

Eine kurze Darstellung die nur das Wesentliche erläutert und keinen Anspruch auf Vollständigkeit der elektrotechnischen Lehre darstellt.

#### Was ist Spannung [ Volt ] = U

Ist sozusagen die Voraussetzung und treibende Kraft, um Strom fließen zu lassen. Spannung liegt in einer bestimmten Höhe an und benötigt keinen geschlossenen Stromkreis. Auf der Verbraucherseite fällt die Spannung ab. Die Einheit ist Volt [V], der Formelbuchstabe ist ein U.

#### Was ist Strom [ Ampere ] = I

Strom fließt in einer bestimmten Stärke - besser gesagt, Elektronen bewegen sich in einem Leiter fort. Dazu bedarf es eines geschlossenen Stromkreises. Die Stärke hängt von der Höhe der anliegenden Spannung und dem Widerstand ab. Die Einheit ist Ampere [A], der Formelbuchstabe ist ein I.

#### Was ist Widerstand [R]

Werkstoffe setzen dem Strom einen gewissen Widerstand entgegen. Dieser Widerstand hat die Einheit Ohm  $[\Omega]$  (der griechische Großbuchstabe Omega), der Formelbuchstabe ist ein R.

#### Was ist Leistung [ Watt ] = P

Ist die Kraft, die der Strom in Verbindung mit der angelegten Spannung erzeugt. Sie ist das Produkt aus Strom und Spannung. Die Einheit ist Watt [W], der Formelbuchstabe ist ein P.

#### Die Arbeit = W

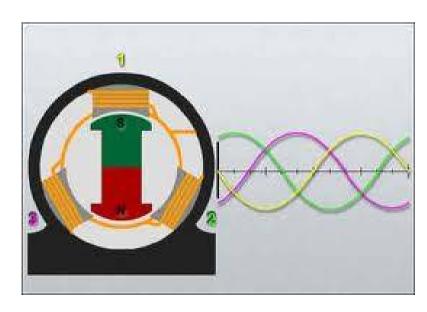
Ist die Leistung, die über einen gewissen Zeitraum erbracht wird. Die Einheit ist Wattsekunde [Ws]. Mittels Umrechnung bekommt man Wattstunde [Wh] und Kilowattstunde [kWh]. Der Formelbuchstabe ist ein W.

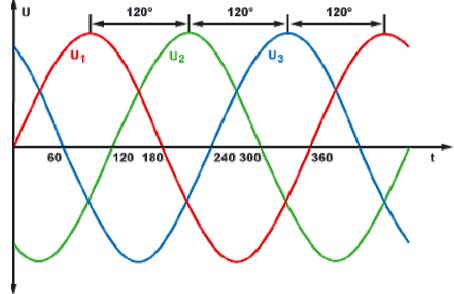
#### Und das ist der Blindwiderstand

Induktivitäten (Spulen) und Kapazitäten (Kondensatoren) verhalten sich bei Gleich- und Wechselspannung unterschiedlich. Während bei Gleichspannung eine Spule nahezu keinen Widerstand hat, hat ein Kondensator einen unendlich hohen Widerstand.

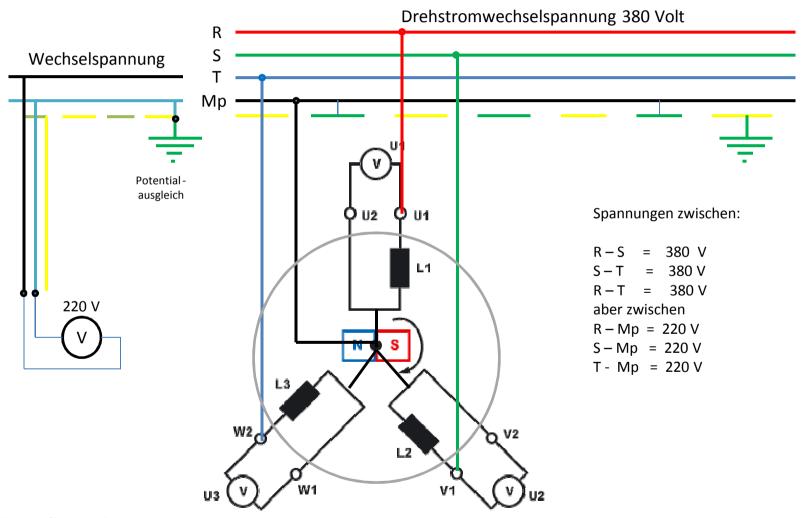
Bei Wechselspannung ändern sie ihren Widerstand in Abhängigkeit der Frequenz: Der Widerstand der Spule wird mit steigender Frequenz höher, der des Kondensators kleiner. Diese Widerstände werden Blindwiderstände genannt, die Einheit ist Ohm  $[\Omega]$ , der Formelbuchstabe ist ein X, mit den Indizes L (induktiv) und C (kapazitiv).

Tesla ist der Erfinder von Wechselstrom und Drehstrom der bald seinen Siegeszug antrat und weltweit Anwendung fand. Ohne diese Erfindung von Tesla, die es erst möglich machte, elektrischen Strom über viele Hunderte von Kilometern zu übertragen, gäbe es die heutige Selbstverständlichkeit der Elektrizität mit ihrer enorm vielseitigen Anwendung nicht.





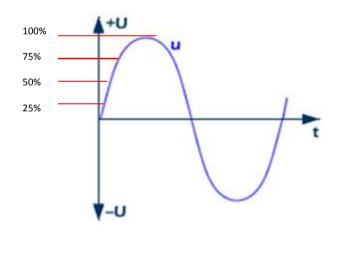
SiWo - Grafik Wuppertal



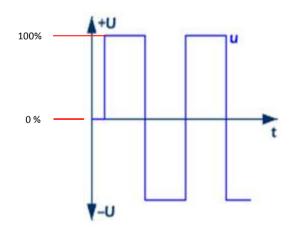
#### Spannungsabgriff analog, digital

Wie man bei den dargestellten Kennlinien eines analogen und eines digitalen Signals sehen kann, besitzt das <u>digitale</u> Signalbild nur zwei Signalzustände. Entweder ist die Spannung voll, also 100% oder gar nicht, also 0% vorhanden.

Ein analoges Signal kann dagegen jeden Wert von 0 bis 100% annehmen.



