

(12) **Gebrauchsmusterschrift**

(21)	Anmeldenummer:	GM 50175/2022	(51)	Int. Cl.:	B60L 53/14	(2019.01)
(22)	Anmeldetag:	05.02.2021			B60L 53/31	(2019.01)
(24)	Beginn der Schutzdauer:	15.12.2024			B60L 53/35	(2019.01)
(45)	Veröffentlicht am:	15.12.2024			B60L 53/37	(2019.01)

(60)	Abzweigung aus EP EP21707619.9	(73)	Gebrauchsmusterinhaber: Siemens Aktiengesellschaft 80333 München (DE)
(30)	Priorität: 27.02.2020 DE 102020202533.9 beansprucht.	(72)	Erfinder: Kummeth Peter Dr. 91074 Herzogenaurach (DE) Perras Stefan Dr. 82223 Eichenau (DE) Richter Johannes 90768 Fürth (DE)
(56)	Entgegenhaltungen: CN 109228936 A US 9056555 B1 US 2014354229 A1 US 2020031248 A1 WO 2008110899 A2	(74)	Vertreter: Fischer Michael Dipl.-Phys. Dr.-Ing. 8047 Zürich (CH)

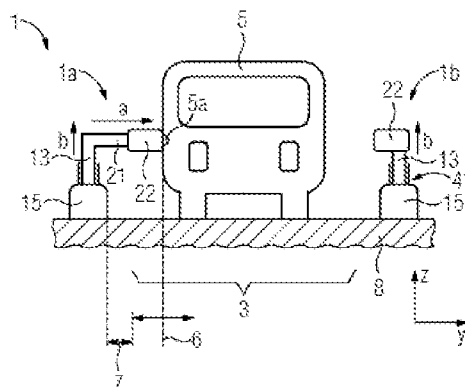
(54) **Ladesystem und Verfahren zum autonomen Laden eines Elektrofahrzeugs**

(57) Es wird ein Ladesystem (1) zum autonomen Laden eines Elektrofahrzeugs (5) mit elektrischer Energie angegeben. Das Ladesystem umfasst

- einen vertikalen Ladearmteil (13),
- ein Ladekabel (25) oder eine Stromschiene, welche(s) mit dem zu ladenden Elektrofahrzeug (5) verbindbar ist,
- sowie einen vom vertikalen Ladearmteil (13) aus in Richtung des Elektrofahrzeugs (5) ausfahrbaren länglich geformten horizontalen Ladearmteil (21),
- wobei der horizontale Ladearmteil (21) ein erstes Antriebssystem (31) mit einer ersten linearen Wirkrichtung (a) aufweist, welche einer Längsrichtung des horizontalen Ladearmteils (21) entspricht, so dass das fahrzeugseitige Ende (21a) des horizontalen Ladearmteils (21) durch das erste Antriebssystem (31) bezüglich eines ersten linearen Freiheitsgrades autonom relativ zu dem Elektrofahrzeug bewegbar ist,
- und wobei das Ladesystem (1) ein zweites Antriebssystem (41) mit einer zweiten linearen Wirkrichtung (b) aufweist, mit welchem der horizontale Ladearmteil (21) bezüglich eines zweiten linearen Freiheitsgrades autonom relativ zu dem Elektrofahrzeug (5) bewegbar ist.

Weiterhin wird ein Verfahren zum Laden eines Elektrofahrzeugs (5) mit einem solchen Ladesystem (1) angegeben.

FIG 3



Beschreibung

LADESYSTEM UND VERFAHREN ZUM AUTONOMEN LADEN EINES ELEKTROFAHRZEUGS

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Ladesystem zum autonomen Laden eines Elektrofahrzeugs mit elektrischer Energie, umfassend einen Ladearm und ein Ladekabel oder eine Stromschiene, welche(s) mit dem zu ladenden Elektrofahrzeug verbindbar ist. Weiterhin betrifft die Erfindung ein Verfahren zum autonomen Laden eines Elektrofahrzeugs mit einem solchen Ladesystem.

[0002] Aus dem Stand der Technik sind zahlreiche Ladesysteme zum Laden von Elektrofahrzeugen bekannt, bei denen ein menschlicher Nutzer zu Beginn des Ladevorgangs ein Ladekabel mit dem Elektrofahrzeug verbinden muss und entsprechend dieses Ladekabel am Ende des Ladevorgangs wieder vom Elektrofahrzeug trennen muss. Aufgrund der notwendigen Interaktion des Nutzers eignen sich solche Ladesysteme allerdings nicht zum automatisierten Laden von autonomen Fahrzeugen, bei denen kein menschlicher Nutzer mehr tätig werden kann oder will.

[0003] Zum (teil-)automatisierten Laden von Elektrofahrzeugen wurden Ladesysteme vorgeschlagen, bei denen beispielsweise ein an einer Wand montierter Ladekasten mit einem Roboterarm verbunden ist, welcher das Ladekabel trägt und dieses durch eine automatisierte Bewegung in die Ladebuchse des zu ladenden Fahrzeugs einstecken kann. Dieser Roboterarm basiert auf mehreren, über Drehgelenke schwenkbar angeordneten Robotergliedern. Zusammen mit einer vertikalen Translationsbewegung des Roboterarms im Bereich des Ladekastens kann so eine räumlich limitierte Positionierung des Ladesteckers erreicht werden, um den Ladestecker in ein geparktes Auto einstecken zu können. Nachteilig bei dieser Lösung ist jedoch, dass sie vergleichsweise aufwendig ist und der verwendete Roboterarm relativ teuer ist. Zudem sind die Roboterarme meist starr an ihrer Montageposition fixiert und können somit nicht die unterschiedlichen Ladebuchsen-Positionen verschiedener Elektroautos erreichen. Außerdem sind solche Roboterarme typischerweise nicht für den Dauereinsatz im Außenbereich geeignet.

[0004] Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein Ladesystem anzugeben, welches die genannten Nachteile überwindet und insbesondere mit unterschiedlichen Fahrzeuglängen kompatibel ist und für den dauerhaften Einsatz im Freien geeignet ist. Es soll insbesondere eine möglichst freie Positionierbarkeit des Lade- arm-Endes aufweisen und vorteilhaft auch ein möglichst schnelles Laden erlauben. Eine weitere Aufgabe ist es, ein Verfahren zum Laden eines Elektrofahrzeugs mit einem solchen Ladesystem anzugeben.

[0005] Diese Aufgaben werden durch das in Anspruch 1 beschriebene Ladesystem und das in Anspruch 13 beschriebene Verfahren gelöst.

[0006] Das erfindungsgemäße Ladesystem ist zum autonomen Laden eines Elektrofahrzeugs mit elektrischer Energie ausgelegt. Es umfasst als Teil eines übergeordneten Ladearms einen vertikalen Ladearmteil. Es umfasst ferner ein Ladekabel oder eine Stromschiene. Das Ladekabel bzw. die Stromschiene ist mit Hilfe des Ladearms mit dem zu ladenden Elektrofahrzeug verbindbar. Das Ladesystem umfasst weiterhin einen vom vertikalen Ladearmteil aus in Richtung des Elektrofahrzeugs ausfahrbaren länglich geformten horizontalen Ladearmteil. Der horizontale Ladearmteil weist ein erstes Antriebssystem mit einer ersten linearen Wirkrichtung auf, welche einer Längsrichtung des horizontalen Ladearmteils entspricht. Dadurch ist das fahrzeugseitige Ende des horizontalen Ladearmteils durch das erste Antriebssystem bezüglich eines ersten linearen Freiheitsgrades autonom relativ zu dem Elektrofahrzeug bewegbar. Außerdem weist das Ladesystem ein zweites Antriebssystem mit einer zweiten linearen Wirkrichtung auf, mit welchem der horizontale Ladearmteil bezüglich eines zweiten linearen Freiheitsgrades autonom relativ zu dem Elektrofahrzeug bewegbar ist.

[0007] Das Ladesystem kann alternativ entweder ein Ladekabel oder eine Stromschiene zur elektrischen Verbindung mit dem Elektrofahrzeug umfassen. Wenn im Folgenden beispielhaft nur eine diese beiden Alternativen genannt ist, soll immer auch die andere Möglichkeit als offenbart gelten.

[0008] Unter dem Begriff „autonomes Laden“ soll hier allgemein ein automatisierter Ladevorgang verstanden werden, welcher keine Interaktion eines menschlichen Nutzers erfordert. Entsprechend ist mit dem Begriff „autonom bewegbar“ eine Art der Bewegung gemeint, welche keine menschliche Interaktion erfordert. Wesentlich im Zusammenhang mit der vorliegenden Erfindung ist die autonome Bewegbarkeit des fahrzeugseitigen horizontalen Ladearm-Endes entlang wenigstens zweier, insbesondere unabhängiger, linearer Bewegungsfreiheitsgrade.

[0009] Das Ladesystem kann also allgemein als Grundelement einen Ladearm aufweisen, welcher einen vertikalen Ladearmteil und (insbesondere von diesem getragen) einen horizontalen Ladearmteil umfasst. Unter dem vertikalen Ladearmteil soll ein längliches Teilelement des Ladearms mit einer vertikalen Hauptrichtungskomponente verstanden werden. Er muss also nicht exakt vertikal ausgerichtet sein. Entsprechend soll unter dem horizontalen Ladearmteil ein längliches Teilelement dieses Ladearms mit einer horizontalen Hauptrichtungskomponente verstanden werden.

[0010] Allgemein ist es nicht erforderlich, dass der Ladearm ortsfest ist. Dies ist zwar möglich und unter Umständen vorteilhaft. Vorteilhaft kann der Ladearm aber auch beweglich angeordnet sein, insbesondere kann er insgesamt translatorisch bewegbar sein. Dazu kann der Ladearm beispielsweise auf einem Schienensystem horizontal beweglich angeordnet sein. Dies kann insbesondere einer der geforderten zwei linearen Bewegungsfreiheitsgrade sein.

[0011] Das Ladesystem kann einen Fahrzeugbereich umfassen, in dem das zu ladende Fahrzeug positioniert werden kann. Die beschriebene Bewegung von dem Ende des horizontalen Ladearmteils „auf das Elektrofahrzeug zu“ und „bezüglich des ersten linearen Freiheitsgrades“ soll also einer Bewegung in Richtung dieses Fahrzeugbereichs entsprechen. In dem Fahrzeugbereich kann das zu ladende Fahrzeug im Wesentlichen entlang einer vorgegebenen Fahrzeuglängsrichtung ausgerichtet sein, welche insbesondere einer lokalen Soll-Fahrtrichtung entspricht. Diese Richtung wird im Folgenden mit x-Richtung bzw. mit „horizontaler Längsrichtung“ bezeichnet. Die senkrecht dazu stehende horizontale Raumrichtung wird hier mit y-Richtung bzw. mit „horizontaler Querrichtung“ bezeichnet. Die vertikale Raumrichtung wird als z-Richtung bezeichnet.

