

Inhaltsverzeichnis

Vorwort.....	5	3. Trommelantrieb für Waschmaschinen.....	32
1. Kleine Lüfter – Beispiele ihrer Motoren u. Wickeltechnik... 7		3.1 Herstellung der Blechpakete für Stator und Läufer.....	33
1.1 Lüfter für Wechselstromanschluss.....	7	3.2 Isolieren des Statorblechpakets.....	34
1.1.1 Statorpaket, stanzpaketiert.....	8	3.3 Ausführen der Statorwicklung mit Kontaktierung.....	35
1.1.2 Statorpaket bestückt mit Kurzschlusswindungen.....	8	3.4 Aufbau des Läufers.....	37
1.1.3 Statorpaket isoliert.....	9	3.5 Montage des Motors.....	38
1.1.4 Wickeln einsetzbarer Polspulen.....	9	4. Geschirrspülerpumpe mit BLDC-Motor.....	39
1.1.4.1 Folgewickeltechnik.....	10	4.1 Antriebsmotor der Geschirrspülerpumpe.....	40
1.1.5 Fügen der vorgewickelten Polspulen	11	4.1.1 Statorpaket mit Isolierung.....	40
1.1.6 Das Lüftergehäuse und seine Komplettierung.....	12	4.1.2 Stator bewickelt und komplettiert.....	41
1.1.7 Läufer komplett mit Flügelrad.....	13	4.1.3 Baugruppe Rotor.....	46
1.1.8 Endmontage des Lüfters.....	14	4.1.4 Fügen von Stator und Rotor zum Motorteil.....	47
1.2 Lüfter für Gleichstromanschluss / Variante 1.....	15	4.2 Aufbau des Hydraulikteils.....	48
1.2.1 Aufbau der Innenstator-Baugruppe.....	16	4.2.1 2K-Spritzgiessen des Gehäuses.....	48
1.2.2 Linearwickeltechnik.....	17	4.2.2 Komplettierungsteile für Pumpengehäuse.....	49
1.2.3 Fügen von Stator mit Lüftergehäuse.....	20	4.3 Endmontage der Geschirrspülerpumpe.....	50
1.2.4 Aufbau der Rotor-Baugruppe.....	21	5. Kfz-Zusatzwasserpumpe mit EC-Motor.....	51
1.2.5 Endmontage.....	21	5.1 Statorbaugruppe der Zusatzwasserpumpe.....	52
1.3 Lüfter für Gleichstromanschluss / Variante 2.....	22	5.1.1 Stator unbewickelt.....	53
1.3.1 Aufbau des Lüfters.....	22	5.1.2 Stator bewickelt.....	54
1.3.2 Flachspulen-Wickeltechnik.....	23	5.1.3 Stator anschluss-kontaktiert.....	54
2. Radnabenmotor.....	25	5.1.4 Stator komplettiert.....	56
2.1 Innenstator	26	5.2 Rotor der Zusatzwasserpumpe.....	57
2.1,1 Statorblechpaket mit geklebten Lamellen.....	26	5.3 Endmontage der Zusatzwasserpumpe.....	58
2.1.2 Statorblechpaket isoliert.....	26		
2.1.3 Statorbewicklung.....	27		
2.1.4 Komplettieren des bewickelten Stators.....	29		
2.1.5 Aufbau und Einbau der Elektromagnetbremse.....	30		
2.2 Aufbau des Rotors und Endmontage.....	31		

Inhaltsverzeichnis (Fortsetzung)

6.	Robotereinsatz in der Statorfertigung.....	59
6.1	Fertigungslinie für Polkettenstatoren.....	59
6.1.1	Polketten-Stator.....	60
6.1.2	Polketten-Bewicklung.....	61
6.1.3	Verschaltungs-Vorbereitung.....	62
6.1.4	Rollieren der Polkette zum zylindrischen Stator.....	65
6.1.5	Robotereinsatz im Statorfertigungs-Abschnitt.....	66
6.2	Roboterzelle.....	67
7.	Stator eines Rollladen-Antriebs.....	69
8.	Segmentierter Stator mit Aufsteckspulenkörpern.....	72
8.1	Ausstanzen und späteres Fügen des Polsterns.....	72
8.2	Optimierung des Aufsteckspulenkörpers.....	73
8.2.1	Schneidklemmkontakte z. Paarung m. Schaltplatine..	74
8.3	Endmontage des Stators.....	76
8.3.1	Fügemerkmale für das Aufsetzen der Bauteile.....	77
8.3.2	Fügeeinrichtung.....	80
8.3.3	Tandem-Endmontageplatz	81
9.	Gewebte Flachdraht-Wellenwicklungen.....	83
9.1	Kommentar zum Begriff.....	83
9.1.1	Runddraht-Schleifenwicklung bei Alternatoren.....	84
9.1.2	Runddraht-Wellenwicklung bei Alternatoren.....	85
9.2	Flachdraht-Wellenwicklungen.....	88
9.2.1	Flachdraht-Wellenwicklung DE 103 28 955 B4.....	88
9.2.2	Rechteckleiter-Wellenwicklung US2009/0276997A1...94	
	Autor.....	98
	Sachwortverzeichnis.....	99
	Quellenverzeichnis.....	102

