

(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
22. Juni 2023 (22.06.2023)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2023/110835 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B60K 6/383 (2007.10) *B60K 6/485* (2007.10)
B60K 6/387 (2007.10) *F16H 1/00* (2006.01)
B60K 6/40 (2007.10) *B60K 6/26* (2007.10)
B60K 6/48 (2007.10)

(72) Erfinder; und

(71) Anmelder: **EISENBEIS, Uwe** [DE/DE]; Rosenstr. 13, 85630 Harthausen (DE).

(74) Anwalt: **ZIMMERMANN & PARTNER PATENTANWÄLTE MBB**; Josephshospitalstr. 15, 80331 München (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2022/085561

(22) Internationales Anmeldedatum:
13. Dezember 2022 (13.12.2022)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

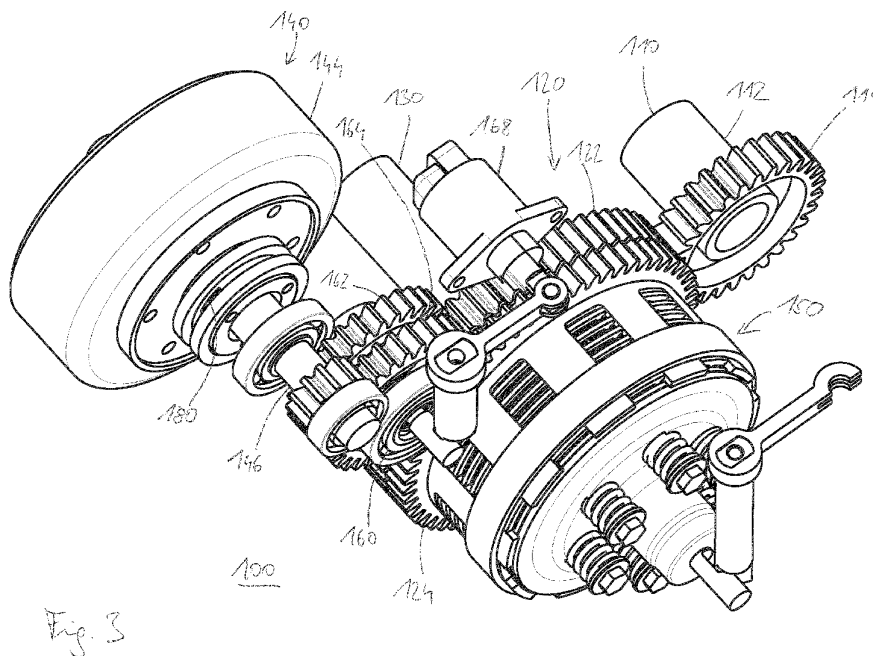
(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
21214538.7 14. Dezember 2021 (14.12.2021) EP

(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, 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, ST, SV,

(54) Title: HYBRID INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) Bezeichnung: HYBRID-VERBRENNUNGSMOTOR



(57) Abstract: A hybrid internal combustion engine (100) for use in a motor vehicle comprises: a crankshaft (110), a primary drive (120) comprising a motor-side primary drive element (122), a freewheel mechanism (126) and a transmission-side primary drive element (124); an electrical machine (140) in the form of a motor-generator unit. The freewheel mechanism (126) is designed for transmitting a driving torque from the motor-side primary drive element (122) to the transmission-side primary drive element (124), and the transmission-side primary drive element (124) is mounted on the transmission input shaft (130) coaxially to the transmission input shaft (130).

(57) Zusammenfassung: Hybrid-Verbrennungsmotor (100) für den Einsatz in einem Kraftfahrzeug, umfassend: eine Kurbelwelle (110), einen Primärtrieb (120), umfassend ein motorseitiges Primärtriebsglied (122), einen Freilauf (126) und ein getriebeseitiges



WO 2023/110835 A1

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, 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)

Primärtriebsglied (124); eine als Motor-Generator ausgebildete elektrische Maschine (140), wobei der Freilauf (126) zur Übertragung des Antriebsdrehmoments von dem motorseitigen Primärtriebsglied (122) auf das getriebeseitige Primärtriebsglied (124) eingerichtet ist, wobei das getriebeseitige Primärtriebsglied (124) koaxial zur Getriebeeingangswelle (130) auf der Getriebeeingangswelle (130) gelagert ist.

Hybrid-Verbrennungsmotor

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Hybrid-Verbrennungsmotor für den Einsatz in Kraftfahrzeugen, ein Hybrid-Antriebsmodul, ein Kraftfahrzeug mit einem Hybrid-
5 Antriebsmodul, sowie die Verwendung eines Hybrid-Verbrennungsmotors zum Antrieb eines Kraftfahrzeuges.

Die Kombination eines Verbrennungsmotors mit einem Elektromotor zum Antrieb eines Kraftfahrzeugs ist aus dem Stand der Technik als Hybrid-Antrieb,
10 insbesondere in Verbindung mit Personenkraftwagen, bekannt. Die Komponenten solcher bekannten Antriebe, insbesondere der Verbrennungsmotor, der Elektromotor, die Batterie und das Getriebe sind für derartige Fahrzeuge in der Regel so ausgelegt, dass das Fahrzeug für kurze Strecken rein elektrisch
betrieben werden kann, dass der Elektromotor in Momenten mit großem
15 Leistungsbedarf den Verbrennungsmotor unterstützen kann, sowie dass der Elektromotor beim Bremsen zur Rückgewinnung der kinetischen Energie des Fahrzeugs rekuperativ, also als Generator, arbeiten kann.

Nach dem Erreichen und zum Halten der Reisegeschwindigkeit für längere Strecken stellt dann in der Regel der Verbrennungsmotor die erforderliche Energie
20 zum Antrieb des Fahrzeugs und, sofern nötig, zum Laden der Batterie zur Verfügung, wobei der Elektromotor in diesem Fall ebenfalls als Generator arbeitet.

Die genannten Betriebsmodi bieten dem Benutzer zahlreiche Vorteile, wie etwa eine höhere Laufruhe im rein elektrischen Betrieb, einen geringeren Verbrauch und
25 dennoch gute Fahreigenschaften, insbesondere beim kurzzeitigen Beschleunigen, wie z.B. beim Anfahren des Fahrzeugs.

Jedoch sind die derzeit bekannten Antriebe so ausgeführt, dass sie für die Verwendung in leichten Kraftfahrzeugen, wie etwa einspurigen Fahrzeugen,
30 Dreirädern, ATVs und dergleichen aufgrund von Größe, Gewicht oder Komplexität nicht oder kaum in Frage kommen. Besonders die Funktion des Getriebes, die Kraftübertragung zwischen Antriebsstrang, Verbrennungsmotor und Elektromotor wie oben beschrieben situationsabhängig zu steuern, kann bislang nicht so

verwirklicht werden, dass sie für die oben genannten, leichten Fahrzeuge ohne gravierende Nachteile verwendbar ist.

5 Es besteht somit der Bedarf an einem Antrieb, insbesondere einem Hybrid-Antrieb mit einem Hybrid-Verbrennungsmotor, der die zuvor genannten Vorteile eines Hybrid-Antriebs bietet und gleichzeitig so ausgeführt ist, dass er in den genannten, leichten Kraftfahrzeugen verwendet werden kann.

10 Die vorliegende Erfindung, insbesondere die Ausführungsformen der unabhängigen Ansprüche, löst dieses Problem. Weitere günstige Ausführungsformen ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen, den Figuren und der Beschreibung.

15 Gemäß einem Aspekt betrifft die Erfindung einen Hybrid-Verbrennungsmotor für den Einsatz in einem Kraftfahrzeug. Der Hybrid-Verbrennungsmotor beinhaltet eine Kurbelwelle, wobei die Kurbelwelle dazu eingerichtet ist, von zumindest einem Hubkolben des Hybrid-Verbrennungsmotors angetrieben zu werden; einen Primärtrieb mit einem motorseitigen Primärtriebsglied, einem Freilauf und einem getriebeseitigen Primärtriebsglied; eine Getriebeeingangswelle; und eine
20 als Motor-Generator ausgebildete elektrische Maschine. Der Primärtrieb ist dazu eingerichtet, ein Antriebsdrehmoment von der Kurbelwelle auf die Getriebeeingangswelle zu übertragen. Das motorseitige Primärtriebsglied ist zum Empfangen des Antriebsdrehmoments von der Kurbelwelle eingerichtet. Der Freilauf ist zur Übertragung des Antriebsdrehmoments von dem motorseitigen
25 Primärtriebsglied auf das getriebeseitige Primärtriebsglied eingerichtet. Das getriebeseitige Primärtriebsglied ist zur Übertragung des Antriebsdrehmoments von dem Freilauf auf die Getriebeeingangswelle eingerichtet. Der Freilauf hat eine Sperrichtung zum Übertragen des Antriebsdrehmoments von dem motorseitigen Primärtriebsglied auf das getriebeseitige Primärtriebsglied und eine
30 Freilaufichtung zum Entkoppeln einer Übertragung eines Antriebsdrehmoments von dem getriebeseitigen Primärtriebsglied hin zu dem motorseitigen Primärtriebsglied. Das getriebeseitige Primärtriebsglied ist koaxial zur Getriebeeingangswelle auf der Getriebeeingangswelle gelagert. Die elektrische Maschine umfasst einen Rotor und einen Stator. Der Rotor und das getriebeseitige

Primärtriebsglied sind für die Übertragung eines Antriebsdrehmoments zwischen dem Rotor und dem getriebeseitigen Primärtriebsglied gekoppelt.

5 Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft die Verwendung eines Hybrid-Verbrennungsmotors nach der hierin beschriebenen Ausführungsformen in einem Kraftfahrzeug zum Antrieb des Kraftfahrzeugs.

10 Gemäß einem Aspekt ist die Freilaufrichtung des Freilaufs die Gegenrichtung oder Gegendrehrichtung der Sperrichtung. Die Sperrichtung und die Freilaufrichtung können durch die Drehrichtung der Kurbelwelle, also die durch die Kurbelwelle vorgegebener Drehrichtung definiert sein. Die Kurbelwelle kann zur Übertragung eines Antriebsdrehmoments mit dem motorseitigen Primärtriebsglied gekoppelt sein, sodass die Drehrichtung der Kurbelwelle die Drehrichtung des motorseitigen Primärtriebsglieds vorgibt. Das getriebeseitige Primärtriebsglied ist koaxial zur Getriebeeingangswelle auf der Getriebeeingangswelle gelagert und kann
15 direkt oder indirekt mit der Getriebeeingangswelle verbunden oder gekoppelt sein.

Gemäß einem Aspekt wird ein Hybrid-Antriebsmodul beschrieben. Das Hybrid-Antriebsmodul kann einen Hybrid-Verbrennungsmotor nach einer der hierin
20 beschriebenen Ausführungsformen, sowie eine Batterie umfassen. Das Hybrid-Antriebsmodul kann eine Steuereinheit umfassen. Die Batterie kann bedarfsweise von der elektrischen Maschine im Generatorbetrieb geladen werden, oder elektrische Energie zum Betrieb der elektrischen Maschine im Motorbetrieb liefern. Die Steuereinheit kann zur Steuerung der elektrischen Maschine eingerichtet sein,
25 beispielsweise kann die Steuereinheit steuern, ob die elektrische Maschine ein Antriebsdrehmoment empfängt oder abgibt, und/oder ob die elektrische Maschine als Motor oder Generator betrieben wird. Die Steuereinheit kann, je nach Betriebszustand, die elektrische Maschine mit einer variablen Leistung betreiben. Die Steuereinheit kann dazu eingerichtet sein, einen Zustand der Batterie zu fühlen
30 oder zu messen. Der Zustand der Batterie kann beispielsweise ein Ladezustand der Batterie sein, und/oder eine Temperatur der Batterie, eine Kapazität der Batterie, ein Verschleißzustand der Batterie, ein Defekt der Batterie oder dergleichen. Die Steuereinheit kann dazu eingerichtet sein, einen Betriebszustand des Fahrzeugs zu erkennen und die elektrische Maschine entsprechend zu

betreiben. Die Batterie weist vorzugsweise eine Kapazität von zumindest 1 kWh auf. Die Batterie liefert vorzugsweise eine Dauerleistung von zumindest 1 kW. Die Batterie weist vorzugsweise eine Kapazität von unter 10 kWh auf. Die Steuereinheit kann dazu eingerichtet sein, eine in Ausführungsformen
5 vorgesehene Starterkupplung zu betreiben. Beispielsweise kann die Steuereinheit ein Steuerglied, wie etwa ein Steller, Verstellmotor, Aktor oder Aktuator, betreiben, wobei das Steuerglied mechanisch in die Starterkupplung eingreifen kann, um die Starterkupplung wahlweise zu kuppeln oder zu öffnen.

10 Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft ein Kraftfahrzeug. Das Kraftfahrzeug kann ein Hybrid-Antriebsmodul und/oder einen Hybrid-Verbrennungsmotor nach einer der hierin beschriebenen Ausführungsformen umfassen. Das Kraftfahrzeug kann eine Batterie umfassen. Die Batterie kann elektrisch mit der elektrischen Maschine gekoppelt sein, sodass von der Batterie elektrische Leistung zum
15 Antrieb der elektrischen Maschine zur Verfügung gestellt werden kann, oder von der elektrischen Maschine generierte, elektrische Leistung in der Batterie gespeichert werden kann.

In Ausführungsformen umfasst der Hybrid-Verbrennungsmotor eine von
20 zumindest einem Hubkolben angetriebene Kurbelwelle. Die Kurbelwelle kann einen Wellenzapfen umfassen. Der Wellenzapfen kann beispielsweise zumindest auf der Seite des Primärantriebs aus einem Kurbelgehäuse überstehen. Der Wellenzapfen kann ein Bauteil zum Antrieb des motorseitigen Primärantriebsglieds, beispielsweise ein Antriebsrad umfassen. Das Bauteil zum
25 Antrieb des motorseitigen Primärantriebsglieds kann, beispielsweise durch ineinandergreifende Zähne der jeweiligen Antriebsräder, dazu eingerichtet sein, ein Antriebsdrehmoment zu übertragen, beispielsweise auf das motorseitige Primärantriebsglied.

30 Der Hubkolben befindet sich typischerweise innerhalb eines Zylinders eines Verbrennungsmotors und bewegt sich entsprechend der üblichen Funktionsweise des jeweiligen Verbrennungsmotors im Zylinder auf und ab. Der Verbrennungsmotor kann hierzu beispielsweise ein 2- oder 4-Takt-Motor sein. Auch andere Arten eines Hubkolben-Verbrennungsmotors sind denkbar,

beispielsweise ein Dieselmotor, *Compound-Motor*, *Split-Cycle-Motor* oder weitere. Es kann eine beliebige Anzahl von Hubkolben in einer beliebigen Anzahl von Zylindern in einer Vielzahl von Anordnungen, wie sie beispielsweise für Twin-, V- oder Boxermotoren, bekannt sind, vorhanden sein. Auch weitere Motoren, wie z.B. 5 Wankelmotoren, die anstelle eines Hubkolbens einen Rotationskolben verwenden, gelten im Kontext dieser Erfindung als geeignete Verbrennungsmotoren, sofern sie eine durch den Verbrennungsmotor angetriebene Kurbelwelle umfassen.

