

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
17. Juli 2014 (17.07.2014)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2014/108231 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
H02K 5/10 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/074262

(22) Internationales Anmeldedatum:
20. November 2013 (20.11.2013)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2013 200 117.7
8. Januar 2013 (08.01.2013) DE

(71) Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**
[DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

(72) Erfinder: **FREITAG, Gunter**; Hofangerstraße 131, 81735
München (DE). **SCHLEICHER, Klaus**; Äuss.-Cramer-
Klett-Str. 11, 90489 Nürnberg (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,
RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH,
TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA,
ZM, ZW.

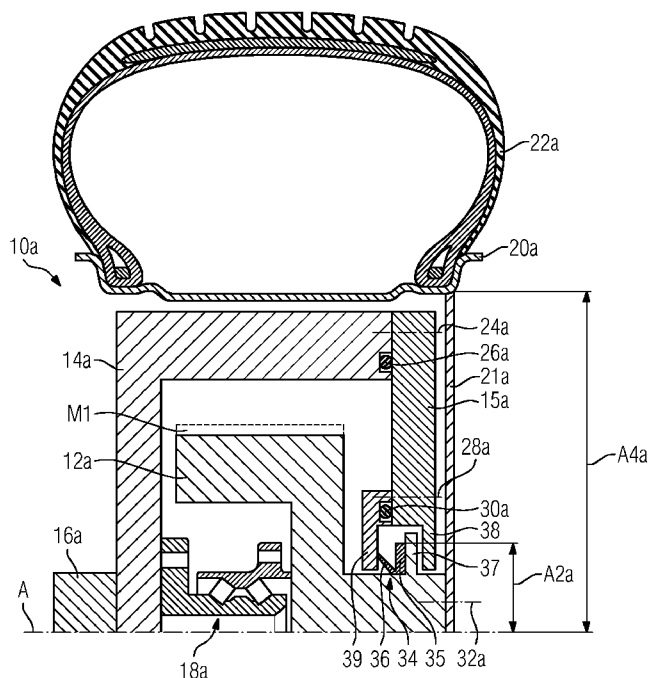
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KP,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,
LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE,
SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,
GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: WHEEL HUB MOTOR AND METHOD FOR SEALING A WHEEL HUB MOTOR

(54) Bezeichnung : RADNABEN-MOTOR UND VERFAHREN ZUM ABDICHTEN EINES RADNABEN-MOTORS

FIG 1



(57) Abstract: Among other things, the invention
relates to a wheel hub motor (10a) including: - a stator
(14a); - a rotor (12a); and - at least one seal element
(34) between stator (14a) and rotor (12a). The seal
element (34) is fixed to the rotor (12a) and has a
protruding part (36) which contacts the stator (14a)
when the motor (10a) is stopped. The protruding part
(36) is arranged and designed such that when the rotor
(12a) is rotating, a centrifugal force, which produces a
gap between the protruding part (36) and the stator
(14a), acts on the protruding part (36).

(57) Zusammenfassung: Erläutert wird u.a. ein
Radnaben-Motor (10a) enthaltend: - einen Stator
(14a), - einen Rotor (12a), und - mindestens ein
Dichtungselement (34) zwischen Stator (14a) und
Rotor (12a), wobei das Dichtungselement (34) am
Rotor (12a) befestigt ist, wobei das Dichtungselement
(34) einen abstehenden Teil (36) hat, der im Stillstand
des Motors (10a) an dem Stator (14a) anliegt, und
wobei der abstehende Teil (36) so angeordnet und
ausgebildet ist, dass bei sich drehendem Rotor (12a)
eine Fliehkraft auf den abstehenden Teil (36) wirkt,
die einen Spalt zwischen dem abstehenden Teil (36)
und dem Stator (14a) erzeugt.



Veröffentlicht:

- *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)*

Beschreibung

Radnaben-Motor und Verfahren zum Abdichten eines Radnaben-Motors

5

Die Erfindung betrifft einen Radnabenmotor mit Dichtungselement sowie ein zugehöriges Verfahren zum Abdichten eines Radnabenmotors. Radnabenmotoren werden insbesondere bei Elektro-
kraftfahrzeugen eingesetzt, d.h. bei Elektroautos oder Elektrolastkraftwagen. Der Radnabenmotor ist ein Elektromotor, der
10 in der Felge angeordnet sein kann. Ein Luftspalt zwischen Stator und Rotor kann einen Radius haben, der bspw. größer als 75 Prozent des Radius der Felge ist, um ein hohes Drehmoment zu erreichen.

15

Der erfindungsgemäße Radnaben-Motor kann enthalten:

- einen Stator,
- einen Rotor, und
- mindestens ein Dichtungselement zwischen Stator und Rotor,
20 wobei das Dichtungselement am Rotor befestigt ist,
wobei das Dichtungselement einen abstehenden Teil hat, der im Stillstand des Motors an dem Stator anliegt,
und wobei der abstehende Teil so angeordnet und ausgebildet ist, dass bei sich drehendem Rotor eine Fliehkraft auf den
25 abstehenden Teil wirkt, die einen Spalt zwischen dem abstehenden Teil und dem Stator erzeugt.

Das erfindungsgemäße Verfahren zum Abdichten eines Radnaben-Motors kann enthalten:

- 30 - Vorsehen eines Dichtungselementes, das sich durch Fliehkraft öffnet, als statisches Dichtungselement,
- und vorzugsweise Vorsehen eines weiteren Dichtungselementes für den Fall des geöffneten statischen Dichtungselementes.

35 Es ist Aufgabe von Weiterbildungen einen einfach aufgebauten Radnaben-Motor anzugeben, der insbesondere sowohl im Stillstand als auch bei höheren Drehzahlen eine gute Abdichtung gegen Flüssigkeit und/oder Schmutz hat, die bzw. der von au-

Ben eindringen könnte. Außerdem soll ein zugehöriges Verfahren angegeben werden.

Diese Aufgabe wird durch einen Radnaben-Motor gemäß Anspruch 1 gelöst. Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen angegeben. Die auf ein Verfahren bezogene Aufgabe wird durch das Verfahren gemäß nebengeordnetem Anspruch gelöst. Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

- 10 Der Radnaben-Motor kann enthalten:
- einen Stator,
 - einen Rotor, und
 - mindestens ein Dichtungselement zwischen Stator und Rotor, wobei das Dichtungselement am Rotor befestigt ist,
- 15 wobei das Dichtungselement einen abstehenden Teil hat, der im Stillstand des Motors an dem Stator anliegt, und wobei der abstehende Teil so angeordnet und ausgebildet ist, dass bei sich drehendem Rotor eine Fliehkraft auf den abstehenden Teil wirkt, die einen Spalt zwischen dem abste-
- 20 henden Teil und dem Stator erzeugt.

Der Radnabenmotor kann als Innenläufer oder als Außenläufer ausgebildet sein. Beim Innenläufer ist der Stator außen angeordnet und der Rotor ist innerhalb des Stators angeordnet.

- 25 Beim Außenläufer ist der Rotor außen angeordnet und der Stator ist innerhalb des Rotors angeordnet. In beiden Fällen gibt es zwischen dem Rotor und dem Stator einen Luftspalt in dem ein Drehmoment erzeugt wird.

- 30 Der Motor kann Permanentmagnete enthalten, die am Rotor angeordnet sind, so dass Stromzuführungen zu einem sich drehenden Teil nicht erforderlich sind. Der Rotor kann auch in einer anderen Bauweise ausgeführt werden, z.B. als Reluktanzmotor, Kurzschlussrotor oder Synchronmotor mit Fremderregung, d.h.
- 35 mit Spulen am Rotor.

Der Stator kann Spulen enthalten, die um ein geblechtes Eisenjoch oder auf einer anderen magnetischen Fluss führenden

Struktur gewickelt bzw. angeordnet sind. Die Ansteuerung der Spulen kann bspw. mit Verfahren der feldorientierten Regelung erfolgen, insbesondere geberlos oder mit einem separaten Drehwinkelsensor.

5

Der abstehende Teil des Dichtungselementes kann von einem Befestigungsteil des Dichtungselementes abstehen. Dieser Befestigungsteil kann sich auf Grund der Befestigung selbst nicht durch die Fliehkraft bewegen. Der Befestigungsteil kann auch
10 als Hauptkörper oder Hauptteil des Dichtungselementes bezeichnet werden und kann auch den Großteil der Masse des Dichtungselementes enthalten.

Die Masse des abstehenden Teil kann durch geeignete Maßnahmen
15 so gewählt werden, dass die Dichtung ab einer gewünschten Drehzahl öffnet. Zu diesen Maßnahmen gehören:

- Ausgestaltung der Form, z.B. Verdickungen zum freien Ende hin,
- Einlagen bzw. Einschlüsse oder Besatz aus schwererem Material,
20
- größere Materialstärken, usw.

Neben dem Abheben bei einer gewünschten Drehzahl kann eine hohe statische Dichtwirkung im Stillstand gewährleisten sein,
25 bspw. durch entsprechende Anpressdrücke der Dichtungslippe oder durch konstruktive Maßnahmen, die das Andrücken verstärken, insbesondere unter Nutzung der eindringenden Flüssigkeit bzw. des eindringenden Medium, z.B. Luft mit feinen Wassertropfen.

30

Die Weiterbildung geht von der Überlegung aus, das der Radnabenmotor im Stillstand und auch bei langsamer Fahrt, von z.B. weniger als 30 Kilometer pro Stunde, gut abgedichtet sein sollte, insbesondere gegen stehendes Wasser, z.B. in einer
35 tieferen Pfütze. Andererseits darf die Dichtung bei der Fahrt aber auch nicht den Wirkungsgrad des Motors zu stark beeinträchtigen. Auch ein zu schneller Verschleiß des Dichtungselementes sollte vermieden werden.

Weiterhin muss auch bei hohen Drehzahlen, z.B. bei Geschwindigkeiten über 30 Kilometern pro Stunde, über 80 Kilometern pro Stunde oder sogar über 100 Kilometern pro Stunde eine gute Abdichtung gewährleisten sein, insbesondere gegen Spritzwasser.

Alle diese Anforderungen können durch die Verwendung eines Dichtungselementes erfüllt werden, das einen abstehenden Teil hat, der vorzugsweise mit einem Hauptteil einstückig bzw. einteilig verbunden ist und der sich durch Zentrifugalkraft relativ zu dem Hauptteil bewegt. Der abstehende Teil kann eine Dichtungslippe bilden, die sich bei hohen Drehzahlen von einer Dichtfläche löst, so dass ein vorzeitiger Verschleiß des Dichtungselementes vermieden wird, insbesondere durch Reibung und durch erhöhte Temperatur.

Durch das Öffnen des Dichtungselementes entsteht die Möglichkeit, ein weiteres Dichtungselement für den dynamischen Fall zur Abdichtung zu benutzen.

Das Dichtungselement kann einstückig gefertigt sein, d.h. aus einem Guss, insbesondere mit Metallringeinlagen bzw. Metallringeinschlüssen oder Metallbesatz. Alternativ kann das Dichtungselement kein Metall enthalten. Auch eine mehrstückige Fertigung ist möglich, z.B. mit weniger als drei Einzelteilen.

Insbesondere kann das Dichtungselement an der Verbindungsstelle zwischen Hauptteil und abstehendem Teil einstückig ausgebildet sein, was den Verschleiß verringert, insbesondere bei der Relativbewegung von abstehendem Teil und Hauptteil. Der abstehende Teil kann in sich flexibel sein, was ebenfalls einen geringen Verschleiß durch die Abhebebewegung in Folge der Fliehkraft bedeuten kann.

Das Dichtungselement kann ringförmig ausgestaltet sein, insbesondere als V-Ring oder als U-Ring bzw. G-Ring der auch als

Radialwellendichtungsring nach DIN 3760 bezeichnet wird. Der U-Ring bzw. G-Ring (Radialwellendichtungsring) kann auch als Simmerring bezeichnet werden.

- 5 Für die zusätzlichen Dichtungen kommen eine Vielzahl von Dichtungen in Frage, was unten näher ausgeführt wird, z.B. Spaltdichtung, Labyrinthdichtung, Zentrifugalwellendichtung, usw.
- 10 Der sich durch die Fliehkraft bildende Spalt kann eine Spaltbreite im Bereich von 0,001 Millimeter bis 0,5 Millimeter haben, was durch konstruktive Maßnahmen erreicht werden kann. Die maximale Spaltbreite kann bspw. bei 0,5 Millimetern oder weniger liegen, was ebenfalls durch geeignete Maßnahmen er-
- 15 reicht werden kann. So kann durch eine nichtlineare Steifigkeit eine Spaltbreite bzw. Spaltweite von bspw. 0,01 bis 0,09 Millimetern eingestellt werden.

- Der sich drehende Rotor kann bei Bildung des Spalts eine
- 20 Drehzahl im Bereich von 200 Umdrehungen pro Minute bis bspw. 1000 Umdrehungen pro Minute oder mehr haben.

- Es kann somit ein Kompromiss zwischen Verschleiß und nachlassender Dichtwirkung gewählt werden.
- 25

- Der Motor kann ein Innenläufermotor sein, wobei der abstehende Teil den Stator in axialer Richtung bezogen auf die Drehachse des Rotors berühren kann. Zusätzlich oder alternativ kann der abstehende Teil in der axialen Richtung durch die
- 30 Fliehkraft vom Stator abgehoben werden.

- Der Innenläufermotor beruht im Vergleich zu einem Außenläufer auf einem anderen Konstruktionsprinzip, das bspw. abhängig vom Gesamtkonzept des Fahrzeugs bzw. des Fahrwerks Vorteile
- 35 mit sich bringen kann.

Die Berührung in axialer Richtung und/oder das Abheben in axialer Richtung ermöglichen - bei einem Innläufermotor - den

Einsatz von anderen Materialien bzw. von Materialien mit anderen Eigenschaften im Vergleich zu einem radialen Berühren und/oder radialen Abheben. So können bspw. weichere Materialien eingesetzt werden und/oder Materialien mit einer geringeren Materialsteifigkeit. Die Montage bzw. Demontage des Dichtungselements kann erleichtert sein. Die axiale Dichtung stellt im Vergleich zu einer radialen Dichtung geringere Anforderungen an die Montage, d.h. an Passungen etc.

