

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

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
17. Juli 2008 (17.07.2008)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2008/084362 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
B60L 11/18 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/IB2007/055331

(22) Internationales Anmeldedatum:
28. Dezember 2007 (28.12.2007)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102007002610.4 12. Januar 2007 (12.01.2007) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): **CLEAN MOBILE AG** [DE/DE]; Inselkammerstr. 4,
82008 Unterhaching (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **HOEBEL, Rudolf**
[DE/DE]; c/o Clean Mobile AG, Witneystr. 1, 82008
Unterhaching (DE).

(74) Anwälte: **SCHWEIGER, Martin** usw.; Schweiger &
Partner, Karlstr. 35, 80333 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,
HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ,
LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK,
MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG,
PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM,
SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC,
VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,
ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,
TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,
EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC,
MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF,
CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD,
TG).

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu ver-
öffentlichen nach Erhalt des Berichts

(54) Title: VEHICLE COMPRISING AN ELECTRIC MOTOR AND METHOD FOR DESIGNING THE VEHICLE

(54) Bezeichnung: FAHRZEUG MIT ELEKTROMOTOR UND VERFAHREN ZUM AUSLEGEN DES FAHRZEUGS

(57) Abstract: The invention relates to vehicle which is run by an electric motor (16) and which comprises an energy generation unit (11, 12, 16) for generating electric energy for the electric motor (16) and an energy store (8, 9) for storing electric energy, the energy store (8, 9) being connected to the electric motor (16) to supply the electric motor (16) with electric energy in addition to the energy made available by the energy generation unit (11, 12, 16). The maximum output which can be made available by the energy generation unit (11, 12, 16) is higher but by no more than 15% than an average motor output during operation of the vehicle.

(57) Zusammenfassung: Fahrzeug mit Elektromotor und Verfahren zum Auslegen des Fahrzeugs Ein mit einem Elektromotor (16) betriebenes Fahrzeug weist eine Energieerzeugungseinheit (11, 12, 16) zur Erzeugung von elektrischer Energie für den Elektromotor (16) und einen Energiespeicher (8, 9) zur Speicherung elektrischer Energie auf, wobei der Energiespeicher (8, 9) zur Versorgung des Elektromotors (16) mit elektrischer Energie zusätzlich zu der von der Energieerzeugungseinheit (11, 12, 16) bereitgestellten Energie mit dem Elektromotor (16) verbunden ist. Die von der Energieerzeugungseinheit (11, 12, 16) maximal bereitstellbare Leistung ist größer, jedoch um nicht mehr als 15% größer als eine durchschnittliche Motorleistung beim Betrieb des Fahrzeugs.



WO 2008/084362 A2

Description

Fahrzeug mit Elektromotor und Verfahren zum Auslegen des Fahrzeugs

- [1] Die Erfindung betrifft ein Fahrzeug mit einem Elektromotor, beispielsweise ein Zweirad mit einem Elektromotor oder einen elektrisch angetriebenen Rollstuhl. Sie betrifft weiter ein Verfahren zur Auslegung eines solchen Fahrzeugs.
- [2] Aus der WO 2006/019030 A1 ist ein elektrisch angetriebener Rollstuhl mit einem Hybridantrieb mit einer Brennstoffzelle und einem Lithium-Ionen-Akkumulator bekannt. Ein ähnlicher Hybridantrieb ist auch aus der DE 195 24 416 A1 und der DE 198 13 146 A1 bekannt.
- [3] Die DE 101 11 518 A1 offenbart einen Elektromotor mit einer besonders hohen Überlastbarkeit. Aus der DE 101 37 774 A1 ist es bekannt, bei einem Hybridantrieb einen separaten Anlasser zum Starten eines Verbrennungsmotors vorzusehen, um den Elektromotor besonders klein und leicht auslegen zu können.
- [4] Es besteht der Bedarf, elektrische Antriebe auch für andere Fahrzeuge und verschiedenartige Einsatzzwecke bereitzustellen und insbesondere im Hinblick auf eine verbesserte Nutzung zu optimieren.
- [5] Es ist daher Aufgabe der Erfindung, eine verbesserte Antriebseinheit für ein Fahrzeug mit Elektromotor anzugeben. Es ist eine weitere Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zur Auslegung eines solchen Fahrzeugs anzugeben.
- [6] Diese Aufgabe wird durch den Gegenstand der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den jeweiligen Unteransprüchen.
- [7] Ein erfindungsgemäßes Fahrzeug weist einen Elektromotor auf, der zum Antrieb mit zumindest einem Rad des Fahrzeugs verbunden ist. Ferner weist das Fahrzeug eine Energieerzeugungseinheit zur Erzeugung von elektrischer Energie für den Elektromotor aus einem bereitgestellten Energieträger und einen Energiespeicher zur Speicherung von durch die Energieerzeugungseinheit erzeugter elektrischer Energie auf, wobei der Energiespeicher zur Versorgung des Elektromotors mit elektrischer Energie zusätzlich zu der von der Energieerzeugungseinheit bereitgestellten Energie mit dem Elektromotor verbunden ist. Die von der Energieerzeugungseinheit maximal bereitstellbare Leistung ist größer, jedoch um nicht mehr als 15% größer als eine durchschnittliche Motorleistung beim Betrieb des Fahrzeugs.
- [8] Unter der durchschnittlichen Motorleistung beim Betrieb des Fahrzeugs wird in diesem Zusammenhang die mittlere Motorleistung während einer bestimmungsgemäßen Beanspruchung des Fahrzeugs verstanden. Dazu wird das Fahrzeug im Hinblick auf seinen Einsatzzweck (z.B. Transport einer einzelnen Person

