

# ***BRUSA***

---

***USER'S MANUAL***  
**BETRIEBSANLEITUNG**

***Direct current motor controller***  
**Gleichstrom-Motorsteuerung**

# **MD**

---

BRUSA Elektronik AG  
CH – 9466 Sennwald

[info@brusa.biz](mailto:info@brusa.biz)  
[www.brusa.biz](http://www.brusa.biz)

<p><b><i>Types available</i></b></p> <p><i>The following summary lists the types available with their ordering designations.</i></p>	<p><b>Typenübersicht</b></p> <p>Im Folgenden sind die verschiedenen Gerätetypen und die entsprechende Bestellbezeichnungen aufgeführt.</p>
--	--

<b>Data / Daten</b>	<b>MD 106</b>	<b>MD 154</b>	<b>MD 206</b>	<b>MD 304</b>	<b>MD 504</b>	<b>Unit / Einheit</b>
<i>Min. nominal battery voltage / Min. Batterie-Nennspannung</i>	24	24	24	24	24	V
<i>Max. nominal battery voltage / Max. Batterie-Nennspannung</i>	72	48	72	48	48	V
<i>Max. battery current / Max. Batteriestrom</i>	80	120	160	240	400	A
<i>Max. motor current / Max. Motorstrom</i>	100	150	200	300	500	A
<i>Own power consumption approx. / Eigenstromverbrauch ca.</i>	15	15	15	15	15	mA
<i>On resistance / Ein-Widerstand</i>	15	12	10	7	3	MΩ
<i>PWM pulse frequency / PWM Taktfrequenz</i>	25	25	25	25	25	KHz
<i>Efficiency up to / Wirkungsgrad bis zu</i>	99	99	99	99	99	%
<i>Weight / Gewicht</i>	1.7	1.6	1.6	1.7	1.75	kg

**Contents**

	<i>page</i>
<b>1 Introduction</b> .....	<b>4</b>
<b>2 Wiring diagram</b> .....	<b>6</b>
<b>3 Installation</b> .....	<b>7</b>
<b>4 Main switch / emergency OFF switch</b> .....	<b>10</b>
<b>5 Protective features</b> .....	<b>11</b>
<b>5.1 Potentiometer protection</b> .....	<b>11</b>
<b>5.2 Switch-on delay</b> .....	<b>11</b>
<b>5.3 Brake switch</b> .....	<b>13</b>
<b>5.4 Motor current</b> .....	<b>12</b>
<b>5.5 Short-circuit protection</b> .....	<b>13</b>
<b>5.6 Protection against overheating</b> .....	<b>14</b>
<b>5.7 Low-battery limit (RS 7, RUT)</b> .....	<b>16</b>
<b>5.8 Reduction of battery current at     the low-battery limit (RS 8, LED) ...</b>	<b>16</b>
<b>5.9 Overvoltage protection     (RS 5, RUU)</b> .....	<b>18</b>
<b>5.10 Battery current (RS 6, RIB)</b> .....	<b>19</b>
<b>6 12 V output</b> .....	<b>20</b>
<b>7 Braking (recuperation)</b> .....	<b>21</b>
<b>8 Reversing</b> .....	<b>22</b>
<b>9 Alternatives for the accelerator     potentiometer and brake switch</b> .....	<b>23</b>
<b>10 Checklist</b> .....	<b>26</b>
<b>11 Appendix A</b> .....	<b>26</b>
<b>12 Appendix B</b> .....	<b>27</b>
<b>13 Technical data</b> .....	<b>29</b>
<b>14 Dimensions</b> .....	<b>30</b>
<b>15 Warranty conditions</b> .....	<b>31</b>

**Inhaltsverzeichnis**

	Seite
<b>1 Einführung</b> .....	<b>4</b>
<b>2 Anschlusschema</b> .....	<b>6</b>
<b>3 Inbetriebnahme</b> .....	<b>7</b>
<b>4 Hauptschalter / Notschalter</b> .....	<b>10</b>
<b>5 Schutzfunktionen</b> .....	<b>11</b>
<b>5.1 Potentiometerschutz</b> .....	<b>11</b>
<b>5.2 Einschaltverzögerung</b> .....	<b>11</b>
<b>5.3 Bremsschalter</b> .....	<b>13</b>
<b>5.4 Motorstrom</b> .....	<b>12</b>
<b>5.5 Kurzschlusschutz</b> .....	<b>13</b>
<b>5.6 Übertemperaturschutz</b> .....	<b>14</b>
<b>5.7 Tiefentladeschutz der Batterie     (RS 7, RUT)</b> .....	<b>16</b>
<b>5.8 Reduktion Batteriestrom bei     Tiefentladung (RS 8, LED)</b> .....	<b>16</b>
<b>5.9 Überspannungsschutz     (RS 5, RUU)</b> .....	<b>18</b>
<b>5.10 Batteriestrom (RS 6, RIB)</b> .....	<b>19</b>
<b>6 Spannungsquelle 12 V</b> .....	<b>20</b>
<b>7 Bremsen (Rekuperation)</b> .....	<b>21</b>
<b>8 Rückwärtsfahren</b> .....	<b>22</b>
<b>9 Weitere Möglichkeit für Fahrpotentio- meter und Bremsschalter</b> .....	<b>23</b>
<b>10 Checkliste</b> .....	<b>26</b>
<b>11 Anhang A</b> .....	<b>26</b>
<b>12 Anhang B</b> .....	<b>27</b>
<b>13 Technische Daten</b> .....	<b>29</b>
<b>14 Mech. Abmessungen</b> .....	<b>30</b>
<b>15 Garantiebedingungen</b> .....	<b>31</b>



Fig. 1

## 1 Introduction

- *Inexpensive drive system*
- *Compact design*
- *High efficiency*
- *For the medium power range*
- *Operating temperatures down to -25°C*
- *Easy to operate*
- *100% short-circuit-proof*
- *Protection against overheating*
- *Potentiometer disconnection cut-out*
- *Specially designed for electric carts and small vehicles*

## 1 Einführung

- kostengünstige Antriebe
- kompakte Bauweise
- hoher Wirkungsgrad
- mittlere Leistung
- Betriebstemperatur bis -25°C
- einfachste Bedienung
- 100% kurzschlussicher
- geschützt gegen Überhitzung
- Potentiometer-Abreisschutz
- speziell für Elektrokarts und Kleinfahrzeuge ausgelegt

**Description**

*The direct current motor control unit is an essential component of any electrically-powered vehicle equipped with a DC motor. It controls motor current and, consequently, the torque produced. Motor current can be regulated smoothly between zero and maximum by a potentiometer which acts as the vehicle's accelerator pedal.*

*The DC motor control unit also protects the motor from excessively high current. High-efficiency motors are particularly at risk of being damaged beyond repair by the high current drawn when pulling away (demagnetisation of the permanent magnets, overheating, brush wear). The electronic control unit eliminates these risks.*

*In contrast to systems that limit current by using a power resistor connected in series to the motor (resulting in a considerable loss of efficiency), the electronic motor controller employs the pulse width modulation (PWM) principle. This guarantees an average efficiency of at least 97%. The PWM principle makes use of an electronic power switch, controlling output by switching off and on intermittently. Current to the motor is regulated by varying the ratio of "off" and "on" time.*

**Beschreibung**

Die Gleichstrom-Motorsteuerung ist unentbehrlich für jedes Elektrofahrzeug mit Gleichstrommotor. Sie regelt den Motorstrom und damit auch das Drehmoment. Mit Hilfe eines Potentiometers, das als Fahrpedal montiert wird, kann der Motorstrom zwischen Null und dem Maximalwert vorgegeben werden.

Daneben schützt die Gleichstrom-Motorsteuerung den Motor aber auch gegen zu grosse Ströme. Besonders bei Elektromotoren mit hohem Wirkungsgrad besteht die Gefahr, dass sie durch zu hohe Ströme beim Anfahren zerstört werden (Entmagnetisierung der Permanentmagnete, Überhitzung, Bürstenverschleiss). Diese Gefahren werden durch die elektronische Steuerung vermieden.

Im Gegensatz zur Strombegrenzung durch einen in Serie zum Motor geschalteten Leistungswiderstand, der zu beträchtlichen Verlusten führt, wird bei der elektronischen Motorsteuerung das Pulsweitenmodulationsverfahren (PWM) angewendet. Dies garantiert einen Wirkungsgrad von mindestens 97 %. Beim PWM-Verfahren wird ein elektronischer Leistungsschalter periodisch ein- und ausgeschaltet. Durch variieren des Verhältnisses zwischen Ein- und Ausschaltzeit kann der Motorstrom eingestellt werden.

