

(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
03. Oktober 2024 (03.10.2024)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2024/199815 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
B60K 7/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2024/054056

(22) Internationales Anmeldedatum:
16. Februar 2024 (16.02.2024)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2023 001 261.0
31. März 2023 (31.03.2023) DE

(71) Anmelder: **MERCEDES-BENZ GROUP AG** [DE/DE];
Mercedesstraße 120, 70372 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder: **SCHMIDT, Michael**; Warthäuser Strasse 5,
70327 Stuttgart (DE). **SCHWED, Fabian**; Fleischmann-

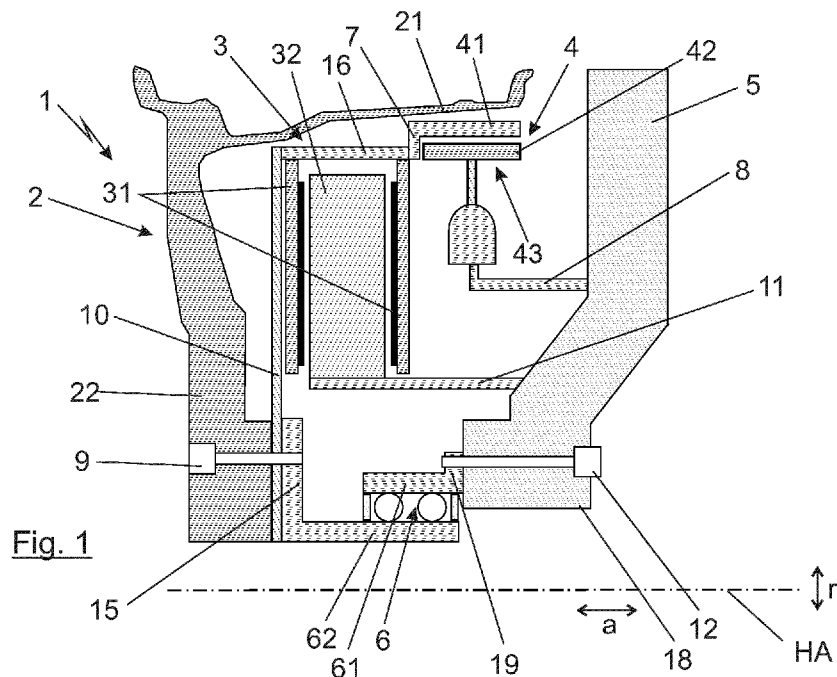
strasse 11, 73728 Esslingen am Neckar (DE). **DEHN, Jo-**
hannes; Talbachgasse 1, 73269 Hochdorf (DE). **ADAM,**
Arthur; Herrenberger Strasse 119, 71069 Sindelfingen
(DE). **ROOSZ, Jessica**; Martinstrasse 24, 73249 Wernau
(DE).

(74) **Anwalt: SCHEIDLE, Thorsten**; Mercedes-Benz Intellec-
tual Property GmbH & Co. KG, 063 - H512, 70546 Stutt-
gart (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, CV, CZ, DE, DJ,
DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH,
GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO,
JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR,
LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY,

(54) Title: WHEEL HUB DRIVE DEVICE FOR A MOTOR VEHICLE

(54) Bezeichnung: RADNABENANTRIEBSVORRICHTUNG FÜR EIN KRAFTFAHRZEUG



(57) **Abstract:** The invention relates to a wheel hub drive device (1) comprising: a wheel carrier (5); a wheel bearing (6) which has a first bearing shell (61), which is connected to the wheel carrier (5) for conjoint rotation, and a second bearing shell (62), which is coaxial to and rotatable with respect to the first bearing shell (61); an electric machine (3) which has a rotor (31) and a stator (32) which is connected to the wheel carrier (5) for conjoint rotation; and a braking device (4). The electric machine (3) is designed as an outer rotor, and a friction region (43) of the braking device (4) is arranged axially between the wheel carrier (5) and the stator (32).

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft eine Radnabenantriebsvorrichtung (1) mit einem Radträger (5), mit einem Radlager (6), welches eine mit dem Radträger (5) drehfest verbundene erste Lagerschale (61) und eine koaxial und drehbar zur ersten Lagerschale (61) angeordnete zweite Lagerschale (62) aufweist, mit einer elektrischen Maschine (3), die einen Rotor (31) und einen mit dem Radträger

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, ST,
SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, 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, ME, 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).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)
- in Schwarz-Weiss; die internationale Anmeldung enthielt in ihrer eingereichten Fassung Farbe oder Graustufen und kann von PATENTSCOPE heruntergeladen werden.

(5) drehfest verbundenen Stator (32) aufweist, und mit einer Bremsvorrichtung (4). Dabei ist die elektrische Maschine (3) als ein Außenläufer ausgebildet, und ein Reibbereich (43) der Bremsvorrichtung (4) ist axial zwischen dem Radträger (5) und dem Stator (32) angeordnet.

Radnabenantriebsvorrichtung für ein Kraftfahrzeug

Die Erfindung betrifft eine Radnabenantriebsvorrichtung nach der im Oberbegriff von Anspruch 1 näher definierten Art. Außerdem betrifft die Erfindung ein Kraftfahrzeug mit einer solchen Radnabenantriebsvorrichtung.

