

Sammlung von Einzelexemplaren

Nummer 60



Busch-Müller

Bearbeiter : Dieter Oesingmann
Muster: Aus der Sammlung Oesingmann

1 Seitendynamos mit elektronischer Regelung

1.1 Entwicklungsziele der Seitendynamos

Ziele bei der Weiterentwicklung der Seitendynamos sind:

- Geringere Geräuschentwicklung
- Gewichtsreduzierung
- Senkung des Drehmoments durch Verkleinerung der Verluste
- Vermeidung der Polfühldrehmomente
- Erhöhung der Zuverlässigkeit.

Bei der Bewertung der Seitendynamos orientiert man sich am Wirkungsgrad, weil er ein Maß für das zu übertragenden Drehmoments zwischen dem Laufrad und dem Reibrad ist, das nicht zur Deckung der Lichtleistung beiträgt. Im Vordergrund stehen die Verlängerung der Lebensdauer des Reibrades und die Möglichkeit, elastischere Materialien für das Reibrad einsetzen zu können. Verringert werden dadurch die Geräusche und die Schlupfneigung bei nassen Oberflächen des Lauf- und Reibrades. Mit diesen Zielen wurden Dynamos mit elektronischer Regelung entwickelt, die sich durch folgende Faktoren von den Seitendynamos mit induktiver Spannungsbegrenzung unterscheiden:

- Verwendung von Hochenergiemagnete für das Erregerfeld
- Einsatz von zwei Rillenkugellagern
- Konstante Luftspalte
- Senkung der Ummagnetisierungsverluste.

Vergleichsweise große fertigungstechnische Konsequenzen ergeben sich aus der Vermeidung der Polfühldrehmomente, denn genutete Ankerblechpakete und der Klauenpolanker, mit denen einfache Wicklungstechnologien anwendbar und kleine Luftspalte realisierbar sind, müssen durch rotationssymmetrische Ständerjoche ersetzt werden, sodass die Ankerspulen keinen ferromagnetischen Kern besitzen. Die Ankerwicklung wird im Luftspalt angeordnet, wodurch Luftspatllängen von 2,5 mm bis 4 mm entstehen, die zum Aufbau eines ausreichend großen Luftspalts Hochenergiemagnete erfordern, damit die Windungszahl der Ankerspulen nicht zu stark anwächst, weil der ohmsche Widerstand begrenzt werden muss. Die Ankerinduktivität dieser Konstruktionen ist so klein, dass sich die vorgeschriebenen Spannungsbegrenzungen durch induktive Spannungsabfälle nicht einstellen und eine elektronische Regelung zum Schutz der Glühlampen erforderlich ist. Insgesamt entstehen Kosten, die drei- bis fünfmal so hohe Dynamopreise als bei Seitendynamos mit Klauenpolankern bewirken.

1.2 Prinzipielle Ausführungsformen der Seitendynamos mit elektronischer Regelung

Aus der Sicht der Gestaltung des elektromagnetischen Kreises stehen hauptsächlich vier Dynamokonstruktionen zur Auswahl:

1. Das Polrad besteht aus einzelnen Polsegmenten, die auf der Welle durch magnetische Grenzflächenkräfte kraftschlüssig befestigt sind, oder aus einem zylindrischen Magnetkörper. Die Spulenseiten der Ankerwicklung befinden sich auf der inneren Fläche eines ferromagnetischen Zylinders mit konstanter Wandstärke, der auf beiden Seiten von Lagerschalen mit Rillenkugellagern abgeschlossen ist. Dadurch brauchen im Dynamogehäuse keine Lagersitze vorgesehen werden.
2. Die Ummagnetisierungsverluste im Ankerjoch vermeiden Konstruktionen, in denen das Ankerjoch zusammen mit dem Dauermagneten rotiert, sodass eine Zwischenständerkonstruktion entsteht. Die Ankerspulen ragen selbst tragend in den Luftspalt hinein und sind mit den Wicklungsköpfen einer Seite am Lagerschild befestigt. Ihre Formstabilität ist durch die Verwendung von Backlackdraht gegeben und kann zusätzlich mit Kunstharz erhöht werden.
3. Zur Vereinfachung der Wicklungstechnologie bei den Zwischenständerkonstruktionen lassen sich Spulenkörper einsetzen, die in den Luftspalt hineinragen und am Dynamogehäuse befestigt werden. Dadurch entsteht ein größerer Luftspalt der dickere Magnete erfordert. Sie lassen sich auf einer oder auf beiden Seiten des Luftspalts anordnen.
4. Zur Realisierung eines großen Trägheitsmoments, womit ein ruhiger Lauf des Dynamos erzielt werden soll, ist ein Außenläufer geeignet, bei dem das Polrad mit dem ferromagnetischen Joch und den Magneten um die feststehende Ankerwicklung rotiert. Der Anker besteht aus einem geblechten stanzpaketierten Kern, auf dem die Ankerwicklung befestigt ist.

Die größte Luftspatllänge im magnetischen Kreis besitzt die Zwischenläufervariante (3) mit einem Spulenkörper für die Ankerwicklung, während die kleinste Luftspatllänge in den Varianten (1) und (4) mit ruhendem Ankerjoch vorhanden sind. Um die geometrischen Luftspatllängen zwischen Läufer und Ständer möglichst klein bemessen zu können, werden für diese Dynamos zwei Rillenkugellager eingesetzt, wodurch auch die Reibverluste im Vergleich zu Gleitlagern geringer sind und das Reibgetriebe entlastet wird.

Als Beispiele für die Dynamos mit elektronischer Regelung werden folgende drei ausgeführte Varianten vorgestellt:

- Innenläufer mit feststehendem Ankerjoch
- Zwischenläufer mit Dauermagnete im inneren Bereich des Läufers
- Zwischenläufer mit Dauermagneten auf beiden Seiten des Luftspalts.

1.3 Innenläufer mit feststehendem Ankerjoch

Dymotec-Dynamos weichen in ihrer äußeren Form von der typischen flaschenförmigen Kontur der Seitendynamos ab (Bild 1.1). Der Drehbolzen ist parallel zur Ankerachse angeordnet, sodass das Dynamogehäuse auch aufgrund des kleinen Ankerdurchmessers flach gestaltet ist. Sie werden als Innen- und Zwischenläufer gefertigt. Der Innenläufer ist mit dem Ständer durch zwei Lagerschilde konstruktiv verbunden. Beide Hauptelemente bilden ein Bauteil (Bild 1.2), das in ein Kunststoffgehäuse eingefügt wird. Im Gehäuseboden sind zwei Leiterplatten (Bild 1.3) für die Spannungsbegrenzung eingebaut.



