

VERSUCHSBERICHT ZU

S1 – WAS IST EXPERIMENTIEREN?

Gruppe 10 Mi

Alex Oster (E-Mail: a\_oste16@uni-muenster.de)  
Jonathan Sigrist (E-Mail: j\_sigr01@uni-muenster.de )

durchgeführt am 18.10.2017  
betreut von  
Dr. Anke SCHMIDT

13. November 2017

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Durchführung</b>	<b>3</b>
2.1	Versuch 1: Leerlaufspannung . . . . .	3
2.1.1	Vorwissen und Aufstellen einer Hypothese . . . . .	3
2.1.2	Messwerte, Ungenauigkeitsbetrachtung und Ergebnis .	4
2.1.3	Schlussfolgerung . . . . .	5
2.2	Versuch 2: Längenmessung . . . . .	5
2.2.1	Schätzung . . . . .	5
2.2.2	Messung . . . . .	6
2.2.3	Schlussfolgerung . . . . .	6
2.3	Versuch 3: Schiefe Ebene . . . . .	6
2.3.1	Hypothese . . . . .	7
2.3.2	Messung, Beobachtung und Messwerte . . . . .	7
2.3.3	Schlussfolgerung . . . . .	8
<b>3</b>	<b>Beantwortung der Fragen</b>	<b>9</b>

# 1 Einleitung

In diesem Bericht, zur ersten experimentellen Übung, beschäftigen wir uns mit der Frage, was genau man unter dem Begriff „Experimentieren“ verstehen sollte. Dazu betrachten wir zunächst folgende Fragen:

1. Was ist mit „Messgröße“ gemeint?
2. Warum führt man Experimente in der Naturwissenschaft durch? und
3. Weshalb kann der „wahre Wert“ einer Messgröße niemals bestimmt werden?

Zur Beantwortung dieser Fragen, wenden wir uns nun drei einfachen Versuchen zu, welche die Bedeutung von Messungenauigkeiten durch unterschiedliche Messverfahren verdeutlichen sollen.

In dem ersten Versuch haben wir die Leerlaufspannung einer 9V-Batterie gemessen, in dem zweiten Versuch die Länge eines „STABILO point 88“ Stiftes und in dem dritten Versuch dann die Zeit, die Kugeln verschiedener Masse zum Herunterrollen einer schiefen Ebene benötigen.

Die Auswertungen dieser Versuche werden wir abschließend verwenden, um die oben gestellten Fragen zu beantworten und um damit den Begriff „Experimentieren“ zu erklären.

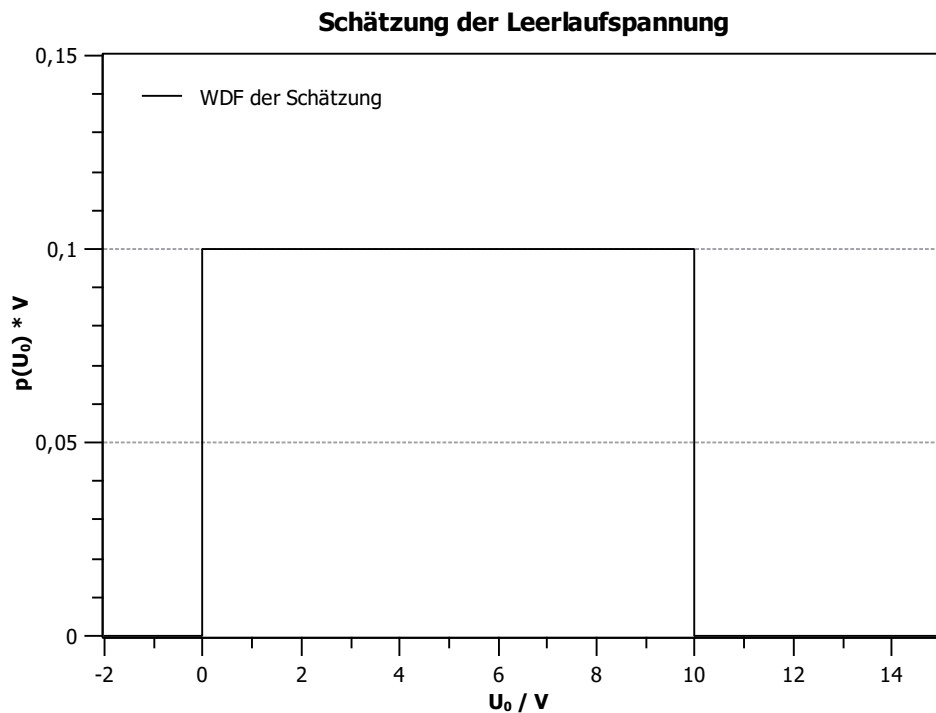


Abbildung 1: Schätzung der Leerlaufspannung.

