

## Anleitung: Analyse der Messunsicherheit nach GUM-Standard

---

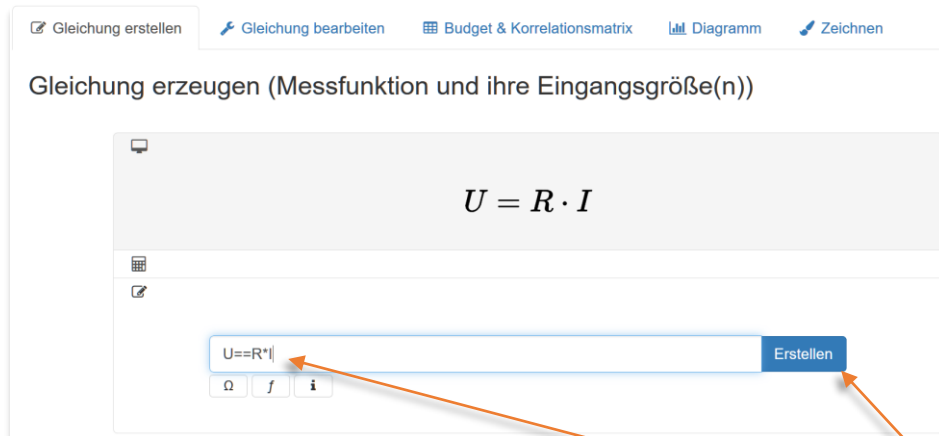
Die unter <http://physikkommunizieren.de/gum/losgehts.html> verfügbare Webapp ermöglicht die Unsicherheitsbetrachtung von Messwerten nach GUM-Richtlinien. Unsicherheitsbehaftete Größen können sowohl als Mehrfachmessung (Typ A), als auch als Einfachmessungen (Typ B) mit zugehörigen Wahrscheinlichkeitsdichtefunktionen eingegeben werden.

Die Applikation ermöglicht ebenfalls die Anzeige der Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion der Ergebnisgröße und lässt damit ein tiefergehende Diskussion (z.B. die Angemessenheit des Mittelwertes als Maß des Bestwertes) zu.

Diese Anleitung beschreibt die grundlegenden Schritte zur Analyse von Messwerten unter Einsatz der Webapp.

**Empfohlener Browser:** Empfohlen für bestmögliche Kompatibilität wird Mozilla Firefox (<https://www.mozilla.org/de-DE/firefox/new/>) als Browser empfohlen.

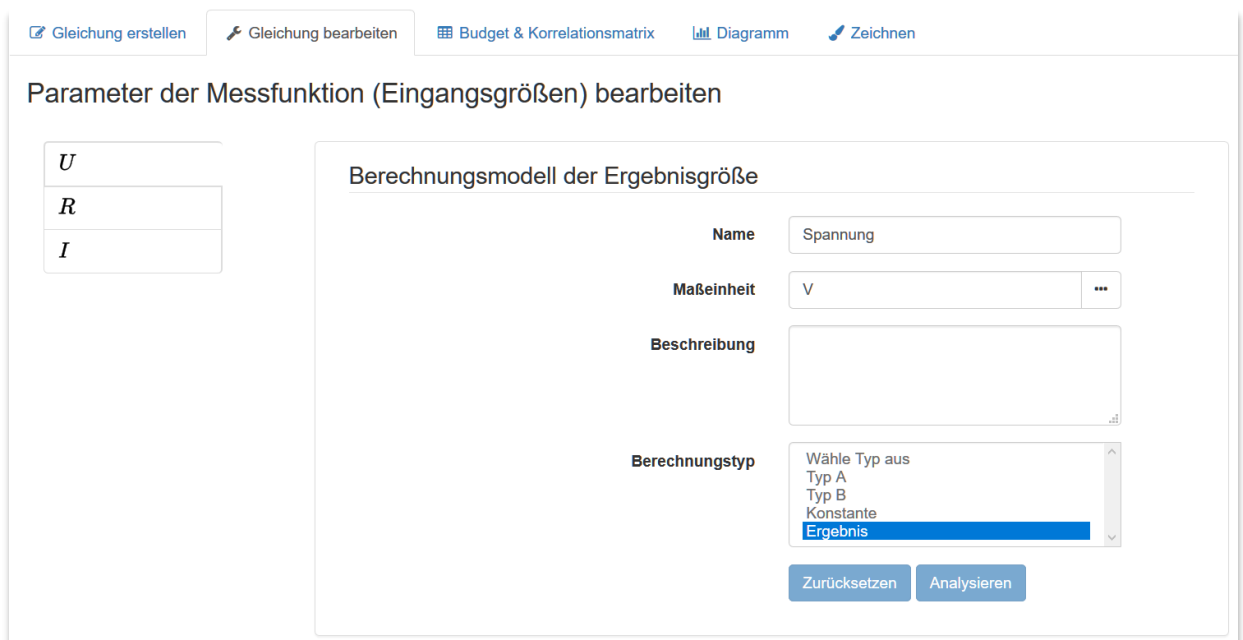
## 1. Der Reiter Gleichung erstellen



Hier wird die Formel der zu betrachtenden Größe eingegeben, z.B.  $U==R \cdot I$ . Mit Klick auf **Erstellen** wird die Gleichung gespeichert.

