

# FREQUENZRICHTER

---

Best Of Elektronik

[www.kurcz.at](http://www.kurcz.at)

© Florian Kurcz

<b>1</b>	<b>Allgemein</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Gleich- und Wechselrichter</b>	<b>1</b>
2.1	ungesteuerte Gleichrichter	1
2.1.1	Einpulsleichrichter (M1U, E1)	1
2.1.2	Zweipulsleichrichter (M2U)	2
2.1.3	Zweipol-Brückengleichrichter (B2U)	2
2.1.4	Dreipuls-Mittelpunktschaltung (M3U)	3
2.1.5	Drehstrombrücke (B6U)	3
2.2	gesteuerter Gleichrichter	4
2.2.1	halbgesteuerte Brückenschaltung B2HZ:	4
2.2.2	gesteuerte Dreipuls-Mittelpunktschaltung (M3C)	5
2.2.3	Drehstrombrücke (B6C)	6

# 1 Allgemein

Als Stromrichter bezeichnet man, elektronische Einrichtungen, die elektrische Energie unter Verwendung von Halbleiterbauelementen umformen oder steuern.

Arten:

- |                              |          |
|------------------------------|----------|
| - Gleichrichter              | AC in DC |
| - Wechselrichter (Umrichter) | DC in AC |
| - Wechselstromumrichter      | AC in AC |
| - Gleichstromumrichter       | DC in DC |

Stromrichter können ungesteuert oder gesteuert ausgeführt werden, bei ungesteuerten ist das Verhältnis von Eingangs- zu Ausgangsspannung fest vorgeben. Bei gesteuerten ist die Ausgangsspannung einstellbar und unter bestimmten Voraussetzungen kann die Energieflussrichtung umgekehrt werden (Netzrückspeisen beim Bremsen von Motoren).

Arten der Kommutierung:

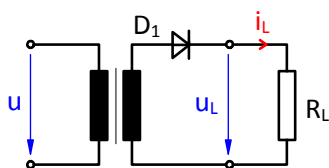
- Netzgeführte (natürliche)Kommutierung: Umschalten passiert immer im Spannungsnulldurchgang
  - Gleichrichter
  - Wechselrichter
  - Direktfrequenzumrichter
- Erzwungene Kommutierung
  - Gleichstromsteller
  - Wechselrichter ohne Netzanbindung
  - Zwischenkreisfrequenzumrichter
  - AC Servoumrichter
- Stromrichter ohne Kommutierung
  - Wechsel und Drehstromsteller (Phasenanschnittsteuerung, Schwingungspaketsteuerung W1, W3)

## 2 Gleich- und Wechselrichter

Werden ausschließlich Dioden verwendet, so spricht man von einem ungesteuerten Gleichrichter, die Höhe der Ausgangsspannung kann nicht beeinflusst werden. Werden Thyristoren verwendet, so spricht man von einem gesteuerten Gleichrichter. Bei diesem ist die Höhe der Ausgangsspannung über den Zündwinkel einstellbar, ebenso ist mit ihnen ein Wechselrichterbetrieb möglich.

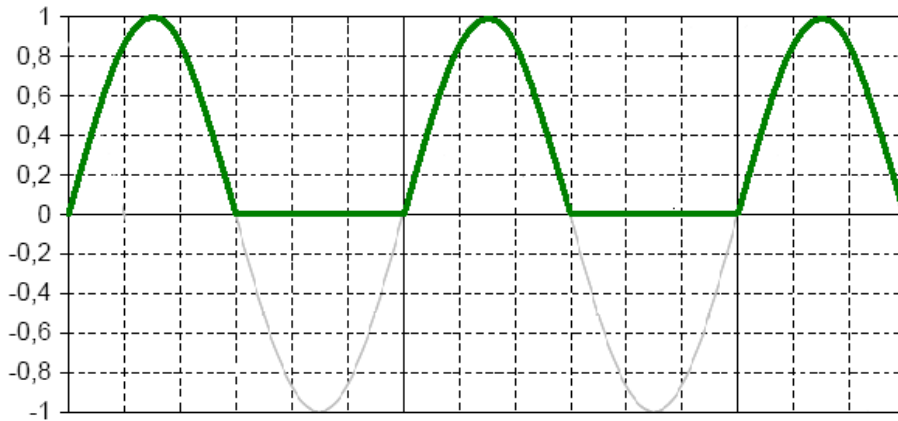
### 2.1 ungesteuerte Gleichrichter

#### 2.1.1 Einpulsleichrichter (M1U, E1)

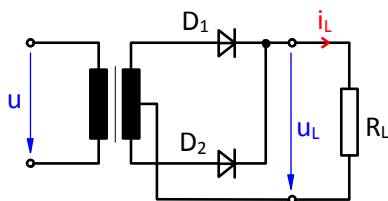


- M1U, E1
- M ..... Mittelpunktschaltung
  - 1 ..... Frequenzvervielfachung
  - U ..... ungesteuert
  - E ..... Einweggleichrichter