## 2 Durchführung

### 2.1 Versuch 1: Leerlaufspannung

In diesem Versuch geht es um die Messung der Leerlaufspannung einer 9 V-Batterie mit Hilfe eines digitalen Multimeters.

Wir fragen uns zunächst, welche Werte für die Leerlaufspannung  $U_0$  realistisch wirken und stellen eine Hypothese bzw. einen Erwartungsbereich auf.

#### 2.1.1 Vorwissen und Aufstellen einer Hypothese

Da es sich um eine 9 V-Batterie handelt und keine negativen Werte für  $U_0$  vorliegen können, schließen wir darauf, dass der Wert für die Leerlaufspannung sich mindestens im Bereich von 0 V bis 9 V befinden sollte.

Das, am Boden der Batterie, gegebene Mindesthaltbarkeitsdatum („2020“) wurde noch nicht überschritten, weswegen bis dahin die 9 V garantiert sein sollten. Also folgern wir, dass die Batterie, im unbenutzten Falle, auch mehr als 9 V Leerlaufspannung besitzen könnte.

Deswegen haben wir unseren Erwartungsbereich von 0 V bis 9 V auf 0 V bis 10 V erweitert, wie in Abb. 1 zu sehen ist.

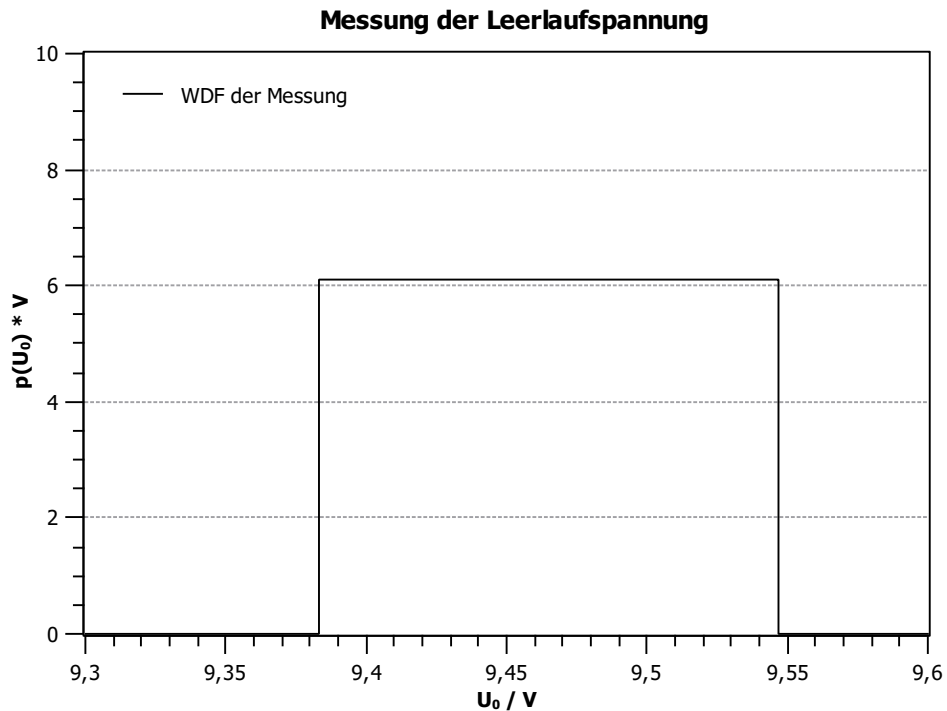


Abbildung 2: Messung der Leerlaufspannung.

### 2.1.2 Messwerte, Ungenauigkeitsbetrachtung und Ergebnis

Zur Durchführung der Messung haben wir das Multimeter erst auf den zu erwartenden Messbereich von ungefähr 10 V kalibriert und dann mit einfachen Kabeln an die 9 V-Batterie angeschlossen.

Die, von dem Gerät, gemessenen Werte schwankten zwischen 9,46 V und 9,47 V, der Idealwert ist somit 9,465 V. Da das Messgerät jedoch rundet, betrachten wir eigentlich Werte im Bereich von 9,455 V bis 9,475 V. Mit  $u_1 = \frac{a}{2\sqrt{3}}$  und  $a = 0,02$  (Abstand der Intervall Grenzen) ergibt sich eine Unsicherheit von  $u_1 = 0,0058$  V. Zudem besitzt das Messgerät eine Ungenauigkeit von 0,5% des angegebenen Wertes, also einer weiteren Unsicherheit von  $u_2 = 0,047$  V.

