



(10) **DE 10 2015 208 364 A1** 2016.11.10

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2015 208 364.0**

(22) Anmeldetag: **06.05.2015**

(43) Offenlegungstag: **10.11.2016**

(51) Int Cl.: **B60W 40/06 (2006.01)**

(71) Anmelder:  
**Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE**

(72) Erfinder:  
**Parker, Michael, 73733 Esslingen, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

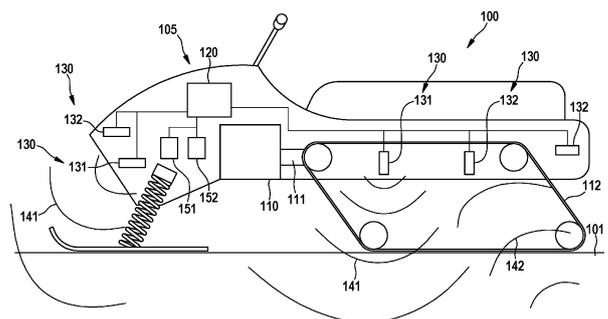
<b>DE</b>	<b>34 16 246</b>	<b>C1</b>
<b>DE</b>	<b>197 15 999</b>	<b>A1</b>
<b>US</b>	<b>2008 / 0 033 645</b>	<b>A1</b>
<b>WO</b>	<b>01/ 16 560</b>	<b>A2</b>

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Bestimmen von Eigenschaften eines Untergrunds, auf dem ein abseits von befestigten Straßen betreibbares Fahrzeug bewegt wird**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Bestimmen von Eigenschaften eines Untergrunds (101), auf dem ein abseits von befestigten Straßen betreibbares Fahrzeug (100) bewegt wird, wobei Signale (141) in Richtung des Untergrunds (101) ausgesendet werden, auf welchem das Fahrzeug (100) bewegt wird, und wobei von dem Untergrund (101) reflektierte Signale (142) als erste Messwerte erfasst werden, wobei zweite Messwerte bestimmt werden, die eine Bewegung des Fahrzeugs (100) und/oder eine räumliche Orientierung des Fahrzeugs (100) beschreiben, wobei die ersten Messwerte in Abhängigkeit von den zweiten Messwerten ausgewertet werden und wobei daraus Eigenschaften des Untergrunds, auf dem das Fahrzeug bewegt wird, bestimmt werden.



## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Bestimmungseinheit zum Bestimmen von Eigenschaften eines Untergrunds, auf dem ein abseits von befestigten Straßen betreibbares Fahrzeug bewegt wird, ein Fahrzeug mit einer derartigen Bestimmungseinheit sowie eine Recheneinheit und ein Computerprogramm zur Durchführung des Verfahrens.

### Stand der Technik

**[0002]** Es ist bekannt, den Zustand einer befestigten, asphaltierten Straße in einem Straßen-Kraftfahrzeug zu bestimmen. Beispielsweise ist aus der DE 197 15 999 A1 eine Radar-Anordnung zur Straßenzustandserkennung in einem Kraftfahrzeug bekannt, bei welcher ein Fahrbahnabschnitt vor dem Kraftfahrzeug ausgeleuchtet wird, Echosignale aus dem ausgeleuchteten Fahrbahnausschnitt aufgenommen werden und daraus eine Einordnung des Fahrbahnzustands in den Fahrbahnabschnitt in vorgegebene Straßenzustandskategorien abgeleitet wird.

### Offenbarung der Erfindung

**[0003]** Erfindungsgemäß werden ein Verfahren und eine Bestimmungseinheit zum Bestimmen von Eigenschaften eines Untergrunds, auf dem ein abseits von befestigten Straßen betreibbares Fahrzeug bewegt wird, ein Fahrzeug mit einer derartigen Bestimmungseinheit sowie eine Recheneinheit und ein Computerprogramm zur Durchführung des Verfahrens vorgeschlagen.

**[0004]** Vorteilhafte Ausgestaltungen sind Gegenstand der Unteransprüche sowie der nachfolgenden Beschreibung.

**[0005]** Als ein abseits von befestigten Straßen betreibbares Fahrzeug sei in diesem Zusammenhang insbesondere ein Fahrzeug zu verstehen, das dazu eingerichtet ist, auf unwegsamem, nicht befestigtem, nicht asphaltiertem, nicht präpariertem Gelände bewegt zu werden, beispielsweise in alpinem, bergigem bzw. gebirgigem Gelände, in Sanddünen oder in Feuchtgebieten wie Moor oder Sumpf. Das Fahrzeug wird insbesondere auf Untergrund aus Schnee, Eis, Gestein, Sand, Schotter und/oder Asphalt bewegt. Im Gegensatz dazu ist ein Straßen-Fahrzeug nur auf befestigten, asphaltierten betreibbar.

