

## Stern-Dreieck-Schalten von Drehstrommotoren

*Durch einen günstigen Anschluss des Hauptstromkreises werden Ausgleichsströme und Stromspitzen beim Umschalten von der Stern- in die Dreieckschaltung reduziert.*



Nach wie vor wird der Stern-Dreieck-Anlauf zum Einschalten von Drehstrom-Asynchronmotoren verwendet. Bei dieser Schaltungsart reduziert sich der Anlaufstrom auf  $1/3$  des Stroms gegenüber dem bei Direkteinschaltung.

### Beachte:

*Bei der Umschaltung von Stern in Dreieck können aber, verstärkt durch eine ungünstige Konstellation von Netzfrequenz und Läuferfeld, Ausgleichsvorgänge im Motor auftreten, die zu größeren Stromspitzen führen als beim direkten Zuschalten des stehenden Motors in Dreieckschaltung.*

Im ungünstigen Fall ergeben sich folgende Probleme:

- Kurzschlusseinrichtungen lösen aus
- das Dreieckschütz verschleißt bzw. unterliegt hohem Kontaktabbrand
- der Motor unterliegt einer hohen dynamischen Beanspruchung

### TIPP:

*Durch eine entsprechende Vorzugsschaltung für Rechts- und Linkslauf lassen sich Umschaltstromspitzen verringern.*

### Funktion:

In den Stern-Dreieck-Starter-Schemata sind oft zwei verschiedene Anschlussarten des Motors angegeben: Einmal für Rechts- und zusätzlich für Linkslauf der Motoren. Bei der Installation sollte das beachtet werden, um die Umschaltstromspitze möglichst klein zu halten.

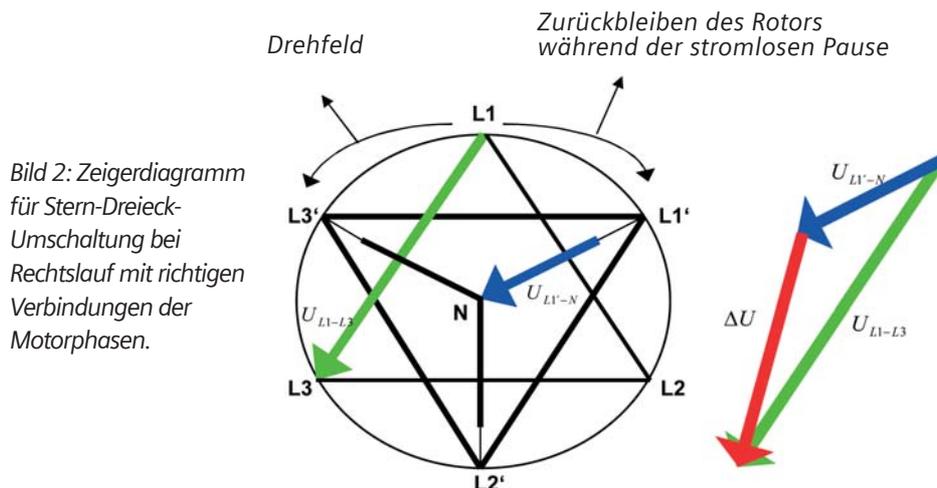
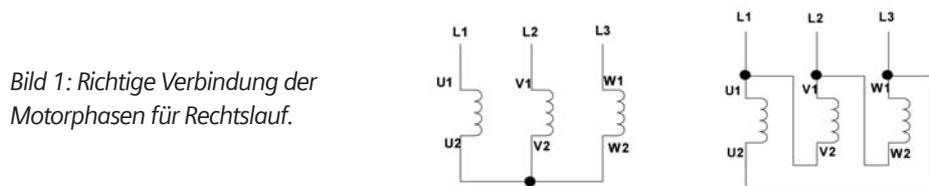
### Beachte:

*Es ist auf die richtige Verdrahtung am Motorklemmbrett zu achten.*

### Beschreibung der Funktionalität für Rechtslauf:

#### Verwendung der Vorzugsschaltung:

Das untenstehende Zeigerdiagramm zeigt die Spannungen in einem rechts laufenden Motor beim Umschalten von Stern auf Dreieck. Die Motorklemmen sind nach der Vorzugsschaltung richtig verbunden, das heißt Phase L1 mit Motorklemmen U1 und V2, L2 mit V1 und W2, L3 mit W1 und U2:



Während der stromlosen Umschaltpause bleibt der Rotor gegenüber dem Drehfeld zurück. Sein magnetisches Feld induziert eine abklingende Restspannung, hier im Spannungszeiger-Diagramm für die Phase L1 eingetragen:  $U_{L1'-N}$ .