[0012] Die beschriebene Bewegung des Ladearm-Endes in Richtung des Elektrofahrzeugs (bezüglich des ersten linearen Freiheitsgrades) kann insbesondere eine Bewegung mit einer Richtungskomponente in horizontaler Querrichtung sein, also in y-Richtung. Auf diese Weise kann besonders einfach ein Ladestecker in eine seitlich am Fahrzeug angeordnete Ladebuchse eingesteckt werden. Die Bewegungsrichtung muss dabei aber nicht genau mit der y-Richtung zusammenfallen. Vielmehr reicht es bei dieser Ausführungsform aus, wenn die Bewegungsrichtung zumindest eine Teilkomponente in y-Richtung hat. Insbesondere bei einer leicht schrägen Einbaulage der Ladebuchse am Fahrzeug kann es vorteilhaft sein, wenn die Bewegungsrichtung neben der y-Komponente auch eine (meist geringere) z-Komponente aufweist. Auch eine Bewegung in x-Richtung soll dabei nicht ausgeschlossen sein, vor allem dann, wenn die Längsrichtung des Fahrzeugs nicht exakt entlang der Soll-Längsrichtung (also der x-Richtung des Ladesystems) ausgerichtet ist.

[0013] Die Bewegung bezüglich des ersten translatorischen Freiheitsgrades wird durch ein erstes Antriebssystem des horizontalen Ladearmteils ermöglicht, welches eine „erste lineare Wirkrichtung“ aufweist. Unter diesem Merkmal soll verstanden werden, dass die von dem Antriebssystem bewirkte Bewegung eine lineare Bewegung ist. Dabei muss es sich bei dem ersten Antriebssystem allerdings nicht um einen reinen Linearantrieb mit linearer Primärbewegung handeln. Es kann auch beispielsweise ein Spindelantrieb sein, bei dem eine rotatorische Primärbewegung in eine lineare Bewegung umgesetzt wird. Wesentlich ist aber, dass die von dem Antriebssystem bewirkte Bewegung des horizontalen Ladearmteils (und damit auch des Kabelendes) eine lineare Bewegung ist. Dies ist ein wesentlicher Unterschied zu dem eingangs beschriebenen Ladesystem mit Roboterarm, bei dem die Bewegung des Ladearm-Endes erst durch mehrere rotatorische Bewegungen im Ladearm, nämlich die Drehungen um drehbare Robotergetriebe, bewirkt wird.

[0014] Zusätzlich zu diesem ersten Antriebssystem liegt ein zweites, linear wirkendes Antriebs-

system vor, mit welchem der horizontale Ladearmteil (und insbesondere der Ladearm als Ganzes) bezüglich eines zweiten linearen Freiheitsgrades bewegbar ist. Hierdurch ist das Ende des horizontalen Ladearmteils bezüglich zweier unabhängiger linearer Freiheitsgrade beweglich. Die beiden linearen Bewegungsrichtungen müssen dazu nicht zwangsläufig genau senkrecht zueinander stehen, aber sie dürfen in jedem Fall nicht parallel zueinander liegen. Vorteilhaft schließen sie einen Winkel von wenigstens 45° miteinander ein. Die zweite lineare Bewegungsrichtung kann insbesondere eine Bewegung mit einer wesentlichen Richtungskomponente in z-Richtung oder eine Bewegung mit einer wesentlichen Richtungskomponente in x-Richtung sein. So wird zusätzlich zu der Richtung der „Einsteckbewegung“ eine Positionierbarkeit in wenigstens einer anderen Raumrichtung erreicht.

[0015] Ein wesentlicher Vorteil der vorliegenden Erfindung ist, dass über die Kombination von wenigstens zwei linear wirkenden Antriebssystemen eine relativ freie, autonome Positionierbarkeit des fahrzeugseitigen Ladearm-Endes erreicht werden kann. Durch diese freie Positionierbarkeit kann eine Kompatibilität des autonomen Ladesystems mit einer Vielzahl unterschiedlicher Fahrzeuge mit unterschiedlichen Größen und unterschiedlichen Positionen der Ladebuchsen erreicht werden. An den Fahrzeugen ist daher keine besondere Anpassung für die Aufladung mit dem erfindungsgemäßen Ladesystem nötig.

[0016] Für die beschriebenen linear wirkenden Antriebssysteme sind zahlreiche einfach zu realisierende Ausführungsformen bekannt, welche prinzipiell innerhalb eines autonomen Systems automatisiert angesteuert werden können. Ein weiterer wesentlicher Vorteil ist, dass solche linear wirkenden Antriebssysteme vergleichsweise robust ausgebildet und/oder leicht gegen Einwirkungen von außen gekapselt werden können. So kann vergleichsweise einfach ein für den Betrieb im Freien ausgelegtes Ladesystem realisiert werden. Weiterhin kann diese Lösung im Vergleich zu den auf Drehgelenken basierenden Roboterarmen relativ kostengünstig und wartungsarm realisiert werden. Dies trifft insbesondere dann zu, wenn das vom Ladearm zu tragende Ladekabel bzw. die Stromschiene für den Transport von Gleichstrom bei hohen Strömen ausgelegt ist und daher vergleichsweise schwer ist.

[0017] Das erfindungsgemäße Verfahren dient zum autonomen Laden eines Elektrofahrzeugs mit einem erfindungsgemäßen Ladesystem. Das Verfahren umfassend wenigstens die folgenden Schritte:

- (a) Positionieren des zu ladenden Elektrofahrzeugs in einem Fahrzeugbereich des Ladesystems,
- (b) autonome Ermittlung einer Soll-Position für das fahrzeugseitige Ende des horizontalen Ladearmteils
- (c) autonomes Positionieren des fahrzeugseitigen Endes des horizontalen Ladearmteils in der Soll-Position, mit wenigstens dem Teilschritt:
 - (c1) Ausfahren des horizontalen Ladearmteils in Richtung des Elektrofahrzeugs mittels des ersten Antriebssystems.

[0018] Die Vorteile des erfindungsgemäßen Verfahrens ergeben sich analog zu den weiter oben beschriebenen Vorteilen des erfindungsgemäßen Ladesystems. Insbesondere erfordert das gesamte Ladeverfahren keine Interaktion eines menschlichen Nutzers. Die Positions-Ermittlung in Schritt (b) und die Positionierung in Schritt (c) werden dabei in jedem Fall autonom durch das Ladesystem durchgeführt. Auch das Einfahren bzw. Positionieren des Fahrzeugs in Schritt (a) kann grundsätzlich autonom erfolgen, so dass besonders vorteilhaft ein autonom fahrendes Fahrzeug auf diese Weise vollständig autonom geladen werden kann. Grundsätzlich kann in Schritt (a) allerdings auch ein menschlicher Fahrer das Fahrzeug in dem Ladesystem positionieren, woraufhin dann nur die Schritte (b) und (c) automatisiert erfolgen.

[0019] Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung gehen aus den von den Ansprüchen 1 und 13 abhängigen Ansprüchen sowie der folgenden Beschreibung hervor. Dabei können die beschriebenen Ausgestaltungen des Ladesystems und des Verfahrens allgemein vorteilhaft miteinander kombiniert werden.

[0020] So kann allgemein vorteilhaft zwischen der ersten linearen Wirkrichtung und der zweiten linearen Wirkrichtung ein Winkel gebildet sein, welcher zwischen 45° und 135° liegt. Besonders

vorteilhaft liegt dieser Winkel zwischen 60° und 120° , insbesondere in einem Bereich von $90^\circ \pm 10^\circ$. Bei einem Winkel in einem der genannten Bereiche sind die Wirkrichtungen deutlich verschieden, so dass von ausreichend unabhängigen linearen Freiheitsgraden ausgegangen werden kann. Die beiden genannten Wirkrichtungen müssen aber insbesondere nicht genau senkrecht zueinander liegen. Beispielsweise kann die erste Wirkrichtung eine Schräglage im Raum aufweisen und dabei beispielsweise sowohl eine y- als auch eine z-Komponente aufweisen. Dies kann vor allem bei leicht schräg orientierten Ladebuchsen am Fahrzeug vorteilhaft sein, um den Ladestecker einer solchen Ladebuchse entsprechend schräg annähern zu können. Demgegenüber kann die zweite lineare Wirkrichtung beispielsweise hauptsächlich entlang der z-Richtung oder entlang der x-Richtung ausgerichtet sein.

[0021] Gemäß einer allgemein vorteilhaften Ausführungsform bildet die erste lineare Wirkrichtung des ersten Antriebssystems einen Winkel α von betragsmäßig höchstens 45° und besonders vorteilhaft höchstens 30° mit der oben definierten y-Richtung aus. Die erste lineare Wirkrichtung wird im Folgenden auch als a-Richtung bezeichnet. Somit kann über das erste Antriebssystem das fahrzeugseitige Ende des horizontalen Ladearmteils mit einer Hauptrichtungskomponente in horizontaler Querrichtung auf das Fahrzeug zu bewegt werden. Optional ist das fahrzeugseitige Ende des horizontalen Ladearmteils auch autonom in entsprechend entgegengesetzter Richtung (also in negativer a-Richtung) von dem Fahrzeug weg bewegbar. Auch diese Rückwärtsbewegung kann beispielsweise durch das erste Antriebssystem bewirkt werden, alternativ ist dies aber auch durch ein weiteres Antriebssystem möglich. Besonders vorteilhaft kann die erste lineare Wirkrichtung in einem Winkelbereich von $\pm 10^\circ$ um die y-Richtung orientiert sein und insbesondere sogar im Wesentlichen der y-Richtung entsprechen. So kann das fahrzeugseitige Ende des horizontalen Ladearmteils mit einer horizontal verlaufenden Bewegung dem Fahrzeug genähert werden.

[0022] Alternativ oder zusätzlich kann die zweite lineare Wirkrichtung des zweiten Antriebssystems vorteilhaft einen Winkel von höchstens 10° mit der z-Richtung ausbilden. Die zweite lineare Wirkrichtung wird im Folgenden auch als b-Richtung bezeichnet. Besonders vorteilhaft kann die b-Richtung im Wesentlichen der z-Richtung entsprechen. Bei dieser Ausführungsform kann der horizontale Ladearmteil und somit auch das fahrzeugseitige Ende des horizontalen Ladearmteils über das zweite Antriebssystem in der vertikalen Raumrichtung bewegt werden. In Kombination mit dem bereits beschriebenen ersten linearen Freiheitsgrad erlaubt dies insgesamt eine sehr weitgehende Positionierbarkeit des Ladearm-Endes bezüglich eines im Bereich des Ladesystems geparkten Fahrzeugs und insbesondere bezüglich der Position seiner Ladebuchse. Dabei kann das zweite Antriebssystem insbesondere den horizontalen Ladearmteil relativ zum Boden vertikal bewegen. Alternativ kann aber auch der horizontale Ladearmteil zusammen mit dem vertikalen Ladearmteil oder zumindest mit Teilen des vertikalen Ladearmteils vertikal bewegbar sein.

