisen.



Prinzipielles Vorgehen

- Um die „Rote X“ zu finden werden zunächst nur durch Beobachtung und schlüssige Interpretation der vorliegenden Sachverhalte Entstehungsorte systematisch ausgegrenzt ohne kostspielige Einzelversuche durchzuführen.



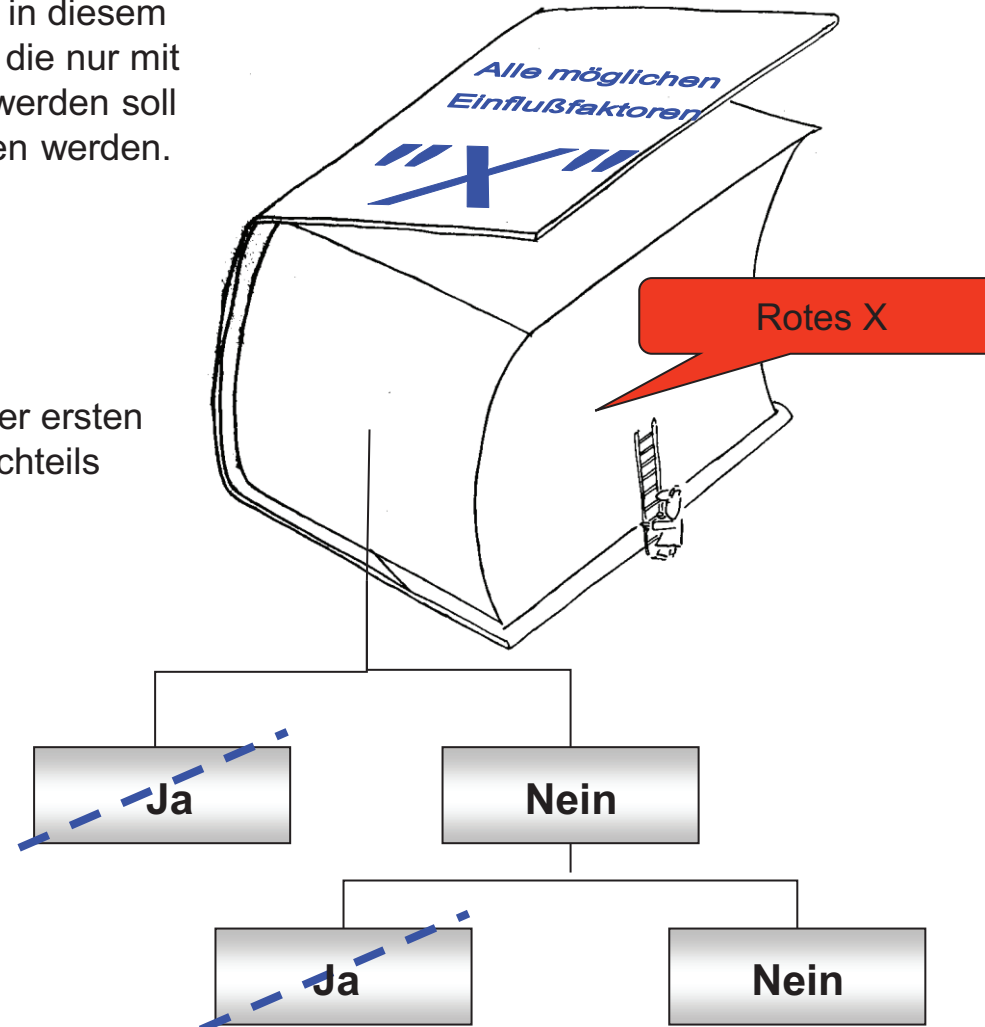
Beispiel Wörterbuch



- Das „Rote x“ ist ein einzelner Begriff und befindet sich irgendwo in diesem Wörterbuch. Durch Fragen die nur mit „ja“ oder nein beantwortet werden soll dieses Wort herausgefunden werden.

