

# Modellbildungsprozess am Beispiel von Widerstandsmessungen (NF)

## 1 Ziel des Versuches

In dem Versuch sollen einerseits technische Fähigkeiten erlernt werden. Sie sollen z.B. in der Lage sein, den Farbcode von Widerständen zu lesen, Spannung und Strom in einem Stromkreis mithilfe eines Multimeters zu messen. Sie sollten erlernen wie man anhand einer Schaltkizze eine Schaltung auf einer Steckplatine aufbaut.

Andererseits sollen Fähigkeiten zur Modellbildung vermittelt werden. Sie sollen üben Modelle zu bilden und über die Annahmen der Modelle zu reflektieren. Sie werden lernen, das Modelle Grenzen haben und dass Annahmen von Modellen auch unabhängig von Ihrem eigentlichen Experiment getestet werden können. Sie werden diese möglicherweise mithilfe selbst entwickelte Experimente überprüfen. Sie werden Modelle überarbeiten, sodass dieses bessere Vorhersagen treffen.

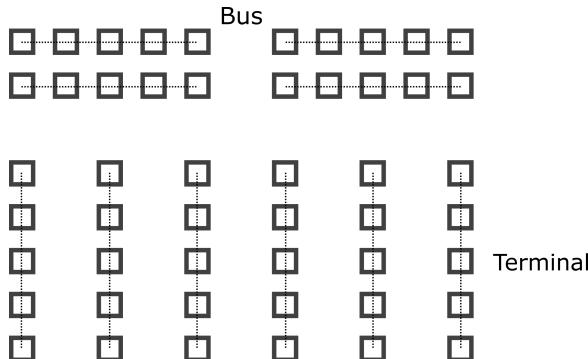
Eine genauere Beschreibung der Fähigkeiten, die Sie im diesem Versuch üben und erwerben sollen, sind in den Rubriken am Ende dieses Dokuments zu finden. Anhand dieser Rubriken werden Sie bewertet.

## 2 Hinweise zur Vorbereitung

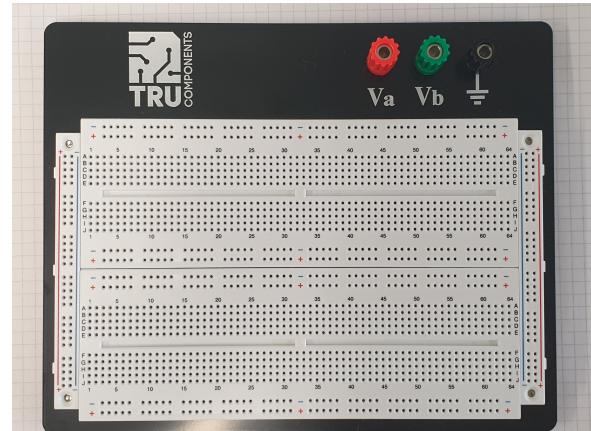
Als Vorbereitung sollen Sie sich die Kapitel 3 und 4 aneignen und die unten stehenden Übungen als Pre-LAB schriftlich bearbeiten. Laden Sie Ihre Lösungen in Moodle als .pdf hoch.

### 3 Breadboard

Wenn es darum geht schnell eine Schaltung aufzubauen sind Steckplatten (auch engl. Breadboards) ziemlich nützlich, da man auf diesen wie der Name es schon sagt die Kabel und Bauteile einfach aufstecken kann und nicht fest verlöten muss.



(a) Skizze eines Breadboards: Die gestrichelten Linien zeigen welche Pins miteinander verbunden sind also leitend sind



(b) Abbildung einer Steckplatine. Wie in der Skizze sind die verschiedenen Busse jeweils an den Rändern und mittig zu erkennen, sowie das Terminal

**Abbildung 1:** Abbildung schematisch sowie ein echtes Bild

In Abb. 1b ist ein Breadboard aus unserem Labor abgebildet. Auf der linken Seite Abb. 1a ist eine schematische Abbildung einer Steckplatine. Die gestrichelten Linien stellen dabei dar welche der Pins leitend verbunden sind.