**[0006]** Das abseits von befestigten Straßen betreibbare Fahrzeug kann insbesondere als ein Geländefahrzeug (beispielsweise als Unimog, Amphibienfahrzeuge oder Pistenraupe), als ein ATV (All-Terrain Vehicle, z.B. ein Quad) oder als ein Schneemobil ausgebildet sein. Als Pistenraupen und Schneemobile wer-

den zumeist Kettenfahrzeuge zur Fortbewegung im Schnee bezeichnet. Das Fahrzeug kann als ein Personenbeförderungsfahrzeug oder als ein Nutzfahrzeug ausgebildet sein.

**[0007]** Im Zuge des Verfahrens werden Signale, beispielsweise elektromagnetische Strahlungen, Schall oder Ultraschall, in Richtung des Untergrunds ausgesendet, auf welchem das Fahrzeug bewegt wird. Die Signale werden in den Untergrund unterhalb des Fahrzeugs und/oder in den Untergrund in einem Bereich vor dem Fahrzeug ausgesendet und von dort reflektiert. Diese von dem Untergrund reflektierten Signale werden als erste Messwerte erfasst. Zu diesem Zweck umfasst die Bestimmungseinheit wenigstens einen Empfänger. Die Bestimmungseinheit kann insbesondere mehrere Sender und/oder Empfänger aufweisen, die jeweils an unterschiedlichen Stellen des Fahrzeugs angeordnet sein können. Im Zuge des Verfahrens können mittels dedizierter Sender Signale in den Untergrund ausgesendet werden. Es können auch reflektierte Signale erfasst werden, ohne dass dedizierte Sender verwendet werden. Beispielsweise können durch das Bewegen des Fahrzeugs über den Untergrund als Nebenprodukt Signale wie Schall- bzw. Druckwellen (z.B. Motor- und/oder Fahrgeräusche) ausgesendet werden, welche im Untergrund reflektiert und als erste Messwerte erfasst werden.

**[0008]** Zweite Messwerte werden bestimmt, die eine Bewegung des Fahrzeugs und/oder eine räumliche Orientierung des Fahrzeugs beschreiben. Diese zweiten Messwerte beschreiben insbesondere wie sich das Fahrzeug im Raum bewegt und/oder wie das Fahrzeug im Raum orientiert bzw. ausgerichtet ist, insbesondere relativ zu einem Bezugspunkt, beispielsweise relativ zu dem Untergrund. Die Bestimmungseinheit weist zu diesem Zweck wenigstens einen Sensor auf.

**[0009]** Die ersten Messwerte werden in Abhängigkeit von den zweiten Messwerten ausgewertet und daraus werden Eigenschaften des Untergrunds, auf dem das Fahrzeug bewegt wird, bestimmt. Je nach Eigenschaften des Untergrunds und in welcher Tiefe die ausgesendeten Signale reflektiert werden, weisen die entsprechenden reflektierten Signale unterschiedliche Eigenschaften auf, beispielsweise unterschiedliche Einfallswinkel, unterschiedliche Polarisationen, usw. Unterschiede zwischen ausgesendeten und reflektierten Signalen werden ausgewertet und daraus wird auf die Eigenschaften des Untergrunds rückgeschlossen.

### Vorteile der Erfindung

**[0010]** Abseits von befestigten Straßen betreibbare Fahrzeuge werden zumeist nicht auf asphaltierten, befestigten Straßen, sondern zumeist in unweg-

samem Gelände betrieben, in welchen sich die Art und die Eigenschaften des Untergrunds schnell und unvorhersehbar ändern können. Durch das Verfahren wird eine Möglichkeit bereitgestellt, um die Eigenschaften des Untergrunds auf präzise Art bestimmen zu können.

**[0011]** Auch für erfahrene Fahrer kann es sich als sehr anspruchsvoll und gefährlich erweisen, das Fahrzeug auf derartigem unwegsamem Gelände zu bewegen. Der Fahrer kann oftmals nicht schnell genug auf sich ändernden Eigenschaften des Untergrunds reagieren, wodurch eine erhöhte Unfallgefahr besteht. Durch das Verfahren zum Bestimmen von Eigenschaften des Untergrunds können diese Gefahren behoben werden. Es kann gewährleistet werden, dass zu jeder Zeit bekannt ist, auf welchem speziellen Untergrund das Fahrzeug bewegt wird.

**[0012]** Durch diese Kenntnis kann sich das Fahrzeug selbst auf sich ändernde Eigenschaften des Untergrunds einstellen und/oder der Fahrer kann über die aktuellen Untergrundeigenschaften benachrichtigt werden, um entsprechend reagieren zu können. Die Sicherheit für den Fahrer und Insassen des Fahrzeugs kann erhöht werden.

**[0013]** Das Bestimmen der Eigenschaften des Untergrunds wird insbesondere während der Fahrt des Fahrzeugs durchgeführt. Die Signale werden insbesondere während der Fahrt ausgesendet, empfangen und ausgewertet. Durch Berücksichtigen der zweiten Messwerte können die ersten Messwerte auch während der Fahrt des Fahrzeugs präzise ausgewertet werden, unabhängig davon, wie schnell das Fahrzeug bewegt wird.