im Stadtverkehr) so ausgelegt, dass die von der Energieerzeugungseinheit maximal bereitstellbare Leistung die durchschnittliche Motorleistung nicht wesentlich übersteigt. Dies hat den Vorteil, dass keine unnötig leistungsfähige und damit typischerweise auch schwere Energieerzeugungseinheit vorgehalten werden muss, so dass Gewicht und damit auch Energie eingespart werden kann.

- [9] Der Einsatzzweck des Fahrzeugs ist dabei gekennzeichnet durch eine vorbestimmte Fahrtstrecke und ein geplantes Geschwindigkeitsprofil. Zugrundegelegt wird jeweils eine typische Fahrtstrecke eines typischen Nutzers mit einem typischen Geschwindigkeitsprofil. Das erfindungsgemäße Fahrzeug kann für verschiedene Einsatzzwecke konzipiert werden, beispielsweise für kurze Fahrten im Stadtverkehr, die durch eine flache Strecke, verhältnismäßig geringe Geschwindigkeiten und häufiges Halten und Anfahren gekennzeichnet sind, oder auch für längere Überlandfahrten mit größeren Spitzengeschwindigkeiten und Steigungen. Solche unterschiedlichen Einsatzzwecke führen zu unterschiedlichen typischen Leistungsprofilen und stellen somit unterschiedliche Anforderungen an die Wahl der Energieerzeugungseinheit und die Wahl des Energiespeichers.
- [10] In einer Ausführungsform ist die von der Energieerzeugungseinheit maximal bereitstellbare Leistung um nicht mehr als 10% größer als die durchschnittliche Motorleistung des Fahrzeugs. Diese Ausführungsform ermöglicht den Einsatz einer Energieerzeugungseinheit mit einer geringeren maximalen Leistung, die dafür jedoch auch leichter ist als eine Energieerzeugungseinheit, die bis zu 115% der durchschnittlichen Motorleistung leistet.
- [11] Wird auf das Gewicht besonders großer Wert gelegt, kann in alternativen Ausführungsformen die von der Energieerzeugungseinheit maximal bereitstellbare Leistung größer, jedoch um nicht mehr als 5% oder sogar um nicht mehr als 1% größer als die durchschnittliche Motorleistung des Fahrzeugs sein. Für die optimale Wahl der maximal bereitstellbaren Leistung ist es notwendig, den Einsatzzweck des Fahrzeugs, also die mit ihm gefahrenen Strecken und Geschwindigkeitsprofile, möglichst genau zu kennen. Je genauer der Einsatzzweck bekannt ist, umso näher an der durchschnittlichen Motorleistung kann die maximal bereitstellbare Leistung der Energieerzeugungseinheiten gewählt werden, da Spitzenlasten durch optimal gewählte Energiespeicher abgepuffert werden können. Somit kann auch eine besonders leichte Energieerzeugungseinheit gewählt werden. Bei einem Fahrzeug dieser Ausführungsform ist zu irgendeinem Zeitpunkt auf einem vorbestimmten Fahrtweg der Energiespeicher leer oder zumindest nahezu leer.
- [12] Beträgt die maximal bereitstellbare Leistung der Energieerzeugungseinheit etwas mehr als 1% oder 5%, jedoch weniger als 15% der durchschnittlichen Motorleistung, so kommt dafür zwar eine leicht 'überdimensionierte' Energieerzeugungseinheit zum

Einsatz, dies hat jedoch auf der anderen Seite den Vorteil, dass der Einsatzzweck des Fahrzeugs nicht ganz so scharf definiert werden muss und damit flexibler ist.

