

(19)



Europäisches
Patentamt
European
Patent Office
Office européen
des brevets



(11)

EP 4 538 519 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
16.04.2025 Patentblatt 2025/16

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F02D 11/10 (2006.01) **F02D 41/14** (2006.01)
F02D 41/18 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **24202498.2**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F02D 41/1497; F02D 11/105; F02D 41/1446;
F02D 41/1454; F02D 41/18; F02D 2200/0406;
F02D 2200/101; F02D 2250/18; F02D 2250/22;
F02D 2250/26

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC ME MK MT NL
NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

Benannte Erstreckungsstaaten:

BA

Benannte Validierungsstaaten:

GE KH MA MD TN

(30) Priorität: **13.10.2023 DE 102023004151**

(27) Früher eingereichte Anmeldung:
13.10.2023 DE 102023004151

(71) Anmelder: **Rolls-Royce Solutions GmbH
88045 Friedrichshafen (DE)**

(72) Erfinder: **Bergmann, Daniel
88410 Bad Wurzach (DE)**

(74) Vertreter: **Le Quesne Gottschalk, Ernesto Kurt
Rolls Royce Power Systems AG
Maybachplatz 1
88045 Friedrichshafen (DE)**

(54) **MOTORDATENPROZESSOR, VERBRENNUNGSKRAFTMASCHINE UND
COMPUTERIMPLEMENTIERTES VERFAHREN ZUR EINSTELLUNG EINER
LASTSCHALTRESERVE**

(57) Motordatenprozessor (1) zur Einstellung einer Lastschaltreserve (2) für eine Verbrennungskraftmaschine, umfassend einen Regler (3) zur Einhaltung wenigstens eines drehmomentlimitierenden Betriebsgrenzwerts (26), wobei der Regler wenigstens ein Regelziel (27) aufweist, und ein Lastschaltreservemodul (5) zur Bestimmung der Lastschaltreserve (2) für wenigstens einen drehmomentlimitierenden Betriebsgrenzwert (26), wobei das Lastschaltreservemodul (5) ausgestaltet ist, einen Drehmomentsollwert (12), einen Lastschaltreserve-Sollwert (15), wenigstens einen Betriebsgrenz-

wert (26) und wenigstens eine Betriebsgröße (4) zu empfangen, und aus den empfangenen Werten (12,15,26,4) ein Ausgangssignal (10) zu generieren und das Ausgangssignal (10) dem Regler (3) auszugeben, wobei der Regler (3) ausgestaltet ist, unter Berücksichtigung des Ausgangssignals (10) das Regelziel (27) so anzupassen, dass die Lastschaltreserve (2) dem Lastschaltreserve-Sollwert (15) entspricht, und wenigstens eine Stellgröße (11) für die Verbrennungskraftmaschine zu ermitteln und auszugeben.

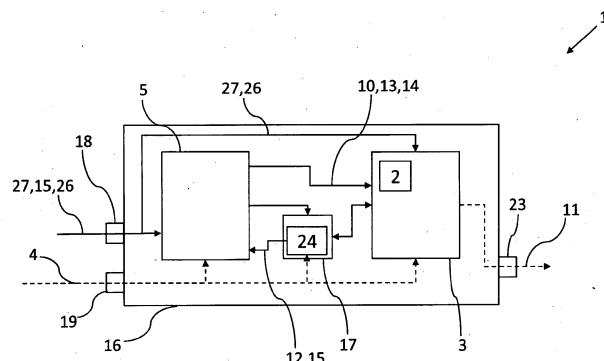


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Motordatenprozessor zur Einstellung einer Lastschaltreserve gemäß dem unabhängigen Anspruch 1. Ferner betrifft sie ein computerimplementiertes Verfahren zur Einstellung Lastschaltreserve gemäß dem unabhängigen Anspruch 7.

[0002] Verbrennungskraftmaschinen sind oft mit Steuerungen ausgestattet. Die Steuerungen dienen dazu Sensordaten zu empfangen, auszuwerten, sie mittels Algorithmen zu verarbeiten und daraus Stellgrößen zu bestimmen und auszugeben. Die Stellgrößen, welche von einer Steuerung ausgegeben werden, haben meistens den Zweck, verschiedene Aktuatoren der Verbrennungskraftmaschine innerhalb von sicheren Grenzwertbereichen zu betreiben. Die Grenzwertbereiche können beispielsweise einen zulässigen Temperaturbereich oder einen zulässigen Druckbereich definieren.

[0003] Verbrennungskraftmaschinen werden in Fahrzeugen als Antriebssysteme oder in Gebäuden in Kombination mit einem Generator als Stromaggregat eingesetzt. In einer Verbrennungskraftmaschine wird ein zugeführter Brennstoff verbrannt und stellt dabei eine mechanische Leistung bereit. Diese Leistung kann zum Antrieb eines Fahrzeugs oder eines Generators benutzt werden.

[0004] In vielen Anwendungen zählen zu den Anforderungen an Verbrennungskraftmaschinen neben einer Erfüllung von Emissionsvorgaben und einem kostenoptimalen Betrieb auch die Fähigkeit, in möglichst kurzen Reaktionszeiten erhöhte mechanische Leistungen bereitzustellen. Die hierzu benötigte Leistungsreserve wird Lastschaltreserve genannt.

[0005] In bekannten Verbrennungskraftmaschinen der eingangs genannten Art werden Lastschaltreserven nicht direkt, sondern beispielsweise über eine kombinierte Formulierung eines Ziel-Drehmoments, eines Ziel-Verbrauchs, eines Ziel-Luftmassenstroms und eines maximal zulässigen Abgasemissionsgrenzwerts vorgegeben.

[0006] Ein Nachteil der bekannten Verbrennungskraftmaschinen besteht folglich darin, dass die Lastschaltreserve indirekt über mehrere Größen angegeben wird, was aufwendig ist, mit hohen Kosten verbunden ist und zu einem irreversiblen Schaden der Verbrennungskraftmaschine führen kann, wenn das hierfür notwendige Fachwissen fehlt.

[0007] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine kostengünstige, sichere und flexible Konfiguration von Verbrennungskraftmaschinen zu ermöglichen.

[0008] Die Aufgabe wird mit einem Motordatenprozessor gemäß dem unabhängigen Anspruch 1 gelöst.

