

Orientierung

Name:

Klasse:

Datum:

Blatt: 10

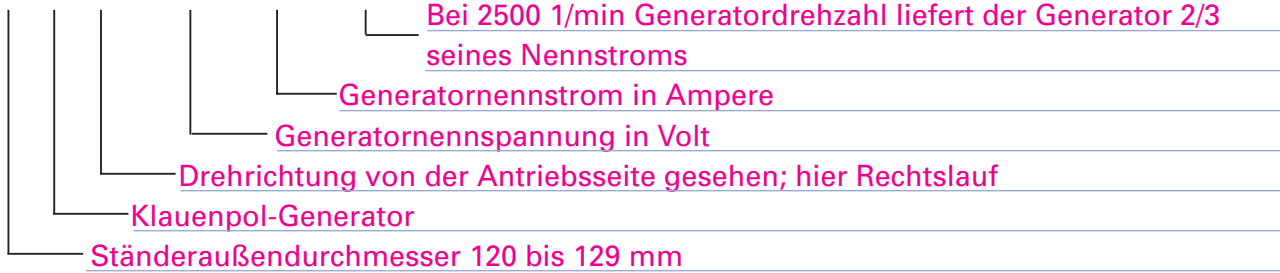
**Kundenbeanstandung** „Die Generator-Kontrollleuchte brennt bei stehendem Motor hell und leuchtet bei laufendem Motor, unabhängig von der Drehzahl, etwas schwächer“.

**Arbeitsauftrag** Das Verhalten der Generator-Kontrollleuchte kann durch einen defekten Generator verursacht worden sein. Suchen Sie die Fehlerquelle und setzen Sie den Generator instand.

**Typaufschrift lesen**

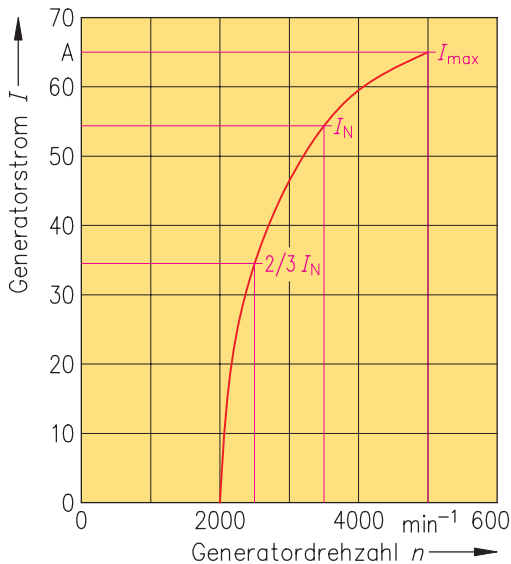
Die Generatorbeschriftung dient der ersten Orientierung und wird bei den technischen Unterlagen zusammen mit der Bestell-Nr. angegeben. Ermitteln Sie anhand der Typenschildbeschriftung „K1 → 14 V 55 A 25“ die technischen Daten des defekten Generators.

**K 1 → 14 V 55 A 25**



**Stromkennlinie auswerten**

In den technischen Unterlagen zum obigen Drehstromgenerator ist die Stromkennlinie abgebildet. Aus ihr ist zu ersehen, wie viel Strom der Generator bei einer bestimmten Drehzahl seiner Läuferwelle abgeben kann.



Bestimmen Sie anhand des Schaubildes:

- a) Bei welcher Drehzahl liefert der Generator erstmals Ladestrom?  
**bei  $n = 2000$  1/min**
- b) Bei welcher Drehzahl gibt der Generator maximalen Strom  $I_{max}$  ab und wie groß ist er?  
**bei  $n = 5000$  1/min ist  $I_{max} = 65$  A**
- c) Bei welcher Drehzahl liefert der Generator den im Typenschild angegebenen Nennstrom  $I_N$ ?  
**bei  $n = 3500$  1/min**
- d) Die letzte Zahl der Typaufschrift gibt die Drehzahl ( $\text{min}^{-1}$  in Hundert) bei  $2/3$  Nennstrom an. Wie groß ist diese Drehzahl und der entsprechende  $2/3$  Nennstrom?  
 **$n = 2500$  1/min  
 $2/3 I_N$  ca. 35 A**

**Erste Hinweise auf mögliche Fehler**

Das Verhalten der Generator-Kontrollleuchte deutet auf eine Störung in der Stromversorgungsanlage hin (siehe nachstehende Tabelle zum Verhalten der Generator-Kontrollleuchte bei verschiedenen Defekten).

