

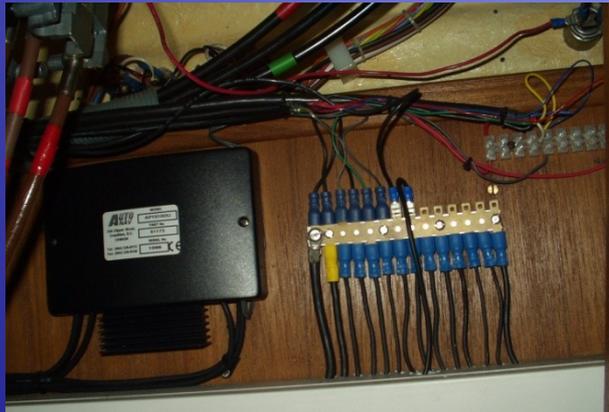
# Herzlich Willkommen

Peter Haag  
Landesverband  
Motorbootsport  
Baden Württemberg



# Strom an Bord

# Elektrische Systeme an Bord



# Leistungsaufnahme üblicher Verbraucher an Bord

<b>Verbraucher</b>	<b>Anzahl</b>	<b>Leistungs- aufnahme</b>	<b>Strom- aufnahme (Leistung : Nennspan- nung</b>	<b>Einschalt- dauer/Tag</b>	<b>Wh/Tag (Leistung x Einschalt- dauer)</b>	<b>Kapazität/Tag (Wh : Nennspannung)</b>
<b>Positions- laternen</b>	<b>4</b>	<b>4 x 20 W = 80 W</b>	<b>6,66 A</b>	<b>0,25 h</b>	<b>20,0 Wh</b>	<b>1,66 Ah</b>
<b>Ankerlicht</b>	<b>1</b>	<b>1 x 10 W = 10 W</b>	<b>0,8 A</b>	<b>8,0 h</b>	<b>80,0 Wh</b>	<b>6,66 Ah</b>
<b>Salonbeleuch- tung</b>	<b>4</b>	<b>4 x 10 W = 40 W</b>	<b>3,3 A</b>	<b>3,0 h</b>	<b>120,0 Wh</b>	<b>10,0 Ah</b>
<b>Kühlschrank</b>	<b>2</b>	<b>2 x 50 W = 100 W</b>	<b>8,33 A</b>	<b>6,0 h</b>	<b>600,0 Wh</b>	<b>50,0 Ah</b>
<b>Trinkwasser- pumpe</b>	<b>1</b>	<b>1 x 60 W = 60 W</b>	<b>5,0 A</b>	<b>0,25 h</b>	<b>15,0 Wh</b>	<b>1,25 Ah</b>
<b>Radio</b>	<b>1</b>	<b>1 x 30 W = 30 W</b>	<b>2,5 A</b>	<b>3,0 h</b>	<b>90,0 Wh</b>	<b>7,5 Ah</b>
<b>Gesamt</b>		<b>320 W</b>	<b>26,6 A</b>			<b>77,07 Ah</b>

**Der Batterie werden in 24 Stunden 77 Ah entnommen. Da die Batterie nur zu 50% entladen werden darf, müssen mind. 144 Ah vorgehalten werden!**

# Leistungsaufnahme üblicher Verbraucher an Bord



**Großverbraucher wie elektrische Ankerwinden sowie Bug- und Heckstrahlruder werden nach Möglichkeit mit eigenen Batterien betrieben!**

**Diese Großverbraucher sollten nur bei laufenden Motoren oder Generatoren betrieben werden!**

# Starterbatterien



Müssen beim Startvorgang relativ große Ströme für kurze Zeit liefern

Arten von Batterien:

Nassbatterie

Elektrolyt flüssig, kann über zu öffnende Zellstopfen ergänzt werden →

**nicht wartungsfrei. Achtung maximal zulässige Schräglage beachten!**

Hermetisch verschlossen mit zentraler Öffnung für austretende Gase →

**wartungsfrei**

AGM-Batterie (Absorbent-Glass-Mat)

Völlig versiegelt, wird auch Vlies-Batterie genannt, weil die Batteriesäure komplett durch Glasfaser- oder Vliesmatten aufgenommen wird.

# Verbraucherbatterien



Müssen für die Verbraucher relativ kleine Ströme für lange Zeit liefern. Nicht hochstromfest – keine Starthilfe

Arten von Batterien:

**Nassbatterie**

Elektrolyt flüssig, kann über zu öffnende Zellstopfen ergänzt werden →

**nicht wartungsfrei. Achtung maximal zulässige Schräglage beachten!**

Hermetisch verschlossen mit zentraler Öffnung für austretende Gase →

**wartungsfrei**

**AGM-Batterie (Absorbent-Glass-Mat)**

Völlig versiegelt, wird auch Vlies-Batterie genannt, weil die Batteriesäure komplett durch Glasfaser- oder Vliesmatten aufgenommen wird.



## Batteriebezeichnungen

**12V**

Nennspannung

**70AH**

Kapazität

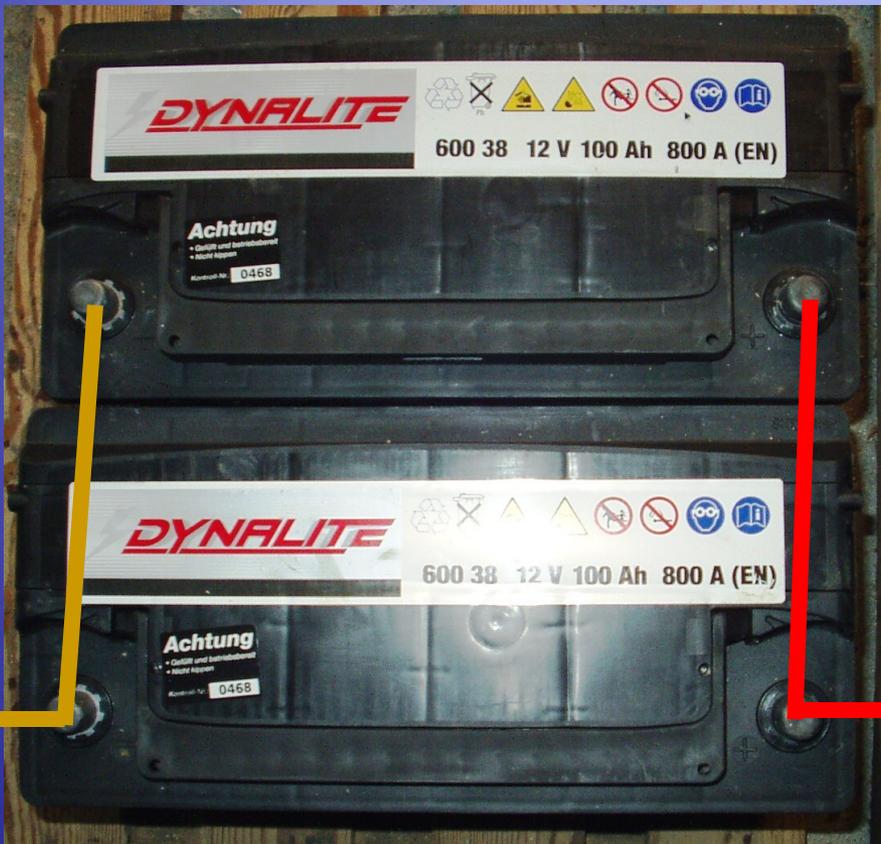
**650A**

Kälteprüfstrom

**12 V** steht für die Nennspannung, die an den Batteriepolen abgenommen werden kann.

**70 Ah** steht für die Nennkapazität. Diese wird folgendermaßen definiert: Der Batterie mit dieser Kapazität kann über einen Zeitraum von 20 Stunden ein zwanzigstel ( 5 % ) ihrer Nennkapazität entnommen werden. Dabei darf die Klemmenspannung nicht unter 10,5 V absinken!

**650A** steht für den Kälteprüfstrom. Dieser ist wie folgt definiert: „ Die voll aufgeladene Batterie wird bei  $-18^{\circ}\text{C}$  mit einem Strom von 650A für einen Zeitraum von 10s belastet. Dabei darf die Klemmenspannung nicht unter 7,5V absinken.



Zu den  
Verbrauchern →

**Nur Batterien gleicher Größe,  
gleicher Bauart und gleichen Alters  
dürfen zusammen geschaltet werden.**

**Eine große Batterie ist mehreren  
kleinen Batterien vorzuziehen!**

**Der Batterie Hauptschalter ist  
so nah wie möglich an der  
Batterie zu installieren!  
Batterien dürfen im Betrieb  
nicht wärmer als 50°C werden!**

# Batteriehaupschalter



Die Strombelastbarkeit des Batteriehaupschalters muss dem Kälteprüfstrom der Batterie entsprechen. **Im vorliegenden Fall muss die Belastbarkeit mindestens 800 A betragen!**

# Starterbatterien



**Im Moment des Startens fließt, bedingt durch die Drehzahl „NULL“ und das hohe Losbrechmoment des Verbrennungsmotors, fast Kurzschlussstrom!**

**Beim Einsatz zu großer Batterien kann deshalb die Startleistung der Batterie über dem für den Starter zulässigen Wert liegen. Dies kann entweder zum Durchbrennen der Starterwicklung oder zur Beschädigung von Ritzel oder Zahnkranz führen!**

**Die Größe der Starterbatterie muss deshalb so gewählt werden, dass der höchst zulässige Starterstrom nicht überschritten wird!**

# Batterieprüfung Starterbatterie



Messung der Ruhespannung der Batterie

# Batterieprüfung Starterbatterie



**Während des Startvorgangs darf die Spannung der geladenen Batterie nicht unter 9 V absinken!**

# Batterieprüfung Verbraucherbatterie

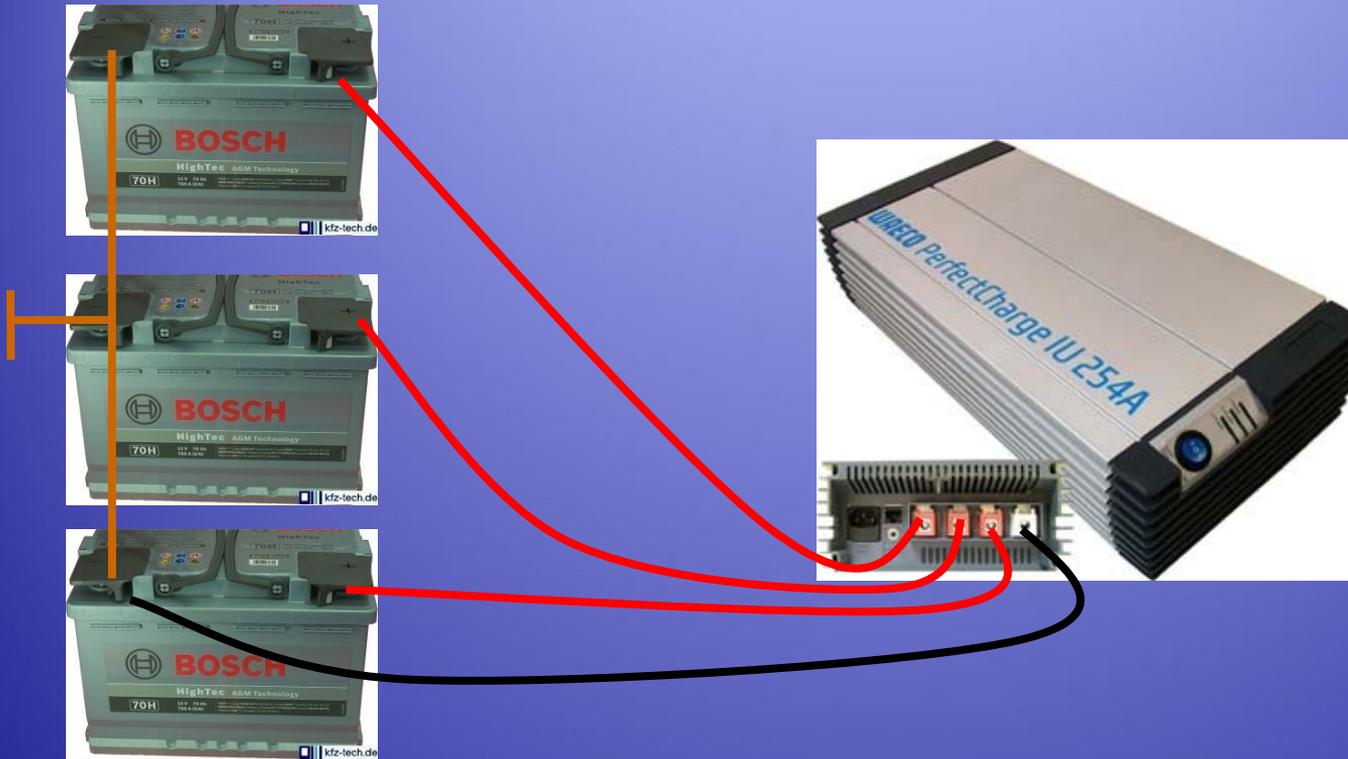


**Sämtliche Verbraucher einschalten. Nach einer Minute darf die Spannung der geladenen Batterie nicht unter 9 V absinken!**

# Laden von Batterien



# Laden von Batterien

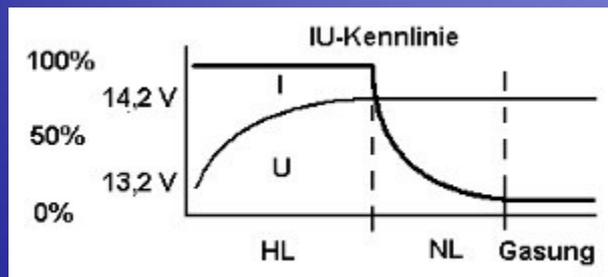
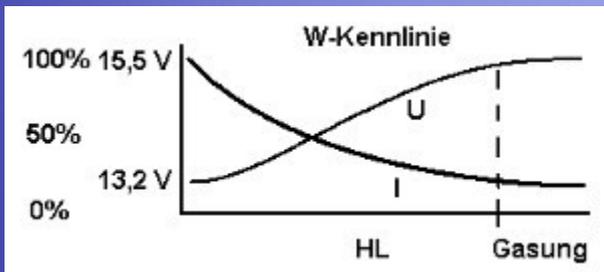


Ladegeräte für Bordbatterien müssen nach der Kennlinie IUoU laden  
Diese Ladegeräte gleichen den Ladestrom automatisch der Kapazität an  
Die Ladezeit ist spannungsabhängig  
Nach Erreichen der Ladungsschlussspannung wird auf Laderhaltung geschaltet  
Gel- und AGM-Batterien werden durch ungeeignete Ladegeräte zerstört

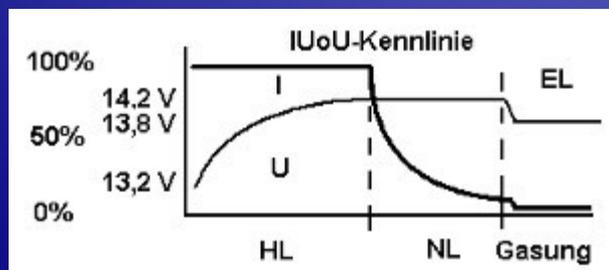
# Laden von Batterien



Zunehmende Ladung: Stromfluss wird geringer, Spannung steigt, Gasungsspannung wird überschritten. Ständige Beobachtung der Ladung erforderlich. Zerstörung von Gel- und AGM-Batterien.