[0023] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform weist das Ladesystem ein drittes Antriebssystem mit einer dritten linearen Wirkrichtung auf, mit welchem der vertikale Ladearmteil bezüglich eines dritten linearen Freiheitsgrades autonom relativ zu dem Elektrofahrzeug bewegbar ist. Über die Bewegung des vertikalen Ladearmteils wird dabei auch der daran angebrachte horizontale Ladearmteil und entsprechend auch das am horizontalen Ladearmteil angebrachte fahrzeugseitige Ladearm-Ende mit bewegt. Bei Vorliegen eines solchen weiteren Freiheitsgrades ist die freie Positionierbarkeit des Ladearm-Endes relativ zu dem geparkten Fahrzeug noch weiter erhöht. Insbesondere kann bei dieser Ausführungsform innerhalb eines vordefinierten Fahrzeugbereichs eine Positionierung des Ladearm-Endes mit einer beliebig wählbaren x-, y- und z-Koordinate vorgenommen werden.

[0024] Bei einer bevorzugten Variante dieser Ausführungsform bildet die dritte lineare Wirkrichtung des dritten Antriebssystems einen Winkel von höchstens 15° mit der x-Richtung aus. Unter dieser x-Richtung wird her die „Soll-Längsrichtung“ des zu ladenden Fahrzeugs verstanden. Es ist zu beachten, dass bei einzelnen Ladevorgängen und bei leicht schräger Parkposition eine Abweichung der tatsächlichen Längsrichtung des Fahrzeugs von dieser übergeordneten x-Richtung des Ladesystems vorliegen kann.

[0025] Alternativ zu der vorab beschriebenen Ausführungsform kann aber auch grundsätzlich die zweite lineare Wirkrichtung im Wesentlichen der x-Richtung entsprechen, wobei dann also bereits mit dem zweiten Antriebssystem der horizontale Ladearmteil (entweder für sich oder insbesondere zusammen mit dem vertikalen Ladearmteil) entlang der Soll-Längsrichtung des Fahrzeugs bewegbar ist.

[0026] Allgemein und unabhängig von der genauen Anzahl und Orientierung der Bewegungsfreiheitsgrade kann das Ladesystem in einer vorteilhaften Ausführungsform im fahrzeugseitigen Endbereich des horizontalen Ladearmteils eine Schwenk- und/oder Neige-Einheit aufweisen. Mit dieser Einheit ist das fahrzeugseitige Ende des horizontalen Ladearmteils bezüglich wenigstens eines Rotationsfreiheitsgrades bewegbar. Besonders vorteilhaft handelt es sich um eine Schwenk-Neige-Einheit mit einer Beweglichkeit bezüglich wenigstens zweier Rotationsfreiheitsgrade. Diese Rotationsfreiheitsgrade können so ausgestaltet sein, dass insbesondere ein an diesem Ladearm-Ende angeordneter Ladestecker innerhalb der xy-Ebene geschwenkt und in der yz-Ebene geneigt werden kann. Damit ist eine sehr weitreichende Wahl der Orientierung eines vom Ladearm getragenen Ladesteckers relativ zur Ladebuchse des Fahrzeugs möglich. Insbesondere können dabei auch schräge Anordnungen der Ladebuchse toleriert werden. Durch die Neige-Bewegung kann der Ladestecker im Hinblick auf eine schräge Einsteckrichtung des Ladesteckers in die Ladebuchse ausgerichtet werden. Durch die xy-Schwenk-Bewegung kann der Ladestecker im Hinblick auf eine innerhalb dieser Ebene schräg liegende Position der Ladebuchse am Fahrzeug oder auch im Hinblick auf eine Abweichung der genauen Parkposition von der exakten Soll-Längsrichtung angepasst werden. Optional kann die Schwenk-Neige-Einheit so ausgestaltet sein, dass sie zusätzlich die Bewegung bezüglich eines dritten Rotationsfreiheitsgrades ermöglicht. Dabei kann es sich insbesondere um eine Drehbewegung innerhalb der xz-Ebene handeln. Hiermit kann zusätzlich eine im Verhältnis zur Grundposition des Ladesteckers verdrehte Einbaulage der Ladebuchse kompensiert werden. Allgemein vorteilhaft kann das Ladesystem so ausgestaltet sein, dass durch die Schwenk- und/oder Neige-Einheit eine autonome Rotation bezüglich der beschriebenen Rotationsfreiheitsgrade ermöglicht wird.

[0027] Allgemein vorteilhaft kann das Ladesystem im fahrzeugseitigen Endbereich des horizontalen Ladearmteils einen Ladestecker aufweisen. Über einen solchen Ladestecker kann das Ladekabel in eine Ladebuchse des zu ladenden Fahrzeugs eingesteckt werden. Besonders bevorzugt ist es bei dieser Ausführungsform, wenn das Ladesystem ein viertes Antriebssystem mit einer vierten linearen Wirkrichtung aufweist, wobei mit diesem vierten Antriebssystem ein Einstecken und/oder Ausstecken des Ladesteckers in eine Ladebuchse beziehungsweise aus einer Ladebuchse des zu ladenden Fahrzeugs ermöglicht wird. Die vierte lineare Wirkrichtung wird im Folgenden auch als d-Richtung bezeichnet. Sie kann mit der oben beschriebenen a-Richtung des ersten Antriebssystems zusammenfallen oder, besonders vorteilhaft, einen von Null verschiedenen Winkel mit ihr ausbilden, insbesondere einen Winkel zwischen -45° und 45° . Durch die oben beschriebene Schwenk-Neige-Einheit kann insbesondere der Winkel zwischen der a-Richtung und der d-Richtung autonom auf die Gegebenheiten des jeweils aktuell zu ladenden Fahrzeugs angepasst werden. Somit kann vorteilhaft erreicht werden, dass die Ausfahrtrichtung des horizontalen Ladearmteils (a-Richtung) für das Ladesystem universell festgelegt werden kann, während die Einsteckrichtung (d-Richtung) dynamisch für jeden Ladevorgang angepasst werden kann. Dabei kann der Winkel zwischen der a-Richtung und der d-Richtung beispielsweise in einem Bereich zwischen -30° und 30° einstellbar sein, insbesondere sogar in einem Bereich zwischen -45° und 45° .

[0028] Optional kann das vierte Antriebssystem so ausgestaltet sein, dass es auch eine Bewegung in negativer d-Richtung und somit ein Ausstecken des Ladesteckers aus der Ladebuchse ermöglicht. Alternativ dazu kann für diese Rückwärtsbewegung auch ein weiterer Antrieb im Bereich des Ladearm-Endes vorgesehen sein.

[0029] Für die einzelnen Antriebssysteme des Ladesystems existieren verschiedene geeignete Antriebsarten. Dabei können die einzelnen linear wirkenden Antriebssysteme untereinander entweder gleich oder auch unterschiedlich ausgestaltet sein. So kann das erste linear wirkende Antriebssystem insbesondere durch ein Schubkettensystem gebildet sein und entsprechend eine

linear bewegliche Schubkette umfassen. Ein solcher Schubkettenantrieb ist in der von derselben Anmelderin am selben Tag eingereichten Anmeldung mit dem Titel „Ladesystem und Verfahren zum Laden eines Elektrofahrzeugs“ beschrieben, welche daher in den Offenbarungsgehalt der vorliegenden Anmeldung mit einbezogen sein soll. Alternativ kann das erste Antriebssystem aber auch ein Teleskopsystem, ein Schlittensystem und/oder ein Schienensystem sein, bei dem mehrere Teilelemente linear beweglich miteinander verbunden sind. Diese Antriebsformen eignen sich vorteilhaft auch für das zweite und das dritte linear wirkende Antriebssystem. Das eigentliche Antriebselement eines solchen linear wirkenden Antriebssystems kann dabei beispielsweise ein Spindelantrieb, ein Riemenantrieb, ein Zahnstangenantrieb oder aber auch ein echter Linearantrieb (mit primärer linearer Antriebsrichtung) sein. Besonders bevorzugt ist es, wenn das zweite Antriebssystem ein linear bewegliches Teleskop- oder Schlittensystem umfasst, mit welchem der horizontale Ladearmteil relativ zum vertikalen Ladearmteil vertikal beweglich ist. Für das dritte Antriebssystem ist es besonders bevorzugt, wenn dieses ein Schienensystem umfasst, so dass der vertikale Ladearmteil zusammen mit dem horizontalen Ladearmteil auf einer oder mehreren Schienen horizontal beweglich ist.

[0030] Gemäß einer allgemein vorteilhaften Ausführungsform ist das Ladekabel bzw. die Stromschiene des Ladesystems für ein Aufladen des Elektrofahrzeugs mit Gleichstrom ausgelegt. Es soll sich also mit anderen Worten um ein Gleichstromkabel handeln. Ein solches Gleichstromkabel ermöglicht besonders vorteilhaft ein sehr schnelles Laden des Fahrzeugs mit einer hohen Menge an elektrischer Energie. Hierdurch kann eine besonders geringe Ladezeit und damit eine besonders hohe produktive Auslastung eines autonomen Fahrzeugs erreicht werden. Ein solches Gleichstromkabel kann beispielsweise isolierte Kupferlitzen (insbesondere isolierte Kupferflachlitzen) und/oder Kupferseile und/oder isolierte geflochtene Kupfergewebebänder aufweisen. Das eigentliche Gleichstromkabel kann dabei vorteilhaft in einer Schleppkette geführt sein, was einen zuverlässigen Schutz vor mechanischer Schädigung des Kabels ermöglicht.

[0031] Das Gleichstromkabel kann insbesondere allgemein für einen Ladestrom von wenigstens 125 A ausgelegt sein, beispielsweise für einen Ladestrom im Bereich zwischen 125 A und 1000 A. Alternativ oder zusätzlich kann das Kabel für eine Ladespannung von wenigstens 125 V ausgelegt sein, beispielsweise eine Spannung im Bereich zwischen 125 V und 1500 V. Bei derart hohen Spannungen und/oder Strömen kann eine besonders kurze Ladezeit erreicht werden. Allerdings resultiert aus den geforderten Stromtragfähigkeiten eine vergleichsweise hohe Kabelmasse. Beispielsweise kann die längenspezifische Masse des Kabels oberhalb von 1 kg/m und insbesondere sogar oberhalb 3 kg/m liegen. Alternativ zum Gleichstromkabel kann eine Stromschiene genutzt werden.

[0032] Allgemein vorteilhaft ist das Ladesystem für einen Einsatz im Außenbereich ausgelegt. Hierzu kann das Ladesystem als Ganzes und insbesondere sowohl der Ladearm als auch die jeweils vorliegenden (insbesondere linear wirkenden) Antriebssysteme für die IP-Schutzart IP54 ausgelegt sein. Eine solche Auslegung ist für ein Ladesystem nach der vorliegenden Erfindung im Unterschied zu einem auf Drehgelenken basierenden ausfahrbaren Roboterarm vergleichsweise einfach zu realisieren. Auch die optional vorliegende Schwenk-Neige-Einheit ist dann vorteilhaft ausreichend robust bzw. gekapselt ausgestaltet, dass auch sie die Anforderungen der oben angegebenen Schutzart erfüllt. Dies ist für solch einen einzelnen drehbar beweglichen Teilbereich des Ladesystems einfacher zu realisieren als für eine Vielzahl von Drehgelenken in einem komplexeren Roboterarm.

