



Bearbeitungsgenauigkeit

STEM for inclusive schools
WP2 - Werkzeugkasten

-1-



Die Unterstützung der Europäischen Kommission für die Erstellung dieser Veröffentlichung stellt keine Billigung des Inhalts dar, der ausschließlich die Ansichten der Autoren widerspiegelt, und die Kommission kann nicht für eine etwaige Verwendung der darin enthaltenen Informationen verantwortlich gemacht werden.





Mechanische Bearbeitung

- Die Abmessungen und die Form der Teile können nicht mit den Nennwerten erreicht werden.
- Abweichungen in Abmessungen und Form hängen von den Faktoren ab, die sie verursachen.

-2-



Die Unterstützung der Europäischen Kommission für die Erstellung dieser Veröffentlichung stellt keine Billigung des Inhalts dar, der ausschließlich die Ansichten der Autoren widerspiegelt, und die Kommission kann nicht für eine etwaige Verwendung der darin enthaltenen Informationen verantwortlich gemacht werden.





Die wichtigsten Ursachen für Abweichungen

- Präzision von Werkzeugmaschinen.
- Präzision der Geräte.
- Präzision der Messgeräte.
- Werkzeugverschleiß.
- Thermischer Gradient.
- Unebenheiten der Bearbeitungszugabe.
- Inhomogenität des Materials.

-3-



Die Unterstützung der Europäischen Kommission für die Erstellung dieser Veröffentlichung stellt keine Billigung des Inhalts dar, der ausschließlich die Ansichten der Autoren widerspiegelt, und die Kommission kann nicht für eine etwaige Verwendung der darin enthaltenen Informationen verantwortlich gemacht werden.



Co-funded by
the European Union



Statistische Kontrolle

- Zufällige Abweichungen können mit statistischen und wahrscheinlichkeitstheoretischen Methoden kontrolliert werden.
- Die Grenzen der Abweichungen, die sich aus der Bearbeitung eines Teils ergeben, können berechnet werden.

-4-



Die Unterstützung der Europäischen Kommission für die Erstellung dieser Veröffentlichung stellt keine Billigung des Inhalts dar, der ausschließlich die Ansichten der Autoren widerspiegelt, und die Kommission kann nicht für eine etwaige Verwendung der darin enthaltenen Informationen verantwortlich gemacht werden.





Verfolgung von Bearbeitungsabweichungen

Numerische Charakteristika der Verteilung von
Bearbeitungsabweichungen:

- Abweichungsamplitude

$$\omega = x_{\max} - x_{\min};$$

- gewichteter Durchschnittswert der Dimensionen
relative Häufigkeit der Dimension x_i .

