(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
2. August 2012 (02.08.2012)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/101010 A2

(51) Internationale Patentklassifikation: Nicht klassifiziert

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/050666

(22) Internationales Anmeldedatum:
18. Januar 2012 (18.01.2012)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2011 003 057.3
24. Januar 2011 (24.01.2011) DE
10 2011 088 939.6
19. Dezember 2011 (19.12.2011) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)*: **CONTINENTAL TEVES AG & CO. OHG** [DE/DE]; Guerickestraße 7, 60488 Frankfurt (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: **GRUBER, Steffen** [DE/DE]; Hirschpfad 5, 63801 Kleinostheim (DE). **ULLRICH, Thorsten** [DE/DE]; Alsbacher Straße 5, 64579 Gernsheim (DE). **ROSS, Scott** [US/DE]; Altkönigstraße 63, 61440 Oberursel (DE). **PEICHL, Thomas** [DE/DE]; Rosenstraße 1, 61206 Wöllstadt (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: **CONTINENTAL TEVES AG & CO. OHG**; Guerickestraße 7, 60488 Frankfurt (DE).

(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title**: METHOD FOR DETERMINING A VACUUM VALUE IN A VACUUM SYSTEM OF A VEHICLE

(54) **Bezeichnung** : VERFAHREN ZUR ERMITTLUNG EINES UNTERDRUCKWERTES IN EINEM UNTERDRUCK-SYSTEM EINES FAHRZEUGES

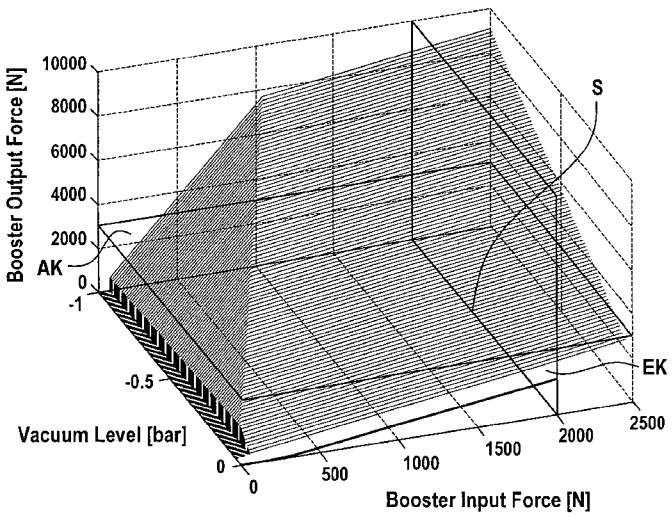


Fig. 3

(57) **Abstract**: Disclosed is a method for determining a vacuum value in a vacuum system used for feeding a brake booster in a vehicle. In said method: - the brake pedal travel is measured; - the corresponding brake pedal force is determined from the brake pedal travel using known brake system parameters; - the hydraulic brake pressure is measured; - an input force of the brake booster is determined from the brake pedal force; - an output force of a brake booster is determined from the measured hydraulic brake pressure; - the vacuum level in the vacuum system is determined from the input force and the output force.

(57) **Zusammenfassung**: Offenbart ist ein Verfahren zur Ermittlung eines in einem Unterdruck-System zur Speisung eines Bremskraftverstärkers eines Fahrzeuges herrschenden Unterdruckwertes, wobei - der Bremspedalweg gemessen wird, - aus dem Bremspedalweg unter Anwendung bekannter Bremssystem-Parameter die entsprechende Bremspedalkraft ermittelt wird, - der Bremshydraulikdruck gemessen wird, - aus der Bremspedalkraft eine Eingangs-Kraft des Bremskraftverstärkers ermittelt wird, - aus dem gemessenen Bremshydraulikdruck eine Ausgangs-Kraft eines Bremskraftverstärkers ermittelt wird, - aus Eingangs-Kraft und Ausgangs-Kraft der in dem Unterdruck-System herrschende Unterdruck ermittelt wird.

WO 2012/101010 A2

Veröffentlicht:

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)*

Verfahren zur Ermittlung eines Unterdruckwertes in einem Unterdruck-System eines Fahrzeuges

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Ermittlung eines in einem Unterdruck-System zur Speisung eines Bremskraftverstärkers eines Fahrzeuges herrschenden Unterdruckwertes.

