

# Kraftfahrzeugtechnologie

## Elektrik / Elektronik

### Drehstromgenerator

#### Inhalt

- Abklingstrom (Selbstinduktionsspannungsstromfluss), Bewandtnis, Stromverlauf
- Status des Generators: Regulierspannung erreicht
- Stromlaufplan Drehstromgenerator mit elektronischem Regler, minusseitig geregelt
- Bauteilliste

## Abklingstromkreis, Reguliervspannung erreicht, Winkelstand des Klauenpolläufers (240°) Spule V = +, Spule U = -, Spule W = 0

### Grundsätzlichkeit:

Durch den Erregerstrom wird/werden Generatoren geregelt. Die Regelung kann nur über den Erregerstrom erfolgen, da die Drehzahl und die Belastung des Generators sich ständig ändern. Fließt nun ein Erregerstrom durch die Feldwicklung, erzeugt dieser Erregerstrom ein Magnetfeld in der Feldwicklung, welches durch den Klauenpolläufer verstärkt und gewollt ausgerichtet wird. Dieses Magnetfeld schneidet nun die Wicklungen der Ständerwicklungen und induziert in ihnen eine Wechsellspannung, die durch Dioden gleichgerichtet wird.

Grundsätzlich kann man sagen, dass bei einer hohen Leistungsabgabe des Generators ein großer Erregerstrom fließt und bei kleiner Leistungsabgabe ein kleiner Erregerstrom fließt.

Ist die Reguliervspannung allerdings erreicht, wird der Erregerstrom unterbrochen, das zuvor in der Feldwicklung vorhandene Magnetfeld bricht jetzt zusammen. Das zusammenbrechende Magnetfeld schneidet dabei die Wicklungen der Feldwicklung. Dadurch wird in der Feldwicklung eine Selbstinduktionsspannung induziert, die einen Selbstinduktionsspannungsstromfluss aus der Feldwicklung hervorruft. Dieser Stromfluss wird als **Abklingstrom** bezeichnet.

Der Erregerstrom und damit das Magnetfeld werden immer dann unterbrochen beziehungsweise abgebaut, wenn die Reguliervspannung erreicht ist.

**Ablauf und Chronologie für die Unterbrechung des Erregerstroms:**

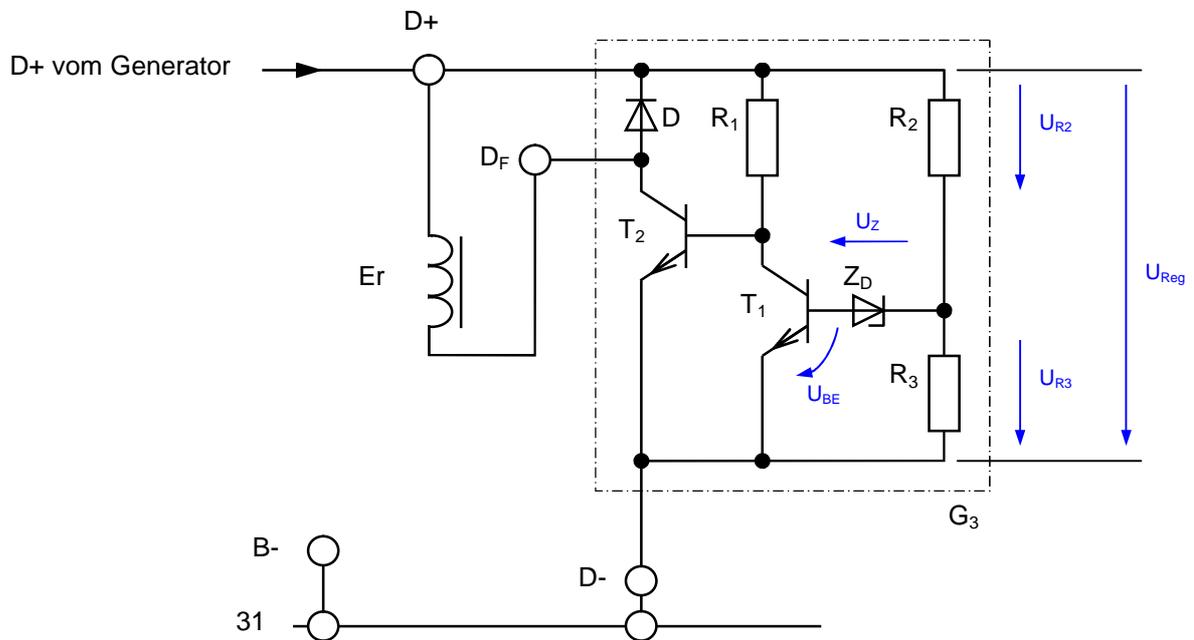
Legen wir die Reglerspannung auf 14,5V fest.

Der Größe des Erregerstroms wird durch den Regler bestimmt. In diesem speziellen Fall durch den Schwellwertschalter Zenerdiode.

