

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

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
13. Juni 2019 (13.06.2019)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2019/110230 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F16H 61/472 (2010.01) *B60K 28/16* (2006.01)
B60W 30/18 (2012.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2018/080429

(22) Internationales Anmeldedatum:
07. November 2018 (07.11.2018)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2017 221 985.8
06. Dezember 2017 (06.12.2017) DE

(71) Anmelder: ZF FRIEDRICHSHAFEN AG [DE/DE]; Lö-
wentaler Straße 20, 88046 Friedrichshafen (DE).

(72) Erfinder: LEGNER, Jürgen; Schloßhaldenweg 23, 88048
Friedrichshafen (DE).

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

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,

(54) Title: TENSILE FORCE-LIMITING DEVICE FOR A WORKING MACHINE

(54) Bezeichnung: ZUGKRAFTBEGRENZUNGSEINRICHTUNG FÜR ARBEITSMASCHINE

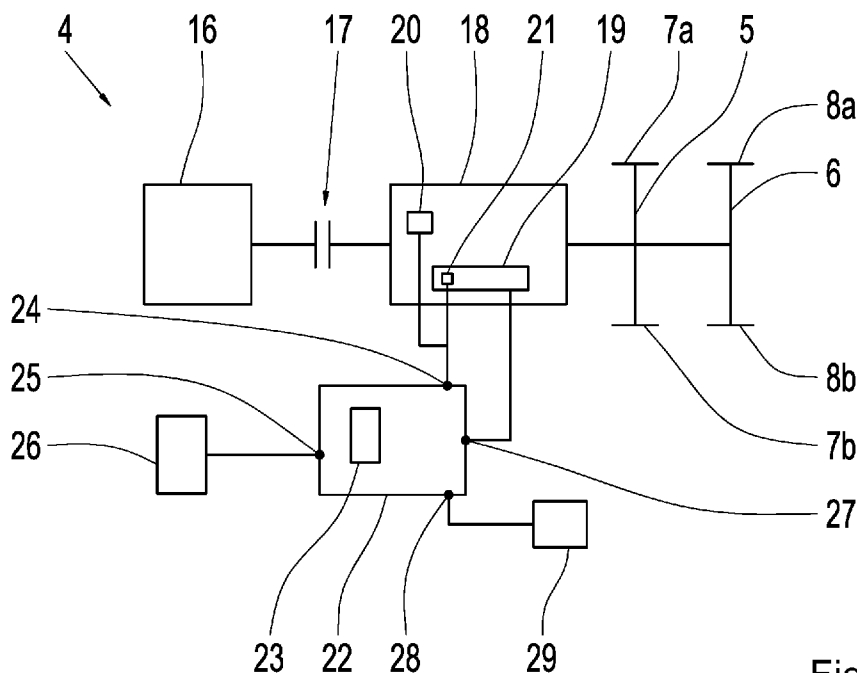


Fig. 2

(57) Abstract: The present invention relates to a tensile force-limiting device (22) for a working machine (1) with an infinitely variable transmission (18), wherein the transmission (18) has a variator (19) in order to adjust the torque transmission ratio of the transmission (18) independently of the rotational speed transmission ratio. The tensile force-limiting device (22) comprises a tensile force interface (24) for making available information for determining a tensile force of the working machine (1), a limiting value interface (25) for making available a tensile force-limiting value (F_{max}) of the working machine (1) and a control interface (27) for outputting a control signal to the variator (19) of the transmission (18). In addition, the tensile force-limiting



WO 2019/110230 A1

SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

device (22) comprises a computer device (23) which is configured to determine the tensile force on the basis of the information which is made available via the tensile force interface (24), to compare the determined tensile force with the tensile force-limiting value ($F_{\max}$) made available by the limiting value interface (25), and to control the variator (19) of the transmission (18) via the control interface (27) in such a way that the tensile force does not exceed the tensile force-limiting value ($F_{\max}$).

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Zugkraftbegrenzungseinrichtung (22) für eine Arbeitsmaschine (1) mit einem stufenlosen Getriebe (18), wobei das Getriebe (18) einen Variator (19) aufweist, um die Drehmomentübersetzung des Getriebes (18) unabhängig von der Drehzahlübersetzung einzustellen. Die Zugkraftbegrenzungseinrichtung (22) umfasst eine Zugkraftschnittstelle (24) zum Bereitstellen von Informationen zur Ermittlung einer Zugkraft der Arbeitsmaschine (1), eine Grenzwertschnittstelle (25) zum Bereitstellen eines Zugkraftgrenzwerts ($F_{\max}$) der Arbeitsmaschine (1) und eine Steuerschnittstelle (27) zum Ausgeben eines Steuersignals an den Variator (19) des Getriebes (18). Ferner umfasst die Zugkraftbegrenzungseinrichtung (22) eine Rechneinrichtung (23), die eingerichtet ist, um auf Basis der über die Zugkraftschnittstelle (24) bereitgestellten Informationen die Zugkraft zu ermitteln, die ermittelte Zugkraft mit dem über die Grenzwertschnittstelle (25) bereitgestellten Zugkraftgrenzwert ($F_{\max}$) zu vergleichen, und den Variator (19) des Getriebes (18) über die Steuerschnittstelle (27) so zu steuern, dass die Zugkraft den Zugkraftgrenzwert ($F_{\max}$) nicht überschreitet.

Zugkraftbegrenzungseinrichtung für Arbeitsmaschine

Technisches Gebiet

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Zugkraftbegrenzungseinrichtung für eine Arbeitsmaschine, eine Arbeitsmaschine mit solch einer Zugkraftbegrenzungseinrichtung und ein Verfahren zum Begrenzen der Zugkraft einer Arbeitsmaschine.

