

Kraftfahrzeugtechnologie

Elektrik / Elektronik

Inhalt

Grundlagen der Messmethodik

- Spannungsverlust U_V
- Messtechnische Erfassung eines minusseitigen Spannungsverlustes
- Messtechnische Erfassung eines plusseitigen Spannungsverlustes
- Messmethodik bei 0 V Klemmenspannung am Verbraucher

Spannungsverlust

1. Was versteht man unter einem Spannungsverlust?

Unter einem Spannungsverlust versteht man eine ungewollt/unerwünscht aufgetretene elektrische Spannung, die an einer elektrischen Komponente, die sich in Reihe zu einem Verbraucher gebildet hat, gemessen werden kann. Dabei spielt es grundsätzlich keine Rolle, ob die elektrische Komponente sich in der positiven- oder negativen Spannungsversorgung des Verbrauchers gebildet hat.

Voraussetzung für die auftretende Spannung ist ein Stromfluss, der durch diese elektrische Komponente und damit auch selbstverständlich durch den zu schaltenden Verbraucher fließt.

Als elektrische Komponenten kommen zum Beispiel in Betracht:

- ein elektrischer Leiter, der in der Fläche zu klein dimensioniert wurde
- eine Sicherung, die durch Feuchtigkeitseintritt oxydiert ist, oder in ihrer Auf/Anlagefläche zu klein geworden ist
- ein nicht ordnungsgemäß eingegrippter Stecker, nicht alle Litzen sind eingebunden
- jedwede Art von Steckverbindungen, nicht ordnungsgemäß zusammengesteckt
- ein überlasteter Steuerstrom-, oder Laststromschalter, für die Stromstärkenbelastung falsch dimensionierte Schalter
- ein geweiteter Stecker, durch zu hohe Strombelastung hat sich das Gefüge des Steckermaterials geändert (weich geworden), dadurch ist die ursprüngliche Flächenpressung des Steckers nicht mehr gegeben

Es gibt noch mannigfaltige Komponenten, die sich in Reihe zum Verbraucher bilden können und damit einen Spannungsverlust hervorrufen.

Allen gemein ist:

Die an den Komponenten abfallende Spannung wird als Spannungsverlust U_V bezeichnet und mindert immer die Klemmenspannung an dem zu schaltenden Verbraucher, das heißt, es wird grundsätzlich die Leistung des Verbrauchers gemindert.

Ob es sich zum Beispiel dabei um eine Glühlampe, einen Lüftermotor, eine Glühstiftkerze, eine Zündspule, oder eine heizbare Heckscheibe handelt, es treten immer die gleichen Symptome auf.

2. Wie kann der Spannungsverlust messtechnisch erfasst werden?

Da es sich hierbei grundsätzlich um eine **Spannung U** Volt [V] (**Volta**, ital. Physiker) handelt, wird dieser unerwünscht entstandene Spannungsverlust, selbstverständlich mit einem Spannungsmessgerät gemessen.

Messmethode:

Das Spannungsmessgerät wird parallel zum Messobjekt, hier Übergangswiderstand, geschaltet.

Anmerkung/Tipp: 1

Messtechnische Erfassung eines Spannungsverlustes, siehe Seite 5 – 14

3. Wie wird diese Komponente, die den Spannungsverlust hervorbringt, allgemein elektrisch benannt?

Die elektrische Komponente wird allgemein als **Übergangswiderstand $R_{\ddot{u}}$** bezeichnet. Die Namensgebung lässt dadurch ableiten, dass der elektrische Strom keinen optimalen Übergang/Durchgang durch diese schadhafte elektrische Verbindung vorfindet. Da aber jedwede Art von „Behinderung“ des elektrischen Stromflusses durch einen leitenden Stoff, einen elektrischen Widerstand darstellt, wird diese auftretende „Behinderung“ als elektrischer Widerstand R bezeichnet. Um einen Unterschied zwischen einem normalen Widerstand/Verbraucher und dem, sich in Reihe zum Verbraucher gebildeten Widerstand zu bekommen, wird dieser aufgetretene Widerstand als **Übergangswiderstand $R_{\ddot{u}}$** bezeichnet.

Die Einheit des elektrischen **Widerstandes R** (engl. resistor), wird mit Ohm $[\Omega]$ (griech. Großbuchstabe Omega) angegeben.

4. Definieren Sie einen minusseitigen Übergangswiderstand und den daraus resultierenden Spannungsverlust.

Es handelt sich dann um einen minusseitigen Übergangswiderstand, wenn sich in der minusseitigen Spannungsversorgung des Verbrauchers, ein Widerstand gebildet hat. Zum Beispiel, eine lose Steckverbindung an der minusseitigen Spannungsversorgung des Verbrauchers.

Da sich dieser Widerstand in Reihe zum Verbraucher gebildet hat, fließt durch ihn die gleiche Stromstärke wie durch den Verbraucher.

Gesetzmäßigkeit der Reihenschaltung:

Durch jeden in Reihe geschalteten Widerstand, fließt die gleiche Stromstärke.

Dieser Stromfluss ruft an dem Widerstand, nach Größe des Widerstandes, einen **Spannungsverlust U_V** hervor, der die **Klemmenspannung U_K** am Verbraucher **mindert**.

5. Definieren Sie einen plusseitigen Übergangswiderstand und den daraus resultierenden Spannungsverlust.

Es handelt sich dann um einen plusseitigen Übergangswiderstand, wenn sich in der plusseitigen Spannungsversorgung des Verbrauchers, ein Widerstand gebildet hat. Zum Beispiel, eine oxydierte Sicherung in der plusseitigen Spannungsversorgung des Verbrauchers.

Da sich dieser Widerstand in Reihe zum Verbraucher gebildet hat, fließt durch ihn die gleiche Stromstärke wie durch den Verbraucher.

Gesetzmäßigkeit der Reihenschaltung:

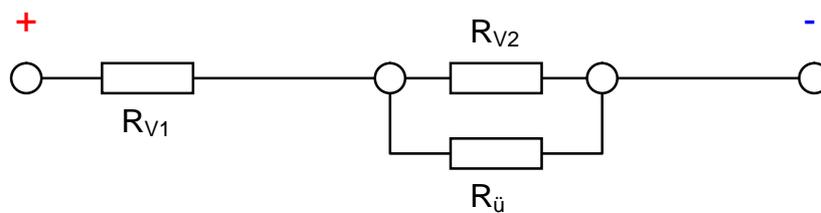
Durch jeden in Reihe geschalteten Widerstand, fließt die gleiche Stromstärke.

Dieser Stromfluss ruft an dem Widerstand, nach Größe des Widerstandes, einen **Spannungsverlust U_V** hervor, der die **Klemmenspannung U_K** am Verbraucher **mindert**.

6. Weshalb kann man nicht von einem Übergangswiderstand sprechen, wenn sich dieser Widerstand parallel zum Verbraucher gebildet hat?

Gesetzmäßigkeit der Parallelschaltung: An jedem parallel geschalteten Widerstand liegt die gleiche Spannung an. Bildet sich ein Übergangswiderstand parallel zum Verbraucher, liegt dieser Widerstand grundsätzlich erst einmal an gleicher Spannung wie der Verbraucher. Es treten also keine Spannungsminderungen und damit keine Leistungsminderungen auf. Sollte dieser/unsere Verbraucher mit Parallelwiderstand, schaltungstechnisch aber in Reihe zu einem anderen Verbraucher geschaltet sein, stellen sich grundsätzlich andere Bedingungen/Gesetzmäßigkeiten ein.