Eine Radnabenantriebsvorrichtung für ein Kraftfahrzeug ist aus der DE 10 2009 035 176 A1 bekannt. Um eine Bremsvorrichtung, hier ein Scheibenbremssystem, und eine elektrische Maschine radial innerhalb einer Felge anordnen zu können, wird es in der genannten Schrift vorgeschlagen, dass ein Stator der elektrischen Maschine in seinem Umfang eine Aussparung aufweist, in welcher ein Bremssattel des Scheibenbremssystems angeordnet ist. Der Nachteil des Aufbaus ist hier die sehr komplexe Verschachtelung der Bauelemente. Außerdem kann der Stator nicht vollständig umlaufend ausgebildet werden kann, was jedoch an sich wünschenswert wäre.

Ferner ist aus der gattungsgemäßen JP 2005 – 75 006 A eine Radnabenantriebsvorrichtung bekannt, bei der eine Trommelbremse axial neben einer elektrischen Maschine angeordnet ist.

Die Aufgabe der hier vorliegenden Erfindung besteht nun darin, dass prinzipielle Konzept der JP 2005 – 75 006 A dahingehend weiterzubilden, dass ein besonders kompakter Aufbau möglich wird.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch eine Radnabenantriebsvorrichtung für ein Kraftfahrzeug mit den Merkmalen im Anspruch 1, und hier insbesondere im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1, gelöst. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Radnabenantriebsvorrichtung gemäß der Erfindung ergeben sich aus den hiervon

abhängigen Unteransprüchen. Ferner ist ein Kraftfahrzeug mit einer solchen Radnabenantriebsvorrichtung angegeben, welches die Aufgabe ebenfalls löst.

Bei der erfindungsgemäßen Radnabenantriebsvorrichtung ist es so, dass diese vergleichbar wie die Radnabenantriebsvorrichtung im gattungsgemäßen Stand der Technik einen Radträger, ein Radlager, eine elektrische Maschine sowie eine Bremsvorrichtung umfasst. Dabei ist hier der Radträger drehfest mit einer ersten Lagerschale eines Radlagers verbunden, welches außerdem eine zweite drehbar zur ersten Lagerschale angeordnete zweite Lagerschale aufweist. Die elektrische Maschine umfasst einen Rotor und einen mit dem Radträger drehfest verbundenen Stator. Eine Drehachse des Rotors wird als eine Hauptdrehachse der Radnabenantriebsvorrichtung bezeichnet. Hinsichtlich der Hauptdrehachse sind die erste Lagerschale und die zweite Lagerschale radial innerhalb des Stators angeordnet.

Die Bremsvorrichtung weist einen Reibbereich auf. Die Bremsvorrichtung weist ein drehfest mit der zweiten Lagerschale verbundenes erstes Bremssegment sowie ein drehfest mit der ersten Lagerschale verbundenes zweites Bremssegment auf. In dem Reibbereich können das erste Bremssegment und das zweite Bremssegment in reibende Anlage gebracht werden, so dass das Rad mittels der Bremsvorrichtung abgebremst werden kann.

Die Radnabenantriebsvorrichtung weist ein drehfest mit der zweiten Lagerschale verbundenes Rad auf, welches seinerseits eine Radscheibe und eine Felge aufweist. Hinsichtlich einer Einbaulage in dem Kraftfahrzeug bildet die Radscheibe einen axial äußeren, also von einer axialen Kraftfahrzeugmitte wegweisenden, Abschluss des Rades. Die Radscheibe erstreckt sich, bezogen auf die Hauptantriebsachse, in radialer Richtung ausgehend von der zweiten Lagerschale hin zu der Felge.

Die elektrische Maschine ist als ein Außenläufer ausgebildet. Dies bedeutet, dass ein Rotorträger, an welchem der Rotor gehalten und abgestützt ist, zumindest abschnittsweise radial außerhalb zu dem Stator und zugleich axial überlapend zu dem Stator angeordnet ist.

Falls die elektrische Maschine z.B. als Axialflussmaschine ausgebildet ist, kann der Rotorträgerabschnitt den Stator umgreifen. Er kann hierfür beispielsweise ein im Querschnitt auf einer Seite seiner Rotationsachse U-förmig ausgebildet sein, sodass der

„Boden“ des U als ein Abschnitt des Rotorträgers radial außerhalb des Stators zu liegen kommt. An den Schenkeln des U wären dann die beiden Teile des bei einer solchen Axialflussmaschine typischen geteilten Rotors angeordnet.

Im Sinne der Erfindung sind zwei Elemente dann drehfest miteinander verbunden, wenn sie coaxial zueinander angeordnet sind, beispielsweise bezogen auf ihre Drehachse oder bezogen auf eine Rotationssymmetrieachse, und wenn sie derart miteinander verbunden sind, dass sie immer mit der gleichen Winkelgeschwindigkeit drehen. Ein Element ist dann drehfest mit einem feststehenden Teil verbunden, wenn es nicht gegenüber diesem feststehenden Teil verdreht werden kann.

Erfindungsgemäß ist es nun vorgesehen, dass die elektrische Maschine hinsichtlich einer auf die Hauptdrehachse bezogenen axialen Richtung zwischen dem Reibbereich der Bremsvorrichtung und der Radscheibe angeordnet ist. Der Reibbereich und vorteilhaft das erste Bremssegment und das zweite Bremssegment sind somit bezogen auf einen eingebauten Zustand in dem Kraftfahrzeug auf einer der axialen Kraftfahrzeugmitte zugewandten Seite der elektrischen Maschine angeordnet.

