



(10) **DE 10 2015 206 037 B3** 2016.08.11

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2015 206 037.3**

(22) Anmeldetag: **02.04.2015**

(43) Offenlegungstag: –

(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **11.08.2016**

(51) Int Cl.: **B62M 25/08 (2006.01)**  
**B62M 9/123 (2010.01)**

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:  
**Schaeffler Technologies AG & Co. KG, 91074  
Herzogenaurach, DE**

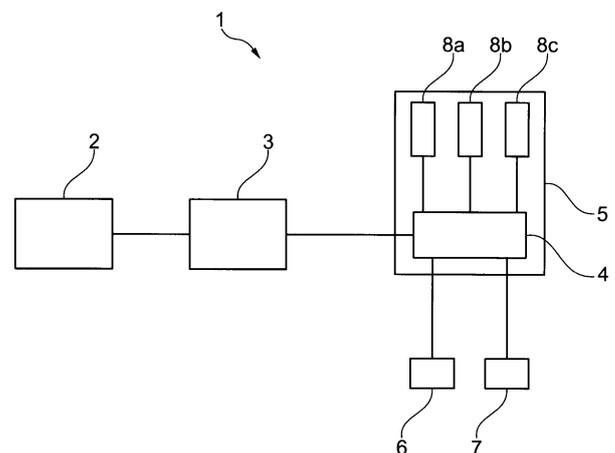
(56) Ermittelter Stand der Technik:

<b>DE</b>	<b>195 28 133</b>	<b>A1</b>
<b>EP</b>	<b>2 377 713</b>	<b>A1</b>

(72) Erfinder:  
**Kempe, Fabian, 91074 Herzogenaurach, DE;**  
**Herbrich, Matthias, 90766 Fürth, DE; Münch,**  
**Dagmar, 60327 Frankfurt, DE; Weippert, Ralf,**  
**97493 Bergtheinfeld, DE; Drescher, Thomas,**  
**96193 Wachenroth, DE**

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung und Verfahren zum automatischen Schalten eines Schaltgetriebes eines  
Fahrrades, sowie Verwendung der Vorrichtung**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung (1) und ein Verfahren zum automatischen Schalten eines Schaltgetriebes (2) eines Fahrrades, insbesondere eines Elektrofahrrades. Die Vorrichtung (1) umfasst mindestens einen Schaltaktuator (3) zur automatischen Betätigung des Schaltgetriebes (2), mindestens eine mit dem mindestens einen Schaltaktuator (3) verbundene Recheneinheit (4), eine mit der mindestens einen Recheneinheit (4) verbundene Bedien- und Anzeigeeinheit (5), mindestens einen Neigungswinkelsensor (6) zur Erfassung einer aktuellen Geländeneigung und mindestens einen weiteren Sensor (7) zur Erfassung einer aktuellen Fahrgeschwindigkeit des Fahrrades, wobei der mindestens eine Neigungswinkelsensor (6) und der mindestens eine weitere Sensor (7) mit der mindestens einen Recheneinheit (4) verbunden sind. In der mindestens einen Recheneinheit (4) ist ein auf Basis von drei Eingabewerten individualisierbarer Schaltalgorithmus hinterlegt, wobei die Eingabewerte vom Fahrradfahrer individuell eingegeben werden.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zum automatischen Schalten eines Schaltgetriebes eines Fahrrades, insbesondere eines Elektrofahrrades. Die Vorrichtung umfasst dabei mindestens einen Schaltaktuator zur automatischen Betätigung des Schaltgetriebes, mindestens eine mit dem mindestens einen Schaltaktuator verbundene Recheneinheit, eine mit der mindestens einen Recheneinheit verbundene Bedien- und Anzeigeeinheit, mindestens einen Neigungswinkelsensor zur Erfassung einer aktuellen Geländeneigung und mindestens einen weiteren Sensor zur Erfassung einer aktuellen Fahrgeschwindigkeit des Fahrrades, wobei der mindestens eine Neigungswinkelsensor und der mindestens eine weitere Sensor mit der mindestens einen Recheneinheit verbunden sind. Die Erfindung betrifft weiterhin eine Verwendung der Vorrichtung.

**[0002]** Derartige Vorrichtungen und Verfahren zum automatischen Schalten eines Schaltgetriebes eines Fahrrades sind bereits bekannt.

**[0003]** So offenbart die DE 195 28 133 A1 eine Vorrichtung zum last- und geschwindigkeitsabhängigen automatischen Schalten von Fahrrad-Gangschaltungen. Dabei werden an einen, am Fahrradlenker montierten Steuerrechner verschiedene elektrische Informationen, wie eine Fahrgeschwindigkeit, eine Tretkraft beziehungsweise ein Tretmoment, eine Steigung oder Neigung der Fahrbahn und eine Tretzahl oder Tretfrequenz übermittelt. Diese Informationen werden über am Fahrrad montierte elektrische Sensoren ermittelt, wobei unter anderem ein Neigungssensor vorhanden ist. Es wird im Steuerrechner eine momentane Lastsituation errechnet, die dieser Lastsituation am besten angepasste Getriebeübersetzung ermittelt und in Folge der entsprechende Gang automatisch am Fahrrad eingelegt. Der Steuerrechner verfügt dabei über eine Anzeigeeinheit für eine Anzeige der Fahrgeschwindigkeit, der Fahrstrecke, der Fahrzeit und des aktuell eingelegten Ganges. Um dem Fahrradfahrer eine Einflussmöglichkeit auf die ihm angebotene Getriebeübersetzung zu geben und eine manuelle Anpassung der automatisch eingestellten Getriebeübersetzung in Abhängigkeit seiner aktuellen Konstitution und Leistungsfähigkeit zu ermöglichen, ist ein Informationsgeber in Form einer Schaltereinheit am Lenker des Fahrrades vorhanden. Über diese Schaltereinheit kann der Fahrradfahrer unmittelbar in die Steuerung eingreifen und zwischen einer „leichten“, „normalen“ oder „schweren“ Übersetzung beziehungsweise Lastkurve wählen. Weiterhin kann ein „Einfrieren“ des aktuell gewählten Ganges erfolgen, um unerwünschte Gangwechsel zu unterdrücken. Der Steuerrechner übermittelt die Schaltsignale an mindestens einen Servosteller, der die Gangschaltung automatisch betätigt.