Bild 1.1: Dymotec mit feststehendem Ankerjoch

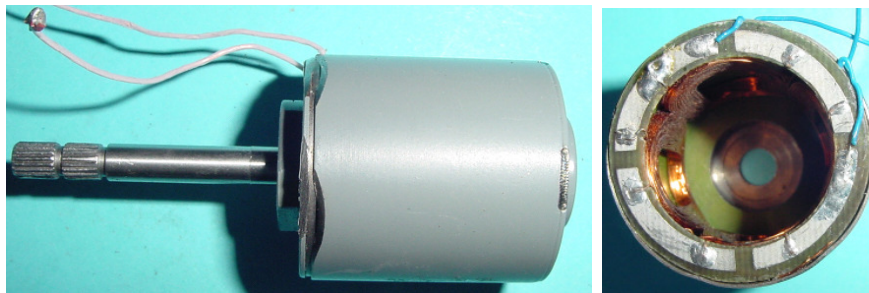


Bild 1.2: Generator vollständig und Anker

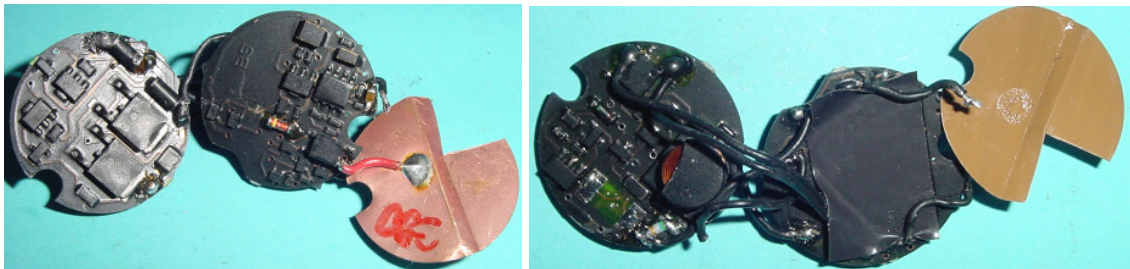


Bild 1.3: Ansichten der zwei Leiterplatten

Das Polrad (Bild 1.4) besteht aus vier Magnetsegmenten, die auf einem quadratischen Stahlkörper mit einer Bohrung für die Welle durch magnetische Kräfte gehalten werden und auf der Luftspaltseite eine zylindrische Oberfläche bilden. Sie sind nicht miteinander verklebt, sodass sie in axialer Richtung nach dem Entfernen des Kugellagers gegeneinander verschoben werden können. Die vier Magnetsegmente lassen sich durch einen in radialer Richtung vierpolig aufmagnetisierten Ringmagneten ersetzen (Bild 1.5).



Bild 1.4: Vierteiliges Polrad

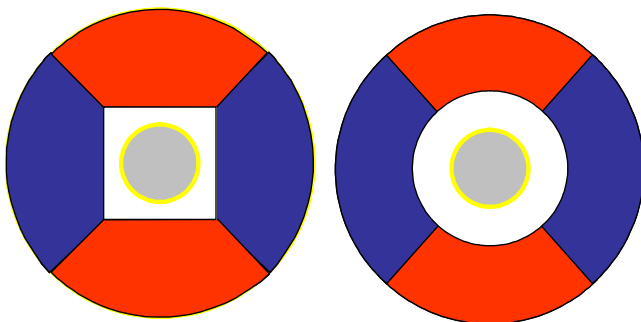


Bild 1.5: Erregersysteme aus Polsegmenten und aus einem einteiligen Zylindern

Der Anker weist keine ausgeprägten Pole auf. Die Spulen befinden sich vollständig im 2,45 mm langen Luftspalt und werden mit dem Jochring auf dessen Innenseite verklebt (Bild 1.6). Ihr ohmscher Widerstand beträgt $3,14 \Omega$, sodass sich bei einem Belastungswiderstand von 12Ω ein elektrischer Wirkungsgrad von 79 % ergibt. Diese Dynamokonstruktion zeichnet sich durch einen guten thermischen Kontakt der Wicklung zum Ankerjoch aus.