Wegen der hohen Welligkeit ist diese Schaltung nicht zur Speisung von Gleichstrommaschinen geeignet.

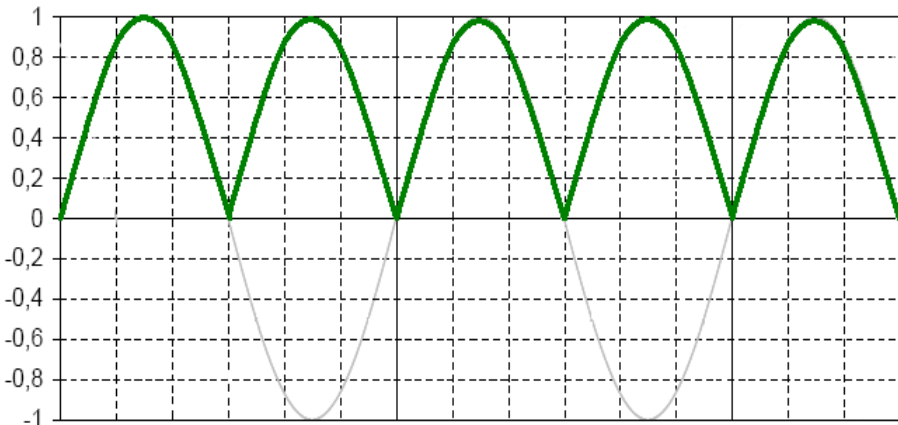


2.1.2 Zweipulsgleichrichter (M2U)

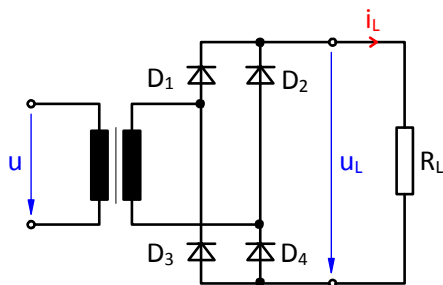


- M2U
- M ..... Mittelpunktschaltung
- 2 ..... Frequenzvervielfachung
- U ..... ungesteuert

Die Positive Halbwelle wird durch D1 geleitet, die Negative durch D2, dadurch erfolgt eine Zweipulsgleichrichtung



2.1.3 Zweipol-Brückengleichrichter (B2U)

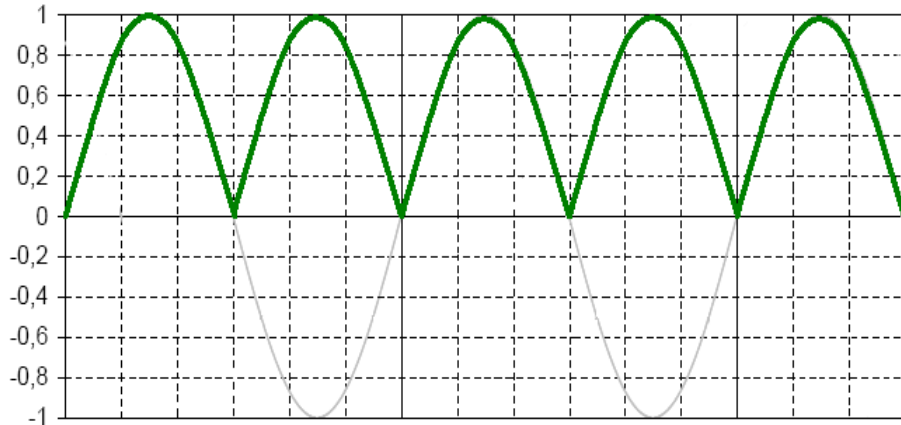


- B2U
- B ..... Brückenschaltung
- 2 ..... Frequenzvervielfachung
- U ..... ungesteuert

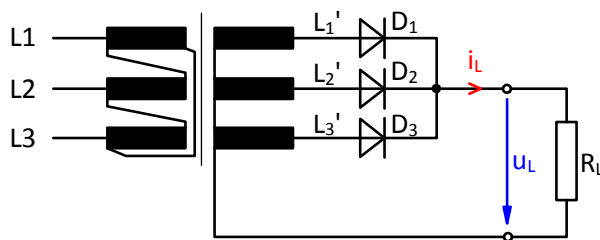
Besitzt die gleichen Eigenschaften wie die M2-Schaltung.