Stand der Technik

Arbeitsmaschinen, beispielsweise Grader, können ein Stufengetriebe aufweisen, welches bei steigendem Fahrtwiderstand herunterschaltet, um ein Abwürgen des Motors zu unterbinden. Herkömmliche Stufengetriebe weisen ein Zugkraftverhalten auf, bei dem ein Herunterschalten mit einer Erhöhung der Drehzahlübersetzung und einem Zugkraftanstieg einhergeht. Abhängig von beispielsweise der Bodenbeschaffenheit, kann beim Herunterschalten die Zugkraft so stark ansteigen, dass Räder der Arbeitsmaschine durchdrehen. Solch ein Durchdrehen von Rädern kann insbesondere bei Gradern dazu führen, dass ein bereits geebener Abschnitt aufgrund der durchdrehenden Räder erneut bearbeitet werden muss. Die DE 10 2016 216 588 A1 beschreibt ein Zugsteuerungssystem, bei dem die Schleppkraft, welche auf eine Schar eines Graders wirkt, durch eine Vielzahl von Sensoren bestimmt wird. In Abhängigkeit der ermittelten Schleppkraft können verschiedene Aktionen eingeleitet werden, um Radschlupf zu vermeiden.

Darstellung der Erfindung

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Zugkraftbegrenzungseinrichtung für eine Arbeitsmaschine mit einem stufenlosen Getriebe. Die Arbeitsmaschine kann eine Baumaschine, eine Landmaschine, ein Flugzeugschlepper oder eine sonstige Arbeitsmaschine sein. Das stufenlose Getriebe ermöglicht ein stufenloses Einstellen einer Getriebeübersetzung. Unter Zugkraft wird die durch den Antriebsstrang an den Rädern der Arbeitsmaschine bereitgestellte Kraft verstanden. Die Zugkraft kann proportional zum Abtriebsmoment des stufenlosen Getriebes sein. Das Getriebe umfasst einen Variator,

mit welchem die Drehmomentübersetzung des Getriebes unabhängig von der Drehzahlübersetzung eingestellt werden kann. Unter der Drehzahlübersetzung des Getriebes wird der Quotient aus Antriebsdrehzahl und Abtriebsdrehzahl verstanden. Unter Drehmomentübersetzung wird der Quotient aus Abtriebsmoment und Antriebsmoment verstanden. Durch den Variator ist eine Entkopplung der Drehzahlübersetzung von der Drehmomentübersetzung des Getriebes möglich. Der Variator kann ein hydraulischer und/oder ein elektrischer Variator sein.

Ferner umfasst die Zugkraftbegrenzungseinrichtung eine Zugkraftschnittstelle zum Bereitstellen von Informationen zur Ermittlung einer anliegenden Zugkraft der Arbeitsmaschine. Darüber hinaus weist die Zugkraftbegrenzungseinrichtung eine Grenzwertschnittstelle zum Bereitstellen eines Zugkraftgrenzwerts der Arbeitsmaschine auf. Der Zugkraftgrenzwert stellt eine Zugkraft der Arbeitsmaschine dar, welche in keinem Betriebspunkt der Arbeitsmaschine überschritten werden soll. Ferner weist die Zugkraftbegrenzungseinrichtung eine Steuerschnittstelle zum Ausgeben eines Steuersignals an den Variator des Getriebes auf. Über das Steuersignal ist der Variator steuerbar.

Bei den Schnittstellen kann es sich im Rahmen der vorliegenden Erfindung um eine Eingabe-/Ausgabeeinrichtung handeln, welche beispielsweise zum Senden und Empfangen von Datenströmen in paketierter oder unpaketierter Form ausgebildet sein kann. Die Schnittstellen können als separate Einrichtungen ausgebildet sein. Alternativ können einige oder alle der Schnittstellen der vorliegenden Erfindung auch über eine einzige Einrichtung, zum Beispiel einen Bus, verwirklicht werden.

Ferner umfasst die Zugkraftbegrenzungseinrichtung eine Rechneinrichtung, die eingerichtet ist, um auf Basis der über die Zugkraftschnittstelle bereitgestellten Informationen die anliegende Zugkraft der Arbeitsmaschine zu ermitteln. Die Informationen können ein mit einem Abtriebsmomentsensor erfasstes Abtriebsmoment des Getriebes umfassen. Ebenso können die Informationen Daten umfassen, aus denen sich die Zugkraft durch die Rechneinrichtung mittels eines Rechenmodells berechnen lässt. Unter einer Einrichtung der Rechneinrichtung für eine bestimmte Funktion wird verstanden, dass die Rechneinrichtung zur Ausführung der bestimmten Funktion spezifisch hergerichtet, also programmiert ist.

Ferner ist die Rechneinrichtung eingerichtet, um die ermittelte Zugkraft der Arbeitsmaschine mit dem über die Grenzwertschnittstelle bereitgestellten Zugkraftgrenzwert zu vergleichen. Auf Basis des Vergleichs steuert die Rechneinrichtung den Variator des Getriebes über die Steuerschnittstelle so, dass die Zugkraft den Zugkraftgrenzwert nicht überschreitet.

Mit der Zugkraftbegrenzungseinrichtung der vorliegenden Erfindung ist es möglich, die Zugkraft einer Arbeitsmaschine immer unterhalb eines Grenzwerts zu halten. Ein Durchdrehen der Räder der Arbeitsmaschine kann damit auf einfache und kosteneffiziente Weise verhindert werden. Insbesondere ist zur Verwendung der Zugkraftbegrenzungseinrichtung keine gesonderte Sensorik erforderlich. Stattdessen kann die Einrichtung mit bereits im stufenlosen Getriebe vorhandener Sensorik verwendet werden. Hierdurch wird eine einfache Nachrüstbarkeit der Zugkraftbegrenzungseinrichtung ermöglicht.