**[0004]** Die EP 2 377 713 A1 beschreibt ein Elektrofahrrad, bei welchem automatisch die benötigte Hilfsantriebskraft des elektrischen Motors, unter anderem in Abhängigkeit der Geländeneigung, ermittelt und zugeschaltet wird.

**[0005]** Es hat sich allerdings gezeigt, dass Fahrradfahrer derartige vorgefertigte Möglichkeiten zur Einflussnahme auf den Schaltvorgang als nicht ausreichend komfortabel empfinden und aufgrund ihrer individuellen Konstitution und Leistungsfähigkeit eine weiter diversifizierte und hochgradig individualisierte Einstellung des Schaltalgorithmus wünschen.

**[0006]** Es ist daher Aufgabe der Erfindung, eine Vorrichtung, eine Verwendung einer Vorrichtung und ein Verfahren zum automatischen Schalten eines Schaltgetriebes eines Fahrrades bereitzustellen, mit welchen eine individuellere Anpassung der Schaltstrategie an die persönlichen Bedürfnisse des jeweiligen Fahrradfahrers ermöglicht wird.

**[0007]** Die Aufgabe wird für die Vorrichtung zum automatischen Schalten eines Schaltgetriebes eines Fahrrades, insbesondere eines Elektrofahrrades, umfassend mindestens einen Schaltaktuator zur automatischen Betätigung des Schaltgetriebes, mindestens eine mit dem mindestens einen Schaltaktuator verbundene Recheneinheit, eine mit der mindestens einen Recheneinheit verbundene Bedien- und Anzeigeeinheit, mindestens einen Neigungswinkelsensor zur Erfassung einer aktuellen Geländeneigung und mindestens einen weiteren Sensor zur Erfassung einer aktuellen Fahrgeschwindigkeit des Fahrrades, wobei der mindestens eine Neigungswinkelsensor und der mindestens eine weitere Sensor mit der mindestens einen Recheneinheit verbunden sind, dadurch gelöst, dass die Bedien- und Anzeigeeinheit

- eine erste Eingabeeinrichtung zur Eingabe eines ersten Eingabewertes E1 in Form eines Ganges des Schaltgetriebes zum Anfahren auf einer ebenen Fahrbahn bereitstellt,
- eine zweite Eingabeeinrichtung zur Eingabe eines zweiten Eingabewertes E2 in Form einer Fahrgeschwindigkeit des Fahrrades bereitstellt, bei welcher auf ebener Fahrbahn in einen maximalen Gang des Schaltgetriebes geschaltet wird,
- eine dritte Eingabeeinrichtung zur Eingabe eines dritten Eingabewertes E3 in Form einer weiteren Fahrgeschwindigkeit des Fahrrades aufweist, bei welcher auf einer Fahrbahn mit einer positiven Geländeneigung in einen für diese Geländeneigung maximalen Gang geschaltet wird, und wobei

in der mindestens einen Recheneinheit ein auf Basis des ersten, zweiten und dritten Eingabewertes individualisierbarer Schaltalgorithmus hinterlegt ist.

**[0008]** Die Vorrichtung ermöglicht die Eingabe von individuellen Eingabewerten zur Beeinflussung einer Schaltstrategie zum automatischen Schalten des Schaltgetriebes eines Fahrrads. Es ist eine Vorrichtung vorhanden, die eine an die Konstitution und Leistungsfähigkeit des individuellen Fahrradfahrers anpassbare, individuelle Schaltstrategie ermöglicht, die der optimalen Schaltstrategie, die der Fahrradfahrer bei einer manuellen Einstellung des Schaltgetriebes wählen würde, besonders nahe kommt. Dadurch wird das Bedürfnis zur Einflussnahme auf die Schaltstrategie während der Fahrt vermindert und die Fahrsicherheit und der Fahrkomfort signifikant gesteigert.

**[0009]** Der Schaltaktuator ist dabei insbesondere durch einen Linearschaltaktuator gebildet. Dieser besitzt eine besondere schlanke und langgestreckte Bauform, so dass eine Integration in den Rahmen eines Fahrrades und eine elektrische Anbindung an die Recheneinheit problemlos möglich ist.

**[0010]** Die mindestens eine Recheneinheit ist vorzugsweise in die Bedien- und Anzeigeeinheit integriert angeordnet, kann alternativ aber auch im Rahmen des Fahrrades vorgesehen werden.

**[0011]** Besonders bevorzugt ist es dabei, wenn zumindest die zweite Eingabeeinrichtung und/oder zumindest die dritte Eingabeeinrichtung durch einen Schieberegler gebildet ist. Weiterhin kann aber auch die erste Eingabeeinrichtung mittels eines Schiebereglers bereitgestellt sein. Dies ermöglicht eine schnelle und unkomplizierte Eingabe der die Schaltstrategie individualisierenden Eingabewerte durch den Fahrradfahrer, falls tatsächlich notwendig auch während der Fahrt.

**[0012]** Besonders bevorzugt ist es dabei, wenn die Bedien- und Anzeigeeinheit eine graphische Simulation eines Schiebereglers bereitstellt. Dies ist insbesondere dann von Vorteil, wenn als Bedien- und Anzeigeeinheit ein Mobilgerät mit Touchscreen, insbesondere ein Smartphone, eingesetzt wird, wobei die Eingabeeinrichtungen über eine mobile App bereitgestellt und die Eingabewerte durch diese mobile App abgefragt werden. Der Fahrradfahrer gibt die seinerseits gewünschten Eingabewerte ein, auf deren Basis der in der mindestens einen Recheneinheit hinterlegte Schaltalgorithmus modifiziert und individualisiert wird.