- [13] Einem der Erfindung zugrundeliegenden Gedanken zufolge ist es ausreichend, durch die Energieerzeugungseinheit nur gerade etwas mehr als die durchschnittliche Motorleistung bereitzustellen, wenn zur Bewältigung von Spitzenleistungen schnell verfügbare Energie in einem Energiespeicher vorgehalten wird. Dann ist es nämlich möglich, das Fahrzeug mit der von der Energieerzeugungseinheit bereitgestellten Energie anzutreiben und gleichzeitig momentan nicht benötigte Energie in dem Energiespeicher zu speichern, um diese beim Auftreten von Spitzenlasten kurzfristig bereitstellen zu können. Dazu ist vorteilhafterweise der Energiespeicher mit der Energieerzeugungseinheit verbunden und durch diese aufladbar.
- [14] Auf diese Weise wird ein Fahrzeug bereitgestellt, das aufgrund seiner gerade passend ausgelegten Energieerzeugungseinheit besonders leicht und damit Energie sparend ist.
- [15] In einer vorteilhaften Ausführungsform gewinnt der Elektromotor in einem Rekuperationsbetrieb beim Bremsen elektrische Energie zurück und speichert die rückgewonnene Energie in dem Energiespeicher. Bei dieser Ausführungsform wird zusätzlich Energie dadurch gespart, dass sonst in Reibung umgesetzte Energie zum Laden des Energiespeichers verwendet wird.
- [16] In einer Ausführungsform ist die Energieerzeugungseinheit als Brennstoffzelle ausgebildet. Da eine Brennstoffzelle am effizientesten mit hoher Leistung betrieben wird, kann sie besonders vorteilhaft mit einem Energiespeicher kombiniert werden. In alternativen Ausführungsformen ist die Energieerzeugungseinheit als Verbrennungsmotor mit einem Generator oder als Solarzelle ausgebildet.
- [17] Der Energiespeicher ist in einer Ausführungsform als Kondensator ausgebildet. In einer alternativen Ausführungsform ist er als Batterie ausgebildet.
- [18] Besonders vorteilhaft ist auch die Kombination mindestens einer Batterie und mindestens eines Kondensators zu einem Energiespeicher in einer weiteren Ausführungsform. Dazu werden Batterie, beispielsweise ein Lithium-Ionen Akkumulator oder ein Bleiakkumulator, und Kondensator parallel geschaltet, wobei der Kondensator vorteilhafterweise mit einem Vorwiderstand versehen wird. Während die Batterie eine vergleichsweise hohe Kapazität bieten kann, kann der Kondensator besonders schnell geladen und entladen werden. Bei einer Kombination können die Vorteile beider Energiespeicherformen genutzt werden. Zudem kann der Einsatz des Kondensators die Lebensdauer der Batterie verlängern, indem er beispielsweise bei der Rekuperation auftretende Spitzenströme abpuffert. Eine Überladung der Batterie kann somit vermieden werden.
- [19] Das erfindungsgemäße Fahrzeug ist in einer Ausführungsform als Rollstuhl ausgebildet und weist mindestens zwei Räder sowie ein Gestell mit einem Sitz zur

Aufnahme eines Fahrers auf.

- [20] In einer alternativen Ausführungsform ist das Fahrzeug als Zweirad mit einem Vorderrad und einem Hinterrad ausgebildet und weist einen Rahmen sowie einen Sitz zur Aufnahme eines Fahrers und einen Lenker auf. Alternativ kann das Fahrzeug jedoch auch als Dreirad entweder mit einem Vorderrad und zwei Hinterrädern oder mit zwei Vorderrädern und einem Hinterrad ausgebildet sein und einen Rahmen sowie einen Sitz zur Aufnahme eines Fahrers und einen Lenker aufweisen.
- [21] Das Fahrzeug weist in einer Ausführungsform eine Einrichtung zur zusätzlichen Energieerzeugung durch mechanische Arbeit des Fahrers auf.
- [22] Das erfindungsgemäße Fahrzeug weist insbesondere den Vorteil auf, dass es aufgrund der Kombination einer Energieerzeugungseinheit mit einem Energiespeicher und der passend zueinander gewählten und im Hinblick auf das Gesamtgewicht des Fahrzeugs optimierten Energieerzeugungseinheit und des Energiespeicher besonders energiesparend betreibbar ist.
- [23] Insbesondere durch einen Energiespeicher, der sowohl eine Batterie als auch einen Kondensator aufweist, kann in einem Rekuperationsbetrieb optimal Energie zurückgewonnen und gespeichert werden, ohne dass eine Überladung der Batterie und eine Herabsetzung ihrer Lebensdauer riskiert wird.
- [24] Ein erfindungsgemäßes Verfahren zum Auslegen eines Fahrzeugs mit einem Elektromotor, einer Energieerzeugungseinheit zur Erzeugung von elektrischer Energie für den Elektromotor und einem Energiespeicher zur Speicherung elektrischer Energie weist die folgenden Verfahrensschritte auf: Zunächst wird ein im Betrieb des Fahrzeugs typisches Leistungsprofil bestimmt. Dies kann beispielsweise durch eine Simulation oder empirisch durch Auswertung von Erfahrungswerten oder zusätzliche Durchführung von Versuchen erfolgen. Dabei wird schon festgelegt, für welchen Einsatzzweck das Fahrzeug konzipiert werden soll. Insbesondere kommt hierbei der Transport einzelner Personen und kleiner Lasten beispielsweise im Stadtverkehr oder sonst im Nahbereich in Betracht. Das typische Leistungsprofil enthält somit Informationen über auftretende Spitzenlasten, Standzeiten des Fahrzeugs und die Zeitdauern, über die bestimmte Leistungen zu erbringen sind.
- [25] Anschließend wird aus dem ermittelten typischen Leistungsprofil eine durchschnittlich durch den Elektromotor bereitzustellende Leistung berechnet, d.h. es wird die Leistung aus dem ermittelten typischen Leistungsprofil über die Zeit gemittelt. Die Energieerzeugungseinheit wird derart bemessen, dass die maximale Leistung der Energieerzeugungseinheit im Bereich der durchschnittlich durch den Elektromotor bereitzustellende Leistung liegt.
- [26] Dabei wird die Energieerzeugungseinheit derart bemessen, dass ihre maximale Leistung größer, jedoch um nicht mehr als 15%, bevorzugt 10%, weiter bevorzugt 5%

