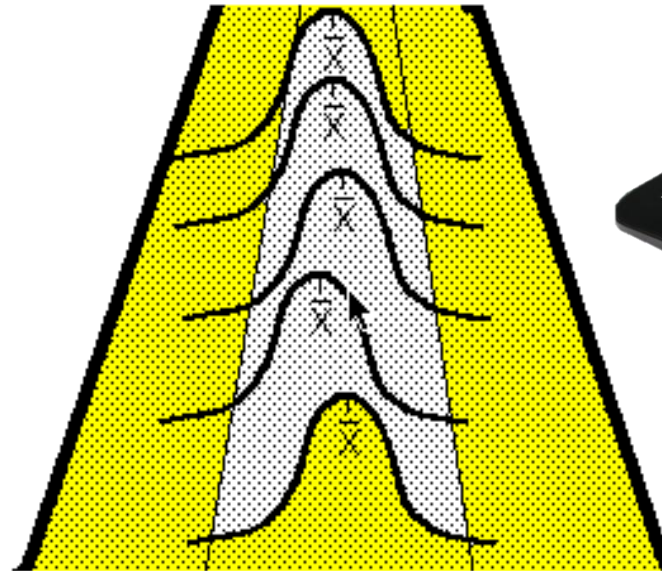


SPC

Statistik 1

SPC



Statistische Prozess Steuerung

EMP	Erstmusterprüfbericht
PPV	Prüfplanverwaltung
PMV	Prüfmittelverwaltung
PMÜ	Prüfmittelüberwachung
PMF	Prüfmittelfähigkeit
QDE	Qualitätsdatenerfassung
QST	Statistikauswertung
SPC	<u>Statistische Prozess Steuerung</u>
REK	Reklamationsmanagement
FMEA	Fehler-, Möglichkeits- und Einflussanaylse
LBEW	Lieferantenbewertung
AUDIT	Auditmanagement
APQP	Produkt- und Qualitätsvorausplanung

[mehr](#)

Software:

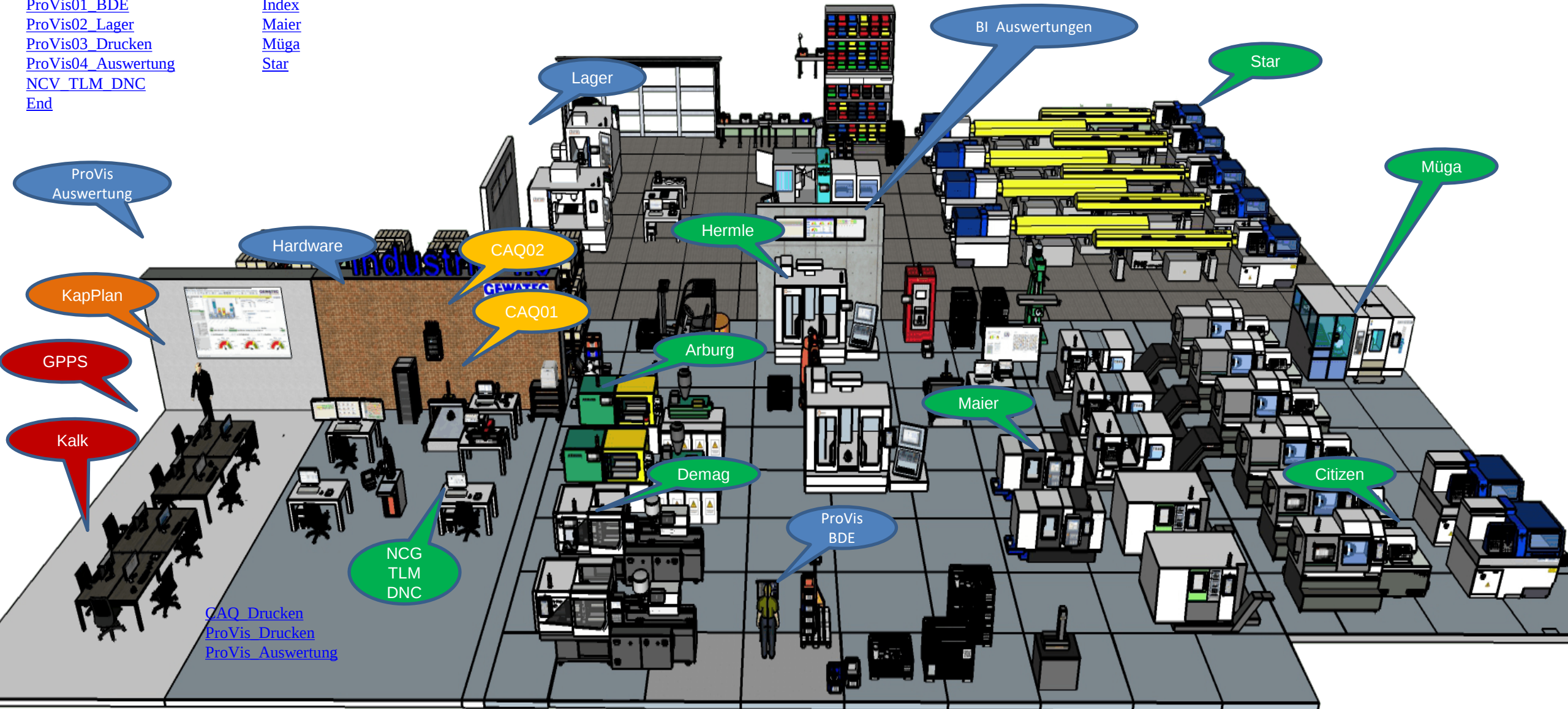
[Kalk](#)
[GPPS](#)
[KapPlan](#)
[CAQ01](#)
[CAQ02](#)
[CAQ03_Drucken](#)
[ProVis01_BDE](#)
[ProVis02_Lager](#)
[ProVis03_Drucken](#)
[ProVis04_Auswertung](#)
[NCV_TLM_DNC](#)
[End](#)

Maschinen:

[Hardware](#)
[Arburg](#)
[Chiron](#)
[Citizen](#)
[Demag](#)
[Hermle](#)
[Index](#)
[Maier](#)
[Müga](#)
[Star](#)

Powerpoint:

[KALK](#)
[GRIPS](#)
[Statistik](#)
[Datenmodell](#)



S	tatistical		S	tatistische
P	rocess	=	P	rozess
C	ontrol		R	egelung

Statistik:

Ein mathematisches Verfahren um große Zahlenmengen auszuwerten. Die Untersuchung geringer repräsentativer Stichproben ermöglicht die gesicherte Aussage über die gesamte Menge. (Grundgesamtheit)

Prozess:

Fertigungsprozesse sind Vorgänge in der industriellen Fertigung, die vorgegebene Werkstoffen einem oder mehreren Arbeitsschritten in entsprechende Erzeugnisse umwandeln.

Control: (Regelung:)

Regelung des Fertigungsprozesses durch Einleitung von Maßnahmen aufgrund fortlaufender statistischer Auswertung der Messdaten.

- ❖ Verfahren von Dr. W.E. Demming (Juni 1950)
- ❖ Eine Methode der Qualitätssicherung in der Produktion
- ❖ Seit Anfang der 80-iger Jahre erfolgreich in Amerika (Ford) und in Japan im Einsatz
- ❖ Für die Wettbewerbsfähigkeit der Produkte eine dringende Notwendigkeit

5 Ms haben Einfluss auf den Prozess

Mensch

Maschine

Material

Methode

Milieu

8 Ms haben Einfluss auf den Prozess

Mensch

Maschine

Material

Methode

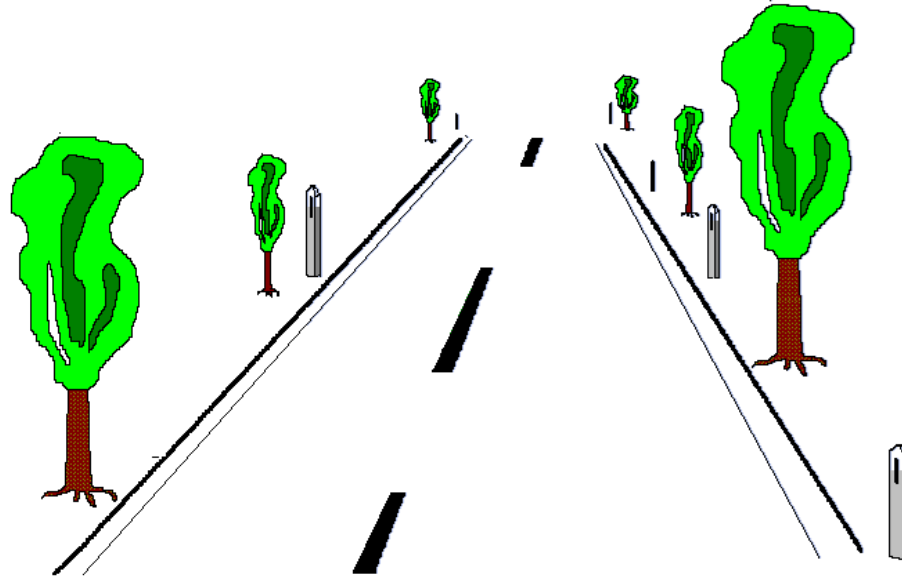
Milieu

Management

Messbarkeit

Money

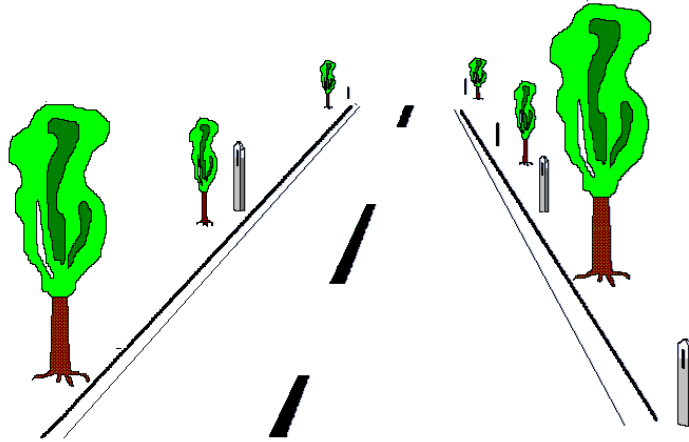
(am Beispiel einer Autofahrt)



Mensch : Fahrkönnen, Konzentration
Maschine: Lenkungsspiel, Reifenzustand
Material : Straßenzustand
Methode : PKW, LKW
Milieu : Seitenwind, Beleuchtung

Zufällige und systematische Einflüsse

(am Beispiel einer Autofahrt)



Zufällige Einflüsse:

- Wind
- Straßenbelag
- Lenkungsspiel
- Tagesform des Fahrers

Systematische Einflüsse:

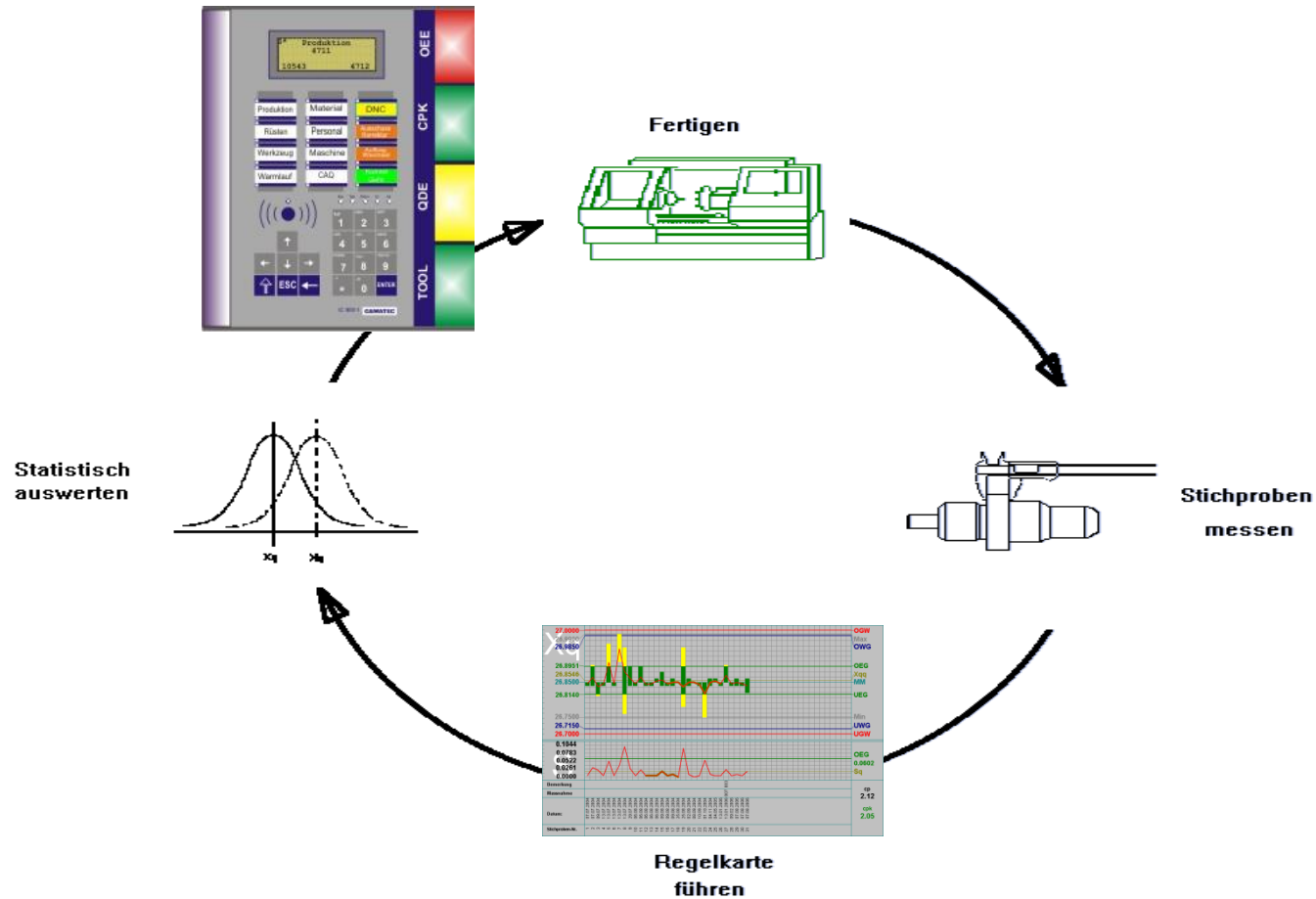
- Tageszeit
- Jahreszeit
- Fahrpraxis
- Qualität d. Fahrzeugs