**[0013]** Dabei hat es sich bewährt, wenn die Bedien- und Anzeigeeinheit weiterhin eingerichtet ist, dem Fahrradfahrer ausgewählte aktuelle Fahrdaten, wie die Fahrgeschwindigkeit, die Geländeneigung, die zurückgelegte Fahrstrecke, die Fahrzeit, die Fahrroute, gegebenenfalls zusammen mit Fahrtrichtungshinweisen wie bei einem Navigationsgerät, den eingelegten Gang usw. anzuzeigen. Um eine Navigations-

funktion zu erfüllen, ist in die Bedien- und Anzeigeeinheit bevorzugt eine GPS-Einheit integriert.

**[0014]** Die mindestens eine Recheneinheit ist vorzugsweise eingerichtet, mit Hilfe des ersten Eingabewertes E1, des zweiten Eingabewertes E2 und des dritten Eingabewertes E3 eine Ebene in einem dreidimensionalen Koordinatensystem mit den Koordinaten  $x$ ,  $y$  und  $z$  zu definieren, wobei die  $x$ -Koordinate einer Fahrgeschwindigkeit entspricht, wobei die  $y$ -Koordinate einem Gang des Schaltgetriebes entspricht und wobei die  $z$ -Koordinate einer Geländeneigung entspricht. Dabei ist der in der Recheneinheit hinterlegte Schaltalgorithmus auf Basis der definierten Ebene individualisierbar und die mindestens eine Recheneinheit ist eingerichtet, ein Schaltsignal zum Schalten des Schaltgetriebes in einen anderen Gang an den mindestens einen Schaltaktuator auszugeben, wenn ein aktueller Fahrzustand, der durch die aktuelle Fahrgeschwindigkeit, einen aktuell gewählten Gang des Schaltgetriebes und die aktuelle Geländeneigung bestimmt ist, in der definierten Ebene liegt oder sich der definierten Ebene annähert.

**[0015]** Die Ebene wird aus den drei Eingabewerten E1, E2, E3 berechnet, wobei insbesondere eine Hessesche Normalform der Ebenengleichung gewählt wird. Die Ebenengleichung wird als Basis für die individualisierte Schaltstrategie in der mindestens einen Recheneinheit hinterlegt.

**[0016]** Die Position einzelner Schaltpunkte beim Durchschalten vom ersten bis zum höchsten Gang ergibt sich dabei auf Basis einer Geraden zwischen dem Anfahrpunkt bei einer Startgeschwindigkeit von 0 km/h und einem Fahrpunkt mit einer Geschwindigkeit  $v$ , bei der in den höchsten Gang geschaltet wird, indem die Schaltpunkte vorzugsweise äquidistant auf der Geraden verteilt angeordnet werden. Es kann aber auch eine nicht äquidistante Verteilung der Schaltpunkte gewählt werden. Dies ermöglicht eine an den individuellen Fahrradfahrer weiter angepasste individuelle Schaltstrategie.

**[0017]** Eine Verwendung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zum automatischen Schalten eines Schaltgetriebes eines Fahrrades, insbesondere eines Elektrofahrrades, hat sich bewährt. Das Elektrofahrrad ist dabei insbesondere durch ein Pedelec oder ein E-Bike gebildet. Ein Pedelec (= Pedal Electric Cycle) ist ein Typ eines Elektrofahrrades, bei welchem ein Elektroantrieb den Fahrradfahrer beim Treten unterstützt. Ein E-Bike ist ein weiterer Typ eines Elektrofahrrades, bei dem ein vorhandener Elektroantrieb mittels eines Drehgriffs am Lenker des Fahrrads gesteuert wird.

**[0018]** Die Aufgabe wird für das Verfahren zum automatischen Schalten eines Schaltgetriebes eines Fahrrades, insbesondere eines Elektrofahrrades,

umfassend eine erfindungsgemäße Vorrichtung, mit folgenden Schritten gelöst:

- Auswahl eines Ganges des Schaltgetriebes zum Anfahren auf einer ebenen Fahrbahn mittels der ersten Eingabeeinrichtung;
- Auswahl einer Fahrgeschwindigkeit des Fahrrades, bei welcher auf ebener Fahrbahn in einen maximalen Gang des Schaltgetriebes geschaltet wird, mittels der zweiten Eingabeeinrichtung;
- Auswahl einer weiteren Fahrgeschwindigkeit des Fahrrades, bei welcher auf einer Fahrbahn mit einer positiven Geländeneigung in einen für diese Geländeneigung maximalen Gang geschaltet wird, mittels der dritten Eingabeeinrichtung;
- Erfassen der aktuellen Geländeneigung mittels des mindestens einen Neigungswinkelsensors;
- Erfassen der aktuellen Fahrgeschwindigkeit mittels des mindestens einen weiteren Sensors;
- Erfassen des aktuell eingestellten Ganges des Schaltgetriebes;
- Bestimmung eines Schaltzeitpunktes zum Schalten des Schaltgetriebes in Abhängigkeit der aktuellen Geländeneigung, des aktuellen Ganges und der aktuellen Fahrgeschwindigkeit in einen anderen Gang,
- Individualisieren des in der mindestens einen Recheneinheit hinterlegten Schaltalgorithmus auf Basis des ersten, zweiten und dritten Eingabewertes; und
- Übermitteln eines Schaltsignals zum Schalten des Schaltgetriebes in einen anderen Gang von der Recheneinheit an den mindestens einen Schaltaktuator auf Basis des individualisierten Schaltalgorithmus.

**[0019]** Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht eine schnelle und unkomplizierte Wahl einer an den individuellen Fahrradfahrer angepassten individuellen Schaltstrategie, die der optimalen Schaltstrategie, die der Fahrradfahrer bei einer manuellen Einstellung des Schaltgetriebes wählen würde, besonders nahe kommt. Dies reduziert die manuell notwendigen Eingriffe des Fahrradfahrers in die Schaltstrategie während der Fahrt und erhöht damit den Fahrkomfort und die Fahrsicherheit.