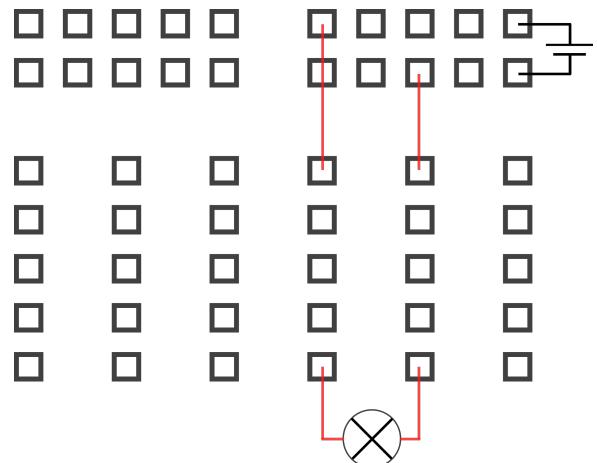
Im Folgenden ein Beispiel. Wir wollen eine Glühlampe an eine Spannungsquelle anschließen. Als erstes muss die Spannungsquelle, in diesem Fall die Batterie, an den Bus angeschlossen werden. Die oberere Reihe ist somit mit dem Plus-Pol der Batterie und die untere Reihe damit am Minus-Pol der Batterie.

An das Terminal schließen wir nun die Lampen an. Wichtig ist, dass die Pins der Lampe auf zwei verschiedenen Schienen verteilt werden.

Jetzt muss die Lampe nur noch mithilfe von zwei Verbindungen an den Bus angeschlossen werden.



(a) Schaltskizze einer Glühbirne an einer Batterie



(b) Ein Steckbrett mit einer Glühbirne und einer Batterie

**Abbildung 2:** Eine Schaltskizze einer Glühbirne mit Batterie und die dazugehörige Schaltung auf einem Breadboard

## 4 Widerstände ablesen anhand vom Farbcode

Für Widerstände ist es üblich, dass der Wert des Widerstandes mithilfe eines Farbcodes auf dem Widerstand selbst aufgetragen ist. Die Farben sind manchmal ungünstig, da sie gerade für Farbenblinde zum Teil schwer zu erkennen sind. In dem Pre-Lab schreiben wir die Farben immer hin. Im Labor fragen Sie Ihren Partner oder Betreuer.



**Abbildung 3: Ein Widerstand mit  $(1 \pm 0.1\%)k\Omega$**   
Farbkodierung: Braun, Schwarz, Schwarz, Braun, Violett

Wie auf dem Bild 3 zu sehen sind 5 Ringe auf dem Widerstand aufgemalt. Wichtig ist hier die

Farbe sowie die Position des Rings

- Der erste Ring gibt die erste signifikante Stelle an
- Der zweite Ring gibt die zweite signifikante Stelle an
- Der dritte Ring gibt die dritte signifikante Stelle an
- Der Vierte Ring gibt den Multiplikator an und damit mit welcher 10er-Potenz die ersten Ziffern multipliziert werden
- Der fünfte Ring gibt die Toleranz an. Also mit welcher Unsicherheit ist der Wert des Widerstandes behaftet.

Was die Farben jeweils bedeuten ist in Abb. 4 zu erkennen. Manchmal haben Widerstände nur 4 Ringe. Dann hat der Widerstandswert nur 2 signifikante Stellen. Der 3. Wert wird dann zum Multiplikator. Der 4. Wert ist dann die Toleranz.

Nicht immer ist die Leserichtung gut zu erkennen. Der Widerstand in Abb. 3 könnte auch um  $180^\circ$  gedreht sein, dann ergäbe der Farbcde einen Widerstand von  $R = (71 \pm 1\%) \Omega$ . Schaut man genauer hin, dann ist meistens der rechte Ring für die Toleranz breiter oder in einem größeren Abstand zu den übrigen Ringen. Manchmal auch ergibt es in falscher Leserichtung auch keinen Sinn, da nicht jeder Farbe eine Toleranz zugeordnet ist. Im Zweifelsfall finden Sie im Labor meistens ein Multimeter, diese haben häufig auch eine Funktion um Widerstände zu messen. Am Beispiel von Abb. 3 lesen wir jetzt den Widerstand ab. Wir sehen, dass der Widerstand 5 Ringe hat, also 3 Signifikante Stellen. Also ist der Widerstand

$$R = (??? \cdot 10^7 \pm ?\%) \Omega$$

Der 1. Ring ist **Braun**. Der Blick in die Tabelle 4 liefert, dass zu dieser Farbe der Zahlenwert 1 gehört. Also ist der Widerstand