$$p(x_i) = \frac{n_i}{N}$$

$$M(x_i) = \sum_{i=1}^n x_i \cdot p(x_i);$$

- quadratische Mittelwertabweichung

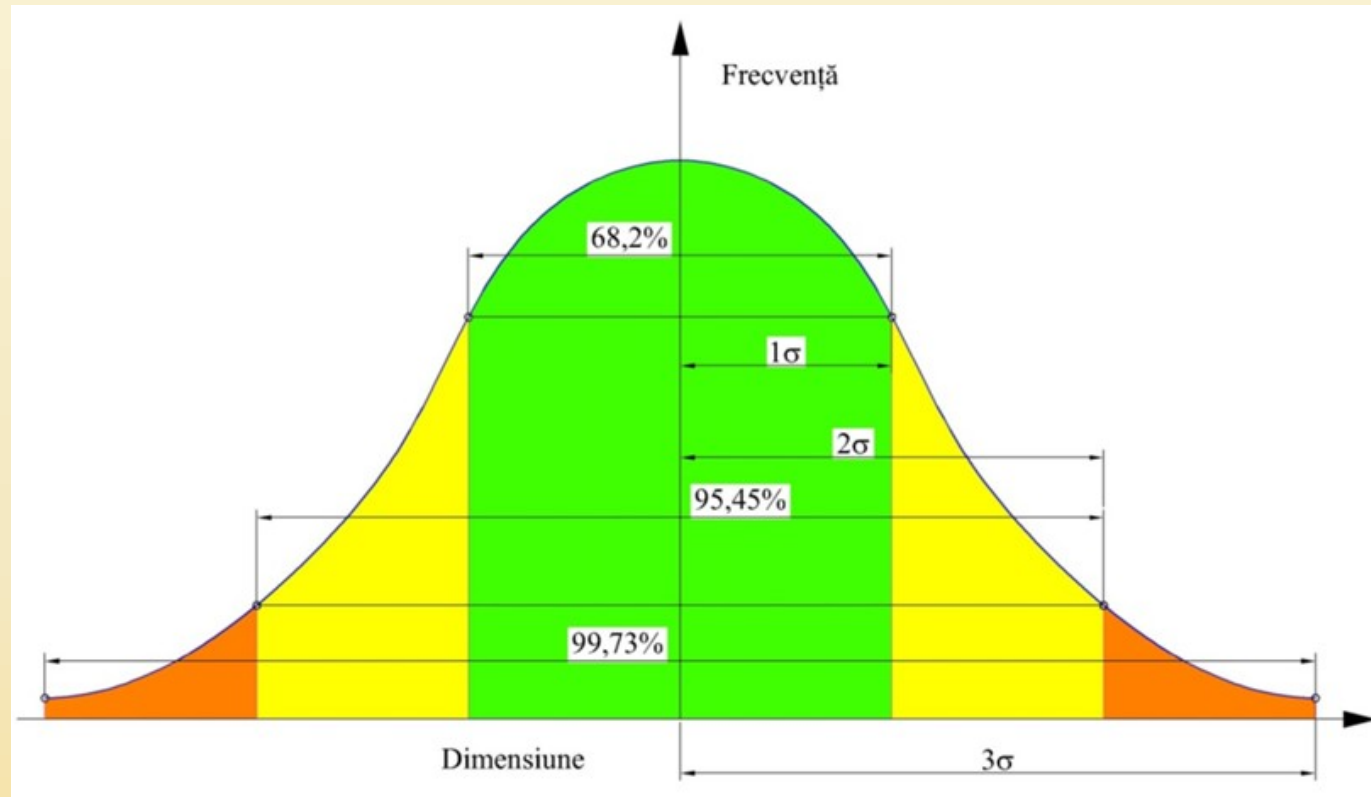
$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}}.$$





Gaußsches Verteilungsgesetz

$$f(x) = \frac{1}{\sigma \cdot \sqrt{2 \cdot \pi}} \cdot e^{\frac{-(x-\bar{x})^2}{2 \cdot \sigma^2}}$$



-6-



Die Unterstützung der Europäischen Kommission für die Erstellung dieser Veröffentlichung stellt keine Billigung des Inhalts dar, der ausschließlich die Ansichten der Autoren widerspiegelt, und die Kommission kann nicht für eine etwaige Verwendung der darin enthaltenen Informationen verantwortlich gemacht werden.



Co-funded by
the European Union



Interpretation der Gauß-Kurve

- Geometrisch gesehen ist σ der Abstand zwischen der Symmetrieachse der Kurve und dem Wendepunkt.
- Die von der Kurve und der Abszisse begrenzte Fläche stellt die Gesamtzahl der Abweichungen der Abmessungen dar und ist gleich 1:

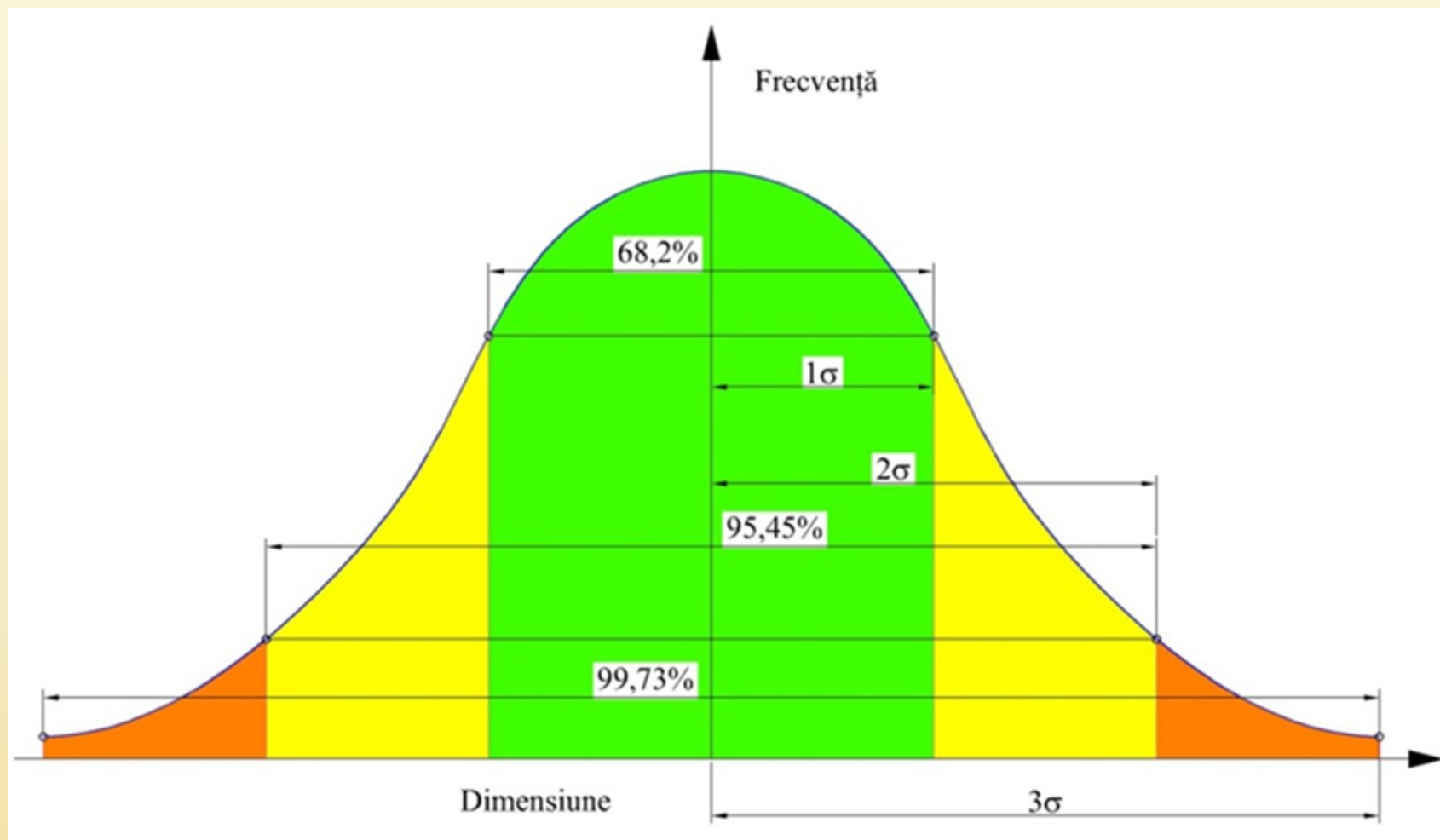
$$\left. \begin{array}{l} S(x) = \frac{1}{\sigma \cdot \sqrt{2 \cdot \pi}} \cdot \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-\frac{x^2}{2 \cdot \sigma^2}} dx = 1 \\ \frac{x}{\sigma} = z \end{array} \right\} \Rightarrow S(x) = \frac{1}{\sqrt{2 \cdot \pi}} \cdot \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-\frac{z^2}{2}} dz = 1.$$