Analog AC

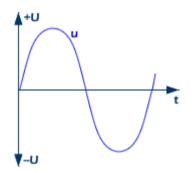


Digital DC

#### AC - Wechselspannung

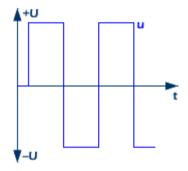
Wechselspannung ändert periodisch ihre Richtung - d.h. einen Moment ist sie positiv, dann wiederum negativ. Im Modellbahnbereich kommen vor allem zwei Arten von Wechselspannungen vor:

#### Sinusförmige Wechselspannung



Liegt am Ausgang von Transformatoren an (auch wenn diese z.B. mit einem rechteckförmigen Signal am Eingang belegt werden). Sie wird zur Steuerung von Magnetartikel, zur Beleuchtung u. ä. verwendet. Sie lässt sich mit Gleichrichterschaltungen in <u>pulsierende</u> Gleichspannung wandeln

#### Rechteckförmige Wechselspannung

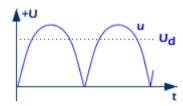


Wird bei Digitalsteuerungen als Gleisspannung verwendet (wobei die "Rechtecke" je nach Anordnung, Länge und Pausen die digitalen Informationen beinhalten) und kann natürlich auch mit Gleichrichterschaltungen in Gleichspannung gewandelt werden, wobei hier eine geglättete Gleichspannung entsteht.

#### DC - Gleichspannung

Zeichnet sich durch immer gleichbleibende Polarität aus. Auch hier unterscheiden wir zwischen zwei Unterarten:

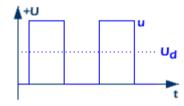
#### **Pulsierende Gleichspannung**



Sie ändert zwar nicht ihre Polarisation, allerdings ändert sich die Spannungshöhe. Diese Form liegt bei Gleichrichterschaltungen ohne Glättung (z. B. durch einen Kondensator) vor - auch bei den normalen Transformatoren liegt ein solch pulsierendes Signal am Ausgang an. Die effektive Spannung hängt von der Amplitudenhöhe ab.

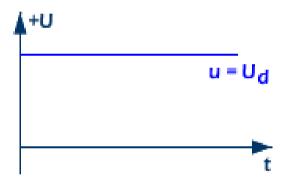
SiWo - Grafik Wuppertal

#### Rechteckförmige Gleichspannung

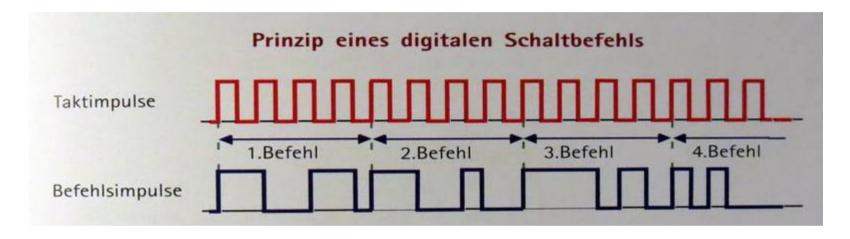


Eine weitere Form der pulsierenden Gleichspannung ist die rechteckförmige Gleichspannung, wie sie bei sogenannten elektronischen Fahrpulten erzeugt wird. Dabei wird eine Gleichspannung mit fixer Größe periodisch ein- und ausgeschaltet, wobei das Verhältnis zwischen Ein- und Ausschaltzeit die effektive  $(D^{q})$ bestimmt (entspricht Gleichspannung dem arithmetischem Mittelwert. welcher z.B. Ausschlaggebend für die Drehzahl eines Motors ist) -Prinzip der Pulsweiten- und Pulsbreitenmodulation.

#### **Geglättete Gleichspannung**



Eine geglättete Gleichspannung zeichnet sich durch konstante (oder nahezu konstanter) Spannungshöhe und -richtung aus. Sie wird durch Gleichrichtung mit nachgeschalteten Glättungselementen (Kapazität, Induktivität) erreicht. Auch Batterien, Solarzellen etc. liefern eine konstante Gleichspannung.



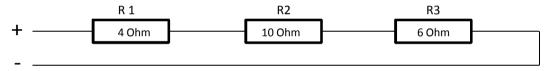
Im Beispiel wird nach jedem 4. Taktimpuls ein Befehl verschickt. Dieser Befehl besteht aus unterschiedlichen langen und kurzen Impulsen. Dieser Befehl wird über das Gleis an die Lok gesendet.

In der Lok wird der Decoder das codierte Signal der Zentrale decodieren. (entschlüsseln) In diesem Decoder läuft auch ein Taktimpulsgenerator, der alle 4 Taktimpulse einen neuen Befehl ausliest. Wird der Befehl erkannt, so wird in unserem Fall z.B. bei der Lok 2 das Licht eingeschaltet.

#### Widerstände

Die Reihenschaltung von Widerständen. 
$$R(ges) = R1+R2+R3 = 4+10+6 = 20 \text{ Ohm}$$

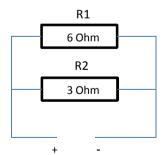
Bei in Reihe geschalteten Widerständen, ist der Gesamtwiderstand also die Summe aller Widerstände!



Die Parallelschaltung von Widerständen.

$$R(ges) = \frac{R1 \times R2}{R1 + R2} = \frac{18}{9} = 2 \text{ Ohm}$$

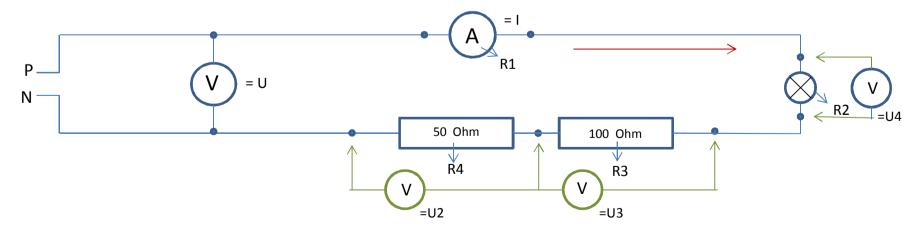
Bei parallel geschalteten Widerständen ist der Gesamtwiderstand immer kleiner als der kleinste Widerstand!



Widerstand = R / z.B.



Aber auch alle Verbraucher innerhalb eines Stromkreises stellen einen Widerstand dar.



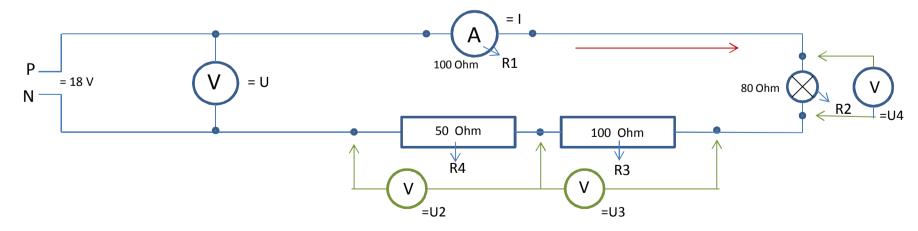
14

#### **Das Ohmsche Gesetz:**

Stromstärke: I = U : R Iges = U : (R1+R2+R3+R4) 18 : 330 = 0,054 Amp.