Nachteil der Schaltung im Vergleich zur M2U:

- Doppelter Spannungsabfall
- 4 Dioden

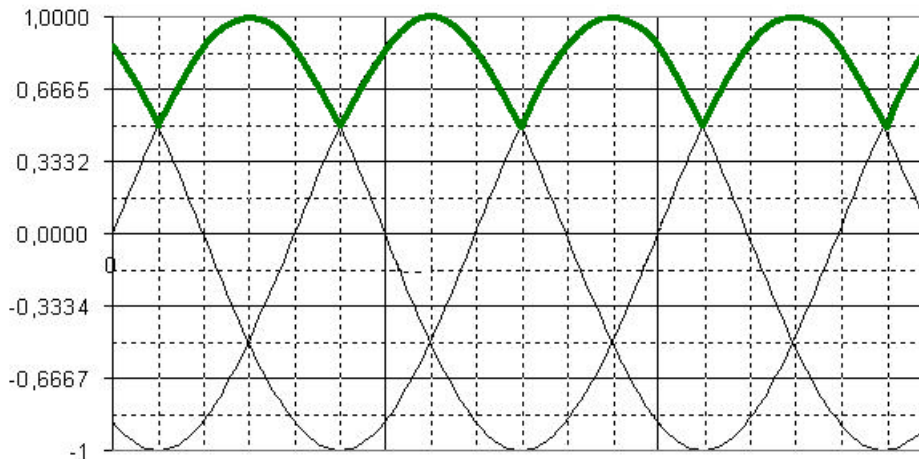


2.1.4 Dreipuls-Mittelpunktschaltung (M3U)

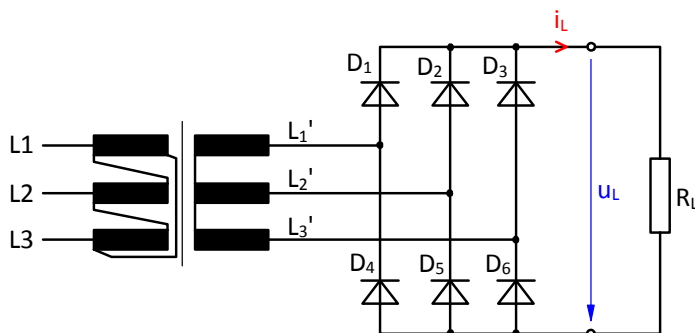


M3U  
 B ..... Mittelpunktschaltung  
 3 ..... Frequenzvervielfachung  
 U ..... ungesteuert

Es leitet immer jene Diode, deren Strangspannung höher ist, als die der beiden anderen Leiter, da die Spannung jetzt nie mehr auf 0 geht, entsteht ein höherer Gleichrichtwert, als bei der M2-Schaltung. Die Welligkeit ist geringer, der gesamte Strom muss über den Mittelpunktsleiter abgeführt werden, daher ist immer ein Trafo erforderlich.