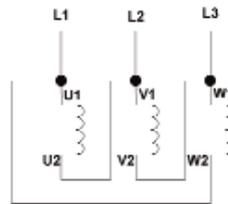
Beim Einschalten auf Dreieck (Bild 1 und Bild 2) wird die diese Restspannung führende Statorwicklung an die Netzspannung  $U_{L1-L3}$  gelegt. Die Differenzspannung  $\Delta U$  ist dank der günstigen Vektorlage der Restspannung  $U_{L1'-N}$  und der Netzspannung  $U_{L1-L3}$ , welche annähernd gleichgerichtet sind, relativ klein. Somit wird die von dieser resultierenden Spannung herrührende Stromspitze ebenfalls klein bleiben.

## 21B – Stern-Dreieck-Schalten von Drehstrommotoren

### Keine Verwendung der Vorzugsschaltung:

Der Motor hat ebenfalls Rechtslauf, wenn die Motorklemmen wie folgt verbunden werden: Phase L1 mit Motorklemmen U1 und W2, L2 mit V1 und U2, L3 mit W1 und V2.

Bild 3: Falsche Verbindung der Motorphasen ergibt ebenfalls Rechtslauf.



Im Stator wirkt wieder die zurückbleibende und abklingende Restspannung. Die Phasenwicklung mit dem Zeiger  $U_{L1'-N}$  wird jetzt beim Einschalten auf Dreieck an die Netzphase  $U_{L1-L2}$  gelegt. Diese beiden Spannungen haben jedoch ganz verschiedene vektorielle Richtungen, die Differenzspannung  $\Delta U$  ist hoch und bewirkt eine entsprechend hohe Umschaltstromspitze.

Beim Umschalten von Stern auf Dreieck ergibt sich also folgendes Zeigerdiagramm:

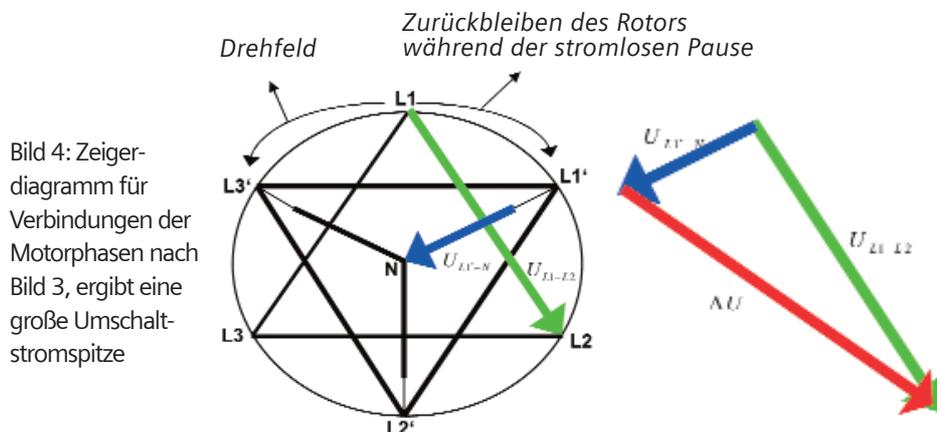


Bild 4: Zeigerdiagramm für Verbindungen der Motorphasen nach Bild 3, ergibt eine große Umschaltstromspitze

### Änderung der Drehrichtung von Rechts- auf Linkslauf:

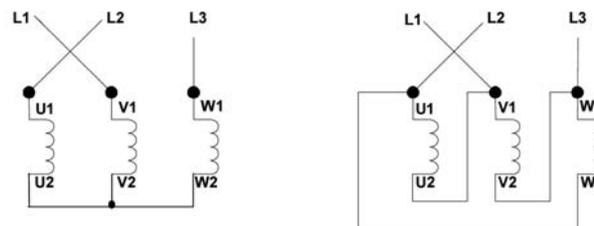
#### Beachte:

Bei Linkslauf des Motors genügt es nicht, nur an beliebiger Stelle zwei Phasen zu vertauschen. Damit ergäben sich die gleichen Verhältnisse wie bei Rechtslauf beschrieben.

## 21B – Stern-Dreieck-Schalten von Drehstrommotoren

Um auch hier die Umschaltstromspitze von Stern- auf Dreieck-Schaltung möglichst klein halten zu können, muss die Verdrahtung wie folgt realisiert werden:

Bild 5: Richtige Verbindung der Motorphasen für Linkslauf des Motors



### Bemessung der Geräte bei Normanlauf

Sternschütz:  $I_{e \text{ Motor}} \times 0,33$   
 Netz- und Dreieckschütz:  $I_{e \text{ Motor}} \times 0,58$   
 Überlastrelais:  $I_{e \text{ Motor}} \times 0,58$

### Günstige und ungünstige Schaltungen

Hier sind die verschiedenen Möglichkeiten der Schaltungen zusammengefasst und die Verdrahtung in der Dreieck-Schaltung aufgeführt.