[0009] Ein erfindungsgemäßer Motordatenprozessor dient zur Einstellung einer Lastschaltreserve für eine Verbrennungskraftmaschine. Die Lastschaltreserve beschreibt die Fähigkeit, eine instantane Leistungserhöhung von einer ersten Motorleistung auf eine zweite

Motorleistung innerhalb einer möglichst kurzen Zeitspanne durchzuführen. Instantane Leistungserhöhungen werden oft in unterschiedlichen Maßen anwendungsspezifisch benötigt. Vom Anfang bis Ende der Umstellung benötigen instantane Leistungserhöhungen nicht länger als 0,1 bis 0,3 Sekunden.

[0010] Der Motordatenprozessor umfasst einen Regler zur Einhaltung wenigstens eines drehmomentlimitierenden Betriebsgrenzwerts, wobei der Regler wenigstens ein Regelziel aufweist. Regler sind durch mindestens eine Zielgröße gekennzeichnet, die mit Hilfe von mindestens einer Stellgröße eingeregelt wird. Das Eingeben oder Auswählen eines neuen Regelziels kann vorzugsweise im Regler eine Anpassung von Stellgrößen bewirken.

[0011] Ferner umfasst der Motordatenprozessor ein Lastschaltreservemodul zur Bestimmung der Lastschaltreserve für wenigstens einen drehmomentlimitierenden Betriebsgrenzwert. Das Lastschaltreservemodul kann dem Regler zugeordnet sein. Ein drehmomentlimitierender Betriebsgrenzwert ist ein Grenzwert, von welchem die Höhe des von einem Motor oder Verbrennungskraftmaschine im Betrieb bereitstellbaren Drehmoments abhängt. Ein drehmomentlimitierender Betriebsgrenzwert kann beispielsweise ein maximaler Abgasemissionswert einer Verbrennungskraftmaschine sein. Eine Lastschaltreserve kann für mehrere drehmomentlimitierende Betriebsgrenzwerte ermittelt werden. Das bedeutet, dass die ermittelte Lastschaltreserve unter Einhaltung der berücksichtigten Betriebsgrenzwerte bereitgestellt werden kann.

[0012] Das Lastschaltreservemodul ist ausgestaltet, einen Drehmomentsollwert; einen Lastschaltreserve-Sollwert, wenigstens einen drehmomentlimitierenden Betriebsgrenzwert und wenigstens eine Betriebsgröße zu empfangen.

[0013] Der Drehmoment-Sollwert ist ein aktueller Sollwert für ein von einer Verbrennungskraftmaschine bereitzustellendes Drehmoment, beispielsweise gemäß einer von einem Motor-Applikationssystem gesendeten Drehmoment-Anforderung.

[0014] Der Lastschaltreserve-Sollwert ist vorzugsweise ein Lastschaltreservewert, welcher aufgrund der applikationsspezifischen Anforderungen während des Betriebs einer Verbrennungskraftmaschine benötigt wird. Der Lastschaltreserve-Sollwert kann in verschiedenen Applikationen einer Verbrennungskraftmaschine unterschiedliche Beträge aufweisen.

[0015] Die wenigstens eine Betriebsgröße ist eine physikalische Größe, deren Wert dabei hilft festzustellen, ob eine Verbrennungskraftmaschine sich in einem sicheren Betriebszustand befindet. Die Betriebsgröße kann beispielsweise gemessen werden und liegt vorzugsweise als empfangener Wert oder Messwert vor.

[0016] Ferner ist das Lastschaltreservemodul ausgestaltet, aus dem Drehmomentsollwert, dem Lastschaltreserve-Sollwert, dem wenigstens einem Betriebsgrenzwert und der wenigstens einen Betriebsgröße ein Aus-

gangssignal zu generieren und das Ausgangssignal dem Regler auszugeben, wobei der Regler ausgestaltet ist, unter Berücksichtigung des Ausgangssignals das Regelziel so anzupassen, dass die Lastschaltreserve dem Lastschaltreserve-Sollwert entspricht, und wenigstens eine Stellgröße für die Verbrennungskraftmaschine zu ermitteln und auszugeben.

[0017] Durch die Anpassung des Regelziels kann der Regler vorteilhafterweise nicht nur die Einstellung der Lastschaltreserve vornehmen, sondern auch deren Einhaltung überwachen.

[0018] Die anwendungsspezifische Konfiguration von Maschinen wird durch die Einstellbarkeit des Lastschaltreserve-Sollwerts vom erfindungsgemäßen Motordatenprozessor vereinfacht. Die vereinfachte Einstellung von Lastschaltreserven erhöht die Flexibilität hinsichtlich der möglichen Applikationen für Verbrennungskraftmaschinen, die mit dem erfindungsgemäßen Motordatenprozessor wirkverbunden sind. Durch die Einstellung der Lastschaltreserve unter Berücksichtigung von wenigstens einem drehmomentlimitierenden Betriebsgrenzwert wird das hierfür notwendige Fachwissen über die Baugruppen der einzustellenden Verbrennungskraftmaschine vorteilhaft reduziert, was den Aufwand und die Kosten ebenfalls vermindert.

[0019] Die erfindungsgemäße Lösung kann durch verschiedene, jeweils für sich vorteilhafte und beliebig miteinander kombinierbare Ausgestaltungen weiter verbessert werden. Auf diese Ausgestaltungsform und die mit ihnen verbundenen Vorteile ist im Folgenden eingegangen. Die in Bezug auf den Motordatenprozessor und die Verbrennungskraftmaschine beschriebenen Vorteile gelten ebenso für das erfindungsgemäße computerimplementierte Verfahren und umgekehrt.

[0020] Gemäß einer ersten möglichen Ausgestaltung umfasst der wenigstens eine drehmomentlimitierende Betriebsgrenzwert einen minimalen Luftmassenstromwert, einen minimalen Verbrennungsluftverhältniswert, einen maximalen Druckwert, einen maximalen Brennstoffmassenstromwert, einen maximalen Abgasemissionswert, eine maximale Abgastemperatur und/oder einen maximalen Motordrehzahlwert. Diese Größen spielen eine wichtige Rolle bei der Bestimmung eines von einer Verbrennungskraftmaschine bereitstellbaren Drehmoments und ermöglichen die Bestimmung einer besonders robusten Lastschaltreserve. Dadurch wird die Anzahl an Applikationen erhöht, für welche die Verbrennungskraftmaschine geeignet ist.

[0021] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung umfasst das Ausgangssignal einen Strafterm, welcher ins Regelziel des Reglers so aufnehmbar ist, dass die Lastschaltreserve dem Lastschaltreserve-Sollwert entspricht. Dadurch wird die Integration der Lastschaltreserve in das Regelziel des Reglers vereinfacht und die Genauigkeit der vom Regler eingestellten Lastschaltreserve erhöht, was die Robustheit und die Betriebssicherheit der mit dem Motordatenprozessor wirkverbundenen Verbrennungskraftmaschinen weiter erhöht.

