

Zum Thema: Höchsteffiziente elektrische Maschinen durch das Luftspulenprinzip**Vergleich des erfindungsgemäßen Glocken-Scheibenmotors mit einem herkömmlichen Glockenmotor mit Schrägwicklung**

Herkömmliche Glockenmotoren werden als Klein- und Kleinstantriebe von ca. 1-200W (Fachaufsatz I, Bild 2) mit einer Schrägwicklung (Fachaufsatz I, Bild 10) verwendet, die in einem zylindrischen Luftspalt verläuft.

Die hier vorgestellten erfindungsgemäßen Glocken-Scheibenmotoren verwenden ebenfalls eine Schrägwicklung, die einen zylindrischen Luftspalt und in einem scheibenförmigen Luftspalt, der sich einseitig der Achse oder Welle annähert, verläuft.

Diese Annäherung kann auf verschiedene konstruktive Weisen geschehen.

Die neuen Konstruktionsformen

In **Fig.1** nähert sich die Wicklung im Bereich des Kommutators 25 mit den Bürsten 26 und in **Fig.2** auf der dem Kommutator gegenüberliegenden Seite. Der Luftspalt 4 ist in Abschnitte 4', 4'' unterteilt. Die Welle 1 ist in den Lagern 13 gelagert.

Fig.3 zeigt einen EC-Glockenmotor, bei dem sich die Wicklung 29 einseitig der Welle 1 nähert. Die magnetischen Pole 27 sind fest mit der Welle verbunden und sind rechtwinklig zum Luftspalt (4', 4'') magnetisiert. Die Wicklung 29 ist mit dem Rückschluss 22 außenseitig hinterlegt und im festen Kontakt. Das Magnetfeld wird durch Magnetfeldsensoren 17, die auf der Leiterplatte 35 angebracht sind, sensiert.

Fig.4 zeigt das Prinzip einer Maschine mit einer Wicklung 29 mit beidseitiger Annäherung an die Achse 24. Die Wicklung ist fest mit dem Rückschluss 22 innenseitig verbunden, sowie mit der Hohlachse. Die magnetischen Pole 27 sind außenseitig von der Wicklung angebracht. Eine Ausführung dieser Wicklung wird in Bild 4 gezeigt.

Die neuen Wicklungen quantitativ

Die **Bilder 1 bis 4** zeigen in der oberen Figur jeweils eine herkömmliche Wicklung als Abwicklung, jeweils in unterschiedlichen Wicklungsabmessungen d/C , sowie Spannungen und Drehmomente, die auf die Werte der herkömmlichen Wicklung mit gleichen Abmessungen, gleicher Windungszahl, gleichem Leiterquerschnitt, gleicher Luftspaltbreite, gleicher Luftspaltinduktion und gleicher Polzahl, normiert sind.

So sind hier alle Werte der herkömmlichen Scheibenmaschine als 100% angenommen auf die die Werte der erfindungsgemäßen Maschinen normiert sind. Der angegebene Spulenausnutzungsgrad ξ_{sp} einer Spule entspricht:

$$\xi_{sp} = \frac{\text{wirksamer Leiter } l_w}{\text{gesamter Leiter } l_{ges} \text{ einer Spule}}$$

(näheres zum Spulenausnutzungsgrad siehe Fachaufsatz 2, S.4)

Die erfindungsgemäße Wicklung teilt sich jeweils in einen dargestellten Trommel- und Scheibenbereich. Außerdem ist die Wicklungsabmessung d/C einer schematischen Seitenansicht gezeigt.

Eingezeichnet sind die wirksame Leiterfläche 33 , die Wicklungsabmessungen d und C , sowie der Strom I mit seiner Richtung. Bei den Wicklungsabmessungen d/c sind gängige Größen gewählt worden. Die Wicklungen in Bild 1-3 sind für die Konstruktionsformen der Fig. 1-3 geeignet. Die Wicklung in Bild 4 gehört zur Konstruktionsform in Fig.4.

In den Bildern 1 bis 4 ist zu sehen, dass im scheibenförmigen Bereich diametral eine Aussparung im wirksamen Polbereich ist, die Platz für Schleifkontakte bietet, die z.B. in Fig.1 in Blickrichtung liegen. Wenn der Platz nicht ausreichend sein sollte können die Leiter auch weniger nah an die Welle gelegt werden, so dass die Aussparung breiter wird, wodurch die Leiter allerdings etwas weniger effektiv werden. Dies wäre sicherlich zu verkraften, wie man anhand der hohen Gewinne in der Spannungs-, Strom-, Leistungs- und Drehmomentzunahme bei gleichzeitiger Minderung oder geringfügiger Erhöhung der Wicklungslänge an den angegebenen Zahlenwerten erkennen kann.

