



(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2018 106 915.4**

(22) Anmeldetag: **23.03.2018**

(43) Offenlegungstag: **26.09.2019**

(51) Int Cl.: **A01D 43/08 (2006.01)**

A01D 41/127 (2006.01)

(71) Anmelder:

**Claas Selbstfahrende Erntemaschinen GmbH,
33428 Harsewinkel, DE**

(74) Vertreter:

**Patentanwaltskanzlei Dekker, 27729 Vollersode,
DE**

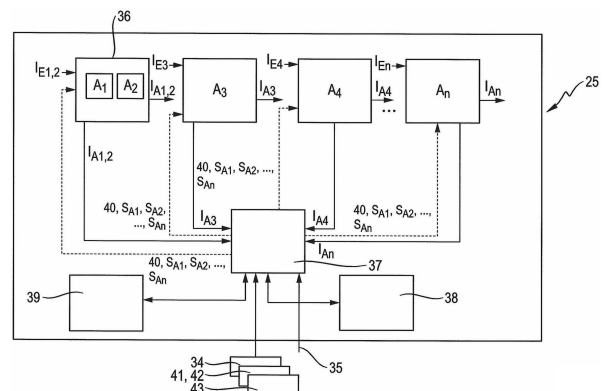
(72) Erfinder:

**Heitmann, Christoph, 48231 Warendorf, DE;
Bönig, Ingo, Dr., 33330 Gütersloh, DE; Stremlau,
Björn, 49509 Recke, DE; Fischer, Frédéric,
59823 Arnsberg, DE; Dammann, Andre, 33428
Harsewinkel, DE; Schiewer, Stefan, 48231
Warendorf, DE; Herter, Felix, 33428 Harsewinkel,
DE; Furmaniak, Jan, 48291 Telgte, DE; Kriebel,
Bastian, 48155 Münster, DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Feldhäcksler**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft einen Feldhäcksler (1), umfassend mehrere Arbeitsorgane (2, 3, 6, 10, 11, 30) zur Durchführung eines Erntegutbearbeitungsprozesses, ein Antriebssystem (20), welches in einen Hauptantriebsstrang, der mechanisch angetriebene Arbeitsorgane (6, 10, 11, 30) umfasst, und einen Nebenantriebsstrang, der zumindest teilweise hydraulisch angetriebene Arbeitsorgane (2, 3) umfasst, aufgeteilt ist, ein Fahrerassistenzsystem (25), welches einen Speicher (38) zum Hinterlegen von Daten und eine Rechenvorrichtung (37) zur Verarbeitung von in dem Speicher hinterlegten Daten sowie eine grafische Benutzerschnittstelle (39) aufweist, wobei die Arbeitsorgane (2, 3, 6, 10, 11, 30) zumindest ein einstellbares Erntegutbehandlungsmittel (31), wenigstens eine Aktuatorik (32) zur Einstellung und/oder Betätigung des zumindest einen Erntegutbehandlungsmittels (31) sowie eine Steuereinheit (33) zur Ansteuerung der Aktuatorik (32) aufweisen, wobei das jeweilige Arbeitsorgan (2, 3, 6, 10, 11, 30) als ein Einstellautomat (A_1, A_2, A_3, A_4, A_n) ausgebildet ist, wobei durch das Fahrerassistenzsystem (25) die Arbeitsweise jedes Einstellautomaten (A_1, A_2, A_3, A_4, A_n) für sich genommen oder in Abhängigkeit von zumindest einem weiteren Einstellautomaten (A_1, A_2, A_3, A_4, A_n) optimierbar ist, wobei das Fahrerassistenzsystem (25) dazu eingerichtet ist, dem jeweiligen Einstellautomaten (A_1, A_2, A_3, A_4, A_n) ein durch zumindest eine Sensoranordnung (41, 42, 43) bestimmbares durchsatzproportionales Belastungssignal (40) des Antriebssystems (20) zuzuführen.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Feldhäcksler gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Ein Feldhäcksler der eingangs genannten Art umfasst mehrere Arbeitsorgane zur Durchführung eines Erntegutbearbeitungsprozesses, ein Antriebssystem, welches in einen Hauptantriebsstrang, der mechanisch angetriebene Arbeitsorgane umfasst, und einen Nebenantriebsstrang, der zumindest teilweise hydraulisch angetriebene Arbeitsorgane umfasst, aufgeteilt ist, ein Fahrerassistenzsystem, welches einen Speicher zum Hinterlegen von Daten und eine Rechenvorrichtung zur Verarbeitung von in dem Speicher hinterlegten Daten sowie eine grafische Benutzerschnittstelle aufweist, wobei die Arbeitsorgane zumindest ein einstellbares Erntegutbehandlungsmittel, wenigstens eine Aktuatorik zur Einstellung und/oder Betätigung des zumindest einen Erntegutbehandlungsmittels sowie eine Steuereinheit zur Ansteuerung der Aktuatorik aufweisen.

[0003] Die DE 102 41 788 A1 beschreibt einen Feldhäcksler mit einer Häckselvorrichtung, die auf einer rotierend angetriebenen Häckseltrommel über den Umfang verteilt angeordnete Häckselmesser aufweist. Durch die Rotationsgeschwindigkeit der Häckseltrommel wird die Länge des Häckselgutes mitbestimmt, welche von einer Steuereinrichtung in Abhängigkeit von der Feuchtigkeit des Erntegutes anpassbar ist. Die Feuchtigkeit des Erntegutes wird sensorisch bestimmt.

[0004] Die DE 10 2011 005 317 B4 hat einen Feldhäcksler mit einer Häckselvorrichtung zum Gegenstand, wobei mittels einer Vorrichtung der Verschleißzustand, insbesondere die Abstumpfung der Schneide von Häckselmessern, bestimmt wird. Darüber hinaus erfolgt mittels der Vorrichtung eine Justierung des Abstandes von Schneide und Gegenschneide der Häckselvorrichtung. Zur Bestimmung der Schärfe der Schneide durchläuft das Häckselmesser ein Feld eines induktiven Sensors, dessen Sensorwerte an eine Auswerteeinheit übertragen werden. In der Auswerteeinheit sind vordefinierte Grenzwerte für die Schärfe hinterlegt, deren Unterschreiten automatisch ein Schärfen der Schneiden der Häckselmesser auslöst oder eine Bedienperson über die Notwendigkeit des Schärfens informiert. Hierzu ist die Auswerteeinheit mit einem Computer des Feldhäckslers verbunden.

[0005] Aus der EP 1 380 204 B1 ist ein Feldhäcksler mit einer Nachbeschleunigungsvorrichtung bekannt, welche der Beschleunigung eines aus gehäckseltem Erntegut bestehenden Gutstroms dient, welches entlang eines Förderschachts der Nachbeschleunigungsvorrichtung zugeführt wird. Die Nachbeschleunigungsvorrichtung ist abschnittsweise von

einem Gehäuse umgeben, innerhalb dessen die Nachbeschleunigungsvorrichtung mittels eines Achsverschiebemechanismus relativbeweglich ist, um einen Abstand zwischen dem Förderschacht und der Nachbeschleunigungsvorrichtung verändern zu können. Die Veränderung des Abstands erfolgt dabei in Abhängigkeit von Feuchte, Dichte oder Geschwindigkeit des Ernteguts. Die Bestimmung von Feuchte, Dichte oder Geschwindigkeit erfolgt durch einen Sensor, dessen Signale an eine Auswerte- und Recheneinheit übertragen werden. Die Verstellung erfolgt durch eine Aktuatorik, die von der Auswerte- und Recheneinheit angesteuert wird.

[0006] Aus dem Stand der Technik ist es somit für einen Feldhäcksler bekannt, Arbeitsorgane, die zumindest ein einstellbares Erntegutbehandlungsmittel, wenigstens eine Aktuatorik zur Einstellung und/oder Betätigung des zumindest einen Erntegutbehandlungsmittels sowie eine Steuereinheit zur Ansteuerung der Aktuatorik aufweisen, sensorisch zu überwachen und die Aktuatorik in Abhängigkeit von einem sensorisch erfassten Betriebs- oder Ernteprozessparameter anzusteuern. Dabei handelt es sich um Steuerkreise, die in sich geschlossen sind und autark arbeiten. Das heißt, dass etwaige Wechselwirkungen an einem Arbeitsorgan vorgenommener Einstellungen auf die Arbeitsweise und Qualität anderer Arbeitsorgane unberücksichtigt bleiben. Dies hat insbesondere den Nachteil, dass der Feldhäcksler in seiner Leistungsfähigkeit nicht voll ausgenutzt werden kann.

[0007] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen Feldhäcksler der eingangs genannten Art weiterzubilden, der sich durch eine gesteigerte Effizienz, insbesondere durch eine optimierte Gesamtleistungsaufnahme, auszeichnet.