[0022] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist die Lastschaltreserve als Drehmomentschaltreserve ausgestaltet. Dies ermöglicht die Einstellung einer Drehmomenterhöhung von einem ersten Drehmoment auf einen zweiten Drehmoment, was in speziellen Anwendungen erforderlich sein kann.

[0023] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung umfasst der Motordatenprozessor eine Sollwertdatenschnittstelle zum Empfangen des Lastschaltreserve-Sollwerts und des wenigstens einen drehmomentlimitierenden Betriebsgrenzwerts, eine Betriebsgrößendatenschnittstelle zum Empfangen der wenigstens einen Betriebsgröße, und einen Datenspeicher zum Auslesen des Drehmomentsollwerts. Dieser Aufbau vereinfacht die Ausbildung des Motordatenprozessors als eigenständige und kostengünstige Einheit, mit welcher vorhandene Verbrennungskraftmaschinen ausgerüstet werden können.

[0024] Die Aufgabe kann ferner mit einer Verbrennungskraftmaschine gelöst werden, wobei die Verbrennungskraftmaschine einen Motordatenprozessor nach einer der obigen Ausgestaltungen umfasst, wobei die Lastschaltreserve mittels der wenigstens einen vom Motordatenprozessor ausgegebenen Stellgröße bereitstellbar ist.

[0025] Die erfindungsgemäße Verbrennungskraftmaschine profitiert von den bereits beschriebenen Vorteilen des Motordatenprozessors durch eine erhöhte Flexibilität hinsichtlich der Applikationen mit hohen Anforderungen an der von der Verbrennungskraftmaschine bereitzustellenden Lastschaltreserve. Die vereinfachte Einstellbarkeit der Lastschaltreserve reduziert die Betriebs- und Konfigurationskosten der Verbrennungskraftmaschine und vereinfacht deren Umstellung auf andere Applikationen. Die Einstellung der Lastschaltreserve kann vorteilhafterweise komplett im Motordatenprozessor und somit in der Verbrennungskraftmaschine intern erfolgen. Der Anschluss der Verbrennungskraftmaschine an einer externen Recheneinheit ist möglich aber nicht zwingend nötig.

[0026] Die eingangs zugrunde gelegte Aufgabe kann ferner durch ein computerimplementiertes Verfahren gemäß dem Anspruch 7 gelöst werden.

[0027] Ein erfindungsgemäße computerimplementiertes Verfahren zur Einstellung einer Lastschaltreserve für eine Verbrennungskraftmaschine, umfasst folgende Schritte:

- Empfangen wenigstens eines drehmomentlimitierenden Betriebsgrenzwerts, eines Lastschaltreserve-Sollwerts, wenigstens einer Betriebsgröße und eines Drehmomentsollwerts,
- Bestimmen einer Lastschaltreserve für wenigstens einen Betriebsgrenzwert,
- Generieren und Ausgeben eines Strafterms zur Korrektur von Abweichungen vom Lastschaltreserve-Sollwert, und
- Generieren und Ausgeben einer oder mehrerer

Stellgrößen für eine Verbrennungskraftmaschine unter Berücksichtigung des ausgegebenen Straftums.

[0028] Sämtliche Verfahrensschritte können durch den erfindungsgemäßen Motordatenprozessor ausgeführt werden, wodurch das Verfahren kostengünstig implementiert werden kann.

[0029] Ferner vereinfacht das Verfahren die Einstellung von Lastschaltreserven, indem es eine Möglichkeit darstellt, über die direkte Eingabe eines Lastschaltreserve-Sollwerts, direkt eine applikationsbedingte Lastschaltreserve für eine Verbrennungskraftmaschine einzugeben.

[0030] Alternativ oder zusätzlich können die Verfahrensschritte zumindest teilweise von der oben erwähnten externen Recheneinheit oder von einem externen Mehrzweckcomputer ausgeführt werden.

[0031] Im Folgenden ist die Erfindung beispielhaft mit Bezug auf die Zeichnungen näher erläutert.

[0032] Die bei den gezeigten Ausführungsformen beispielhaft dargestellte Merkmalskombination kann nach Maßgabe der obigen Ausführungen gemäß den für einen bestimmten Anwendungsfall notwendigen Eigenschaften des erfindungsgemäßen Motordatenprozessors und/oder der erfindungsgemäßen Verbrennungskraftmaschine durch weitere Merkmale ergänzt werden.

[0033] Nach Maßgabe der obigen Ausführungen können auch einzelne Merkmale weggelassen werden, wenn es auf die Wirkung dieses Merkmals in einem konkreten Anwendungsfall nicht ankommt.

[0034] In den Zeichnungen werden für Elemente gleicher Funktion und/oder gleichen Aufbaus dieselben Bezugssymbole verwendet.

[0035] Es zeigen:

Fig. 1: eine schematische Darstellung eines Motordatenprozessors gemäß einer beispielhaften Ausführungsform;

Fig. 2: eine schematische Darstellung einer Verbrennungskraftmaschine gemäß einer beispielhaften Ausführungsform;

Fig. 3: den Verlauf eines Lastschaltreserve-Sollwerts und einer Lastschaltreserve in Abhängigkeit der Zeit; und

Fig. 4: die schematische Darstellung eines computerimplementierten Verfahrens zur Einstellung einer Lastschaltreserve für eine Verbrennungskraftmaschine.

[0036] Im Folgenden ist ein erfindungsgemäßer Motordatenprozessor 1 zur Einstellung einer Lastschaltreserve 2 mit Bezug auf Fig. 1 beschrieben. Ferner sind eine erfindungsgemäße Verbrennungskraftmaschine 20 anhand der Fig. 2, ein Kurvenverlauf der Lastschaltre-

serve 2 über die Zeit t anhand der Fig. 3 und ein erfindungsgemäßes Verfahren 100 anhand von Fig. 4 beschrieben.

[0037] In Fig. 1 ist eine vereinfachte, schematische 5 Darstellung des Motordatenprozessors 1 gezeigt. Der Motordatenprozessor 1 kann eine eigenständige Prozessorplatine 16 aufweisen und/oder auf einer Platine der Verbrennungskraftmaschine 20 integriert sein (nicht gezeigt). Die nachfolgend beschriebene Einheiten, Blöcke und Module des Motordatenprozessors 1 können jeweils in Hardware, Software oder in einer Kombination aus beidem implementiert sein.