Die Kurbelwelle ist typischerweise in einem Kurbelgehäuse untergebracht und 10 über ein Pleuel mit dem zumindest einen Hubkolben verbunden, sodass eine Kraftübertragung vom Hubkolben auf die Kurbelwelle stattfinden kann, bei der gleichzeitig eine Umwandlung in eine Drehbewegung stattfindet.

Die Kurbelwelle ist typischerweise an zumindest einem Wellenzapfen gelagert. Der 15 Wellenzapfen liegt typischerweise koaxial zur Drehbewegung der Welle. Die Kurbelwelle kann so gelagert sein, dass während des Betriebs eine möglichst geringe Biegung aufgrund der auf sie wirkenden Kräfte auftritt. Dazu kann die Kurbelwelle beispielsweise zwischen jeweiligen Kurbelwangen in zumindest einem weiteren Lager gelagert sein. Die Kurbelwelle kann, zusätzlich oder ausschließlich, 20 zumindest ein außenseitiges Lager umfassen, wobei es sich um ein außenseitiges Lager handelt, wenn sich für das zumindest eine außenseitige Lager nur auf einer Seite des Lagers entlang der Drehachse der Kurbelwelle ein Hubkolben befindet.

Der Wellenzapfen kann an zumindest einem Ende in Bezug auf das zumindest 25 eine außenseitige Lager überstehen, beispielsweise an dem Ende, an dem die Drehbewegung der Kurbelwelle auf einen Primärtrieb übertragen wird. Derselbe Wellenzapfen, oder ein weiterer Wellenzapfen, kann an einem weiteren Ende der Kurbelwelle in Bezug auf das zumindest eine außenseitige Lager, oder ein weiteres außenseitiges Lager, überstehen, beispielsweise so, dass daran ein 30 Startermotor den Verbrennungsmotor zum Starten antreiben kann. Das zumindest eine außenseitige Lager kann ein Lager innerhalb des Motorgehäuses, innerhalb des Kurbelgehäuses, innerhalb des Getriebegehäuses oder dergleichen sein. Das Vorhandensein eines Startermotors, insbesondere in Ausführungsformen, in denen der Hybrid-Verbrennungsmotor für die Verwendung der elektrischen

Maschine als Startermotor eingerichtet ist, ist für die Ausführbarkeit der vorliegenden Erfindung nicht essentiell.

In einer Ausführungsform umfasst der Hybrid-Verbrennungsmotor einen Primärtrieb. Der Primärtrieb umfasst ein motorseitiges Primärtriebsglied, einen Freilauf und ein getriebeseitiges Primärtriebsglied. Der Primärtrieb dient zur Übertragung der Motorleistung, also dessen Antriebsdrehmoment, Drehmoment und/oder Drehbewegung, die hierin auch als (Antriebs-)Kraft oder (Antriebs-)Leistung bezeichnet werden, auf ein Getriebe, wobei in manchen Betriebszuständen, die in weiterer Folge genauer beschrieben werden, auch eine Übertragung von Leistung vom Getriebe hin zum Motor möglich ist. Wenn also in weiterer Folge eine Kraft- oder Leistungsübertragung oder die Übertragung eines Antriebsdrehmoments beschrieben wird, ist dies, sofern nicht anders erwähnt, so zu verstehen, dass die Kraft- oder Leistungsübertragung in beide Richtungen stattfinden kann. Auch ist es dem Fachmann bekannt, dass Betriebszustände existieren, in denen beispielsweise ein Drehmoment übertragen wird, ohne dass eine Drehbewegung vorhanden ist, oder dass eine Drehbewegung übertragen wird, ohne dass eine Leistung übertragen wird. Derartige Sonderfälle, wie sie für bestehende Motoren bekannt sind, können auch im erfindungsgemäßen Hybrid-Verbrennungsmotor auftreten, ohne dass sie hierin im Detail beschrieben werden.

In Ausführungsformen ist das motorseitige Primärtriebsglied koaxial zur Drehachse der Getriebeeingangswelle auf der Getriebeeingangswelle gelagert und über das Antriebsrad mit der Kurbelwelle gekoppelt, sodass ein Antriebsdrehmoment von der Kurbelwelle über das Antriebsrad auf das motorseitige Primärtriebsglied übertragen werden kann.

In Ausführungsformen ist das getriebeseitige Primärtriebsglied koaxial zur Getriebeeingangswelle auf der Getriebeeingangswelle gelagert. Die Lagerung kann indirekt ausgeführt sein, insbesondere kann die Lagerung zumindest teilweise durch den Freilauf erfolgen. Beispielsweise kann die Lagerung so gestaltet sein, dass kein direkter Kontakt zwischen dem getriebeseitigen Primärtriebsglied und der Getriebeeingangswelle besteht. Das getriebeseitige Primärtriebsglied ist dazu eingerichtet, ein Antriebsdrehmoment von dem

Freilauf zu empfangen und auf die Getriebeeingangswelle zu übertragen. Die Übertragung des Antriebsdrehmoments von dem getriebeseitigen Primärtriebsglied auf die Getriebeeingangswelle kann beispielsweise über eine Getriebekupplung erfolgen.

5

In vorteilhaften Ausführungsformen kann das motorseitige Primärtriebsglied gleitend und/oder unter Verwendung von Lagern auf der Getriebeeingangswelle gelagert sein, wobei die Lagerung so eingerichtet sein kann, dass keine Kraftübertragung zwischen der Getriebeeingangswelle und dem motorseitigen Primärtriebsglied stattfindet. Das motorseitige Primärtriebsglied kann sich in einem Abschnitt in axialer Richtung entlang der Getriebeeingangswelle erstrecken. Das getriebeseitige Primärtriebsglied kann einen dem Abschnitt des motorseitigen Primärtriebsglied entsprechenden, sich koaxial zur Getriebeeingangswelle erstreckenden Abschnitt aufweisen, der über den Abschnitt des motorseitigen Primärtriebsglieds gestülpt ist. Der sich axial erstreckende Abschnitt kann hülsenförmig ausgeführt sein. Der Freilauf kann sich zwischen dem sich axial erstreckenden Abschnitt des motorseitigen und des getriebeseitigen Primärtriebsglieds befinden. Insbesondere kann der Freilauf koaxial zur Getriebeeingangswelle zwischen dem motorseitigen Primärtriebsglied und dem getriebeseitigen Primärtriebsglied vorgesehen sein. Der Freilauf kann Teile des motorseitigen Primärtriebsglieds und/oder des getriebeseitigen Primärtriebsglieds, insbesondere den jeweiligen sich axial erstreckenden Abschnitt, umfassen.

25

In Ausführungsformen umfasst der Hybrid-Verbrennungsmotor eine Getriebeeingangswelle. Die Getriebeeingangswelle kann beispielsweise eine parallel zur Kurbelwelle liegende Welle sein. Die Getriebeeingangswelle kann eine Eingangswelle eines Getriebes sein, beispielsweise eines Schaltgetriebes oder eines Automatikgetriebes, beispielsweise eines Variomatik-Getriebes, eines Koppelkupplungsgetriebes oder dergleichen. Die Getriebeeingangswelle kann dazu eingerichtet sei, das Antriebsdrehmoment, insbesondere das Antriebsdrehmoment des Hybrid-Verbrennungsmotors, insbesondere ein aus dem Verbrennungsmotor und/oder der elektrischen Maschine stammendes Antriebsdrehmoment, auf ein Getriebe des Kraftfahrzeugs zu übertragen.

30

Gleichermaßen kann beispielsweise ein Drehmoment, das aus dem Schwung des Fahrzeugs stammt, von der Getriebeeingangswelle auf das getriebeseitige Primärtriebsglied, beispielsweise zum Antrieb der elektrischen Maschine als Generator, übertragen werden. In Ausführungsformen kann für bestimmte Getriebearten, insbesondere Automatikgetriebe, auf die Verwendung einer Getriebekupplung verzichtet werden.

In Ausführungsformen umfasst der Hybrid-Verbrennungsmotor eine Getriebekupplung. Die Getriebekupplung liegt vorzugsweise, insbesondere im Sinne des Kraftflusses des Antriebsdrehmoments, zwischen dem getriebeseitigen Primärtriebsglied und der Getriebeeingangswelle. Die Getriebekupplung kann dazu eingerichtet sein, das getriebeseitige Primärtriebsglied zur Kraftübertragung mit der Getriebeeingangswelle wahlweise zu koppeln und zu entkoppeln. Die Getriebeeingangswelle kann über eine Getriebekupplung, beispielsweise eine aus konventionellen Motoren bekannte Kupplung, wie etwa eine Lamellenkupplung, mit dem getriebeseitigen Primärtriebsglied gekoppelt sein. Die Getriebekupplung kann vorteilhafterweise in der bekannten Art vom Fahrer schaltbar sein, beispielsweise über einen dafür vorgesehenen, vom Fahrer bedienbaren Kupplungshebel.

In Ausführungsformen umfasst der Hybrid-Verbrennungsmotor einen Freilauf. Der Freilauf ist für die Übertragung des Antriebsdrehmoments von dem motorseitigen Primärtriebsglied auf das getriebeseitige Primärtriebsglied eingerichtet.

Der Freilauf, welcher auch als Überholkupplung bezeichnet werden kann, kann hierfür die Form einer Hülse haben, welche beispielsweise koaxial auf der Getriebeeingangswelle gelagert ist und sich vorzugsweise überwiegend rotationssymmetrisch zur Getriebeeingangswelle zwischen dem motorseitigen Primärtriebsglied und dem getriebeseitigen Primärtriebsglied befindet. Der Freilauf kann auch in ein Bauteil des Primärtriebs, beispielsweise in das motorseitige und/oder das getriebeseitige Primärtriebsglied integriert sein. Der Freilauf kann sich auch ganz oder teilweise, z.B. entlang der axialen Richtung der Getriebeeingangswelle neben, auf oder über dem motorseitigen oder

getriebeseitigen Primärtriebsglied befinden und mit diesem auf verschiedene Art und Weise verbunden sein.

5 Verschiedene Ausführungsformen von Freiläufen sind dem Fachmann bekannt und können für den vorliegenden Hybrid-Verbrennungsmotor verwendet werden. Beispielsweise können Freiläufe basierend auf Klemmrollen, Klemmkörpern, Sperrklinken, Klauenringen, Schlingfedern, oder andere Ausführungsformen, sowie Kombinationen daraus verwendet werden.

10 Der Freilauf ist vorzugsweise so ausgeführt, dass er bei einem Betrieb des Hybrid-Verbrennungsmotors in der dafür vorgesehenen Weise ein dauerhaft oder zumindest mit großen Wartungsintervallen funktionierendes Bauteil darstellt. Der Freilauf kann so ausgeführt sein, dass er beispielsweise im Zuge einer Wartung des Hybrid-Verbrennungsmotors gewechselt werden kann. Der Freilauf kann dazu
15 eingerichtet sein, zusammen mit einer Wartung der Getriebekupplung des Hybrid-Verbrennungsmotors gewartet und/oder getauscht zu werden.

Erfindungsgemäß ist der Freilauf so eingerichtet, dass er eine Sperrichtung und eine Freilaufrichtung umfasst, wobei die Freilaufrichtung auch als Überholrichtung
20 bezeichnet werden kann. Die Drehrichtung des motorseitigen Primärtriebsglieds ist durch die vorgesehene Drehrichtung der Kurbelwelle im Normalbetrieb des Verbrennungsmotors definiert. Ein Kippen, also ein Rückwärtslaufen des Motors, wie es z.B. für 2-Takt-Motoren möglich ist, ist nicht vorgesehen; somit ist es für den Fachmann offensichtlich, dass die Drehrichtung der Kurbelwelle auch dann
25 klar definiert ist, auch wenn die Kurbelwelle stillsteht. Die Sperrichtung entspricht typischerweise der Gegendrehrichtung des getriebeseitigen Primärtriebsglieds im Verhältnis zum motorseitigen Primärtriebsglied, sodass über den Freilauf Kraft von dem motorseitigen Primärtriebsglied auf das getriebeseitige Primärtriebsglied übertragen werden kann, wenn die Getriebeeingangswelle
30 und üblicherweise, insbesondere wenn die Getriebekupplung die Getriebeeingangswelle mit dem getriebeseitigen Primärtriebsglied koppelt, das getriebeseitige Primärtriebsglied gleich schnell drehen wie das motorseitige Primärtriebsglied. Dieser Zustand tritt typischerweise dann ein, wenn der Hybrid-Verbrennungsmotor ein Antriebsdrehmoment von dem

Verbrennungsmotor über die Kurbelwelle, das motorseitige Primärtriebsglied, das getriebeseitige Primärtriebsglied und, sofern vorhanden, die Getriebekupplung auf die Getriebeeingangswelle überträgt.

5 Die Freilaufrichtung des Freilaufs entspricht typischerweise der Drehrichtung des getriebeseitigen Primärtriebsglieds im Verhältnis zum motorseitigen Primärtriebsglied, sodass über den Freilauf keine Kraft von der Getriebeeingangswelle auf das getriebeseitige Primärtriebsglied übertragen werden kann, wenn das getriebeseitige Primärtriebsglied schneller dreht als das
10 motorseitige Primärtriebsglied. Dieser Zustand tritt typischerweise ein, wenn der Verbrennungsmotor, also die Kurbelwelle des Hybrid-Verbrennungsmotors, langsam dreht oder stillsteht, beispielsweise während das Fahrzeug mit stillstehendem Verbrennungsmotor rollt.

15 Durch die beschriebene Funktion des Freilaufs ergibt sich der vorteilhafte Effekt, dass Antriebsleistung vom Verbrennungsmotor abgegeben werden kann, jedoch nicht von ihm aufgenommen wird, somit also z.B. der Motorbremseffekt, der sonst beim Gaswegnehmen auftritt, vermieden wird. Somit kann der Verbrennungsmotor in Situationen, wenn dieser nicht benötigt wird, ausgeschaltet sein und das
20 Kraftfahrzeug rein elektrisch betrieben werden. Das ist beispielsweise dann von Vorteil, wenn das Kraftfahrzeug nur mit geringer Geschwindigkeit oder nur für kurze Strecken bewegt werden soll, beispielsweise im innerstädtischen, so genannten «Stop-and-go»-Verkehr; hier muss der Fahrer dann beispielsweise nicht für jeden Anfahrvorgang den Kupplungshebel betätigen, einen Gang
25 einlegen, etc. Auch in Ausführungsformen mit automatischen Getrieben bietet der erfindungsgemäße Hybrid-Verbrennungsmotor Vorteile, insbesondere geringere Lärm- und Abgas-Emissionen im Stillstand des Fahrzeugs, da auf den Leerlaufbetrieb des Verbrennungsmotors verzichtet werden kann und der Verbrennungsmotor stattdessen abgeschaltet werden kann.

