

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 51075/2019  
(22) Anmeldetag: 06.12.2019  
(43) Veröffentlicht am: 15.03.2021

(51) Int. Cl.: **F02D 9/06** (2006.01)  
**B60T 8/26** (2006.01)  
**B60T 8/1766** (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:  
JP H04314937 A

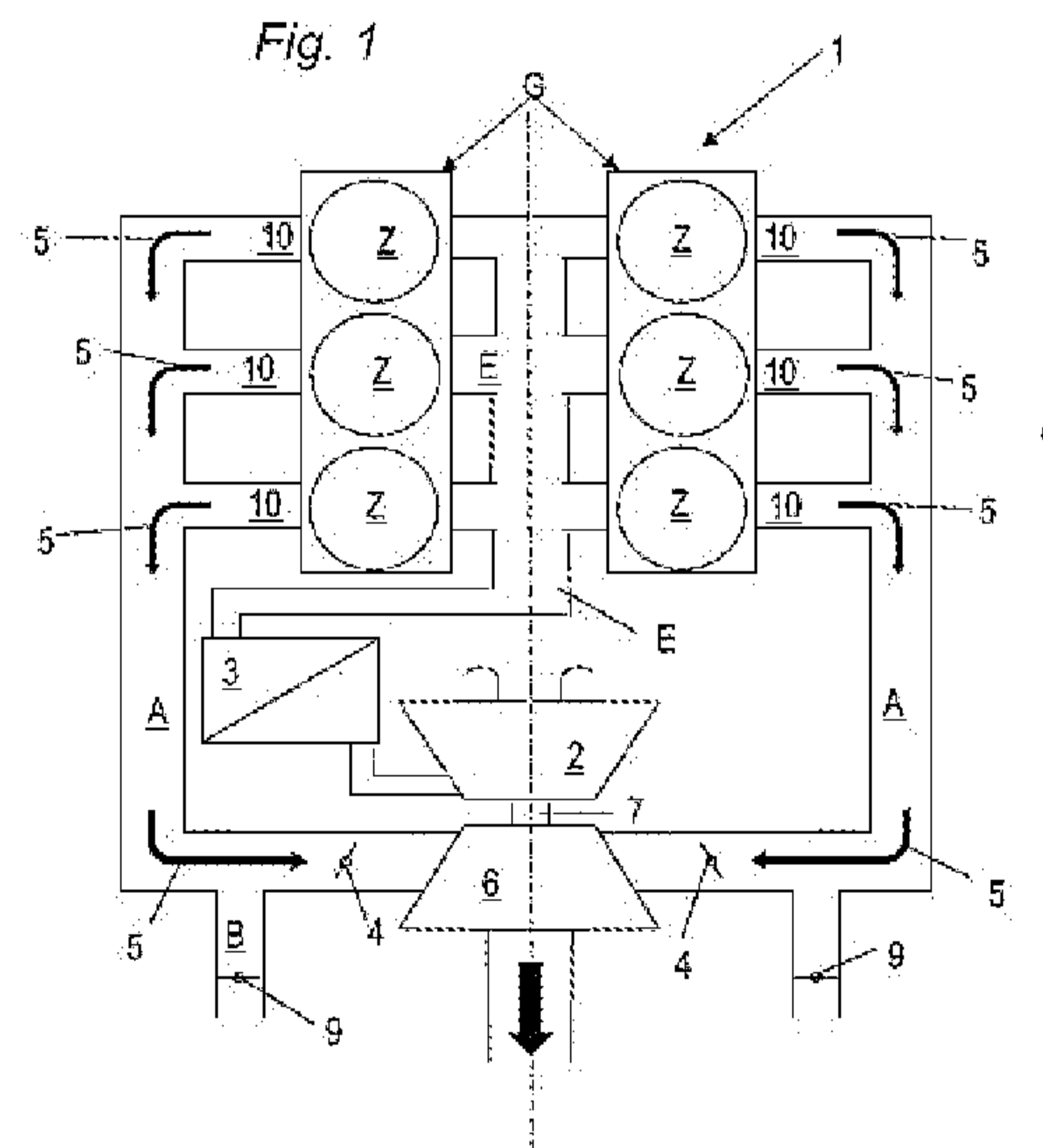
(71) Patentanmelder:  
AVL LIST GMBH  
8020 GRAZ (AT)

(72) Erfinder:  
LEICHTFRIED Christoph  
8045 Graz (AT)

(74) Vertreter:  
Babeluk Michael Dipl.Ing. Mag.  
1080 Wien (AT)

(54) **VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINER BRENNKRAFTMASCHINE**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine (1), zumindest einen Zylinder (Z) aufweisend, der mit einem Einlassstrang (E) und einem Auslassstrang (A) störmungsverbindbar angeordnet ist und in dem Auslassstrang (A) zumindest ein Ventil (4) vorgesehen ist. Aufgabe ist es die Stabilität beim Bremsvorgang zu erhöhen. Das wird erfindungsgemäß dadurch erreicht, dass das Ventil (4) in einem Bremsmodus gemäß einem Verlauf (a) der Ventilstellung wenigstens teilweise verschlossen wird, und dass in einem Antriebsmodus das Ventil (4) wieder zumindest teilweise geöffnet wird.



## Z U S A M M E N F A S S U N G

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine (1), zumindest einen Zylinder (Z) aufweisend, der mit einem Einlassstrang (E) und einem Auslassstrang (A) störungsverbundbar angeordnet ist und in dem Auslassstrang (A) zumindest ein Ventil (4) vorgesehen ist. Aufgabe ist es die Stabilität beim Bremsvorgang zu erhöhen. Das wird erfindungsgemäß dadurch erreicht, dass das Ventil (4) in einem Bremsmodus gemäß einem Verlauf (a) der Ventilstellung wenigstens teilweise verschlossen wird, und dass in einem Antriebsmodus das Ventil (4) wieder zumindest teilweise geöffnet wird.

Fig. 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine, zumindest einen Zylinder aufweisend, der mit einem Einlassstrang und einem Auslassstrang störungsverbundbar angeordnet ist und in dem Auslassstrang zumindest ein Ventil vorgesehen ist.

Bei Fahrzeugen gibt es immer ein hydraulisches Bremssystem zum Verzögern des Fahrzeuges. Die Aufteilung der Bremsmomente erfolgt bei einfachen Systemen nur über die Geometrie der Bremsanlage. Da die Geometrie der Bremsanlage während eines Bremsmanövers nicht geändert werden kann, ist die Aufteilung der Bremsmomente hier konstant. Üblicherweise spricht man von einer Bremsbalance. Diese ist definiert als Verhältnis des Vorderachsenbremsmoments zum gesamten Bremsmoment.

Zusätzlich liefert die Verbrennungskraftmaschine auch noch ein Moment an die angetriebenen Räder. Diese und das Moment der Bremsvorrichtung bestimmen schlussendlich die radbasierte Bremsbalance.

Somit wird zwischen einer Bremsbalance der Bremsanlage und einer radbasierten Bremsbalance unterschieden.

Bei starken Bremsmanövern ist jedoch das Moment der üblichen Verbrennungskraftmaschinen deutlich kleiner als das der Bremsanlage und somit fast zu vernachlässigen.

Während eines Bremsmanövers ändern sich die übertragbaren Radmomente. Dies liegt wesentlich an der dynamischen Radlastverteilung. Die Radlastverteilung ändert sich in Abhängigkeit des Fahrmanövers sowie mit Fahrzeugeigenschaften, wie der Schwerpunkthöhe oder Rollsteifigkeiten der Vorder- und Hinterradaufhängung.