2 Wiring diagram

2 Anschlusschema

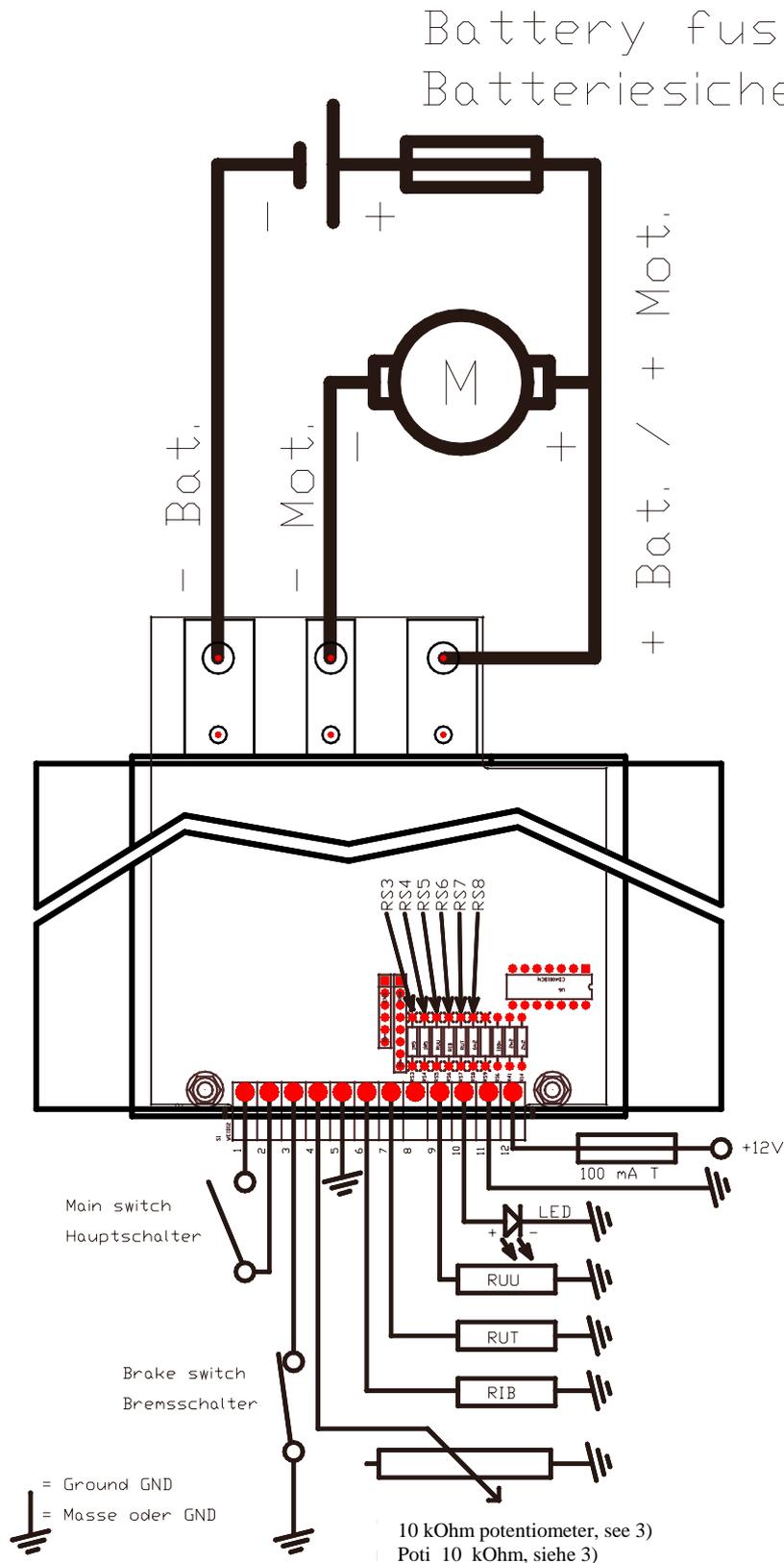


Fig. 2

### 3 Installation

The following components must be connected before the controller can be operated:

- a) Main switch
- b) Brake switch
- c) Accelerator pedal potentiometer
- d) Motor
- e) Battery and fuse

- Connect the **main switch** between pins 1 and 2. Power to the electronics, at full battery voltage, is controlled by this switch. Care must be taken to ensure adequate insulation of the wiring. The internal thermo-fuse will respond if one of these pins is short circuited to ground. This type of fuse does not "blow" and therefore does not have to be replaced. After cancelling the short circuit, the controller can be operated normally.
- The **brake switch** contacts must be closed before current can flow to the motor. The switch must be connected between pin 3 and ground (pin 5 or pin 11).
- The **accelerator pedal potentiometer** (e.g. 10 k $\Omega$ ) must be connected between pin 4 and ground (pin 5 or pin 11). No current flows to the motor when the resistance presented by the potentiometer between the two connections is 0  $\Omega$ . Maximum motor current flows at a potentiometer resistance of 5 k $\Omega$ . An alternative method of wiring the potentiometer is described on page 22.
- Switch off the controller (main switch to OFF) and set the potentiometer to the zero position.

### 3 Inbetriebnahme

Damit die Steuerung in Betrieb genommen werden kann, müssen

- a) der Hauptschalter,
- b) der Bremsschalter,
- c) das Fahrpotentiometer,
- d) der Motor
- e) und die Batterie mit Sicherung

angeschlossen werden.

- **Hauptschalter HS** zwischen Pin 1 und Pin 2 anschliessen. Mit diesem Schalter wird die volle Batteriespannung für die Versorgung der Elektronik geschaltet. Es muss auf eine ausreichende Isolierung der Verdrahtung Sorge getragen werden. Falls ein Kurzschluss an diesen Polen gegen Masse verursacht wird, wird die interne Temperatursicherung ansprechen. Diese geht nicht defekt und muss deshalb nicht ausgetauscht werden. Der Kurzschluss muss lediglich entfernt werden und die Steuerung kann anschliessend normal eingeschaltet werden.
- Der **Bremsschalter** muss geschlossen sein, damit Motorstrom fließen kann. Er muss zwischen Pin 3 und Masse (Pin 5 oder Pin 11) angeschlossen werden.
- Das **Fahrpotentiometer** (z.B. 10 k $\Omega$ ) muss zwischen Pin 4 und Masse (Pin 5 oder Pin 11) angeschlossen werden. Wenn das Potentiometer 0  $\Omega$  zwischen den anzuschliessenden Enden hat, dann fließt kein Motorstrom. Maximaler Motorstrom wird fließen, wenn das Poti ca. 5 k $\Omega$  hat. Eine weitere Möglichkeit zur Verdrahtung des Potentiometers und des Bremsschalters ist auf Seite 22 angegeben.
- Steuerung ausschalten (Schalter HS auf aus) und Potentiometer auf 0 stellen

- Connect the **motor negative** lead.
- Connect the **battery negative** lead (to the controller and at the battery).
- The battery positive lead must be disconnected from the battery.
- At the controller, connect the **motor positive** and battery positive leads (do not connect the battery positive lead to the battery).
- Connect a fuse at the battery (fig. 3).
- Recheck the polarity of all connections.

Connect a standard 220V AC (approx. 25W) lamp (light bulb) in series between controller **battery positive** and the positive terminal of the battery. Wait a few seconds (approx. 10 sec.). The lamp should glow initially then quickly fade and go out. If the lamp continues to glow, the battery must not be connected before checking to find the reason (fig. 4).

Disconnect the lamp. Without waiting too long (within approx. 1 min.), connect the battery positive lead securely to the battery positive terminal.

Failure to observe this procedure with the lamp when connecting the battery positive terminal will result in sparking, as the internal capacitors will charge too quickly. **Danger, risk of explosion:** Batteries release highly-explosive hydrogen gas during charging. **For this reason, never attempt to connect/disconnect or manipulate the wiring during or immediately after charging. Sparking may cause an explosion!** (The risk of explosion can be reduced by blowing away remaining hydrogen gas before connecting the battery.)

- **Motor Minus** anschliessen
- **Batterie Minus** an der Steuerung und an der Batterie anschliessen
- Batterie Plus muss an der Batterie abgehängt sein
- Steuerungsseitig **Motor +** und Kabel für Batterie + einseitig anschliessen
- Batterieseitig eine Sicherung anschliessen (Fig. 3)
- nochmals alle Verbindungen (Polarität) überprüfen
- **Batterie Plus** in Serie mit einer gewöhnlichen 220V AC (ca 25W) Lampe an den Batterie Plus Pol anschliessen und ca. 10 Sekunden warten, bis Lampe sicher erloschen ist. Die Lampe sollte zuerst schwach leuchten und rasch erlöschen. Falls die Lampe dauernd leuchtet, darf die Batterie nicht angeschlossen werden, ohne dass nachgeprüft wird, was der Grund für das Leuchten der Lampe ist (Fig. 4).
- Glühlampe entfernen und nicht zu lange warten (max einige Sekunden), bis das Batterie Plus Kabel direkt am Pluspol der Batterie fest angeschlossen wird (Fig. 5).

Falls keine Lampe verwendet wird, um den Batterie Plus Pol anzuschliessen, wird ein Funke beim Anschliessen der Batterie entstehen, da die internen Kondensatoren zu schnell geladen werden. **Achtung Explosionsgefahr:** volle Batterien kommen in die Gasung und entwickeln dabei hochexplosives Wasserstoffgas. **Deshalb darf nie mit elektrischen Leitungen bei frisch geladenen Batterien hantiert werden. Funkenbildung!** (Bevor die Batterien angeschlossen werden, kann zur Verminderung der Explosionsgefahr allfällig vorhandenes Wasserstoffgas noch weggeblasen werden.)