(Hinweis: Um ein „=“ einzufügen muss auf Grund der genutzten Bibliotheken „==“ eingegeben werden)

## 2. Der Reiter Gleichung bearbeiten

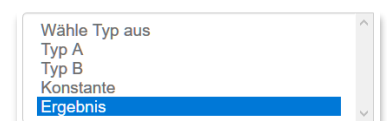


Hier können die einzelnen Größen benannt (Name und Maßeinheit) und definiert werden.

Die Größen können als

- „Ergebnis“ für die Ergebnisgröße,
- „Typ A“ oder „Typ B“ für unsicherheitsbehaftete Größen sowie
- „Konstante“ für Werte ohne zu betrachtende Unsicherheit

definiert werden.



## 2.1 Bei unsicherheitsbehafteter Größe Typ B

[Gleichung erstellen](#) [Gleichung bearbeiten](#) [Budget & Korrelationsmatrix](#) [Diagramm](#) [Zeichnen](#)

### Parameter der Messfunktion (Eingangsgrößen) bearbeiten

$U$
$R$
$I$

#### Berechnungsmodell der Eingangsgröße

**Name**

**Maßeinheit**  ...

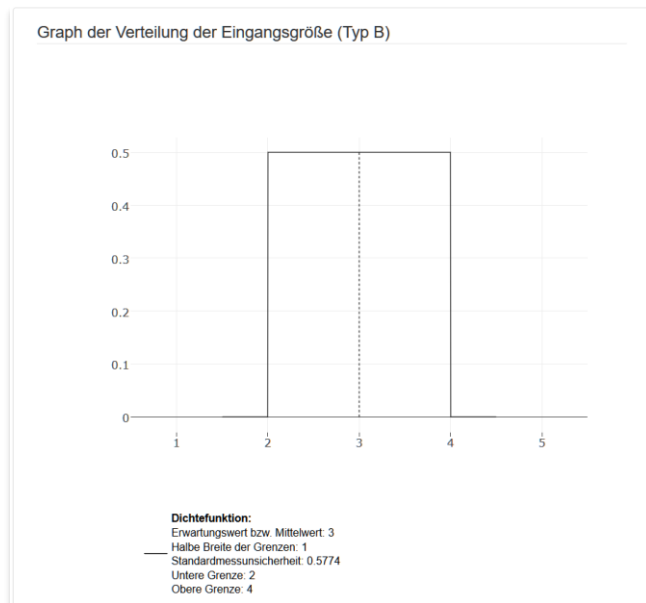
**Beschreibung**

**Berechnungstyp**   
Typ A  
**Typ B**  
Konstante  
Ergebnis

**Wahrscheinlichkeitsverteilung**   
Gaussverteilung ( $\mu, \sigma$ )  
Dreiecksverteilung ( $\mu, a$ )  
Dreiecksverteilung ( $\mu, u(\mu)$ )  
Dreiecksverteilung ( $a-, a+$ )  
Rechteckverteilung ( $\mu, a$ )  
Rechteckverteilung ( $\mu, u(\mu)$ )  
Rechteckverteilung ( $a-, a+$ )  
Trapezverteilung


Bei der Auswahl von unsicherheitsbehafteten Messgrößen Typ B öffnet sich eine Liste möglicher WDFs, die ausgewählt werden können. Nach gewünschter Auswahl können die Parameter der WDF eingestellt werden.


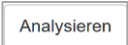
Durch Scrollen nach unten kann die eingestellte WDF betrachtet werden.