Üblicherweise möchte man zum Beginn eines Bremsmanövers die radbasierte Bremsbalance mehr an der Vorderachse und am Ende des Manövers mehr an der Hinterachse.

Speziell bei starken Bremsmanövern ist es wichtig das übertragbare Radmoment jedes Rades optimal zu nutzen, um das Fahrzeug sicher zu verzögern und die Stabilität des Fahrzeuges zu gewährleisten.

Bei üblicher Bremsanlage besteht daher der Nachteil, dass die Bremsbalance nur über Geometrie beeinflusst wird und daher nicht nach Bedarf verändert werden kann und daher die Stabilität beim Bremsvorgang zu verbessern.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es eine Möglichkeit zu finden, ein Verfahren anzugeben, durch das Fahrzeuge sicherer verzögert werden können.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass das Ventil in einem Bremsmodus gemäß einem Verlauf der Ventilstellung wenigstens teilweise verschlossen wird, und dass in einem Antriebsmodus das Ventil wieder zumindest teilweise geöffnet wird. Dadurch wird das radbasierte Bremsmomentverhältnis während des Bremsmanövers geändert und es ist dadurch möglich Fahrzeuge sicherer zu bremsen.

Kommt es bei dieser Anordnung nun zu einer Abnahme der Abgasmenge in Folge von verminderter Einspritzung bei einem Bremsmanöver, so wird das Ventil verschlossen. Dadurch kommt es im Auslassstrang zu einem Druckanstieg und Temperaturanstieg. Der erhöhte Druck im Auslassstrang führt zu einem hohen Schleppmoment der Verbrennungskraftmaschine, die Bremsmomente der angetriebenen Räder werden erhöht. Dies führt dazu, dass die radbasierte Bremsbalance geändert wird. Da die Position des Ventils leicht während eines Bremsmanövers geändert werden kann, kann man so die radbasierte Bremsbalance während eines Bremsmanövers ändern. Die Öffnung und Schließung des Ventils entlang eines bestimmten definierten Verlaufs führt zu einer individuellen Beeinflussung der Bremsbalance. Bei höherer benötigter Bremskraft durch den Motor wird der Durchflussquerschnitt am Ventil stärker verringert als bei geringerer nötiger Bremskraft.

In einer besonderen Ausführung ist vorgesehen, dass die Brennkraftmaschine einen Abgasturbolader aufweist, der über den Auslassstrang, mit dem zumindest einem Zylinder verbunden ist.

Dadurch kann besonders vorteilhaft Energie, die beim Bremsen sonst verloren ginge in der Turbine danach abgebaut und so erneut zur Verdichtung der Ladeluft genutzt werden. Soll nun nach diesem Bremsmanöver erneut Antriebsleistung durch die Brennkraftmaschine bei Beschleunigung bereitgestellt werden, so wird das Ventil geöffnet. Hat die Verbrennungskraftmaschine einen Abgasturbolader so kann der Druck und die Temperatur im Auslassstrang genutzt werden, um die Turbine anzutreiben. Das Turboloch kann mit dieser Anordnung daher nach Bremsmanövern durch diesen vorherigen Druckaufbau und den nachfolgenden Abbau vermieden werden.

Durch die Öffnung des Ventils nach Ende des Bremsmanövers, fällt der Druck im Abgasstrang von dem höheren Druckniveau wieder auf ein niedrigeres Druckniveau, das noch höher ist als das ursprüngliche Druckniveau vor dem Bremsmanöver. Die Temperatur bleibt annähernd gleich. Die an der Turbine abgegebenen Arbeit wird durch die höhere Temperatur und das erhöhte Druckniveau gesteigert. Außerdem liegt für einen kurzen Moment während des Druckabfalls ein höherer Differenzdruck an der Turbine an. Das sorgt für einen zusätzlichen Leistungsschub an der Turbine.

Der Druck im Antriebsstrang verändert sich in einer beispielhaften Ausführung von 1 bar zu etwa 5 bar. Dieser Druckanstieg führt zu einer Temperaturerhöhung von 100 °C zu beispielsweise 600 °C. Die Reduktion der Temperatur an den Bremsen liegt bei etwa 4 °C.

Der Verdichter und die Turbine sind über eine gemeinsame Welle verbunden. Über die Welle wird die kinetische Rotationsenergie von der Turbine auf den Verdichter übertragen und derart das Druckniveau der Ladeluft angehoben.

Die betreffende Brennkraftmaschine weist günstigerweise zwei Gruppen von Zylindern auf, dabei sind in jeder Gruppe von Zylindern zumindest zwei Zylinder vorgesehen, die günstigerweise in einer Reihe angeordnet sind.

Die beiden Gruppen von Zylindern weisen einen gemeinsamen Einlassstrang auf, über den, den Zylindern Frischluft vulgo Ladeluft zugeführt wird.

Eine Gruppe von Zylindern teilt sich gemeinsam einen großen Teil des Auslassstrangs, wobei der Bereich nahe am Zylinder separat zu den einzelnen Zylindern führt und diese mit dem Rest des Auslassstrangs verbindet. Die beiden

Gruppen haben jedoch separate Auslassstränge, die die Brennräume der Zylinder mit der Turbine des Abgasturboladers verbinden.

Es strömt Frischluft zum Verdichter, diese wird dort komprimiert und über ein Gaswechselventil in den Brennraum des Zylinders gepresst, nach erfolgter Verbrennung, wird das Abgas aus dem Brennraum durch ein Gaswechselventil in den Auslassstrang ausgestoßen.

Unter einem Ventil versteht sich hier eine Klappe, ein Sperrventil oder ein ähnlich geartetes Element, das geeignet ist, den Massenstrom des Abgases in Strömungsrichtung vor diesem Ventil variabel aufzustauen.

Die Turbine hat zumindest einen Eintritt, und sie kann pro Eintritt mehrere Eingänge haben. So beschreibt der Eintritt hier den Eintritt auf einem bestimmten Level der Turbine, in einer bestimmten Stufe. Die mehrere Eingänge pro Eintritt sind demnach alle an einer Stufe angeordnet und teilen nur den Massenstrom des Abgases auf ein Turbinenrad der Turbine auf.

Besonders vorteilhaft ist dabei ein Verlauf der Ventilstellung der bei Einleitung des Bremsvorgangs beim Ansteigen eines Bremsdrucks in einem Bremssystem, das zumindest eine Ventil vollständig schließt.

Um nun bei Weiterfahrt schnell wieder Leistung für den Verdichter des Turboladers bereitstellen zu können ist es günstig, wenn unmittelbar nach dem Schließen des Ventils dieses sprunghaft - vorzugsweise vollständig – öffnet und so einen Anstieg des Drucks im Auslassstrang überhaupt nach Vollbremsung bei nun nachlassendem Bremsdruck ermöglicht.

Weil mit abnehmendem Durchflussquerschnitt am Ventil der Druck im Auslassstrang steigt, steigt in weiterer Folge die Pumparbeit am Kolben. Über die Rückwirkung auf die abgegebene Leistung an die Reifen kommt es zu einer Umverteilung der Bremsmomentbalance, der Bremsbalance. Durch Versuche konnte festgestellt werden, dass die besten Rundenzeiten im Motorsport bei einer konventionell erreichten Bremsbalance von 54% bestehen. Durch Versuche konnte festgestellt werden, dass bei einer Bremsbalance von 47% eine noch bessere Rundenzeit erreicht werden kann. Diese Bremsbalance ist jedoch nur möglich, wenn bei Verringerung des Bremsdrucks ein Öffnungsgrad des Ventils verringert wird.