**[0020]** Mittels der Recheneinheit wird insbesondere auf Basis des ersten Eingabewertes E1, des zweiten Eingabewertes E2 und des dritten Eingabewertes E3 eine Ebene in einem dreidimensionalen Koordinatensystem mit den Koordinaten  $x$ ,  $y$  und  $z$  definiert, wobei die  $x$ -Koordinate einer Fahrgeschwindigkeit entspricht, wobei die  $y$ -Koordinate einem Gang des Schaltgetriebes entspricht und wobei die  $z$ -Koordinate einer Geländeneigung entspricht, und wobei die mindestens eine Recheneinheit ein Schaltsignal zum Schalten des Schaltgetriebes in einen anderen Gang an den mindestens einen Schaltaktuator ausgibt, wenn ein aktueller Fahrzustand der durch die aktuelle Fahrgeschwindigkeit, einen aktuell gewähl-

ten Gang des Schaltgetriebes und die aktuelle Geländeneigung bestimmt ist, in der definierten Ebene liegt oder sich der definierten Ebene annähert.

**[0021]** Die Ebene wird aus den drei Eingabewerten ermittelt, wobei insbesondere eine Hessesche Normalform der Ebenengleichung gewählt wird. Die Ebenengleichung wird als Basis für die individualisierte Schaltstrategie in der mindestens einen Recheneinheit hinterlegt.

**[0022]** Für das Verfahren hat es sich bewährt, wenn eine Reihe von aufeinanderfolgenden Fahrzuständen ermittelt werden und aus diesen ein zukünftiger Fahrzustandsverlauf prognostiziert wird. Bei einer prognostizierten Annäherung des Fahrzustandsverlaufs an die definierte Ebene wird das Schaltsignal zum Schalten des Schaltgetriebes in einen anderen Gang von der Recheneinheit an den mindestens einen Schaltaktuator übermittelt. Der Fahrkomfort für den Fahrradfahrer wird durch eine derartige Berücksichtigung der aktuellen Fahrdynamik weiter erhöht.

**[0023]** Insbesondere wird bei einer Annäherung des aktuellen Fahrzustandes oder des prognostizierten Fahrzustandsverlaufs an die definierte Ebene von oberhalb der Ebene ein Schaltsignal zum Schalten des Schaltgetriebes in einen nächsttieferen Gang an den Schaltaktuator übermittelt. Bei einer Annäherung des aktuellen Fahrzustandes oder des prognostizierten Fahrzustandsverlaufs an die definierte Ebene von unterhalb der Ebene wird ein Schaltsignal zum Schalten des Schaltgetriebes in einen nächsthöheren Gang an den Schaltaktuator übermittelt. Dies ermöglicht ein flüssiges automatisches Schalten auch bei stark wechselndem Fahrgelände.

**[0024]** Die Fig. 1 bis Fig. 3 sollen eine erfindungsgemäße Vorrichtung sowie ein erfindungsgemäßes Verfahren beispielhaft erläutern. So zeigt:

**[0025]** Fig. 1 schematisch eine Vorrichtung zum automatischen Schalten eines Schaltgetriebes eines Fahrrades;

**[0026]** Fig. 2 eine Darstellung einer aus drei individuellen Eingabewerten E1, E2, E3 definierten Ebene in einem dreidimensionalen Koordinatensystem; und

**[0027]** Fig. 3 ein Fahrrad mit einer Vorrichtung gemäß Fig. 1.

**[0028]** Fig. 1 zeigt schematisch eine Vorrichtung 1 zum automatischen Schalten eines Schaltgetriebes 2 eines Fahrrades 100 (vergleiche Fig. 3) umfassend einen Schaltaktuator 3 zur automatischen Betätigung des Schaltgetriebes 2, eine mit dem Schaltaktuator 3 verbundene Recheneinheit 4 und eine mit der Recheneinheit 4 verbundene Bedien- und Anzeigeeinheit 5. Die Recheneinheit 4 ist hier in die Bedien- und

Anzeigeeinheit **5** integriert angeordnet, kann aber auch getrennt davon angeordnet und drahtlos oder über eine elektrische Leitung datentechnisch mit der Bedien- und Anzeigeeinheit **5** verbunden sein. Weiterhin umfasst die Vorrichtung **1** einen Neigungswinkelsensor **6** zur Erfassung einer aktuellen Geländeneigung  $p$  und einen weiteren Sensor **7** zur Erfassung einer aktuellen Fahrgeschwindigkeit  $v$  des Fahrrades **100**, wobei der Neigungswinkelsensor **6** und der weitere Sensor **7** mit der Recheneinheit **4** verbunden sind.

**[0029]** Die Bedien- und Anzeigeeinheit **5** stellt eine erste Eingabeeinrichtung **8a** zur Eingabe eines ersten Eingabewertes  $E_1$  (vergleiche **Fig. 2**) in Form eines Ganges  $n$  des Schaltgetriebes **2** zum Anfahren auf einer ebenen Fahrbahn, das heißt bei einer Geländeneigung  $p = 0\%$ , bereit. Die Bedien- und Anzeigeeinheit **5** stellt weiterhin eine zweite Eingabeeinrichtung **8b** zur Eingabe eines zweiten Eingabewertes  $E_2$  in Form einer Fahrgeschwindigkeit  $v_1$  des Fahrrades **100** bereit, bei welcher auf ebener Fahrbahn, das heißt bei einer Geländeneigung  $p = 0\%$ , in einen maximalen Gang  $n$  des Schaltgetriebes **2** geschaltet wird. Die Bedien- und Anzeigeeinheit **5** stellt eine dritte Eingabeeinrichtung **8c** zur Eingabe eines dritten Eingabewertes  $E_3$  in Form einer weiteren Fahrgeschwindigkeit  $v_2$  des Fahrrades **100** bereit, bei welcher auf einer Fahrbahn  $F$  (vergleiche **Fig. 3**) mit einer positiven Geländeneigung  $p$  in einen für diese Geländeneigung  $p$  maximalen beziehungsweise optimalen Gang  $n$  geschaltet wird. In der Recheneinheit **4** ist ein auf Basis des ersten, zweiten und dritten Eingabewertes  $E_1$ ,  $E_2$ ,  $E_3$  individualisierbarer Schaltalgorithmus hinterlegt.