[0008] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

[0009] Vorteilhafte Weiterbildungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0010] Gemäß dem Anspruch 1 wird ein Feldhäcksler vorgeschlagen, der mehrere Arbeitsorgane zur Durchführung eines Erntegutbearbeitungsprozesses sowie ein Antriebssystem, welches in einen Hauptantriebsstrang, der mechanisch angetriebene Arbeitsorgane umfasst, und einen Nebenantriebsstrang, der mechanisch und/oder hydraulisch angetriebene Arbeitsorgane umfasst, aufgeteilt ist, umfasst. Weiterhin umfasst der Feldhäcksler ein Fahrerassistenzsystem, welches einen Speicher zum Hinterlegen von Daten und eine Rechenvorrichtung zur Verarbeitung von in dem Speicher hinterlegten Daten sowie eine grafische Benutzerschnittstelle aufweist. Die Arbeitsorgane weisen zumindest ein einstellbares Erntegutbehandlungsmittel, wenigstens eine Aktuatorik

zur Einstellung und/oder Betätigung des zumindest einen Erntegutbehandlungsmittels sowie eine Steuereinheit zur Ansteuerung der Aktuatorik auf. Erfindungsgemäß ist zur Steigerung der Effizienz des Feldhäckslers vorgesehen, dass das jeweilige Arbeitsorgan als ein Einstellautomat ausgebildet ist, wobei durch das Fahrerassistenzsystem die Arbeitsweise jedes Einstellautomaten für sich genommen oder in Abhängigkeit von zumindest einem weiteren Einstellautomaten optimierbar ist, und wobei das Fahrerassistenzsystem dazu eingerichtet ist, dem jeweiligen Einstellautomaten ein durch zumindest eine Sensoranordnung bestimmtes durchsatzproportionales Belastungssignal des Antriebssystems zuzuführen. Durch die Detektion von Belastungsänderungen im Antriebssystem und die Übermittlung der diese wiedergebenden durchsatzproportionalen Belastungssignale durch das Fahrerassistenzsystem an alle Einstellautomaten, lässt sich eine zeitnahe Anpassung der Betriebsparameter durch den jeweiligen Einstellautomaten eines Arbeitsorgans vornehmen, um dessen Betrieb kontinuierlich zu optimieren. Dabei lässt sich auch das Verhältnis von Gesamtleistungsaufnahme und Durchsatz optimieren. Im Zuge dessen lassen sich eine Gesamtleistungsaufnahme des Feldhäckslers und deren zeitlicher Verlauf bestimmen. Aufgrund von Durchsatzschwankungen auftretende Wechselwirkungen zwischen den Arbeitsorganen werden bei der Einstellung bzw. Anpassung der Betriebsparameter durch den jeweiligen Einstellautomaten berücksichtigt. So führt eine Zunahme der aufgenommenen Erntegutmenge grundsätzlich zu einem erhöhten Gesamtleistungsbedarf des Feldhäckslers, der sich jedoch unterschiedlich auf die verschiedenen Arbeitsorgane aufteilen kann.

[0011] Insbesondere kann das Fahrerassistenzsystem zur Optimierung der Arbeitsweise der einzelnen Arbeitsorgane in dem Speicher hinterlegte, auswählbare arbeitsorganspezifische Strategien aufweisen. Die individuelle Auswählbarkeit von arbeitsorganspezifischen Strategien bietet den Vorteil, dass hierdurch eine Vorgabe erfolgt, welcher Schwerpunkt bei der Optimierung der Arbeitsweise angestrebt wird. So können die arbeitsorganspezifischen Strategien beispielsweise als Zielstellungen „Effizienz“, „Kosten“, „Leistung“ sowie „Arbeitsqualität“ aufweisen. Die vorstehende Aufzählung ist als nicht abschließend zu verstehen. Diese Zielstellungen arbeitsorganspezifischer Strategien können entsprechend des jeweils zu optimieren Arbeitsorgans variieren, da nicht für alle Arbeitsorgane identische Zielstellungen respektive Strategien vorgesehen sein können.

[0012] Hierzu können die auswählbaren arbeitsorganspezifischen Strategien jeweils auf eine Zielvorgabe der Einstellung oder der Optimierung mindestens eines Ernteprozessparameters durch Vorgabe zumindest eines Betriebsparameters zumindest eines der Arbeitsorgane gerichtet sein. Als Erntepro-

zessparameter werden qualitativ und quantitativ bestimmbare Arbeitsergebnisse von einzelnen Arbeitsorganen bis hin zum Arbeitsergebnis des Feldhäckslers in seiner Gesamtheit angesehen, beispielsweise Verdichtbarkeit von Erntegut, Flächenleistung, Sillierbarkeit von Erntegut, Leistungsbedarf und dergleichen mehr, welche durch einen oder mehrere Betriebsparameter zumindest eines der Arbeitsorgane beeinflusst werden.

[0013] Art und Umfang einer Optimierung der jeweiligen Leistungsaufnahme durch die Arbeitsorgane wird durch die im Zuge einer ausgewählten organspezifischen Strategie angestrebte Zielvorgabe bestimmt.

[0014] Gemäß dem Anspruch 2 kann zur Bestimmung zumindest eines durchsatzproportionalen Belastungssignals zumindest einem Arbeitsorgan in dem Hauptantriebsstrang zumindest eine Sensoranordnung zugeordnet sein, um Veränderungen in der Leistungsaufnahme des zumindest einen Arbeitsorgans zu detektieren. Vorteilhaft ist dabei, dass anhand der durch die Sensoranordnung bestimmten durchsatzproportionalen Belastungssignale auf die Leistungsaufnahme sowie auf Veränderungen in der Leistungsaufnahme des zumindest einen Arbeitsorgans geschlossen werden. So kann mittels der zumindest einen Sensoranordnung eine Überwachung des Arbeitsorgans durchgeführt werden, um Veränderungen der Leistungsaufnahme aufgrund von Verschleiß zu detektieren. Hierzu kann ein Vergleich der aktuell erfassten durchsatzproportionalen Belastungssignale mit gespeicherten älteren Belastungssignalen durchgeführt werden, welche unter im Wesentlichen gleichen Betriebsbedingungen erfasst wurden. Eine sich daraus ergebende signifikante Zunahme der Leistungsaufnahme des Arbeitsorgans, beispielsweise einer Häckselvorrichtung des Feldhäckslers, kann ein Indiz für eine abnehmende Schneidschärfe der Häckselmesser sein. Das Zuordnen von jeweils einer Sensoranordnung zu allen von dem Antriebsriemen des Hauptantriebsstranges angeordneten Arbeitsorganen bietet die Möglichkeit einer Bilanzierung der Leistungsaufnahme des Feldhäckslers.

[0015] Zudem kann somit zumindest einem Einstellautomaten eines von dem Hauptantriebsstrang angetriebenen Arbeitsorgans das durchsatzproportionale Belastungssignal zugeführt werden. Auf diese Weise kann die Leistungsaufnahme zumindest eines Teilprozesses der Verarbeitung in dem Feldhäckler und des Transport durch den Feldhäckler bestimmt und ausgewertet werden. Die Auswertung insbesondere mehrerer Teilprozesse hinsichtlich ihrer Leistungsaufnahme sowie die Berücksichtigung von bestehenden Wechselwirkungen zwischen den für die Durchführung von Teilprozessen vorgesehenen Arbeitsorganen bietet die Möglichkeit, den Gesamt-

prozess im laufenden Betrieb zu optimieren. So können die generierten Belastungssignale, welche eine Änderung der Leistungsaufnahme des Arbeitsorgans Häckselvorrichtung als einem großen Leistungsaufnehmer aufgrund einer Veränderung des Durchsatzes an Erntegut repräsentieren, herangezogen werden, um an die Einstellautomaten der von dem Nebenantriebsstrang angetriebenen Arbeitsorgane Vorsatzgerät und Einzugsvorrichtung sowie der Häckselvorrichtung weitergeleitet zu werden. In Reaktion auf die bereitgestellten Belastungssignale optimieren die Einstellautomaten entsprechend die Betriebsparameter des jeweiligen Arbeitsorgans in aufeinander abgestimmte Weise. Dies geschieht dabei unter Berücksichtigung der ausgewählten organspezifischen Strategie.

[0016] Weiterhin kann zur Bestimmung zumindest eines durchsatzproportionalen Belastungssignals zumindest einem Arbeitsorgan in dem Nebenantriebsstrang zumindest eine Sensoranordnung zugeordnet sein. In Verbindung mit der dem Hauptantriebsstrang zugeordneten zumindest einen Sensoranordnung wird eine Bilanzierung der Gesamtleistungsaufnahme ermöglicht.

[0017] Insbesondere kann die zumindest eine Sensoranordnung dazu eingerichtet sein, von dieser aufgenommene Messsignale an das Fahrerassistenzsystem zur Generierung von Belastungssignalen zu übermitteln. Das Fahrerassistenzsystem kann durch Auswertung der Messsignale die jeweiligen Belastungssignale generieren und den jeweiligen Einstellautomaten zuführen. Dabei kann die Übermittlung der Belastungssignale durch das Fahrerassistenzsystem auf die Einstellautomaten beschränkt werden, die in unmittelbarer Wechselwirkung miteinander stehen.

[0018] Des Weiteren können die Einstellautomaten dazu eingerichtet sein, die Belastungssignale bei der Optimierung des Leistungsbedarfs des jeweiligen Arbeitsorgans zu verwenden.

