



**Hochschule
Kaiserslautern**
University of
Applied Sciences

Angewandte
Logistik- und
Polymerwissenschaften
Pirmasens

MINT Praktikum I

Wintersemester 2021/22

Protokoll zum Versuch

Widerstandsbestimmung mit Hilfe des Ohmschen Gesetzes

Datum der Versuchsdurchführung: 15.09.2014
durch: Jürgen Edel
Versuchsort: Technikum Logistik

Datum des Versuchsprotokolls: 16.10.2014
durch: Team 007
Martin Wölker (Matr.Nr.08 15 23 70)
und sonst keiner

Praktikumsleitung: Jürgen Edel
Verantwortlich: Prof. Peetz,
Prof. Wölker

Adresse: Hochschule Kaiserslautern
Campus Pirmasens

Carl-Schurz-Str. 10 – 16
66953 Pirmasens

Inhalt

Tabellenverzeichnis	2
Abbildungsverzeichnis	2
Eidesstattliche Erklärung, Unterschrift	3
1 Einführung	4
1.1 Aufgabenstellung	4
1.2 Abgrenzung offener Fragestellungen	4
1.3 Vorgehensweise	4
2 Zum Ohmschen Gesetz	5
2.1 Theorie	5
2.2 Hintergrundinformationen	5
2.3 Bedeutung	5
2.4 Arbeitshypothese	5
3 Versuch Ohmsche Gesetz	6
3.1 Versuchsbeschreibung	6
3.1.1 Material, Geräteliste	6
3.1.2 Durchführung	6
3.2 Auswertung	7
3.2.1 Darstellung der Ergebnisse	8
3.2.2 Fehleranalyse / $\sim$ rechnung	9
4 Resümee	9
5 Quellen	10
6 Anhang	11

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Digitalisierte Messdaten	7
Tabelle 2: Messgenauigkeit der Geräte	11

Abbildungsverzeichnis

Bild 3-1: Versuchsaufbau 1	6
Bild 3-2 Versuchsaufbau 2	7
Bild 3-3: X-Y-Plot der Messdaten beider Versuche mit Ausgleichsgerade	8

Erklärung zur Selbstständigkeit, Unterschrift

Hiermit erkläre ich an Eides statt, dass ich diese Arbeit selbst verfasst habe. Ich versichere, alle Hilfsmittel und benutzten Quellen vollständig angegeben zu haben.

Ich versichere hiermit an Eides statt, dass die elektronische Fassung des Werkes mit der für die Benotung abgegebenen Version übereinstimmt und dem digitalen Format bei der der Abgabe von Prüfungs- und Studienleistungen im Fachbereich (FB) ALP entspricht.

Weder wurde die Arbeit bereits veröffentlicht noch war sie insgesamt oder in Teilen, in gleicher oder ähnlicher Fassung, Bestandteil einer Studien- oder Prüfungsleistung.

A handwritten signature in black ink, reading 'Martin Wölker'. The signature is written in a cursive style with a long horizontal stroke at the end.

Martin Wölker,
Pirmasens 08.10.2021

1 Einführung

Der Versuch ist Teil des Logistik Praktikums. Ausgangspunkt ist die Anleitung zum Pirmasenser MINT Praktikum in der Version 2.2 der vorherigen Studiengangs Logistics – Diagnostics and Design [1].

1.1 Aufgabenstellung

Die Aufgabe beschränkt sich auf das Schreiben des Protokolls¹.

Ziel ist, die Aussage des Ohmschen Gesetzes (siehe Kapitel 2 Seite) zu überprüfen und den Widerstandswert aus der DIN IEC 60063 zu bestimmen.

1.2 Abgrenzung offener Fragestellungen

Der Versuch ist in [1] vollständig beschrieben. Die Messprotokolle wurden ebenfalls zur Verfügung gestellt. Für die Fehlerdiskussion (Kapitel 3.2.2 Seite) fehlen Angaben zur Genauigkeit der Messgeräte. Diese wurden am 15.10.2014 bei Herrn Edel erfragt und sind im Anhang dokumentiert (Tabelle 6-1).

