

(19)



(11)

**EP 2 961 973 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**18.12.2024 Patentblatt 2024/51**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):  
**F02D 41/26** <sup>(2006.01)</sup> **F02D 41/22** <sup>(2006.01)</sup>  
**F02D 11/10** <sup>(2006.01)</sup> **F02D 41/20** <sup>(2006.01)</sup>

(21) Anmeldenummer: **14701921.0**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):  
**F02D 41/22; F02D 41/266; F02D 11/107;**  
**F02D 2041/2058; F02D 2041/227; F02D 2400/08**

(22) Anmeldetag: **30.01.2014**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/EP2014/000254**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2014/117940 (07.08.2014 Gazette 2014/32)**

(54) **VERFAHREN UND ANORDNUNG ZUR STEUERUNG EINER BRENNKRAFTMASCHINE MIT MINDESTENS ZWEI STEUEREINHEITEN**

METHOD AND ARRANGEMENT FOR CONTROLLING AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE WITH AT LEAST TWO CONTROL UNITS

MÉTHODE ET DISPOSITION POUR CONTRÔLER LE MOTEUR À COMBUSTION INTERNE POURVU D'AU MOINS DEUX UNITÉS DE CONTRÔLE

(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 MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(74) Vertreter: **Kordel, Mattias**  
**Gleiss Große Schrell und Partner mbB**  
**Patentanwälte Rechtsanwälte**  
**Leitzstrasse 45**  
**70469 Stuttgart (DE)**

(30) Priorität: **01.02.2013 DE 102013201702**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**06.01.2016 Patentblatt 2016/01**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A1- 1 441 264 EP-A1- 1 596 055**  
**EP-A2- 1 219 489 EP-B1- 1 219 489**  
**WO-A1-2010/066477 DE-A1- 10 149 982**  
**DE-A1- 102011 100 982 DE-A1- 19 921 065**

(73) Patentinhaber: **Rolls-Royce Solutions GmbH**  
**88045 Friedrichshafen (DE)**

(72) Erfinder:  

- **MEHR, Andreas**  
**88079 Kressbronn (DE)**
- **HIRSCHLE, Christoph**  
**88353 Kisslegg (DE)**
- **ELZE, Roger**  
**76131 Karlsruhe (DE)**
- **HENKER, Jan**  
**88074 Meckenbeuren (DE)**

- "SIL2 and SIL3 ECU - Safety Controller for Off-Highway", 16 April 2007, SAE INTERNATIONAL, Detroit, Michigan, ISSN: ISSN 01487191, article CHRISTIANA SEETHALER ET AL: "SIL2 and SIL3 ECU - Safety Controller for Off-Highway", XP055113915

**EP 2 961 973 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung einer Brennkraftmaschine gemäß Oberbegriff des Anspruchs 1, eine Anordnung zur Steuerung einer Brennkraftmaschine gemäß Oberbegriff des Anspruchs 6, und eine Brennkraftmaschine gemäß Oberbegriff des Anspruchs 9.

**[0002]** Verfahren und Anordnungen der hier angesprochenen Art sind bekannt (WO 2010/066477 A1). Es ist ein Motorsteuergerät vorgesehen, welches mindestens ein Steuersignal erzeugt, um mindestens eine Funktion der Brennkraftmaschine, typischerweise eine Vielzahl oder auch alle Funktionen der Brennkraftmaschine, anzusteuern. Tritt in dem Motorsteuergerät, einer mit dem Motorsteuergerät wirkverbundenen Sensorik oder einer Verkabelung eine Fehlfunktion auf, welche einen ordnungsgemäßen Betrieb der Brennkraftmaschine gefährdet, kann dies nicht oder zumindest nicht nahtlos oder nicht mit der gewünschten Sicherheit abgefangen werden. Insbesondere bei Brennkraftmaschinen, die als Common-Rail-Motor, insbesondere als Common-Rail-Dieselmotor, ausgebildet sind, ergibt sich bauartbedingt das Problem, dass Stellglieder für notwendige Regelkreise, beispielsweise eine Drehzahl- oder Geschwindigkeitsregelung und/oder eine Hochdruckregelung für den Hochdruckspeicher, insbesondere das Rail, einer Einspritzeinrichtung, nur einfach verfügbar sind, mithin nicht redundant verbaut werden können. Sollen daher zueinander redundante Regler beziehungsweise Motorsteuergeräte vorgesehen werden, um eine Fehlfunktion oder einen Ausfall eines Reglers abzufangen, müssen diese an einen einzigen Satz von Stellgliedern, nämlich eine sogenannte Aktorik, angeschlossen werden, ohne sich gegenseitig zu beeinflussen. Weiterhin darf eine Unterbrechung einer Ansteuerung der Stellglieder bei Übertragung der Regelverantwortlichkeit von einem ersten Regler auf einen zweiten Regler nur höchstens eine kurze Zeitspanne, beispielsweise ungefähr 100 ms, betragen, die höchstens so lang ist, dass die Brennkraftmaschine noch ohne signifikanten Drehzahleinbruch und zugleich ohne Überhöhung des Hochdrucks, bei welcher ein Überdruckventil auslösen würde, auch unter Volllast weiter betrieben werden kann. Zugleich sollte das komplette Regelsystem mit den redundanten Motorsteuergeräten an der Brennkraftmaschine selbst montierbar, also motormontierbar sein.