Aus den beiden Unsicherheiten  $u_1 = 0,0058$  V und  $u_2 = 0,047$  V berechnet sich die kombinierte Unsicherheit  $u$  mit

$$u = \sqrt{(u_1)^2 + (u_2)^2} = \sqrt{(0,0058 \text{ V})^2 + (0,047 \text{ V})^2} = 0,0474 \text{ V}$$

weswegen der eigentliche Wert, wie Abb. 2 dargestellt, bei 9,4650(474) V liegt.

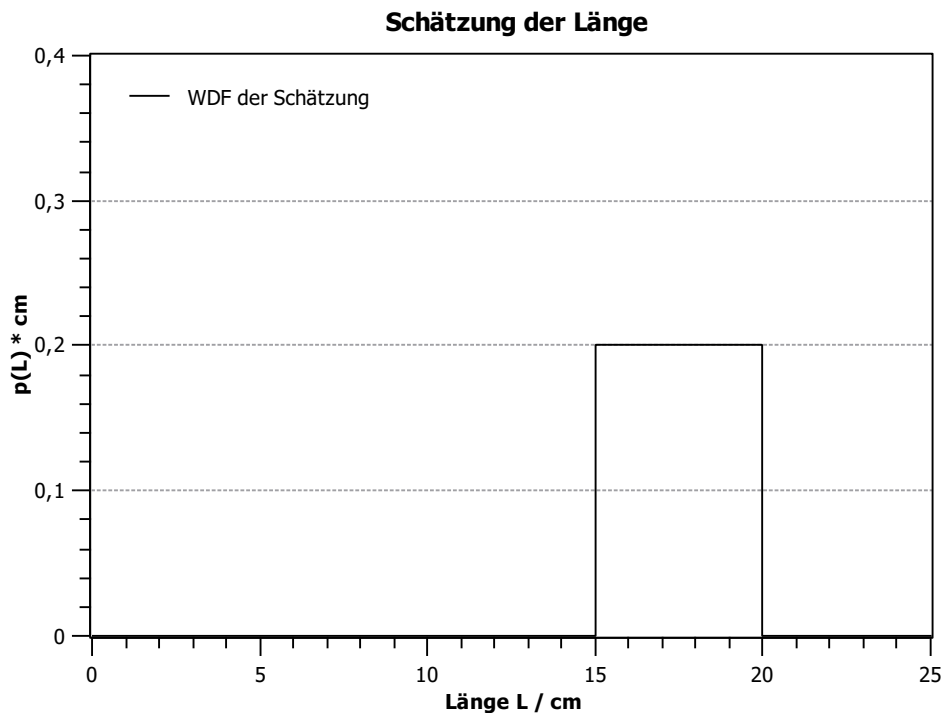


Abbildung 3: Schätzung der Stiftlänge.

### 2.1.3 Schlussfolgerung

Wie erwartet, liegt der gemessene Wert zwischen 0 V und 10 V. Darüber hinaus sogar zwischen 9 V und 10 V. Wir können also davon ausgehen, dass die Batterie weitgehend unbenutzt ist und somit für weitere Reihen an Experimenten einen Nutzen finden kann.

## 2.2 Versuch 2: Längenmessung

Der zweite Versuch beschäftigt sich mit der Messung der Länge eines Stiftes. Und auch hier fragen wir uns zuerst, welche Werte für die Länge des Stiftes in Frage kommen.

### 2.2.1 Schätzung

Die Stiftlänge haben wir über die Spannbreite von Daumen und Zeigefinger in ein Intervall von 15 cm bis 20 cm abgeschätzt. Dies haben wir in Abb. 3 dargestellt.