Kraftfahrzeuge müssen zahlreiche gesetzliche Vorschriften erfüllen. Insbesondere für sicherheitsrelevante Systeme und Komponenten (z.B. Bremssystem) sind vom Gesetzgeber nicht nur Anforderungskriterien für nominale Betriebsbedingungen definiert, sondern auch für Fehlerszenarien und Rückfallebenen (siehe z.B. ECE R13H für Pkw-Bremssysteme).

Es gibt Fahrzeug-Bremssystem-Konfigurationen, bei denen allein die Grund-Bremshydraulik (Radbremse + Bremsbetätigung) nicht in der Lage ist, alle gestellten Anforderungen im Nominalzustand und/oder Fehlerfall zu erfüllen. In solchen Fällen kann die in modernen Fahrzeugen verfügbare HECU (hydraulic-electrical control unit) entsprechende Zusatzfunktionen bereitstellen, welche dann hydraulikunterstützend bzw. kompensierend eingreifen. Beispielsweise kann ein Ausfall des Vakuumbremskraftverstärkers dadurch kompensiert werden, dass bei Bremspedalantritt zusätzlicher hydraulischer Druck über die HCU-Pumpe aufgebaut und so die Verstärkungsfunktion dargestellt wird. Dabei stützen sich solche Zusatzfunktionen jeweils auf diverse im Fahrzeug verfügbare Sensorinformationen.

Zur Messung des Unterdruck-Niveaus am Vakuum-bremskraftverstärker bzw. Feststellen eines Fehlers in der Vakuumversorgung wird ein Vakuum-Sensor benötigt, welcher in einfacher oder auch in redundanter Ausführung eingesetzt wird. Insbesondere die aufwändige redundante Ausführung wird heute für sicherheitskritische Funktionen verwendet, da dort gegenüber reinen Komfortfunktionen erhöhte Anforderungen an Signalzuverlässigkeit und -güte gestellt werden: Die Redundanz ermöglicht eine gegenseitige Überwachung der beiden Sensorelemente, um den Betriebszustand sicher zu detektieren.

Ein Beispiel für eine notwendige Redundanz ist das oben beschriebene „Booster Failure Support", hier muss das Vakuum-Niveau sicher überwacht werden, um einen so genannten „schlafenden (= nicht detektierten) Fehlerfall" auszuschließen, da sonst in einer Bremssituation möglicherweise gesetzliche Anforderungen nicht mehr erfüllt wären.

Es ist Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren der eingangs genannten Art anzugeben, welches in der Lage ist, bei geringem baulichen Aufwand den in dem Unterdruck-System herrschenden Unterdruck ohne Einsatz eines Unterdruck-Sensors zur ermitteln.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des unabhängigen Patentanspruches gelöst.

Das Niveau des Unterdrucks, welcher z.B. als Energiequelle eines Vakuum-Bremskraftverstärkers dient, lässt sich mit dem hier beschriebenen Verfahren abschätzen: Als Eingangsgrößen dienen Bremspedalweg und Bremshydraulikdruck.

Der Bremspedalweg wird z.B. typischerweise bei Hybridfahrzeugarchitekturen über Sensorik erfasst, um die Absicht des Fahrers zu detektieren, eine Fahrzeugbremsung durchzuführen.

Der Bremshydraulikdruck wird z.B. in modernen Bremssystemen standardmäßig über Drucksensoren gemessen und dient auch zahlreichen anderen Regelfunktionen der HECU als Eingangsgröße.

Der bei einem Bremspedalantritt gemessene Bremspedalweg wird vorzugsweise über eine bremssystemspezifische Pedalkraft-Pedalweg-Kennlinie in eine Bremspedalkraft umgerechnet. Zusammen mit Bremspedal-Parametern wird diese Bremspedalkraft in die Bremskraftverstärker-Eingangskraft (piston rod force) umgerechnet.

Der gemessene Hydraulikdruck wird vorzugsweise über Bauteilparameter des Hauptbremszylinders in die Bremskraftverstärker-Ausgangskraft (push rod force) umgerechnet.

Im nächsten Schritt wird vorzugsweise das bauteilspezifische Bremskraftverstärker-Kennfeld

verwendet, um aus der Bremskraftverstärker-Eingangskraft und aus der Bremskraftverstärker-Ausgangskraft den in dem Unterdruck-System herrschenden Unterdruck zu ermitteln.