$$R = (1?? \cdot 10^7 \pm ?\%) \Omega$$

Der 2. Ring ist **Schwarz**. Diese Farbe entspricht der Zahl 0. Also

$$R = (10? \cdot 10^7 \pm ?\%) \Omega$$

Das Gleiche führt man für die 3. Ziffer fort. Damit haben wir alle die signifikanten Stellen mit

$$R = (100 \cdot 10^7 \pm ?\%) \Omega$$

Der 4. Ring ist **Braun**. Zu dieser Farbe korrespondiert der Multiplikator  $10^1$ . Diesen setzen wir in den Widerstand ein  $R = (100 \cdot 10^1 \pm ?\%) \Omega$ .

Als Nächstes bestimmen wir die Toleranz mithilfe des letzten Rings. Dieser ist **Violett**. Also ist die Toleranz  $\pm 0,1\%$ .

Der ermittelte Widerstand mit Toleranz ist also  $R = (100 \cdot 10^1 \pm 0,1\%) \Omega$ . Jetzt nur noch ausrechnen

$$R = (1,00 \pm 1\%) \text{k}\Omega = (1,000 \pm 0,001) \text{k}\Omega$$

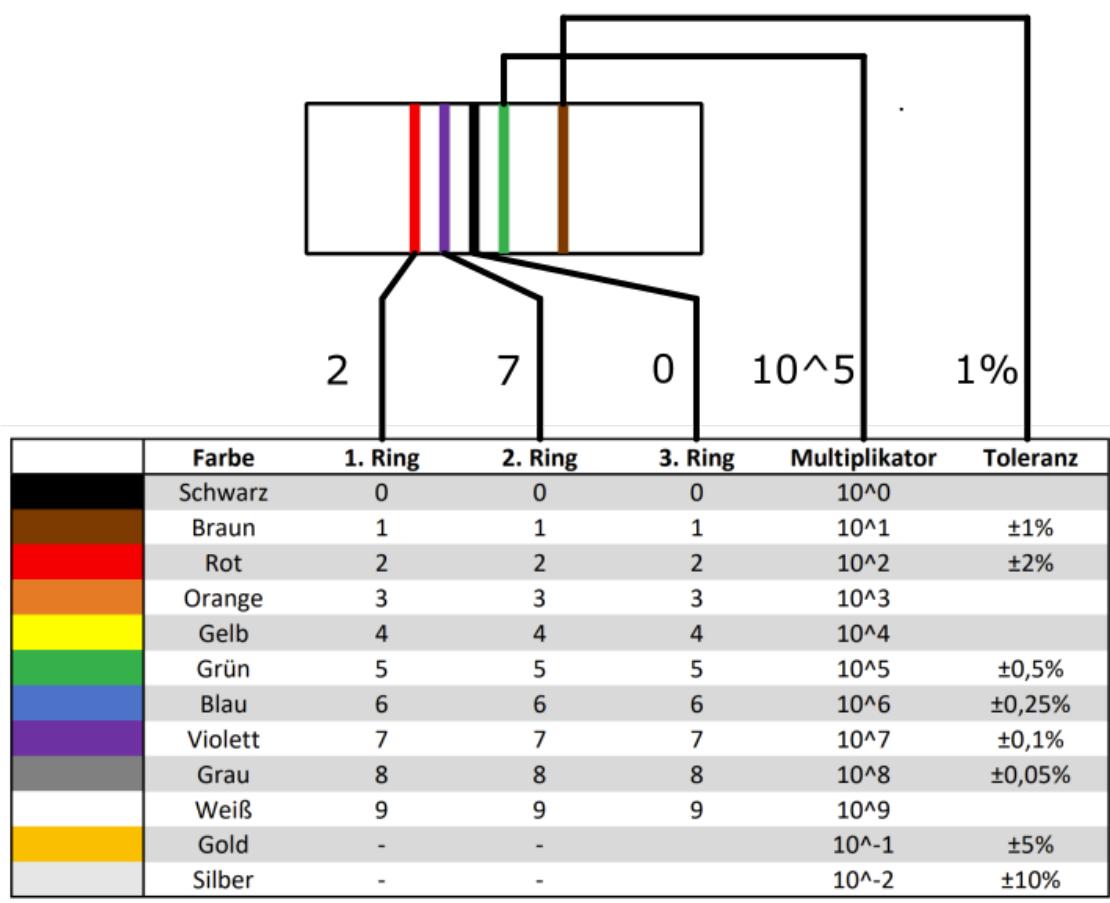
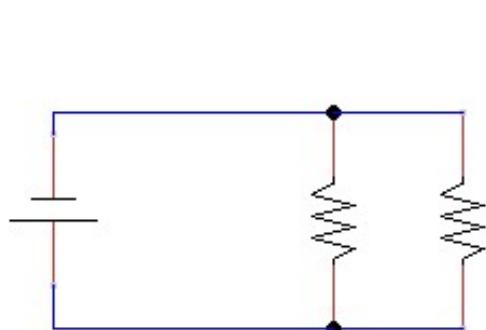