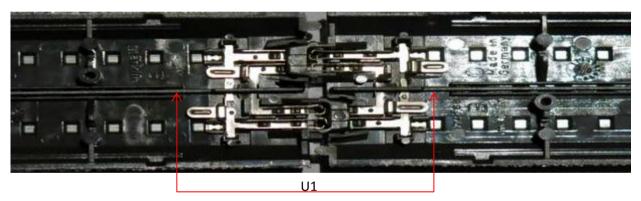
Spannung:  $U = I \times R$   $U2 = I \times (R1+R2+R3)$   $0,054 \times 280 = 15,12 \text{ Volt}$ 

Widerstand: R = U : I Rges. = U : Iges 18 : 0,054 = 333,3 Ohm



Hier findet z.B. das Ohmsche - Gesetz im Modellbau seine Anwendung.

Jede Gleisverbindung stellt einen Widerstand dar.

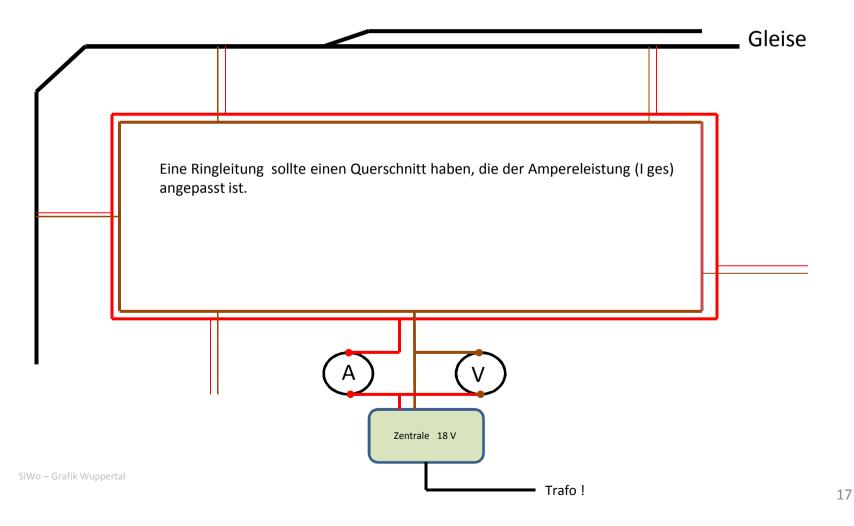


Reihenschaltung! 1 Verbindung hat ca. 0,3 Ohm bei 83 St. sind das 24,9 Ohm

I = U : R = (18 : 24,9) = 0,7229 Amp.  $U1 = I \times R1 = (0,3 \times 0,7229) = 0,2168 \text{ V}$ 

Ein Schienenstoß vernichtet ca. 0,2 Volt

Was ist gegen diesen Spannungsverlust zu tun?



#### Messinstrumente und der Umgang damit:

Welche Möglichkeiten bieten die normalen Messinstrumente.

Was ist unbedingt zu beachten.

Wie messe ich an den Gleisen **Spannung** und **Strom**?

#### Nutzung eines Messgerätes:

AC V=Wechselspannung und A=Strom

DC V=Gleichspannung und A=Strom

Wichtig! In jedem Messbereich immer mit dem höchsten Wert anfangen!!

OHM = Widerstand 0 - 20M

Durchgangsprüfung mit Ton

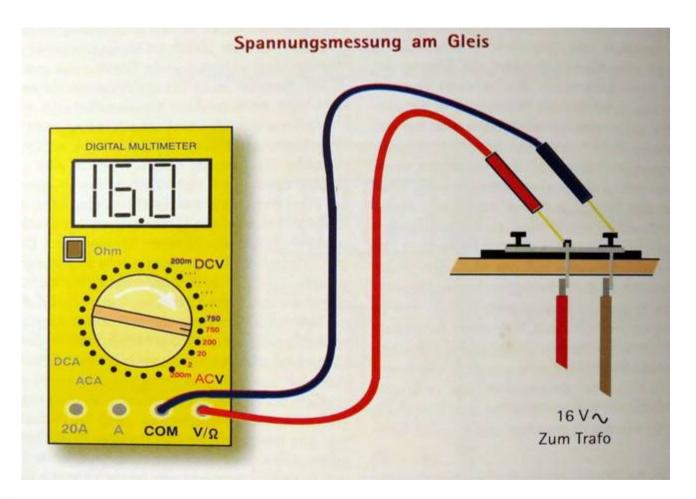
Widerstandsmessung niemals unter Spannung durchführen!!

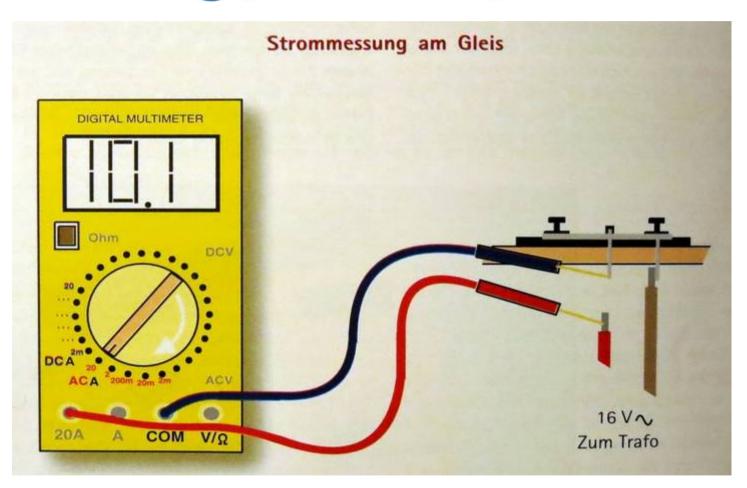
COM = Bezugspotential, "Minus" Stecker bleibt immer belegt.