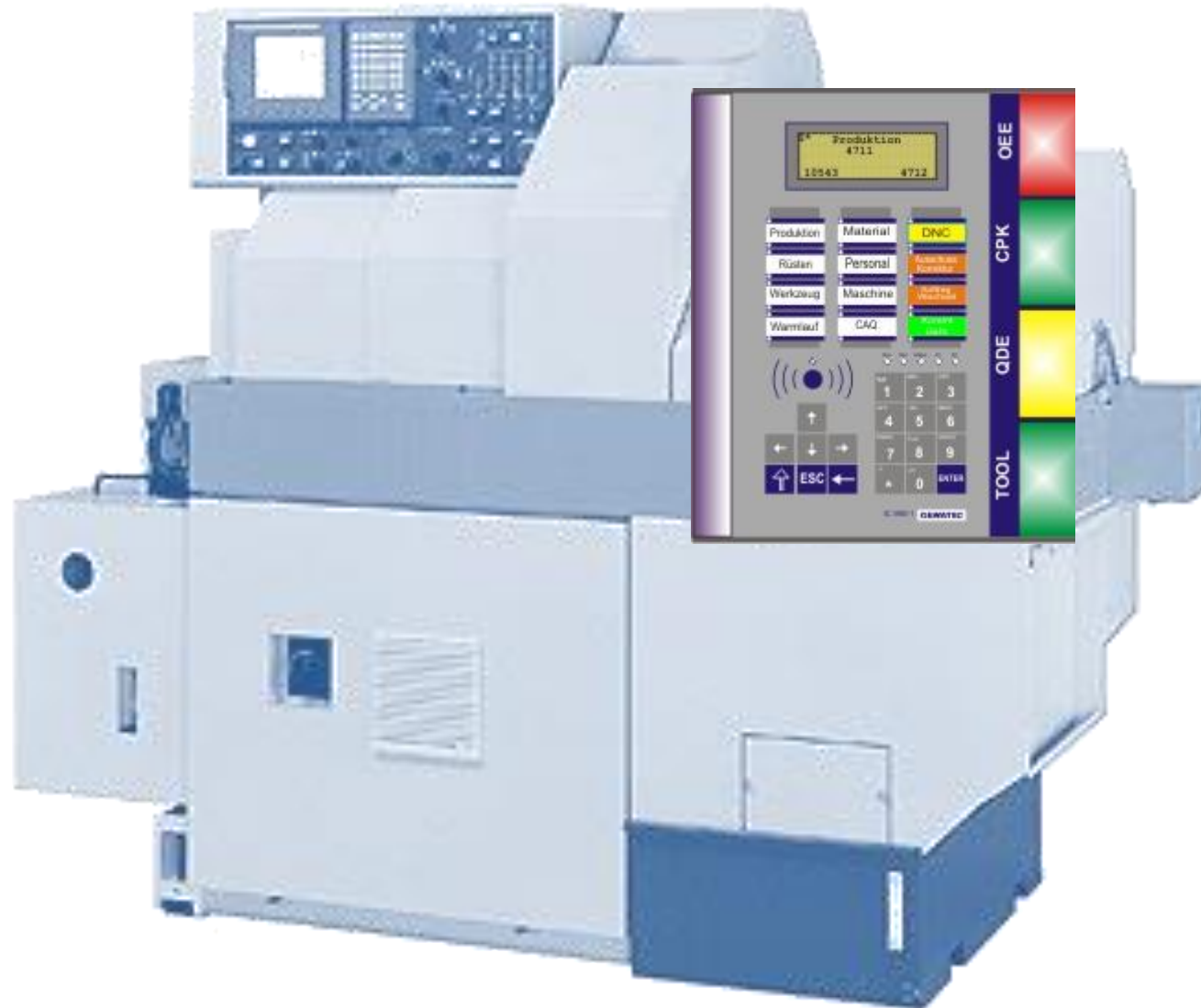




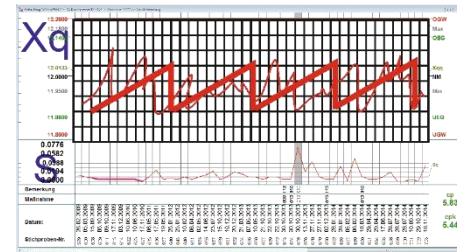
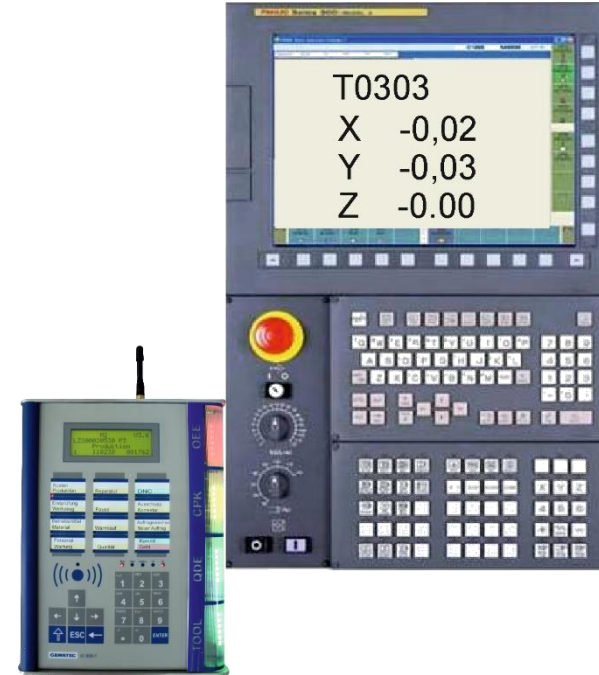
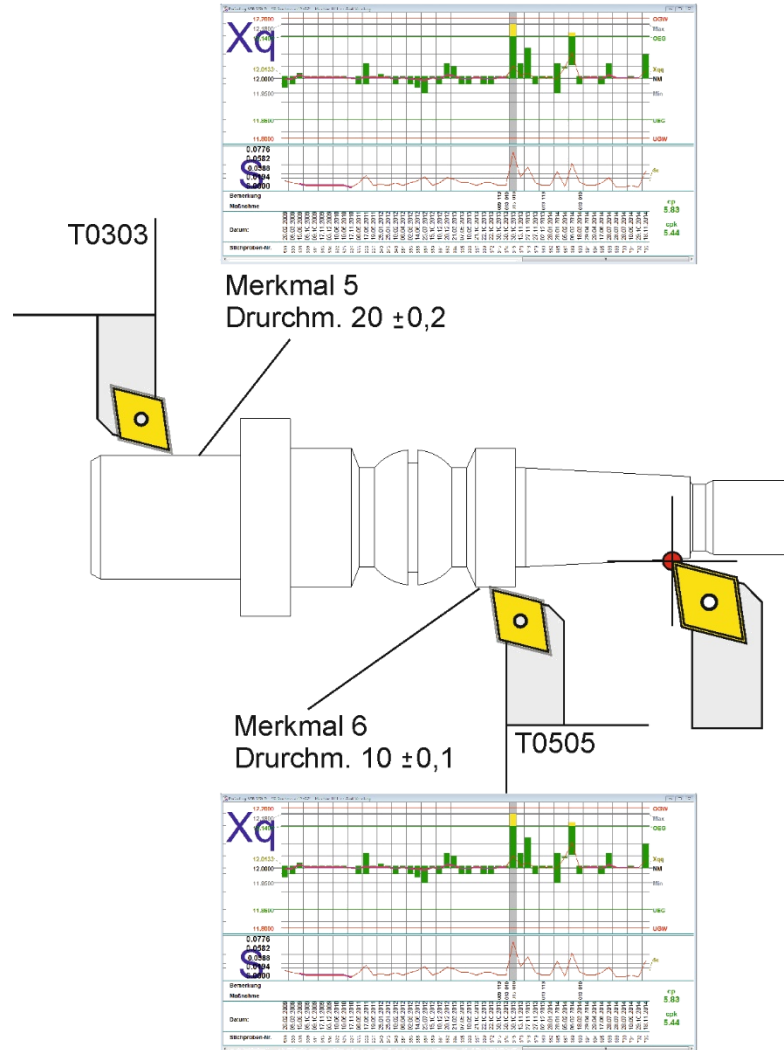
Kleiner Regelkreis



Werker ist verantwortlich für die Fertigungsqualität!



Automatische Werkzeugkorrektur (Werkzeug-Offset)

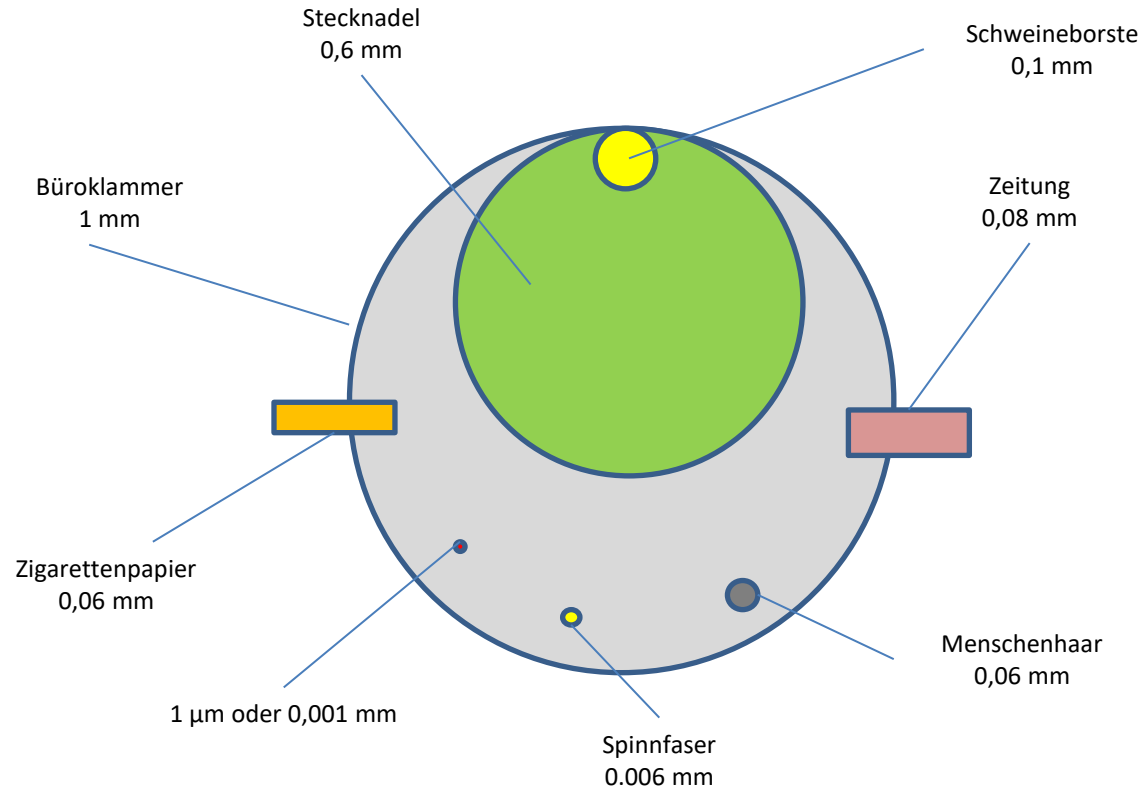
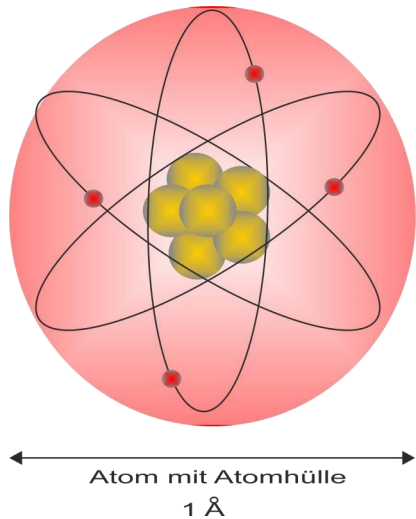


+0.0200

Korrelation von Prozess- und Qualitätsdaten



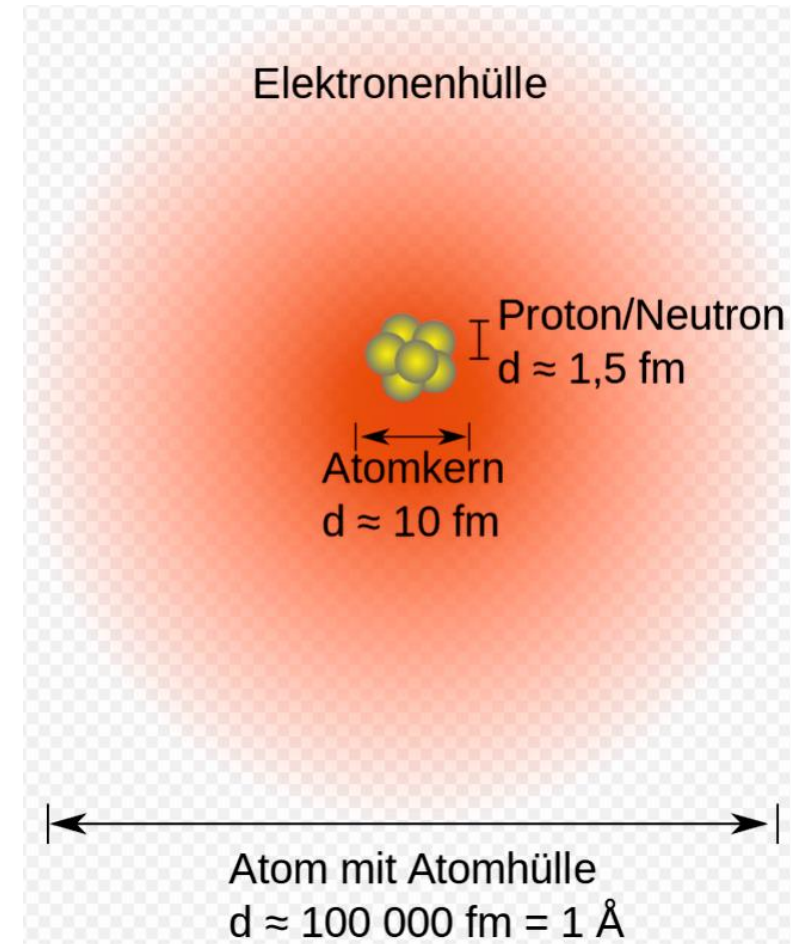
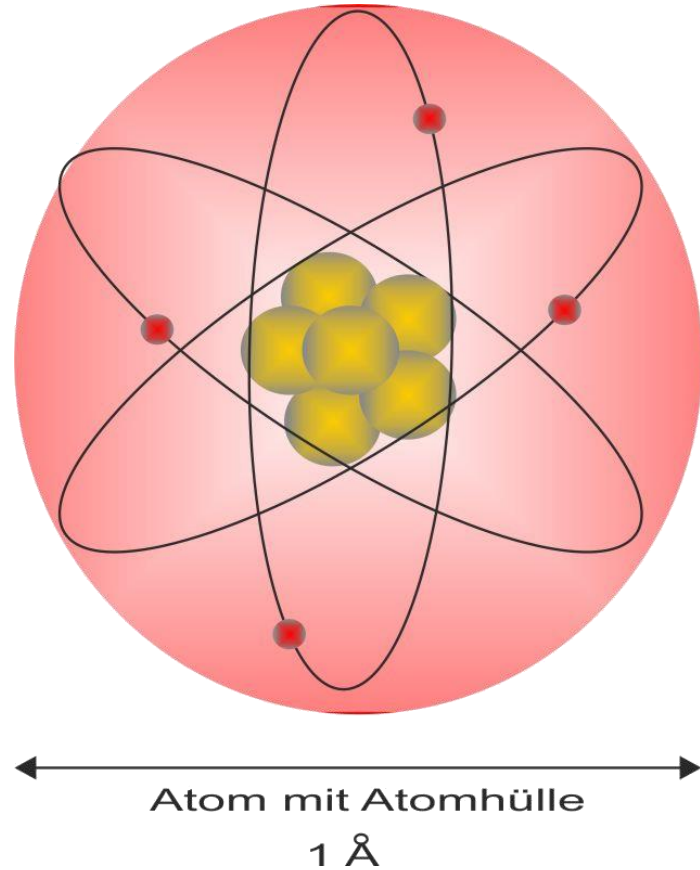
Prüfmittel: Was ist ein μ ?



10^0 m	Meter
10^{-3} m	Millimeter
10^{-6} m	Mikrometer
10^{-9} m	Nanometer
10^{-10} m	Ångström

1 nm ist die Länge, die ein Barthaar in 4 sec wächst!
1 μm ist 1 / 1.000.000 Meter

Prüfmittel: Was ist ein Ångström?



Prüfmittelfähigkeitsuntersuchungen

Beurteilung der Eignung des Prüfmittels:

- Aussage über Funktionstüchtigkeit des Prüfmittels
- Aussage über Richtigkeit der Messergebnisse
- Erfassung der Einflussgrößen Bediener, Ort und Zeit

Prüfmittel-Fähigkeitsuntersuchungen:

- Fähigkeitsindex für Genauigkeit (Ermittlung der Anzeigegenauigkeit)
- Fähigkeitsindex für Wiederholgenauigkeit (Ermittlung zufälliger Messabweichungen)
- Streuverhalten für Wiederhol- und Vergleichsgenauigkeit (Ermittlung der Einflussgrößen Bediener/Ort)
- Fähigkeitsindex für Linearität (Ermittlung der Linearität im Messbereich)

- Durch die Prüfmittelüberwachung soll die Genauigkeit und die Zuverlässigkeit der PM gewährleistet werden.³ (Ein PM unterliegt Einflüssen wie Temperatur, Feuchtigkeit, Sauberkeit, Abnutzung, Beschädigungen, Benutzer / Kraft)
- Für jedes PM muss ein Prüfintervall definiert werden für eine regelmäßige Überwachung.
- Für diese Überwachung muss eine Prüfspezifikation nach Normen und Richtlinien erstellt und hinterlegt werden.

- Zu jeder Überwachung wird ein Protokoll erstellt. Dieses muss unterschrieben und als Nachweis aufbewahrt werden.
- Das PM muss entsprechend dieser Überwachung eindeutig gekennzeichnet werden.
- PM, welche nicht einer laufenden Überwachung unterzogen werden müssen gekennzeichnet werden und dürfen nicht für qualitätsrelevante Prüfungen eingesetzt werden.⁴
- Über GRIPS PMV kann die Überwachung durchgeführt, die Daten archiviert und auch die Protokolle erstellt werden.

Gewatec GmbH & Co. KG Systemlösungen
Groz - Beckert Str. 4
D-78564 Wehingen

GEWATEC
SYSTEMLÖSUNGEN

Prüfmittelüberwachung

Messreihen-Nr.: 1

Vorschrift: Messschieber digital

Prüfung durchgeführt von: Brenner Nadine
Prüfung durchgeführt am: 13.04.2015

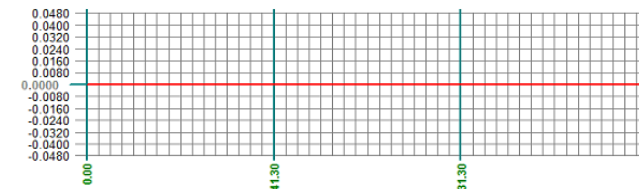
Nummer: 10 - 009
Bezeichnung: Messschieber 0 - 150
Hersteller: Mitutoyo
Messbereich: 0 - 150
PMV-Typ: Messschieber

Ersteller: Brenner Nadine
Intervall: 365 Tage
Erstfreigabe: 03.04.2015
angeschafft am: 27.03.2015
angelegt am: 27.03.2015

durch: Brenner Nadine

Messwerte: Abweichungsspanne fmax: 0,0400

Position	Nennmass	Messwert	Abweichung
3.7.3.1	0,0000	0,0000	0,0000
3.7.3.2	41,3000	41,3000	0,0000
3.7.3.3	131,3000	131,3000	0,0000
3.7.3.4	40,0000	40,0000	0,0000



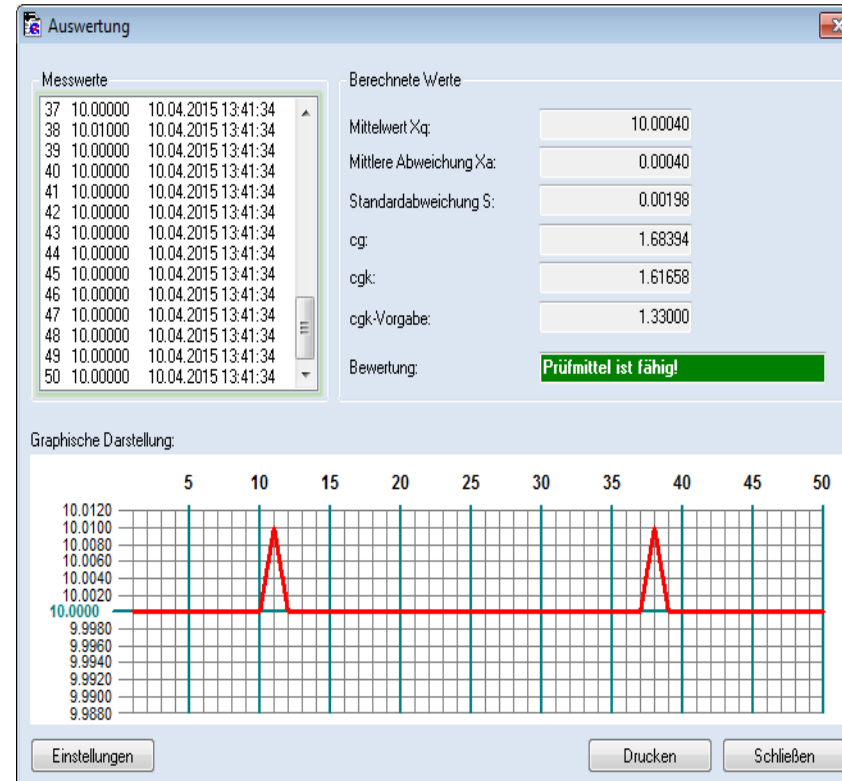
Auswertung attributive Merkmale

Anzahl attributive Merkmale: 17
Davon fehlerhafte Merkmale: 0

Prüfergebnis:

Prüfmittel freigegeben
fgesamt = 0,0000

- Prüfmittelfähigkeiten werden als Eignungsnachweis für Messprozesse durchgeführt.
- Es gibt unterschiedliche Verfahren (1 – 6).
- Verfahren 1: Es wird das Streuverhalten der Messeinrichtung mit einem Normal untersucht an Hand von 50 (mindestens 25) Messungen.
- Der Nennwert ist hierbei der Mittelwert der Merkmalstoleranz.