### Messung der Länge

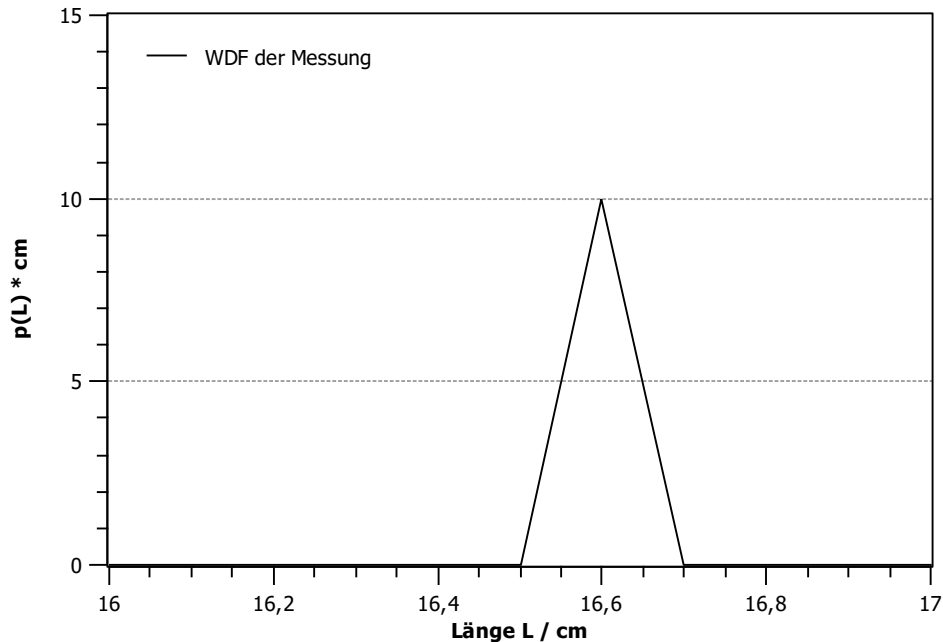


Abbildung 4: Messung der Stiftlänge.

#### 2.2.2 Messung

Mit Hilfe eines handelsüblichen Maßbandes haben wir die Messung der Stiftlänge durchgeführt. Sie ergab eine Länge von ca. 16.6 cm von beiden Seiten. Dieser Messung teilten wir einen Toleranzbereich von maximal 0.1 cm zu (vgl. Abb. 4), da für die Unsicherheit des Maßbandes kein realistischer Wert<sup>1</sup> gegeben war.

#### 2.2.3 Schlussfolgerung

Mit der Standardunsicherheit für Dreiecksverteilungen, ergibt sich

$$u = \frac{a}{2\sqrt{6}} = \frac{0.2 \text{ cm}}{2\sqrt{6}} = 0.041 \text{ cm}$$

ein Wert von 16.600(41) cm für die Länge des Stiftes. Dieser Wert liegt in unserem geschätzten Bereich und bestätigt somit unsere Annahme.

### 2.3 Versuch 3: Schiefe Ebene

In dem dritten Versuch messen wir die Zeit, die zwei Kugeln aus verschiedenem Material für das Herunterrollen einer schiefen Ebene benötigen, um

---

<sup>1</sup>eine Ungenauigkeit von 6 cm auf 2 m war gegeben

	$\bar{t}$	$\sigma$	$u$
Metallkugel	1.709	0.1512	0.039
Holzkugel	1.813	0.1035	0.0267

Tabelle 1: Mittelwert, Standardabweichung und Standardunsicherheit nach 15 Messungen.

die Frage zu beantworten, welche der Kugeln schneller rollt und warum die andere Kugel langsamer rollt.

### 2.3.1 Hypothese

Wir vermuten, dass bei der Verwendung von einer Metall- und einer Holzkugel, die Metallkugel schneller die schiefe Ebene herunter rollt als die Kugel aus Holz, da die Holzkugel eine größere Rollreibung besitzt und leichter ist als die Metallkugel.

### 2.3.2 Messung, Beobachtung und Messwerte

Um die Hypothese zu verifizieren bzw. falsifizieren, haben wir eine Holz- und eine Metallkugel, mit gleichem Radius, mehrfach eine schiefe Ebene herunter rollen lassen und dabei die Zeit gemessen, die sie dafür gebraucht haben.

Dabei haben wir kleine Ungenauigkeiten, welche u.A. durch den Luftwiderstand und Reibung aufgerufen werden, nicht genauer betrachtet.