30 Durch die beschriebene Funktion des Freilaufs ergibt sich auch, dass der Verbrennungsmotor, sobald dessen Drehzahl so hoch liegt, dass das motorseitige Primärtriebsglied mit dem getriebeseitigen Primärtriebsglied gekoppelt ist, in gewohnter Weise zum Antrieb des Fahrzeugs genutzt werden kann. Gleichzeitig

kann dann der Elektromotor ebenfalls Leistung bereitstellen und so die zur Verfügung stehende Gesamtleistung des Hybrid-Verbrennungsmotors oder des Fahrzeugs erhöhen, oder die elektrische Maschine kann als Generator einen Teil der Leistung des Verbrennungsmotors in elektrische Leistung umwandeln, die
5 dann beispielsweise zum Laden einer Batterie nutzbar ist.

In einer Ausführungsform umfasst der Hybrid-Verbrennungsmotor eine elektrische Maschine, bei der es sich um einen Motor-Generator handeln kann. Unter der Bezeichnung Motor-Generator ist hierin zu verstehen, dass die elektrische
10 Maschine als Elektromotor oder als Generator betrieben werden kann. Sofern hierin die Begriffe Elektromotor oder Generator verwendet werden, handelt es sich hierbei um die genannte elektrische Maschine, typischerweise im jeweiligen Betriebszustand. Die elektrische Maschine umfasst einen Rotor und einen Stator. Der Rotor der elektrischen Maschine ist mit dem getriebeseitigen
15 Primärtriebsglied für die Übertragung eines Antriebsdrehmoments zwischen dem Rotor und dem getriebeseitigen Primärtriebsglied gekoppelt. Die Kopplung kann direkt sowie indirekt, beispielsweise über Übersetzungsräder, wie etwa ein getriebeseitiges Übersetzungsrad, erfolgen. Bei der Verbindung des getriebeseitigen Primärtriebsglieds mit dem Rotor der elektrischen Maschine
20 kann es sich beispielsweise um eine Verbindung über entsprechende Antriebsräder, insbesondere Zahnräder und Ritzel handeln. Es kann sich auch um eine flexible Verbindung handeln, beispielsweise eine Verbindung, die vorrangig der Übertragung von Kräften dient, wie z.B. eine der zuvor beschriebenen Verbindungen zwischen der Kurbelwelle und dem motorseitigen
25 Primärtriebsglied, beispielsweise einen Riemenantrieb oder dergleichen.

In Ausführungsformen kann die elektrische Maschine eine Welle der elektrischen Maschine umfassen. Die Welle der elektrischen Maschine kann parallel zu einer der beschriebenen Wellen des Hybrid-Verbrennungsmotors liegen, beispielsweise
30 der Kurbelwelle, der Getriebeeingangswelle oder einer Kuppelachse. Der Rotor und/oder der Stator der elektrischen Maschine können koaxial zur Welle der elektrischen Maschine angebracht sein. Der Rotor der elektrischen Maschine kann mit der Welle der elektrischen Maschine gekoppelt sein, insbesondere sodass das Antreiben der Welle der elektrischen Maschine einen Antrieb des Rotors bewirkt.

Der Rotor der elektrischen Maschine kann ein Innenläufer-Rotor sein. In vorteilhaften Ausführungsformen kann der Rotor der elektrischen Maschine ein Außenläufer-Rotor sein.

5 Durch die Verbindung zwischen dem getriebeseitigen Primärtriebsglied und dem Rotor der elektrischen Maschine sind die genannten Bauteile jederzeit miteinander so verbunden, sodass zwischen ihnen eine Kraftübertragung stattfinden kann. Es kann beispielsweise die elektrische Maschine als Elektromotor arbeiten, sodass die Antriebskraft beziehungsweise ein Antriebsdrehmoment der
10 elektrischen Maschine vom Rotor hin zum getriebeseitigen Primärtriebsglied übertragen wird und die Antriebskraft der elektrischen Maschine in weiterer Folge zum Antrieb des Fahrzeugs genutzt werden kann. Ein umgekehrter Kraftfluss kann ebenfalls stattfinden, sodass die kinetische Energie des rollenden Fahrzeugs auf den Rotor der elektrischen Maschine übertragen wird, sodass diese dann
15 beispielsweise als Generator arbeiten kann, um elektrische Energie zu produzieren.

In Ausführungsformen kann der Stator der elektrischen Maschine auf der Welle der elektrischen Maschine gelagert und durch ein Fixierelement gegen Drehung
20 fixiert sein. Das Fixierelement kann so ausgeführt sein, dass es eine verdrehsichere Lagerung der Spulen mit geringer Bewegungsfreiheit in radialer Richtung ermöglicht. Dazu kann beispielsweise eine Lagerung in einer Gummibuchse oder ähnlichem dienen. Das Fixierelement kann ein Gehäuseteil des Hybrid-Verbrennungsmotors umfassen. Der Stator kann mit dem Gehäuse des
25 Hybrid-Verbrennungsmotors verbunden sein.

In Ausführungsformen kann der Rotor der elektrischen Maschine Permanentmagnete umfassen und der Stator der elektrischen Maschine kann ein Spulenpaket beinhalten, in welchem das Magnetfeld, welches aus mehreren
30 Teilfeldern bestehen kann, zum Antrieb des Elektromotors erzeugt wird, oder in welchem die Magnetfelder der Permanentmagnete im Generatorbetrieb einen Strom induzieren. Die elektrische Maschine kann ein Synchronmotor, insbesondere ein permanentmagneterregter Synchronmotor, beispielsweise ein bürstenloser Gleichstrommotor sein. Die elektrische Maschine kann auch einen

Kommutator umfassen und/oder beispielsweise als Gleichstrommotor bzw. selbstinduzierender Gleichstromgenerator ausgeführt sein.

In günstigen Ausführungsformen ist die Lagerung des Stators so ausgeführt, dass
5 der zwischen dem Rotor und dem Stator liegende Luftspalt klein ist. Ein gering
bemaßter Luftspalt führt typischerweise zu einem höheren Wirkungsgrad der
elektrischen Maschine. In einem günstigen Ausführungsbeispiel beträgt der
Luftspalt zwischen Rotor und Stator weniger als 0,5 mm. Der Luftspalt kann auch
10 höchstens 1 mm, höchstens 1,5 mm oder höchstens 2 mm betragen. Die Größe
des Luftspalts ist eine Bauteil-typische Kenngröße. Ein größerer Luftspalt muss
typischerweise dann gewählt werden, wenn hohe Betriebstoleranzen zu erwarten
sind, beispielsweise wenn sich die Welle der elektrischen Maschine biegt, sodass
eine Verschiebung des Rotors im Verhältnis zum Stator ergibt. Vorteilhafterweise
15 können in den hier beschriebenen Ausführungsformen elektrische Maschinen mit
einem gering bemaßten Luftspalt gewählt werden, da im Betrieb des Hybrid-
Verbrennungsmotors geringe Betriebstoleranzen zu erwarten sind. Beispielsweise
ist keine Biegung der Welle der elektrischen Maschine zu erwarten, wie sie
bekannterweise etwa dann auftritt, wenn die Welle der elektrischen Maschine
gleichzeitig die Kurbelwelle ist, oder die Welle der elektrischen Maschine direkt mit
20 der Kurbelwelle gekoppelt ist.

In Ausführungsformen ist die elektrische Maschine für eine maximale
Antriebsleistung von unter 5 kW ausgelegt. Die elektrische Maschine kann auch
für eine maximale Antriebsleistung von unter 4 kW, unter 2 kW oder unter 1 kW
25 ausgelegt sein. Unter Antriebsleistung ist die mechanische Leistung zu verstehen,
die die elektrische Maschine im Elektromotorbetrieb dauerhaft, also beispielsweise
für einen Zeitraum von mehreren Stunden, bereitstellen kann. Die Leistung der
elektrischen Maschine kann für kurze Momente, etwa für Zeiträume von bis zu 1
min, 30 s oder 10 s signifikant, also mit einem Faktor von bis zu 10x, über der
30 genannten maximalen Antriebsleistung liegen, sofern hierbei eine Überlastung,
beispielsweise infolge von Überhitzen der elektrischen Maschine vermieden wird.
Dazu kann die elektrische Maschine einen Thermosensor umfassen, der einen
Messwert bereitstellt, infolge dessen die Leistung der elektrischen Maschine,

beispielsweise durch die Steuereinheit, gedrosselt wird, sobald die elektrische Maschine einen Temperaturgrenzwert überschreitet.

In günstigen Ausführungsformen umfasst der Hybrid-Verbrennungsmotor eine schaltbare Starterkupplung. Die Starterkupplung kann dazu eingerichtet sein, den Rotor und das motorseitige Primärtriebsglied für die Übertragung eines Starterdrehmoments von dem Rotor auf das motorseitige Primärtriebsglied wahlweise zu koppeln und zu entkoppeln. Die Starterkupplung kann dazu zwischen dem Rotor der elektrischen Maschine und dem motorseitigen Primärtriebsglied vorgesehen sein. Beispielsweise kann die Kraftübertragung zwischen dem Rotor und dem motorseitigen Primärtriebsglied über die Welle der elektrischen Maschine stattfinden, sodass die Kupplung zwischen der Welle der elektrischen Maschine und dem motorseitigen Primärtriebsglied liegt. Die schaltbare Starterkupplung kann dazu eingerichtet sein, wahlweise die elektrische Maschine zum Antrieb des Verbrennungsmotors zu nutzen, beispielsweise beim Starten des Verbrennungsmotors, wobei das übertragene Starterdrehmoment in diesem Fall von der elektrischen Maschine erzeugt wird. Die schaltbare Starterkupplung kann dazu eingerichtet sein, die Funktion des Freilaufs zu überbrücken, beispielsweise sodass ein Betriebszustand des Hybrid-Verbrennungsmotors hergestellt werden kann, der einem Motor entspricht, der keinen Freilauf umfasst. Die schaltbare Starterkupplung kann vorzugsweise beim Starten des Verbrennungsmotors eingesetzt werden, ist jedoch nicht auf diese Funktion beschränkt. Die Begriffe Starterkupplung, Starterdrehmoment und dergleichen sind nicht als eine Einschränkung der Funktion der genannten Bauteile auf das Starten des Verbrennungsmotors zu verstehen.

Die Starterkupplung kann dazu genutzt werden, dass der Hybrid-Verbrennungsmotor in einer dafür vorgesehenen Situation, beispielsweise nach dem Überschreiten einer bestimmten Geschwindigkeit, selbstständig oder in Folge eines Steuerbefehls des Benutzers, vom rein elektrischen Fahrzustand in einen (hybriden) Fahrzustand übergeht, in dem auch oder ausschließlich der Verbrennungsmotor genutzt wird. Hierzu kann die schaltbare Starterkupplung, beispielsweise während des Stillstands oder auch während der Fahrt, so lange einen Kraftfluss zwischen der elektrischen Maschine und dem Verbrennungsmotor

herstellen, bis der Verbrennungsmotor von der elektrischen Maschine erfolgreich gestartet ist, und danach wieder öffnen. Es kann vorteilhaft sein, die schaltbare Starterkupplung nur dann zu schließen, wenn die Getriebekupplung zuvor geöffnet wurde und der Primärtrieb keine Kraft überträgt und/oder stillsteht, sodass beim

5 Schließen der Starterkupplung keine oder wenig Reibung auftritt. Dies kann vorteilhafterweise dazu führen, dass die steuerbare Kupplung nicht für Schlupf ausgelegt sein muss und weniger verschleißt. Bei der steuerbaren Kupplung kann es sich beispielsweise um eine Reibkupplung, wie beispielsweise eine Ziehkeil- oder eine Lamellenkupplung handeln.

10 In Ausführungsformen umfasst der Hybrid-Verbrennungsmotor ein motorseitiges Übersetzungsrad, ein getriebeseitiges Übersetzungsrad und eine schaltbare Starterkupplung gemäß hierin beschriebenen Ausführungsformen. Die schaltbare Starterkupplung kann eine Kuppelachse definieren. Die Kuppelachse kann parallel

15 zu weiteren Achsen und/oder Wellen des Hybrid-Verbrennungsmotors liegen, wie beispielsweise der Kurbelwelle, der Getriebeeingangswelle oder der Welle der elektrischen Maschine. Das motorseitige Übersetzungsrad und das getriebeseitige Übersetzungsrad können koaxial zur Kuppelachse angebracht sein, insbesondere auf der Kuppelachse liegen und/oder darauf miteinander kuppelbar angeordnet

20 sein. Das motorseitige Übersetzungsrad kann zur Übertragung eines Antriebsdrehmoments zwischen dem motorseitigen Übersetzungsrad und dem motorseitigen Primärtriebsglied gekoppelt sein. Das getriebeseitige Übersetzungsrad kann zur Übertragung eines Antriebsdrehmoments zwischen dem getriebeseitigen Übersetzungsrad und dem getriebeseitigen

25 Primärtriebsglied sowie der Welle der elektrischen Maschine eingerichtet beziehungsweise mit dem jeweiligen Glied gekoppelt sein. Die schaltbare Starterkupplung kann dazu eingerichtet sein, das motorseitige Übersetzungsrad und das getriebeseitige Übersetzungsrad zur Übertragung des Starterdrehmoments zwischen dem motorseitigen Übersetzungsrad und dem

30 getriebeseitigen Übersetzungsrad wahlweise zu koppeln und zu entkoppeln. Im gekoppelten Zustand kann das motorseitige Übersetzungsrad mit dem getriebeseitigen Übersetzungsrad starr gekoppelt sein, sodass sich das motorseitige Übersetzungsrad und das getriebeseitige Übersetzungsrad gemeinsam auf der Kuppelachse drehen.

In Ausführungsformen kann das getriebeseitige Übersetzungsrad zwischen der Welle der elektrischen Maschine und dem getriebeseitigen Primärtriebsglied liegen, sodass die Übertragung des Antriebsdrehmoments und/oder des Starterdrehmoments zwischen der elektrischen Maschine und dem getriebeseitigen Primärtriebsglied (im Fall des Antriebsdrehmoments) beziehungsweise dem motorseitigen Primärtriebsglied (im Fall des Starterdrehmoments) über das getriebeseitige Übersetzungsrad erfolgt. Insbesondere kann das getriebeseitige Übersetzungsrad für die Übertragung des Antriebsdrehmoments zwischen dem Rotor und dem getriebeseitigen Primärtriebsglied mit einer Welle der elektrischen Maschine gekoppelt sein.