Abbildung 4: Farbcodestabelle mit einem  $(27 \pm 1\%) \text{M}\Omega$  Widerstand

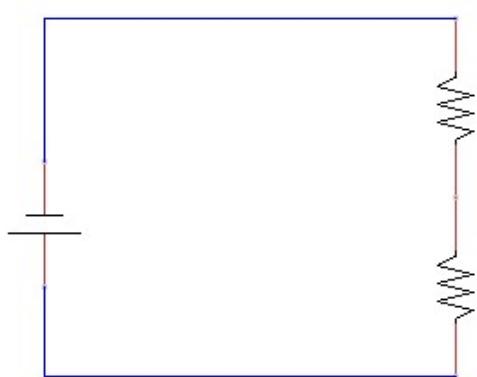
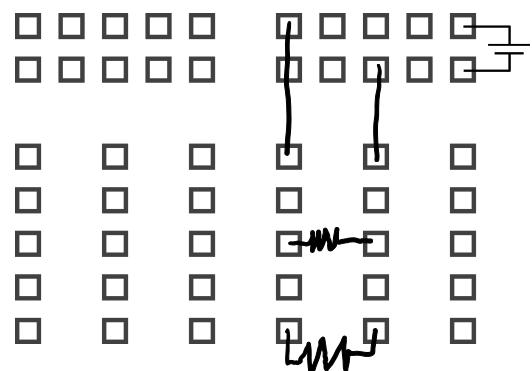
## 5 Pre-LAB

### 5.1 Übung 1 - Breadboard (7 Punkte)

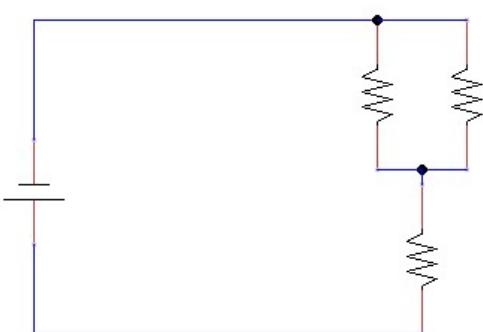
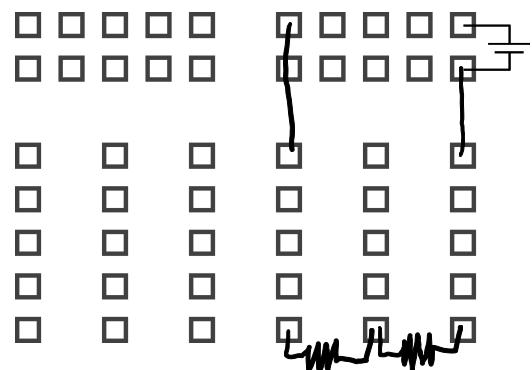
Im folgenden 3 Schaltungen abgebildet. Zeichnen Sie die Schaltungen jeweils in die Skizzen ein.



a)



b)



c)

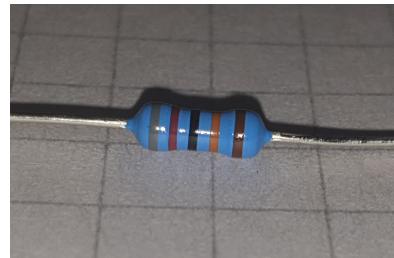


## 5.2 Übung 2 - Widerstände (8 Punkte)

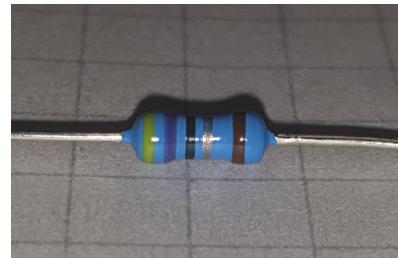
Im folgenden sind 3 Widerstände abgebildet. Tragen Sie die Werte ein.