Die Begriffe „axial“, „radial“ und „axiale Richtung“ beziehen sich dabei immer auf die Hauptdrehachse der Radnabenantriebsvorrichtung. Der Rotor ist vorteilhaft coaxial zu dem Radlager angeordnet.

Unter radial überlappend wird dabei verstanden, dass zwei, insbesondere im Wesentlichen rotationssymmetrische, Elemente in Bezug auf eine gemeinsame Achse radial überlappend angeordnet sind, welche zumindest jeweils teilweise in einen Bereich gleicher radialer Koordinaten, und insbesondere gleicher Winkelkoordinaten, hineinragen. Dem gleichen Verständnis folgend kann unter axial überlappend verstanden werden, dass zwei Elemente hinsichtlich einer gemeinsamen Achse immer dann axial überlappend angeordnet sind, wenn sie zumindest jeweils teilweise in einen Bereich gleicher axialer Koordinaten hineinragen.

Der erfindungsgemäße Aufbau der Radnabenantriebsvorrichtung hat nun den Vorteil, dass er sich außerordentlich kompakt realisieren lässt. Gleichzeitig wird mit der bei einem abmontiertem Rad in axialer Richtung hinter der elektrischen Maschine liegenden

Bremsvorrichtung ein Aufbau erreicht, bei welchem keine radiale Verschachtelung von Bremsvorrichtung und elektrischer Maschine ineinander notwendig ist.

Gemäß einer außerordentlich günstigen Weiterbildung der Radnabenantriebsvorrichtung der Erfindung kann es vorgesehen, dass die Bremsvorrichtung als eine Trommelbremse ausgebildet ist. Ein Bremsschuh dieser Trommelbremse kann gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung hiervon radial außerhalb des Stators angeordnet sein. Die Bremsvorrichtung weist also im Vergleich zum feststehenden Teil der elektrischen Maschine einen größeren Außendurchmesser auf.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung der Radnabenantriebsvorrichtung gemäß der Erfindung kann es ferner vorsehen, dass eine Bremsschuhhalterung der Trommelbremse zumindest teilweise radial überlappend zu dem Stator angeordnet ist. Die Bremsschuhhalterung befindet sich also gesehen von der Hauptdrehachse aus zumindest teilweise auf demselben Radius wie der Stator, sodass diese in axialer Richtung gesehen, und hier soll wieder der Blick bei abmontiertem Rad in axialer Richtung auf die Radnabenantriebsvorrichtung gewählt werden, hinter dem Stator bzw. der elektrischen Maschine verschwindet. Dies ermöglicht einen sehr kompakten Aufbau in radialer Richtung.

Eine weitere Ausgestaltung der Radnabenantriebsvorrichtung gemäß der Erfindung kann es außerdem vorsehen, dass eine Bremstrommel mittels einer Bremstrommelhalterung mit der zweiten Lagerschale und damit der Radnabe drehfest verbunden ist. Die Bremstrommel der Trommelbremse ist dabei mittels einer Bremstrommelhalterung unter Umgehung eines Rotorträgers der elektrischen Maschine drehfest mit der zweiten Lagerschale verbunden. In dieser Ausgestaltungsvariante umgreift die Bremstrommelhalterung also die elektrische Maschine bzw. deren Stator und Rotor von außen her und bildet damit, insbesondere bei einer schiebenförmigen bzw. tellerartigen Ausgestaltung eines radial sich erstreckenden Abschnitts dieser Bremstrommelhalterung, eine Art Schutzscheibe für die elektrische Maschine bei abgenommenem Rad. In einem sich in axialer Richtung erstreckenden Abschnitt der Bremstrommelhalterung kann sie dann die elektrische Maschine von außen umgreifen und auch hier entsprechend schützen. Die Bremstrommelhalterung kann insgesamt also topfförmig ausgestaltet werden und den Stator der elektrischen Maschine gemäß der Erfindung nach außen hin komplett umschließen.

Eine alternative Ausgestaltung der Radnabenantriebsvorrichtung gemäß der Erfindung hierzu sieht dagegen vor, dass eine Bremstrommel der Trommelbremse mittels eines Rotorträgers der elektrischen Maschine drehfest mit der zweiten Lagerschale verbunden ist, derart, dass hinsichtlich eines von der zweiten Lagerschale zu der Bremstrommel verlaufenden Drehmomentenstromes der Rotorträger zwischen der zweiten Lagerschale und der Bremstrommel angeordnet ist. Bei dieser Variante ist der Rotorträger also permanent drehfest mit der Bremstrommel verbunden, wobei der Rotorträger selbst drehfest mit der Radnabe, und damit der zweiten Lagerschale, in Verbindung steht.

Besonders effizient wird die Radnabenantriebsvorrichtung gemäß der Erfindung dann, wenn eine drehbar zu der ersten Lagerschale und drehbar zu der zweiten Lagerschale angeordnete dritte Lagerschale vorgesehen ist, welche axial überlappend zu und radial außerhalb der ersten Lagerschale angeordnet ist, und welche drehfest mit dem Rotor verbunden ist. Bei dieser besonders günstigen Ausgestaltung der Radnabenantriebsvorrichtung ist also zusätzlich zu dem Radlager ein Rotorlager mit vorgesehen, sodass der Rotor drehbeweglich gegenüber dem Radlager und damit sowohl gegenüber dem Radträger als auch der Radnabe ist.