Der tatsächlich in dem Unterdruck-System herrschende Unterdruck kann somit vorteilhaft neben der konventionellen direkten Messung auf einem zweiten Wege ermittelt werden. Diese Redundanz wird für sicherheitskritische Funktionen benötigt bzw. ist sogar gesetzlich vorgeschrieben.

Vorteilhafterweise kann gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung der gemäß dem Verfahren ermittelte, in dem Unterdruck-System herrschende Unterdruck mit dem tatsächlich herrschenden Unterdruck verglichen werden und, sollte die Differenz beider Unterdruckwerte eine vorgebbare Maximaldifferenz übersteigen, ein Warnsignal im Fahrzeugcockpit abgesetzt werden, so dass dieser sein Fahrverhalten darauf einstellen kann, dass eventuell eine Störung vorliegt. Weiterhin kann durch diese Fehlererkennung eine geeignete Fahrzeugreaktion und/oder Systemrückfallebene aufgeschaltet werden.

Anstelle der redundanten Erfassung des Vakuum-Niveaus durch ein zweites Sensorelement wird unter Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens lediglich ein Einzel-Vakuum-Sensor verwendet, dessen Messwerte jedoch mit Hilfe von (a) meist bereits vorhandener Standard-Sensorik und (b) auf einem Steuergerät hinterlegten Bauteil-

/Systemcharakteristiken gegengeprüft und plausibilisiert werden. Hierdurch ergibt sich ein geringerer notwendiger Hardware-Aufwand bei praktisch gleichbleibender Funktionalität.

Aufgrund des im Verfahren beschriebenen reduzierten Hardwareaufwands werden folgende Vorteile für das Gesamtsystem erwartet:

a) Kostenvorteil aufgrund Entfall der redundanten Messwerterfassung;
b) Kostenvorteil durch Stückzahleffekte aufgrund von Addition des bisherigen Verkaufsvolumens für Doppel-Vakuum-Sensoren auf das der Einzel-Vakuum-Sensoren;
c) Reduktion der benötigten Sensor-Anschlusspins am beteiligten Steuergerät;
d) Reduktion vom Systemgesamtgewicht;
e) Packagingvorteile.

Die vorstehend genannten Vorteile ergeben sich im Wesentlichen durch eine Funktionsverlagerung von der Sensorhardware in eine Regelungssoftware: Die direkte Messung einer physikalischen Größe (Unterdruck-Niveau) wird ersetzt durch ein Rechenmodell, welches online auf einem Steuergerät ausgeführt wird und sich auf typischerweise im Pkw-Bremssystem bereits vorhandene Standardsensorik stützt.

Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 ein Ablaufdiagramm zur Verdeutlichung des Ablaufes der Ermittlung eines in einem Unterdruck-System zur Speisung eines nicht dargestellten Bremskraftverstärkers eines Fahrzeuges herrschenden Unterdruckwertes,

Figur 2 eine dreidimensionale Darstellung eines Kennfeldes eines Bremskraftverstärkers mit Eingangs-Kraft, Ausgangs-Kraft und Unterdruck,

Figur 3 eine Darstellung entsprechend Figur 2 mit zusätzlich eingetragenen, exemplarischen Werten von erfindungsgemäß ermittelten Werten von Eingangs-Kraft und Ausgangs-Kraft sowie daraus ermitteltem Unterdruckwert.

Figur 1 zeigt zwei Ablaufdiagramme zur Verdeutlichung des erfindungsgemäßen Ablaufes der Ermittlung eines in einem in der Figur nicht dargestellten Unterdruck-Systems eines Fahrzeuges. Ein derartiges Unterdruck-Systeme kann beispielsweise zur Speisung eines nicht dargestellten Bremskraftverstärkers des Fahrzeuges vorgesehen sein. Der Unterdruck wird zum Betrieb des Bremskraftverstärkers benötigt.

Daher ist dessen Unterdruckwert zu überwachen. Zur Vermeidung des Einsatzes eines speziellen Unterdruck-Sensors geht das erfindungsgemäße Verfahren von zwei Messwerten aus, die in Fahrzeugen ggf. bereits vorhanden

sind: dem aktuellen Bremspedalweg und dem im Bremssystem herrschenden Hydraulikdruck.

Wie das erste Ablaufdiagramm in Figur 1 zeigt, wird aus dem aktuellen Bremspedalweg bzw. dessen Position unter Einsatz einer bremssystemspezifischen Pedalkraft-Pedalweg-Kennlinie unmittelbar die Pedalkraft bestimmt.