[0033] Gemäß einer allgemein vorteilhaften Ausführungsform weist das Ladesystem wenigstens eine Sensoreinheit auf, mittels welcher die Position einer Ladeeinheit des zu ladenden Elektrofahrzeugs bestimmbar ist. Insbesondere ist mit dieser Sensoreinheit die entsprechende Position autonom bestimmbar. Die genannte Ladeeinheit des Fahrzeugs ist insbesondere eine Ladebuchse, in welche dann ein Ladestecker des Ladesystems eingesteckt wird. Die Erfindung soll aber nicht auf diese Art der Kontaktierung beschränkt sein. So können grundsätzlich auch zwei oder mehrere Kontaktelemente (am Fahrzeug und am Ladesystem) ohne Steckverbindung in elektrisch leitenden Kontakt gebracht werden, oder es kann umgekehrt am Ladesystem eine Ladebuchse und am Fahrzeug ein Ladestecker angebracht sein. Auch für diese allgemeineren Fälle

soll die genannte „Ladeeinheit“ die Einheit des Fahrzeugs bezeichnen, in deren Bereich die für das Laden benötigte elektrische Verbindung hergestellt wird.

[0034] Die Sensoreinheit kann insbesondere einen optischen Sensor, beispielsweise eine optische Kamera, umfassen. Weiterhin kann das Ladesystem vorteilhaft eine Auswerteeinheit umfassen, durch welche anhand der gemessenen Daten der Sensoreinheit eine Soll-Position des fahrzeugseitigen Endes des horizontalen Ladearmteils bestimmt werden kann. Gegebenenfalls kann zusätzlich zu der Soll-Position auch eine Soll-Ausrichtung des Ladearmendes (und insbesondere eines daran angeordneten Ladesteckers) bestimmbar sein. Hierzu kann die Auswerteeinheit ein trainierbares neuronales Netz aufweisen, mit welcher die Soll-Position und ggf. die Soll-Ausrichtung bestimmt werden kann.

[0035] Zusätzlich kann das Ladesystem allgemein vorteilhaft eine Steuereinheit aufweisen, mittels welcher die vorliegenden Antriebssysteme (sowohl die linear wirkenden Antriebssysteme als auch die optional vorliegende drehbar bewegliche Einheit) automatisiert angesteuert werden können. Die Steuereinheit ist dann bevorzugt dazu ausgebildet, durch Ansteuerung der Antriebssysteme eine autonome Positionierung entsprechend der durch die Auswerteeinheit in Kombination mit der Sensoreinheit ermittelten Soll-Position zu bewirken.

[0036] Gemäß einer weiteren allgemein vorteilhaften Ausführungsform umfasst das Ladesystem zwei Ladeeinrichtungen, wobei jede Ladeeinrichtung einen vertikalen Ladearmteil, ein Ladekabel oder eine Stromschiene und einen von dem vertikalen Ladearmteil aus in Richtung des Elektrofahrzeugs ausfahrbaren länglich geformten horizontalen Ladearmteil umfasst. Dabei sind die Ladeeinrichtungen bevorzugt so angeordnet, dass das zu ladende Elektrofahrzeug zwischen ihnen positioniert werden kann. Dadurch kann vorteilhaft erreicht werden, dass ein zu ladendes Fahrzeug mit demselben Ladesystem prinzipiell sowohl von rechts als auch von links geladen werden kann. Eine Anpassung oder eine spezielle Auswahl des Ladesystems abhängig von der Seite der jeweils vorliegenden Ladeeinheit ist somit nicht nötig. Das Ladesystem ist damit besonders universell einsetzbar.

[0037] Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform des Verfahrens kann in Schritt (b) zusätzlich zur Soll-Position des Ladearm-Endes auch eine Soll-Ausrichtung des Ladearm-Endes und insbesondere eines dort angeordneten Ladesteckers autonom ermittelt werden.

[0038] Als weiterer Teilschritt innerhalb des Schritt (c) kann der folgende zusätzliche Teilschritt vorgesehen sein:

(c2) Positionierung des horizontalen Ladearmteils mittels des zweiten Antriebssystems.

Auch diese Positionierung bezüglich des zweiten linearen Freiheitsgrades wird autonom entsprechend der Soll-Position des Ladearm-Endes vorgenommen. Dieser Schritt ist optional, da die Position des horizontalen Ladearmteils (und somit des Ladearm-Endes) bezüglich des zweiten linearen Freiheitsgrades bereits für das aktuelle Fahrzeug korrekt gewählt sein kann. Wenn er aber durchgeführt wird, wird er bevorzugt vor dem Ausfahren des horizontalen Ladearmteils in Schritt (c1) durchgeführt.

[0039] Als weiterer Teilschritt innerhalb des Schritt (c) kann der folgende zusätzliche Teilschritt vorgesehen sein:

(c3) Positionierung des vertikalen Ladearmteils mittels des dritten Antriebssystems.

Auch diese Positionierung bezüglich des dritten linearen Freiheitsgrades wird autonom entsprechend der Soll-Position des Ladearm-Endes vorgenommen. Auch dieser Schritt ist optional, da die Position des vertikalen Ladearmteils (und somit auch des horizontalen Ladearm-Endes) bezüglich des dritten linearen Freiheitsgrades bereits für das aktuelle Fahrzeug korrekt gewählt sein kann. Wenn er aber benötigt wird, wird er bevorzugt vor dem Ausfahren des horizontalen Ladearmteils in Schritt (c1) durchgeführt. Er kann vor oder nach dem Schritt (c2) erfolgen.

[0040] Falls das Ladesystem eine zusätzliche drehbar bewegliche Einheit im Endbereich des horizontalen Ladearmteils aufweist, kann das Verfahren ein oder mehrere der folgenden optionalen Schritte aufweisen:

(c4) Neigen des fahrzeugseitigen Endes des horizontalen Ladearmteils bezüglich eines ersten

Rotationsfreiheitsgrades,

(c5) Schwenken des fahrzeugseitigen Endes des horizontalen Ladearmteils bezüglich eines zweiten Rotationsfreiheitsgrades,

(c6) Drehen des fahrzeugseitigen Endes des horizontalen Ladearmteils bezüglich eines dritten Rotationsfreiheitsgrades.

[0041] Alle jeweils vorliegenden Teilschritte des Schritts (c) können insbesondere autonom über eine Steuereinheit des Ladesystems gesteuert werden.

[0042] Zusätzlich kann das Verfahren optional den folgenden zusätzlichen Schritt aufweisen:

(d) Einstecken eines Ladesteckers am fahrzeugseitigen Ladearm-Ende in die Ladebuchse des Fahrzeugs.

Dieser Schritt kann insbesondere im Anschluss an den Schritt (c) erfolgen, also nachdem das Ladearm-Ende korrekt positioniert ist. Das Vorliegen des Schritts (d) ist bevorzugt, aber nicht zwingend, da die elektrische Verbindung prinzipiell auch ohne eine Steckverbindung zustande kommen kann.

[0043] Im Anschluss an Schritt (d) kann das Verfahren vorteilhaft die folgenden weiteren Schritte umfassen (insbesondere in der genannten Reihenfolge):

(e) Starten des Ladevorgangs, insbesondere durch Einschalten eines Ladestroms,

(f) Beenden des Ladevorgangs, insbesondere durch Ausschalten des Ladestroms,

(g) Ausstecken des Ladesteckers (optional),

(h) Zurückfahren des horizontalen Ladearmteils,

(i) Entfernen des Fahrzeugs aus dem Fahrzeugbereich.

[0044] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform des Verfahrens kann Schritt (b) zumindest die folgenden Teilschritte umfassen:

(b1) Erfassung von Messdaten, welche von der Position einer Ladeeinheit des Elektrofahrzeugs abhängen, mittels einer Sensoreinheit des Ladesystems,

(b2) Bestimmung der Soll-Position für das fahrzeugseitige Ende des horizontalen Ladearmteils mittels einer Auswerteeinheit des Ladesystems aus den erfassten Messdaten.

Die Bestimmung der Soll-Position kann insbesondere über eine automatische Bilderkennung aus den Daten eines optischen Sensors erfolgen. Optional kann in Schritt (b2) aus den erfassten Messdaten neben der Soll-Position auch eine Soll-Ausrichtung für das Ladearm-Ende bestimmt werden. Dann kann z.B. mit der Bilderkennung nicht nur die Position, sondern auch die Ausrichtung der Ladeeinheit des Fahrzeugs bestimmt werden. Insbesondere für diesen Fall ist es vorteilhaft, wenn anschließend über eine oder mehrere der oben beschriebenen Drehbewegungen in (c4) bis (c6) eine Anpassung der Ausrichtung des Ladearm-Endes erfolgt.

[0045] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform des Verfahrens kann in Schritt (b2) die Bestimmung der Soll-Position aus den Messdaten zumindest teilweise mittels eines trainierbaren neuronalen Netzes der Auswerteeinheit erfolgen. Mit anderen Worten kann die autonome Bestimmung der Positionsdaten für die Steuereinheit durch eine künstliche Intelligenz durchgeführt werden.

[0046] Nachfolgend wird die Erfindung anhand einiger bevorzugter Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die angehängten Zeichnungen beschrieben, in denen:

[0047] Figur 1 eine Darstellung eines Ladesystems nach einem ersten Ausführungsbeispiel in schematischer Aufsicht zeigt,

[0048] Figur 2 das Ladesystem der Figur 1 in schematischer Längsansicht zeigt,

[0049] Figur 3 das Ladesystem der Figuren 1 und 2 in schematischem Querschnitt zeigt und

[0050] Figuren 4 bis 7 Detailansichten von Ladesystemen nach weiteren Ausführungsbeispielen in schematischem Querschnitt zeigen.

[0051] In den Figuren sind gleiche oder funktionsgleiche Elemente mit gleichen Bezugszeichen versehen.

[0052] So zeigt Figur 1 ein Ladesystem 1 nach einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung in schematischer Aufsicht auf die x-y-Ebene. Das Ladesystem 1 weist einen Fahrzeugbereich 3 auf, in welchem ein zu ladendes Elektrofahrzeug 5 positioniert werden kann. Dabei ist die x-Richtung die horizontale Längsrichtung des Fahrzeugs, und die y-Richtung ist die horizontale Querrichtung senkrecht dazu. Die hier nicht gezeigte z-Richtung ist die vertikale Raumrichtung senkrecht zur Zeichnungsebene. Die entsprechende Seitenansicht des Ladesystems 1 in x-z-Ebene ist in Figur 2 gezeigt, und die entsprechende schematische Querschnittsdarstellung ist in Figur 3 gezeigt.

[0053] Das Ladesystem weist in diesem Beispiel zwei Ladeeinrichtungen 1a und 1b auf, mit welchen das Elektrofahrzeug sowohl rechts als auch von links geladen werden kann. Prinzipiell ist aber auch nur eine solche Ladeeinrichtung zur Realisierung des erfinderischen Gedankens ausreichend. Elektrisch sind die beiden Ladeeinrichtungen durch eine hier nur sehr schematisch angedeutete Querverbindung 2 verbunden. Im Bereich der ersten Ladeeinrichtung 1a ist eine Ladesäule 11 angeordnet, über welche beide Ladeeinrichtungen elektrisch mit einem übergeordneten Stromnetz verbunden sind. Die Ladesäule 11 dient also der Steuerung und Weiterleitung eines Ladestroms an die übrigen Teilelemente des Ladesystems 1.

