

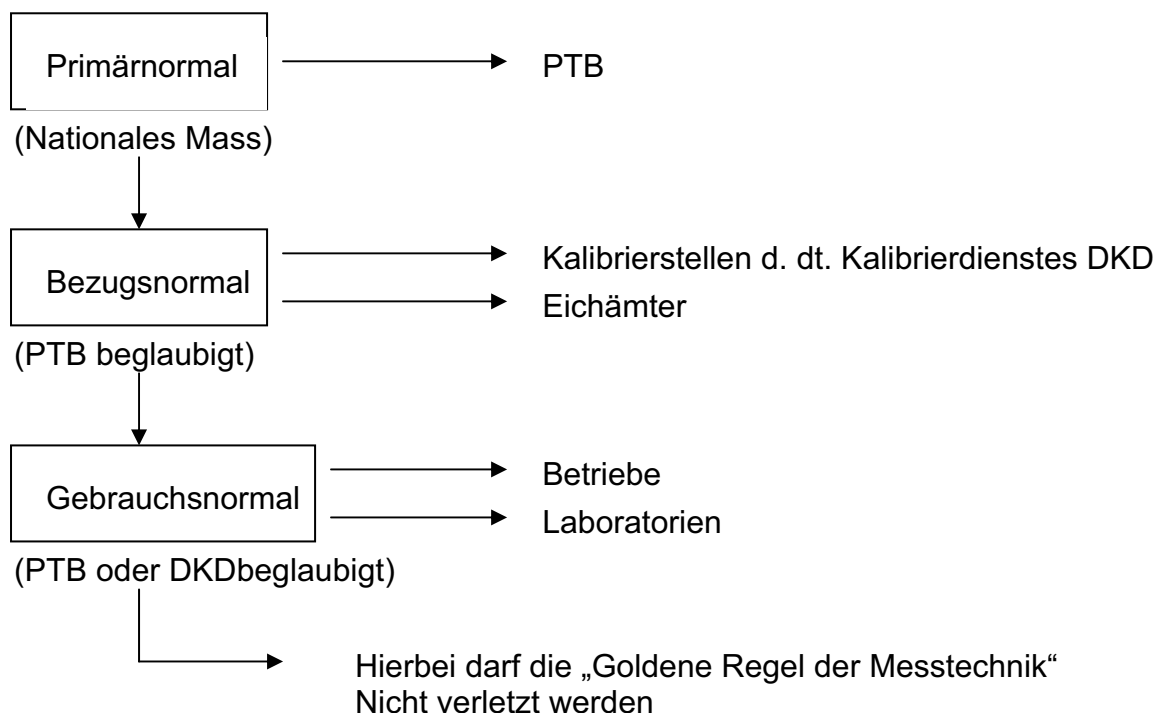
## Praktikum Fertigungsmeßtechnik Vorbereitung Prüfmittelüberwachung

**Kalibrieren** - ermitteln des Zusammenhanges zwischen Messwert und als Eingangsgröße vorliegende Massverkörperung, bei vorgegebenen Bedingungen

**Vergleichnormal** - Messmittel oder Massverkörperung  
- das Normal dient der Bewertung und Weitergabe einer physikalischen Größe an andere Messmittel

**Kalibrierhierarchie** - Vergleich Messgerät oder Massverkörperung mit einem Normal, dessen Abweichung zuvor mit einem höheren Normal bestimmt wurde (Prinzip der Rückführbarkeit)  
- am Ende dieser Kette steht das Primärnormal, dessen Unsicherheit die vom wissenschaftlich-technischen Stand festgelegten Grenzen nicht überschreitet

**Primärnormale** - werden in Deutschland von der Physikalisch- Technischen Bundesanstalt (PTB) festgelegt



„Goldene Regel der Messtechnik“ - Messunsicherheit darf nicht mehr als 1/10 bis 1/5 der Fertigungstoleranz betragen

**Rückführung** - (Zwischenstufen) müssen minimiert werden, da jede Stufe eine Unsicherheit mitbringt

**Nationale Normal** - wird in jedem Land durch einen offiziellen Beschluss als Basis zur Festlegung des Wertes nachfolgender Normale bestimmt