Die Zugkraftbegrenzungseinrichtung kann eine Einstelleinrichtung zum Einstellen des Zugkraftgrenzwerts aufweisen, die mit der Grenzwertschnittstelle verbunden ist. Die Einstelleinrichtung kann im Führerhaus der Arbeitsmaschine vorgesehen sein. Somit ist es für einen Bediener der Arbeitsmaschine möglich, einen Grenzwert für die Zugkraft an die Umgebungsbedingungen, beispielsweise die Bodenbeschaffenheit, individuell anzupassen.

Die Rechneinrichtung kann eingerichtet sein, um den Variator so zu steuern, dass die Drehzahlübersetzung des Getriebes erhöht wird ohne dabei das Abtriebsmoment des Getriebes zu verändern. Eine derartige Steuerung kann dann ausgeführt werden, wenn ein Herunterschalten des Getriebes erforderlich ist und die ermittelte Zugkraft dem Zugkraftgrenzwert entspricht. Ist ein Herunterschalten des Getriebes erforderlich, um beispielsweise ein Abwürgen des Motors zu unterbinden, kann damit ein Anstieg in der Zugkraft über einen Grenzwert und somit ein Schlupfen der Räder unterbunden werden.

Beim Hochschalten des Getriebes kann die Rechneinrichtung den Variator so steuern, dass die Drehzahlübersetzung erhöht, das Getriebeabtriebsmoment jedoch nicht verändert wird. Eine derartige Steuerung kann dann erfolgen, wenn die ermittelte Zug-

kraft dem Zugkraftgrenzwert entspricht. Damit kann auch beim Hochschalten des Getriebes verhindert werden, dass ein Zugkraftgrenzwert überschritten wird.

Die Zugkraftkraftbegrenzungseinrichtung kann eine Anzeigeschnittstelle zum Ausgeben eines Anzeigesignals an eine Anzeigeeinrichtung aufweisen. Die Anzeigeeinrichtung kann ein Bildschirm sein, der im Führerhaus der Arbeitsmaschine vorgesehen sein kann. Die Rechneinrichtung kann eingerichtet sein, um ein Anzeigesignal über die Anzeigeschnittstelle an die Anzeigeeinrichtung auszugeben. Das Anzeigesignal kann dann ausgegeben werden, wenn eine Änderung der Drehzahlübersetzung des Getriebes erfolgt ohne dabei das Abtriebsmoment des Getriebes zu verändern. Somit kann dem Bediener der Arbeitsmaschine angezeigt werden, dass die Zugkraftkraftbegrenzungseinrichtung aktiv ist und die Zugkraft begrenzt. Der Bediener kann daraufhin weitere Aktionen zur Zugkraftverringerung einleiten. Handelt es sich bei der Arbeitsmaschine beispielsweise um einen Grader, kann die Schar zur Verringerung der Schnitttiefe angehoben werden. Alternativ oder zusätzlich kann die Schar angestellt werden, um den Materialabfluss zu beschleunigen.

Ferner bezieht sich die vorliegende Erfindung auf ein stufenloses Getriebe für eine Arbeitsmaschine. Das Getriebe weist eine Sensoreinrichtung zum Ermitteln des Abtriebsmoments des Getriebes auf. Die Sensoreinrichtung kann einen oder mehrere Sensoren aufweisen. Ferner umfasst das Getriebe einen Variator zum Einstellen einer Drehmomentübersetzung des Getriebes unabhängig von der Drehzahlübersetzung des Getriebes. Darüber hinaus umfasst das Getriebe eine Zugkraftkraftbegrenzungseinrichtung gemäß einer der zuvor beschriebenen Ausführungsformen, wobei die Sensoreinrichtung mit der Zugkraftschnittstelle und die Steuerschnittstelle mit dem Variator verbunden sind. Hinsichtlich des Verständnisses der einzelnen Merkmale und deren Vorteile wird auf die obigen Ausführungen verwiesen.

Die Sensoreinrichtung kann eine bereits bei Herstellung des Getriebes vorgesehene Einrichtung sein, die für die ordnungsgemäße Funktion des Getriebes erforderlich ist. Damit handelt es sich bei der Sensoreinrichtung nicht um ein Bauteil, welches spezifisch für die Zugkraftbegrenzungseinrichtung vorgesehen wurde. Somit ist es auf einfache und kosteneffiziente Weise möglich, Schlupf der Räder zu vermeiden, da bereits im

Getriebe vorhandene Sensoren zur Steuerung der Zugkraftkraftbegrenzung verwendet werden können.

Der Variator kann ein hydraulischer Variator sein, der eine Hydraulikpumpe und einen Hydraulikmotor aufweist. Alternativ oder zusätzlich kann der Variator ein elektrischer Variator sein, der einen Generator und einen Elektromotor umfasst.

Bei dem stufenlosen Getriebe kann es sich um ein hydrostatisch-mechanisch leistungsverzweigtes Getriebe handeln, was geringen Treibstoffverbrauch ermöglicht. Hier sind auch andere Getriebe mit einem Variator denkbar.

Ferner bezieht sich die vorliegende Erfindung auf eine Arbeitsmaschine mit einem stufenlosen Getriebe nach einer der zuvor beschriebenen Ausführungsformen. Die Arbeitsmaschine kann ein Grader oder eine sonstige Arbeitsmaschine sein. Die vorliegende Erfindung entfaltet vorteilhafte Wirkung bei einem Grader, weil hier ein Radschlupf zu erheblichen Mehraufwand in der Bearbeitung führen kann, wie eingangs geschildert.