Auswertung Prüfmittelfähigkeit nach Verfahren 2

Prüfer A Chaplin Charlie			Prüfer B Duck Donald			Prüfer C Mustermann Peter		
Messwerte			Messwerte			Messwerte		
1 01	10.00000	13.04.2015 0	1 01	10.00000	13.04.2015 0	1 01	10.00000	13.04.2015 0
1 02	10.00000	13.04.2015 0	1 02	10.00000	13.04.2015 0	1 02	10.00000	13.04.2015 0
1 03	10.00000	13.04.2015 0	1 03	10.01000	13.04.2015 0	1 03	10.00000	13.04.2015 0
1 04	10.01000	13.04.2015 0	1 04	10.00000	13.04.2015 0	1 04	10.00000	13.04.2015 0
1 05	10.00000	13.04.2015 0	1 05	10.01000	13.04.2015 0	1 05	10.00000	13.04.2015 0
1 06	10.00000	13.04.2015 0	1 06	10.00000	13.04.2015 0	1 06	10.00000	13.04.2015 0
1 07	10.00000	13.04.2015 0	1 07	10.00000	13.04.2015 0	1 07	10.00000	13.04.2015 0
1 08	10.00000	13.04.2015 0	1 08	10.00000	13.04.2015 0	1 08	10.01000	13.04.2015 0
1 09	10.00000	13.04.2015 0	1 09	10.00000	13.04.2015 0	1 09	10.01000	13.04.2015 0
1 10	10.00000	13.04.2015 0	1 10	10.00000	13.04.2015 0	1 10	10.00000	13.04.2015 0
2 01	10.00000	13.04.2015 0	2 01	10.00000	13.04.2015 0	2 01	10.00000	13.04.2015 0
2 02	10.00000	13.04.2015 0	2 02	10.00000	13.04.2015 0	2 02	10.00000	13.04.2015 0
2 03	10.00000	13.04.2015 0	2 03	10.00000	13.04.2015 0	2 03	10.00000	13.04.2015 0
2 04	10.01000	13.04.2015 0	2 04	10.00000	13.04.2015 0	2 04	10.00000	13.04.2015 0
2 05	10.00000	13.04.2015 0	2 05	10.01000	13.04.2015 0	2 05	10.00000	13.04.2015 0
2 06	10.00000	13.04.2015 0	2 06	10.00000	13.04.2015 0	2 06	10.00000	13.04.2015 0
2 07	10.00000	13.04.2015 0	2 07	10.00000	13.04.2015 0	2 07	10.00000	13.04.2015 0
Xq	10.00100		Xq	10.00167		Xq	10.00200	
Rq	0.00000		Rq	0.00100		Rq	0.00200	

Ergebnis

	Messeinheit-Analyse	Prozentual bezogen auf die Gesamtstreuung (TV)
EV	0.00059	3.54
AV	0.00051	3.07
GRR	0.00078	4.69
PV	0.01668	100.11
TV	0.01667	
ndc		30.09858

Bewertung(MSA):
Fähig.

Drucken Schließen

- Das Verfahren 2 kann erst nach Verfahren 1 durchgeführt werden.
- Bei Verfahren 2 wird denn Kennwert der Gesamtstreuung bestimmt. Hier wird der Einfluss durch den Benutzer berücksichtigt.
- Es wird deutlich, ob die Messeinrichtung geeignet ist, verbessert werden muss oder nicht geeignet ist.
- Das Verfahren 2 wird mit 2-3 Prüfern mit min. 5 Teilen (ideal 10) und 2-3 Durchgängen durchgeführt.

- Es gibt verschiedene Auswertungsmöglichkeiten.
Mittelwert- und Spannweitenverfahren und
Varianzanalyseverfahren (Anova)

Diese können in GRIPS PMF ausgewählt werden.

Berechnungsarten

Prozessstreuung

$PV = R_p \cdot K_3$

$TV = \sqrt{GRR^2 + PV^2}$

Alternative Prozessstreuung

$TV = \frac{\text{Prozessstreuung}}{6}$

$PV = \sqrt{TV^2 - GRR^2}$

Prozessstreuung mit Pp (oder Ppk)-Zielwert

$TV = \frac{OGW - UGW}{6 \cdot Ppk}$

$PV = \sqrt{TV^2 - GRR^2}$

Toleranz

$TV = \frac{OGW - UGW}{6}$

$PV = \sqrt{TV^2 - GRR^2}$

ANOVA

☐ ANOVA

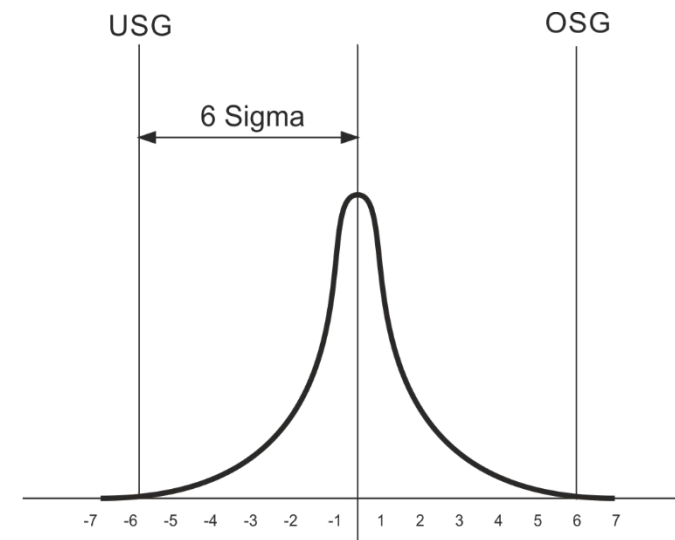
OK

Gewatec GmbH & Co. KG Systemlösungen Groz - Beckert Str. 4 D-78564 Wehingen		Messsystemanalyse Verfahren 2 MSA ARM Toleranz		Protokoll Nr. 2013025 Datum: 13.04.2015 Zeit: 08:27:37											
Bearbeiter: Brenner Nadine		Abteilung:		Erstelldatum: 13.04.2015											
Messmittel Prüfmittel Nr.: 10 - 009 Bezeichnung: Messschieber 0 - 150 Hersteller: Mitutoyo angeschafft am: 27.03.2015 Auflösung:		Messobjekt / Merkmal Teile Nr.: 1111.0000 Bezeichnung: Breite 10.00 ± 0.05 Nennmaß: 10.000 UGW/OGW: 9.950 / 10.050 Toleranz: 0.1000		aus Verfahren 1 Protokoll Nr.: 10.04.2015 vom: 2013023 Cgk Vorgabe: 1.33 cg: 1.68 cgk: 1.620											
Messbedingung:															
Prüfer: A: Chaplin Charlie B: Duck Donald C: Mustermann Peter															
Teil	Reihe 1	Reihe 2	Reihe 3	R.I.A	Reihe 1	Reihe 2	Reihe 3	R.I.B	Reihe 1	Reihe 2	Reihe 3	R.I.C	Xq i		
1	10.0000	10.0000	10.0000	0.0000	10.0000	10.0000	10.0000	0.0000	10.0000	10.0000	10.0000	0.0000	10.0000		
2	10.0000	10.0000	10.0000	0.0000	10.0000	10.0000	10.0000	0.0000	10.0000	10.0000	10.0000	0.0000	10.0000		
3	10.0000	10.0000	10.0000	0.0000	10.0100	10.0000	10.0100	0.0100	10.0000	10.0000	10.0000	0.0000	10.0022		
4	10.0100	10.0100	10.0100	0.0000	10.0000	10.0000	10.0000	0.0000	10.0000	10.0000	10.0000	0.0000	10.0033		
5	10.0000	10.0000	10.0000	0.0000	10.0100	10.0100	10.0100	0.0000	10.0000	10.0000	10.0000	0.0000	10.0000		
6	10.0000	10.0000	10.0000	0.0000	10.0000	10.0000	10.0000	0.0000	10.0000	10.0000	10.0000	0.0000	10.0000		
7	10.0000	10.0000	10.0000	0.0000	10.0000	10.0000	10.0000	0.0000	10.0000	10.0000	10.0000	0.0000	10.0000		
8	10.0000	10.0000	10.0000	0.0000	10.0000	10.0000	10.0000	0.0000	10.0100	10.0100	10.0100	0.0000	10.0033		
9	10.0000	10.0000	10.0000	0.0000	10.0000	10.0000	10.0000	0.0000	10.0100	10.0000	10.0000	0.0100	10.0011		
10	10.0000	10.0000	10.0000	0.0000	10.0000	10.0000	10.0000	0.0000	10.0000	10.0100	10.0100	0.0100	10.0022		
$\bar{X}_A$	10.0010			$\bar{R}_A$	0.0000			$\bar{X}_B$	10.0017			$\bar{R}_B$	0.0010		
$\bar{X}_C$	10.0020			$\bar{R}_C$	0.0020			$\bar{X}_D$	10.0020			$\bar{R}_D$	0.0033		
$\bar{\bar{X}} = ([\bar{X}_A = 0.0000] + [\bar{X}_B = 10.0017] + [\bar{X}_C = 10.0020]) / [\text{Anzahl Prüfer} = 3] = \bar{\bar{X}} = 0.0010$ $\bar{X}_{diff} = [\text{Max } \bar{X} = 10.0020] - [\text{Min } \bar{X} = 10.0010] = \bar{X}_{diff} = 0.0010$															
Messeinheit - Analyse															
Wiederholpräzision - Messmittelstreuung (EV)															
$EV = \bar{R} \times K_1 = 0.0010 \times 0.5908 = 0.00059$ $\%EV = 100 [EV / TV] = 100 [0.00059 / 0.01667] = 3.54$															
Vergleichspräzision - Prüferstreuung (AV)															
$AV = \sqrt{(\bar{X}_{diff} \times K_2)^2 - (EV^2 / (n-1))}$ $= \sqrt{(0.0010 \times 0.5231)^2 - (0.00059^2 / (10 \times 3))} = 0.00051$ $\%AV = 100 [AV / TV] = 100 [0.00051 / 0.01667] = 3.07$															
Streuung von Teil-zu-Teil (PV)															
$PV = \sqrt{TV^2 - GRR^2} = \sqrt{0.01667^2 - 0.00078^2} = 0.01669$ $\%PV = 100 [PV / TV] = 100 [0.01669 / 0.01667] = 100.11$															
Gesamtstreuung (TV)															
$TV = (OGW - UGW) / 6 = 10.0500 - 9.9500 / 6 = 0.01667$ $ndc = 1.41 (PV / GRR) = 1.41 (0.01669 / 0.00078) = 30.0986 \sim 30$															
Wiederholpräzision und Vergleichspräzision															
$GRR = \sqrt{AV^2 + PV^2} = \sqrt{0.00051^2 + 0.00051^2} = 0.00078$ $\%GRR = 100 [GRR / TV] = 100 [0.00078 / 0.01667] = 4.69$															
$\%GRR \leq 10\%$ ☐ $\bar{X}$ fähig $10\% < \%GRR \leq 30\%$ ☐ bedingt fähig $\%GRR > 30\%$ ☐ nicht fähig															

99% Qualität bedeutet: (4 Sigma = 99,37%)

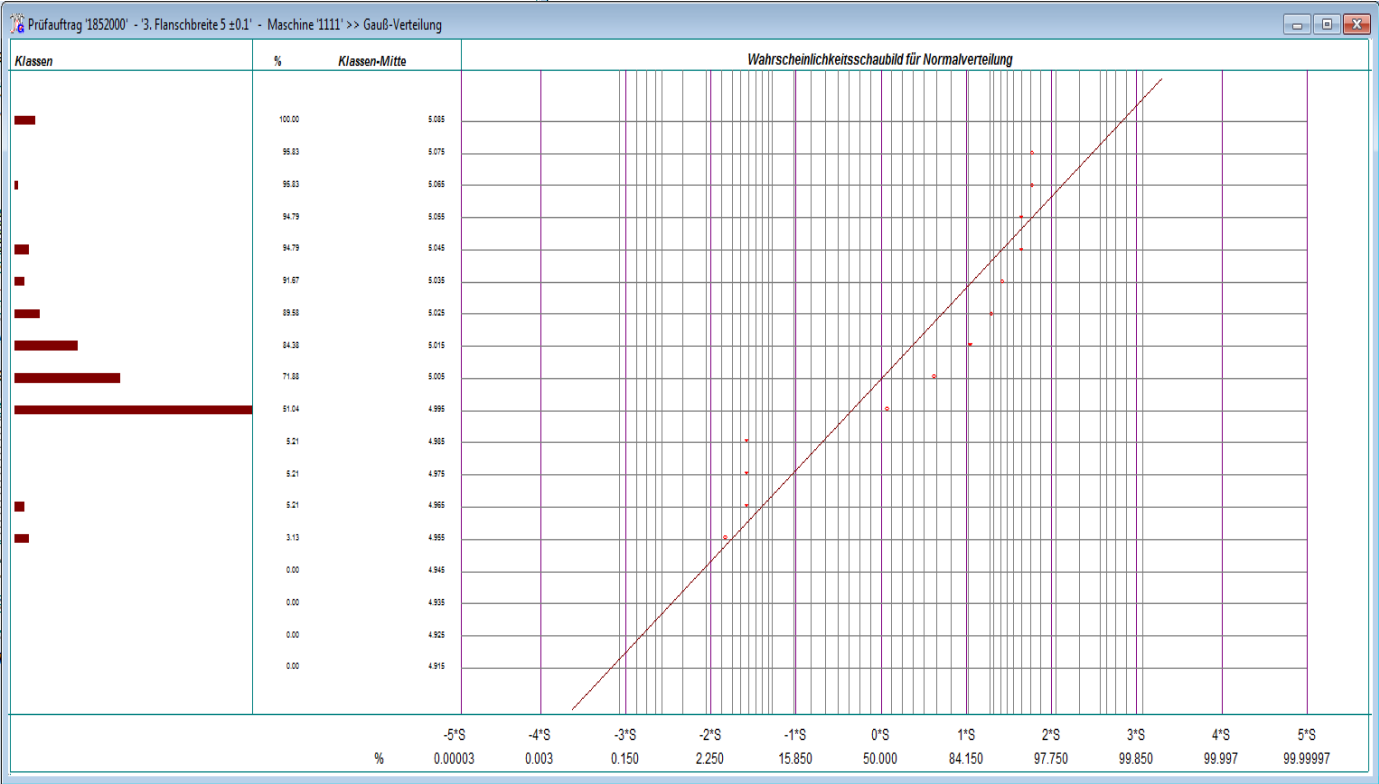
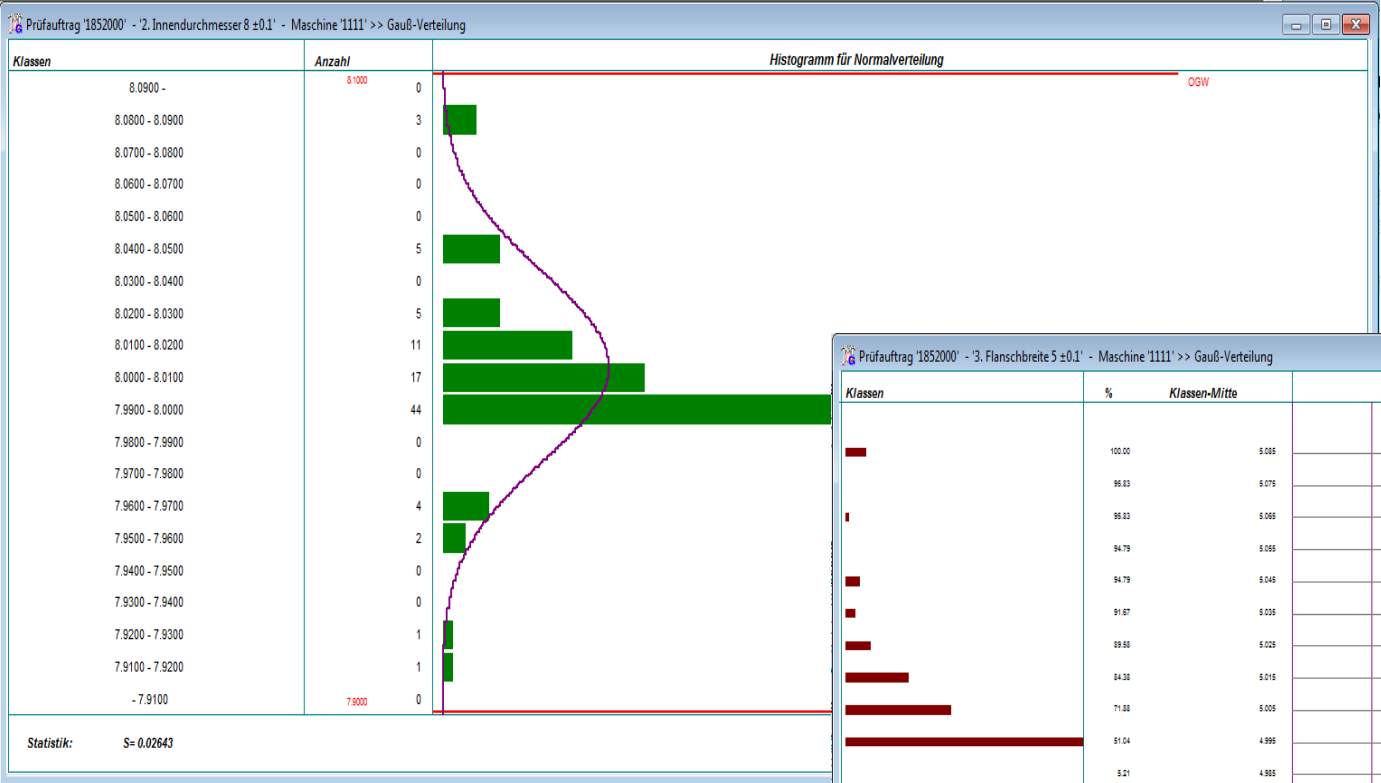
- haben Sie jeden Tag für 15 Minuten keinen Strom!
- haben Sie an 4 Tagen im Jahr kein Wasser oder keine Zeitung!
- entgeht Ihnen bei jedem Spielfilm eine Minute durch Störungen!
- finden Sie auf jeder Seite mindestens 9 Rechtschreibfehler!
- jede 100. Operation wird fehlerhaft ausgeführt
- jeder 100. Reifen bei 180 km/h platzt?
- jedes 100. Rezept ist falsch ausgeschrieben
- an jeder 100. Ampel haben nicht nur Sie grünes Licht
- jedes 100. Flugzeug stürzt ab

Sigma	DPMO	Prozent
1	691.462	30,85375 %
2	308.537	69,14625 %
3	66,807	93,31928 %
4	6.210	99,37903 %
5	233	99,97673 %
6	3,4	99,99966 %



Six Sigma bezeichnet die Fähigkeit eines Prozesses, Merkmale mit ± 6 Sigma innerhalb der Toleranz zu erzeugen. Dies entspricht einem Fehleranteil von 0,000197 DPMO.