[0019] Dabei kann die zumindest eine Sensoranordnung zur indirekten Messung der Belastung des Antriebssystems eingerichtet sein. Indirekte Messungen haben den Vorteil, dass diese in der Regel kostengünstiger durchführbar, da Sensoranordnungen, die direkt messen, oftmals aufwendiger sind und eine Manipulation am Messpunkt erfordern, um die Messgröße direkt erfassen zu können. Je nach Ausführung der indirekten Messungen können konstruktive Eingriffe in das Antriebssystem weitgehend oder vollständig vermieden werden.

[0020] Besonders bevorzugt kann die zumindest eine Sensoranordnung zur Bestimmung von Dehnungsschlupf in einem Antriebsriemen des Hauptantriebsstrangs eingerichtet sein. Hierbei kann eine Ab-

weichung des Übersetzungsverhältnisses aufgrund stärkerer Dehnung im Zugtrum bzw. Lasttrum des Antriebsriemens vor dem von einer Riemenscheibe angetriebenen Arbeitsorgan gegenüber dem Leertrum hinter dem Arbeitsorgan bestimmt werden. Das an den jeweiligen Riemenscheiben anliegende Drehmoment ist proportional zum Dehnungsschlupf, so dass auf das Drehmoment geschlossen werden kann. Zur Bestimmung des Dehnungsschlupfes kann eine Geschwindigkeitsdifferenz des Antriebsriemens vor und hinter der Riemenscheibe durch die Sensoranordnung bestimmt werden. Ein wesentlicher Vorteil dieser Sensoranordnung besteht in der Echtzeitfähigkeit der Messungen

[0021] Hierzu kann die zumindest eine Sensoranordnung zumindest eine einer Riemenscheibe des zumindest einen Arbeitsorgans im Hauptantriebsstrang nachgeordnete Laufrolle umfassen, deren Drehzahl sensorisch erfasst wird, und dass die Drehzahl der Riemenscheibe des Arbeitsorgans mittelbar oder unmittelbar sensorisch erfassbar ist. Aus der Erfassung der Drehzahlen von Laufrolle und Riemenscheibe ist eine Drehzahldifferenz bestimmbar, welche einen Rückschluss auf den Dehnungsschlupf in dem Antriebsriemen ermöglicht. Insbesondere kann die Laufrolle im Hauptantriebsstrang in einer Weise positioniert sein, so dass ein permanenter Kontakt zu dem Antriebsriemen gewährleistet ist. Dadurch soll ein Abreißen des Kontakts zwischen der Laufrolle und dem Antriebsriemen aufgrund von auftretenden Schwingungen verhindert werden. Insbesondere erfolgt die Erfassung der Drehzahl der Riemenscheibe mittelbar durch eine Drehzahlerfassung des von dieser angetriebenen Arbeitsorgans. Hierzu kann ein Drehzahlsensor vorgesehen sein. Diese Ausbildung der Sensoranordnung hat den Vorteil, dass bauliche Eingriffe in den Antriebsstrang minimiert werden können. Zudem zeichnet sich diese Ausbildung der zumindest einen Sensoranordnung zur Bestimmung der Leistungsaufnahme durch einen einfachen, kompakten und robusten Aufbau aus. Ein zur Erfassung der Drehzahl erforderlicher Drehzahlsensor ist kostengünstig. So kann die Zuordnung von jeweils einer Laufrolle zu jedem der von dem Antriebsriemen angetriebenen Arbeitsorgane vorgenommen werden.

[0022] Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung kann die zumindest eine Sensoranordnung zur Bestimmung von Biegeschwingungen in einem Antriebsriemen des Hauptantriebsstrangs eingerichtet sein. Die kontinuierlich erfassten Riemenschwingungen können einer Frequenzanalyse unterzogen werden, um die Frequenz der Riemenschwingungen des Antriebsriemens vor und hinter der Riemenscheibe des von dieser angetriebenen Arbeitsorgans zu bestimmen. Die Bestimmung der Frequenzen der Riemenschwingungen des Antriebsriemens ermöglicht es, auf eine Differenz der Trumkräfte vor und hinter

der Riemenscheibe zu schließen, was zur Bestimmung des Drehmoments benötigt wird.

[0023] Dabei kann die zumindest eine Sensoranordnung zwei Abstandssensoren umfassen, wobei jeweils ein Abstandssensor dem Leertrum vor dem zumindest einen Arbeitsorgan und dem Lasttrum hinter dem zumindest einen Arbeitsorgan zugeordnet sein, mittels derer eine Auslenkung des Antriebsriemens des Hauptantriebsstrangs bestimmbar ist. Der jeweilige Abstandssensor ist bevorzugt als berührungslos arbeitender Sensor ausgeführt. Die Anordnung der beiden Abstandssensoren der zumindest einen Sensoranordnung kann sowohl auf der Außenseite als auch der Innenseite des Antriebsriemens oder wechselseitig erfolgen, um die durch die Riemenschwingungen des Antriebsriemens verursachten Abstandsänderungen zu erfassen. Die Variante der zumindest zwei Abstandssensoren umfassenden Sensoranordnung zeichnet sich vor allem durch einen geringen Integrationsaufwand in den Hauptantriebsstrang aus.

[0024] Eine vorteilhafte Weiterbildung sieht vor, dass die zumindest eine Sensoranordnung zur Bestimmung einer hydraulischen Leistung von zumindest einem in dem Nebenantriebsstrang angeordneten Hydraulikmotor eingerichtet sein kann. Der Nebenantriebsstrang dient dem Antrieb von als Vorsatzgerät und Einzugsvorrichtung ausgebildeten Arbeitsorganen des Feldhäckslers. Dabei kann der Antrieb von Vorsatzgerät und Einzugsvorrichtung leistungsverzweigt, mechanisch durch den Hauptantriebsstrang und zusätzlich hydrostatisch, erfolgen oder rein hydrostatisch. Der Antrieb des Hydraulikmotors erfolgt durch eine Druckdifferenz zwischen Druck- und Saugleitung. Der Volumenstrom wird von einer Hydraulikpumpe bereitgestellt, deren Antriebswelle mit einer Riemenscheibe trieblich verbunden ist, welche von dem Antriebsriemen des Hauptantriebsstrangs angetrieben wird. Die Hydraulikpumpe ist bevorzugt als eine im Schluckvolumen verstellbare Axialkolbenpumpe ausgeführt.

[0025] Hierzu kann dem zumindest einen Hydraulikmotor jeweils ein Drucksensor vor- und nachgeschaltet sein. So kann die Druckdifferenz am Ein- und Ausfluss des Hydraulikmotors gemessen werden.

[0026] Insbesondere kann der Hydraulikmotor als ein Konstantmotor ausgeführt sein. Dies hat den Vorteil, dass das Schluckvolumen des Hydraulikmotors konstant ist, so dass die Leistung des Hydraulikmotors anhand der Druckdifferenz und der Drehzahl der Hydraulikpumpe bestimmbar ist.

[0027] Die vorliegende Erfindung wird nachstehend anhand von in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert.

[0028] Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines selbstfahrenden Feldhäckslers in Seitenansicht;

Fig. 2 eine schematische Darstellung der Struktur eines Einstellautomaten;

Fig. 3 eine schematische Übersicht der Struktur eines Fahrerassistenzsystems;

Fig. 4 eine schematische Teilansicht eines Hauptantriebsstranges eines Antriebssystems mit einer Sensoranordnung zur indirekten Messung der Belastung;

Fig. 5 eine schematische Ansicht des Hauptantriebsstranges mit einer Sensoranordnung gemäß einer zweiten Ausführungsform zur indirekten Messung der Belastung;

Fig. 6 eine schematische Ansicht eines Nebenantriebsstranges des Antriebssystems mit einer Sensoranordnung gemäß einer dritten Ausführungsform zur indirekten Messung der Belastung.

[0029] In **Fig. 1** ist eine schematische Darstellung eines selbstfahrenden Feldhäckslers **1** in Seitenansicht gezeigt. Der Feldhäckslers **1** weist ein Vorsatzgerät **2** zum Ernten von, insbesondere stängeligem, Erntegut auf. Das Vorsatzgerät **2** kann unter anderem als sogenanntes Maisgebiss oder als Maispflücker ausgebildet sein. Für das Ernten von Gras kann das Vorsatzgerät **2** als ein Mähwerk ausgeführt sein.

[0030] Das von dem Vorsatzgerät **2** aufgenommene Erntegut wird einer Einzugsvorrichtung **3** zugeführt. Die Einzugsvorrichtung **3** umfasst zumindest ein erstes Paar Walzen **4a, 4b** und ein zweites Paar Walzen **5a, 5b**, die an einem Rahmen oder einem Gehäuse angeordnet sind. Die zumindest zwei Walzenpaare **4a, 4b** und **5a, 5b** dienen dem Einzug und Vorpressen des aufgenommenen Erntegutes. Die Walzenpaare **4a, 4b** und **5a, 5b** bilden ein einstellbares Erntegutbehandlungsmittel. So können beispielsweise die Vorpresskraft als auch die Antriebsgeschwindigkeit der Walzenpaare **4a, 4b** und **5a, 5b** verändert werden, um an sich ändernde Erntegutmengen angepasst zu werden.