Diese erreichte Bremsbalance kann länger gehalten werden, wenn bei niedriger werdendem Bremsdruck der Grad der Änderung des Öffnungsgrads des Ventils verändert wird, so dass bei Änderung des Bremsdrucks der Öffnungsgrad stärker verringert wird.

Gut und einfach annähern lässt sich diese Bremsbalance dadurch, wenn bei einer Ausführungsvariante vorgesehen ist, dass im Wesentlichen linearer Änderung des Bremsdrucks eine Öffnung oder Schließung des Ventils im Wesentlichen linear verläuft.

Besser wird die Annäherung an die ideale Bremsbalance, wenn bei im Wesentlichen linearer Änderung des Bremsdrucks eine Öffnung oder Schließung des Ventils im Wesentlichen entlang einer Kurve verläuft.

Um dem Wunsch des Fahrers zur Beendigung des Bremsmanövers schnellstmöglich zu entsprechen und sofort wieder Leistung für den Verdichter durch die Turbine bereitstellen zu können, ist in einer besonders vorteilhaften Ausführung vorgesehen, dass bei Ende des Bremsvorgangs das Ventil sprungartig vollständig öffnet.

In einer günstigen Variante ist vorgesehen, dass mehrere Zylinder vorzugsweise in Reihe angeordnet sind und in Gruppen aufgeteilt sind, so dass jeder Gruppe ein Ventil zugeordnet ist, und dass alle Ventile gleiche Öffnungsgrade aufweisen und vorzugsweise gemeinsam gesteuert oder geregelt werden.

Umso näher die Ventile an den Zylindern angeordnet sind, desto schneller tritt ein zusätzlicher Bremseffekt über die Aufstauung von Abgas auf. Dadurch kann das benötigte Bremsmoment an anderen Bremsvorrichtungen verringert werden. Abnutzung dieser kann verhindert werden und ein schnelleres Abbremsen wird dadurch ermöglicht.

Um den Betrieb in Teillast und nach dem Starten möglichst zu optimieren und das Anfahren des Turboladers zu verbessern, ist in einer besonderen Ausführung vorgesehen, dass jedem Auslassstrang zumindest ein Bypassventil zugeordnet ist, durch das bei Öffnung des Bypassventils Abgas an der Turbine vorbei geleitet werden kann. Dadurch ist es möglich eine kleinere Turbine vorzusehen und

überschüssiges Abgas, das nicht durch die Turbine abgearbeitet werden kann abzublasen. Ein derartiger Bypass ist auch unter dem Namen Wastegate bekannt.

Um nach dem Starten, oder in einem Teillastbetrieb mit sehr geringem Leistungsbedarf einen ausreichenden Verdichtungseffekt durch den Turbolader erzielen zu können, ist es günstig, wenn die Turbine und der Verdichter über die gemeinsame Welle verbunden sind. Weiters kann ein Elektromotor in den Fällen, in denen das Turboloch nicht mit den obigen Methoden und Vorkehrungen überwunden werden kann, zum Antrieb des Verdichters vorgesehen werden.

Um gleichmäßige Belastungen an der Turbine im Vollastbetrieb zu erreichen, ist es vorteilhaft, wenn die Turbine zumindest zwei Eingänge für einen Eintritt aufweist, wobei jeder Auslassstrang mit zumindest einem Eingang verbunden ist, wobei ein erster Auslassstrang mit einem anderen Eingang oder anderen Eingängen der Turbine verbunden ist, als ein zweiter Auslassstrang.

Es ist bei einem günstigen Verfahren vorgesehen, dass im Bremsmodus beide Ventile wenigstens teilweise verschlossen werden – vorzugsweise parallel zueinander - und dass im Antriebsmodus beide Ventile wenigstens teilweise geöffnet werden, vorzugsweise parallel zueinander.

Sinnvollerweise ist vorgesehen, dass bei einem Bremsmanöver alle Bypassventile verschlossen werden, um den Strömungswiderstand auf sein Maximum zu erhöhen und den Druck sowie die Temperatur im Abgas größtmöglich zu erhöhen.

In weiterer Folge wird die Erfindung anhand der nicht einschränkenden Figuren näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine Brennkraftmaschine zur Ausführung eines erfindungsgemäßen Verfahrens;

Fig. 2 einen Verlauf einer Bremsbalance abhängig vom Öffnungsgrad eines Ventils nach dem erfindungsgemäßen Verfahren;

Fig. 3 eine Aufstellung der einzelnen Verläufe der Größen bei einem konventionellen Bremsmanöver nach dem Stand der Technik;

Fig. 4 eine Aufstellung der einzelnen Verläufe der Größen nach dem erfindungsgemäßen Verfahren;

Fig. 5 Diagramme zu einem ersten Versuch des erfindungsgemäßen Verfahrens; und

Fig. 6 Diagramme zu einem zweiten Versuch des erfindungsgemäßen Verfahrens.

In Fig. 1 ist eine erfindungsgemäße Brennkraftmaschine 1 abgebildet, die zwei Gruppen G von Zylindern Z aufweist. Dabei sind in jeder Gruppe G drei Zylinder Z in Reihe angeordnet. Die beiden Gruppen G weisen einen gemeinsamen Einlassstrang E auf. Im Einlassstrang E sind ein Verdichter 2 und in Strömungsrichtung danach ein Zwischenkühler 3 angeordnet.

Die Gruppen G sind je mit einem Auslassstrang A strömungsverbunden. In jedem Auslassstrang A ist ein Ventil 4 angeordnet. Das Ventil 4 ist in der gezeigten Ausführung schematisch als Absperrklappe eingezeichnet.

Dieses Ventil 4 kann in alternativen Ausführungen natürlich durch jede Art von Ventil ausgetauscht werden, das einen Durchfluss reduzieren und sperren kann.

Nach dem Ventil 4 folgt in Strömungsrichtung eines Abgases, das mit Pfeil 5 gekennzeichnet ist, eine Turbine 6. Die Turbine 6 und der Verdichter 2 sind über eine gemeinsame Welle 7 zu einem Abgasturbolader verbunden.

Zwischen Verdichter 2 und Turbine 6 kann zusätzlich eine elektrische Maschine, beispielsweise ein Elektromotor vorgesehen sein, der ein Antriebsmoment für den Verdichter 2 im Teillastbereich und bei Anfahrt nach dem Start bereitstellen kann. Die elektrische Maschine kann in einer günstigen Ausführung auch als Generator eingesetzt werden.

Von dem Auslassstrang A zweigt eine Bypassleitung B ab, die mit einem Bypassventil 9 verschließbar ist.

Bei Betrieb wird nun Frischluft in den Einlassstrang E eingebracht, im Verdichter 2 komprimiert und auf ein höheres Druckniveau gebracht. Dadurch steigt die Temperatur im eingebrachten Gas. Die Temperatur wird durch den Zwischenkühler

3 wieder herabgesetzt. In die Ladeluft wird Brennstoff eingespritzt, der in einem nicht näher dargestellten Brennraum eines Zylinders Z verbrannt wird. Durch die explosionsartige Verbrennung wird eine nicht gezeigte Kurbelwelle angetrieben. Das Abgas 5 wird über einzelne Bereiche 10 des Auslassstrangs A nahe den Zylindern Z von jedem einzelnen Zylinder Z zusammengesammelt und in den gemeinsamen Teil des Auslassstrangs A geführt.

Im Auslassstrang A strömt das Abgas 5 am geöffneten oder teilweise geöffneten Ventil 4 vorbei in die Turbine 6, wo das Abgas 5 entspannt wird.