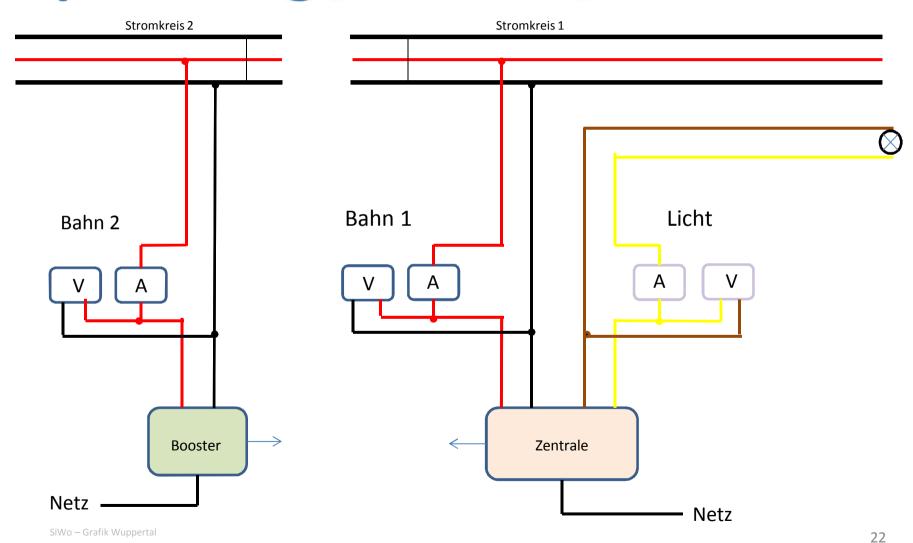
Volt / Ohm Messung

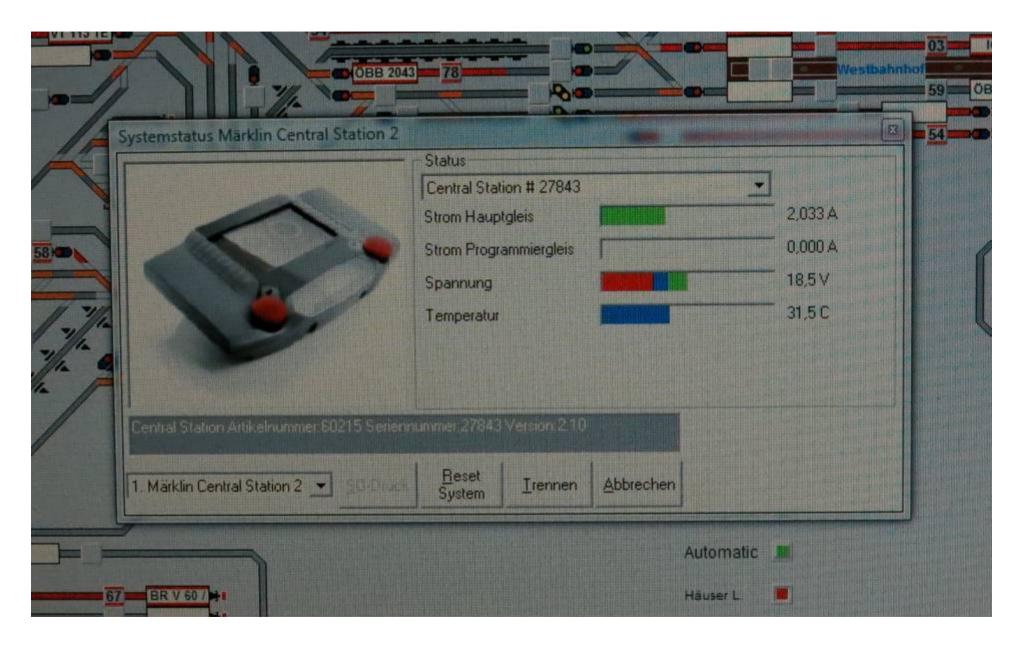
Ampere wahlweise bis 2 oder 20 A











#### **Booster:**

Booster haben im wesentlichen drei Aufgaben: (Auszug Tams)

- 1. Den Strom liefern, der zum Betrieb der digital angesteuerten Loks und Weichen und der sonstigen digitalen Verbraucher benötigt wird.
- 2. Die Spannung ans Gleis bringen, so dass die digitalen Fahr- und Schaltbefehle bei allen Fahrzeug- und Zubehördecodern ankommen.
- 3. Im Falle eines Kurzschlusses auf der Anlage (z. B. beim Entgleisen eines Fahrzeugs) dafür sorgen, dass der Strom abgeschaltet wird und Schäden an den Schienen und den Fahrzeugen verhindert werden.

Eine sehr gute und ausführliche Abhandlung über Booster findet ihr unter folgendem Link der Firma Tams, der auch in unserer Homepage eingestellt ist.

http://www.tams-online.de/htmls/download/Infothek/Booster.pdf

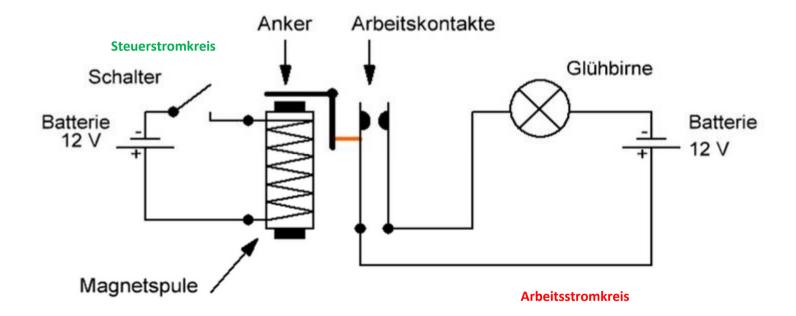
Zu finden im Internen Bereich unserer Homepage unter "Links"

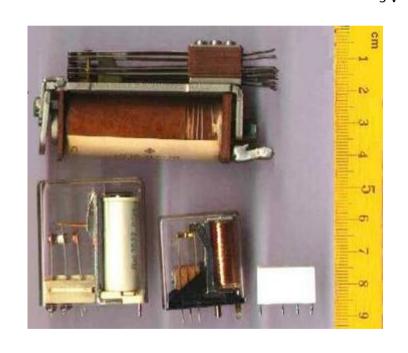
#### Mono - und Bistabile Relais:

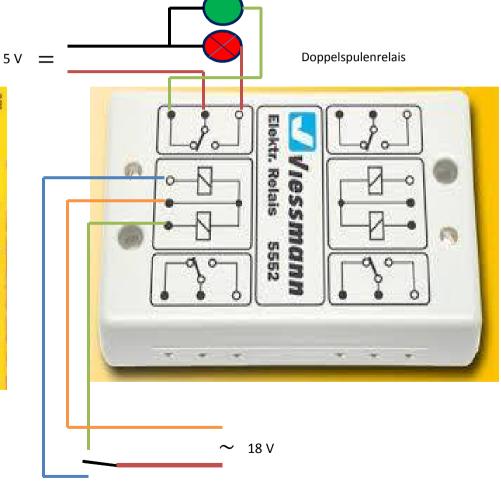
Bei der Modelleisenbahn werden auch Doppelspulenrelais eingesetzt. Diese nutzen üblicherweise keine Remanenz und sie werden auch nicht mechanisch verriegelt. Diese Doppelspulenrelais haben oft eine Endabschaltung. Die Endabschaltung verhindert eine Überhitzung von unterdimensionierten Spulen, die sonst bei Dauerbelastung durchbrennen würden. Solche Doppelspulenrelais werden unter anderem zur Steuerung von Signalen oder Weichen verwendet und sollten nur mit Tastern betätigt werden.

<u>Bistabile</u> Relais sind gekennzeichnet durch ihre Eigenschaft, dass sie im stromlosen Zustand zwei verschiedene stabile Schaltzustände einnehmen können.