**Vorgaben:**

- Generatorreglerspannung  $U_{Reg}$  = 14,5 V
- Zenerspannung  $U_Z$  = 6 V
- Basis-Emitterspannung von  $T_1$   $U_{BET1}$  = 0,7 V

Abb.: 1 Innenschaltung Regler, minusseitig regelnd



Sobald die Reglerspannung  $U_{Reg}$  von 14,5 V erreicht wird/ist, passiert folgendes:

Die Zenerspannung  $U_Z = 6$  V, und die Basis-Emitterspannung  $U_{BET1} = 0,7$  V werden damit erreicht. Die Zenerdiode wird leitend, ein Basisstrom durch  $T_1$  kann fließen.

Der Spannungsabfall am Widerstand  $R_3$  ist genauso groß wie die Addition der Spannungen  $U_Z$  und  $U_{BE}$ , also  $6V + 0,7V = 6,7$  V.  $U_Z$  liegt mit  $U_{BET1}$  in Reihe, beide aber schaltungstechnisch parallel zu  $U_{R3}$ , aus diesem Grund ist die Spannung gleich groß.

Am Widerstand  $R_2$  liegt die Spannung  $U_{Reg} - U_{R3}$  an,  $14,5V - 6,7V = 7,8V$ .

**Wichtige Grundsätzlichkeit:**

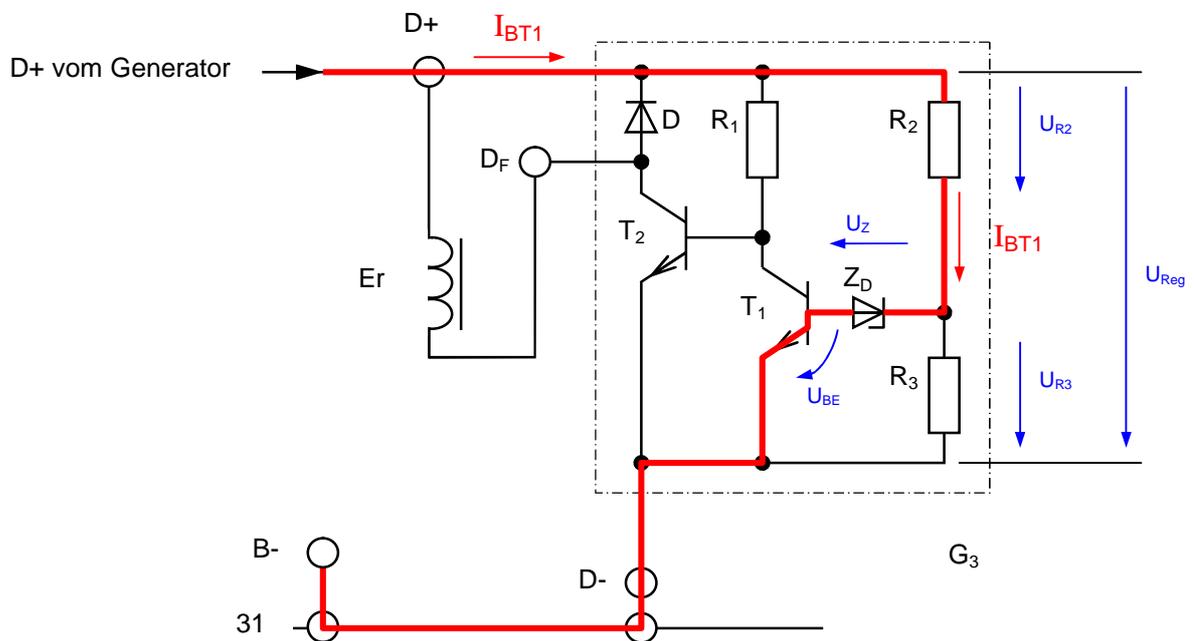
Immer nur dann, wenn die Reglerspannung von 14,5V erreicht wird, treten diese Spannungsverhältnisse auf. Ist die Reglerspannung unterhalb dieser Spannung, bleibt die Zenerdiode hochohmig, damit kommt kein Basisstrom durch den Transistor  $T_1$  zustande.

**Basisstromverlauf  $I_{BT1}$  von  $T_1$ :**

Wird also die Zenerdiode leitend, fließt nun ein Basisstrom wie folgt, durch den Transistor  $T_1$ :

Generator D+  $\Rightarrow$  Widerstand  $R_2 \Rightarrow$  Zenerdiode  $Z_D \Rightarrow$  Basis  $T_1 \Rightarrow$  Emitter  $T_1 \Rightarrow$  Anschluss D-  $\Rightarrow$  Generator B-  $\Rightarrow$  über die entsprechende Minusleistungdiode zurück. Stromkreis geschlossen.