Dieser Aufbau ist insbesondere dann von Vorteil, wenn es gemäß einer weiteren sehr günstigen Ausgestaltung der Radnabenantriebsvorrichtung gemäß der Erfindung ferner vorgesehen ist, dass eine Kupplung dazu ausgebildet ist, die dritte Lagerschale drehfest mit der zweiten Lagerschale zu verbinden. Eine solche Kupplung oder Trennkupplung kann also genutzt werden, um bei Bedarf die zweite und die dritte Lagerschale drehfest zu verbinden oder zu trennen, wobei dann auch der Rotor entsprechend mit der zweiten Lagerschale und damit mit dem Rad drehfest verbunden oder von diesem getrennt wird. Über diesen Aufbau lässt sich die elektrische Maschine also bei Bedarf innerhalb der Radnabenantriebsvorrichtung von dem Rad abkoppeln und mit dem Rad koppeln. Dabei sind eine erste Kupplungshälfte und eine zweite Kupplungshälfte Teil dieser Kupplung, wobei eine Kupplungshälfte im Sinne der hier vorliegenden Erfindung immer als Verzahnung oder Lamellenpaket ausgebildet sein kann. Es liegt also eine formschlüssig oder reibschlüssig funktionierende Kupplung vor.

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung können die Kupplungshälften dabei radial innerhalb der Bremstrommel und/oder einer Bremstrommelhalterung angeordnet sein. Sie liegen damit im Inneren des Aufbaus.

Dies gilt insbesondere für den oben beschriebenen Aufbau mit einer tellerartigen oder topfartigen Bremstrommelhalterung, welche dann auch die Kupplungshälften umschließt. Gemäß einer sehr vorteilhaften Weiterbildung kann es dementsprechend vorgesehen sein, dass die Kupplungshälften axial zwischen einem Tellerabschnitt der Bremstrommelhalterung und einem den Rotor mit der dritten Lagerschale verbindenden tellerförmig ausgebildeten Rotorträgerabschnitt angeordnet sind. Die beiden tellerförmig ausgebildeten Verbindungen bzw. Halterungen erstrecken sich dabei von radial innen nach radial außen und können ferner einzelne in Axialrichtung verlaufende Abschnitte aufweisen. Dabei ist axial zwischen diesen beiden tellerartigen sich radial erstreckenden Abschnitten die Kupplung eingeschlossen, sodass diese in einem kompakten Aufbau gut geschützt in der Radnabenantriebsvorrichtung gemäß dieser Ausführungsvariante zu liegen kommt.

Wie oben bereits angedeutet kann die elektrische Maschine vorzugsweise als Axialflussmaschine ausgebildet sein, wobei ein Abschnitt des Rotorträgers radial außerhalb des Stators und axial überlappend zu dem Stator angeordnet ist.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Radnabenantriebsvorrichtung gemäß der Erfindung ergeben sich auch aus den Ausführungsbeispielen, welche nachfolgend unter Bezugnahme auf die Figuren näher beschrieben sind.

Dabei zeigen:

Fig. 1 eine schematische Schnittdarstellung einer Radnabenantriebsvorrichtung in einer ersten Ausführungsform gemäß der Erfindung; und

Fig. 2 eine schematische Schnittdarstellung einer Radnabenantriebsvorrichtung in einer zweiten Ausführungsform gemäß der Erfindung.

In der Darstellung der Figur 1 ist eine Radnabenantriebsvorrichtung 1 für ein Kraftfahrzeug schematisch angedeutet. Dabei ist lediglich ein Teil ihres Aufbaus oberhalb

einer Hauptdrehachse HA dargestellt. Die Radnabenantriebsvorrichtung 1 umfasst dabei im Wesentlichen ein Rad 2, eine elektrische Maschine 3, welche als eine Axialflussmaschine ausgebildet ist, und eine Bremsvorrichtung 4. Sie umfasst einen Radträger 5 und zusätzlich ein Radlager 6. Das Radlager 6 weist dabei eine erste Lagerschale 61 sowie eine drehbar zu dieser ersten Lagerschale 61 angeordnete zweite Lagerschale 62, welche in dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel über Wälzkörper gegeneinander abgestützt sind, auf. Die zweite Lagerschale 62 befindet sich dabei in radialer Richtung r, bezogen auf die Hauptdrehachse HA, innerhalb der ersten Lagerschale 61. Die zweite Lagerschale 62 bildet an ihrem in einer axialen Richtung a gesehenen linken Ende in der Darstellung der Figur 1 eine Radnabe 15 aus und ist in einem Befestigungsbereich zur Befestigung eines Rades 2 mit dem solchen über eine angedeutete Radschraube 9 verbunden.

Der Begriff der axialen Richtung a bezieht sich dabei auf die Hauptdrehachse HA.

Das Rad 2 weist eine Felge 21 und eine drehfest mit der Felge 21 verbundene Radscheibe 22 auf. Die Felge 21 und die Radscheibe 22 sind permanent drehfest miteinander verbunden und können einstückig miteinander ausgebildet sein. In einem montierten Zustand an einem Kraftfahrzeug ist die Radscheibe 22 ein axial äußerer Teil des Rades 2.

Die Radscheibe 22 ist somit hinsichtlich der axialen Richtung a auf einer einer axialen Kraftfahrzeugmitte abgewandten Seite der elektrischen Maschine 3 angeordnet.