1. Kleine Lüfter – Beispiele ihrer Motoren und deren Wickeltechnik

Unter den verschiedenen Lüfterbauarten sind Axiallüfter eine Kategorie.

Industrielüfter mit Leistungen im kW-Bereich sind z.B. Außenläufermotoren mit Innenstatorn, wie sie im Teil 1, Absatz 5.3 wickeltechnisch beschrieben werden.

Kleine Lüfter werden jährlich millionenfach in Großserien hergestellt.

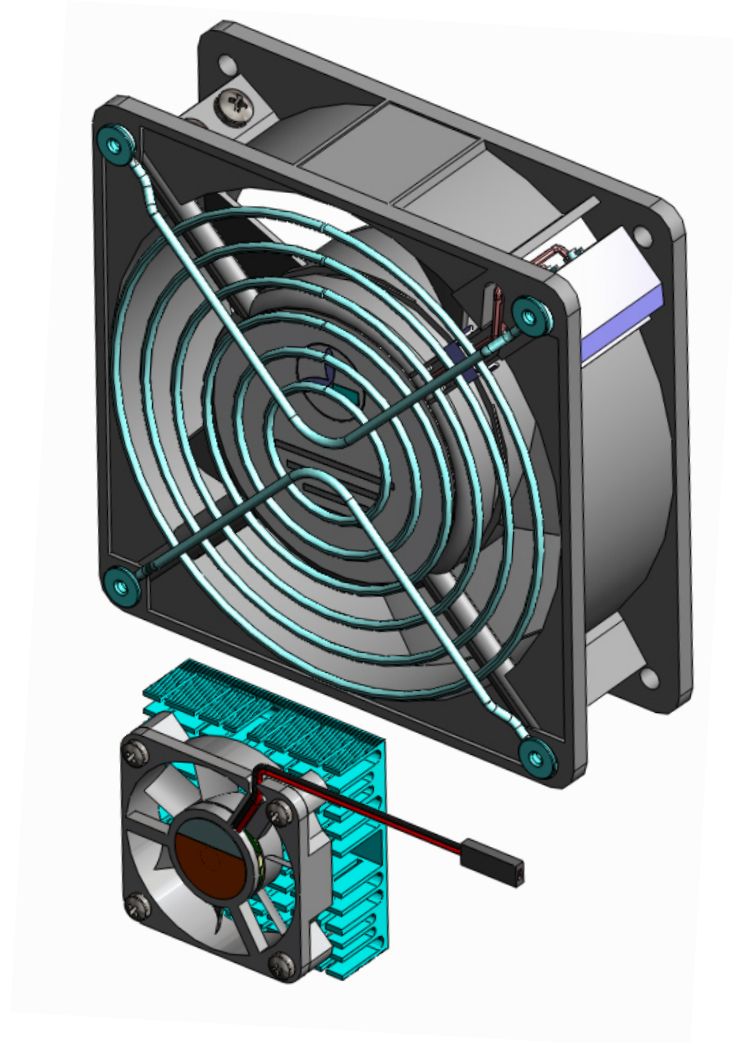
Mit Wechselstromanschluss werden sie im Haushalt und Gewerbe eingesetzt. Dies häufig als Axiallüfter im vorzugsweise quadratischen Gehäuse mit Gehäusemaßen von zum Beispiel 119 x 119 x 38 mm (Bild rechts oben). Die Leistungen liegen hier im Bereich von 13...19 W [1]

Mit Gleichstromanschluss werden sie in ebensolchen Stückzahlen zur Prozessorkühlung in Computern hergestellt, als Baueinheit mit einem Kühlerblock. Hier hat das Lüftergehäuse zum Beispiel nur noch Abmessungen von 45 x 45 x 10,5 mm (Bild rechts unten). Der gezeigte Lüfter hat eine Leistung von 0,7W.