[0054] Das Ladesystem 1 umfasst auch eine Sensoreinheit 16, welche zur Ermittlung der Fahrzeugposition und insbesondere zur Ermittlung der Position der Ladebuchse 5a am Fahrzeug 5 dient. Bei der Sensoreinheit 16 kann es sich beispielsweise um eine optische Kamera handeln. Nur beispielhaft ist in Figur 1 die Sensoreinheit 16 an der Ladesäule 11 gezeigt. Alternativ dazu kann eine solche Sensoreinheit auch an einer anderen Stelle angeordnet sein, insbesondere besonders bevorzugt an einem fahrzeugseitigen Ladearm-Ende 21a. Dabei ist die Anordnung einer solchen Sensoreinheit 16 in nur einer der vorliegenden Ladeeinrichtungen grundsätzlich ausreichend. Die von der Sensoreinheit 16 gemessenen Daten werden in jedem Fall an eine Auswerteeinheit 17 weitergeleitet, welche hier nur beispielhaft ebenfalls im Bereich der Ladebasis gezeigt ist. Alternativ dazu kann eine solche Auswerteeinheit 17 auch an einer anderen Stelle angeordnet sein, insbesondere besonders bevorzugt im Bereich des Schienensystems 15. Die Auswerteeinheit ermittelt aus den Sensordaten automatisch eine Soll-Position für das fahrzeugseitige Ende 21a des horizontalen Ladearmteils. Weiterhin umfasst das Ladesystem eine Steuereinheit 18, mit welcher die Bewegungen des vertikalen (13) und horizontalen Ladearmteils (21) und seiner Teilkomponenten gesteuert werden können. Auch diese kann prinzipiell in einem anderen Bereich des Ladesystems angeordnet sein.

[0055] Das Fahrzeug 5 der Figur 1 weist im linken hinteren Fahrzeugbereich eine Ladebuchse 5a auf. Daher wird das gezeigte Beispielfahrzeug von der ersten Ladeeinrichtung 1a aus geladen. Um eine elektrische Verbindung zwischen der Ladesäule 11 und der Ladebuchse 5a des Fahrzeugs herzustellen, weist jedes der Ladeeinrichtungen 1a, 1b ein hier nicht näher dargestelltes Ladekabel auf. Um dieses Ladekabel in Kontakt mit der Ladebuchse 5a zu bringen, weist jedes der Ladeeinrichtungen weiterhin drei Antriebssysteme 31, 41 und 15 mit linearen Wirkrichtungen auf, welche zusammen eine Bewegung des fahrzeugseitigen Ladearm-Endes in mehreren Raumrichtungen ermöglichen. Das Ladesystem 1 des ersten Ausführungsbeispiels ermöglicht damit eine translatorische Bewegung des jeweiligen Ladearm-Endes in allen drei Raumrichtungen x, y und z. Dies ist jedoch nicht unbedingt erforderlich. Vielmehr ist es ausreichend, wenn Bewegungen bezüglich zweier translatorischer Freiheitsgrade ermöglicht sind.

[0056] Als wesentliche Komponente weist hier jede der Ladeeinrichtungen 1a und 1b einen vertikalen Ladearmteil 13 auf. Diese vertikale Ladearmteile 13 erstrecken sich in z-Richtung und heben das Ladekabel auf die Höhe der Ladebuchse 5a an. Der jeweilige vertikale Ladearmteil ist über ein zugeordnetes Schienensystem 15 in x-Richtung fahrbar angeordnet. Dieses Schienensystem 15 bildet ein Antriebssystem mit der linearen Wirkrichtung c, wobei diese Wirkrichtung c hier mit der x-Richtung zusammenfällt. Der vertikale Ladearmteil ist also beweglich und nicht stationär. Somit kann das Ladesystem auf unterschiedliche x-Positionen der Ladebuchse am Fahrzeug und/oder auf unterschiedliche Parkpositionen des Fahrzeugs angepasst werden.

[0057] Der jeweilige vertikale Ladearmteil 13 trägt einen zugeordneten horizontalen Ladearmteil

21, durch welchen das Ladekabel in y-Richtung in den Bereich der Ladebuchse 5a geführt werden kann. Dieser horizontale Ladearmteil 21 ist in Richtung des zu ladenden Fahrzeugs ausfahrbar bzw. in Richtung des vertikalen Ladearmteils 13 einfahrbar.

[0058] In den Figuren 1 und 3 ist zu erkennen, dass der horizontale Ladearmteil 21 der ersten Ladeeinrichtung 1a ausgefahren ist und der (hier nicht sichtbare) horizontale Ladearmteil der zweiten Ladeeinrichtung 1b eingefahren ist. Am fahrzeugseitigen Ende des jeweiligen horizontalen Ladearmteils trägt dieser einen Ladekopf, in den jeweils ein hier nicht näher dargestellter Ladestecker integriert ist.

[0059] Die vertikale Höhe (also die z-Position) des Ladekopfes 22 kann auf die Höhe der jeweiligen Ladebuchse angepasst werden. Diese Möglichkeit kann auf unterschiedliche Weise realisiert sein, z.B. indem die vertikale Ausdehnung des vertikalen Ladearmteils 13 über das gezeigte Teleskopsystem 41 verändert wird. Alternativ kann auch z.B. die vertikale Position des horizontalen Ladearmteils 21 an dem vertikalen Ladearmteil 13 über ein Schlittensystem variiert werden.

[0060] Die y-Position des Ladekopfes 22 kann auf die Position der Ladebuchse 5a angepasst werden, indem der horizontale Ladearmteil auf der jeweils relevanten Fahrzeugseite um eine passende Weglänge in Richtung des Fahrzeugs ausgefahren wird. Auf diese Weise können Unterschiede in der Breite der jeweils zu ladenden Fahrzeuge und Unterschiede in den jeweiligen Parkpositionen ausgeglichen werden. Durch diese Unterschiede kann die dem jeweiligen vertikalen Ladearmteil 13 zugewandte Fahrzeugseite 6 unterschiedliche y-Positionen aufweisen, wie durch den Doppelpfeil um die Position 6 herum im unteren Teil der Figur 3 angedeutet. Der horizontale Ladearmteil 21 weist daher einen entsprechend großen möglichen Ausfahrweg auf, um die variierende horizontale Distanz zwischen dem vertikalen Ladearmteil und der jeweiligen Ladebuchse zu überbrücken. Der minimale erforderliche Ausfahrweg des horizontalen Ladearmteils ist dabei durch den minimalen Sicherheitsabstand 7 gegeben, welcher beim Einparken zwischen dem eingefahren horizontalen Ladearmteil und der entsprechenden Fahrzeugseite 6 gewährleistet werden muss. Dieser Sicherheitsabstand 7 kann beispielsweise im Bereich von etwa 20 cm liegen.

[0061] Bei dem Ausführungsbeispiel der Figuren 1 bis 3 weist der horizontale Ladearmteil 21 als tragendes Element eine Schubkette auf, so dass das Aus- und Einfahren des horizontalen Ladearmteils durch ein entsprechendes Aus- und Einfahren der Schubkette realisiert werden kann. Der Teil des horizontalen Ladearmteils zwischen dem vertikalen Ladearmteil 13 und Ladekopf 22 wird dabei zum überwiegenden Teil durch diese Schubkette gebildet. Auch dieses Schubkettensystem bildet also ein Antriebssystem mit linearer Wirkrichtung a, wobei diese Wirkrichtung a hier mit der y-Richtung zusammenfällt.

[0062] In Figur 4 ist eine Querschnittsdarstellung eines Ladesystems 1 nach einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung gezeigt. Dieses Ladesystem kann beispielsweise insgesamt ähnlich aufgebaut sein wie das Ladesystem der Figuren 1 bis 3. Figur 4 zeigt dabei eine Detailansicht im Bereich des vertikalen Ladearmteils 13, wobei in Figur 4 der horizontale Ladearmteil 21 ausgefahren ist. Der ganze Ladearm ist auf einem Sockel 23 über ein zugeordnetes (in diesem Schnitt nicht näher dargestelltes) Schienensystem 15 in x-Richtung fahrbar angeordnet.

[0063] Wie in Figur 4 gut zu erkennen, wird im ausgefahrenen Zustand ein großer Teil des horizontalen Ladearmteils 21 durch eine Schubkette 31 mit der Länge l gebildet. Diese Schubkette 31 weist eine Vielzahl von (hier nicht näher darstellten) Kettengliedern auf, welche im ausgefahrenen Zustand formschlüssig ineinandergreifen, so dass die Schubkette selbstversteifend ist. Im eingefahrenen Zustand ist diese Schubkette dagegen zusammengerollt und somit platzsparend in einem Kettenkasten 33 untergebracht, welcher im Bereich des vertikalen Ladearmteils 13 angeordnet ist. Am fahrzeugseitigen Ende 21a des horizontalen Ladearmteils weist die Schubkette 31 ein Endstück 35 auf, welches den Ladekopf 22 trägt. In diesen Ladekopf 22 ist ein Ladestecker 27 integriert, welcher in eine passende Ladebuchse eines zu ladenden Fahrzeugs eingesteckt werden kann.

[0064] Der Ladekopf trägt weiterhin ein fahrzeugseitiges Ende 25a eines Ladekabels 25, welches

von dem horizontalen Ladearmteil in Richtung des zu ladenden Fahrzeugs geschleppt wird. Beim Beispiel der Figuren 4 und 5 wird dieses Ladekabel 25 also relativ frei hängend von dem horizontalen Ladearmteil 21 getragen. Es ist lediglich punktuell am Ladekopf 22 und außerdem im Bereich des vertikalen Ladearmteils 13 mechanisch fixiert. Alternativ kann das Ladekabel aber auch näher an der Schubkette 31 geführt sein und insbesondere auch in diese integriert sein. Der maximale Ausfahrweg Δs ergibt sich allgemein durch den Unterschied der Kettenlänge l zwischen dem maximal ausgefahrenen Zustand und dem maximal eingefahrenen Zustand. Bei einem ausreichend langen Kettenstrang kann so beispielsweise ein Ausfahrweg im Bereich zwischen 20 cm und 150 cm realisiert werden.

[0065] Bei einer selbstversteifenden Ausführung der Schubkette 31 kann eine ausreichend hohe Steifigkeit erreicht werden, so dass die Schubkette freitragend ist. Sie ist also insbesondere steif genug, um nicht nur ihr eigenes Gewicht zu tragen, sondern auch das Gewicht des Ladekabels 25 und des Ladekopfs 22 abstützen zu können und darüber hinaus die notwendige Steckkraft zum Einstecken des Ladesteckers aufzubringen. Die Höhe h des horizontalen Ladearmteils 21 über dem Boden 8 soll über den Ausfahrweg im Wesentlichen beibehalten werden. So führt also auch die im Bereich des Ladekopfs einwirkende Schwerkraft F_g nicht zu einem übermäßigen vertikalen Absacken des horizontalen Ladearmteils. Ein leichtes Herunterhängen zum Fahrzeug hin, beispielsweise im Bereich von einigen Millimetern bis wenigen Zentimetern, kann dabei aber unter Umständen durchaus toleriert werden. Wesentlich ist nur, dass der horizontale Ladearmteil ausreichend steif ist, um den Ladekopf horizontal weit genug in Richtung der Ladebuchse auszufahren und dabei die Höhe der Ladebuchse des Fahrzeugs im Rahmen der erforderlichen Positioniergenauigkeit zu treffen.