Nach Erreichen der Ladespannung Stromabfall auf einen geringen Ladestrom. Spannung bleibt konstant. Für Gel- und AGM-Batterien nicht empfohlen



Ladung bis zur Gasungsspannung mit 14,2V, danach 13,8V. Strom geht auf Laderhaltung. Für Gel- und AGM-Batterien uneingeschränkt geeignet.

# Ladezyklen von Batterien



**Vorausgesetzt wird, dass die Batterien zu max. 50% DoD (Depth of Discharge) entladen werden und eine Spannung von 10,5 V nicht unterschreiten!**

**Starterbatterien sind auf hohe Ströme in kurzer Zeit ausgelegt und werden üblicherweise sofort nachgeladen. Deshalb verkraften sie die wenigsten Ladezyklen mit 50% Entladung: ca. 100**

**Nassbatterien, die als Verbraucherbatterien ausgelegt sind, kommen auf ca. 380 Ladezyklen.**

**AGM- und Gel-Batterien als Verbraucherbatterien erreichen ungefähr den 2,5fachen Wert, also ca. 950 Ladezyklen!**

**Lithium-Ionen-Batterien erreichen je nach Ausführung 1000 bis 3000 Ladezyklen bei DoD 80%  
ca. 4500 bei DoD 50%**

# Ladezyklen von Batterien



**Preisbeispiele (können differieren!) für Batterien 100 Ah:**

<b>Nassbatterie Starter:</b>	<b>ca. 130,-- €</b>
<b>Nassbatterie Verbraucher:</b>	<b>ca. 130,-- €</b>
<b>AGM-Batterie Verbraucher:</b>	<b>ca. 215,-- €</b>
<b>Gel-Batterie Verbraucher 85 Ah:</b>	<b>ca. 320,-- €</b>
<b>Gel-Batterie Verbraucher 110 Ah:</b>	<b>ca. 440,-- €</b>
<b>Lithium-Ionen-Batterie mit Überwachung:</b>	<b>ca. 1.000,-- €</b>

<http://greenakku.de/Batterien/Lithium-Batterien/LIONTRON-Smart-BMS-LiFePO4-Batterie-12V-100Ah-mit-Bluetooth-Ueberwachung::1766.html>



**Bei Totalausfall einer Batterie sollte man die Ladeeinrichtung des Fahrzeugs (Generator, Regler, Leitungsverbindungen) überprüfen, um bei einem Fehler in diesem Bereich eine Schädigung der neuen Batterie zu verhindern**

**Bei einer neuen Batterie die Pole mit säurefreiem Fett oder – nach dem Anklemmen – mit dafür vorgesehenem Schutzlack behandeln**

**Batterien enthalten giftiges Blei, umweltschädliche Zusätze und ätzende Säure. Deshalb sind sie mit einem Pfand beaufschlagt und müssen dem gesetzlich vorgeschriebenen Recycling-System zugeführt werden. Fast 99 Prozent des Materials von Gehäuse und Innenleben können wieder verwertet werden.**



# Lithium-Ionen-Batterie

**Kann bei Beschädigung oder Überladung und dadurch entstehendem inneren Kurzschluss brennen. Da sich die entstehenden Stoffe sehr aggressiv mit Sauerstoff verbinden, ist es sehr schwierig, diese zu löschen.**

**Dabei entsteht Flusssäure und Flusssäuregas. Dies führt beim Einatmen zu Lungenverätzung.**

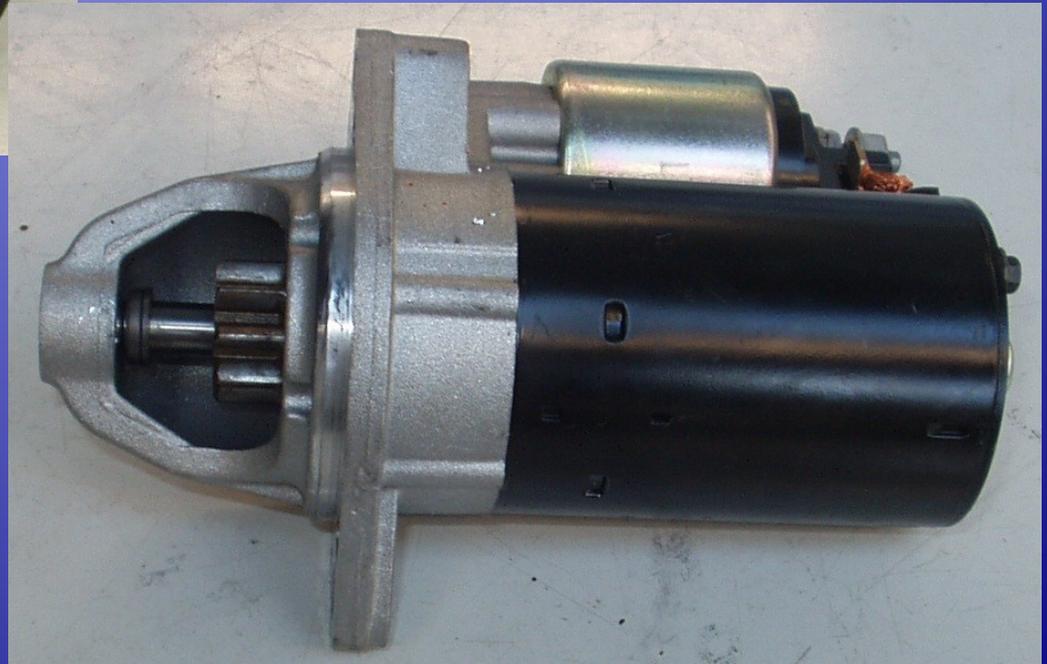
**Durch Flusssäure benetzte Hautoberflächen sind sehr schwer oder nicht heilbar.**

<https://www.f-500.de/service/videos/loeschversuch-f-500-ea-lithium-ionen-akkus-loeschen.html>

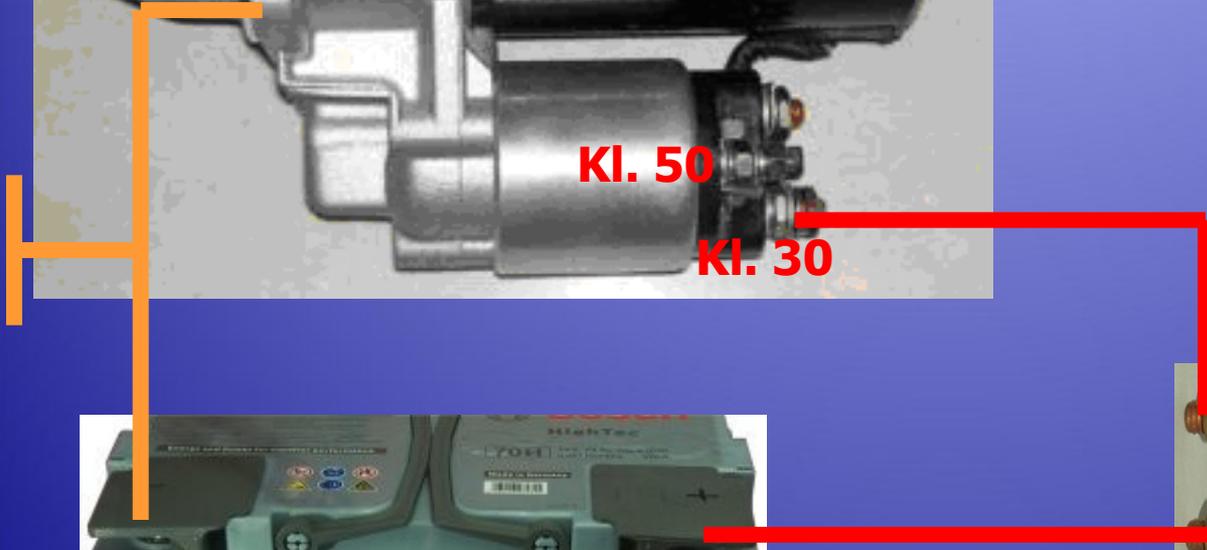
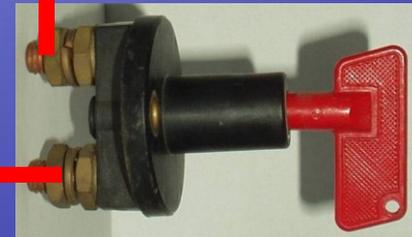
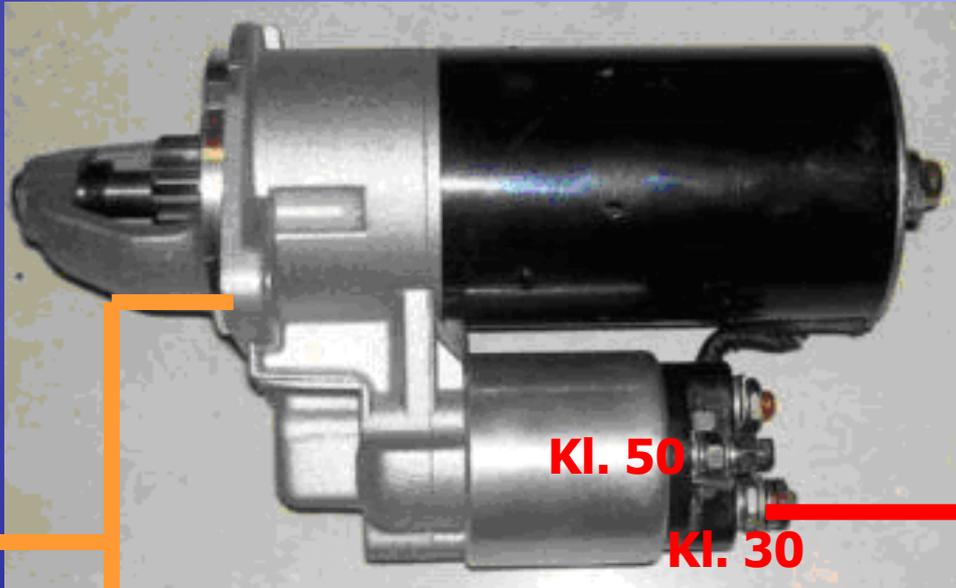
<https://www.youtube.com/watch?v=JAAxCxjJmDs>



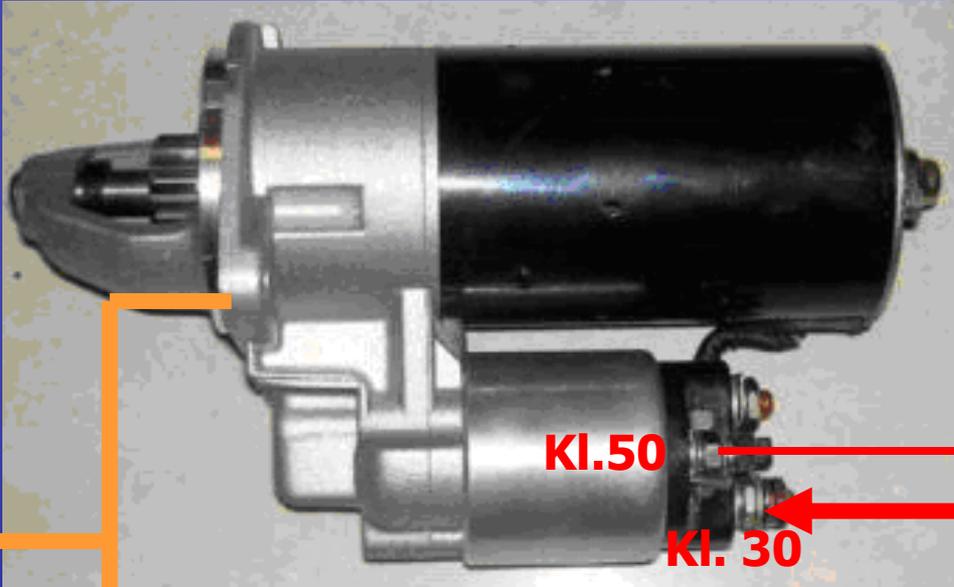
# Starter (Anlasser)