**[0003]** Aus der europäischen Patentschrift EP 0 979 189 B1 geht eine Schaltungsanordnung für ein Kraftfahrzeug-Regelsystem, insbesondere ein System zur Bremsregelung, hervor, welche zwei redundante Mikroprozessor-Systeme umfasst, wobei jedem Mikroprozessor-System alle Eingangsdaten direkt oder über Kommunikationseinheiten, welche die einzelnen Mikroprozessor-Systeme verbinden, zugeführt werden. Bei Ausfall eines Mikroprozessor-Systems wird eine Notlauf-funktion derart durchgeführt, dass eine Aktuatorbetätigung an das unabhängige Mikroprozessor-System an-

geschaltet wird. Im Fehlerfall sendet hierzu das defekte Mikroprozessor-System ein Fehlersignal aus. Dies ist nachteilig, weil ein vollständiger Ausfall des Mikroprozessor-Systems dazu führen kann, dass nicht einmal mehr das Fehlersignal ausgesandt wird. In diesem Fall bleibt die Fehlfunktion unbemerkt und kann nicht abgefangen werden.

**[0004]** Aus der europäischen Patentschrift EP 2 418 580 B1 geht ein Verfahren zum Betreiben eines Netzwerks sowie ein Netzwerk hervor, wobei zwei redundante Steuergeräte vorgesehen sind. Eines der Steuergeräte fungiert als Hauptsteuergerät, wobei das andere Steuergerät eine Backup-Funktion übernimmt. Das Hauptsteuergerät sendet in regelmäßigen Abständen Synchronisationssignale an das Backup-Steuergerät. Außerdem sendet es in regelmäßigen Abständen Aktivitätssignale an ein angesteuertes Peripheriegerät. Tritt eine Fehlerfunktion auf, werden von dem Hauptsteuergerät keine Synchronisationssignale mehr ausgesendet, wodurch das Backup-Steuergerät, welches nun keine Synchronisationssignale mehr empfängt, veranlasst wird, zu prüfen, ob das Peripheriegerät innerhalb eines weiteren vorgegebenen Zeitraums ein Aktivitätssignal von dem Steuergerät empfangen hat. Ist auch dies nicht der Fall, wird darauf geschlossen, dass das Hauptsteuergerät ausgefallen ist, und das Backup-Steuergerät übernimmt die Steuerung. Nachteilig hierbei ist, dass eine zweistufige Prüfung durch das Backup-Steuergerät erfolgt: In einem ersten Schritt muss dieses feststellen, dass kein Synchronisationssignal mehr empfangen wird. In einem zweiten Schritt erfolgt dann eine Abfrage an das Peripheriegerät, ob von diesem noch das Aktivitätssignal des Hauptsteuergeräts empfangen wird. Diese Vorgehensweise ist vergleichsweise kompliziert und zu langsam.

**[0005]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Anordnung zur Steuerung einer Brennkraftmaschine zu schaffen, wobei insbesondere eine Ausfallsicherheit erhöht und eine nahtlose Umschaltung auf eine redundante Steuerung bei einer Fehlerfunktion möglich ist, ohne dass es einer komplizierten Prüfung bedarf. Der Erfindung liegt außerdem die Aufgabe zugrunde, eine Brennkraftmaschine zu schaffen, wobei insbesondere die genannten Probleme gelöst beziehungsweise die genannten Vorteile verwirklicht werden.

**[0006]** Die Aufgabe wird gelöst, indem ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 geschaffen wird. Bei dem Verfahren ist eine Umschalteinrichtung vorgesehen. Diese leitet zur Ansteuerung der mindestens einen Funktion der Brennkraftmaschine das mindestens eine Steuersignal des ersten Motorsteuergeräts an diese weiter. Das erste Motorsteuergerät übermittelt sein Steuersignal also nicht unmittelbar an die Brennkraftmaschine, sondern vermittelt über die Umschalteinrichtung. Das erste Motorsteuergerät sendet ein Lebend-Signal an die Umschalteinrichtung, welches die Funktionsfähigkeit des ersten Motorsteuergeräts anzeigt. Dabei ist vorgesehen, dass das Lebend-Signal von dem ersten Motor-

steuergerät kontinuierlich oder periodisch, also dauerhaft oder in regelmäßigen Zeitintervallen, an die Umschalteneinrichtung gesendet wird. Tritt ein Fehler beziehungsweise eine Fehlfunktion auf, wobei die ordnungsgemäße Ansteuerung der mindestens einen Funktion der Brennkraftmaschine durch das erste Motorsteuergerät gefährdet ist, übermittelt das erste Motorsteuergerät das Lebend-Signal nicht oder nicht korrekt an die Umschalteneinrichtung, sodass es nicht mehr oder nicht mehr korrekt von dieser empfangen wird. Bevorzugt beendet das erste Motorsteuergerät das Aussenden des Lebend-Signals. In diesem Fall beendet die Umschalteneinrichtung die Weiterleitung der Steuersignale des ersten Motorsteuergeräts an die Brennkraftmaschine. Sie beginnt, von dem zweiten Motorsteuergerät zur Ansteuerung der mindestens einen Funktion der Brennkraftmaschine erzeugte Steuersignale an die Brennkraftmaschine weiterzuleiten. Die Umschalteneinrichtung schaltet also die Steuerung der Brennkraftmaschine von dem ersten Motorsteuergerät im Fehlerfall auf das zweite Motorsteuergerät um, wobei dies nahtlos erfolgen kann. Dadurch, dass das erste Motorsteuergerät im Fehlerfall kein Fehlersignal aussendet, sondern vielmehr das Lebend-Signal nicht oder nicht mehr korrekt übermittelt, wobei es bevorzugt die Aussendung des Lebend-Signals beendet, wird insbesondere auch ein Komplettausfall des ersten Motorsteuergeräts durch die Umschalteneinrichtung bemerkt, sodass ein nahtloses Umschalten auf das zweite Motorsteuergerät möglich ist. Dabei ist keine zweistufige Prüfung erforderlich, weil nicht das zweite Motorsteuergerät zur Prüfung eines Ausfalls des ersten Motorsteuergeräts aktiv wird, falls keine Informationsübermittlung erfolgt, sondern vielmehr die Umschalteneinrichtung unmittelbar auf ein Ausbleiben oder nicht korrektes Empfangen des Lebend-Signals des ersten Motorsteuergeräts durch Umschalten auf das zweite Motorsteuergerät reagiert, ohne dass weitere Maßnahmen getroffen werden. Das Verfahren ist daher sehr einfach und sicher.