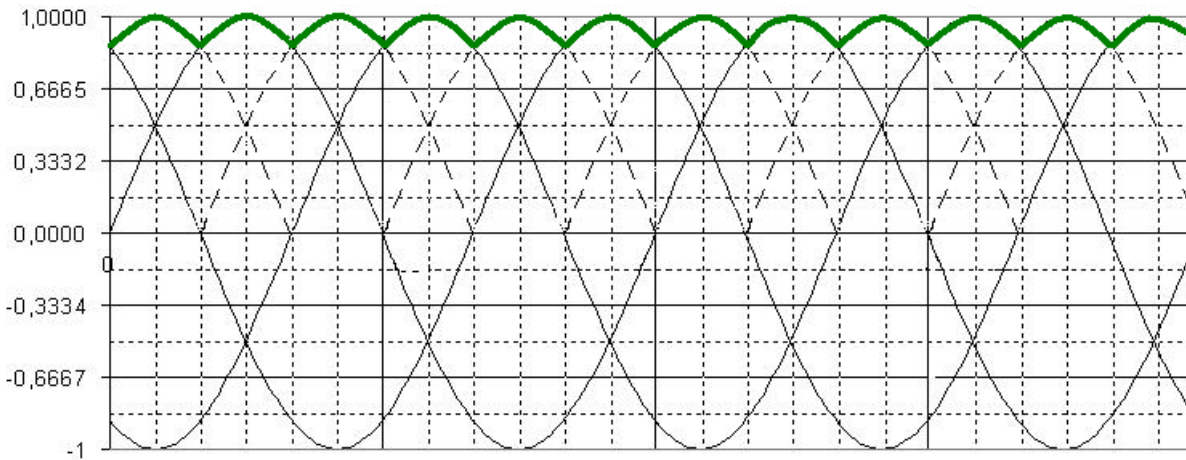


2.1.5 Drehstrombrücke (B6U)



B6U  
 B ..... Brückenschaltung  
 6 ..... Frequenzvervielfachung  
 U ..... ungesteuert

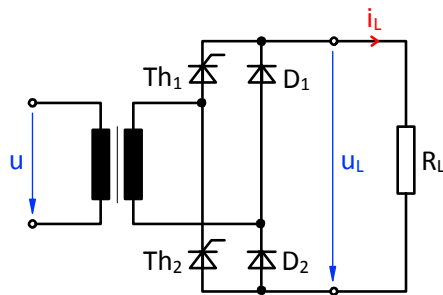
Hier wird die Besonderheit des Drehstrom ausgenutzt, dass die Außenleiterspannung um den Faktor  $\sqrt{3}$  höher ist, als die Spannung Außenleiter – Mittelleiter. Besitzt eine sehr kleine Welligkeit, durch die symmetrische Belastung des Drehstromnetzes, ist ein Trafo nicht unbedingt erforderlich.



## 2.2 gesteuerter Gleichrichter

Je nachdem wie viel steuerbare Elemente (Thyristoren) in einer Schaltung enthalten ist, unterscheidet man zwischen Halbgesteuerten oder Vollgesteuerten Stromrichtern.

### 2.2.1 halbgesteuerte Brückenschaltung B2HZ:



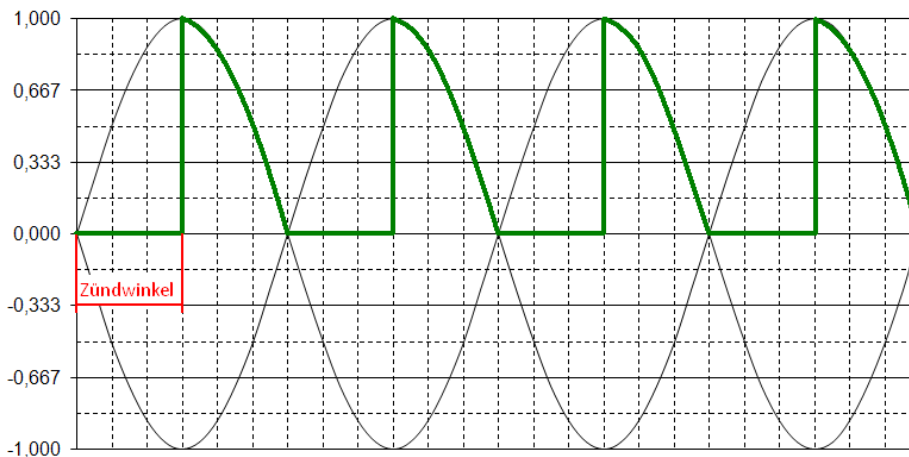
B2HZ

- B ..... Brückenschaltung
- 2 ..... Frequenzvervielfachung
- H ..... halbgesteuert
- Z ..... zweipaarig

Pro Halbwellen ist eine Diode und ein Thyristor im Einsatz. Th1 und D2 für positiv, Th2 und D1 für negative Halbwellen. Daher können die Thyristoren auch nebeneinander geschaltet werden.