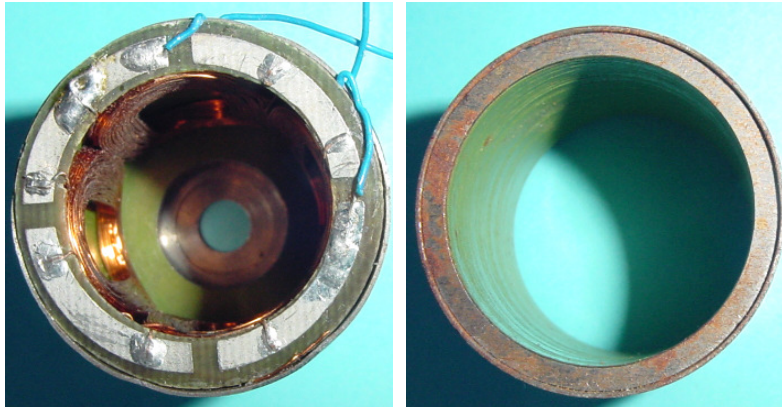


Bild 1.6: Ankerwicklung und rotationssymmetrisches Ankerjoch

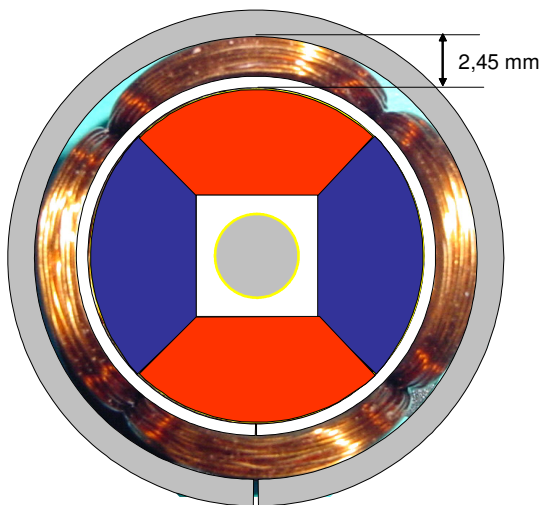


Bild 1.7: Rotierendes Polrad mit ruhendem Rückschluss

1.4 Zwischenläufer mit Dauermmagnete im inneren Bereich des Läufers

Die Ummagnetisierungsverluste im Jochring sind die Ursache für Konstruktionen, bei denen Ankerjoch und Polrad gemeinsam rotieren. Notwendig ist dann ein zusätzlicher Luftspalt zwischen der Ankerwicklung und dem Ankerjoch (Bild 1.8), wodurch eine Zwischenständerausführung entsteht und sich im Vergleich zum Dynamo mit ruhendem Ankerjoch der Abstand zwischen dem Polrad und dem Ankerjoch um 0,55 mm auf 3,0 mm vergrößert. Einen realen Rotor zeigt Bild 1.9. Das Ankerjoch wurde zur besseren Kühlung der Wicklung geschlitzt, wobei unterschiedliche Gestaltungsmöglichkeiten (Bild 1.10) hinsichtlich des Kühleffekts und des Arbeitsaufwands bewertet werden müssen.