Die elektrische Maschine 3 ist hinsichtlich der axialen Richtung a zwischen der Radscheibe 2 und einem Reibbereich 43 der Bremsvorrichtung 4 angeordnet.

Die elektrische Maschine 3 ist besonders vorteilhaft als Axialflussmaschine in Form eines Außenläufers ausgebildet. Ein Stator 32 der elektrischen Maschine 3 ist dabei über eine Statorhalterung 11 drehfest mit dem Radträger 5 verbunden. Ein Rotor 31 der elektrischen Maschine 3 ist, wie bei Axialflussmaschinen typisch, zweigeteilt ausgeführt. Die beiden Teile des Rotors 31 sind über den Rotorträger 16 miteinander verbunden. Axial zwischen den beiden Teilen des Rotors 31 ist der Stator 32 angeordnet. Zumindest ein Abschnitt des Rotorträgers 16 ist hinsichtlich der axialen Richtung a axial überlappend zu dem Stator 5 und radial außerhalb des Stators 5 angeordnet. Der genannte Abschnitt

des Rotorträgers 16 ist vorteilhaft zylinderförmig ausgebildet. Der Rotorträger 16 selbst ist über einen im Wesentlichen scheibenförmigen Rotorträgerabschnitt 10 drehfest mit der zweiten Lagerschale 62 bzw. der Radnabe 15 und damit mit der Radscheibe 22 beziehungsweise mit dem Rad 2 verbunden. Die drehfeste Verbindung zu der Radnabe 15 bzw. zu dem Rad 2 über den Rotorträgerabschnitt 10 nutzt neben dem Rotorträger 16 auch eine Bremsstrommel 41, welche über eine Bremsstrommelhalterung 7 mit dem hinsichtlich der axialen Richtung a axial benachbarten Rotorträger 16 verbunden ist.

Hinsichtlich der auf die Hauptdrehachse HA bezogene radiale Richtung r sind die erste Lagerschale 61 und die zweite Lagerschale 62 radial innerhalb des Stators 32 sowie radial innerhalb des Rotors 31 sowie radial innerhalb des Reibbereiches 43 angeordnet. Vorteilhaft ist das Radlager 6 axial überlappend zu dem Stator 32 angeordnet.

Die Radscheibe 22 ist ein im wesentlichen tellerförmiger Teil des Rades 2, welcher sich ausgehend von der Radnabe 15 nach radial außen zu der Felge 21 hin erstreckt. Die Felge 21 ist ein im wesentlichen zylinderförmiger Teil des Rades 2.

In diesem Fall befindet sich dabei axial zwischen der Radnabe 15 und der Radscheibe 22 des Rades 2 außerdem der Rotorträgerabschnitt 10 des Rotorträgers 16, welcher drehfest mit der Radnabe 15 und damit mit der zweiten Lagerschale 62 verbunden ist.

Der Rotorträgerabschnitt 10 erstreckt sich ausgehend von der Radnabe 15 nach radial außen und weist im Wesentlichen eine Teller- oder Scheibenform auf. Der Rotorträgerabschnitt 10 ist, zumindest in einem radial mit einer Radschraube 9 überlappenden Bereich, vorteilhaft axial zwischen der Radscheibe 22 und der Radnabe 15 angeordnet.

Die Bremsvorrichtung 4 kann wie im Ausführungsbeispiel gezeigt als Trommelbremse ausgeführt sein. Die Bremsvorrichtung kann aber auch zum Beispiel als Scheibenbremse ausgeführt sein. Der Reibbereich 43 der Bremsvorrichtung 4 ist axial zwischen dem Radträger 5 und einem Stator 32 der elektrischen Maschine 3 angeordnet. In einem eingebauten Zustand in dem Kraftfahrzeug ist der Reibbereich 43 hinsichtlich der axialen Richtung a zwischen der axialen Fahrzeugmitte und der elektrischen Maschine 3 angeordnet.

In den Ausführungsbeispielen ist die Bremsvorrichtung 4 als Trommelbremse ausgebildet. Sie umfasst die Bremstrommel 41 als ein erstes Bremsselement und einen Bremsschuh 42 als ein zweites Bremsselement. In an sich bekannter Art und Weise wird dieser Bremsschuh 42 drehfest an dem Radträger 5 gehalten. In dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel ist er über eine Bremsschuhhalterung 8 drehfest mit dem Radträger 5 verbunden. Die Anbindung des Bremsschuhs 42, wobei in der Praxis typischerweise zwei oder mehr derartige Bremsschuhe 42 vorgesehen sein können, erfolgt dann gelenkig und mit einem Aktuator in der Art, dass die Bremsschuhe 42 auf ihrem Durchmesser radial nach außen bewegt werden können, um bei Bedarf Reibung zwischen dem Bremsschuh 42 und der inneren Oberfläche der Bremstrommel 41 zu erzeugen. Die Bremstrommel 41 ist drehfest mit dem Rad verbunden.

Hinsichtlich der axialen Richtung a sind also, der Reibbereich 43, die elektrische Maschine 3, der Rotorträgerabschnitt 10 und die Radscheibe 22 in der genannten Reihenfolge nacheinander angeordnet. Der Radträger 5 stellt dabei einen Teil einer Trägerstruktur für das Rad 2 dar. Der Radträger 5 ist hinsichtlich der axialen Richtung a auf einer der elektrischen Maschine 3 abgewandten Seite des Reibbereiches 43 angeordnet.