Ferner bezieht sich die vorliegende Erfindung auf ein Verfahren zur Zugkraftbegrenzung einer Arbeitsmaschine, die ein stufenloses Getriebe mit einem Variator aufweist. Der Variator ermöglicht eine Einstellung der Drehmomentübersetzung des Getriebes unabhängig von der Drehzahlübersetzung des Getriebes. Das Verfahren umfasst das Bereitstellen eines Zugkraftgrenzwerts und das Ermitteln einer anliegenden Zugkraft der Arbeitsmaschine. Unter einer anliegenden Zugkraft wird die Zugkraft verstanden, die zum Untersuchungszeitpunkt an den Rädern der Arbeitsmaschine vorliegt. Ferner umfasst das Verfahren das Vergleichen der anliegenden Zugkraft mit dem Zugkraftgrenzwert und das Einstellen des Variators des stufenlosen Getriebes auf Basis des Vergleichs. Die Einstellung des Variators erfolgt derart, dass die Zugkraft der Arbeitsmaschine den Zugkraftgrenzwert nicht überschreitet. Hinsichtlich des Verständnisses der einzelnen Merkmale, deren Vorteile und möglichen Weiterbildungen des Verfahrens wird auf die obigen Ausführungen im Zusammenhang mit der Zugkraftkraftbegrenzungseinrichtung und dem stufenlosen Getriebe verwiesen.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Fig. 1 zeigt schematisch den Aufbau eines Graders gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Fig. 2 zeigt den Antriebsstrang des Graders aus Fig. 1.

Fig. 3 zeigt den Zugkraftverlauf des Antriebsstrangs aus Fig. 2 in Abhängigkeit von der Gradergeschwindigkeit.

Fig. 4 zeigt ein Verfahren zur Zugkraftbegrenzung eines Graders gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Detaillierte Beschreibung einer Ausführungsform

Im Folgenden wird eine Ausführungsform einer Arbeitsmaschine 1 der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben. Die Arbeitsmaschine 1 der vorliegenden Ausführungsform ist ein Grader.

Der Grader 1 weist einen Vorderabschnitt 2 und einen Hinterabschnitt 3 auf. Der Hinterabschnitt 3 umfasst einen Antriebsstrang 4 mit zwei Hinterachsen 5, 6, an denen jeweils zwei Räder 7a, 7b beziehungsweise 8a, 8b montiert sind. Darüber hinaus weist der Hinterabschnitt 3 ein Führerhaus 3a auf. Der Vorderabschnitt 2 umfasst einen länglichen Rahmen 9, der einen Achsenabschnitt 10, an dem eine Vorderachse mit daran montierten Vorderrädern 11 gelagert ist, mit dem Hinterabschnitt 3 verbindet.

Darüber hinaus umfasst der Grader 1 einen drehbar am Achsenabschnitt 10 gelagerten Zugbalken 12, der unterhalb des Rahmens 9 vorgesehen ist. Am Zugbalken 12 ist eine Schar 13 drehbar um eine Vertikalachse V des Graders 1 gelagert. Der Zugbalken 12 mit der daran angebrachter Schar 13 ist über einen Zugbalkenzylinder 14, der an dem Rahmen 9 gelagert ist, in Vertikalrichtung V des Graders 1 verstellbar. Darüber hinaus ist die Schar 13 mittels eines Drehzylinders 15 um die Vertikalachse V des Graders 1 rotierbar, um die Schar 13 schräg zur Fahrtrichtung m des Graders 1 anzustellen.

Wie aus Fig. 2 ersichtlich, umfasst der Antriebsstrang 4 des Graders 1 eine Antriebsmaschine 16, die in dieser Ausführungsform als Dieselmotor ausgebildet ist. Die Antriebsmaschine 16 ist mit einem stufenlosen Getriebe 18 verbunden. Das Getriebe ist als sogenanntes Geared Neutral Getriebe ausgebildet, wodurch das Fahrzeug ohne Anfahrkupplung 17 nur durch Verstellen des Variators 19 aus dem Stillstand anfahren kann. Ist das stufenlose Getriebe nicht als Geared Neutral Getriebe ausgebildet, kann zusätzlich zum stufenlosen Getriebe eine Anfahrkupplung 17 vorhanden sein. In der Regel wird jedoch auf diese Anfahrkupplung 17 verzichtet und es wird ausschließlich mittels des stufenlosen Getriebes aus dem Stillstand angefahren. Das Getriebe ist in dieser Ausführungsform als ein hydrostatisch-mechanisch leistungsverzweigtes Getriebe ausgebildet. Das Getriebe 18 umfasst einen Variator 19, der durch eine Kombination aus Hydraulikpumpe und Hydraulikmotor verwirklicht wird. Das leistungsverzweigte Getriebe 18 ist mit den Hinterachsen 5, 6 verbunden, sodass über den Antriebsstrang 4 eine Antriebsleistung der Antriebsmaschine 16 an die Räder 7a, 7b und 8a, 8b übertragbar ist. Das leistungsverzweigte Getriebe 18 umfasst mindestens einen Drehzahlsensor 20 und mindestens einen im Variator 19 vorgesehenen Drucksensor 21.

Darüber hinaus weist der Antriebsstrang 4 eine Zugkraftbegrenzungseinrichtung 22 auf. Die Zugkraftbegrenzungseinrichtung 22 umfasst eine Rechneinrichtung 23, die in Form eines Mikroprozessors ausgebildet ist. Die Zugkraftbegrenzungseinrichtung 22 umfasst eine Zugkraftschnittstelle 24, mit welcher der Drehzahlsensor 20 und der Drucksensor 21 verbunden sind. Ebenso umfasst die Zugkraftbegrenzungseinrichtung 22 eine Grenzwertschnittstelle 25, die mit einer Einstelleinrichtung 26 verbunden ist. Die Einstelleinrichtung 26 ist in dieser Ausführungsform im Führerhaus 3a des Graders 1 vorgesehen und ermöglicht es einem Fahrzeugführer, einen Grenzwert für die Zugkraft des Antriebsstrangs 4 einzustellen. Darüber hinaus weist die Zugkraftbegrenzungseinrichtung 22 eine Steuerschnittstelle 27 auf, über welche der Variator 19 des leistungsverzweigten Getriebes 18 gesteuert werden kann.