**[0014]** Vorteilhafterweise werden von dem Untergrund reflektierte Schallwellen, die von einer Brennkraftmaschine des Fahrzeugs ausgesendet werden, als die ersten Messwerte erfasst. Die Schallwellen werden somit automatisch während der Fahrt in den Untergrund unterhalb und in den Untergrund in einem Bereich vor dem Fahrzeug ausgesendet.

**[0015]** Die zweiten Messwerte beschreiben insbesondere, wie sich Sender und Empfänger im Raum bewegen und wie diese im Raum bzw. relativ zu dem Untergrund ausgerichtet sind. Durch die zweiten Messwerte ist ein aktueller Bewegungszustand des Fahrzeugs während des Erfassens der ersten Messwerte bekannt.

**[0016]** Insbesondere werden die zweiten Messwerte bestimmt, wenn die Signale in den Untergrund ausgesendet werden und/oder wenn die von dem Untergrund reflektierten Signale erfasst werden. Durch die bekannte Zeitdauer zwischen Senden und Empfangen der Signale, sowie durch die bekannte Ausrichtung von Sender und Empfänger während dieser Zeit-

dauer, kann präzise auf die Eigenschaften des Untergrunds geschlossen werden.

**[0017]** Insbesondere kann eine Vielzahl von unterschiedlichen Messungen während der Fahrt des Fahrzeugs durchgeführt werden. Die Signale können beispielsweise in vorbestimmten Zeitabständen ausgesendet werden, beispielsweise alle 5 ms, 10 ms oder 100 ms.

**[0018]** Vorteilhafterweise werden Fahrsicherheitsfunktionen des Fahrzeugs in Abhängigkeit von den bestimmten Eigenschaften des Untergrunds ausgeführt. Die Fahrsicherheitsfunktionen können so bald wie möglich auf sich ändernde Eigenschaften des Untergrunds angepasst werden und es kann potentiellen Gefahrensituationen entgegengewirkt werden. Vorzugsweise werden ein Antiblockiersystem (ABS), ein Elektronische Stabilitätsprogramm (ESP) und/oder eine Antriebsschlupfregelung (ASR) als Fahrsicherheitsfunktionen ausgeführt. Als Fahrsicherheitsfunktionen können beispielsweise auch ein Fahrwerk oder eine Dämpfung des Fahrzeugs verändert werden.

**[0019]** Es können beispielsweise Fahrsicherheitsfunktionen ausgeführt werden, die ein Rutschen und/oder ein Festfahren des Fahrzeugs erkennen und entsprechende Gegenmaßnahmen einleiten. Dies bietet sich beispielsweise bei einem Untergrund aus Eis, Schnee, Sand an.

**[0020]** Es können insbesondere Fahrsicherheitsfunktionen ausgeführt werden, welche speziell für Gefahren abseits von befestigten Straßen ausgelegt sind, beispielsweise Warnen vor Gletscherspalten, Warnen vor einer dünnen Eisschicht, Erkennen und Warnen vor der Gefahr, dass das Fahrzeug auf dem Eis einbrechen und in darunterliegendem Wasser versinken kann.

**[0021]** Beispielsweise kann eine Fahrsicherheitsfunktion ausgeführt werden, durch welche ein Abheben des Fahrzeugs vom Untergrund erkannt wird, beispielsweise weil das Fahrzeug mit zu hoher Geschwindigkeit über einen Hügel bewegt wurde. Diese Fahrsicherheitsfunktion bietet sich insbesondere für Schneemobile und Quads an.

**[0022]** Vorzugsweise werden Eigenschaften von unterschiedlichen Schichten des Untergrunds bestimmt. Insbesondere wird elektromagnetische Strahlung ausgesendet, deren Frequenz zweckmäßig gewählt wird, um bis zu einer gewünschten Tiefe in den Untergrund einzudringen. Vorteilhafterweise wird die Frequenz der ausgesendeten Signale verändert. Somit können die Signale insbesondere in unterschiedliche Schichten des Untergrunds eindringen. Alternativ oder zusätzlich wird vorzugsweise eine Polarisation, Pulsdauer und/oder Pulsweite bzw. Band-

weite der ausgesendeten Signale verändert. Insbesondere können somit bestmögliche Eigenschaften der Signale zum Untersuchen des Untergrunds bestimmt werden.

**[0023]** Bevorzugt wird im Zuge der Auswertung der ersten Messwerte in Abhängigkeit von den zweiten Messwerten eine zwei- und/oder dreidimensionale Karte des Untergrunds bestimmt, vergleichbar einem B-Scan bzw. Brightness-Scan bei Ultraschalluntersuchungen. Die bestimmte Karte kann insbesondere für die Fahrsicherheitsfunktionen verwendet werden. Insbesondere wird eine zwei- und/oder dreidimensionale Karte der Oberfläche des Untergrunds bzw. der Oberflächenbeschaffenheit bestimmt. Insbesondere kann auch eine zwei- und/oder dreidimensionale Karte von unterschiedlichen Schichten des Untergrunds bestimmt werden. Strukturen in dem Untergrund und deren Eigenschaften können somit zwei- oder dreidimensional kartographiert werden.