[0066] Die Schubkette 31 des horizontalen Ladearmteils ist dazu ausgelegt, sowohl eine Schubkraft F_s zum Fahrzeug hin als auch eine Zugkraft F_z vom Fahrzeug weg auf den Ladekopf 22 zu übertragen. Dabei dient die Schubkraft dazu, den Ladestecker 27 in die Ladebuchse einzustecken. Umgekehrt dient die Zugkraft F_z dazu, den Ladestecker 27 aus der Ladebuchse wieder herauszuziehen. Die jeweilige Bewegung der Schubkette in y -Richtung wird dabei durch einen Antrieb 34 bewirkt, der hier im Bereich des Kettenkastens angeordnet ist.

[0067] In Figur 5 ist eine Detailansicht eines Ladesystems 1 nach einem dritten Ausführungsbeispiel der Erfindung gezeigt. Der wesentliche Unterschied zum Ladesystem der Figur 4 ist, dass das erste und das zweite linear wirkende Antriebssystem anders realisiert sind. Im Übrigen ist das Ladesystem jedoch ähnlich ausgestaltet wie beim vorhergehenden Beispiel. So ist hier das erste Antriebssystem als Schlittensystem 32 realisiert, bei dem der horizontale Ladearmteil 21 mehrere Schlittenelemente aufweist, welche entlang der ersten linearen Wirkrichtung a translatorisch gegeneinander bewegbar sind. Exemplarisch sind hier nur zwei Armelemente 32a und 32b gezeigt, nämlich ein Schlitten 32b, welcher auf einem Tragelement 32a gleiten kann. Es können jedoch auch mehr solche Unterelemente sein, wobei die Relativbewegung benachbarter Elemente dann immer entlang derselben Wirkrichtung a verlaufen soll. Auch hier fällt die a -Richtung mit der y -Richtung des Systems zusammen.

[0068] Ein weiterer Unterschied zum Beispiel der Figur 4 ist, dass auch das zweite Antriebssystem als Schlittensystem 42 realisiert ist, bei dem ein Schlitten 43 (welcher den horizontalen Ladearmteil 21 trägt) in einer vertikalen Führungsschiene 44 innerhalb des vertikalen Ladearmteils auf und ab gleiten kann. Die zweite lineare Wirkrichtung entspricht daher auch hier im Wesentlichen der z -Richtung.

[0069] In Figur 6 ist eine Detailansicht eines Ladesystems 1 nach einem vierten Ausführungsbeispiel der Erfindung gezeigt. Der erste und der zweite Antrieb sind wieder ähnlich wie beim Beispiel der Figur 4 realisiert. Der wesentliche Unterschied zum Ladesystem der Figur 4 ist, dass der horizontale Ladearmteil schräg hängend an dem vertikalen Ladearmteil angebracht ist. Entsprechend ist die erste lineare Wirkrichtung a auch nicht parallel zur y -Achse, sondern schließt einen Winkel α mit ihr ein. Dies erleichtert ein Einstecken des Ladesteckers 27 in eine entsprechend schräg angeordnete Ladebuchse. Um eine Anpassung an die Einbaulage der jeweils anzufahrenden Ladebuchse zu ermöglichen, kann der entsprechende Winkel, unter dem der horizontale

Ladearmteil 21 von dem vertikalen Ladearmteil absteht, auch allgemein vorteilhaft über ein hier nicht näher dargestelltes autonom ansteuerbares Neigeelement variierbar sein.

[0070] In Figur 7 ist eine Detailansicht eines Ladesystems 1 nach einem fünften Ausführungsbeispiel der Erfindung gezeigt. Dabei sind der erste und der zweite Antrieb ähnlich wie beim Beispiel der Figur 5 realisiert. Der wesentliche Unterschied zum Ladesystem der Figur 5 ist, dass der Ladekopf im Endbereich 21a des horizontalen Ladearmteils eine Schwenk-Neige-Einheit 51 aufweist. Diese erlaubt eine Neigung des Ladekopfes in der yz-Ebene (wie durch den Doppelpfeil r_{yz} angedeutet) und zusätzlich eine zweite Rotation, beispielsweise ein Schwenken in der xy-Ebene. Hierdurch kann auch bei einem horizontalen Ladearmteil 21 eine Anpassung der Ausrichtung des Ladesteckers 27 an eine schräg eingebaute Ladebuchse erreicht werden. Zusätzlich ist optional eine Drehung in der xz-Ebene möglich. Weiterhin weist das Ladesystem 1 der Figur 7 ein viertes linear wirkendes Antriebssystem 61 auf. Die lineare Wirkrichtung dieses Antriebssystems ist mit d bezeichnet. Dabei kann d (wie in der abgebildeten Stellung der Schwenk-Neige-Einheit 51) je nach Stellung der Schwenk-Neige-Einheit 51 gegebenenfalls schräg liegen, also einen von Null verschiedenen Winkel mit der y-Achse und somit auch mit der Wirkrichtung a einschließen. Das vierte Antriebssystem kann beispielsweise einen echten Linearantrieb aufweisen. Allgemein und unabhängig von der apparativen Realisierung kann der Fahrweg dieses vierten Antriebs vergleichsweise kurz sein. Beispielsweise reicht ein Fahrweg unterhalb von 10 cm allgemein aus, um einen Ladestecker 27 in eine entsprechende Ladebuchse einzustecken. Zusätzlich zu einer solchen Einsteckbewegung (in positiver d -Richtung) kann das vierte Antriebssystem 61 auch dazu ausgelegt sein, eine autonome Bewegung in negativer d -Richtung zu bewirken, um den Ladestecker nach Beendigung des Ladevorgangs wieder automatisch ausstecken zu können.

BEZUGSZEICHENLISTE

- 1 Ladesystem
- 1a erste Ladeeinrichtung
- 1b zweite Ladeeinrichtung
- 2 Querverbindung
- 3 Fahrzeugbereich
- 5 Elektrofahrzeug
- 5a Ladebuchse (Ladeeinheit)
- 6 Fahrzeugseite
- 7 Sicherheitsabstand
- 8 Boden
- 11 Ladesäule
- 13 vertikaler Ladearmteil
- 15 Schienensystem (drittes Antriebssystem)
- 16 Sensoreinheit
- 17 Auswerteeinheit
- 18 Steuereinheit
- 21 horizontaler Ladearmteil
- 21a fahrzeugseitiges Ende des Ladearms
- 22 Ladekopf
- 23 Ladearmsockel auf Schienensystem
- 25 Ladekabel
- 25a fahrzeugseitiges Ende des Ladekabels
- 27 Ladestecker
- 31 Schubkette (erstes Antriebssystem)
- 32 Schlittensystem (erstes Antriebssystem)
- 32a erstes horizontales Armelement (Tragelement)
- 32b zweites horizontales Armelement (Schlitten)
- 33 Kettenkasten
- 34 Kettenantrieb
- 35 Endstück
- 41 Teleskopsystem (zweites Antriebssystem)
- 42 Schlittensystem (zweites Antriebssystem)
- 43 Schlitten
- 44 Führungsschiene
- 51 Schwenk-Neige-Einheit
- 61 viertes Antriebssystem

α	Winkel
a	erste lineare Wirkrichtung
b	zweite lineare Wirkrichtung
c	dritte lineare Wirkrichtung
d	vierte lineare Wirkrichtung
F_g	Schwerkraft
F_s	Schubkraft
F_z	Zugkraft
h	Höhe des horizontalen Ladearmteils
l	Länge der ausgefahrenen Schubkette
r_{yz}	zweiter Rotationsfreiheitsgrad
x	horizontale Längsrichtung
y	horizontale Querrichtung
z	vertikale Raumrichtung

Ansprüche

1. Ladesystem (1) zum autonomen Laden eines Elektrofahrzeugs (5) mit elektrischer Energie, umfassend
 - einen vertikalen Ladearmteil (13),
 - ein Ladekabel (25) oder eine Stromschiene, welche(s) mit dem zu ladenden Elektrofahrzeug (5) verbindbar ist,
 - sowie einen vom vertikalen Ladearmteil (13) aus in Richtung des Elektrofahrzeugs (5) ausfahrbaren länglich geformten horizontalen Ladearmteil (21),
 - wobei der horizontale Ladearmteil (21) ein erstes Antriebssystem (31) mit einer ersten linearen Wirkrichtung (a) aufweist, welche einer Längsrichtung des horizontalen Ladearmteils (21) entspricht, so dass das fahrzeugseitige Ende (21a) des horizontalen Ladearmteils (21) durch das erste Antriebssystem (31) bezüglich eines ersten linearen Freiheitsgrades autonom relativ zu dem Elektrofahrzeug bewegbar ist,
 - und wobei das Ladesystem (1) ein zweites Antriebssystem (41) mit einer zweiten linearen Wirkrichtung (b) aufweist, mit welchem der horizontale Ladearmteil (21) bezüglich eines zweiten linearen Freiheitsgrades autonom relativ zu dem Elektrofahrzeug (5) bewegbar ist.
2. Ladesystem (1) nach Anspruch 1, bei welchem zwischen der ersten linearen Wirkrichtung (a) und der zweiten linearen Wirkrichtung (b) ein Winkel gebildet ist, welcher zwischen 45° und 135° liegt.
3. Ladesystem (1) nach einem der Ansprüche 1 oder 2, bei welchem die erste lineare Wirkrichtung (a) des ersten Antriebssystems (31) einen Winkel α von höchstens 45° mit einer horizontalen Querrichtung (y) des Ladesystems (1) ausbildet.
4. Ladesystem (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welchem die zweite lineare Wirkrichtung (b) des zweiten Antriebssystems (41) einen Winkel von höchstens 10° mit der vertikalen Raumrichtung (z) ausbildet.
5. Ladesystem (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, welches ein drittes Antriebssystem (15) mit einer dritten linearen Wirkrichtung (c) aufweist, mit welchem der vertikale Ladearmteil (13) bezüglich eines dritten linearen Freiheitsgrades autonom relativ zu dem Elektrofahrzeug (5) bewegbar ist.
6. Ladesystem (1) nach Anspruch 5, bei welchem die dritte lineare Wirkrichtung (c) des dritten Antriebssystems (15) einen Winkel von höchstens 10° mit einer horizontalen Längsrichtung (x) des Ladesystems (1) ausbildet.
7. Ladesystem (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, welches im fahrzeugseitigen Endbereich (21a) des horizontalen Ladearmteils (21) eine Schwenk- und/oder Neige-Einheit (51) aufweist, mit welcher das fahrzeugseitige Ende (21a) des horizontalen Ladearmteils (21) bezüglich wenigstens eines Rotationsfreiheitsgrades (r_{yz}) bewegbar ist.
8. Ladesystem (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, welches im fahrzeugseitigen Endbereich (21a) des horizontalen Ladearmteils (21) einen Ladestecker (27) aufweist und welches ein viertes Antriebssystem (61) mit einer vierten linearen Wirkrichtung (d) aufweist, wobei mit diesem vierten Antriebssystem (61) ein Einstecken und/oder Ausstecken des Ladesteckers (27) in eine bzw. aus einer Ladebuchse (5a) des zu ladenden Fahrzeugs (5) ermöglicht wird.
9. Ladesystem (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welchem das Ladekabel (25) für ein Beladen des Elektrofahrzeugs mit Gleichstrom ausgelegt ist, insbesondere bei einem Ladestrom von wenigstens 125 A und/oder eine Ladespannung von wenigstens 125 V.
10. Ladesystem (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, welches für einen Einsatz im Außenbereich ausgelegt ist.