Abb.: 1 Übergangswiderstand parallel zum Verbraucher geschaltet, dazu in Reihe ein zweiter Widerstand



Erläuterungen:

- R_{V1} = Widerstand Verbraucher eins ursprünglich, liegt in Reihe mit R_{V2} gewollt
- R_{V2} = Widerstand Verbraucher zwei ursprünglich, liegt in Reihe mit R_{V1} gewollt
- $R_{Ü}$ = Übergangswiderstand, hat sich gebildet, liegt parallel zu R_{V2} ungewollt

Hat sich diese Konstellation, wie in -Abb.: 1 Übergangswiderstand parallel zum Verbraucher geschaltet, dazu in Reihe ein zweiter Widerstand-, der Widerstandsschaltung ergeben, treten folgende Gesetzmäßigkeiten auf:

Die beiden Widerstände R_{V2} und $R_{Ü}$ liegen schaltungstechnisch parallel.

Der Gesamtwiderstand von parallel geschalteten Widerständen ist immer kleiner als der kleinste Einzelwiderstand. Sollte also der parallel geschaltete Übergangswiderstand zum Verbraucher, kleiner als der Widerstand des Verbrauchers sein, wird der Gesamtwiderstand dieser beiden Widerstände, kleiner als der kleinste Widerstand und damit kleiner als der Übergangswiderstand.

Die Folgen davon sind:

Da die gemessene Spannung, an in Reihe geschalteten Widerständen, sich immer an der Größe des Widerstandes orientiert, misst man jetzt eine kleinere Spannung, als die ursprüngliche Spannung, wenn kein Übergangswiderstand parallel vorhanden wäre. Damit tritt also eine Spannungsminderung ein, die auch in diesem Fall völlig unerwünscht ist. So mindert sich auch bei dieser Schaltungsvariante die Klemmenspannung U_K am Verbraucher. Die erwartete Leistung des Verbrauchers mindert sich natürlich auch dementsprechend.

Resümee:

Sobald sich ein Übergangswiderstand parallel zum Verbraucher gebildet hat und kein anderer Verbraucher in Reihe zu diesen Widerständen liegt, findet keine Spannungsminderung am Verbraucher statt.

Anmerkung/Tipp 2:

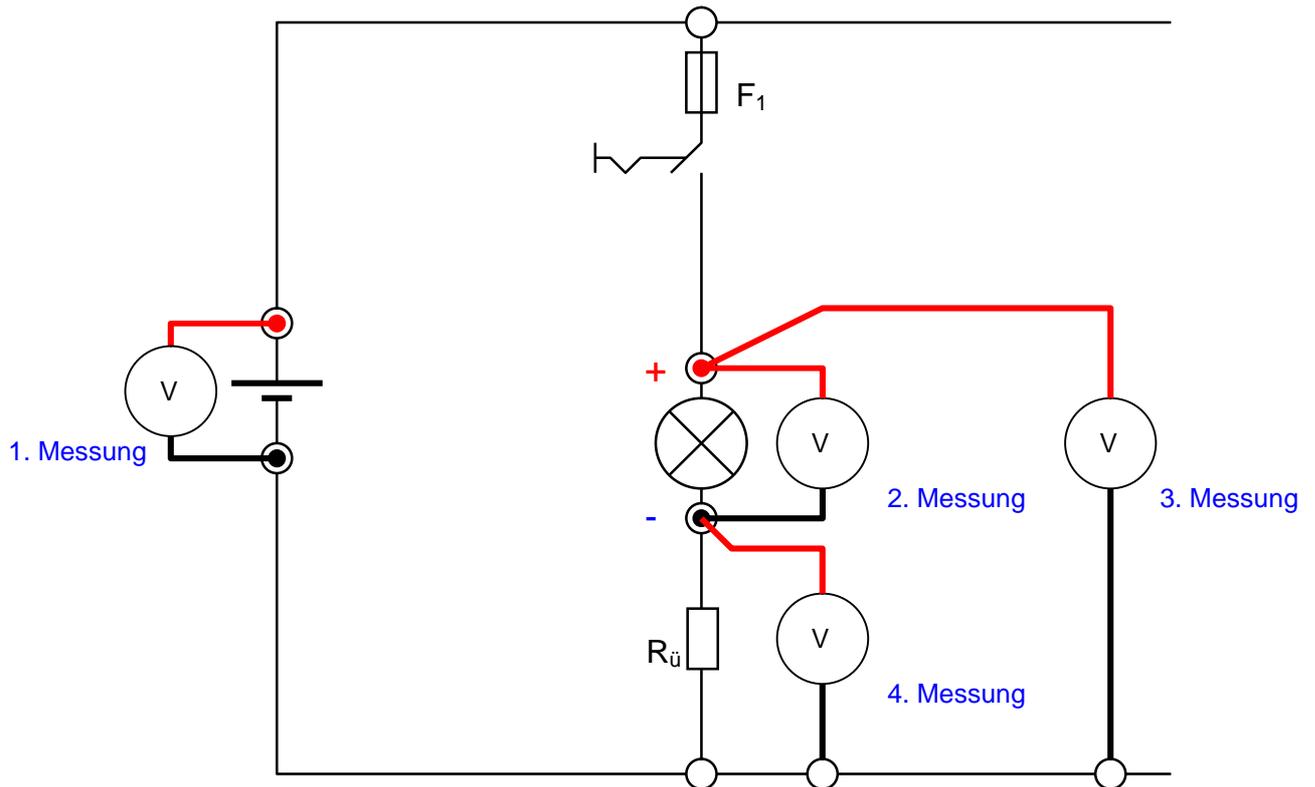
Die vorgenannte Schaltungsvariante ist eher unwahrscheinlich, das heißt, durch den parallel geschalteten Widerstand erhöht sich automatisch die Stromstärke. Wird der ursprüngliche Verbraucher mit parallel geschaltetem Übergangswiderstand, durch eine elektrische Anschlussleitung mit Spannung versorgt, tritt an der elektrischen Anschlussleitung automatisch ein, also sehr wahrscheinlich über dem Sollwert liegender, höherer Spannungsverlust auf. Dieses führt unweigerlich zu einer Spannungsminderung am Verbraucher (Verbraucher mit parallel geschaltetem Übergangswiderstand). Damit erfüllt auch dieser Übergangswiderstand alle Voraussetzungen einer negativen Einflussnahme auf die **Klemmenspannung U_K** am Verbraucher. Er mindert sie so also auch.

Dieser Widerstand wird/kann auf Grund des Vorgenannten mit **Nebenwiderstand R_N** bezeichnet. Ein möglicher, erwünschter Nebenwiderstand wird bei Ladekontrollleuchten in Form einer Leuchtdiode eingebaut. Hier erhöht er die Vorerregerstromstärke für die Erregerwicklung. An dieser Stelle ist er ultimativ erwünscht.

Schauen Sie unter: <http://www.horst-weinkauf.de/Fachtechnologie/Generator>

7. Messtechnische Erfassung eines minusseitigen Spannungsverlustes

Abb.: 2 Prinzipielle Schaltung eines minusseitigen Übergangswiderstandes und dessen messtechnische Erfassung, am Beispiel einer Glühlampe



Vorgehensweise, Messmethodik:

1. Messung

Die 1. Messung ist die **Klemmenspannung Bordnetz U_{KB}** , die an der Batterie gemessen wird.