[0031] Der Einzugsvorrichtung **3** ist eine Häckselvorrichtung **6** nachgeordnet. Die Häckselvorrichtung **6** umfasst eine mit einer Vielzahl von Häckselmessern **8** bestückte, rotierend angetriebene Häckseltrommel **7**. Zum Zerkleinern des in Form einer verdichteten Erntegutmatte von der Einzugsvorrichtung **3** zugeführten Erntegutes wirken die mit der Häckseltrommel **7** rotierenden Häckselmesser **8** mit einer ortsfest angeordneten Gegenschneide **9** der Häckselvorrichtung **6** zusammen. Der Abstand der Gegenschneide **9** relativ zum Hüllkreis der Häckselmesser **8** lässt sich ein- bzw. nachstellen. Ein möglichst geringer Abstand trägt zu einem reduzierten Kraftbedarf beim Schneiden und zu einer konstanten Schnittqualität bei. Ei-

ne der Häckselvorrichtung **6** zugeordnete -nicht dargestellte - Schleifvorrichtung dient dazu, die Häckselmesser **8** bei Bedarf zu schärfen, um einer sich verschlechternden Häckselqualität wegen stumpfer Häckselmesser sowie einem erhöhten Energiebedarf beim Antrieb der Häckselvorrichtung **6** zu begegnen.

[0032] Das aus der Häckselvorrichtung **6** austretende zerkleinerte Erntegut kann einer optional vorgesehenen Nachbearbeitungs- vorrichtung **10** zugeführt werden. Die Nachbearbeitungs- vorrichtung **10**, auch als Konditioniereinrichtung oder Corncracker bezeichnet, dient dem Aufschließen von Maiskörnern, um die Verwertbarkeit bzw. Energieausbeute bei einem Einsatz als Futtermittel bzw. in einer Biogasanlage zu erhöhen. Derartige Nachbearbeitungs- vorrichtungen **10** bestehen aus einem Walzenpaar mit profilierten Oberflächen, wobei die Walzen mit unterschiedlichen Drehzahlen angetrieben werden. Das Drehzahlverhältnis des Walzenpaares der Nachbearbeitungs- vorrichtung **10** ist variierbar. Der Kornaufschluss wird insbesondere durch eine Spaltweite zwischen den beiden Walzen der Nachbearbeitungs- vorrichtung **10** bestimmt. Je geringer die Spaltweite desto höher der Kornaufschluss. Die Spaltweite ist einstellbar. Die Nachbearbeitungs- vorrichtung **10** ist bei Bedarf, z.B. bei der Ernte von Gras, aus dem Gutflussweg des Feldhäckslers **1** entfernbar.

[0033] Von der Häckselvorrichtung **6** bzw. der optionalen Nachbearbeitungs- vorrichtung **10** gelangt das zerkleinerte Erntegut zu einer Nachbeschleunigungs- vorrichtung **11**, welche das Erntegut durch einen Förderschacht **12** und eine sich daran anschließende als Auswurfkrümmer ausgebildete Auswurf- vorrichtung **13** an ein benachbart zu dem Feldhäckslers **1** fahrendes - nicht dargestelltes - Transportfahrzeug überlädt. Im Bereich der Nachbeschleunigungs- vorrichtung **11** ist eine Siliermitteldosiervorrichtung **14** angeordnet, die mittels einer Förderpumpe **15** mit veränderlichem Fördervolumen eine Flüssigkeit in den Förderschacht **12** einbringt. Hierzu ist ein in dem Förderschacht **12** endender, sich in Stromrichtung des Erntegutes öffnender Injektor **16** vorgesehen, wodurch die Flüssigkeit in fein verspritzter Form auf das vorbeiströmende Erntegut appliziert wird. An der Auswurf- vorrichtung **13** ist zumindest ein Sensor **17** angeordnet, welcher zumindest zur Bestimmung des Feuchtigkeitsgehalts des zerkleinerten Erntegutes respektive der Trockenmasse eingerichtet ist. Der zumindest eine Sensor **17** kann als NIR-Sensor ausgeführt sein, welcher auch zur Detektion von Inhaltsstoffen wie Rohasche oder Rohproteingehalt des vorbeiströmenden Erntegutes eingerichtet ist. Die Zuordnung eines oder mehrerer weiterer Sensoren **18** zur Bestimmung der Häcksellänge, der Strömungsgeschwindigkeit des Erntegutes und/oder des Massenstroms des vorbeiströmenden Erntegutes zu der Auswurf- vorrichtung **13** ist vorsehbar.

[0034] Zum Antreiben des Feldhäckslers **1** ist eine als Verbrennungsmotor ausgebildete Antriebs- vorrichtung **19** vorgesehen. Die Antriebs- vorrichtung **19** steht mit einem Antriebssystem **20** trieblich in Verbindung. Das Antriebssystem **20** ist in einen Hauptantriebsstrang, der mechanisch angetriebene Arbeitsorgane umfasst, wie die Häckselvorrichtung **6**, die optionale Nachbearbeitungs- vorrichtung **10** sowie die Nachbeschleunigungs- vorrichtung **11**, und einen Nebenantriebsstrang, der mechanisch und/oder hydraulisch angetriebene Arbeitsorgane umfasst, wie das Vorsatzgerät **2** und die Einzugs- vorrichtung **3**, aufgeteilt.

[0035] Mittels eines Antriebsriemens **20a** werden die Häckselvorrichtung **6** sowie die Nachbeschleunigungs- vorrichtung **11** angetrieben. Die Nachbearbeitungs- vorrichtung **10** ist durch einen weiteren Riemen mit der Nachbeschleunigungs- vorrichtung **11** trieblich verbunden. Das Vorsatzgerät **2** sowie die Einzugs- vorrichtung **3** sind durch den Nebenantriebsstrang antreibbar, welcher mechanisch mit der Häcksel- vorrichtung **6** gekoppelt sein kann, leistungsverzweigt mechanisch und hydrostatisch betreibbar ist oder unabhängig von der Häckselvorrichtung **6** hydrostatisch betreibbar ist. Für den rein hydrostatischen Antrieb von Vorsatzgerät **2** sowie Einzugs- vorrichtung **3** ist eine Hydraulikpumpe **28** vorgesehen, die einen Hydraulikmotor **29** antreibt. Die Hydraulikpumpe **28** ist bevorzugt als eine im Schluckvolumen verstellbare Axialkolbenpumpe ausgeführt. Der Hydraulikmotor **29** ist als Konstantmotor ausgeführt. Weiterhin ist ein, insbesondere hydrostatischer, Fahrtrieb **21** vorgesehen, mit welchem die Fahrgeschwindigkeit des Feldhäckslers **1** regelbar ist.

[0036] Der Feldhäckslers **1** weist eine Kabine **22** auf, in der eine Ein-/Ausgabevorrichtung **23** vorgesehen ist, welche einer Bedienperson des Feldhäckslers **1** zur Verfügung steht, um beispielsweise Betriebsparameter ein- und verstellen zu können und um die Bedienperson über aktuelle Betriebs- bzw. Erntebedingungen zu informieren. Die Ein-/Ausgabevorrichtung **23** steht durch ein Bussystem **24** mit einem Fahrerassistenzsystem **25** des Feldhäckslers **1** in Verbindung. Das Bussystem **24** verbindet darüber hinaus die Sensoren **17**, **18** an der Auswurf- vorrichtung **13** sowie einen Sensor **26** der Einzugs- vorrichtung **3** und weitere - in Fig. 1 nicht dargestellte - Sensoren bzw. Sensorsysteme **34** und Aktuatoren **32** zur Überwachung sowie zur Einstellung und/oder Betätigung von Vorsatzgerät **2**, Einzugs- vorrichtung **3**, Häcksel- vorrichtung **6**, Schleifvorrichtung, Nachbearbeitungs- vorrichtung **10**, Nachbeschleunigungs- vorrichtung **11**, Siliermitteldosiervorrichtung **14**, Auswurf- vorrichtung **13** sowie den Fahrtrieb **21**, die nachfolgend als Arbeitsorgane **30** bezeichnet werden, mit dem Fahrerassistenzsystem **25**. Die Sensoren **17**, **18** sowie **26** werden nachfolgend unter dem Begriff Sensorsystem **34** verallgemeinernd beschreiben. Jedes die-

ser Arbeitsorgane **30** umfasst dabei zumindest ein einstellbares Erntegutbehandlungsmittel **31**, mit dem das Erntegut beim Durchlaufen des Erntegutbehandlungsprozesses durch den Feldhäcksler **1** von der Aufnahme durch das Vorsatzgerät **2** bis zur Abgabe durch die Auswurfvorrichtung **13** manipuliert wird. Die wenigstens eine Aktuatorik **32** eines jeweiligen Arbeitsorgans **30** dient dazu, das zumindest eine Erntegutbehandlungsmittel **31** eines Arbeitsorgans **30** entsprechend der jeweils vorliegenden Erntebedingungen einzustellen, zu verstellen und/oder zu betätigen. Die Sensoren bzw. Sensorsysteme **34** überwachen Betriebs- und arbeitsorganspezifische Parameter der Arbeitsorgane **30** bzw. des von diesen behandelten Ernteguts. Unter dem Begriff Erntegutbehandlungsmittel **31** sind unter anderem die Walzenpaare **4a**, **4b** und **5a**, **5b** der Einzugsvorrichtung **3**, die Häckselmesser **8** der Häckselvorrichtung **6** zu verstehen.