Der Motor kann wiederum ein Innenläufermotor sein, wobei der abstehende Teil den Stator in radialer Richtung bezogen auf die Drehachse des Rotors berührt. Alternativ oder zusätzlich kann der abstehende Teil in der radialen Richtung durch die Fliehkraft vom Stator abgehoben werden.

Für den Innenläufer gelten wieder die oben angegebenen technischen Wirkungen.

Die Berührung in radialer Richtung und/oder das Abheben in radialer Richtung ermöglichen den Einsatz von anderen Materialien bzw. von Materialien mit anderen Eigenschaften im Vergleich zu einem axialen Berühren und/oder axialen Abheben. So können bspw. härtere Materialien eingesetzt werden und/oder Materialien mit einer höheren Materialsteifigkeit. Die Montage bzw. Demontage des Dichtungselements kann erleichtert sein.

Der Motor kann ein Außenläufermotor sein, wobei der abstehende Teil den Stator in axialer Richtung bezogen auf die Drehachse des Rotors berührt. Alternativ oder zusätzlich kann der abstehende Teil in der axialen Richtung durch die Fliehkraft vom Stator abgehoben wird.

Bei einem Außenläufermotor kann bei vorgegebenen Bauraum und bei der Verwendung von Permanentmagneten bspw. der Luftspalt weiter außen angeordnet werden, was zu einem größeren Luftspaltdurchmesser und damit zu einem höherem Drehmoment führen kann im Vergleich zu einem Innenläufer.

Die Berührung in axialer Richtung und/oder das Abheben in axialer Richtung ermöglichen - auch bei einem Außenläufermotor - den Einsatz von anderen Materialien bzw. von Materialien mit anderen Eigenschaften im Vergleich zu einem radialen Berühren und/oder radialen Abheben. So können bspw. weichere Materialien eingesetzt werden und/oder Materialien mit einer geringeren Materialsteifigkeit. Die Montage bzw. Demontage des Dichtungselements kann erleichtert sein.

Der Motor kann wiederum ein Außenläufermotor sein, wobei der abstehende Teil den Stator in radialer Richtung bezogen auf die Drehachse des Rotors berührt. Alternativ oder zusätzlich kann der abstehende Teil in der radialen Richtung durch die Fliehkraft vom Stator abgehoben werden.

Die Berührung in radialer Richtung und/oder das Abheben in radialer Richtung ermöglichen den Einsatz von anderen Materialien bzw. von Materialien mit anderen Eigenschaften im Vergleich zu einem axialen Berühren und/oder axialen Abheben. So können bspw. härtere Materialien eingesetzt werden und/oder Materialien mit einer höheren Materialsteifigkeit. Die Montage bzw. Demontage des Dichtungselements kann erleichtert sein.

Somit werden vier Varianten angegeben, von denen im Zusammenhang mit verschiedenen konstruktiven Motorgesamtkonzepten eine Variante besondere Vorteile haben kann. Die dem Konstrukteur zur Auswahl stehenden Variantenanzahl wird demzufolge erhöht.

Der abstehende Teil des Dichtungselementes kann direkt von einem Hauptkörper des Dichtungselementes abstehen, an dem das Dichtungselement am Rotor befestigt ist. Bei dem Dichtungselement kann es sich um einen Dichtungsring mit v-förmigem Querschnitt handeln, d.h. um einen V-Ring. So können zwei Schenkel in der ebenen Querschnittsfläche mit einem bestimmten Winkel zwischen einander zugewandten Flächen von Haupt-

teil und abstehenden Teil angeordnet sein. Der Winkel kann bspw. im Bereich von 30 Winkelgrad bis 75 Winkelgrad liegen. Reale Werte können nach Tests geliefert und werden. Zwischen diese Flächen eindringende Flüssigkeit kann eine zusätzliche Dichtwirkung hervorrufen.

Der Hauptkörper des V-Rings kann bspw. einen der folgenden Querschnitte haben: Rechteck, Parallelogramm, Trapez, etc. Der abstehende Teil des V-Rings kann bspw. einen rechteckförmigen oder keilförmigen Querschnitt haben.

Ein V-Ring kann im Vergleich zu bspw. einem U-Ring mit weichen Materialien ausgeführt werden.

An der Berührungsstelle kann es zu einer der eindringenden Flüssigkeit zugewandten Seite hin einen größeren Winkel zwischen der Berührungsfläche am Motor und einer Fläche an der Dichtungslippe geben im Vergleich zu einem Winkel der zu einem Innenraum des Motors hin liegt, wobei der kleinere Winkel zwischen der Berührungsfläche am Motor und einer weiteren Fläche der Dichtungslippe gebildet wird. Durch diese Wahl der Winkel können sich strömungsmechanische Transporteffekte ergeben, durch die Flüssigkeit nach außen gezogen wird, d.h. vom Motorinnenraum weg.

Der größere Winkel kann um mindestens 30 Prozent größer sein als der kleinere Winkel bezogen auf den kleineren Winkel. Der kleinere Winkel kann im Bereich von 10 Winkelgrad bis 30 Winkelgrad liegen, insbesondere bezogen auf eine nicht angepresste Dichtungslippe.

Der abstehende Teil des Dichtungselementes kann alternativ an einem frei angeordneten Mittelteil des Dichtungselementes angeordnet sein. Der Mittelteil kann an einem Hauptteil des Dichtungselementes angeordnet sein, an dem das Dichtungselement am Rotor befestigt ist. In diesem Fall kann das Dichtungselement als U-Ring, Simmerring, oder Wellendichtring bezeichnet werden, und insbesondere Metalleinlagen oder Metall-

aufsätze enthalten bzw. haben. Hauptteil, Mittelteil und abstehender Teil können einstückig zueinander ausgeführt werden, z.B. als ein Gussteil.

- 5 Der Hauptkörper des U-Rings kann bspw. einen rechteckförmigen Querschnitt haben. Der Mittelteil des U-Rings kann bspw. ebenfalls einen rechteckförmigen Querschnitt haben. Der abstehende Teil des U-Rings kann bspw. einen rechteckförmigen oder keilförmigen Querschnitt haben.

10

Der Winkel zwischen einander zugewandten Flächen von Hauptteil und Mittelteil kann im Bereich von 80 Winkelgrad bis 100 Winkelgrad liegen, vorzugsweise bei 90 Grad.

- 15 Der Winkel zwischen einander zugewandten Flächen von Mittelteil und abstehendem Teil kann im Bereich von 90 Winkelgrad bis 110 Winkelgrad liegen, vorzugsweise bei 100 Grad.

- 20 Der U-Ring kann steifer als bspw. ein V-Ring ausgeführt werden, was konstruktive Vorteile mit sich bringen kann.

In die Öffnung des U-förmigen Rings eindringende Flüssigkeit kann eine zusätzliche Dichtwirkung entfalten, weil der freie Schenkel angedrückt wird.

25

- An der Berührungsstelle kann es zu einer der eindringenden Flüssigkeit zugewandten Seite hin einen größerer Winkel zwischen der Berührungsfläche am Motor und einer Fläche an der Dichtungslippe geben im Vergleich zu einem Winkel der zu einem Innenraum des Motors hin liegt, wobei der kleinere Winkel zwischen der Berührungsfläche am Motor und einer weiteren Fläche der Dichtungslippe gebildet wird. Durch diese Wahl der Winkel können sich auch für das Dichtungselement mit frei angeordnetem Mittelteil strömungsmechanische Transporteffekte ergeben, durch die Flüssigkeit nach außen gezogen wird, d.h. vom Motorinnenraum weg.
- 30
- 35

Der größere Winkel kann um mindestens 30 Prozent größer sein als der kleinere Winkel bezogen auf den kleineren Winkel. Der kleinere Winkel kann im Bereich von 10 Winkelgrad bis 30 Winkelgrad liegen, insbesondere bezogen auf eine nicht angepresste Dichtungslippe.

Zwischen dem Rotor und dem Stator kann mindestens eine weitere Dichtung angeordnet sein. Die weitere Dichtung kann insbesondere für den dynamischen Fall vorgesehen sein und bspw. im statischen Fall eine verminderte Dichtwirkung haben oder eine unveränderte Dichtwirkung.

Die weitere Dichtung kann eine Labyrinthdichtung mit vorzugsweise mindestens vier Krümmungen im Labyrinthweg sein, insbesondere eine Labyrinthdichtung mit kämmenden Mantelflächen bezogen auf die Drehachse des Rotors, was die Montage erleichtert. Der Labyrinthweg zwischen den beiden einander gegenüberliegenden Dichtungsflächen kann z.B. wellenförmig, zickzackförmig, oder U-förmig mit abgewinkelte Ecken ausgebildet sein.

Die Spaltbreite des Spalts der Labyrinthdichtung wird so gewählt, dass sich eine gute Dichtwirkung ergibt, insbesondere im dynamischen Fall.

Die weitere Dichtung kann eine Schleuderscheibe sein oder enthalten, die eindringende Flüssigkeit in radialer Richtung wegschleudert. Durch einen Spalt, der vorzugsweise beidseitig der Schleuderscheibe liegt, kann die Abdichtung verstärkt werden, insbesondere wenn ausreichend Flüssigkeit nach außen geschleudert wird, um eine hohe Dichtwirkung zu entfalten.

Auch Kombinationen aus Labyrinthdichtung und Schleuderdichtung können verwendet werden.

Die weitere Dichtung kann eine Spaltdichtung sein mit einem vorzugsweise geraden Spalt der eine Spaltbreite kleiner als 2 Millimeter oder kleiner als 1 Millimeter und ein Spaltlänge

in radialer oder axialer Richtung im Bereich von 10 Millimetern bis zu 100 Millimetern oder mehr hat.

5 Eine Spaltdichtung mit geradem Spalt ist besonders einfach herzustellen, insbesondere unter Verwendung ohnehin vorhandener Konstruktionselemente.

10 Auch Kombinationen aus Labyrinthdichtung und/oder Schleuderdichtung und/oder Spaltdichtung mit geradem Spalt und können verwendet werden.

Es können auch andere Dichtungen für den dynamischen Fall verwendet werden, insbesondere radial Wellendichtungen oder Dichtungen bei denen die weg geschleuderte Flüssigkeit durch
15 Kanäle, wieder abgeführt wird, insbesondere nach außen hin, z.B. unter Nutzung der Schwerkraft. Es können mehrere der genannten Dichtungen für den dynamischen Fall kombiniert werden.

20 Bei einem Innenläufermotor kann am Stator eine Platte mit mindestens drei vorzugsweise lösbaren Verbindungen befestigt sein, bspw. Schraubverbindung. Alternativ werden unlösbare Verbindungen verwendet, bspw. Schweißstellen oder Schweißnähte. An der Platte bzw. an einem an der Platte befestigten
25 Element kann ein Berührungsbereich liegen, an dem der abstehende Teil des Dichtungselementes den Stator berührt. Die Platte kann zum Stator hin mit einem weiteren Dichtungselement abgedichtet sein, insbesondere einem statisch dichtenden O-Ring oder einer statisch dichtenden Flachdichtung. Durch
30 die Verbindung kann eine einfache Montage gegeben sein, ggf. auch einfache Demontage. Die Abdichtung mit einem O-Ring oder einer Flachdichtung ist besonders einfach.

Bei einer Ausgestaltung eines Innenläufermotors ist an der
35 Platte eine weitere Platte bzw. Scheibe befestigt, insbesondere eine ringförmige Platte bzw. Scheibe. Eine weitere vorzugsweise lösbare Verbindung und eine weitere Dichtung können zur Montage der weiteren Platte vorgesehen sein.

Bei einem Außenläufermotor kann am Rotor eine Halte-Platte mit mindestens drei vorzugsweise lösbaren Verbindungen befestigt sein, bspw. Schraubverbindungen. Alternativ werden un-
5 lösbare bzw. nicht zerstörungsfrei lösbare Verbindungen verwendet. An der Platte kann das Dichtungselement befestigt sein, bspw. durch Aufvulkanisieren und/oder unter Verwendung einer Nut und/oder unter Verwendung eines Spannrings. Die Platte kann zum Rotor hin mit einem weiteren Dichtungselement
10 abgedichtet sein, insbesondere einem O-Ring oder einer Flachdichtung. Auf diese Weise kann eine einfache Montage, ggf. auch einfache Demontage, sowie eine einfache Abdichtung erreicht werden.

15 Bei einer Ausgestaltung hat das Dichtungselement mit dem abstehenden Teil einen Außendurchmesser, der mindestens 80 Prozent eines Felgendurchmessers hat. Damit ist die Umfangslänge der Dichtung vergleichsweise groß. Der Felgendurchmesser kann ein Nennmaß betreffen z.B. 15, Zoll, 17 Zoll oder 19 Zoll
20 oder anderes Maß, bspw. im Bereich von 5 Zoll (Quad) bis zu 100 Zoll (Bergwerkslaster). Ein Zoll ist gleich 25,4 Millimeter.

Bei einer anderen Ausgestaltung hat das Dichtungselement mit
25 dem abstehenden Teil einen Außendurchmesser, der höchstens 60 Prozent oder höchstens 50 Prozent eines Felgendurchmessers hat. Damit ist die Umfangslänge der Dichtung vergleichsweise klein, was deren Herstellung erleichtert. Der Flüssigkeitseintrag kann in der Nähe der Drehachse des Rotors kleiner als
30 weiter außen sein.

Außerdem wird ein Verfahren zum Abdichten eines Radnaben-Motors angegeben enthaltend:

- Vorsehen eines Dichtungselementes, das sich durch Fliehkraft öffnet, als statisches Dichtungselement,
35
- und vorzugsweise Vorsehen eines weiteren Dichtungselementes für den Fall des geöffneten statischen Dichtungselementes.

Das Verfahren kann mit einem der oben angegebenen Motoren bzw. Dichtungen durchgeführt werden. Somit gelten die oben für die Motoren bzw. Dichtungen genannten technischen Wirkungen auch für das Verfahren bzw. dessen Weiterbildungen.

5

Bei weiteren Ausgestaltungen hat der V-Ring an seiner Basis eine breitere Fläche als an einer der Basis abgewandten und gegenüberliegenden Deckfläche, was bspw. die Montage des V-Rings erleichtern kann.