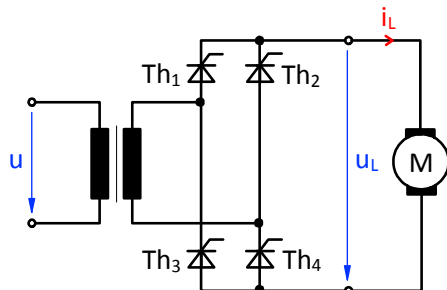
B2HK => Thyristoren Kathodenseitig

B2HA => Thyristoren Anodenseitig

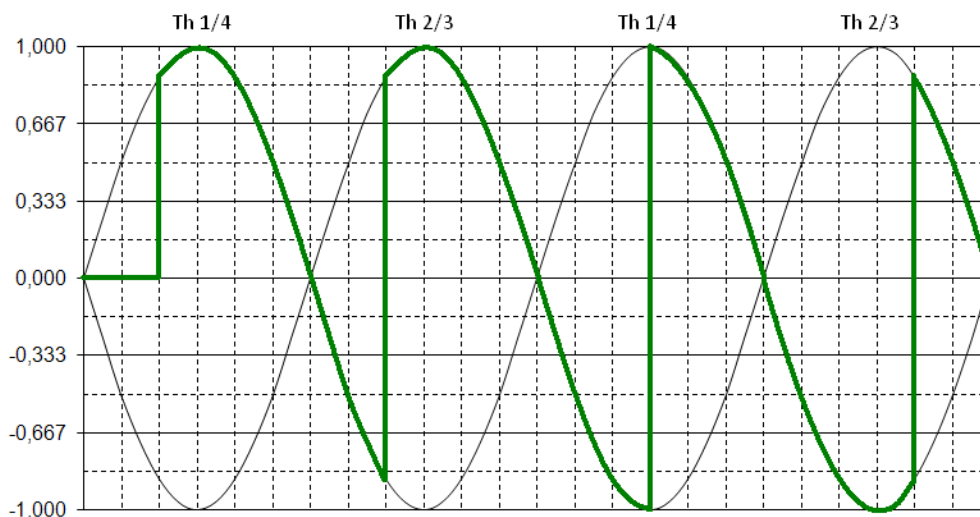


Die Höhe der Ausgangsgleichspannung kann über den Zündwinkel der Thyristoren variiert werden, der Energiefluss erfolgt jedoch nur vom Wechsel ins Gleichstromnetz.

Würde ein aktiver Zweipol (Motor) mit der Halbgesteuerten Brücke betrieben werden, würde nach dem Spannungsnulldurchgang der Motor in den Generatorbetrieb übergehen, wodurch sich die Spannung umkehrt und die Dioden den Verbraucher kurzschließen und die Energie vernichten. In diesem Fall muss eine Vollgesteuerte Brücke (B2C) verwendet werden.



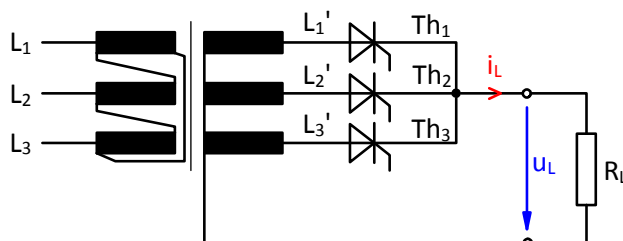
Die Thyristoren müssen hier paarweise diagonal gezündet werden. Nach dem Spannungsnulldurchgang geht der Motor in den Generatorbetrieb über und kehrt seine Spannungsrichtung um. Der Betriebszustand der Brücke bleibt jedoch aufrecht, bis das andere Thyristorpaar gezündet wird. Während dieser Zeit wird Energie vom Motor zurück ins Netz geschickt.



Für Zündwinkel kleiner  $90^\circ$  nimmt der Motor Energie auf (Gleichrichterbetrieb).

Für Zündwinkel größer  $90^\circ$  wird Energie ans Netz zurückgeschickt, es erfolgt eine Nutzbremmung des Motors (Wechselrichterbetrieb).