und noch weiter bevorzugt 1% größer als die durchschnittliche Leistung ist.

- [27] In einer Ausführungsform wird das typische Leistungsprofil aus dem typischen Fahrweg und einem gewünschten Geschwindigkeitsprofil bestimmt.
- [28] Vorteilhafterweise weist das Verfahren folgende zusätzliche Schritte auf: Eine beim Betrieb des Fahrzeugs auftretende Spitzenleistung des Leistungsprofils und diejenige Zusatzenergie, die bei der Spitzenleistung zusätzlich zur von der Energieerzeugungseinheit gelieferten Energie für den Betrieb des Elektromotors benötigt wird, werden bestimmt. Der Energiespeicher wird derart bemessen, dass seine Kapazität mindestens so groß ist wie die erforderliche Zusatzenergie.
- [29] Ausführungsbeispiele der Erfindung werden im folgenden anhand der beigefügten Figuren näher erläutert.
- [30] Figur 1 zeigt anhand eines Graphen ein typisches Leistungsprofil eines Fahrzeugs gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung;
- [31] Figur 2 zeigt eine Prinzipskizze einer erfindungsgemäßen Antriebseinheit für ein Fahrzeug mit Elektromotor und
- [32] Figur 3 zeigt schematisch einen Streckenverlauf für ein Fahrzeug mit Elektromotor.
- [33] In Figur 1 ist die von dem erfindungsgemäßen Fahrzeug im Betrieb bereitzustellende Motorleistung P in Abhängigkeit von der Zeit t als Kurve 1 aufgetragen. Ferner ist in dem gleichen Diagramm die über die Zeit t gemittelte Motorleistung $\underline{P}$ als Kurve 2 aufgetragen.
- [34] Während des Betriebs muss das Fahrzeug zu manchen Zeiten Spitzenlasten 6 erbringen, beispielsweise beim Anfahren, beim Bergauffahren oder bei einer starken Beschleunigung. Bei herkömmlichen Fahrzeugen ist der Motor derart ausgelegt, dass er auch die für die Spitzenlasten 6 erforderlichen Leistungen erbringen kann.
- [35] Das erfindungsgemäße Fahrzeug weist demgegenüber eine Energieerzeugungseinheit auf, die den Elektromotor mit Energie versorgt und deren maximal bereitstellbare Leistung größer, jedoch um nicht mehr als 15% größer als die durchschnittliche Motorleistung $\underline{P}$ beim Betrieb des Fahrzeugs ist. Die von der Energieerzeugungseinheit maximal bereitstellbare Leistung ist in dem Diagramm mit der gestrichelten Linie 3 dargestellt. Damit ist die Energieerzeugungseinheit nicht in der Lage, die für die Spitzenlasten 6 erforderlichen Leistungen zu erbringen.
- [36] Stattdessen sind bei dem erfindungsgemäßen Fahrzeug Energiespeicher vorgesehen, die den Elektromotor mit elektrischer Energie zusätzlich zu der von der Energieerzeugungseinheit bereitgestellten Energie versorgen. Die Energiespeicher können demnach bei Bedarf, insbesondere beim Auftreten von Spitzenlasten 6, 'zugeschaltet' werden und die fehlende Energie und Leistung kurzfristig bereitstellen.
- [37] Bei dem erfindungsgemäßen Fahrzeug kann die Energieerzeugungseinheit so betrieben werden, dass sie eine konstante Leistung bereitstellt, nämlich die Leistung $\underline{P}$