Messvoraussetzung:

Der Verbraucher, der das Schadensereignis an den Tag gelegt hat, wird aktiv geschaltet. Diese Messvoraussetzung bleibt auch bei den nachfolgenden Messungen bestehen.

Hintergrund:

Um grundsätzlich eine **Klemmenspannung U_K** , ob am Verbraucher oder an der Batterie messen zu können, muss ein elektrischer Strom durch diesen Verbraucher fließen. Dieser Stromfluss ruft am **Innenwiderstand R_i** der Spannungsquelle einen **Spannungsabfall U_i** hervor. Das heißt, wird bei unbelasteter Spannungsquelle an ihr die Spannung gemessen, misst man immer die **Quellenspannung U_q** . Diese Quellenspannung wird immer dann gemessen, wenn kein Strom fließt. Fließt nun ein elektrischer Strom aus der Spannungsquelle heraus, ruft dieser Stromfluss am **Innenwiderstand R_i** der Spannungsquelle einen Spannungsabfall hervor, der mit **Spannungsabfall U_i** am **Innenwiderstand R_i** bezeichnet wird. Durch diesen Spannungsabfall am Innenwiderstand mindert sich die Spannung an der Spannungsquelle um den Betrag des Spannungsabfalls, auf den Spannungswert der **Klemmenspannung U_K** .

Nur diese jetzt gemessene Spannung steht im Bordnetz zur Verfügung!

Anmerkung/Tipp 3:

Die erste Messung, bei einem Schadensereignis, ist immer die Messung der **Klemmenspannung Bordnetz U_{KB}** . Dazu muss zumindest der Verbraucher eingeschaltet werden, der das Schadensereignis an den Tag gelegt hat. Wird die Batteriespannung im unbelasteten Zustand gemessen, „gaukelt“ Ihnen dieser Spannungswert eine höhere vermeintliche „Klemmenspannung“ vor, die in keinster Weise vorhanden ist! Messen Sie aus Übungsgründen an Ihrem Fahrzeug an der Batterie die Spannung, einmal Licht eingeschaltet, einmal Licht ausgeschaltet. So können Sie den Spannungsunterschied sofort sehen.

2. Messung

Die 2. Messung ist die **Klemmenspannung U_K** , die am Verbraucher gemessen wird. Durch diese Klemmenspannungsmessung wird festgestellt, wie hoch die anliegende Spannung an diesem Verbraucher tatsächlich ist. Als Sollwert wird hierbei im Normalfall die Bordnetzspannung gemessen.

1. Ergibt sich bei dieser Messung der **Bordnetzklemmenspannungswert U_{KB}** , stimmt etwas mit dem Verbraucher nicht.
 - 1.1 Bei U_{KB} = falsches Leuchtmittel
 - zu kleine Leistung, anstatt zum Beispiel 12V/21W, 12V/10W
 - falsche Glühlampenspannung, anstatt 12V/21W, 24V/21W
bei einer doppelten Spannung gegenüber der ursprünglichen Spannung, besitzt diese Glühlampe einen vierfachen höheren Widerstand, bei halber Spannung (statt 24V nur 12V) fließt ein vierfach kleinerer Strom, dadurch ist die Leistung auch um das Vierfache kleiner.
 - 1.2 Handelt es sich bei dem Verbraucher zum Beispiel um einen Kraftstoffförderpumpenmotor, kann eine Schwergängigkeit des Motors die Ursache der Kraftstoffförderpumpenleistung sein. (niedrige Klemmenspannung Motor, niedrige Drehzahl, niedrige Förderleistung)
2. Ergibt sich ein kleinerer Spannungswert als die **Bordnetzklemmenspannung U_{KB}** , ist ein plus- oder minusseitiger Übergangswiderstand vorhanden und damit tritt eine plus- oder minusseitige Spannungsminderung auf.

3. Messung

Die 3. Messung ist die Spannungsmessung, die vom Plusanschluss des Verbrauchers gegen den Batterieminuspol gemessen wird. Das ist **die Spannungsmessung**, die Ihnen anzeigt, wie Sie weiter vorgehen müssen, also weiter zu messen haben.

1. Bei **Bordnetzklemmenspannung U_{KB}** = minusseitiger Übergangswiderstand und damit ein minusseitiger Spannungsverlust
2. Bei gleicher Spannung wie bei der 2. Messung = plusseitiger Übergangswiderstand und damit ein plusseitiger Spannungsverlust

4. Messung

Die 4. Messung ist die Spannungsmessung, die vom Minusanschluss des Verbrauchers gegen den Batterieminuspol gemessen wird. Dieser jetzt gemessene Spannungswert bestätigt Ihnen die 3. Messung. Man kann hier auch von einer Bestätigungsmessung sprechen, das heißt, da ja vom Plusanschluss des Verbrauchers gegen den Batterieminuspol, U_{KB} gemessen worden ist, setzt sich diese gemessene Spannung aus zwei Teilspannungen

1. **Klemmenspannung U_K Verbraucher**
2. **Spannungsverlust U_V über den Übergangswiderstand minusseitig** zusammen.

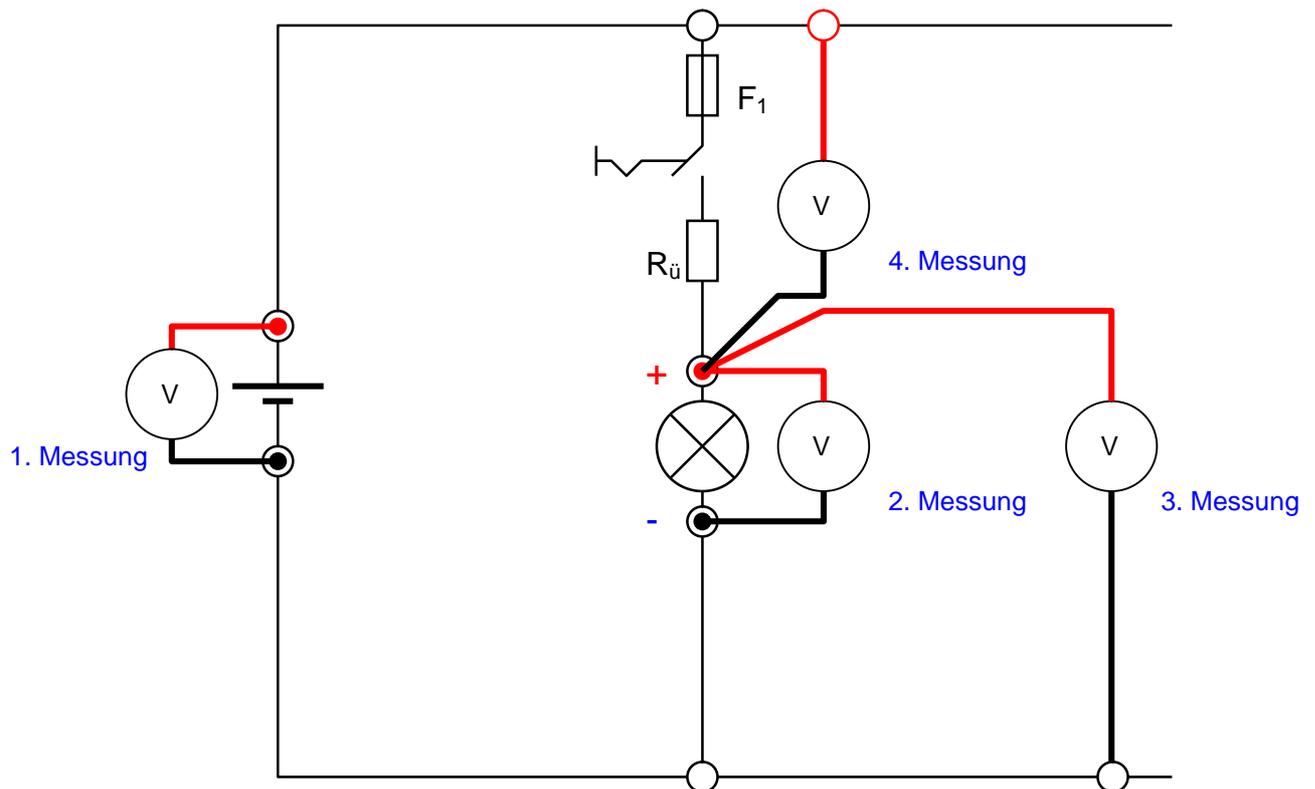
Da diese beiden Widerstände, Verbraucher und Übergangswiderstand, schaltungstechnisch in Reihe liegen, addieren sich diese beiden Spannungen zur Bordnetz-klemmenspannung U_{KB} .