10

Bei anderen Ausgestaltungen werden die folgenden Materialien für das Dichtungselement mit dem abstehenden Teil bzw. auch für die anderen Dichtungselemente des Motors verwendet:

- Nitril Butandien Kautschuk NBR (Nitrile Butadiene Rubber),
- 15 - Acrylnitril Butandien Kautschuk,
- Fluor Karbon Kautschuk FPM heute auch FKM,
- Ethylen Propylen Dien Kautschuk EPDM (ethylene propylene diene monomer (M-class) rubber),
- Acrylat Kautschuk ACM,
- 20 - Methyl Vinyl Silikon Kautschuk MVQ,
- Polyurethan PU,
- Poly Tetra Fluor Ethylen (Teflon) PTFE, und
- viele andere.

25 Auch Kombinationen der genannten Materialien werden eingesetzt, insbesondere in Mehrschichtsystemen bzw. als Verbundwerkstoff. Die genannten Werkstoffe können mit Metall verstärkt werden.

30 Mit anderen Worten ausgedrückt, wird eine Dichtung für einen Radnabenmotor angegeben. Radnabenmotoren können bauartbedingt eine Dichtung mit größerem Umfang als normale elektrische Antriebe benötigen. Zudem sind Radnabenmotoren aufgrund der Position im Rad extrem Wasser und ähnlichen Medien ausgesetzt.

35 Sie sollten tauchdicht sein und gleichzeitig große Spritzdrücke aushalten.

Die Dichtung sollte aber auch nicht zu viel Reibung erzeugen, weil damit der Wirkungsgrad des Radnabenmotors negativ beeinflusst wird und die Dichtung auf Grund von Wärme verschleißt.

5 Es könnten Standard-Wellendichtungen aus der Industrie verwendet werden. Z.B. Radial-Wellendichtringe. Die dichtende Wirkung dieser Standard-Wellendichtungen ist dabei begrenzt durch die Umfangsgeschwindigkeiten oder sie sind von den Kosten nicht akzeptabel. Der Montageaufwand ist für Standard-Dichtungen vertretbar, da meist die Dichtungslippe gegen 10 Stahl, z.B. gehärteten Stahl, reibt. Im Radnabenmotor kann es jedoch Schwierigkeiten mit Standard-Dichtungen geben, z.B. auf Grund des geringen Bauraums und/oder auf Grund von bspw. zu Stahl weicherer Aluminiumteile.

15 Radnabenmotoren sollten bzw. müssen nur im Stand und bei Fahrt im Schrittempo, d.h. z.B. kleiner als 5 Kilometer pro Stunde, tauchdicht sein. Spritzdrücke entstehen nur während der Fahrt. Deshalb wird eine berührende Dichtung mit einer 20 berührungsfreien Dichtung kombiniert. Eine Dichtlippe übernimmt die Dichtfunktion im Stand, aber bei einer vorgegebenen Drehzahl löst sie sich durch die Fliehkraft. Zeitgleich ist eine berührungsfreie Sperrdichtung (z.B. Zentrifugal-Wellendichtung bzw. eine andere Sperrdichtung vorhanden, 25 die im dynamischen Fall dichtet.

Das Lösen der Dichtlippe der berührenden Dichtung stellt hier nicht die Einsatzgrenze der Dichtung mit dieser Dichtlippe dar, sondern ist beabsichtigt. Dadurch verringert sich die 30 Reibung der Dichtung und reduziert nicht mehr den Wirkungsgrad. Außerdem verschleißt die Dichtlippe nicht während bzw. solange die Fliehkraft die Berührung verhindert. Steht das Fahrzeug, wirkt keine Fliehkraft und die Dichtlippe verschließt den Spalt im Radnabenmotor wirkungsvoll. Das Fahrzeug kann z.B. in einer Pfütze parken. Spritzdrücke treten 35 nur bei größeren Geschwindigkeiten auf. Nun wirkt nur die berührungslose Dichtung. Weil sie berührungslos wirkt, tritt ebenfalls keine Reibung auf.

Da der Verschleiß reduziert ist, kann eine wartungsfreie Dichtung zu geringen Kosten hergestellt werden.

5 Die oben beschriebenen Eigenschaften, Merkmale und Vorteile dieser Erfindung sowie die Art und Weise, wie diese erreicht werden, werden klarer und deutlicher verständlich im Zusammenhang mit der folgenden Beschreibung der Ausführungsbeispiele. Sofern in dieser Anmeldung der Begriff "kann" verwen-
10 det wird, handelt es sich sowohl um die technische Möglichkeit als auch um die tatsächliche technische Umsetzung. Sofern in dieser Anmeldung der Begriff "etwa" verwendet wird, bedeutet dies, dass auch der exakte Wert offenbart ist.

15 Die Figuren sind nicht maßstabsgerecht gezeichnet, insbesondere können die Aspektverhältnisse der Elemente des Motors und insbesondere der Dichtungselemente anders gewählt werden.

Im Folgenden werden Ausführungsbeispiele der Erfindung an
20 Hand der beiliegenden Zeichnungen erläutert. Darin zeigen:

- Figur 1 einen Radnaben-Innenläufermotor mit axial aufwei-
tender bzw. abhebender Dichtungslippe eines Dichtungselementes und mit Schleuderdichtung,
25 Figur 2 den Radnaben-Innenläufermotor mit geöffneter Dichtungslippe des Dichtungselementes,
Figur 3 einen Querschnitt durch das Dichtungselement mit der Dichtungslippe,
Figur 4 einen Radnaben-Innenläufermotor mit axial aufwei-
30 tender bzw. abhebender Dichtungslippe eines Dichtungselementes und mit Spaltdichtung,
Figur 5 einen Radnaben-Innenläufermotor mit radial aufweitender bzw. abhebender Dichtungslippe eines Dichtungselementes und mit Labyrinthdichtung,
35 Figur 6 einen Radnaben-Innenläufermotor mit axial aufweitender bzw. abhebender Dichtungslippe eines Dichtungselementes,

Figur 7 einen Radnaben-Außenläufermotor mit radial aufweitender bzw. abhebender Dichtungslippe eines Dichtungselementes,

Figur 8 einen Radnaben-Außenläufermotor mit axial aufweitender bzw. abhebender Dichtungslippe eines Dichtungselementes, und

Figur 9 einen Radnaben-Außenläufermotor mit felgennahem Dichtungselement.

Die Figur 1 zeigt einen Radnaben-Innenläufer-Motor 10a mit axial aufweitender bzw. abhebender Dichtungslippe 36 eines Dichtungselementes 34 und mit einer Schleuderdichtung 37.

In allen Figuren 1 bis 9 ist eine Drehachse A des Rotors gezeigt. Der Motor 10a enthält einen Rotor 12a und einen Stator 14a.

Der Stator 14a enthält außen einen zylinderförmigen Ring, der an einer Seite durch eine bspw. kreisringförmige Seitenwand geschlossen wird, die ggf. durch radiale Rippen verstärkt ist, so dass sich im inneren des Rings ein Motorinnenraum bildet. Die Seitenwand ist an der vom Motorinnenraum abgewandten Seite mit einer Fixierung 16a fest verbunden, die bspw. an einem Fahrzeugrahmen gelagert ist, insbesondere unter Verwendung eines Querlenkers.

An der freien Seite des Rings des Stators 14a befindet sich eine Statorplatte 15a, die bspw. als Scheibenring bzw. Kreisring ausgebildet ist und einen Motorinnenraum abdeckt. An dem Ring des Stators 14a sind nicht dargestellte Magnetspulen angeordnet, die um Eisenkerne gewickelt sind.

Der Rotor 12a enthält ebenfalls einen zylinderförmigen Ring, der um die Drehachse A drehbar gelagert ist. Der Ring des Stators 14a und der Ring des Rotors 12a sind coaxial zueinander gelagert, wobei der Ring des Rotors 12a innerhalb des Rings des Stators 14a angeordnet ist. An der Außenseite des Rotors 12a sind Permanentmagnete M1 angeordnet, die durch ein

von den Spulen des Stators erzeugtes magnetisches Drehfeld angetrieben werden.

Der Ring des Rotors 12a hat eine kleinere Höhe als der Ring
5 des Stators 14a, so dass er im Innenraum des Motors angeordnet werden kann. Der Rotor 12a enthält an dem zylinderförmigen Ring an einer Seite eine bspw. kreisringförmige Seitenwand, die ggf. durch radiale Rippen verstärkt ist, so dass sich im inneren des Rings ein Rotorinnenraum bildet. Im Bei-
10 spiel liegt die Seitenwand des Rotors 12c bei der in der Figur 1 gezeigten Ansicht auf der rechten Seite. Der Rotor-
schaft befindet sich ebenfalls an dieser Seitenwand.

Der Rotor 12a ist am Stator 14a mit Hilfe eines Lagers 18a
15 gelagert, z.B. mit Hilfe eines Kegelrillenslagers, das zueinander verspannte Kegel enthält. Somit kann sich der Rotor 12a um die Drehachse A im Innern des Stators 14a drehen.

Der Rotor 12a und der Stator 14a sind in der Figur 1 in radi-
20 aler Richtung gesehen stark verkürzt dargestellt. Der Motor 10a befindet sich komplett innerhalb einer Felge 20a. Die Felge 20a ist bspw. eine 15, 17 oder eine 19 Zoll Felge. Alternativ kann die Felge 20a ein anderes Nennmaß haben, siehe Einleitung. Die Felge 20a hat an ihrer in der Figur 1 rechten
25 Seite einen Felgenträger 21a, der bspw. auch als kreisrunde Scheibe ausgebildet ist. Alternativ kann der Felgenträger 21a Rippen enthalten.

Auf der Felge 20a ist ein Reifen 22a aufgezogen, der bspw.
30 eine Gummimischung enthält sowie Stahleinlagen.

Ein Abstand A2a zeigt den Abstand eines äußeren Randes des Dichtungselementes 34 zur Drehachse A. In Figur 1 ist dieser Abstand kleiner als 50 Prozent eines Abstandes A4a von der
35 Achse A bis zur Felge 20a, insbesondere bis zu einem Punkt an der Felge 20a, der dem halben Nennmaß der Felge entspricht.

Eine Schraubverbindung 24a dient der Befestigung der Statorplatte 15a an dem Stator 14a. Zwischen der Statorplatte 15a und dem Stator kann entlang der Umfangsrichtung eine Dichtung 26a vorgesehen sein, z.B. ein statisch dichtender O-Ring bzw. eine statisch dichtende Flachdichtung. Außer der Schraubverbindung 24a können weitere Schraubverbindungen zur Befestigung der Statorplatte 15a an dem Stator 14a vorgesehen sein.

10 Eine Schraubverbindung 28a bzw. weitere nicht dargestellte Schraubverbindungen dienen zur Befestigung einer Anschlagplatte 39, die bspw. wieder kreisringförmig ausgebildet ist. Die Anschlagplatte 39 erstreckt sich in radialer Richtung nach innen von der Statorplatte 15a. Eine Dichtung 30a liegt
15 zwischen der Statorplatte 15a und der Anschlagplatte 39, z.B. ein statisch dichtender O-Ring bzw. eine statisch dichtende Flachdichtung.

Eine Schraubverbindung 32a dient zur Befestigung der Felge
20 20a bzw. genauer des Felgenträgers 21a am Rotor 12a. Der Rotor 12a hat einen nach außen zeigenden Rotorscheft an dem die Schraubverbindung 32a befestigt ist. Weitere nicht dargestellte Schraubverbindungen dienen der Befestigung der Felge 20a am Rotorscheft.

25 Zwischen dem Rotorscheft des Rotors 12a und der Statorplatte 15a bzw. der Anschlagplatte 39 befindet sich ein Dichtungsraum, der in axialer Richtung durch die Anschlagplatte 39 nach links hin und durch einen Vorsprung 38 an der Statorplatte 15a nach rechts hin begrenzt wird. Zwischen dem
30 Vorsprung und dem Rotorscheft gibt es einen Spalt. Zwischen der Anschlagplatte 39 und dem Rotorscheft gibt es ebenfalls einen Spalt.

35 Im Inneren dieses Dichtungsraums sind das Dichtungselement 34 und eine Schleuderscheibe 37 angeordnet, die optional ist.

An der Außenseite der Anschlagplatte 39 befindet sich eine Berührungsfläche an der das Dichtungselement 34, z.B. ein V-Ring 34 anliegt, genauer eine Dichtungslippe 36 des Dichtungselementes 34. Ein Hauptkörper 35 des Dichtungselementes 34 befindet sich auf dem Rotorschaft an der Schleuderscheibe 35. Das Dichtungselement 34 kann auf den Rotorschaft in einer Rille oder Nut durch Presssitz befestigt sein. Auch Aufvulkanisieren oder eine andere Befestigungsart ist möglich.

10 Durch die Schleuderscheibe 37 wird eingedrungene Flüssigkeit radial nach außen mitgenommen und führt so zu einer dynamischen Abdichtung im Innern des Dichtungsraumes.

15 Die Dichtungslippe 36 wird unten an Hand der Figur 3 noch näher erläutert. Im Stillstand und bei geringen Drehzahlen des Rotors 12a liegt die Dichtungslippe 36 an der Anschlagplatte 39 an und bildet so eine wirksame statische Dichtung.

Schmutzwasser, Regenwasser oder andere Fluide können zwischen 20 der Felge 20a und dem Ring des Stators 14a sowie weiter zwischen Statorplatte 15a und Felgenträger 21a bis in den Dichtungsraum eindringen. Im Stand und bei langsamer Fahrt ist dort das Dichtungselement 34 wirksam. Bei schnellerer Fahrt wird die Dichtungslippe 36 des Dichtungselement 34 durch die 25 auf die Dichtungslippe 36 wirkende Fliehkraft abgehoben, wobei jedoch die Schleuderscheibe im Zusammenwirken mit der auf die eingedrungene Flüssigkeit wirkenden Schleuderkraft zu einer Abdichtung führt. Bzgl. der Drehzahlen zum Bilden des Spalts zwischen Dichtungslippe 36 und Anschlagplatte 39 sowie 30 bezüglich der Spaltbreite wird auf die Einleitung bzw. auf die Ausführungen zu Figur 3 verwiesen.

An Stelle des V-Rings 34 kann auch ein anderes Dichtungselement verwendet werden, z.B. ein U-Ring, wie er bspw. unten an 35 Hand der Figuren 4, 5 und 7 noch näher erläutert wird. Der freie Schenkel des U kann dabei eine Neigung haben, die der Neigung der Dichtungslippe 36 entspricht, d.h. bezogen bspw. auf die Drehachse A. Auch ein L-förmig ausgebildetes Dich-

tungselement kann verwendet werden, wobei der eine Schenkel an dem Rotorschaft des Rotors 12a befestigt ist.