Die Befestigung der ersten Lagerschale 61 an dem Radträger 5 kann nun vorzugsweise über eine angedeutete Schraube 12 erfolgen, sodass das Radlager 6 über diese Schraube 12 mit dem Radträger 5 verschraubt ist. Ein mit 18 bezeichneter erster Ringabschnitt des Radträgers 5 wird dadurch mit einem zweiten Ringabschnitt 19, welcher Teil der ersten Lagerschale 61 ist, drehfest verbunden.

Dieser sehr kompakt und mit einfach zugänglichen Bauteilen, die einen geringen Grad der Verschachtelung untereinander aufweisen, ausgestaltete Aufbau der Radnabenantriebsvorrichtung 1, wie er in der Darstellung der Figur 1 zu erkennen ist, lässt sich nun noch um eine weitere Funktionalität erweitern. Ein solcher Aufbau ist in der Darstellung der Figur 2 zu erkennen. Der Aufbau in der Figur 2 ist dabei, soweit er dem der Figur 1 entspricht, mit denselben Bezugszeichen versehen und weist dieselben Funktionalitäten auf. Nachfolgend wird daher lediglich auf die Unterschiede der beiden Ausführungsvarianten der Radnabenantriebsvorrichtung 1 im Detail eingegangen.

Ein erstes Detail, welches hier anders gestaltet ist, ist es, dass zusätzlich ein Rotorlager 13 vorgesehen ist, über welches der Rotor 31 gegenüber dem Radträger 5 und damit dem Stator 32 gelagert ist. Die Lagerung des Rotors 31 wird also nicht wie bei dem Ausführungsbeispiel von Fig. 1 vom Radlager 6 mit übernommen.

Das Rotorlager 13 ist separat zu dem Radlager 6 ausgebildet. Vorteilhaft ist das Rotorlager 13 hinsichtlich der axialen Richtung a radial umgebend und axial zumindest teilweise überlappend zu dem Radlager 6 angeordnet.

Das Rotorlager 13 steht nun über einen modifizierten Rotorträgerabschnitt 101 mit dem Rotor 31 in Verbindung, welcher bei dem hier dargestellten zweiten Ausführungsbeispiel der Radnabenantriebsvorrichtung 1 nun nicht mehr permanent drehfest mit der zweiten Lagerschale 62 des Radlagers 6 verbunden ist. Vielmehr ist der Rotor 31 über den modifizierten Rotorträgerabschnitt 101 drehfest mit einer dritten Lagerschale 131 des Rotorlagers 13 verbunden. Diese dritte Lagerschale 131 des Rotorlagers 13 stützt sich dabei vorzugsweise von radial außen auf der ersten Lagerschale 61 des Rotorlagers 6 über Wälzkörper ab.

Die erste Lagerschale 61 wird bei diesem Aufbau des zweiten Ausführungsbeispiels also zur mittleren Lagerschale, welche radial außen zusammen mit der dritten Lagerschale 131 das Rotorlager 13 und radial innen zusammen mit der zweiten Lagerschale 62 das Radlager 6 ausbildet. Durch diese Doppelnutzung der ersten Lagerschale 61 werden Bauraum und Bauteile eingespart. Die erste Lagerschale 61 umfasst somit einen radial äußeren Lagerring des Radlagers 6. Die erste Lagerschale 61 umfasst zugleich einen radial inneren Lagerring des Rotorlagers 13.

Der modifizierte Rotorträgerabschnitt 101 ist im Wesentlichen tellerförmig ausgebildet und ist hinsichtlich der axialen Richtung a zwischen der Radscheibe 22 und dem Stator angeordnet.

Der Rotor 31 der elektrischen Maschine 3 kann sich über das Rotorlager 13 nun frei sowohl um seinen mit dem Radträger 5 verbundenen Stator 32 als auch um die zweite Lagerschale 62 und damit um die Radnabe 15 und das Rad 2 drehen. Die Entkopplung von der zweiten Lagerschale 62 und damit von dem Rad 2 kann in bestimmten

Fahrsituationen des Kraftfahrzeuges sinnvoll sein, um ein Mitschleppen der elektrischen Maschine 3 zum Beispiel bei einem ausrollenden Kraftfahrzeug zu vermeiden.

Um über die elektrische Maschine 3 nun jedoch Antriebsleistung auf das Rad 2 übertragen zu können, oder um oder Bremsleistung zur Rekuperation von dem Rad 2 hin zu der elektrischen Maschine 3 übertragen zu können, ist eine Kupplung bzw. Trennkupplung 14 vorgesehen.

Diese Kupplung 14 umfasst zwei Kupplungshälften 141, 142. Eine erste Kupplungshälfte 141 der Kupplungshälften ist dabei mit der dritten Lagerschale 131 permanent drehfest verbunden. Die erste Kupplungshälfte 141 ist drehfest mit dem modifizierten Rotorträgerabschnitt 101 verbunden.

Eine zweite Kupplungshälfte 142 der Kupplungshälften ist permanent drehfest mit der zweiten Lagerschale 62 verbunden.