Bild 1 zeigt die Abwicklung einer erfindungsgemäßen Glockenwicklung mit den Abmessungen $d/c=1,11$ im Vergleich zu einer herkömmlichen Glockenwicklung mit gleichen Abmessungen. Die Werte für Leistung und Drehmoment steigen um 53% gegenüber der herkömmlichen Glockenwicklung. Die Leiterlänge der Wicklung verkürzt sich sogar noch etwa um 3%. Die Wicklung ist in den Konstruktionsformen von Fig.1-3 einsetzbar.

Bild 2 zeigt die Abwicklung einer erfindungsgemäßen Glockenwicklung mit den Abmessungen $d/c=0,65$ im Vergleich zu einer herkömmlichen Glockenwicklung mit gleichen Abmessungen. Die Werte für Leistung und Drehmoment steigen um ca. 34% gegenüber der herkömmlichen Glockenwicklung. Die Leiterlänge der Wicklung bleibt nahezu gleich lang. Die Wicklung ist in den Konstruktionsformen von Fig.1-3 einsetzbar.

Bild 3 zeigt die Abwicklung einer erfindungsgemäßen Glockenwicklung mit den Abmessungen $d/c=0,41$ im Vergleich zu einer herkömmlichen Glockenwicklung mit gleichen Abmessungen. Die Werte für Leistung steigen um ca. 49% und für das Drehmoment um ca. 26% gegenüber der herkömmlichen Glockenwicklung. Die Leiterlänge der Wicklung verlängert sich um ca.7%. Die Wicklung ist in den Konstruktionsformen von Fig.1-3 einsetzbar.

Bild 4 zeigt die Abwicklung einer erfindungsgemäßen Trommelwicklung mit beidseitiger Achsannäherung im Vergleich zu einer herkömmlichen Wicklung mit gleichen Abmessungen $d/C= 1,11$. Der dargestellte Wicklungsverlauf bietet eine Leistungssteigerung von 195% und eine Drehmomentsteigerung von 79,5%, wobei sich die Leiterlänge um 9% verlängert. Die Wicklung ist in der Konstruktionsform von Fig.4 einsetzbar.

Eine beidseitige Wellenannäherung (Fig.4) bei diesen Maschinen bietet noch weitaus höhere Leistungsgewinne bis zu einer Größenordnung um 700%, die bei rechtwinklig zur Bewegungsrichtung liegenden Leitern im Trommelbereich und einer Leiterführung, wie in den Bildern 1-3 im Scheibenbereich erreicht werden. Unter Trommel-Scheibenmaschine in den Figuren 7 und 8 sind die Scheibenwicklungsteile so einer Maschine zu sehen.

Die Luftspaltabschnitte in den Maschinen der Figuren 1 - 4 verlaufen im Scheibenbereich gleichmäßig, mit der gleichen Luftspaltbreite, wie im Umfangsbereich. Dieser gleichmäßige Verlauf gilt, wenn die Maschinenfläche im Umfangsbereich nicht voll mit Leitern belegt ist, so dass keine Überlappungen im achsnahen Bereich entstehen, wie es z.B. bei den Wicklungen mit separaten Spulen im [Fachaufsatz I, Bild 13 und 14] und im [Fachaufsatz II, Bild 5] der Fall ist.

Werden Gleichstromschrägwicklungen verwendet, deren Wickelschema in den Bildern 1 - 4 zu sehen sind, werden die Leiter im achsnahen Bereich dicht nebeneinander liegend in einer

Zweischichtwicklung gewickelt. Bei ihrem Verlauf Richtung Außenradius entstehen Abstände zwischen benachbarten Leitern, die sich bis zum Umfang der Wicklung vergrößern. Werden die Leiter im Trommelbereich schräg gewickelt, entsteht eine siebförmige Wicklung, die den Vorteil hat, dass sie eine sehr gute Kühlung der Leiter gewährleistet. Gegenüber einer herkömmlichen Glockenwicklung, deren Leiter im Umfangsbereich dicht nebeneinander liegen, ist die Windungszahl im gleichen Luftspaltbereich kleiner. Dieser dadurch bedingte Leistungsverlust kann aber durch die effiziente Wicklungsnutzung der gefalteten Spule, mit einer Leistungssteigerung von ca.50-700%, in Abhängigkeit von der Wickelschemaaufteilung, der Leiterdichte im Umfangsbereich und dem Maße der Achsannäherung, aufgefangen werden.

Bringt eine Stirnbereichsnutzung einen Leistungsgewinn von beispielsweise 100%, kann die Windungszahl auf 50% herabgesetzt werden und man erreicht immer noch die gleiche Leistung, wie die herkömmliche Wicklung. So kann im Umfangsbereich zwischen benachbarten Leitern entsprechend viel Platz gelassen werden, was viel Luft für den Stirnbereich schafft, damit dort eine Zweischichtwicklung gewährleistet ist und keine zusätzlichen Überlappungen benachbarter Leiter entstehen.