1.3 Vorgehensweise

Der Versuch wurde, wie in Kapitel 3.1, bereits durch Herrn Edel durchgeführt. Die beiden Messprotokolle und die Widerstandsreihe nach DIN IEC 600061 sind im Anhang A.1 ab Seite 97 von [1] aufgeführt und werden für das Protokoll unverändert verwendet. Daher entfällt für dieses Protokoll die Versuchsplanung.

Im folgenden Kapitel wird das Ohmsche Gesetz dargestellt. Es schließt mit der Arbeitshypothese für diesen Versuch ab, die in der Auswertung der Messungen dann verifiziert bzw. falsifiziert wird.

Die Auswertung (Kapitel 3.2 Seite) umfasst folgende Schritte. Die manuell digitalisierten Daten werden für beide Versuche als Messdiagramm mit Spannung U auf der x-Achse und Strom I auf der y-Achse dargestellt. Die Ergebnisse der Widerstandsberechnung werden auf Fehler untersucht und der korrekte Widerstandswert nach Din bestimmt.

¹ Formalia, Struktur und Inhalte setzen [1] beispielhaft um.

Der Stil (Layout, Typografie, Bilder, etc.) dieses Protokolls orientiert sich an [5].

2 Zum Ohmschen Gesetz

Das Ohmsche Gesetz ist fundamental für Elektrotechnik und Elektronik, da es den Zusammenhang zwischen Strom, Spannung und Widerstand beschreibt. Die folgende Darstellung basiert auf mehreren Quellen [1], [3].

2.1 Theorie

Je größer die elektrische Spannung U bzw. je kleiner der elektrische Widerstand R ist, umso größer ist die Stromstärke I .

Wird an ein Objekt eine elektrische Spannung angelegt, so verändert sich der hindurchfließende elektrische Strom in seiner Stärke proportional zur Spannung. Der als Quotient aus Spannung und Stromstärke definierte elektrische Widerstand ist konstant, also unabhängig von Spannung und Stromstärke.

$$I = \frac{U}{R}$$

Durch einfaches Umstellen kann aus jeweils zwei bekannten Größen die dritte berechnet werden. Mit dem „magischen Dreieck“ kann man sich den Zusammenhang leicht merken.

2.2 Hintergrundinformationen

In den Jahren 1825-27 veröffentlichte Ohm mehrere Arbeiten, in denen er seine Untersuchungsergebnisse zum Zusammenhang zwischen Strom, Spannung und Widerstand darstellte.

„Georg Simon Ohm wollte [eine] Formel entwickeln, mit der sich die „Wirkung fließender Elektrizität“ (heute: die Stromstärke) in Abhängigkeit vom Material und von den Dimensionen eines Drahtes berechnen lässt. Dabei ist er nicht zufällig auf das nach ihm benannte Gesetz gestoßen, sondern hat viel Zeit und viel zielgerichtete Arbeit investiert.“ [1]

Die von ihm gefundene Gesetzmäßigkeit in der Form $I = U / R$ erscheint uns trivial. Sie war aber in der damaligen Zeit, aufgrund beschränkt zur Verfügung stehender Spannungsquellen und den Messgeräten, wesentlich schwerer zu belegen.

2.3 Bedeutung

Dennoch ist sie die Basis für das Verständnis der Zusammenhänge zwischen Stromstärke und Spannung in elektrischen Stromkreisen.

Tatsächlich gilt das Gesetz nur in engem Rahmen und nur für einige Stoffe, den sog. ohmschen Widerständen. Beispielsweise kann der Widerstand einer Glühlampe nicht mit dem Ohmschen Gesetz berechnet werden, da Strom und Spannung durch die Erwärmung, ohne die sie ja nicht glühen würde, keinen linearen Zusammenhang aufweisen.

2.4 Arbeitshypothese

Hypothese: Das Ohmsche Gesetz ist im Rahmen der Versuchsgrenzen korrekt.