Wenn das abzuarbeitende Abgas 5 die höchste mögliche Menge der Turbine 6 übersteigt, wird das Bypassventil 9 geöffnet und das Abgas 5 durch die Bypassleitung B an der Turbine 6 vorbei geführt.

Durch die Entspannung des Abgases 5 treibt die Turbine 6 den Verdichter 2 an der gemeinsamen Welle 7 an. Wird mehr Energie aus dem Abgas 5 gewonnen, als zur Verdichtung benötigt wird, etwa bei Bremsmanövern, kann diese optional über die oben erwähnte elektrische Maschine wiedergewonnen werden.

Befindet sich die Brennkraftmaschine 1 nun im Bremsmodus durch Befehl eines Fahrers, so wird das Ventil 4 teilweise oder ganz verschlossen, so dass der Druck und die Temperatur des Abgases 5 steigen. Das Bypassventil 9 ist im Bremsmodus immer geschlossen. Der Druck kann in einem beispielhaften Verfahren von 1 bar auf 5 bar steigen. Die Temperatur verändert sich dabei von 100 °C zu 600 °C.

Mit dem Ende des Bremsmanövers wird das Ventil 4 geöffnet. Das Abgas 5 strömt plötzlich weiter und der an der Turbine 6 anliegende Druck steigt kurzzeitig an. Im angeführten Beispiel steigt der Druck an der Turbine 6 auf etwa 2 bis 5 bar an. Das ergibt zusätzlichen Schub für die Turbine 6. Das durch die Absperrung erhöhte Energieniveau wird an der Turbine 6 abgearbeitet. Die beim Beschleunigen zusätzlich benötigte Energie wird dadurch schnell bereitgestellt.

In Fig. 2 ist ein radbasierte Bremsbalanceverlauf B strichliert über einem Bremsdruck  $p_B$  aufgezeichnet. Dabei resultiert der Bremsbalanceverlauf B aus einem eingestellten Öffnungsgrad des Ventils 4. Ein Verlauf a der Ventilstellung verläuft nach einem erfindungsgemäßen Verfahren in der ersten Variante wie in Fig. 2 gezeigt. Dabei wird mit Ansteigen des Bremsdrucks  $p_B$  bei Start des

Bremsmanövers sprungartig das Ventil 4 geschlossen zu einem Punkt 11, in dem das Ventil 4 fast vollständig geschlossen ist. Bei weiter steigendem Bremsdruck  $p_B$  wird das Ventil 4 wieder entlang einer Kurve verlaufend geöffnet. Die hier gezeigte Kurve verläuft positiv gekrümmt, das heißt linksgekrümmt und zu 0 hin abflachend.

Der Bremsbalanceverlauf B verläuft in gleichem Maß ansteigend und rechtsgekrümmt, das heißt negativ gekrümmt, nach oben hin abflachend.

Beispielsweise ist hier bei 0 bar Bremsdruck  $p_B$  das Ventil 4 vollständig geöffnet. Bei 1 bar Bremsdruck  $p_B$  ist das Ventil 4 fast vollständig geschlossen und bei 100 bar Bremsdruck  $p_B$  ist das Ventil 4 geöffnet.

Fig. 3 zeigt ein Verfahren nach dem Stand der Technik. Dabei ist ein Bremsverlauf  $p_B$ , ein Druck im Auslassstrang  $p_A$  des Abgases 5, der radbasierende Bremsbalanceverlauf B und eine Drehzahl  $n$  der Turbine 6 über der Zeit  $t$  aufgezeichnet. Das Schleppmoment eines konventionellen Motors hat kaum einen Einfluss auf die radbasierte Bremsbalance.

Analog dazu zeigt Fig. 4 das erfindungsgemäße Verfahren. Wiederum ist der Bremsverlauf  $p_B$ , der Druck im Auslassstrang  $p_A$  des Abgases 5, der radbasierte Bremsbalanceverlauf B und die Drehzahl  $n$  der Turbine 6 über der Zeit  $t$  dargestellt. Zusätzlich ist der Öffnungsgradverlauf  $a$  eingetragen.

Bei Ansteigen des Bremsdrucks  $p_B$  fällt in konventionellen Brennkraftmaschinen durch Abnehmen der Einspritzmenge in die Zylinder Z der Druck im Auslassstrang  $p_A$ . Der Bremsbalanceverlauf B ist etwa konstant über das gesamte Bremsmanöver und die Drehzahl  $n$  der Turbine 6 sinkt.

In Brennkraftmaschinen 1 mit gemäß der Erfindung vorgesehenem Verfahren wird mit ansteigendem Bremsdruck  $p_B$  der Verlauf  $a$  des Ventils 4 gezeigt. Wenn der Verlauf  $a$  sich bei 0 befindet, so ist das Ventil 4 vollständig geöffnet. Ist es bei fast 100% angelangt, so ist das Ventil 4 vollständig geschlossen. Die Positionen dazwischen entsprechen dem jeweiligen Öffnungsgrad respektive Schließungsgrad.

Auf Grund der einfachen Ansteuerlogik wird mit Start des Bremsmanövers wird das Ventil 4 kurz vollständig geschlossen und wiederum geöffnet. Danach wird das Ventil 4 verlaufend geschlossen. Mit Ende des Bremsmanövers, wenn der

Bremsdruck  $p_B$  auf 0 abgesunken ist, wird das Ventil 4 wiederum schlagartig geöffnet. Mit einer komplexeren Logik könnte man den ersten Sprung am Beginn des Bremsmanövers auslassen.

Der Druck im Auslassstrang  $p_A$  fällt dabei mit Reduktion der Einspritzung zuerst steil ab. Nach Abnahme des Bremsdrucks  $p_B$  und verschlossenem Ventil 4 steigt der Druck im Auslassstrang  $p_A$ .

Der radbasierte Bremsbalanceverlauf  $B$  unterscheidet sich zu Anfang kaum von dem normalen Bremsmanöver. Aber mit fortlaufender Zeit fällt der Bremsbalanceverlauf  $B$  auf eine bessere Balance ab. Dies führt zu dem wesentlich verbesserten Fahrverhalten gegenüber herkömmlichen Verfahren. Die Gefahr des Stabilitätsverlusts bei Kurvenfahrt wird hier auf ein Minimum reduziert, was kürzere Bremswege und höhere Geschwindigkeiten im Kurvenscheitelpunkt zulässt.

Ein weiterer großer Vorteil wird bei Studium des Drehzahlverlaufs  $n$  der Turbine 6 verständlich. Die Drehzahl  $n$  fällt nicht in dem Maß ab, wie bei einem konventionellen Verfahren nach dem Stand der Technik. Dadurch kann das Turboloch nach Bremsmanövern weitgehend vermieden werden.

Fig. 5 zeigt ein konventionelles System mit Bezugszeichen 20 gegenüber der Erfindung 30. Das erste Diagramm zeigt die Geschwindigkeit  $v$  in km/h über der Wegstrecke  $s$  gemäß einem ersten Versuch. Das mittlere Diagramm zeigt einen Bremsmomentverlauf  $BM$  der Vorderbremse in Nm (durchgehende Linie) und einen Bremsmomentverlauf  $BM$  der Hinterbremse in Nm (strichlierte Linie) aus denen sich der Bremsbalanceverlauf  $B$  ergibt. Das letzte Diagramm zeigt den Stabilitätsindex  $I$ . Ein negativer Wert weist auf ein untersteuerndes Fahrzeug, ein positiver Wert weist auf ein übersteuerndes Fahrzeug hin. Ziel ist es, ein neutrales Fahrzeug zu erreichen, das entspricht einem Stabilitätsindex von 0.