Vorteilhaft ist es, eine Wicklung zu wählen, die im Umfangsbereich eine Leiterbreite zwischen benachbarten Leitern Platz lässt und die Leiter im Stirnbereich nur bis auf 50% des zur Verfügung stehenden Radius an die Achse heran verlaufen. So ist der Umfangsbereich durch die Leiterbelegung gut genutzt und im Stirnbereich ist eine Zweischichtwicklung gewährleistet.

Will man bei gleicher Umfangsbereichnutzung eine Wickelschemaaufteilung von 50% des Wickelschemas für den Stirnbereich wählen, wie in den Bildern 1 - 4, bei denen der Leiter bis in Achsnähe verläuft, bekommt man ab dem halben Radius im achsnahen Bereich Überlappungen benachbarter Leiter. Dieser Bereich kann dann beispielsweise als Wickelkopf aus dem Magnetfeldbereich ausgespart werden und nur der äußere halbe Radius wird dann mit Magnetpolen belegt.

Werden Schrägwicklungen verwendet, deren Leiter dicht nebeneinander liegend im Trommelbereich gewickelt sind, entstehen Überlappungen im Scheibenbereich, die den Luftspalt Richtung Achse aufweiten. Um hier dann eine ausreichende Luftspaltinduktion zu gewährleisten, ist die Höhe der Magnetpole im, sich der Achse annähernden Luftspaltabschnitt, zu vergrößern.

Eine Gestaltungsvariante ist hier, nur den Außenradius des sich der Achse annähernden Leiters zu nutzen und ihn mit den Magnetpolen mit der doppelten Magnethöhe zu versehen.

Anlage: Zeichnungen (6 Blatt)