[0037] In Fig. 2 ist eine schematische Ansicht der Struktur eines Einstellautomaten An dargestellt. Das als Einstellautomat An ausgebildete Arbeitsorgan **30** umfasst zumindest ein Erntegutbehandlungsmittel **31**, eine Aktuatorik **32** sowie eine Steuereinheit **33**. Von der Steuereinheit **33** werden Steuersignale an die Aktuatorik **32** mittels des Datenbusses **24** übermittelt, durch welche das zumindest eine Erntegutbehandlungsmittel **31** eingestellt wird. Ein Sensorsystem **34** überwacht das zumindest eine Erntegutbehandlungsmittel **31** des Arbeitsorgans **30** und gegebenenfalls die Aktuatorik **32**. Das Sensorsystem **34** stellt die von diesem generierten Daten mittels des Bussystems **24** der Steuereinheit **33** zur Auswertung zur Verfügung. Darüber hinaus werden der Steuereinheit **33** externe Informationen **35** bereitgestellt, die beispielsweise von anderen Arbeitsmaschinen und/oder einem zentralen Rechnersystem an den Feldhäcksler **1** übermittelt werden und den Erntegutbehandlungsprozess beeinflussen können. Die von dem Sensorsystem **34** bereitgestellten Daten sowie die externen Informationen **35** bilden Eingangssignale I_{En} des Einstellautomaten An. Mit I_{An} sind Ausgangssignale des Einstellautomaten An bezeichnet. Der Einstellautomat An optimiert die Arbeitsweise des Arbeitsorgans **30** autonom, d.h. der Einstellautomat An ist dazu eingerichtet, die erforderlichen Einstellungen von Betriebsparametern des Arbeitsorgans **30** kontinuierlich autonom zu bestimmen und vorzugeben. Durch den Einstellautomat An werden an die jeweils vorliegenden Betriebs- und Erntebedingungen optimal angepasste Betriebsparameter bereitgestellt.

[0038] Die Darstellung in Fig. 3 zeigt eine schematische Übersicht der Struktur des Fahrerassistenzsystems **25**. Das Fahrerassistenzsystem **25** umfasst mehrere Einstellautomaten $A_1, A_2, A_3, A_4, \dots, A_n$. Prinzipiell arbeitet jeder der Einstellautomaten $A_1, A_2, A_3, A_4, \dots, A_n$ autark. Jedoch ist es denkbar zwei Einstellautomaten A_1, A_2 zu einer Einheit zu-

sammenzufassen, wie beispielhaft in Fig. 3 angedeutet. Das Zusammenfassen zweier Einstellautomaten A_1, A_2 ist dann sinnvoll, wenn die unmittelbare Wechselwirkung respektive Abhängigkeit zwischen diesen beiden Einstellautomaten A_1, A_2 eine jeweils autarke Optimierung keinen Mehrwert liefert. So werden bei dem Feldhäcksler **1** der als Vorsatzgeräteautomat ausgeführte Einstellautomat A_1 , welcher der Optimierung der Betriebsparameter des Vorsatzgerätes **2** dient, und der als Einzugsautomat ausgeführte Einstellautomat A_2 , welcher der Optimierung der Betriebsparameter der Einzugsvorrichtung **3** dient, zu einem gemeinsamen Einstellautomaten zusammengefasst, der als Zuführautomat **36** bezeichnet wird. Weitere Einstellautomaten sind ein Häckselautomat A_3 , ein Nachbearbeitungsautomat A_4 , sowie ein Nachbeschleunigungsautomat A_5 . Weitere Einstellautomaten sind denkbar.

[0039] Das Fahrerassistenzsystem **25** umfasst eine Rechenvorrichtung **37**, einen Speicher **38** sowie eine grafische Benutzerschnittstelle **39**. Die Rechenvorrichtung **37** ist zur Verarbeitung von in dem Speicher **38** hinterlegten Daten eingerichtet. Darüber hinaus empfängt und verarbeitet die Rechenvorrichtung **37** des Fahrerassistenzsystems **25** Daten der Sensorsystem **34** sowie bereitgestellte externe Informationen **35**.

[0040] Das Fahrerassistenzsystem **25** weist in dem Speicher **38** und/oder in einer Speichereinheit der Steuereinheiten **33** der Einstellautomaten $A_1, A_2, A_3, A_4, \dots, A_n$ hinterlegte Regelwerke auf, die den jeweiligen Einstellautomaten $A_1, A_2, A_3, A_4, \dots, A_n$ zugeordnet sind. Das dem jeweiligen Einstellautomaten $A_1, A_2, A_3, A_4, \dots, A_n$ zugeordnete Regelwerk bewirkt eine Optimierung der Arbeitsweise des jeweiligen Arbeitsorgans **30** unabhängig von der Arbeitsweise der anderen Arbeitsorgane **30**. Die Regelwerke umfassen Expertenwissen sowie adaptierbare Kennlinien oder Kennlinienfelder.

[0041] In das steuerungshierarchisch übergeordnete Fahrerassistenzsystem **25** sind die Einstellautomaten $A_1, A_2, A_3, A_4, \dots, A_n$ integriert, wobei durch das Fahrerassistenzsystem **25** die Arbeitsweise jedes Einstellautomaten $A_1, A_2, A_3, A_4, \dots, A_n$ für sich genommen oder in Abhängigkeit von zumindest einem weiteren Einstellautomaten $A_1, A_2, A_3, A_4, \dots, A_n$ optimierbar ist. So werden von dem übergeordneten Fahrerassistenzsystem **25** jedem Einstellautomaten $A_1, A_2, A_3, A_4, \dots, A_n$ korrespondierende Eingangssignale $I_{E1}, I_{E2}, I_{E3}, I_{E4}, \dots, I_{En}$ bereitgestellt, die entsprechend dem jeweiligen Regelwerk der Einstellautomaten $A_1, A_2, A_3, A_4, \dots, A_n$ verarbeitet werden. Zur Optimierung der Arbeitsweise des jeweiligen Einstellautomaten $A_1, A_2, A_3, A_4, \dots, A_n$ wird ein Ausgangssignal $I_{A1}, I_{A2}, I_{A3}, I_{A4}, \dots, I_{An}$ generiert, welches der Ansteuerung der jeweiligen Aktuatorik **32** des von dem Einstellautomaten $A_1, A_2, A_3, A_4, \dots, A_n$ angesteuer-

ten Arbeitsorgans **30** dient. Darüber hinaus werden die Ausgangssignale I_{A1} , I_{A2} , I_{A3} , I_{A4} , ..., I_{An} an die Rechenvorrichtung **37** des Fahrerassistenzsystems **25** übertragen. Das Fahrerassistenzsystem **25** stellt die Ausgangssignale I_{A1} , I_{A2} , I_{A3} , I_{A4} , ..., I_{An} als zusätzliche Steuereingangssignale S_{A1} , S_{A2} , S_{A3} , S_{A4} , ..., S_{An} den anderen Einstellautomaten A_1 , A_2 , A_3 , A_4 , ..., A_n zur Verfügung. Dadurch stehen dem Fahrerassistenzsystem **25** und den Einstellautomaten A_1 , A_2 , A_3 , A_4 , ..., A_n zusätzliche Informationen zur Verfügung, wodurch es ermöglicht wird, auftretende Wechselwirkungen aufgrund von geänderten Einstellungen eines Arbeitsorgans **30** auf ein oder mehrere andere Arbeitsorgane **30** bei deren Optimierung zu berücksichtigen.

[0042] Durch die Detektion von Belastungsänderungen im Antriebssystem **20** und die Übermittlung der diese wiedergebenden durchsatzproportionalen Belastungssignale **40** durch das Fahrerassistenzsystem **25** an alle Einstellautomaten A_1 , A_2 , A_3 , A_4 , ..., A_n , lässt sich eine zeitnahe Anpassung der Betriebsparameter durch den jeweiligen Einstellautomaten A_1 , A_2 , A_3 , A_4 , ..., A_n eines Arbeitsorgans **30** vornehmen, um dessen Betrieb kontinuierlich zu optimieren. Hierzu ist zur Bestimmung eines jeweiligen Belastungssignals **40** in dem Hauptantriebsstrang und/oder in dem Nebenantriebsstrang diesen zumindest eine Sensoranordnung **41**, **42**, **43** zugeordnet, was in den **Fig. 4** bis **Fig. 6** veranschaulicht wird. Die Sensoranordnungen **41**, **42**, **43** sind jeweils zur indirekten Messung der Belastung in dem Antriebssystem **20** eingerichtet.