Rechts und links der Schleuderscheibe 37 können gleich breite
5 Kanäle bzw. Spalte vorhanden sein oder zueinander verschieden Breite Kanäle bzw. Spalte.

An Stelle der Schleuderdichtung oder zusätzlich kann auch eine Labyrinthdichtung verwendet werden, die bspw. ähnlich der
10 in Figur 5 gezeigten Labyrinthdichtung am Vorsprung 38 z.B. im Zusammenwirken mit der Schleuderscheibe 37 und/oder zwischen Anschlagplatte 39 und Rotor 12a ausgebildet ist.

An der Schleuderscheibe 37 können einseitig oder beidseitig
15 auch Rippen oder Flügel ausgebildet werden, um den Mitnahmeeffekt der eingedrungenen Flüssigkeit zu verstärken.

Die Dichtung 34 kann bei der Montage bspw. über die Scheibe 37 hinaus gedehnt werden. Die Scheibe 37 kann aber auch nach
20 der Montage der Dichtung 34 montiert werden.

Bei einer anderen Variante befindet sich die Dichtungskammer bzw. der Dichtungsraum und damit die Außenkante der Dichtung weiter in radialer Richtung gesehen nach außen versetzt, z.B.
25 in einen Bereich der größer als 80 Prozent des Felgenradius ist.

Bei der Montage wird bspw. erst die Anschlagplatte 39 eingesetzt. Danach wird die Dichtung 34 montiert, dann die Schleuderscheibe 35 und am Ende die Rotorplatte 15a. Bei fest mit
30 dem Rotorschaft des Rotors 12a verbundener Schleuderscheibe 37 kann eine zweiteilige Rotorplatte 15a und/oder Anschlagplatte 39 verwendet werden, ggf. zusätzlich mit statisch dichtenden Dichtelementen versehen.

35

Die Figur 2 zeigt den Radnaben-Innenläufermotor 10 mit geöffneter Dichtungslippe 36 des Dichtungselementes 34. Ein Drehrichtungspfeil 40 deutet eine hohe Drehzahl an.

Die Figur 3 zeigt einen Querschnitt durch das Dichtungselement 34 mit der Dichtungslippe 36. Im Ausführungsbeispiel hat der Hauptkörper 35 einen rechteckförmigen Querschnitt mit
5 zwei zueinander parallelen Flächen 35a (Bodenfläche) und 35c (Deckfläche) sowie zwei zueinander parallelen Seitenflächen 35b (rechts) und 35d (links)

Die Dichtungslippe 36 ist am Hauptkörper 35 angeordnet, nämlich an der Seitenfläche 35d. Die Dichtungslippe 36 und der
10 Hauptkörper 35 sind einstückig ausgebildet. Die Bodenfläche 35a hat im Beispiel der Figur 3 die gleiche Breite in axialer Richtung wie die Deckfläche 35c. Diese Breite der Bodenfläche 35a kann aber auch größer sein als die Breite der Deckfläche
15 35c, bspw. um mehr als 20 Prozent bezogen auf die Breite der Deckfläche 35c, siehe die Darstellung in der Figur 1 und in der Figur 2.

Eine untere Fläche 36a verläuft von der Bodenfläche 35a zu
20 einer Fläche 36c der Lippe 36. Die Fläche 36c grenzt an eine Fläche 36d. Zwischen den Flächen 36c und 36d liegt eine Berührungslinie bzw. Fläche der Lippe 36 und der Berührungsfläche 39a der Anschlagplatte 39. Von einer oberen Kante der Fläche 36d verläuft eine Fläche 36b zu einer unteren Kante
25 der Fläche 35d.

In Figur 3 ist auch eine Flüssigkeit Fl dargestellt, die in den Dichtungsraum eingedrungen ist. Ein Winkel W1 liegt zwischen der Fläche 36d und der Berührungsfläche 39a. Ein Winkel
30 W2 liegt zwischen der Fläche 36c und der Berührungsfläche 39a. Der Winkel W1 ist größer als der Winkel W2. Es gelten die in der Einleitung genannten Bereiche für die Winkel W1 und W2.

Ein Winkel W3 liegt zwischen der Fläche 36b und der Fläche
35 35d. Der Winkel W3 ist bspw. 45 Winkelgrad groß. Alternativ gelten die in der Einleitung für diesen Winkel genannten Größen.

Eine (axiale) Länge L1 der Fläche 36d und eine Länge L2 der Fläche 36c werden in geeigneter Weise gewählt, wobei die Länge L1 kleiner als die Länge L2 sein kann, z.B. kleiner als die Hälfte der Länge L2.

In der Figur 3 ist auch eine Breite B des entstehenden Spalts zwischen der Berührungsfläche 39a und der Dichtungslippe 36 dargestellt. Es gelten die in der Einleitung genannten Spaltbreiten B bei den ebenfalls in der Einleitung genannten Drehzahlen.

Bei der Herstellung des Dichtungselements 34 können abgerundete Kanten erzeugt werden. Die Kerbe bzw. Kehle am Scheitel des Winkels W3 kann in geeigneter Form ausgebildet werden, um bspw. die Eigenschaften der Dichtungslippe 36 zu beeinflussen, insbesondere hinsichtlich ihrer Reaktion auf die Fliehkraft. Auch die Form der Dichtungslippe 36 kann variiert werden, bspw. dicker zum Ende hin.

Als Material für die Dichtung 34 könnte ein Material gewählt werden, dass bspw. dem Material eines härteren Radiergummis entspricht. Bezüglich des Materials wird auf die in der Einleitung genannte Materialliste verwiesen. Es können auch andere Aspektverhältnisse des Dichtungselementes 34 verwendet werden als in der Figur 3 gezeigt. Bei Auslegung des Dichtungselementes 34 für höhere Temperaturen können Teflonmaterialien verwendet werden. Weiterhin können im Hauptkörper 35 und/oder in der Dichtungslippe 36 Metalleinlagen oder Metallaufsätze verwendet werden.

Die Figur 4 zeigt einen Radnaben-Innenläufermotor 10c mit axial aufweitender bzw. abhebender Dichtungslippe eines Dichtungselementes und mit Spaltdichtung. Bezüglich der Bezugszeichen 10c, 12c, 14c, 15c, 16c, 18c, 20c, 21c, 22c, 24c, 26c, 32c, A2c bzw. A4c gilt das oben an Hand der Figur 1 für die Bezugszeichen 10a, 12a, 14a, 15a, 16a, 18a, 20a, 21a, 22a, 24a, 26a, 32a, A2a bzw. A4a Gesagte. So entspricht bspw.

der Stator 14c dem Stator 14a usw. Der Motor 10c hat also bis auf die im Folgenden erläuterten Unterschiede den gleichen Aufbau wie der Motor 10a.

- 5 Im Motor 10c gibt es keinen dem Vorsprung 38 entsprechenden Vorsprung. Im Motor 10c fehlt auch eine der Anschlagplatte 39 entsprechende Anschlagplatte.

10 Dagegen gibt es im Motor 10c im Vergleich zum Motor 10a die folgenden Bestandteile:

- einen in Umfangsrichtung des Rotors 12c umlaufenden Vorsprung 42 der sich am Rotorring nach außen in Richtung zur Statorplatte 15c erstreckt,
- einen in Umfangsrichtung des Rotors 12c umlaufenden Vorsprung 43, der sich unterhalb des Vorsprungs 42 parallel zu diesem aber etwas weiter nach außen von einer Rotorwand des Rotors 12c nach außen erstreckt und in Fluchtlinie mit der Statorplatte 15c endet,
- einen ebenfalls umlaufenden Vorsprung 44, der vom freien Ende der Statorplatte 44 in Richtung Rotor 12c antiparallel zum Vorsprung 43 ragt.

25 Zwischen den Vorsprüngen 42 und 43 einerseits sowie zwischen dem zwischen diesen Vorsprüngen 42 und 44 liegenden Teil des Rotors 12c und dem mittleren Bereich der Statorplatte 15c liegt ein im wesentlichen allseitig umschlossener Dichtungsraum. Flüssigkeit kann in diesen Dichtungsraum nur durch einen Spalt 48 eindringen, der zwischen dem Vorsprung 44 des Stators und dem Vorsprung 43 parallel zur Drehachse A liegt.

30 Der Spalt 48 hat bspw. eine Länge in axialer Richtung von größer als 10 Millimetern und eine Spaltbreite von kleiner als 2 Millimetern oder sogar kleiner als 1 Millimeter. Die Länge des Spalts 48 ergibt sich bspw. aus dem zur Verfügung stehenden Bauraum.

35

In der Dichtungskammer des Motors 10c befindet sich ein Dichtungsring 41. An Stelle des V-Rings 36 wird im Motor 10c ein

U-förmiger Ring 41 verwendet, der im Querschnitt gesehen die folgenden Bestandteile hat bzw. enthält:

- einen rechteckförmigen Hauptteil 45, der an dem Vorsprung 42 radial innen liegend befestigt ist,

- 5 - einen ebenfalls rechteckförmigen Mittelteil 46, der vom Hauptteil 45 im Winkel von 90 Winkelgrad radial nach innen gerichtet ist und damit parallel zur Statorplatte 15c angeordnet ist unter Bildung eines radialen Spaltes 49, und
- eine lang gestreckte Dichtungslippe 47, die vom Mittelteil 10 46 im Winkel von etwa 100 bis 110 Winkelgrad nach innen absteht und die an ihrem freien Ende am freien Ende des Vorsprungs 44 radial anliegt, wenn der Motor 10c ausgeschaltet ist und der Rotor 12c still steht oder sich nur mit kleinen Drehzahlen dreht.

15

Der Spalt 48 bildet somit eine Spaltdichtung. Auch der Spalt 49 bildet eine Spaltdichtung. Die Spaltdichtung im Spalt 49 kann auch als Labyrinthdichtung ausgebildet werden.

- 20 Die Dichtungslippe 47 ist an ihrem freien Ende ähnlich geformt wie die Dichtungslippe 36, d.h. es gibt einen größeren Winkel W1, der in Richtung der eindringenden Flüssigkeit liegt und einen kleineren Winkel W2, der zum Motorinnenraum des Motors 10c hin liegt.

25

Dreht sich der Rotor 12c dagegen mit höheren Drehzahlen, so wirkt auf die Dichtungslippe 47 zunehmend eine Fliehkraft, die die Dichtungslippe 47 radial nach außen zieht, bis es zu einer Spaltbildung zwischen der Dichtungslippe 47 und dem

- 30 Vorsprung 44 kommt. Die Dichtungslippe 47 kann im Vergleich mit der Dichtungslippe 36 mit einer größeren Masse ausgeführt werden, was insgesamt eine biegesteifere Dichtung 41 ermöglicht im Vergleich zur Dichtung 34. Der Mittelteil 46 kann als zusätzliches Federelement wirken beim Andrücken der Dichtungslippe 47.
- 35

Die Dichtungslippe 47 kann auch fast parallel zum Vorsprung 44 angeordnet werden, z.B. in einem Winkel kleiner als 15 Winkelgrad.

5 Bei einer Variante des Motors 10c wird der Vorsprung 42 auch nach unten abgewinkelt und es wird eine Dichtung verwendet, die nur einen dem Mittelteil 46 entsprechenden Schenkel und eine der Dichtungslippe 47 entsprechende Dichtungslippe 47 hat, so dass ein dem Hauptteil 45 entsprechender Abschnitt
10 fehlt.

Bei einer anderen Variante des Motors 10c wird bei unverändertem Vorsprung 42 oder bei nach unten abgewinkeltem Vorsprung 42 ein V-Ring wie der V-Ring 36 verwendet, dessen
15 Dichtungslippe in demselben Bereich liegt wie die Dichtungslippe 47.

Der U-Ring 41 bzw. die entsprechenden oben erwähnten Dichtungen können auch als Radialwellendichtring oder als G-Ring
20 ausgebildet sein, insbesondere mit innen oder außen liegender Metallverstärkung. Bei höheren Betriebstemperaturen können auch Teflonmaterialien im oder am U-Ring 41 verwendet werden. Bezüglich des Materials des U-Rings wird auf die in der Einleitung genannten Materialien verwiesen. Die genauen Abmes-
25 sungen hängen von den konstruktiven Gegebenheiten im betreffenden Motor 10c ab.

Der U-Ring 41 bzw. die entsprechenden oben erwähnten Dichtungen können am Vorsprung 42 bzw. am Rotor 12c aufvulkanisiert
30 sein. Alternativ oder zusätzlich kann ein Nut- und Federsystem zur Befestigung verwendet werden. Auch ein nach außen drückender Federring kann zur Befestigung des U-Rings 41 bzw. einer an Stelle des U-Rings 41 verwendeten Dichtung genutzt werden.

35

Der U-Ring 41 bzw. die entsprechenden oben erwähnten Dichtungen können auch näher an der Drehachse A angeordnet sein als in der Figur 4 gezeigt. In der Figur 4 ist ein Abstand A2c

von der Drehachse A bis zum äußeren Rand der Dichtung 41 im eingebauten Zustand größer als 80 Prozent des Abstandes A4c, d.h. des Felgenradius. Bei einer anderen Variante ist der Abstand A2c kleiner als 60 Prozent oder sogar kleiner als 50 Prozent des Abstandes A4c.

Die Montage des Dichtungselementes 41 kann unkompliziert vor dem Anbringen der Rotorplatte 15c erfolgen.

Die Figur 5 zeigt einen Radnaben-Innenläufermotor 10d mit radial aufweitender bzw. abhebender Dichtungslippe 57 eines Dichtungselementes 51 und mit einer zusätzlichen Labyrinthdichtung. Der Motor 10d ist bis auf die im Folgenden erläuterten Abweichungen wie der Motor 10c aufgebaut.

Bezüglich der Bezugszeichen 10d, 12d, 14d, 15d, 16d, 18d, 20d, 21d, 22d, 24d, 26d, 32d, A2d bzw. A4d gilt das oben an Hand der Figur 1 für die Bezugszeichen 10c, 12c, 14c, 15c, 16c, 18c, 20c, 21c, 22c, 24c, 26c, 32c, A2c bzw. A4a Gesagte. So entspricht bspw. der Stator 14d dem Stator 14a, usw.