# Starter (Anlasser)



# Starter (Anlasser)

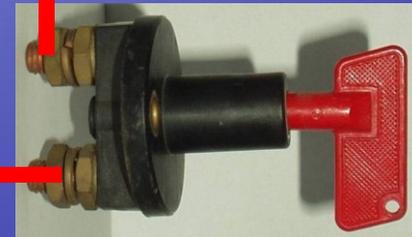


Startschalter

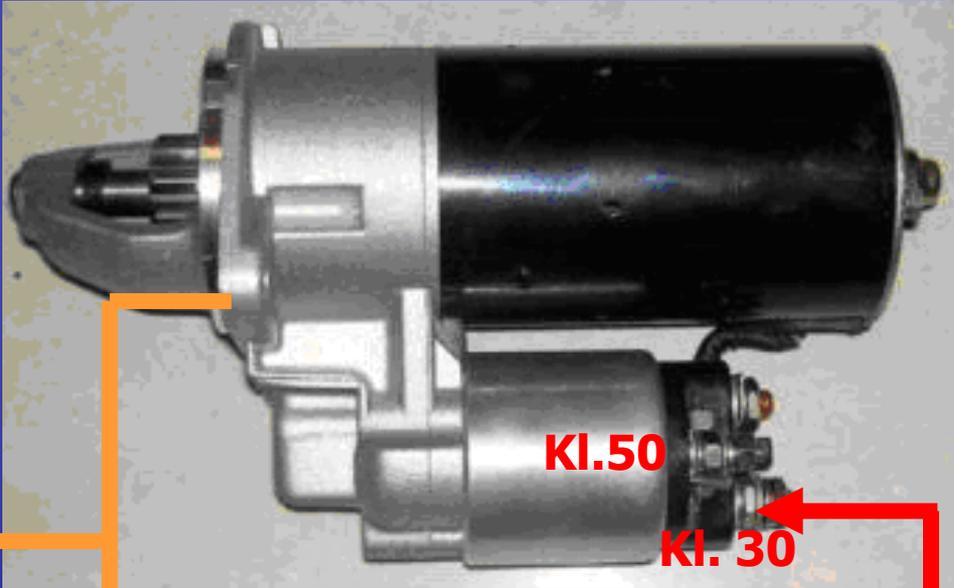
50

30

Startschaltung

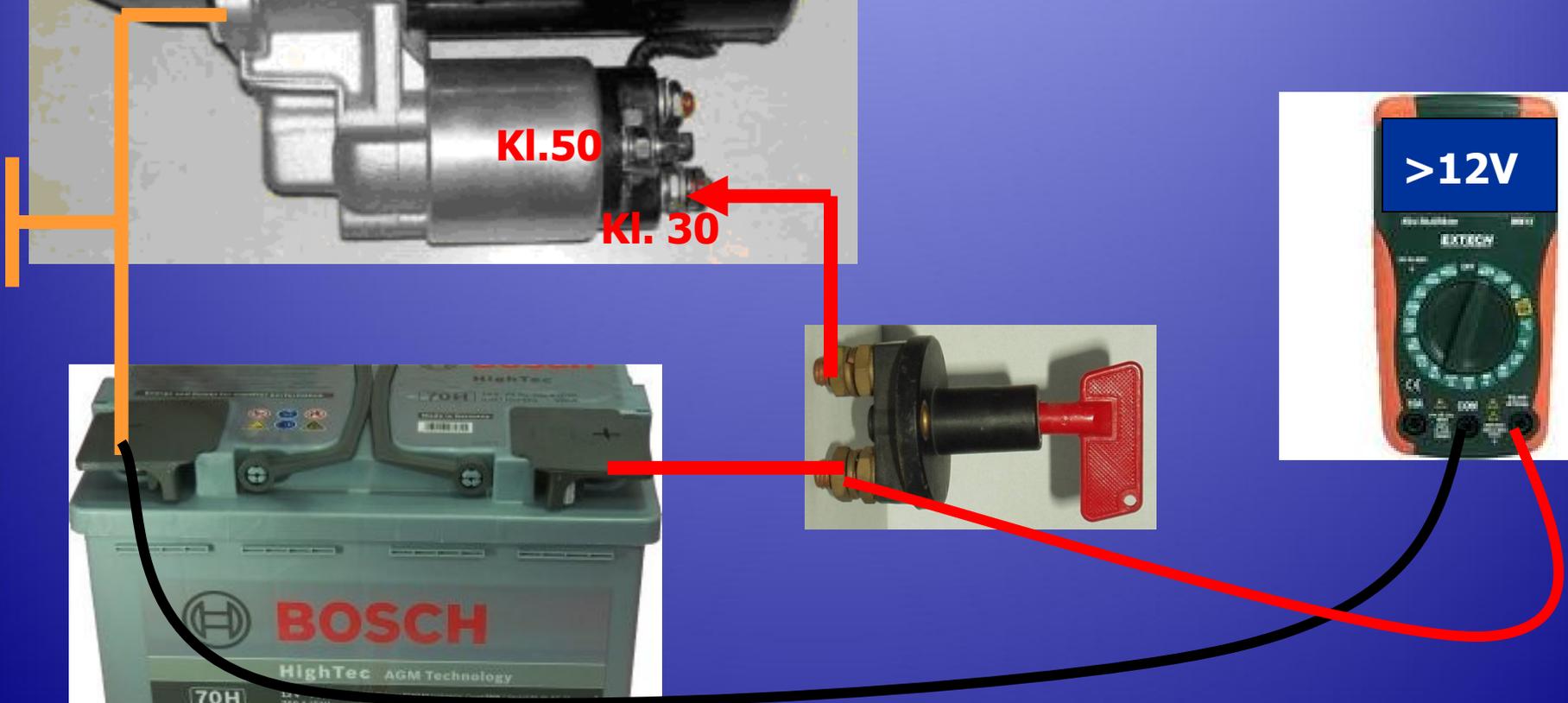
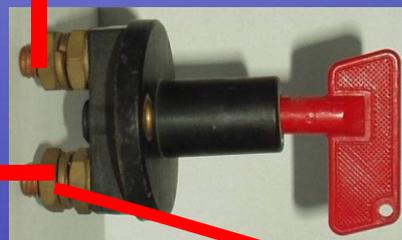
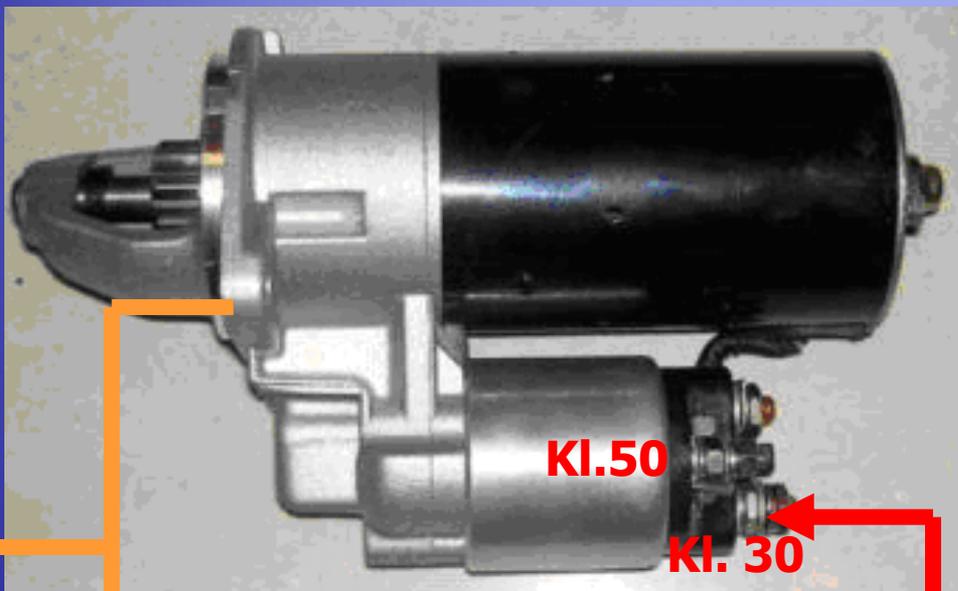


# Starter (Anlasser)

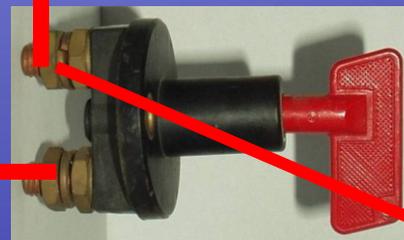
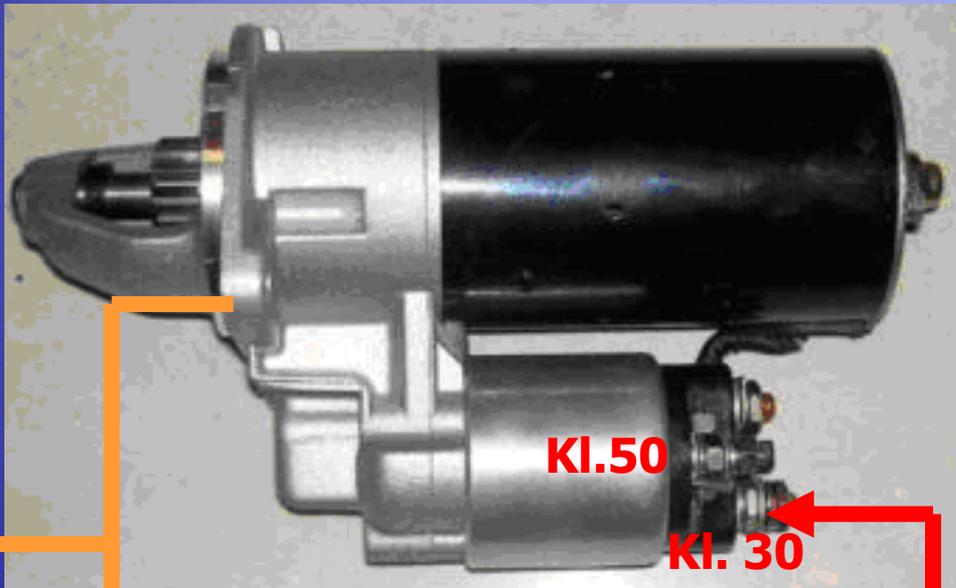


Ruhespannung der Batterie

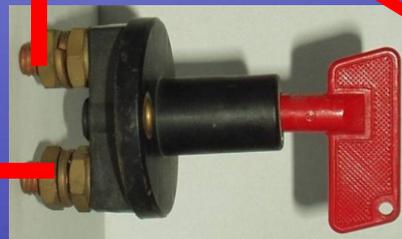
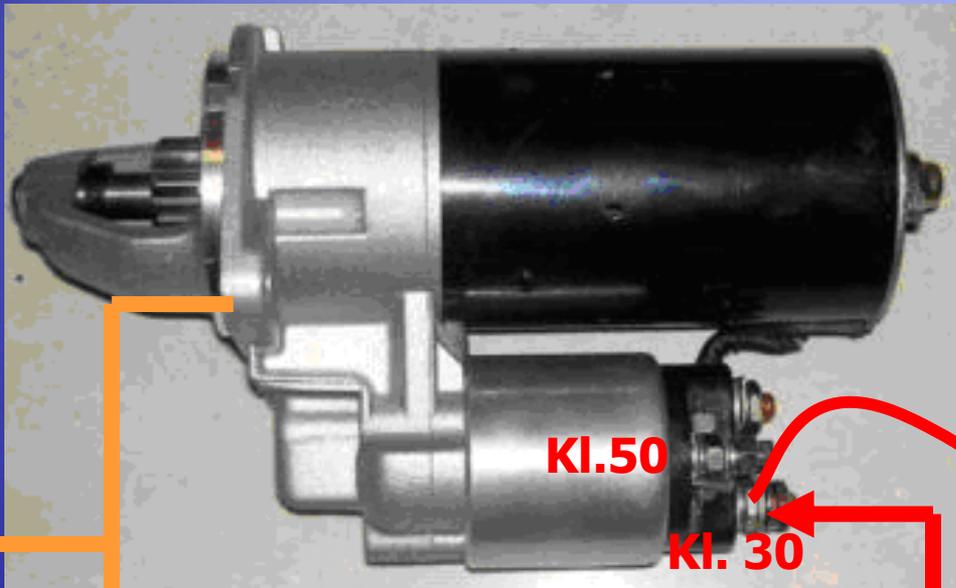
# Starter (Anlasser)



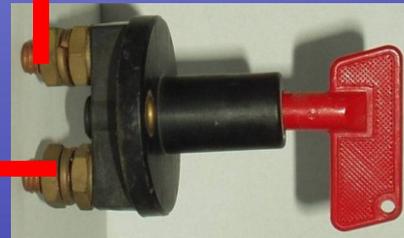
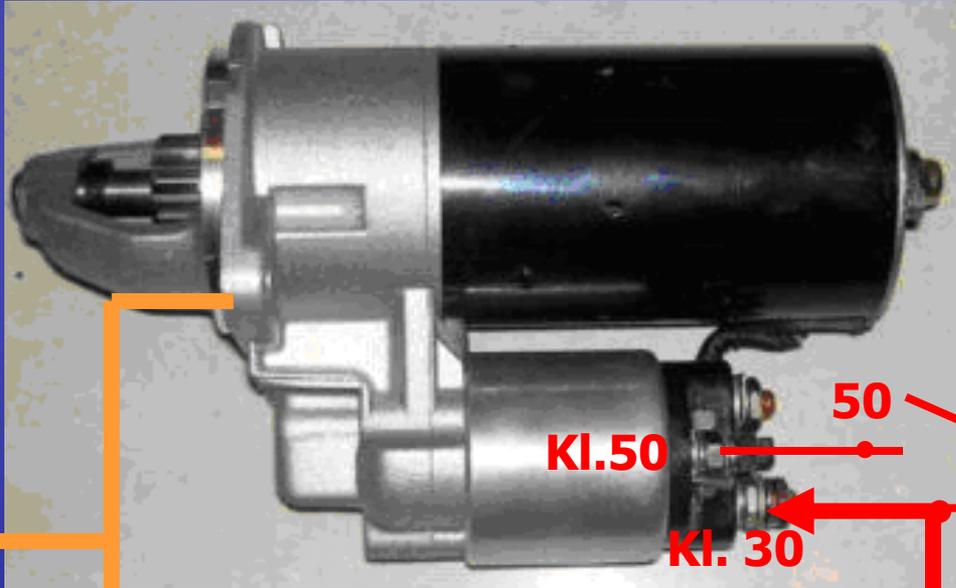
# Starter (Anlasser)



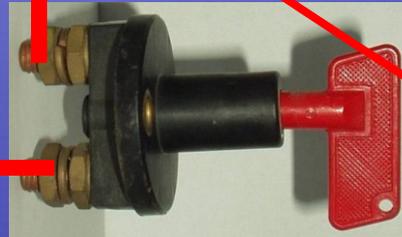
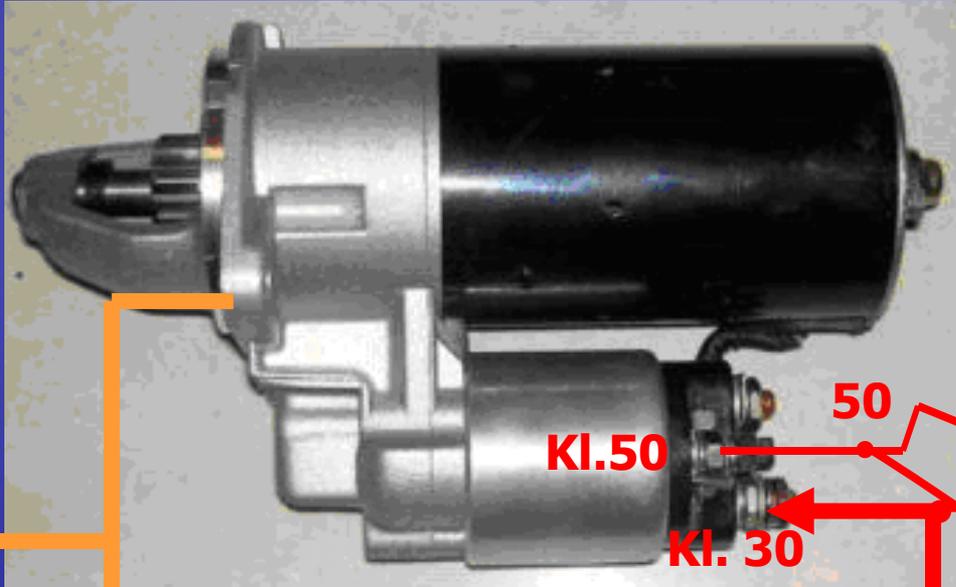
# Starter (Anlasser)



# Starter (Anlasser)



# Starter (Anlasser)





Generator=  
anlagen



# Generatorbezeichnung



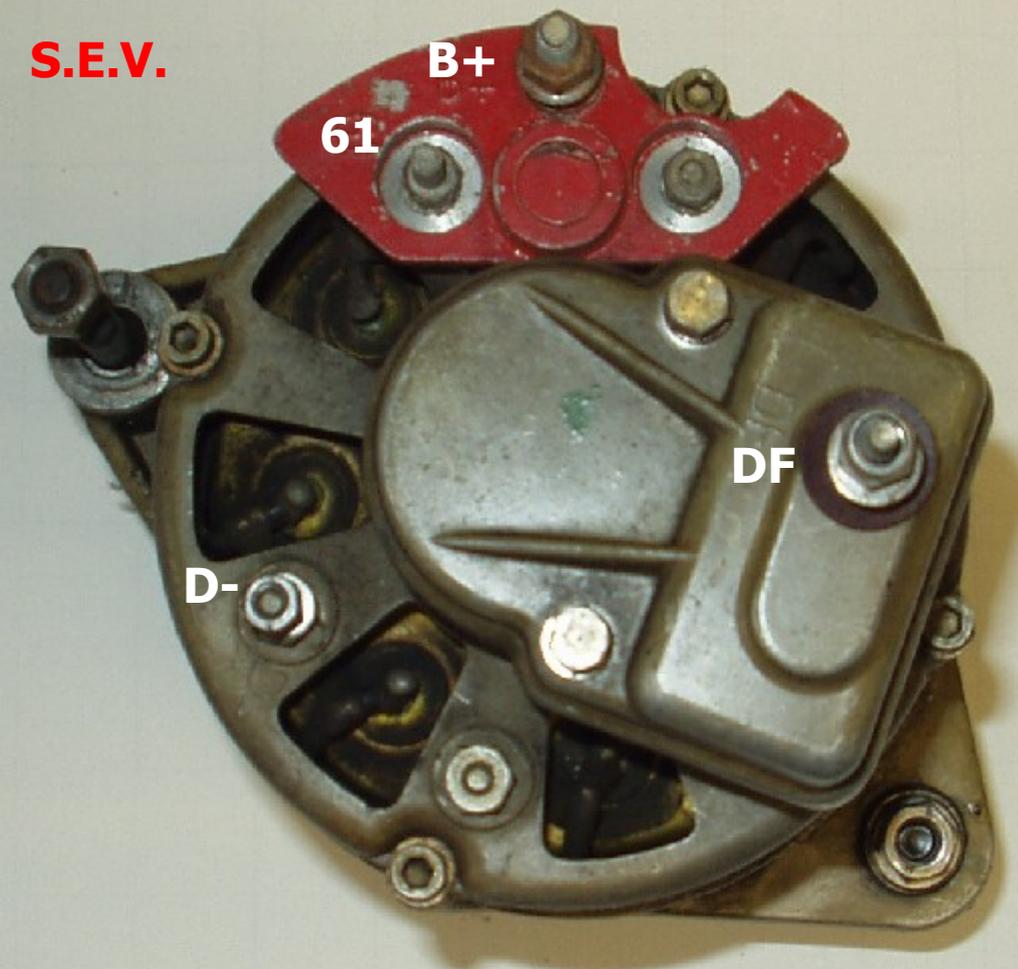
KC	Kompaktgenerator
Pfeil	Drehrichtung Rechts
14V	Nennspannung
50/	Stromstärke bei Motorleerlaufdrehzahl 50 A
90 A	Stromstärke bei Motornenndrehzahl 90 A