Die Rechneinrichtung 23 der Zugkraftbegrenzungseinrichtung 22 ist eingerichtet, um das im Folgenden in Verbindung mit Figs. 3 und 4 beschriebene Verfahren auszuführen.

In einem ersten Schritt I wird über die Einstelleinrichtung 26 durch einen Bediener ein Zugkraftgrenzwert $F_{\max}$ eingestellt. In der in Fig. 3 gezeigten Abbildung beträgt der Grenzwert $F_{\max}$ 70% der maximal möglichen Zugkraft.

In einem Folgeschritt II werden mittels der Zugkraftbegrenzungseinrichtung 22 anhand der über die Zugkraftschnittstelle 24 bereitgestellten Drehzahl und des bereitgestellten Drucks, beispielsweise der Druck im Variator, über ein Rechenmodell das Abtriebsmoment des Getriebes 18 ermittelt. Über das Abtriebsmoment wird die an den Rädern 7a, 7b beziehungsweise 8a, 8b anliegende Zugkraft bestimmt.

Die ermittelte Zugkraft wird in einem Folgeschritt III mit dem Zugkraftgrenzwert $F_{\max}$ verglichen. Befindet sich die Zugkraft unterhalb des Grenzwerts, kehrt das Verfahren zurück zu Schritt II. Erreicht die ermittelte Zugkraft jedoch den Zugkraftgrenzwert $F_{\max}$, wird der Variator 19 des Getriebes 18 durch die Rechneinrichtung 23 über die Steuerung schnittstelle 27 in einem Folgeschritt IV so gesteuert, dass der Zugkraftgrenzwert $F_{\max}$ nicht überschritten wird. Anschließend kehrt das Verfahren zurück zu Schritt II.

Befindet sich der Grader beispielsweise in einem in Fig. 3 gezeigten Fahrtzustand 1 mit einer Geschwindigkeit v_1 und einer Zugkraft F_1 und steigt der Fahrtwiderstand, wird im Getriebe 18 die Übersetzung stufenlos verstellt, um ein Motorabwürgen zu unterbinden. Dadurch wird die Getriebeübersetzung erhöht, was zu einem Fahrtzustand 2 mit geringerer Geschwindigkeit v_2 und größerer Zugkraft F_2 führt. Ist eine weitere Erhöhung der Übersetzung erforderlich, erreicht der Grader einen Fahrtzustand 3 mit einer Zugkraft $F_{\max}$ und einer Geschwindigkeit v_3 . Bei noch weiterem Erhöhen der Übersetzung durch Verstellen des Variators 19 des Getriebes 18 verringert sich die Geschwindigkeit des Graders 1 zu einer Geschwindigkeit v_4 , wobei die Drehzahlübersetzungserhöhung nicht mit einem Anstieg in der Zugkraft F einhergeht. Stattdessen wird die Zugkraft durch entsprechende Steuerung des Variators 19 mittels der Zugkraftbegrenzungseinrichtung 22 auf den Grenzwert $F_{\max}$ beschränkt. Ist eine Verringerung der Drehzahlübersetzung des Getriebes 18 und dadurch eine Beschleunigung des Fahrzeugs erforderlich, erfolgt dies ebenfalls ohne Veränderung der Zugkraft F bis eine Geschwindigkeit v_3 erreicht ist. Bei höherer Geschwindigkeit v geht das Verändern der Übersetzung und somit die Beschleunigung des Fahrzeugs wieder mit einer Verringerung der Zugkraft F

einher. Damit wird durch die Zugkraftbegrenzungseinrichtung 22 erreicht, dass die Zugkraft in keinem Betriebspunkt des Getriebes 18 über den Grenzwert $F_{\max}$ steigt.

Bezugszeichen

1	Grader
2	Vorderabschnitt
3	Hinterabschnitt
3a	Führerhaus
4	Antriebsstrang
5, 6	Hinterachsen
7a, 7b, 8a, 8b	Hinterräder
9	Rahmen
10	Achsenabschnitt
11	Vorderräder
12	Zugbalken
13	Schar
14	Zugbalkenzylinder
15	Drehzylinder
16	Antriebsmaschine
17	Anfahrkupplung
18	stufenloses Getriebe
19	Variator
20	Drehzahlsensor
21	Drucksensor
22	Zugkraftbegrenzungseinrichtung
23	Rechneinrichtung
24	Zugkraftschnittstelle
25	Grenzwertschnittstelle
26	Einstelleinrichtung
27	Steuerschnittstelle
28	Anzeigeschnittstelle
29	Anzeigeeinrichtung
$F_{\max}$	Zugkraftgrenzwert
I	Bereitstellen Zugkraftgrenzwert

- II Ermitteln anliegende Zugkraft
- III Vergleichen anliegende Zugkraft mit Zugkraftgrenzwert
- IV Einstellen Variator