Diese Messung haben wir 15 mal pro Kugel durchgeführt, sodass der Mittelwert über alle Messungen sich mit jeder neuen Messung nicht merklich geändert hat: 1.713 s für die Metallkugel und 1.791 s für die Holzkugel. Der Mittelwert  $\mu$  berechnet sich wie folgt:

$$\sum_{i=1}^n \frac{t_i}{n} = \bar{t}, \text{ wobei } t_i \text{ die Zeit für die } i\text{-te Messung ist}$$

Die Werte für Standardabweichungen und Mittelwerte nach 15 Messungen sind in Tab. 1 dargestellt, wobei sich Standardabweichung und -Unsicherheit wie folgt berechnen:

$$\sigma = u(t_i) = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (t_i - \bar{t})^2}$$

für den Mittelwert:

$$u(\bar{t}) = \frac{u(t_i)}{\sqrt{n}}$$

Trotz 15 Messungen hat sich der Mittelwert für die Holzkugel noch um ca. 0.02 s von dem vorherigen Mittelwert unterschieden. Das könnte an ungenauer Zeitmessung gelegen haben, weswegen weitere Messungen mit Sicherheit ein genaueres Ergebnis geliefert hätten.



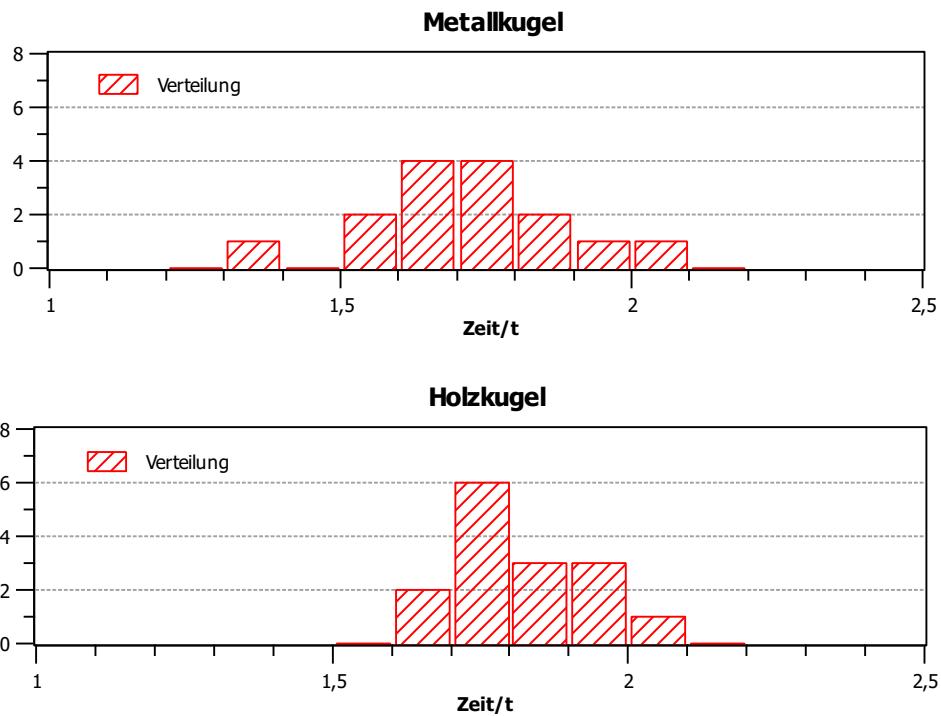


Abbildung 5: Verteilung der Messwerte.

Außerdem haben wir zudem noch das zeitgleiche Herunterrollen beider Kugeln betrachtet und festgestellt, dass wenn die Holzkugel vorne ist, immer beide Kugeln gleichzeitig unten angekommen sind. War jedoch die Metallkugel vorne, so kam sie vor der Holzkugel unten an.

### 2.3.3 Schlussfolgerung

Der direkte Vergleich der Messwerte und die Beobachtung für zwei zeitgleich rollende Kugeln deuten darauf hin, dass die Hypothese, dass die Metallkugel schneller rollt, stimmt.

Da wir die Reibungseffekte nicht mit in die Messung einbringen konnten, erhalten wir, wenn wir diese ganz vernachlässigen, das Ergebnis, dass die Masse für die Geschwindigkeit verantwortlich ist, also schwerere Kugeln schneller rollen als Leichtere. Sind die Reibungseffekte minimal, gilt dasselbe und wir können somit das Verhältnis von Masse und Geschwindigkeit bestätigen.