Die SPC-Methode



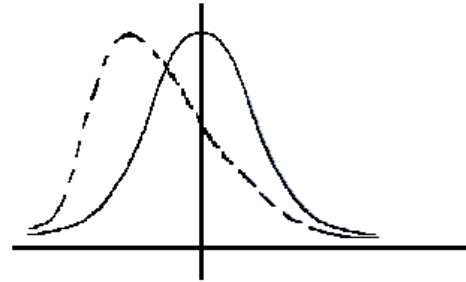
Voraussetzungen für die SPC:

Wann macht die SPC Anwendung Sinn?

- Produktmerkmale sind identifiziert und messbar
- Prozess ist regelbar
- Prozess ist fähig
- Prozess ist unter statistischer Kontrolle
- Verteilungsform ist bekannt
- Messmittel sind fähig
- Mitarbeiter sind geschult und motiviert
- Erforderliche Losgrößen sind gegeben

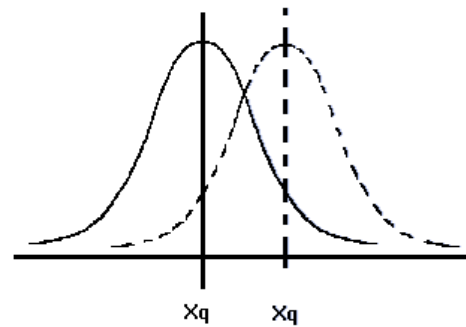
3 Prozesskenngößen

Form

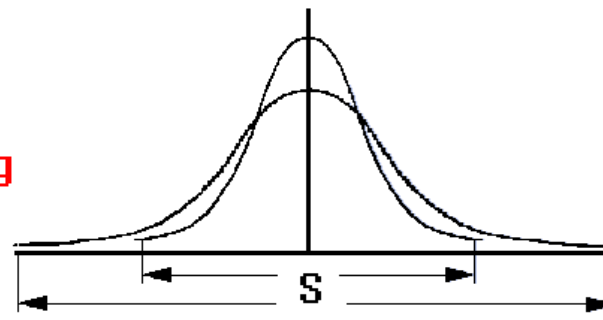


Meistens Gaußsche Normalverteilung

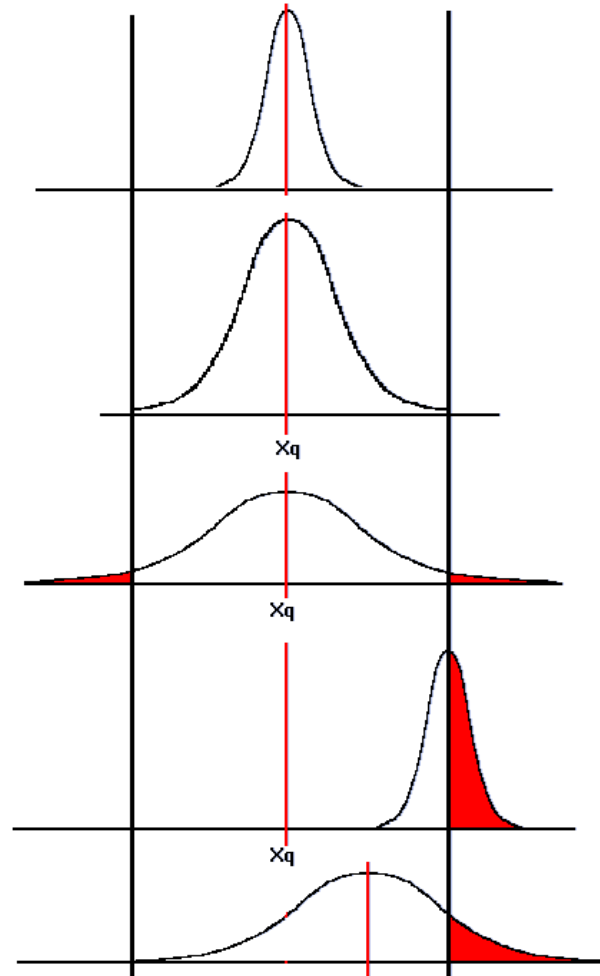
Lage



Streuung



\\painlib\gauss02.bmp



Mittelwert $\bar{x}_q$ in Toleranzmitte
 $S < 1/6$ der Toleranz, geringe Verschiebung
Prozess unter Kontrolle

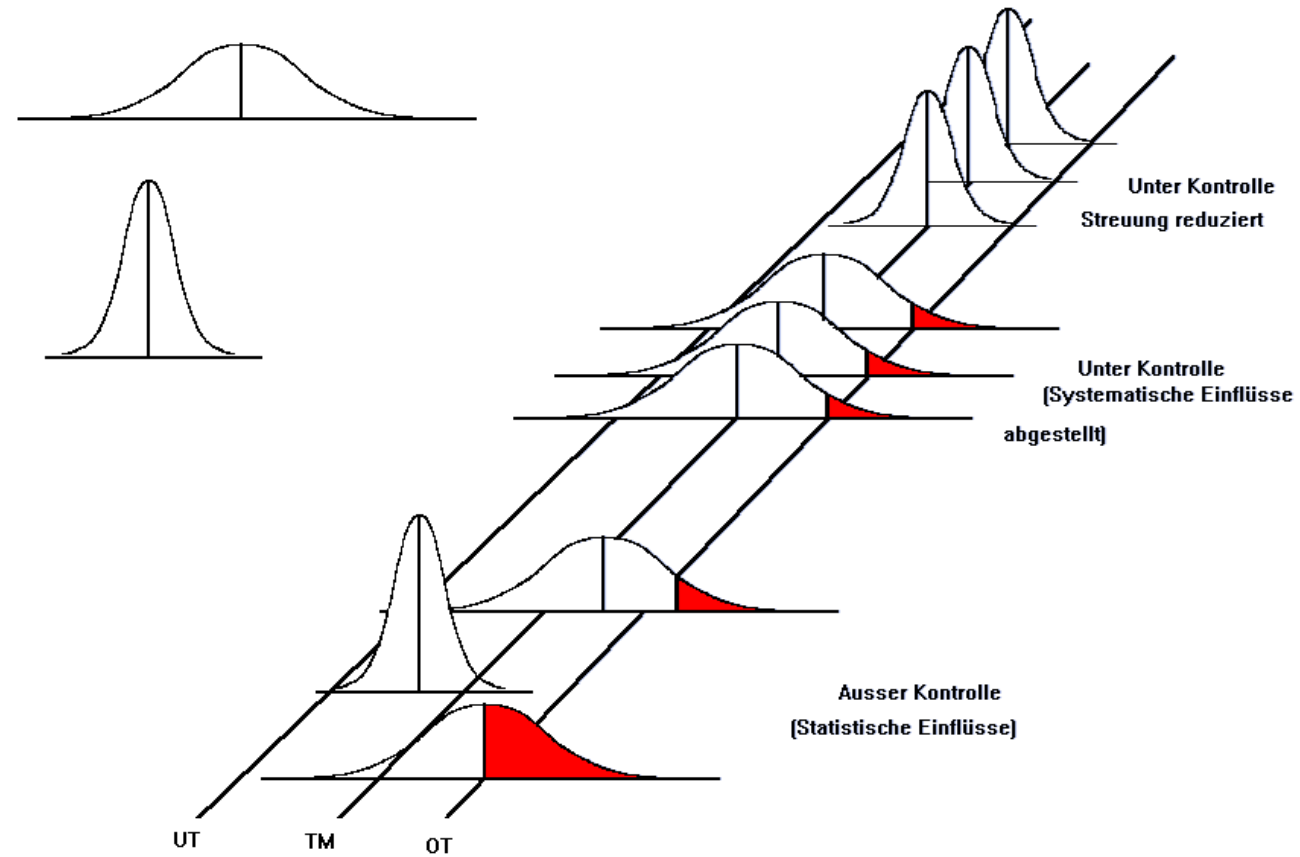
Mittelwert $\bar{x}_q$ in Toleranzmitte, $S = 1/6$ der Toleranz, **unsichere Fertigung**, jede Verschiebung bedeutet fehlerhafte Teile

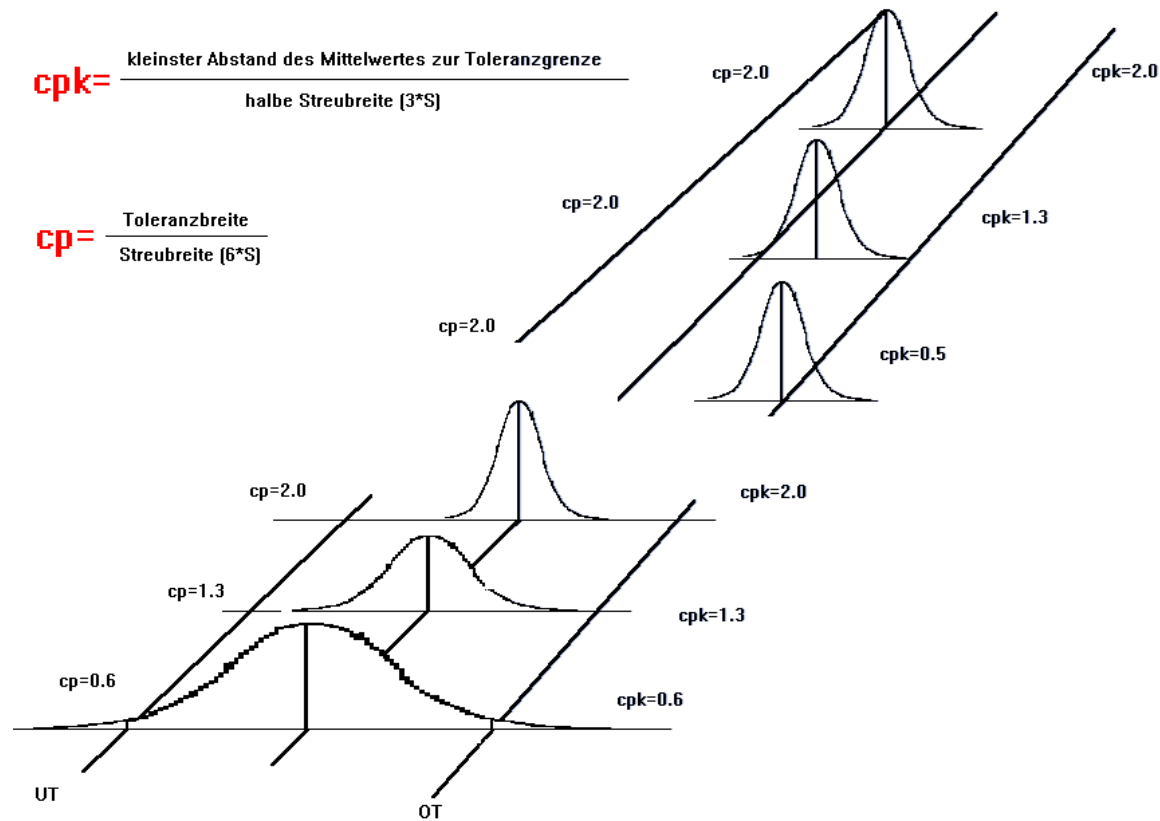
Mittelwert $\bar{x}_q$ zwar in Toleranzmitte, jedoch zu große Standardabweichung, da $S > 1/6$ der Toleranz, Herstellung zu großer und kleiner Maße

Mittelwert $\bar{x}_q$ außerhalb der Toleranzmitte, Standardabweichung $S < 1/6$ der Toleranz, trotzdem zu große Maße. Maßnahme: Mittelwert $\bar{x}_q$ auf Toleranzmitte einrichten

Mittelwert $\bar{x}_q$ außer Toleranzmitte, Standardabweichung zu groß: **Prozess außer Kontrolle**

\\paintlib\gauss03.bmp





Der cp-Wert berücksichtigt nur die Streubreite
Der cpk-Wert auch die Lage des Mittelwertes

\\painlib\gauss06.bmp

cp sowie cpk sollten größer als 1.33 sein!

Variable Merkmale

Arithmetischer Mittelwert

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$$

Prozeßmittelwert

$$\bar{\bar{x}} = \frac{\bar{x}_1 + \bar{x}_2 + \dots + \bar{x}_m}{m}$$

Stichprobenstandardabweichung

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum x_i^2 - \frac{1}{n}(\sum x_i)^2}{n-1}}$$

Schätzwert für die Standardabweichung

$$\hat{\sigma} = \frac{\bar{R}}{d_2} \text{ oder } \hat{\sigma} = \frac{\bar{s}}{c_4}$$

Regelkarten für variable Merkmale

Eingriffsgrenzen ($\bar{x}/R$ - Karte)

$$OEG_{\bar{x}}, UEG_{\bar{x}} = \bar{\bar{x}} \pm A_2 \bar{R}$$

$$OEG_R = D_4 \bar{R}$$

$$UEG_R = D_3 \bar{R}$$

Eingriffsgrenzen ($\bar{\bar{x}}/\bar{R}$ - Karte)

$$OEG_{\bar{x}}, UEG_{\bar{x}} = \bar{\bar{x}} \pm A_2 \bar{R}$$

$$OEG_R = D_4 \bar{R}$$

$$UEG_R = D_3 \bar{R}$$

Eingriffsgrenzen ($\bar{x}/s$ - Karte)

$$OEG_{\bar{x}}, UEG_{\bar{x}} = \bar{\bar{x}} \pm A_3 \bar{s}$$

$$OEG_s = B_4 \bar{s}$$

$$UEG_s = B_3 \bar{s}$$

Fähigkeitsindexe (normalverteilte Merkmale)

Prozeßfähigkeit

$$C_p = \frac{OSG - USG}{6\hat{\sigma}} \text{ oder}$$

$$C_p = \frac{(OSG - USG) + AMM}{6\hat{\sigma}} \quad (\text{für Prozesse mit systematischer Mittelwertänderung})$$

$$C_p = \frac{Z_{Krit}}{3}$$

$$Z_{Krit} = \frac{OSG - \bar{x}}{\hat{\sigma}} \text{ oder } \frac{\bar{x} - USG}{\hat{\sigma}} \text{ oder}$$

$$Z_{Krit} = \frac{OSG - \bar{x} - \frac{AMM}{2}}{\hat{\sigma}} \text{ oder } \frac{\bar{x} - USG - \frac{AMM}{2}}{\hat{\sigma}} \quad (\text{für Prozesse mit systematischer Mittelwertänderung})$$

Maschinenfähigkeit

$$C_m = \frac{OSG - USG}{6s}$$

$$C_{mk} = \frac{Z_{Krit}}{3}$$

$$Z_{Krit} = \frac{OSG - \bar{x}}{\hat{\sigma}} \text{ oder } \frac{\bar{x} - USG}{\hat{\sigma}}$$

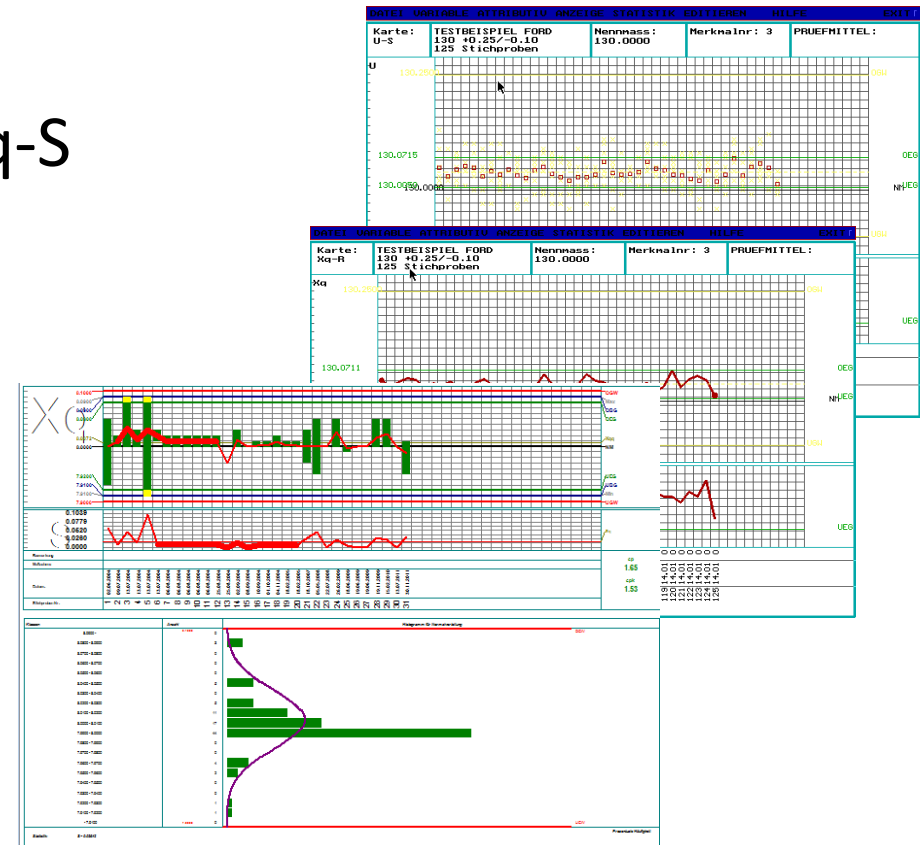
Fähigkeitsindexe (nicht normalverteilte Merkmale)

$$C_m: C_p = \frac{OSG}{99,865\% \text{Punkt} - 0,135\% \text{Punkt}} \quad (\text{null - begrenzte Merkmale})$$