**[0024]** Durch die zweiten Messwerte ist bekannt, wie die entsprechenden Empfänger beim Erfassen der ersten Messwerte relativ zu dem Untergrund ausgerichtet und wo sie sich befinden sind. Diese Informationen werden im Zuge der Auswertung zu der zwei- oder dimensional Karte zusammengesetzt. Für eine dreidimensionale Karte werden insbesondere mehrere Signale in unterschiedliche Richtungen ausgesendet. Diese ausgesendeten Signale werden in unterschiedlichen Schichten und an unterschiedlichen Stellen im Untergrund reflektiert, wodurch im Zuge der Auswertung die dreidimensionale Karte des Untergrunds rekonstruiert werden kann.

**[0025]** Vorzugsweise werden eine Feuchtigkeit und/oder eine Dichte des Untergrundmaterials als Eigenschaften des Untergrunds bestimmt. Auch die spezielle Zusammensetzung des Untergrundmaterials kann insbesondere bestimmt werden.

**[0026]** Alternativ oder zusätzlich können bevorzugt das Vorhandensein einer Schneeschicht und/oder deren Eigenschaften als Untergrundeigenschaften bestimmt werden. Beispielsweise können eine Tiefe der Schneeschicht und/oder Eigenschaften des Schnees bestimmt werden, beispielsweise ob der Schnee Neuschnee, Pulverschnee, trockener, lockerer Schnee, gebundener, stark gebundener Schnee, nasser Schnee ist.

**[0027]** Alternativ oder zusätzlich können bevorzugt das Vorhandensein einer Eisschicht und/oder Eigenschaften dieser Eisschicht als Untergrundeigenschaften bestimmt werden. Insbesondere können Eigenschaften von Untergrundschichten unterhalb dieser Eisschicht bestimmt werden, insbesondere ob sich unterhalb der Eisschicht fester Boden oder Wasser befindet. Wenn sich Wasser unterhalb der Eisschicht befindet, wird insbesondere bestimmt, wie tief dieses

Wasser ist. Somit kann insbesondere die Gefahr erkannt werden, dass das Fahrzeug auf dem Eis einbrechen und in darunterliegendem Wasser versinken kann.

**[0028]** Weiterhin kann vorzugsweise das Vorhandensein einer Gletscherspalte als Eigenschaft des Untergrunds bestimmt werden, insbesondere das Vorhandensein von schneebedeckten Gletscherspalten.

**[0029]** Vorzugsweise werden mittels eines Bodenradars die Signale in den Untergrund ausgesendet und die von dem Untergrund reflektierten Signale als erste Messwerte erfasst. Das Bodenradar weist insbesondere die Sender und Empfänger der Bestimmungseinheit auf. Mittels des Bodenradars wird elektromagnetische Strahlung insbesondere mit Frequenzen von maximal 1 GHz ausgesendet. Insbesondere wird elektromagnetische Strahlung mit einer Frequenz zwischen etwa 16 MHz und 1 GHz ausgesendet. Je geringer die Frequenz, desto geringer die Auflösung des kleinsten Objekts im Untergrund, das erkannt werden kann. Höhere Frequenzen ermöglichen es, kleinere Antennen bzw. kleinere Sensoren zu verwenden.

**[0030]** Vorteilhafterweise wird eine lineare Beschleunigung, insbesondere in wenigstens eine der drei Raumrichtungen bzw. entlang wenigstens einer der drei Ausdehnungsachsen des Fahrzeugs (Längs-, Quer-, Hochachse) als zweite Messwerte bestimmt. Alternativ oder zusätzlich werden ein Neigungswinkel des Fahrzeugs gegenüber einer definierten Achse und/oder eine Drehrate, also eine Roll-, Nick- und Gierrate, weiter bevorzugt entsprechende Roll-, Nick- und Gierwinkel als zweite Messwert bestimmt. Als Drehrate wird insbesondere eine Winkelgeschwindigkeit einer Drehbewegung um eine der drei Raumrichtungen bzw. um eine der drei Ausdehnungsachsen des Fahrzeugs (Längs-, Quer-, Hochachse) bestimmt. Vorzugsweise weist die Bestimmungseinheit zu diesem Zweck wenigstens einen Inertialsensor und/oder wenigstens ein Mikrosystem (microelectromechanical system, MEMS) auf.

**[0031]** Alternativ oder zusätzlich können beispielsweise auch eine Geschwindigkeit des Fahrzeugs, ein von einem Antrieb des Fahrzeugs bereitgestelltes Antriebsmoment, eine Drehzahl des Antriebs (z.B. Brennkraftmaschine oder Elektromotor), eine an einem Elektromotor angelegte Spannung bzw. ein Antriebsstrom, eine Lenkrichtung und/oder ein Kurvenradius als zweite Messwerte bestimmt werden.

**[0032]** Eine erfindungsgemäße Recheneinheit, z.B. ein Steuergerät eines Fahrzeugs, ist, insbesondere programmtechnisch, dazu eingerichtet, ein erfindungsgemäßes Verfahren durchzuführen.