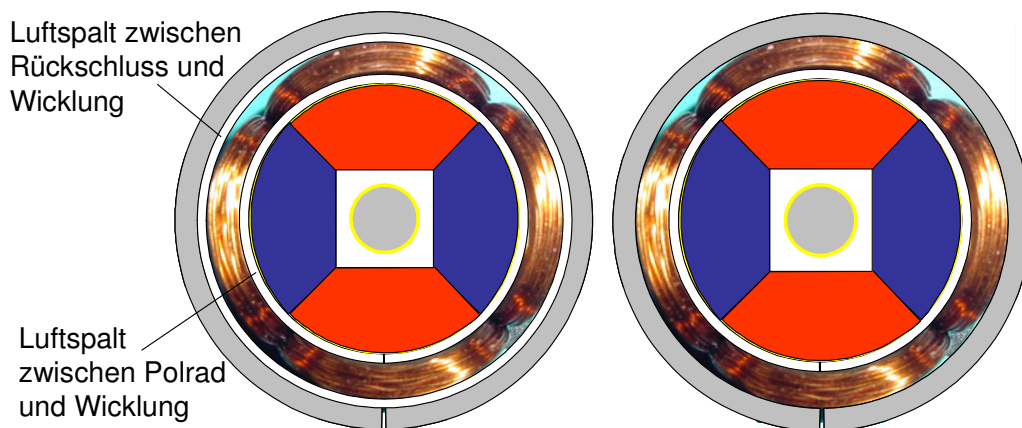


Bild 1.8: Luftspalte bei rotierenden und ruhenden Ankerjochen

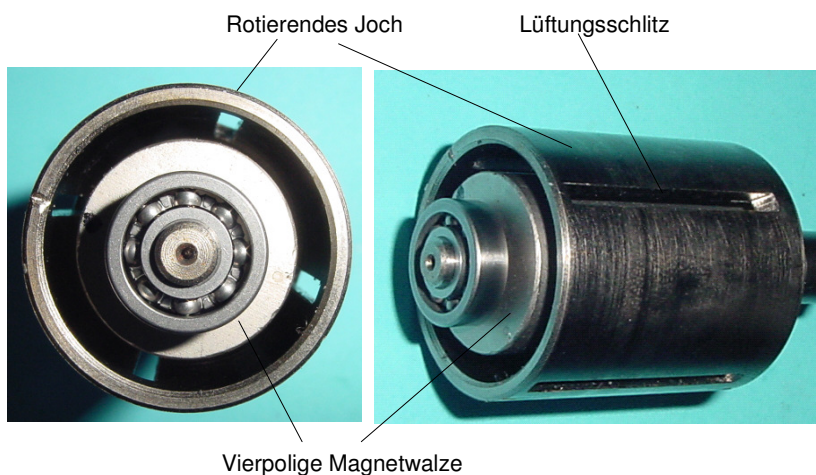


Bild 1.9: Magnet mit rotierendem Joch

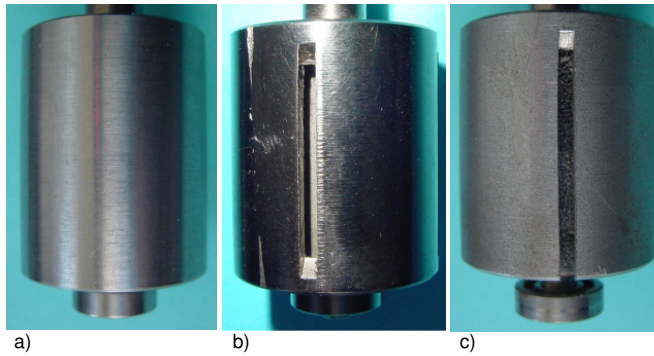


Bild 1.10: Rotierender Rückschluss ohne und mit Lüftungsschlitzen
 a) ohne Schlitze
 b) Begrenzung der Schlitze an beiden Seiten
 c) Offener Schlitz

Ankerjoch und Dauermagnet sind mit der Welle zu verbunden. Beim Dauermagneten, der sowohl vier- als auch sechspolig sein kann (Bild 1.11), werden die gleichen Verfahren zur Befestigung auf der Welle abgewendet wie beim Innenläufer. Das Ankerjoch stellt eine Glocke dar, die mit einem zentrisch angesetzten Rohr auf die Welle aufgedrückt wird (Bild 1.12). In den Luftspalt zwischen Polrad und Ankerjoch ragt die Ankerwicklung hinein (Bild 1.13), die auf einer Wickelkopfseite am Lagerschild befestigt ist. Die Ankerspulen aus Backlackdraht werden zunächst einzeln gewickelt und zu einem zylindrischen Körper zusammengefügt und verbacken (Bild 1.14). Zur Verbesserung der mechanischen Stabilität kann er mit Kunstharz vergossen werden, wofür im Bild 1.15 zwei Beispiele angegeben sind. Danach erfolgt die feste Vereinigung mit dem Lagerschild (Bild 1.16), auf dem mit Lötverbindungen (Bild 1.17) die Spulen in Reihe geschaltet werden. Je nach der Polzahl des Erregersystems besteht die Ankerwicklung aus vier oder sechs Spulen (Bild 1.18).