**[0007]** Bei einer Ausführungsform des Verfahrens ist es möglich, dass das Lebend-Signal mit dem mindestens einen Steuersignal identisch ist. Bei einer anderen Ausführungsform des Verfahrens ist das Lebend-Signal bevorzugt ein von dem Steuersignal unabhängig erzeugtes und an die Umschalteneinrichtung übermitteltes Signal. Bei wieder einer anderen Ausführungsform des Verfahrens ist das Lebend-Signal dem Steuersignal überlagert, oder es handelt sich bei dem Lebend-Signal um eine Eigenschaft des Steuer-Signals, beispielsweise um eine korrekte Taktung eines pulsweitenmodulierten Steuersignals. Das Lebend-Signal wird von der Umschalteneinrichtung als nicht oder nicht mehr korrekt empfangen erkannt, wenn das Steuersignal entweder ausfällt, oder wenn die das Lebend-Signal darstellende Eigenschaft des Steuersignals nicht mehr gegeben ist, beispielsweise wenn die Taktung des pulsweitenmodulierten Signals, insbesondere eine zeitliche Anordnung von Flanken desselben nicht mehr korrekt detektiert wird.

**[0008]** Vorzugsweise wird im Rahmen des Verfahrens

von dem ersten Motorsteuergerät ein pulsweitenmoduliertes Signal als Steuersignal und/oder als separates Lebend-Signal von einer Software erzeugt. Dies weicht von der üblichen Weise, ein pulsweitenmoduliertes Signal zu erzeugen, insoweit ab, als typischerweise ein elektronisches Element, beispielsweise ein Komparator oder ein Mikrocontroller verwendet werden, die lediglich durch eine Software entsprechend angesteuert werden. Vorliegend wird jedoch bevorzugt, dass die Pulsweitenmodulation durch die Software selbst erzeugt wird, dass also in einem zur Erzeugung des Signals vorgesehenen Programm ein Algorithmus vorgesehen ist, durch welchen die das Signal darstellende zeitliche Abfolge von Pulsweiten berechnet und erzeugt wird. Eine solche Lösung wird üblicherweise als nachteilig empfunden, weil es kaum oder nur schwierig möglich ist, programm basiert ein definiertes pulsweitenmoduliertes Signal zu erzeugen. In dem hier angesprochenen Verfahren wird diese Schwäche jedoch gezielt genutzt, indem das pulsweitenmodulierte Signal in der Umschalteneinrichtung durch eine geeignete Hardware erfasst und auf Abweichungen in seiner zeitlichen Taktung untersucht wird. Weist die Software des ersten Motorsteuergeräts eine Fehlfunktion auf, ist sie nicht mehr in der Lage, das pulsweitenmodulierte Signal sauber zu takten. Dies wird in der Umschalteneinrichtung als nicht mehr korrektes Empfangen des Lebend-Signals erkannt, sodass die Umschalteneinrichtung dann auf das zweite Motorsteuergerät umschaltet. Mit Hilfe des softwaregenerierten pulsweitenmodulierten Signals ist es daher möglich, auch Fehlfunktionen der Software des ersten Motorsteuergeräts in die Überwachung mit einzubeziehen.

**[0009]** Fehler, welche die ordnungsgemäße Ansteuerung der mindestens einen Funktion der Brennkraftmaschine durch das erste Motorsteuergerät gefährden, können in vielfältiger Weise auftreten. Beispielsweise ist es möglich, dass ein Fehler in einer mit dem ersten Motorsteuergerät wirkverbundenen Sensorik auftritt, sodass dem ersten Motorsteuergerät keine korrekten Messwerte mehr zur Ansteuerung der Brennkraftmaschine zur Verfügung stehen. Es ist auch möglich, dass eine Wirkverbindung zwischen dem ersten Motorsteuergerät und der entsprechenden Sensorik unterbrochen wird. Es ist auch möglich, dass die Wirkverbindung zwischen dem ersten Motorsteuergerät und der Umschalteneinrichtung, insbesondere die Verkabelung zwischen diesen, unterbrochen wird. In diesem Fall wird selbstverständlich das Lebend-Signal des ersten Motorsteuergeräts nicht mehr von der Umschalteneinrichtung empfangen. Schließlich ist es möglich, dass in dem Motorsteuergerät selbst eine hardwarebedingte oder softwarebedingte Fehlfunktion auftritt, durch die eine ordnungsgemäße Ansteuerung der Brennkraftmaschine gefährdet ist. Insbesondere ist es möglich, dass das erste Motorsteuergerät komplett ausfällt. Auch in diesem Fall wird selbstverständlich das Lebend-Signal nicht mehr an die Umschalteneinrichtung übermittelt.