In Ausführungsformen können der Rotor und das getriebeseitige Primärtriebsglied mit einer Übersetzung zwischen dem Rotor und dem getriebeseitigen Primärtriebsglied für eine gesteigerte Drehzahl des Rotors im Verhältnis zum getriebeseitigen Primärtriebsglied eingerichtet sein. Die Übersetzung kann sich insbesondere durch eine unterschiedliche Größe des getriebeseitigen Primärtriebsglieds im Verhältnis zum getriebeseitigen Übersetzungsrad, und/oder durch eine unterschiedliche Größe eines Ritzels der Welle der elektrischen Maschine im Verhältnis zum getriebeseitigen Übersetzungsrad ergeben. Insbesondere kann das getriebeseitige Übersetzungsrad und/oder das motorseitige Übersetzungsrad eine Übersetzung bewirken. In Ausführungsformen entspricht die Übersetzung durch das motorseitige Übersetzungsrad der Übersetzung durch das getriebeseitige Primärtriebsglied. In weiteren Ausführungsformen ist die Übersetzung durch das motorseitige Übersetzungsrad größer als die Übersetzung durch das getriebeseitige Primärtriebsrad, beispielsweise dann, wenn die Größe des motorseitigen Übersetzungsrad ungleich der Größe des getriebeseitigen Übersetzungsrad ist. In diesen Fällen dreht das getriebeseitige Primärtriebsglied, wenn das motorseitige und das getriebeseitige Übersetzungsrad über die schaltbare Starterkupplung gekoppelt sind, schneller als das motorseitige Primärtriebsglied, und die Primärtriebsglieder sind über den Freilauf entkoppelt.

In Ausführungsformen bewirkt die Übersetzung eine Drehzahlsteigerung des Rotors im Verhältnis zum getriebeseitigen Primärtriebsglied von 2:1 bis 10:1. In Ausführungsformen bewirkt die Übersetzung eine Drehzahlsteigerung des Rotors im Verhältnis zum motorseitigen Primärtriebsglied von 2:1 bis 10:1. In Ausführungsformen beträgt das Verhältnis der Übersetzung des motorseitigen Primärtriebsglieds und des getriebeseitigen Primärtriebsglieds 1:1 bis 2:1, beispielsweise 1:1 bis 1.5:1, beispielsweise 1.3:1 bis 1:1 oder 1.1:1 bis 1:1. Vorteilhafterweise kann bei einer Übersetzung von ungleich 1:1 zwischen dem motorseitigen Übersetzungsrad und dem getriebeseitigen Übersetzungsrad ein höheres Drehmoment von der elektrischen Maschine auf den Verbrennungsmotor übertragen werden. Vorteilhafterweise kann durch die genannte Übersetzung der Freilauf beim Starten des Verbrennungsmotors von dem getriebeseitigen Primärtriebsglied entkoppelt werden, sodass das Starterdrehmoment beim Schließen der Starterkupplung während der Fahrt nicht auf die Getriebeeingangswelle übertragen wird und ausschließlich dem stillstehenden oder sich langsam drehenden Verbrennungsmotor zugeführt wird. Vorteilhafterweise kann durch die Übersetzung ein ruckartiges Einkuppeln des Freilaufs vermieden werden.

In Ausführungsformen ist die elektrische Maschine dazu eingerichtet, bei der Kopplung des motorseitigen Primärtriebsglieds mit dem getriebeseitigen Primärtriebsglied als Schwungmasse des Hybrid-Verbrennungsmotors zu wirken. Die Kopplung des motorseitigen Primärtriebsglieds mit dem getriebeseitigen Primärtriebsglied kann durch die schaltbare Starterkupplung erfolgen. Die Kopplung kann auch in Fällen erfolgen, bei denen die elektrische Maschine nicht zum Starten des Verbrennungsmotors eingesetzt wird. Beispielsweise kann die elektrische Maschine so betrieben werden, dass kein oder nur ein geringes Antriebsdrehmoment abgegeben oder aufgenommen wird. Beispielsweise kann der Betriebszustand eingesetzt werden, um die Laufstabilität des Verbrennungsmotors bei geringen Drehzahlen des Verbrennungsmotors zu erhöhen. Vorteilhafterweise kann die Schwungmasse der elektrischen Maschine geringer sein, als die Schwungmasse eines konventionellen, gleichwertigen Schwungrads, welches auf der Kurbelwelle angebracht ist, insbesondere wenn die Drehzahl des Rotors durch eine Übersetzung, insbesondere durch die

Übersetzungsräder, höher ist als die Drehzahl des gekoppelten Verbrennungsmotors. Vorteilhafterweise kann auf die Verwendung eines konventionellen Schwungrads verzichtet werden.

5 In Ausführungsformen ist die elektrische Maschine dazu eingerichtet, ein Antriebsdrehmoment auf das getriebeseitige Primärtriebsglied zum Antrieb des Fahrzeugs zu übertragen. Der Antrieb des Fahrzeugs ist dann gegeben, wenn das Antriebsdrehmoment auf die Getriebeeingangswelle übertragen wird. Das Antriebsdrehmoment der elektrischen Maschine kann, je nach Betriebszustand
10 des Hybrid-Verbrennungsmotors, gleichzeitig zu einem von der Kurbelwelle stammenden Antriebsdrehmoment oder anstelle eines von der Kurbelwelle stammenden Antriebsdrehmoments zur Verfügung gestellt werden. In einem beispielhaften Betriebszustand kann die Drehzahl des motorseitigen Primärtriebsglied geringer sein als die Drehzahl des getriebeseitigen
15 Primärtriebsglieds, sodass der Freilauf öffnet und das Antriebsdrehmoment alleine durch die elektrische Maschine bereitgestellt wird. In einem weiteren, beispielhaften Betriebszustand gleicht die Drehzahl des motorseitigen Primärtriebsglieds der Drehzahl des getriebeseitigen Primärtriebsglieds, sodass der Freilauf sperrt und ein Antriebsdrehmoment sowohl von dem
20 Verbrennungsmotor als auch von der elektrischen Maschine bereitgestellt wird.

In Ausführungsformen ist die elektrische Maschine dazu eingerichtet, ein Antriebsdrehmoment zur Erzeugung elektrischer Leistung zu empfangen. Das Antriebsdrehmoment kann insbesondere von dem getriebeseitigen
25 Primärtriebsglied übertragen werden, beispielsweise, indem ein Antriebsdrehmoment von dem motorseitigen Primärtriebsglied über den gesperrten Freilauf und/oder von der Getriebeeingangswelle über die Getriebekupplung auf das getriebeseitige Primärtriebsglied übertragen wird. Insbesondere kann das Antriebsdrehmoment über das getriebeseitige
30 Übersetzungsrad an die elektrische Maschine übertragen werden. Insbesondere kann das Antriebsdrehmoment von dem getriebeseitigen Primärtriebsglied auf das getriebeseitige Übersetzungsrad übertragen werden. Insbesondere kann das Antriebsdrehmoment von dem getriebeseitigen Übersetzungsrad auf die Welle der

elektrischen Maschine, der mit dem Rotor der elektrischen Maschine gekoppelt ist, übertragen werden.

Die elektrische Maschine des Hybrid-Verbrennungsmotors kann dazu eingerichtet
5 sein, mechanische Energie, die auf den Rotor der elektrischen Maschine
übertragen wird, in elektrische Energie umzuwandeln. Die mechanische Energie
kann beispielsweise aus dem Schwung des Fahrzeugs stammen und über das
Getriebe und das getriebeseitige Primärtriebsglied übertragen werden. Die
mechanische Energie kann ebenfalls aus dem Verbrennungsmotor stammen,
10 beispielsweise während der Fahrt des Fahrzeugs, oder auch während des
Stillstands des Fahrzeugs, beispielsweise während des Leerlaufs des
Verbrennungsmotors. Die mechanische Energie kann ein Antriebsdrehmoment
sein. Die elektrische Maschine ist vorzugsweise so ausgelegt, dass die Last des
Generators einstellbar ist und somit geregelt werden kann, wie viel der
15 mechanischen Energie zur Generierung der elektrischen Energie verwendet wird.
In Ausführungsformen kann die elektrische Maschine dergestalt regelbar sein,
dass sie als steuerbare Bremse funktioniert, die dem Fahrer, beispielsweise beim
Bergabfahren, die Möglichkeit gibt, die Geschwindigkeit alleine mit der
Bremswirkung der elektrischen Maschine zu regeln.

20 In Ausführungsformen umfasst das getriebeseitige Primärtriebsglied ein
Entkopplungselement zur Stoßdämpfung. Als Stoßdämpfung kann insbesondere
eine Ruckdämpfung verstanden werden. Stöße und Rucke können beispielsweise
bei Lastwechseln auftreten. Insbesondere kann ein Stoß oder Ruck entstehen,
25 wenn der Verbrennungsmotor in den Primärtrieb einkoppelt, sodass der Freilauf
plötzlich von einem geöffneten in einen gesperrten Zustand übergeht. Ein Stoß
oder Ruck kann ebenfalls entstehen, wenn sich der Betriebszustand der
elektrischen Maschine ändert, beispielsweise, wenn plötzlich ein geändertes
Antriebsdrehmoment von der elektrischen Maschine auf das getriebeseitige
30 Primärtriebsglied abgegeben oder von dem getriebeseitigen
Primärtriebsglied aufgenommen wird. Das Entkopplungselement kann dazu
dienen, den üblicherweise entstehenden Ruck beim Einkuppeln des
Verbrennungsmotors in den Primärtrieb, insbesondere beim Übergang des

Freilaufs von einem geöffneten in einen gesperrten Zustand, zu mindern. Das Entkopplungselement kann ein Gummientkopplungselement umfassen.

5 In Ausführungsformen umfasst das getriebeseitige Primärtriebsglied zwei im Wesentlichen rotationssymmetrische Teile, die coaxial zur Getriebeeingangswelle auf der Getriebeeingangswelle gelagert sind. Beispielsweise kann ein inneres rotationssymmetrisches Teil und ein äußeres rotationssymmetrisches Teil vorgesehen sein. Das innere rotationssymmetrische Teil kann auf der Getriebeeingangswelle indirekt, beispielsweise über den Freilauf, gelagert sein.
10 Das äußere rotationssymmetrische Teil kann auf dem inneren rotationssymmetrischen Teil gelagert sein. Die zwei rotationssymmetrischen Teile können gemeinsam auf der durch die Lagerung auf der Getriebeeingangswelle vorgegebene Drehachse rotieren.

15 In Ausführungsformen koppelt das Entkopplungselement ein erstes Teil der rotationssymmetrischen Teile mit einem zweiten Teil der rotationssymmetrischen Teile zur gedämpften Übertragung des Antriebsdrehmoments. Das Entkopplungselement kann beispielsweise zwischen dem ersten Teil und dem zweiten Teil liegen. Das erste Teil kann ein inneres rotationssymmetrisches Teil
20 sein. Das zweite Teil kann ein zweites rotationssymmetrisches Teil sein. Das Entkopplungselement kann beispielsweise eine Hülse, wie etwa eine Gummihülse sein, die über das innere rotationssymmetrische Teil gestülpt ist und das äußere rotationssymmetrische Teil für eine gedämpfte Übertragung des Antriebsdrehmoments an das innere rotationssymmetrische Teil koppelt.

25 In Ausführungsformen ist die elektrische Maschine in einem Öl-führenden Gehäuseteil des Hybrid-Verbrennungsmotors vorgesehen. Die elektrische Maschine kann eine Motorentlüftung des Hybrid-Verbrennungsmotors umfassen. Die Motorentlüftung des Hybrid-Verbrennungsmotors kann zumindest teilweise in
30 die elektrische Maschine integriert sein. Der Rotor der elektrischen Maschine kann einen Rotations-Ölabscheider umfassen. Dadurch kann vorteilhafterweise auf eine weitere Vorrichtung zur Gehäuseentlüftung verzichtet werden. Zusätzlich kann die Ölabscheidung durch den Rotor der elektrischen Maschine in der Funktion als Rotations-Ölabscheider gegenüber herkömmlichen Ausführungsformen,

verbessert sein. Beispielsweise kann auf die Rückführung der Öl-nassen Luft, beispielsweise in ein Luftfiltergehäuse des Kraftfahrzeugs, reduziert werden.

5 In einer beispielhaften Ausführungsform liegen die hierin beschriebenen Bestandteile des Hybrid-Verbrennungsmotors in einem gemeinsamen Gehäuse und umfassen ein Ölverteilsystem, beispielsweise zum Schmieren der entsprechenden Lager und Räder. Das Öl-Luft-Gemisch dringt durch dafür vorgesehene Öffnungen, beispielsweise Öffnungen in einem korbformigen Außenläufer-Rotor in die elektrische Maschine ein. Das im Öl-Luft-Gemisch
10 enthaltene Öl wird durch den rotierenden Außenläufer-Rotor abgeschieden und gelangt als Flüssigkeit in das Gehäuse zurück. Ein nahe der Drehachse des Außenläufer-Rotors gelegener Luftkanal dient der Entlüftung des Gehäuses. Da der Luftkanal im genannten Beispiel nur von Luft erreicht wird, die den Außenläufer-Rotor passiert hat, ist die entlüftete Luft weitestgehend frei von Öl.

15 In Ausführungsformen umfasst der Hybrid-Verbrennungsmotor Drehzahlsensoren. Insbesondere kann der Hybrid-Verbrennungsmotor einen oder mehrere Drehzahlsensoren umfassen, die die Drehzahl des Verbrennungsmotors, beispielsweise die Drehzahl der Kurbelwelle messen, beispielsweise über einen
20 oder mehrere Drehzahlsensoren an der Kurbelwelle oder am Schwungrad. Der Hybrid-Verbrennungsmotor kann weiterhin einen oder mehrere Drehzahlsensoren umfassen, die die Drehzahl der elektrischen Maschine messen. Sofern es sich bei der elektrischen Maschine um einen elektronisch geregelten, bürstenlosen Motor-Generator handelt, kann die interne Sensorik der elektrischen Maschine, welche
25 typischerweise einen Drehzahlsensor umfasst, verwendet werden. Bei den Sensoren kann es sich um im KFZ-Bereich typischerweise verwendete Sensoren, wie beispielsweise Magnetsensoren, beispielsweise Hall-Sensoren, handeln. Vorzugsweise handelt es sich um Sensoren, deren Signal in einer durch eine zentrale Steuerlogik verarbeitbaren Weise, beispielsweise über ein Bussystem,
30 bereitgestellt wird, sodass eine Steuerlogik in Abhängigkeit der Drehzahlsignale aktive Betriebszustandsänderungen bewirken kann. Die Signale der Drehzahlsensoren können an die Steuereinheit übermittelt werden.

Die Signale der Sensoren können von der Steuereinheit dazu genutzt werden, die Drehzahlen des motorseitigen Primärtriebsglieds und des getriebeseitigen Primärtriebsglieds vor einem anstehenden Lastwechsel aneinander anzupassen, um so einen sanften Übergang von einem Betriebszustand in den nächsten Betriebszustand zu ermöglichen. Dadurch kann ein solcher Betriebszustandswechsel stattfinden, ohne dass der Fahrer sich dessen bewusst sein muss und beispielsweise zur Vermeidung eines kurzzeitigen Rucks die Getriebekupplung betätigen muss.