Abb.: 3 Tabelle 1 Benennung der Fachbegriffe für die Abkürzungen

Bezeichnung	Benennung	Einheit
U_{KB}	Bordnetzklemmenspannung, kann immer nur gemessen werden, wenn ein Strom fließt	V
U_K	Klemmenspannung Verbraucher	V
U_V	Spannungsverlust am Übergangswiderstand	V
U_q	Quellenspannung, immer gemessen, wenn kein Strom fließt	V
U_i	Spannungsabfall am Innenwiderstand der Batterie, tritt immer auf, wenn ein Strom fließt, kann nicht gemessen werden	V
U_{V+}	plusseitiger Spannungsverlust	V
U_{V-}	minusseitiger Spannungsverlust	V
R_i	Innenwiderstand der Spannungsquelle, kann nicht gemessen werden	Ω
$R_{\ddot{u}}$	Übergangswiderstand, kann gemessen werden	Ω
R_N	Nebenwiderstand	Ω

8. Messtechnische Erfassung eines plusseitigen Spannungsverlustes

Abb.: 4 Prinzipielle Schaltung eines plusseitigen Übergangswiderstandes und dessen messtechnische Erfassung, am Beispiel einer Glühlampe



Vorgehensweise, Messmethodik:

1. Messung

Die 1. Messung ist die **Klemmenspannung Bordnetz U_{KB}** , die an der Batterie gemessen wird.

Messvoraussetzung:

Der Verbraucher, der das Schadensereignis an den Tag gelegt hat, wird aktiv geschaltet. Diese Messvoraussetzung bleibt auch bei den nachfolgenden Messungen bestehen.

Hintergrund:

Um grundsätzlich eine **Klemmenspannung** U_K , ob am Verbraucher oder an der Batterie messen zu können, muss ein elektrischer Strom durch diesen Verbraucher fließen. Dieser Stromfluss ruft am **Innenwiderstand** R_i der Spannungsquelle einen **Spannungsabfall** U_i hervor. Das heißt, wird bei unbelasteter Spannungsquelle an ihr die Spannung gemessen, misst man immer die **Quellenspannung** U_q . Diese Quellenspannung wird immer dann gemessen, wenn kein Strom fließt. Fließt nun ein elektrischer Strom aus der Spannungsquelle heraus, ruft dieser Stromfluss am **Innenwiderstand** R_i der Spannungsquelle einen Spannungsabfall hervor, der mit **Spannungsabfall** U_i am **Innenwiderstand** R_i bezeichnet wird. Durch diesen Spannungsabfall am Innenwiderstand mindert sich die Spannung an der Spannungsquelle um den Betrag des Spannungsabfalls, auf den Spannungswert der **Klemmenspannung** U_K .

Nur diese jetzt gemessene Spannung steht im Bordnetz zur Verfügung!

Anmerkung/Tipp 4:

Die erste Messung, bei einem Schadensereignis, ist immer die Messung der **Klemmenspannung Bordnetz** U_{KB} . Dazu muss zumindest der Verbraucher eingeschaltet werden, der das Schadensereignis an den Tag gelegt hat. Wird die Batteriespannung im unbelasteten Zustand gemessen, „gaukelt“ Ihnen dieser Spannungswert eine höhere vermeintliche „Klemmenspannung“ vor, die in keinster Weise vorhanden ist!

2. Messung

Die 2. Messung ist die **Klemmenspannung** U_K , die am Verbraucher gemessen wird. Durch diese Klemmenspannungsmessung wird festgestellt, wie hoch die anliegende Spannung an diesem Verbraucher tatsächlich ist. Als Sollwert wird hierbei im Normalfall die Bordnetzspannung gemessen.

1. Ergibt sich bei dieser Messung der **Bordnetzklemmenspannungswert** U_{KB} , stimmt etwas mit dem Verbraucher nicht.
 - 1.1 Bei U_{KB} = falsches Leuchtmittel
 - zu kleine Leistung, anstatt zum Beispiel 12V/21W, 12V/10W
 - falsche Glühlampenspannung, anstatt 12V/21W, 24V/21W
bei einer doppelten Spannung gegenüber der ursprünglichen Spannung, besitzt diese Glühlampe einen vierfachen höheren Widerstand, bei halber Spannung (statt 24V nur 12V) fließt ein vierfach kleinerer Strom, dadurch ist die Leistung auch um das Vierfache kleiner.
2. Ergibt sich ein kleinerer Spannungswert als die **Bordnetzklemmenspannung** U_{KB} = plus- oder minusseitiger Übergangswiderstand und damit eine plus- oder minusseitige Spannungsminderung.

3. Messung

Die 3. Messung ist die Spannungsmessung, die vom Plusanschluss des Verbrauchers gegen den Batterieminuspol gemessen wird. Das ist **die Spannungsmessung**, die Ihnen anzeigt, wie Sie weiter vorgehen müssen, also weiter zu messen haben.

1. Generiert diese Messung den gleichen Spannungswert wie bei der 2. Messung, ist ein plusseitiger Übergangswiderstand vorhanden und damit ist also ein plusseitiger Spannungsverlust vorhanden.
2. Bei **Bordnetzklemmenspannung U_{KB}** = minusseitiger Übergangswiderstand und damit ein minusseitiger Spannungsverlust

4. Messung

Die 4. Messung ist die Spannungsmessung, die vom Batteriepluspol gegen den Plusanschluss des Verbrauchers gemessen wird. Dieser jetzt gemessene Spannungswert bestätigt Ihnen die 3. Messung. Man kann hier auch von einer Bestätigungsmessung sprechen, das heißt, da ja vom Plusanschluss des Verbrauchers gegen den Batterieminuspol, die gleiche Spannungshöhe gemessen worden ist, wie bei der 2. Messung, messen Sie jetzt die Spannungsdifferenz zwischen

Bordnetzklemmenspannung U_{KB} und **Klemmenspannung U_K** Verbraucher.