An dem Rotor 12d gibt es nur einem dem Vorsprung 42 entsprechenden Vorsprung 52. Jedoch gibt es keinem den Vorsprung 43 entsprechenden Vorsprung am Rotor 12d. Es fehlt auch ein dem Vorsprung 44 entsprechender Vorsprung an der Statorplatte 15d bzw. kreisringförmigen Statorscheibe 15d.

Dagegen gibt es an der Statorplatte 15d ein umlaufendes Endteil 54, das nach innen gerichtet ist und an seiner Deckfläche, d.h. parallel zum Rotorschaft, eine Anschlagfläche für das Dichtungselement 51 bildet.

Das Endteil 54 ist auch parallel zur Seitenwand des Rotors 12d ausgebildet. In der Seitenwand des Rotors 12d befinden sich Vorsprünge 53, die mit Vorsprüngen am Endteil 54 in Eingriff stehen. Es gibt bspw. mindestens zwei Vorsprünge 53 und bis zu zwanzig Vorsprüngen, so dass eine Labyrinthdichtung mit kämmenden Mantelflächen ausgebildet wird.

Das Dichtungselement 51 ist wie das Dichtungselement 41 ausgebildet, d.h. U-förmig. Dem Hauptteil 45 entspricht ein Hauptteil 55. Dem Mittelteil 46 entspricht ein Mittelteil 56 und der Dichtungslippe 47 entspricht eine Dichtungslippe 57, wobei die für das Dichtungselement 41 getroffenen Aussagen auch für das Dichtungselement 51 gelten.

Für den Motor 10d gelten ebenfalls die für den Motor 10c erläuterten Varianten, d.h. bspw. fast parallele Anordnung der Dichtungslippe 57 zu einer Deckfläche des Endteils 54, Verwendung einer Dichtung mit nur zwei Schenkeln 57 und 56, Verwendung eines V-Rings, anderer Abstand A2d im Vergleich zum Abstand A4d usw.

Bezüglich der Funktion der Dichtungen des Motors 10d wird auf die Ausführungen zum Motor 10c verwiesen, wobei die Labyrinthdichtung aus den Vorsprüngen 53 und 54 eine bessere dynamische Dichtung ergibt als der Spalt 48.

Die Figur 6 zeigt einen Radnaben-Innenläufermotor 10e mit radial aufweitender bzw. abhebender Dichtungslippe 66 eines Dichtungselementes 61. Der Motor 10d ist bis auf die im Folgenden erläuterten Abweichungen wie der Motor 10a aufgebaut.

Bezüglich der Bezugszeichen 10e, 12e, 14e, 15e, 16e, 18e, 20e, 21e, 22e, 24e, 26e, 32e, A2e bzw. A4d gilt das oben an Hand der Figur 1 für die Bezugszeichen 10a, 12a, 14a, 15a, 16a, 18a, 20a, 21a, 22a, 24a, 26a, 32a, A2a bzw. A4a Gesagte. So entspricht bspw. der Stator 14e dem Stator 14a usw.

Der Motor 10e hat im Vergleich zum Motor 10a keine Anschlagplatte 39 und keinen Vorsprung 38. An Stelle der optionalen Schleuderscheibe 37 gibt es im Motor 10e eine optionale Scheibe 63. An der Rotorplatte 15e gibt es einen axial nach innen gesetzten Anschlag 62, der eine parallel zur Rotor-scheibe angeordnete Berührungsfläche für die Dichtungslippe 66 eines V-Rings 61 hat, der einen Hauptteil 65 mit rechteckigem Querschnitt und eine Dichtungslippe 66 hat, die bspw.

etwas breiter als die Dichtungslippe 36 ausgeführt ist. Im Übrigen gelten die an Hand der Figur 3 für den V-Ring 36 getroffenen Aussagen auch für den V-Ring 61.

- 5 Ist die Scheibe 63 vorhanden, so wird eine Dichtungskammer durch die Scheibe 63, durch den Anschlag 62 sowie durch den Rotorscheft des Rotors 12e und die Statorplatte 15e gebildet.

Bei der Montage kann zuerst z.B. eine zweiteilige Rotorplatte
10 15e inklusive dem Anschlag 62 montiert werden. Die Scheibe 63 kann in diesem Fall fest mit dem Rotorscheft des Rotors 12e verbunden sein. Ggf. kann das Dichtungselement 61 bei der Montage auch über die Scheibe 63 gedehnt werden. In diesem Fall kann die Rotorplatte 15e bspw. zweiteilig ausgeführt
15 sein, d.h. z.B. zwei Hälften, was jedoch weitere Dichtungsmaßnahmen erfordert.

Alternativ kann eine einteilige Rotorplatte 15e inklusive Anschlag 62 verwendet werden. Nach der Montage der einteiligen
20 Rotorplatte 15e wird das Dichtungselement 65 montiert und dann die Scheibe 63, insbesondere mit axialer Verspannung.

Der V-Ring 61 kann an dem Rotorscheft und/oder an der Scheibe 63 befestigt sein, insbesondere mit den oben genannten Mit-
25 teln, wie Presssitz, Aufvulkanisieren, Nut und Feder, Metallring usw.

An der Scheibe 63 können Rippen bzw. Flügel befestigt sein, die den Flüssigkeitstransport in radiale Richtung begünsti-
30 gen. An der Statorplatte 15e kann es in radialer Richtung Kanäle geben, die ein Abfließen der Flüssigkeit begünstigen.

Bezüglich der Funktion der Dichtungen des Motors 10e wird auf die Ausführungen zum Motor 10a verwiesen. Wiederum sind die
35 für den Motor 10a genannten Varianten gültig, d.h. z.B. U-Ring an Stelle des V-Rings 61, nur zwei Schenkel eines U-Rings, stärkerer Versatz der Dichtungskammer nach außen, d.h. zur Radnabe 20e hin, usw.

Die Figur 7 zeigt einen Radnaben-Außenläufermotor 100a mit radial aufweitender bzw. abhebender Dichtungslippe 77 eines Dichtungselementes 71. Ein Rotor 120a dreht sich um die Drehachse A. Der Motor 10a enthält einen innerhalb des Rotors
5 120a angeordneten Stator 140a.

Der Stator 140a enthält außen einen zylinderförmigen Ring, der an einer Seite durch eine bspw. kreisförmige Seitenwand geschlossen wird, die ggf. durch radiale Rippen verstärkt
10 ist, so dass sich im Inneren des Rings ein Statorinnenraum bildet. Die Seitenwand ist an der vom Statorinnenraum abgewandten Seite mit einer Fixierung 160a fest verbunden, die bspw. an einem Fahrzeugrahmen gelagert ist, insbesondere un-
15 ter Verwendung eines Querlenkers. Im Beispiel liegt die Seitenwand des Stators 140a auf der rechten Seite. Ein Rotor-
schaft ist nicht vorhanden.

Der Rotor 120a enthält ebenfalls einen zylinderförmigen Ring, der um die Drehachse A drehbar gelagert ist. Der zylinderförmigen Ring des Stators 140a und der zylinderförmigen Ring des Rotors 120a sind coaxial zueinander gelagert, wobei der Ring des Rotors 120a außerhalb des Rings des Stators 14a angeordnet ist. An der Innenseite des Rings des Rotors 120a sind
20 Permanentmagnete M2 angeordnet, die durch ein von den Spulen des Stators 140a erzeugtes magnetisches Drehfeld angetrieben werden.

Die eine Seite des Rings des Rotors 120a ist durch eine kreisförmige Scheibe verschlossen. An der freien Seite des Rings des Rotors 120a befindet sich - rechts in Figur 7 - eine Rotorplatte 150a, die bspw. als Scheibenring bzw. Kreisring ausgebildet ist und die einen Motorinnenraum des Motors 100 abdeckt.
30

Der Ring des Stators 140a hat in axialer Richtung gesehen eine kleinere Höhe als der Ring des Rotors 120a, so dass er im Innenraum des Motors 100a angeordnet werden kann.
35

Der Rotor 120a ist am Stator 140a mit Hilfe eines Lagers 180a gelagert, z.B. mit Hilfe eines Rillenkugellagers, das zueinander verspannte Kegel enthält. Somit kann sich der Rotor
5 120a um die Drehachse A herum und auch um den Stators 140a herum drehen.

Der Rotor 120a und der Stator 140a sind in der Figur 7 in radialer Richtung gesehen stark verkürzt dargestellt. Der Motor
10 100a befindet sich komplett innerhalb einer Felge 200a. Die Felge 200a ist bspw. eine 15, 17 oder eine 19 Zoll Felge. Alternativ kann die Felge 200a ein anderes Nennmaß haben, siehe Einleitung. Die Felge 200a hat an ihrer in der Figur 7 linken Seite einen Felgenträger 210a, der bspw. auch als kreisrunde
15 Scheibe ausgebildet ist. Alternativ kann der Felgenträger 210a Rippen enthalten.

Auf der Felge 200a ist ein Reifen 220a aufgezogen, der bspw. eine Gummimischung enthält sowie Stahleinlagen.

Ein Abstand A20a zeigt den Abstand eines äußeren Randes des Dichtungselementes 71 zur Drehachse A. In Figur 7 ist dieser Abstand kleiner als 50 Prozent oder sogar kleiner als 30 Prozent eines Abstandes A40a von der Achse A bis zur Felge 20a, insbesondere bis zu einem Punkt an der Felge 20a, der dem
25 halben Nennmaß der Felge entspricht. Der Abstand A20a kann kleiner gewählt werden als der Abstand A2a, da auf keine Felgenbefestigungen der Felge 200a Rücksicht genommen werden muss. Die Felgenbefestigungen der Felge 200a befinden sich
30 nämlich auf der anderen Seite des Motors 100a.

Eine Schraubverbindung 240a und weitere nicht dargestellte Schraubverbindungen dienen der Befestigung der Rotorplatte 150a an dem Rotor 120a. Zwischen der Rotorplatte 150a und dem
35 Rotor 120a kann entlang der Umfangsrichtung eine Dichtung 260a vorgesehen sein, z.B. ein statisch dichtender O-Ring oder eine statisch dichtende Flachdichtung. Neben der Schraubverbindung 240a können weitere Schraubverbindungen zur

Befestigung der Rotorplatte 150a an dem Rotor 120a vorgesehen sein.

5 Eine Schraubverbindung 320a dient zur Befestigung der Felge 200a bzw. genauer des Felgenträgers 210a am Rotor 120a. Der Rotor 120a hat eine nach außen zeigende Seitenwand, an der die Schraubverbindung 320a befestigt ist. Weitere nicht dargestellte Schraubverbindungen dienen der Befestigung der Felge 200a an der Rotorseitenwand. Ggf. kann zur Befestigung der
10 Felge auch wieder ein Rotorscheft am Rotor 120a ausgebildet sein.

Am Ende der Rotorplatte 150a gibt es einen umlaufenden und in axialer Richtung nach Innen gerichteten Vorsprung 72. Optional
15 kann die Rotorplatte 150 an ihrem Ende verstärkt sein. Alternativ kann auch eine andere Befestigungsart des Reifens am Motor 100a gewählt werden, z.B. direkt am Rotor 120a, d.h. ohne Verwendung einer zusätzlichen Felge.

20 Zwischen dem Vorsprung 72 und einem Statorscheit einerseits sowie zwischen dem Stator 140 sowie dem Ende der Rotorplatte 150a liegt ein im wesentlichen allseitig umschlossener Dichtungsraum. Flüssigkeit kann in diesen Dichtungsraum nur durch einen Spalt 88 eindringen, der zwischen dem freien Ende der
25 Rotorplatte 150a und dem Statorscheit des Stators 140a parallel zur Drehachse A liegt. Der Spalt 88 hat bspw. eine Länge in axialer Richtung von größer als 10 Millimetern und eine Spaltbreite von höchstens 2 Millimetern oder von höchstens 1 Millimeter. Zwischen dem Vorsprung 72 und dem Stator 140
30 liegt ein radialer Spalt 89. Die Länge des Spalts 88 bzw. 89 ergibt sich bspw. aus dem zur Verfügung stehenden Bauraum.

In der Dichtungskammer des Motors 100a befindet sich ein U-förmiger Dichtungsring 71, der im Querschnitt gesehen die
35 folgenden Bestandteile hat bzw. enthält:
- einen rechteckförmigen Hauptteil 75, der an dem Vorsprung 72 radial innen liegend befestigt ist,

- einen rechteckförmigen Mittelteil 76, der vom Hauptteil 45 im Winkel von 90 Winkelgrad radial nach innen gerichtet ist und damit parallel zur Statorplatte angeordnet ist unter Bildung eines radialen Spaltes 89, und

5 - eine lang gestreckte Dichtungslippe 77, die vom Mittelteil 46 im Winkel von etwa 100 bis 110 Winkelgrad nach außen absteht und die an ihrem freien Ende am Statorschaft des Stators 140a radial anliegt, wenn der Motor 100a ausgeschaltet ist und der Rotor 120a still steht oder sich nur mit kleinen
10 Drehzahlen dreht.

Der Spalt 88 bildet somit eine Spaltdichtung. Auch der Spalt 89 bildet eine Spaltdichtung. Die Spaltdichtung im Spalt 89 kann auch als Labyrinthdichtung ausgebildet werden.

15

Die Dichtungslippe 77 ist an ihrem freien Ende ähnlich geformt wie die Dichtungslippe 36, d.h. es gibt einen größeren Winkel W1, der in Richtung der eindringenden Flüssigkeit liegt und einen kleineren Winkel W2, der zum Motorinnenraum
20 des Motors 100a hin liegt.

Dreht sich der Rotor 120a dagegen mit höheren Drehzahlen, so wirkt auf die Dichtungslippe 77 zunehmend eine Fliehkraft, siehe Fliehkraftpfeil 78, die die Dichtungslippe 77 radial
25 nach außen zieht, bis es zu einer Spaltbildung zwischen der Dichtungslippe 77 und dem Statorschaft des Stators 140a kommt. Die Dichtungslippe 77 kann im Vergleich mit der Dichtungslippe 36 mit einer größeren Masse ausgeführt werden, was insgesamt eine biegesteifere Dichtung 71 ermöglicht im Vergleich zur Dichtung 34. Der Mittelteil 76 kann als zusätzliches Federelement wirken beim Andrücken der Dichtungslippe
30 77.