Fig. 6 zeigt zusätzlich die Beschleunigungsphase im Vergleich zu Fig. 5. Des Weiteren ist die höhere Kurvengeschwindigkeit im Kurvenscheitelpunkt zu erkennen. Die ist auch auf den besseren Stabilitätsindex zurückzuführen. Das letzte in Fig. 6 gezeigte Diagramm stellt die Bremspedalposition  $P$  in % über der Wegstrecke  $s$  dar.

## P A T E N T A N S P R Ü C H E

1. Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine (1), zumindest einen Zylinder (Z) aufweisend, der mit einem Einlassstrang (E) und einem Auslassstrang (A) störungsverbindbar angeordnet ist und in dem Auslassstrang (A) zumindest ein Ventil (4) vorgesehen ist, dadurch gekennzeichnet, dass das Ventil (4) in einem Bremsmodus gemäß einem Verlauf (a) der Ventilstellung wenigstens teilweise verschlossen wird, und dass in einem Antriebsmodus das Ventil (4) wieder zumindest teilweise geöffnet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass bei Einleitung des Bremsvorgangs beim Ansteigen eines Bremsdrucks ( $p_B$ ) in einem Bremssystem, das zumindest ein Ventil (4) vollständig schließt.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass unmittelbar nach dem Schließen des Ventils (4) dieses sprungartig - vorzugsweise vollständig - öffnet.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass bei Verringerung des Bremsdrucks ( $p_B$ ) ein Öffnungsgrad des Ventils (4) verringert wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass bei niedriger werdendem Bremsdruck ( $p_B$ ) der Grad der Änderung des Öffnungsgrads des Ventils (4) verändert wird, so dass bei Änderung des Bremsdrucks ( $p_B$ ) der Öffnungsgrad stärker verringert wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass bei im Wesentlichen linearer Änderung des Bremsdrucks ( $p_B$ ) eine Öffnung oder Schließung des Ventils (4) im Wesentlichen linear verläuft.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass bei im Wesentlichen linearer Änderung des Bremsdrucks ( $p_B$ ) eine Öffnung oder Schließung des Ventils (4) im Wesentlichen entlang einer Kurve verläuft.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass bei Ende des Bremsvorgangs das Ventil (4) sprungartig vollständig öffnet.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Zylinder (Z) vorgesehen sind und in Gruppen (G) aufgeteilt sind, so dass jeder Gruppe (G) ein Ventil (4) zugeordnet ist, und dass alle Ventile (4) gleiche Öffnungsgrade aufweisen und vorzugsweise gemeinsam gesteuert oder geregelt werden.