Welche Fehler können vorliegen, wenn wie oben beschrieben der Kunde angibt, dass die Generator-Kontrollleuchte bei stehendem Motor hell leuchtet und bei laufendem Motor, unabhängig von der Drehzahl, etwas schwächer glimmt?

Mögliche Fehler:

**Unterbrechung einer Erregerdiode, Kurzschluss einer Minus- oder Erregerdiode**

	Anzeige	Motor wird abgeschaltet	Drehzahl	
			niedrig	hoch
<input type="radio"/> Glühlampe brennt nicht	Einwandfreier Generator		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="radio"/> Dunkles Glimmen der Glühlampe	Unterbrechung einer Plusdiode		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="radio"/> Helles Glimmen der Glühlampe	Unterbrechung einer Minusdiode		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="radio"/> Glühlampe brennt voll	Unterbrechung einer Erregerdiode		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	Kurzschluss einer Minusdiode		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	Kurzschluss einer Erregerdiode		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	Kurzschluss einer Plusdiode (Zündung eingeschaltet = Lampe ist aus, Zündung ausgeschaltet = Lampe brennt)	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	Unterbrechung einer Phase		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	Schluss zweier Phasen in der Ständerwicklung		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Verhalten der Ladeanzeigelampe bei den verschiedenen möglichen Defekten an den Dioden und an den Phasen der Ständerwicklung von Drehstromgeneratoren

**Kundenbeanstandung**

Der Kunde beanstandete, dass bei seinem Fahrzeug die Generator-Kontrollleuchte bei Zündung „Ein“ hell brennt und bei laufendem Motor, unabhängig von der Drehzahl, schwächer weiter glimmt. Um festzustellen, ob die Störung vom Generator oder Spannungsregler verursacht wird, prüft man die Leistung des Drehstromgenerators.

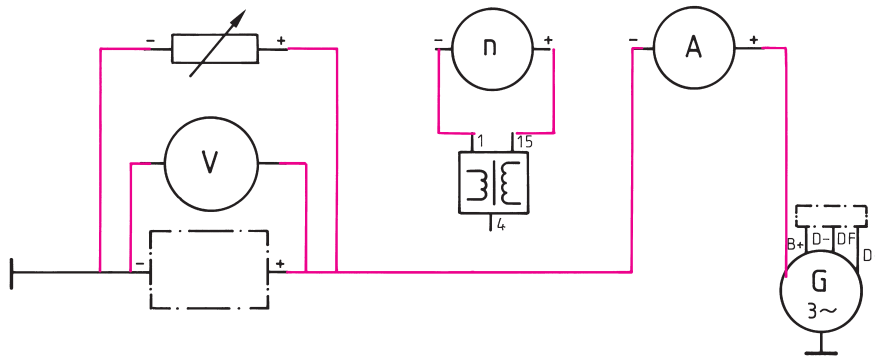
**Prüfen der Generatorleistung**

**Messgeräte**

- Amperemeter zum Messen des Generatorstroms und Voltmeter zum Messen der Generatorspannung
- Drehzahlmesser zum Messen der Motordrehzahl
- Regelbaren Belastungswiderstand zum Einstellen des Generatorstroms

1. Schließen Sie die Geräte im Schaltplan einer Stromversorgungsanlage an. Ergänzen Sie dazu die Messschaltung.
2. Erstellen Sie einen Prüfplan zum Messen der Generatorleistung mit Angabe der einzelnen Prüfschritte.  
Der Drehstromgenerator des Kundenfahrzeuges trägt ein Typenschild mit der Aufschrift „K1 (→) 14V 55A 25“; die Übersetzung von Kurbelwelle zu Generator ist 1:2.

**Messschaltung**



**Prüfablauf**

Nr.	Prüfschritte	Prüfwerte
1	Motor starten und mit ca. 1250 1/min laufen lassen.	Regelspannung: 12,5 V bis 14,5 V
2	Belastungswiderstand nachregeln, bis am Amperemeter ca. 36A (= 2/3 I <sub>N</sub> ) angezeigt werden.	
3	Spannung am Voltmeter ablesen und mit Prüfwert vergleichen.	

**Beurteilung der Prüfergebnisse**

Bei Abweichungen vom vorgeschriebenen Wert ist zunächst der Spannungsregler auszutauschen und die Messung zu wiederholen.

- Welche Schlussfolgerung ist zu ziehen, wenn sich zeigt, dass
  - a) die Prüfwerte erreicht werden? Der alte Regler war defekt.
  - b) die Prüfwerte nicht erreicht werden? Der Generator ist defekt.