- + ΔP , wobei ΔP konstant und positiv ist und zwischen 1% von $\underline{P}$ und 15% von $\underline{P}$ liegt. Dies ist insbesondere vorteilhaft, wenn als Energieerzeugungseinheit eine Brennstoffzelle eingesetzt wird, die bei ihrer maximalen Auslastung besonders effizient arbeitet und zudem eine besonders lange Lebensdauer bei konstanter Beanspruchung aufweist.
- [38] Bei einem zeitabhängigen Leistungsprofil $P(T)$ und einer konstanten bereitgestellten Leistung $\underline{P} + \Delta P$ ist der momentane Energiebedarf des Elektromotors selten gleich dem tatsächlich bereitgestellten. In manchen Zeitabschnitten, die in der Figur 1 als gepunktete Bereiche 4 dargestellt sind, wird momentan mehr Energie von der Energieerzeugungseinheit bereitgestellt, als der Elektromotor benötigt. Diese Überschussenergie wird in dem Energiespeicher gespeichert.
- [39] Sie kann in anderen Zeitabschnitten, die in Figur 1 als schraffierte Bereiche 5 dargestellt sind, dem Elektromotor zusätzlich zu der von der Energieerzeugungseinheit bereitgestellten Energie zugeführt werden, um Spitzenlasten zu bewältigen.
- [40] Figur 2 zeigt eine Prinzipskizze einer erfindungsgemäßen Antriebseinheit 7 für ein Fahrzeug mit Elektromotor. Bei dem Fahrzeug handelt es sich in der beschriebenen Ausführung um ein Fahrrad mit Elektromotor. Es könnte sich aber auch beispielsweise um einen batteriebetriebenen Rollstuhl, einen Personenkraftwagen mit Elektromotor handeln.
- [41] Die Antriebseinheit 7 weist eine Batterie 8, einen Kondensator 9, eine Ladekontrolle 13, eine Motorkontrolle 14, eine Antriebssteuerung 10, einen Generator 12, einen Elektromotor 16, eine Leistungselektronik 15 und eine Brennstoffzelle 11 auf.
- [42] Die Energiequellen oder Energieerzeugungseinheiten (Brennstoffzelle 11, Generator 12 und Rekuperationseinspeisung 16) sind über die Ladekontrolle 13 mit den Energiespeichern (leistungsangepasste Batterie 8 und Kondensator 9) verbunden. Dabei ist die Brennstoffzelle 11 so ausgelegt, dass ihre maximal bereitstellbare Leistung größer, jedoch um nicht mehr als 15% größer als die durchschnittliche Motorleistung $\underline{P}$ beim Betrieb des Fahrzeugs ist. Die bei Spitzenlastung zusätzlich bereitzustellende Leistung wird aus den Energiespeichern 8, und 9 entnommen. Als Batterie 8 ist beispielsweise ein Lithium-Ionen- oder ein Bleiakkumulator vorgesehen. Als Kondensator 9 ist in diesem Ausführungsbeispiel ein elektrochemischer Doppel-Schichtkondensator vorgesehen, der eine besonders hohe Kapazität und Energiedichte aufweist.
- [43] Der Ladecontroller 13 steuert, abhängig von der Leistungsaufnahme des Motors 16, und der zur Verfügung stehenden Energie der Energiequellen 11, 12 und 16 die Ladung der Energiespeicher 8 und 9. Dabei wird der ideale Ladeverlauf der jeweiligen Speicher berücksichtigt.
- [44] Der Motor 16 wird über die Leistungselektronik 15 angetrieben und gesteuert. Dabei berücksichtigt der Motorcontroller 14 die gewünschte Fahrleistung, die über die An-

triebssteuerung 10 vorgegeben wird.

- [45] Die benötigte Energie holt sich der Motor 16 dabei von der Brennstoffzelle 11 beziehungsweise aus den jeweiligen Speichern 8 und 9 abhängig von Streckenprofil und der momentan benötigten Leistungsaufnahme des Motors 16.
- [46] Übergeordnet sind in der Antriebssteuerung 10 die Leistungsdaten der Energieerzeugungseinheiten 11, 12 und 16 sowie die Idealladekurven der Energiespeicher 8 und 9 abgelegt. Des weiteren sind in der Antriebssteuerung 10 Motorenkenndaten abgelegt, die an den Motorcontroller 14 weitergegeben werden.
- [47] Figur 3 zeigt einen Streckenverlauf für ein Fahrzeug mit Elektromotor, wobei das Fahrzeug hier ein Fahrrad 17 mit Elektromotor ist. Das Fahrrad 17 soll die Strecke mit dem Höhenprofil P von A nach F in der Fahrtrichtung 18 zurücklegen. Von dem Punkt A geht es zunächst flach zum Punkt B, zwischen den Punkten B und C geht es abwärts und anschließend zu einer ersten Erhebung D. Von D aus geht es leicht bergab zum Punkt E und anschließend zu einer zweiten Erhebung F, dem Ziel.
- [48] Die flache Strecke zwischen den Punkten A und B legt das Fahrrad 17 zurück, indem es die dazu notwendige Energie der Energieerzeugungseinheit entnimmt. Auf dieser Strecke treten keine steigungsbedingten Spitzenlasten auf, so dass bei einer moderaten Fahrgeschwindigkeit eine Entnahme von Energie aus dem Energiespeicher nicht notwendig ist.
- [49] Ab dem Punkt B fährt das Fahrrad 17 bergab. Die abfallende Straße erlaubt es hier, in den Rekuperationsbetrieb umzuschalten. Im Rekuperationsbetrieb wird das Fahrzeug zwar gebremst, jedoch wird Energie gewonnen, die bei nicht vollständig gefülltem Energiespeicher in diesem gespeichert werden kann.
- [50] Zwischen den Punkten C und D muss das Fahrrad 17 eine Steigung bewältigen. Die dazu notwendige Energie entnimmt es der Energieerzeugungseinheit und zusätzlich, falls wegen der Steigung und/oder der Fahrtgeschwindigkeit deren Leistung nicht ausreicht, auch dem Energiespeicher. Das Fahrrad 17 ist im Hinblick auf die Leistungsfähigkeit seiner Energieerzeugungseinheit und die Kapazität seiner Energiespeicher so konzipiert, dass es die Steigung bis zum Punkt D bewältigen kann, jedoch nicht mit einer großen 'Reserve', da in diesem Fall eine unnötig leistungsfähige Energieerzeugungseinheit das Fahrrad 17 mit ihrem Gewicht belasten würde. Im Punkt D ist der Energiespeicher daher leer oder nahezu leer.
- [51] Das Fahrrad 17 kann somit im oder nahe dem Punkt D keine starke Beschleunigung ausführen. Um dies trotzdem zu ermöglichen, könnte das Fahrrad 17 dem Fahrer vor dem Punkt D den niedrigen Ladezustand der Energiespeicher mit Hilfe eines Displays oder eines Warntons anzeigen, so dass der Fahrer die Fahrgeschwindigkeit und damit die Energieentnahme aus dem Energiespeicher reduzieren könnte. Falls es sich bei dem Fahrzeug um ein Fahrrad mit Hilfsmotor handelt, könnte dem Fahrer auch über eine