**90 A bei 6000 U/min Generatordrehzahl**

**50 A bei 1800 U/min Generatordrehzahl**

**Bei 2500 U/min Motordrehzahl muss der Generator ca. 2/3 seines Ladestroms bringen. Dabei muss die Batterie durch einen Lastwiderstand belastet werden (Fachwerkstatt)**

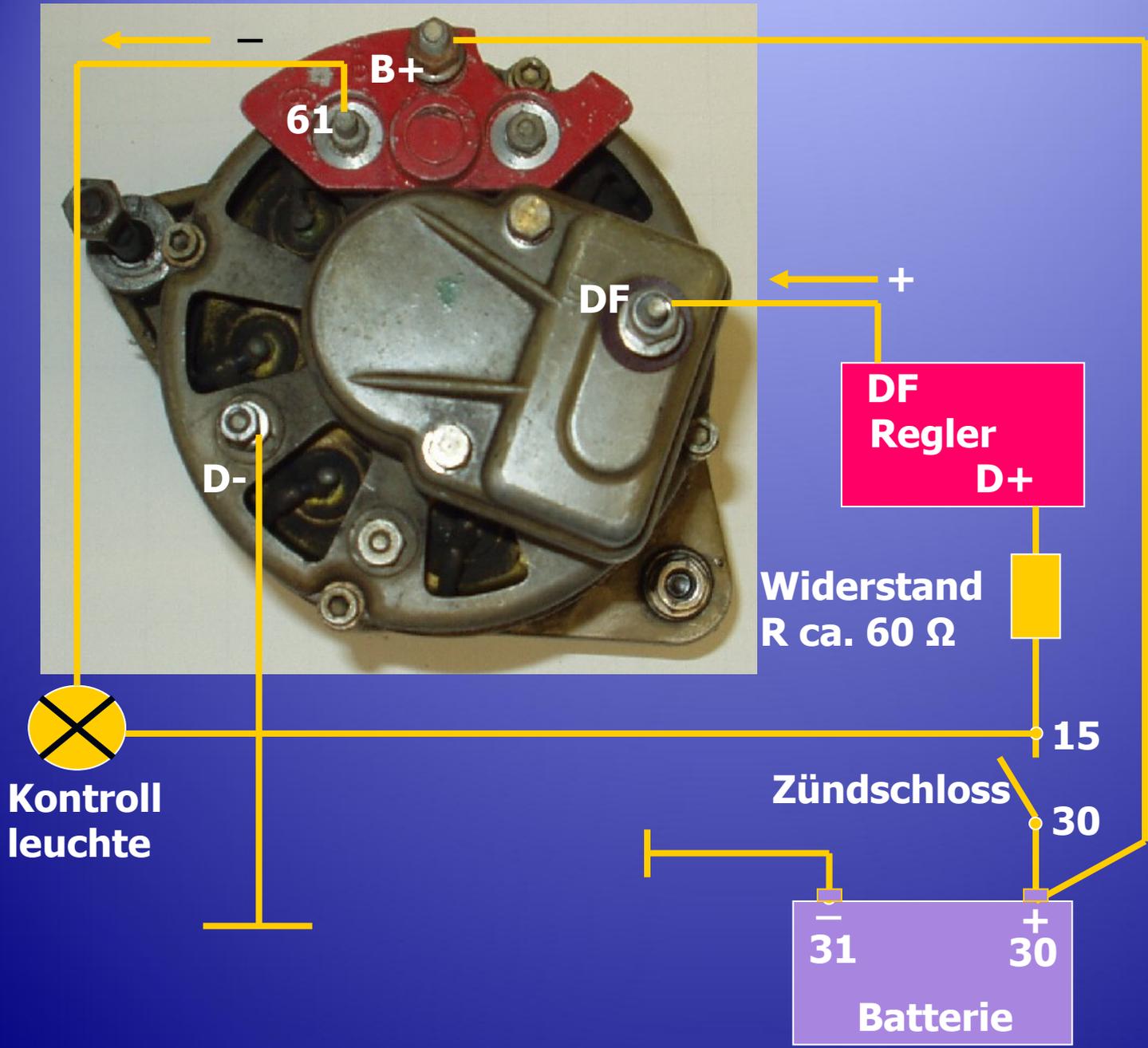
**S.E.V.**

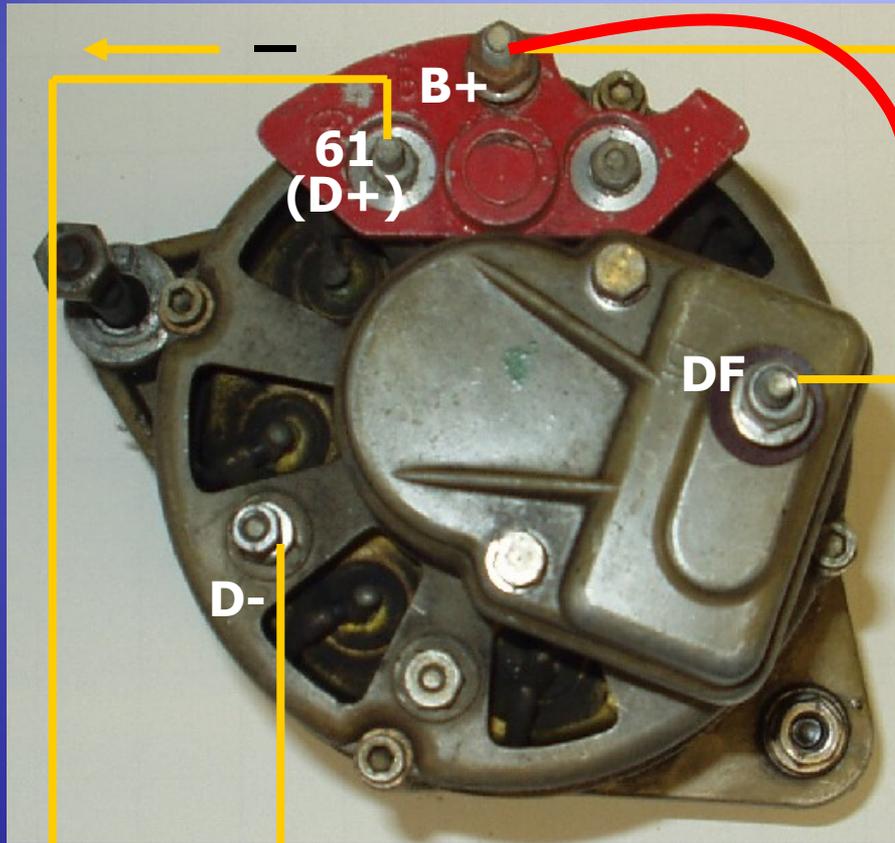


**Weitere Klemmenbezeichnungen an Generatoren:**

**61 = D+**

**W = Drehzahlmesser = Wechselspannung ca. 6 V ~**

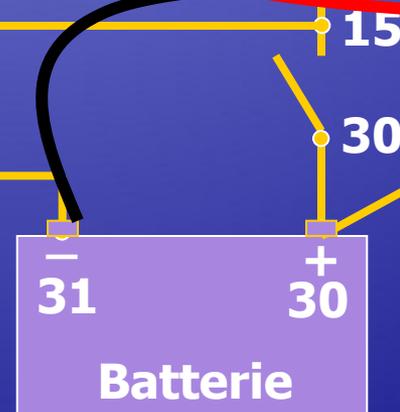




DF  
Regler  
D+

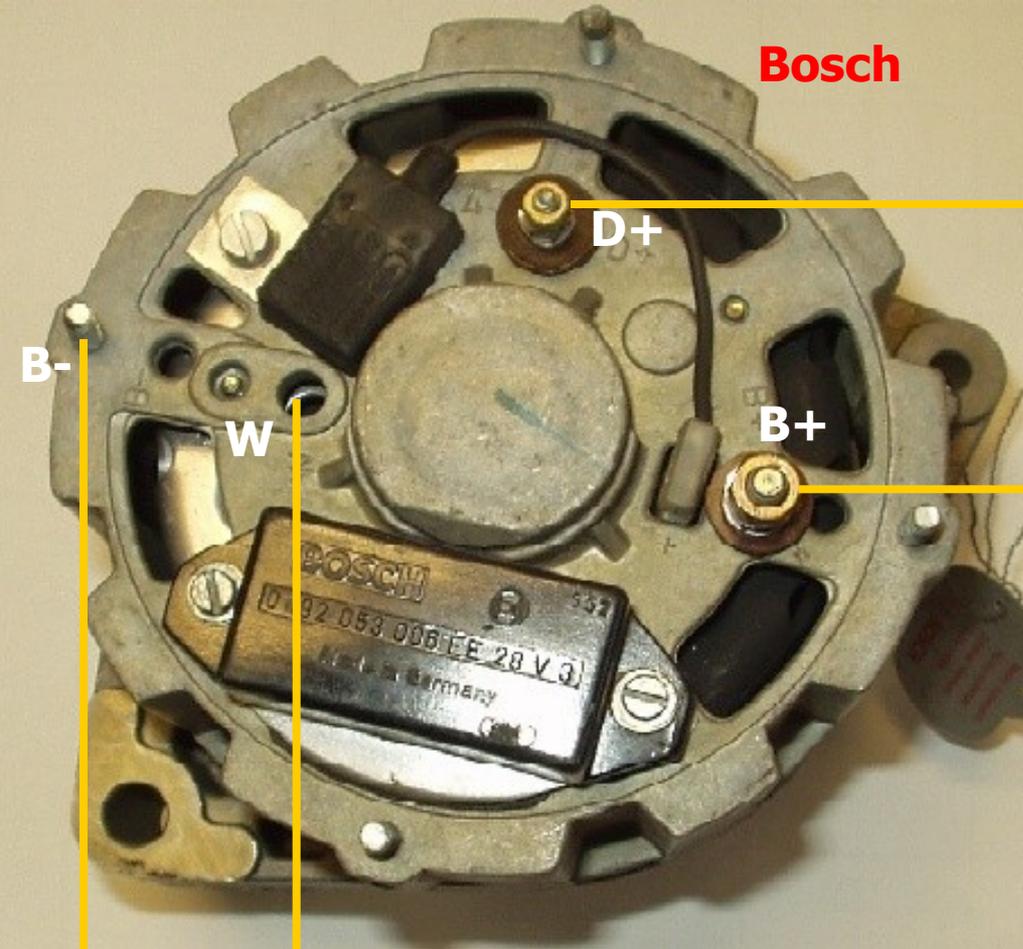


Kontroll  
leuchte



Starten und  
Drehzahl steigern,  
Spannung muss  
steigen bis max  
14,4 V

**Bosch**

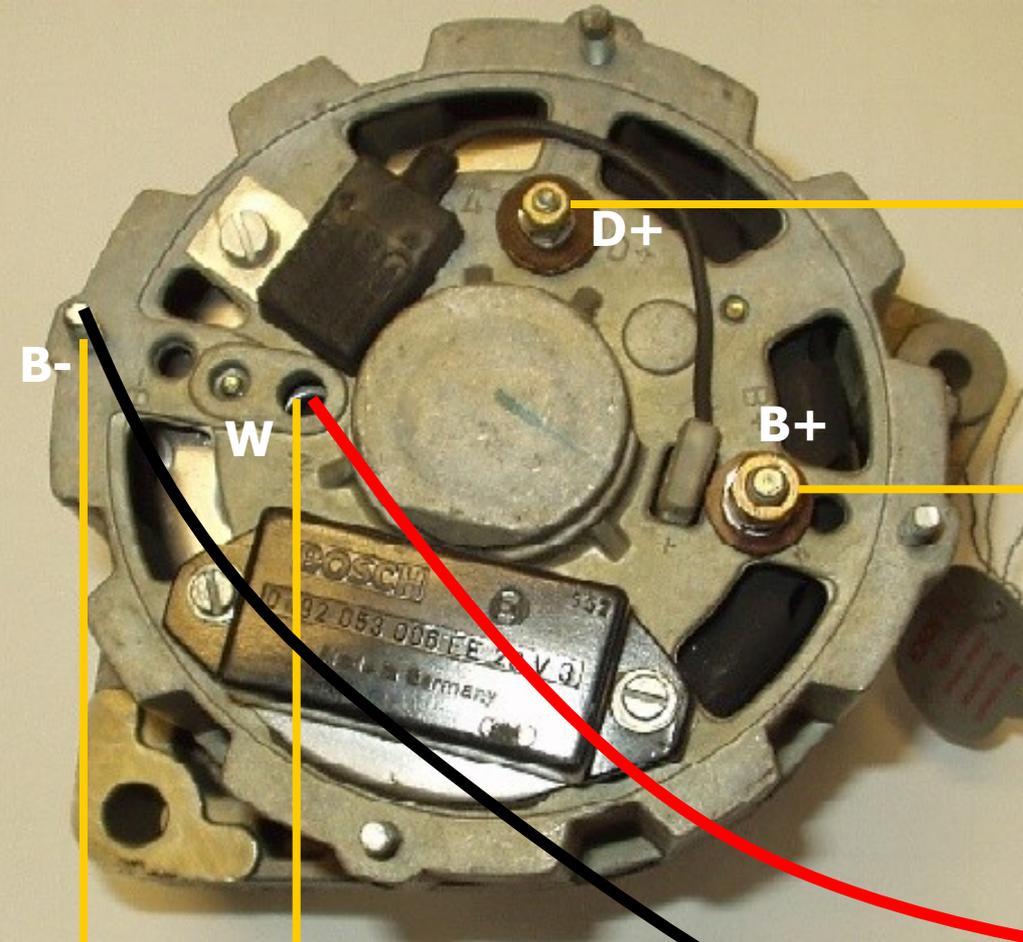


15

30

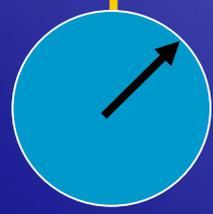
**Bei defekter Glühlampe keine Ladung möglich.**