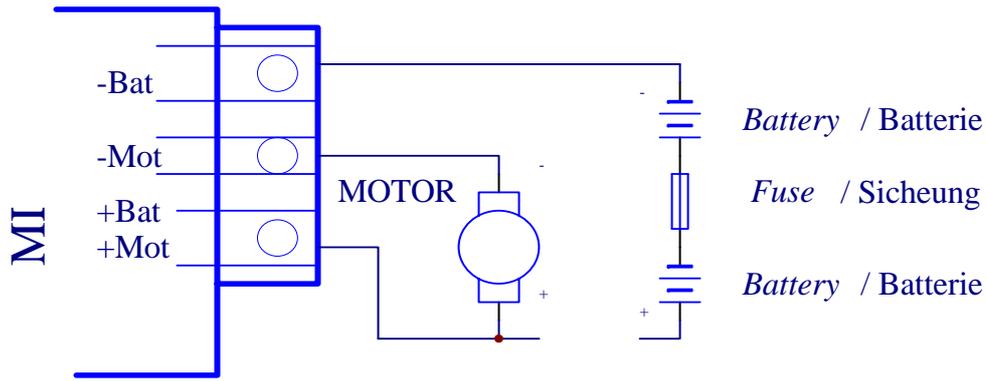


Fig. 3

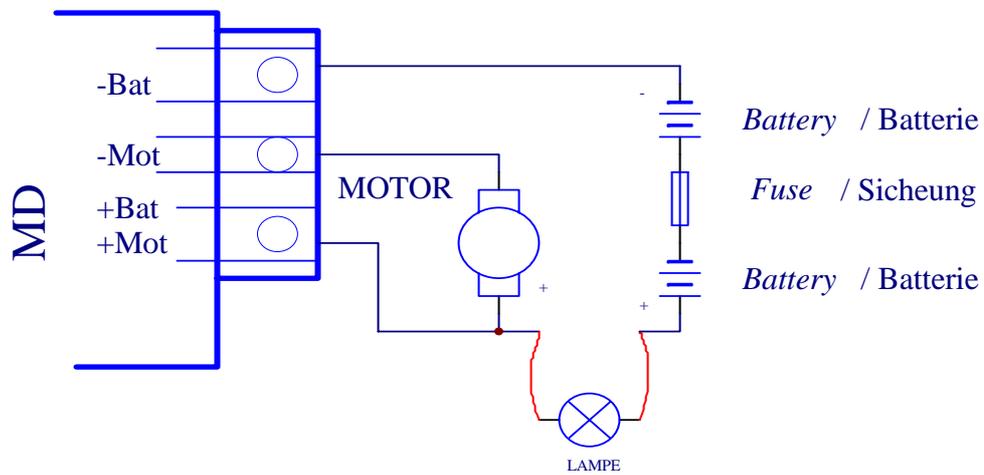


Fig. 4

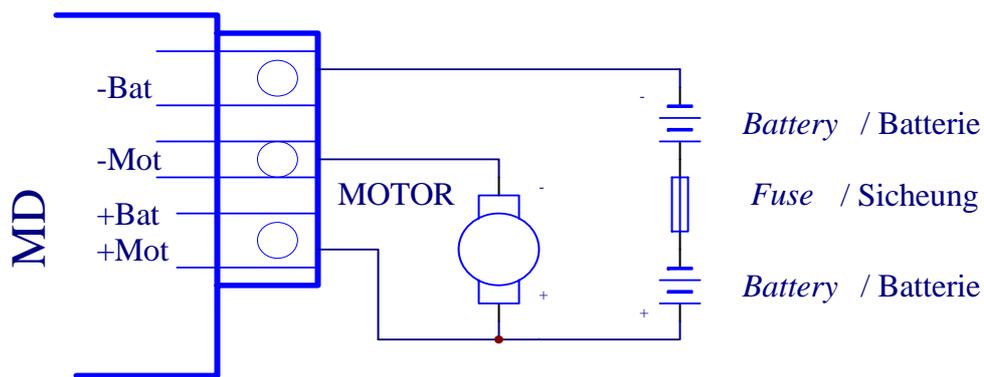


Fig. 5

#### **4 Main switch / emergency OFF switch**

*The main switch is connected between pins 1 and 2. The battery voltage is switched directly by this switch (protected by an internal 200 mA fuse, slow type or a thermo-switch - please refer also to page 7).*

*A main switch in the battery supply lead is not necessary as the FET transistors in the DC controller are blocked completely when the unit is switched off. This small switch, therefore, serves as the main switch.*

*It is recommended that an emergency OFF switch is fitted, close to the battery, so that the battery can be isolated in an emergency.*

#### **4 Hauptschalter / Notschalter**

Der Hauptschalter wird zwischen Pin 1 und Pin 2 angeschlossen. Dabei wird direkt die Batteriespannung geschaltet (intern abgesichert mit einer 200mA / T Sicherung oder einer Temperatursicherung, siehe auch Seite 7).

Ein Hauptschalter in der Batterie-zuleitung ist nicht erforderlich, da die FET-Transistoren in der Gleichstromsteuerung bei ausgeschalteter Steuerung vollständig gesperrt sind. Als Hauptschalter dient also nur der kleine Schalter HS.

Es ist zu empfehlen, einen Notschalter nahe bei der Batterie zur Trennung derselben zu installieren.

## 5 Protective features

*The motor controller is equipped with a number of protective features. They are described in detail in the following paragraphs.*

### 5.1. Potentiometer protection

*Before the vehicle can be driven away, the potentiometer must be set at between 0 and 500  $\Omega$  prior to switching on the controller at the main switch HS (switch-on protection feature). Alternatively, the potentiometer can be set to the 0 position after the controller has been switched on. It is then ready for operation. Current begins to flow at approx. 900  $\Omega$  and maximum current is reached at 4.9 k $\Omega$ . If the resistance value of the potentiometer is increased beyond this, the controller interrupts the current supplied to the motor on reaching a value of 20 k $\Omega$  (potentiometer disconnection cut-out). This feature is designed to prevent full acceleration of the vehicle should a break in the potentiometer circuit occur (e.g. when the potentiometer cable is pulled off the terminal).*

### 5.2. Switch-on delay

*After switching on at the main switch, there is a delay of approx. 1 sec. before the controller is ready for operation. This is to ensure initial stability of the electronics.*

## 5 Schutzfunktionen

Die Motorsteuerung ist mit verschiedenen Schutzfunktionen ausgestattet. Sie werden nachfolgend ausführlich beschrieben.

### 5.1. Potentiometerschutz

Beim Einschalten der Steuerung mit dem Hauptschalter HS muss das Potentiometer zwischen 0 und 500  $\Omega$  sein, damit man losfahren kann (Einschaltenschutz). Wenn dies nicht der Fall war, kann das Poti bei eingeschalteter Steuerung auf 0 gedreht werden, womit die Steuerung ihre normale Funktion sofort aufnimmt. Ab ca. 900  $\Omega$  beginnt Strom zu fließen und bei 4.9 k $\Omega$  ist der maximale Strom erreicht. Wenn man den Widerstandswert des Poti weiter vergrößert, wird die Steuerung bei ca. 20 k $\Omega$  keinen Motorstrom mehr fließen lassen (Potiabreisschutz). Dies ist als Schutz gedacht, falls das Potikabel abreißt und die Steuerung damit immer Vollgas geben würde.

### 5.2. Einschaltverzögerung

Die Steuerung bleibt für ca. 1 Sek. nach Einschalten mit dem Hauptschalter noch ausgeschaltet, um einen sicheren stabilen Ausgangszustand der Elektronik zu ermöglichen.

### 5.3. Brake switch

*A brake switch must be connected between pin 3 and ground (pin 5 or pin 11). The DC controller functions normally when the switch contacts are closed. Current to the motor is interrupted when the contacts are open.*

*This switch can take the form of a microswitch fitted to the brake pedal. It causes the controller to cut out when the brake pedal is depressed and is an essential requirement if approval for use on public roads is to be obtained.*

### 5.4. Motor current

*Motor current is limited to the maximum value applicable to the controller type. The manufacturer must be consulted before it can be set to a lower value. As motor current is directly dependant on the potentiometer setting, it can also be limited by restricting potentiometer travel so that the resulting resistance is less than 5 k $\Omega$ .*

### 5.3. Bremsschalter

Ein Bremsschalter muss zwischen Pin 3 und Masse (Pin 5 oder Pin 11) angeschlossen werden. Der Kontakt muss geschlossen sein, wenn die Gleichstromsteuerung normal funktionieren soll. Wenn der Kontakt offen ist, kann kein Motorstrom mehr fließen.

Um die Strassenzulassung zu erhalten, ist dieser Schalter unbedingt vorzusehen, damit die Steuerung bei Betätigen des Bremspedals ausschaltet. Dieser Schalter kann zum Beispiel in Form eines Mikroswitchers am Bremspedal montiert werden.

### 5.4. Motorstrom

Der Motorstrom wird auf einen maximalen Wert begrenzt, der je nach Steuerungstyp verschieden ist. Dieser kann nur nach Rücksprache mit dem Hersteller zu kleinen Werten hin verstellt werden. Da der Motorstrom direkt von der Potentiometerstellung abhängt, kann er auch begrenzt werden, indem weniger als 5 k $\Omega$  beim Potentiometerweg zugelassen werden.

### 5.5. Short-circuit protection

*The controller is fully protected against short circuits between the motor negative and battery positive power terminals.*

*A short circuit between motor negative and battery negative will not damage the controller, but will cause full motor acceleration.*

*Likewise, a short circuit between battery negative and battery positive will not damage the controller. The battery fuse installed by the user will blow.*

*Connecting the battery terminals the wrong way round (reversed polarity) could seriously damage or destroy the controller. However, this cannot occur under normal operating conditions as reversing these terminals will cause the battery fuse to blow. The battery fuse is installed by the user in the power circuit (fig. 2).*

### 5.5. Kurzschlusschutz

Die Steuerung ist gegen einen Kurzschluss von den Leistungsanschlüssen Motor Minus gegen Batterie Plus voll geschützt.