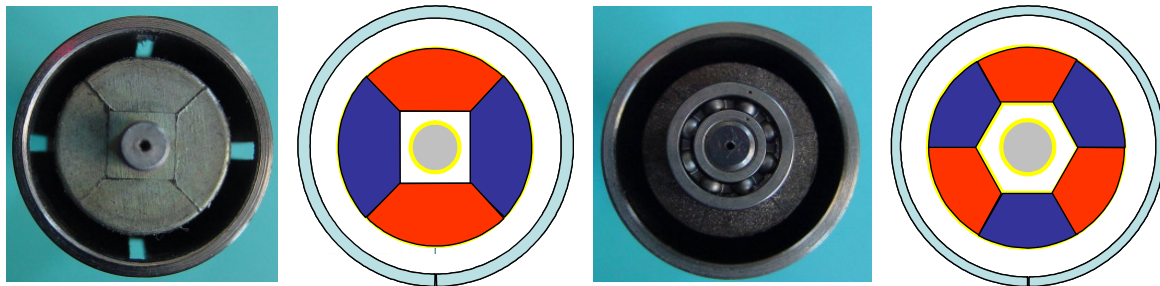


Bild 1.11: Sechs- und vierpolige Polräder mit rotierendem Rückschluss

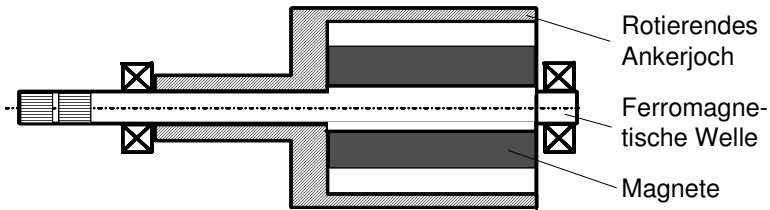
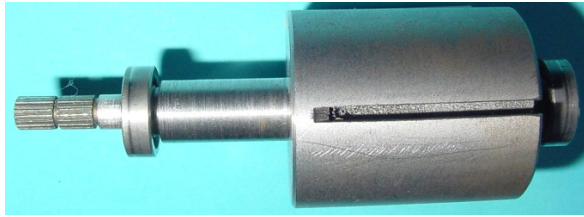


Bild 1.12: Ansicht und Längsschnitt des Rotors mit Lagersitzen

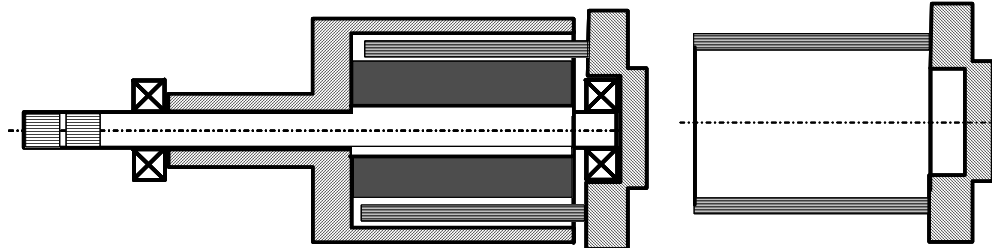
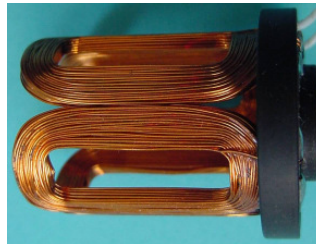
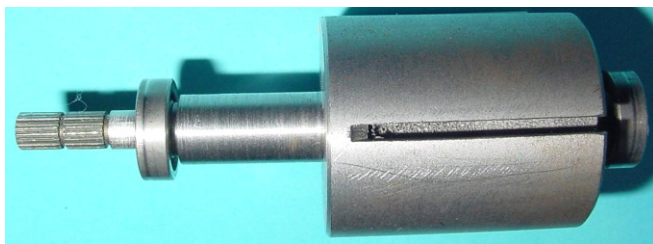


Bild 1.13: Ansicht und Längsschnitt des Dynamos mit rotierendem Ankerjoch

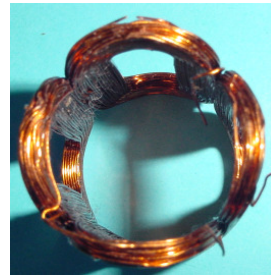
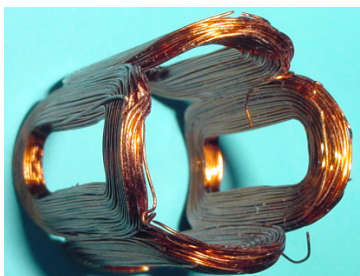
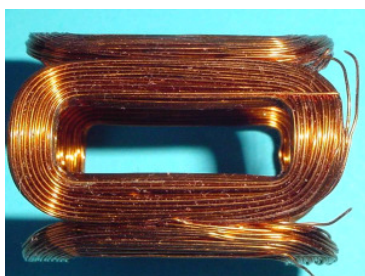