Die Frage lautet:

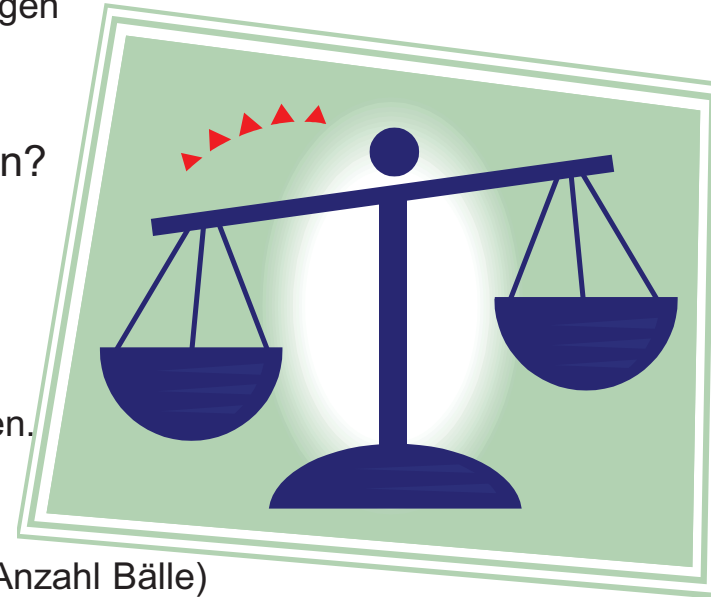
- „Ist das gesuchte Wort in der ersten Hälfte des betrachteten Buchteils enthalten?“

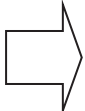
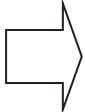


Beispiel Bälle



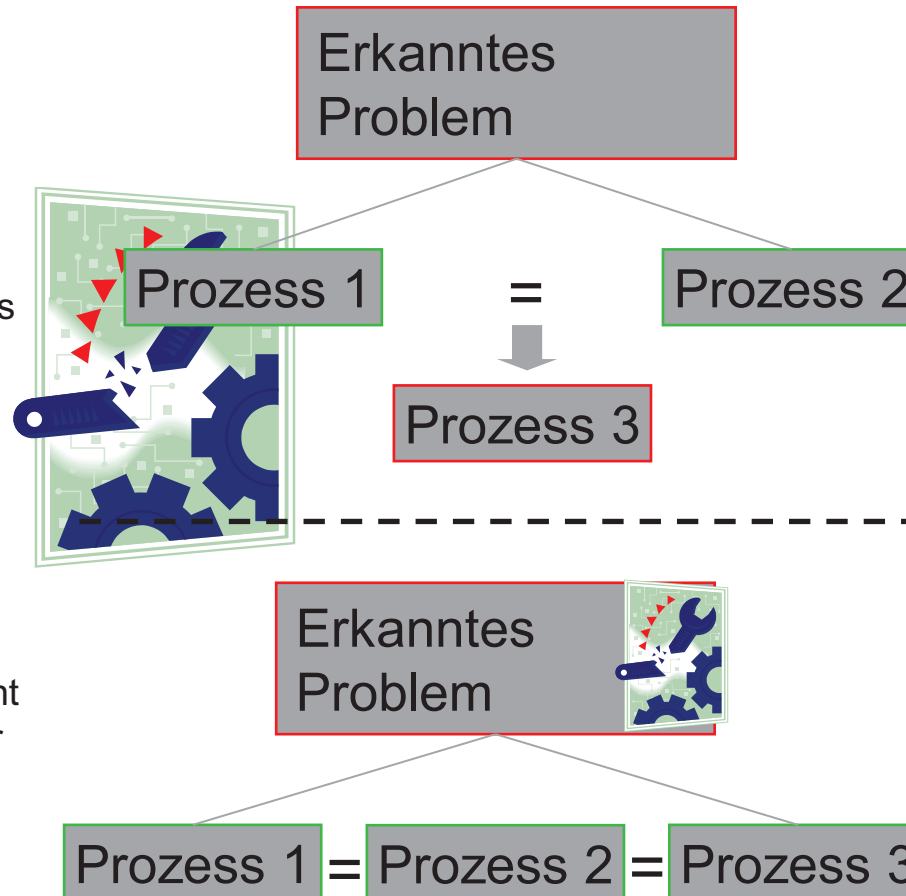
- Finden sie aus 80 gleichartigen Bällen denjenigen heraus der schwerer ist als die anderen.
- Was für ein Vorgehen würden Sie wählen?
- In diesem Falle lassen sich beispielsweise 3 Gruppen bilden bei denen zumindest 2 gleich groß sind und gegeneinander gewogen werden. (Vergleichsmessung)



- Messung: Haufen 1 gegen Haufen 2 (gleiche Anzahl Bälle)
 - Gleich schwer?  Dann kann der gesuchte Ball nur im 3. Haufen sein
 - Unterschiedlich?  Dann ist der Ball im schwereren Haufen enthalten.