Die Dichtungslippe 77 kann auch fast parallel zum Statorschaft des Stators 140a angeordnet werden, z.B. in einem Winkel kleiner als 15 Winkelgrad.)

35

Bei einer Variante des Motors 100a wird der Vorsprung 72 an seinem Ende auch nach unten abgewinkelt und es wird eine Dichtung verwendet, die nur einen dem Mittelteil 76 entsprechenden Schenkel und eine der Dichtungslippe 77 entsprechende Dichtungslippe 77 hat, so dass es keinen dem Hauptteil 75 entsprechenden Abschnitt gibt.

Bei einer anderen Variante des Motors 100a wird bei unverändertem Vorsprung 72 oder bei nach unten abgewinkeltem Vorsprung 72 ein V-Ring wie der V-Ring 36 verwendet, dessen Dichtungslippe in demselben Bereich liegt wie die Dichtungslippe 77.

Der U-Ring 71 bzw. die entsprechenden oben erwähnten Dichtungen können auch als Radialwellendichtring oder als G-Ring ausgebildet sein, insbesondere mit innen oder außen liegender Metallverstärkung. Bei höheren Betriebstemperaturen können auch Teflonmaterialien im oder am U-Ring 71 verwendet werden. Bezüglich des Materials des U-Rings 71 wird auf die in der Einleitung genannten Materialien verwiesen. Die genauen Abmessungen hängen von den konstruktiven Gegebenheiten im betreffenden Motor 100a ab.

Der U-Ring 71 bzw. die entsprechenden oben erwähnten Dichtungen können am Vorsprung 72 bzw. am Rotor 120a aufvulkanisiert sein. Alternativ oder zusätzlich kann ein Nut- und Federsystem zur Befestigung 80 des U-Rings 71 bzw. der anderen genannten Dichtungen verwendet werden. Auch ein nach außen drückender Federring kann zur Befestigung des U-Rings 71 bzw. einer an Stelle des U-Rings 71 verwendeten Dichtung genutzt werden.

Der U-Ring 71 bzw. die entsprechenden oben erwähnten Dichtungen können weiter weg von der Drehachse A angeordnet sein als in der Figur 7 gezeigt. Bei einer anderen Variante ist der Abstand A20a größer als 60 Prozent oder sogar größer als 80 Prozent des Abstandes A40a.

Die Figur 8 zeigt einen Radnaben-Außenläufermotor 100b mit axial aufweitender bzw. abhebender Dichtungslippe 336 eines Dichtungselementes 331. Der Radnabenmotor 100b ist bis auf die im Folgenden erläuterten Unterschiede wie der Radnabenmotor 100a aufgebaut. Bezüglich der Bezugszeichen 100b, 120b, 140b, 150b, 160b, 180b, 200b, 210b, 220b, 240b, 260b, 320b, A20b bzw. A40b gilt das oben an Hand der Figur 7 für die Bezugszeichen 100a, 120a, 140a, 150a, 160a, 180a, 200a, 210a, 220a, 240a, 260a, 320a, A20a bzw. A40a Gesagte. So entspricht bspw. der Stator 140b dem Stator 140a, usw.

An Stelle des Vorsprungs 72 gibt es im Motor 100b einen Vorsprung 330, der am inneren Rand der Rotorplatte 150b in axialer Richtung nach innen ragt. Im Ausführungsbeispiel erstreckt sich der Vorsprung 330 parallel zum Statorschaft.

Eine Ablaufscheibe 332 ist auf dem Statorschaft des Stators 140b angeordnet mit Abstand zum freien Ende der Rotorplatte 150b hin. Zwischen der Ablaufscheibe 332 und der Rotorplatte 150b gibt es einen in tangentialer Richtung umlaufenden Spalt 333, der als Spaltdichtung ausgebildet ist.

Zwischen dem Vorsprung 330 und der Seitenwand des Stators 140b gibt es einen weiteren Spalt 334, der ebenfalls als Spaltdichtung ausgebildet werden kann, z.B. als Labyrinthdichtung.

Somit wird eine Dichtungskammer gebildet zwischen Statorseitenwand, Statorschaft, Ablaufscheibe 332 und Vorsprung 330 sowie einem Teil des Endes der Rotorplatte 150b. In der Dichtungskammer ist ein V-Ring 331 an einer Unterseite bzw. einer dem Statorschaft zugewandten Seite des Vorsprungs 350 befestigt.

An der Innenseite der Ablaufscheibe 332 befindet sich eine Berührungsfläche an der das Dichtungselement 331 anliegt, genauer eine Dichtungslippe 336 des Dichtungselementes 331. Ein Hauptkörper 335 des Dichtungselementes 331 hat bspw. einen

rechteckförmigen oder trapezförmigen Querschnitt. Das Dichtungselement 331 kann an dem Vorsprung 330 an seiner vom Scheitel des V abgewandten Fläche am Rotor bspw. in einer Rille oder Nut durch Presssitz befestigt sein, ggf. unter
5 Verwendung eines Spannringes der nach außen drückt. Auch Aufvulkanisieren oder eine andere Befestigungsart ist als Befestigung 338 möglich. Bezüglich des Materials des Dichtungselementes 331 wird auf die in der Einleitung genannte Materialliste verwiesen. Auch Teflonmaterialien, Metalleinlagen oder
10 Metallaufsätze können im oder am Dichtungselement 331 verwendet werden.

Die Dichtungslippe 336 entspricht der Dichtungslippe 36, die oben an Hand der Figur 3 eingehend erläutert worden ist. Im
15 Stillstand und bei geringen Drehzahlen des Rotors 120b liegt die Dichtungslippe 336 an der Innenseite der Ablaufscheibe 332 an und bildet so eine wirksame statische Dichtung.

Schmutzwasser, Regenwasser oder andere Fluide können durch
20 den Spalt 333 in den Dichtungsraum eindringen. Im Stand und bei langsamer Fahrt ist dort das Dichtungselement 335 wirksam, dessen Dichtwirkung durch eindrückende Flüssigkeit auf Grund der Andrückrichtung der Dichtungslippe noch verstärkt wird. Bei schnellerer Fahrt wird die Dichtungslippe 336 des
25 Dichtungselement 331 durch die auf die Dichtungslippe 336 wirkende Fliehkraft abgehoben, wobei jedoch die Spaltdichtung 333 und/oder die Spaltdichtung 334 den Motorinnenraum dynamisch abdichten. Bzgl. der Drehzahlen zum Bilden des Spalts zwischen Dichtungslippe 336 und Ablaufscheibe 332 sowie be-
30 züglich der Spaltbreite wird auf die Einleitung bzw. auf die Ausführungen zu Figur 3 verwiesen.

An Stelle des V-Rings 331 kann auch ein anderes Dichtungselement verwendet werden, z.B. ein U-Ring, wie er bspw. oben an
35 Hand der Figur 8 erläutert worden ist. Der freie Schenkel des U kann dabei eine Neigung haben, die der Neigung der Dichtungslippe 36 entspricht, d.h. bezogen bspw. auf die Drehachse A. Auch ein L-förmig ausgebildetes Dichtungselement kann

verwendet werden, wobei der eine Schenkel an einer Verlängerung des Vorsprungs 330 in radialer Richtung nach innen hin befestigt werden kann.

- 5 Die Dichtung 331 kann bei der Montage bspw. über die Ablaufscheibe 332 hinaus gedehnt werden. Die Ablaufscheibe 332 kann aber auch nach der Montage der Dichtung 34 montiert werden.

Bei einer anderen Variante befindet sich die Dichtungskammer
10 bzw. der Dichtungsraum und damit die Außenkante der Dichtung 336 weiter in radialer Richtung gesehen nach außen versetzt, z.B. in einen Bereich der größer als 80 Prozent des Felgenradius A40b ist.

15 Die Figur 9 zeigt einen Radnaben-Außenläufermotor 100c mit felgennahem Dichtungselement 350. Der Radnabenmotor 100c ist bis auf die im Folgenden erläuterten Unterschiede wie der Radnabenmotor 100a bzw. 100b aufgebaut. Bezüglich der Bezugszeichen 100c, 120c, 140c, 160c, 180c, 200c, 210c, 220c, 320c,
20 A20c bzw. A40c gilt das oben an Hand der Figur 7 bzw. 8 für die Bezugszeichen 100a, 120a, 140a, 160a, 180a, 200a, 210a, 220a, 320a, A20a bzw. A40a bzw. 100b, 120b, 140b, 160b, 180b, 200b, 210b, 220b, 320b, A20b bzw. A40b Gesagte. So entspricht bspw. der Stator 140b dem Stator 140a, usw.

25

Nicht mehr vorhanden sind:

- eine Rotorplatte 150a bzw. 150b, sowie
- die zugehörigen Schraubverbindungen 240a, 240b und Dichtungen 260a bzw. 260b.

30

Ein Dichtungselement 350 befindet sich zwischen dem Ring des Rotors 120c und dem Ring des Stators 140c bzw. 352. Das Dichtungselement 350 kann bspw. durch eine Anpassung der Dichtungskammer des Motors 100a erzeugt werden. Ein U-Ring, der
35 dem U-Ring 71 entspricht kann direkt am Rotor 120c befestigt werden und mit seiner Dichtungslippe direkt am Stator anliegen. Die Öffnung des U weist dabei wie auch in der Figur 7 nach außen. Es kann eine weitere Spaltdichtung oder eine an-

dere berührungslose Dichtung für den dynamischen Fall vorgesehen werden.

Bei einer anderen Variante wird das Dichtungselement 350
5 durch eine Anpassung der Dichtungskammer des Motors 100b erzeugt. Ein dem V-Ring 331 entsprechendes Dichtungselement kann direkt mit seiner vom Scheitel des V abgewandten Fläche am Rotor 120c befestigt werden. Eine der Dichtungslippe 336 entsprechende Dichtungs-
10 lippe kann dann an eine der Ablaufscheibe 332 entsprechende Scheibe am Statorbereich 352 im Stillstand aufliegen. Ein Spalt zwischen der Scheibe und dem Rotor 120c kann als Spaltdichtung ausgebildet werden. Es können auch andere Dichtungen für den berührungslosen Fall vorgesehen werden.

15 Bei allen erläuterten Varianten kann auch eine zur Achse A schräg angeordneten Fläche verwendet werden, an der die Dichtungs-
lippe anliegt. Dabei ist jedoch besonders auf die Einhaltung von Toleranzen zu achten. Es kann sich eine Kombination aus axialem/radialen Anpressen und axialem bzw. radialem
20 Abheben der Dichtungs-
lippe ergeben.

Der Bauraum im Innern des Radnabenmotors, d.h. Innenläufer oder Außenläufer kann vorteilhaft genutzt werden für eine
25 Feststellbremse und/oder für eine Bremse und/oder für ABS (Antiblockiersystem) und/oder für einen Wechselrichter bzw. Umrichter und/oder für ein Kühlsystem.

Die an Hand der Figuren erläuterten Motoren können auch anders
30 aufgebaut sein. Insbesondere kann der Rotor auch in einer anderen Bauweise ausgeführt werden, z.B. als Reluktanzmotor, Kurzschlussrotor oder Synchronmotor mit Fremderregung, d.h. mit Spulen am Rotor.

35 Die Ausführungsbeispiele sind nicht maßstabsgetreu und nicht beschränkend. Abwandlungen im Rahmen des fachmännischen Handelns sind möglich. Obwohl die Erfindung im Detail durch das

bevorzugte Ausführungsbeispiel näher illustriert und beschrieben worden ist, ist die Erfindung nicht durch die offenbarten Beispiele eingeschränkt und andere Variationen können vom Fachmann hieraus abgeleitet werden, ohne den Schutzbereich der Erfindung zu verlassen. Die in der Einleitung genannten Weiterbildungen und Ausgestaltungen können untereinander kombiniert werden. Die in der Figurenbeschreibung genannten Ausführungsbeispiele können ebenfalls untereinander kombiniert werden. Weiterhin können die in der Einleitung genannten Weiterbildungen und Ausgestaltungen mit den in der Figurenbeschreibung genannten Ausführungsbeispielen kombiniert werden.

Patentansprüche

1. Radnaben-Motor (10a bis 10e, 100a bis 100c) enthaltend einen Stator (14a bis 14e, 140a bis 140c),
5 einen Rotor (12a bis 12e, 120a bis 120c), und
mindestens ein Dichtungselement (34, 41, 51, 61, 71, 331, 350) zwischen Stator (14a bis 14e, 140a bis 140c) und Rotor (12a bis 12e, 120a bis 120c),
wobei das Dichtungselement (34, 41, 51, 61, 71, 331, 350) am
10 Rotor (12a bis 12e, 120a bis 120c) befestigt ist,
wobei das Dichtungselement (34, 41, 51, 61, 71, 331, 350) einen abstehenden Teil (36, 47, 57,66, 77, 336) hat, der im Stillstand des Motors (10a bis 10e, 100a bis 100c) an dem Stator (14a bis 14e, 140a bis 140c) anliegt,
15 und wobei der abstehende Teil (36, 47, 57,66, 77, 336) so angeordnet und ausgebildet ist, dass bei sich drehendem Rotor (12a bis 12e, 120a bis 120c) eine Fliehkraft auf den abstehenden Teil (36, 47, 57,66, 77, 336) wirkt, die einen Spalt zwischen dem abstehenden Teil (36, 47, 57,66, 77, 336) und
20 dem Stator (14a bis 14e, 140a bis 140c) erzeugt.

2. Motor nach Anspruch 1, wobei der Spalt eine Spaltbreite (B) im Bereich von 0,01 Millimeter bis 0,5 Millimeter hat, und/oder wobei der sich drehende Rotor (12a bis 12e, 120a bis
25 120c) bei Bildung des Spalts eine Drehzahl im Bereich von 200 Umdrehungen pro Minute bis 1000 Umdrehungen pro Minute hat.

3. Motor (10a, 10e) nach Anspruch 1 oder 2, wobei der Motor (10a, 10e) ein Innenläufermotor ist,
30 und wobei der abstehende Teil (36, 66) den Stator (14a, 14e) in axialer Richtung bezogen auf die Drehachse (A) des Rotors (12a, 12e) berührt,
und/oder wobei der abstehende Teil (36, 66) in der axialen Richtung durch eine Fliehkraft vom Stator (14a, 14e) abgehoben
35 wird.