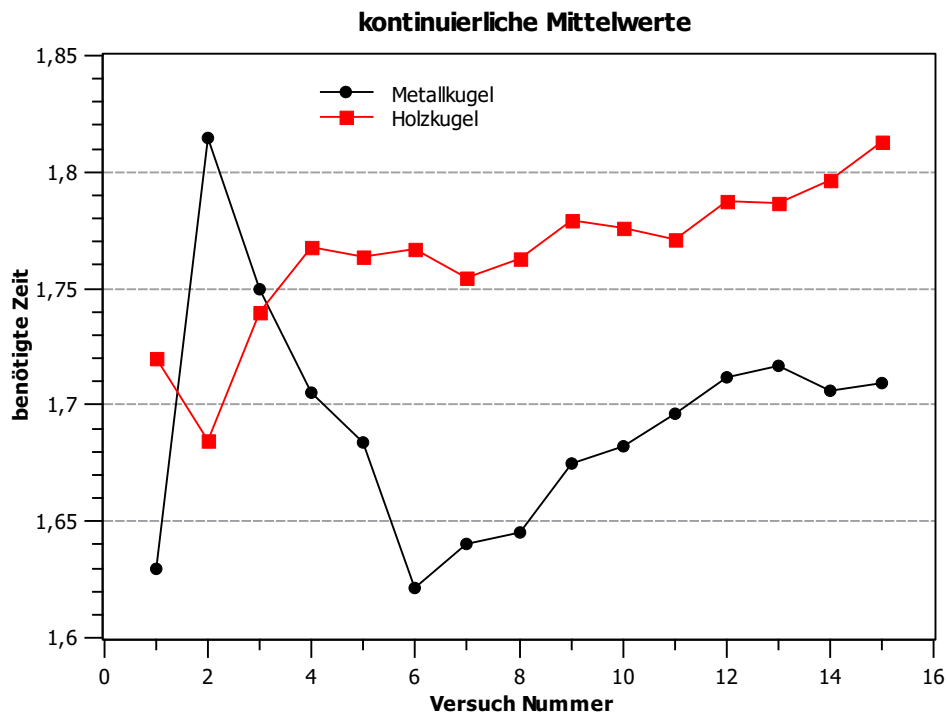


Abbildung 6: Entwicklung der Mittelwerte.

### 3 Beantwortung der Fragen

Betrachten wir nun die Fragen aus **1 Einleitung**:

1. Was ist mit „Messgröße“ gemeint?

Eine Messgröße ist eine zu messende Größe bzw. das, was gemessen wird. Also ein Wert, der nicht genau bekannt ist und deshalb durch Messungen bestimmt werden soll. In 2.1 war es die Leerlaufspannung  $U_0$ , in 2.2 war es die Länge des Stiftes und in 2.3 die Zeit, welche die Kugeln zum Herunterrollen benötigten. Messgrößen bieten uns die Möglichkeit, verschiedene Werte im selben Maß zu betrachten, um damit einzuordnen welche Werte größer, kleiner oder realistischer sind, wenn man sie mit dem Erwartungswert vergleicht.

2. Warum führt man Experimente in der Naturwissenschaft durch?

Das Ziel von Naturwissenschaften war es schon immer die Vorgänge der Natur zu erklären und Fragen zu beantworten. Oft wurden und werden Experimente genutzt um Theorien und Hypothesen zu überprüfen. In unserem Falle, waren es Vermutungen, die wir durch kleine Versuche verifiziert haben. Viele Sachverhalte werden jedoch erst durch in Ex-

perimenten gemachten Beobachtungen erkannt. Experimente tragen also auch aktiv an der Entdeckung von neuen Gesetzmäßigkeiten bei.

3. *Weshalb kann der „wahre Wert“ einer Messgröße niemals bestimmt werden?*

Nein, der wahre Wert einer Messgröße kann nicht bestimmt werden. Unsere Versuche zeigen bereits, dass für die verschiedenen Messgrößen nur Erwartungswerte gefunden werden können, welche meistens ein „breites Intervall“ aufgrund von Ungenauigkeiten beschreiben. Auch Seiteneffekte wie z. B. Reibung müssen für einen möglichst genauen Wert betrachtet werden, was das Finden eines „wahren Werts“ durch Experimente zusätzlich erschwert. Letztendlich kann ein Wert selbst bei sehr vielen Messungen aufgrund statistischer und systematischer Unsicherheiten nie auf einen „wahren Wert“ reduziert werden.

Also was genau sollte man unter dem Begriff „Experimentieren“ verstehen? „Experimentieren“ ist, wenn man unter kontrollierten Umgebungen eine Hypothese durch Messungen auf ihre Richtigkeit überprüft. Hierbei ist das Ziel jedoch nicht die Bestimmung eines „wahren Werts“ sondern der eines Erwartungswerts, da ein solcher sich in der Regel bestimmen lässt. Die Hypothese kann zum Beispiel vorherige Beobachtungen in einen größeren Zusammenhang stellen oder neue Gesetzmäßigkeiten voraussagen, die nun durch das Experiment belegt werden sollen.