Das zweite Ablaufdiagramm der Figur deutet an, das aus dieser Pedalkraft wiederum unmittelbar auf die eingangsseitig auf den Bremskraftverstärker wirkende Kraft geschlossen werden kann, da es in einem gegebenen Bremssystem einen festen, bekannten Zusammenhang zwischen diesen beiden Größen gibt.

Wie das zweite Ablaufdiagramm der Figur 1 ebenfalls zeigt, wird aus dem Messwert des in dem Bremssystem herrschenden Hydraulikdruckes unter Einsatz von Bauteilparametern des Hauptbremszylinders die Ausgangskraft des Bremskraftverstärkers ermittelt, welche auf die Hydraulikflüssigkeit in dem Bremssystem einwirkt.

Es sind somit nun sowohl Eingangs-Kraft wie auch Ausgangs-Kraft des Bremskraftverstärkers bekannt. Da der Zusammenhang dieser beiden Parameter sowie des in dem Unterdruck-System herrschenden Unterdruckes bekannt ist, wird anhand dieses bekannten bauteilspezifischen Bremskraftverstärker-Kennfeldes der tatsächlich im Unterdruck-System herrschende Unterdruck bestimmt.

Dies wird im Folgenden näher anhand der Figuren 2 und 3 erläutert.

Figur 2 zeigt eine dreidimensionale Darstellung eines solchen Kennfeldes eines Bremskraftverstärkers mit Eingangs-Kraft, Ausgangs-Kraft und Unterdruck.

Aus der Darstellung des Kennfeldes wird bereits deutlich, dass aus zwei bekannten Parametern dieser drei Parameter der dritte unmittelbar bestimmbar ist.

Dies wird in Figur 3 anhand der gleichen Darstellung näher erläutert.

Es wird in dem in der Figur 3 angedeuteten Beispiel davon ausgegangen, dass auf die oben erläuterte Weise aus dem Pedalweg des Bremspedals eine Eingangs-Kraft des Bremskraftverstärkers von 2000 N ermittelt wurde. In die Figur ist eine entsprechende Ebene EK eingetragen.

Ferner wird in dem in der Figur 3 angedeuteten Beispiel davon ausgegangen, dass auf die oben erläuterte Weise aus dem in dem Bremssystem gemessenen Hydraulikdruck eine Ausgangs-Kraft des Bremskraftverstärkers von 2500 N ermittelt wurde. In das Kennfeld ist daher eine Ebene AK mit diesem Wert eingetragen.

In einem Punkt S gibt einen Schnittpunkt, in dem sich das Kennfeld des Bremskraftverstärkers sowie die Ebenen EK und AK schneiden. Aus diesem Punkt S ist unmittelbar der

in dem Bremssystem herrschende Unterdruck mit etwa -0.6 bar bestimmbar.

Somit gelingt anhand des Kennfeldes und der beiden bekannten Kraftwerte des Bremskraftverstärkers auf einfache Weise und ohne Einsatz eines speziellen Unterdruck-Sensors eine (laufende) Ermittlung des in dem Unterdruck-System herrschenden Wertes des Unterdruckes.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Ermittlung eines in einem Unterdruck-System zur Speisung eines Bremskraftverstärkers eines Fahrzeuges herrschenden Unterdruckwertes, wobei
- der Bremspedalweg gemessen wird,
- aus dem Bremspedalweg unter Anwendung bekannter Bremssystem-Parameter die entsprechende Bremspedalkraft ermittelt wird,
- der Bremshydraulikdruck gemessen wird,
- aus der Bremspedalkraft unter Anwendung bekannter Bremssystem-Parameter eine Eingangs-Kraft des Bremskraftverstärkers ermittelt wird,
- aus dem gemessenen Bremshydraulikdruck unter Anwendung bekannter Bremssystem-Parameter eine Ausgangs-Kraft eines Bremskraftverstärkers ermittelt wird,
- aus Eingangs-Kraft und Ausgangs-Kraft unter Anwendung bekannter Bremssystem-Parameter der in dem Unterdruck-System herrschende Unterdruck ermittelt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Ermittlung der Bremspedalkraft unter Einsatz einer bremssystemspezifischen Pedalkraft-Pedalweg-Kennlinie erfolgt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Ermittlung der Ausgangskraft des Bremskraftverstärkers aus dem Bremssystemdruck unter