**Bezugsnormal** - ist Normal das im allgemein die höchste Genauigkeit an einem bestimmten Ort (Firma, Laboratorium, Messplatz) verkörpert

**Gebrauchsnormal** - ist Normal, welches mit Bezugsnormal in Verbindung mit Messgeräten kalibriert ist und routinemäßig benutzt wird um Massverkörperungen niedrigerer Ordnung oder Prüfmittel zu kalibrieren oder zu prüfen

---

### **Rachenlehre**

**Arbeitsmass** - ist der Durchmesser der Prüflehre, bei der die Rachenlehre unter Wirkung ihrer Gebrauchsbelastung gerade über den Prüfling passt  
- Zylinderachse muss waagrecht liegen und die Rachenlehre senkrecht stehen

**Gebrauchsbelastung** - entweder Eigengewicht der Rachenlehre oder angegebene Gewichtskraft

**Eigenmass** - ist das Mass der Rachenlehre, wenn sie keine Belastung ausgesetzt erfährt

- Unterschied zwischen Arbeitsmass und Eigenmass ergibt sich aus dem Betrag der Kraft, um den die Lehre durch die bei der Bestimmung des Arbeitsmasses verformt wird

- die Lehre soll so steif wie möglich sein unter Beachtung des Eigengewichtes, um den Unterschied zwischen Arbeitsmass und Eigenmass gering zu halten

---

### **Taylorischer Grundsatz**

- bei der Prüfung von Paarungsteilen ist das gutseitige Grenzmass als Paarungsmass und das ausschussseitige Grenzmass als Istmass zu prüfen.

**Paarungsmass** - ist das Mass des formidealen Gegenstücks, mit dem der Prüfling unter definiertem Kraftaufwand gerade noch paarungsfähig ist

**Gegenstück** - Paarungsteil laut Zeichnung

**Istmass** - Zweipunktmass

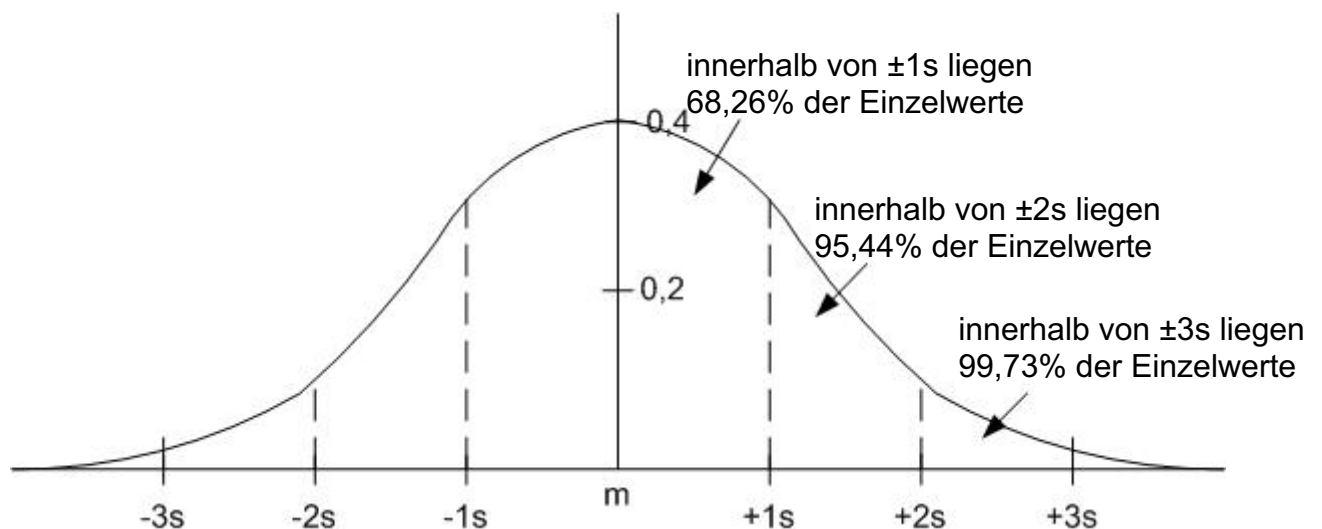
- nur bei idealen-geometrischen Körpern fallen Paarungs- und Zweipunktmass zusammen