06.12.2019  
WR

Fig. 1

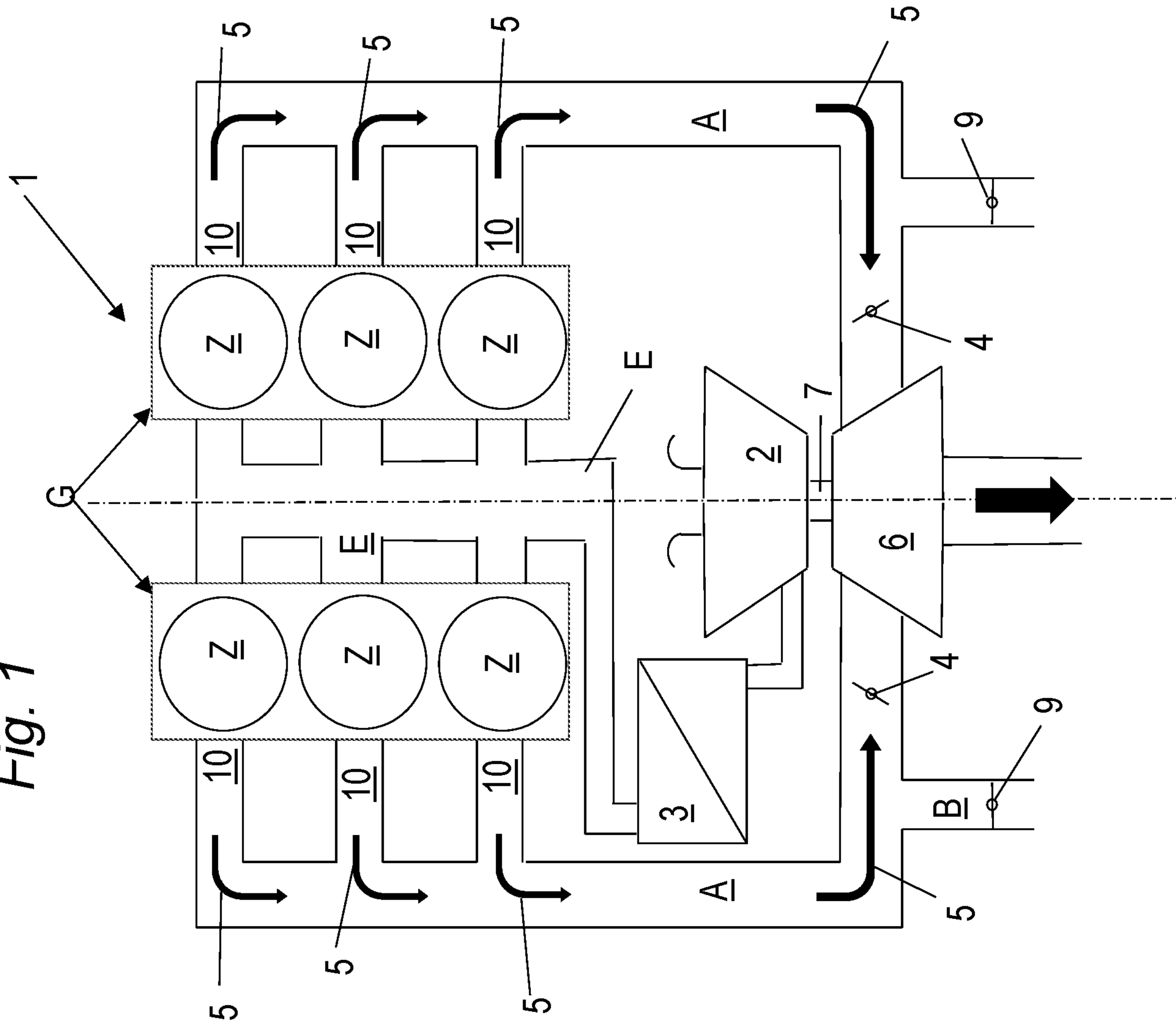


Fig. 2

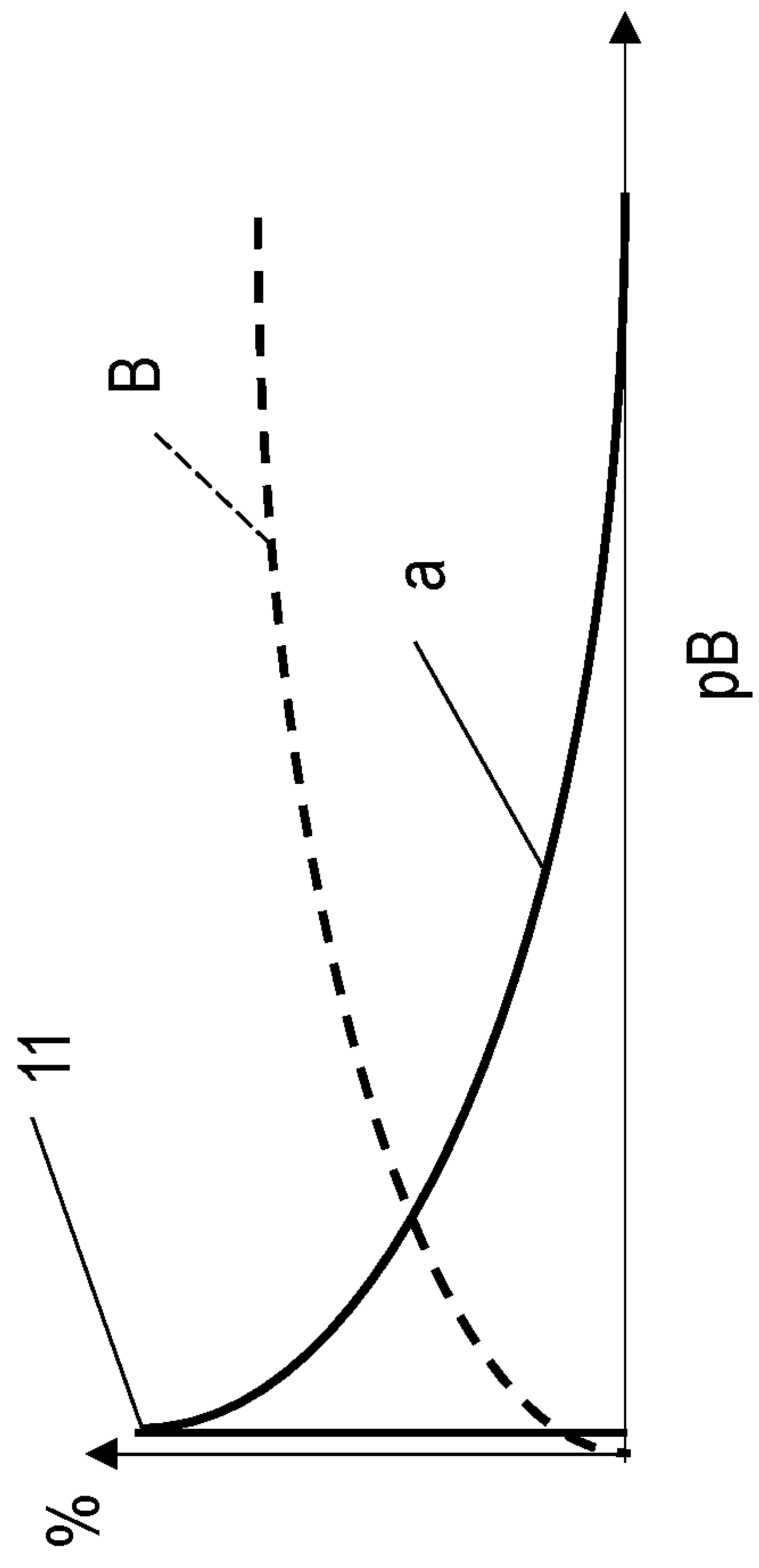


Fig. 3

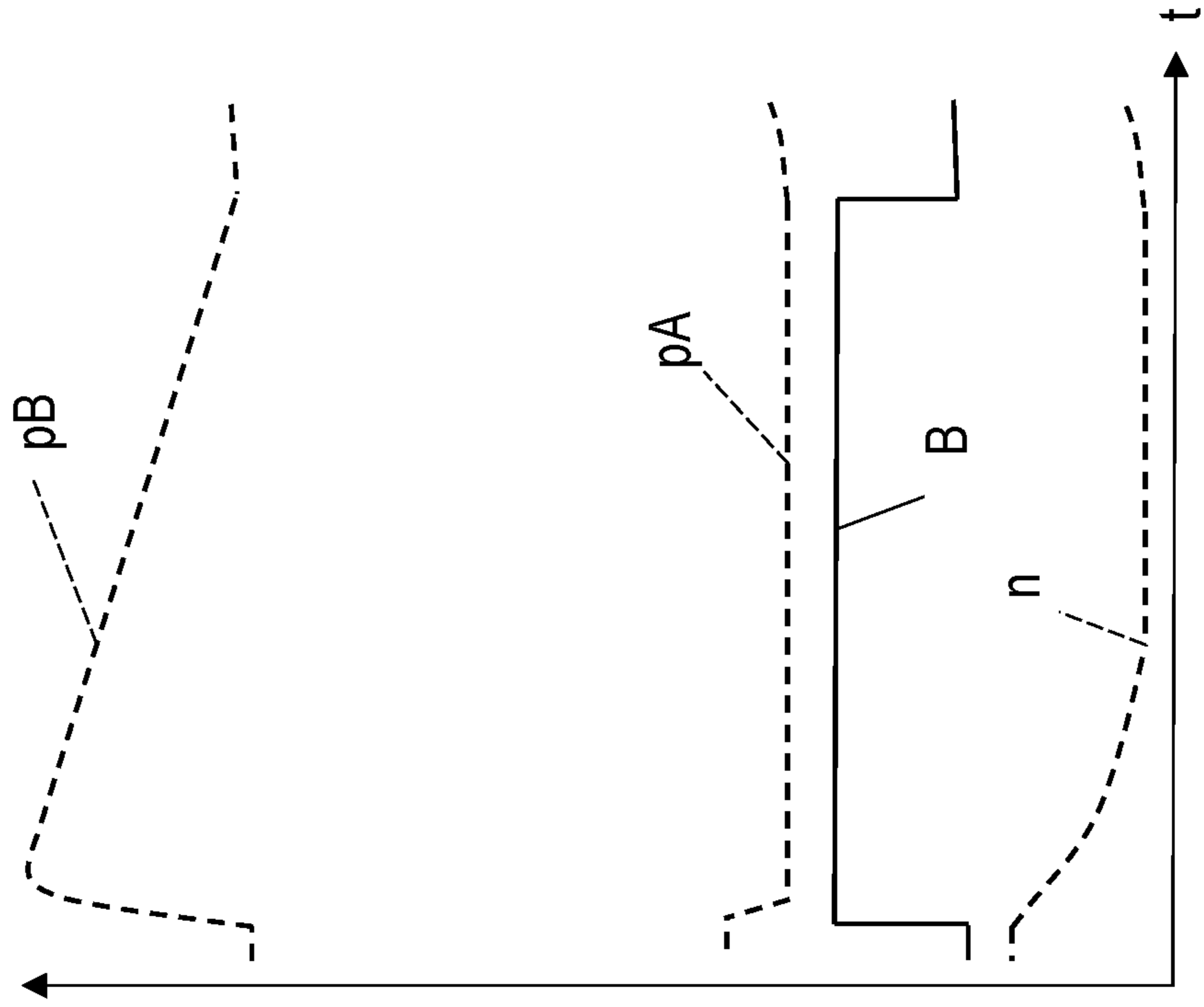
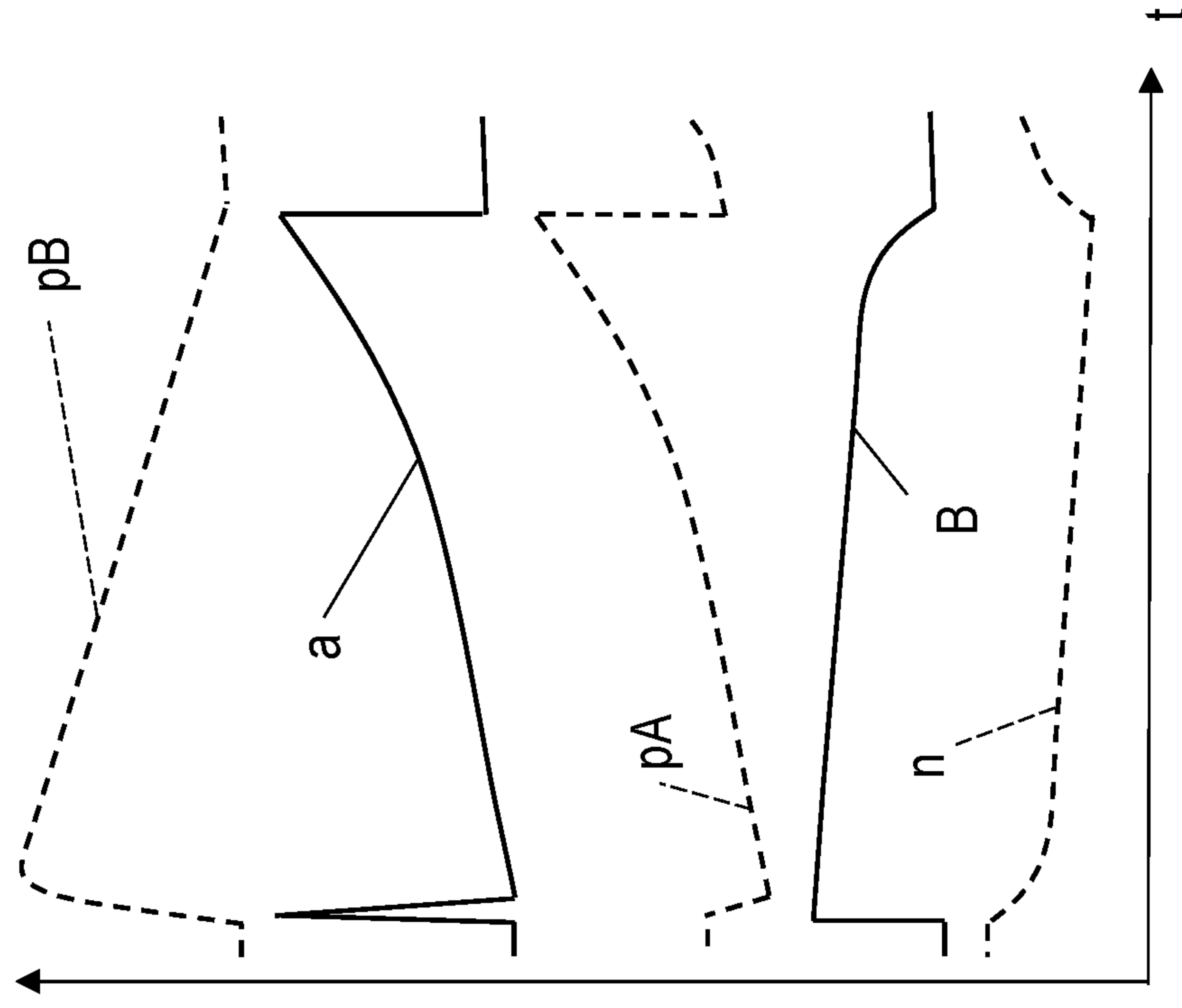


