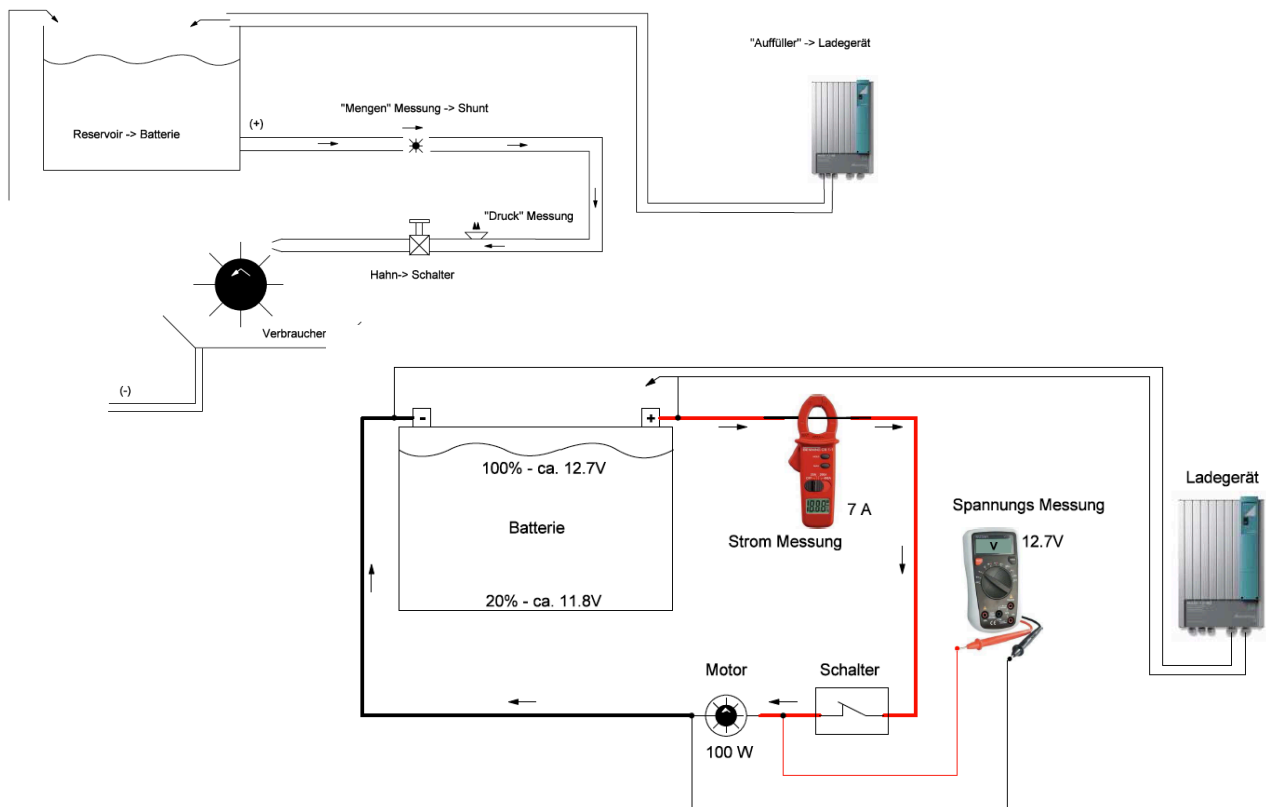


# Elektrik - Grundlagen



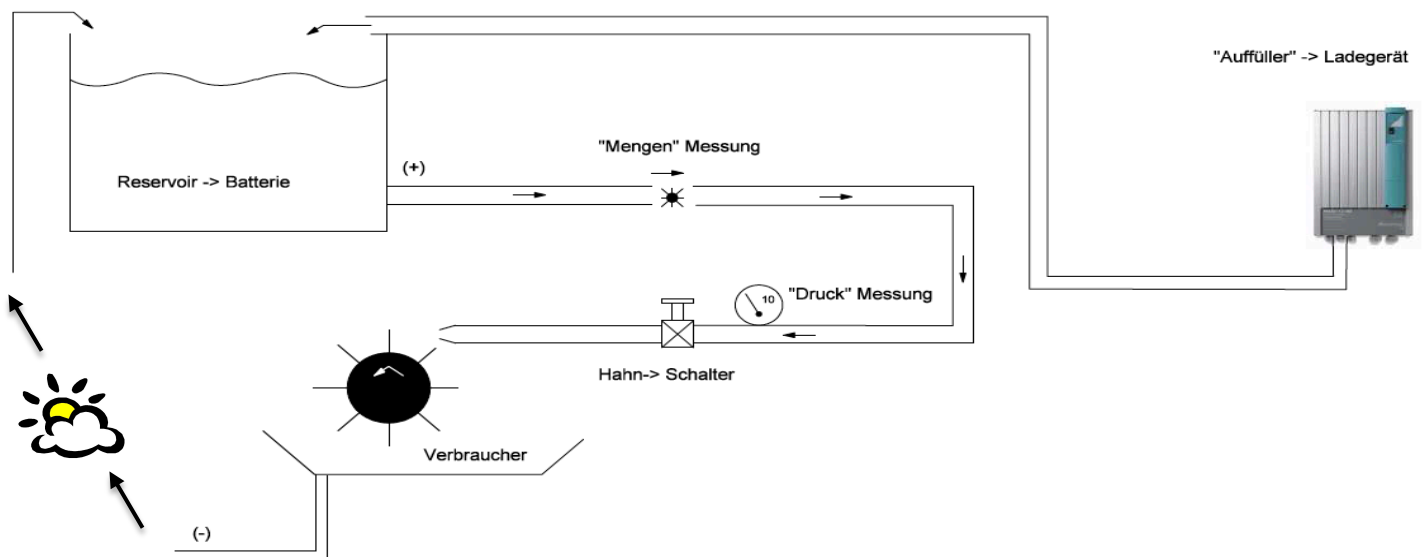
## Grundlagen Elektrik

Um ein Grundverständnis über die Funktion der Elektrik zu erhalten, braucht es kein grosses Fachwissen; etwas Vorstellungskraft, Zeit und den Willen diese zu verstehen, reichen völlig aus. Ich verwende gerne den Vergleich mit Wasser, denn der Vorgang bei einem Wasserkreislauf ist allgemein bekannt.

Am besten drucken Sie sich diese Seiten aus, um sie nebeneinander betrachten zu können, und falls einmal etwas unklar erscheint, haben Sie die Erklärung zur Hand. Selbstverständlich dient dies für den Einstieg und zu einem Grundverständnis. Es ist eine sehr gute Basis und reicht für die Anforderungen, Schlüsse zu ziehen und Fehler zu finden.

Falls Sie mehr wissen wollen, empfehle ich Ihnen gerne Fachbücher mit weiterführenden Informationen.

## Der Wasserkreislauf



In einem Reservoir wird eine bestimmte Menge an Wasser gespeichert (**Fassungsvermögen**). Dieses wird durch ein Rohr zu einem Verbraucher (**Wasserrad**) geleitet.

Um die Rotation des Wasserrades steuern zu können, befindet sich in der Leitung ein Hahn.

Damit das Rad sich dreht, braucht es **Energie**. Diese setzt sich aus dem **Druck** und einer **Menge** an Wasser zusammen. Das Wasserrad setzt dem Wasser einen **Widerstand** entgegen.

Ist das Reservoir voll gefüllt, steht ein **Druck** zur Verfügung. Dreht das Wasserrad eine Stunde, verbraucht es eine **Menge** an **Wasser** mit entsprechendem **Druck** (**Energie / Std.**).