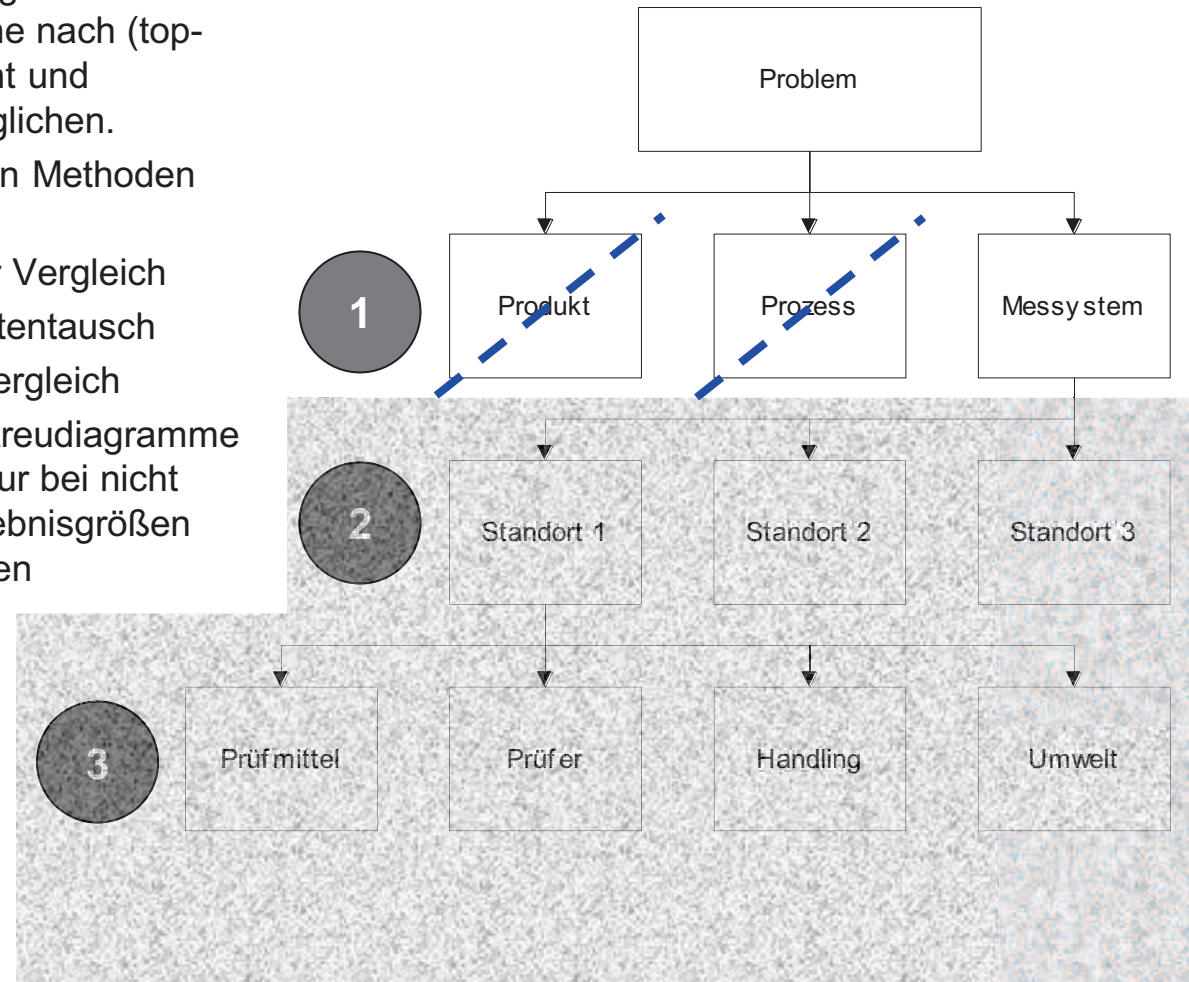
Anwendung in der Praxis (Beispiel)