Einsatz von Bauteilparametern des Hauptbremszylinders erfolgt.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass ein bauteilspezifisches Bremskraftverstärker-Kennfeld verwendet wird, um aus der Bremskraftverstärker-Eingangskraft und -Ausgangskraft den in dem Unterdruck-System herrschende Unterdruck zu ermitteln.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der gemäß dem Verfahren ermittelte, in dem Unterdruck-System herrschende Unterdruck mit dem tatsächlich herrschenden Unterdruck verglichen wird und dass, sollte die Differenz beider Unterdruckwerte eine vorgebbare Maximaldifferenz übersteigen, ein Warnsignal vorzugsweise im Fahrzeugcockpit abgesetzt wird und/oder eine geeignete Fahrzeugreaktion und/oder Systemrückfallebene aufgeschaltet wird.

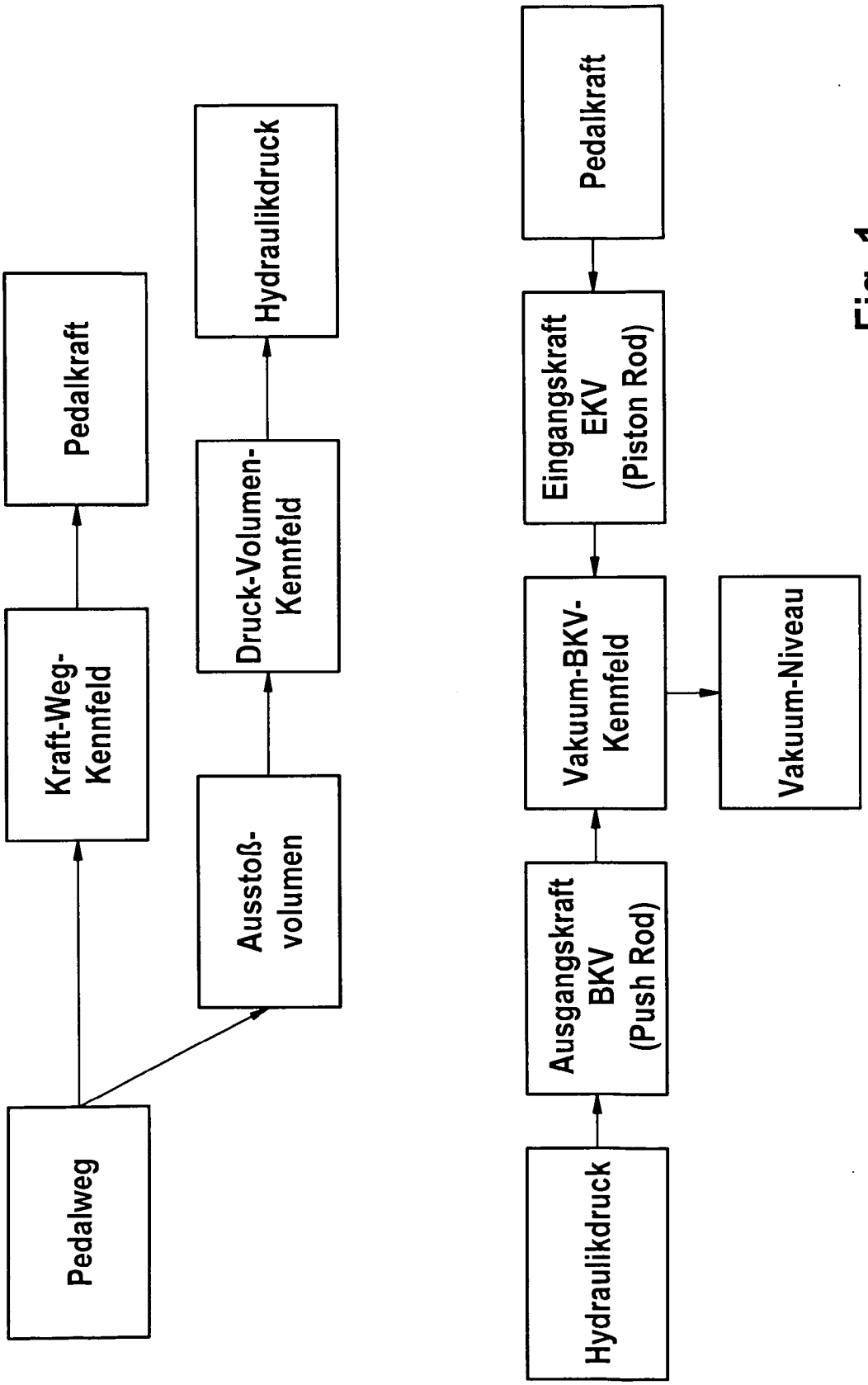

Pedalweg
Kraft-Weg-Kennfeld
Pedalkraft
Ausstoß-volumen
Druck-Volumen-Kennfeld
Hydraulikdruck
Hydraulikdruck
Ausgangskraft BKV (Push Rod)
Vakuum-BKV-Kennfeld
Vakuum-Niveau
Eingangskraft EKV (Piston Rod)
Pedalkraft