Mono - Relais mit potentialfreier Kontaktbelegung







SiWo - Grafik Wuppertal



SiWo - Grafik Wuppertal



Eine kurze Darstellung die nur das Wesentliche erläutert und keinen Anspruch auf Vollständigkeit der elektrotechnischen Lehre darstellt.

#### Was ist Spannung [ Volt ] = U

Ist sozusagen die Voraussetzung und treibende Kraft, um Strom fließen zu lassen. Spannung liegt in einer bestimmten Höhe an und benötigt keinen geschlossenen Stromkreis. Auf der Verbraucherseite fällt die Spannung ab. Die Einheit ist Volt [V], der Formelbuchstabe ist ein U.

#### Was ist Strom [ Ampere ] = I

Strom fließt in einer bestimmten Stärke - besser gesagt, Elektronen bewegen sich in einem Leiter fort. Dazu bedarf es eines geschlossenen Stromkreises. Die Stärke hängt von der Höhe der anliegenden Spannung und dem Widerstand ab. Die Einheit ist Ampere [A], der Formelbuchstabe ist ein I.

#### Was ist Widerstand [R]

Werkstoffe setzen dem Strom einen gewissen Widerstand entgegen. Dieser Widerstand hat die Einheit Ohm  $[\Omega]$  (der griechische Großbuchstabe Omega), der Formelbuchstabe ist ein R.

#### Was ist Leistung [ Watt ] = P

Ist die Kraft, die der Strom in Verbindung mit der angelegten Spannung erzeugt. Sie ist das Produkt aus Strom und Spannung. Die Einheit ist Watt [W], der Formelbuchstabe ist ein P.

#### Die Arbeit = W

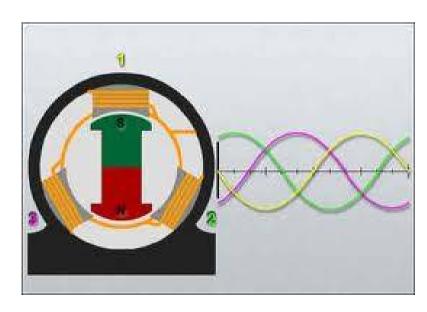
Ist die Leistung, die über einen gewissen Zeitraum erbracht wird. Die Einheit ist Wattsekunde [Ws]. Mittels Umrechnung bekommt man Wattstunde [Wh] und Kilowattstunde [kWh]. Der Formelbuchstabe ist ein W.

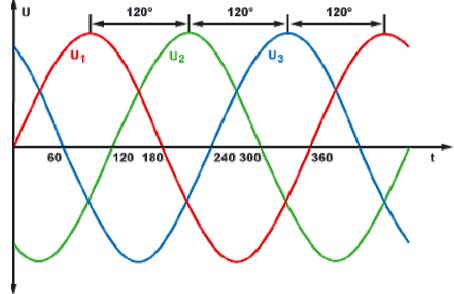
#### Und das ist der Blindwiderstand

Induktivitäten (Spulen) und Kapazitäten (Kondensatoren) verhalten sich bei Gleich- und Wechselspannung unterschiedlich. Während bei Gleichspannung eine Spule nahezu keinen Widerstand hat, hat ein Kondensator einen unendlich hohen Widerstand.

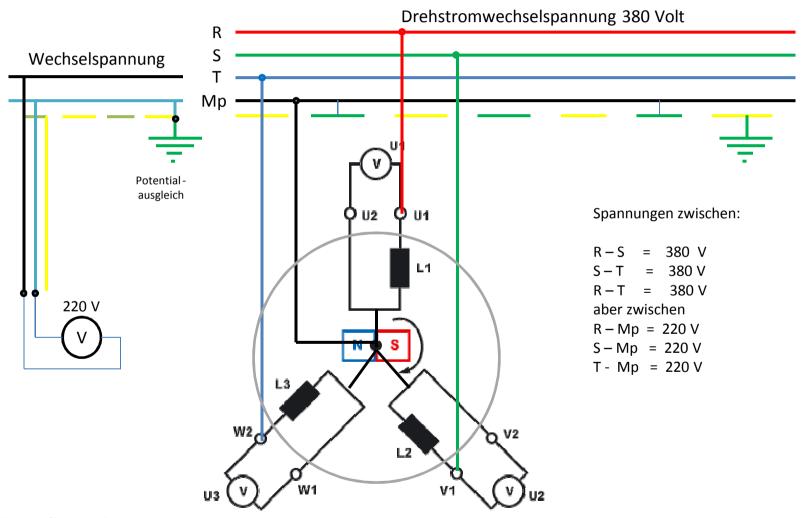
Bei Wechselspannung ändern sie ihren Widerstand in Abhängigkeit der Frequenz: Der Widerstand der Spule wird mit steigender Frequenz höher, der des Kondensators kleiner. Diese Widerstände werden Blindwiderstände genannt, die Einheit ist Ohm  $[\Omega]$ , der Formelbuchstabe ist ein X, mit den Indizes L (induktiv) und C (kapazitiv).

Tesla ist der Erfinder von Wechselstrom und Drehstrom der bald seinen Siegeszug antrat und weltweit Anwendung fand. Ohne diese Erfindung von Tesla, die es erst möglich machte, elektrischen Strom über viele Hunderte von Kilometern zu übertragen, gäbe es die heutige Selbstverständlichkeit der Elektrizität mit ihrer enorm vielseitigen Anwendung nicht.





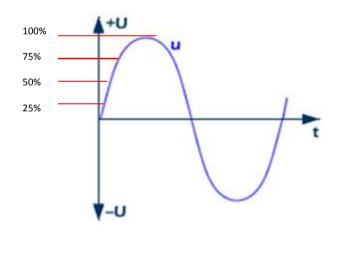
SiWo - Grafik Wuppertal



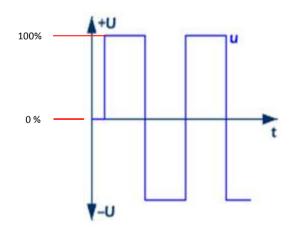
#### Spannungsabgriff analog, digital

Wie man bei den dargestellten Kennlinien eines analogen und eines digitalen Signals sehen kann, besitzt das <u>digitale</u> Signalbild nur zwei Signalzustände. Entweder ist die Spannung voll, also 100% oder gar nicht, also 0% vorhanden.

Ein analoges Signal kann dagegen jeden Wert von 0 bis 100% annehmen.