**[0010]** Zu unterscheiden ist demnach zwischen sol-

chen Fehlern oder Fehlfunktionen, bei welchen die Übermittlung des Lebend-Signals an die Umschalteinrichtung aufgrund des Fehlers oder der Fehlfunktion selbst zwingend scheitert, weil beispielsweise eine Wirkverbindung abreißt, und solchen Fehlern oder Fehlfunktionen, welche aktiv durch das erste Motorsteuergerät erkannt werden, woraufhin das erste Motorsteuergerät entweder vollständig das Aussenden oder zumindest das korrekte Aussenden des Lebend-Signals einstellt. In den Fällen, in denen die Übermittlung des Lebend-Signals zwingend scheitert, erfolgt quasi eine automatische Umschaltung auf das zweite Motorsteuergerät. In den anderen Fällen überträgt das erste Motorsteuergerät quasi vermittelt über die Umschalteinrichtung die Ansteuerung selbst auf das zweite Motorsteuergerät, indem es das Aussenden oder das korrekte Aussenden des Lebend-Signals beendet.

**[0011]** Vorzugsweise beendet das erste Motorsteuergerät das Aussenden oder das korrekte Aussenden des Lebend-Signals nicht bei jedem Fehler beziehungsweise bei jeder Fehlfunktion, sondern nur bei solchen, die tatsächlich eine ordnungsgemäße Ansteuerung der mindestens einen Funktion der Brennkraftmaschine gefährden, sodass beispielsweise eine Regelung auf bestimmte Betriebspunkte, ein Einhalten bestimmter Abgasgrenzwerte oder gar ein sicherer Betrieb nicht mehr möglich ist. Das erste Motorsteuergerät analysiert demnach vorzugsweise die erkannten Fehler beziehungsweise Fehlfunktionen in Hinblick auf deren Potenzial, die ordnungsgemäße Ansteuerung der Brennkraftmaschine zu gefährden. Dabei wird vorzugsweise ein Entscheidungskriterium herangezogen, anhand dessen das erste Motorsteuergerät entscheidet, ob es das Aussenden oder das korrekte Aussenden des Lebend-Signals beendet. In dieser Entscheidung kann insbesondere als Kriterium eingehen, ob das erste Motorsteuergerät ein Lebend-Signal von dem zweiten Motorsteuergerät empfängt. Hierzu ist bei einer Ausführungsform des Verfahrens vorzugsweise vorgesehen, dass auch das zweite Motorsteuergerät ein Lebend-Signal aussendet, welches es zumindest auch an das erste Motorsteuergerät übermittelt. Es ist dann möglich, dass das erste Motorsteuergerät das Aussenden oder das korrekte Aussenden des Lebend-Signals nur dann beendet, wenn es das Lebend-Signal des zweiten Motorsteuergeräts korrekt empfängt.

**[0012]** Eine Ansteuerung der mindestens einen Funktion spricht dabei bevorzugt eine Steuerung und/oder Regelung mindestens einer Größe an. Die Motorsteuergeräte sind demnach, bevorzugt als Regler ausgebildet.

**[0013]** Es wird ein Verfahren bevorzugt, das sich dadurch auszeichnet, dass das erste Motorsteuergerät zur Ansteuerung der mindestens einen Funktion der Brennkraftmaschine notwendige Informationen einmalig vorzugsweise unmittelbar nach oder bei einem Starten der Brennkraftmaschine an das zweite Motorsteuergerät übermittelt. In diesem Fall stehen die zu Beginn des Betriebs der Brennkraftmaschine vorliegenden Informationen auch dem zweiten Motorsteuergerät zur Verfügung,

sodass dieses im Fehlerfall die Ansteuerung übernehmen kann.

**[0014]** Alternativ wird bevorzugt, dass das erste Motorsteuergerät periodisch die zur Ansteuerung der mindestens einen Funktion der Brennkraftmaschine notwendigen Informationen an das zweite Motorsteuergerät übermittelt. Die Übermittlung erfolgt somit nach vorzugsweise vorherbestimmten Zeitintervallen, wobei eine erste Übermittlung vorzugsweise unmittelbar nach oder bei einem Starten der Brennkraftmaschine erfolgt. Das zweite Motorsteuergerät wird bei dieser Ausführungsform des Verfahrens in regelmäßigen Abständen auf einen aktuellen Stand gebracht, sodass auch Änderungen in den Informationen an das zweite Motorsteuergerät übermittelt werden und dann zur Steuerung oder Regelung der Brennkraftmaschine im Fehlerfall zur Verfügung stehen.

**[0015]** Weiter alternativ wird bevorzugt, dass die zur Ansteuerung der mindestens einen Funktion der Brennkraftmaschine notwendigen Informationen bedarfsabhängig an das zweite Motorsteuergerät übermittelt werden. Insbesondere werden diese nach einer Änderung der Informationen an das zweite Motorsteuergerät übermittelt. Auch bei dieser Ausführungsform wird bevorzugt, dass die Informationen erstmalig unmittelbar nach oder bei einem Starten der Brennkraftmaschine an das zweite Motorsteuergerät übermittelt werden oder in diesem hinterlegt sind. Eine weitere Übermittlung erfolgt dann vorzugsweise bedarfsabhängig jeweils nach einer Änderung der Informationen. Hierdurch wird sichergestellt, dass die in dem zweiten Motorsteuergerät vorliegenden Informationen stets aktuell sind, sodass im Fehlerfall eine nahtlose Weiterregelung beziehungsweise Ansteuerung der mindestens einen Funktion der Brennkraftmaschine durch das zweite Motorsteuergerät auf der Grundlage der aktuell zur Ansteuerung, Steuerung beziehungsweise Regelung notwendigen Informationen erfolgen kann.