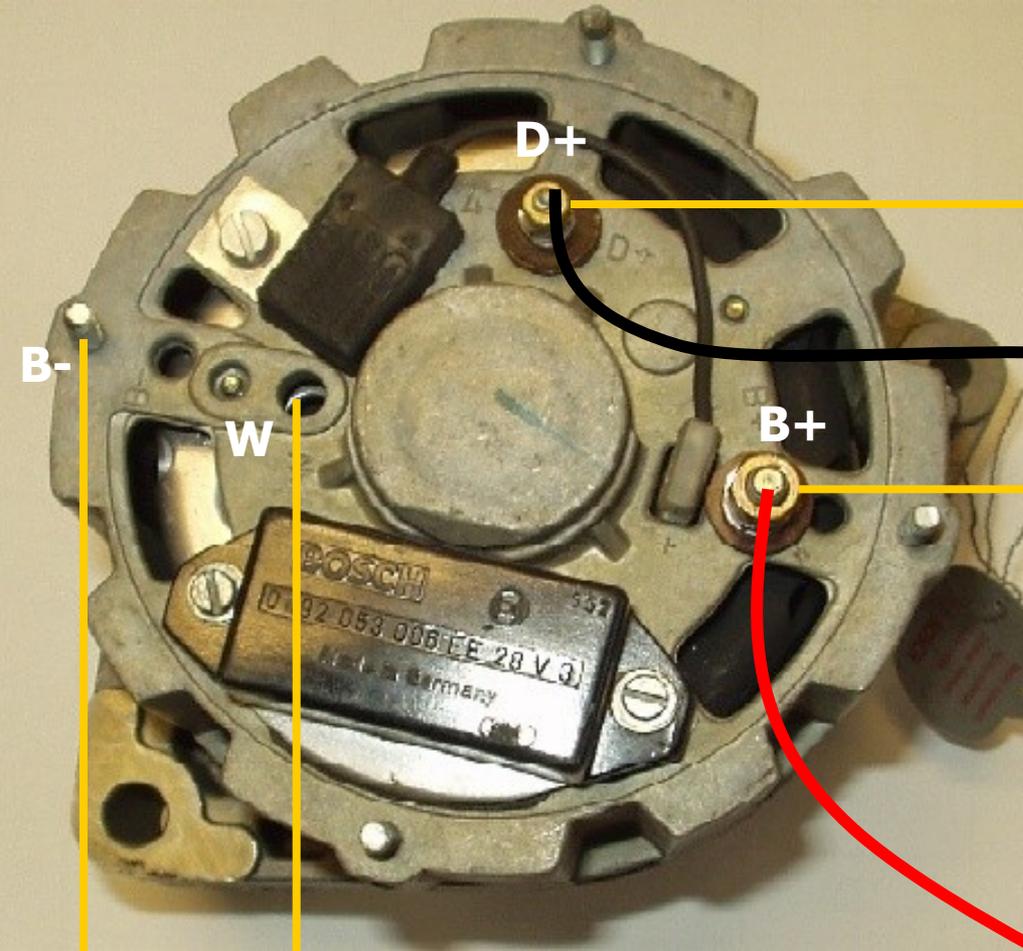


15

30



Drehzahlmesser  
Diesel



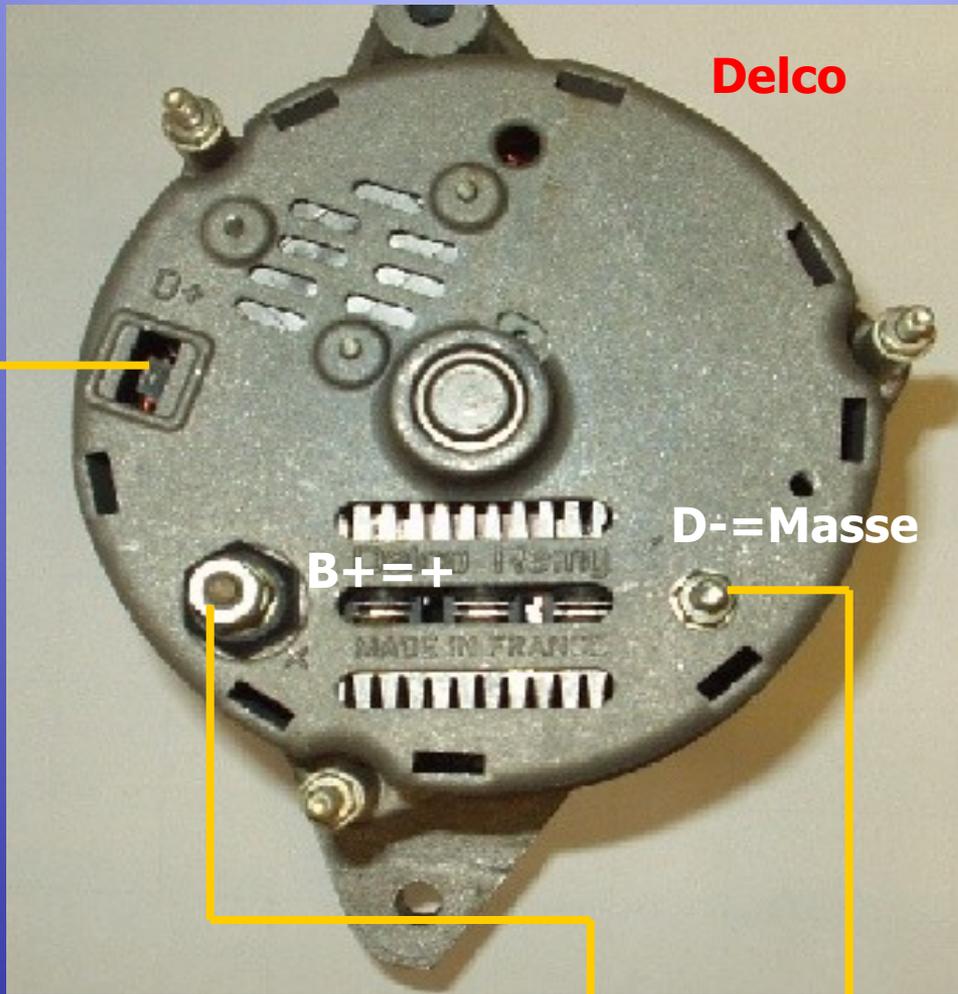
15

30

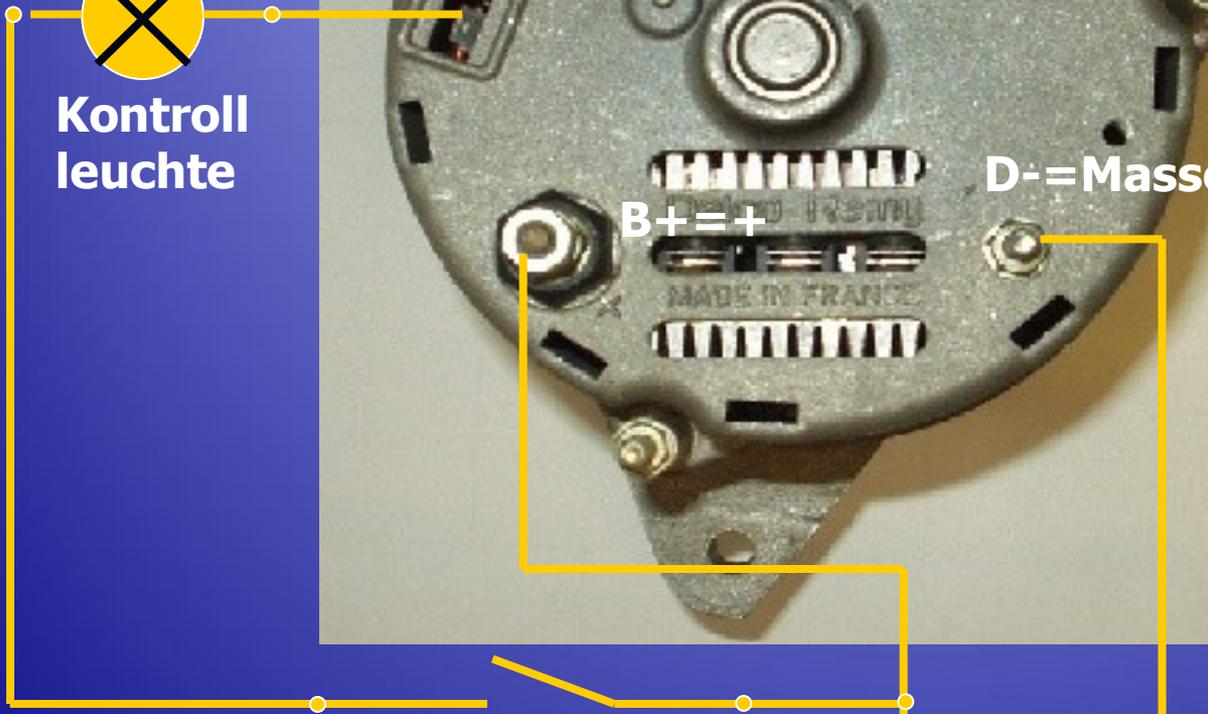


Prüfung bei „Zündung aus“.  
Aussage über Regler, Kohle  
und Läufer

Delco



Kontroll  
leuchte



B+ = +

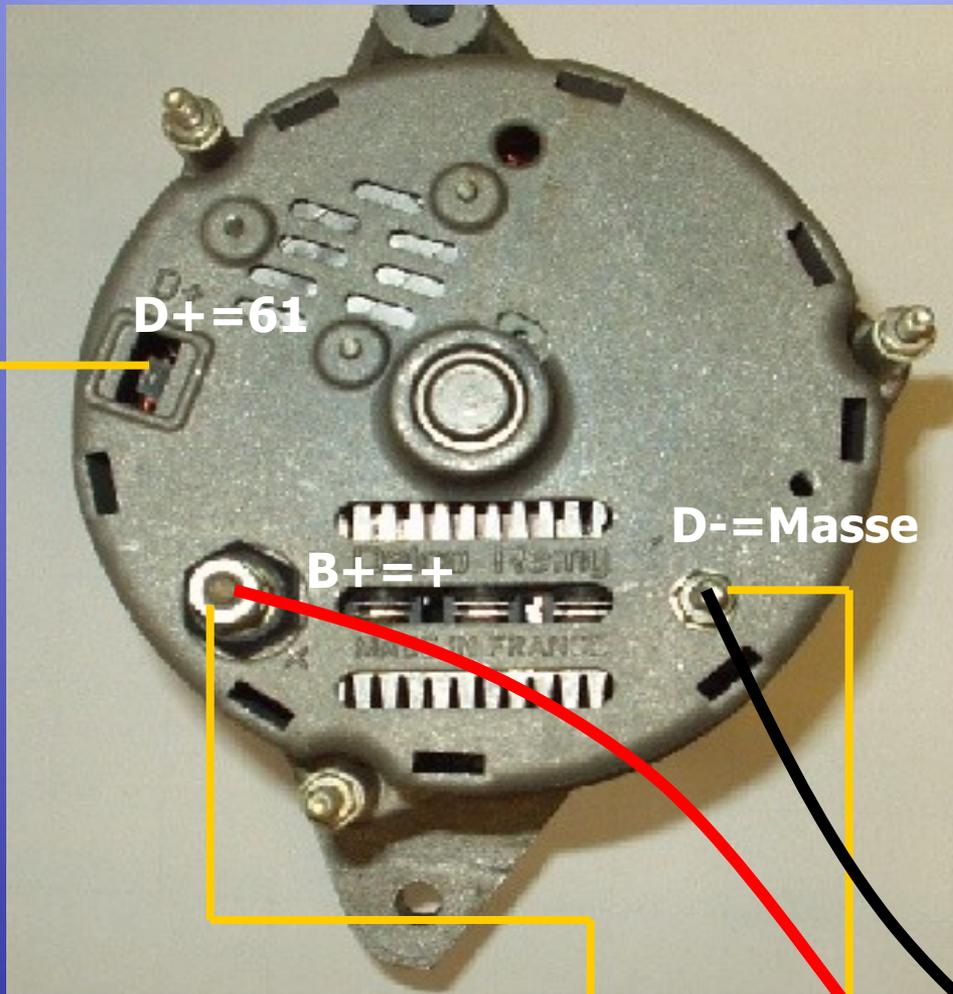
D- = Masse



+  
30

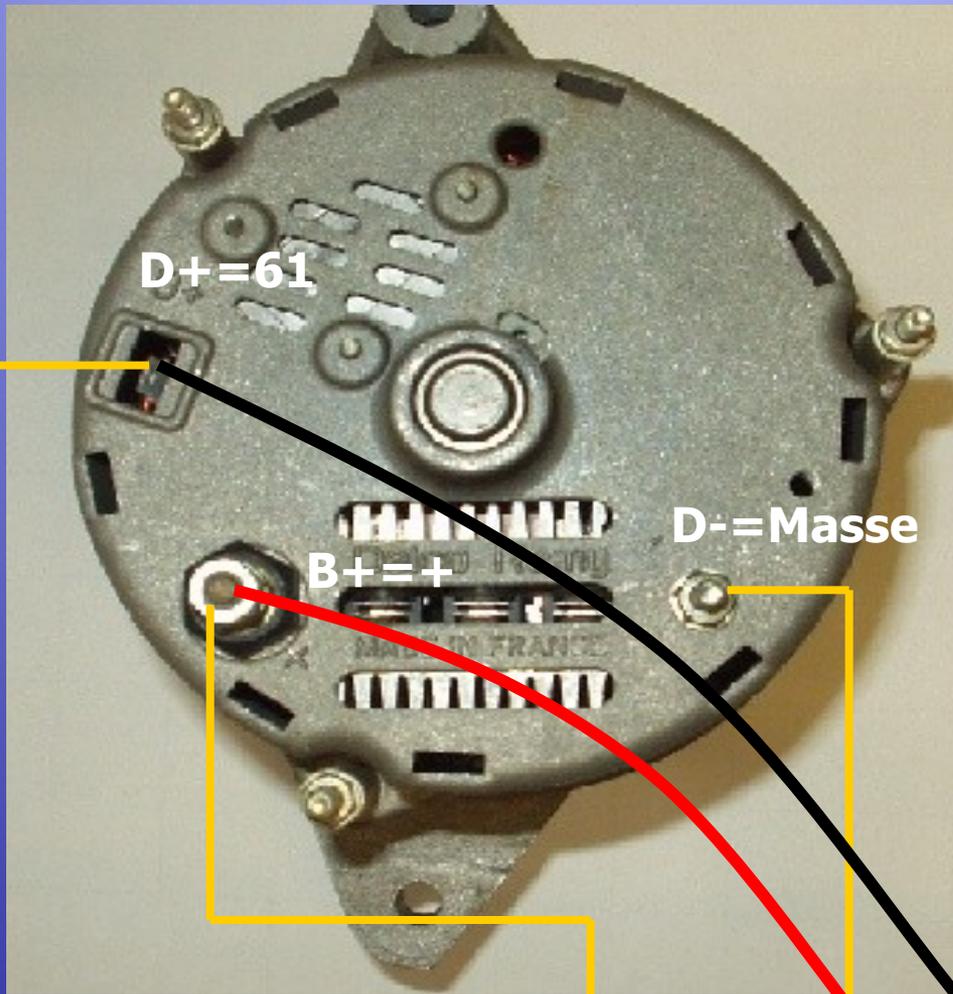
-  
31

Batterie



Starten und Drehzahl steigern,  
Spannung muss steigen bis  
max. 14,4 V





Prüfung bei „Zündung aus“.  
Aussage über Regler, Kohle  
und Läufer