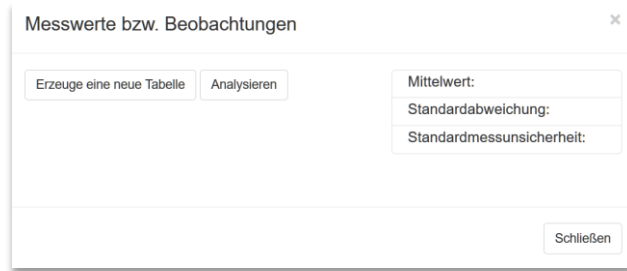


## 2.2 Bei unsicherheitsbehafteter Größe Typ A

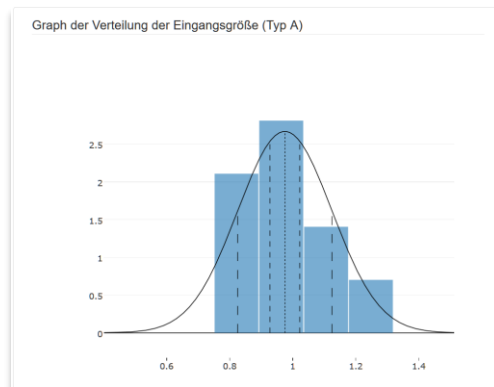
The screenshot shows a software interface for defining measurement parameters. At the top, there are navigation tabs: 'Gleichung erstellen', 'Gleichung bearbeiten', 'Budget & Korrelationsmatrix', 'Diagramm', and 'Zeichnen'. Below these is the title 'Parameter der Messfunktion (Eingangsgrößen) bearbeiten'. On the left, there are three input fields labeled  $U$ ,  $R$ , and  $I$ . The main area is titled 'Berechnungsmodell der Eingangsgröße' and contains several fields: 'Name' (Name der Größe), 'Maßeinheit' (Einheit der Größe), 'Beschreibung', 'Berechnungstyp' (with a dropdown menu showing 'Typ A' selected), and 'Messwerte eingeben' (with a text input field containing '20'). At the bottom of this section are two buttons: 'Zurücksetzen' and 'Analysieren'.

Bei unsicherheitsbehafteten Größen „Typ A“ können die Messwerte einer Mehrfachmessung eingetragen werden. Nachdem **die Anzahl der gemessenen Werten** eingestellt wurde kann mit Klick auf  eine leere Tabelle erzeugt werden.

Durch Klick auf  wird eine leere Tabelle mit der eingestellten Menge an Messwerten geöffnet. Nach Eingabe der Werte wird sie durch Klick auf  eingespeist.



Zurück im normalen Interface kann auch hier eine grafische Ansicht der Messgröße durch scrollen nach unten angezeigt werden.



### 3. Der Reiter [Budget & Korrelationsmatrix](#)

Dieser Reiter beinhaltet die Ansicht der berechneten resultierenden Unsicherheiten.

Gleichung erstellen Gleichung bearbeiten **Budget & Korrelationsmatrix** Diagramm Zeichnen

#### Messunsicherheits-Budget und Korrelationsmatrix

Eingangsgröße(n)

Tabelle: Messunsicherheits-Budget der Eingangsgröße(n)

Größe	Wert	Standard-Messunsicherheit	Verteilung	Freiheitsgrad	Partielle Ableitung (nach Größe)	Empfindlichkeits-Koeffizient	Unsicherheits-Beitrag	Varianzanteil (in %)
$R$								
$I$								

Tabelle: Korrelationskoeffizienten, Korrelationen zwischen den Eingangsgrößen

$r(X_i, X_j)$	$R$	$I$
$R$	1	0
$I$	0	1

Messunsicherheitsanalyse und Korrelationen

- Test auf Linearität des Modells
- Typ A Korrelationsanalyse
- Messunsicherheitsanalyse nach GUM
- Messunsicherheitsanalyse nach MCM

3.1 Ein Klick auf [Messunsicherheitsanalyse nach GUM](#) führt die Unsicherheitsbetrachtung durch und zeigt die entsprechenden Ergebnisse im Reiter an.

[Gleichung erstellen](#)
[Gleichung bearbeiten](#)
[Budget & Korrelationsmatrix](#)
[Diagramm](#)
[Zeichnen](#)

### Messunsicherheits-Budget und Korrelationsmatrix

#### Eingangsgröße(n)

Tabelle: Messunsicherheits-Budget der Eingangsgröße(n)

Größe	Wert	Standard-Messunsicherheit	Verteilung	Freiheitsgrad	Partielle Ableitung (nach Größe)	Empfindlichkeits-Koeffizient	Unsicherheits-Beitrag	Varianzanteil (in %)
<i>I</i>	0.975	0.0473	Gaussverteilung	9	<i>R</i>	10	0.473	41.385
<i>R</i>	10	0.5774	Rechteckverteilung_mu_a	Infinity	<i>I</i>	0.975	0.5629	58.615

Tabelle: Korrelationskoeffizienten, Korrelationen zwischen den Eingangsgrößen

$r(X_i, X_j)$	<i>R</i>	<i>I</i>
<i>R</i>	1	0
<i>I</i>	0	1

#### Messunsicherheitsanalyse und Korrelationen

- Test auf Linearität des Modells
- Typ A Korrelationsanalyse
- Messunsicherheitsanalyse nach GUM
- Messunsicherheitsanalyse nach MCM

#### Ergebnisgröße

Tabelle: Messunsicherheits-Budget der Ergebnisgröße

Größe	Wert	kombinierte Standard-Messunsicherheit	(Überdeckungs-) Verteilung	Formfaktor	Effektiver Freiheitsgrad	Überdeckungs-Wahrscheinlichkeit (in %)	Erweiterungs-Faktor	Erweiterte Messunsicherheit
<i>U</i>	9.75	0.7353	t-Verteilung		53	95,45	2.0487	1.5063

3.2 Ein Klick auf **Messunsicherheitsanalyse nach MCM** erstellt die WDF der Ergebnisgröße und zeigt diese an. Diese wird mit Hilfe einer Monte-Carlo Simulation berechnet.

### Diagramm der Ergebnisgröße

Graph der Verteilung der Ergebnisgröße