(a) Gelb, Violett, Schwarz,  
Orange, Braun



(b) Grau, Rot, Schwarz, Oran-  
ge, Braun



(c) Gelb, Violett, Schwarz,  
Gold, Braun

Widerstand	1. Stelle	2. Stelle	3. Stelle	Toleranz	Widerstand
a	4	7	0	$\pm 1\%$	$(470,0 \pm 4,7)k\Omega$
b	8	2	0	$\pm 1\%$	$(820,0 \pm 8,2)k\Omega$
c	4	7	0	$\pm 1\%$	$(47,00 \pm 0,47)\Omega$

,  $10^3$   
 $-10^3$   
 $\cdot 10^{-1}$

$$\text{a)} R = (470 \cdot 10^3 \pm 1\%) \Omega$$

$$= (4700 \pm 47)k\Omega$$

$$\text{b)} R = (820 \cdot 10^3 \pm 1\%) \Omega$$

$$= (8200 \pm 82)k\Omega$$

$$\text{c)} R = (470 \cdot 10^{-1} \pm 1\%) \Omega$$

$$= (47,00 \pm 0,47)\Omega$$

### 5.3 Übung 3 - Messung mit Multimeter (5+5 Punkte)



Abbildung 12: Bild des Multimeters welches in den folgenden Aufgaben verwendet wird

a) (5 Punkte)

$$U = I \cdot R$$

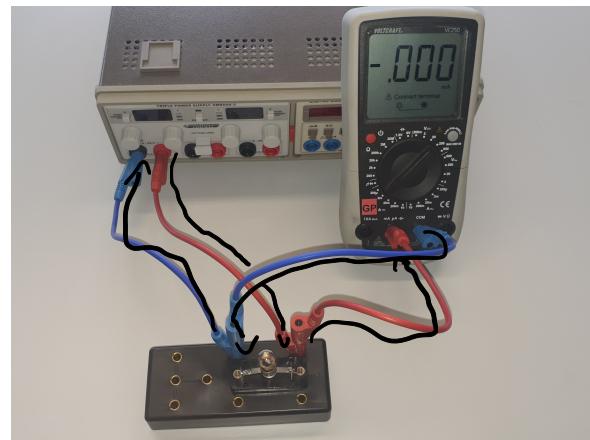


(a) Ihr Laborpartner wollte eine Spannung messen. Nachdem er diese Schaltung wie im Bild aufgebaut hat und 3V angelegt hat, merkte er dass am Voltmeter 3,03V angezeigt wird. Allerdings leuchtet die Lampe nicht. Können Sie diesem Studenten helfen? Ist die Schaltung richtig aufgebaut?

Parallelschaltung.

3,03V weil

Messgerät  
eigenen Widerstand  
besitzt.



(b) Ihr benachbartes Laborteam fragt Sie um Hilfe, sie wollen den Strom messen, der durch die Lampe fließt. Alice meint, dass sie die Spannungsquelle keinesfalls anschalten sollten, Bob meint es sei kein Problem und es würde funktionieren. Was denken Sie? Ist die Schaltung richtig aufgebaut? Was könnte passieren wenn die Spannung angelegt wird?

Anderes zu tun aufman?

Erst durch drage, dann doch  
Mallindat.

b) (5 Punkte)



(a) Ihr Laborpartner versucht den Strom durch einen Widerstand zu messen. Das Gerät zeigt aber 0A an. Was ist falsch?

blaues Kabel nach COM  
rotes Kabel nach A



(b) Das Multimeter ist an einer Wechselspannungsquelle von 1V angeschlossen. Es werden allerdings -0.028V angezeigt. Warum entspricht das Angezeigte nicht der Erwartung?

↳ Gleichspannung steht  
Wechselspannung  
eingestellt



(c) An einen  $300\Omega$ -Widerstand wird eine Spannung von 10V angelegt. Es soll der Strom gemessen werden. Dazu ist das Amperemeter in Reihe zum Widerstand geschaltet. Warum zeigt das Messgerät nur ein I an?