**Fehlersuche mithilfe des Oszilloskops**

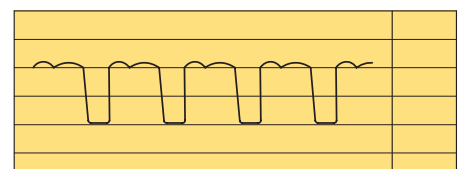
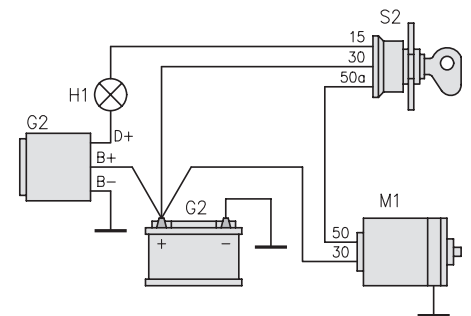
Hat die Leistungsprüfung ergeben, dass der Spannungsregler defekt ist, ist zu vermuten, dass ein Diodenfehler vorliegt. Ob und welche Diode defekt ist, kann mit dem Oszilloskop festgestellt werden.

- a) An welchen Klemmen (s. Abb.) muss das Oszilloskop angeschlossen werden?

Anschluss an D+ und B- oder Masse

- b) Welcher Fehler liegt vor, wenn das Spannungsbild wie nebenstehend aussieht?

Eine Minusdiode hat Kurzschluss.



**Instandsetzung**

Fragen Sie beim Fachhändler nach, ob für diesen Generatortyp der Spannungsregler separat getauscht werden kann.



**Kundenberatung** Der Kunde hat vor, seine Musikanlage mit einem 500-Watt-Verstärker aufzurüsten. Führen Sie die nachstehenden Rechenaufträge aus und beraten Sie aufgrund der Ergebnisse den Kunden.

**1. Nebenstehende elektrische Verbraucher sind während der Fahrt eingeschaltet.**

- a) Berechnen Sie die elektrische Leistung  $P_G$ , die der Generator abgeben muss, um die Verbraucher zu versorgen.

$$P_G = 20 \text{ W} + 70 \text{ W} + \dots = 350 \text{ W}$$

- b) Berechnen Sie den Generatorstrom  $I_G$ , wenn die Generatorspannung 13,2 V beträgt.

$$P_G = U_G \cdot I_G$$

$$I_G = \frac{P_G}{U_G} = \frac{350 \text{ W}}{13,2 \text{ V}} = 26,52 \text{ A}$$

Elektrische Geräte bzw. Anlagen Faktor 1,0	Leistung W
Zündanlage	20
elektrische Kraftstoffpumpe	70
elektronische Benzineinspritzung	100
Autoradio	12
Abblendlicht	110
Begrenzungsleuchten	8
Schlussleuchten	10
Kennzeichenleuchten	10
Instrumentenleuchten	10

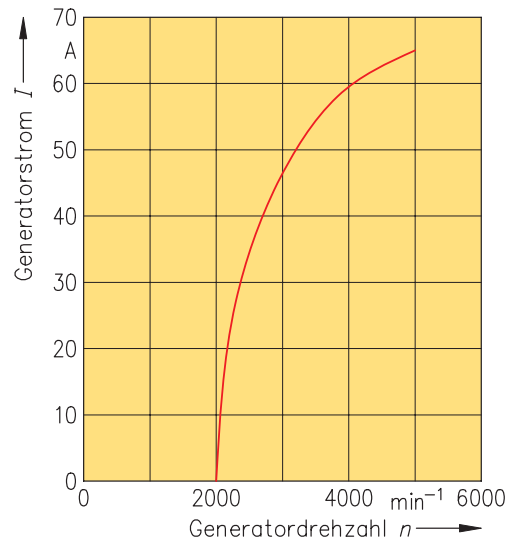
**2. Zusätzlich werden jetzt noch weitere Verbraucher wie Heckscheibenheizung, Radio, Sitzheizung und die 500-Watt-Verstärkeranlage betrieben. Die zusätzliche Leistung  $P_{\text{zus}}$  beträgt 700 Watt.**

- a) Berechnen Sie den Generatorstrom  $I_G$ , der jetzt fließt.

$$I_G = \frac{P_G + P_{\text{zus}}}{U_G} = \frac{1050 \text{ W}}{13,2 \text{ V}} = 79,54 \text{ A}$$

- b) Kann der Generator den Strom noch liefern (siehe Stromkennlinie)?

Nein, weil  $I_G$  kleiner ist als  $I_{\text{max}}$ , der maximal vom Generator lieferbare Strom.