Dem Trend weg vom PC-Minitower hin zu immer flacheren Notebooks mussten auch die Lüfter folgen und hierfür geeignete Motorkonzepte erhalten.

1.1 Lüfter für Wechselstromanschluss

Stellvertretend für ein großes Sortiment werden die konstruktiven und technologischen Merkmale des rechts oben gezeigten Lüfters untersucht und beschrieben.



[1] ebmpapst „Kompaktlüfter für Gleich-u. Wechselspannung“ Ausgabe 2014

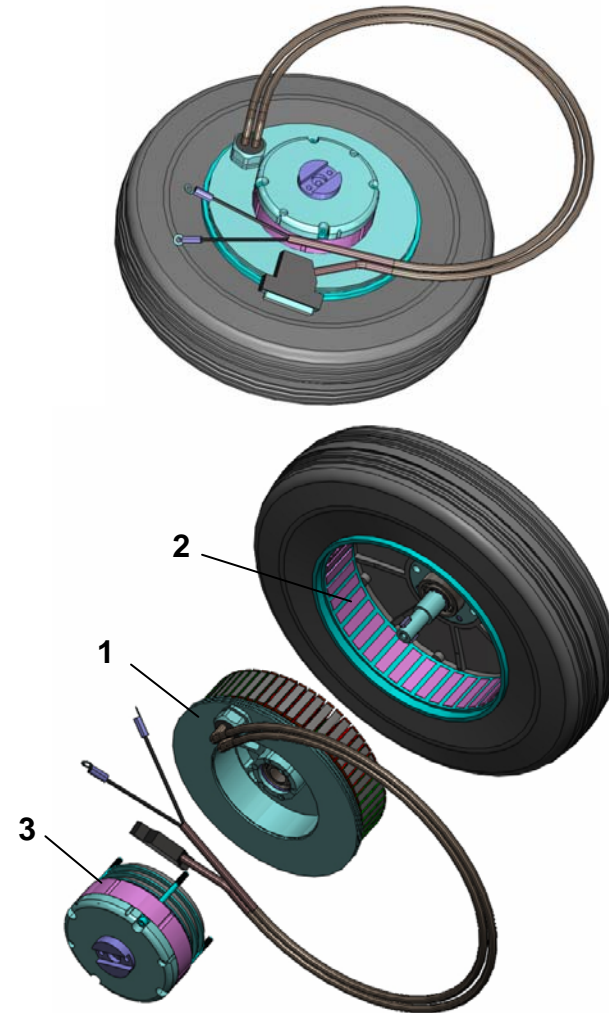
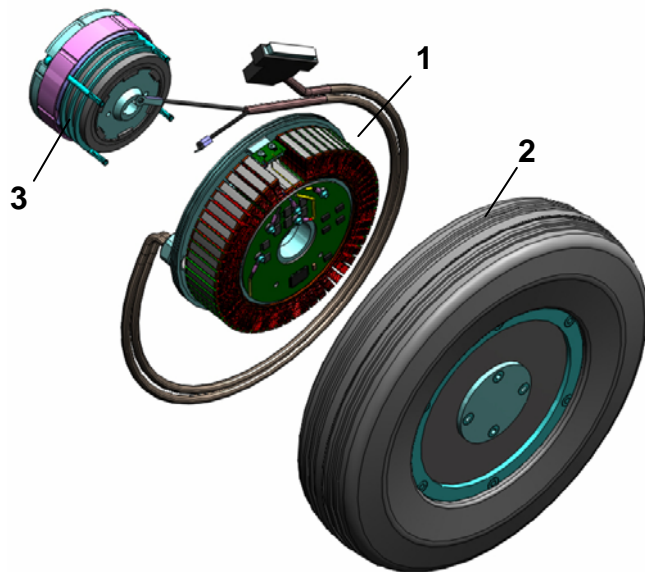
Quelle : Analyse technoexpert-Bauteilmuster

2. Radnabenmotor

Der hier vorgestellte Radnabenmotor [1] ist ein getriebeloser Fahrtrieb mit 150 W Nennleistung für batteriegespeiste leichte Fahrzeuge. Der Außendurchmesser der Bereifung misst 350 mm.

Verwendet wird ein bürstenloser, elektronisch kommutierter Gleichstrommotor in Außenläuferbauart. Als Langsamläufer ist er für eine Nenndrehzahl von 125 U/min ausgelegt.

