

## Drehstromwicklungen

*Peter Behrends*

Die asynchronen und synchronen Drehstrommaschinen besitzen im Ständer denselben prinzipiellen Aufbau. Dies gilt besonders für den allgemeinen Aufbau der Drehstromwicklungen, ihre Wicklungsfaktoren sowie die Grundlagen zur Beschreibung von umlaufenden Durchflutungen und deren Felder.

Die Wicklungen sind als verteilte Wicklungen aufgebaut, die in den Nuten des Blechpakets liegen, und bestehen aus einer von der Nut- und Polzahl abhängigen Anzahl von Spulen. Die Teile einer Spule, die innerhalb einer Nut liegen, heißen aktive Spulenseiten. Die Teile, die die Spulenseiten miteinander verbinden, nennt man Stirnverbinder oder Wickelköpfe. Der Abstand der zu einer Spule gehörenden Spulenseite heißt Spulenweite  $W$ . Ist die Spulenweite gleich der Polteilung  $\tau_p$  – dem Abstand zweier ungleichnamiger Pole – bezeichnet man die Spule als Durchmesserspule ( $W = \tau$ ). Andernfalls spricht man von einer Sehnenspule ( $W \neq \tau$ ).

Eine Spule kann eine oder mehrere Windungen ( $w$ ) haben, die Spulenseiten entsprechend einen oder mehrere aktive Leiter ( $z$ ). Zu einer Windung gehören zwei aktive Leiter ( $z = 2 \cdot w$ )

Für die Polausprägung der Wicklung ist im Wesentlichen die Stromrichtung in den Spulenseiten von Bedeutung. Die Wickelköpfe spielen hinsichtlich ihrer Lage und Ausführung (Spulen gleicher oder ungleicher Weite) eine vernachlässigbare Rolle.

In den noch folgenden Abwicklungen sind Spulen ungleicher Weite gezeichnet, wie sie in der Praxis häufig zum Einsatz kommen.

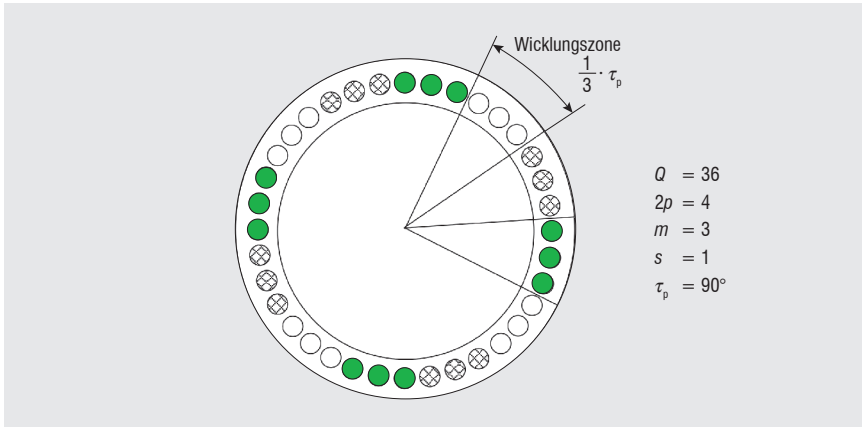
Die Leiter der Spulenseiten mehrerer nebeneinander liegender Nuten sind so miteinander zusammengeschaltet, dass der in ihnen fließende Strom in jedem Augenblick die gleiche Größe und Richtung hat. Die Anzahl dieser Spulenseiten bildet eine so genannte Wicklungszone (**Bild 1**). Jeder Wicklungsstrang hat je Polpaar zwei solcher Wicklungszonen, die sich jedoch hinsichtlich der Stromrichtung unterscheiden.

Eine Einphasenwicklung hat somit zwei, eine Zweiphasenwicklung vier und eine Drehstromwicklung sechs Wicklungszonen je Polpaar.

Grundsätzlich steht für eine Wicklungszone  $1/m$  der Polteilung ( $\tau_p$ ) zur Verfügung, wenn  $m$  die Anzahl der Stränge ausdrückt.

Die Zahl der bewickelten Nuten pro Pol und Strang wird mit  $q$  beschrieben:

$$q = \frac{Q}{2p \cdot m}$$



**Bild 1:** Jeder Strang belegt  $Q/3$ -Nuten. Drei nebeneinander liegende Nuten bilden eine Wicklungszone. Insgesamt ergeben sich am Umfang 12 Zonen.

Das Ergebnis für  $q$  kann entweder eine ganze oder eine gebrochene Zahl sein. Im ersten Fall spricht man von einer *Ganzlochwicklung*, im zweiten von einer *Bruchlochwicklung*. In Bezug auf die Anzahl und Anordnung der Spulenseiten in einer Nut unterscheidet man noch zwischen den beiden Hauptgruppen *Einschicht-* und *Zweischichtwicklung*.

Bei der normalen Einschichtwicklung liegt in jeder Nut nur eine Spulenseite.

### Einschichtwicklung

Das aus Dynamoblechen geschichtete Ständerblechpaket enthält am Bohrungsumfang in gleichmäßig verteilten Nuten Leiter, die zu drei räumlich versetzten Wicklungssträngen zusammengeschaltet werden. Das bereits beschriebene Magnetfeld hat eine sinusförmige Feldverteilung längs des Luftspalts. Hat der Läufer eine konstante Drehzahl, so induziert das Feld in den einzelnen Spulen zeitlich sinusförmige Spannungen, die sich innerhalb jedes Wicklungsstranges zu einem resultierenden Wert addieren.

Die Polteilung entspricht einer Halbwelle der sinusförmigen Induktionsverteilung im Luftspalt und damit einem elektrischen Winkel von  $180^\circ$ . Bei zweipoligen Maschinen ( $p = 1$ ) stimmen der räumlich mechanische ( $\tau_{p\text{geo}}$ ) und der elektrische Winkel ( $\tau_{p\text{el}}$ ) überein. Zur Erzeugung einer symmetrischen dreiphasigen Spannung muss die Drehstromwicklung wie folgt gestaltet sein:

1. Die drei Wicklungsstränge müssen denselben Spulenaufbau und die gleiche Gesamtwindungszahl  $w$  besitzen.
2. Die drei Stränge müssen um je  $120^\circ$  elektrisch gegeneinander versetzt sein.