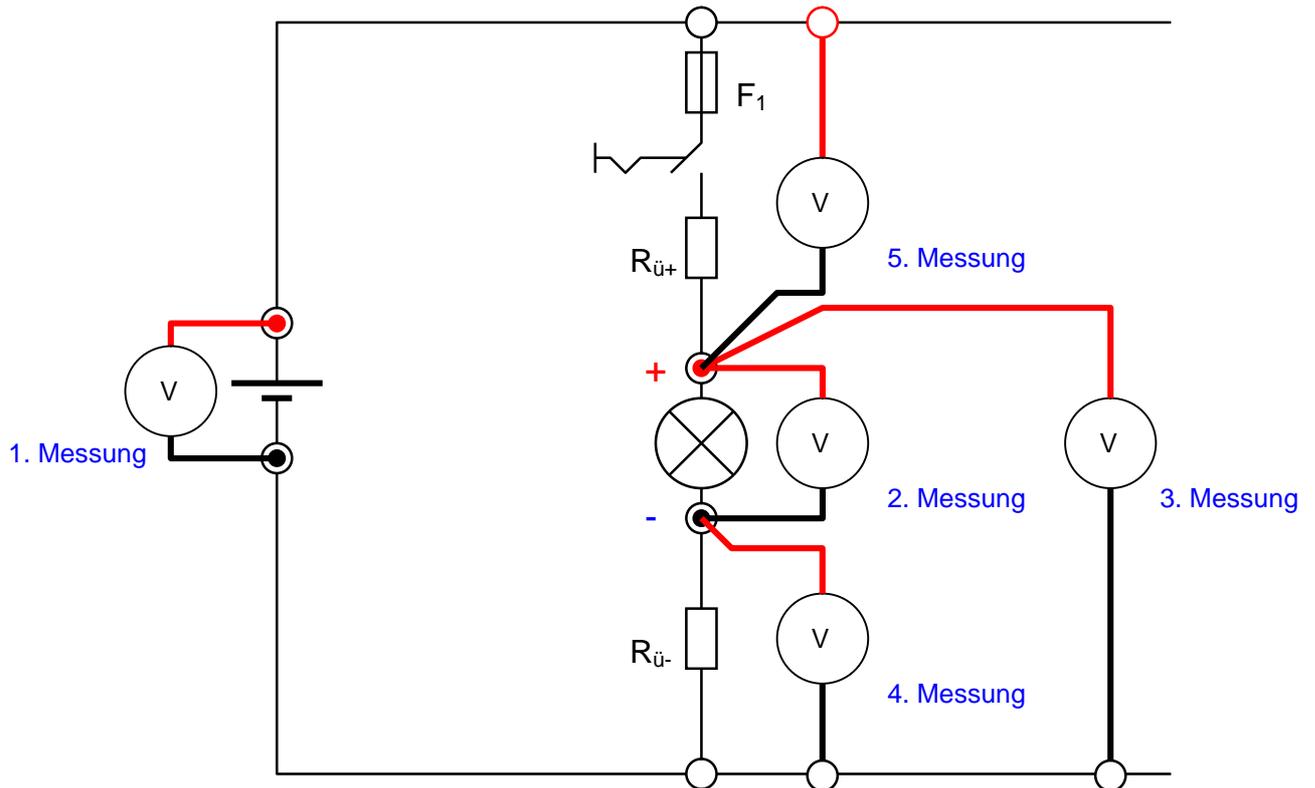
Die gemessene Spannung setzt sich also aus:

1. **Klemmenspannung U_K Verbraucher**
2. **Spannungsverlust U_V über den Übergangswiderstand plusseitig** zusammen.

Da diese beiden Widerstände, Verbraucher und Übergangswiderstand, schaltungstechnisch in Reihe liegen, addieren sich diese beiden Spannungen zur Bordnetz-klemmenspannung U_{KB} .

9. Messtechnische Erfassung eines plus- und minusseitigen Spannungsverlustes

Abb.: 5 Prinzipielle Schaltung eines plus- und minusseitigen Übergangswiderstandes und dessen messtechnische Erfassung, am Beispiel einer Glühlampe



Vorgehensweise, Messmethodik:

1. Messung

Die 1. Messung ist die Klemmenspannung Bordnetz U_{KB} , die an der Batterie gemessen wird.

Messvoraussetzung:

Der Verbraucher, der das Schadensereignis an den Tag gelegt hat, wird aktiv geschaltet. Diese Messvoraussetzung bleibt auch bei den nachfolgenden Messungen bestehen.

Hintergrund:

Um grundsätzlich eine **Klemmenspannung** U_K , ob am Verbraucher oder an der Batterie messen zu können, muss ein elektrischer Strom durch diesen Verbraucher fließen. Dieser Stromfluss ruft am **Innenwiderstand** R_i der Spannungsquelle einen **Spannungsabfall** U_i hervor. Das heißt, wird bei unbelasteter Spannungsquelle an ihr die Spannung gemessen, misst man immer die **Quellenspannung** U_q . Diese Quellenspannung wird immer dann gemessen, wenn kein Strom fließt. Fließt nun ein elektrischer Strom aus der Spannungsquelle heraus, ruft dieser Stromfluss am **Innenwiderstand** R_i der Spannungsquelle einen Spannungsabfall hervor, der mit **Spannungsabfall** U_i am **Innenwiderstand** R_i bezeichnet wird. Durch diesen Spannungsabfall am Innenwiderstand mindert sich die Spannung an der Spannungsquelle um den Betrag des Spannungsabfalls, auf den Spannungswert der **Klemmenspannung** U_K .

Nur diese jetzt gemessene Spannung steht im Bordnetz zur Verfügung!

Anmerkung/Tipp 5:

Die erste Messung, bei einem Schadensereignis, ist immer die Messung der **Klemmenspannung Bordnetz** U_{KB} . Dazu muss zumindest der Verbraucher eingeschaltet werden, der das Schadensereignis an den Tag gelegt hat. Wird die Batteriespannung im unbelasteten Zustand gemessen, „gaukelt“ Ihnen dieser Spannungswert eine höhere vermeintliche „Klemmenspannung“ vor, die in keinster Weise vorhanden ist!

2. Messung

Die 2. Messung ist die **Klemmenspannung** U_K , die am Verbraucher gemessen wird. Durch diese Klemmenspannungsmessung wird festgestellt, wie hoch die anliegende Spannung an diesem Verbraucher tatsächlich ist. Als Sollwert wird hierbei im Normalfall die Bordnetzspannung gemessen.

1. Ergibt sich bei dieser Messung der **Bordnetzklemmenspannungswert** U_{KB} , stimmt etwas mit dem Verbraucher nicht.
 - 1.1 Bei U_{KB} = falsches Leuchtmittel
 - zu kleine Leistung, anstatt zum Beispiel 12V/21W, 12V/10W
 - falsche Glühlampenspannung, anstatt 12V/21W, 24V/21W
bei einer doppelten Spannung gegenüber der ursprünglichen Spannung, besitzt diese Glühlampe einen vierfachen höheren Widerstand, bei halber Spannung (statt 24V nur 12V) fließt ein vierfach kleinerer Strom, dadurch ist die Leistung auch um das Vierfache kleiner.
2. Ergibt sich ein kleinerer Spannungswert als die **Bordnetzklemmenspannung** U_{KB} = plus- und/oder minusseitiger Übergangswiderstand und damit eine plus- und/oder minusseitige Spannungsminderung.