Seine Hauptbaugruppen sind der Innenstator (1) mit einer Zahnpolwicklung und der Elektronik-Platine, der Rotor (2) mit einer Permanentmagnet-Bestückung und Bereifung sowie eine elektromagnetisch betätigte Haltebremse (3).



[1] Heinzmann GmbH & Co. KG

3. Trommelantrieb für Waschmaschinen

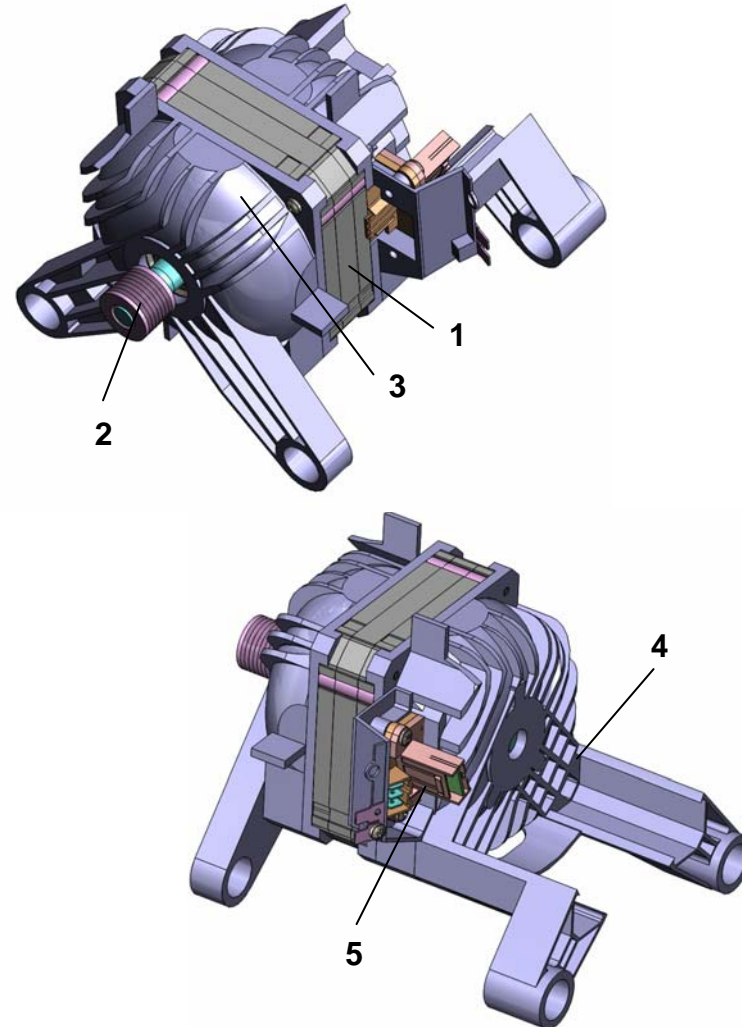
Waschmaschinen finden sich heute in fast allen Haushalten. Entsprechend hoch sind damit auch die Stückzahlen der jährlich hergestellten Trommelantriebe. Das macht sie interessant für eine technologische Beschreibung. Bis Mitte der 90er-Jahre verwendete man einphasige Kondensator-Asynchronmotoren. Heutzutage erfüllt man Bedingungen der Effizienzklassifizierung mit elektronisch kommutierten Motoren (BLDC) [1].

Vorlage für den nebenstehend gezeigten Trommelantrieb ist ein Erzeugnis von BSH Hausgeräte GmbH) mit einer Nennleistung von 545W, der die Trommel über einen Zahnriemen antreibt. Er hat ein kleineres Bauvolumen als ein Direktantrieb auf der Trommelwelle und tendenziell bessere Motorwirkungsgrade, aber unter Inkaufnahme zusätzlicher Teile für den Riementrieb und die separate Lagerung.

Wie nachstehend noch im Einzelnen gezeigt wird, besteht er aus fünf Hauptbauteilen:

- Gehäuseloses Statorblechpaket mit einer Zahnpolwicklung (1)
- Innenläufer mit Ferritmagneten und einer Riemenscheibe (2)
- Al-Lagerschild A-Seite mit Haltearmen (3)
- Al-Lagerschild B-Seite mit auskragenden Haltearmen (4)
- Anschlussbaugruppe (5)