**3. Welche Schlussfolgerung ziehen Sie aus 2b) und weisen Sie diese dem Kunden durch Rechnung nach.**

Die Batteriekapazität  $K$  ist mit 56 Ah angegeben.

Schlussfolgerung:

Wird eine Verstärkeranlage mit 500 W nachgerüstet, entleert sich beim Einschalten aller Verbraucher die Batterie.

Beweis:

$$I_B = I_G - I_{\text{max}} = 79,54 \text{ A} - 65 \text{ A} = 14,54 \text{ A}$$

$$t = \frac{K}{I_B} = \frac{56 \text{ Ah}}{14,54 \text{ A}} = 3,8 \text{ h}$$

Zusätzliche Stromverbraucher haben auch immer einen höheren Kraftstoffverbrauch zur Folge.

In modernen Fahrzeugen sind eine Vielzahl von elektrischen Zusatzsystemen verbaut, z. B. Klimaanlage, Sitze mit Heizung und Stellmotoren oder Infotainmantanlagen. Diese Zusatzsysteme müssen letztendlich über den Generator versorgt werden. Ein moderner Generator kommuniziert mit Steuergeräten, um die zusätzlichen Systeme mit Strom zu versorgen. Dazu sind heutige Generatoren mit Multifunktionsreglern (MFR) ausgestattet.

## 1. Aufgaben

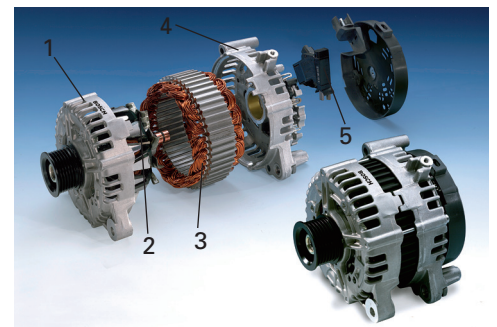
Welche zusätzlichen Aufgaben haben Generatoren mit MFR?

- **Batterie-Überwachung oder Sensing:** Die Ladespannung zur Batterie wird vom Regler überwacht.
- **Auslastungsüberwachung:** Der Erregerstrom wird abhängig von Drehzahl, Belastung und Temperatur getaktet.
- **Load-Response:** Beim Motorstart und Motorlauf kann der Generator „weich“ zugeschaltet werden.
- **Fehlerdiagnose:** Generatorfehler, Reglerfehler und Bordnetzfehler werden der Diagnose mitgeteilt.
- **Motormanagementunterstützung:** Der Regler ist Teil der Bordnetzregelung, welche Stromschwankungen ausgleicht.

## 2. Grundsätzlicher Aufbau des Generators

Tragen Sie die Bauteilbezeichnungen ein.

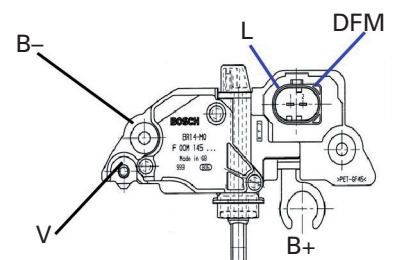
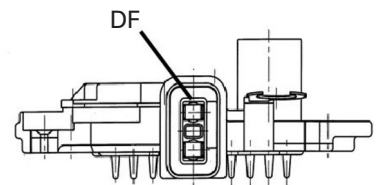
- 1 **Antriebslagerschild**
- 2 **Läufer mit Erregerwicklung und zwei Lüftern**
- 3 **Ständerwicklung**
- 4 **hinteres Lagerschild mit Diodenplatten**
- 5 **Multifunktionsregler**



## 3. Aufbau eines Multifunktionsregler

Benennen und beschreiben Sie die einzelnen Anschlüsse!

- B- **Bohrung für Reglerbefestigung am Gehäuse; dient auch als Masseanschluss für den Regler**
- B+ **Anschluss Plusleitung Batterie; Reglerspannung wird hier abgegriffen**
- V **Abgriff einer Generatorphase; „Generator dreht“ wird hier erkannt**
- L **Verbindung zur Ladekontrolle; schaltet Lasten über ein Relais zu oder ab**
- DF **Dynamofeldanschluss; Kohlebürste für die Feldwicklung, elektrische Verbindung zwischen Regler und Erregerwicklung**
- DFM **Dynamofeldmonitoranschluss; teilt dem Steuergerät das Tastverhältnis (0 % bis 100 %) des Erregerstroms mit**