- In der praktischen Anwendung werden in der gleichen Art Fragen gestellt:
- **Gibt es einen Unterschied zwischen Prozess 1 und 2?**
 - Wenn nein, dann kann das Problem nur noch aus Prozess 3 kommen...
- Beziehungsweise:
 - ...wenn es auch keinen Unterschied zwischen Prozess 1 und 3 oder 2 und 3 gibt, dann kann nicht der Prozess der Grund für das Problem sein.





- Im Entscheidungsbaum sind beispielhaft alle relevanten Prozessteile dargestellt. Sie werden der Reihe nach (top-down) untersucht und miteinander verglichen.
- Die angewandten Methoden sind hierbei:
 - Paarweiser Vergleich
 - Komponententausch
 - Variablenvergleich
- Multivari oder Streudiagramme können hierzu nur bei nicht Attributiven Ergebnisgrößen eingesetzt werden





- Der Entscheidungsbaum ist nur beispielhaft dargestellt, da sich zu Beginn eines Projektes noch keinesfalls absehen lässt wie die nächste Ebene aussehen wird.

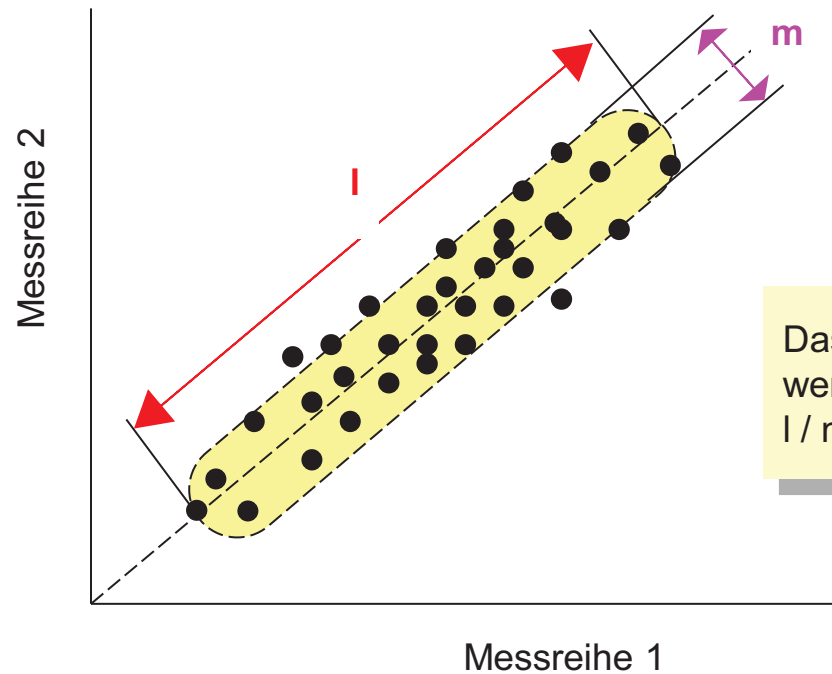
Den Entscheidungsbaum hypothetisch zu entwerfen und im Vorhinein festzulegen hieße „das Wörterbuch selber zu schreiben“!

- Wenn in einer Ebene alle „Haufen“ gleichermaßen ausgeschlossen werden, so hat man entweder
 - Einen wichtigen Aspekt nicht bedacht
- Oder
 - Man befindet sich auf der falschen „Baustelle“ und das „Rote X“ befindet sich nicht im betrachteten Umfeld.



Überprüfung des Messsystems

Korrelationsdiagramm von Messwertpaaren aus **zwei unabhängigen Messreihen**



Das Messsystem ist geeignet,
wenn das Auflösungsvermögen
 $l / m > 8$ ist.