[0038] Der Motordatenprozessor 1 ist zur Einstellung 15 einer Lastschaltreserve 2 für eine Verbrennungskraftmaschine vorgesehen und umfasst einen Regler 3 zur Einhaltung wenigstens eines drehmomentlimitierenden Betriebsgrenzwerts 26. Der drehmomentlimitierende Betriebsgrenzwert 26 ist ein Grenzwert, von welchem die Höhe des von einem Motor oder Verbrennungskraftmaschine im Betrieb bereitstellbaren Drehmoments 20 abhängt.

[0039] Der Regler 3 weist wenigstens ein Regelziel 27 auf. Das Regelziel 27 kann vorteilhaftweise als eine 25 Brennstoffverbrauchsfunktion zur Einregelung eines Verbrennungskraftmaschinenbetriebs unter Einhaltung von drehmomentlimitierenden Betriebsgrenzwerten 26 und von niedrigen Brennstoffverbrauchswerten ausgestaltet sein.

[0040] Der drehmomentlimitierende Grenzwert 26 und 30 das Regelziel 27 können beispielsweise über eine Sollwertdatenschnittstelle 18 empfangen werden.

[0041] Ferner umfasst der Motordatenprozessor 1 ein 35 Lastschaltreservemodul 5 zur Bestimmung der Lastschaltreserve 2 für wenigstens einen drehmomentlimitierenden Betriebsgrenzwert 26. Das Lastschaltreservemodul 5 kann dem Regler 3 zugeordnet sein.

[0042] Ein drehmomentlimitierender Betriebsgrenzwert 26 kann beispielsweise ein maximaler Abgasemissionswert 28 einer Verbrennungskraftmaschine sein, 40 welcher vom Motordatenprozessor 1 an der Sollwertdatenschnittstelle 18 empfangen wird. Die Lastschaltreserve 2 kann für mehrere drehmomentlimitierende Betriebsgrenzwerte 26 ermittelt werden. Das bedeutet, dass die ermittelte Lastschaltreserve 2 unter Einhaltung der be- 45 rücksichtigten Betriebsgrenzwerte 26 bereitgestellt wird.

[0043] Das Lastschaltreservemodul 5 ist ausgestaltet, 50 einen Drehmomentsollwert 12, einen Lastschaltreserve-Sollwert 15, wenigstens einen drehmomentlimitierenden Betriebsgrenzwert 26 und wenigstens eine Betriebsgröße 4 zu empfangen.

[0044] Der Drehmomentsollwert 12 ist ein aktueller Sollwert für ein von einer Verbrennungskraftmaschine bereitzustellendes Drehmoment, beispielsweise gemäß einer von einem Motor-Applikationssystem gesendeten 55 Drehmoment-Anforderung (nicht gezeigt).

[0045] Der Lastschaltreserve-Sollwert 15 ist vorzugsweise ein Lastschaltreservewert, welcher aufgrund der applikationsspezifischen Anforderungen während des

Betriebs einer Verbrennungskraftmaschine benötigt wird. Der Lastschaltreserve-Sollwert kann in verschiedenen Applikationen einer Verbrennungskraftmaschine unterschiedliche Beträge aufweisen.

[0046] Die wenigstens eine Betriebsgröße 4 ist eine physikalische Größe oder ein Parameter, deren Wert hilft festzustellen, ob eine Verbrennungskraftmaschine sich in einem sicheren Betriebszustand befindet. Die Betriebsgröße 4 kann beispielsweise gemessen werden und liegt vorzugsweise als empfangener Wert oder Messwert vor. Die Betriebsgröße 4 umfasst vorteilhafterweise einen aktuellen Luftmassenstromwert, einen aktuellen Druckwert, einen Brennstoffmassenstromwert und/oder einen Motordrehzahlwert.

[0047] Ferner ist das Lastschaltreservemodul 5 ausgestaltet, aus dem Drehmomentsollwert 12, dem Lastschaltreserve-Sollwert 15, dem wenigstens einem Betriebsgrenzwert 26 und der wenigstens einen Betriebsgröße 4 ein Ausgangssignal 10 zu generieren und das Ausgangssignal 10 dem Regler 3 auszugeben, wobei der Regler 3 ausgestaltet ist, unter Berücksichtigung des Ausgangssignals 10 das Regelziel 27 so anzupassen, dass die Lastschaltreserve 2 dem Lastschaltreserve-Sollwert 15 entspricht, und wenigstens eine Stellgröße 11 für eine Verbrennungskraftmaschine zu ermitteln und auszugeben.

[0048] Durch die Anpassung des Regelziels 27 kann der Regler 3 vorteilhafterweise nicht nur die Einstellung der Lastschaltreserve 2 vornehmen, sondern auch deren Einhaltung überwachen.

[0049] Gemäß einer ersten möglichen Ausgestaltung umfasst der wenigstens eine drehmomentlimitierende Betriebsgrenzwert 26 einen minimalen Luftmassenstromwert, einen minimalen Verbrennungsluftverhältniswert, einen maximalen Druckwert, einen maximalen Brennstoffmassenstromwert, einen maximalen Abgasemissionswert, eine maximale Abgastemperatur und/oder einen maximalen Motordrehzahlwert. Der Druckwert kann vorteilhafterweise der Druck einer Ladeluft sein, welche vor der Verbrennung in die Brennkammer einer Verbrennungskraftmaschine gepumpt wird. Alternativ kann der Druckwert dem Druck entsprechen, bei welchem ein Brennstoff-Verbrennungsvorgang in der Verbrennungskraftmaschine stattfindet. Die drehmomentlimitierende Betriebsgrenzwerte 26 spielen eine wichtige Rolle bei der Bestimmung eines von einer Verbrennungskraftmaschine bereitstellbaren Drehmoments und ermöglichen die Bestimmung einer besonders robusten Lastschaltreserve 2. Dadurch wird die Anzahl an Applikationen erhöht, für welche eine mit dem Motordatenprozessor 1 ausgestatteten Verbrennungskraftmaschine geeignet ist.

[0050] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung umfasst das Ausgangssignal 10 einen Strafterm 13, welcher in das Regelziel 27 des Reglers 3 so aufnehmbar ist, dass die Lastschaltreserve 2 dem Lastschaltreserve-Sollwert 15 entspricht. Dadurch wird die Integration der Lastschaltreserve 2 in das Regelziel 27 des Reglers

vereinfacht und die Genauigkeit der vom Regler 3 eingestellten Lastschaltreserve 2 erhöht, was die die Robustheit und die Betriebssicherheit der mit dem Motordatenprozessor 1 wirkverbundenen Verbrennungskraftmaschinen weiter erhöht.