In günstigen Ausführungsformen betrifft die Erfindung die Verwendung einer Ausführungsform des Hybrid-Verbrennungsmotors und/oder einer Ausführungsform des Hybrid-Antriebsmoduls in einem Kraftfahrzeug. Ausführungsformen der Erfindung betreffen gleichermaßen ein Kraftfahrzeug, welches Ausführungsformen des Hybrid-Verbrennungsmotors und/oder des Hybrid-Antriebsmoduls beinhaltet. Das Fahrzeug ist typischerweise ein leichtes Kraftfahrzeug, beispielsweise ein Kraffrad, ein ATV oder Quadbike, ein Trike, ein Schneemobil oder ein Beiwagen-Gespann, wobei die Liste nicht abschließend ist. Derartige Fahrzeuge werden im Englischen oft auch als «*Straddled Vehicles*» bezeichnet, wobei leichte Kabinenfahrzeuge wie z.B. Auto-Rikschas und dergleichen ebenfalls unter den Oberbegriff des leichten Kraftfahrzeugs fallen können.

Das Fahrzeug kann eine Batterie umfassen, wobei die Batterie die einzige Batterie des Fahrzeugs sein kann, oder eine weitere Batterie neben einer bereits vorhandenen Batterie, z.B. der Starterbatterie des Fahrzeugs, sein kann. Die Batterie dient typischerweise vorrangig dem Betrieb der elektrischen Maschine. Die Batterie kann dazu ausgelegt sein, elektrische Leistung zu speichern und bedarfsweise wieder abzugeben, beispielsweise an die elektrische Maschine. Um die dafür nötigen Ströme gering zu halten, kann die Batterie eine Spannung aufweisen, die über der Spannung des Bordnetzes des Kraftfahrzeugs liegt, etwa gleich oder mehr als 12V, 24V oder 48V. Verschiedene Ausführungsformen für die Batterie, insbesondere deren Form und Batteriechemie, kommen in Frage. Insbesondere können Lithium-basierte Batterien, wie etwa Lithium-Ionen-Akkus, Lithium-Polymer-Akkus und/oder Lithium-Eisenphosphat-Akkus geeignet sein.

Gleichermaßen können Nickelmetallhydrid-Akkus geeignet sein. Vorzugsweise besitzt die Batterie eine möglichst hohe Energie- und/oder Leistungsdichte, sodass für die Bereitstellung der gewünschten Leistung und/oder Energie eine möglichst leichte Batterie gewählt werden kann, da es weithin bekannt ist, dass ein geringes Gesamtgewicht sich vorteilhaft auf die Fahreigenschaften eines Kraftfahrzeugs auswirkt. Die Batterie ist vorzugsweise ein gängiger Typ und/oder ist aus gängigen Komponenten gefertigt, dessen/deren Kosten in Relation zum Kraftfahrzeug vertretbar sind. Vorzugsweise ist die Batterie an einer niedrigen, also bodennahen Stelle im Kraftfahrzeug platziert, sodass der Gesamtschwerpunkt des Fahrzeugs niedrig liegt, was sich günstig auf die Fahreigenschaften des Kraftfahrzeugs auswirkt. Die Batterie kann vorzugsweise so ausgeführt und/oder montiert sein, dass sie wechselbar ist; die Batterie kann jedoch auch fest verbaut sein.

Die Batterie kann zur Speicherung von elektrischer Energie mit elektrischer Leistung geladen werden. Vorzugsweise wird die Batterie vorrangig von der elektrischen Maschine im Generatorbetrieb geladen. Das Kraftfahrzeug kann jedoch auch dazu eingerichtet sein, die Batterie mit elektrischer Leistung z.B. aus dem Stromnetz zu laden («Plug-in Hybrid»). Hierfür kann das Kraftfahrzeug einen Laderegler umfassen, wobei der Laderegler auch die Ladung der Batterie über den Generator ausführen kann. Der Laderegler kann ein gesondertes Bauteil darstellen, das beispielsweise durch die Steuereinheit geregelt wird, oder in die Steuereinheit integriert sein.

In einer günstigen Ausführungsform ist die Batterie so gewählt, dass sie genügend Leistung und/oder Energie bereit stellt, um das Kraftfahrzeug ohne Wirkung des Verbrennungsmotors für kurze Strecken bei niedrigen Geschwindigkeiten, beispielsweise für etwa 1 km bei unter 10 m/s, zu betreiben. Dazu hat die Batterie vorzugsweise eine Kapazität von zumindest 1 kWh und eine Dauerleistung von zumindest 1 kW. Als Kapazität ist die Energie zu verstehen, die die Batterie abgeben kann, bevor diese beispielsweise aufgrund von Tiefentladung Schaden nimmt. Als Leistung ist die Leistung zu verstehen, die die Batterie bei etwa 80 prozentiger Ladung dauerhaft abgeben kann, wobei bekannt ist, dass die Leistung bei einer fortschreitenden Entladung der Batterie zurückgehen kann.

Die Batterie kann vorteilhafterweise so ausgeführt sein, dass sie die Fahreigenschaften des Kraftfahrzeugs durch ihre Größe und/oder ihr Gewicht nicht übermäßig verschlechtert. Dazu kann die Batterie eine maximale Kapazität von 10 kWh, von 7,5 kWh oder von 5 kWh aufweisen, sodass die Größe und/oder das Gewicht der Batterie in Relation zum Kraftfahrzeug gering ist.

In einem günstigen Ausführungsbeispiel ist das Kraftfahrzeug so ausgeführt, dass der Hybrid-Verbrennungsmotor das Fahrzeug wahlweise alleine mit der elektrischen Maschine, alleine mit dem Verbrennungsmotor, oder mit dem Verbrennungsmotor in Kombination mit der elektrischen Maschine antreibt.

Bei dem Betrieb alleine mit der elektrischen Maschine ist der Verbrennungsmotor typischerweise durch die Wirkungsweise des Freilaufs vom Getriebe entkoppelt. Der Verbrennungsmotor kann stillstehen oder sich mit einer Drehzahl bewegen, die geringer ist als die Drehzahl des motorseitigen Primärtriebsglieds, beispielsweise mit einer Leerlaufdrehzahl.

Ob der Verbrennungsmotor im rein elektrischen Betriebsmodus im Leerlauf läuft oder stillsteht, kann beispielsweise automatisch, z.B. durch die Steuereinheit gesteuert werden, wobei die Steuereinheit dann vorzugsweise automatisch den Verbrennungsmotor abschaltet, wenn dieser nicht benötigt wird. Im Vergleich zu herkömmlichen, modernen Verbrennungsmotoren, bei denen bei vollkommener Gaswegnahme kein Kraftstoff mehr eingespritzt wird, aber im Schiebetrieb dennoch kalte Luft eingesogen und ausgeblasen wird, kann das erfindungsgemäße Fahrzeug den Vorteil bieten, dass der Fahrzeug-Katalysator weniger schnell auskühlt, da nach dem Abschalten des Verbrennungsmotors keine kühlende Luft mehr über den Motor ins Abgassystem gelangt.

Vorteilhafterweise kann die Steuereinheit zusätzlich dazu eingerichtet sein, dass sie den Verbrennungsmotor aus dem Stillstand dann wieder startet, wenn beispielsweise die Temperatur des Katalysators unter einen bestimmten Wert fällt, um diesen wieder aufzuheizen und damit sicherzustellen, dass dessen Wirkung erhalten bleibt. Dadurch ergibt sich der Vorteil, dass das Fahrzeug weniger Schadstoffe ausstößt. Weitere Gründe für das automatische Starten des

Verbrennungsmotors im rein elektrischen Betriebsmodus sind denkbar, wie z.B. das Unterschreiten einer minimalen Öl-Temperatur oder das Überschreiten einer maximalen Kühlmitteltemperatur. Die Temperatur des Katalysators, des Öl-Systems, des Kühlsystems oder dergleichen kann durch einen entsprechenden Fühler gemessen werden und beispielsweise durch die Steuereinheit ausgewertet werden. Der Verbrennungsmotor kann auch in Folge eines Fahrersignals ein- oder ausschaltbar sein, beispielsweise wenn der Fahrer vorhersieht, dass in Kürze die Leistung des Elektromotors alleine nicht mehr genügen wird und deshalb einen Steuerbefehl an das Fahrzeug liefert, das zum Starten des Verbrennungsmotors führt.

Bei dem Betrieb alleine mit dem Verbrennungsmotor stammt typischerweise die gesamte Antriebsenergie bzw. das gesamte Antriebsdrehmoment aus dem Verbrennungsmotor. Die elektrische Maschine kann in diesem Betriebsmodus als Generator arbeiten, sodass sie einen Teil der zur Verfügung stehenden Antriebsenergie in elektrische Energie umwandelt. Die elektrische Maschine kann außerdem so geregelt werden, dass keine elektrische Leistung oder nur ein Teil der zur Verfügung stehenden Leistung entnommen wird, sodass sich der mechanische Widerstand der elektrischen Maschine verringert. Dieser Modus, insbesondere der Modus, in dem keine elektrische Leistung entnommen wird, kann als Passiv-Modus bezeichnet werden. Die Regelung kann aktiv erfolgen, beispielsweise über ein elektrisches oder elektronisches Bauteil, beispielsweise den Laderegler. Die aktive Regelung kann beispielsweise automatisch geschehen, z.B. wenn die Batterie voll geladen ist und keine elektrische Leistung mehr zum Laden der Batterie benötigt wird, oder sie kann durch ein Fahrersignal erfolgen, beispielsweise wenn der Generator sich im Passiv-Modus befindet, aber zeitweise als Motorbremse wirken soll, z.B. in Folge eines durch den Fahrer bereitgestellten Bremssignals.

Beim Antrieb des Fahrzeugs mit sowohl dem Verbrennungsmotor als auch der elektrischen Maschine als Elektromotor steht die maximale Leistung des Fahrzeugs zur Verfügung. Das kann insbesondere beim Anfahren und/oder Beschleunigen des Fahrzeugs vorteilhaft sein. Der genannte Modus kann automatisch eintreten oder aktiv, z.B. durch den Fahrer, gewählt werden,

beispielsweise wenn die Steuereinheit erkennt, dass Bedarf an zusätzlicher Leistung besteht, z.B. wenn sich der Gasgriff des Kraftfahrzeugs für eine gewisse Zeit in der Vollgasposition befindet. Dann kann beispielsweise beim Betrieb des Kraftfahrzeugs im Verbrennungsmotor-Modus der Elektromotor zugeschalten werden, oder beim Betrieb des Kraftfahrzeugs im Elektromotor-Modus kann der Verbrennungsmotor gestartet und/oder zugeschalten werden. Der genannte Zustand kann auch ganz oder teilweise von einer Fahrereingabe abhängig sein, beispielsweise der Auswahl eines «Sport-Modus», der Betätigung einer «Boost»-Taste oder dergleichen. Der genannte Modus kann dazu dienen, den Elektromotor beim Anfahren des Kraftfahrzeugs zusätzlich zum Verbrennungsmotor in Form einer Anfahrhilfe zu nutzen.

In einem günstigen Ausführungsbeispiel kann die elektrische Maschine als Bremse genutzt werden. Die Nutzung der elektrischen Maschine setzt typischerweise den Betrieb der elektrischen Maschine als Generator voraus und ist in der Regel unabhängig davon, in welchem Modus das Kraftfahrzeug betrieben wird. Die Funktion des Generators als Motorbremse kann zur Rekuperation, also zum Laden der Batterie mit der beim Bremsen freigesetzten Energie, genutzt werden. Insbesondere im elektrischen Bremsmodus kann es zusätzlich zum rekuperativen Bremsen vorteilhaft sein, wenn der Hybrid-Verbrennungsmotor eine elektrische Ersatzlast umfasst, um weitere, überschüssige Bremsenergie abzuführen, die z.B. vom Laderegler nicht genutzt werden kann, da sie beispielsweise dessen Normleistung übersteigt. Die elektrische Ersatzlast kann die Spulen der elektrischen Maschine umfassen, sodass die elektrische Maschine in ihrer Funktion z.B. einer Wirbelstrombremse entspricht.

Die steuerbare elektrische Motorbremse kann sich, neben der offensichtlichen Energieeinsparung durch die Rekuperation und den geringeren Verschleiß des konventionellen Bremssystems, vorteilhaft auf die Fahreigenschaften des Kraftfahrzeugs auswirken, beispielsweise indem sie eine «Segelfunktion» ermöglicht, in der der Nutzer bei stillstehendem Verbrennungsmotor seine Geschwindigkeit überwiegend konstant zu halten versucht, indem er bedarfsweise die elektrische Maschine, typischerweise im niedrigen Teillastbereich, abwechselnd als Motor zur geringfügigen Beschleunigung, oder als rekuperative

Bremse zum leichten Bremsen benutzt. Da die elektrische Maschine typischerweise linear in ihrem gesamten Leistungsbereich angesteuert werden kann, und im Vergleich zu einem Verbrennungsmotor mit Schwungrad ein geringeres Trägheitsmoment aufweisen kann, ist der Lastwechsel, also der
5 Übergang vom Schiebetrieb in den Antriebsbetrieb typischerweise glatter, also ruckärmer als bei einem vergleichbaren Verbrennungsmotor. Ein «Segelbetrieb», in dem die elektrische Maschine den Verbrennungsmotor in der genannten Art und Weise unterstützt, kann ebenfalls eine günstige Anwendung sein.

10 In einem günstigen Ausführungsbeispiel umfasst das Kraftfahrzeug eine Start/Stop-Funktion. Die Start/Stop-Funktion bezieht sich typischerweise auf den Verbrennungsmotor, wobei der Verbrennungsmotor als gestartet gilt, wenn sich die Kurbelwelle in Folge der Funktionsweise des Verbrennungsmotors dreht, und der Verbrennungsmotor als gestoppt gilt, wenn die Kurbelwelle stillsteht.

15 Die Start/Stop-Funktion ist vorzugsweise so eingerichtet, dass sie vorwiegend automatisch ausgeführt wird. Jedoch kann es auch vorteilhaft sein, wenn die Start/Stop-Funktion durch den Fahrer so modifiziert werden kann, dass die Parameter, die für die automatische Ausführung der Start/Stop-Funktion
20 ausgewertet werden, gemäß einer Einstellung des Fahrers gewichtet oder betrachtet werden. Außerdem kann es von Vorteil sein, wenn der Fahrer während des Betriebs des Kraftfahrzeugs gemeinsam mit oder anstelle der Start/Stop-Funktion ein Starten und Stoppen des Verbrennungsmotors bewirken kann.