---

## Toleranzen und zulässige Abnutzungen von Lehren

- die Gutlehre, welche sich mit dem Prüfling fügen lassen soll unterliegt gewissem Verschleiss
- Gutlehren für IT 9 bis IT 17 wird die Abnutzung „z“ in die Herstellertoleranz eingerückt
- bei Lehren für IT 5 bis IT 8 wird die Abnutzung nicht in die Herstellertoleranz eingerückt, da sonst zuviele WST durchfallen würden, hier wird die Abnutzungsgrenze „y“ außerhalb der Toleranz gelegt => Verletzung des Taylorschen Grundsatzes
  - ausgehend von der Normalverteilung hofft man, daß es nur wenige WST gibt, die außerhalb der Toleranzgrenze liegen und so bei verschliessener Lehre durchgehen

## Standartabweichung



die Streuung wird berechnet nach: 
$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{\sum (x_i - \mu)^2}{n}}$$

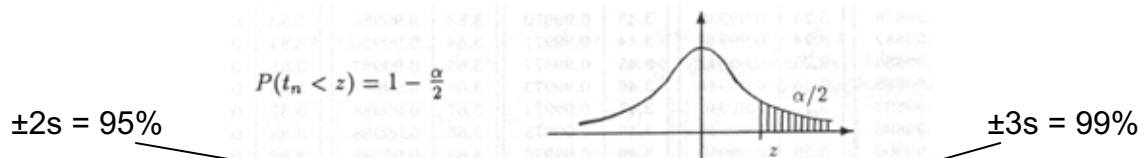
$\mu$  = Erwartungswert  $\mu = \frac{1}{n} * \sum_{i=1}^{i=n} x_i$ ;  $x_i$  = Einzelwert;  $n$  = Zahl der Messwerte  $\rightarrow \infty$

- für eine endliche Zahl  $n$  von Messwerten tritt an die Stelle der Streuung  $\sigma$  die Standartabweichung  $s$

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad \text{mit} \quad \bar{x} = \frac{1}{n} * \sum_{i=1}^{i=n} x_i$$

## Vertrauensbereich des Mittelwertes

$v = \frac{t}{\sqrt{n}} * s$  - berechnet man aus mehreren Einzelwerten einen Mittelwert, so wird dessen Streuung geringer als die des Einzelwertes.



n	$\alpha = 10\%$	$\alpha = 5\%$	$\alpha = 2\%$	$\alpha = 1\%$	$\alpha = 0.1\%$
1	6.314	12.706	31.821	63.657	636.619
2	2.920	4.303	6.965	9.925	31.598
3	2.353	3.182	4.541	5.841	12.921
4	2.132	2.776	3.747	4.604	8.610
5	2.015	2.571	3.365	4.032	6.859
6	1.943	2.447	3.143	3.707	5.959
7	1.895	2.365	2.998	3.499	5.405
8	1.860	2.306	2.896	3.355	5.041
9	1.833	2.262	2.821	3.250	4.781
10	1.812	2.228	2.764	3.169	4.587
11	1.796	2.201	2.718	3.106	4.437
12	1.782	2.179	2.681	3.055	4.318
13	1.771	2.160	2.650	3.012	4.221
14	1.761	2.145	2.624	2.977	4.140
15	1.753	2.131	2.602	2.947	4.073
16	1.746	2.120	2.583	2.921	4.015
17	1.740	2.110	2.567	2.898	3.965
18	1.734	2.101	2.552	2.878	3.922
19	1.729	2.093	2.539	2.861	3.883
20	1.725	2.086	2.528	2.845	3.850
21	1.721	2.080	2.518	2.831	3.819
22	1.717	2.074	2.508	2.819	3.792
23	1.714	2.069	2.500	2.807	3.767
24	1.711	2.064	2.492	2.797	3.745
25	1.708	2.060	2.485	2.787	3.725
26	1.706	2.056	2.479	2.779	3.707
27	1.703	2.052	2.473	2.771	3.690
28	1.701	2.048	2.467	2.763	3.674
29	1.699	2.045	2.462	2.756	3.659
30	1.697	2.042	2.457	2.750	3.646
40	1.684	2.021	2.423	2.704	3.551
50	1.676	2.009	2.403	2.678	3.495
60	1.671	2.000	2.390	2.660	3.460
80	1.664	1.990	2.374	2.639	3.415
100	1.660	1.984	2.364	2.626	3.389
200	1.653	1.972	2.345	2.601	3.339
500	1.648	1.965	2.334	2.586	3.310
$\infty$	1.645	1.960	2.326	2.576	3.291