Bild 1.14: Aus Bachlackdraht hergestellte Ankerwicklung

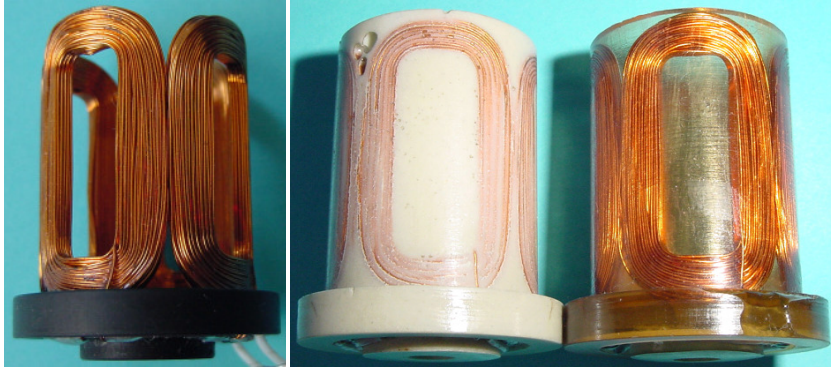


Bild 1.15: Frei stehende und mit Harz vollständig vergossene Wicklungen



Bild 1.16: Ankerwicklung mit angespritztem Lager-schild

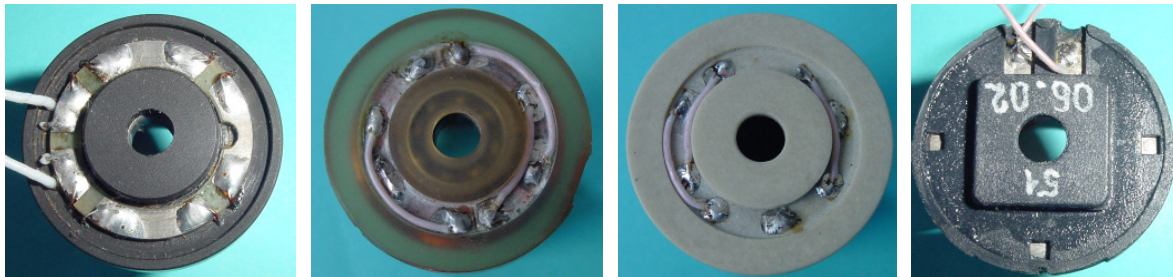


Bild 1.17: Gestaltung des Lagerschilds mit Schaltverbindungen



Bild 1.18: Sechs- und vierpolige Ankerwicklung

Die vorliegende Zwischenläufervariante besitzt vier Spulen mit einem ohmschen Widerstand von 2Ω und ist bei der Reihenschaltung der Spulen für eine Spannung von 12 V und der Leistung von 3 W ausgelegt. Der Belastungswiderstand des Dynamos beträgt 24Ω . Der elektrische Wirkungsgrad beträgt 75 %.

Werden jeweils zwei Spulen parallel geschaltet, dann ist dieser Anker für eine 6 V Beleuchtungsanlage verwendbar, wobei dann der Ankerwiderstand 2Ω beträgt, sodass sich bei dem Belastungswiderstand von 12Ω der elektrische Wirkungsgrad zu 86% errechnet.

Sieht man eine automatische Umschaltung der Wicklung vor, dann kann bei extrem langsamer Fahrgeschwindigkeit die 12 V Schaltung verwendet werden, um ein helles Licht zu erzeugen. Allerdings sinkt dann der elektrische Wirkungsgrad auf 60 %.