Anzeigevorrichtung vorgeschlagen werden, die Pedalen zu betätigen.

- [52] Zwischen den Punkten D und E fährt das Fahrrad 17 bergab und kann somit wieder in den Rekuperationsbetrieb schalten und/oder den Energiespeicher mit überschüssiger Energie aus der mit konstanter Leistung arbeitenden Energieerzeugungseinheit wieder aufladen, so dass es die anschließende Steigung bis zum Zielpunkt F mit einer akzeptablen Geschwindigkeit zurücklegen kann.

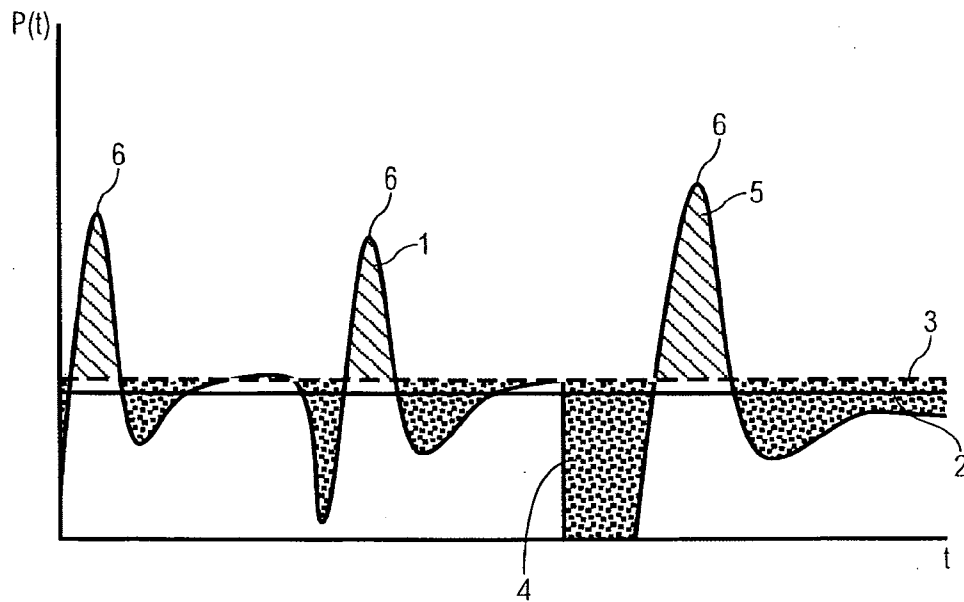
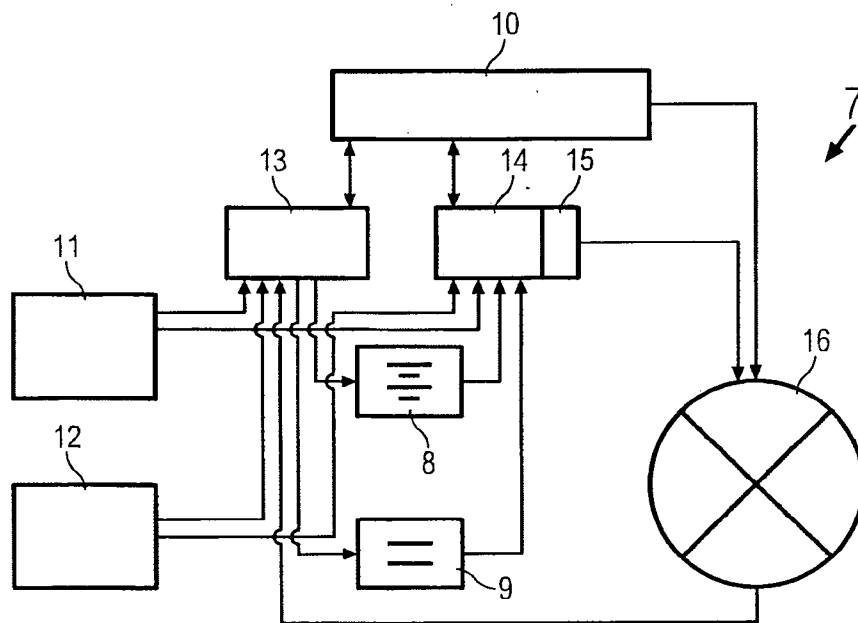
- [53] Bezugszeichenliste
- [54] 1 Kurve
- [55] 2 Kurve
- [56] 3 gestrichelte Linie
- [57] 4 gepunkteter Bereich
- [58] 5 schraffierter Bereich
- [59] 6 Spitzenlast
- [60] 7 Antriebseinheit
- [61] 8 Batterie
- [62] 9 Kondensator
- [63] 10 Antriebssteuerung
- [64] 11 Brennstoffzelle
- [65] 12 Generator
- [66] 13 Ladekontrolle
- [67] 14 Motorcontroller
- [68] 15 Leistungselektronik
- [69] 16 Elektromotor
- [70] 17 Fahrrad
- [71] 18 Fahrtrichtung
- [72] P Höhenprofil