25 Die Start/Stop-Funktion kann das Stoppen des Verbrennungsmotors beim Stillstand des Kraftfahrzeugs für eine gewisse Zeit, beispielsweise nach 2 Sekunden, 5 Sekunden oder 10 Sekunden bewirken. Die genaue Zeit kann z.B. durch den Fahrer einstellbar sein, oder in Abhängigkeit von internen oder externen Zuständen des Hybrid-Verbrennungsmotors und/oder des Kraftfahrzeugs
30 variieren. Das Kraftfahrzeug kann das Stoppen im Stillstand verhindern, wenn z.B. der Verbrennungsmotor die Betriebstemperatur noch nicht erreicht hat oder andere Gründe vorhanden sind, die dazu führen, dass ein Betrieb des Verbrennungsmotors im Leerlauf gegenüber einem Stoppen des Verbrennungsmotors vorzuziehen ist.

Die Start/Stop-Funktion kann den Verbrennungsmotor stoppen, wenn das Kraftfahrzeug nur eine niedrige Last hat, also das Kraftfahrzeug in einem niedrigen Lastbereich bewegt wird und vom Hybrid-Verbrennungsmotor nur wenig Antriebsleistung zur Verfügung gestellt werden muss. Eine niedrige Last kann beispielsweise dadurch definiert werden, dass für einen Zeitraum, bei dem es sich um einen einstellbaren Zeitraum handeln kann und der z.B. 30 Sekunden, 1 Minute oder 5 Minuten betragen kann, ausschließlich eine Antriebsleistung benötigt wurde, die z.B. unterhalb der Leistung liegt, die der Elektromotor alleine bereitstellen kann. Das kann z.B. dann der Fall sein, wenn das Kraftfahrzeug für längere Strecken in langsamem Verkehr bewegt wird.

Die Start/Stop-Funktion kann den Verbrennungsmotor starten, wenn ein minimaler Batterieladezustand unterschritten wird. Die dazu gewählte, minimale Batterieladung kann beispielsweise in einem Bereich zwischen 10 und 80 Prozent der Gesamtladung liegen, z.B. bei 30 Prozent der Gesamtladung, bei 50 Prozent der Gesamtladung oder bei 60 Prozent der Gesamtladung. Bei der minimalen Batterieladung kann es sich um einen einstellbaren Parameter handeln. Gleichmaßen kann die Start/Stop-Funktion ein Stoppen des Verbrennungsmotors verhindern, wenn die minimale Batterieladung, oder ein weiterer Parameter, der eine zweite minimale Batterieladung repräsentiert, unterschritten ist.

Die Start/Stop-Funktion kann den Verbrennungsmotor starten, wenn zusätzliche Leistung benötigt wird, also beispielsweise dann, wenn die Leistung des Elektromotors nicht mehr zum Antrieb des Kraftfahrzeugs genügt. Das kann beispielsweise dann der Fall sein, wenn das Kraftfahrzeug eine Steigung hinauf bewegt wird, oder wenn das Kraftfahrzeug eine Geschwindigkeit überschreitet, bei der zur Überwindung des Windwiderstands zusätzliche Leistung nötig ist. Der Bedarf zusätzlicher Leistung kann beispielsweise dadurch erkannt werden, dass der Fahrer den Gashebel, das Gaspedal oder eine sonstige Einrichtung zum Steuern der Leistungsabgabe für eine zuvor definierte und vorzugsweise einstellbare Dauer in einem Maximalbereich hält, also beispielsweise für über 2 Sekunden, für über 5 Sekunden, oder für über 7 Sekunden auf über 90 Prozent der maximalen Leistungsabgabe, allgemein als «Vollgas» bezeichnet, hält.

Die Start/Stop-Funktion kann den Verbrennungsmotor starten, wenn vorhersehbar ist, dass in Kürze zusätzliche Leistung benötigt wird, beispielsweise dann, wenn das Kraftfahrzeug alleine unter Verwendung des Elektromotors so lange beschleunigt wird, bis eine Geschwindigkeit überschritten ist, ab der vorhersehbar ist, dass das Fahrzeug mit dem Elektromotor alleine nicht mehr beschleunigt werden kann. Die Start/Stop-Funktion kann dann so eingerichtet sein, dass allein auf Basis der Geschwindigkeit des Kraftfahrzeugs der Verbrennungsmotor gestartet wird, sobald eine gewisse, vorzugsweise einstellbare Geschwindigkeit überschritten wird.

Der erfindungsgemäße Hybrid-Verbrennungsmotor, das erfindungsgemäße Hybrid-Antriebsmodul sowie ein Fahrzeug, welches den erfindungsgemäßen Hybrid-Verbrennungsmotor und/oder das erfindungsgemäße Hybrid-Antriebsmodul umfasst, kann zahlreiche Vorteile bieten. Insbesondere eignet sich der rein elektrische Betriebsmodus dazu, das Fahrzeug beispielsweise im innerstädtischen Verkehr ganz oder teilweise ohne die Nutzung des Verbrennungsmotors zu bewegen und somit die Geräusch- und Schadstoffemission zu reduzieren sowie den Kraftstoffverbrauch zu senken.

Des Weiteren können sowohl der Verbrennungsmotor, als auch die Batterie und die elektrische Maschine kleiner und leichter gestaltet werden, als es für rein elektrische oder rein konventionell ausgeführte Fahrzeuge möglich ist, da sich die zwei Motorentypen in einer günstigen Art und Weise gegenseitig unterstützen können: Die geringe Reichweite einer verhältnismäßig kleinen Batterie kann durch den Verbrennungsmotor kompensiert werden, und das geringe Drehmoment eines Verbrennungsmotors mit geringem Hubraum kann durch den Elektromotor ausgeglichen werden.

Nachfolgend sind Aspekte der Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen in Verbindung mit den Figuren erläutert. In den Ausführungsbeispielen genannte Aspekte sollen hierbei nicht als Einschränkung verstanden werden. Günstige Ausführungsformen können sich durch Kombination von Aspekten der Ausführungsbeispiele ergeben, wobei der beanspruchte Schutzzumfang sich nicht

aus den Ausführungsbeispielen ergibt, sondern aus den folgenden Patentansprüchen. Es zeigen:

Fig. 1 Schnittansicht eines Hybrid-Verbrennungsmotors gemäß einer
5 Ausführungsform

Fig. 2 Seitenansicht eines Hybrid-Verbrennungsmotors gemäß einer
Ausführungsform

Fig. 3 Räumliche Darstellung eines Hybrid-Verbrennungsmotors gemäß einer
Ausführungsform

10 Die in Fig. 1-3 gezeigten Ansichten zeigen einen Hybrid-Verbrennungsmotor 100 gemäß einer beispielhaften Ausführungsform. Einzelne dem Fachmann bekannte Komponenten des Hybrid-Verbrennungsmotors 100 sind zur besseren Erkennbarkeit nicht dargestellt, beispielsweise die Komponenten des mit der
15 Kurbelwelle 110 verbundenen Verbrennungsmotors, Komponenten zur Kopplung der Getriebeeingangswelle 130 mit dem Getriebe oder das Gehäuse des Hybrid-Verbrennungsmotors 100. Zur besseren Verständlichkeit ist der Hybrid-Verbrennungsmotor in drei Ansichten gezeigt, wobei die hierin beschriebenen Merkmale in den Ansichten mit demselben Bezugszeichen bezeichnet werden.

20 Der Hybrid-Verbrennungsmotor 100 umfasst die Kurbelwelle 110, die in den Figuren verkürzt dargestellt ist. Die Kurbelwelle 110 endet in dem Wellenzapfen 112. Auf dem Wellenzapfen 112 ist ein Antriebsrad 114 angebracht. Das Antriebsrad 114 überträgt ein vorhandenes Antriebsdrehmoment von der
25 Kurbelwelle auf das motorseitige Primärtriebsglied 122. Das motorseitige Primärtriebsglied 122, das getriebeseitige Primärtriebsglied 124 und der zwischen dem motorseitigen Primärtriebsglied 122 und dem getriebeseitigen Primärtriebsglied 124 liegende Freilauf 126 sind Bestandteile des Primärtriebs 120 des Hybrid-Verbrennungsmotors 110. Im gezeigten
30 Ausführungsbeispiel ist zusätzlich eine Getriebekupplung 150 gezeigt. Die Getriebekupplung 150 kann ebenfalls als Bestandteil des Primärtriebs 120 verstanden werden.

Das motorseitige Primärtriebsglied 122 wird durch das Antriebsrad 114 angetrieben und ist durch das Kugellager 132 sowie das Rollenlager 134 koaxial zur Getriebeeingangswelle 130 auf der Getriebeeingangswelle 130 gelagert, jedoch nicht direkt mit der Getriebeeingangswelle 130 verbunden. Ein
5 hülsenförmiger Abschnitt des motorseitigen Primärtriebsglieds 122 erstreckt sich, angrenzend an die Getriebeeingangswelle 130, zwischen dem Kugellager 132 und dem Rollenlager 134.

Das getriebezeitige Primärtriebsglied 124 ist ebenfalls koaxial zur
10 Getriebeeingangswelle 130 angebracht, jedoch mit dieser nicht direkt verbunden. Das motorseitige Primärtriebsglied 122, das getriebezeitige Primärtriebsglied 124, die Getriebekupplung 150 und die Getriebeeingangswelle 130 können sich getrennt oder gemeinsam um die von der von der Getriebeeingangswelle 130 definierte Drehachse drehen. Das getriebezeitige Primärtriebsglied 124 umfasst
15 ein inneres rotationssymmetrisches Teil 124a, ein äußeres rotationssymmetrisches Teil 124b und ein zwischen den Teilen 124a,b liegendes Entkopplungselement 170. Das Entkopplungselement 170 ist eine Rückdämpfer, ähnlich eines Hinterrad-Rückdämpfers für Zweiräder, das die rotationssymmetrischen Teile 124a,b aneinander ruckgedämpft koppelt. Fig. 1
20 zeigt einen Schnitt durch das rotationssymmetrische Teil 124a, das Entkopplungselement 170 ist in Aussparungen der rotationssymmetrischen Teile 124a,b vorgesehen, die außerhalb der Schnittebene liegen. Das getriebezeitige Primärtriebsglied 124, insbesondere das innenliegende rotationssymmetrische Teil 124a, umfasst einen hülsenförmigen Abschnitt, der im Wesentlichen dem
25 hülsenförmigen Abschnitt des motorseitigen Primärtriebsglieds 122 entspricht, jedoch in radialer Richtung außerhalb des hülsenförmigen Abschnitts des motorseitigen Primärtriebs 122 liegt und einen zylinderförmigen Freiraum zwischen den jeweiligen hülsenförmigen Abschnitten des motorseitigen und des getriebezeitigen Primärtriebsglieds 122, 124 definiert. Zwischen den zwei
30 rotationssymmetrischen Teilen 124a,b ist eine Lagerhülse 128 vorgesehen, die eine Verdrehung zwischen den rotationssymmetrischen Teilen 124a,b ermöglicht, wie sie beispielsweise auftritt, wenn das Entkopplungselement 170 einen Ruck dämpft.

Der Freiraum zwischen den hülsenförmigen Abschnitten des motorseitigen Primärtriebsglieds 122 und des getriebeseitigen Primärtriebsglieds 124 beinhaltet den Freilauf 126. Im gezeigten Ausführungsbeispiel sind in dem Freiraum Klemmkörper vorgesehen, die gemeinsam mit dem motorseitigen Primärtriebsglied 122 und dem getriebeseitigen Primärtriebsglied 124 den Freilauf ausbilden. Der Freilauf 126 erlaubt es, dass das getriebeseitige Primärtriebsglied 124 das motorseitige Primärtriebsglied 122 überholt, und sperrt, sobald ein Antriebsdrehmoment von der Kurbelwelle 110 an den Primärtrieb 120 übertragen wird.

In Ausführungsformen kann der Freilauf 126 in Form eines Hülsenfreilaufs vorgesehen sein, der zusätzlich zu den Klemmkörpern Radiallager umfasst. Die Radiallager können das motorseitige Primärtriebsglied 122 und das getriebeseitige Primärtriebsglied 124 gegeneinander lagern. In Fig. 1 sind für das Bezugszeichen 126 zwei Hülsenfreiläufe axial nebeneinanderliegend gezeigt, wobei jeweils die Klemmkörper zwischen zwei außenliegenden Radiallagern dargestellt sind. Die Verwendung von mehreren Hülsenfreiläufen, beispielsweise zwei oder mehr Hülsenfreiläufen, kann vorteilhafterweise die Drehmomentübertragung verbessern und/oder eine sichere Drehmomentübertragung gewährleisten.

Das getriebeseitige Primärtriebsglied 124, insbesondere das äußere rotationssymmetrische Teil 124b, umfasst einen Kupplungskorb zum Aufnehmen der Kupplungslamellen der Getriebekupplung 150. Das getriebeseitige Primärtriebsglied 124 ist über das Befestigungselement 136 entlang der axialen Richtung arretiert. Die Getriebekupplung 150 kann eine konventionelle Getriebekupplung sein.

Der Hybridverbrennungsmotor 100 umfasst eine elektrische Maschine 140. Die elektrische Maschine 140 beinhaltet einen als Außenläufer gestalteten Rotor 142. Der Rotor ist mit der Welle der elektrischen Maschine 146 verbunden. Der Stator 144 der elektrischen Maschine 140 ist an einem Gehäuseteil des Hybridverbrennungsmotors 100 fixiert (nicht gezeigt). Die Welle der elektrischen

Maschine 146 beinhaltet ein Ritzel, das in das getriebeseitige Übersetzungsrad 164 greift.

Die elektrische Maschine 140 umfasst eine Entlüftungsöffnung 180. Die
5 Entlüftungsöffnung 180 ist über einen Entlüftungskanal 182 mit einem zwischen dem Rotor 142 und dem Stator 144 liegenden Freiraum verbunden. Der Entlüftungskanal liegt innerhalb des Rotors 142 und dreht folglich mit dem Rotor 142. Durch die Entlüftungsöffnung 180 und den Entlüftungskanal 182 strömende Luft strömt entlang der Innenseite des Rotors 142, sodass sich in der Luft
10 befindliches Öl vorteilhafterweise durch die Rotation des Rotors 142 abgeschieden wird, wobei der Rotor als Rotations-Ölabscheider wirkt. Luft, die auf Seite des Stators 144 entnommen wird, ist weitestgehend frei von Öl, sodass beispielsweise eine Gehäuseöffnung zur Gehäuseentlüftung im Bereich des Stators 144, beziehungsweise der dem Stator gegenüberliegenden Gehäuseseite vorgesehen
15 sein kann. In Ausführungsformen kann die Entlüftungsöffnung 180 oder der Entlüftungskanal 182 vorteilhafterweise zur Kühlung der elektrischen Maschine 140 beitragen.