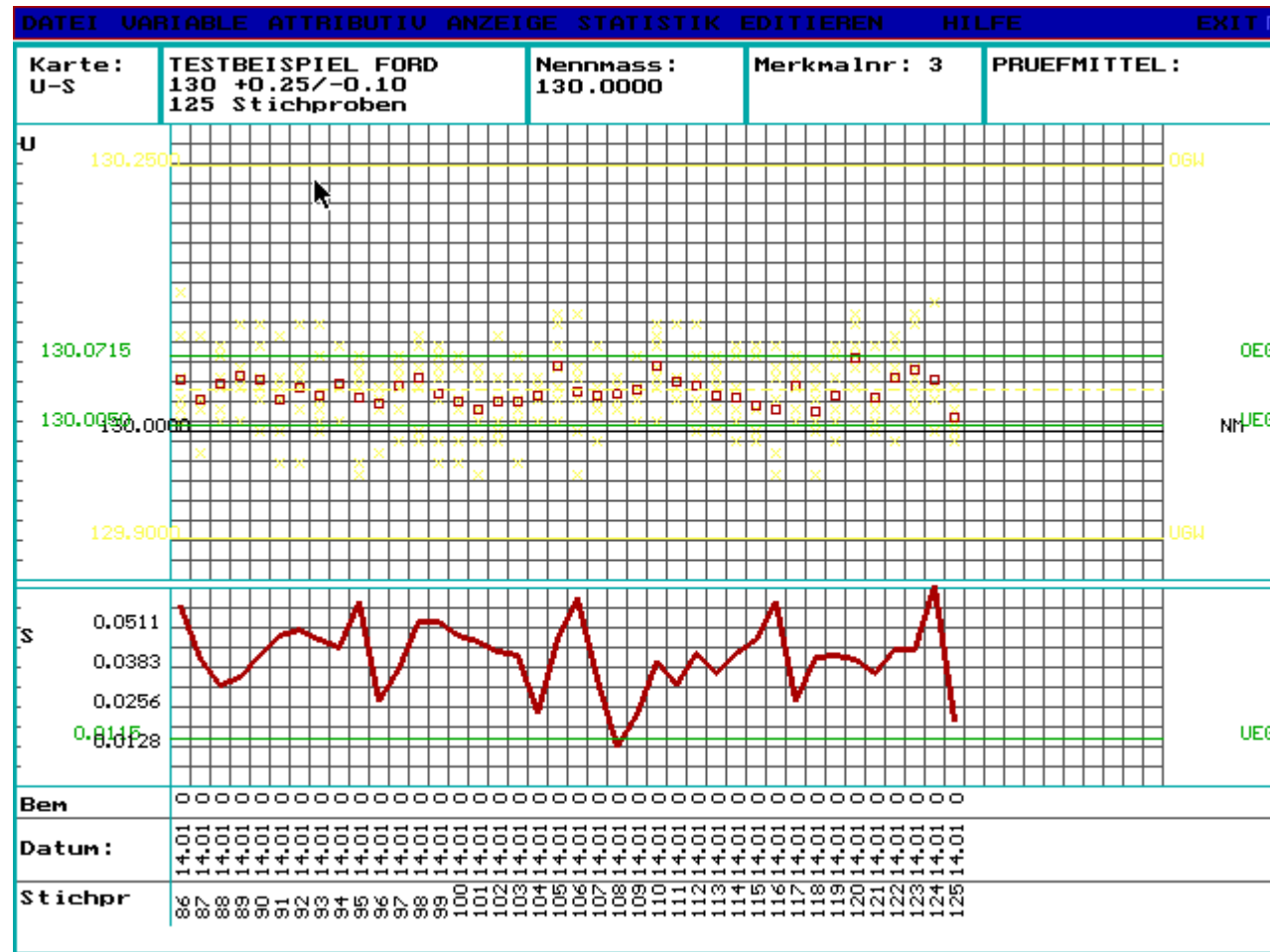
$$C_{mk}: C_{pk} = \frac{OSG - \bar{x}}{99,865\% \text{Punkt} - \bar{x}} \quad (\text{null - begrenzte Merkmale})$$

$$C_{mk}: C_{pk} = \frac{\bar{x} - USG}{\bar{x} - 0,135\% \text{Punkt}} \quad (\text{für Merkmale mit nur unterer Spezifikationsgrenze})$$

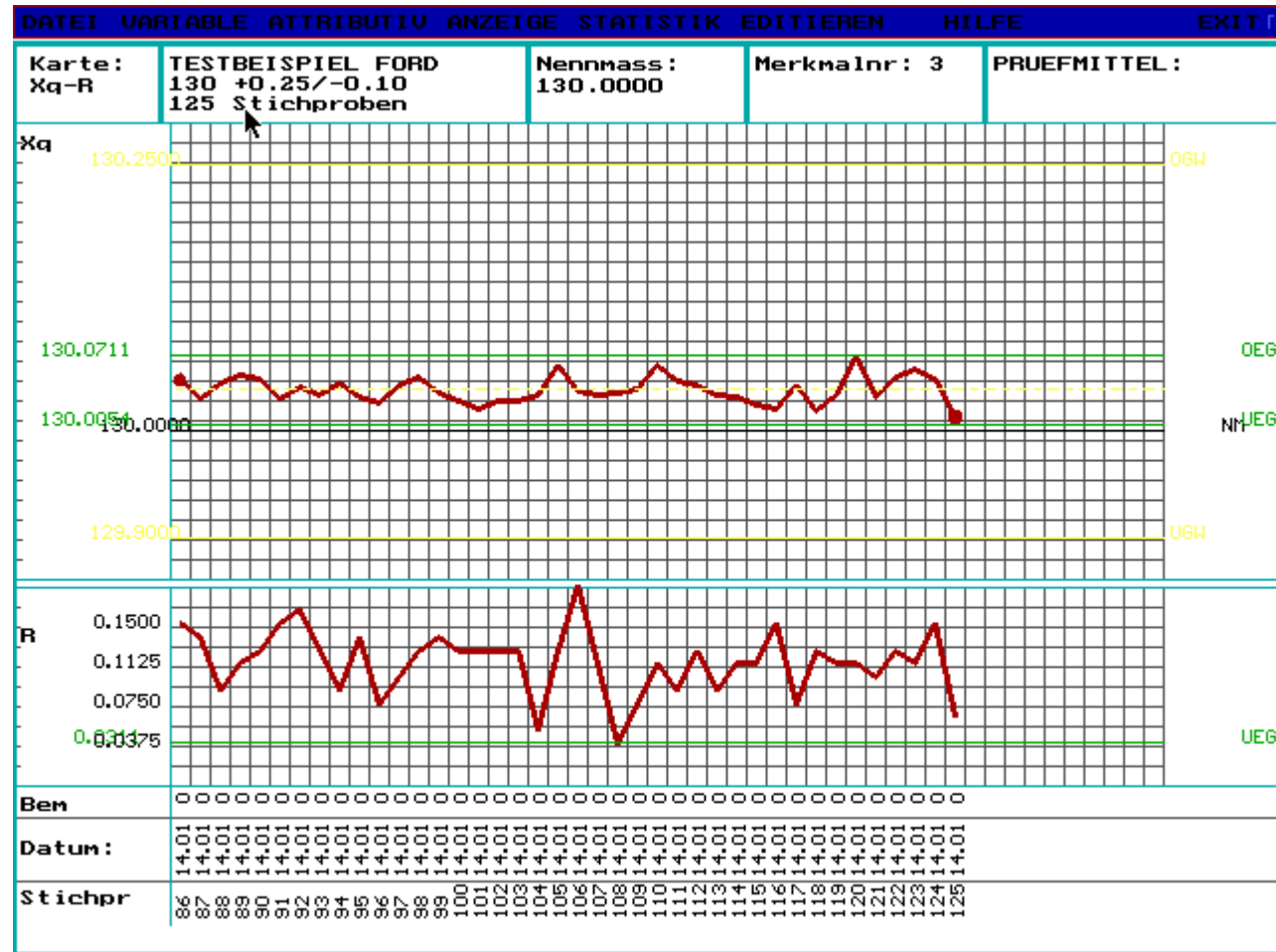
- ❖ Urwertkarte U-R, U-S
- ❖ Mittelwertkarte Xq-R, Xq-S
- ❖ Mediankarte
- ❖ Fehlersammelkarte
- ❖ Attributive Karte



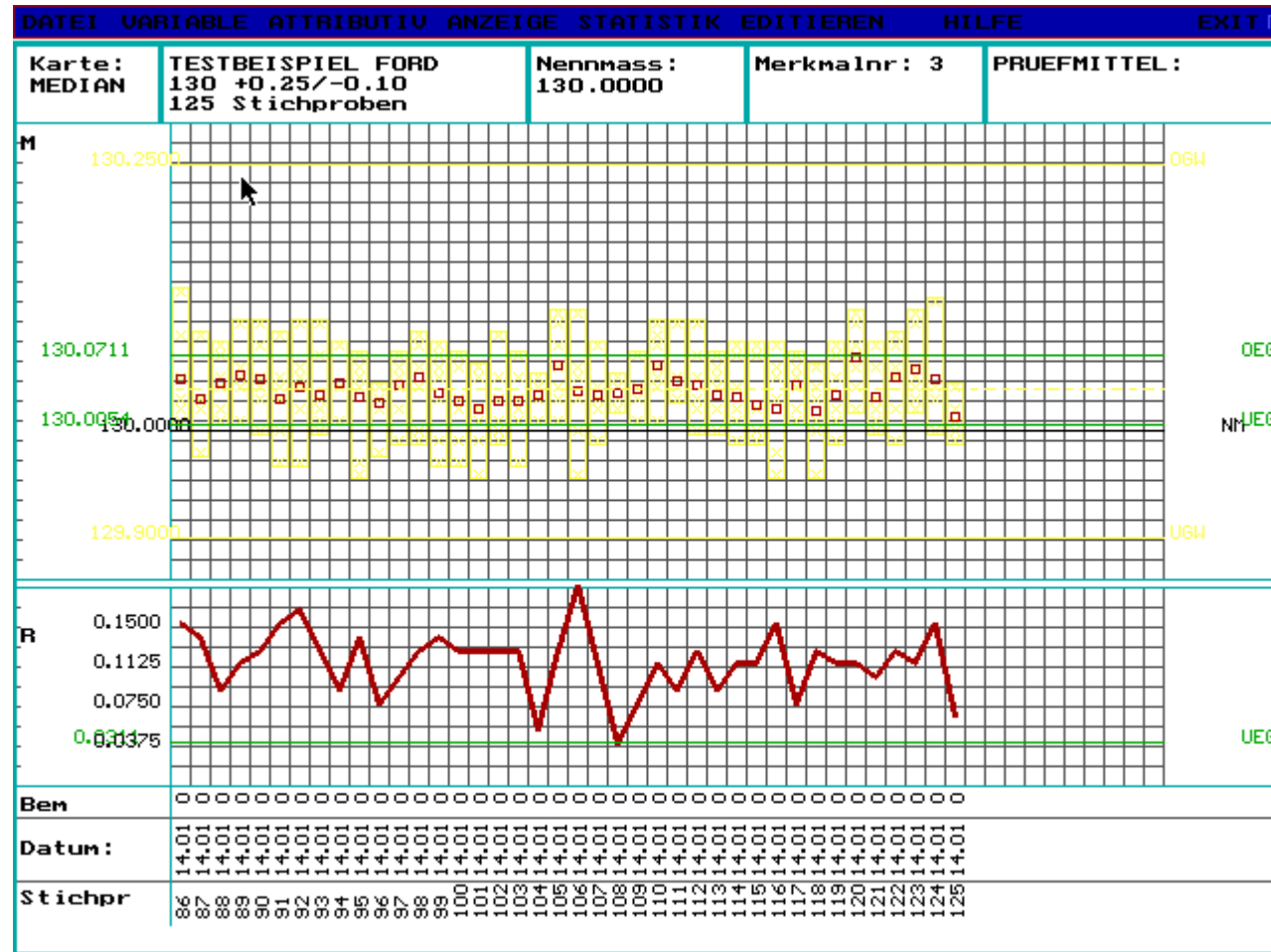
GEWATEC
SYSTEM LÖSUNGEN



Mittelwertkarte



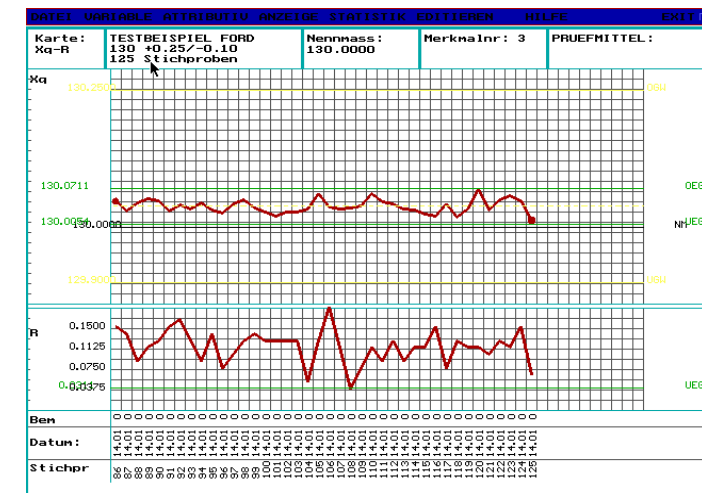
GEWATEC
SYSTEM LÖSUNGEN

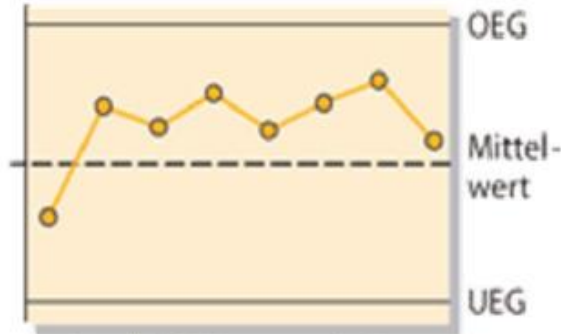


Anhand der Prozessverläufe kann erkannt werden, ob sich die Verteilung des Prozesses gegenüber dem Anfangsstand (systematischer Vorlauf) verändert hat.

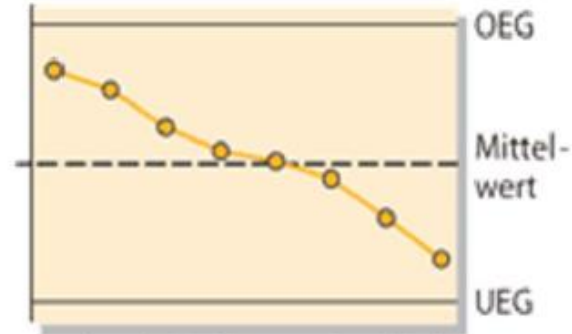
Folgende Kriterien weisen auf ein Veränderung hin:

- Überschreiten der Eingriffsgrenzen
- Trend
- Run (Folge) oder Prozess-Shift
- Middlethird (zu eng)
- Middlethird (zu weit)
- (Zyklisches Verhalten)





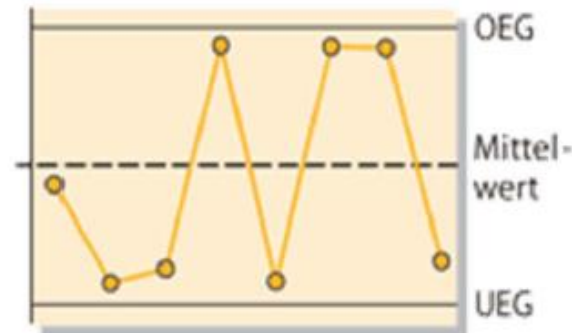
mehr als 7 Werte auf einer Seite des Mittelwertes (Run)



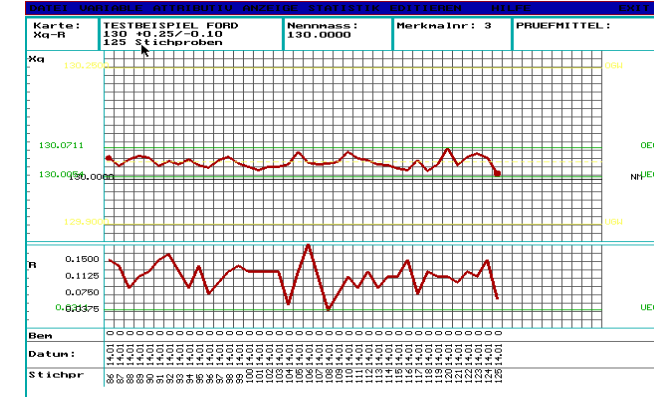
mehr als 7 Werte mit gleicher Steigungsrichtung (Trend)



2/3 der Werte zu nah am Mittelwert



2/3 der Werte zu nah an den Eingriffsgrenzen



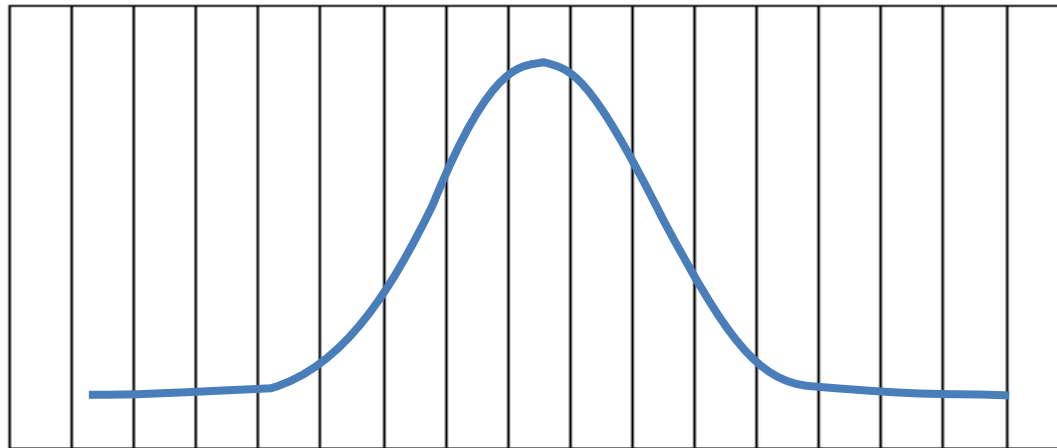
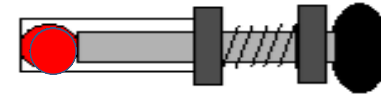
- Run (Folge) oder Prozess-Shift
- Trend
- Middlethird (zu eng)
- Middlethird (zu weit)

Voraussetzungen für die SPC:

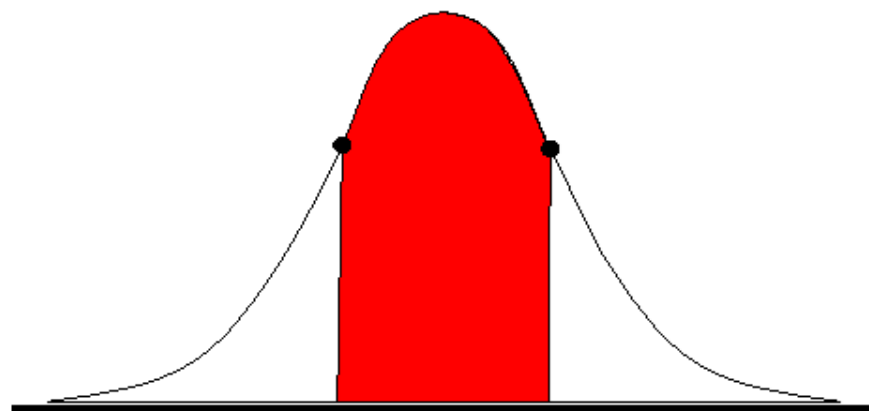
Wann macht die SPC Anwendung Sinn?