4. Motor (10c, 10d) nach Anspruch 1 oder 2, wobei der Motor (10c, 10d) ein Innenläufermotor ist,

und wobei der abstehende Teil (47, 57) den Stator (14c, 14d) in radialer Richtung bezogen auf die Drehachse (A) des Rotors (12c, 12d) berührt,

5 und/oder wobei der abstehende Teil (47, 57) in der radialen Richtung durch die Fliehkraft vom Stator (14c, 14d) abgehoben wird.

5. Motor (100b) nach Anspruch 1 oder 2, wobei der Motor (100b) ein Außenläufermotor ist,

10 und wobei der abstehende Teil (336) den Stator (140b) in axialer Richtung bezogen auf die Drehachse (A) des Rotors (120b) berührt,

und/oder wobei der abstehende Teil (336) in der axialen Richtung durch die Fliehkraft vom Stator (140b) abgehoben wird.

15

6. Motor (100a) nach Anspruch 1 oder 2, wobei der Motor (100a) ein Außenläufermotor ist,

20 und wobei der abstehende Teil (77) den Stator (14a) in radialer Richtung bezogen auf die Drehachse (A) des Rotors (120a) berührt,

und/oder wobei der abstehende Teil (77) in der radialen Richtung durch die Fliehkraft vom Stator (140a) abgehoben wird.

7. Motor (10a, 10e, 100b) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der abstehende Teil (36, 66, 336) des Dichtungselementes (34, 61, 331) direkt von einem Hauptkörper (35, 65, 335) des Dichtungselementes (34, 61, 331) absteht, an dem das Dichtungselement (34, 61, 331) am Rotor (12a, 12e, 120b) befestigt ist.

30

8. Motor (10c, 10d, 100a) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei der abstehende Teil (47, 57, 77) des Dichtungselementes (41, 51, 71) an einem frei angeordneten Mittelteil (46, 56, 76) des Dichtungselementes angeordnet ist,

35 und wobei der Mittelteil (46, 56, 76) an einem Hauptteil (45, 55, 75) des Dichtungselementes (41, 51, 71) angeordnet ist, an dem das Dichtungselement (41, 51, 71) am Rotor (12c, 12a, 120a) befestigt ist.

9. Motor (10a bis 10e, 100a bis 100c) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei zwischen dem Rotor (12a bis 12e, 120a bis 120c) und dem Stator (14a bis 14e, 140a bis 140c) mindestens eine weitere Dichtung angeordnet ist.

10. Motor (10d) nach Anspruch 9, wobei die weitere Dichtung eine Labyrinthdichtung (53, 54) mit vorzugsweise mindestens zwei Mäandern ist, insbesondere eine Labyrinthdichtung (53, 54) mit kämmenden Mantelflächen bezogen auf die Drehachse (A) des Rotors (12d).

11. Motor (10a, 10e) nach Anspruch 9 oder 10, wobei die weitere Dichtung eine Schleuderscheibe (37, 63) enthält oder ist, die eindringende Flüssigkeit (F1) in radialer Richtung wegschleudert.

12. Motor (10c, 100a, 100b) nach einem der Ansprüche 9 bis 11, wobei die weitere Dichtung eine Spaltdichtung (48, 88, 333) ist mit einem geraden Spalt, der eine Spaltbreite kleiner als 2 Millimeter oder kleiner als 1 Millimeter und ein Spaltlänge in radialer oder axialer Richtung größer als 10 Millimetern oder größer als 100 Millimetern hat.

13. Motor (10a bis 10e) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei bei Rückbeziehung auf einen Innenläufermotor (10a bis 10e) am Stator (14a bis 14e) eine Platte (15a bis 15e) mit mindestens drei vorzugsweise lösbaren Verbindungen befestigt ist,

und wobei an der Platte (15a bis 15e) ein Berührungsbereich liegt, an dem der abstehende Teil (36, 47, 57, 66) des Dichtungselementes (34, 41, 51, 61) den Stator (14a bis 14e) berührt,

wobei vorzugsweise die Platte (15a bis 15e) zum Stator (14a bis 14e) hin mit einem weiteren Dichtungselement (26a bis 26e) abgedichtet ist, insbesondere einem O-Ring oder einer Flachdichtung.

14. Motor (100a, 100b) nach einem der Ansprüche 1 bis 12, wobei bei Rückbeziehung auf einen Außenläufermotor (100a, 100b) am Rotor (120a, 120b) eine Halte-Platte (150a, 150b) mit mindestens drei vorzugsweise lösbaren Verbindungen (240a, 240b) 5 befestigt ist, und wobei an der Platte (150a, 150b) das Dichtungselement (71, 331) befestigt ist, wobei vorzugsweise die Platte (150a, 150b) zum Rotor (120a, 120b) hin mit einem weiteren Dichtungselement (260a, 260b) 10 abgedichtet ist, insbesondere einem O-Ring oder einer Flachdichtung.

15. Verfahren zum Abdichten eines Radnaben-Motors (10a bis 10e, 100a bis 100c), insbesondere eines Motors (10a bis 10e, 15 100a bis 100c) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, enthaltend:

Vorsehen eines Dichtungselementes (34, 41, 51, 61, 71, 331, 350), das sich durch Fliehkraft (78) öffnet als statisches Dichtungselement (34, 41, 51, 61, 71, 331, 350), 20 und vorzugsweise Vorsehen eines weiteren Dichtungselementes (37, 48, 53, 54, 63, 88, 333) für den Fall des geöffneten statischen Dichtungselementes (34, 41, 51, 61, 71, 331, 350).