## 4. Vergleich zwischen Hybrid- und Monolithregler

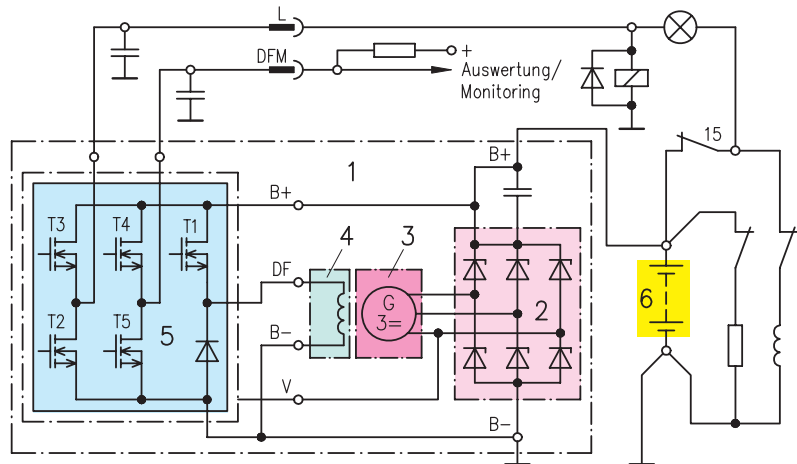
Der Regler im Topfgenerator (Hybridregler) und ein Multifunktionsregler im Kompakt-Generator (Monolithregler) unterscheiden sich in mehreren Punkten. Nennen Sie die Hauptunterschiede!

- **Der Hybridregler schaltet die Feldwicklung auf Masse, d. h. der Generator wird „minuseitig gesteuert“. Der Monolithregler schaltet das Plus auf die Feldwicklung.**
- **Der Hybridregler arbeitet ohne Tastverhältnis, d.h. bei ca. 14,3 V schaltet er die Erregerwicklung aus und bei ca. 13,5 V legt er die Erregerwicklung auf Masse. Der Monolithregler taktet je nach Strombedarf ein PWM-Signal auf die Erregerwicklung.**
- **Der Hybridregler ist über D+ direkt mit der Ladekontrollleuchte verbunden. Der Erregerstrom bei „Zündung ein“ wird über die Ladekontrollleuchte bestimmt. Beim Monolithregler ist die Ladekontrollleuchte vom Erregerstrom entkoppelt.**

### 1. Elektrischer Schaltplan

In den nachstehenden Schaltplänen werden die elektrische Schaltung des Drehstromgenerators und die Schaltung des Multifunktionsreglers dargestellt. Benennen und markieren Sie mit unterschiedlichen Farben die im Schaltplan gekennzeichneten Hauptgruppen.

- 1 Generator
- 2 2-Punkt-Gleichrichtung mit Zenerdioden
- 3 Ständerwicklung
- 4 Erregerwicklung
- 5 Multifunktionsregler
- 6 Starterbatterie



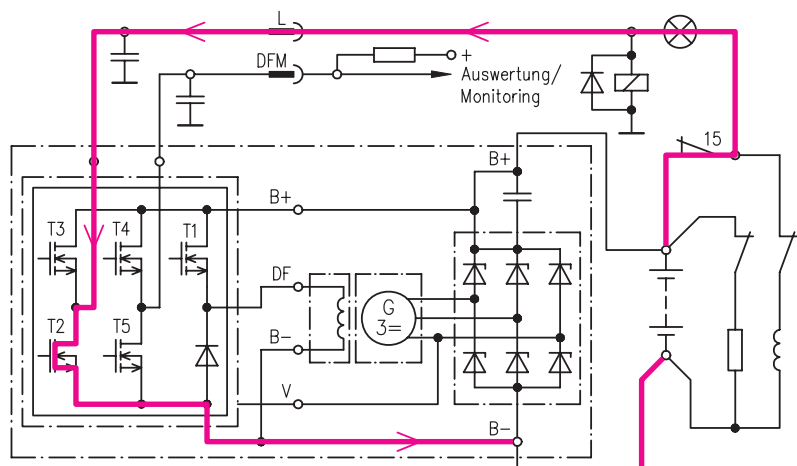
### 2. Vergleich Monolithregler mit Hybridregler

Funktionsgruppen	Compact-Generator (Monolithregler)	Topfgenerator (Hybridregler)
Gleichrichtung	<u>2-Punktgleichrichtung mit sechs Zenerdioden (keine Erregerdioden notwendig)</u>	<u>2-Punktgleichrichtung mit neun Dioden (Erregerdioden sind notwendig)</u>
Ständerwicklung	<u>Mehr Windungen bei gleicher Bauform</u>	<u>Weniger Windungen</u>
Klauenpolrad mit Erregerwicklung	<u>Schleifringlose Erregerwicklung (je nach Bauart), d. h. ohne mechanische und elektrische Verluste</u>	<u>Erregerwicklung mit Schleifringe</u>
Regler	<u>Reglerfunktion erweitert: Load-Response, Sensing</u>	<u>Reglerfunktion auf „Ein-Aus“ reduziert</u>
Leistung	<u>Leistung ca. 25 % über Hybridregler</u>	<u>Leistungsvermögen bereits ausgereizt</u>
Diagnose	<u>Diagnose über OBD</u>	<u>Keine Diagnose über OBD</u>