Abb.: 1.1 Innenschaltung Regler, minusseitig regelnd, **Basisstromverlauf von  $T_1$   $I_{BT1}$**

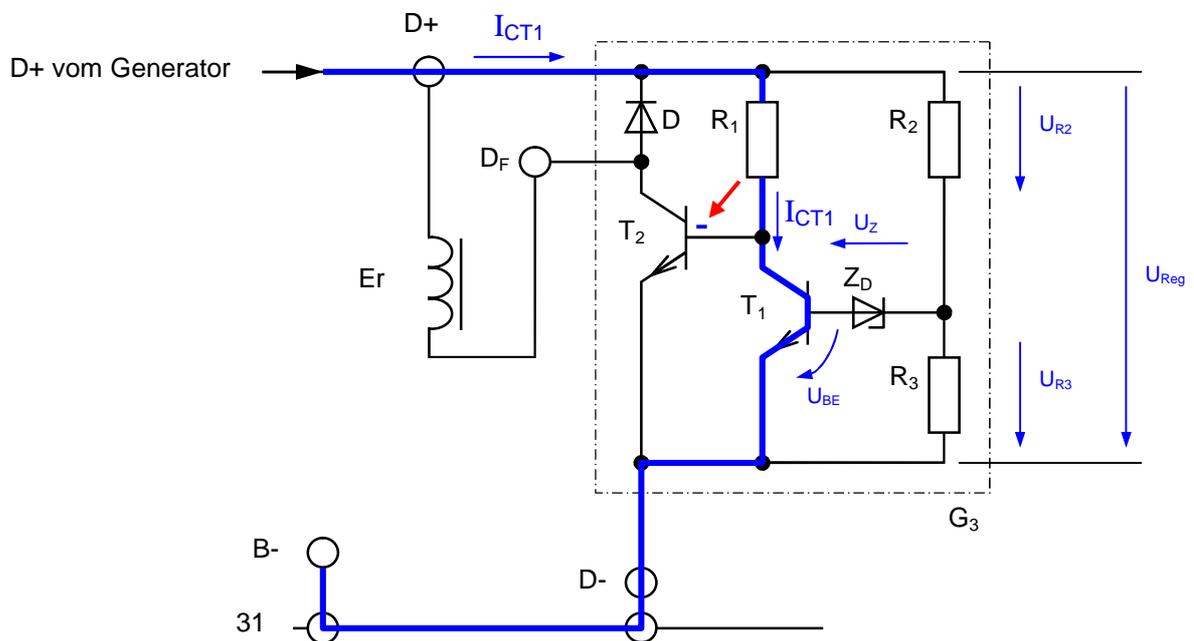


Der **Basisstrom  $I_{BT1}$**  von  $T_1$  versetzt den Transistor  $T_1$  in den leitenden Zustand, das heißt, es kann jetzt der Laststrom = **Kollektorstrom  $I_{CT1}$**  für den Transistor  $T_1$  fließen.

**Kollektorstromverlauf  $I_{CT1}$  von  $T_1$ :**

Generator D+  $\Rightarrow$  Widerstand  $R_1 \Rightarrow$  Kollektor  $T_1 \Rightarrow$  Emitter  $T_1 \Rightarrow$  Anschluss D-  $\Rightarrow$  Generator B-  $\Rightarrow$  über die entsprechende Minusleistungsdiode zurück. Stromkreis geschlossen.

Abb.: 1.2 Innenschaltung Regler, minusseitig regelnd, **Kollektorstromverlauf von  $T_1$   $I_{CT1}$**



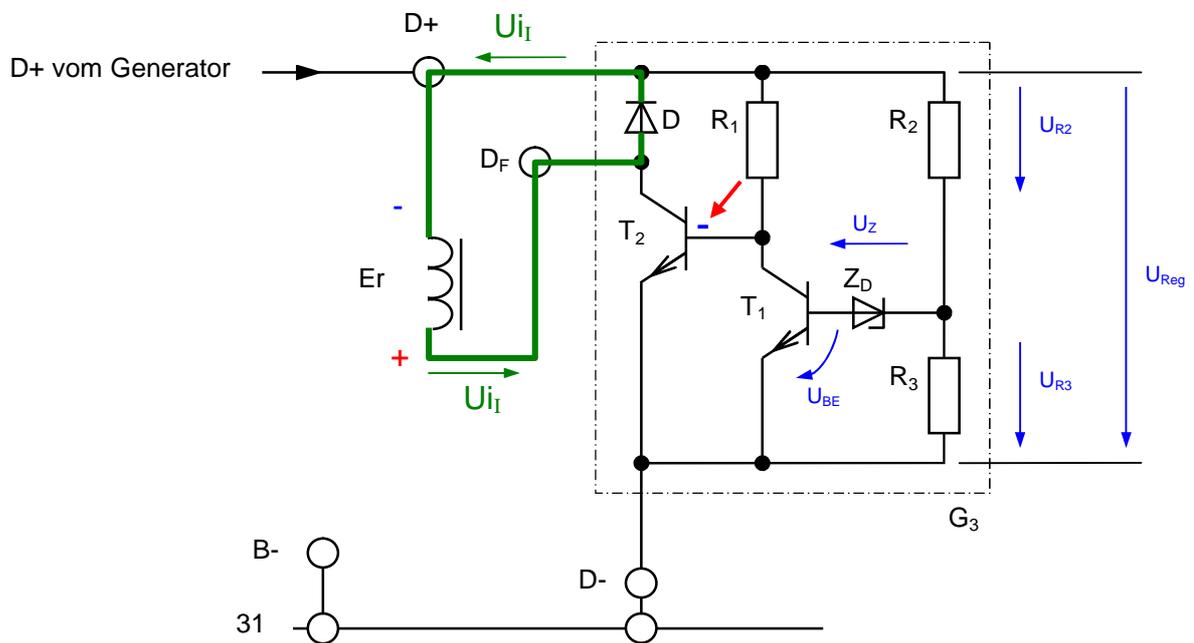
Dieser **Kollektorstrom  $I_{CT1}$**  legt die Basis des Transistors  $T_2$  auf negatives Potenzial, das heißt, das Potenzial an der Basis B von  $T_2$  ist genauso groß wie das Potenzial am Emitter E von  $T_2$ , damit beträgt die Basis – Emitterspannung  $U_{BET2} = 0V$ .