In Ausführungsformen (nicht gezeigt) kann sich der Entlüftungskanal 182 bis zur
20 Welle 146 und/oder deren Lagerung hin erstrecken, und die Welle 146 kann im Bereich der Lagerung zumindest eine Öffnung, beispielsweise eine Bohrung, in radialer Richtung beinhalten. Die Bohrung kann so positioniert sein, dass der Entlüftungskanal 182 bei entsprechender Drehposition der Bohrung bis in den Innenraum der Welle 146 erweitert ist. Die Welle 146 kann weiterhin einen
25 innenliegenden Kanal aufweisen, der sich von einem der Enden der Welle, oder beiden der Enden der Welle 146 bis zu der Bohrung in den Innenraum der Welle 146 erstreckt. Bei entsprechender Drehposition der Welle 146 kann sich ein Entlüftungskanal zwischen einem oder beiden Enden der Welle 146 über den innenliegenden Kanal bis zum Entlüftungskanal 182 erstrecken und eine
30 Entlüftung des Freiraums über eine oder beide Enden der Welle 146 ermöglichen.

Zwischen der Welle der elektrischen Maschine 146 und dem Primärtrieb 120 liegt die Starterkupplung 160. Die Starterkupplung definiert die Kuppelachse 166. Auf der Kuppelachse liegen das motorseitige Übersetzungsrad 162 und das

getriebeseitige Übersetzungsrad 164. Das getriebeseitige Übersetzungsrad 164 ist zur Übertragung des Antriebsdrehmoments zwischen dem getriebeseitigen Primärtriebsglied 124 und der Welle der elektrischen Maschine 146 eingerichtet. Die Übertragung des Antriebsdrehmoments zwischen dem getriebeseitigen Primärtriebsglied 124 und der Welle der elektrischen Maschine 146 findet
5 jederzeit statt. Das motorseitige Übersetzungsrad 162 ist mit dem motorseitigen Primärtriebsglied 122 gekoppelt. Wenn die Starterkupplung 160 geöffnet ist, dreht das motorseitige Übersetzungsrad 162 frei.

10 Durch das Ansteuern des Steuerglied 168 wird die Starterkupplung 160 mechanisch betätigt. Durch das Betätigen der Starterkupplung 160 wird das motorseitige Übersetzungsrad 162 mit dem getriebeseitigen Übersetzungsrad 164 gekoppelt. Die Betätigung der Starterkupplung 160 führt zu einem Verschieben des innenliegenden Kupplungskeils der Starterkupplung 160 entlang der
15 Kuppelachse 166 und damit zu einer formschlüssigen und/oder reibschlüssigen Verbindung zwischen dem hülsenförmig ausgeführten Bereich des getriebeseitigen Übersetzungsrad 164 und dem im Bereich des hülsenförmigen Bereichs liegenden, motorseitigen Übersetzungsrad 162. Wenn die Starterkupplung 160 geschlossen bzw. eingekuppelt ist, dreht das motorseitige
20 Übersetzungsrad 162 zusammen mit dem getriebeseitigen Übersetzungsrad 164. Im gezeigten Ausführungsbeispiel gleicht die Größe des motorseitigen Übersetzungsrad 162 der des getriebeseitigen Übersetzungsrad 164, sodass keine Übersetzung stattfindet. Dadurch ergibt sich, dass beim Koppeln des motorseitigen Übersetzungsrad 162 mit dem getriebeseitigen Übersetzungsrad
25 164 das motorseitige Primärtriebsglied 122 und das getriebeseitige Primärtriebsglied 124 in einem Verhältnis von 1:1 gekoppelt sind und gleichschnell drehen. Alternativ kann eine Übersetzung zwischen dem motorseitigen Übersetzungsrad 162 und dem getriebeseitigen Übersetzungsrad 164 vorgesehen sein, insbesondere so, dass das motorseitige Übersetzungsrad
30 162 eine geringere Anzahl an Zähnen aufweist als das getriebeseitige Übersetzungsrad 164. Das motorseitige und das getriebeseitige Primärtriebsglied 122, 124 können in diesem Fall entsprechend angepasst sein.

Ausführungsformen des beschriebenen Hybrid-Verbrennungsmotors sind insbesondere für die Verwendung in kleinen Kraftfahrzeugen geeignet und können Fahrverhalten, Verbrauch, Laufruhe, Schadstoffausstoß und Langlebigkeit in vorteilhafter Weise verbessern.

5

Im Folgenden werden weitere allgemeine Aspekte der Erfindung anhand von Implementierungen diskutiert, von denen jeder Aspekt mit beliebigen einzelnen Aspekten der beschriebenen Implementierungen und/oder mit anderen hierin beschriebenen Aspekten kombiniert werden kann.

10

1. Der Hybrid-Verbrennungsmotor nach einer der hierin beschriebenen Ausführungsformen, wobei der Stator der elektrischen Maschine auf dem Wellenzapfen gelagert und durch ein Fixierelement gegen Drehung fixiert ist.

15

3. Der Hybrid-Verbrennungsmotor nach einer der hierin beschriebenen Ausführungsformen, wobei der Rotor ein außenläufiger Rotor der elektrischen Maschine ist.

20

4. Der Hybrid-Verbrennungsmotor nach einer der hierin beschriebenen Ausführungsformen, wobei die elektrische Maschine für eine maximale Antriebsleistung von unter 5 kW ausgelegt ist.

25

5. Der Hybrid-Verbrennungsmotor nach einer der hierin beschriebenen Ausführungsformen, wobei der Hybrid-Verbrennungsmotor zusätzlich ein oder mehr der folgenden umfasst: Drehzahlsensor an der elektrischen Maschine, Drehzahlsensor an der Kurbelwelle, Drehzahlsensor an der Starterkupplung, Drehzahlsensor an dem motorseitigen Primärantriebsglied, Drehzahlsensor an dem getriebeseitigen Primärantriebsglied und/oder Drehzahlsensor an der Getriebeeingangswelle.

30

6. Der Hybrid-Verbrennungsmotor nach einer der hierin beschriebenen Ausführungsformen, wobei die Stator-Lagerung so ausgeführt ist, dass der Luftspalt zwischen Rotor und Stator an seiner größten Dimension 2,5 mm nicht überschreitet.

7. Hybrid-Antriebsmodul, umfassend einen Hybrid-Verbrennungsmotor nach einer der hierin beschriebenen Ausführungsformen, sowie eine Batterie, wobei die Kurbelwelle von einem Verbrennungsmotor angetrieben wird, und wobei die Batterie bedarfsweise
- 5
- von der elektrischen Maschine im Generatorbetrieb geladen wird
 - elektrische Energie zum Betrieb der elektrischen Maschine im Motorbetrieb liefert.
8. Kraftfahrzeug, umfassend ein Hybrid-Antriebsmodul nach Implementierung 7 wobei die Batterie vorzugsweise eine Kapazität von zumindest 1 kWh aufweist, und wobei die Batterie vorzugsweise eine Dauerleistung von zumindest 1 kW liefert, und wobei die Batterie vorzugsweise eine Kapazität von unter 10 kWh aufweist.
- 10
9. Das Kraftfahrzeug nach Implementierung 8, wobei das Hybrid-Antriebsmodul so ausgeführt ist, dass das Kraftfahrzeug wahlweise alleine von der elektrischen Maschine, alleine von dem Verbrennungsmotor oder von dem Verbrennungsmotor in Kombination mit der elektrischen Maschine antreibbar ist.
- 15
10. Das Kraftfahrzeug nach einer der vorangegangenen Implementierungen, wobei das Kraftfahrzeug einen oder mehr der folgenden Betriebsmodi umfasst:
- 20
- Konventioneller Betrieb des Verbrennungsmotors, wobei die elektrische Maschine als Generator arbeitet und elektrische Leistung bereitstellt, mit der bedarfsweise eine Batterie geladen wird
 - 25
 - Konventioneller Betrieb des Verbrennungsmotors, wobei die elektrische Maschine als Motor arbeitet und den Verbrennungsmotor unterstützt
 - Betrieb der elektrischen Maschine als einzigen Antriebsmotor, wobei der Verbrennungsmotor stillsteht oder im Leerlauf arbeitet und keine Leistung bereitstellt
 - 30
 - Betrieb der elektrischen Maschine als Rekuperationsbremse, wobei die elektrische Maschine mechanische Energie vom Primärtrieb aufnimmt, und wobei die elektrische Maschine als Generator arbeitet und elektrische Leistung bereitstellt, mit der bedarfsweise eine Batterie geladen werden kann

- Passivmodus der elektrischen Maschine, wobei keine elektrische Leistung abgeführt wird, um den mechanischen Widerstand zu minimieren.

11. Das Kraftfahrzeug nach einer der vorangegangenen Implementierungen, wobei das Kraftfahrzeug eine Start/Stop-Funktion beinhaltet, um in Abhängigkeit eines Betriebszustands den Verbrennungsmotor zu starten oder zu stoppen, umfassend:

- Stoppen des Verbrennungsmotors beim Stillstand des Kraftfahrzeugs nach mehr als 2 Sekunden

- Starten oder Stoppen des Verbrennungsmotors in Folge von Fahrersignal

- Stoppen des Verbrennungsmotors bei niedriger Last

- Starten des Verbrennungsmotors beim Unterschreiten einer minimalen Batterieladung

- Starten des Verbrennungsmotors beim Bedarf zusätzlicher Leistung

- Starten des Verbrennungsmotors beim Überschreiten einer bestimmten Geschwindigkeit.

Patentansprüche

1. Hybrid-Verbrennungsmotor (100) für den Einsatz in einem Kraftfahrzeug, umfassend:

5 eine Kurbelwelle (110), wobei die Kurbelwelle (110) dazu eingerichtet ist, von zumindest einem Hubkolben des Hybrid-Verbrennungsmotors (100) angetrieben zu werden;

einen Primärtrieb (120), umfassend ein motorseitiges Primärtriebsglied (122), einen Freilauf (126) und ein getriebeseitiges Primärtriebsglied (124);

10 eine Getriebeeingangswelle (130); und

eine als Motor-Generator ausgebildete elektrische Maschine (140), wobei der Primärtrieb (120) dazu eingerichtet ist, ein Antriebsdrehmoment von der Kurbelwelle (110) auf die Getriebeeingangswelle (130) zu übertragen, wobei

15 das motorseitige Primärtriebsglied (122) zum Empfangen des Antriebsdrehmoments von der Kurbelwelle (110) eingerichtet ist, wobei

der Freilauf (126) zur Übertragung des Antriebsdrehmoments von dem motorseitigen Primärtriebsglied (122) auf das getriebeseitige Primärtriebsglied (124) eingerichtet ist, wobei

20 das getriebeseitige Primärtriebsglied (124) zur Übertragung des Antriebsdrehmoments von dem Freilauf (126) auf die Getriebeeingangswelle (130) eingerichtet ist, wobei

der Freilauf (126) eine Sperrichtung zum Übertragen des Antriebsdrehmoments von dem motorseitigen Primärtriebsglied (122) auf das getriebeseitige Primärtriebsglied (124) und eine Freilaufichtung zum Entkoppeln einer Übertragung eines Antriebsdrehmoments von dem getriebeseitigen Primärtriebsglied (124) hin zu dem motorseitigen Primärtriebsglied (122) aufweist, und wobei

25 das getriebeseitige Primärtriebsglied (124) koaxial zur Getriebeeingangswelle (130) auf der Getriebeeingangswelle (130) gelagert ist, wobei

30 die elektrische Maschine (140) einen Rotor (142) und einen Stator (144) umfasst, wobei der Rotor (142) und das getriebeseitige Primärtriebsglied (124) für die Übertragung eines Antriebsdrehmoments zwischen dem Rotor (142) und dem getriebeseitigen Primärtriebsglied (124) gekoppelt sind.

2. Der Hybrid-Verbrennungsmotor (100) nach Anspruch 1, umfassend eine Getriebekupplung (150) zwischen dem getriebeseitigen Primärtriebsglied (124) und der Getriebeeingangswelle (130), wobei die Getriebekupplung (150) dazu
5 eingerichtet ist, das getriebeseitige Primärtriebsglied (124) zur Übertragung des Antriebsdrehmoments mit der Getriebeeingangswelle (130) wahlweise zu koppeln und zu entkoppeln.

3. Der Hybrid-Verbrennungsmotor (100) nach Anspruch 1 oder 2, wobei die
10 Getriebeeingangswelle (130) dazu eingerichtet ist, das Antriebsdrehmoment auf ein Getriebe des Kraftfahrzeugs zu übertragen.

4. Der Hybrid-Verbrennungsmotor (100) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei der Freilauf (126) koaxial zur Getriebeeingangswelle (130)
15 zwischen dem motorseitigen Primärtriebsglied (122) und dem getriebeseitigen Primärtriebsglied (124) angebracht ist.

5. Der Hybrid-Verbrennungsmotor (100) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, weiter umfassend
20 eine schaltbare Starterkupplung (160), wobei die Starterkupplung (160) dazu eingerichtet ist, den Rotor (142) und das motorseitige Primärtriebsglied (122) für die Übertragung eines Starterdrehmoments von dem Rotor (142) auf das motorseitige Primärtriebsglied (122) wahlweise zu koppeln und zu entkoppeln.

25 6. Der Hybrid-Verbrennungsmotor (100) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, weiter umfassend ein motorseitiges Übersetzungsrad (162), und ein getriebeseitiges Übersetzungsrad (164), wobei
30 die Starterkupplung (160) eine Kuppelachse (166) definiert, wobei das motorseitige Übersetzungsrad (162) und das getriebeseitige Übersetzungsrad (164) koaxial zur Kuppelachse (166) angebracht sind, wobei das motorseitige Übersetzungsrad (162) und das motorseitige Primärtriebsglied (122) zur Übertragung eines Antriebsdrehmoments zwischen

dem motorseitigen Übersetzungsrad und dem motorseitigen Primärtriebsglied (122) gekoppelt sind, und wobei

das getriebeseitige Übersetzungsrad (164) und das getriebeseitige Primärtriebsglied (124) zur Übertragung eines Antriebsdrehmoments zwischen dem getriebeseitigen Übersetzungsrad (164) und dem getriebeseitigen Primärtriebsglied (124) gekoppelt sind, und wobei

die Starterkupplung (160) dazu eingerichtet ist, das motorseitige Übersetzungsrad (162) und das getriebeseitige Übersetzungsrad (164), insbesondere zur Übertragung des Starterdrehmoments zwischen dem motorseitigen Übersetzungsrad (162) und dem getriebeseitigen Übersetzungsrad (164), wahlweise zu koppeln und zu entkoppeln.

7. Der Hybrid-Verbrennungsmotor (100) nach dem vorangegangenen Anspruch, wobei das getriebeseitige Übersetzungsrad (164) für die Übertragung des Antriebsdrehmoments zwischen dem Rotor (142) und dem getriebeseitigen Primärtriebsglied (124) mit einer Welle der elektrischen Maschine (146) gekoppelt ist.

8. Der Hybrid-Verbrennungsmotor (100) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei der Rotor (142) und das getriebeseitige Primärtriebsglied (124) mit einer Übersetzung zwischen dem Rotor (142) und dem getriebeseitigen Primärtriebsglied (124) für eine gesteigerte Drehzahl des Rotors (142) im Verhältnis zum getriebeseitigen Primärtriebsglied eingerichtet sind.