3 Der Versuch zum Ohmschen Gesetz

Legt man an einen Widerstand R an eine Spannung U an und bildet einen geschlossenen Stromkreis, so fließt durch den Widerstand R ein bestimmter Strom I .

3.1 Versuchsbeschreibung

Aufgrund der Einfachheit des Versuchs kann auf eine detaillierte Versuchsbeschreibung verzichtet werden.

3.1.1 Material, Geräteliste

Benötigt werden:

1. Spannungsquelle: Netzgerät PS-2403 D
2. Strommessung: Multimeter Fluhe 77 III
Messbereich 300 mA
3. Spannungsmessung: HEB 725
Messbereich 40 Volt
4. Diverse Kabel zur Verbindung der Bauteile

Der Versuch wurde an einem Arbeitstisch im Technikum durchgeführt.

3.1.2 Durchführung

Der Widerstand wurde mit zwei Versuchsaufbauten bestimmt.

Versuch 1:

Der zu messende Widerstand wurde wie in Bild 3-1 dargestellt angeschlossen. Am Multimeter wurde der Strommessbereich 300mA gewählt.

Beginnend bei 0 Volt wurde die Spannung um jeweils 1 Volt bis auf max. 12 Volt erhöht, das Messergebnis des Amperemeters abgelesen und im Protokoll dokumentiert.

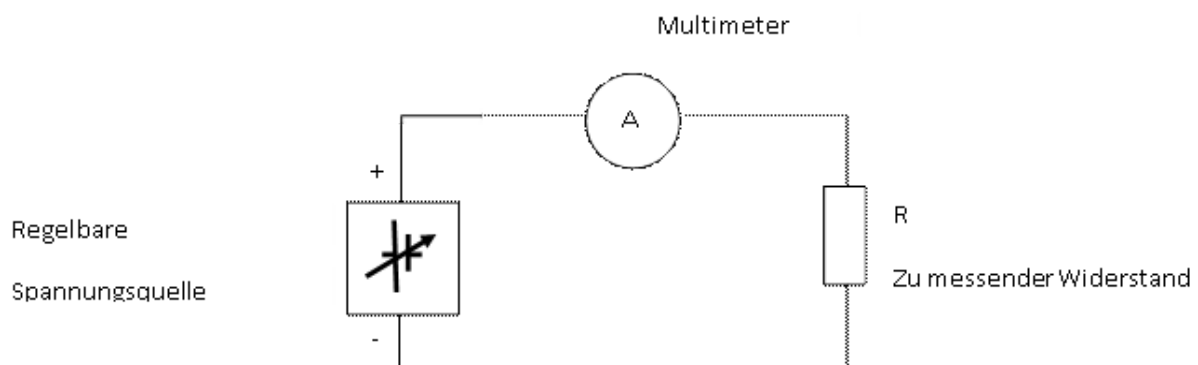


Bild 3-1: Versuchsaufbau 1

Versuch 2:

Der Versuch wurde wiederholt, wobei zusätzlich die Spannung am Widerstand gemessen wurde. Das Voltmeter wurde im Spannungsmessbereich von 40 Volt eingestellt.

Wiederum wurde beginnend bei 0 Volt die Spannung um jeweils 1 Volt bis max. 12 Volt erhöht und die Messergebnisse von Amperemeters und Voltmeter abgelesen und im Protokoll dokumentiert.