Der Transistor  $T_2$  wird dadurch in den sperrenden Zustand geschaltet. Der Erregerstromkreis wird unterbrochen; das Magnetfeld in der Feldwicklung Er bricht zusammen.

**Abklingstromverlauf aus der Feldwicklung:**

Feldwicklung Er, hier unteres Ende  $\Rightarrow$  Regleranschluss  $D_F \Rightarrow$  durch Freilaufdiode  
 D Anode – Kathode  $\Rightarrow$  Generatoranschluss  $D+ \Rightarrow$  Feldwicklung Er.  
 Stromkreis geschlossen.

Abb.: 1.3 Innenschaltung Regler, minusseitig regelnd, **Abklingstromverlauf  $U_{iI}$**   
 aus der Feldwicklung



Bricht das Magnetfeld in der Feldwicklung Er, durch die Erregerstromkreisunterbrechung zusammen, beginnt jetzt der **Abklingstrom  $U_{iI}$**  aus der Feldwicklung Er zu fließen. Dieser **Abklingstrom  $U_{iI}$**  ist nichts anderes als der normale/ordinäre **Selbstinduktionsspannungsstromfluss** aus einer Spule oder auch Induktivität, wenn für diese Spule der Stromkreis unterbrochen wird.

Der Selbstinduktionsspannungsstromfluss hat im Abschaltaugenblick die gleiche Stromflussrichtung, wie die zuvor angelegte Spannungsquelle war. Hier in unserem Fall bedeutet das, dass am unteren Ende der Feldwicklung Er **Plus +** und am oberen Ende **Minus -** vorhanden ist.

**Merke:**

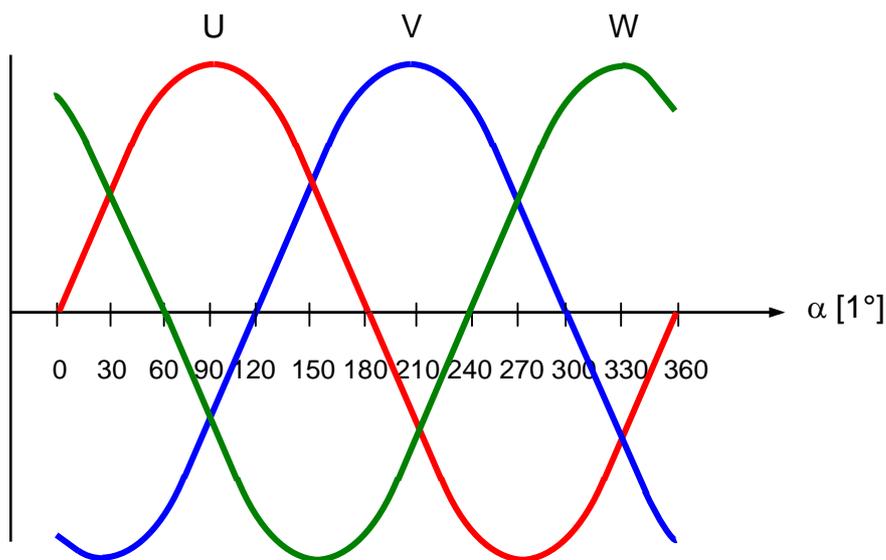
Ladungen gleichen sich immer dort aus, wo sie getrennt worden sind.

**Abklingstromkreis:**

Damit der Erregerstrom unterbrochen werden kann, muss hier zuerst der Basisstrom von  $T_1$  fließen. Betrachten wir zuerst ihn. Diese jetzt fließenden Ströme kommen aus dem Generator (selbsterregende Maschinen). Da der Basisstrom aus dem Generator fließt, muss zuerst festgestellt werden, welche Ständerwicklungsspule welche Spannung/Polarität, momentan erzeugt.

Bei diesem vorgegebenen Status beträgt die Winkelstellung des Klauenpolläufers  $240^\circ$ . Zu diesem Zeitpunkt hat die Spule  $V = +$ , die Spule  $U = -$  und die Spule  $W$  produziert momentan keine Spannung, also 0. Schauen Sie auf das Liniendiagramm, siehe -Abb.: 1.4 Dreiphasenwechselstrom oder Drehstrom-

Abb.: 1.4 Dreiphasenwechselstrom oder Drehstrom



**Tipp:**  
Legen Sie jeweils alle  $30^\circ$  senkrecht zur X-Achse ein/Ihr Lineal, so können Sie nachvollziehen wie viele Dioden grundsätzlich an der Gleichrichtung und an dem Stromfluss beteiligt sind.