Ein Kurzschluss von Motor Minus gegen Batterie Minus bleibt für die Steuerung ohne Schaden. Allerdings wird in diesem Fall der Motor voll beschleunigt.

Auch ein Kurzschluss von Batterie Minus zu Batterie Plus bleibt für die Steuerung ohne Schaden, sofern der Anwender eine Batteriesicherung gemäss Einbauvorschrift installiert hat.

Ein verkehrtes Anschliessen der Batterieklemmen (Vertauschen von Plus und Minus) an der Gleichstromsteuerung kann fatale Konsequenzen für diese zur Folge haben. Dieser Fall kann allerdings im normalen Betrieb nicht auftreten. Die vom Anwender installierte Batteriesicherung (Fig. 2) im Leistungskreis wird bei einem verkehrten Anschliessen dieser Klemmen durchbrennen.

### 5.6. Protection against overheating

*The motor controller is protected against overheating. Motor current is reduced automatically, beginning at 55 °C, as the temperature of the cooling element rises. The flow of current stops completely at 85 °C. In order to achieve the highest possible continuous power output, an adequate flow of cooling air to the controller must be maintained. It may be worth considering fitting a cooling fan, wired to operate continuously or for switching on only when required (on long hill climbs). A fan can be connected to the 12 V output on the controller (max. 100 mA). Please refer to paragraph 6.*

*Efficiency of the controller also depends on temperature. The lower the temperature, the higher the efficiency. It is therefore worthwhile fitting a fan (12 V, max. 1.2 W).*

### 5.6. Übertemperaturschutz

Die Motorsteuerung ist gegen Übertemperatur geschützt. Ab 55 °C wird der Motorstrom mit zunehmender Kühlkörpertemperatur zurückgeregelt. Ab 85 °C fließt kein Strom mehr. Um die grösstmögliche Dauerleistung zu erreichen, ist für eine ausreichende Frischluftzufuhr zu sorgen. Es ist auch ein Ventilator denkbar, welcher nach Bedarf (längere Bergfahrt) eingeschaltet wird oder dauernd läuft. Dieser kann vom 12 V Anschluss (max 100 mA) gespiesen werden, siehe Punkt 6.

Der Wirkungsgrad der Steuerung ist ebenfalls von der Temperatur abhängig. Je tiefer die Temperatur, desto besser der Wirkungsgrad. Ein 12 V Lüfter mit max 1.2 W rechtfertigt sich daher.

### 5.7. Low-battery limit (RS 7, RUT)

*The controller prevents the battery from discharging beyond a specified level by reducing the current when voltage drops to the low-battery limit. Current is reduced only enough to prevent battery voltage dropping below the pre-set low-battery limit. Motor power, therefore, decreases gradually as the battery becomes exhausted and is not cut off suddenly. The higher the low-battery limit voltage is set, the earlier the driver is warned of impending battery exhaustion, forcing him to drive economically. Consequently, the vehicle's range is increased.*

*The resistance values for RUT and RS 7, necessary so that the controller begins to reduce power at a specified battery voltage, are listed in the table in appendix A. These values apply to either the internal resistor (RS 7) or the external resistor (RUT), only one of which should be connected. If, however, both resistors are connected, the low-battery limit voltage is determined by the two resistors in parallel.*

### 5.7. Tiefentladeschutz der Batterie (RS 7, RUT)

Die Batterie ist gegen Tiefentladung geschützt, indem die Steuerung bei einer Spannung unter der Tiefentladespannung den Strom zurückregelt. Der Strom wird nur soweit zurückgeregelt, wie es erforderlich ist, damit die Batteriespannung die eingestellte Tiefentladespannung nicht unterschreitet. Die Motorenleistung wird also bei leeren Batterien langsam reduziert und nicht plötzlich abgeschaltet. Je höher Sie die Tiefentladespannung wählen, umso früher werden Sie von langsam leer werdenden Batterien gewarnt und zu einer sparsamen Fahrweise gezwungen. Damit erhöht sich die Reichweite Ihres Fahrzeugs.

Im Anhang A ist eine Tabelle abgedruckt, aus der ersichtlich ist, welche Widerstandswerte für RUT oder RS 7 verwendet werden müssen, damit die Steuerung bei einer bestimmten Batteriespannung reduziert. Es darf hierbei nur entweder der interne Widerstand (RS 7) oder der extern anzuschliessende Widerstand (RUT) angeschlossen sein. Falls beide Widerstände dennoch angeschlossen werden, ergibt sich die Tiefentladespannung aus der Parallelschaltung der beiden Widerstände.

### **5.8. Reduction of battery current at the low-battery limit (RS 8, LED)**

*Once the low-battery limit has been reached the first time, maximum battery current is limited by RS 8 (can only be set internally). An LED connected between pin 10 (anode or positive) and ground (pin 5 or pin 11) will light. The controller can be reset from this status by switching it off and then on again. The limiting function does not operate if no resistor is in position. Nevertheless, even without the resistor, the LED will light when the low-battery limit voltage is reached initially, informing the driver that this status has been reached for the first time.*

*The value of resistor RS 8 depends on the value of RS 6 or RIB. As a result, no table is given. The correct value should be determined by trial. When RS 6 or RIB are not in position and  $RS\ 8 = 6.2\ k\Omega$ , maximum battery current is approx. 50 A at a MD-304.*

### **5.8. Reduktion Batteriestrom bei Tiefentladung (RS 8, LED)**

Falls der Tiefentladeschutz ein erstes Mal anspricht, kann anschliessend immer nur ein mit RS 8 (nur intern einstellbarer) maximaler Batteriestrom fliessen. Eine zwischen Pin 10 (Anode oder Plus) und Masse (Pin 5 oder Pin 11) angeschlossene LED wird leuchten. Durch Aus- und wieder Einschalten der Steuerung kann dieser Zustand wieder aufgehoben werden. Falls kein Widerstand eingesteckt ist, ist diese Funktion ausser Betrieb gesetzt. Die LED wird allerdings bei erstmaligem Eintreten dieses Zustandes auch ohne eingesteckten Widerstand leuchten und dient damit nur als Information, dass die Tiefentladespannung ein erstes Mal erreicht wurde.

Der zu verwendende Widerstand RS 8 hängt vom Widerstand RS 6 oder RIB ab und deshalb ist keine Tabelle angegeben. Er ist durch probieren zu ermitteln. Wenn RS 6 oder RIB nicht bestückt sind und  $RS\ 8 = 6.2\ k\Omega$  ist, ergibt sich ein maximaler Batteriestrom von ca. 50 A bei einer MD-304.

### 5.9. Overvoltage protection (RS 5, RUU)

*Use of the overvoltage protection feature is recommended for applications employing recuperation. This feature prevents overcharging of the battery and protects the controller from excessively high voltages.*

*The controller is also protected by a second feature which switches the unit off completely when voltage rises excessively. This is set at 62 V for the controller type MD-xx4 and at 91 V for the MD-xx6.*

*The resistance values for RUU and RS 5, necessary so that the controller begins to reduce power at a specified battery voltage, are listed in the table in appendix A. These values apply to either the internal resistor (RS 5) or the external resistor (RUU), only one of which should be connected. If, however, both resistors are connected, the low-battery limit voltage is determined by the two resistors in parallel.*

### 5.9. Überspannungsschutz (RS 5, RUU)

Bei Anwendungen mit Rekuperation empfiehlt sich die Verwendung des Überladeschutzes. Dieser schützt die Batterie vor Überladung und die Steuerung vor zu hohen Spannungen.

Ferner ist ein zweiter Schutz vorgesehen, der die Steuerung bei zu hohen Spannungen ganz ausschaltet. Dieser ist bei den Typen MD-xx4 auf 62 V und bei den Typen MD-xx6 auf 91 V eingestellt.

Im Anhang A ist eine Tabelle abgedruckt, aus der ersichtlich ist, welche Widerstandswerte für RUU oder RS 5 verwendet werden müssen, damit die Steuerung bei einer bestimmten Batteriespannung reduziert. Es darf hierbei nur entweder der interne Widerstand (RS 5) oder der extern anzuschliessende Widerstand (RUU) angeschlossen sein. Falls beide Widerstände dennoch angeschlossen werden, ergibt sich die Tiefentladespannung aus der Parallelschaltung der beiden Widerstände.

### 5.10. Battery current (RS 6, RIB)

Maximum battery current can be limited by resistor RIB, or by resistor RS6 connected externally between pin 6 and ground (pin 5 or pin 11). Two or more resistors of different values can be wired with a selector switch. A system of this kind can be used, for example, as a "green" switch for an energy-saving driving mode, with maximum power still available when required.