# Verkabelung an Bord



## Hinweise zur Verkabelung an Bord:

**Kabel werden in Kabelführungen geführt**

**Kabel werden zu Kabelbäumen gebunden**

**Kabelführungen und Kabelbäume müssen sicher gehalten werden**

**Kabel in Wanddurchbrüchen müssen vor Scheuern geschützt werden**

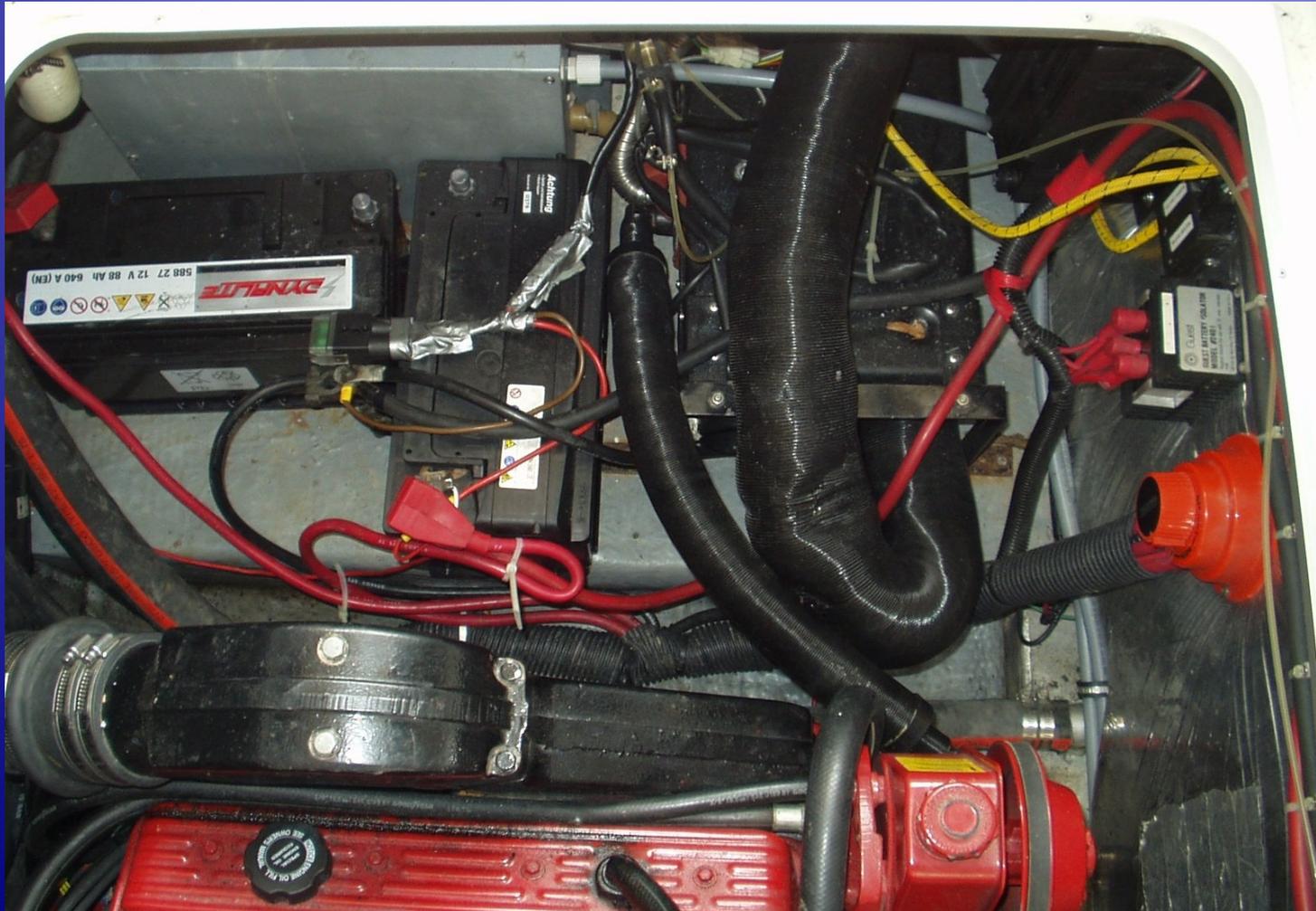
**Kabel müssen den Ihrer Belastung entsprechenden Querschnitt haben**

**Kabelanschlüsse (Ösen, Flachstecker, Rundstecker) werden nicht gelötet sondern gecrimpt**

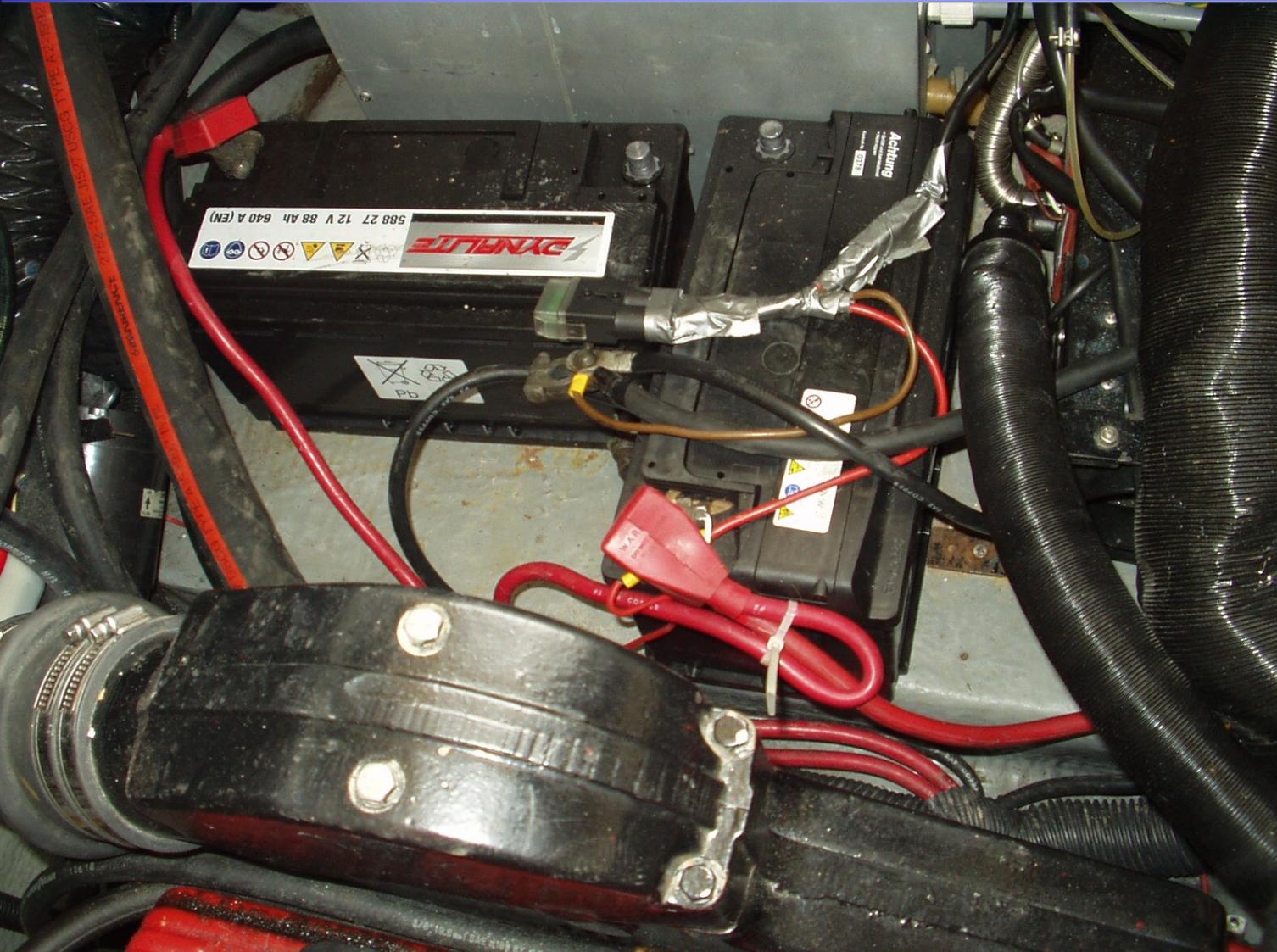
**Kabel müssen vor hohen Temperaturen geschützt werden**