**Fortführung der Stromflussbeschreibung:**

Siehe Seite 8.

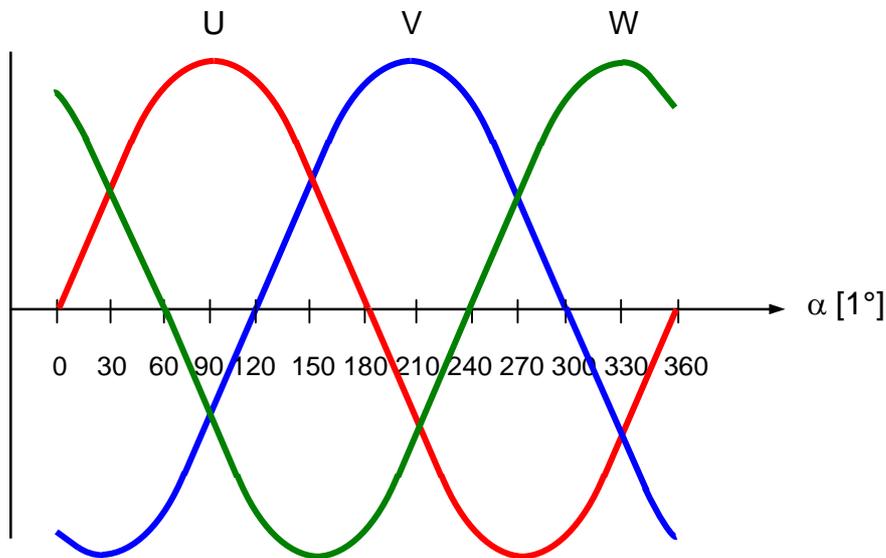
**Weiteres Beispiel:**

Winkelstand des Klauenpolläufers =  $90^\circ$   
 Zu diesem Zeitpunkt hat die Spule U max. +, die Spule W = -, ebenfalls die Spule V = -.  
 Es fließt also zu diesem Zeitpunkt der ganze Strom aus der **Spule U** über die **Plusleistungsdiode D1** heraus und kommt über die beiden **Minusleistungsdioden** der **Spule W D6** und **Spule V D5** zurück. Es handelt sich hierbei um den **Laststromfluss**, zum Beispiel Ladestrom für die Batterie.  
 Der Erregerstrom fließt ebenfalls aus dieser Spule U über die **Erregerdiode D7** heraus.

Zurück fließt der Erregerstrom, nachdem er die Feldwicklung und den Regler durchflossen hat, über die gleichen **Minusleistungsdioden** der **Spule W D6** und **Spule V D5**.

Das heißt, Sie können nach Kenntnis des Winkelstandes des Klauenpolläufers anhand des Liniendiagramms bestimmen, wie viele und welche Dioden an der Gleichrichtung und damit an den verschiedenen Stromflüssen beteiligt sind. Schauen Sie auf das Liniendiagramm, siehe -Abb.: 1.5 Dreiphasenwechselstrom oder Drehstrom-

Abb.: 1.5 Dreiphasenwechselstrom oder Drehstrom



**Beteiligte Dioden:**

Siehe -Abb.: 3 Stromlaufplan Drehstromgenerator mit elektronischem Regler, minusseitig geregelt- Seite 10.

**Basisstrom  $I_{BT1}$  von T1, Winkelstand des Klauenpolläufers = 240°:**

Aus der Spule V kommend, Sammelpunkt SP2, Erregerdiode D8, Generator-Regleranschluss D+, Widerstand R2, Zenerdiode ZD Kathode-Anode, Basis T1, Emitter T1, Anschluss D-, Masse Kl. 31, von Masse Kl. 31 auf den Anschluss B-, über die Minusleistungsdiode D4, Sammelpunkt SP1, zur Spule U, von dort über den Sternpunkt (Stp) zur Spule V. Damit ist der Stromkreis geschlossen.

**Merke:**

Ladungen gleichen sich immer dort aus, wo sie getrennt worden sind.

**Anmerkung, Tipp 1:**

Der Stromlaufplan -Abb.: 3 Stromlaufplan Drehstromgenerator mit elektronischem Regler, minusseitig geregelt- Seite 10, stellt den Grundstromlaufplan dar. Drucken Sie einfach den Stromlaufplan aus und zeichnen Sie aus Übungsgründen und zur Festigung des Erlernten die verschiedenen Stromverläufe in den Stromlaufplan ein. Wählen Sie ruhig auch andere Winkelstellungen des Klauenpolläufers aus. Der Stromfluss beginnt und endet immer an den Ständerwicklungen. Der Stromfluss durch den Regler ist für diesen Status des Generators auch immer der Gleiche.