[ Auszug aus Merziger Formelsammlung ]

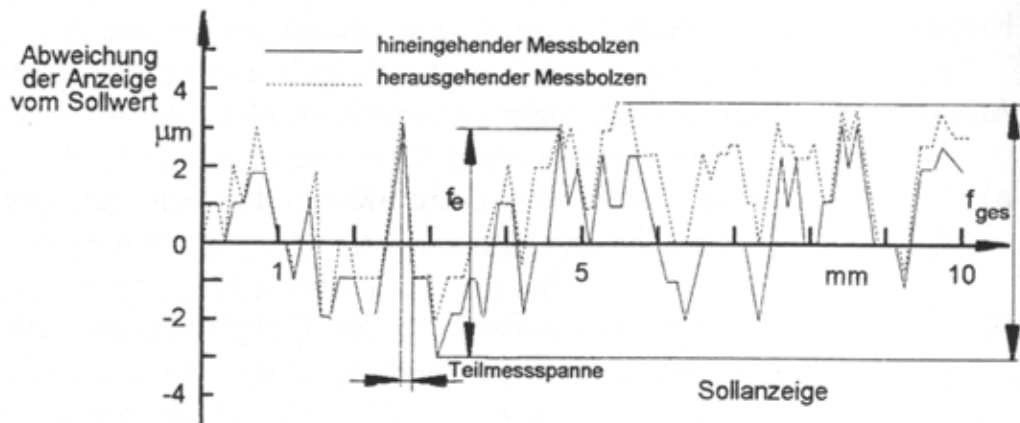
## Messuhren

**Skaleneinteilung** - es gibt 1,2 und 10  $\mu\text{m}$

**Messspanne** - 0,4 ; 0,8 ; 3,5 und 10 mm ; Sonderanfertigungen  
 - die Bewegung des Messbolzen wird mittels eines geeigneten mechanischen Übertragungssystems (Zahnradgetriebe) auf einen Zeiger übertragen und vergrößert

**Abweichungsspanne  $f_e$**  - ist Ordinatenabstand zwischen MAX und MIN bei einfahrenden Messbolzen

**Gesamtabweichungsspanne  $f_{\text{ges}}$**  - MIN und MAX bei ein- und ausfahrenden Messbolzen, schließt die Messwertumkehrspanne  $f_u$  mit ein