Analog AC

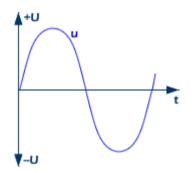


Digital DC

#### AC - Wechselspannung

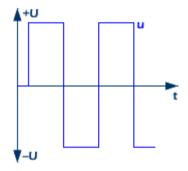
Wechselspannung ändert periodisch ihre Richtung - d.h. einen Moment ist sie positiv, dann wiederum negativ. Im Modellbahnbereich kommen vor allem zwei Arten von Wechselspannungen vor:

#### Sinusförmige Wechselspannung



Liegt am Ausgang von Transformatoren an (auch wenn diese z.B. mit einem rechteckförmigen Signal am Eingang belegt werden). Sie wird zur Steuerung von Magnetartikel, zur Beleuchtung u. ä. verwendet. Sie lässt sich mit Gleichrichterschaltungen in <u>pulsierende</u> Gleichspannung wandeln

#### Rechteckförmige Wechselspannung

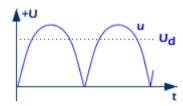


Wird bei Digitalsteuerungen als Gleisspannung verwendet (wobei die "Rechtecke" je nach Anordnung, Länge und Pausen die digitalen Informationen beinhalten) und kann natürlich auch mit Gleichrichterschaltungen in Gleichspannung gewandelt werden, wobei hier eine geglättete Gleichspannung entsteht.

#### DC - Gleichspannung

Zeichnet sich durch immer gleichbleibende Polarität aus. Auch hier unterscheiden wir zwischen zwei Unterarten:

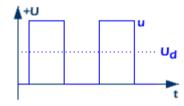
#### **Pulsierende Gleichspannung**



Sie ändert zwar nicht ihre Polarisation, allerdings ändert sich die Spannungshöhe. Diese Form liegt bei Gleichrichterschaltungen ohne Glättung (z. B. durch einen Kondensator) vor - auch bei den normalen Transformatoren liegt ein solch pulsierendes Signal am Ausgang an. Die effektive Spannung hängt von der Amplitudenhöhe ab.

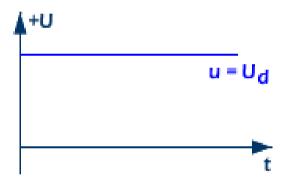
SiWo - Grafik Wuppertal

#### Rechteckförmige Gleichspannung

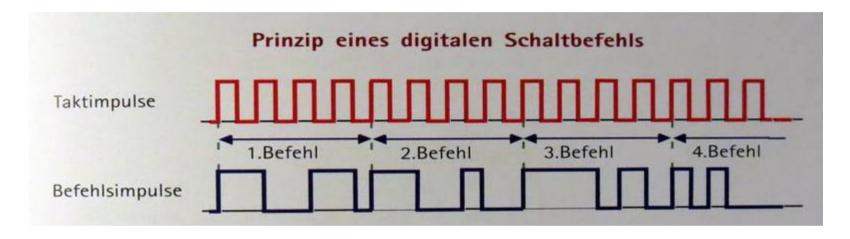


Eine weitere Form der pulsierenden Gleichspannung ist die rechteckförmige Gleichspannung, wie sie bei sogenannten elektronischen Fahrpulten erzeugt wird. Dabei wird eine Gleichspannung mit fixer Größe periodisch ein- und ausgeschaltet, wobei das Verhältnis zwischen Ein- und Ausschaltzeit die effektive  $(D^{q})$ bestimmt (entspricht Gleichspannung dem arithmetischem Mittelwert. welcher z.B. Ausschlaggebend für die Drehzahl eines Motors ist) -Prinzip der Pulsweiten- und Pulsbreitenmodulation.

#### **Geglättete Gleichspannung**



Eine geglättete Gleichspannung zeichnet sich durch konstante (oder nahezu konstanter) Spannungshöhe und -richtung aus. Sie wird durch Gleichrichtung mit nachgeschalteten Glättungselementen (Kapazität, Induktivität) erreicht. Auch Batterien, Solarzellen etc. liefern eine konstante Gleichspannung.



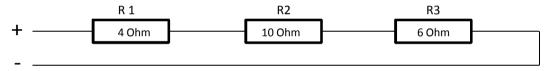
Im Beispiel wird nach jedem 4. Taktimpuls ein Befehl verschickt. Dieser Befehl besteht aus unterschiedlichen langen und kurzen Impulsen. Dieser Befehl wird über das Gleis an die Lok gesendet.

In der Lok wird der Decoder das codierte Signal der Zentrale decodieren. (entschlüsseln) In diesem Decoder läuft auch ein Taktimpulsgenerator, der alle 4 Taktimpulse einen neuen Befehl ausliest. Wird der Befehl erkannt, so wird in unserem Fall z.B. bei der Lok 2 das Licht eingeschaltet.

#### Widerstände

Die Reihenschaltung von Widerständen. 
$$R(ges) = R1+R2+R3 = 4+10+6 = 20 \text{ Ohm}$$

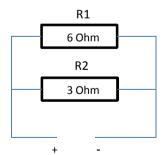
Bei in Reihe geschalteten Widerständen, ist der Gesamtwiderstand also die Summe aller Widerstände!



Die Parallelschaltung von Widerständen.

$$R(ges) = \frac{R1 \times R2}{R1 + R2} = \frac{18}{9} = 2 \text{ Ohm}$$

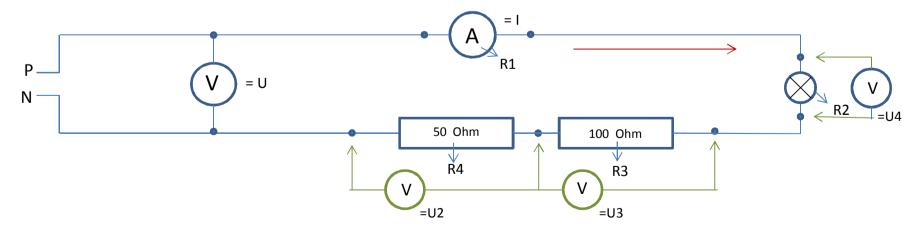
Bei parallel geschalteten Widerständen ist der Gesamtwiderstand immer kleiner als der kleinste Widerstand!



Widerstand = R / z.B.



Aber auch alle Verbraucher innerhalb eines Stromkreises stellen einen Widerstand dar.



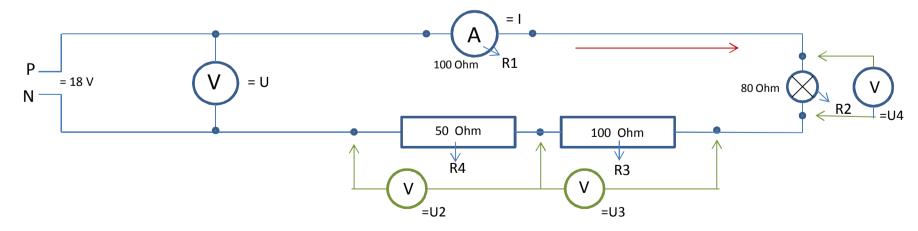
14

#### **Das Ohmsche Gesetz:**

Stromstärke: I = U : R Iges = U : (R1+R2+R3+R4) 18 : 330 = 0,054 Amp.