Die **Länge l** auf die Achse projiziert entspricht der **Produktionsstreuung**.

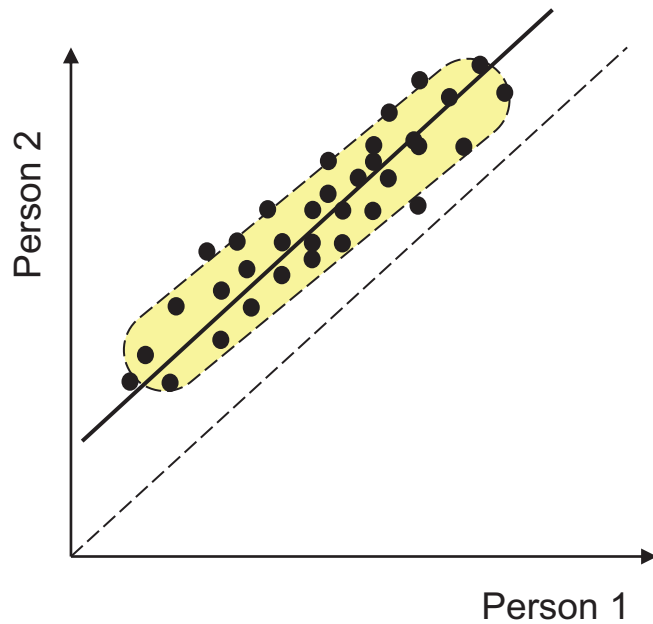
Die **Breite m** auf die Achse projiziert entspricht dem **Messfehler**.



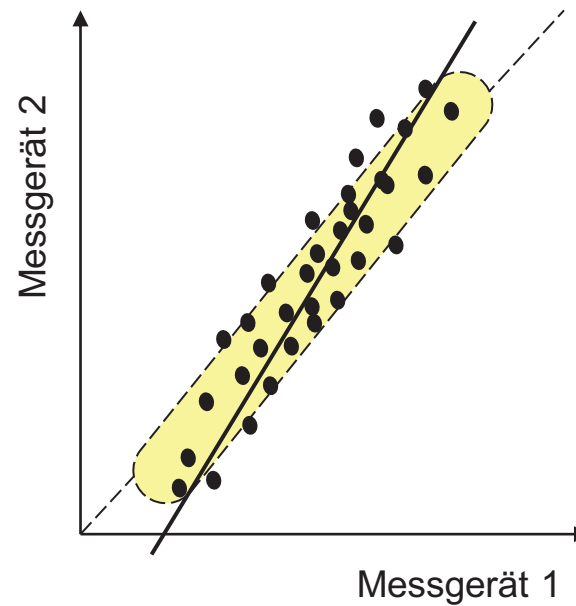


- Zufällig **30 Teile** aus der Produktion entnehmen.
- Jedes Teil zur Identifikation nummerieren.
- Die 30 Teile **messen**.
- Die 30 Teile ein zweites Mal in einer weiteren **zufälligen Reihenfolge** messen.
- Die 30 Messwertpaare in einem **Korrelationsdiagramm** eintragen (für beide Achsen denselben Maßstab verwenden).
- **Mittellinie einzeichnen**. Ungefähr die Hälfte der Messpunkte sollten jeweils auf der rechten oder linken Seite liegen.
- Beidseitig die Punkte mit dem zweitgrößten Abstand von der Mittellinie ermitteln (**Extremwerte** ausschließen).
- **Linke und rechte Grenzlinien** parallel zur Mittellinie durch diese Punkte einzeichnen. Die Enden mit Halbkreisen abschließen, so dass die Extremwerte der Länge eingeschlossen werden.
- **Breite m** und **Länge l** messen und das Auflösungsvermögen mit l/m berechnen. Das Auflösungsvermögen sollte > 8 sein.
- **45°- Linie** einzeichnen und auf Versatz prüfen.
- Bei zerstörenden Messungen muss das Messsystem als weitere mögliche Ursache für beobachtete Streuungen betrachtet werden.