**[0016]** Alternativ wird bevorzugt, dass die zur Ansteuerung der mindestens einen Funktion der Brennkraftmaschine notwendigen Informationen von Beginn an in dem zweiten Motorsteuergerät hinterlegt sind, wobei sie insbesondere dauerhaft auf vorher festgelegten Werten gehalten werden. Die Informationen werden abgerufen, wenn die Ansteuerung der mindestens einen Funktion der Brennkraftmaschine auf das zweite Motorsteuergerät umgeschaltet wird. Dies hat den Vorteil, dass es keiner Kommunikation zwischen dem ersten und dem zweiten Motorsteuergerät bedarf.

**[0017]** Dabei umfasst der Begriff des "Abrufens" gemäß einer ersten Alternative, dass die den Informationen entsprechenden Parameter bei Übernahme der Ansteuerung mit den hinterlegten Werten initialisiert werden, wobei die Parameter zuvor undefinierte und/oder veränderliche Werte aufweisen können. Gemäß einer zweiten Alternative umfasst der Begriff des "Abrufens" eine Vorgehensweise, bei der die Parameter so lange auf den hinterlegten Werten festgehalten werden, bis das zweite Motorsteuergerät die Ansteuerung übernimmt. Ab diesem Zeitpunkt werden die Parameter freigegeben, so

dass sie im Betrieb veränderbar und insbesondere an sich ändernde Betriebsbedingungen anpassbar sind.

**[0018]** Insbesondere bei einer Ausführungsform des Verfahrens, bei welcher das erste und das zweite Motorsteuergerät nicht miteinander kommunizieren, ist es vorteilhaft, wenn das zweite Motorsteuergerät erkennt, wenn die Ansteuerung der mindestens einen Funktion auf es umgeschaltet wird.

**[0019]** Die zur Ansteuerung der mindestens einen Funktion notwendigen Informationen umfassen vorzugsweise insbesondere Lastpunkte, Kennfeldpunkte und/oder komplette Kennfelder, welche zur Steuerung der Brennkraftmaschine, insbesondere zur Ansteuerung der mindestens einen Funktion derselben nötig sind.

**[0020]** Vorzugsweise sind das erste und das zweite Motorsteuergerät als Regler ausgebildet, die bei der Regelung Integralglieder beziehungsweise Integralanteile berücksichtigen. Von den zur Ansteuerung der mindestens einen Funktion notwendigen Informationen sind dann vorzugsweise auch solche Integralanteile umfasst. Da das zweite Motorsteuergerät einen offenen Regelkreis sieht, solange die Umschalteneinrichtung die Ansteuerung der Brennkraftmaschine nicht auf es umgeschaltet hat, weichen die Integralanteile in dem zweiten Motorsteuergerät mit der Zeit zunehmend von den Integralanteilen in dem ersten Motorsteuergerät ab. Dies kann zu Problemen bei der Umschaltung auf das zweite Motorsteuergerät führen, insbesondere weil sich die Integralanteile nicht kurzfristig ändern, sondern nur über eine gewisse Zeit, sodass eine schnelle Ausregelung nach dem Umschalten nicht möglich ist. Um solche Probleme zu vermeiden, ist bei einer bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens vorgesehen, dass das zweite Motorsteuergerät erkennt, wenn die Umschalteneinrichtung die Ansteuerung der Brennkraftmaschine auf es umschaltet, wobei es die Integralanteile in diesem Fall auf vorherbestimmte, insbesondere durch Prüfstandsversuche und/oder Erfahrung gegebene Werte, die in dem zweiten Motorsteuergerät hinterlegt sind, initialisiert. Bei einer alternativen Ausführungsform des Verfahrens ist vorgesehen, dass die Integralanteile in dem zweiten Motorsteuergerät dauerhaft auf den vorherbestimmten Werten festgehalten werden, solange die Regelverantwortlichkeit nicht auf das zweite Motorsteuergerät umgeschaltet ist. Bei einer weiteren Ausführungsform des Verfahrens werden die Integralanteile von dem ersten Motorsteuergerät an das zweite Motorsteuergerät übermittelt, wobei eine der zuvor beschriebenen Alternativen zur Übermittlung der zur Ansteuerung der mindestens einen Funktion der Brennkraftmaschine notwendigen Informationen gewählt wird. Insoweit wird hierauf verwiesen. Insbesondere ist es bei einer bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens möglich, dass die Integralanteile periodisch von dem ersten Motorsteuergerät an das zweite Motorsteuergerät übermittelt werden, wobei bevorzugt bei einem Ausfall der Übermittlung von dem zweiten Motorsteuergerät auf die vorherbestimmten, hinterlegten Werte zurückgegriffen wird.

**[0021]** Es wird auch ein Verfahren bevorzugt, das sich dadurch auszeichnet, dass das zweite Motorsteuergerät ein seine Funktionsfähigkeit anzeigendes Lebend-Signal an die Umschalteneinrichtung übermittelt, wobei dies kontinuierlich oder periodisch geschieht. Damit ist es möglich, auch einen Fehler beziehungsweise eine Fehlfunktion in dem zweiten Motorsteuergerät beziehungsweise gegebenenfalls auch dessen kompletten Ausfall festzustellen.