**Kollektorstromkreis  $I_{CT1}$  von T1, Winkelstand des Klauenpolläufers beträgt nach wie vor 240°:**

Aus der Spule V kommend, Sammelpunkt SP2, die Erregerdiode D8, Generator-Regleranschluss D+, Widerstand R1, Transistoranschluss T1 Kollektor C, Transistoranschluss T1 Emitter E, Anschluss D- auf Masse Kl. 31, von Masse Kl. 31 zum Anschluss B-, über die Minusleistungsdiode D4, Sammelpunkt SP1, zur Spule U, von dort über den Sternpunkt (Stp) zur Spule V. Damit ist auch dieser Stromkreis geschlossen.

**Anmerkung, Tipp 2:**

Zu den verschiedenen Stromverläufen in den Stromlaufplänen Abb.: 3.1, 3.2, 3.3 steht auch eine PowerPoint Präsentation zur Verfügung.

Wenn Interesse an dieser Art der Darstellung der Stromverläufe besteht, mit Schreibgeschützt öffnen.

In der Taskleiste oben - Bildschirmpräsentation- anklicken, dann auf - Bildschirmpräsentation vorführen- klicken. Mit linker Maustaste, Leertaste oder Enter, Präsentation starten.

Bei jeder neuen Folie mit linker Maustaste, Leertaste oder Enter, Präsentation fortführen.

Abb.: 2 Tabelle 1 Bauteile und deren Funktion im / des Drehstromgenerators

Bauteil	Benennung
B+	Generatoranschluss Batterie Plus
B-	Generatoranschluss Batterie Minus
D	Freilauf- oder Löschiode
D <sub>F</sub>	Generatoranschluss Dynamo Feld
D+	Generatoranschluss Dynamo Plus
Dioden 1, 2, 3	Plus-Leistungsdioden
Dioden 4, 5, 6	Minus-Leistungsdioden
Dioden 7, 8, 9	Erregerdioden
Er	Erregerwicklung
G <sub>1</sub>	Generator
G <sub>2</sub>	Batterie
G <sub>3</sub>	Spannungsregler
H <sub>1</sub>	Generatorkontrollleuchte
R <sub>1</sub>	Basisvorwiderstand für T <sub>2</sub>
R <sub>2</sub> /R <sub>3</sub>	Basisspannungsteiler für Transistor T <sub>1</sub>
R <sub>N</sub>	Nebenwiderstand, dadurch wird die Vorerregerstromstärke erhöht
R <sub>V</sub>	Vorwiderstand für die Leuchtdiode
S <sub>2</sub>	Zündstartschalter
Stp	Sternpunkt, Wicklungsanfänge der Ständerwicklungen
SP1	Sammelpunkt der Spule U
SP2	Sammelpunkt der Spule V
SP3	Sammelpunkt der Spule W
T <sub>1</sub>	Steuertransistor
T <sub>2</sub>	Schalttransistor
U, V, W	Ständerwicklungen
Z <sub>D</sub>	Zenerdiode (Schwellwertschalter)

Abb.: 3 Stromlaufplan Drehstromgenerator mit elektronischem Regler, minusseitig geregelt