Die zweite Kupplungshälfte 142 ist vorteilhaft über eine modifizierte Bremstrommelhalterung 71 mit der zweiten Lagerschale 62 beziehungsweise mit der Radnabe 15 drehfest verbunden. Die modifizierte Bremstrommelhalterung 71 weist dabei einen Tellerabschnitt 72 auf, welcher in radialer Richtung r abschnittsweise parallel zu der dem modifizierten Rotorträgerabschnitt 101 verläuft. Die modifizierte Bremstrommelhalterung 71 weist auch einen Zylinderabschnitt 73 auf, welcher radial außerhalb des Rotorträgers 16 angeordnet ist und bis zur Bremstrommel 41 reicht. Der Tellerabschnitt 72 der modifizierten Bremstrommelhalterung 71 ist bei der Ausführung gemäß Fig. 2 hinsichtlich der axialen Richtung a axial zwischen der Radscheibe 22 und der Radnabe 15 drehfest gehalten.

Beide Kupplungshälften 141, 142 liegen hinsichtlich der axialen Richtung a axial zwischen dem Tellerabschnitt 72 und dem modifizierten Rotorträgerabschnitt 101.

In dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel ist außerdem eine axial verschiebbare Schaltmuffe 143 schematisch angedeutet, über welche sich die beiden Kupplungshälften 141, 142 bei Bedarf koppeln oder voneinander trennen lassen. Die beiden Kupplungshälften 141, 142 können beispielsweise eine Verzahnung aufweisen. Die Kupplung 14 kann also als formschlüssig wirkende Kupplung 14 ausgebildet sein.

Alternativ kann die Kupplung 14 auch als eine reibschlüssig wirkende Kupplung, zum Beispiel als eine Lamellenkupplung, ausgebildet sein. Im Prinzip wäre auch eine Kombination aus formschlüssiger und reibschlüssiger Kupplung denkbar, beispielsweise eine über Reibelemente synchronisierte Klauenkupplung.

Alles in allem entsteht so, mit oder ohne die Kupplung 14 zum Verbinden und Trennen der elektrischen Maschine 3 mit dem Rad 2 bzw. der Radnabe 15, mit welcher das Rad 2 verbunden oder verbindbar ist, ein sehr kompakter Aufbau mit einer hohen Funktionalität und einfachen Bauteilen, welche nicht über komplexe Aussparungen in zumindest einem der Bauteile miteinander verschachtelt sind.

Bezugszeichenliste

1	Radnabenantriebsvorrichtung
2	Rad
21	Felge
22	Radscheibe
3	elektrische Maschine
31	Rotor
32	Stator
4	Bremsvorrichtung
41	Bremstrommel
42	Bremsschuh
43	Reibbereich
5	Radträger
6	Radlager
61	erste Lagerschale
62	zweite Lagerschale
7	Bremstrommelhalterung
71	modifizierte Bremstrommelhalterung
72	Tellerabschnitt
73	Zylinderabschnitt
8	Bremsschuhhalterung
9	Radschraube
10	Rotorträgerabschnitt
101	modifizierter Rotorträgerabschnitt
11	Statorverbindung
12	Schraube
13	Rotorlager
131	dritte Lagerschale
14	Kupplung
141	erste Kupplungshälfte
142	zweite Kupplungshälfte
143	Schaltmuffe

15	Radnabe
16	Rotorträger
18	erster Ringabschnitt (von 5)
19	zweiter Ringabschnitt (von 61)
20	Kupplungsverbindung
HA	Hauptdrehachse
r	radiale Richtung
a	axiale Richtung

Patentansprüche

1. Radnabenantriebsvorrichtung (1) für ein Kraftfahrzeug mit einem Radträger (5), mit einem Radlager (6), welches eine mit dem Radträger (5) drehfest verbundene erste Lagerschale (61) und eine hinsichtlich einer Hauptdrehachse (HA) coaxial und drehbar zur ersten Lagerschale (61) angeordnete zweite Lagerschale (62) aufweist, wobei die erste Lagerschale (61) und die zweite Lagerschale (62) hinsichtlich der Hauptdrehachse (HA) radial innerhalb des Stators (32) angeordnet sind, mit einem drehfest mit der zweiten Lagerschale (62) verbundenen Rad (2), welches eine Felge (21) und eine sich hinsichtlich der Hauptdrehachse (HA) in radialer Richtung (r) zwischen der zweiten Lagerschale (62) und der Felge (21) erstreckende Radscheibe (22) aufweist, mit einer elektrischen Maschine (3), die einen Rotor (31) und einen mit dem Radträger (5) drehfest verbundenen Stator (32) aufweist, und mit einer Bremsvorrichtung (4), welche einen Reibbereich (43) aufweist, wobei die elektrische Maschine (3) als ein Außenläufer ausgebildet ist, dadurch gekennzeichnet, dass die elektrische Maschine (3) hinsichtlich einer auf die Hauptdrehachse (HA) bezogenen axialen Richtung (a) zwischen dem Reibbereich (43) der Bremsvorrichtung (4) und der Radscheibe (22) angeordnet ist.
2. Radnabenantriebsvorrichtung (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Bremsvorrichtung (4) als eine Trommelbremse ausgebildet ist.
3. Radnabenantriebsvorrichtung (1) nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass ein Bremsschuh (42) der Trommelbremse hinsichtlich der Hauptdrehachse (HA)

radial außerhalb des Stators (32) angeordnet ist.