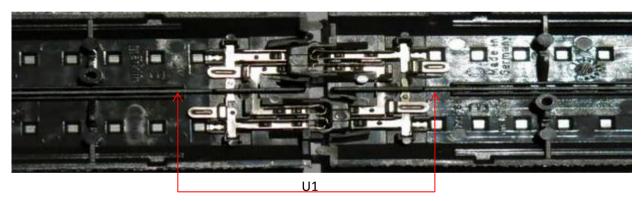
Spannung:  $U = I \times R$   $U2 = I \times (R1+R2+R3)$   $0,054 \times 280 = 15,12 \text{ Volt}$ 

Widerstand: R = U : I Rges. = U : Iges 18 : 0,054 = 333,3 Ohm



Hier findet z.B. das Ohmsche - Gesetz im Modellbau seine Anwendung.

Jede Gleisverbindung stellt einen Widerstand dar.

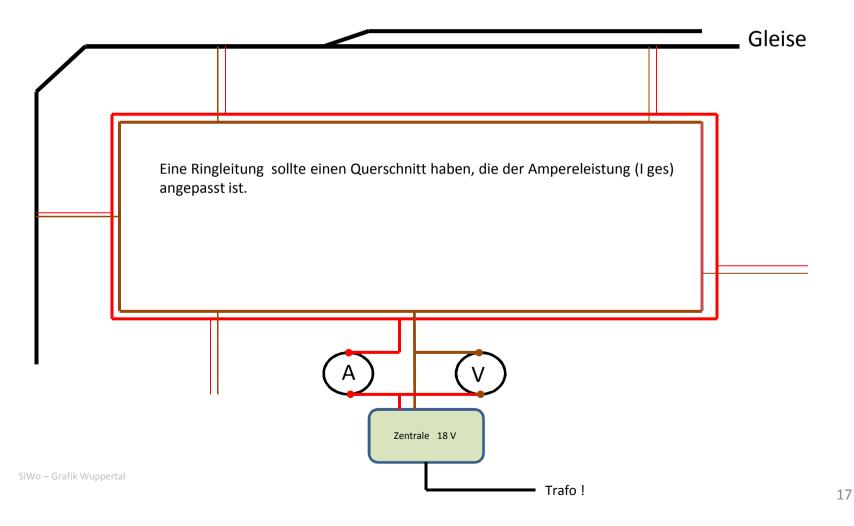


Reihenschaltung! 1 Verbindung hat ca. 0,3 Ohm bei 83 St. sind das 24,9 Ohm

I = U : R = (18 : 24,9) = 0,7229 Amp.  $U1 = I \times R1 = (0,3 \times 0,7229) = 0,2168 \text{ V}$ 

Ein Schienenstoß vernichtet ca. 0,2 Volt

Was ist gegen diesen Spannungsverlust zu tun?



#### Messinstrumente und der Umgang damit:

Welche Möglichkeiten bieten die normalen Messinstrumente.

Was ist unbedingt zu beachten.

Wie messe ich an den Gleisen **Spannung** und **Strom**?

#### Nutzung eines Messgerätes:

AC V=Wechselspannung und A=Strom

DC V=Gleichspannung und A=Strom

Wichtig! In jedem Messbereich immer mit dem höchsten Wert anfangen!!

OHM = Widerstand 0 - 20M

Durchgangsprüfung mit Ton

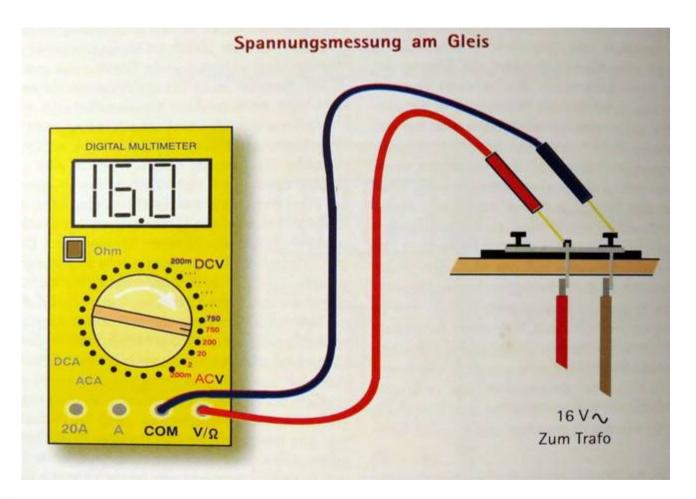
Widerstandsmessung niemals unter Spannung durchführen!!

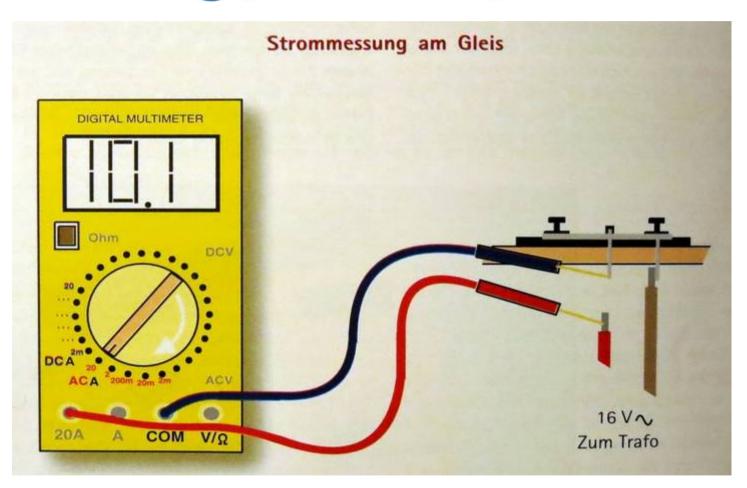
COM = Bezugspotential, "Minus" Stecker bleibt immer belegt.