[0051] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist die Lastschaltreserve 2 als Drehmomentschaltreserve 14 ausgestaltet. Dies ermöglicht die Einstellung einer Drehmomenterhöhung von einem ersten Drehmoment auf einen zweiten Drehmoment, was in speziellen Anwendungen erforderlich sein kann.

[0052] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung umfasst der Motordatenprozessor 1 neben der Sollwertdatenschnittstelle 18 zum Empfangen des Lastschaltreserve-Sollwerts 15 und des wenigstens einen drehmomentlimitierenden Betriebsgrenzwerts 26 eine Betriebsgrößendatenschnittstelle 19 zum Empfangen der wenigstens einen Betriebsgröße 4, und einen Datenspeicher 17 zum Auslesen des Drehmomentsollwerts 12.

[0053] Dieser Aufbau vereinfacht die Ausbildung des Motordatenprozessors 1 als eigenständige und kostengünstige Einheit, mit welcher vorhandene Verbrennungskraftmaschinen ausgerüstet werden können.

[0054] Der Motordatenprozessor 1 weist vorzugsweise eine Ausgangsdatenschnittstelle 23 auf, welche ausgestaltet ist, eine oder mehrere Stellgrößen 11 auszugeben.

[0055] Der Datenspeicher 17 weist beispielsweise ein als Nachschlagetabelle 24 ausgestaltetes Drehmomentmodell auf. Mittels der Nachschlagetabelle 24 kann der Drehmomentsollwert 12, beispielsweise in Abhängigkeit einer oder mehrerer Betriebsgrößen 4, ermittelt und vom Lastschaltreservemodul 5 abgerufen werden. In einer vorteilhaften Ausgestaltung kann der Datenspeicher 17 mindestens einen voreingestellten Lastschaltreserve-Sollwert 15 aufweisen.

[0056] Fig. 2 zeigt eine schematische Darstellung der erfindungsgemäßen Verbrennungskraftmaschine 20. Die Verbrennungskraftmaschine 20 umfasst einen Motordatenprozessor 1 nach einer der obigen Ausgestaltungen, wobei die Lastschaltreserve 2 mittels der wenigstens einen vom Motordatenprozessor 1 ausgegebenen Stellgröße 11 bereitstellbar ist.

[0057] In der Verbrennungskraftmaschine 20 wird ein in einen Motor 25 zugeführter Brennstoff 22 verbrannt und stellt dabei eine mechanische Leistung 21 bereit. Die mechanische Leistung 21 wird durch ein Drehmoment und eine Drehzahl charakterisiert, die zum Antreiben eines Verbrauchersystems dient (nicht gezeigt). Das Verbrauchersystem kann vorteilhafterweise eine Maschine, ein Fahrzeug oder ein Generator sein.

[0058] Die erfindungsgemäße Verbrennungskraftmaschine 20 profitiert von den bereits beschriebenen Vorteilen des Motordatenprozessors 1 bietet eine erhöhte Flexibilität hinsichtlich der Applikationen mit entsprechenden Anforderungen an der von der Verbrennungskraftmaschine 20 bereitzustellenden Lastschaltreserve 2.

[0059] Fig. 3 zeigt einen Kurvenverlauf der vom Motor-

datenprozessor 1 eingestellten und von der Verbrennungskraftmaschine 20 bereitgestellten Lastschaltreserven 2 (siehe Fig. 3, oben) in Abhängigkeit eines Lastschaltreserven-Sollwerts 15 (siehe Fig. 3, unten).

[0059] Der untere Kurvenverlauf (Fig. 3, unten) zeigt den Verlauf des Lastschaltreserve-Sollwerts 15 in Abhängigkeit der Zeit t. Zu einem Zeitpunkt p wird beispielsweise durch Eingabe eines neuen Lastschaltreserve-Sollwerts 15,n1 auf einen neuen Lastschaltreserve-Sollwert 15,n2 erhöht. Der neue Lastschaltreserve-Sollwert 15,n2 wird beispielsweise durch einen Benutzer (nicht gezeigt) in den Motordatenprozessor 1 eingegeben.

[0060] Der obere Kurvenverlauf (Fig. 3, oben) zeigt, wie die aktuelle Lastschaltreserve 2 bis zum Zeitpunkt p sowie der Lastschaltreserve-Sollwert 15,n1 beträgt und in Abhängigkeit des neuen Lastschaltreserve-Sollwerts 15,n2 zum Zeitpunkt p anfängt zu steigen. Mit einer Zeitverzögerung d wird die Lastschaltreserve 2 dem neuen Wert n2 des Lastschaltreserve-Sollwerts 15 angepasst. Mit einem Ablauf der Zeitverzögerung d entspricht die Lastschaltreserve 2 dem Lastschaltreserve-Sollwert 15. Im vorliegenden Fall betragen sowohl die Lastschaltreserve 2 als auch der Lastschaltreserve-Sollwert 15 n2.

[0061] Die vereinfachte v Einstellbarkeit der Lastschaltreserve 2 reduziert die Betriebs- und Konfigurationskosten der Verbrennungskraftmaschine 20 und vereinfacht deren Umstellung auf andere Applikationen. Die Einstellung der Lastschaltreserve 2 kann vorteilhafterweise komplett im Motordatenprozessor 1 und somit in der Verbrennungskraftmaschine 20 intern erfolgen. Der Anschluss der Verbrennungskraftmaschine 20 an einer externen Recheneinheit ist möglich aber nicht zwingend nötig.

[0062] Fig. 4 zeigt ein computerimplementiertes Verfahren 100 zur Einstellung einer Lastschaltreserve 2 für eine Verbrennungskraftmaschine. Das computerimplementierte Verfahren 100 umfasst folgende Schritte:

Schritt 101: Empfangen wenigstens eines drehmomentlimitierenden Betriebsgrenzwerts 26, eines Lastschaltreserve-Sollwerts 15, wenigstens einer Betriebsgröße (4) und eines Drehmomentsollwerts 12,

Schritt 102: Bestimmen einer Lastschaltreserve 2 für wenigstens einen drehmomentlimitierenden Betriebsgrenzwert 26,

Schritt 103: Generieren und Ausgeben eines Strafterms 13 zur Korrektur von Abweichungen der Lastschaltreserve 2 vom Lastschaltreserve-Sollwert 15, und

Schritt 104: Generieren und Ausgeben einer oder mehrerer Stellgrößen 11 für eine Verbrennungskraftmaschine unter Berücksichtigung des ausgegebenen Strafterms 13.

nen Strafterms 13.