**[0030]** **Fig. 2** zeigt eine Darstellung einer aus drei individuellen Eingabewerten  $E_1$ ,  $E_2$ ,  $E_3$  definierten Ebene in einem dreidimensionalen Koordinatensystem. Dabei ist ein dreidimensionales Koordinatensystem mit den Koordinaten  $x$ ,  $y$  und  $z$  dargestellt, wobei die  $x$ -Koordinate einer Fahrgeschwindigkeit  $v$  in km/h entspricht, wobei die  $y$ -Koordinate einem Gang  $n$  des Schaltgetriebes **2** (vergleiche **Fig. 1**) entspricht und wobei die  $z$ -Koordinate einer Geländeneigung  $p$  in % entspricht. Hier ist ein Schaltgetriebe **2** mit  $n = 8$  Gängen vorhanden. Der erste Eingabewert  $E_1$  ist hier durch den Fahrradfahrer in Form eines Ganges  $n = 5$  des Schaltgetriebes **2** zum Anfahren auf einer ebenen Fahrbahn mit einer Geländeneigung  $p = 0\%$  festgelegt worden. Der zweite Eingabewert  $E_2$  ist hier durch den Fahrradfahrer in Form einer Fahrgeschwindigkeit  $v_1 = 25$  km/h des Fahrrades festgelegt worden, bei welcher auf ebener Fahrbahn mit einer Geländeneigung  $p = 0\%$  in einen maximalen Gang  $n = 8$  des Schaltgetriebes **2** geschaltet werden soll. Der dritte Eingabewert  $E_3$  ist hier durch den Fahrradfahrer in Form einer weiteren Fahrgeschwindigkeit  $v_2 = 0$  km/h des Fahrrades festgelegt worden, bei welcher auf einer Fahrbahn mit einer positiven Geländenei-

gung, hier von  $p = 9\%$ , in einen für die Geländeneigung maximalen beziehungsweise optimalen Gang  $n = 1$  des Schaltgetriebes **2** geschaltet werden soll. Der „maximale“ Gang ist logischer Weise in der Ebene  $E$  ein anderer Gang  $n$  des Schaltgetriebes **2** als der maximale beziehungsweise optimale Gang bei einer positiven Geländeneigung beziehungsweise Steigung von beispielsweise  $9\%$ .

**[0031]** Die drei Eingabewerte  $E_1$ ,  $E_2$ ,  $E_3$  definieren drei Punkte im dreidimensionalen Koordinatensystem, durch die die Ebene  $E$  aufgespannt wird. Der in der Recheneinheit **4** hinterlegte Schaltalgorithmus wird auf Basis der definierten Ebene  $E$  individualisiert. Die Recheneinheit **4** ist eingerichtet, ein Schaltsignal zum Schalten des Schaltgetriebes **2** in einen anderen Gang  $n$  an den mindestens einen Schaltaktuator **3** auszugeben, wenn ein aktueller Fahrzustand, der durch die aktuelle Fahrgeschwindigkeit  $v$ , einen aktuell gewählten Gang  $n$  des Schaltgetriebes **2** und die aktuelle Geländeneigung  $p$  bestimmt ist, in der definierten Ebene  $E$  liegt oder sich der definierten Ebene  $E$  annähert. Es wird bevorzugt eine Reihe von aufeinanderfolgenden Fahrzuständen ermittelt und aus diesen ein zukünftiger Fahrzustandsverlauf prognostiziert. Bei einer prognostizierten Annäherung des Fahrzustandsverlaufs an die definierte Ebene  $E$  wird ein Schaltsignal zum Schalten des Schaltgetriebes **2** in einen anderen Gang  $n$  von der mindestens einen Recheneinheit **4** an den mindestens einen Schaltaktuator **3** übermittelt. Bei einer Annäherung des aktuellen Fahrzustandes oder des prognostizierten Fahrzustandsverlaufs an die definierte Ebene  $E$  von oberhalb der Ebene  $E$  wird ein Schaltsignal zum Schalten des Schaltgetriebes **2** in einen nächsttieferen Gang  $n - 1$  an den Schaltaktuator **3** übermittelt. Bei einer Annäherung des aktuellen Fahrzustandes oder des prognostizierten Fahrzustandsverlaufs an die definierte Ebene  $E$  von unterhalb der Ebene  $E$  wird ein Schaltsignal zum Schalten des Schaltgetriebes **2** in einen nächsthöheren Gang  $n + 1$  an den Schaltaktuator **3** übermittelt.

**[0032]** **Fig. 3** zeigt ein Fahrrad **100** mit einer Vorrichtung gemäß **Fig. 1**. Gleiche Bezugszeichen wie in **Fig. 1** kennzeichnen gleiche Elemente. Das Fahrrad **100** befindet sich auf einer Fahrbahn  $F$ , die eine Geländeneigung  $p$ , hier eine negative Geländeneigung beziehungsweise ein Gefälle, aufweist. Die Bedien- und Anzeigeeinheit **5** der Vorrichtung ist hier am Lenker **10** des Fahrrades **100** angeordnet, kann aber auch am Rahmen **11** des Fahrrades **100** angeordnet sein, wobei eine Anordnung im Sicht- und Bedienbereich des Fahrradfahrers bevorzugt ist. Das Fahrrad **100** weist eine Energieversorgungseinrichtung **9** auf, welche zur Versorgung des Schaltactuators **3** dient und weiterhin zur elektrischen Versorgung der Bedien- und Anzeigeeinheit **5** sowie der hier nicht gesondert dargestellten Recheneinheit **4** (vergleiche **Fig. 1**) dienen kann. Alternativ können die Bedien-

und Anzeigeeinheit **5** und die Recheneinheit **4** auch über eine Batterie der Bedien- und Anzeigeeinheit **5** versorgt werden.

**[0033]** Die in den **Fig. 1** bis **Fig. 3** dargestellten Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Vorrichtung und des erfindungsgemäßen Verfahrens sind lediglich beispielhaft gewählt. So können mehrere Schaltaktuatoren und/oder mehrere Recheneinheiten, gegebenenfalls auch mehrere Bedien- und Anzeigeeinheit vorhanden sein.