**[0033]** Auch die Implementierung des Verfahrens in Form eines Computerprogramms ist vorteilhaft, da dies besonders geringe Kosten verursacht, insbesondere wenn ein ausführendes Steuergerät noch für weitere Aufgaben genutzt wird und daher ohnehin vorhanden ist. Geeignete Datenträger zur Bereitstellung des Computerprogramms sind insbesondere magnetische, optische und elektrische Speicher, wie z.B. Festplatten, Flash-Speicher, EEPROMs, DVDs u.a.m. Auch ein Download eines Programms über Computernetze (Internet, Intranet usw.) ist möglich.

**[0034]** Weitere Vorteile und Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung und der beiliegenden Zeichnung.

**[0035]** Die Erfindung ist anhand von Ausführungsbeispielen in der Zeichnung schematisch dargestellt und wird im Folgenden unter Bezugnahme auf die Zeichnung beschrieben.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

**[0036]** Fig. 1 zeigt schematisch eine bevorzugte Ausgestaltung eines als Schneemobils ausgebildeten Fahrzeugs, das dazu eingerichtet ist, eine bevorzugte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Verfahrens durchzuführen.

**[0037]** Fig. 2 zeigt schematisch eine bevorzugte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Verfahrens als ein Blockdiagramm.

#### Ausführungsform(en) der Erfindung

**[0038]** In Fig. 1 ist eine bevorzugte Ausgestaltung eines abseits von befestigten Straßen betreibbaren Fahrzeugs schematisch dargestellt und mit **100** bezeichnet.

**[0039]** Das Schneemobil **100** weist einen Antrieb **110** auf, beispielsweise eine Brennkraftmaschine **110**. Die Brennkraftmaschine **110** stellt ein Antriebsmoment bereit, welches über ein Getriebe **111**, beispielsweise ein stufenloses Getriebe, auf eine Kettenantriebswelle übertragen wird. Das Antriebsmoment wird somit auf eine Kette **112** des Schneemobils **100** übertragen.

**[0040]** Das Schneemobil **100** wird auf einem Untergrund **101** abseits von befestigten Straßen bewegt, insbesondere in einem unwegsamen, nicht befestigten, nicht asphaltierten, nicht präparierten Gelände. In diesem Beispiel wird das als Schneemobil ausgebildete Fahrzeug **100** auf einem Untergrund aus Schnee und/oder Eis bewegt. Beispielsweise kann ein als Quad ausgebildetes Fahrzeug auch auf anderem Untergrund, beispielsweise aus Gestein, Sand und/oder Schotter bewegt werden.

**[0041]** Eigenschaften des Untergrunds **101** in dem unwegsamen Gelände können sich oftmals schnell und unvorhersehbar ändern. Oftmals können auch erfahrene Fahrer nicht schnell genug auf sich ändernde Eigenschaften des Untergrunds **101** reagieren, wodurch der Fahrer die Kontrolle über das Fahrzeug **100** verlieren kann.

**[0042]** Um derartigen Gefahrensituationen entgegenzuwirken, ist das Schneemobil **100** dazu eingerichtet, eine bevorzugte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Verfahrens zum Bestimmen von Eigenschaften des Untergrunds **101** durchzuführen. Zu diesem Zweck weist das Schneemobil **100** eine bevorzugte Ausgestaltung einer Bestimmungseinheit **105** auf.

**[0043]** Die Bestimmungseinheit **105** weist ein Bodenradar **130** auf. Das Bodenradar umfasst mehrere Sender **131** und Empfänger **132**, die an unterschiedlichen Stellen des Schneemobils **100** angeordnet sind. Die Sender **131** sind in diesem Beispiel dazu eingerichtet, Signale in Form von elektromagnetischer Strahlung **141** in den Untergrund **101** auszusenden. Die Empfänger **132** sind dazu eingerichtet, von dem Untergrund **101** reflektierte Signale **142** als erste Messwerte zu erfassen.

**[0044]** Weiterhin weist die Bestimmungseinheit **105** Inertialsensoren **151**, **152** auf. Mittels linearer Beschleunigungssensoren **151** werden lineare Beschleunigungen entlang der drei Ausdehnungsachsen des Schneemobils (Längs-, Quer-, Hochachse) als zweite Messwerte bestimmt. Mittels Drehratensensoren bzw. gyroskopischer Sensoren **152** werden ein Neigungswinkel des Schneemobils **100** gegenüber einer definierten Achse und eine Roll-, Nick- und Gierrate, (Winkelgeschwindigkeiten um die drei Ausdehnungsachsen des Fahrzeugs) sowie entsprechende Roll-, Nick- und Gierwinkel als zweite Messwerte bestimmt.