Patentansprüche

1. Zugkraftbegrenzungseinrichtung (22) für eine Arbeitsmaschine (1) mit einem stufenlosen Getriebe (18), wobei das Getriebe (18) einen steuerbaren Variator (19) aufweist, um die Drehmomentübersetzung des Getriebes (18) unabhängig von der Drehzahlübersetzung des Getriebes (18) einzustellen, umfassend

eine Zugkraftschnittstelle (24) zum Bereitstellen von Informationen zur Ermittlung einer Zugkraft (F) der Arbeitsmaschine (1);

eine Grenzwertschnittstelle (25) zum Bereitstellen eines Zugkraftgrenzwerts ($F_{\max}$) der Arbeitsmaschine (1);

eine Steuerschnittstelle (27) zum Ausgeben eines Steuersignals an den Variator (19) des Getriebes (18) der Arbeitsmaschine (1); und

eine Rechneinrichtung (23), die eingerichtet ist, um auf Basis der über die Zugkraftschnittstelle (24) bereitgestellten Informationen die Zugkraft (F) der Arbeitsmaschine (1) zu ermitteln, die ermittelte Zugkraft (F) der Arbeitsmaschine (1) mit dem über die Grenzwertschnittstelle (25) bereitgestellten Zugkraftgrenzwert ($F_{\max}$) zu vergleichen, und den Variator (19) des Getriebes (18) auf Basis des Vergleichs über die Steuerschnittstelle (27) so zu steuern, dass die Zugkraft der Arbeitsmaschine (1) den Zugkraftgrenzwert ($F_{\max}$) nicht überschreitet.

2. Zugkraftbegrenzungseinrichtung (22) nach Anspruch 1, ferner mit

einer Einstelleinrichtung (26) zum Einstellen des Zugkraftgrenzwerts ($F_{\max}$), die mit der Grenzwertschnittstelle (25) verbunden ist.

3. Zugkraftkraftbegrenzungseinrichtung (22) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Rechneinrichtung (23) eingerichtet ist, um den Variator (19) so zu steuern, dass die Drehzahlübersetzung des Getriebes (18) erhöht wird ohne dabei das Abtriebsdrehmoment des Getriebes (18) zu verändern, wenn ein stufenlo-

ses Verändern der Übersetzung des Getriebes (18) auf eine größere Drehzahlübersetzung erforderlich ist und die ermittelte Zugkraft dem Zugkraftgrenzwert ($F_{\max}$) entspricht.

4. Zugkraftkraftbegrenzungseinrichtung (22) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Rechneinrichtung (23) eingerichtet ist, um den Variator (19) so zu steuern, dass die Drehzahlübersetzung des Getriebes (18) verringert wird ohne dabei das Abtriebsmoment des Getriebes (18) zu verändern, wenn ein Beschleunigen des Fahrzeugs mit dem Getriebes (18) durch stufenloses Verändern der Übersetzung auf eine kleinere Drehzahlübersetzung erforderlich ist und die ermittelte Zugkraft dem Zugkraftgrenzwert ($F_{\max}$) entspricht.

5. Zugkraftkraftbegrenzungseinrichtung (22) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, ferner mit

einer Anzeigeschnittstelle (28) zum Ausgeben eines Anzeigesignals an eine Anzeigeeinrichtung (29);

wobei die Rechneinrichtung (23) eingerichtet ist, um ein Anzeigesignal über die Anzeigeschnittstelle (28) an die Anzeigeeinrichtung (29) auszugeben, wenn der Variator (19) über die Steuerschnittstelle (27) so gesteuert wird, dass eine Änderung der Drehzahlübersetzung des Getriebes (18) erfolgt ohne dabei das Abtriebsmoment des Getriebes (18) zu verändern.

6. Stufenloses Getriebe (18) für eine Arbeitsmaschine (1), aufweisend

eine Sensoreinrichtung (20; 21) zum Ermitteln des Abtriebsmoments des Getriebes (18);

einen steuerbaren Variator (19) zum Einstellen einer Drehmomentübersetzung des Getriebes (18) unabhängig von der Drehzahlübersetzung des Getriebes (18); und

eine Zugkraftkraftbegrenzungseinrichtung (22) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Sensoreinrichtung (20; 21) mit der Zugkraftschnittstelle (24) und der Variator (19) mit der Steuerschnittstelle (27) verbunden sind.

7. Stufenloses Getriebe (18) nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Sensoreinrichtung (20; 21) eine bei Herstellung des Getriebes (18) vorgesehene Einrichtung ist, die für die ordnungsgemäße Funktion des Getriebes (18) erforderlich ist.

8. Stufenloses Getriebe (18) nach einem der Ansprüche 6 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Getriebe ein hydrostatisch-mechanisch leistungsverzweigtes Getriebe (18) ist.

9. Stufenloses Getriebe (18) nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Sensoreinrichtung (20; 21) einen Drehzahlsensor (20) und einen Drucksensor (21) aufweist.

10. Arbeitsmaschine (1) mit einem stufenlosen Getriebe nach einem der Ansprüche 6 bis 9.

11. Arbeitsmaschine (1) nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Arbeitsmaschine ein Grader (1) ist.

12. Verfahren zur Zugkraftbegrenzung einer Arbeitsmaschine (1), die ein stufenloses Getriebe (18) mit einem Variator (19) aufweist, der eine Einstellung der Drehmomentübersetzung des Getriebes (18) unabhängig von der Drehzahlübersetzung des Getriebes (18) ermöglicht, umfassend

Bereitstellen (I) eines Zugkraftgrenzwerts ($F_{\max}$);

Ermitteln (II) einer anliegenden Zugkraft der Arbeitsmaschine;

Vergleichen (III) der anliegenden Zugkraft mit dem Zugkraftgrenzwert ($F_{\max}$); und

Einstellen (IV) des Variators (19) des stufenlosen Getriebes (18) auf Basis des Vergleichs, sodass die Zugkraft der Arbeitsmaschine den Zugkraftgrenzwert ($F_{\max}$) nicht überschreitet.