-7-



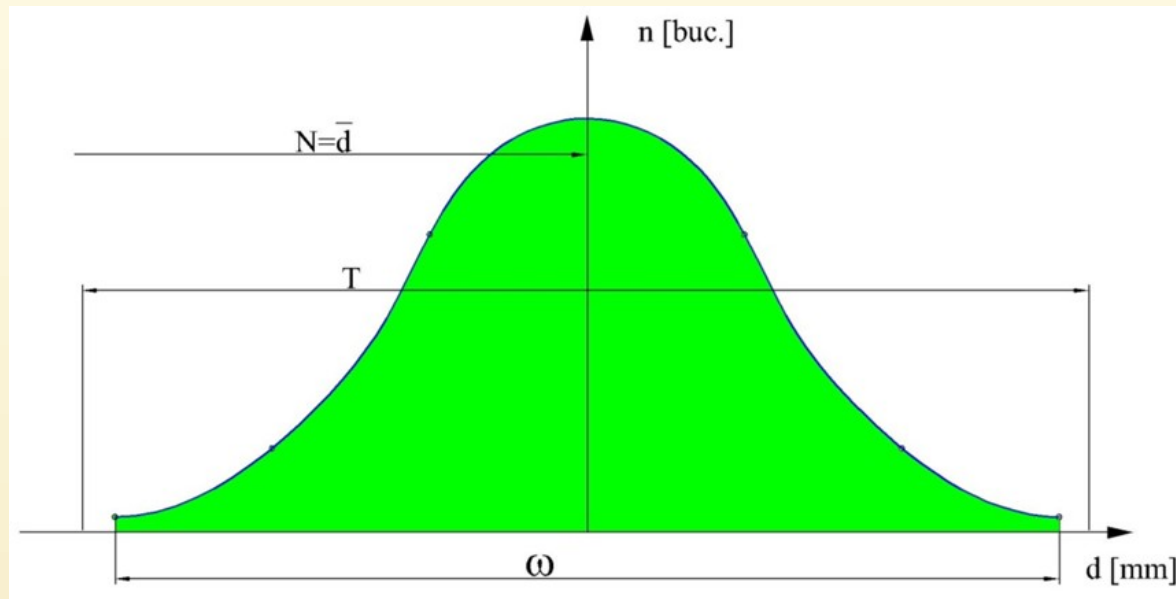


$$T \geq \omega = 6 \cdot \sigma$$

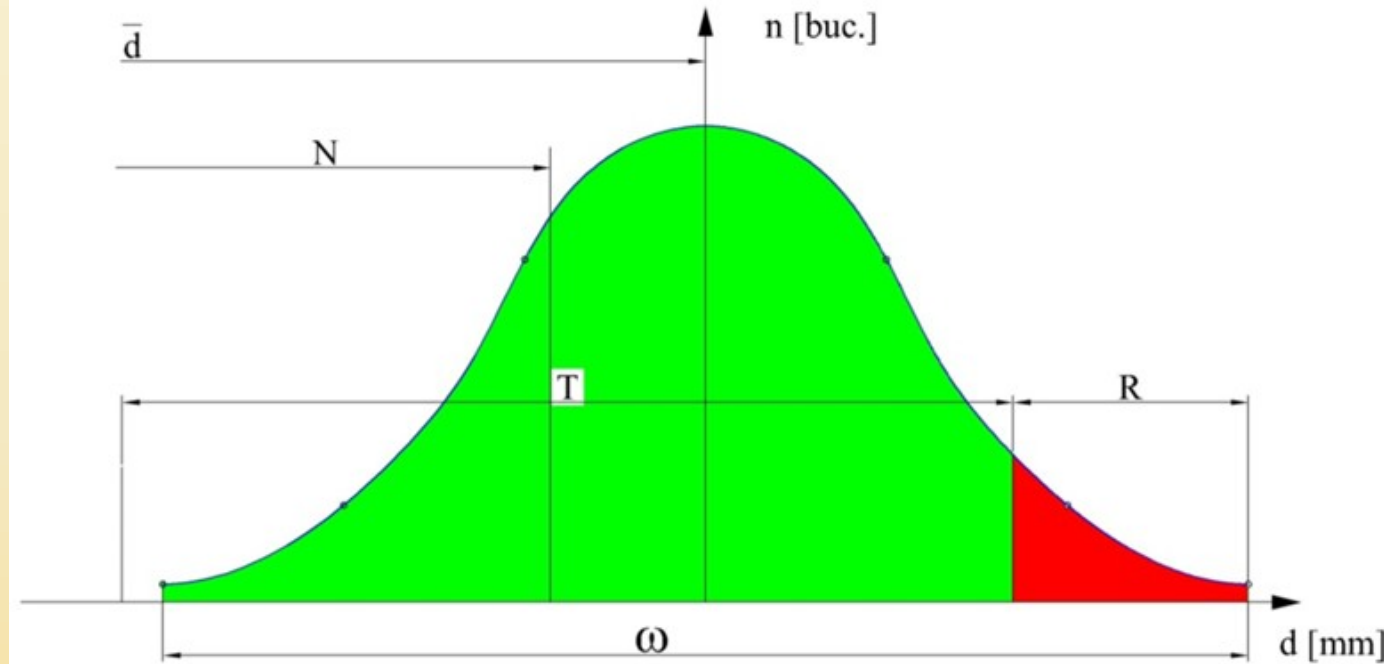




Die Bedingung $T \geq 6\sigma$ ist nicht ausreichend. Außerdem muss die Symmetrieachse der Fehlerverteilungskurve mit der Mitte des Toleranzfeldes übereinstimmen.