3. Messung

Die 3. Messung ist die Spannungsmessung, die vom Plusanschluss des Verbrauchers gegen den Batterieminuspol gemessen wird. Das ist **die Spannungsmessung**, die Ihnen normalerweise anzeigt, wie Sie weiter vorgehen müssen, also weiter zu messen haben.

1. Generiert diese Messung einen höheren Spannungswert als bei der 2. Messung, aber erreicht nicht den Spannungswert der Bordnetzklammenspannung, ist sowohl ein plus- als auch ein minusseitiger Übergangswiderstand und damit also auch ein plus- und minusseitiger Spannungsverlust vorhanden.

4. Messung

Die 4. Messung ist die Spannungsmessung, die vom Minusanschluss des Verbrauchers gegen Batterieminuspol gemessen. Durch diese Messung wird Ihnen die 3. Messung bestätigt, das heißt, Sie messen einen bestimmten Spannungswert, der von der Größe des Übergangswiderstandes abhängt. Die beiden Spannungen, Klemmenspannung Verbraucher und minusseitiger Spannungsverlust addiert, ergeben immer noch nicht die Bordnetzklammenspannung. Das heißt, wie schon durch die 3. Messung bestätigt, ist auch noch ein plusseitiger Übergangswiderstand und damit ein plusseitiger Spannungsverlust vorhanden.

5. Messung

Die 5. Messung ist die Spannungsmessung, die vom Batteriepluspol gegen den Plusanschluss des Verbrauchers gemessen wird. Durch diese Messung wird Ihnen die 3. Messung bestätigt. Das heißt, Sie messen einen bestimmten Spannungswert, der von der Größe des Übergangswiderstandes abhängt. Die jetzt komplett gemessenen drei Spannungswerte, plusseitiger Spannungsverlust U_{V+} , Klemmenspannung U_K Verbraucher und minusseitiger Spannungsverlust U_{V-} , ergeben addiert die Bordnetzklammenspannung U_{KB} .

Anmerkung/Tipp 6:

Ob Sie zuerst die plus- oder minusseitige, also die 5. oder 4. Messung durchführen, spielt für die Ermittlung der Spannungsverluste keine Rolle.

Fazit:

Die grundsätzliche Vorgehensweise ist auch bei einem plus- und minusseitigen Spannungsverlust nahezu identisch, wie die Ermittlung eines einzelnen Spannungsverlustes. Man muss nur die Messergebnisse richtig interpretieren und sich dann davon für die weiteren Messungen leiten lassen.

Auch ist es völlig egal, mit welchem Verbraucher Sie es zu tun haben, ob elektrischer Motor, Glühlampe, oder Relais und so weiter, die Vorgehensweise bleibt immer die Gleiche.

Probieren Sie es aus, messen Sie immer zuerst die Bordnetzklammenspannung

1. Messung und verfahren dann nach der Methode: 2. Messung, 3. Messung, 4. Messung, 5. Messung.

Behalten Sie diese Reihenfolge bei allen zu messenden Verbrauchern bei.

Nur so können Sie eine Routine bei Ihren Messungen erreichen, ansonsten sieht es nach außen immer so aus, als ob Sie im „Nebel“ stochern.

Wichtige Erkenntnis:

Auch wissen Sie ja nicht, welches Schadensereignis sich an/in dieser/einer Schaltung vorhanden ist, deshalb immer gleich bleibende Routinemessungen durchführen.

Diese Erkenntnis gilt für alle Messungen, um Schadensereignisse festzustellen.

Anmerkung/Tipp 7:

Grundsätzlich ist anzumerken, dass unabhängig vom Vorhandensein eines plus- oder minusseitigen Spannungsverlustes, am besten immer die vermeintlich intakte Spannungsversorgungsseite grundsätzlich mit gemessen werden sollte.

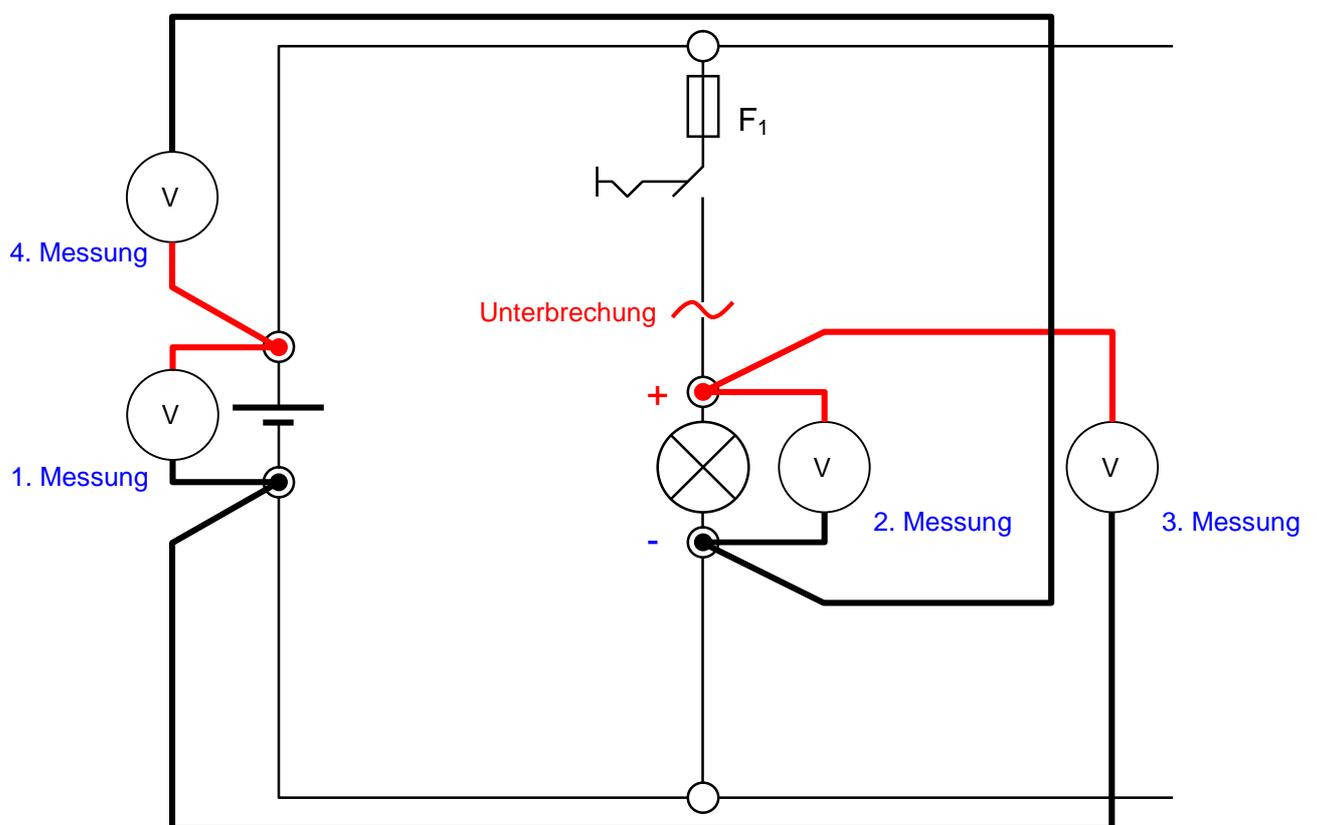
Nur so können Sie sicher sein, dass auch alles gemessen worden ist.