The resistance values for RIB and RS 6, necessary so that the controller begins to reduce power at a specified battery current, are listed in the table in [appendix A](#). These values apply to either the internal resistor (RS 6) or the external resistor (RIB), only one of which should be connected. If, however, both resistors are connected, maximum battery current is determined by the two resistors in parallel. If a controller other than the MD-304 is used (with a maximum motor current of 300 A), the desired maximum motor current must be multiplied by a factor as shown in the following table:

### 5.10. Batteriestrom (RS 6, RIB)

Der maximale Batteriestrom kann mit Hilfe des Widerstandes RIB oder RS 6 begrenzt werden, der extern zwischen Pin 6 und Masse (Pin 5 oder Pin 11) angeschlossen wird. Es können auch mehrere Widerstände umgeschaltet werden. Diese Möglichkeit könnte zum Beispiel für einen „Ökoschalter“ verwendet werden, mit dem eine sparsame Fahrweise erreicht würde, ohne bei Bedarf auf eine maximale Leistung des Antriebes verzichten zu müssen.

Im [Anhang A](#) ist eine Tabelle abgedruckt, aus der ersichtlich ist, welche Widerstandswerte für RIB oder RS 6 verwendet werden müssen, damit die Steuerung bei einem bestimmten maximalen Batteriestrom begrenzt. Es darf hierbei nur entweder der interne Widerstand (RS 6) oder der extern anzuschliessende Widerstand (RIB) angeschlossen sein. Falls beide Widerstände dennoch angeschlossen werden, ergibt sich der maximale Batteriestrom aus der Parallelschaltung der beiden Widerstände. Bei der Verwendung einer anderen Steuerung als eine MD-304 (mit einem maximalem Motorstrom von 300 A) muss der gewünschte maximale Batteriestrom mit einem Faktor multipliziert werden, der in nachfolgender Tabelle angegeben ist:

<i>controller</i> Steuerung	<i>maximum motor current</i> maximaler Motorstrom	<i>factor</i> Faktor
MD-106	100 A	2.09
MD-154	150 A	1.64
MD-20x	200 A	1.35
MD-304	300 A	1
MD-50x	500 A	0.403

*Example:*

*If an MD 154 is used and the battery current is to be limited to 120 A, the calculation is as follows:  $120\text{ A} \times 1.64 = 196.8\text{ A}$*

*In the table you will find a value of  $100\text{ k}\Omega$  for this result.*

## Bsp:

Wenn Sie bei einer MD-154 den Batterie-strom auf 120 A begrenzen möchten, rechnen Sie:  $120\text{ A} \times 1.64 = 196.8\text{ A}$ .

In der Tabelle finden Sie für dieses Resultat  $100\text{ k}\Omega$ .

## 6. 12 V output

*An output of approx. 12 V capable of supplying 100 mA is available between pin 12 (positive) and pin 11 (ground). This can be used, for example, to power a cooling fan. These terminals have no short-circuit protection. The internal fuse responds in case of a short circuit. Provision must be made for fitting an external fuse (100 mA, slow). A short circuit at these connections will blow the internal fuse (200 mA, slow). If the internal fuse is a thermo-fuse, the controller must be switched off for about 10 seconds after a short circuit. Once switched on again, the controller will operate normally without changing the fuse.*

## 6. Spannungsquelle 12 V

Eine Spannungsquelle von ca 12 V ist zwischen Pin 12 (+ Pol) und Pin 11 (Masse) vorhanden, die 100 mA liefern kann. Sie kann verwendet werden, um z.B. einen Lüfter zu speisen. Dieser Anschluss ist nicht gegen Kurzschluss geschützt. Es muss extern eine Sicherung von 100 mA träge angeschlossen werden. Die interne Sicherung spricht bei einem Kurzschluss an diesen Polen an (200 mA, träge). Falls die interne Sicherung eine Temperatursicherung ist, muss die Steuerung in einem Überlastfall für eine kurze Zeit (ca 10 sec) ausgeschaltet und dann wieder eingeschaltet werden. Die Steuerung funktioniert dann ohne Austauschen der Sicherung wieder normal weiter.

## 7. Braking (recuperation)

*Energy can be returned to the batteries when driving downhill or when braking (recuperation). This is also possible with this controller when two switches are fitted in the power circuit (motor side). Please refer to appendix B. These switches must be capable of carrying the motor current. Ensure that the potentiometer is in the zero position before switching over.*

*We strongly recommend that overload protection is set correctly for the batteries. In addition, with controllers designed for a maximum rated battery voltage of 48 V (MD-xx4), the overcharge voltage must not be set higher than 60 V. In addition to this, the controller is protected by an internal device to prevent damage if this situation does occur. However, this protection feature should not be used under normal operating conditions. Please refer to appendix B for details of connecting the motor. If a high battery rating (voltage) is to be used, please note that the maximum battery voltage listed in section 13 (technical data) must not be exceeded.*

## 7. Bremsen (Rekuperation)

Es besteht die Möglichkeit, beim Abwärtsfahren oder beim Abbremsen des Fahrzeugs, Energie wieder in die Batterien einzuspeisen (rekuperieren). Dies ist bei dieser Steuerung mit Hilfe zweier Umschalter möglich, die im Leistungskreis beim Motor angeschlossen werden müssen, siehe Anhang B. Diese Umschalter müssen deshalb auch den Motorstrom führen können. Allerdings ist sicherzustellen, dass beim Umschaltvorgang das Potentiometer auf Nullstellung ist.

Es wird dringend empfohlen, den Überladeschutz den Batterien richtig angepasst einzustellen. Auch darf bei Steuerungen mit einer maximalen Batterienennspannung von 48 V (Typen MD-xx4) die Überladespannung nicht höher als 60 V eingestellt werden. Intern ist ein weiterer Schutz vorgesehen, dass dieser Fall keinen Schaden an der Steuerung anrichten kann. Dieser Schutz darf aber nicht betriebsmässig verwendet werden. Siehe Anhang B für das genaue Anschliessen des Motors. Auch muss beachtet werden, dass bei der Wahl einer hohen Batterienennspannung die maximale Batteriespannung nach Kapitel 13 (Technische Daten) nicht überschritten werden kann.

## 8. Reversing

*The controller is also suitable for driving in reverse when a pole-reversing switch is fitted to the motor. However, before operating the reversing switch, it must be ensured that the potentiometer is in the zero position and the motor has stopped rotating. Failure to observe these points could result in damage to the controller or burning of the switch contacts. Please refer to appendix B for details of connecting the motor.*

## 8. Rückwärtsfahren

Mit dieser Steuerung kann ohne weiteres auch rückwärts gefahren werden, indem am Motor ein Polwendeschalter montiert wird. Allerdings ist sicher zu stellen, dass beim Umschaltvorgang das Potentiometer auf Nullstellung ist und der Motor sich nicht mehr dreht. Andernfalls könnte die Steuerung Schaden nehmen oder es könnten die Umschaltkontakte verbrennen. Siehe Anhang B für das genaue Anschliessen des Motors.

## 9. Alternatives for the accelerator potentiometer and brake switch

### Accelerator potentiometer

*It is often difficult to design an accelerator pedal that utilises the full travel of a flat potentiometer or the full angle of rotation of a rotary potentiometer.*

*No motor current flows when the potentiometer is set to 0  $\Omega$ . Maximum current is reached at approx. 5 k $\Omega$ . As resistance is further increased up to approx. 20 k $\Omega$ , motor current remains constant at the maximum value. With a 20 k $\Omega$  potentiometer, this means that the full driving range is obtained within the area between 0 and 25% of its travel. Correspondingly, when a rotary potentiometer with a range of 300° is used, motor current can be increased steadily up to the maximum value within the area between 0° and 75°. Please note: The potentiometer disconnection cut-out is activated (motor current is switched off immediately) when the resistance between the potentiometer contacts rises to approx. 20 k $\Omega$  or higher. This situation, however, depending on the mechanical design of the pedal, is not normally encountered even when a 50 k $\Omega$  potentiometer is used.*

### Brake switch

*If the brake switch is required to operate in the opposite manner (controller switches off when the switch contacts are closed), it can be wired as shown in fig. 6. However, in this case, pin 3 must be connected permanently to ground (pin 5 or pin 11) so that the normal function of the brake switch pin is deactivated.*

## 9. Weitere Möglichkeit für Fahrpotentiometer und Bremsschalter

### Fahrpotentiometer

Oft ist es schwierig, ein Fahrpedal zu konstruieren, das den ganzen Weg eines Flachpotentiometers, respektive den vollen Drehwinkel eines Drehpotentiometers ausnützen kann.

Wenn das Potentiometer auf 0  $\Omega$  eingestellt ist, dann fließt kein Motorstrom. Bei ca. 5 k $\Omega$  ist der Maximalstrom erreicht. Bei einem weiteren Vergrössern des Widerstandes bis ca. 20 k $\Omega$  bleibt der Motorstrom konstant auf dem maximalen Wert. Mit einem 20 k $\Omega$  Poti hat man also im Bereich zwischen 0 bis 25 % den vollen Arbeitsbereich. Bei einem Poti mit 300° mechanischem Arbeitsbereich wird demnach zwischen 0° und 75° der Motorstrom kontinuierlich bis zum Maximalwert verstellbar sein. Es muss beachtet werden, dass ab einem Widerstandswert von mehr als ca. 20 k $\Omega$  zwischen den Poti-Anschlüssen der Abreisschutz in Funktion tritt und plötzlich kein Motorstrom mehr fließen wird. Dieser Fall kann allerdings je nach mechanischer Auslegung auch z.B. mit einem 50 k $\Omega$  Potentiometer normalerweise nicht auftreten.