**Kabelanschlüsse dürfen nicht oxidiert sein**

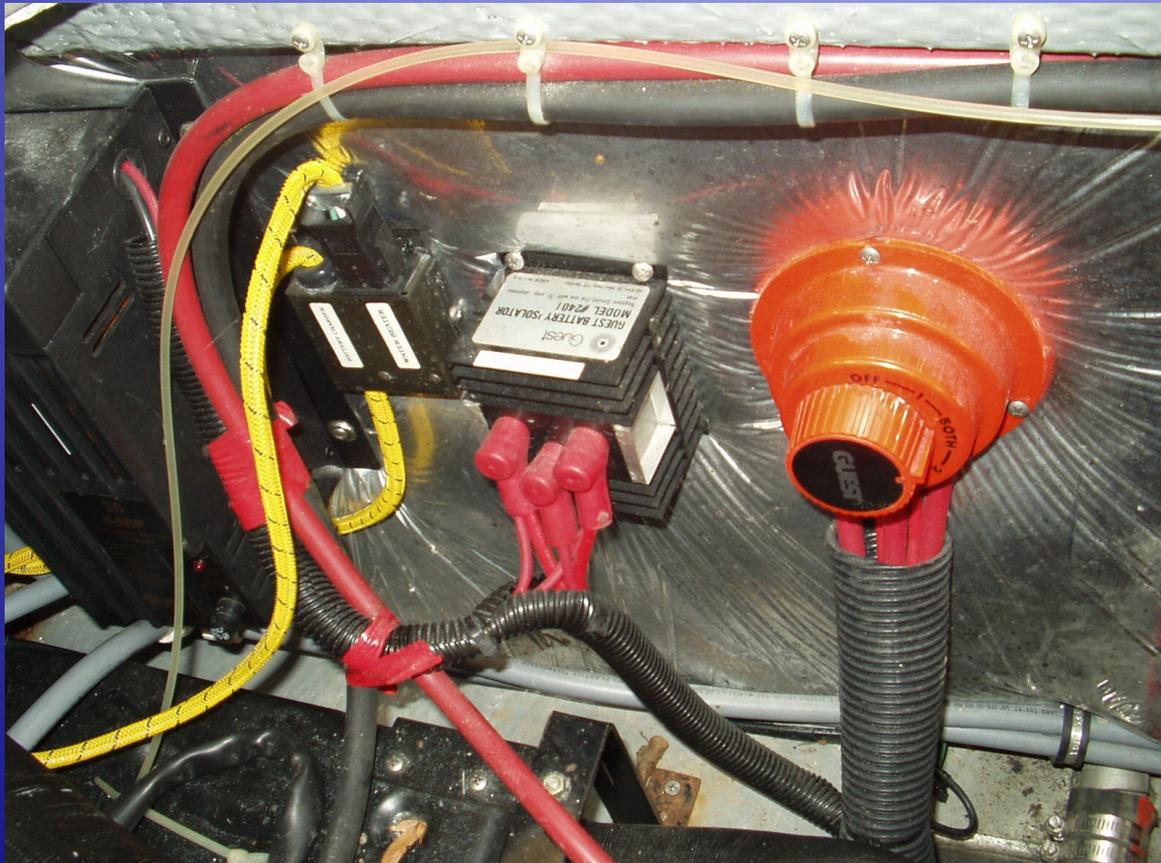
# Verkabelung an Bord



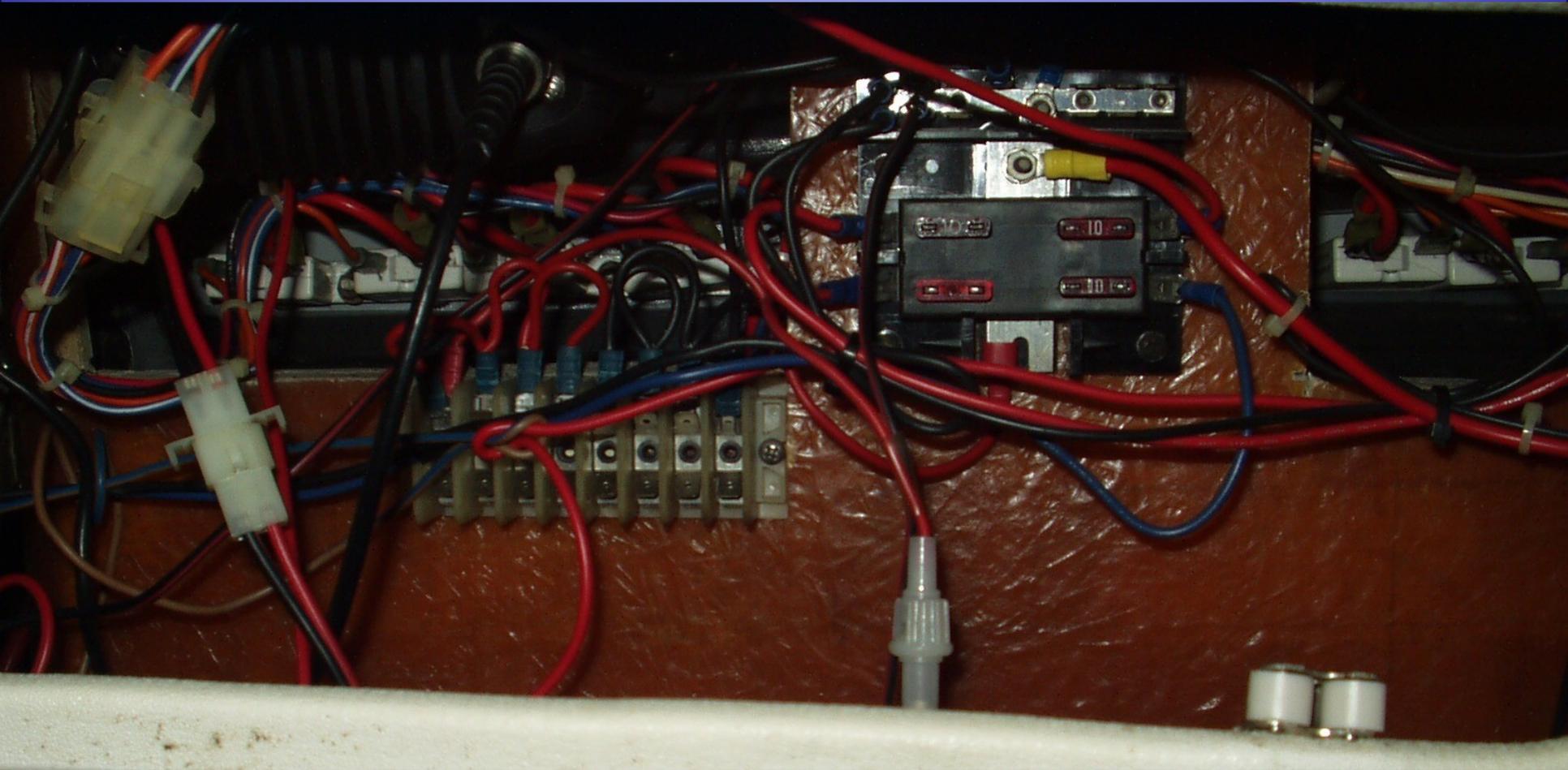
# Verkabelung an Bord



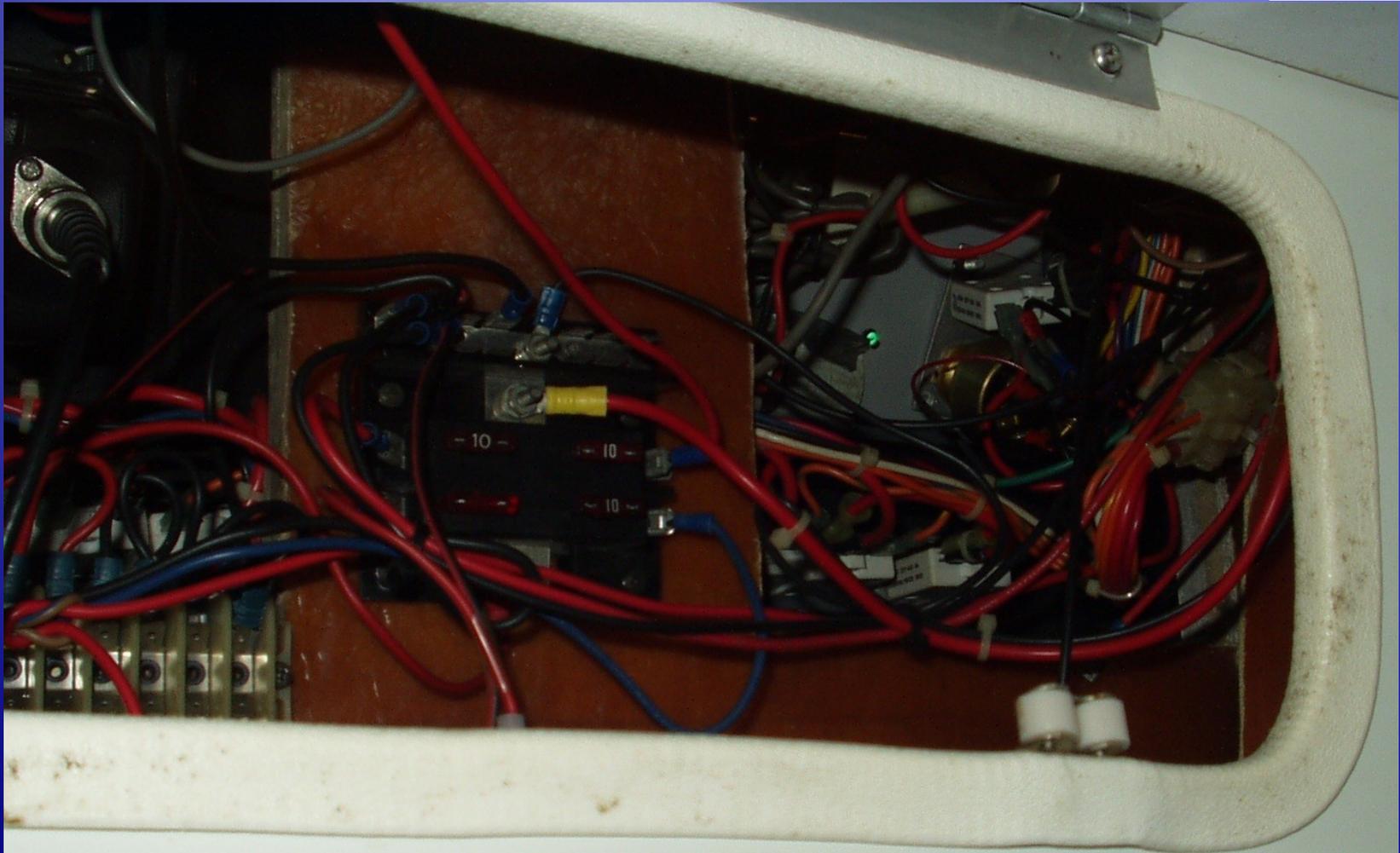
# Verkabelung an Bord



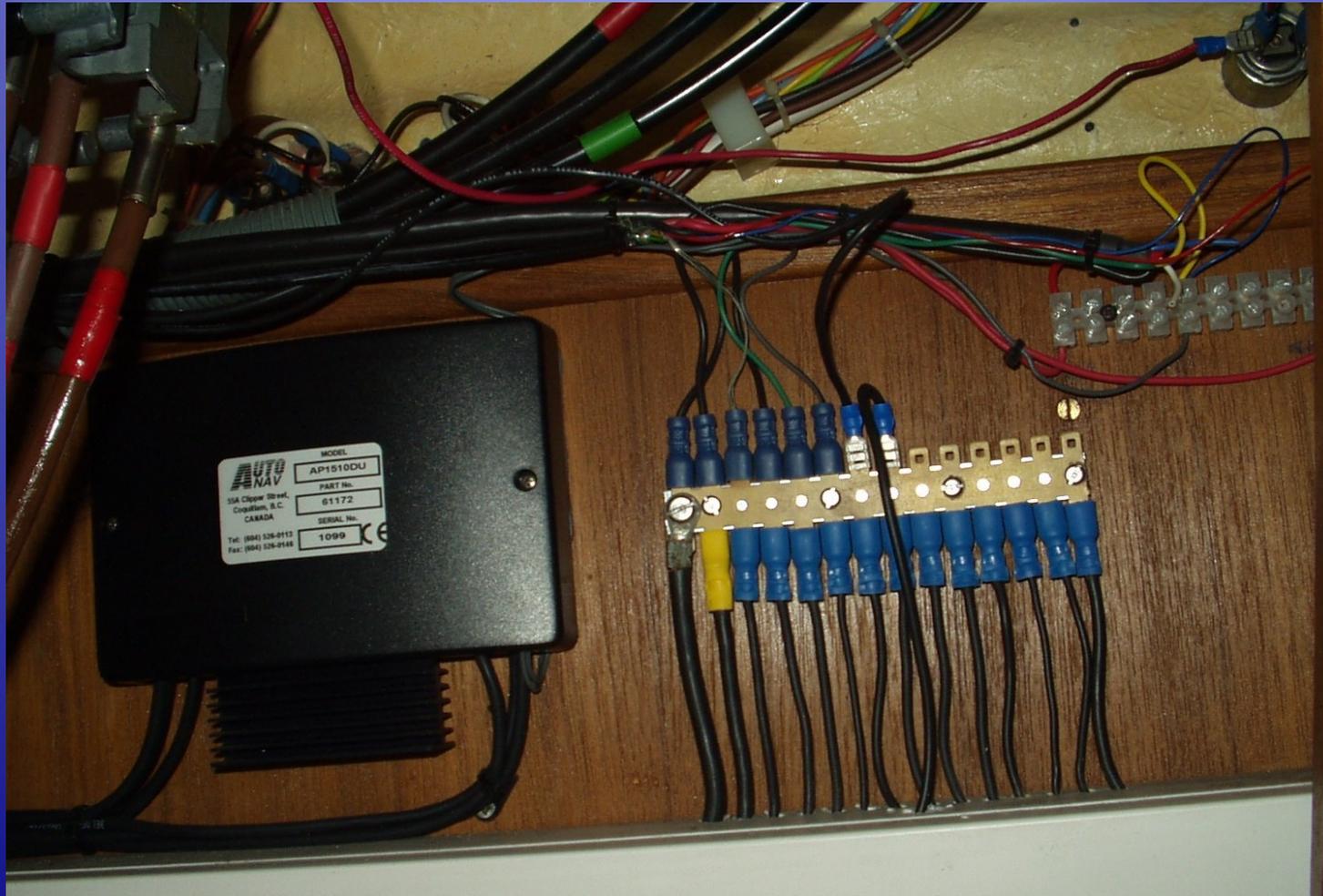
# Verkabelung an Bord



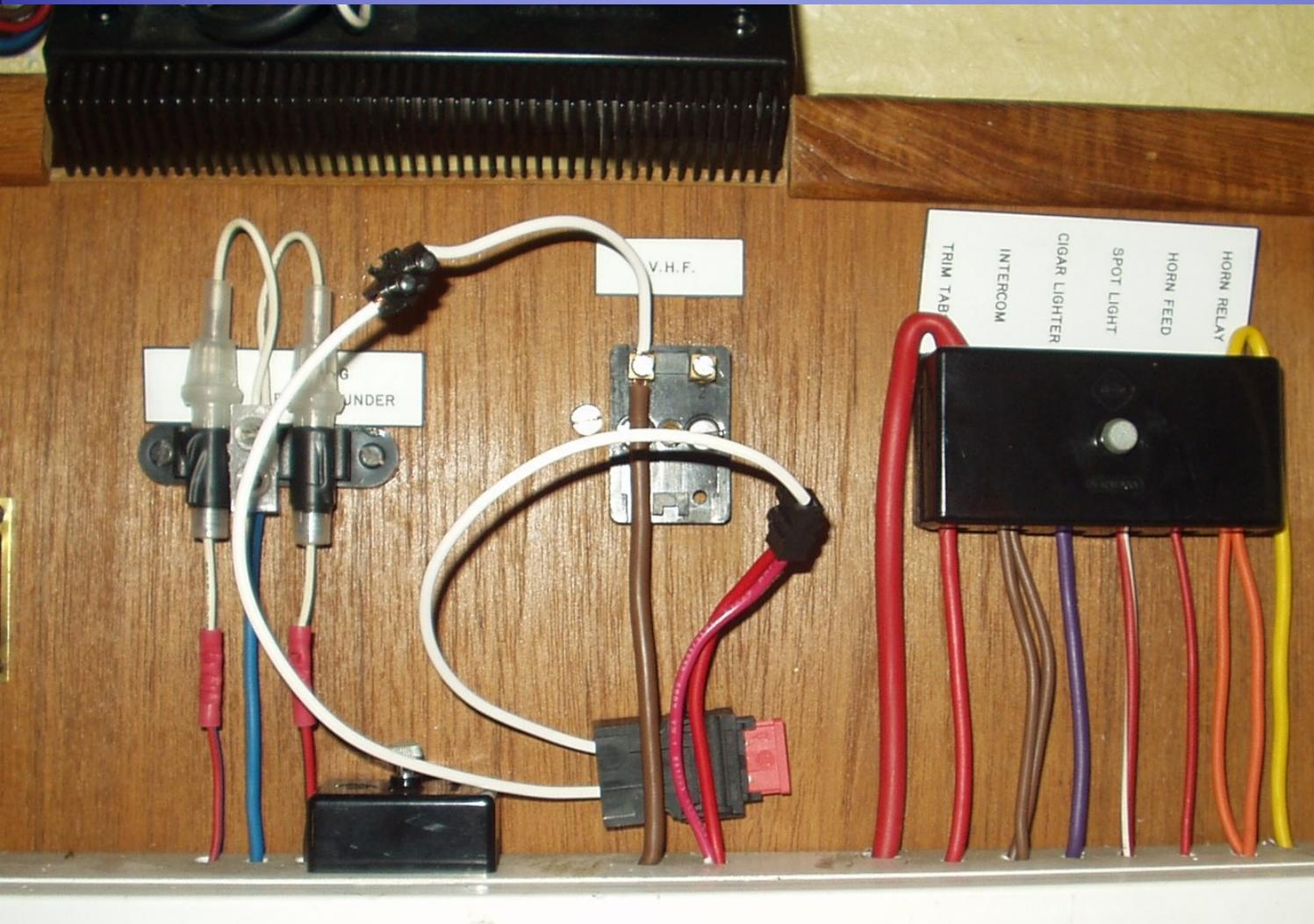
# Verkabelung an Bord



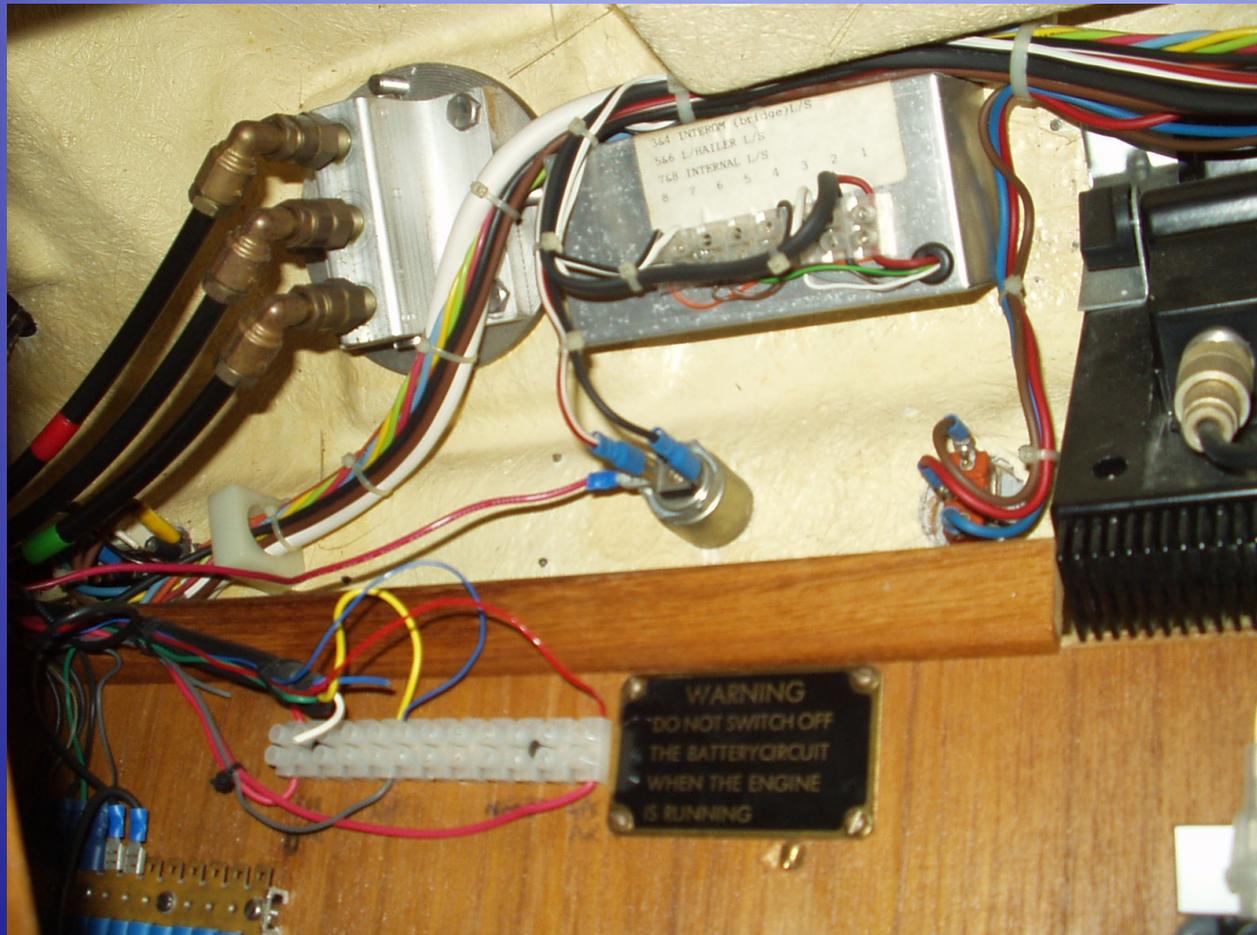
# Verkabelung an Bord



# Verkabelung an Bord



# Verkabelung an Bord



**Kabel werden zu Kabelbäumen gebunden**

**12V und 230V dürfen nicht im gleichen Kabelbaum geführt werden**



**Kabel werden in Kabelführungen geführt**

**Kabel müssen vor hohen Temperaturen geschützt werden**

**Kabelführungen und Kabelbäume müssen sicher gehalten werden**



**Kabel in Wanddurchbrüchen müssen vor Scheuern geschützt werden**



**Kabelanschlüsse dürfen nicht oxidiert sein. Klemmen und Pole können mit Leitungswasser gereinigt werden!**

# Kabel müssen den Ihrer Belastung entsprechenden Querschnitt haben

## Richtwerte für Kabelquerschnitte und Sicherungen im Boot

0,75 mm <sup>2</sup>	5 Ampère
1,0 mm <sup>2</sup>	7 Ampère
1,5 mm <sup>2</sup>	10 Ampère
2,5 mm <sup>2</sup>	15 Ampère
4,0 mm <sup>2</sup>	25 Ampere
6,0 mm <sup>2</sup>	30 Ampère
10 mm <sup>2</sup>	40 Ampère
16 mm <sup>2</sup>	50 Ampère

Je länger die Leitung,  
desto größer sollte der  
Kabelquerschnitt sein!