Fig. 4



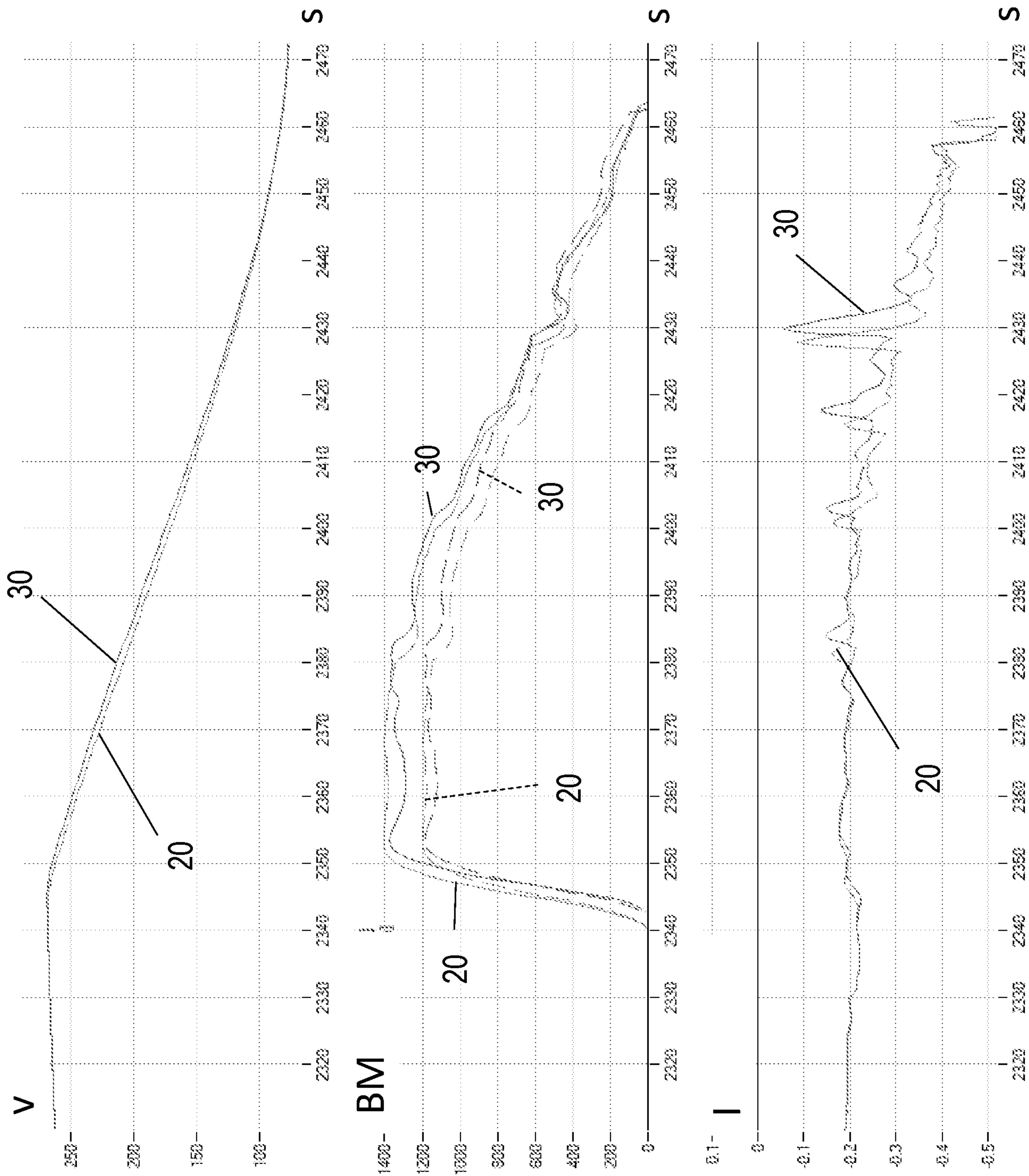
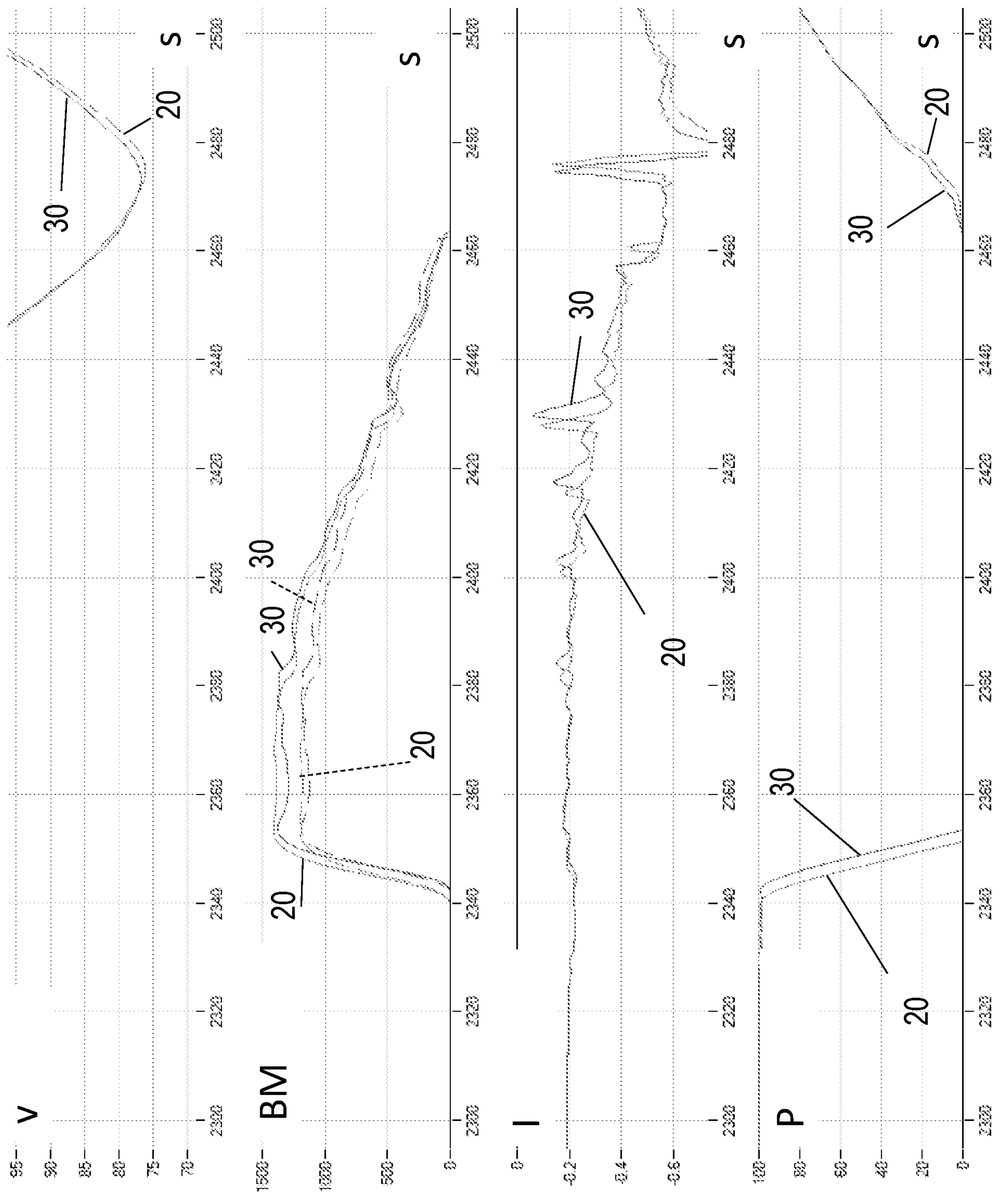