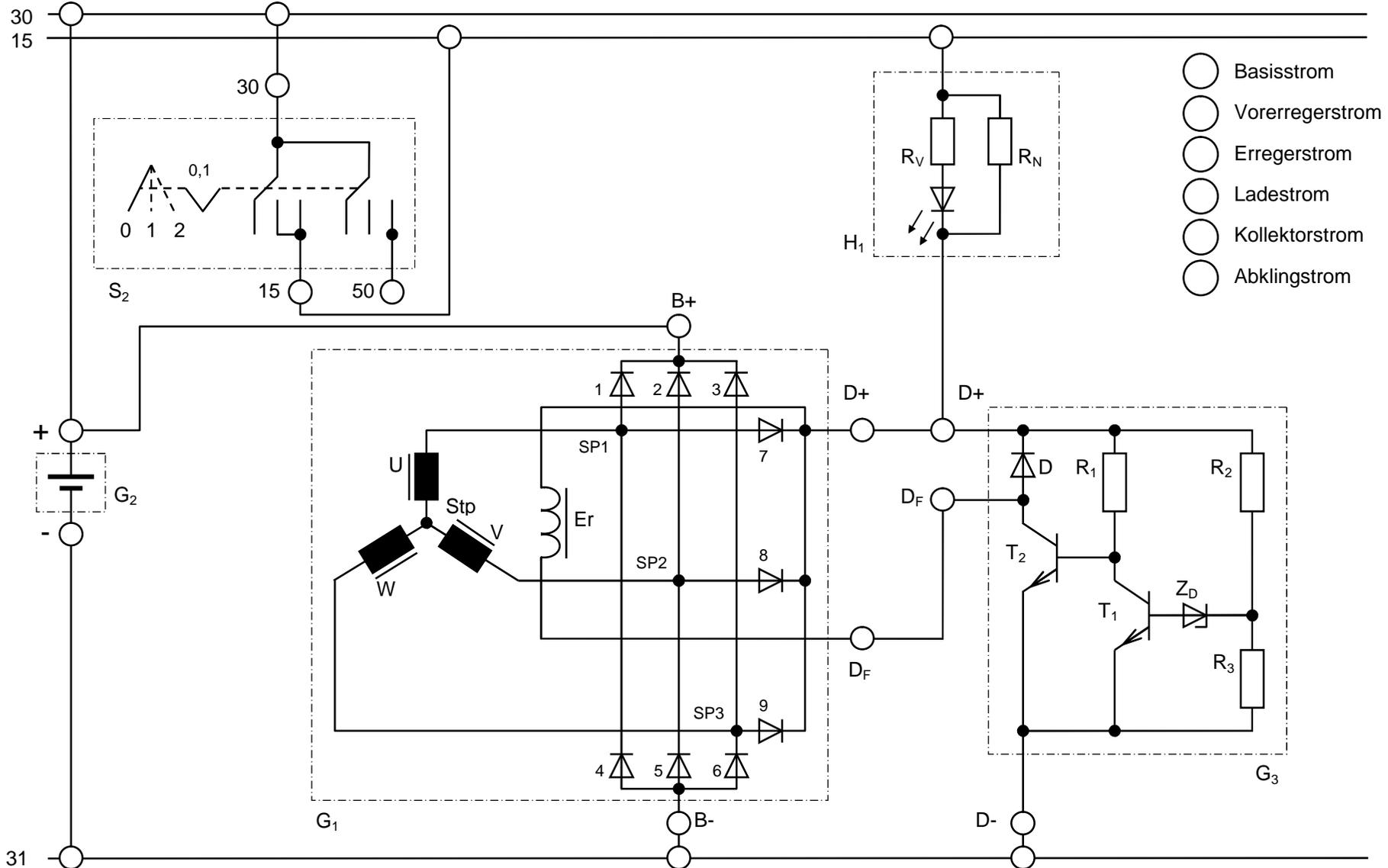
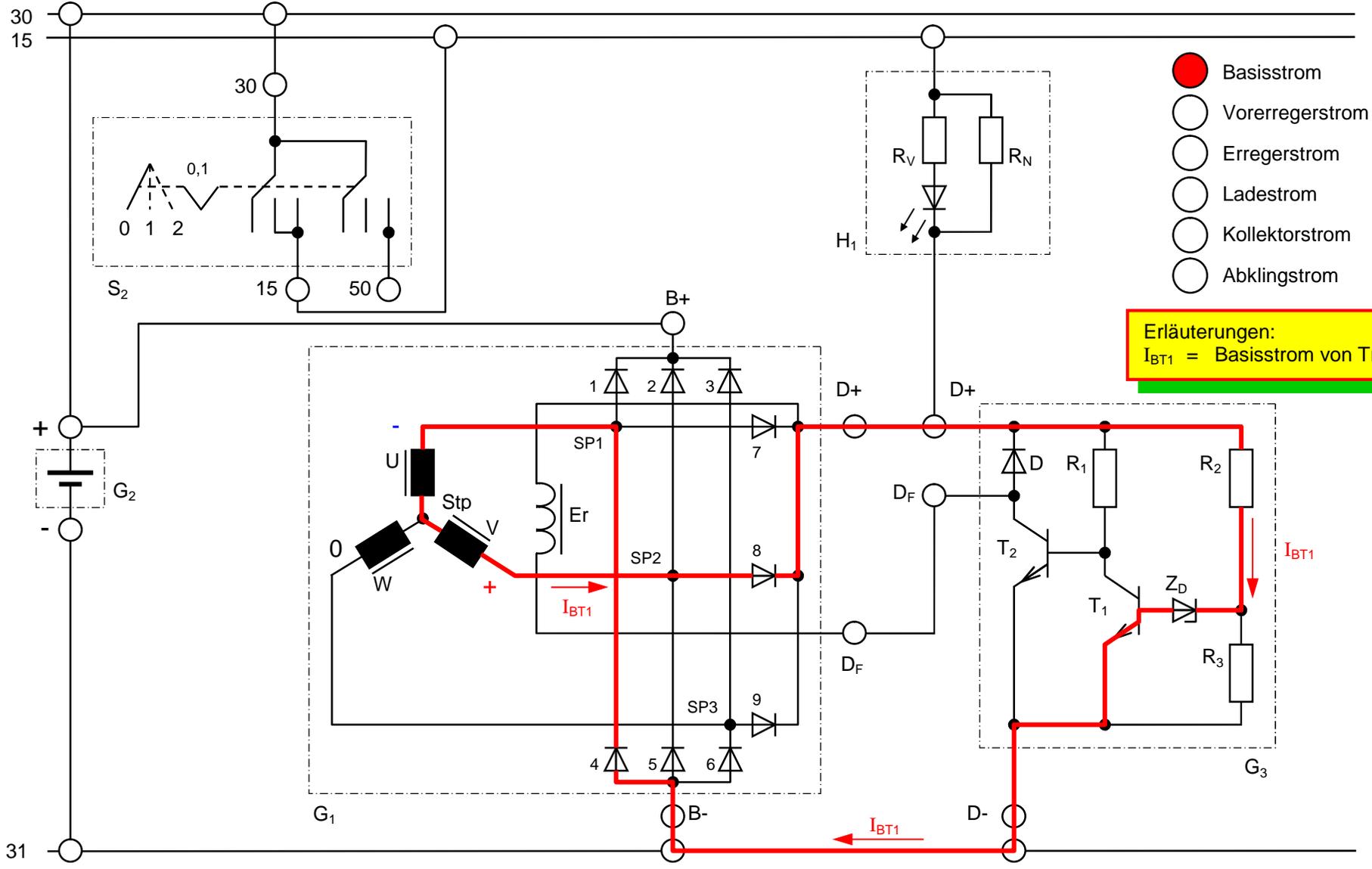