Ich erhebe natürlich keinen Anspruch auf die vollkommene Messung, es wird auch andere Möglichkeiten/Philosophien der messtechnischen Erfassung von Spannungsverlusten geben. Lassen Sie sich durch die verschiedenen Möglichkeiten der Messungen nicht irritieren, gehen Sie Ihren eigenen Weg. Nur durch Erfahrung lassen sich kompetente Lösungen generieren. Sammeln Sie Ihre eigenen Erfahrungen.

Also, guten Erfolg für Ihre Messungen.

10. Wie kann man es messtechnisch feststellen/erfassen, welches Potenzial dem Verbraucher fehlt, wenn an ihm 0V Klemmenspannung gemessen wurde?
Hier, die plusseitige Spannungsversorgungsleitung ist unterbrochen.

Abb.: 6 Prinzipielle Schaltung für eine plusseitige Spannungsversorgungsleitungsunterbrechung



Annahme:

An einem Verbraucher, hier eine Glühlampe, wurde auf Grund einer Kundenbeanstandung, „Glühlampe leuchtet nicht“ eine Klemmenspannungsmessung durchgeführt.

Messergebnis:

Die Klemmenspannung an der Glühlampe betrug 0V.

1. Messung Klemmenspannung Bordnetz \Rightarrow 13,28V

Messvoraussetzung:

Der Verbraucher, der das Schadensereignis an den Tag gelegt hat, wird aktiv geschaltet. Diese Messvoraussetzung bleibt auch bei den nachfolgenden Messungen bestehen. Sollte der Schalter nicht geschlossen werden, wäre hier die „virtuelle Stromkreisunterbrechung“ vorhanden.

2. Messung Klemmenspannung Glühlampe \Rightarrow 0V

Diese Null Volt Spannung sagen nur aus, dass hier keine Spannung, oder auch keine Potenzialdifferenz, vorhanden ist, nicht mehr und auch nicht weniger.

3. Messung vom Plusanschluss des Verbrauchers gegen den Minuspol der Batterie gemessen \Rightarrow 0V

Aus dem Messergebnis der 2. Messungen lassen Sie sich leiten und messen zuerst die Spannung vom Plusanschluss der Glühlampe gegen den Minuspol der Batterie. Diese Messung generiert Ihnen auch 0V.

Hintergrund:

Wenn Sie den Stromkreis in -Abb.: 6 Prinzipielle Schaltung für eine plusseitige Spannungsversorgungsleitungsunterbrechung- Seite 16, mit dem Finger an der Batterie Minuspol beginnend, über die Minusversorgung, zur Glühlampe Minusanschluss, durch die Glühlampe, zum Plusanschluss verfolgen, stellen Sie fest, **überall ist Minuspotenzial** vorhanden.

Nun verfolgen Sie mit dem Finger den Pfad von der Batterie Pluspol beginnend, über die Plusversorgung, durch die Sicherung, durch den Schalter, bis zur Schadensstelle.

Sie stellen fest, bis zur Schadensstelle **ist überall Pluspotenzial** vorhanden.

Das Pluspotenzial gelangt also überhaupt nicht an den Plusanschluss der Glühlampe.

Die 3. Messung kann nur 0V ergeben, da von Minus auf Minus gemessen wird.

Es ist keine Potenzialdifferenz vorhanden.

Somit können Sie schon eine Aussage/Diagnose treffen:

Die Plusversorgung ist nicht gegeben.

(Es müsste eigentlich eine Spannung von 13,28V gemessen werden können.)

Aber, um Ihre Kompetenz auch unter Beweis zu stellen, führen Sie selbstverständlich auch die 4. Messung durch.

4. Messung vom Pluspol der Batterie gegen den Minusanschluss des Verbrauchers
gemessen \Rightarrow 13,28V

Hintergrund:

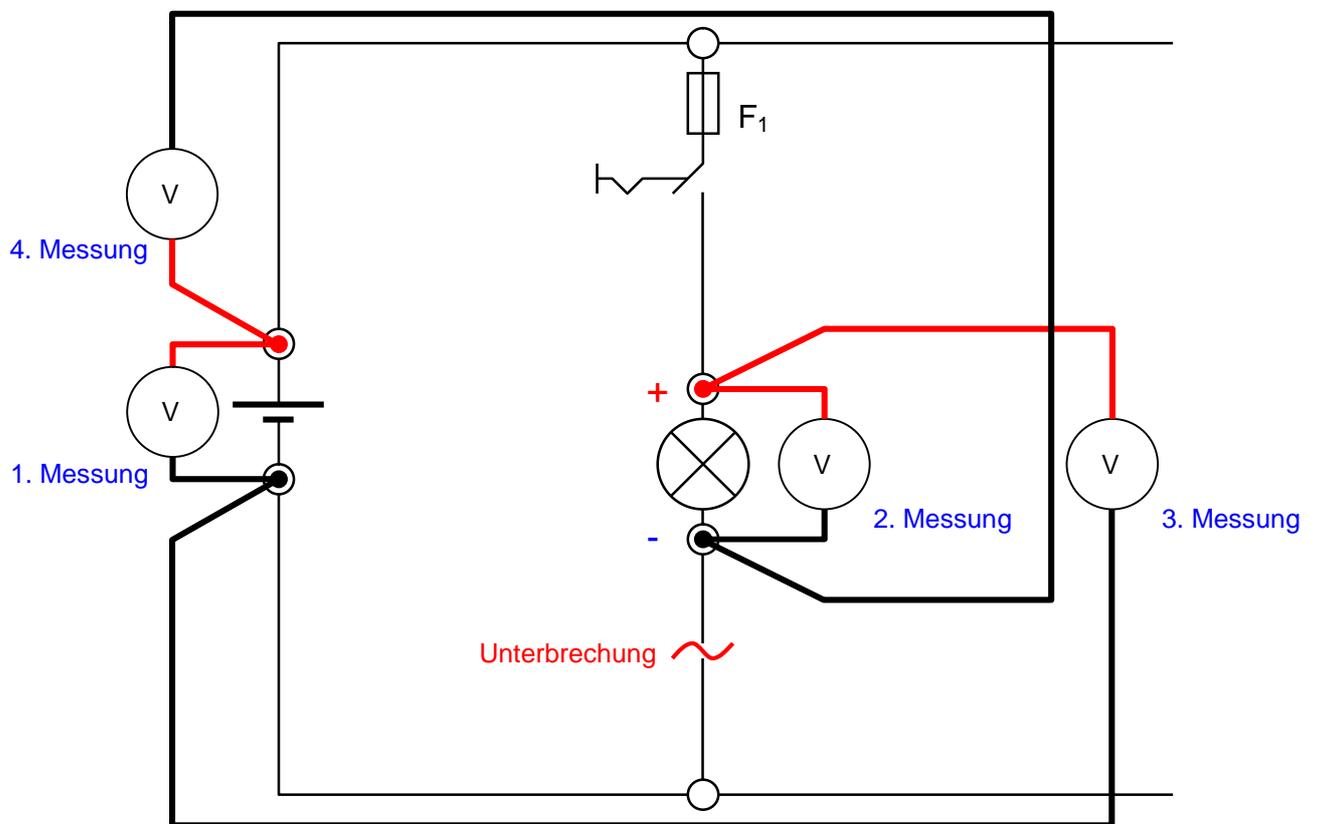
Wenn Sie den Stromkreis in -Abb.: 6 Prinzipielle Schaltung für eine plusseitige Spannungsversorgungsleitungsunterbrechung- Seite 16, mit dem Finger von der Batterie Pluspol beginnend, über die Plusversorgung, durch die Sicherung, durch den Schalter, zur Schadensstelle verfolgen, stellen Sie fest, hier **ist überall Pluspotenzial** vorhanden.