**[0045]** Die Bestimmungseinheit **105** weist weiterhin eine Recheneinheit **120** auf, die, insbesondere programmtechnisch, dazu eingerichtet ist, eine bevorzugte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Verfahrens durchzuführen. Die Recheneinheit **120** ist vorzugsweise als ein Steuergerät des Schneemobils ausgebildet. Das Steuergerät **120**, das Bodenradar **130** und die Inertialsensoren **151**, **152** sind insbesondere über ein geeignetes Kommunikationssystem, beispielsweise über einen CAN-Bus, miteinander datenübertragend verbunden.

**[0046]** Die bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist schematisch in Fig. 2 als ein Blockdiagramm dargestellt.

**[0047]** Das Schneemobil **100** wird im Zuge einer regulären Fahrt über den Untergrund **101** bewegt. In ei-

nem Schritt **201** werden von den Sendern **131** elektromagnetische Strahlungen **141** in den Untergrund **101** unterhalb des Schneemobils **100** und in den Untergrund **101** in einem Bereich von beispielsweise 10 m vor dem Schneemobil **100** ausgesendet. Dabei werden insbesondere unterschiedliche elektromagnetische Strahlungen **141** mit unterschiedlichen Frequenzen, unterschiedlichen Pulsweiten bzw. Bandweiten, unterschiedlichen Polarisierungen und/oder unterschiedlichen Pulsdauern ausgesendet.

**[0048]** Die ausgesendeten elektromagnetischen Strahlungen **141** dringen unterschiedlich tief in den Untergrund **101** ein und werden dort reflektiert. Diese reflektierten Signale **142** werden in Schritt **202** von den Empfängern **132** als erste Messwerte erfasst.

**[0049]** Zu den Zeitpunkten, zu welchen reflektierte elektromagnetische Strahlung **142** von den Empfängern **132** empfangen werden, werden gemäß Schritt **203** mittels der Inertialsensoren **151** und **152** die lineare Beschleunigungen, der Neigungswinkel die Roll-, Nick- und Gierrate und die Roll-, Nick- und Gierwinkel als zweite Messwerte bestimmt.

**[0050]** In Schritt **204** werden die in Schritt **202** erfassten ersten Messwerte in Abhängigkeit von den in Schritt **203** bestimmten zweiten Messwerten ausgewertet. Durch die zweiten Messwerte, die in Schritt **202** bestimmt werden, ist bekannt, wie Sender **131** und Empfänger **132** beim Erfassen der zweiten Messwerte relativ zu dem Untergrund **101** ausgerichtet sind und wo sie sich befinden.

**[0051]** Im Zuge dieser Auswertung werden die Unterschiede zwischen ausgesendeter und reflektierter elektromagnetischer Strahlung bestimmt, die durch Reflexion an dem Untergrund **101** verursacht werden. Beispielsweise werden die Unterschiede in der Frequenz und Polarisierung zwischen der ausgesendeten und der reflektierten elektromagnetischen Strahlung bestimmt.

**[0052]** Aus diesen Unterschieden kann auf die Eigenschaften derjenigen Schicht in dem Untergrund **101** rückgeschlossen werden, an welcher die jeweilige ausgesendete elektromagnetische Strahlung **141** reflektiert wurde. Somit werden in Schritt **205** die Eigenschaften von unterschiedlichen Schichten des Untergrunds **101** bestimmt.

**[0053]** In Schritt **205** wird im Zuge der Auswertung eine zwei- und dreidimensionale Karte der Oberfläche des Untergrunds **101** bestimmt. Durch die Kenntnis, wie die Empfänger **132** relativ zu dem Untergrund **101** ausgerichtet sind und wo sie sich befinden, kann rekonstruiert werden, an welchen Positionen der Oberfläche, die ausgesendeten elektromagnetischen Strahlungen reflektiert wurden.

**[0054]** Diese in Schritt **205** bestimmte Karte sowie die in Schritt **204** bestimmten Eigenschaften werden in Schritt **206** für Fahrsicherheitsfunktionen verwendet, welche insbesondere ebenfalls von dem Steuergerät **120** ausgeführt werden. Beispielsweise wird von dem Steuergerät eine Warnung vor Gletscherspalten als Sicherheitsfunktion ausgeführt.

**[0055]** Zu diesem Zweck wird in Schritt **204** beispielsweise als Eigenschaften des Untergrunds bestimmt, ob sich in tiefergelegenen Schichten des Untergrunds **101** Hohlräume befinden. Mittels der Karte kann überprüft werden, ob diese Hohlräume insbesondere von Schnee bedeckt sind. Wenn dies der Fall ist, wird in Schritt **206** von der Fahrsicherheitsfunktion eine Warnmeldung an den Fahrer des Schneemobils ausgegeben, beispielsweise durch Aktivieren einer Warnleuchte.

**[0056]** Das Aussenden der elektromagnetischen Strahlung gemäß Schritt **201** wird in vorgegebenen Zeitabständen durchgeführt, beispielsweise alle 5 ms, angedeutet durch Bezugszeichen **207**. Analog werden auch die restlichen Schritte **201** bis **206** wiederholt.