### Bremsschalter

Falls die umgekehrte Funktion des Bremsschalters benötigt wird (Steuerung schaltet aus bei geschlossenem Kontakt des Bremsschalters), kann die Verdrahtung wie in Fig. 6 verwendet werden. In diesem Fall muss allerdings eine feste Verbindung zwischen Pin 3 und Masse (Pin 5 oder Pin 11) hergestellt werden, damit die normale Funktion des Bremsschalterpins ausser Funktion gesetzt wird.

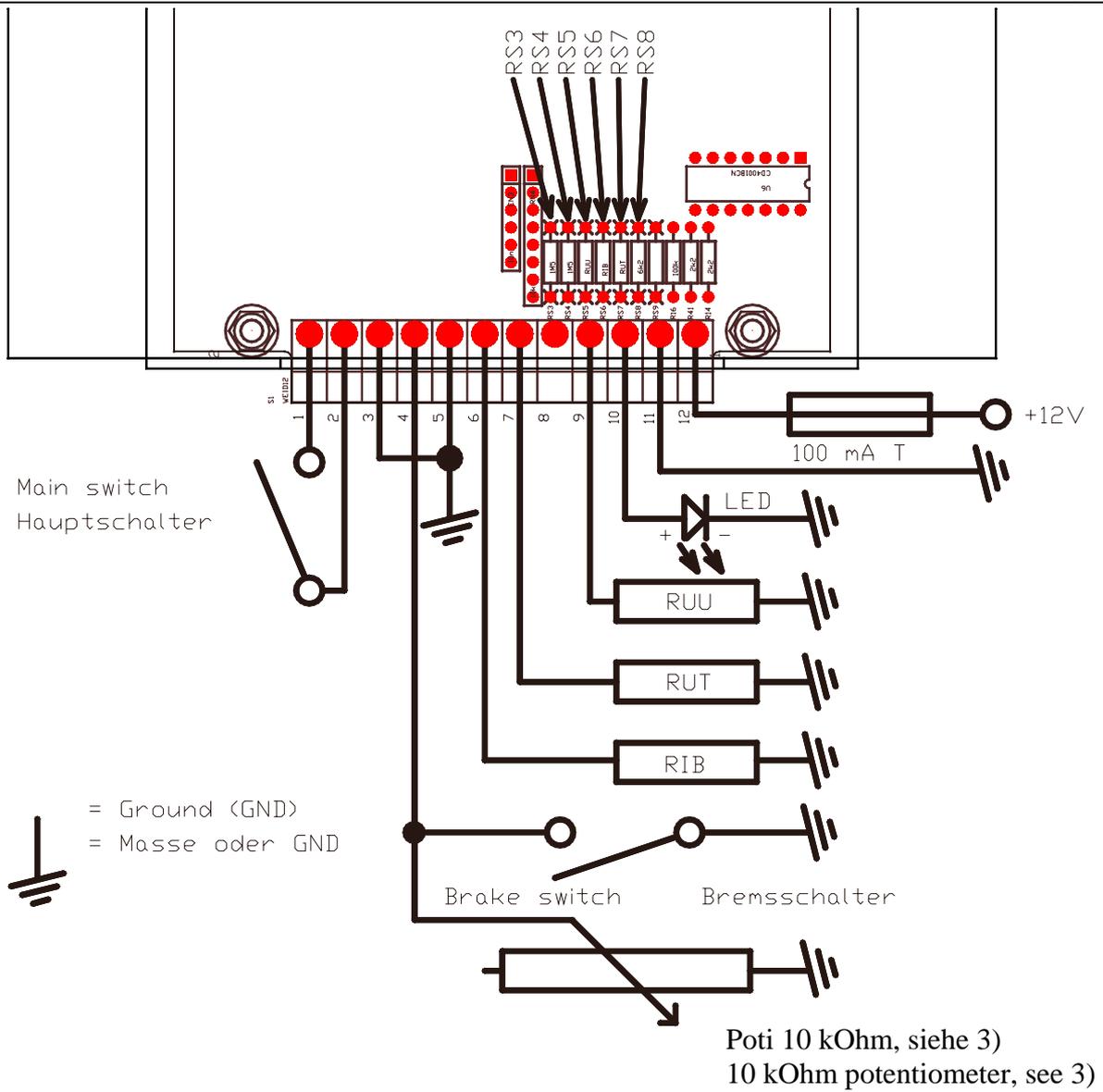


Fig. 6

<b>10. Checklist</b>		<b>10. Checkliste</b>	
<i>If trouble is experienced during installation or operation of the MD-95, check the points listed below:</i>		Bei Problemen mit der Inbetriebnahme oder im Betrieb mit der MD kann nach folgender Checkliste vorgegangen werden:	
<i>Does the voltage at the power output terminals correspond to the values set (the plug-in resistors inside must also be taken into account)?</i>	<i>Main fuse? Wiring? Voltage too high? Voltage too low? Resistors for low battery limit and overcharge protection?</i>	Ist Spannung an den Leistungsanschlüssen entsprechend den eingestellten Werten (auch interne Steckwiderstände beachten) vorhanden?	Hauptsicherung? Verkabelung? Spannung zu hoch? Spannung zu tief? Widerstände für Tiefentladeschutz und Überladeschutz?
<i>Is a voltage present between pin 2 and pin 11 of the orange connector when the main switch contacts are closed?</i>	<i>Internal fuse? Wiring?</i>	Hat am orangen Stecker Pin. 2 bei Schliessen des Hauptschalters Batteriespannung gegenüber Pin 11?	Interne Sicherung? Verkabelung?
<i>Is pin 3 of the orange connector (brake switch) connected to ground?</i>	<i>Brake switch? Wiring?</i>	Ist Pin 3 (Bremschalter) beim orangen Stecker mit Masse verbunden?	Bremschalter? Verkabelung?
<i>Does the potentiometer cover the full range when the orange connector is disconnected and an ohmmeter is used to measure the resistance between pins 4 and 5 (or pin 11)? Is potentiometer movement obstructed?</i>	<i>Can a value of between <math>0\Omega</math> and <math>500\Omega</math> be measured directly at the orange connector when the MD is switched on at the main switch, and at least <math>4.9\text{ k}\Omega</math> when the accelerator pedal is fully depressed?</i>	Macht das Potentiometer den vollen Bereich, wenn man den orangen Stecker aussteckt und unmittelbar zwischen Pin 4 und Pin 5 (oder Pin 11) mit einem Ohmmeter misst? Mechanische Anschläge?	Hat MD beim Einschalten mit dem Hauptschalter zwischen $0\Omega$ und $500\Omega$ und mindestens $4.9\text{ k}\Omega$ bei Vollgas direkt am orangen Stecker gemessen?
<i>Is approx. 12 V available between pins 11 and 12 when the main switch is in the ON position?</i>	<i>No external short circuit? Are the internal fuses intact? If an internal thermo-fuse is installed, wait at least 10 sec. before switching on the controller again.</i>	Sind zwischen Pin 11 und Pin 12 ca. 12 V vorhanden, wenn der Hauptschalter eingeschaltet wird?	Kein externer Kurzschluss? Interne Sicherung in Ordnung? Mindestens. 10 Sekunden warten, bis Steuerung wieder eingeschaltet wird, falls intern eine Temperatursicherung vorhanden