Nun verfolgen Sie mit dem Finger den Pfad von der Batterie Minuspol beginnend, über die Minusversorgung, zur Glühlampe Minusanschluss, durch die Glühlampe Plusanschluss, zur Schadensstelle. Sie stellen fest, **überall ist Minuspotenzial** vorhanden.

Da hier bei der 4. Messung tatsächlich eine Potenzialdifferenz zwischen dem Pluspol der Batterie und dem Minusanschluss der Glühlampe vorhanden ist, messen Sie bei dieser Messung die Bordnetzklammenspannung von 13,28V.

11. Wie kann man es messtechnisch feststellen/erfassen, welches Potenzial dem Verbraucher fehlt, wenn an ihm 0V Klemmenspannung gemessen wurde? Hier, die minusseitige Spannungsversorgung ist unterbrochen.

Abb.: 7 Prinzipielle Schaltung für eine minusseitige Spannungsversorgungsleitungsunterbrechung



Annahme:

An einem Verbraucher, hier eine Glühlampe, wurde auf Grund einer Kundenbeanstandung, „Glühlampe leuchtet nicht“ eine Klemmenspannungsmessung durchgeführt.

Messergebnis:

Die Klemmenspannung an der Glühlampe betrug 0V.

1. Messung Klemmenspannung Bordnetz \Rightarrow 13,28V

Messvoraussetzung:

Der Verbraucher, der das Schadensereignis an den Tag gelegt hat, wird aktiv geschaltet. Diese Messvoraussetzung bleibt auch bei den nachfolgenden Messungen bestehen. Sollte der Schalter nicht geschlossen werden, wäre hier auch eine „virtuelle Stromkreisunterbrechung“ vorhanden.

2. Messung Klemmenspannung Glühlampe \Rightarrow 0V

Diese Null Volt Spannung sagen nur aus, dass hier keine Spannung, oder auch keine Potenzialdifferenz, vorhanden ist, nicht mehr und auch nicht weniger.

3. Messung vom Plusanschluss des Verbrauchers gegen den Minuspol der Batterie gemessen \Rightarrow 13,28V

Aus dem Messergebnis der 2. Messungen lassen Sie sich leiten und messen zuerst die Spannung vom Plusanschluss der Glühlampe gegen den Minuspol der Batterie. Dieses Messergebnis generiert Ihnen auch 13,28V.

Hintergrund:

Wenn Sie den Stromkreis in -Abb.: 7 Prinzipielle Schaltung für eine minusseitige Spannungsversorgungsleitungsunterbrechung- Seite 19, mit dem Finger an der Batterie Pluspol beginnend, über die Plusversorgung, durch die Sicherung, durch den Schalter, zur Glühlampe Plusanschluss, Glühlampe Minusanschluss, bis zur Schadensstelle verfolgen, stellen Sie fest, **überall ist Pluspotenzial** vorhanden. Nun verfolgen Sie mit dem Finger den Pfad von der Batterie Minuspol beginnend, über die Minusversorgung, bis zur schadhaften Stelle. Sie stellen fest, **überall ist Minuspotenzial** vorhanden.

Da hier bei der 3. Messung tatsächlich eine Potenzialdifferenz vorhanden ist, messen Sie bei dieser Messung die Bordnetzspannung von 13,28V.

Somit können Sie schon eine Aussage/Diagnose treffen:

Die Minusversorgung ist nicht gegeben.

Aber, um Ihre Kompetenz auch unter Beweis zu stellen, führen Sie selbstverständlich auch die 4. Messung durch.

4. Messung vom Pluspol der Batterie gegen den Minusanschluss des Verbrauchers gemessen $\Rightarrow 0V$

Hintergrund:

Wenn Sie den Stromkreis in -Abb.: 7 Prinzipielle Schaltung für eine minusseitige Spannungsversorgungsleitungsunterbrechung- Seite 19, mit dem Finger von der Batterie Pluspol beginnend, über die Plusversorgung, durch die Sicherung, durch den Schalter, zur Glühlampe Plusanschluss, durch die Glühlampe Minusanschluss, bis zur Schadensstelle verfolgen, stellen Sie fest, **überall ist Pluspotenzial** vorhanden.

Nun verfolgen Sie den Pfad von der Batterie Minuspol beginnend, über die Minusversorgung, bis zu Schadensstelle. Sie stellen fest, **überall ist Minuspotenzial** vorhanden.

Die 4. Messung kann nur 0V ergeben, da von Plus auf Plus gemessen wird.

Es ist keine Potenzialdifferenz vorhanden.

Hierbei können Sie auch eine Aussage/Diagnose treffen:

Die Minusversorgung ist nicht gegeben.

(Es müsste eigentlich eine Spannung von 13,28V gemessen werden können.)

Fazit:

Die grundsätzliche Vorgehensweise bei der Feststellung, welches Potenzial fehlt dem Verbraucher, ist nahezu immer die Gleiche. Man muss nur die Messergebnisse richtig interpretieren und sich dann davon für die weiteren Messungen leiten lassen.

Auch ist es völlig egal, mit welchem Verbraucher Sie es zu tun haben, ob elektrischer Motor, Glühlampe, oder Relais und so weiter, die Vorgehensweise bleibt immer die Gleiche. Wichtig für die Messungen ist, der Stromkreis muss immer geschlossen sein, also über den normalen Betätigungsschalter für diesen Verbraucher, bei dem das Schadensereignis vorhanden/aufgetreten ist.

Probieren Sie es aus, messen Sie immer zuerst die Bordnetzklammenspannung

1. Messung und verfahren dann nach der Methode: 2. Messung, 3. Messung, 4. Messung. Behalten Sie diese Reihenfolge bei allen zu messenden Verbrauchern bei.

Nur so können Sie eine Routine bei Ihren Messungen erreichen, ansonsten sieht es nach außen immer so aus, als ob Sie im „Nebel“ stochern.

Ich erhebe natürlich keinen Anspruch auf die vollkommene Messung, es wird auch andere Möglichkeiten/Philosophien der messtechnischen Erfassung von fehlenden Potenzialen geben. Lassen Sie sich durch die verschiedenen Möglichkeiten der Messungen nicht irritieren, gehen Sie Ihren eigenen Weg. Nur durch Erfahrung lassen sich kompetente Lösungen generieren. Sammeln Sie Ihre eigenen Erfahrungen.

Gute Erfolgserleb- und -ergebnisse bei Ihren Messungen, wünscht der Autor

Horst Weinkauf

Sollten Fragen zu den Messungen vorhanden sein, nehmen Sie, wenn Bedarf vorhanden ist, Kontakt über die Netzadresse/Kontakt mit mir auf.

<http://www.Horst-Weinkauf.de>