1/2

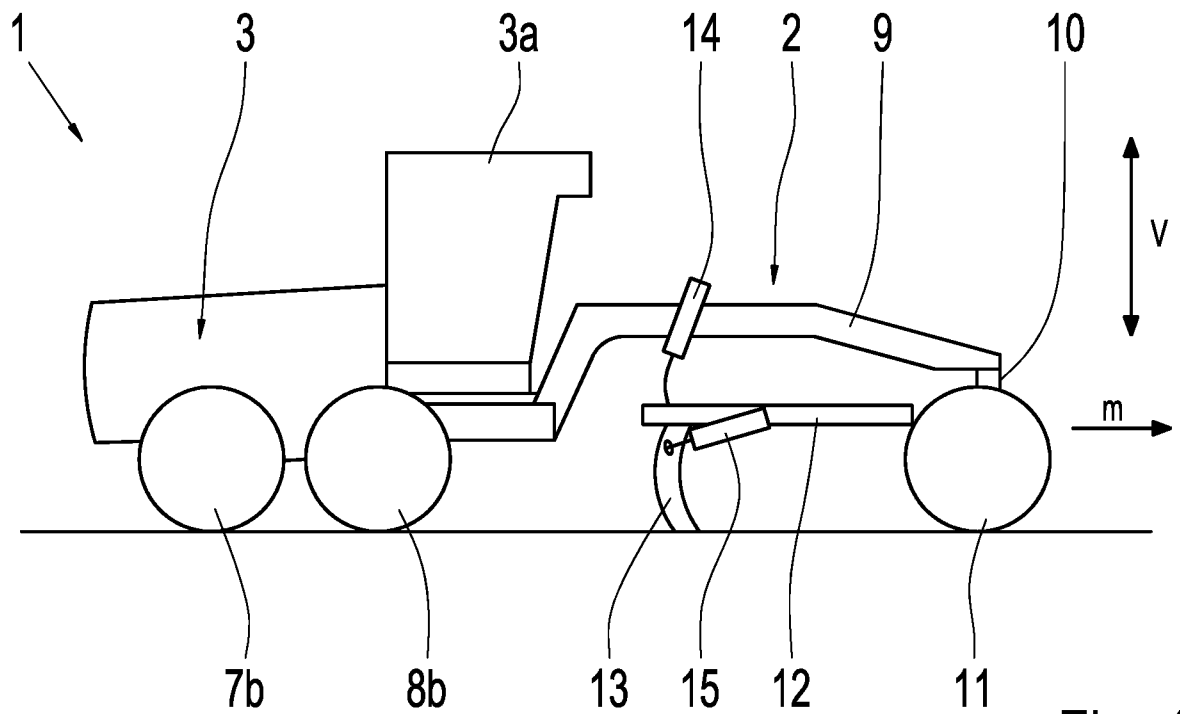


Fig. 1

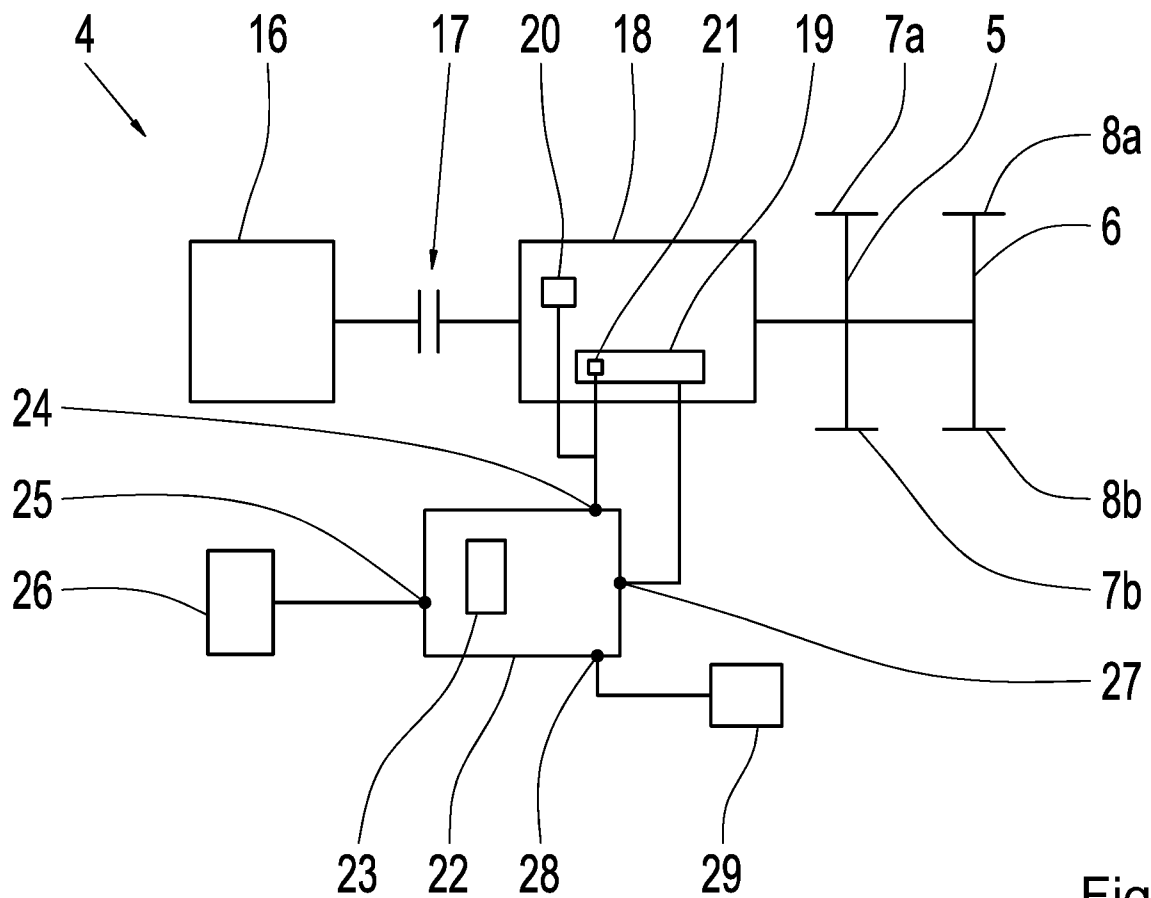


Fig. 2

2/2

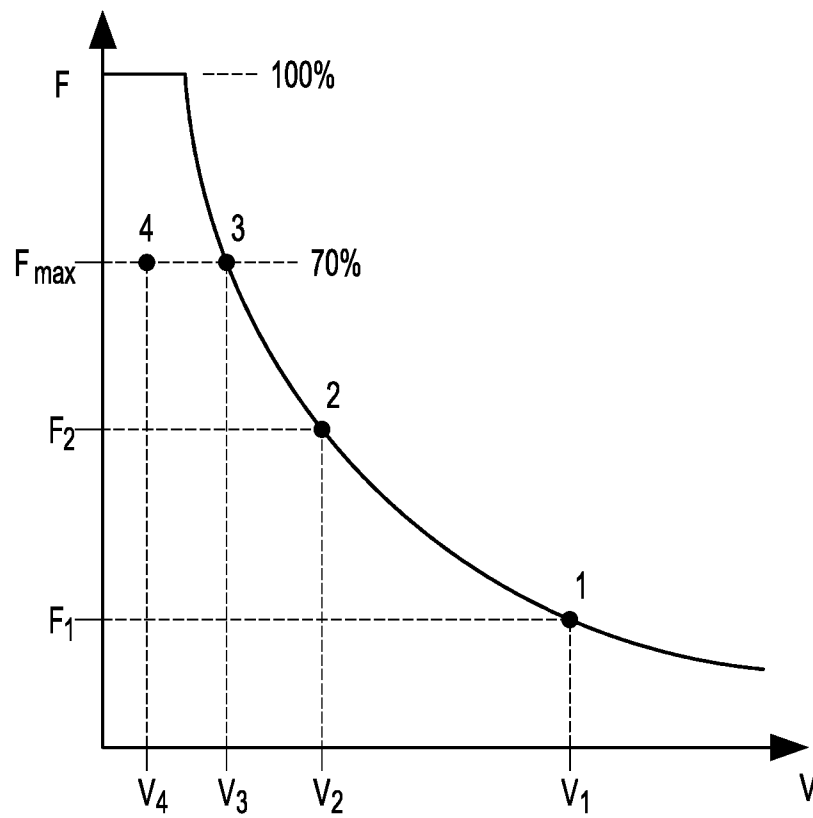


Fig. 3

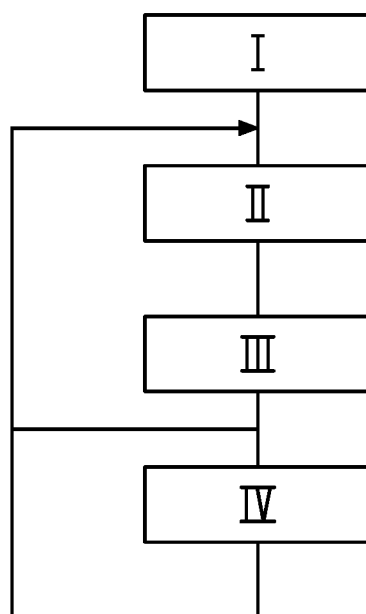


Fig. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2018/080429**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****F16H 61/472**(2010.01)i; **B60W 30/18**(2012.01)i; **B60K 28/16**(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F16H; B60W; B60K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2014121911 A1 (DAVIS KEVIN [US] ET AL) 01 May 2014 (2014-05-01) the whole document	1-12
X	US 2014200775 A1 (SHIRAO ATSUSHI [JP]) 17 July 2014 (2014-07-17) abstract; figures	1-12
A	DE 102016216588 A1 (DEERE & CO [US]) 09 March 2017 (2017-03-09) cited in the application the whole document	1-12



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

23 January 2019

Date of mailing of the international search report

01 February 2019

Name and mailing address of the ISA/EP

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

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

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

Authorized officer

Meritano, Luciano

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2018/080429

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2014121911	A1	01 May 2014	AU	2013337803	A1	18 June 2015
				CN	105026806	A	04 November 2015