### 2.2.2 gesteuerte Dreipuls-Mittelpunktschaltung (M3C)



M3C

M ..... Mittelpunktschaltung

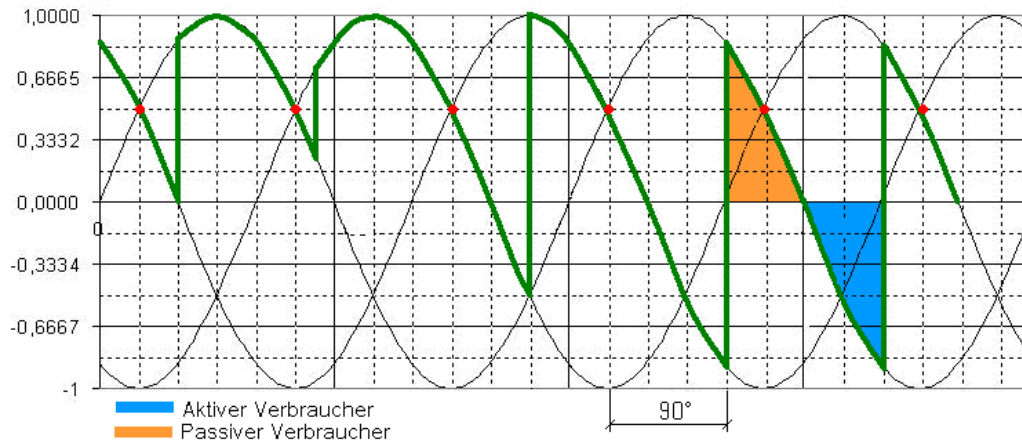
3 ..... Frequenzvervielfachung

C ..... gesteuert

Über den Zündwinkel, kann wiederum die Höhe der Ausgangsspannung eingestellt werden.

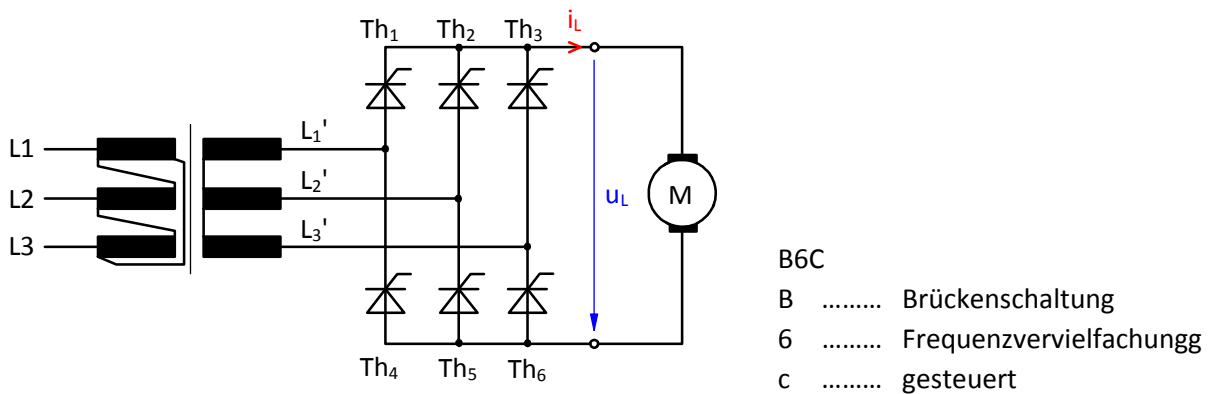
Ab einem Zündwinkel von  $30^\circ$  treten bei passiven Lasten Stromlücken auf, bzw. bei aktiven Lasten kehrt sich die Spannung um und Energie wird ans Netz zurück geschickt.

Ab einem Zündwinkel von  $90^\circ$  geht die Schaltung wiederum von Gleich in Wechselbetrieb über.



Der theoretisch maximale Zündwinkel von 180° kann praktisch nicht erreicht werden, da die negative Spannung am Thyristor der sperren soll zu gering ist, um ihn rechtzeitig zu löschen. Es kann bei 50Hz Netzfrequenz nur alle 6,6ms eine Umschaltung auf die nächste Phase durchgeführt werden => für dynamische Motoren (Servomotoren) nicht geeignet.

### 2.2.3 Drehstrombrücke (B6C)



Hier liegen die Zündzeitpunkt 60° auseinander.  
Reaktionszeit: 3,3ms. Die Welligkeit der B6C ist geringer als der M3C.  
die Thyristoren Th1-Th3 durch Dioden ersetzt, so erhält man eine halbgesteuerte Brücke (B6HK). Bei Th4-Th6 eine B6HA. Bei diesen ist wiederum kein Wechselrichterbetrieb möglich.  
Der maximale Zündwinkel ist ~ 160° (hängt von der Schaltung ab).