Fig. 1

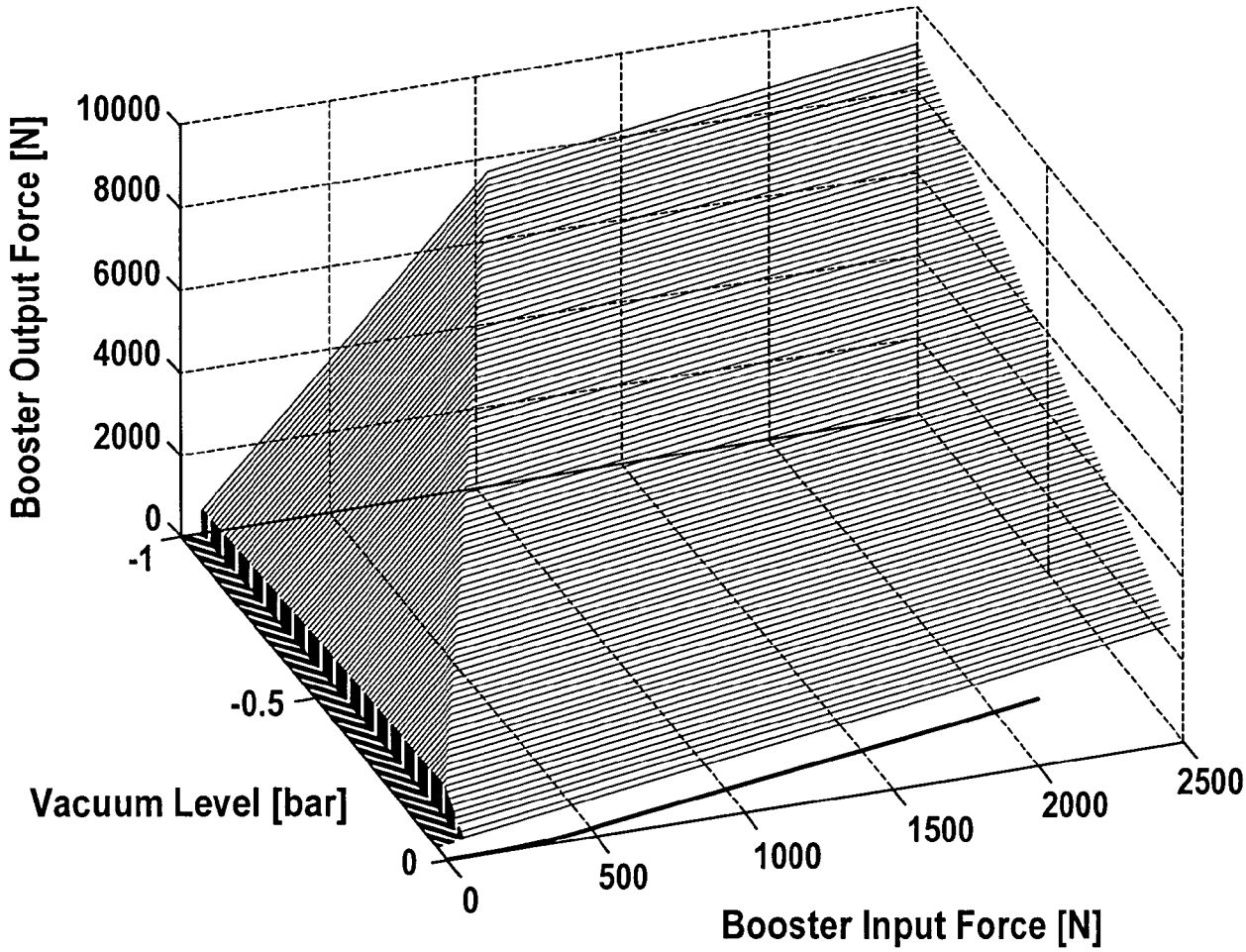

Booster Output Force [N]
10000
8000
6000
4000
2000
0
-1
-0.5
Vacuum Level [bar]
0
0
500
1000
1500
2000
2500
Booster Input Force [N]