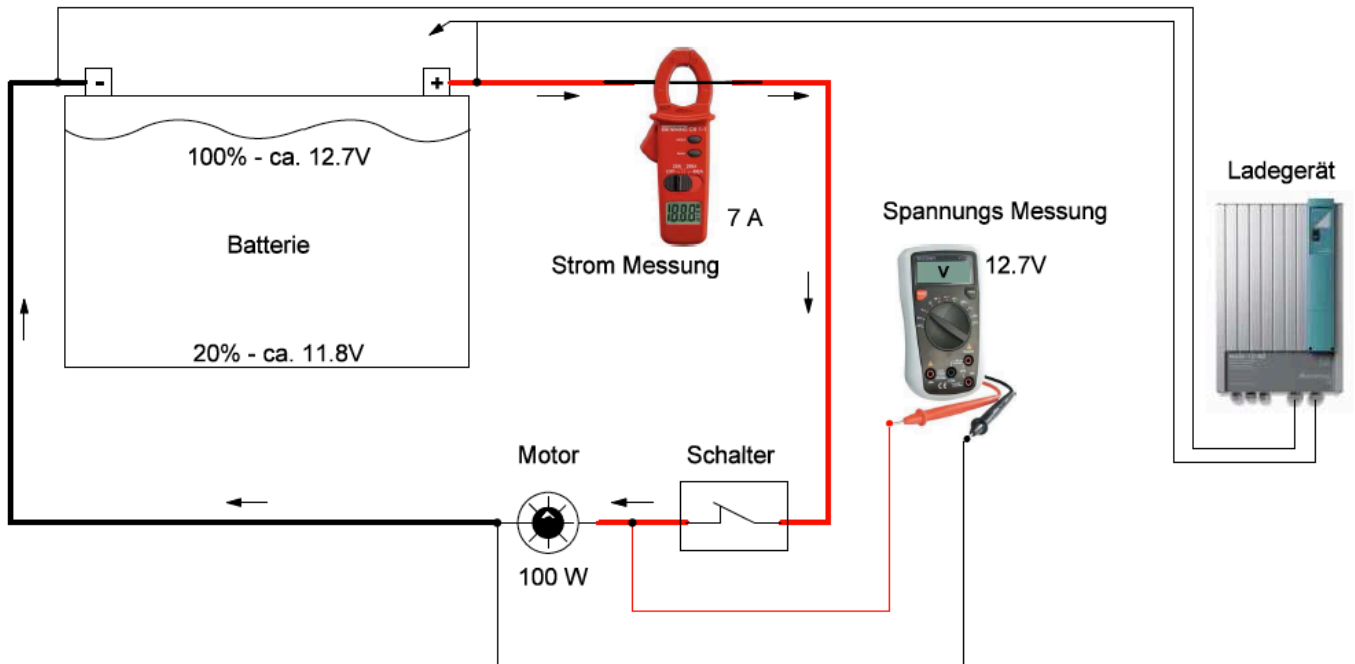
Zur Überwachung messen wir 2 Werte:

- Den **Druck**: dieser liegt vor dem Hahn immer an, auch wenn er geschlossen ist und das Wasserrad still steht.
- Die **Wasser-Menge**: diese fliesst nur dann, wenn der Hahn geöffnet ist und das Rad sich dreht.

Vergleichen wir dies mit der Elektrik, steht dem folgendes gegenüber:

## Der Elektrische Kreislauf

Achtung, wir sprechen hier nur von einem Gleichstromkreislauf!



In einer Batterie wird eine bestimmte **Kapazität** an Energie gespeichert, welche über zwei Leitungen (Positiv + und Negativ -) zu einem Verbraucher (Motor) und zurück zur Batterie geleitet wird.

Um die Aktivität des Motors steuern zu können, befindet sich in der Leitung ein Schalter, der die eine Leitung zum Verbraucher unterbricht (normaler weise die Positive).

Damit der Motor sich dreht, braucht es **Energie**. Diese setzt sich aus der **Spannung** (Druck) und einer **Menge** an **Strom** zusammen. Der Verbraucher setzt der Energie einen **Widerstand** entgegen.

Ist die Batterie voll, steht eine **Spannung (12.7V / Bleibatterie)** zur Verfügung (vollgeladene 12V Batterie). Dreht der Motor eine Stunde, verbraucht er Energie (**Energie / Std.**)

Zur Überwachung messen wir 2 Werte:

- Die **Spannung**: diese liegt vor dem Schalter immer an, auch wenn er geöffnet ist und der Motor still steht.
- Der **Strom**: dieser fließt nur dann, wenn der Schalter geschlossen ist (geschlossener Stromkreis).