				DE	112013004825	T5	10 September 2015
				US	2014121911	A1	01 May 2014
				WO	2014071102	A1	08 May 2014
US	2014200775	A1	17 July 2014	CN	103688089	A	26 March 2014
				EP	2667058	A1	27 November 2013
				JP	5092060	B1	05 December 2012
				JP	2013210013	A	10 October 2013
				US	2014200775	A1	17 July 2014
				WO	2013145336	A1	03 October 2013
DE	102016216588	A1	09 March 2017	BR	102016020168	A2	07 March 2017
				CN	106494404	A	15 March 2017
				DE	102016216588	A1	09 March 2017
				US	2017066325	A1	09 March 2017

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. F16H61/472 B60W30/18 B60K28/16
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 F16H B60W B60K

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2014/121911 A1 (DAVIS KEVIN [US] ET AL) 1. Mai 2014 (2014-05-01) das ganze Dokument	1-12
X	US 2014/200775 A1 (SHIRAO ATSUSHI [JP]) 17. Juli 2014 (2014-07-17) Zusammenfassung; Abbildungen	1-12
A	DE 10 2016 216588 A1 (DEERE & CO [US]) 9. März 2017 (2017-03-09) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument	1-12



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

23. Januar 2019

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

01/02/2019

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Meritano, Luciano

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

PCT/EP2018/080429

Formblatt PCT/ISA/210 (Anhang Patentfamilie) (April 2005)