FIG 2

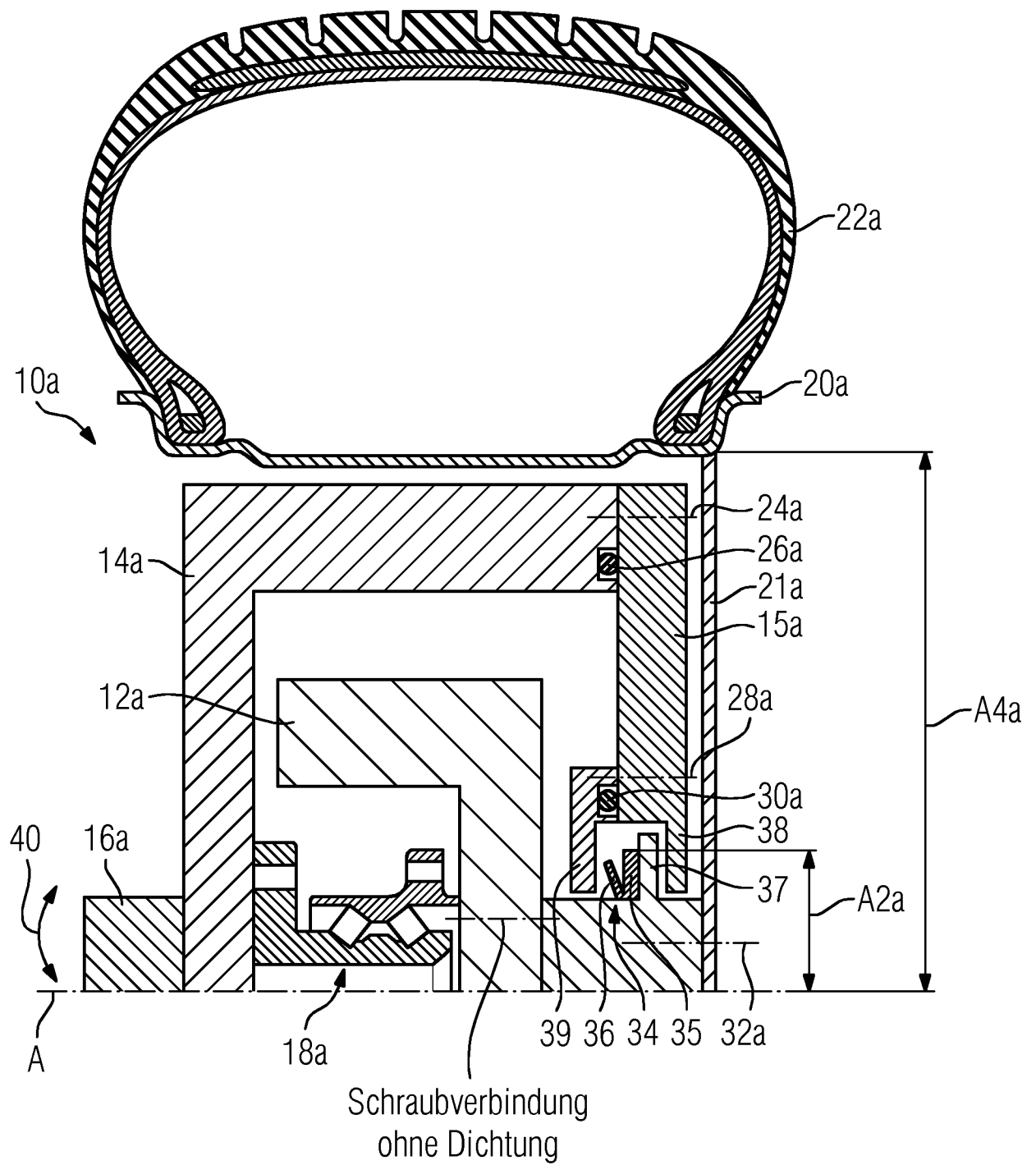


FIG 3

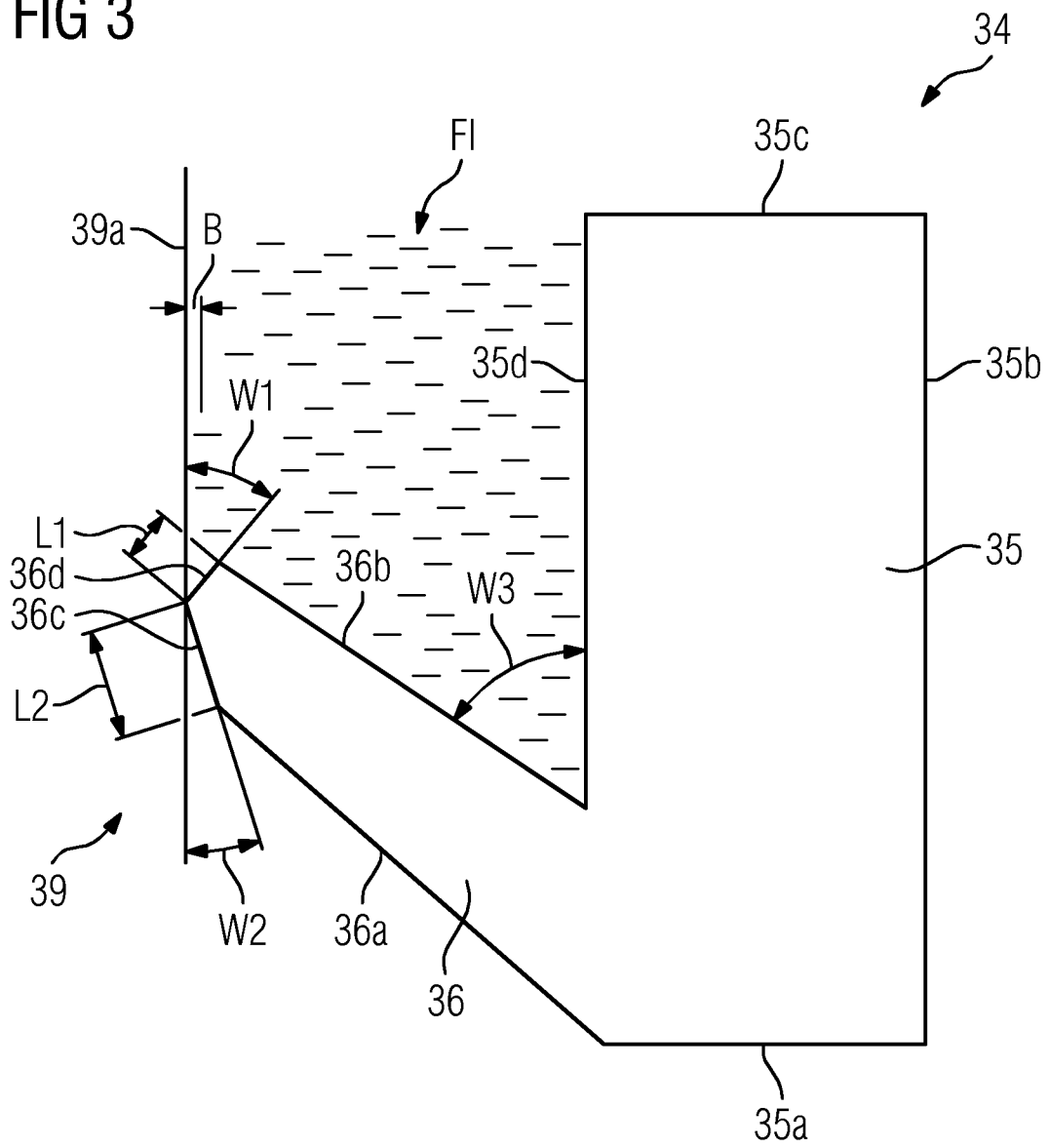


FIG 4

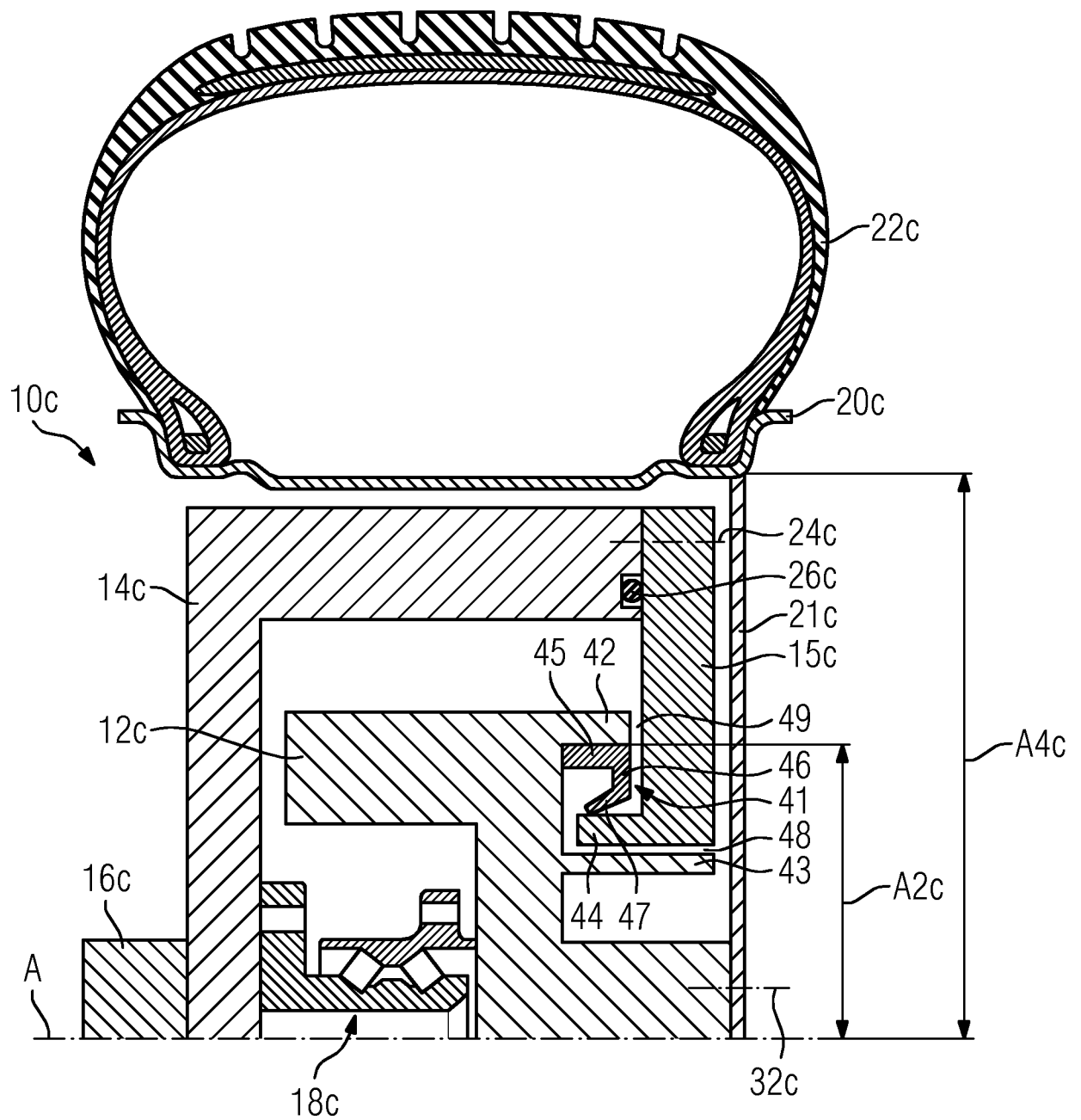


FIG 5

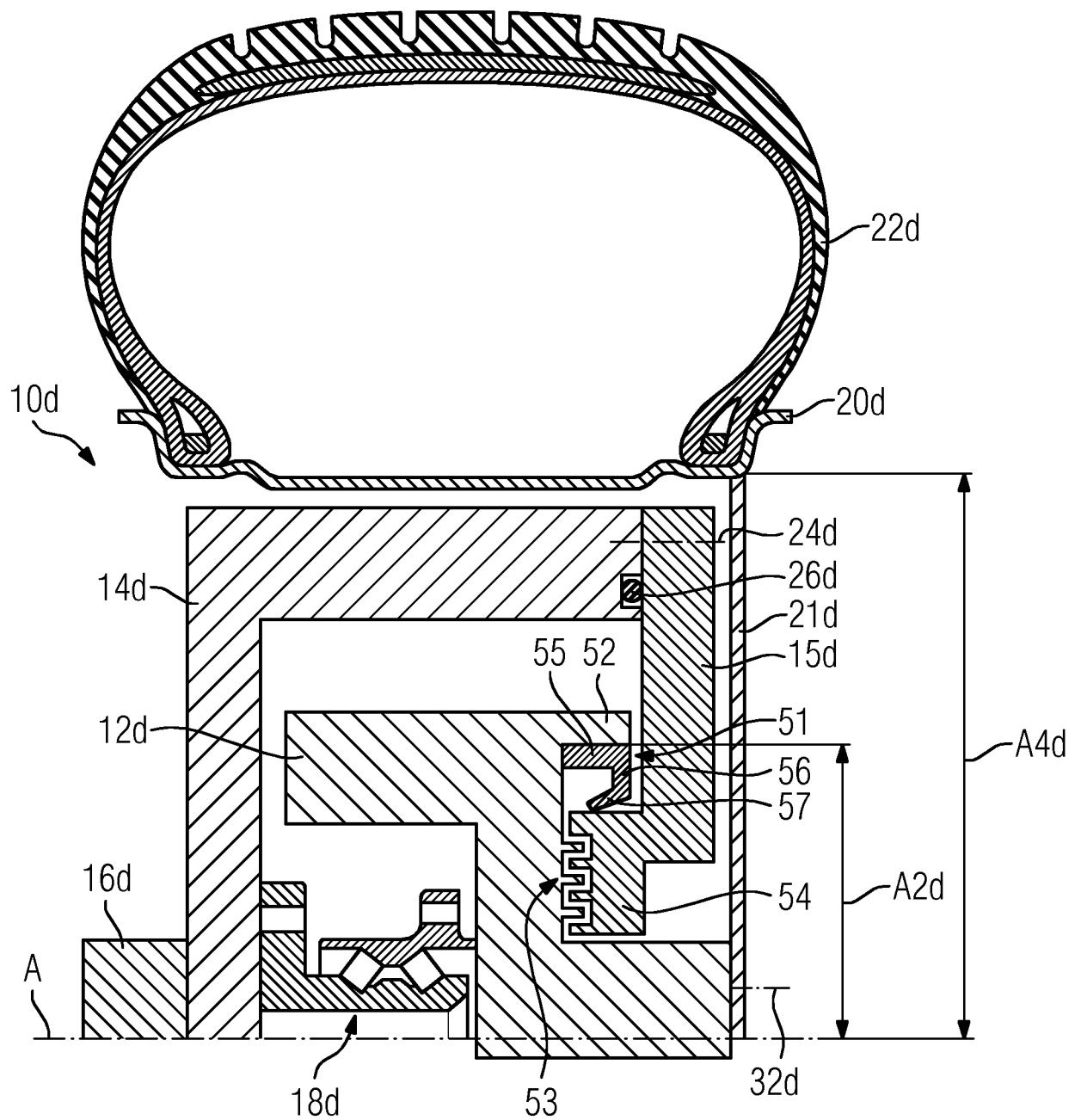


FIG 6

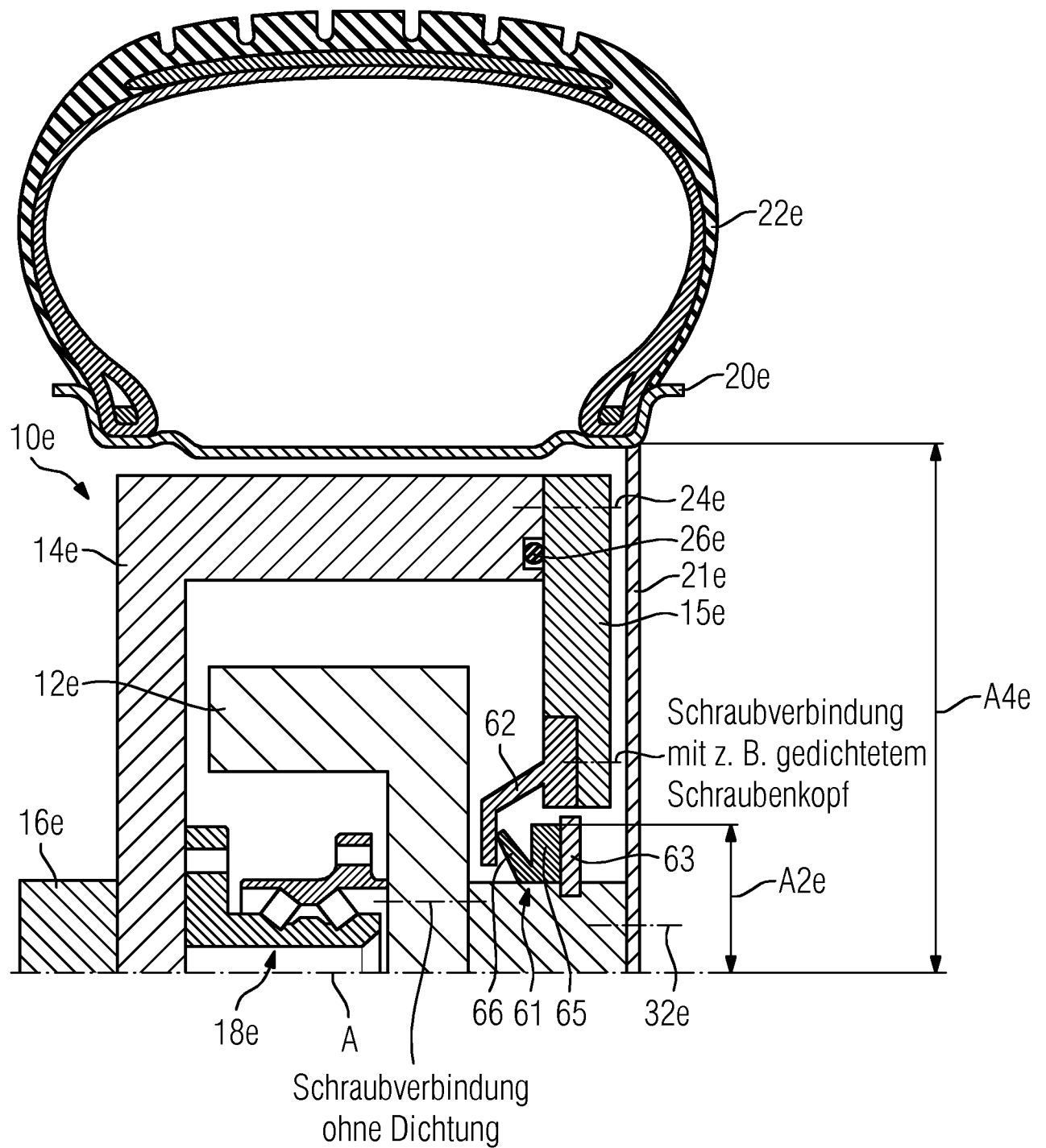


FIG 8

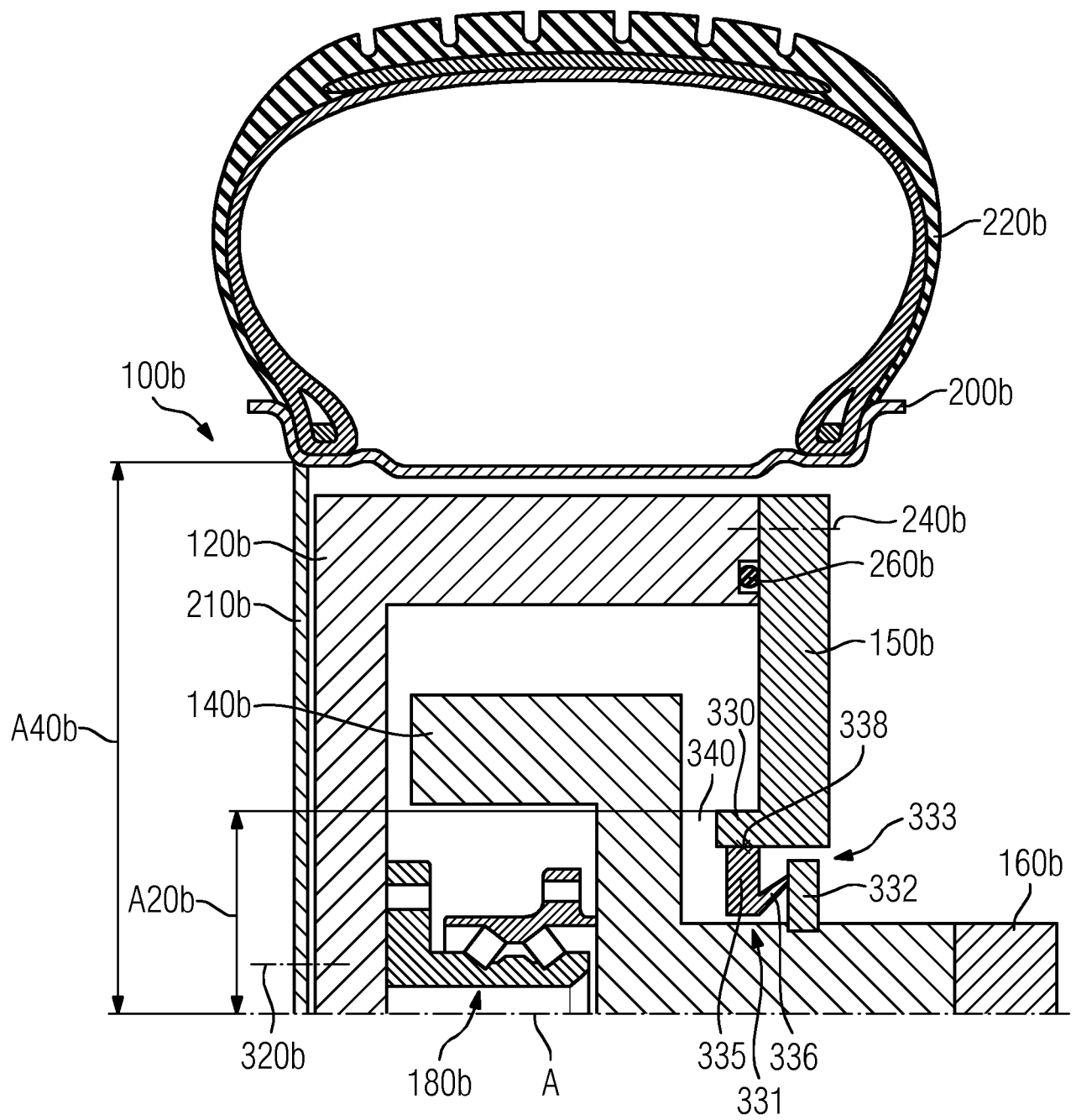


FIG 9