**Wiederholbarkeit  $f_w$**  - Kenngröße für Meßwertspannungen bei  $n$  Messungen, bei derselben Messrichtung

**Abweichungsspanne  $f_z$  in der Teilmessspanne**

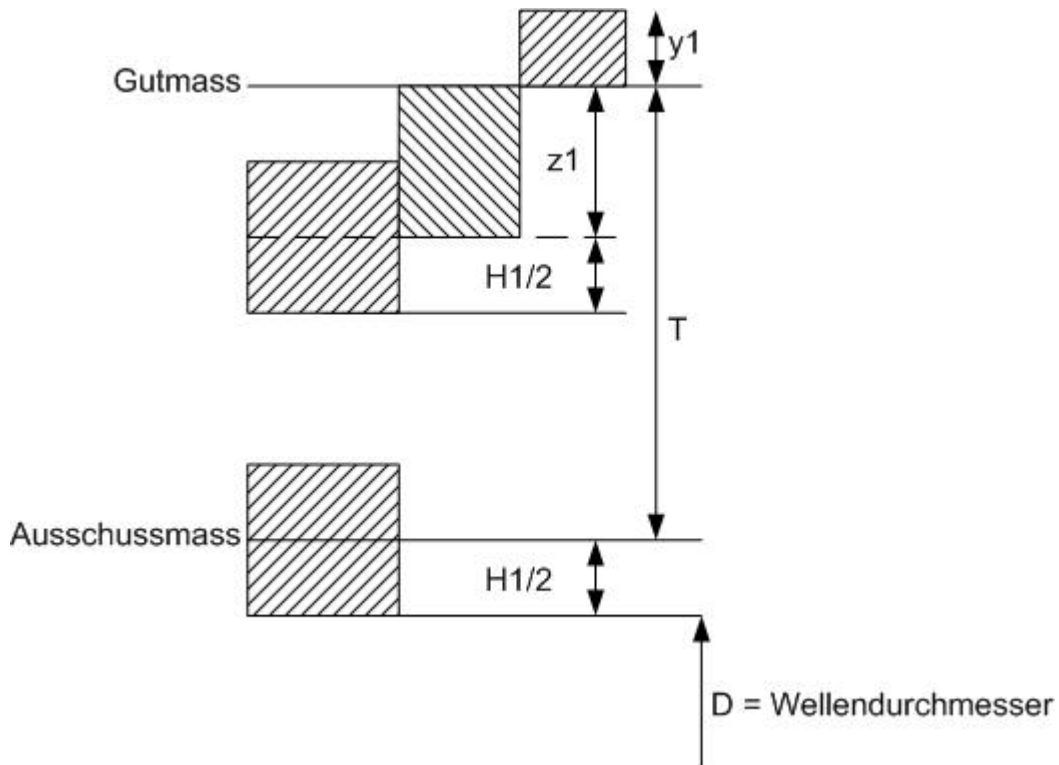
- MAX – MIN in Abweichungsdiagramm für Teilmessspanne von 0,1 mm bei einfahrendem Bolzen

- grösste zulässige Abweichung  $f_{max} \leq 17 \mu m$

- Aufgrund von Getriebereibungen, Spiel und Messkraftschwankungen ergeben sich unterschiedliche Anzeigen für gleichen Wert: Messkraft  $\leq 1,5 N$

## Fragen

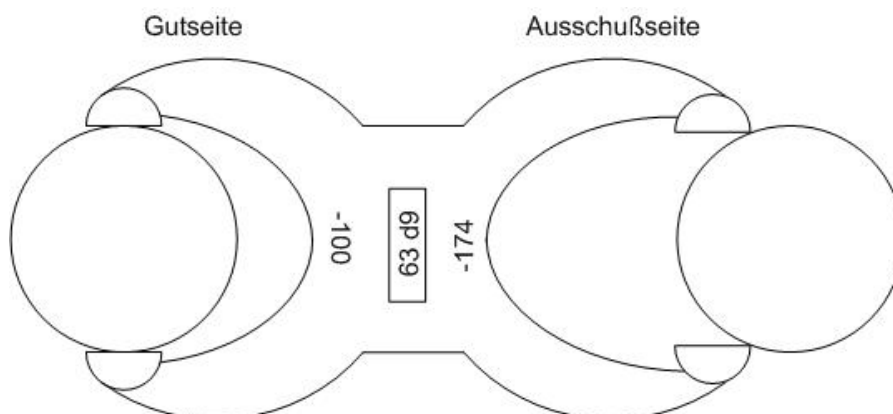
1) Durch welche Massnahmen wird eine angemessene Lebensdauer einer Gutlehre erreicht?