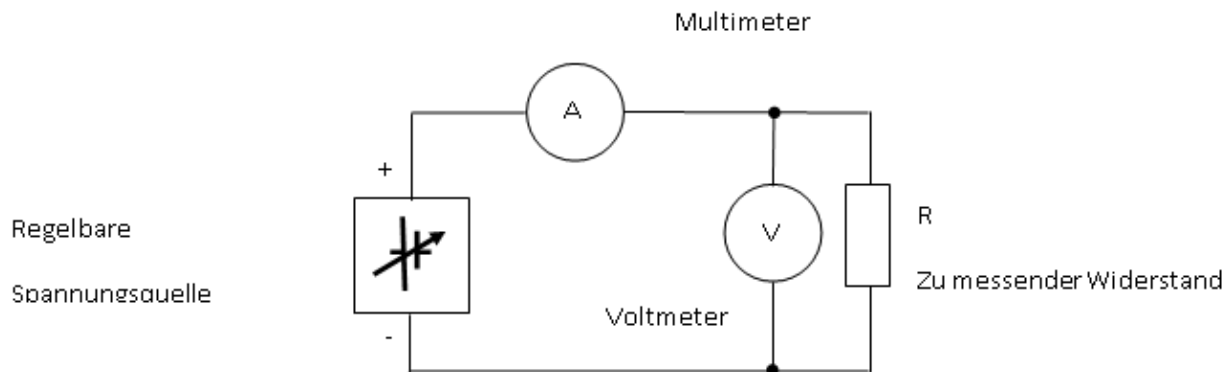


Bild 3-2 Versuchsaufbau 2

3.2 Auswertung

Die mit Excel digitalisierten Messdaten (Tabelle 3-1) werden in einem einfachen X-Y-Plot dargestellt (Bild 3-3). Durch die Messpunkte wird eine Ausgleichsgerade (Excel: lineare Trendlinie, Schnittpunkt im Koordinatenursprung, Geradengleichung und Bestimmtheitsmaß anzeigen lassen) gelegt.

eingestellte	Versuch 1	Versuch 2	
Spannung / V	Strom / mA	Spannung / V	Strom / mA
Netzgerät	Multimeter	Voltmeter	Multimeter
1,00	20,04	0,89	19,90
2,00	39,60	1,80	38,60
3,00	59,50	2,79	59,80
4,00	77,80	3,65	78,40
5,00	98,40	4,56	97,80
6,00	118,00	5,46	117,10
7,00	136,10	6,36	136,40
8,00	156,40	7,28	156,00
9,00	175,70	8,19	175,50
10,00	194,60	9,11	195,30
11,00	214,20	10,00	214,10
12,00	233,50	10,92	233,80

Tabelle 1: Digitalisierte Messdaten

3.2.1 Darstellung der Ergebnisse

Bei beiden Versuchen liegen die Messpunkte fast perfekt auf einer Geraden. Damit bestätigt sich die Aussage des Ohmschen Gesetzes.