5 **[0063]** Sämtliche Verfahrensschritte können durch den erfindungsgemäßen Motordatenprozessor 1 ausgeführt werden, wodurch das Verfahren 100 kann folglich kostengünstig und zur automatischen Ausführung implementiert werden.

10 **[0064]** Ferner vereinfacht das Verfahren 100 die Einstellung von Lastschaltreserven 2, indem es eine Möglichkeit darstellt, über die direkte Eingabe eines Lastschaltreserve-Sollwerts 15, direkt eine neue, applikationsbedingte Lastschaltreserve 2 für eine Verbrennungskraftmaschine einzugeben.

15 **[0065]** Alternativ oder zusätzlich können die Verfahrensschritte zumindest teilweise von der oben erwähnten externen Recheneinheit oder von einem externen Mehrzweckcomputer ausgeführt werden.

20 Patentansprüche

1. Motordatenprozessor (1) zur Einstellung einer Lastschaltreserve (2) für eine Verbrennungskraftmaschine, umfassend:

25 - einen Regler (3) zur Einhaltung wenigstens eines drehmomentlimitierenden Betriebsgrenzwerts (26), wobei der Regler wenigstens ein Regelziel (27) aufweist, und

30 - ein Lastschaltreservemodul (5) zur Bestimmung der Lastschaltreserve (2) für wenigstens einen drehmomentlimitierenden Betriebsgrenzwert (26),

35 - wobei das Lastschaltreservemodul (5) ausgestaltet ist:

- einen Drehmomentsollwert (12), einen Lastschaltreserve-Sollwert (15), wenigstens einen Betriebsgrenzwert (26) und wenigstens eine Betriebsgröße (4) zu empfangen, und

40 - aus den empfangenen Werten (12,15,26,4) ein Ausgangssignal (10) zu generieren und das Ausgangssignal (10) dem Regler (3) auszugeben

45 - wobei der Regler (3) ausgestaltet ist, unter Berücksichtigung des Ausgangssignals (10) das Regelziel (27) so anzupassen, dass die Lastschaltreserve (2) dem Lastschaltreserve-Sollwert (15) entspricht, und wenigstens eine Stellgröße (11) für die Verbrennungskraftmaschine zu ermitteln und auszugeben.

50 **2.** Motordatenprozessor (1), nach Anspruch 1, wobei der wenigstens eine drehmomentlimitierende Betriebsgrenzwert (26) einen minimalen Luftmassenstromwert, einen minimalen Verbrennungsluftverhältniswert, einen maximalen Druckwert, einen maximalen Brennstoffmassenstromwert, einen maximalen Abgasemissionswert, eine maximale Abgastemperatur und einen minimalen Abgastemperatur

ratur und/oder einen maximalen Motordrehzahlwert umfasst.

3. Motordatenprozessor (1) nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Ausgangssignal (10) einen Strafterm (13) 5 beinhaltet, welcher ins Regelziel (27) des Reglers (3) so aufnehmbar ist, dass die Lastschaltreserve (2) dem Lastschaltreserve-Sollwert (15) entspricht.
4. Motordatenprozessor (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Lastschaltreserve (2) als Drehmomentschaltreserve (14) ausgestaltet ist. 10
5. Motordatenprozessor (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, umfassend: 15
 - eine Sollwertdatenschnittstelle (18) zum Empfangen des Lastschaltreserve-Sollwerts (15) und des wenigstens einen Betriebsgrenzwerts (26), 20
 - eine Betriebsgrößendatenschnittstelle (19) zum Empfangen der wenigstens einen Betriebsgröße (4), und
 - einen Datenspeicher (17) zum Auslesen des Drehmomentsollwerts (12). 25
6. Verbrennungskraftmaschine (20) zur Bereitstellung einer mechanischen Leistung (21), umfassend einen Motordatenprozessor (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Lastschaltreserve (2) mittels der wenigstens einen vom Motordatenprozessor (1) ausgegebenen Stellgröße (11) bereitstellbar ist. 30 35
7. Computerimplementiertes Verfahren (100) zur Einstellung einer Lastschaltreserve (2) für eine Verbrennungskraftmaschine, umfassend folgende Schritte:
 - Schritt 101: Empfangen eines oder mehrerer Betriebsgrenzwerten (26), eines Lastschaltreserve-Sollwerts (15), einer Betriebsgröße (4) und eines Drehmomentsollwerts (12), 40
 - Schritt 102: Bestimmen einer Lastschaltreserve (2) für wenigstens einen Betriebsgrenzwert (26), 45
 - Schritt 103: Generieren und Ausgeben eines Strafterms (13) zur Korrektur von Abweichungen der Lastschaltreserve (2) vom Lastschaltreserve-Sollwert (15), und 50
 - Schritt 104: eine oder mehrere Stellgrößen (11) für eine Verbrennungskraftmaschine unter Berücksichtigung des ausgegebenen Strafterms (13) generieren und ausgeben. 55