#### Bezugszeichenliste

<b>1</b>	Vorrichtung
<b>2</b>	Schaltgetriebe
<b>3</b>	Schaltaktor
<b>4</b>	Recheneinheit
<b>5</b>	Bedien- und Anzeigeeinheit
<b>6</b>	Neigungswinkelsensor
<b>7</b>	weiterer Sensor
<b>8a</b>	erste Eingabeeinrichtung
<b>8b</b>	zweite Eingabeeinrichtung
<b>8c</b>	dritte Eingabeeinrichtung
<b>9</b>	Energieversorgungseinrichtung
<b>10</b>	Lenker
<b>11</b>	Rahmen
<b>100</b>	Fahrrad
<b>E1</b>	erster Eingabewert
<b>E2</b>	zweiter Eingabewert
<b>E3</b>	dritter Eingabewert
<b>E</b>	Ebene
<b>F</b>	Fahrbahn
<b>n</b>	Gang des Schaltgetriebes
<b>v</b>	Fahrgeschwindigkeit
<b>p</b>	Geländeneigung

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung (**1**) zum automatischen Schalten eines Schaltgetriebes (**2**) eines Fahrrades (**100**), insbesondere eines Elektrofahrrades, umfassend mindestens einen Schaltaktor (**3**) zur automatischen Betätigung des Schaltgetriebes (**2**), mindestens eine mit dem mindestens einen Schaltaktor (**3**) verbundene Recheneinheit (**4**), eine mit der mindestens einen Recheneinheit (**4**) verbundene Bedien- und Anzeigeeinheit (**5**), mindestens einen Neigungswinkelsensor (**6**) zur Erfassung einer aktuellen Geländeneigung ( $p$ ) und mindestens einen weiteren Sensor (**7**) zur Erfassung einer aktuellen Fahrgeschwindigkeit ( $v$ ) des Fahrrades (**100**), wobei der mindestens eine Neigungswinkelsensor (**6**) und der mindestens eine weitere Sensor (**7**) mit der mindestens einen Recheneinheit (**4**) verbunden sind, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bedien- und Anzeigeeinheit (**5**)

- eine erste Eingabeeinrichtung (**8a**) zur Eingabe eines ersten Eingabewertes ( $E1$ ) in Form eines Gan-

ges ( $n$ ) des Schaltgetriebes (**2**) zum Anfahren auf einer ebenen Fahrbahn ( $F$ ) bereitstellt,

- eine zweite Eingabeeinrichtung (**8b**) zur Eingabe eines zweiten Eingabewertes ( $E2$ ) in Form einer Fahrgeschwindigkeit ( $v$ ) des Fahrrades (**100**) bereitstellt, bei welcher auf ebener Fahrbahn ( $F$ ) in einen maximalen Gang ( $n$ ) des Schaltgetriebes (**2**) geschaltet wird;

- eine dritte Eingabeeinrichtung (**8c**) zur Eingabe eines dritten Eingabewertes ( $E3$ ) in Form einer weiteren Fahrgeschwindigkeit ( $v$ ) des Fahrrades (**100**) aufweist, bei welcher auf einer Fahrbahn ( $F$ ) mit einer positiven Geländeneigung ( $p$ ) in einen für diese Geländeneigung ( $p$ ) maximalen Gang ( $n$ ) geschaltet wird; und

wobei in der mindestens einen Recheneinheit (**4**) ein auf Basis des ersten, zweiten und dritten Eingabewertes ( $E1$ ,  $E2$ ,  $E3$ ) individualisierbarer Schaltalgorithmus hinterlegt ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest die zweite Eingabeeinrichtung (**8b**) und/oder zumindest die dritte Eingabeeinrichtung (**8c**) durch einen Schieberegler gebildet ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bedien- und Anzeigeeinheit (**5**) eine graphische Simulation des Schiebereglers bereitstellt.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die mindestens eine Recheneinheit (**4**) eingerichtet ist, mit Hilfe des ersten Eingabewertes ( $E1$ ), des zweiten Eingabewertes ( $E2$ ) und des dritten Eingabewertes ( $E3$ ) eine Ebene ( $E$ ) in einem dreidimensionalen Koordinatensystem mit den Koordinaten  $x$ ,  $y$  und  $z$  zu definieren, wobei die  $x$ -Koordinate einer Fahrgeschwindigkeit ( $v$ ) entspricht, wobei die  $y$ -Koordinate einem Gang ( $n$ ) des Schaltgetriebes (**2**) entspricht und wobei die  $z$ -Koordinate einer Geländeneigung ( $p$ ) entspricht, dass der in der Recheneinheit (**4**) hinterlegte Schaltalgorithmus auf Basis der definierten Ebene ( $E$ ) individualisierbar ist, und dass die mindestens eine Recheneinheit (**4**) eingerichtet ist, ein Schaltsignal zum Schalten des Schaltgetriebes (**2**) in einen anderen Gang ( $n$ ) an den mindestens einen Schaltaktor (**3**) auszugeben, wenn ein aktueller Fahrzustand, der durch die aktuelle Fahrgeschwindigkeit ( $v$ ), einen aktuell gewählten Gang ( $n$ ) des Schaltgetriebes (**2**) und die aktuelle Geländeneigung ( $p$ ) bestimmt ist, in der definierten Ebene ( $E$ ) liegt oder sich der definierten Ebene ( $E$ ) annähert.