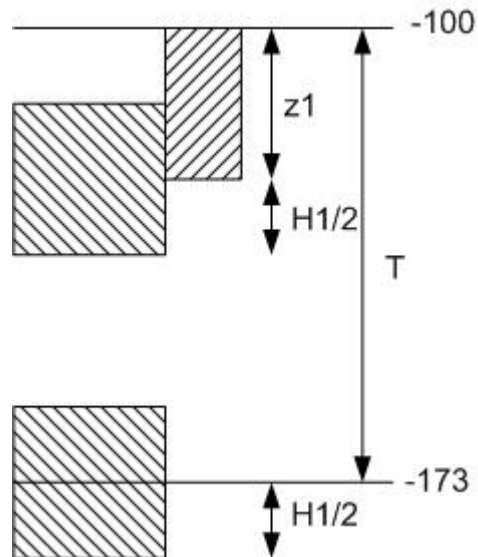


$H1 \Rightarrow$  Herstellertoleranz für Wellenlehren

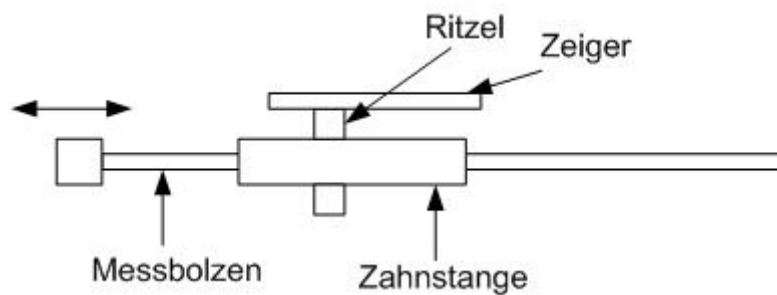
- bei zu erreichenden Toleranzen von IT9 bis IT17 wird in die Toleranz des Werksückes der Verschleiß  $z1$  gelegt
- bei Werkstücken mit den Toleranzen IT5 bis IT8 würde die Einführung von  $z1$  eine Einschränkung bei neuen Lehren bedeuten, d.h. die Masse der WST würde durchfallen, bzw. zur Nachbearbeitung gegeben werden, obwohl dies nicht nötig wäre. Deshalb wird das Toleranzfeld um  $y1$  erweitert, ausgehend von der Tatsache, daß sich die Toleranzen der Normalverteilung folgen, somit mit sehr wenigen Ausreißern gerechnet wird.

2) Zeichnen Sie (maßstabsgerecht) die Lage der Toleranzfelder für die gemessene Rachenlehre 63 e9 und geben Sie den Istzustand der Lehre an!





3) Skizzieren Sie den konstruktiven Aufbau des mechanischen Systems einer Messuhr!



- in der Darstellung fehlt die Vorspannfeder

4) Welcher Fehler entsteht (Fehler 1. oder 2. Ordnung) durch eine falsche Umkehrpunktbestimmung bei der Messung des Lehringes. Berechnen Sie den Fehler für den im Bild dargestellten Fall!

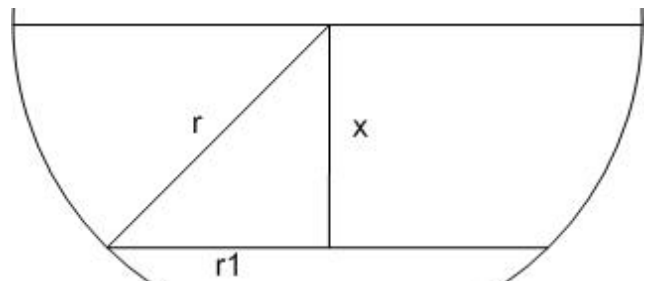
$$d := 13.9998 \text{ mm} \quad x := 0.01 \text{ mm}$$

$$r := \frac{d}{2} \quad r = 6.9999 \text{ mm}$$

$$\alpha := \arccos\left(\frac{x}{r}\right) \quad \alpha = 89.91814769 \text{ Grad}$$

$$r1 := \sin(\alpha) \cdot r \quad r1 = 6.99989285703717 \text{ mm}$$

$$d1 := 2 \cdot r1 \quad d1 = 13.9997857140743 \text{ mm}$$



- Fehler 1. Ordnung