11. Ladesystem (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, welches wenigstens eine Sensoreinheit (16) aufweist, mittels welcher die Position einer Ladebuchse (5a) eines zu ladenden Elektrofahrzeugs (5) bestimmbar ist.
12. Ladesystem (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, welches zwei Ladeeinrichtungen (1a,1b) aufweist,
 - wobei jede Ladeeinrichtung (1a,1b) einen vertikalen Ladearmteil (13), ein Ladekabel (25) oder eine Stromschiene und einen vom vertikalen Ladearmteil (13) aus in Richtung des Elektrofahrzeugs (5) ausfahrbaren länglich geformten horizontalen Ladearmteil (21) umfasst,
 - und wobei die beiden Ladeeinrichtungen (1a,1b) so angeordnet sind, dass das zu ladende Elektrofahrzeug (5) zwischen ihnen positioniert werden kann.
13. Verfahren zum autonomen Laden eines Elektrofahrzeugs (5) mit einem Ladesystem (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, umfassend wenigstens die folgenden Schritte:
 - (a) Positionieren des zu ladenden Elektrofahrzeugs (5) in einem Fahrzeugbereich (3) des Ladesystems (1),
 - (b) autonome Ermittlung einer Soll-Position für das fahrzeugseitige Ende (21a) des horizontalen Ladearmteils,
 - (c) autonomes Positionieren des fahrzeugseitigen Endes (21a) des horizontalen Ladearmteils in der Soll-Position, mit wenigstens dem Teilschritt:
 - (c1) Ausfahren des horizontalen Ladearmteils (21) in Richtung des Elektrofahrzeugs (5) mittels des ersten Antriebssystems (31).
14. Verfahren nach Anspruch 13, bei welchem Schritt
 - (b) zumindest die folgenden Teilschritte umfasst:
 - (b1) Erfassung von Messdaten, welche von der Position einer Ladeeinheit (5a) des Elektrofahrzeugs (5) abhängen, mittels einer Sensoreinheit (16) des Ladesystems (1),
 - (b2) Bestimmung der Soll-Position für das fahrzeugseitige Ende (21a) des horizontalen Ladearmteils mittels einer Auswerteeinheit (17) des Ladesystems (1) aus den erfassten Messdaten.
15. Verfahren nach Anspruch 14, bei welchem in Schritt (b2) die Bestimmung der Soll-Position aus Messdaten wenigstens teilweise mittels eines trainierbaren neuronalen Netzes der Auswerteeinheit (17) erfolgt.

Hierzu 4 Blatt Zeichnungen

1/4

FIG 1

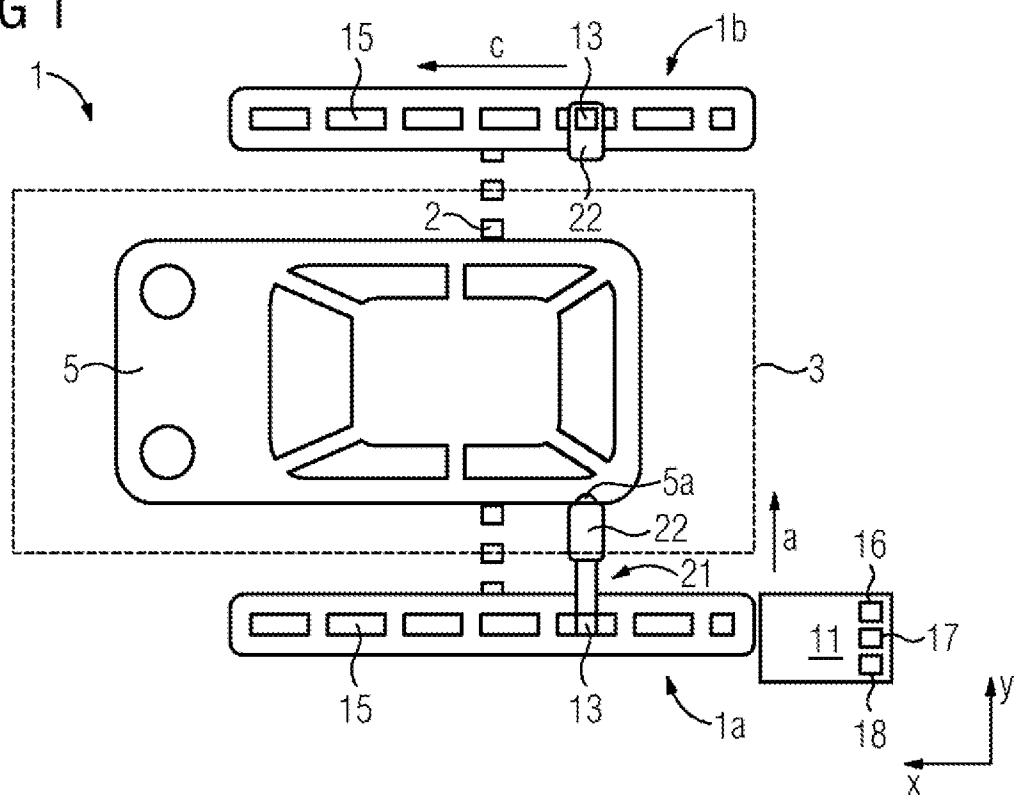
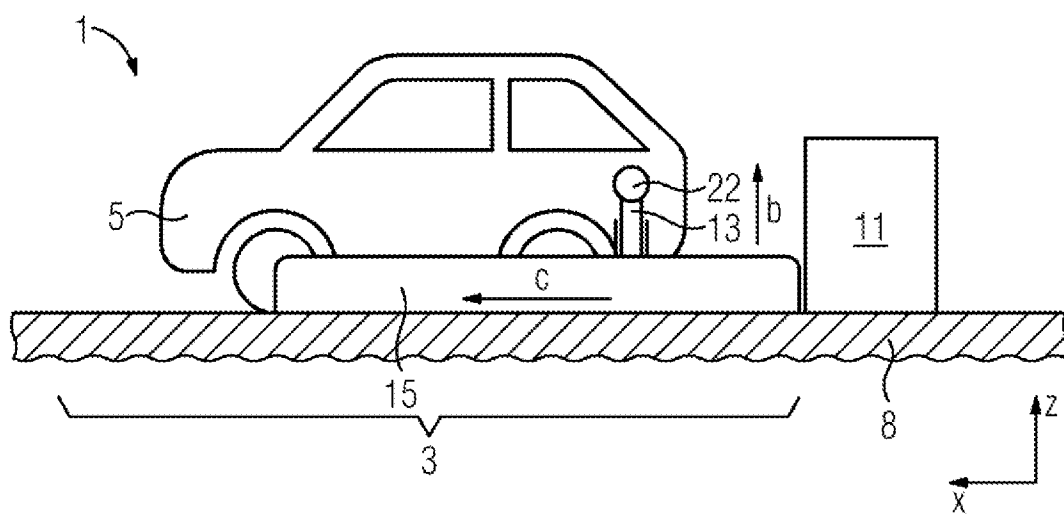
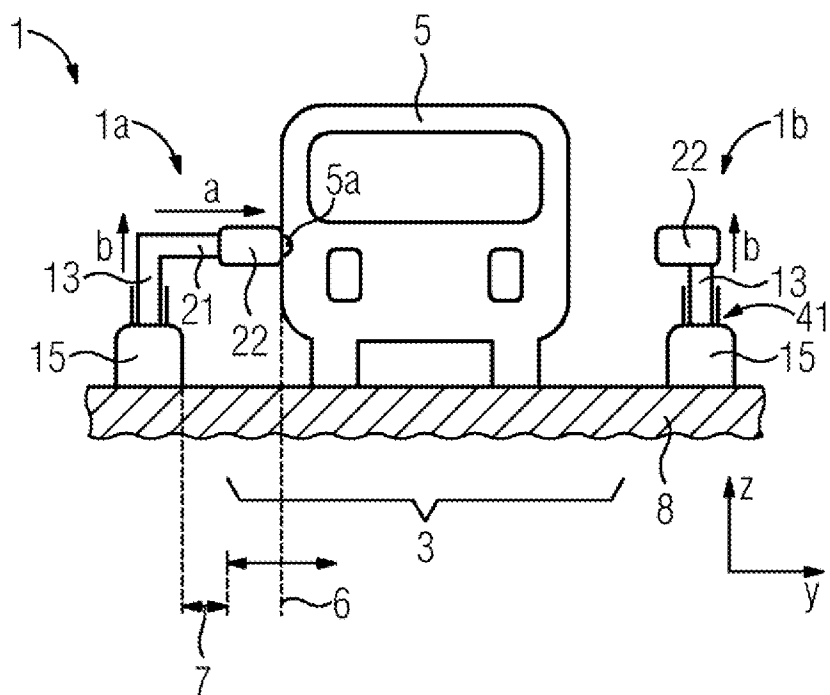