[0043] **Fig. 4** zeigt eine Teilansicht des Hauptantriebsstranges des Antriebssystems **20** mit einer Sensoranordnung **41** zur indirekten Messung der Belastung, welche zur Bestimmung von Dehnungsschlupf in dem Antriebsriemen **20a** vor und hinter einer Riemenscheibe **44** des Hauptantriebsstrangs eingerichtet ist, durch den die Häckseltrommel **7** angetrieben wird. Ein Pfeil **DR** gibt die Rotationsrichtung der dem Abtrieb dienenden Riemenscheibe **44** wieder. Die Sensoranordnung **41** umfasst eine Laufrolle **45**, welche am Lasttrum **49** des Antriebsriemens **20a** anliegt und von diesem angetrieben wird. Die Positionierung der Laufrolle **45** erfolgt dabei in der möglichst unmittelbaren Nähe zu der Riemenscheibe **44**, um die Riemengeschwindigkeit am Auslaufpunkt **AP** der Häckseltrommel **8** messen zu können. Die Laufrolle **45** ist im Wesentlichen unbelastet, um das Auftreten von Schlupf zu vermeiden. Die Umfangsgeschwindigkeit der Laufrolle **45** entspricht somit im Wesentlichen der Riemengeschwindigkeit am Auslaufpunkt **AP**. Um die Drehzahl der Laufrolle **45** zu messen, ist ein Sensor **47**, insbesondere ein Hall-Sensor, vorgesehen. Zur Erfassung der Drehzahl der Häckseltrommel **7** kommt ein weiterer Sensor **46**, der ebenfalls als Hall-Sensor ausgebildet ist, zum Einsatz. Die Sensoren **46**, **47** stehen durch das Bussystem **24** mit dem Fahrerassistenzsystem **25** signaltechnisch

in Verbindung. Das Fahrerassistenzsystem **25** wertet die von den Sensoren **46**, **47** empfangenen Signale der Drehzahlen aus.

[0044] Anhand der Drehzahl der Häckseltrommel **7** lässt sich die Riemengeschwindigkeit im Einlaufpunkt **EP** vom Leertrum **48** des Antriebsriemens **20a** bestimmen. Aus der Differenz der Riemengeschwindigkeiten zwischen dem Einlaufpunkt **EP** und dem Auslaufpunkt **AP** kann der auftretende Dehnungsschlupf bestimmt werden, welcher wiederum mit dem von der Häckselvorrichtung **6** aufgenommenen Drehmoment korreliert, so dass auf die Leistungsaufnahme der Häckselvorrichtung **6** geschlossen werden kann. Durch die kontinuierliche Messung mittels der Sensoranordnung **41** werden von dem Fahrerassistenzsystem **25** die durchsatzproportionale Belastungssignale **40** generiert und den Einstellautomaten A_1 , A_2 , A_3 , A_4 , ..., A_n zur Verfügung gestellt, so dass diese zeitnah auf Änderungen im Durchsatz mit Erntegut reagieren können.

[0045] Die Darstellung in **Fig. 5** zeigt eine schematische Ansicht des Hauptantriebsstranges mit einer Sensoranordnung **42** gemäß einer zweiten Ausführungsform zur indirekten Messung der Belastung. Mit **50** ist eine Antriebsriemenscheibe bezeichnet, welche von der Antriebsvorrichtung **19** angetrieben wird. Spannrollen **53** dienen der Aufrechterhaltung der Riemenspannung des Antriebsriemens **20a**. Durch eine Riemenscheibe **51** wird die Hydraulikpumpe **28** angetrieben. Eine weitere Riemenscheibe **52** treibt die Nachbeschleunigungsvorrichtung **11** sowie die trieblich mit dieser verbundene Nachbearbeitungsvorrichtung **10** an. Die Sensoranordnung **42** ist dazu eingerichtet, Biegeschwingungen in dem Antriebsriemen **20a** des Hauptantriebsstrangs zu bestimmen. Hierzu umfasst die Sensoranordnung **42** jeweils einen Abstandssensor **54** im Leertrum **48** vor und im Lasttrum **49** hinter der Arbeitsorgan Häckselvorrichtung **6** angeordnet ist, mittels derer eine Auslenkung des Antriebsriemens **20a** des Hauptantriebsstrangs aufgrund von Riemenschwingungen bestimmbar ist. Die kontinuierlich erfassten Riemenschwingungen können einer Frequenzanalyse unterzogen werden, um die Frequenz der Riemenschwingungen des Antriebsriemens vor und hinter der Riemenscheibe des von dieser angetriebenen Arbeitsorgans zu bestimmen. Die Bestimmung der Frequenzen der Riemenschwingungen des Antriebsriemens **20a** ermöglicht es, auf eine Differenz der Trumkräfte im Leertrum **48** vor und im Lasttrum **49** hinter der Riemenscheibe **44** zu schließen. Die Differenz der Trumkräfte lässt auf die an die Häckselvorrichtung **6** abgegebene Kraft schließen, welche wiederum zur Bestimmung des Drehmoments benötigt wird.

[0046] Dazu ist jeweils ein Abstandssensor **54** dem Leertrum **48** vor und dem Lasttrum **49** hinter der Häckselvorrichtung **6** zugeordnet, mittels derer eine

Auslenkung des Antriebsriemens **20a** des Hauptantriebsstrangs bestimmbar ist. Die Abstandssensoren **54** sind bevorzugt als berührungslos arbeitende Sensoren ausgeführt, um die durch die Riemenschwingungen verursachten Abstandsänderungen des Antriebsriemens **20a** zu erfassen. Die Signale der Abstandssensoren **54** werden zur Auswertung durch das Fahrerassistenzsystem **25** über das Bussystem **24** an dieses weitergeleitet. Das Fahrerassistenzsystem **25** generiert die durchsatzproportionalen Belastungssignale **40** und stellt diese den Einstellautomaten **A₁, A₂, A₃, A₄, ..., A_n** zur Verfügung.

[0047] In Fig. 6 ist eine schematische Ansicht des Nebenantriebsstranges des Antriebssystems **20** mit einer Sensoranordnung **43** gemäß einer dritten Ausführungsform zur indirekten Messung der Belastung dargestellt. Die Sensoranordnung **43** ist zur Bestimmung einer hydraulischen Leistung von zumindest einem in dem Nebenantriebsstrang angeordneten Hydraulikmotor **29** eingerichtet. Der Antrieb von Vorsatzgerät **2** und Einzugsvorrichtung **3** erfolgt in dem dargestellten Ausführungsbeispiel rein hydrostatisch durch je einen Hydraulikmotor **29**. Der Antrieb des Hydraulikmotors **29** erfolgt aufgrund einer Druckdifferenz zwischen Druck- und Saugleitung eines geschlossenen Hydrauliksystems **55**, so dass das Schluckvolumen des Hydraulikmotors **29** bei jeder Umdrehung gleich ist. Der Hydraulikmotor **29** weist eine Abtriebswelle **57** auf. Es wird ein konstanter Volumenstrom von der Hydraulikpumpe **28** bereitgestellt, deren Abtriebswelle **56** mit der Riemenscheibe **51** trieblich verbunden ist, welche von dem Antriebsriemen **20a** des Hauptantriebsstrangs angetrieben wird. Die Hydraulikpumpe **28** ist als eine im Schluckvolumen verstellbare Axialkolbenpumpe ausgeführt, so dass die Drehzahl des oder der Hydraulikmotoren **29** einstellbar ist. Zur Bestimmung der von dem aufgenommenen Leistung ist die Kenntnis der Druckdifferenz am Ein- und Ausfluss des Hydraulikmotors **29** erforderlich. Hierzu umfasst das Sensorsystem **43** zwei Drucksensoren **58**, die am Ein- und Ausfluss des Hydraulikmotors **29** zur Bestimmung der Druckdifferenz verwendet werden.

[0048] Mittels der Abtriebsdrehzahl an der Riemenscheibe **51** der Hydraulikpumpe sowie der Druckdifferenz am Ein- und Ausfluss des Hydraulikmotors **29** lässt sich die aufgenommene Leistung des jeweiligen Hydraulikmotors **29** bestimmen. Wie bereits zuvor im Zusammenhang mit den beiden anderen Ausführungsformen schon ausgeführt, erfolgt die Auswertung durch das Fahrerassistenzsystem **25**.