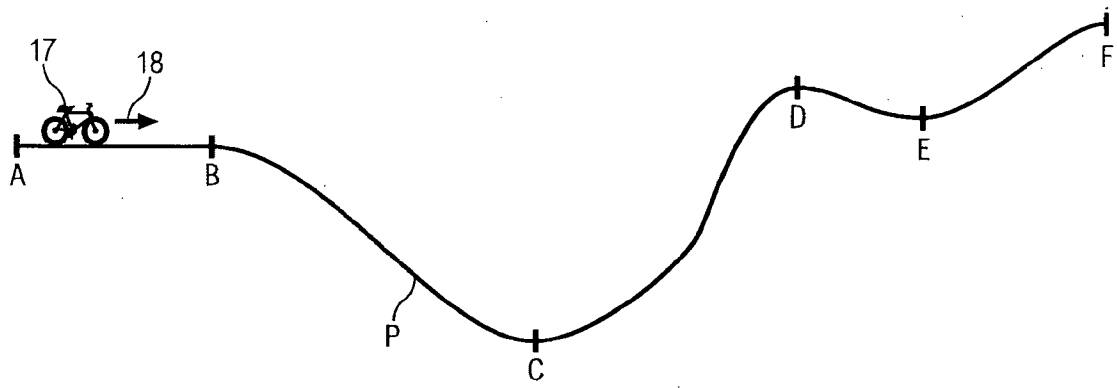
Claims

- [1] Fahrzeug mit folgenden Merkmalen:
- einem Elektromotor (16), der zum Antrieb mit zumindest einem Rad des Fahrzeugs verbunden ist;
 - einer Energieerzeugungseinheit (11, 12, 16) zur Erzeugung von elektrischer Energie für den Elektromotor (16);
 - einem Energiespeicher (8, 9) zur Speicherung elektrischer Energie, wobei der Energiespeicher (8, 9) zur Versorgung des Elektromotors (16) mit elektrischer Energie zusätzlich zu der von der Energieerzeugungseinheit (11, 12, 16) bereitgestellten Energie mit dem Elektromotor (16) verbunden ist;
- wobei die von der Energieerzeugungseinheit (11, 12, 16) maximal bereitstellbare Leistung größer, jedoch um nicht mehr als 15% größer als eine durchschnittliche Motorleistung $\underline{P}$ beim Betrieb des Fahrzeugs ist.
- [2] Fahrzeug nach Anspruch 1,
- wobei die von der Energieerzeugungseinheit (11, 12, 16) maximal bereitstellbare Leistung größer, jedoch um nicht mehr als 10% größer als die durchschnittliche Motorleistung $\underline{P}$ des Fahrzeugs ist.
- [3] Fahrzeug nach Anspruch 1,
- wobei die von der Energieerzeugungseinheit (11, 12, 16) maximal bereitstellbare Leistung größer, jedoch um nicht mehr als 5% größer als die durchschnittliche Motorleistung $\underline{P}$ des Fahrzeugs ist.
- [4] Fahrzeug nach Anspruch 1,
- wobei die von der Energieerzeugungseinheit (11, 12, 16) maximal bereitstellbare Leistung größer, jedoch um nicht mehr als 1% größer als die durchschnittliche Motorleistung $\underline{P}$ des Fahrzeugs ist.
- [5] Fahrzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
- wobei der Energiespeicher (8, 9) mit der Energieerzeugungseinheit (11, 12, 16) verbunden und durch diese aufladbar ist.
- [6] Fahrzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
- wobei der Elektromotor (16) in einem Rekuperationsbetrieb beim Bremsen elektrische Energie rückgewinnt und die rückgewonnene Energie in dem Energiespeicher (8, 9) speichert.
- [7] Fahrzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
- wobei die Energieerzeugungseinheit (11, 12, 16) als Brennstoffzelle ausgebildet ist.
- [8] Fahrzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
- wobei die Energieerzeugungseinheit (11, 12, 16) als Verbrennungsmotor mit