### 3. Funktion „Zündung ein“

Wird die Zündung eingeschaltet, fließt Batteriestrom  $I_B$  über die Kontrolllampe und den Anschluss L durch den MFR nach Masse.

- a) Kennzeichnen Sie den Stromfluss  $I_B$  über die Kontrolllampe mit roter Farbe. Verdeutlichen Sie die Stromrichtung mit Pfeilsymbolen.
- b) Weshalb leuchtet die Kontrolllampe?  
Die Kontrolllampe wird über Kl. 15 gespeist; über den leitenden Transistor T2 wird Masse geschaltet.
- c) Der Batteriestrom  $I_B$  fließt nicht mehr durch die Erregerspule. Wie wird die Vorerregung sichergestellt?  
Ist die Kl. 15 am Anschluss L aktiv, taktet der Regler die Erregerwicklung über Anschluss DF mit einem festen Tastverhältnis an.

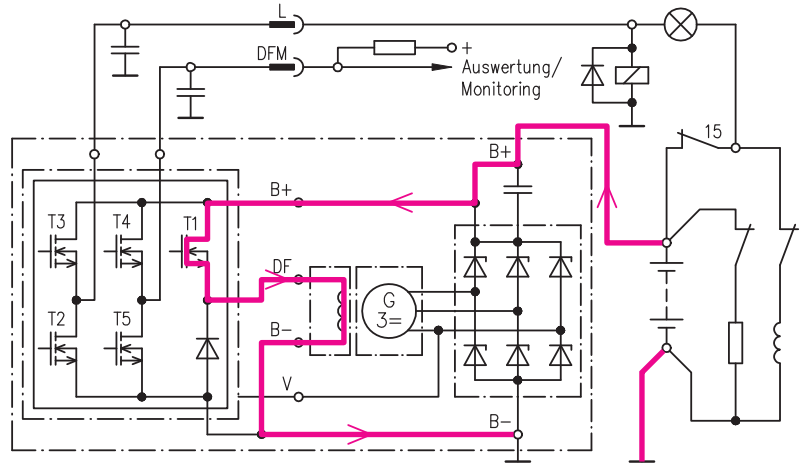


#### 4. Vorerregerstromkreis „Generator steht“

Ist am Anschluss L die Kl. 15 aktiv, übernimmt der Regler die kontrollierte Vorerregerfunktion.

- Kennzeichnen Sie den Erregerstromfluss  $I_{Er}$ . Verdeutlichen Sie auch hier die Stromrichtung.
- Warum ist eine Vorerregung erforderlich?

Der Restmagnetismus des Klau-  
enpolrades ist hier sehr gering,  
sodass beim Startvorgang damit  
kaum Spannung erzeugt werden  
kann.



- Welche Aufgabe hat die Diode parallel zur Erregerwicklung?

Die Diode wird als Freilaufdiode  
verwendet, d. h. sperrt der Tran-  
sistor T1, dann klingt der Erre-  
gerstrom über die Diode ab.

- Vergleichen Sie die Erregung beim MFR mit der Erregung beim Topfgenerator.

Die Erregung beim MFR unterscheidet sich in mehreren Punkten:

Der Erregerstrom ist getaktet. Der Regler lässt einen Strom von ca. 1000 mA zu.

Die Höhe des Erregerstroms ist nicht mehr von der Kontrolllampe abhängig.

Der Erregerstrom ist plusgesteuert.

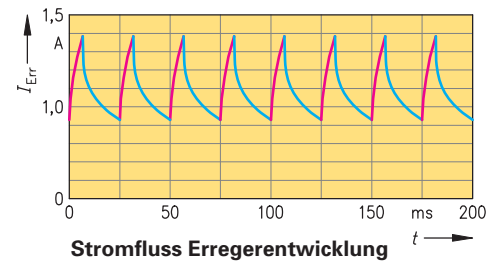
Signalbeurteilung

Der Erregerstrom wird vom MFR getaktet.

- Mit welcher Frequenz wird die Erregerwicklung angesteuert?

8 Ansteuerungen in 200 ms entsprechen 40 Hz.

- Verdeutlichen Sie die Zeitpunkte „Erregung ein“ und „Erregung aus“ mit unterschiedlichen Farben.