FIG 2



2/4

FIG 3



3/4

FIG 4

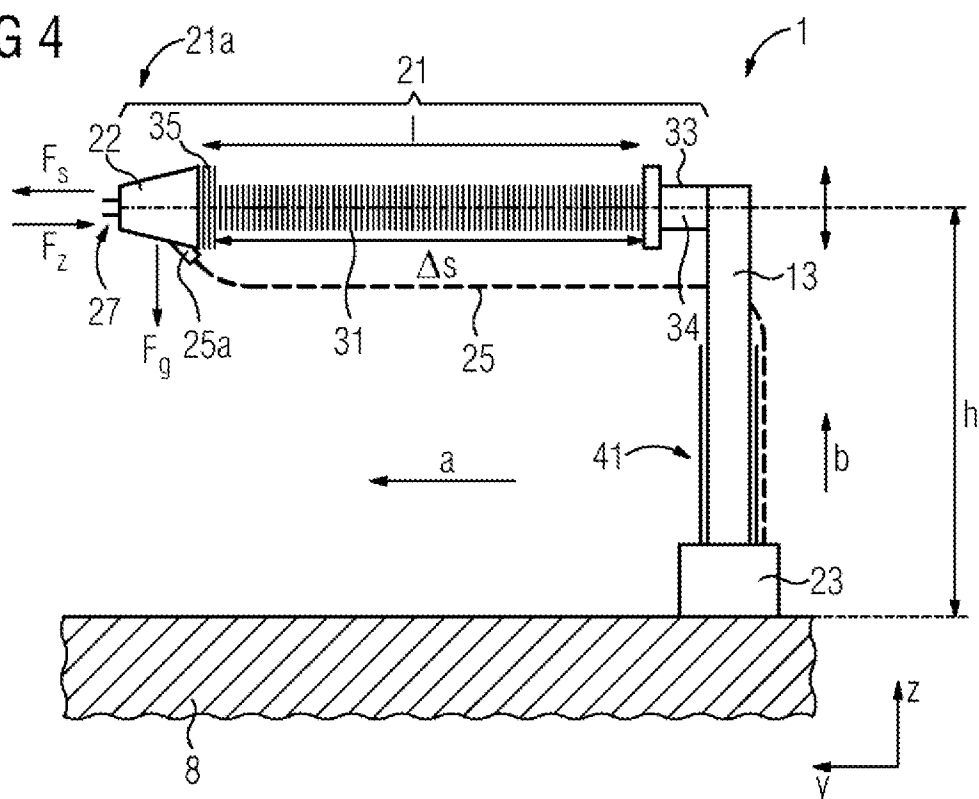
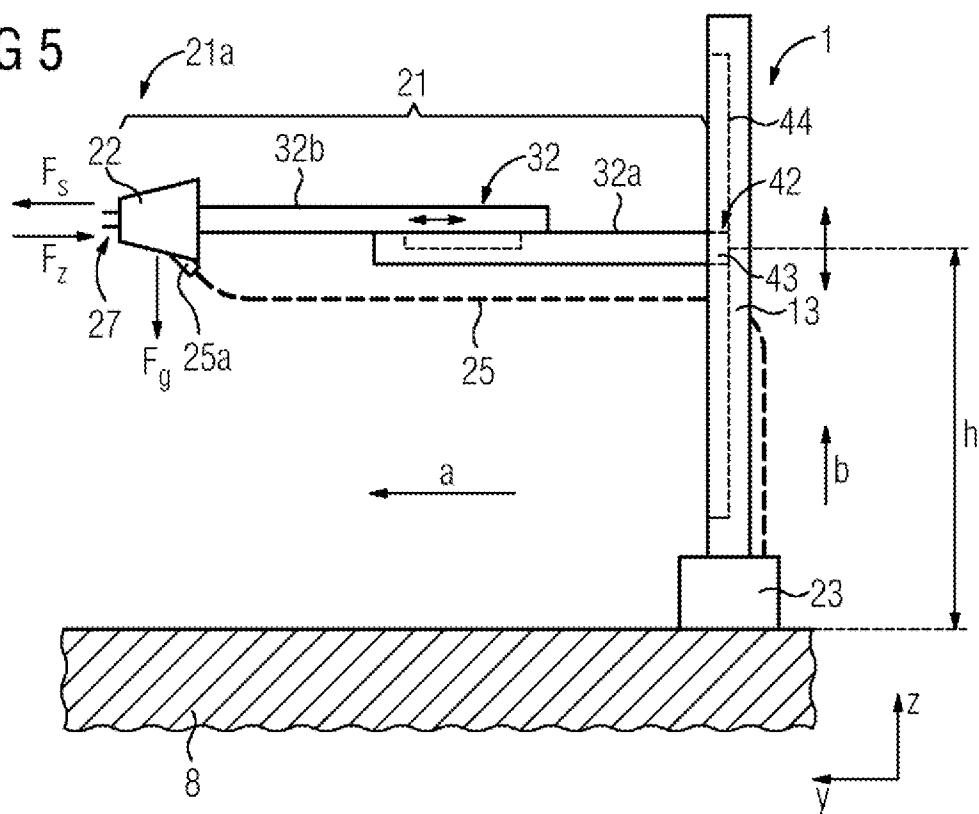


FIG 5



4/4

FIG 6

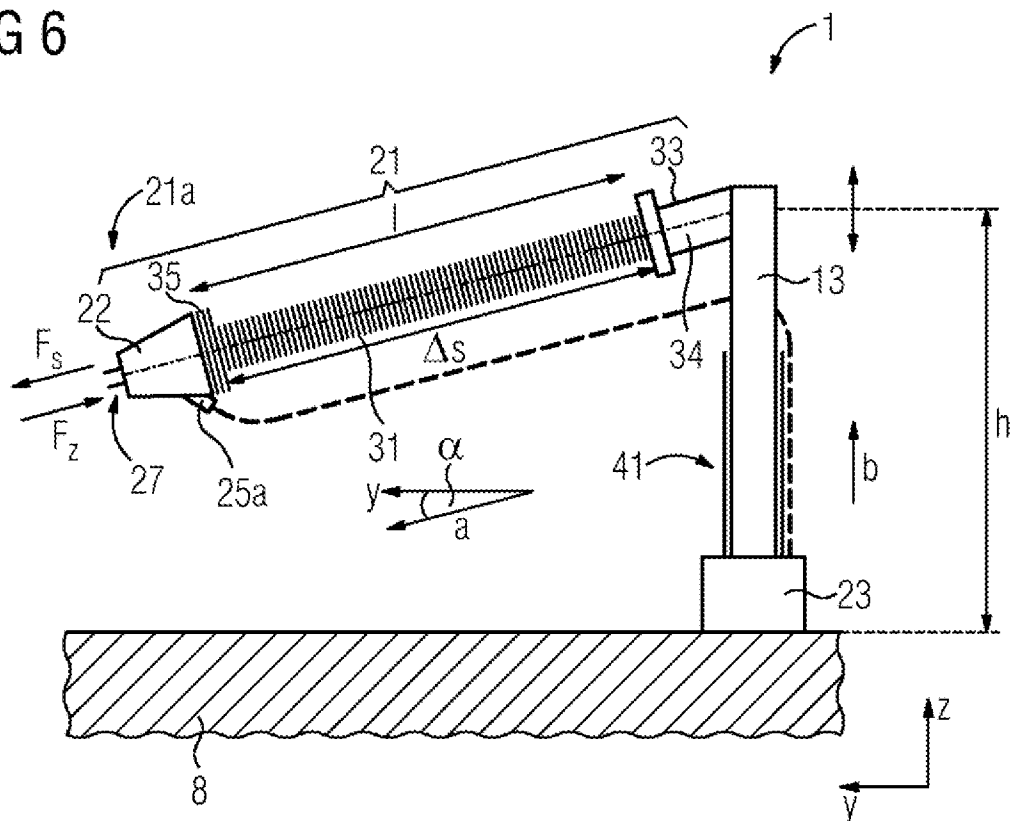
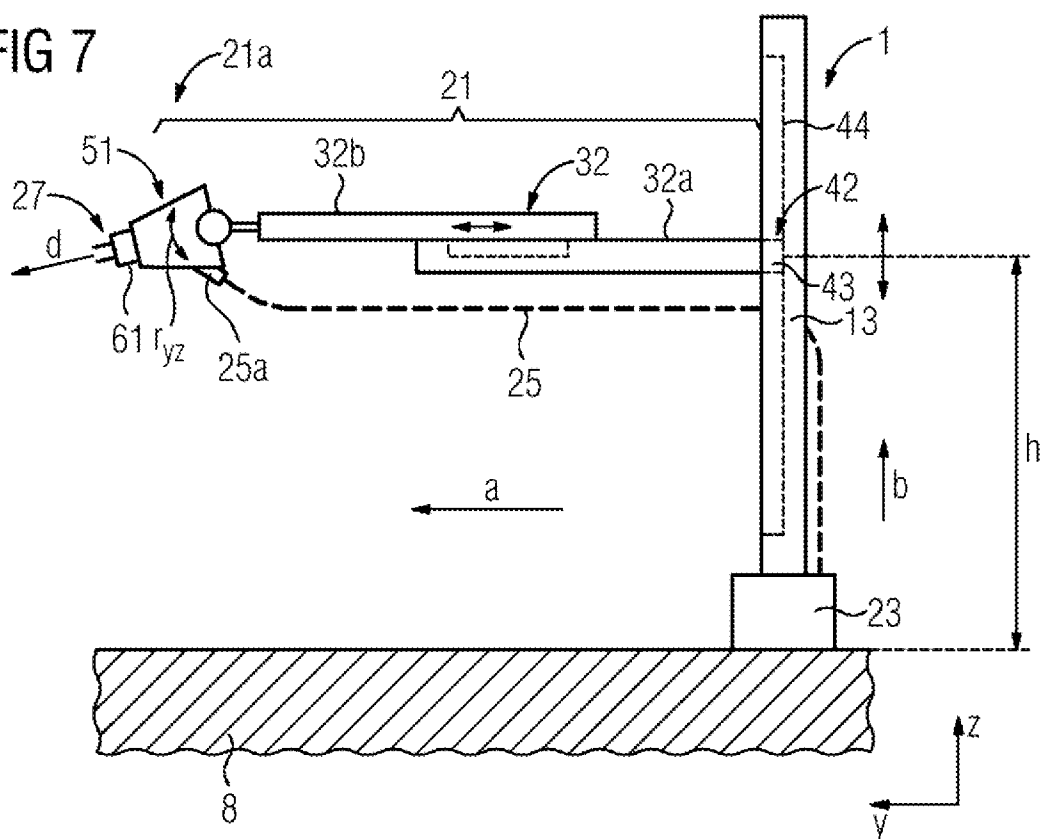


FIG 7



Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC: B60L 53/14 (2019.01); B60L 53/31 (2019.01); B60L 53/35 (2019.01); B60L 53/37 (2019.01)		
Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß CPC: B60L 53/14 (2022.02); B60L 53/31 (2019.02); B60L 53/35 (2020.01); B60L 53/37 (2019.02)		
Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation): B60L		
Konsultierte Online-Datenbank: Epodoc, WPIAP, X-Full		
Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 29.11.2022 eingereichten Ansprüchen 1-15 erstellt.		
Kategorie ^{*)}	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	CN 109228936 A (ROBOT YIWU ARTIFICIAL INTELLIGENCE INSTITUTE HARBIN INSTITUTE OF TECH) 18. Januar 2019 (18.01.2019) Zusammenfassung; Abbildungen 1, 3, 6, 7	1-7, 9-15
Y		8
Y	US 9056555 B1 (ZHOU) 16. Juni 2015 (16.06.2015) Zusammenfassung; Abbildung 5	8
X	US 2014354229 A1 (ZHAO et al) 04. Dezember 2014 (04.12.2014) Abbildungen 2-4; Absatz [0033]	1, 11-15
Y	US 2020031248 A1 (KWAK et al) 30. Januar 2020 (30.01.2020) Abbildungen 4-6, 8-10; Absätze [0010]-[0013], [0122]-[0130], [0171]-[0213]	1-7, 9-15
Y	WO 2008110899 A2 (AZIMUT BENETTI SPA) 18. September 2008 (18.09.2008) Abbildungen 1, 2; Seite 5, Zeile 27 - Seite 7, Zeile 1	1-7, 9-15
Datum der Beendigung der Recherche: 12.06.2024		Seite 1 von 1
		Prüfer(in): TORRE Palmiro
^{*)} Kategorien der angeführten Dokumente: X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung : der Anmeldungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden. Y Veröffentlichung von Bedeutung : der Anmeldungsgegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist.		
A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert. P Dokument, das von Bedeutung ist (Kategorien X oder Y), jedoch nach dem Prioritätstag der Anmeldung veröffentlicht wurde. E Dokument, das von besonderer Bedeutung ist (Kategorie X), aus dem ein „ älteres Recht “ hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen). & Veröffentlichung, die Mitglied der selben Patentfamilie ist.		