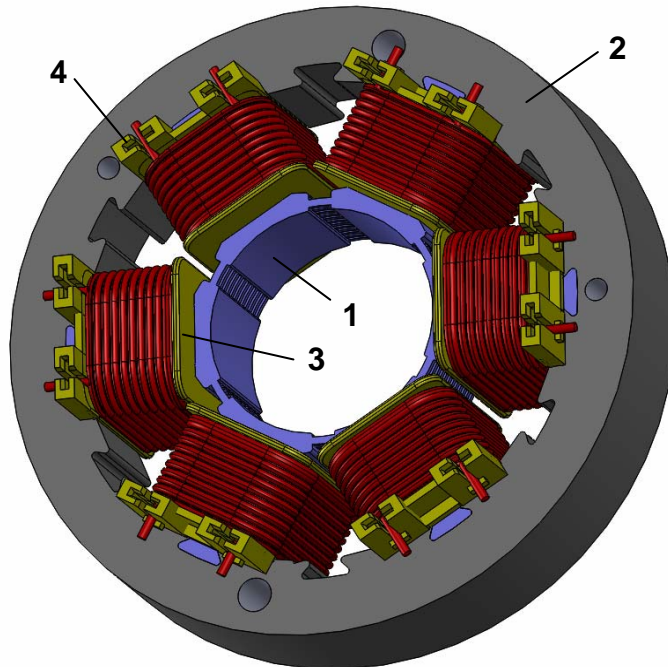
Zur Montage des Motors sind lediglich sechs Schrauben zu setzen.



[1] Dr. Axel Walter : Der Trommelantrieb der BSH-Waschmaschine früher und heute. Vortrag auf dem Kleinmaschinenkolloquium 2014 der TU Ilmenau

8. Segmentierter Stator mit Aufsteckspulenkörpern

Der als Umschlagbild der Buchreihe verwendete Stator ist in einen Polstern (1) mit durch sog. Fenstertechnik verbundenen Polpaketen und in einen Jochring (2) segmentiert, der einen Außendurchmesser von 84 mm und eine Paketbreite von 16 mm besitzt. Die Einzelzahnwicklung wird auf aufsteckbaren Spulenkörpern (3) ausgeführt und mit Schneidkontakttaschen (4) anschließbar gemacht [1][2]



8.1 Ausstanzen und späteres Fügen des Polsterns

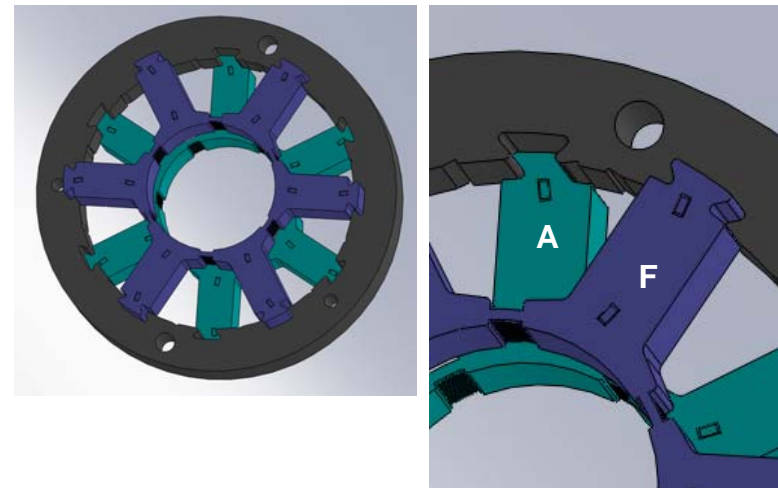
Die gewählte Segmentierung ergab sich aus der Vorgabe, das Bewickeln in Lohnfertigung mit Aufsteckspulenkörpern zu lösen. Das zunächst erwogene Ausstanzen loser Einzelpakete erwies sich im stanztechnischen und fertigungstechnischen Variantenvergleich einem Polstern unterlegen.

Durch den Schneidspalt an der Ausstanzstelle des Polsterns wird diese Schwalbenschwanznut zu groß, um mit Passmaß den Polstern später zu fügen.

Deshalb werden die Passmaß-Nuten mit halber Nutteilung versetzt zusätzlich geschnitten.

Die Bilder unten demonstrieren die Ausstanzlage (A) und die spätere Fügeposition (F) des Polsterns.

Die Blechpakete des Stators sind stanzpaketiert.