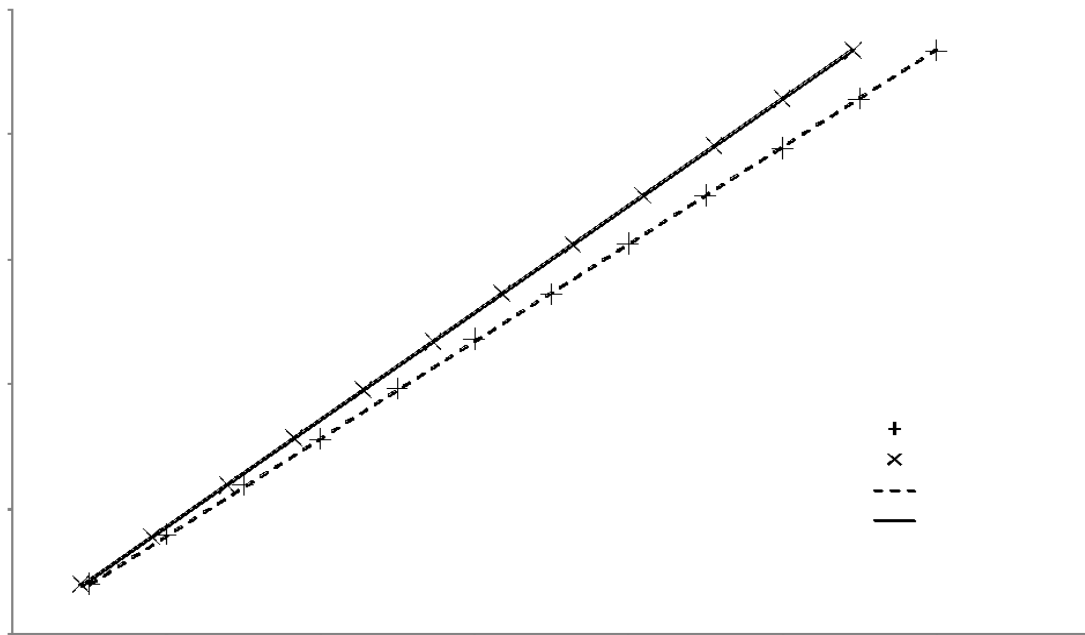


Bild 3-3: X-Y-Plot der Messdaten beider Versuche mit Ausgleichsgerade

Der Widerstand wird als Kehrwert der Steigung der Geraden berechnet². Dabei ist zu berücksichtigen, dass der Strom in mA angegeben wurde (Faktor 1000). Offensichtlich haben die beiden Geraden unterschiedliche Steigungen. Er ergeben sich folgende, nach der 1. Nachkommastelle gerundete Widerstände:

Versuch 1: 51,3 Ω

Versuch 2: 46,7 Ω

Der Versuchsanleitung ist zu entnehmen, dass der Widerstand eine Toleranz von 10% hat. Daher ist die Tabelle E12 zu verwenden, in der abzulesen ist, dass der nächstliegende Widerstand 47 Ω +/- 10% hat.

Versuch 1 weicht um 4,3 Ω nach oben ab und liegt damit nahe an der oberen Grenze. Beim 2. Versuch ist der Wert nur um 0,3 Ω zu klein. In der Fehleranalyse wird darauf eingegangen.

3.2.2 Fehleranalyse / ~rechnung

Die fast perfekte Korrelation bestätigt in diesem Versuch das Ohmsche Gesetz sehr genau. Zufällige Abweichungen sind sehr gering. Allerdings ist der deutliche Unterschied der Versuchsergebnisse Indiz für systematische Fehler in der Versuchsdurchführung.

Erste Fehlerquellen können die verwendeten Geräte selbst sein. Auch diese weisen eine Toleranz auf. Daraus folgt, dass die eingestellten bzw. abgelesenen Werte nur im Rahmen der Toleranz korrekt sind. Tabelle 6-1 zeigt die Toleranzwerte der Geräte.

Das Amperemeter hat +/- 1,5% Toleranz. Das Voltmeter nur +/-0,1%. Die Anzeige der Spannungsquelle weicht um +/-0,1 V ab (das ist natürlich auch ein Messgerät). Alles zusammen ist wesentlich geringer als die beobachtete Abweichung von 9,1% in Versuch 1.

Genau genommen müssten die Messgeräte alle geeicht werden, da sich aufgrund der Alterung Veränderungen ergeben. Die Größe dieses Effektes ist hier unbekannt, sollte aber gegenüber den anderen Fehlern um mindestens eine Größenordnung kleiner sein.

Insbesondere kann mit diesen Überlegungen nicht erklärt werden, warum der 2. Versuch wesentlich genauer war. Somit muss (mindestens) eine andere Fehlerquelle vorhanden sein.

Strom- und Spannungsmessgerät haben jeweils einen Innenwiderstand, der das Messergebnis beeinflusst. Im ersten Versuch wird ignoriert, dass das Amperemeter und der Widerstand in Reihe geschaltet sind und somit einen Spannungsteiler darstellen. Daher liegt über dem Widerstand dann eine etwas geringere Spannung an. Der Strom wird entsprechend kleiner.

² Die einfache Berechnung des Quotienten $R=U/I$ und anschließende Mittelung ergibt leicht andere Werte. Dies erklärt sich daraus, dass bei einer Ausgleichsgeraden die Summe der Abstandsquadrate der y-Werte minimiert wird. In den Mittelwert gehen die Abstände nur linear ein.