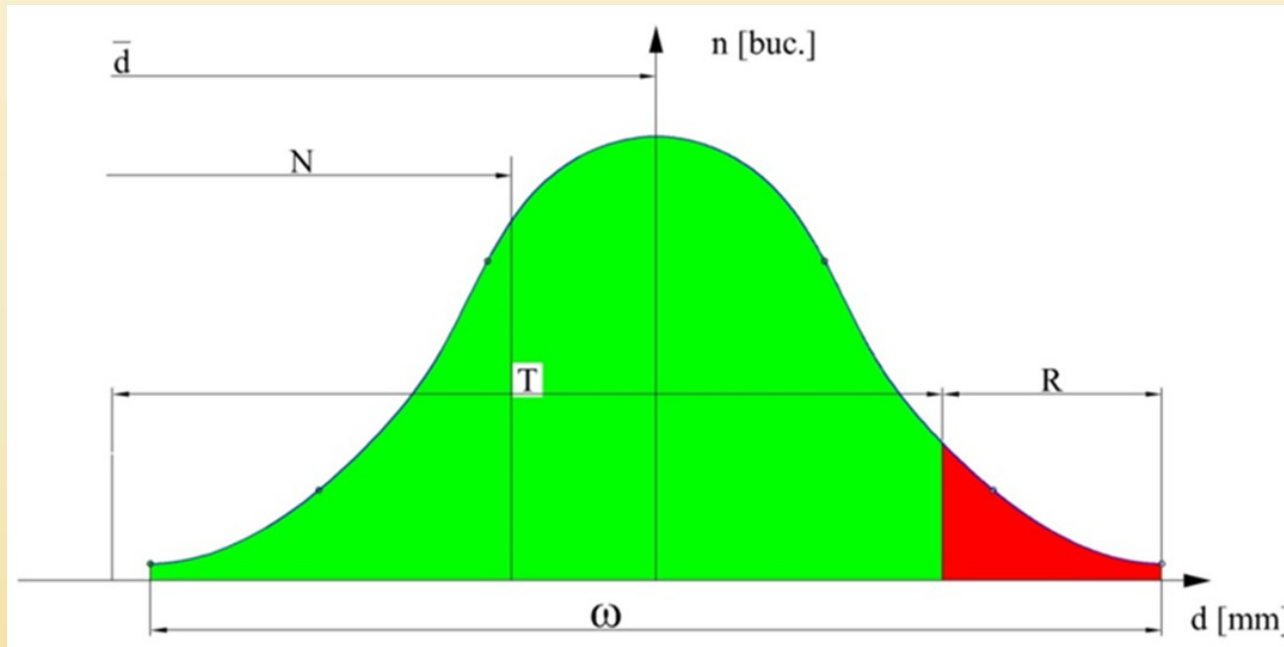
Wird die Symmetrieachse von der Mitte des Toleranzfeldes um einen Betrag verschoben, der als Anpassungsfehler bezeichnet wird, so ergibt sich ein Prozentsatz der zurückgewiesenen Teile, $R[\%]$.





$$R = \left(0,5 - \varphi \left(\frac{\frac{T}{2} - E}{\sigma} \right) \right) \cdot 100$$

$$T < 6 \cdot \sigma \Rightarrow R = (R_1 + R_2) \cdot 100 = \left(1 - \varphi \left(\frac{\frac{T}{2} - E}{\sigma} \right) + \varphi \left(\frac{\frac{T}{2} + E}{\sigma} \right) \right) \cdot 100$$



Um Fehler zu vermeiden, ist es notwendig, dass:

$$T \geq 6 \cdot \sigma$$

$$2 \cdot E \leq T - 6 \cdot \sigma$$



Die Werte der Funktion $\varphi(z)$



z	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
$\varphi(z)$	0,0389	0,0793	0,1179	0,1554	0,1915	0,2257	0,2580	0,2881	0,3159	0,3413
z	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
$\varphi(z)$	0,3643	0,3849	0,4032	0,4192	0,4332	0,4452	0,4554	0,4641	0,4713	0,4772
z	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0
$\varphi(z)$	0,4821	0,4861	0,4893	0,4918	0,4938	0,4953	0,4965	0,4974	0,4974	0,4986



-12-

[illegible]

Co-funded by
the European Union