- einem Generator ausgebildet ist.
- [9] Fahrzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
wobei die Energieerzeugungseinheit (11, 12, 16) als Solarzelle ausgebildet ist.
- [10] Fahrzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
wobei der Energiespeicher als Kondensator (9) ausgebildet ist.
- [11] Fahrzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
wobei der Energiespeicher als Batterie (8) ausgebildet ist.
- [12] Fahrzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
wobei der Energiespeicher eine Batterie (8) und zumindest einen mit der Batterie (8) parallel geschalteten Kondensator (9) umfasst.
- [13] Fahrzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 12,
wobei das Fahrzeug als Rollstuhl ausgebildet ist und mindestens zwei Räder sowie ein Gestell mit einem Sitz zur Aufnahme eines Fahrers aufweist.
- [14] Fahrzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 12,
wobei das Fahrzeug als Zweirad mit einem Vorderrad und einem Hinterrad ausgebildet ist und einen Rahmen sowie einen Sitz zur Aufnahme eines Fahrers und einen Lenker aufweist.
- [15] Fahrzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 12,
wobei das Fahrzeug als Dreirad mit einem Vorderrad und zwei Hinterrädern ausgebildet ist und einen Rahmen sowie einen Sitz zur Aufnahme eines Fahrers und einen Lenker aufweist.
- [16] Fahrzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 12,
wobei das Fahrzeug als Dreirad mit zwei Vorderrädern und einem Hinterrad ausgebildet ist und einen Rahmen sowie einen Sitz zur Aufnahme eines Fahrers und einen Lenker aufweist.
- [17] Fahrzeug nach einem der Ansprüche 13 bis 16,
wobei das Fahrzeug eine Einrichtung zur zusätzlichen Energieerzeugung durch mechanische Arbeit des Fahrers aufweist.
- [18] Verfahren zum Auslegen eines Fahrzeugs mit einem Elektromotor (16), einer Energieerzeugungseinheit (11, 12, 16) zur Erzeugung von elektrischer Energie für den Elektromotor (16) und einem Energiespeicher (8, 9) zur Speicherung elektrischer Energie, wobei das Verfahren die folgenden Verfahrensschritte aufweist:
- Bestimmung eines im Betrieb des Fahrzeugs typischen Leistungsprofils;
 - Berechnung einer durchschnittlich durch den Elektromotor (16) bereitzustellenden Leistung P ;
 - Bemessung der Energieerzeugungseinheit (11, 12, 16) derart, dass die maximale Leistung der Energieerzeugungseinheit (11, 12, 16) im Bereich der

- durchschnittlichen Leistung P liegt.
- [19] Verfahren nach Anspruch 18,
wobei die Energieerzeugungseinheit (11, 12, 16) derart bemessen wird, dass ihre maximale Leistung größer, jedoch um nicht mehr als 15% größer als die durchschnittliche Leistung P ist.
- [20] Verfahren nach Anspruch 18,
wobei die Energieerzeugungseinheit (11, 12, 16) derart bemessen wird, dass ihre maximale Leistung größer, jedoch um nicht mehr als 10% größer als die durchschnittliche Leistung P ist.
- [21] Verfahren nach Anspruch 18,
wobei die Energieerzeugungseinheit (11, 12, 16) derart bemessen wird, dass ihre maximale Leistung größer, jedoch um nicht mehr als 5% größer als die durchschnittliche Leistung P ist.
- [22] Verfahren nach Anspruch 18,
wobei die Energieerzeugungseinheit (11, 12, 16) derart bemessen wird, dass ihre maximale Leistung größer, jedoch um nicht mehr als 1% größer als die durchschnittliche Leistung P ist.
- [23] Verfahren nach einem der Ansprüche 18 bis 22,
wobei das typische Leistungsprofil aus dem typischen Fahrweg und einem gewünschten Geschwindigkeitsprofil bestimmt wird.
- [24] Verfahren nach einem der Ansprüche 18 bis 23,
wobei das Verfahren folgende zusätzliche Schritte aufweist:
- Bestimmen einer beim Betrieb des Fahrzeugs auftretenden Spitzenleistung des Leistungsprofils und der Zusatzenergie, die bei der Spitzenleistung zusätzlich zur von der Energieerzeugungseinheit (11, 12, 16) gelieferten Energie für den Betrieb des Elektromotors (16) benötigt wird und
 - Bemessung des Energiespeichers (8, 9) derart, dass seine Kapazität mindestens so groß ist wie die erforderliche Zusatzenergie.

**FIG. 1****FIG. 2**

**FIG. 3**