umverdrahten

Ungünstige Varianten	⇒	Günstige Varianten
Schaltung rechts ungünstig	⇒	Schaltung rechts günstig
U1: L1 U2: L2 V1: L2 V2: L3 W1: L3 W2: L1	⇒	U1: L1 U2: L3 V1: L2 V2: L1 W1: L3 W2: L2
Schaltung rechts ungünstig	⇒	Schaltung rechts günstig
U1: L2 U2: L3 V1: L3 V2: L1 W1: L1 W2: L2	⇒	U1: L2 U2: L1 V1: L3 V2: L2 W1: L1 W2: L3
Schaltung rechts ungünstig	⇒	Schaltung rechts günstig
U1: L3 U2: L1 V1: L1 V2: L2 W1: L2 W2: L3	⇒	U1: L3 U2: L2 V1: L1 V2: L3 W1: L2 W2: L1
Schaltung links ungünstig	⇒	Schaltung links günstig
U1: L1 U2: L2 V1: L3 V2: L1 W1: L2 W2: L3	⇒	U1: L1 U2: L3 V1: L3 V2: L2 W1: L2 W2: L1
Schaltung links ungünstig	⇒	Schaltung links günstig
U1: L3 U2: L1 V1: L2 V2: L3 W1: L1 W2: L2	⇒	U1: L3 U2: L2 V1: L2 V2: L1 W1: L1 W2: L3
Schaltung links ungünstig	⇒	Schaltung links günstig
U1: L2 U2: L3 V1: L1 V2: L2 W1: L3 W2: L1	⇒	U1: L2 U2: L1 V1: L1 V2: L3 W1: L3 W2: L2

### Beachte:

Wenn zwei Phasen im Netz vertauscht werden, um die Drehrichtung zu ändern, wird automatisch die Schaltung von der günstigen in die ungünstige geändert bzw. umgekehrt.

## 21B – Stern-Dreieck-Schalten von Drehstrommotoren

$$\varphi = \text{Umschaltstromfaktor} = \text{Umschaltstromspitze} / \text{Anlaufstromspitze}$$

Der Umschaltstromfaktor hat in der Theorie den maximalen Wert 2.

z.B. gemessen:     günstige Schaltung:      $\varphi = 0,8$   
                           ungünstige Schaltung:      $\varphi = 1,37$

### TIPP:

Siehe nachfolgenden Aufbau der Haupt- und Steuerstrom-Verdrahtung. Dort sind die Stromlaufpläne für Stern- Dreieck-Kombinationen mit Rechts- und Linkslauf in der Vorzugsschaltung dargestellt.

#### Der Hauptstromkreis in der Übersicht:

In der folgenden Grafik ist die Hauptstromverdrahtung, in der Vorzugsschaltung, für eine Stern-Dreieck-Schaltung für Rechts- und Linksanlauf dargestellt.

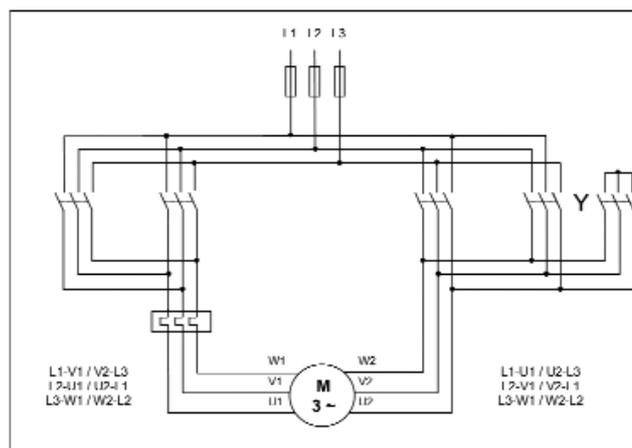


Bild 6: Hauptstromkreis  
Stern-Dreieck-Kombination

#### Der Steuerstromkreis in der Übersicht:

Unten ist der Steuerstromkreis für den oben gezeigten Hauptstromkreis dargestellt.

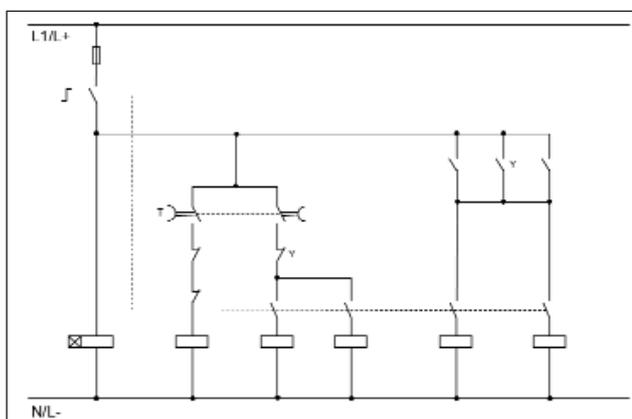


Bild 7: Steuerstromkreis  
Stern-Dreieck-Kombination