Autor: Dipl.-Ing. Jörg Bobzin

Kontakt: Siehe Internetseite: <http://www.sternen-motoren.de/Kontakt.htm>

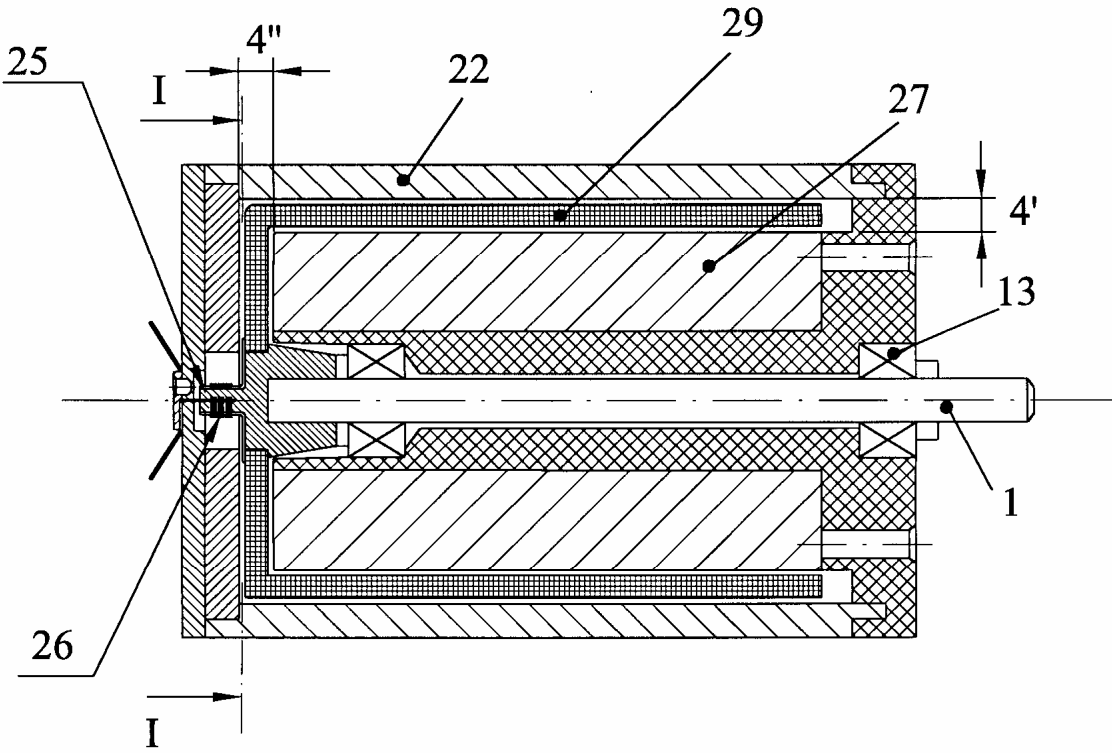


Fig.1

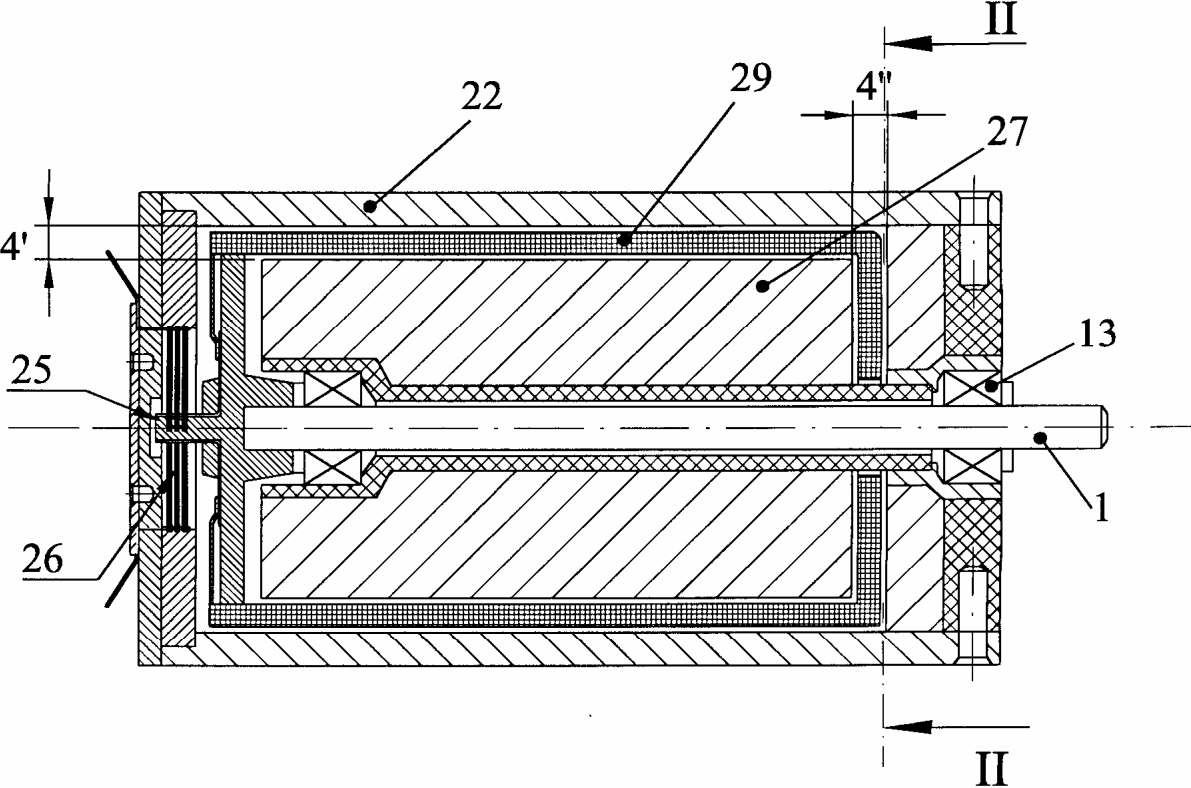


Fig.2

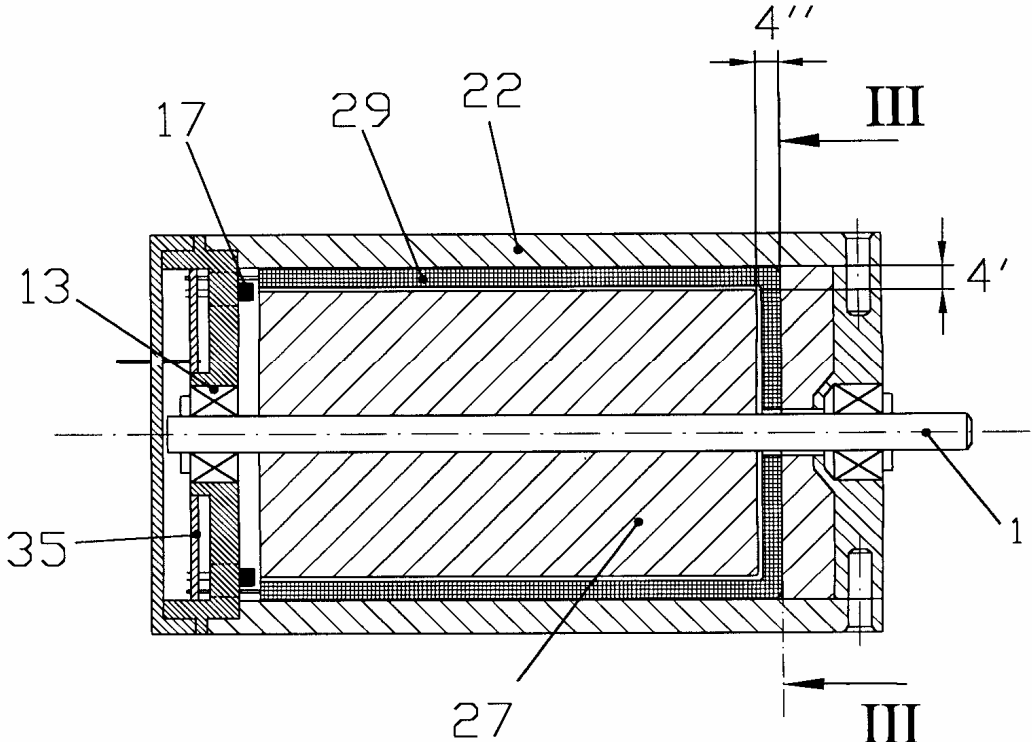