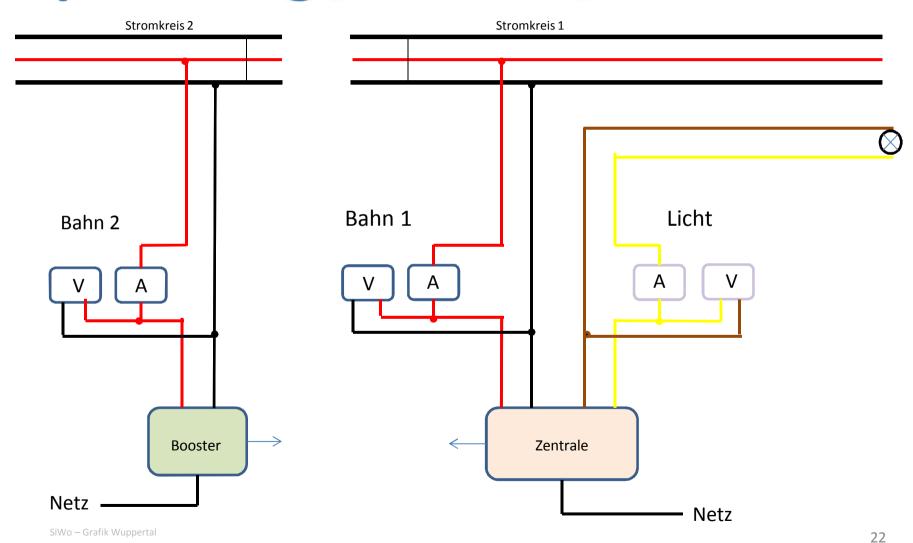
Volt / Ohm Messung

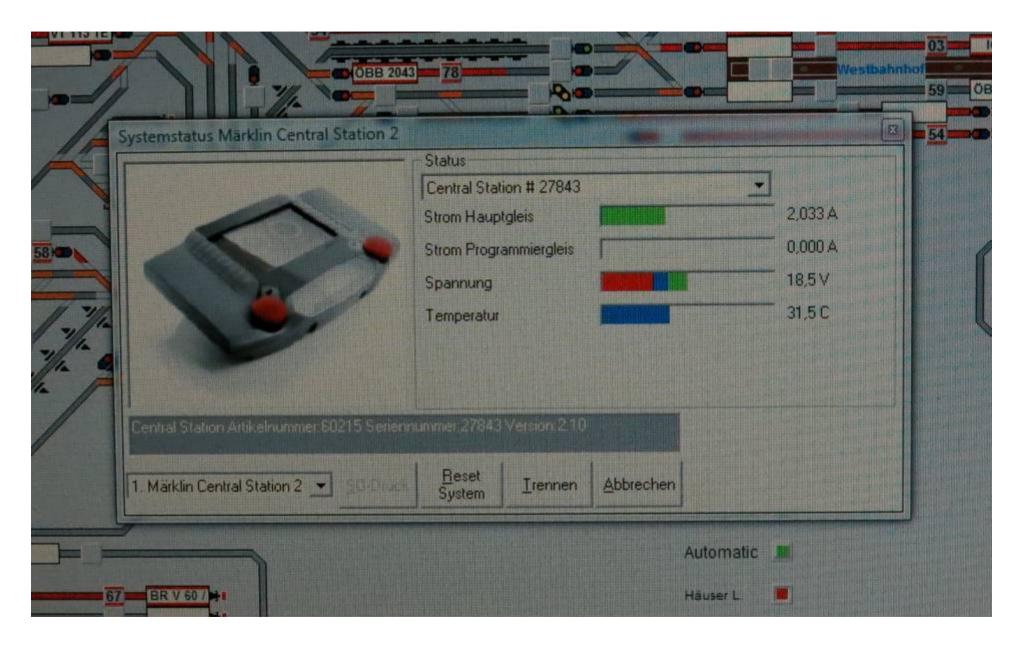
Ampere wahlweise bis 2 oder 20 A











#### **Booster:**

Booster haben im wesentlichen drei Aufgaben: (Auszug Tams)

- 1. Den Strom liefern, der zum Betrieb der digital angesteuerten Loks und Weichen und der sonstigen digitalen Verbraucher benötigt wird.
- 2. Die Spannung ans Gleis bringen, so dass die digitalen Fahr- und Schaltbefehle bei allen Fahrzeug- und Zubehördecodern ankommen.
- 3. Im Falle eines Kurzschlusses auf der Anlage (z. B. beim Entgleisen eines Fahrzeugs) dafür sorgen, dass der Strom abgeschaltet wird und Schäden an den Schienen und den Fahrzeugen verhindert werden.

Eine sehr gute und ausführliche Abhandlung über Booster findet ihr unter folgendem Link der Firma Tams, der auch in unserer Homepage eingestellt ist.

http://www.tams-online.de/htmls/download/Infothek/Booster.pdf

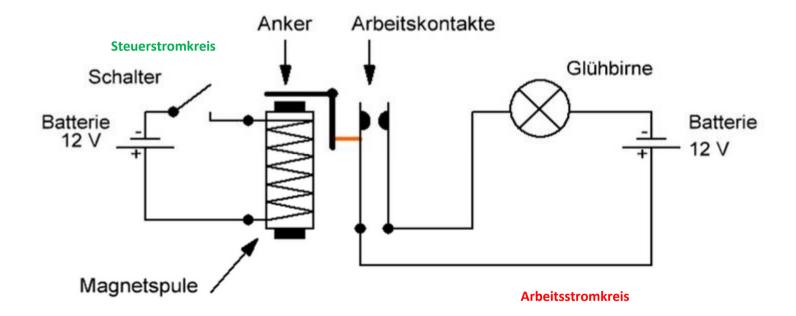
Zu finden im Internen Bereich unserer Homepage unter "Links"

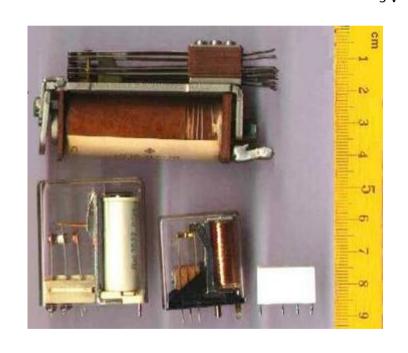
#### Mono - und Bistabile Relais:

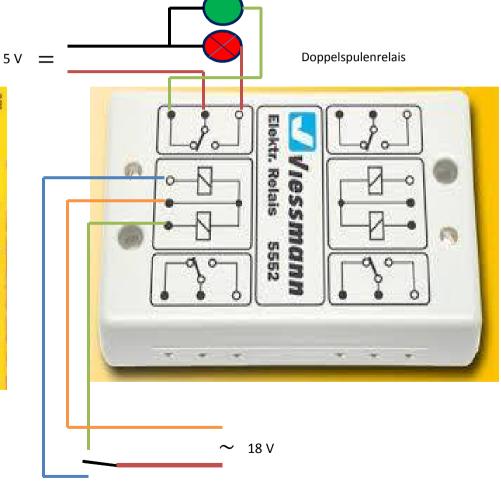
Bei der Modelleisenbahn werden auch Doppelspulenrelais eingesetzt. Diese nutzen üblicherweise keine Remanenz und sie werden auch nicht mechanisch verriegelt. Diese Doppelspulenrelais haben oft eine Endabschaltung. Die Endabschaltung verhindert eine Überhitzung von unterdimensionierten Spulen, die sonst bei Dauerbelastung durchbrennen würden. Solche Doppelspulenrelais werden unter anderem zur Steuerung von Signalen oder Weichen verwendet und sollten nur mit Tastern betätigt werden.

<u>Bistabile</u> Relais sind gekennzeichnet durch ihre Eigenschaft, dass sie im stromlosen Zustand zwei verschiedene stabile Schaltzustände einnehmen können.

Mono - Relais mit potentialfreier Kontaktbelegung







SiWo - Grafik Wuppertal



SiWo - Grafik Wuppertal