Bezugszeichenliste

1	Feldhäcksler	4a	Walze
2	Vorsatzgerät	4b	Walze
3	Einzugsvorrichtung	5a	Walze
		5b	Walze
		6	Häckselvorrichtung
		7	Häckseltrommel
		8	Häckselmesser
		9	Gegenschneide
		10	Nachbearbeitungsvorrichtung
		11	Nachbeschleunigungsvorrichtung
		12	Förderschacht
		13	Auswurfvorrichtung
		14	Siliermitteldosiervorrichtung
		15	Förderpumpe
		16	Injektor
		17	Sensor
		18	Sensor
		19	Antriebsvorrichtung
		20	Antriebssystem
		21	Fahrertrieb
		22	Kabine
		23	Ein-/Ausgabevorrichtung
		24	Bussystem
		25	Fahrerassistenzsystem
		26	Sensor
		27	Antriebsriemen
		28	Hydraulikpumpe
		29	Hydraulikmotor
		30	Arbeitsorgan
		31	Erntegutbehandlungsmittel
		32	Aktuatorik
		33	Steuereinheit
		34	Sensorsystem
		35	Externe Informationen
		36	Zuführautomat
		37	Rechenvorrichtung
		38	Speicher
		39	Grafische Benutzeroberfläche
		40	Belastungssignal
		41	Sensoranordnung

42	Sensoranordnung
43	Sensoranordnung
44	Riemenscheibe
45	Laufrolle
46	Sensor
47	Sensor
48	Leertrum
49	Lasttrum
50	Antriebsriemenscheibe
51	Riemenscheibe
52	Riemenscheibe
53	Spannrollen
54	Abstandssensor
55	Hydrauliksystem
56	Antriebswelle
57	Abtriebswelle
58	Drucksensor
A₁	Einstellautomat
A₂	Einstellautomat
A₃	Einstellautomat
A₄	Einstellautomat
A_n	Einstellautomat
I_{E1}	Eingangssignal
I_{E2}	Eingangssignal
I_{E3}	Eingangssignal
I_{E4}	Eingangssignal
I_{En}	Eingangssignal
I_{A1}	Ausgangssignal
I_{A2}	Ausgangssignal
I_{A3}	Ausgangssignal
I_{A4}	Ausgangssignal
I_{An}	Ausgangssignal
S_{A1}	Steuereingangssignal
S_{A2}	Steuereingangssignal
S_{A3}	Steuereingangssignal
S_{A4}	Steuereingangssignal
S_{An}	Steuereingangssignal
DR	Rotationsrichtung
EP	Einlaufpunkt
AP	Auslaufpunkt

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 10241788 A1 [0003]
- DE 102011005317 B4 [0004]
- EP 1380204 B1 [0005]

Patentansprüche

1. Feldhäcksler (1), umfassend
 - mehrere Arbeitsorgane (2, 3, 6, 10, 11, 30) zur Durchführung eines Erntegutbearbeitungsprozesses,
 - ein Antriebssystem (20), welches in einen Hauptantriebsstrang, der mechanisch angetriebene Arbeitsorgane (6, 10, 11, 30) umfasst, und einen Nebenantriebsstrang, der zumindest teilweise hydraulisch angetriebene Arbeitsorgane (2, 3) umfasst, aufgeteilt ist,
 - ein Fahrerassistenzsystem (25), welches einen Speicher (38) zum Hinterlegen von Daten und eine Rechenvorrichtung (37) zur Verarbeitung von in dem Speicher hinterlegten Daten sowie eine grafische Benutzerschnittstelle (39) aufweist,
 - wobei die Arbeitsorgane (2, 3, 6, 10, 11, 30) zumindest ein einstellbares Erntegutbehandlungsmittel (31), wenigstens eine Aktuatorik (32) zur Einstellung und/oder Betätigung des zumindest einen Erntegutbehandlungsmittels (31) sowie eine Steuereinheit (33) zur Ansteuerung der Aktuatorik (32) aufweisen, **dadurch gekennzeichnet**, dass das jeweilige Arbeitsorgan (2, 3, 6, 10, 11, 30) als ein Einstellautomat (A_1, A_2, A_3, A_4, A_n) ausgebildet ist, wobei durch das Fahrerassistenzsystem (25) die Arbeitsweise jedes Einstellautomaten (A_1, A_2, A_3, A_4, A_n) für sich genommen oder in Abhängigkeit von zumindest einem weiteren Einstellautomaten (A_1, A_2, A_3, A_4, A_n) optimierbar ist, wobei das Fahrerassistenzsystem (25) dazu eingerichtet ist, dem jeweiligen Einstellautomaten (A_1, A_2, A_3, A_4, A_n) ein durch zumindest eine Sensoranordnung (41, 42, 43) bestimmtes durchsatzproportionales Belastungssignal (40) des Antriebssystems (20) zuzuführen.
2. Feldhäcksler (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Bestimmung zumindest eines durchsatzproportionalen Belastungssignals (40) zumindest einem Arbeitsorgan (6, 10, 11, 30) in dem Hauptantriebsstrang zumindest eine Sensoranordnung (41, 42) zugeordnet ist, um Veränderungen in der Leistungsaufnahme des zumindest einen Arbeitsorgans (6, 10, 11, 30) zu detektieren.
3. Feldhäcksler (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Bestimmung zumindest eines durchsatzproportionalen Belastungssignals (40) zumindest einem Arbeitsorgan (2, 3, 30) in dem Nebenantriebsstrang zumindest eine Sensoranordnung (43) zugeordnet ist, um Veränderungen in der Leistungsaufnahme des zumindest einen Arbeitsorgans (2, 3, 30) zu detektieren.
4. Feldhäcksler (1) nach Anspruch 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zumindest eine Sensoranordnung (41, 42, 43) dazu eingerichtet ist, von dieser aufgenommene Messsignale an das Fahrerassistenzsystem (25) zur Generierung von durchsatzproportionalen Belastungssignalen (40) zu übermitteln.
5. Feldhäcksler (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Einstellautomaten (A_1, A_2, A_3, A_4, A_n) dazu eingerichtet sind, die Belastungssignale (40) bei der Optimierung des Leistungsbedarfs des jeweiligen Arbeitsorgans (30) zu verwenden.
6. Feldhäcksler (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zumindest eine Sensoranordnung (41, 42, 43) zur indirekten Messung der Belastung des Antriebssystems (20) eingerichtet ist.
7. Feldhäcksler (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zumindest eine Sensoranordnung (41) zur Bestimmung von Dehnungsschlupf in einem Antriebsriemen (20a) vor und hinter einer Riemenscheibe (44) des Hauptantriebsstrangs eingerichtet ist.
8. Feldhäcksler (1) nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Sensoranordnung (41) zumindest eine einer Riemenscheibe (44) des zumindest einen Arbeitsorgans (6, 10, 11, 30) im Hauptantriebsstrang nachgeordnete Laufrolle (45) umfasst, deren Drehzahl von Sensoren (45) erfasst wird, und dass die Drehzahl der Riemenscheibe (44) des Arbeitsorgans (6, 10, 11, 30) mittelbar oder unmittelbar sensorisch erfassbar ist.
9. Feldhäcksler (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zumindest eine Sensoranordnung (42) zur Bestimmung von Biegeschwingungen in einem Antriebsriemen (20a) des Hauptantriebsstrangs eingerichtet ist.
10. Feldhäcksler (1) nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zumindest eine Sensoranordnung (42) zwei Abstandssensoren (54) umfasst, wobei jeweils ein Abstandssensor (54) dem Leertrum (48) vor dem zumindest einen Arbeitsorgan (6, 10, 11, 30) und dem Lasttrum (49) hinter dem Arbeitsorgan (6, 10, 11, 30) zugeordnet ist, mittels derer eine Auslenkung des Antriebsriemens (20a) des Hauptantriebsstrangs bestimmbar ist.
11. Feldhäcksler (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zumindest eine Sensoranordnung (43) zur Bestimmung einer hydraulischen Leistung von zumindest einem in dem Nebenantriebsstrang des Antriebssystems (20) angeordneten Hydraulikmotor (29) eingerichtet ist.
12. Feldhäcksler (1) nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zumindest eine Sensoranordnung (43) zwei Drucksensoren (58) umfasst,

von denen einer dem zumindest einen Hydraulikmotor (29) vorgeordnet und der andere nachgeordnet ist.

13. Feldhäcksler (1) nach Anspruch 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Hydraulikmotor (29) als ein Konstantmotor ausgeführt ist.