Fig. 3

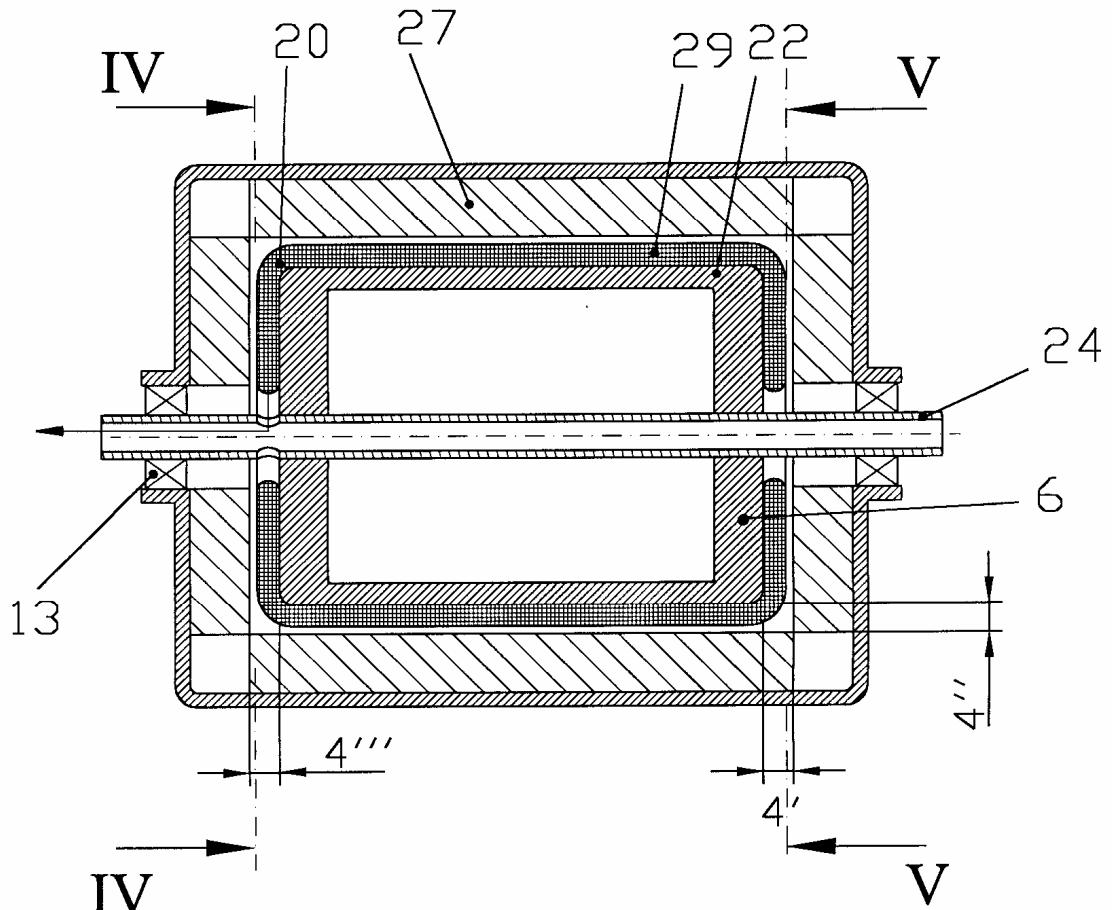


Fig.4

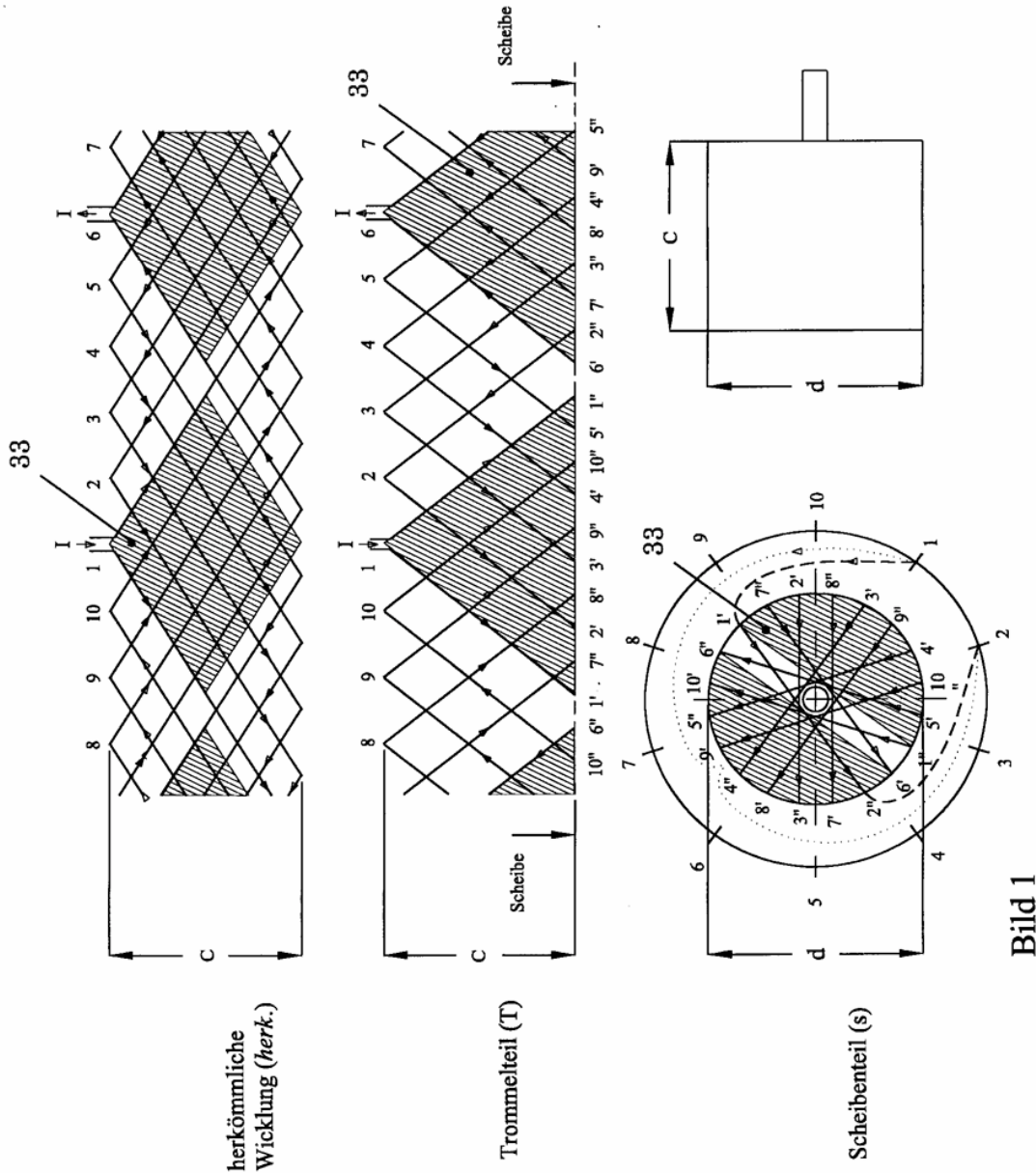


Bild 1

Wicklung

$$\frac{d}{c} = \frac{\text{Durchmesser}}{\text{axiale Länge}} = 1,11$$

$\frac{A_T}{A_{herk.}} \cdot 100\% = 100,8\%$ wirksame Fläche

$\frac{A}{A_{herk.}} \cdot 100\% = 150,8\%$

Leiterlänge

$$\frac{l}{l_{herk.}} \cdot 100\% = 97,1\%$$

Spannung (Generator)

$$\frac{U}{U_{herk.}} \cdot 100\% = 153\%$$

Strom

$$\frac{I}{I_{herk.}} \cdot 100\% = 157\%$$

Drehmoment (Motor)

$$\frac{M}{M_{herk.}} \cdot 100\% = 153\%$$

Leistung

$$\frac{P}{P_{herk.}} \cdot 100\% = 241,8\%$$

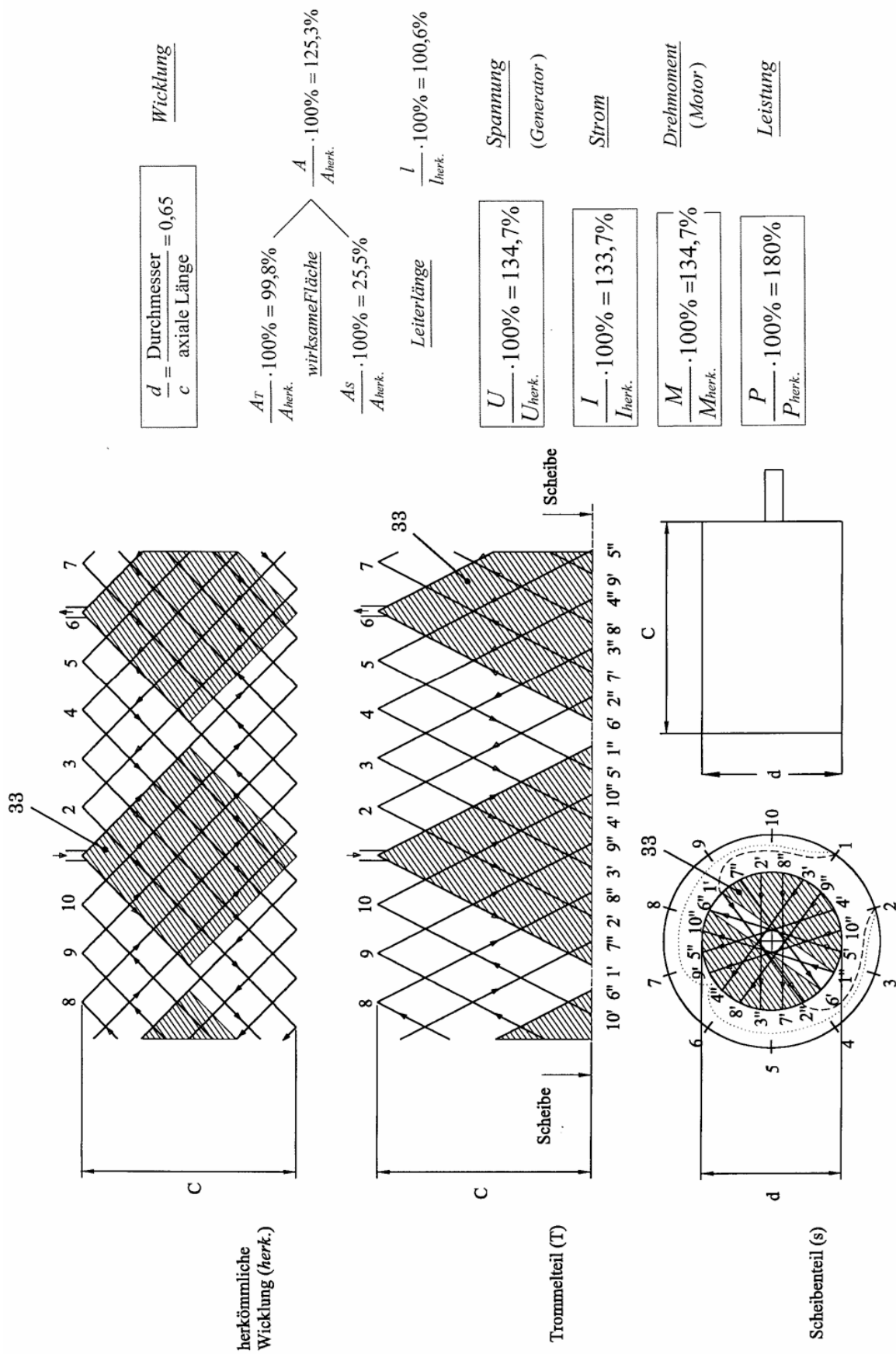


Bild 2

$$\frac{d}{c} = \frac{\text{Durchmesser}}{\text{axiale Länge}} = 0,41$$

Wicklung

$$\frac{A_r}{A_{herk.}} \cdot 100\% = 100,4\%$$

wirksame Fläche

$$\frac{A}{A_{herk.}} \cdot 100\% = 119,1\%$$

$$\frac{A_s}{A_{herk.}} \cdot 100\% = 18,7\%$$

Leiterlänge

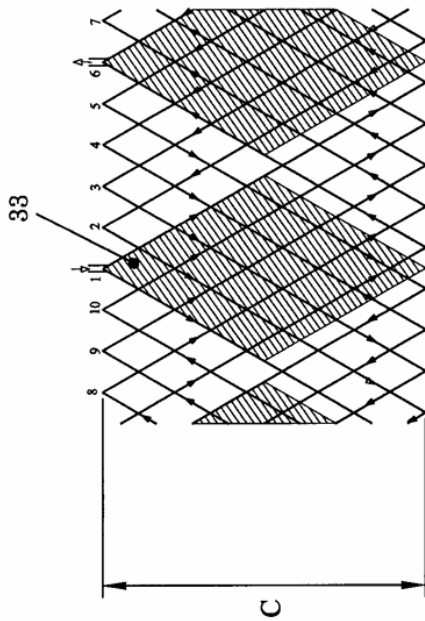
$$\frac{l}{l_{herk.}} \cdot 100\% = 107\%$$

$$\frac{U}{U_{herk.}} \cdot 100\% = 126,7\%, \quad \frac{I}{I_{herk.}} \cdot 100\% = 149\%$$

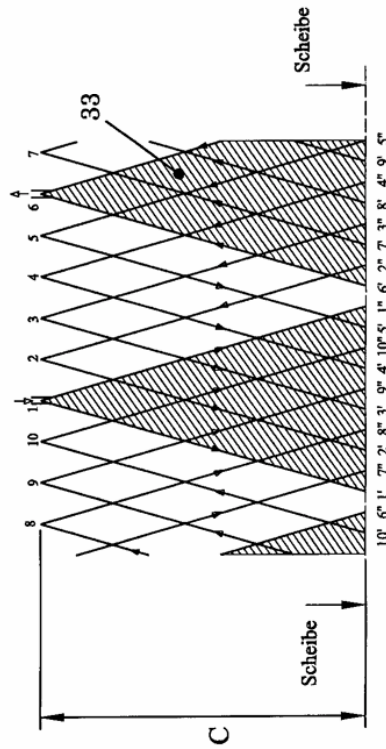
Spannung (Generator) Strom

$$\frac{P}{P_{herk.}} \cdot 100\% = 149\%, \quad \frac{M}{M_{herk.}} \cdot 100\% = 126,7\%$$