Beispiel:

$$P = U \times I$$

$$I = P : U$$

Wie groß ist der Strom eines  
elektrischen Verbraucher mit  $P = 360$   
Watt bei **12 V (24 V)**  
Versorgungsspannung?

$$I = P : U$$

$$I = 360W : 12V$$

$$I = 30 A$$

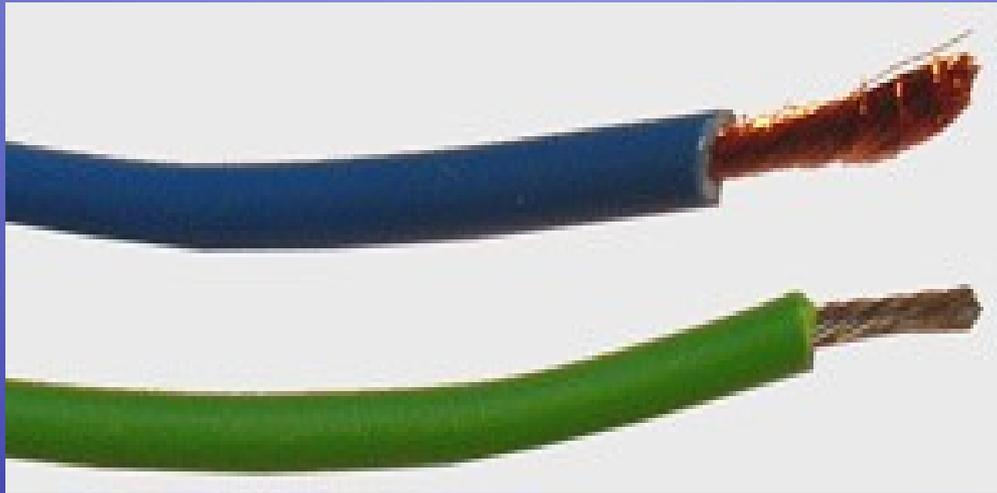
$$I = 360W : 24V$$

$$I = 15 A$$

**Kabelquerschnitt 12 V: 6,0 mm<sup>2</sup>**

**Kabelquerschnitt 24 V: 2,5 mm<sup>2</sup>**

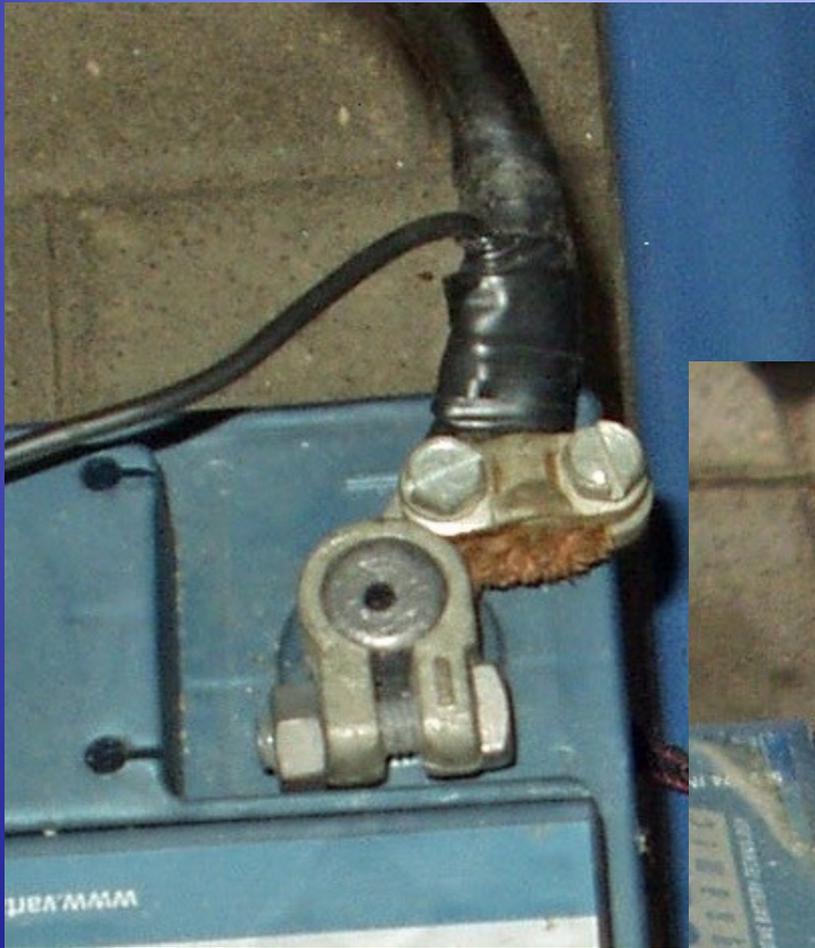
**Im Boot dürfen nur flexible  
mehradrige Leitungen wegen der  
mechanischen Belastung bzw.  
Beanspruchung verwendet werden.**



**Der Kabelquerschnitt ist entsprechend der Leistung der  
angeschlossenen Geräte zu wählen!**

**Werden mehrere Geräte angeschlossen, sind die Leistungen zu  
addieren!**

# Kabelanschlüsse



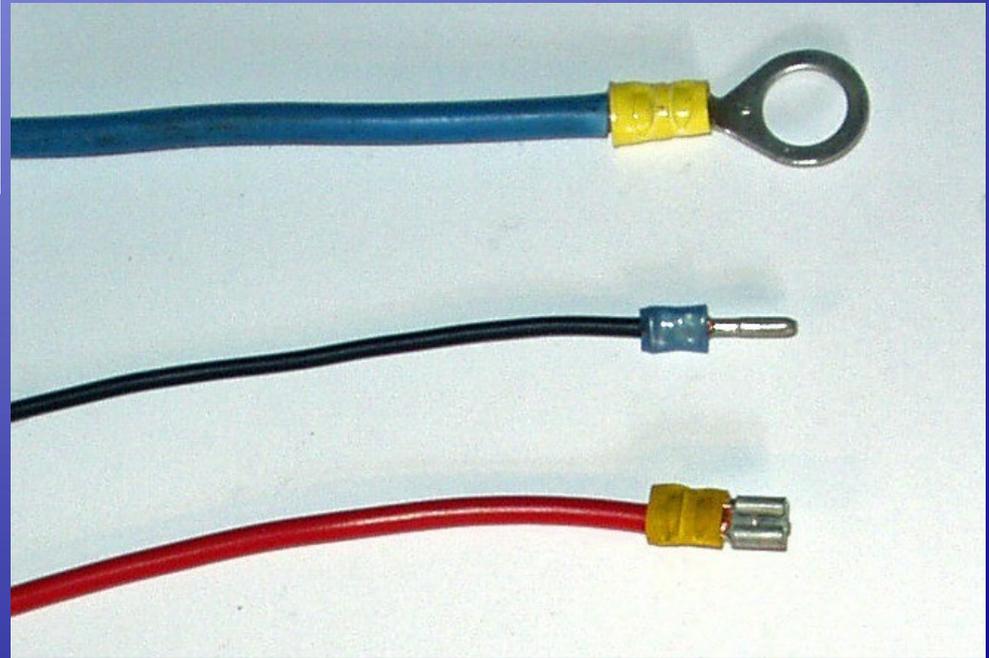
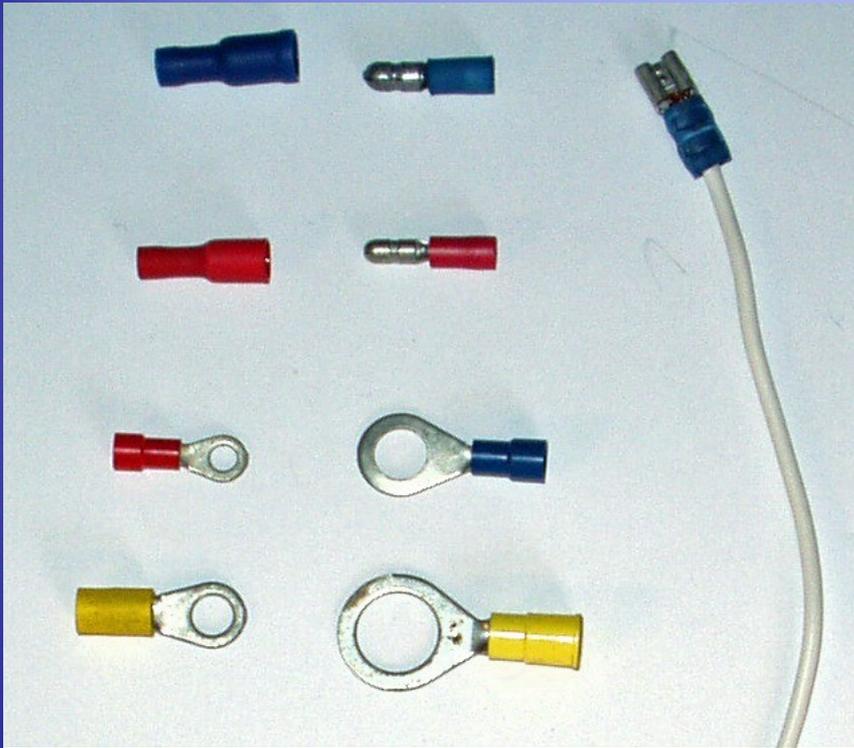


## Kabelanschlüsse

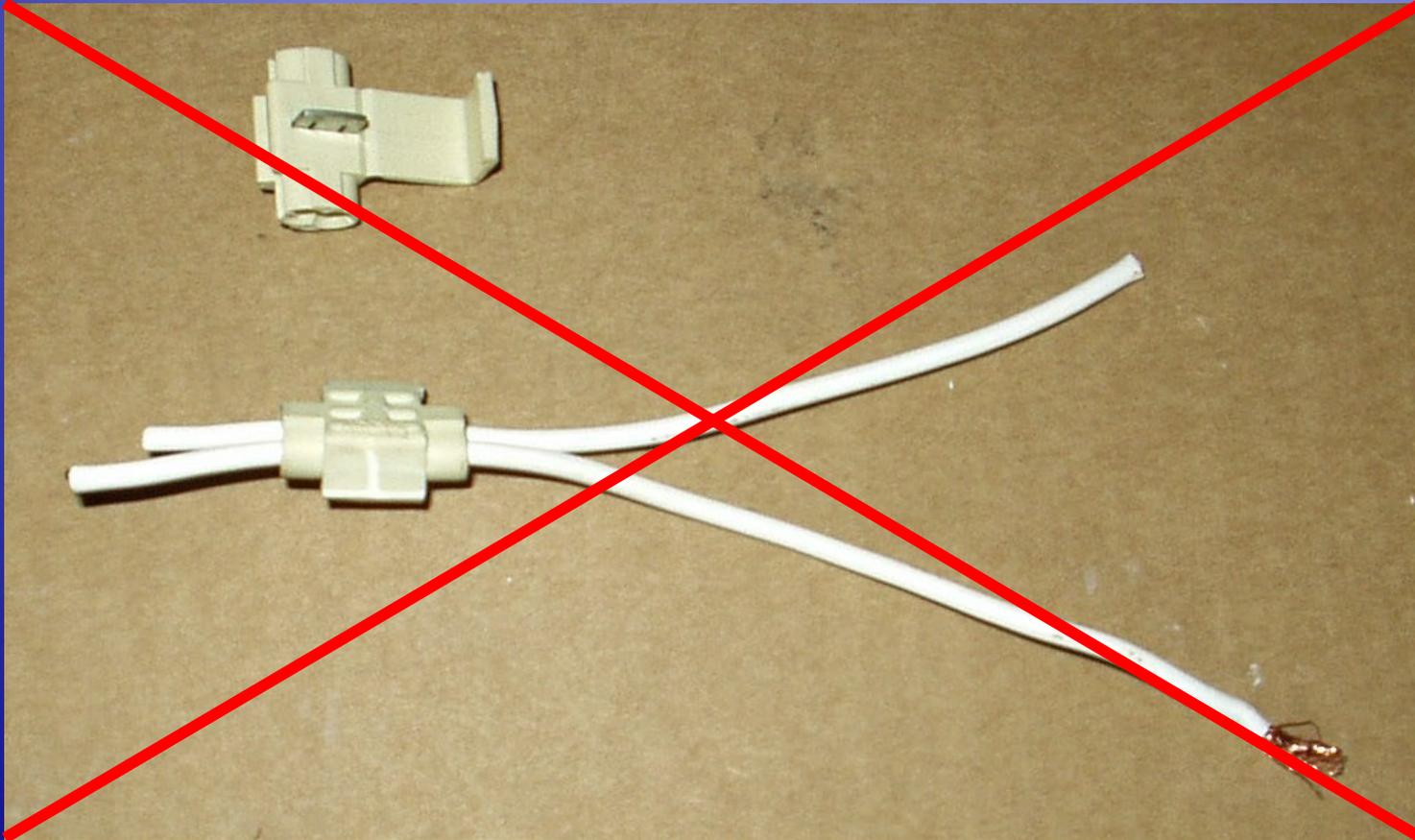
# Kabelanschlüsse



# Kabelanschlüsse



# Kabelanschlüsse



# Starthilfe



**Starthilfekabel müssen den für den Starterstrom notwendigen Querschnitt haben!**

**Kabelquerschnitt mindestens 16 mm<sup>2</sup> bei Otto-Motoren bis 2,5 l Hubraum**

**Motoren über 2,5 l Hubraum sowie für alle Diesel-Motoren mindestens 25 mm<sup>2</sup>**

# Starthilfe



**Als erstes benötigt man ein Starthilfe-Kabel und ein zweites Boot mit der gleichen Batteriespannung (meistens 12V).**

**Energiefresser wie Licht, Radio, etc. abschalten.**

**Danach befestigt man das rote Kabel am Pluspol der leeren Batterie.**

**Die andere Seite des Kabels wird am Pluspol der Spenderbatterie angeschlossen.**

**Das schwarze Kabel wird dann zuerst am Minuspol der Spenderbatterie angeschlossen.**

**Danach wird die andere Seite des schwarzen Kabels am Minuspol der leeren Batterie angeschlossen.**

**Sind die Kabel korrekt und vollständig angeschlossen, wird der Motor des Helferbootes gestartet.**

**Dann kann das Boot mit der leeren Batterie ebenfalls gestartet werden. Ein Versuch sollte dabei nicht länger als 15 Sekunden dauern.**

**Hat es geklappt, muss der Motor weiterlaufen.**

**Nun müssen die Kabel in umgekehrter Reihenfolge wieder abgeklemmt werden (erst schwarz dann rot).**

**Damit die Batterie wieder vollständig aufgeladen ist, muss das Boot einige Kilometer gefahren werden**

# Starthilfe



Das schwarze Kabel wird dann zuerst an dem Minuspol der Spenderbatterie angeschlossen. Danach wird die andere Seite des schwarzen Kabels am Minuspol der leeren Batterie angeschlossen.

Man befestigt das rote Kabel am Pluspol der leeren Batterie. Die andere Seite des Kabels wird am Pluspol der Spenderbatterie angeschlossen.



# Starthilfe

Um Spannungsspitzen in der Bordelektronik zu vermeiden, sollte man vor dem Abklemmen einen starken Verbraucher einschalten: Nun können die Kabel in umgekehrter Reihenfolge wieder abgeklemmt werden (erst schwarz dann rot).





# Fragen?

[e.haag@t-online.de](mailto:e.haag@t-online.de)

**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!**



**Ihr Landesverband Motorbootsport  
Baden Württemberg**



[www.lvm-bw.de](http://www.lvm-bw.de)