Fig. 2

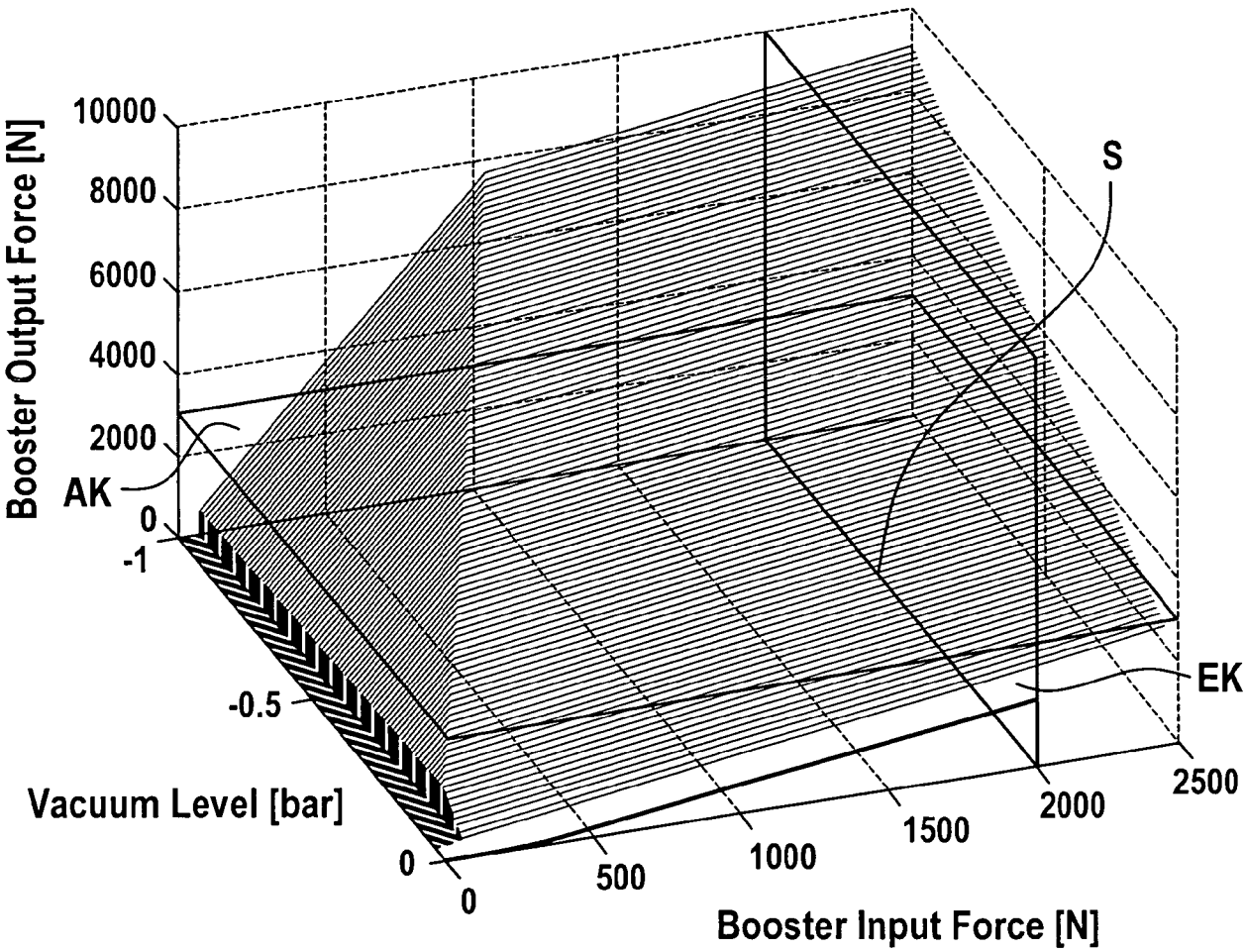

Booster Output Force [N]
10000
8000
6000
4000
2000
0
AK
S
EK
-1
-0.5
0
Vacuum Level [bar]
0
500
1000
1500
2000
2500
Booster Input Force [N]

Fig. 3