**[0022]** Alternativ oder zusätzlich übermittelt das zweite Motorsteuergerät vorzugsweise ein Lebend-Signal an das erste Motorsteuergerät. In diesem Fall ist es möglich - wie bereits beschrieben - dass das erste Motorsteuergerät als Kriterium für das aktive Beenden des Aussendens oder des korrekten Aussendens seines Lebend-Signals den korrekten Empfang des Lebend-Signals des zweiten Motorsteuergeräts heranzieht.

**[0023]** Es ist möglich, dass die Zuordnung der Lebend-Signale zu dem ersten beziehungsweise zu dem zweiten Motorsteuergerät in den Signalen selbst kodiert ist. Alternativ ist es möglich, dass die Lebend-Signale identisch sind, jedoch von verschiedenen Eingängen der Umschalteneinrichtung empfangen werden, wobei die Eingänge dem ersten beziehungsweise dem zweiten Motorsteuergerät zugeordnet sind. Jedenfalls wird sichergestellt, dass die Lebend-Signale ordnungsgemäß demjenigen Motorsteuergerät zugeordnet werden können, von welchem sie ausgesendet werden.

**[0024]** In diesem Zusammenhang wird ein Verfahren bevorzugt, das sich dadurch auszeichnet, dass die Umschalteneinrichtung eine Weiterleitung der Steuersignale des zweiten Motorsteuergeräts an die Brennkraftmaschine nur dann beginnt, wenn einerseits das Lebend-Signal des ersten Motorsteuergeräts nicht mehr oder nicht mehr korrekt empfangen wird, wobei andererseits zugleich das Lebend-Signal des zweiten Motorsteuergeräts korrekt empfangen wird. Die Umschaltung der Ansteuerung der Brennkraftmaschine auf das zweite Motorsteuergerät wird somit nur dann durchgeführt, wenn einerseits tatsächlich eine Fehlfunktion im Bereich des ersten Motorsteuergeräts auftritt und wenn andererseits sichergestellt ist, dass das zweite Motorsteuergerät funktionsfähig ist. Wird dagegen festgestellt, dass beide Motorsteuergeräte nicht ordnungsgemäß funktionieren oder ausgefallen sind, werden vorzugsweise anderweitige Maßnahmen getroffen, um einen sicheren Betrieb der Brennkraftmaschine zu gewährleisten, oder die Brennkraftmaschine wird gegebenenfalls abgestellt.

**[0025]** Es wird auch ein Verfahren bevorzugt, das sich dadurch auszeichnet, dass die Umschalteneinrichtung auf eine Ansteuerung der mindestens einen Funktion der Brennkraftmaschine durch das erste Motorsteuergerät zurückschaltet, wenn das Lebend-Signal des zweiten Motorsteuergeräts nicht mehr empfangen wird, wobei zugleich das Lebend-Signal des ersten Motorsteuergeräts wieder empfangen wird. Dieser Ausführungsform liegt die Überlegung zugrunde, dass die Fehlfunktion in dem ersten Motorsteuergerät möglicherweise temporär

rer Art ist, also nach einer gewissen Zeit nicht mehr auftritt. In diesem Fall beginnt das erste Motorsteuergerät vorzugsweise erneut, sein Lebend-Signal auszusenden, welches von der Umschalteneinrichtung empfangen wird. Tritt nun im Bereich des die Brennkraftmaschine ansteuernden zweiten Motorsteuergeräts eine Fehlfunktion auf, beendet diese vorzugsweise das Aussenden oder das korrekte Aussenden des Lebend-Signals, wobei dies von der Umschalteneinrichtung festgestellt wird. In dem Fall, dass das erste Motorsteuergerät wieder funktionsfähig ist und sein Lebend-Signal von der Umschalteneinrichtung korrekt empfangen wird, schaltet diese auf das erste Motorsteuergerät zurück, sodass dieses wiederum die Ansteuerung der mindestens einen Funktion der Brennkraftmaschine, vorzugsweise die Steuerung beziehungsweise Regelung der gesamten Brennkraftmaschine übernimmt. Es ist offensichtlich, dass das Verfahren bevorzugt in dieser Weise weiter fortgesetzt wird, sodass gerade beim Auftreten temporärer Fehlfunktionen ein mehrfacher Wechsel zwischen den beiden Motorsteuergeräten erfolgen kann.

**[0026]** Es wird auch ein Verfahren bevorzugt, das sich dadurch auszeichnet, dass das zweite Motorsteuergerät während eines Betriebs der Brennkraftmaschine kontinuierlich mindestens ein Steuersignal erzeugt, wobei es dies auch zu einer Zeit tut, zu der dieses Steuersignal nicht durch die Umschalteneinrichtung an die Brennkraftmaschine weitergeleitet werden. Dies spricht an, dass das zweite Motorsteuergerät nicht erst mit dem Erzeugen von Steuersignalen beginnt, wenn es die Ansteuerung der mindestens einen Funktion der Brennkraftmaschine übernimmt. Vielmehr beginnt das zweite Motorsteuergerät unabhängig von dem ersten Motorsteuergerät beim Starten der Brennkraftmaschine mit der Erzeugung von Steuersignalen, sodass stets - außer im Fehlerfall - redundant von beiden Motorsteuergeräten Steuersignale erzeugt werden, wobei die Umschalteneinrichtung jedoch nur die Steuersignale eines der Motorsteuergeräte an die Brennkraftmaschine weiterleitet. Auf diese Weise ist ein besonders rasches, nahtloses Umschalten der Steuerung durch die Umschalteneinrichtung auf das zweite Motorsteuergerät möglich, weil dieses nicht erst mit der Erzeugung der Steuersignale beginnen muss.