5. Verfahren zum automatischen Schalten eines Schaltgetriebes (**2**) eines Fahrrades (**100**), insbesondere eines Elektrofahrrades, umfassend eine Vorrichtung (**1**) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, mit folgenden Schritten:

- Auswahl eines Ganges (n) des Schaltgetriebes (2) zum Anfahren auf einer ebenen Fahrbahn (F) mittels der ersten Eingabeeinrichtung (8a);
- Auswahl einer Fahrgeschwindigkeit (v) des Fahrrades (100), bei welcher auf ebener Fahrbahn (F) in einen maximalen Gang (n) des Schaltgetriebes (2) geschaltet wird, mittels der zweiten Eingabeeinrichtung (8b);
- Auswahl einer weiteren Fahrgeschwindigkeit (v) des Fahrrades (100), bei welcher auf einer Fahrbahn (F) mit einer positiven Geländeneigung ( $\rho$ ) in den für diese Geländeneigung ( $\rho$ ) maximalen Gang (n) geschaltet wird, mittels der dritten Eingabeeinrichtung (8c);
- Erfassen der aktuellen Geländeneigung ( $\rho$ ) mittels des mindestens einen Neigungswinkelsensors (6);
- Erfassen der aktuellen Fahrgeschwindigkeit (v) mittels des mindestens einen weiteren Sensors (7);
- Erfassen des aktuell eingestellten Ganges (n) des Schaltgetriebes (2);
- Bestimmung eines Schaltzeitpunktes zum Schalten des Schaltgetriebes (2) in Abhängigkeit der aktuellen Geländeneigung ( $\rho$ ), des aktuellen Ganges (n) und der aktuellen Fahrgeschwindigkeit (v) in einen anderen Gang (n),
- Individualisieren des in der mindestens einen Recheneinheit (4) hinterlegten Schaltalgorithmus auf Basis des ersten, zweiten und dritten Eingabewertes (E1, E2, E3), und
- Übermitteln eines Schaltsignals zum Schalten des Schaltgetriebes (2) in einen anderen Gang (n) von der Recheneinheit (4) an den mindestens einen Schaltaktuator (3) auf Basis des individualisierten Schaltalgorithmus.

6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass mittels der Recheneinheit (4) auf Basis des ersten Eingabewertes (E1), des zweiten Eingabewertes (E2) und des dritten Eingabewertes (E3) eine Ebene (E) in einem dreidimensionalen Koordinatensystem mit den Koordinaten x, y und z definiert wird, wobei die x-Koordinate einer Fahrgeschwindigkeit (v) entspricht, wobei die y-Koordinate einem Gang (n) des Schaltgetriebes (2) entspricht und wobei die z-Koordinate einer Geländeneigung ( $\rho$ ) entspricht, und wobei die mindestens eine Recheneinheit (4) ein Schaltsignal zum Schalten des Schaltgetriebes (2) in einen anderen Gang (n) an den mindestens einen Schaltaktuator (3) ausgibt, wenn ein aktueller Fahrzustand, der durch die aktuelle Fahrgeschwindigkeit (v), einen aktuell gewählten Gang (n) des Schaltgetriebes und die aktuelle Geländeneigung ( $\rho$ ) bestimmt ist, in der definierten Ebene (E) liegt oder sich der definierten Ebene (E) annähert.

7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Reihe von aufeinanderfolgenden Fahrzuständen ermittelt werden und aus diesen ein zukünftiger Fahrzustandsverlauf prognostiziert wird, und dass bei einer prognostizierten Annäherung des

Fahrzustandsverlaufs an die definierte Ebene (E) das Schaltsignal zum Schalten des Schaltgetriebes (2) in einen anderen Gang (n) von der mindestens einen Recheneinheit (4) an den mindestens einen Schaltaktuator (3) übermittelt wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei einer Annäherung des aktuellen Fahrzustandes oder des prognostizierten Fahrzustandsverlaufs an die definierte Ebene (E) von oberhalb der Ebene (E) ein Schaltsignal zum Schalten des Schaltgetriebes (2) in einen nächsttieferen Gang (n) an den Schaltaktuator (3) übermittelt wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei einer Annäherung des aktuellen Fahrzustandes oder des prognostizierten Fahrzustandsverlaufs an die definierte Ebene (E) von unterhalb der Ebene (E) ein Schaltsignal zum Schalten des Schaltgetriebes (2) in einen nächsthöheren Gang (n) an den Schaltaktuator (3) übermittelt wird.

10. Verwendung einer Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4 zum automatischen Schalten eines Schaltgetriebes (2) eines Fahrrades (100) oder eines Elektrofahrrades, insbesondere eines Pedelec oder eines E-Bike.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