In diesem Fall ist die Ausgleichsgerade vorzuziehen, da ja gerade der lineare, durch Ohm gefundene Zusammenhang, zu belegen war. Zudem muss die Gerade durch den Koordinatenursprung gehen, da offensichtlich kein Strom fließen kann, wenn keine Spannung anliegt. Dadurch gewinnt man für die Ausgleichsgerade einen 13. Punkt.

Somit ist der im ersten Versuch bestimmte Widerstand die Summe des Innenwiderstands der Amperemeters und des zu bestimmenden Widerstands. Mit dem Widerstand aus den 2. Versuch ist der Innenwiderstand der Amperemeters $(51,3 - 46,7) \Omega = 4,6 \Omega$.

Dementsprechend ist der erste Versuch systematisch fehlerhaft, wohingegen das Ergebnis des 2. Versuchs, insbesondere mit Blick auf die DIN IEC 600061, eher vertrauenswürdig ist. Dennoch ist der „wahre“ Wert des Widerstands nur in den Grenzen dieses Versuches bekannt.

4 Resümee

Mit einfachen Mitteln konnte die Arbeitshypothese bestätigt werden. Insbesondere die Bestimmung des Widerstands nach DIN war einfach und eindeutig. Allerdings zeigt sich, dass auch in diesem simplen Versuch schnell Fehler entstehen, wenn man sich nicht vorher mit der Theorie auseinander setzt.

Im ersten Versuch wird ignoriert, dass das Amperemeter und der Widerstand einen Spannungsteiler darstellen. Mit den Kirchhoffschen Regeln hätte das schon beim Versuchsaufbau erkannt werden müssen [4]. Um Messfehler auszuschließen, müssen Strom und Spannung getrennt gemessen werden.

Grundsätzlich zeigt sich, dass man sämtliche Informationen grundsätzlich kritisch hinterfragen muss. Nur so sind Ergebnisse sinnvoll bewertbar.

5 Quellen

- [1] Martin Wölker et. Al.: Handbuch zum MINT Praktikum in The Complements zu Logistics - Diagnostics and Design und Technische Logistik, Hochschule Kaiserslautern Studienort Pirmasens, Pirmasens, 2014
- [2] Seite „Ohmsches Gesetz“. In: Wikipedia, Die freie Enzyklopädie. Bearbeitungsstand: 24. September 2014, 11:53 UTC. (Abgerufen: 16. Oktober 2014, 12:01 UTC), URL: http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Ohmsches_Gesetz&oldid=134317213
- [3] Patrick Schnabel, Elektronik-Fibel, 4. Auflage, Verlag Books on Demand; Auflage: (Juni 2007)
- [4] Seite „Kirchhoffsche Regeln“. In: Wikipedia, Die freie Enzyklopädie. Bearbeitungsstand: 10. Oktober 2014, 10:03 UTC. (Abgerufen: 16. Oktober 2014, 14:33 UTC) URL: http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Kirchhoffsche_Regeln&oldid=134760494
- [5] Martin Wölker: Wozu guter Stil? Ich bin doch brillant!: Das praktische Handbuch zum Schreiben einer guten Abschlussarbeit, 2. Auflage, Verlag Praxiswissen, Dortmund, 2011

6 Anhang

Netzgerät Voltkraft PS 2403 D	
Ausg $\pm 0,1$ Volt	
Fluke Multimeter FF III	
V-	$\pm 0,3\%$
mV-	$\pm 0,3\%$
V~	$\pm 2\%$
A-	$\pm 1,5\%$
mA-	$\pm 1,5\%$
A~	$\pm 2,5\%$
Ω	$\pm 0,5\%$
HEB Digimeter 722	
V-	300mV - 1000 V $\pm 0,1\%$
V~	300mV - 1000 V $\pm 0,5\%$
A-	300 μ A - 2000mA $\pm 0,3\%$
A~	300 μ A - 2000mA $\pm 0,8\%$
Ω	$\pm 0,3\%$

Tabelle 2: Messgenauigkeit der Geräte