**11. Appendix A**

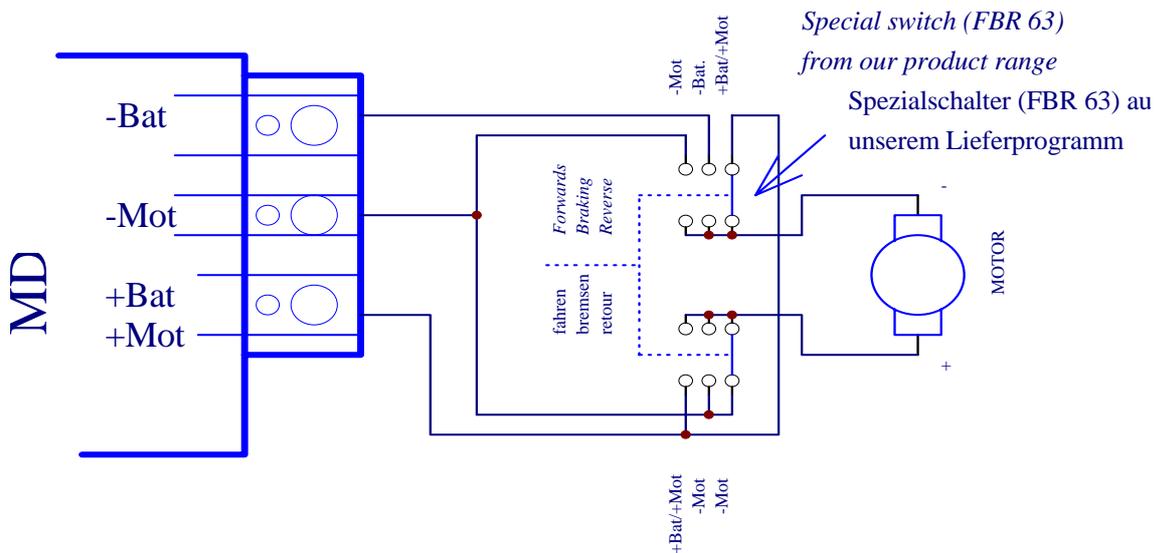
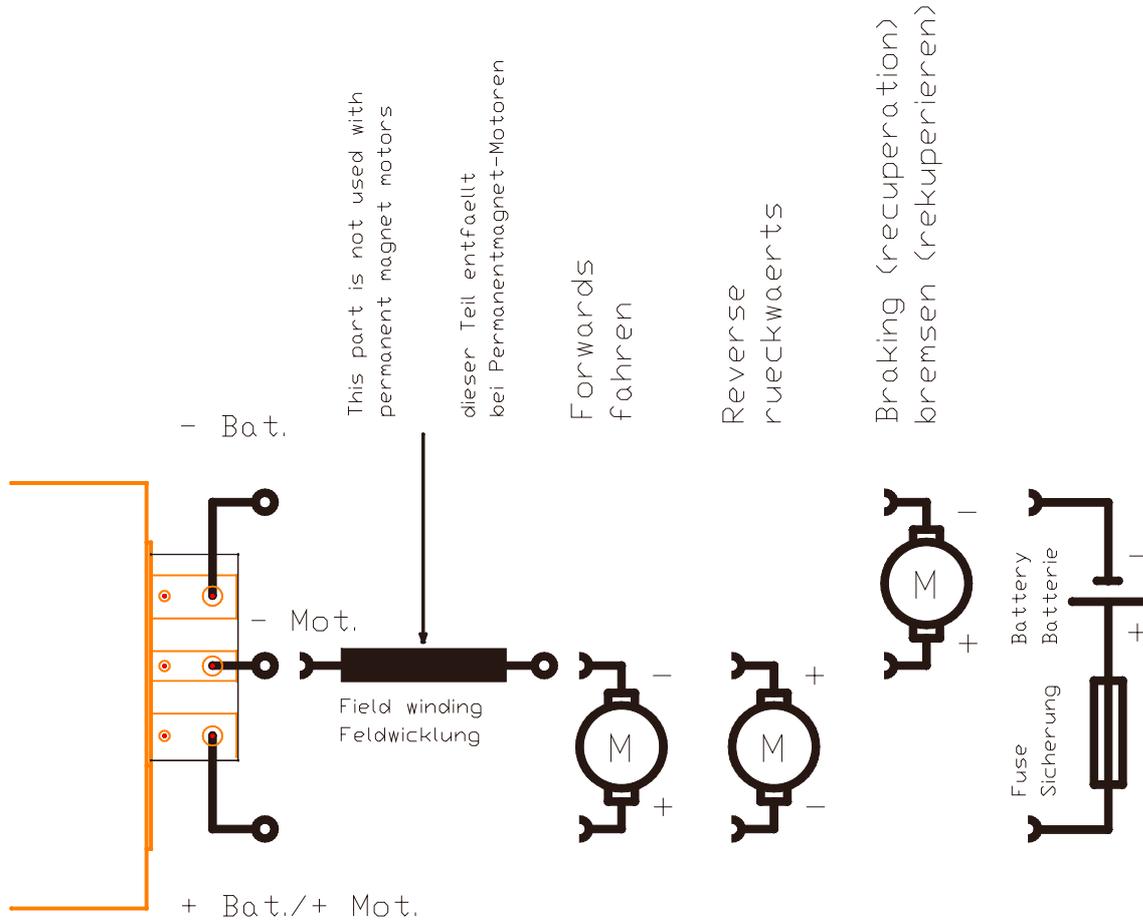
Resistance value	Overload voltage	Low-battery limit voltage	Battery current
Widerstandswert	Überladespannung	Tiefentladespannung	Batteriestrom für MD 304
[ $\Omega$ ]	RS5 / RUU [V]	RS7 / RUT [V]	RS6 / RIB [A]
0	23.3	70.0	11.1
1k	24.3	69.5	15.8
1.1k	24.4	69.4	16.3
1.2k	24.5	69.4	16.8
1.3k	24.6	69.3	17.2
1.5k	24.8	69.2	18.2
1.8k	25.0	69.1	19.5
2k	25.2	69.0	20.4
2.2k	25.4	68.9	21.4
2.4k	25.6	68.8	22.3
2.7k	25.9	68.6	23.6
3k	26.1	68.5	24.9
3.3k	26.4	68.3	26.2
3.6k	26.7	68.2	27.5
3.9k	26.9	68.0	28.8
4.3k	27.3	67.9	30.5
4.7k	27.6	67.7	32.2
5.1k	27.9	67.5	33.9
5.6k	28.4	67.2	36.0
6.2k	28.8	67.0	38.4
6.8k	29.3	66.7	40.8
7.5k	29.9	66.4	43.5
8.2k	30.4	66.1	46.2
9.1k	31.1	65.7	49.5
10k	31.8	65.3	52.8
11k	32.5	64.9	56.4
12k	33.2	64.4	59.8
13k	33.9	64.0	63.2
15k	35.2	63.2	69.6
16k	35.9	62.9	72.7
18k	37.1	62.1	78.7
20k	38.3	61.4	84.4
22k	39.4	60.7	89.8
24k	40.5	60.0	95.0
27k	42.0	59.0	102.3
30k	43.4	58.1	109.1
36k	46.1	56.4	121.6
43k	48.7	54.6	134.3
47k	50.1	53.6	140.8
51k	51.4	52.7	146.9
56k	52.9	51.6	153.9
62k	54.6	50.4	161.5
68k	56.1	49.3	168.5
75k	57.6	48.1	175.8
82k	59.1	47.0	182.5
91k	60.7	45.7	190.1
100k	62.2	44.5	196.9

**11. Anhang A**

Resistance value	Overload voltage	Low-battery limit voltage	Battery current
Widerstandswert	Überladespannung	Tiefentladespannung	Batteriestrom für MD-304
[ $\Omega$ ]	RS5 / RUU [V]	RS7 / RUT [V]	RS6 / RIB [A]
110k	63.7	43.4	203.6
120k	65.0	42.3	209.6
130k	66.2	41.3	214.9
150k	68.2	39.6	224.1
180k	70.6	37.5	235.1
200k	71.9	36.3	241.0
220k	73.1	35.3	246.1
240k	74.1	34.4	250.5
270k	75.3	33.2	256.1
300k	76.4	32.2	260.7
330k	77.3	31.4	264.7
360k	78.0	30.7	268.1
390k	78.7	30.0	271.0
430k	79.4	29.3	274.4
470k	80.1	28.6	277.3
510k	80.7	28.1	279.7
560k	81.3	27.5	282.4
620k	81.9	26.9	285.0
680k	82.4	26.3	287.2
750k	82.9	25.8	289.4
820k	83.3	25.4	291.2
910k	83.7	24.9	293.2
1M	84.1	24.6	294.8
1.1M	84.4	24.2	296.4
1.2M	84.7	23.9	297.6
1.3M	85.0	23.6	298.7
1.5M	85.4	23.2	300.5
1.6M	85.6	23.0	301.2
1.8M	85.8	22.7	302.4
2M	86.1	22.5	303.4
2.2M	86.2	22.3	304.2
2.4M	86.4	22.1	304.9
2.7M	86.6	21.9	305.7
3M	86.7	21.7	306.4
3.3M	86.9	21.6	306.9
3.6M	87.0	21.5	307.4
3.9M	87.1	21.4	307.8
4.3M	87.2	21.3	308.2
4.7M	87.2	21.2	308.6
5.1M	87.3	21.1	308.9
5.6M	87.4	21.0	309.2
6.2M	87.5	21.0	309.5
6.8M	87.5	20.9	309.8
7.5M	87.6	20.8	310.0
8.2M	87.6	20.8	310.2
9.1M	87.7	20.7	310.5
oo	88.1	20.2	312.5