- Produktmerkmale sind identifiziert und messbar
- Prozess ist regelbar
- Prozess ist fähig
- Prozess ist unter statistischer Kontrolle
- Verteilungsform ist bekannt
- Messmittel sind fähig
- Mitarbeiter sind geschult und motiviert
- Erforderliche Losgrößen sind gegeben

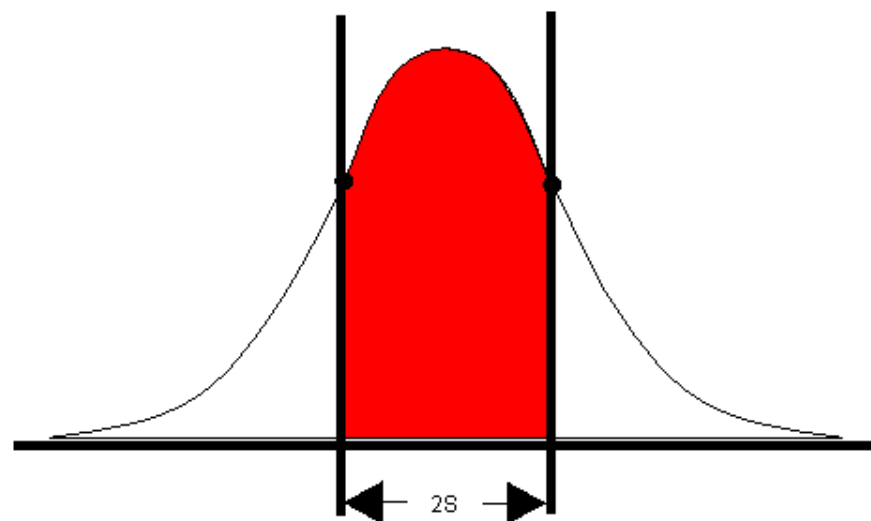
Statistik 1

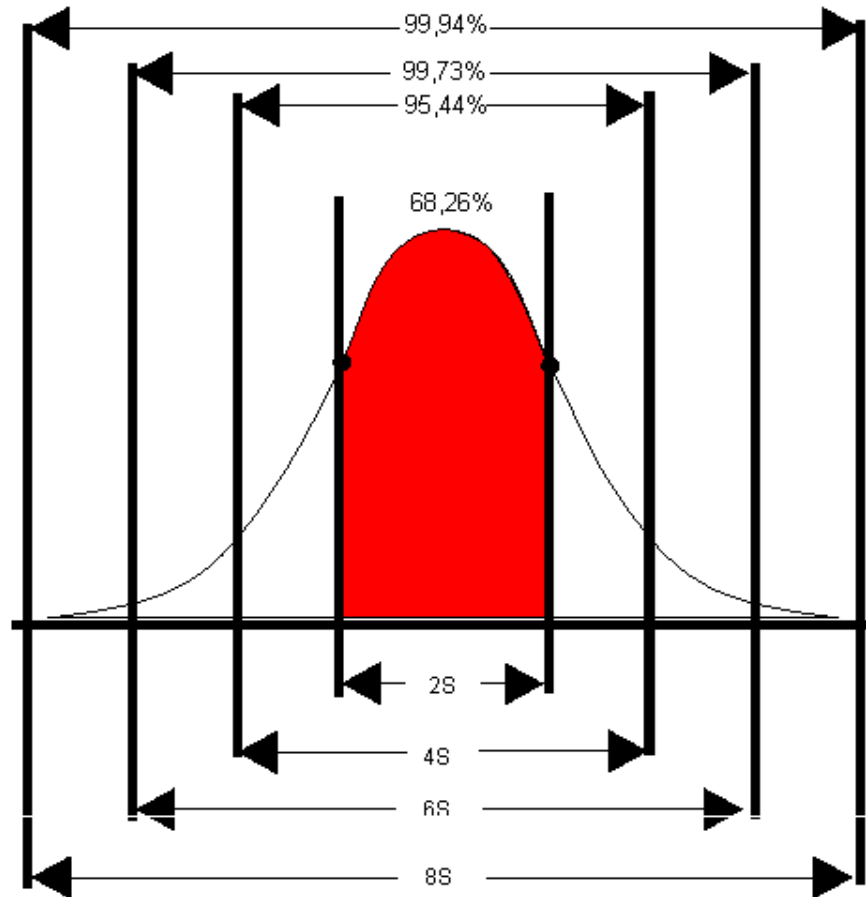


Glockenkurve



Gauß'sche Normalverteilung





Dichtefunktion

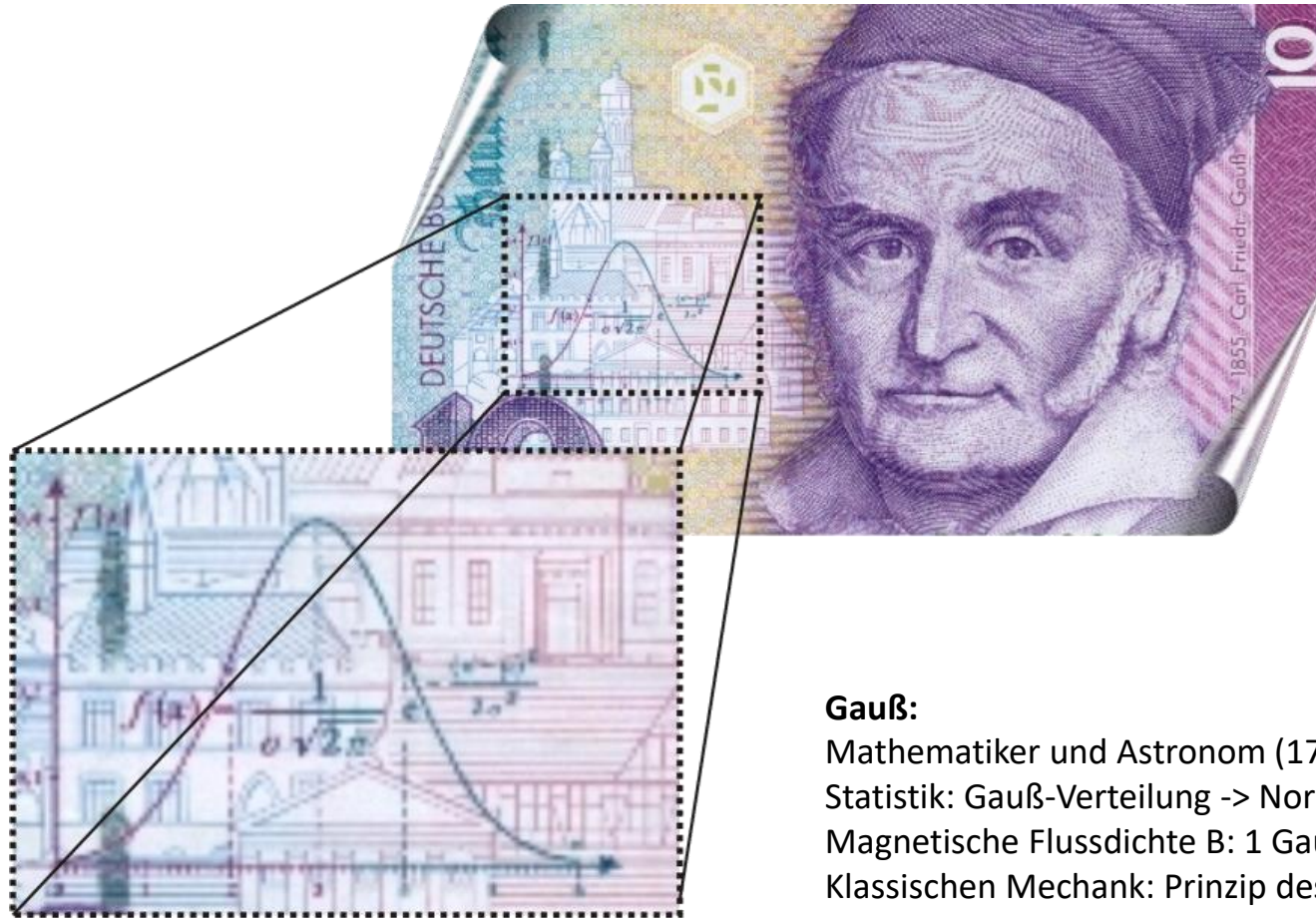
$$\varphi = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}x^2}$$

Mittelwert

$$\mu = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

Standardabweichung

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2}$$



Gauß:

Mathematiker und Astronom (1777 – 1855)

Statistik: Gauß-Verteilung -> Normalverteilung

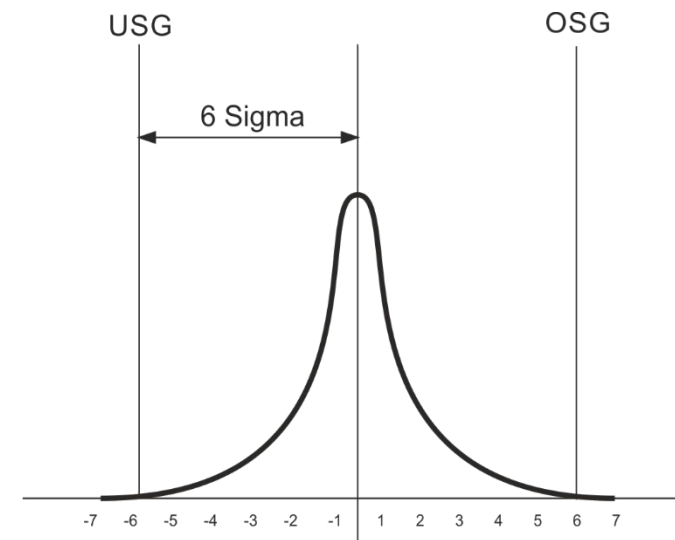
Magnetische Flussdichte B: 1 Gauß = 10^{-8} Vs/qcm = 10^{-4} T.

Klassischen Mechank: Prinzip des kleinsten Zwanges, Extremalprinzip

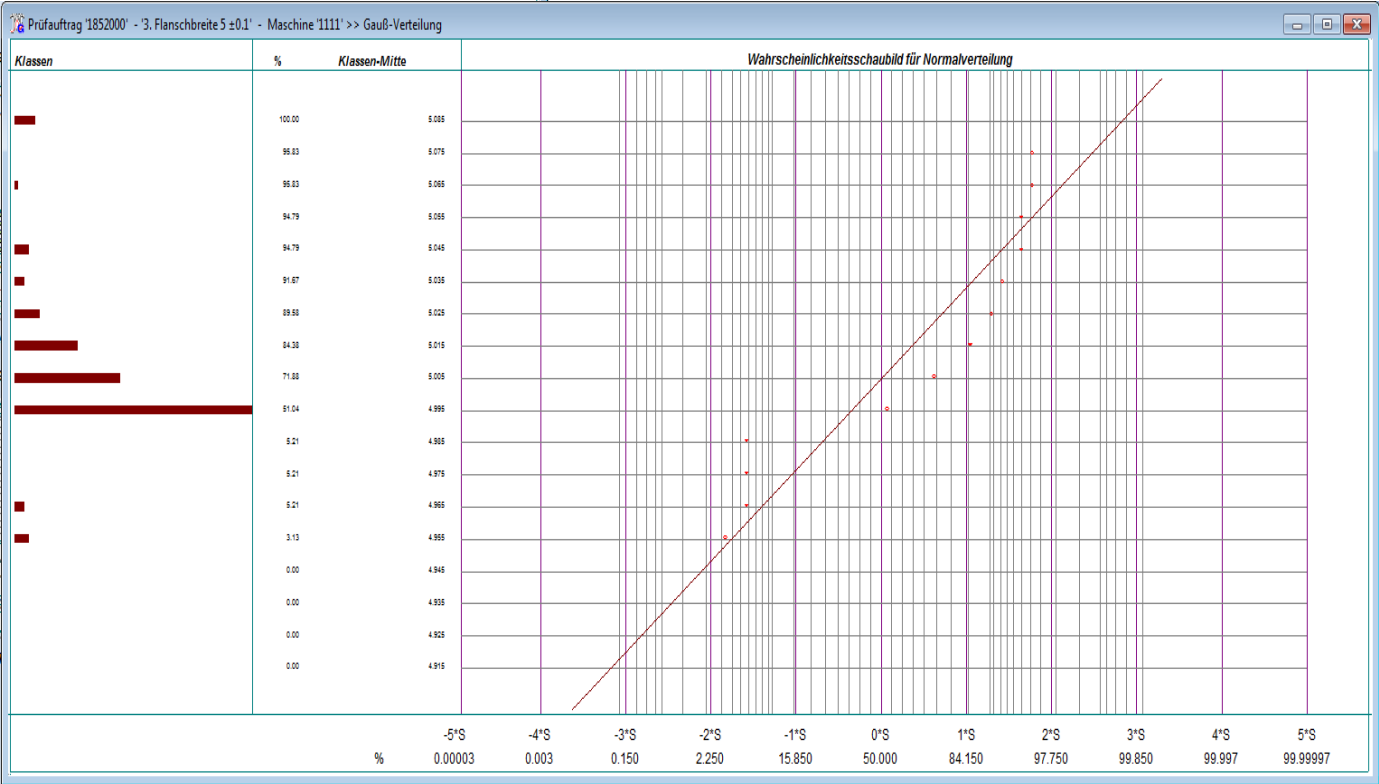
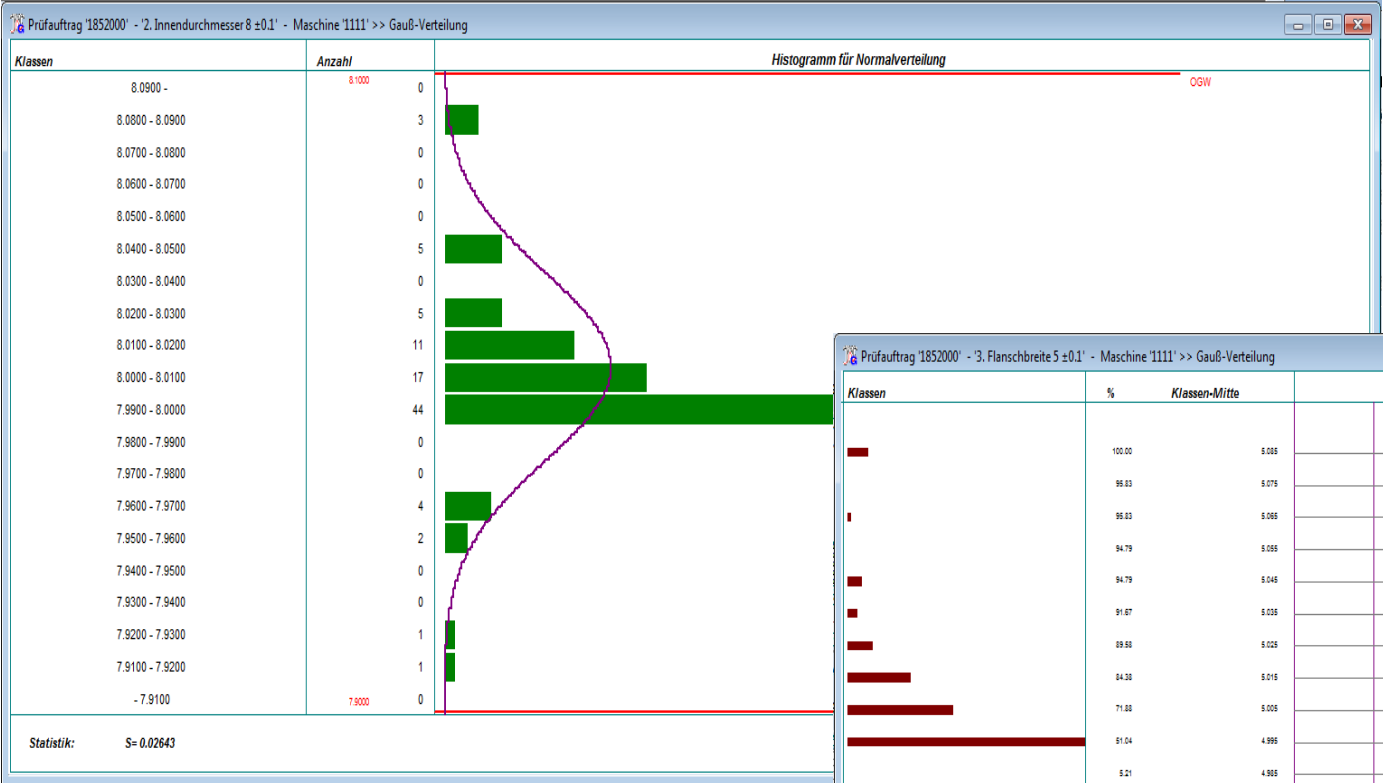
99% Qualität bedeutet: (4 Sigma = 99,37%)

- haben Sie jeden Tag für 15 Minuten keinen Strom!
- haben Sie an 4 Tagen im Jahr kein Wasser oder keine Zeitung!
- entgeht Ihnen bei jedem Spielfilm eine Minute durch Störungen!
- finden Sie auf jeder Seite mindestens 9 Rechtschreibfehler!
- jede 100. Operation wird fehlerhaft ausgeführt
- jeder 100. Reifen bei 180 km/h platzt?
- jedes 100. Rezept ist falsch ausgeschrieben
- an jeder 100. Ampel haben nicht nur Sie grünes Licht
- jedes 100. Flugzeug stürzt ab

Sigma	DPMO	Prozent
1	691.462	30,85375 %
2	308.537	69,14625 %
3	66,807	93,31928 %
4	6.210	99,37903 %
5	233	99,97673 %
6	3,4	99,99966 %



Six Sigma bezeichnet die Fähigkeit eines Prozesses, Merkmale mit ± 6 Sigma innerhalb der Toleranz zu erzeugen. Dies entspricht einem Fehleranteil von 0,000197 DPMO.