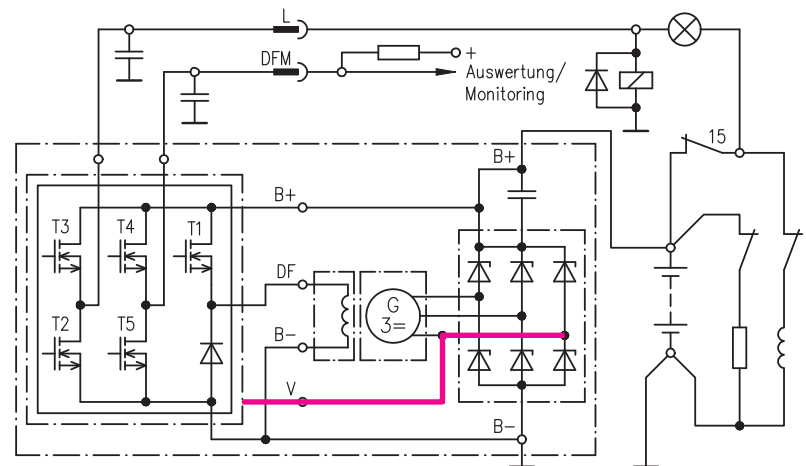


#### 5. Erkennung „Generator dreht“

Über den Anschluss V erkennt der Regler, ob sich der Generator dreht.

- Markieren Sie die Verbindung zwischen der Ständerwicklung und dem Anschluss V mit roter Farbe.
- Der Spannungspegel dieser Phase ist entscheidend, damit die Erregung des Generators sichergestellt ist. Weshalb?

Um die Funktion des Generators  
sicherzustellen, arbeitet der  
Regler redundant. Bei Normal-  
funktion wird die Erregung über  
Anschluss L eingeleitet. Sollte  
dieser Anschluss L defekt sein  
(Abfall des Steckers, etc.), wird  
die Erregung über die Funktion  
„Generator dreht“ sichergestellt  
(Notanlauf).



Signalbeurteilung

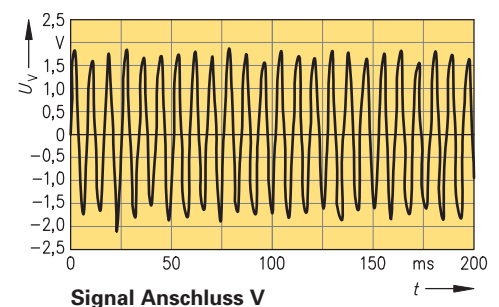
Das Signal von Anschluss V wird in den MFR eingespeist.

- Um welche Art des Signals handelt es sich dabei?

Es handelt sich um ein Wechsellspannungssignal.

- Wie erkennt der Regler, dass der „Generator dreht“?

Der Regler hat im IC eine Schaltfrequenz abgespeichert  
und vergleicht diese mit dem Wert am Anschluss V.



## 6. Ladestromkreis

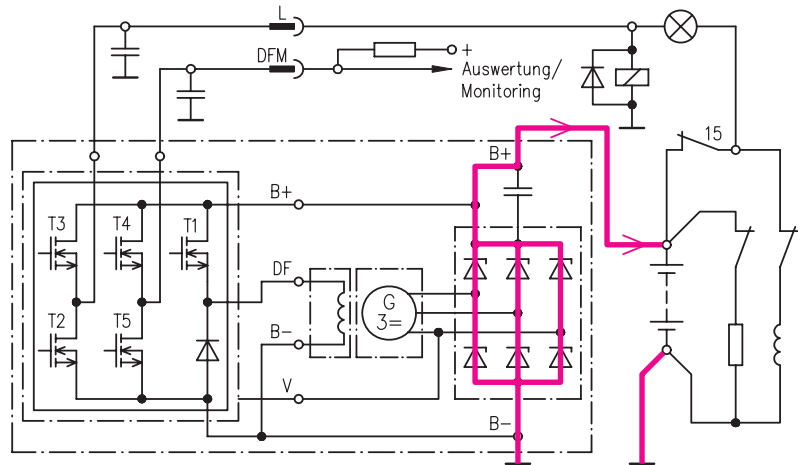
Ist der Motor gestartet, teilt sich der gleichgerichtete Generatorstrom in Lade- und Laststromkreis auf.

- Kennzeichnen Sie mit roter Farbe den Ladestromkreis. Geben Sie mit Pfeilen die Stromrichtung an.
- Welche Auswirkungen hat dies auf das Bordnetz?