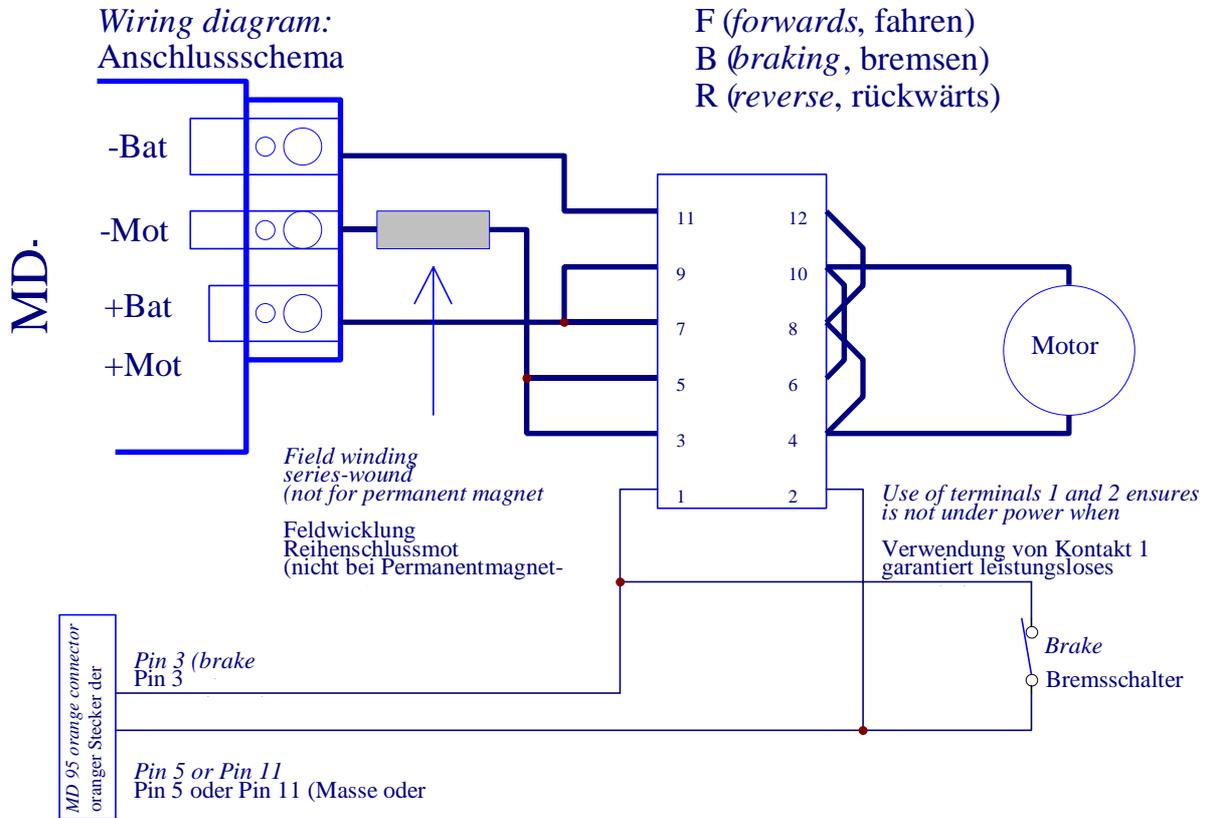
12. Appendix B

12. Anhang B



*FBR 63 switch - forwards / braking / reverse*

Umschalter "fahren-bremsen-rückwärts" - FBR

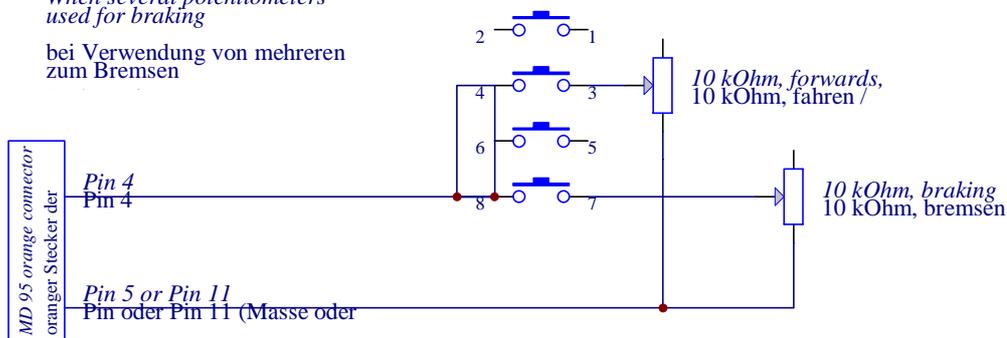


*Option with FBR 63-2H auxiliary switch*

Option mit Hilfsschalter - FBR 63-

*When several potentiometers used for braking*

bei Verwendung von mehreren zum Bremsen



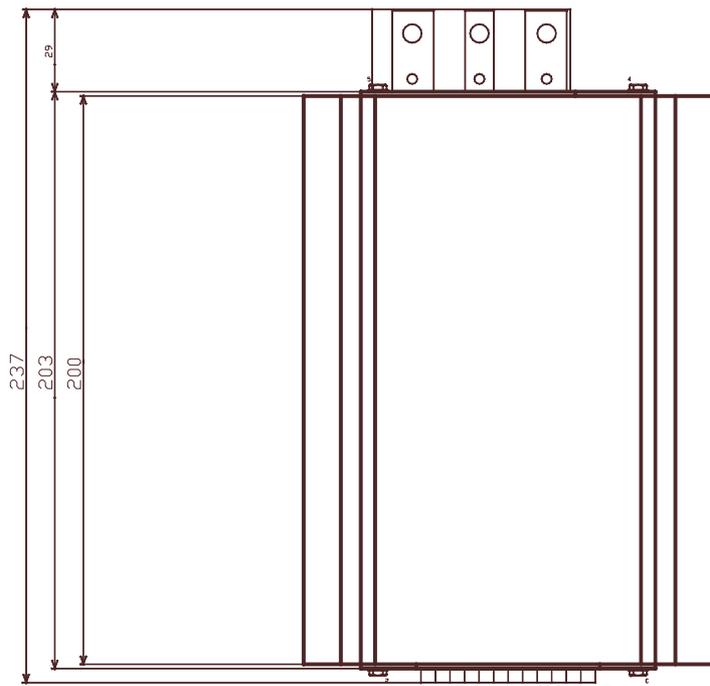
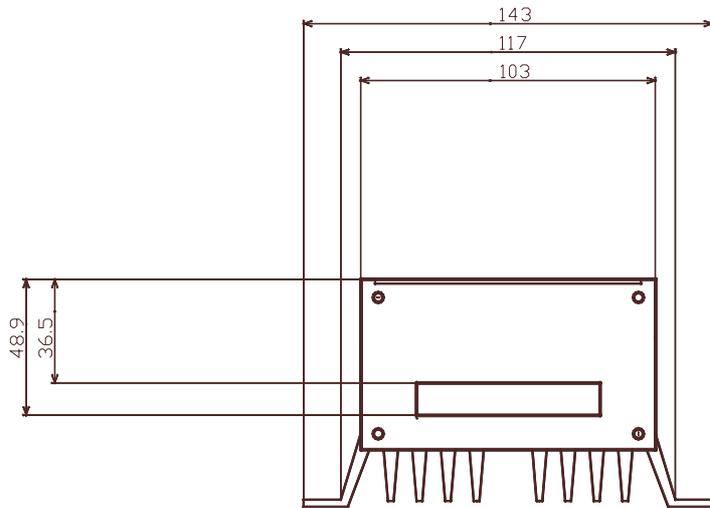
## 13. Technical data

## 13. Technische Daten

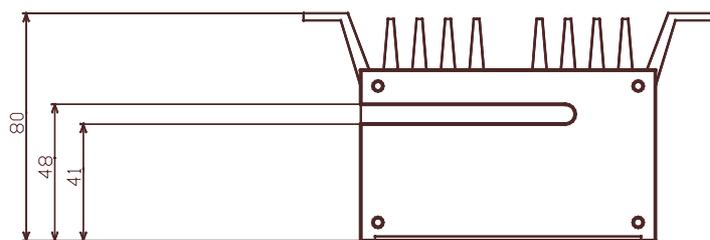
Typ	MD 154	MD 304	MD 504	MD 106	MD 206
<i>Maximum motor current</i> maximaler Motorstrom	150 A	300 A	≈480 A	100 A	200 A
<i>„On“ resistance (25°C)</i> Ein-Widerstand (25 °C)	11.66 mΩ	7.13 mΩ	2.75 mΩ	14.8 mΩ	9.62 mΩ
<i>Min. rated battery voltage</i> min. Batterienennspannung	24 V				
<i>Max. rated battery voltage</i> max. Batterienennspannung	48 V		72 V		
<i>Min. battery voltage</i> min. Batteriespannung	20.2 V				
<i>Max. battery voltage</i> max. Batteriespannung	60 V		88.2 V		
<i>Weight</i> Masse	1620 g	1685 g	1725g	1595 g	1640 g
<i>Main dimensions (l x w x h)</i> Hauptabmessungen (l x b x h)	203mm x 103mm x 80mm				
<i>Dimensions overall (l x w x h)</i> über alles (l x b x h)	237mm x 143mm x 80mm				
<i>Power consumption, main switch OFF</i> Eigenstromverbrauch, HS aus	ca. 100 uA bei 50 V ca. 50 uA bei 24 V				
<i>Power consumption, main switch ON</i> Eigenstromverbrauch, HS ein	ca. 15 mA				
<i>Clock frequency</i> Taktfrequenz	25 kHz				
<i>Auxiliary power supply</i> externe Speisung	ca. 12 V, 100 mA				
<i>Maximum potentiometer current</i> maximaler Potistrom	1.5 mA				
<i>Potentiometer range:</i> Poti bereich:					
<i>Controller ON possible</i> Steuerung ein möglich	0 Ω bis 500 Ω				
<i>No motor current</i> kein Motorstrom	0 Ω bis 890 Ω				
<i>Working range</i> Arbeitsbereich	890 Ω bis 4940 Ω				
<i>Disconnection cut-out above</i> Abreisschutz ab ca.	20 kΩ				

### 14. Dimensions

### 14. Mech. Abmessungen



Without mating connector  
ohne Gegenstecker



## **15. Warranty conditions**

*This product carries a warranty covering defects in material and workmanship for the period of 24 months max. 30 months from declaration of readiness for all MD-1xx, MD-2xx and MD-3xx. Misuse, abuse or misapplication of the product cause the warranty to become null and void.*

*We reserve the right to make technical changes or other regulations without prior notice.*

## **15. Garantiebedingungen**

Wir gewähren eine Garantie 24 Monate Garantie nach Auslieferung, jedoch längstens 30 Monate nach Erklärung der Versandbereitschaft, auf Material- und Verarbeitungsfehler aller MD-1xx, MD-2xx und MD-3xx. Die Garantie erlischt bei unsachgemässer Behandlung der MD.

Technische Änderungen oder abweichende Bestimmungen sind jederzeit ohne Vorankündigung möglich.