Voraussetzungen für die SPC:

Wann macht die SPC Anwendung Sinn?

- Produktmerkmale sind identifiziert und messbar
- Prozess ist regelbar
- Prozess ist fähig
- Prozess ist unter statistischer Kontrolle
- Verteilungsform ist bekannt
- Messmittel sind fähig
- Mitarbeiter sind geschult und motiviert
- Erforderliche Losgrößen sind gegeben

Die bekanntesten Verteilungsarten sind:

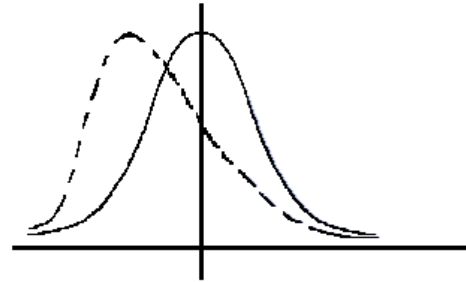
- Normalverteilung (Gauß)
- Logarithm. Normalverteilung
- Weibull-Verteilung
- Rayleigh-Verteilung
- Betragsverteilung 1. Art
- Mischverteilung

Test auf Normalverteilung

- t-Test (Student-Test): Lagetest der Mittelwerte von Stichproben
- F-Test: Streuungstest der Varianzen von Stichproben
- Chi-Quadrat-Test: Test auf Verteilungsfunktionen und Verteilungsmodelle
- Kolmogoroff-Smirnov-Test: Test auf Verteilungsfunktionen
- Shapiro-Wilk-Test: Test auf Normalverteilungsfunktion

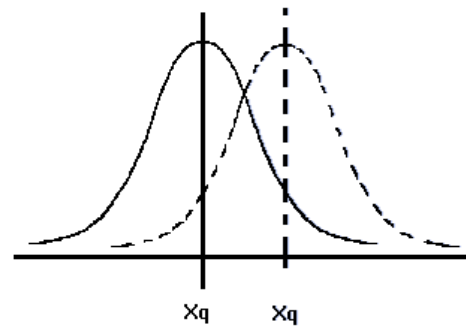
3 Prozesskenngößen

Form

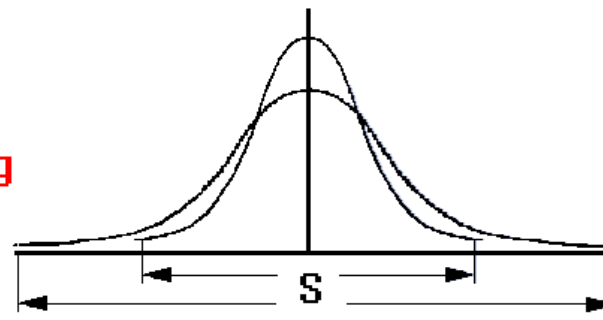


Meistens Gaußsche Normalverteilung

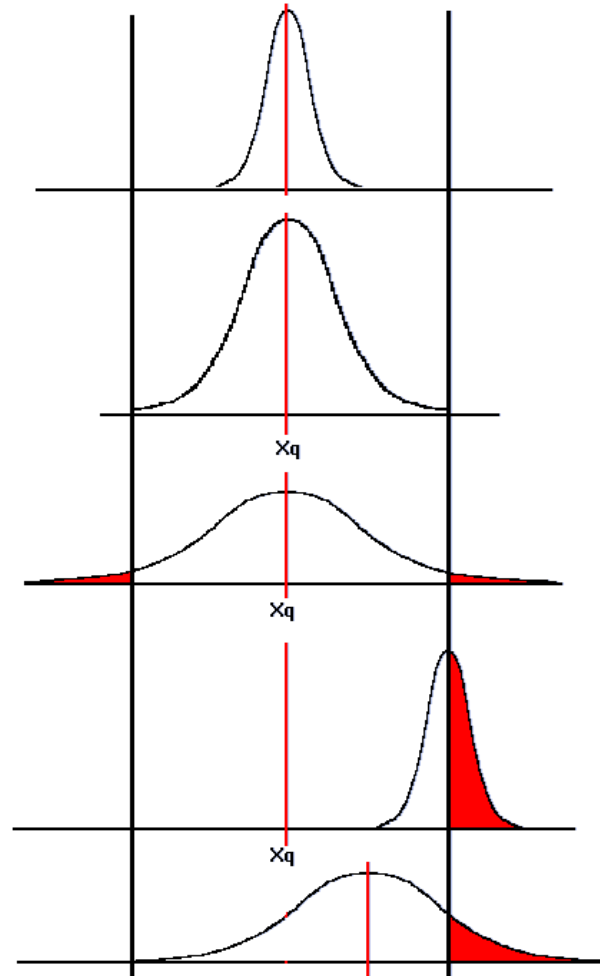
Lage



Streuung



\\painlib\gauss02.bmp



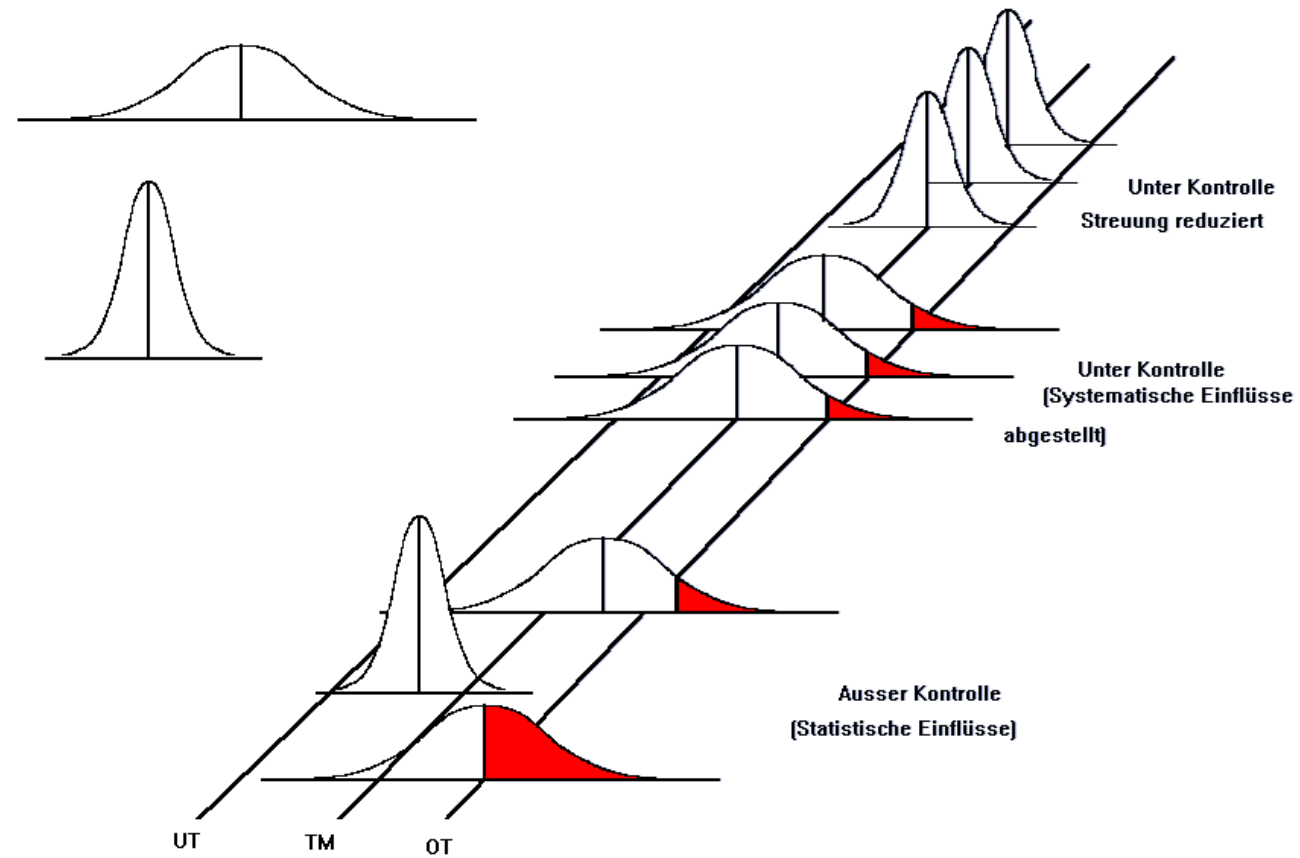
Mittelwert $\bar{x}_q$ in Toleranzmitte
 $S < 1/6$ der Toleranz, geringe Verschiebung
Prozess unter Kontrolle

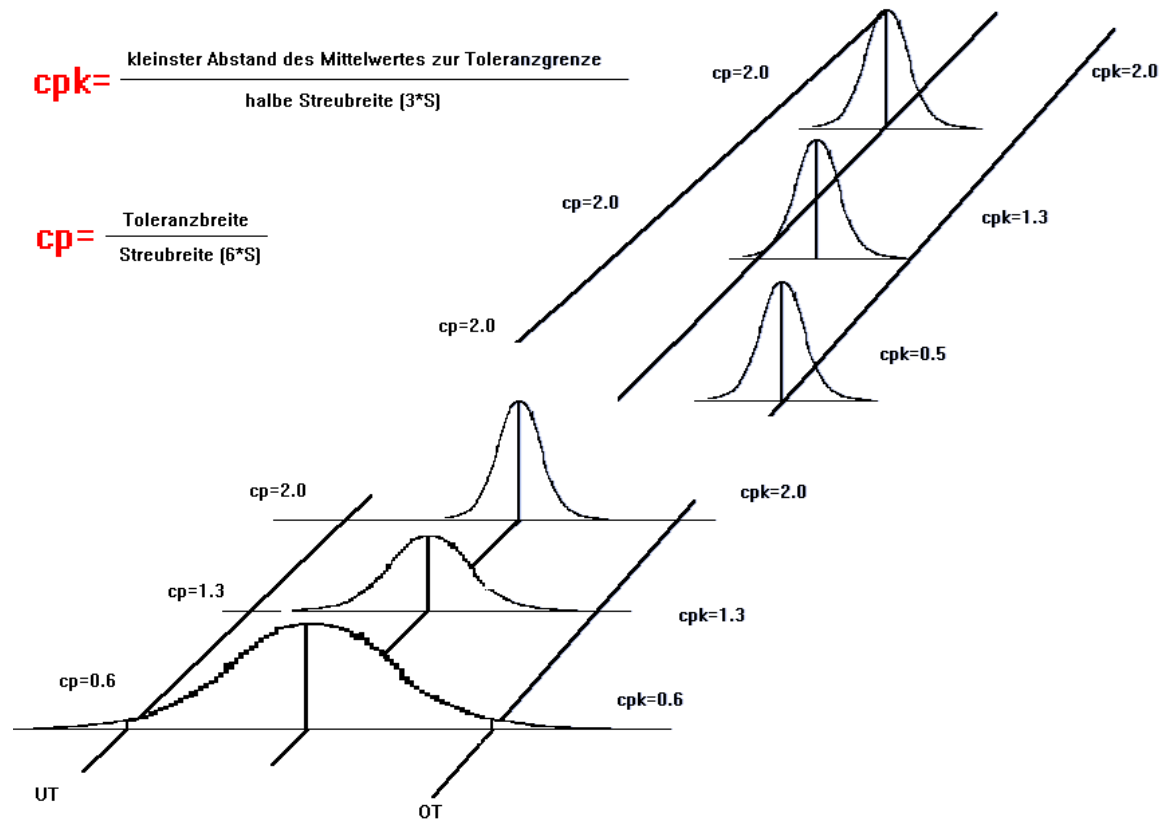
Mittelwert $\bar{x}_q$ in Toleranzmitte, $S = 1/6$ der Toleranz, **unsichere Fertigung**, jede Verschiebung bedeutet fehlerhafte Teile

Mittelwert $\bar{x}_q$ zwar in Toleranzmitte, jedoch zu große Standardabweichung, da $S > 1/6$ der Toleranz, Herstellung zu großer und kleiner Maße

Mittelwert $\bar{x}_q$ außerhalb der Toleranzmitte, Standardabweichung $S < 1/6$ der Toleranz, trotzdem zu große Maße. Maßnahme: Mittelwert $\bar{x}_q$ auf Toleranzmitte einrichten

Mittelwert $\bar{x}_q$ außer Toleranzmitte, Standardabweichung zu groß: **Prozess außer Kontrolle**
paintlib\gauss03.bmp





Der cp-Wert berücksichtigt nur die Streubreite
Der cpk-Wert auch die Lage des Mittelwertes

\\painlib\gauss06.bmp

cp sowie cpk sollten größer als 1.33 sein!

Variable Merkmale

Arithmetischer Mittelwert

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$$

Prozeßmittelwert

$$\bar{\bar{x}} = \frac{\bar{x}_1 + \bar{x}_2 + \dots + \bar{x}_m}{m}$$

Stichprobenstandardabweichung

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum x_i^2 - \frac{1}{n}(\sum x_i)^2}{n-1}}$$

Schätzwert für die Standardabweichung

$$\hat{\sigma} = \frac{\bar{R}}{d_2} \text{ oder } \hat{\sigma} = \frac{\bar{s}}{c_4}$$

Regelkarten für variable Merkmale

Eingriffsgrenzen ($\bar{x}/R$ - Karte)

$$OEG_{\bar{x}}, UEG_{\bar{x}} = \bar{\bar{x}} \pm A_2 \bar{R}$$

$$OEG_R = D_4 \bar{R}$$

$$UEG_R = D_3 \bar{R}$$

Eingriffsgrenzen ($\bar{\tilde{x}}/R$ - Karte)

$$OEG_{\bar{\tilde{x}}}, UEG_{\bar{\tilde{x}}} = \bar{\tilde{\bar{x}}} \pm A_2 \bar{\tilde{R}}$$

$$OEG_R = D_4 \bar{\tilde{R}}$$

$$UEG_R = D_3 \bar{\tilde{R}}$$

Eingriffsgrenzen ($\bar{x}/s$ - Karte)

$$OEG_{\bar{x}}, UEG_{\bar{x}} = \bar{\bar{x}} \pm A_3 \bar{s}$$

$$OEG_s = B_4 \bar{s}$$

$$UEG_s = B_3 \bar{s}$$

Fähigkeitsindexe (normalverteilte Merkmale)

Prozeßfähigkeit

$$C_p = \frac{OSG - USG}{6\hat{\sigma}} \text{ oder}$$

$$C_p = \frac{(OSG - USG) + AMM}{6\hat{\sigma}} \quad (\text{für Prozesse mit systematischer Mittelwertänderung})$$

$$C_p = \frac{Z_{Krit}}{3}$$

$$Z_{Krit} = \frac{OSG - \bar{\bar{x}}}{\hat{\sigma}} \text{ oder } \frac{\bar{\bar{x}} - USG}{\hat{\sigma}} \text{ oder}$$

$$Z_{Krit} = \frac{OSG - \bar{\bar{x}} - \frac{AMM}{2}}{\hat{\sigma}} \text{ oder } \frac{\bar{\bar{x}} - USG - \frac{AMM}{2}}{\hat{\sigma}} \quad (\text{für Prozesse mit systematischer Mittelwertänderung})$$

Maschinenfähigkeit

$$C_m = \frac{OSG - USG}{6s}$$

$$C_{mk} = \frac{Z_{Krit}}{3}$$

$$Z_{Krit} = \frac{OSG - \bar{x}}{\hat{\sigma}} \text{ oder } \frac{\bar{x} - USG}{\hat{\sigma}}$$

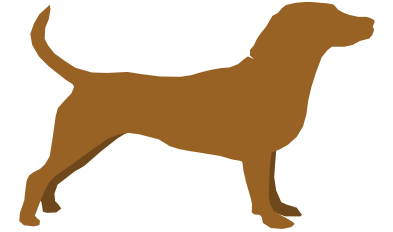
Fähigkeitsindexe (nicht normalverteilte Merkmale)

$$C_m: C_p = \frac{OSG}{99,865\% \text{Punkt} - 0,135\% \text{Punkt}} \quad (\text{null - begrenzte Merkmale})$$

$$C_{mk}: C_{pk} = \frac{OSG - \bar{x}}{99,865\% \text{Punkt} - \bar{x}} \quad (\text{null - begrenzte Merkmale})$$

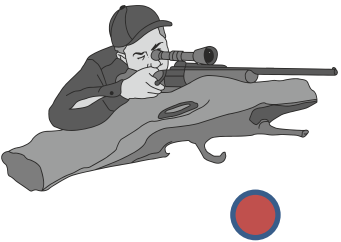
$$C_{mk}: C_{pk} = \frac{\bar{x} - USG}{\bar{x} - 0,135\% \text{Punkt}} \quad (\text{für Merkmale mit nur unterer Spezifikationsgrenze})$$

Ein Jäger auf der Entenjagd
hat einen ersten Schuss gewagt.
Der Schuss zu hastig aus dem Rohr,
lag eine gute Handbreit vor.