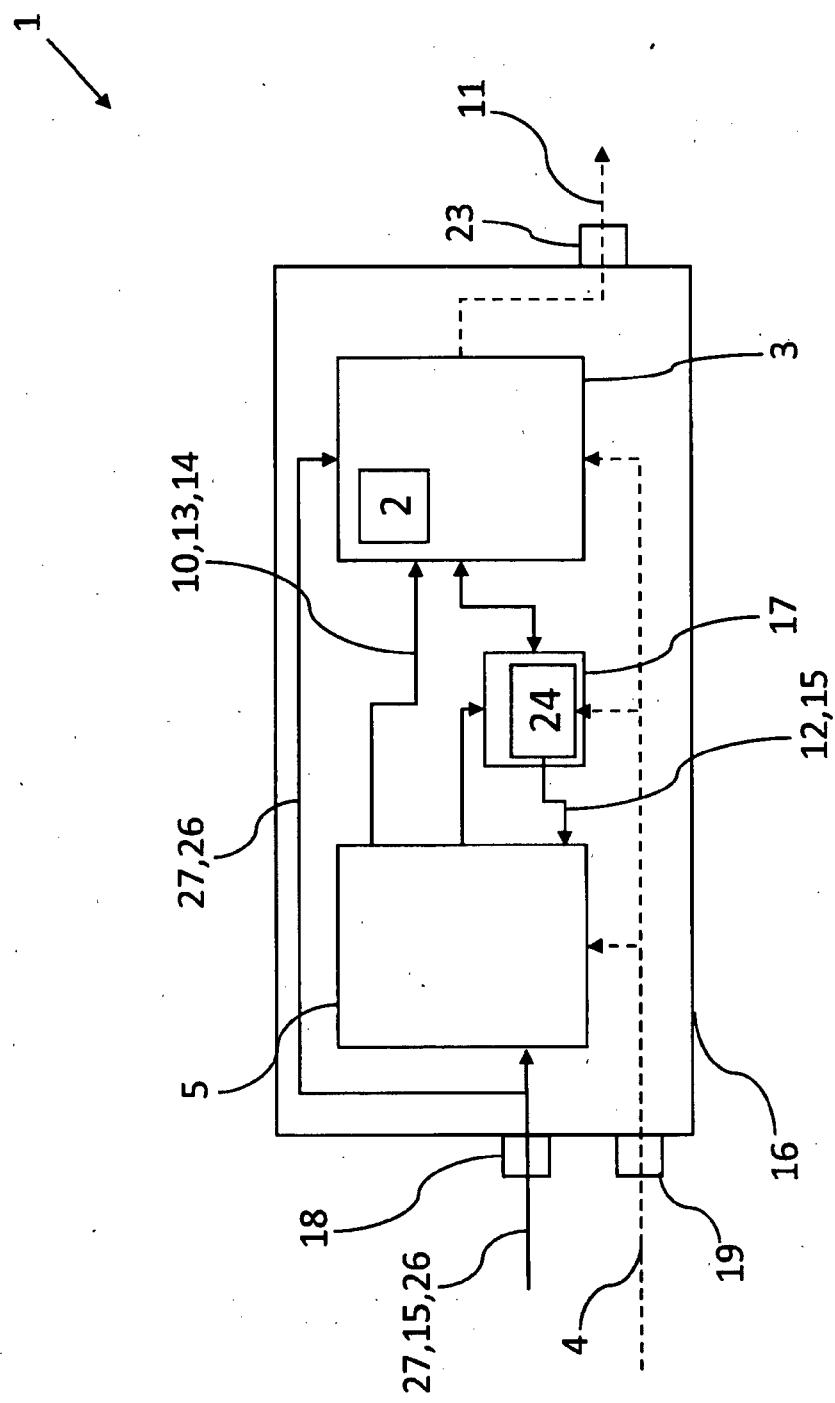


Fig. 1

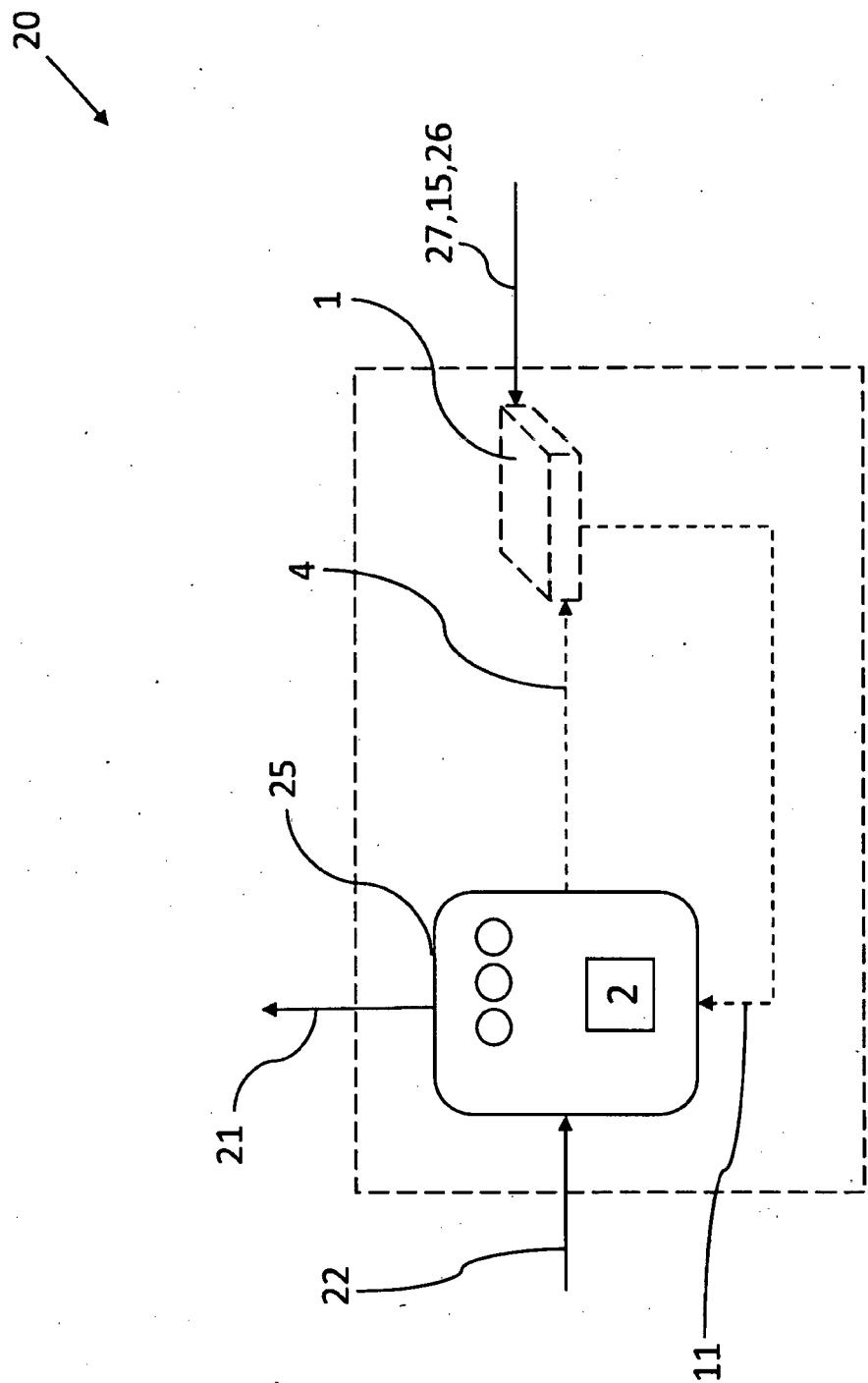


Fig. 2

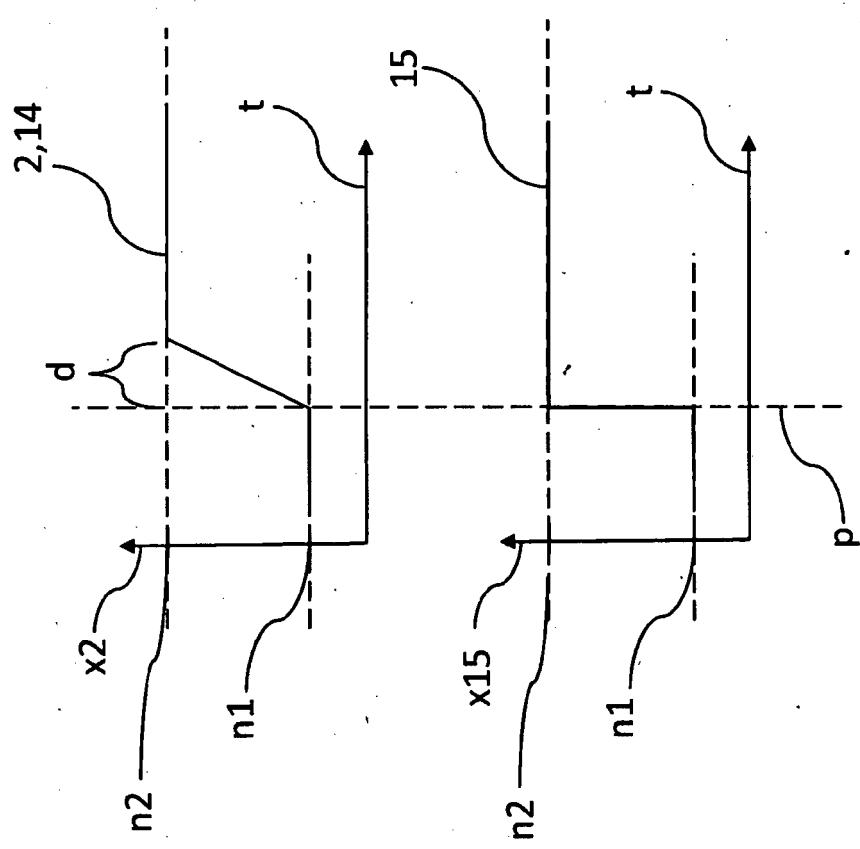


Fig. 3

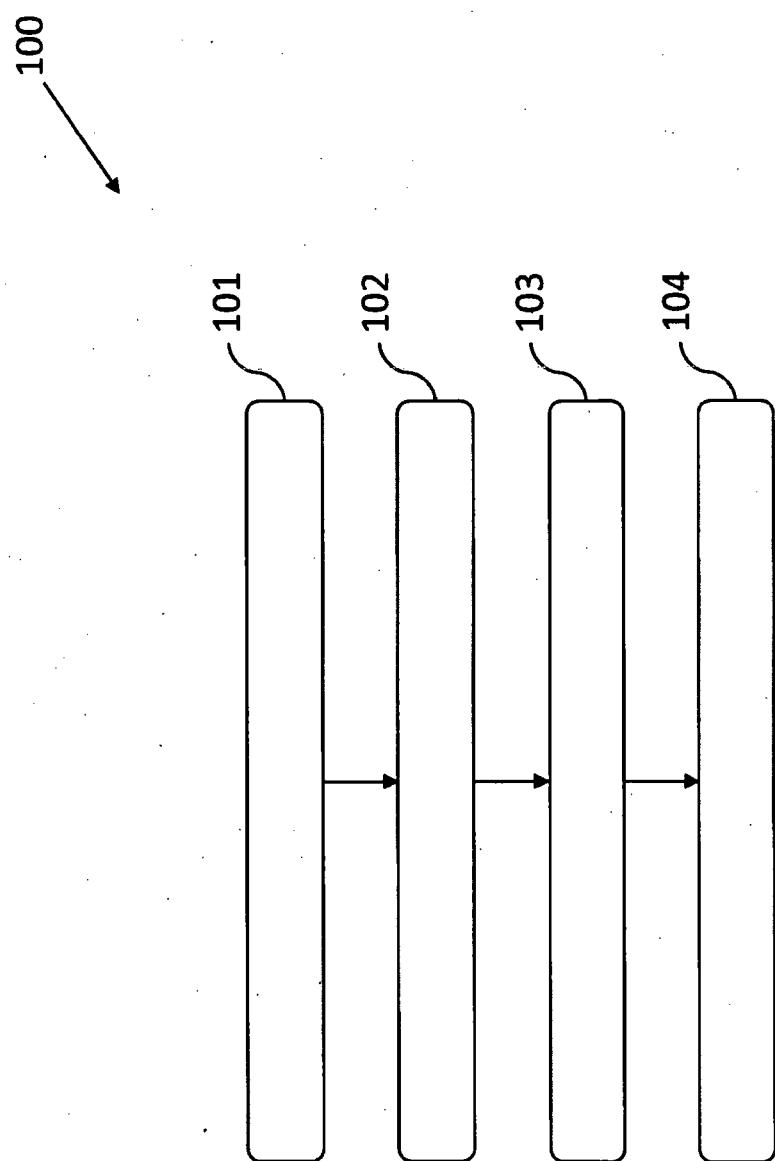


Fig. 4



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 24 20 2498

5

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE				
	Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betreift Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
10	X	DE 10 2004 044520 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 30. März 2006 (2006-03-30) * Zusammenfassung; Abbildungen 2,3 * * Absatz [0008] * * Absatz [0013] - Absatz [0014] * * Absatz [0018] * -----	1-7	INV. F02D11/10 F02D41/14 F02D41/18
15	X	DE 10 2008 012547 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 10. September 2009 (2009-09-10) * Zusammenfassung; Abbildungen 1,2 * * Absatz [0007] * * Absatz [0029] - Absatz [0034] * -----	1,6,7	
20	X	EP 1 830 054 A2 (DEERE & CO [US]) 5. September 2007 (2007-09-05) * Zusammenfassung; Abbildung 2 * * Absatz [0008] * * Absatz [0022] - Absatz [0023] * * Absatz [0028] - Absatz [0044] * -----	1,6,7	
25				RECHERCHIERTE SACHGEBiete (IPC)
30				F02D
35				
40				
45				
50	2	Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt		
55	2	Recherchenort Den Haag	Abschlußdatum der Recherche 7. März 2025	Prüfer Van der Staay, Frank
		KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		
		X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmelde datum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument
EPO FORM 1503.03.82 (P04C03)				

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 24 20 2498

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

07-03-2025

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
15	DE 102004044520 A1	30-03-2006	DE 102004044520 A1 FR 2875271 A1	30-03-2006 17-03-2006
20	DE 102008012547 A1	10-09-2009	DE 102008012547 A1 FR 2928418 A1 US 2009228186 A1	10-09-2009 11-09-2009 10-09-2009
25	EP 1830054 A2	05-09-2007	EP 1830054 A2 US 7206689 B1	05-09-2007 17-04-2007
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82