Es folgen 6 Seiten Zeichnungen

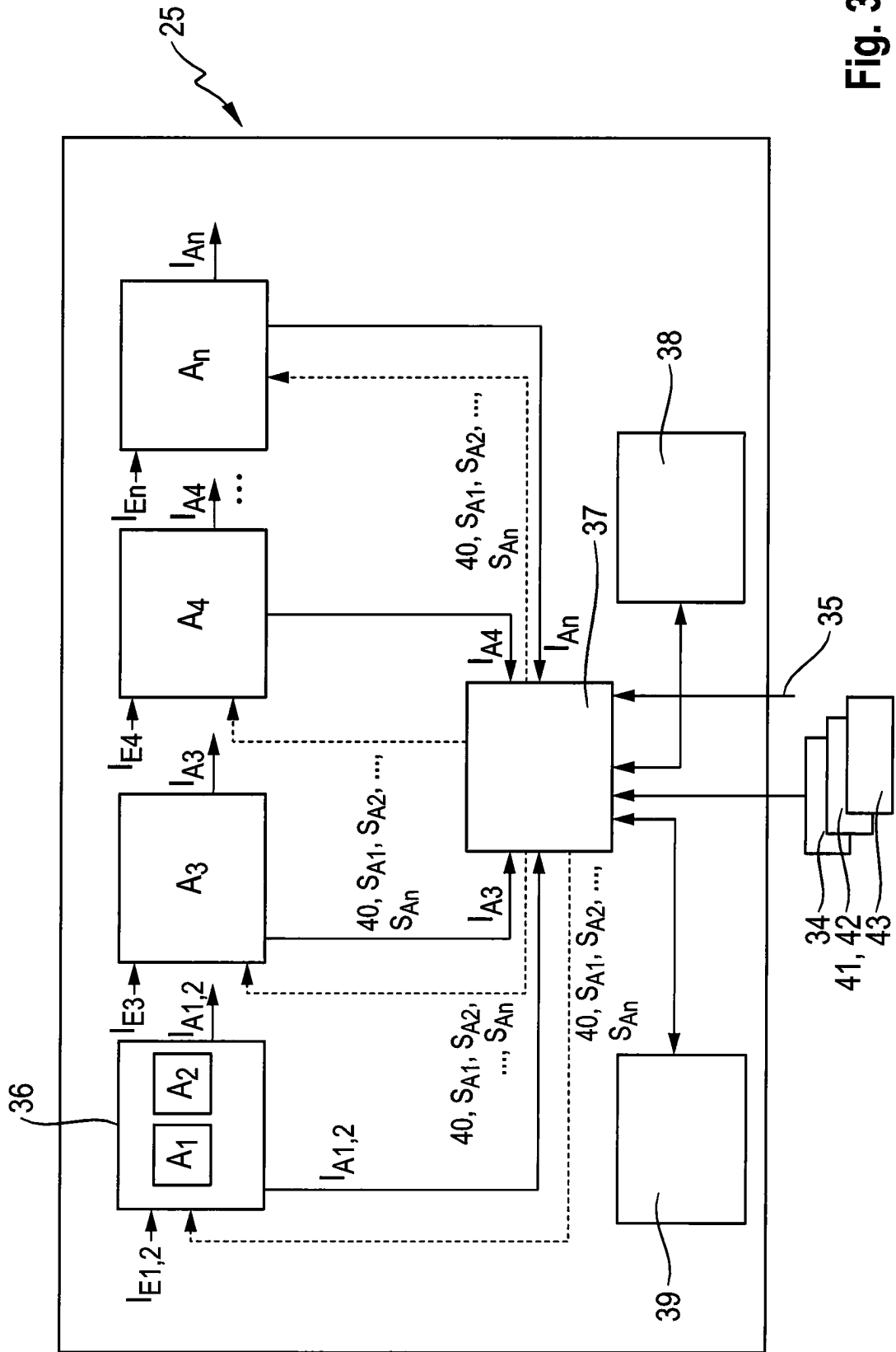


Fig. 3

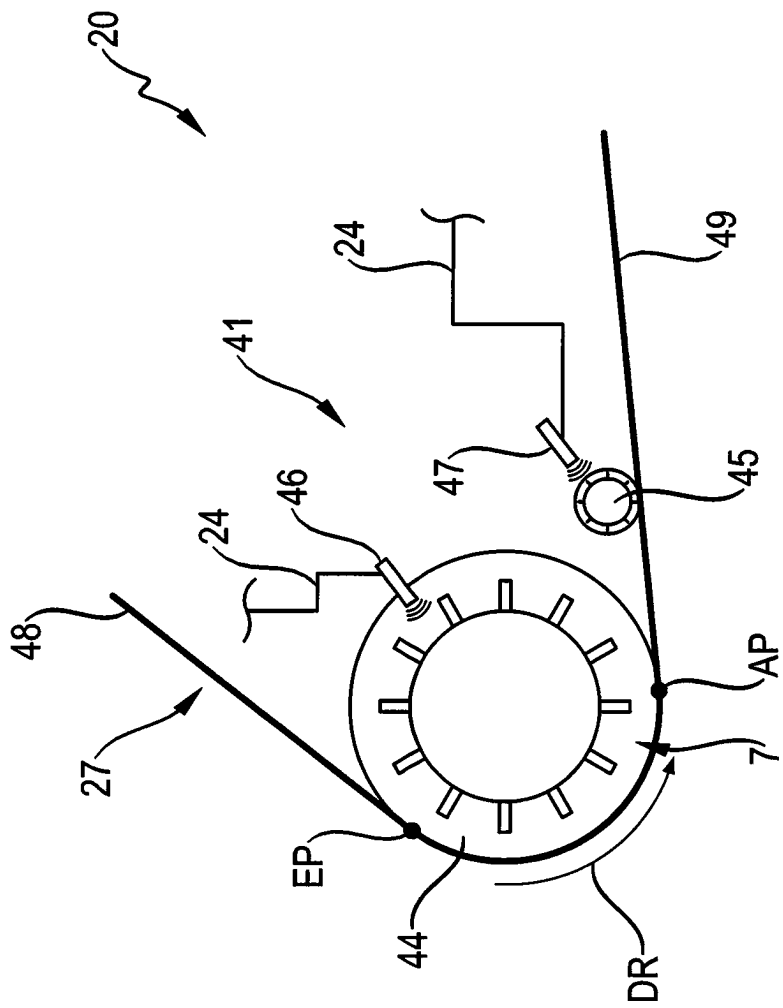


Fig. 4

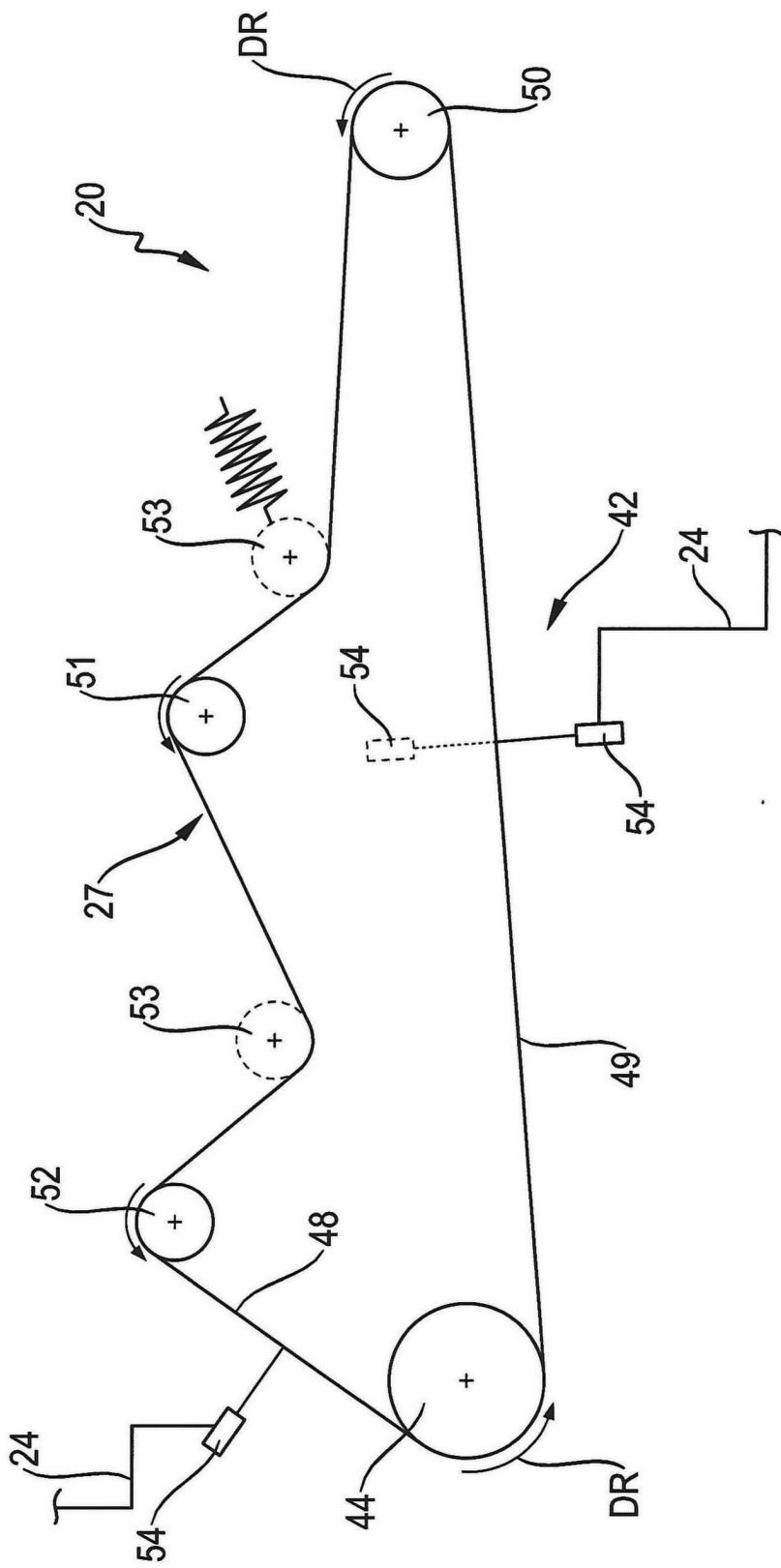


Fig. 5

Fig. 6