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- DE 19715999 A1 [0002]

### Patentansprüche

1. Verfahren zum Bestimmen von Eigenschaften eines Untergrunds (101), auf dem ein abseits von befestigten Straßen betreibbares Fahrzeug (100) bewegt wird,

– wobei Signale (141) in Richtung des Untergrunds (101) ausgesendet werden (201), auf welchem das Fahrzeug (100) bewegt wird, und wobei von dem Untergrund (101) reflektierte Signale (142) als erste Messwerte erfasst werden (202),

– wobei zweite Messwerte bestimmt werden (203), die eine Bewegung des Fahrzeugs (100) und/oder eine räumliche Orientierung des Fahrzeugs (100) beschreiben,

– wobei die ersten Messwerte in Abhängigkeit von den zweiten Messwerten ausgewertet werden und wobei daraus Eigenschaften des Untergrunds, auf dem das Fahrzeug bewegt wird, bestimmt werden (204).

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei Fahrsicherheitsfunktionen des Fahrzeugs (100) in Abhängigkeit von den bestimmten Eigenschaften des Untergrunds (101) ausgeführt werden (206).

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei Eigenschaften von unterschiedlichen Schichten des Untergrunds (101) bestimmt werden.

4. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei von dem Untergrund (101) reflektierte Schallwellen, die von einer Brennkraftmaschine (110) des Fahrzeugs (100) ausgesendet werden, als die ersten Messwerte erfasst werden (202).

5. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei Signale (141) mittels wenigstens eines dedizierten Senders (131) ausgesendet werden (201).

6. Verfahren nach Anspruch 5, wobei die Signale (141) mittels eines Bodenradars (130) ausgesendet werden (201).

7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, wobei eine Frequenz, eine Polarisation, eine Pulsdauer und/oder Pulsweite der ausgesendeten Signale (141) verändert werden (201).

8. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei im Zuge der Auswertung der ersten Messwerte in Abhängigkeit von den zweiten Messwerten eine zwei- und/oder dreidimensionale Karte des Untergrunds (101) bestimmt wird (205).

9. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei als Eigenschaften des Untergrunds (101), eine Feuchtigkeit und/oder eine Dichte des Untergrundmaterials, das Vorhandensein einer Schnee-

schicht, Eigenschaften dieser Schneeschicht, das Vorhandensein einer Eisschicht, Eigenschaften dieser Eisschicht, und/oder das Vorhandensein einer Gletscherspalte bestimmt werden (204).

10. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei eine lineare Beschleunigung, ein Neigungswinkel und/oder eine Drehrate des Fahrzeugs als zweite Messwerte bestimmt werden (203).

11. Recheneinheit (120), die dazu eingerichtet ist, ein Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche durchzuführen.

12. Bestimmungseinheit (105) zum Bestimmen von Eigenschaften eines Untergrunds für ein abseits von befestigten Straßen betreibbares Fahrzeug (100)

– mit wenigstens einem Empfänger (132) zum Empfangen von Signalen (142),

– mit wenigstens einem Sensor (151, 152) zum Erfassen von Messwerten, die eine Bewegung und/oder eine räumliche Orientierung beschreiben, und

– mit einer Recheneinheit (120) nach Anspruch 9.

13. Bestimmungseinheit (105) nach Anspruch 12 mit wenigstens einem dedizierten Sender (131) zum Aussenden von Signalen (141).

14. Bestimmungseinheit (105) nach Anspruch 13 mit einem Bodenradar (130) zum Aussenden und Empfangen von Signalen (141, 142).

15. Bestimmungseinheit (105) nach einem der Ansprüche 12 bis 14 mit einem Inertialsensor (151, 152) zum Erfassen von Messwerten, die eine Bewegung und/oder eine räumliche Orientierung beschreiben.

16. Fahrzeug (100), das abseits von befestigten Straßen betreibbar ist, mit einer Bestimmungseinheit (105) nach Anspruch 12 bis 15.

17. Computerprogramm, das eine Recheneinheit (120) dazu veranlasst, ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10 durchzuführen, wenn es auf der Recheneinheit ausgeführt wird.

18. Maschinenlesbares Speichermedium mit einem darauf gespeicherten Computerprogramm nach Anspruch 17.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