Folgendes unterscheidet sich zum Wasserkreislauf:

- Es braucht immer eine Leitung vom Reservoir (Batterie) zum Verbraucher und wieder zurück.
- Die Batterie ist ein kleines chemisches Kraftwerk und somit in sich einiges komplizierter als ein Reservoir.
- Je kleiner der Widerstand des Verbrauchers, desto grösser der Strom der fließt.
- Der Druck nimmt ab, wenn ein Verbraucher eingeschaltet ist.

Diese Tabelle zeigt die Begriffe, die sich im Wasser und Elektrik-Kreislauf gegenüberstehen.

Flüssigkeit	Elektrik		Abkürz.	Formel Zeichen
Druck	Spannung	Volt	V	U
Menge	Strom	Ampere	A	I
Energie	Leistung	Watt	W	P
Widerstand	Widerstand	Ohm	$\Omega$	$\Omega$
Fassungsvermögen	Kapazität	Ampere / Stunde	Ah	Ah
Zeit	Zeit	Stunde	h	h

Eine der wichtigsten Rechnungen um den Verbrauch an Bord bestimmen zu können

- Spannung x Strom = Leistung                       $U \times I = P$                       (Volt x Ampere = Watt)
- Leistung / Spannung = Strom                       $P / U = I$                       (Watt / Volt = Ampere)
- Strom x Zeit = Kapazität                               $I \times h = Ah$                       (Ampere x Std. = Ampere / Std.)

Lesen und vergleichen Sie die zwei Varianten Wasser / Strom um die Zusammenhänge zu erkennen und mit den Begriffen und Abkürzungen vertraut zu werden.

Eines der wichtigsten Themen und Probleme eines elektrischen Systems an Bord sind die Leitungsquerschnitte und Übergangswiderstände. Diese sind in den meisten Fällen verantwortlich, dass Batterien nicht voll geladen werden, Geräte nicht laufen oder eine „falsche“ Spannung gemessen wird, obwohl die Batterien voll sind,. Auch sind sie oft der Grund für Brände.

Leitungsquerschnitte kann man selbst bestimmen. Übergangswiderstände entstehen durch schlechte Installation und / oder Feuchtigkeit (salzhaltige Luft ist sehr aggressiv).

Muss durch eine Leitung eine zu grosse Menge pro Durchmesser fließen und sind die Leitungen zu lang, fällt der Druck und die Wärme in der Leitung steigt.

Sind die Leitungsverbindungen nicht dicht, verliere sie an Druck.

In die Elektrik übertragen heisst das:

- Zu dünne Kabelquerschnitte führen bei langen Kabeln zu Spannungsabfällen in der Leitung und heissen Kabeln.
- Sind die Kabelverbindungen schlecht, entsteht ein Übergangswiderstand, daran fällt Spannung ab (Spannungsverlust) und es entsteht Wärme.

Weitere Punkte in der Elektrik:

- In jeder Leitung, in der elektrischer Strom fließt, entsteht ein magnetisches Feld, das um so grösser ist, je höher der Strom ist, der fließt. -> Kompass-Beeinflussung durch magnetisches Feld.
- Wir gehen davon aus, dass der Strom vom Positiv +, zum Minus - fließt.
- Auch 12V Systeme können gefährlich werden, da bei Kurzschlüssen sehr hohe Ströme fließen können .

## Was heisst das in der Praxis?

### Ladung:

Wie erwähnt, ist eine Batterie ein kleines chemisches Kraftwerk. Deshalb ist eine korrekte, rechtzeitige und regelmässige voll Ladung für eine lange Lebensdauer unerlässlich.

Eine Batterie muss mit der entsprechenden Spannung und dem entsprechenden Strom (je nach Batterietyp) geladen werden. Ist dies nicht der Fall, verliert die Batterie ihre Kapazität (Fassungsvermögen) und altert schneller.