Beispiele für Messabweichungen



konstante Abweichung

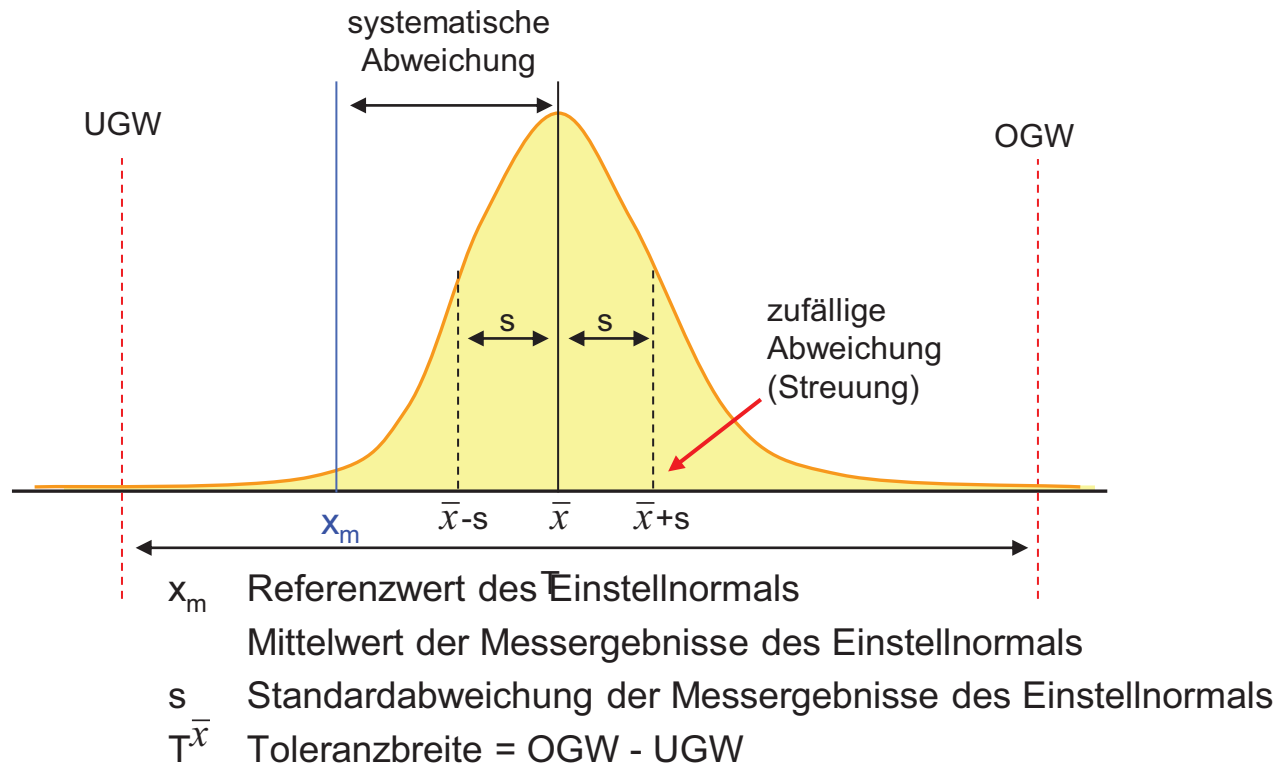


unterschiedliche Empfindlichkeit

Statistische Überprüfung der Fähigkeit



Statistisches Verfahren nach QS 9000



Messsystemfähigkeit c_g / c_{gk}



Die Abweichung des Meßsystems wird durch die beiden **Fähigkeitsindizes**

- c_g (zufällige Abweichung) und
- c_{gk} (systematische Abweichung) angegeben.

$$c_g = \frac{0,2 * T}{4 * s}$$

$$c_{gk} = \frac{0,1 * T - |\bar{x} - x_m|}{2 * s}$$

Vorgehen

- Einstellnormal mit bekanntem Ist-Maß x_m definieren.
 - Einstellnormal mindestens 25 mal messen.
 - Mittelwert \bar{x} und Standardabweichung s der Messungen berechnen.
 - Fähigkeitsindizes c_g und c_{gk} berechnen.
- Das Messmittel ist fähig, wenn der c_g - und c_{gk} -Wert $> 1,33$ sind.

g für gauge = Prüfmittel