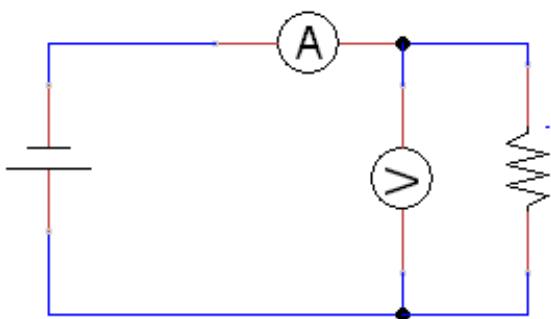
Widerstand muss  
parallel geschaltet sein

## 6 Versuchsdurchführung

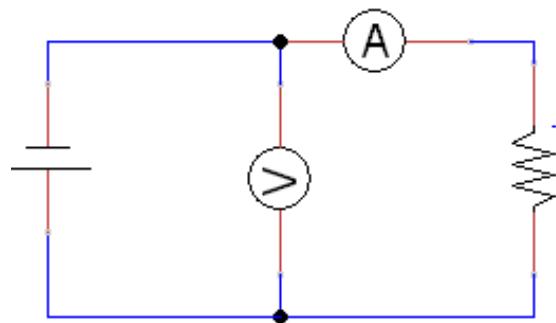
Nehmen Sie die zwei gegebenen Widerstände und lesen Sie anhand des Farbcodes ab welchen Widerstandswert (inkl. Toleranz) sie haben.

Nehmen Sie nun das Multimeter und messen Sie direkt die Widerstände nach. Notieren Sie Ihre Ergebnisse (Messunsicherheit nicht vergessen) im Laborbuch.

Sie haben nun zwei Methoden benutzt um Widerstände direkt zu bestimmen. Im folgenden führen Sie weitere Experimente durch um die Widerstände indirekt zu bestimmen.



(a) Schaltskizze für die erste Methode. Wichtig ist hier, dass das Ampere-Meter vor dem Volt-Meter und dem Widerstand geschaltet ist



(b) Schaltskizze für die erste Methode. Wichtig ist hier, dass das Volt-Meter vor dem Ampere-Meter und dem Widerstand geschaltet ist

**Abbildung 15:** Schaltskizzen für zwei verschiedene Experimente zur Bestimmung eines Widerstands.

Bestimmen Sie nun die Widerstandswerte (mit Unsicherheiten) einmal mit Aufbau (a) und einmal mit Aufbau (b). Benutzen Sie dafür der Ausgang des Netzteils mit 5 V (0,5 A).

**SICHERHEITSHINWEIS:** Während des gesamten Experiments legen Sie an der Schaltung nicht mehr als 5V an.

Dokumentieren Sie Ihre Schritte im Laborbuch.

### 6.1 Modellbildungsprozess

Fangen Sie jetzt an das Modellbildungsprozess anzuwenden für beide Experimente mit Aufbau (a) und (b). Erstellen Sie zuerst Modelle für das Physikalische System und für das Messsystem. Vergessen Sie nicht, dass Modelle nur komplett sind, wenn man die Annahme, Grenzen und

Vereinfachungen genannt hat.

Als zweiten Schritt der Modellbildung, sollten Sie die analysierten Daten mit auf Modellen basierenden Vorhersagen (bzw. erwartete Ergebnisse) vergleichen.

Berechnen Sie dafür für alle Konfigurationen den Widerstand. Was erwarten Sie? Vergleichen Sie Ihre Vorhersage mit den Ergebnissen? Stimmen diese überein?

Wenn Sie keine Übereinstimmung haben (bzw. die Übereinstimmung nicht gut genug ist), sollten Sie etwas tun. Sie können z.B. Vermutungen anstellen weshalb Ihre Modelle eine falsche Vorhersage treffen. Das könnte an Ihren Modellen liegen oder an Ihren Systemen selbst (Physikalische oder Mess-Systeme).

Starten Sie mit der Überprüfung Ihrer Modelle (später können Sie sich aber auch Gedanken über die Systeme selbst machen).

Können Sie das Modell des physikalischen Systems oder des Messsystems überarbeiten?

Entwickeln Sie neue Modelle und vergleichen Sie diese mit den Messergebnissen. Stimmen diese überein? Wenn nicht wiederholen Sie den Prozess.