4. Radnabenantriebsvorrichtung (1) nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass eine Bremsschuhhalterung (8) der Trommelbremse hinsichtlich der Hauptdrehachse (HA) zumindest teilweise radial überlappend zu dem Stator (32) angeordnet ist.
5. Radnabenantriebsvorrichtung (1) nach Anspruch 2, 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass eine Bremstrommel (41) der Trommelbremse mittels einer Bremstrommelhalterung (7) unter Umgehung eines Rotorträgers (16) der elektrischen Maschine (3) drehfest mit der zweiten Lagerschale (62) verbunden ist.
6. Radnabenantriebsvorrichtung (1) nach Anspruch 2, 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass eine Bremstrommel (41) der Trommelbremse mittels eines Rotorträgers (16) der elektrischen Maschine (3) drehfest mit der zweiten Lagerschale (62) verbunden ist, derart, dass hinsichtlich eines von der zweiten Lagerschale (62) zu der Bremstrommel (41) verlaufenden Drehmomentenstromes der Rotorträger zwischen der zweiten Lagerschale (62) und der Bremstrommel (41) angeordnet ist.
7. Radnabenantriebsvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, gekennzeichnet durch eine drehbar zu der ersten Lagerschale (61) und drehbar zu der zweiten Lagerschale (62) koaxial zu der Hauptdrehachse (HA) angeordnete dritte Lagerschale (131), welche hinsichtlich der Hauptdrehachse (HA) axial überlappend zu und radial außerhalb der ersten Lagerschale (61) angeordnet ist, und welche drehfest mit dem Rotor (31) verbunden ist.
8. Radnabenantriebsvorrichtung (1) nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die dritte Lagerschale (131) radial innerhalb des Stators (32) angeordnet ist.
9. Radnabenantriebsvorrichtung (1) nach Anspruch 7 oder 8, gekennzeichnet durch

eine Kupplung (14), welche dazu ausgebildet ist, die dritte Lagerschale (131) drehfest mit der zweiten Lagerschale (62) zu verbinden, und welche eine erste Kupplungshälfte (141) und eine zweite Kupplungshälfte (142) aufweist, wobei die Kupplungshälften (141, 142) hinsichtlich der axialen Richtung (a) auf einer dem Reibbereich (43) abgewandten Seite der elektrischen Maschine (3) angeordnet sind.

10. Radnabenantriebsvorrichtung (1) nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Kupplungshälften (141, 142) hinsichtlich der Hauptdrehachse (HA) radial innerhalb des Reibbereiches (43) angeordnet sind.
11. Radnabenantriebsvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 7 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Kupplungshälften (141, 142) hinsichtlich der axialen Richtung (a) zwischen einem Tellerabschnitt (72) der Bremstrommelhalterung (71) und einem den Rotor (31) mit der dritten Lagerschale (131) verbindenden tellerförmig ausgebildeten Rotorträgerabschnitt (101) angeordnet ist.
12. Radnabenantriebsvorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die elektrische Maschine (3) als eine Axialflussmaschine ausgebildet ist, wobei ein Abschnitt eines Rotorträgers (16) hinsichtlich der Hauptdrehachse (HA) radial außerhalb des Stators (32) und axial überlappend zu dem Stator (32) angeordnet ist.
13. Kraftfahrzeug mit einer Radnabenantriebsvorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2024/054056

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**B60K 7/00**(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B60K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP H10285891 A (TOYOTA MOTOR CORP) 23 October 1998 (1998-10-23)	1-6,11-13
Y	paragraph [0075]; figure 5	7-10
Y	JP H08183349 A (YOU SHINKI) 16 July 1996 (1996-07-16)	7-10
	paragraphs [0013] - [0014]; figures 1,2	
Y	WO 2007141841 A1 (YOSHIMORI JUNICHI [JP]) 13 December 2007 (2007-12-13)	9, 10
	paragraphs [0018] - [0021]; figure 1	

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

17 April 2024

Date of mailing of the international search report

25 April 2024

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands (Kingdom of the)

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Martínez Hurtado, L

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2024/054056

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)		Publication date (day/month/year)
JP	H10285891	A	23 October 1998	JP	3622416 B2	23 February 2005
				JP	H10285891 A	23 October 1998
JP	H08183349	A	16 July 1996	NONE		
WO	2007141841	A1	13 December 2007	JP	WO2007141841 A1	15 October 2009
				WO	2007141841 A1	13 December 2007

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. B60K7/00 ADD. 		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) B60K		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	JP H10 285891 A (TOYOTA MOTOR CORP) 23. Oktober 1998 (1998-10-23)	1-6, 11-13
Y	Absatz [0075]; Abbildung 5 -----	7-10
Y	JP H08 183349 A (YOU SHINKI) 16. Juli 1996 (1996-07-16) Absätze [0013] - [0014]; Abbildungen 1,2 -----	7-10
Y	WO 2007/141841 A1 (YOSHIMORI JUNICHI [JP]) 13. Dezember 2007 (2007-12-13) Absätze [0018] - [0021]; Abbildung 1 -----	9,10
☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung:: die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung:: die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 17. April 2024		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 25/04/2024
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Martínez Hurtado, I

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2024/054056

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP H10285891 A	23-10-1998	JP 3622416 B2	23-02-2005
		JP H10285891 A	23-10-1998

JP H08183349 A	16-07-1996	KEINE	

WO 2007141841 A1	13-12-2007	JP WO2007141841 A1	15-10-2009
		WO 2007141841 A1	13-12-2007