**[0027]** Diese Vorgehensweise wird bevorzugt auch dazu genutzt, dass das zweite Motorsteuergerät erkennen kann, ob es die Verantwortlichkeit für die Ansteuerung der Brennkraftmaschine hat, ob also die Umschalteneinrichtung die Weiterleitung der Steuersignale von dem ersten Motorsteuergerät auf es umgeschaltet hat. Erfindungsgemäß erzeugt das zweite Motorsteuergerät kontinuierlich eine Spannung als Steuersignal, auch wenn diese nicht durch die Umschalteneinrichtung an die Brennkraftmaschine weitergeleitet wird, wobei ein Strom aufgrund der Spannung fließt, wenn das zweite Motorsteuergerät die mindestens eine Funktion der Brennkraftmaschine ansteuert. Wird dagegen das Steuersignal des zweiten Motorsteuergeräts nicht von der Umschalteneinrichtung an die Brennkraftmaschine weitergeleitet, fließt

kein Strom. Das zweite Motorsteuergerät überwacht den Stromfluss, um zu erkennen, ob es die mindestens eine Funktion der Brennkraftmaschine ansteuert, und stellt dies fest, wenn der Strom einen vorherbestimmten Schwellenwert, beispielsweise 0 A oder 1 A überschreitet. Ist dies nicht der Fall, liegt also der gemessene Strom unterhalb des Schwellenwerts, wird das mindestens eine Steuersignal des zweiten Motorsteuergeräts momentan nicht durch die Umschalteneinrichtung an die Brennkraftmaschine weitergeleitet. Liegt dagegen der gemessene Strom oberhalb des vorherbestimmten Schwellenwerts, erkennt das zweite Motorsteuergerät, dass die Ansteuerung der mindestens einen Funktion der Brennkraftmaschine durch die Umschalteneinrichtung auf es übertragen wurde. Dies ist insbesondere in Zusammenhang mit einer korrekten Initialisierung von Integralanteilen eines als Regler ausgebildeten zweiten Motorsteuergeräts wesentlich, damit die Integralanteile zur richtigen Zeit korrekt initialisiert werden können, oder damit das zweite Motorsteuergerät ein Festhalten der Integralanteile auf vorherbestimmte Werte rechtzeitig beenden kann, wenn es die Regelung der Brennkraftmaschine übernimmt.

**[0028]** Alternativ ist es möglich, dass das zweite Motorsteuergerät keine Steuersignale erzeugt, solange es nicht zur Ansteuerung durch die Umschalteneinrichtung herangezogen wird. In diesem Fall übermittelt die Umschalteneinrichtung beim Umschalten auf das zweite Motorsteuergerät ein Signal an dieses, sodass es veranlasst wird, Steuersignale zu erzeugen, die daraufhin von der Umschalteneinrichtung an die Brennkraftmaschine weitergeleitet werden.

**[0029]** Es wird ein Verfahren bevorzugt, das sich dadurch auszeichnet, dass durch das erste oder das zweite Motorsteuergerät eine Aktorik der Brennkraftmaschine gesteuert und/oder geregelt wird. Insbesondere umfasst die Aktorik mindestens einen Injektor und/oder mindestens eine Saugdrossel der Brennkraftmaschine. Insbesondere steuert und/oder regelt das aktuell zur Steuerung beziehungsweise Regelung der Brennkraftmaschine herangezogene Motorsteuergerät alle Injektoren und/oder Saugdrosseln der Brennkraftmaschine. Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens ist vorgesehen, dass das Motorsteuergerät die gesamten Funktionen der Brennkraftmaschine steuert und/oder regelt, insbesondere die Brennkraftmaschine insgesamt steuert und/oder regelt. Insoweit können die Motorsteuergeräte auch als Motorregler bezeichnet werden.

**[0030]** Insbesondere wird ein Verfahren bevorzugt, bei welchem das erste oder das zweite Motorsteuergerät eine Drehzahl oder eine Geschwindigkeit der Brennkraftmaschine regelt, indem mindestens ein Injektor der Brennkraftmaschine als Stellglied angesteuert wird. Alternativ oder zusätzlich wird bevorzugt, dass das erste oder das zweite Motorsteuergerät einen Druck in einem Hochdruckspeicher einer Brennstoffeinspritzvorrichtung, insbesondere einen Raildruck in einem Rail eines

Common-Rail-Dieselmotors, regelt, indem als Stellglied eine Saugdrossel einer Hochdruckpumpe angesteuert wird. Dabei zeigt sich, dass zur Ansteuerung der Saugdrossel vorzugsweise ein Stromfluss durch diese nötig ist.

**[0031]** Es wird ein Verfahren bevorzugt, bei dem das zweite Motorsteuergerät ein kontinuierlich erzeugtes Steuersignal überwacht, um zu erkennen, ob es die mindestens eine Funktion der Brennkraftmaschine ansteuert. Erfindungsgemäß initialisiert das zweite Motorsteuergerät Parameter, insbesondere Integralanteile, zur Ansteuerung der mindestens einen Funktion der Brennkraftmaschine mit hinterlegten Werten, wenn es erkennt, dass es die mindestens eine Funktion der Brennkraftmaschine ansteuert. Alternativ oder zusätzlich gibt es vorherbestimmte, festgehaltene Werte der Parameter zur Variation frei, wenn es erkennt, dass es die mindestens eine Funktion der Brennkraftmaschine ansteuert.