Abb.: 3.1 Stromlaufplan Drehstromgenerator mit elektronischem Regler, minusseitig geregelt



Erläuterungen:  
 $I_{BT1}$  = Basisstrom von Transistor T1

Abb.: 3.2 Stromlaufplan Drehstromgenerator mit elektronischem Regler, minusseitig geregelt

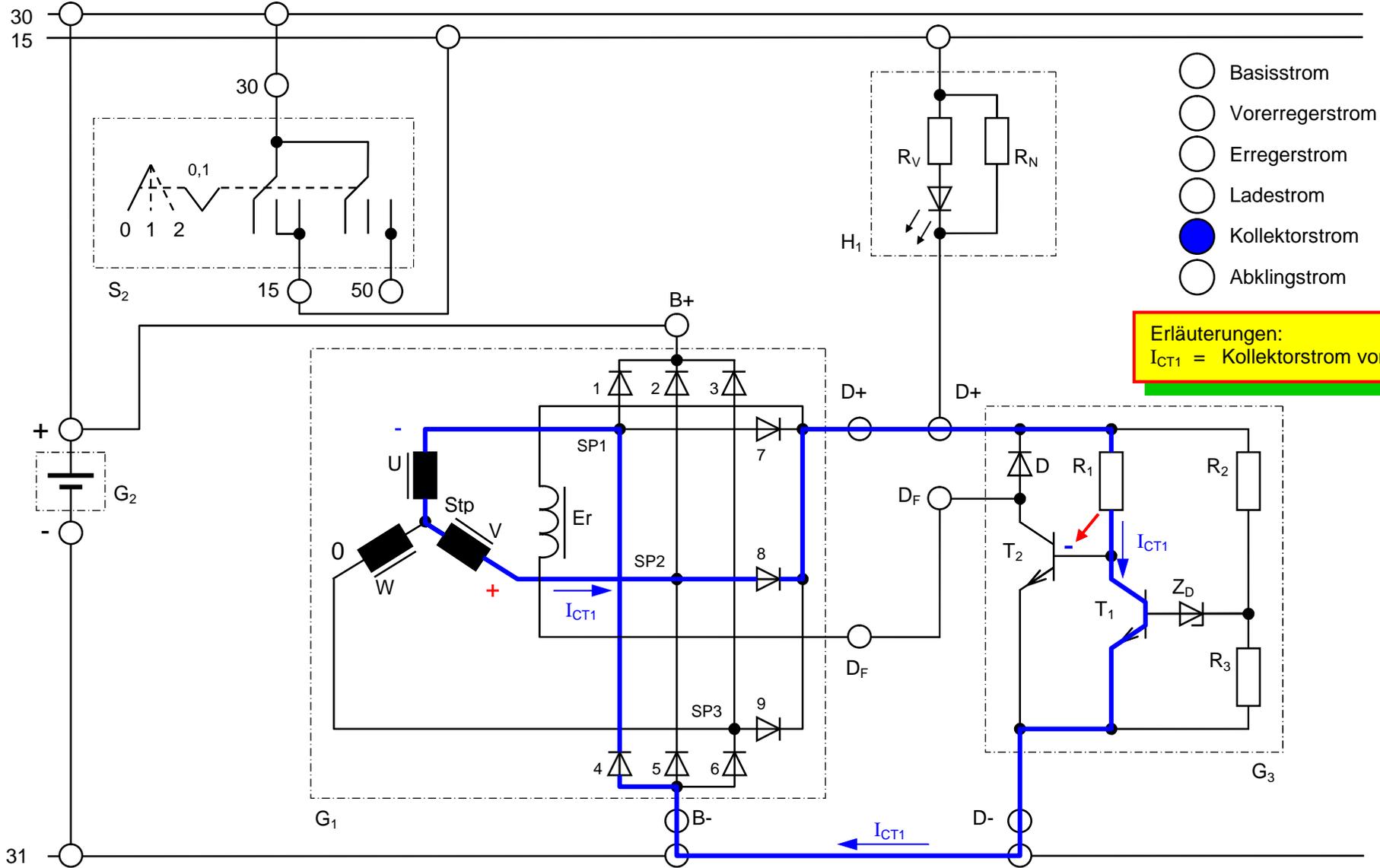


Abb.: 3.3 Stromlaufplan Drehstromgenerator mit elektronischem Regler, minusseitig geregelt