Sind folgende Punkte nicht erfüllt, wird die Batterie nicht optimal / voll geladen:

- Richtige Ladespannung (je nach Ladestufe, Batterietyp und Temperatur).
- Min. / Max. Ladestrom (je nach Batteriekapazität).
- Richtiger Kabeldurchmesser (je nach Kabellänge und Ladestrom, sonst Spannungsabfall und zu kleine Ladespannung).
- regelmässige Vollladung, nach Entladung.
- richtige Wartung (je nach Batterietyp).

Wird die Batterie zu tief entladen (<10.5V), wird sie beschädigt und verliert an Kapazitätsvermögen. Für eine optimale Lebensdauer wird empfohlen, eine Batterie nur bis 50% der Nennkapazität zu entladen. Das genaue Bestimmen des Ladezustandes einer Batterie ist kurzfristig fast nicht möglich. Es ist also entscheidend zu wissen, in welchem Zustand sich die Batterie befindet und wie viel Energie noch gespeichert ist.

Für eine genaue Aussage ist ein Batteriemanagement System unerlässlich. Dieses überwacht die Spannung, den Stromfluss und die Zeit.

Mit der Spannungsmessung kann ein geschätzter Zustand bestimmt werden: (Bleibatterie)

Ladezustand	Ruhezustand (min. 4Std. Ruhe)	leichter Gebrauch (geschätzt)
100%	12.72 V	12.6 V
80%	12.51 V	12.4 V
50%	12.3 V	12.2 V
20%	11.88 V	11.7 V
0%	11.64 V	11.5 V

### Verbraucher:

Betreiben Sie einen Kühlschrank mit einer Spannung von 12.7V und einem Strom von 5A (Leistung ca. 60W), bei einer Leitung von 2.5mm<sup>2</sup> Dicke und 8m Länge (16m gesamt, Hin- und Rückleitung). Fällt die Spannung beim Betrieb auf 11.0V (am Kühlschrank), es entsteht also ein Spannungsabfall von 1.7V. Ist der Kühlschrank mit einem Tiefentladeschutz (11.5V) ausgestattet, schaltet er kurz nach Einschalten wieder aus (Spannung sinkt erst bei Betrieb). Danach steigt die Spannung wieder an und der Kühler versucht erneut zu starten. Dieses Spiel geht ewig so weiter. Was Sie bestimmt nicht erhalten, ist ein kühles Bier.

Die Lösung heisst: Kabeldurchmesser erhöhen. Ich rate ein Kabel von min. 10mm<sup>2</sup> oder Sie reduzieren die Leitungslänge, was in der Praxis meist kaum realisierbar ist. Dies zeigt jedoch, dass es sich lohnt auf möglichst kurze Leitungen zu achten.

Die Gründe für ähnliche Spannungsabfälle können auch schlechte / hohe Übergangswiderstände sein. Diese entstehen durch korrodierte Kontakte, schlechte Pressverbindungen oder lose Verschraubungen. Denen kann durch einfache Massnahmen entgegen gewirkt werden:

- Trockenhalten von Kabelverbindungen, evtl. Behandlung mit Wasserschutzspray.
- Professionelles Presswerkzeug oder zumindest seriös ausgeführte Pressungen.
- Kontrolle von Verbindungen und Verschraubungen, gerade bei Verbindungen, bei denen grosse Ströme fliessen, entsteht Wärme und dadurch eine Ausdehnung des Materials.  
(Ladegerät, Lichtmaschine, Inverter, Shunt, Hauptschalter).

Dies ist ein Überblick über die Problematik von Leitungslängen, Leitungsdurchmessern und Spannungsabfällen. Mit diesem Wissen sind Sie in der Lage, Ursachen von elektrischen Problemen zu erkennen.

Nach der Lektüre „Grundlagen Messen“, werden Sie in der Lage sein, Messungen durchzuführen. Anhand dieser kann ich Sie unterstützen Ihr System zu optimieren oder allfällige Fehler und Probleme zu lokalisieren und zu beheben.

Ein weiterer wichtiger Punkt ist die richtige Dimensionierung der Batterien, Lademöglichkeiten, dessen Verteilung und Kontrolle, auf die von Ihnen benötigte Energie.

Gerne helfen wir Ihnen in allen Bereichen weiter.

Silvio Franceschini, y-tronics