9. Der Hybrid-Verbrennungsmotor (100) nach dem vorangegangenen Anspruch, wobei die Übersetzung eine Drehzahlsteigerung des Rotors (142) im Verhältnis zum getriebeseitigen Primärtriebsglied (124) von 2:1 bis 10:1 bewirkt.

10. Der Hybrid-Verbrennungsmotor (100) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die elektrische Maschine (140) für eines oder mehr der Folgenden eingerichtet ist:

- Die elektrische Maschine (140) ist dazu eingerichtet, bei Kopplung des motorseitigen Primärtriebsglieds (122) mit dem getriebeseitigen

Primärtriebsglied als Schwungmasse des Hybrid-Verbrennungsmotors (100) zu wirken;

- Die elektrische Maschine (140) ist dazu eingerichtet, bei Kopplung des motorseitigen Übersetzungsrad (162) mit dem getriebeseitigen Übersetzungsrad (164) durch die Starterkupplung (160) als Startermotor zu wirken;

- Die elektrische Maschine (140) ist dazu eingerichtet, ein Antriebsdrehmoment auf das getriebeseitige Primärtriebsglied (124) zum Antrieb des Fahrzeugs zu übertragen;

- Die elektrische Maschine (140) ist dazu eingerichtet, ein Antriebsdrehmoment, insbesondere von dem getriebeseitigen Übersetzungsrad (164), zur Erzeugung elektrischer Leistung zu empfangen.

11. Der Hybrid-Verbrennungsmotor (100) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei das getriebeseitige Primärtriebsglied (124) ein Entkopplungselement (170) zur Stoßdämpfung umfasst.

12. Der Hybrid-Verbrennungsmotor (100) nach dem vorangegangenen Anspruch, wobei das getriebeseitige Primärtriebsglied (124) zwei im Wesentlichen rotationssymmetrische Teile (124a, 124b) umfasst, die koaxial zur Getriebeeingangswelle (130) auf der Getriebeeingangswelle (130) gelagert sind.

13. Der Hybrid-Verbrennungsmotor (100) nach dem vorangegangenen Anspruch, wobei das Entkopplungselement (170) ein erstes Teil der rotationssymmetrischen Teile (124a) mit einem zweiten Teil der rotationssymmetrischen Teile (124b) zur gedämpften Übertragung des Antriebsdrehmoments koppelt.

14. Der Hybrid-Verbrennungsmotor (100) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die elektrische Maschine (140) innerhalb eines Öl-führenden Gehäuseteils des Hybrid-Verbrennungsmotors (100) vorgesehen ist, und wobei die elektrische Maschine (140) eine Motorentlüftung des Hybrid-Verbrennungsmotors (100) umfasst, wobei der Rotor (142) der elektrischen Maschine (140) einen Rotations-Ölabscheider umfasst.

15. Verwendung eines Hybrid-Verbrennungsmotors (100) nach einem der vorangegangenen Ansprüche in einem Kraftfahrzeug zum Antrieb des Kraftfahrzeugs.

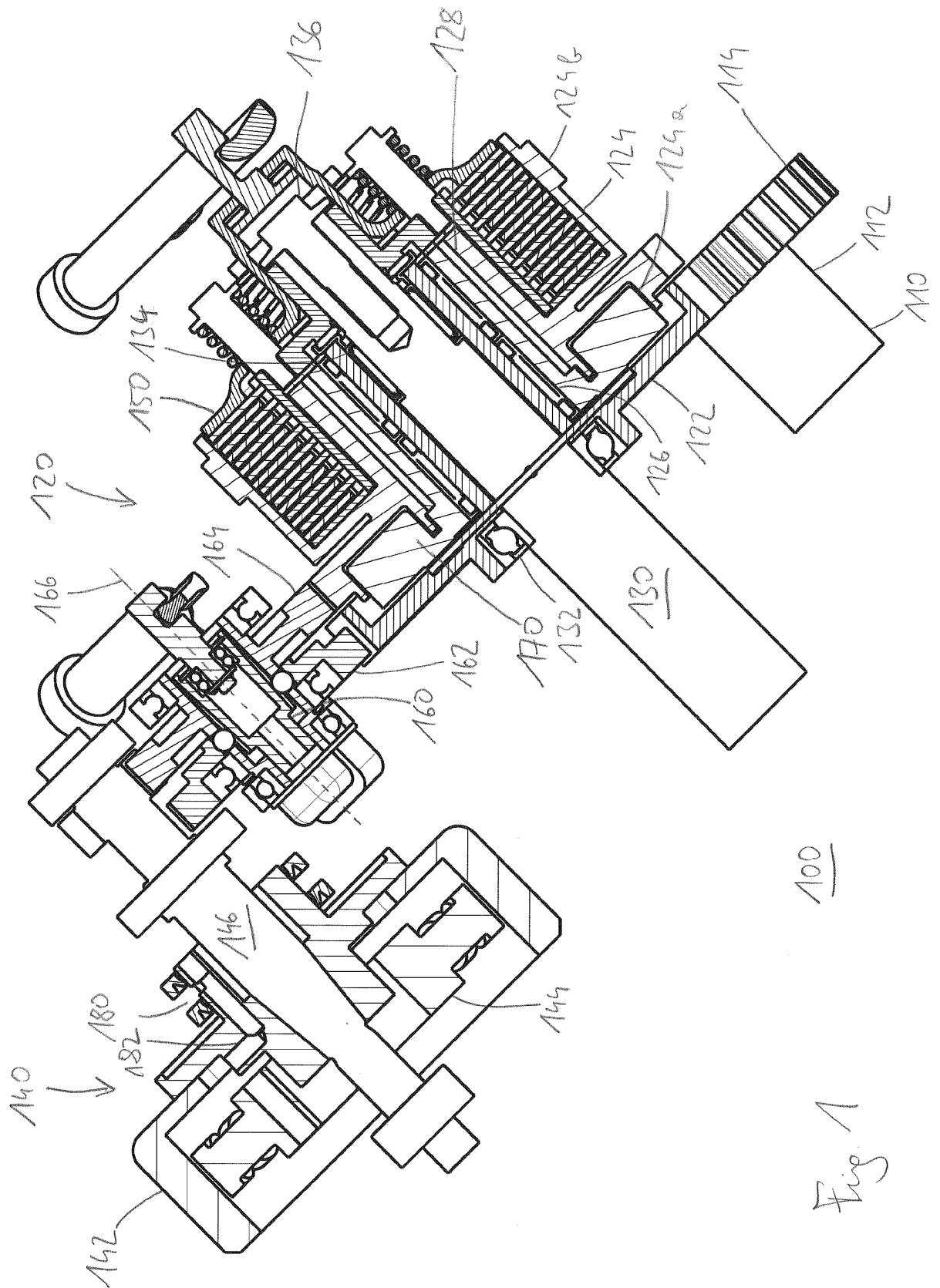


Fig. 1

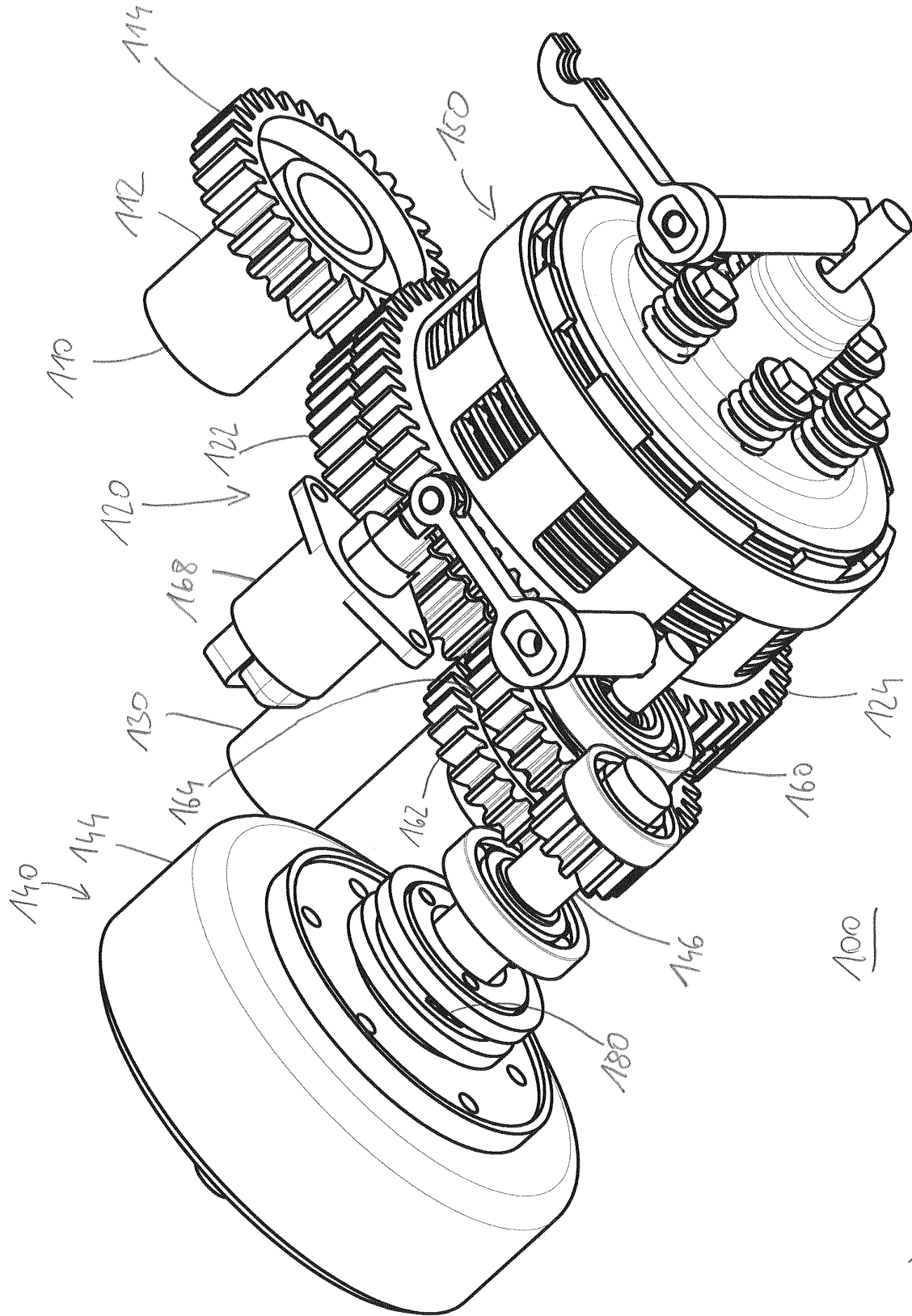


Fig. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2022/085561**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

B60K 6/383(2007.10)i; **B60K 6/387**(2007.10)i; **B60K 6/40**(2007.10)i; **B60K 6/48**(2007.10)i; **B60K 6/485**(2007.10)i;
F16H 1/00(2006.01)i; **B60K 6/26**(2007.10)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; F16H

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.
A	WO 2016172742 A1 (SET SUSTAINABLE ENERGY TECH GMBH [AT]) 03 November 2016 (2016-11-03) page 19, line 18 - page 19, line 19; figure 12	1-15
A	US 2020317293 A1 (NISHIYABU MASAKI [JP]) 08 October 2020 (2020-10-08) column 3, line 50 - column 4, line 14; figure 3	1-15
A	US 9010468 B2 (NOMURA AKIFUMI [JP]; OHMORI KENICHI [JP]; HONDA MOTOR CO LTD [JP]) 21 April 2015 (2015-04-21) column 5, line 40 - column 5, line 44; figure 2	1-15

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

01 February 2023

Date of mailing of the international search report

09 February 2023

Name and mailing address of the ISA/EP

**European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands**

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

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

Authorized officer

Vena, Gianpiero

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2022/085561

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
WO	2016172742	A1	03 November 2016	AT	517170	A1	15 November 2016
				CN	107531140	A	02 January 2018
				CN	113183746	A	30 July 2021
				CN	113183747	A	30 July 2021
				EP	3289243	A1	07 March 2018
				RU	2017140924	A	28 May 2019
				RU	2019142113	A	21 January 2020
				US	2018126836	A1	10 May 2018
				US	2020282820	A1	10 September 2020
				WO	2016172742	A1	03 November 2016
				US	2020317293	A1	08 October 2020
JP	2020168909	A	15 October 2020				
US	2020317293	A1	08 October 2020				
US	9010468	B2	21 April 2015	CN	102649463	A	29 August 2012
				EP	2492126	A1	29 August 2012
				JP	5921812	B2	24 May 2016
				JP	2012176677	A	13 September 2012
				KR	20120098428	A	05 September 2012
				US	2012217075	A1	30 August 2012

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2022/085561

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. B60K6/383 B60K6/387 B60K6/40 B60K6/48 B60K6/485 F16H1/00 B60K6/26 ADD. Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC				
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) B60K F16H				
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.		
A	WO 2016/172742 A1 (SET SUSTAINABLE ENERGY TECH GMBH [AT]) 3. November 2016 (2016-11-03) Seite 19, Zeile 18 - Seite 19, Zeile 19; Abbildung 12 <p style="text-align: center;">-----</p>	1-15		
A	US 2020/317293 A1 (NISHIYABU MASAKI [JP]) 8. Oktober 2020 (2020-10-08) Spalte 3, Zeile 50 - Spalte 4, Zeile 14; Abbildung 3 <p style="text-align: center;">-----</p>	1-15		
A	US 9 010 468 B2 (NOMURA AKIFUMI [JP]; OHMORI KENICHI [JP]; HONDA MOTOR CO LTD [JP]) 21. April 2015 (2015-04-21) Spalte 5, Zeile 40 - Spalte 5, Zeile 44; Abbildung 2 <p style="text-align: center;">-----</p>	1-15		
<input type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie				
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; border: none; vertical-align: top;"> * 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 </td> <td style="width: 50%; border: none; vertical-align: top;"> "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 </td> </tr> </table>			* 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
* 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		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts		
1. Februar 2023		09/02/2023		
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 Vena, Gianpiero		

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2022/085561

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2016172742 A1	03-11-2016	AT 517170 A1	15-11-2016
		CN 107531140 A	02-01-2018
		CN 113183746 A	30-07-2021
		CN 113183747 A	30-07-2021
		EP 3289243 A1	07-03-2018
		RU 2017140924 A	28-05-2019
		RU 2019142113 A	21-01-2020
		US 2018126836 A1	10-05-2018
		US 2020282820 A1	10-09-2020
		WO 2016172742 A1	03-11-2016

US 2020317293 A1	08-10-2020	EP 3718806 A2	07-10-2020
		JP 2020168909 A	15-10-2020
		US 2020317293 A1	08-10-2020

US 9010468 B2	21-04-2015	CN 102649463 A	29-08-2012
		EP 2492126 A1	29-08-2012
		JP 5921812 B2	24-05-2016
		JP 2012176677 A	13-09-2012
		KR 20120098428 A	05-09-2012
		US 2012217075 A1	30-08-2012