Der zweite Schuss mit lautem Krach,
lag eine gute Handbreit nach.
Der Jäger spricht ganz unbeschwert
voll Glauben an den **Mittelwert**:
Statistisch ist die Ente tot!

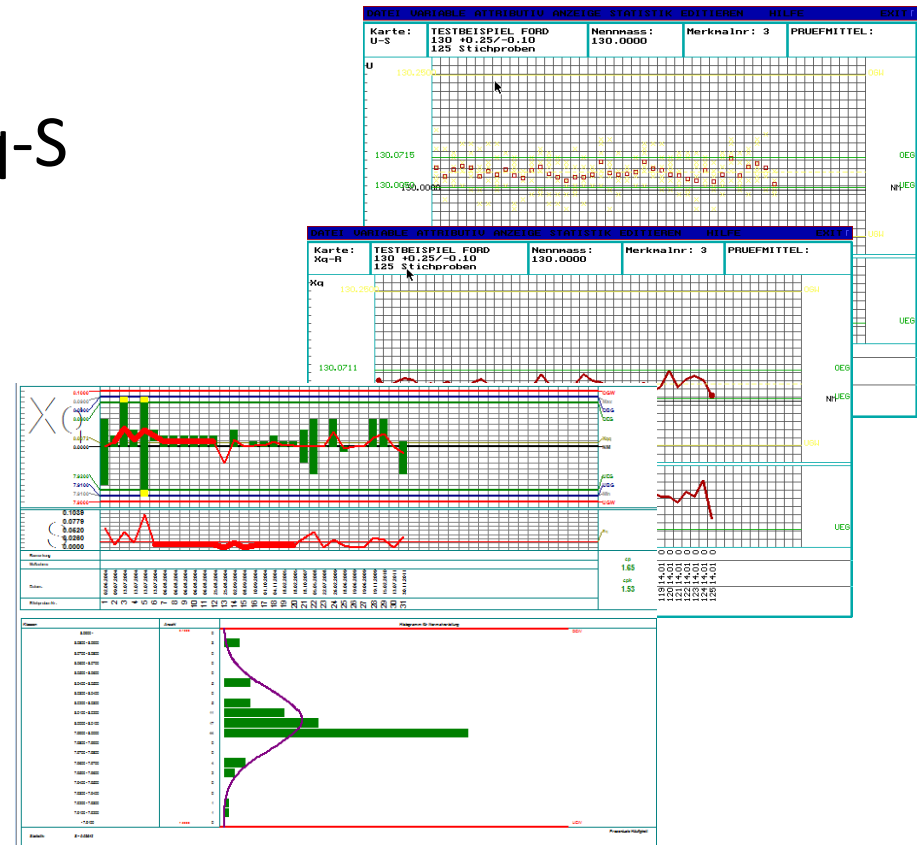
Doch wär' er klug und nähme Schrot
- dies sei gesagt ihn zu bekehren -
er würde seine Chancen mehren:
Der Schuss geht ab, die Ente stürzt,
weil **Streuung** ihr das Leben kürzt.



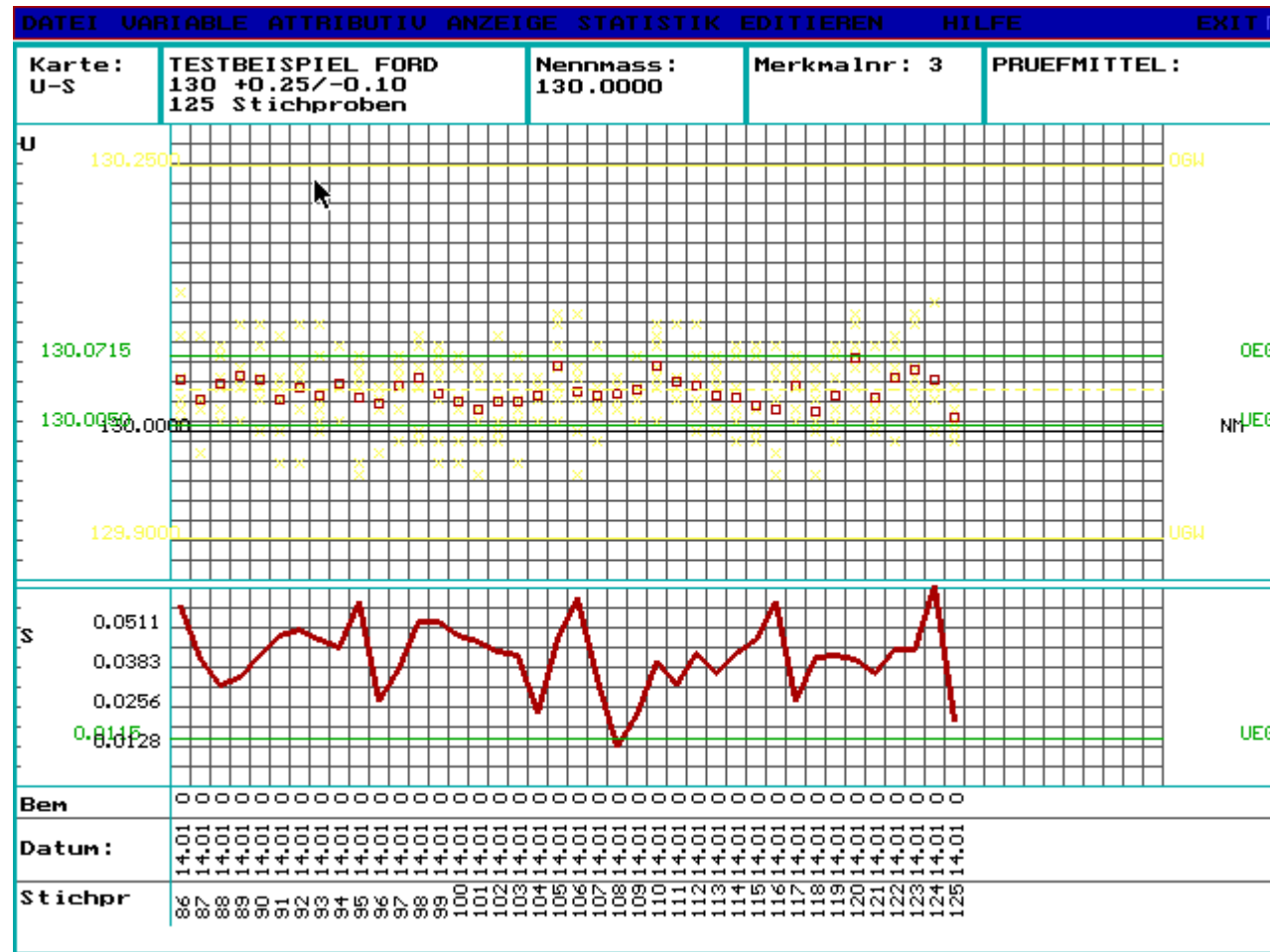
Glaube keiner Statistik, die du nicht selber gefälscht hast."

Churchill

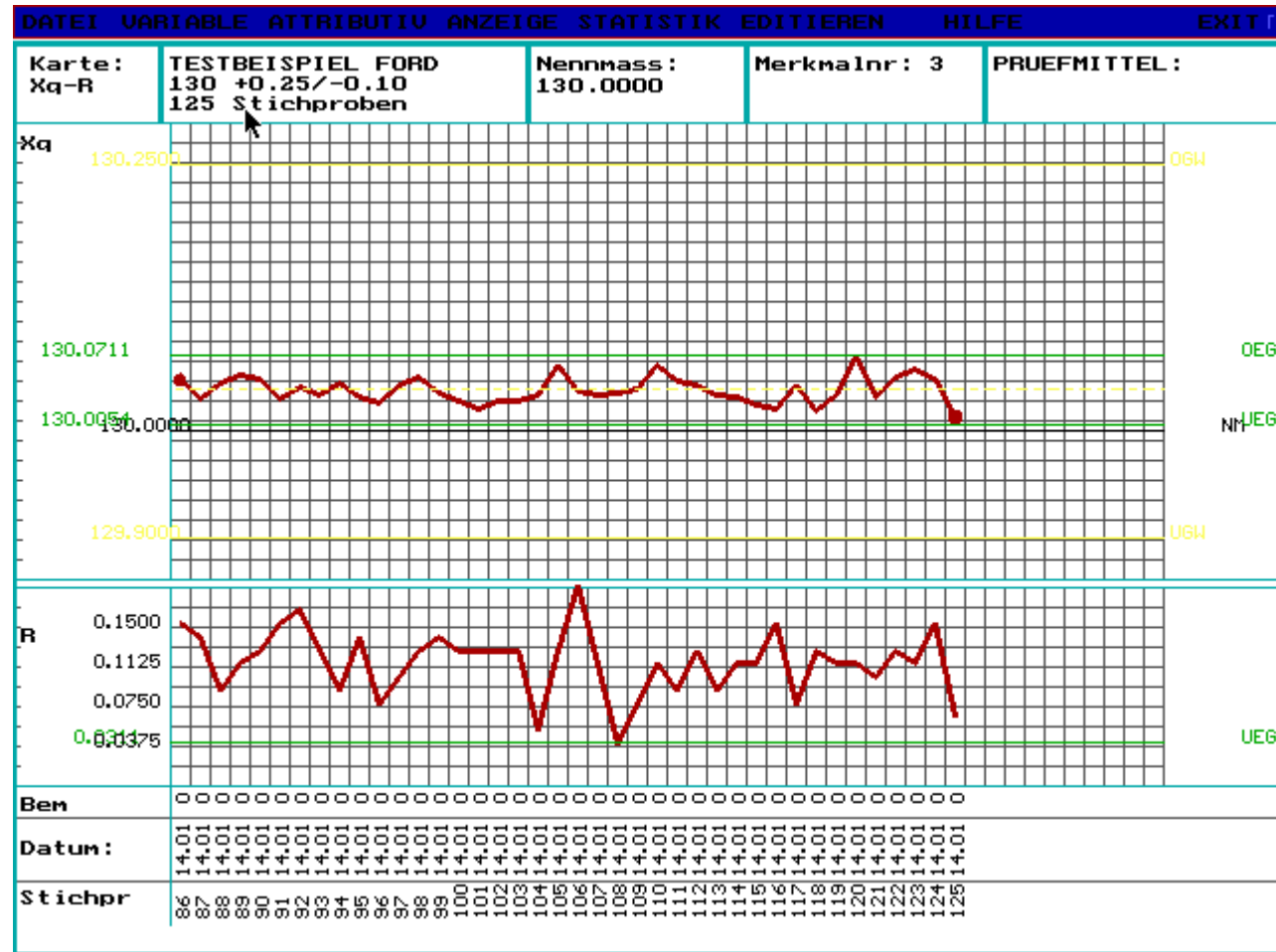
- ❖ Urwertkarte U-R, U-S
- ❖ Mittelwertkarte Xq-R, Xq-S
- ❖ Mediankarte
- ❖ Fehlersammelkarte
- ❖ Attributive Karte



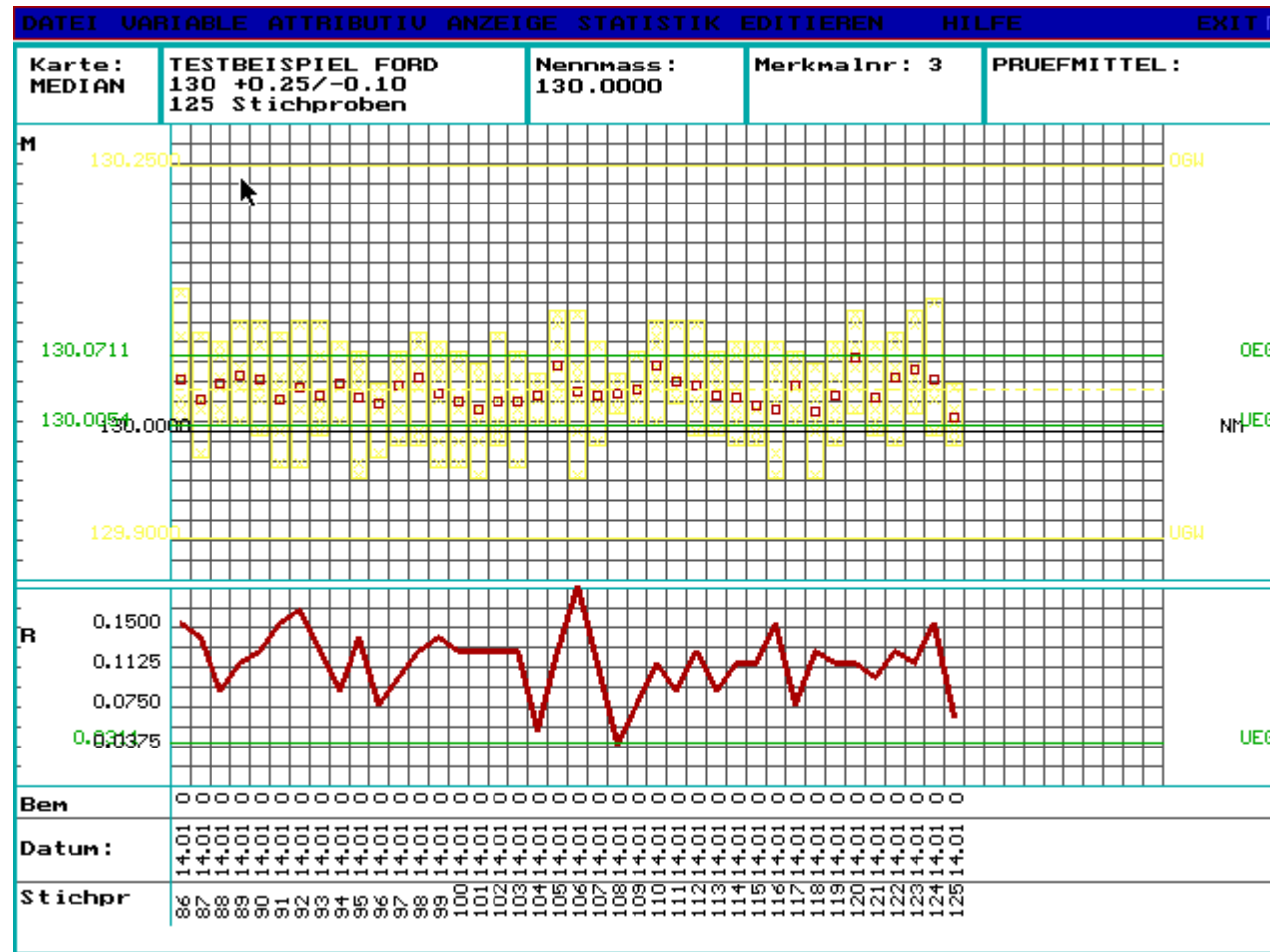
GEWATEC
SYSTEM ✓ LÖSUNGEN



Mittelwertkarte



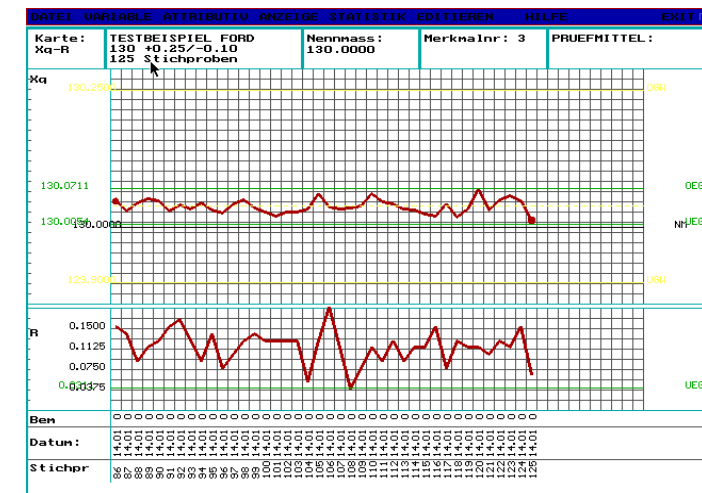
GEWATEC
SYSTEM ✓ LÖSUNGEN



Anhand der Prozessverläufe kann erkannt werden, ob sich die Verteilung des Prozesses gegenüber dem Anfangsstand (systematischer Vorlauf) verändert hat.

Folgende Kriterien weisen auf ein Veränderung hin:

- Überschreiten der Eingriffsgrenzen
- Trend
- Run (Folge) oder Prozess-Shift
- Middlethird (zu eng)
- Middlethird (zu weit)
- (Zyklisches Verhalten)



- Gerhard Linß (Hrsg.): *Qualitätsmanagement für Ingenieure* Carl Hanser Verlag München 3. aktualisierte und erweiterte Auflage (2011) ISBN 978-3-446-41784-7
- Edgar Dietrich, Alfred Schulze (Hrsg.): *Statistische Verfahren zur Maschinen- und Prozessqualifikation* Carl Hanser Verlag München 5. aktualisierte Auflage (2005) ISBN 3-446-22894-2
- Holger Brüggemann, Peik Bremer (Hrsg.): *Grundlagen Qualitätsmanagement* Springer Vieweg Verlag (2012) ISBN 978-3-8348-1309-1
- Tilo Pfeifer, Robert Schmitt (Herausgeber): [Masing Handbuch Qualitätsmanagement](#), Carl Hanser Fachbuchverlag München Wien, 6. überarbeitete Auflage (2014)
- Edgar Dietrich, Alfred Schulze (Hrsg.): *Eignungsnachweis von Prüfprozessen* Carl Hanser Verlag München 2. aktualisierte und erweiterte Auflage (2004) ISBN 3-446-22893-4
- Hans-Joachim Mittag (Hrsg.): *Qualitäts Regelkarten* Carl Hanser Verlag München Wien (1993) ISBN 3-446-17661-6
- Edgar Dietrich, Alfred Schulze (Hrsg.): *Richtlinien zur Beurteilung von Meßsystemen und Prozessen, Abnahme von Fertigungseinrichtungen mit Originalrichtlinien von Ford, General Motors und Daimler-Benz* Carl Hanser Verlag München Wien (1998) ISBN 3-446-19572-6

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !