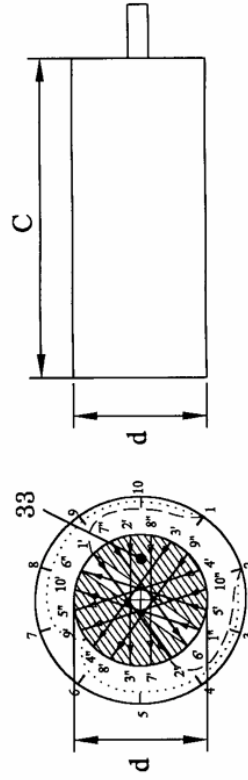
Leistung Drehmoment (Motor)



herkömmliche
Wicklung (*herk.*)



Trommelteil (T)



Scheibenteil (s)

Bild 3

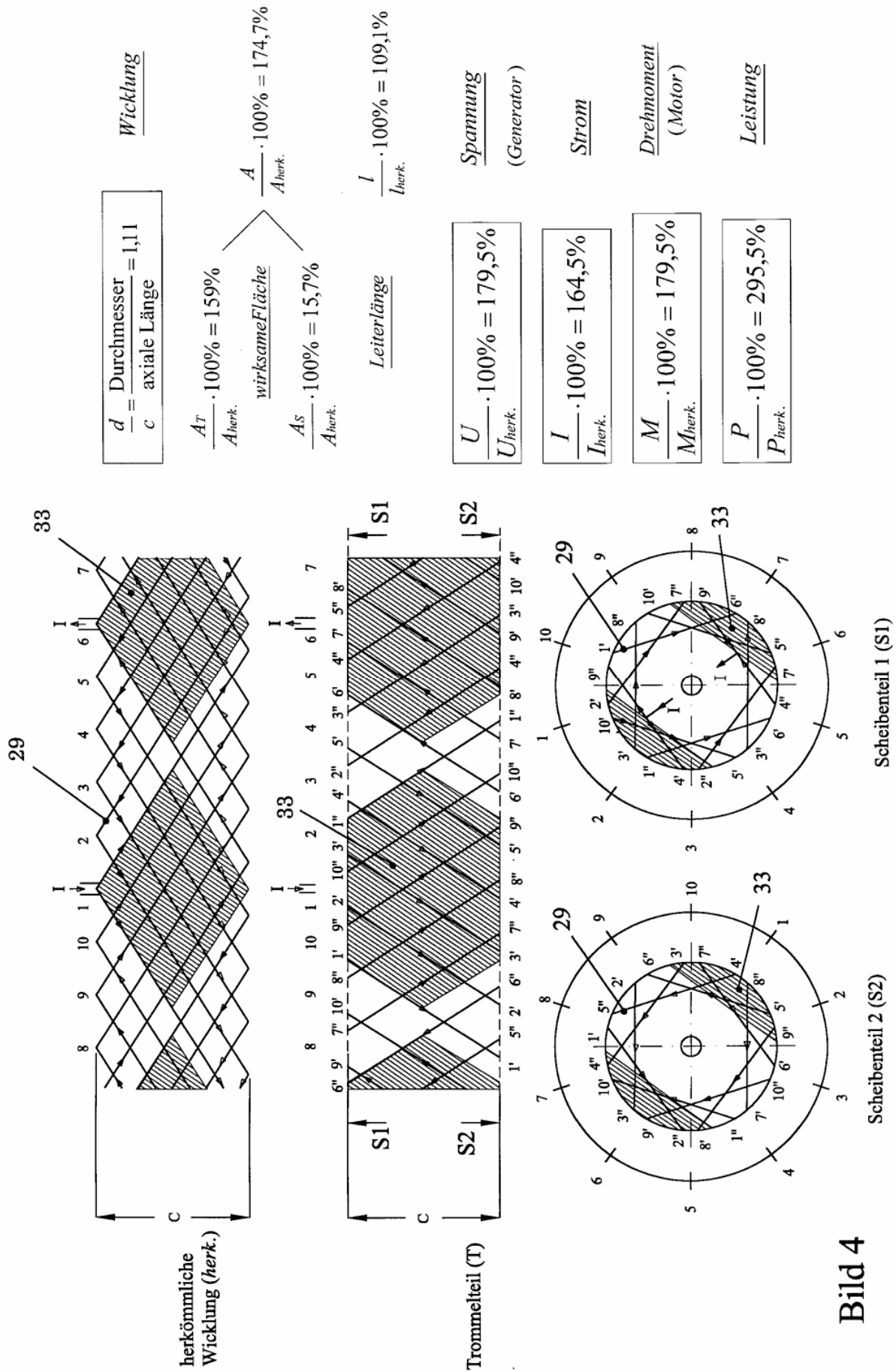


Bild 4