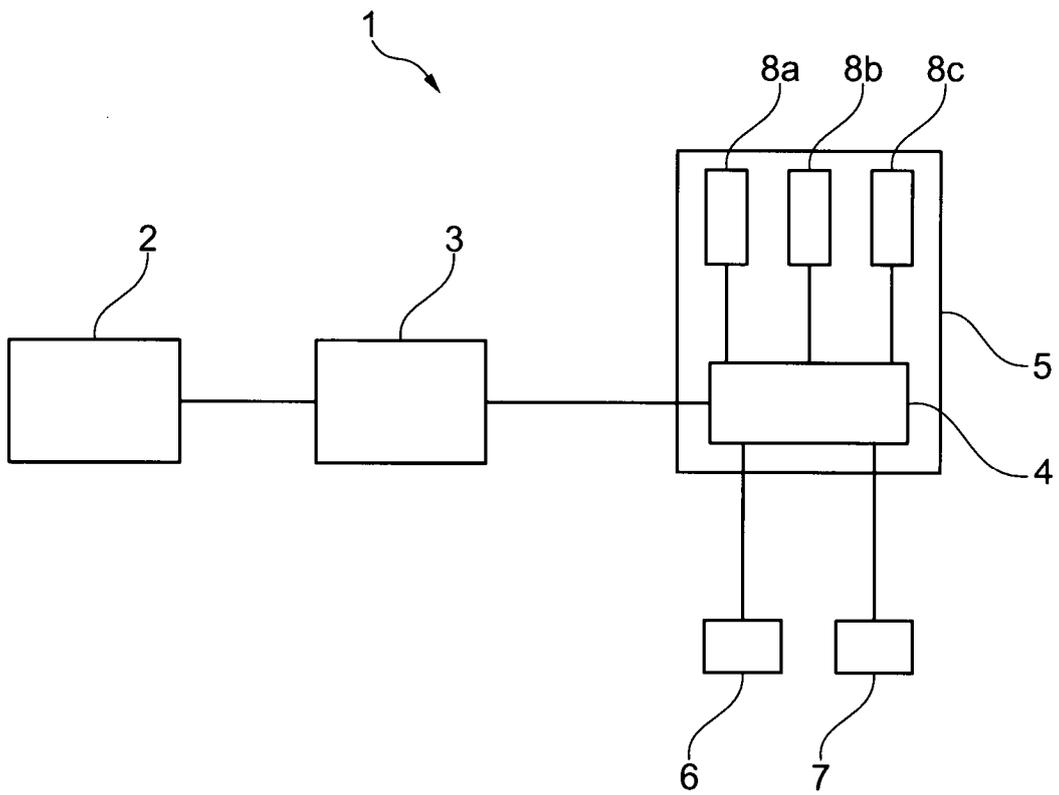


Fig. 1

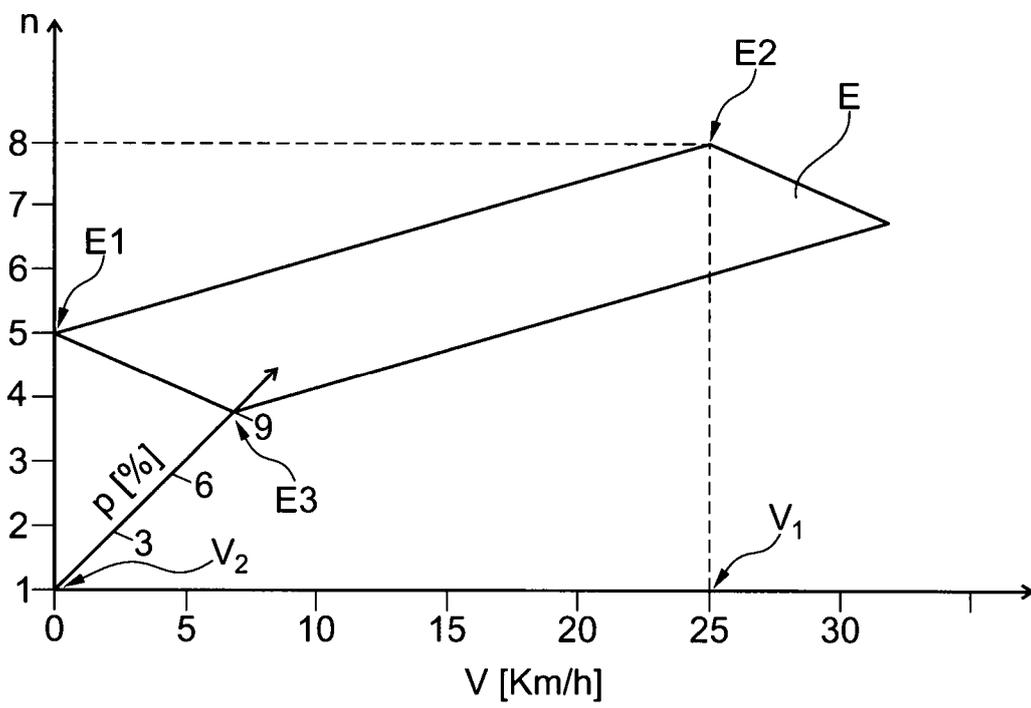


Fig. 2

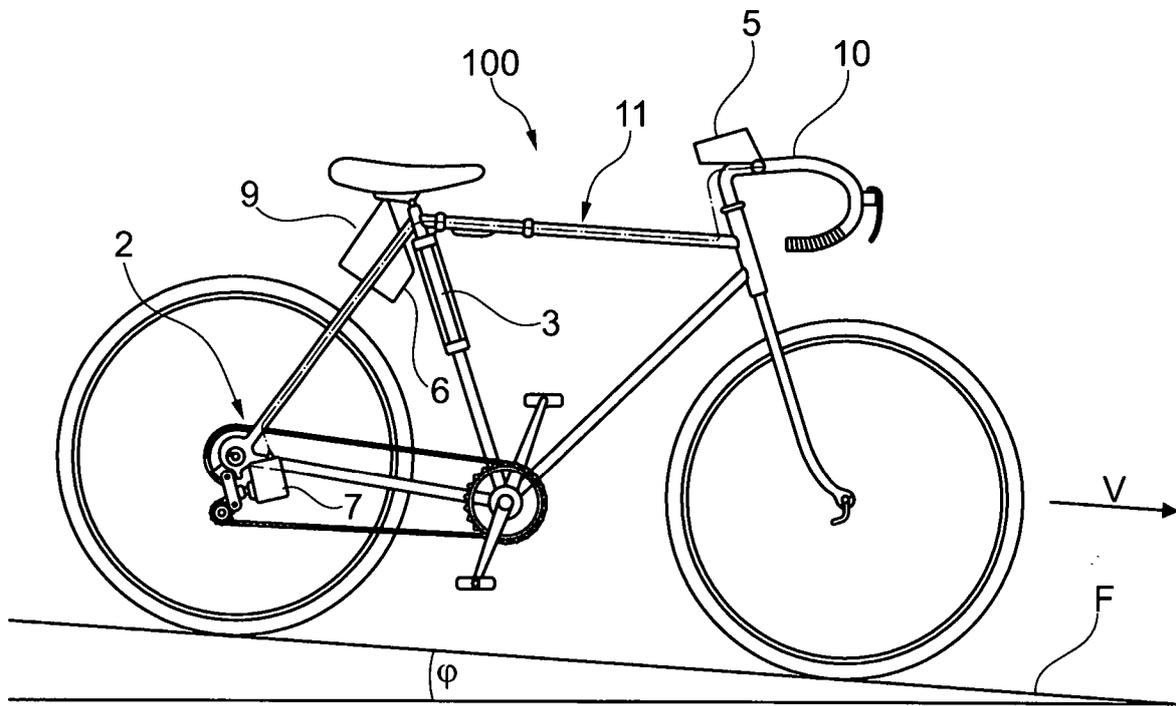


Fig. 3