Fig. 5

Fig. 6



Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC:  
**F02D 9/06** (2006.01); **B60T 8/26** (2006.01); **B60T 8/1766** (2006.01)

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß CPC:  
**F02D 9/06** (2013.01); **B60T 8/26** (2013.01); **B60T 8/265** (2013.01); **B60T 8/1766** (2013.01)

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation):  
 F02D, B60T; FICLA: F02D9/06&E, F02D9/06&D, F02D9/04&G

Konsultierte Online-Datenbank:  
 EPODOC, WPI

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 06.12.2019 eingereichten Ansprüchen 1 - 9 erstellt.

Kategorie <sup>*)</sup>	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	JP H04314937 A (JAPAN ELECTRONIC CONTROL SYST) 06. November 1992 (06.11.1992) Fig. 1 - 5 (insb. Bezugszeichen 1, 6, 10, 11, 13); Absätze [0007], [0008], [0012], [0014] - [0016], [0021] und [0022]; Übersetzung der JP H04314937 A [online], [ermittelt am 16.06.2020]. Ermittelt auf: EPOQUE EPODOC Database.	1, 4 - 6

Datum der Beendigung der Recherche: 16.06.2020	Seite 1 von 1	Prüfer(in): THALHAMMER Christian
---------------------------------------------------	---------------	-------------------------------------

<sup>\*)</sup> **Kategorien** der angeführten Dokumente:

<p><b>X</b> Veröffentlichung <b>von besonderer Bedeutung</b>: der Anmeldungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.</p> <p><b>Y</b> Veröffentlichung <b>von Bedeutung</b>: der Anmeldungsgegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese <b>Verbindung für einen Fachmann naheliegend</b> ist.</p>	<p><b>A</b> Veröffentlichung, die den allgemeinen <b>Stand der Technik</b> definiert.</p> <p><b>P</b> Dokument, das von <b>Bedeutung</b> ist (Kategorien <b>X</b> oder <b>Y</b>), jedoch <b>nach dem Prioritätstag</b> der Anmeldung veröffentlicht wurde.</p> <p><b>E</b> Dokument, das <b>von besonderer Bedeutung</b> ist (Kategorie <b>X</b>), aus dem ein „<b>älteres Recht</b>“ hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen).</p> <p><b>&amp;</b> Veröffentlichung, die Mitglied der selben <b>Patentfamilie</b> ist.</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## ( n e u e ) P A T E N T A N S P R Ü C H E

1. Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine (1), zumindest einen Zylinder (Z) aufweisend, der mit einem Einlassstrang (E) und einem Auslassstrang (A) störungsverbindbar angeordnet ist und in dem Auslassstrang (A) zumindest ein Ventil (4) vorgesehen ist, wobei das Ventil (4) in einem Bremsmodus gemäß einem Verlauf (a) der Ventilstellung wenigstens teilweise verschlossen wird, und in einem Antriebsmodus das Ventil (4) wieder zumindest teilweise geöffnet wird, dadurch gekennzeichnet, dass bei Ende des Bremsvorgangs das Ventil (4) sprunghaft vollständig öffnet.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass bei Einleitung des Bremsvorgangs beim Ansteigen eines Bremsdrucks ( $p_B$ ) in einem Bremssystem, das zumindest ein Ventil (4) vollständig schließt.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass unmittelbar nach dem Schließen des Ventils (4) dieses sprunghaft - vorzugsweise vollständig - öffnet.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass bei Verringerung des Bremsdrucks ( $p_B$ ) ein Öffnungsgrad des Ventils (4) verringert wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass bei niedriger werdendem Bremsdruck ( $p_B$ ) der Grad der Änderung des Öffnungsgrads des Ventils (4) verändert wird, so dass bei Änderung des Bremsdrucks ( $p_B$ ) der Öffnungsgrad stärker verringert wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass bei im Wesentlichen linearer Änderung des Bremsdrucks ( $p_B$ ) eine Öffnung oder Schließung des Ventils (4) im Wesentlichen linear verläuft.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass bei im Wesentlichen linearer Änderung des Bremsdrucks ( $p_B$ ) eine Öffnung oder Schließung des Ventils (4) im Wesentlichen entlang einer Kurve verläuft.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Zylinder (Z) vorgesehen sind und in Gruppen (G) aufgeteilt sind, so dass jeder Gruppe (G) ein Ventil (4) zugeordnet ist, und dass alle Ventile (4) gleiche Öffnungsgrade aufweisen und vorzugsweise gemeinsam gesteuert oder geregelt werden.

28. Dezember 2020

AP