[1] Technologie kleiner Elektromaschinen Teil 1 S.21; 42; 71 [2] Fertigungskonzept technoexpert dresden für ELEKTRA GmbH Schalkau 2010

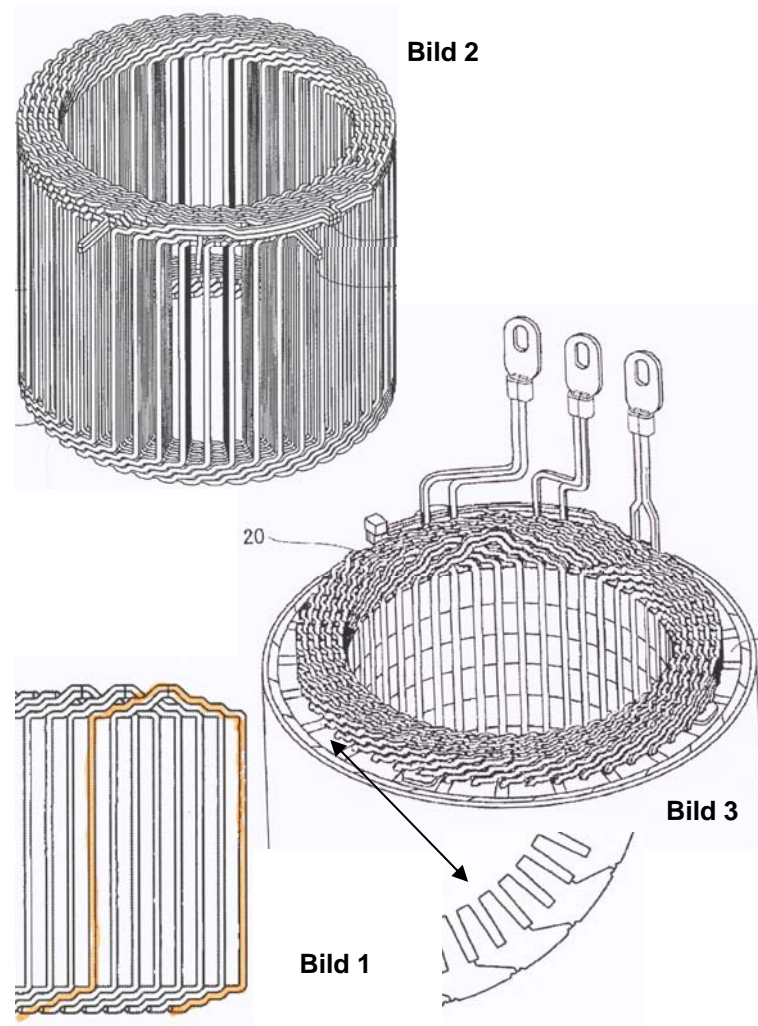
9.0 Gewebe Flachdraht-Wellenwicklungen

9.1 Kommentar zum Begriff

In der Motor-Wickeltechnik von „Weben“ zu sprechen ist unüblich. Benutzt – um nicht zu sagen eingeführt – wird der Begriff u.a. von einer US-Patentschrift [1][2]. Ihr sind die nebenstehenden Bilder entnommen. Ein Prozessschritt zur Herstellung der kompakten Flachdraht-Wellenwicklung wird beschrieben mit „to weave the coil wires into a wire bundle“. Dabei werden zunächst eben ausgelegte Flachdraht-Wellenstränge nach einer versetzt ausgeführten Faltung zur kollisionsfrei kreuzenden Überlappung gebracht und bilden eine Art gewebte Matte. Ähnliche mattenartige Flächengebilde erzeugt die Textiltechnik beim Weben durch sich kreuzende Fäden.

Die erfindungsgemäße Statorwicklung wird aus einer mehrlagigen „Matte“ von Flachdraht-Wellensträngen (Bild 1) durch anschließendes Rollieren zu einem selbsttragenden Wickel geformt (Bild 2). Die Lagenzahl entspricht der Leiterzahl in der Nut. Die Geometrie der rollierten Wicklung ist so exakt, dass in Umkehrung der üblichen Prozessfolge bei der Statorfertigung Polpakete eines segmentierten Blechpaketes erst nachträglich radial in die Wicklung gefügt werden (Bild 3)

Statorwicklungen für den Automotive-Bereich durch versetzte Überlappung von zylindrischen Wellenstrang-Ebenen aus parallelen Runddrahtleitern zu bilden, wurde bereits bei Drehstrom-Lichtmaschinen (sog. Alternatoren) erfolgreich praktiziert. Dazu bietet sich ein technologischer Rückblick an.



[1] US-Pat. 2009 / 0276997 A1 vom 12.Nov.2009

[2] technoexpert-Patentrecherche „Wellenwicklungen“ ; 2014