Die Lasten, welche mit der Batterie und dem Bordnetz verbunden sind, werden direkt vom Generator versorgt.

- Welche Spannung muss erzeugt werden, damit die Batterie geladen werden kann?

Die Ladespannung muss größer als die Batteriespannung sein.



## 7. Laststromkreis

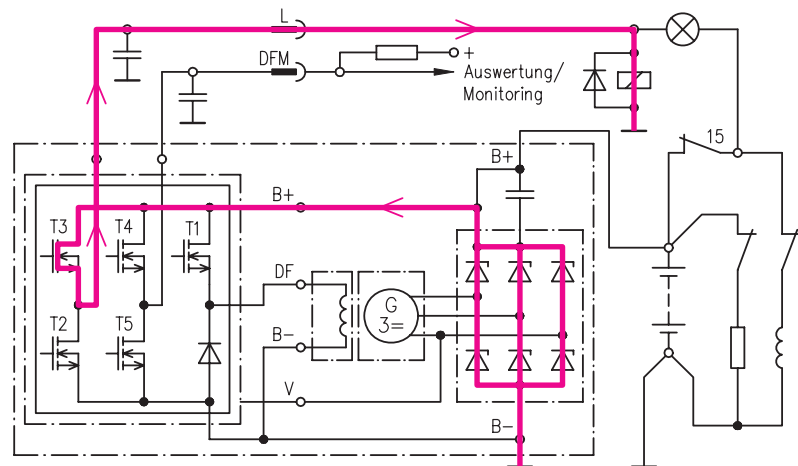
Läuft der Motor und arbeitet der Generator fehlerfrei, dann liefert der Anschluss L eine Ausgangsspannung.

- Kennzeichnen Sie mit roter Farbe den Laststromkreis. Geben Sie die Stromrichtung mit Pfeilen an.
- Welche Auswirkungen hat dies auf die Kontrolllampe?

Die Kontrolllampe erlischt.

- Welche Auswirkungen hat dies auf das Schaltrelais?

Um zusätzliche Verbraucher schalten zu können, wird das Relais über dem Anschluss L geschaltet. Komfortelektronik, wie z. B. Klimaanlage oder Sitzheizung belasten nun den Generator.



## 8. Monitor signal DFM

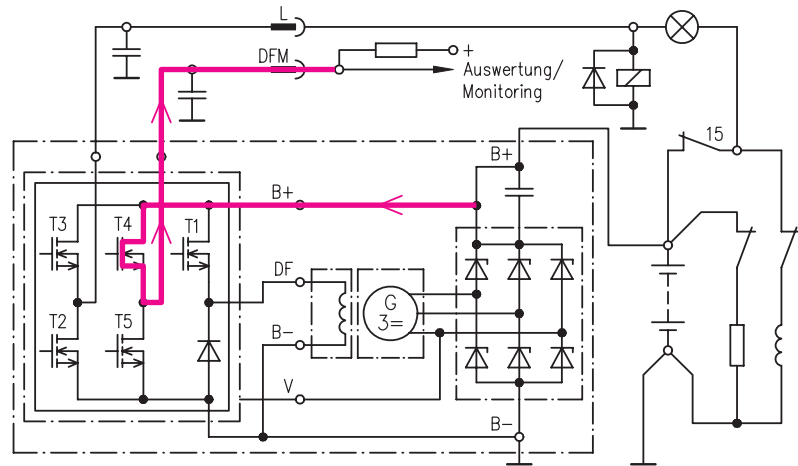
Um modernes Energiemanagement im Bordnetz verwirklichen zu können, muss der Generator mit anderen Steuergeräten Signale austauschen.

- Kennzeichnen Sie mit roter Farbe das Monitor signal.
- Das DFM-Signal wird für die Kommunikation mit einem Steuergerät verwendet. Geben Sie drei Beispiele an!

– Der Generator teilt seine momentane Auslastung (geringe oder hohe Generatorbelastung) mit.

– Das Steuergerät entscheidet, ob der Generator kurzzeitig abgeschaltet werden muss, z. B. Load-Response.

– Der Regler führt eine Eigendiagnose durch. Er erkennt elektrische und mechanische Fehler und diese können über OBD ausgelesen werden.



### Signalbeurteilung

Mit dem DFM-Signal wird der momentane Auslastungsgrad dem Steuergerät mitgeteilt.

- Markieren Sie die beiden Signale: „ohne Last“ in blau und „mit Last“ in rot.
- Unterscheiden Sie die beiden Signale.

– niedrige Frequenz bedeutet: Normalerregung

– hohe Frequenz bedeutet: Vollerregung