Zur Hilfe stellen Sie sich folgende weitere Leitfragen:

1. Wann tritt die Diskrepanz auf?
2. Welche Annahmen und Vereinfachung haben die genutzten Modelle?
3. Könnte es z. B. sein, dass die Annahmen oder Vereinfachungen Ihrer Modelle nicht zu treffen oder sinnvoll sind?
4. Wie funktionieren die genutzten Geräte? Haben die Geräte einen Einfluss darauf was gemessen wird? Welche?
5. Welchen Parameter können Sie am physikalischen System oder am Messsystem ändern?

Wie schon erwähnt beruhen alle Modelle immer auf Annahmen. Diese müssen allerdings auch nicht immer stimmen oder haben Grenzen. Überlegen Sie (auch wenn Ihr Modell richtige Vorhersagen trifft) wie Sie die einzelnen Annahmen testen können. Überlegen Sie sich 'Test-Experimente', führen Sie diese durch und notieren Sie ihre Ideen und Beobachtungen im Laborbuch. **Wichtig: bevor Sie neue Experimenten aufbauen, besprechen Sie Ihre Pläne mit Ihren BetreuerInnen. Wenn Sie Materialien benötigen, so wie Widerstände oder Messgeräte, fragen Sie nach.**

Ziehen Sie aus dem Ergebnis der neuen Experimente Schlussfolgerungen für die Modelle. Da es hier primär um den Modellbildungsprozess geht, ist es wichtig, dass Sie alle Ihre Vermutungen notieren und testen, auch wenn diese sich als falsch herausstellen! Lassen Sie die Ergebnisse Ihrer neuen Experimente in die Entwicklung der neuen Modelle einfließen.

Wichtig für die Arbeit von Experimentalphysikern (und hier für Ihre Benotung) ist es auch, dass jeder Schritt dokumentiert wird. Beschreiben Sie auch wie sie Ihre Vermutungen getestet haben, beschreiben Sie die neu entstandenen Test-Experimente und Überarbeitungen der Experimente. Dokumentieren Sie diese ausführlich und erläutern Sie, warum Sie Ihre Entscheidungen getroffen haben. Ihr Laborbuch muss möglichst so gestaltet sein, dass eine andere Person das Experiment unabhängig von Ihnen auch nach einer längeren Zeit reproduzieren kann.

Die Kriterien für Ihre Bewertung finden Sie in den Rubriken am Ende dieses Dokumentes.

## 7 Rubriken

Die/der Studierende ist in der Lage:

1. Widerstände anhand des Farbcodes abzulesen (8 Punkte)
2. Widerstände mithilfe eines Multimeters direkt zu messen (3 Punkte)
3. elektrische Schaltungen anhand einer Schaltskizze aufzubauen (8 Punkte)
4. Spannung und Strom mithilfe eines Multimeters zu messen (6 Punkte)
5. ein Modell des physikalischen System zu erarbeiten (mit Annahmen und deren Grenzen) (8 Punkte)
6. Modelle des Messsystems zu erarbeiten (mit Annahmen und deren Grenzen) (8 Punkte)
7. Daten zu analysieren und die Ergebnisse des Experiments mit den Vorhersagen des genutzten Modells zu vergleichen und zu beurteilen ob das Modell diese richtig (unter Berücksichtigung der Messunsicherheiten) vorhersagt (12 Punkte)
8. falls nötig, ein Modell (oder eventuell den experimentellen Aufbau bzw. Messgeräte) zu überarbeiten (12 Punkte)
9. Versuche und Modellbildung so lange zu iterieren, bis die Modelle und experimentelle Ergebnisse übereinstimmen (8 Punkte)
10. Eine Rückschluss zu ziehen, wie Voltmeter und Amperemeter in einem Stromkreis am besten angeschlossen werden sollten (6 Punkte)
11. den experimentellen Kontext, also was gemacht wurde und wieso es gemacht wurde, im Laborbuch zu dokumentieren und diesen klar und nachvollziehbar darzustellen (7 Punkte)
12. ein vollständiges und für dritte nachvollziehbares Laborbuch zu führen (7 Punkte)
13. kritisch zu denken (i.e. Entscheidungen aufgrund von experimentellen Tatsachen zu tätigen) und aufgrund von experimentellen Tatsachen Entscheidungen zu tätigen (7 Punkte)