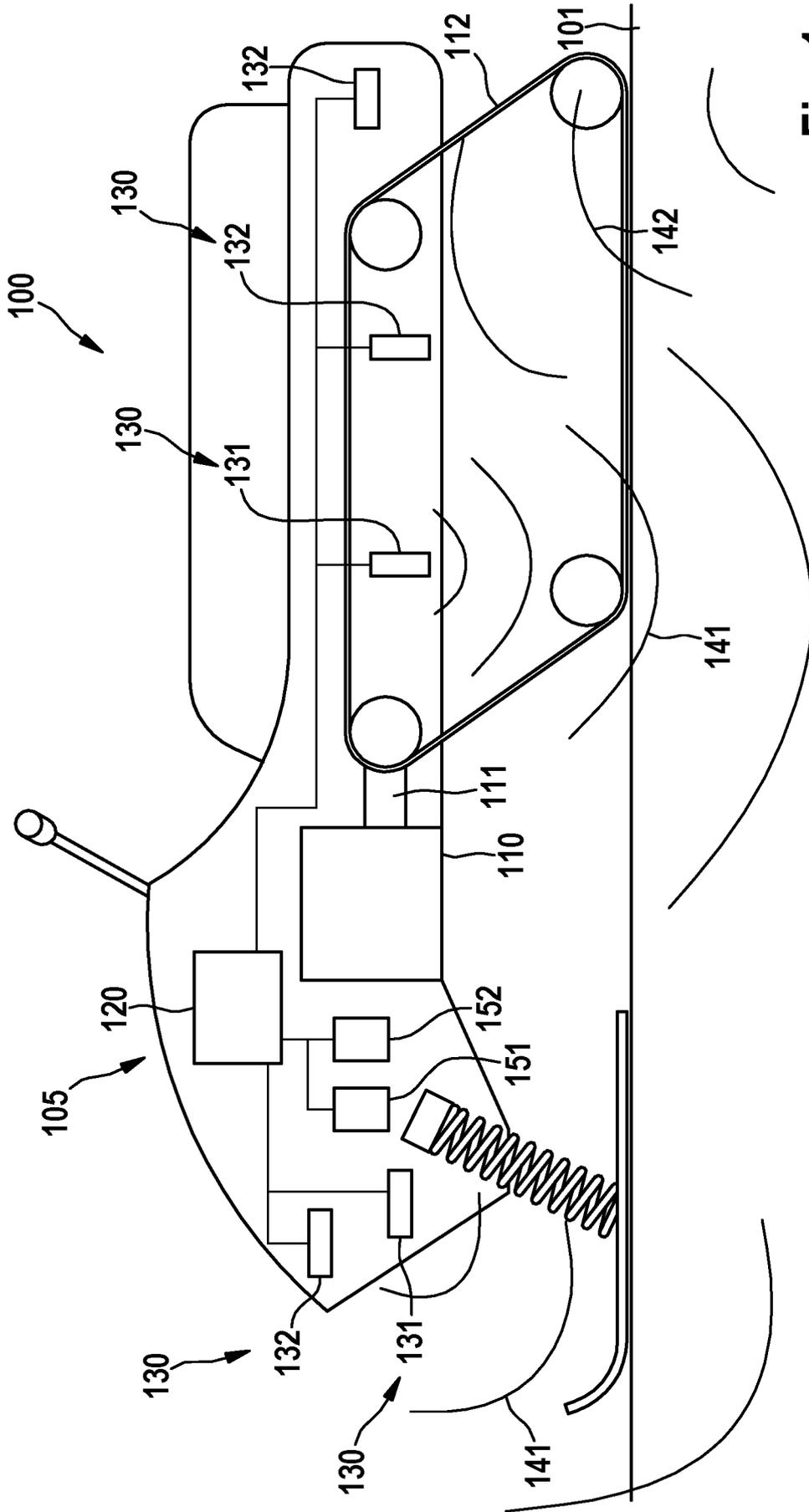


Fig. 1

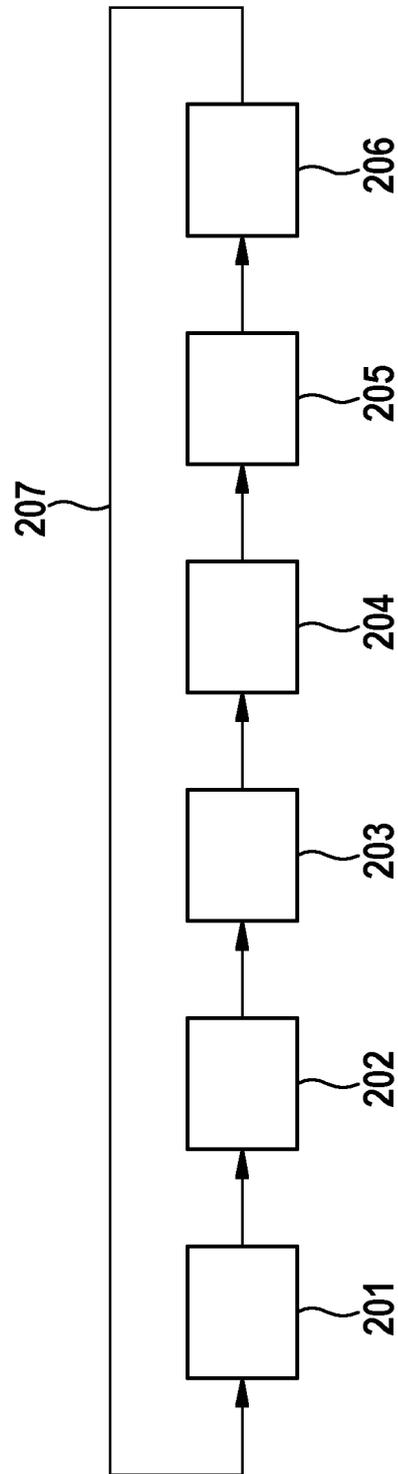


Fig. 2