**[0032]** Das zweite Motorsteuergerät erzeugt eine Spannung, aufgrund derer ein Strom fließt, wenn es die mindestens eine Funktion der Brennkraftmaschine ansteuert, wobei kein Strom fließt, wenn das Steuersignal nicht von der Umschalteneinrichtung an die Brennkraftmaschine weitergeleitet wird. Das zweite Motorsteuergerät überwacht, ob ein Strom fließt. Dabei überwacht es, ob der Strom einen vorherbestimmten Schwellenwert überschreitet.

**[0033]** Insbesondere die Ansteuerung der Saugdrossel gemäß der bereits beschriebenen Vorgehensweise wird bei einer bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens dazu genutzt, dass das zweite Motorsteuergerät erkennen kann, ob es die Regelverantwortlichkeit übertragen bekommen hat. Hierzu steuert das zweite Motorsteuergerät vorzugsweise kontinuierlich die Saugdrossel an, erzeugt dabei insbesondere eine Spannung, wobei kein Strom von dem zweiten Motorsteuergerät durch die Saugdrossel fließt, wenn dieses nicht über die Umschalteneinrichtung mit der Brennkraftmaschine wirkverbunden ist. Schaltet dagegen die Umschalteneinrichtung auf das zweite Motorsteuergerät um, fließt ein Strom von diesem durch die Saugdrossel, welcher von dem zweiten Motorsteuergerät gemessen und insbesondere als oberhalb eines vorherbestimmten Schwellenwerts liegend erkannt wird. In diesem Fall erkennt das zweite Motorsteuergerät vorzugsweise, dass die Umschalteneinrichtung die Ansteuerung der Brennkraftmaschine auf es umgeschaltet hat.

**[0034]** Es wird auch eine nicht zur Erfindung gehörende Umschalteneinrichtung zur Verwendung für die Steuerung einer Brennkraftmaschine, insbesondere zur Durchführung eines Verfahrens nach einer der zuvor beschriebenen Ausführungsformen, beschrieben. Die Umschalteneinrichtung ist mit einem ersten Motorsteuergerät und mit einem zweiten Motorsteuergerät sowie mit einer Brennkraftmaschine in Wirkverbindung bringbar. Die Umschalteneinrichtung ist so ausgebildet, dass durch sie mindestens ein Steuersignal des ersten Motorsteuergeräts oder des zweiten Motorsteuergeräts an die Brenn-

kraftmaschine weiterleitbar ist. Dabei ist die Weiterleitung durch die Umschalteneinrichtung von dem ersten Motorsteuergerät auf das zweite Motorsteuergerät umschaltbar. Die Umschalteneinrichtung ist demnach so ausgebildet, dass sie stets entweder das mindestens eine Steuersignal des ersten Motorsteuergeräts oder das mindestens eine Steuersignal des zweiten Motorsteuergeräts an die Brennkraftmaschine weiterleitet, wobei sie die Weiterleitung von dem ersten Motorsteuergerät auf das zweite Motorsteuergerät umschalten kann. Die Umschalteneinrichtung ist weiterhin so ausgebildet, dass sie ein Lebend-Signal von dem ersten und/oder von dem zweiten Motorsteuergerät empfangen kann. Die Umschalteneinrichtung ist vorzugsweise so ausgebildet, dass sie die Weiterleitung des mindestens einen Steuersignals des ersten Motorsteuergeräts an die Brennkraftmaschine beendet und die Weiterleitung des mindestens einen Steuersignals des zweiten Motorsteuergeräts an die Brennkraftmaschine beginnt, wenn das Lebend-Signal des ersten Motorsteuergeräts nicht oder nicht korrekt durch die Umschalteneinrichtung empfangen wird.

**[0035]** Die Umschalteneinrichtung kann ein Erfassungsmittel aufweisen, das so ausgebildet ist, dass durch das Erfassungsmittel feststellbar ist, ob das Lebend-Signal empfangen wird. Vorzugsweise weist die Umschalteneinrichtung auch ein Beurteilungsmittel auf, das so ausgebildet ist, dass es einen korrekten Empfang des Lebend-Signals beurteilen kann. Hierbei ist es insbesondere möglich, dass das Beurteilungsmittel so ausgebildet ist, dass es die zeitliche Taktung eines pulsweitenmodulierten Signals darauf prüfen kann, ob diese korrekt ist, insbesondere vorherbestimmten Kriterien genügt.

**[0036]** Es wird auch eine Umschalteneinrichtung beschrieben, die mindestens einen Schalter aufweist. Dieser ist bevorzugt als elektromechanischer Schalter, insbesondere als Relais ausgebildet. Besonders bevorzugt ist der Schalter allerdings als Halbleiterschalter ausgebildet. Die Verwendung von Halbleiterschaltern in der Umschalteneinrichtung ist vorteilhaft, weil hierdurch ohne weiteres gewährleistet werden kann, dass eine maximale Unterbrechung der Weiterleitung von Steuersignalen an die Brennkraftmaschine kurz genug ist, um die Brennkraftmaschine ohne signifikanten Drehzahleinbruch und ohne Überhöhung des Hochdrucks auch unter Volllast weiter betreiben zu können, wobei die Unterbrechung vorzugsweise in einem Bereich unter 100 ms liegt. Halbleiterschalter können nämlich sehr schnell geschaltet werden, und die Umschalteneinrichtung erfordert zugleich wenig Bauraum, sodass sie ohne Weiteres unmittelbar an der Brennkraftmaschine montierbar ist.

**[0037]** Schließlich wird eine Umschalteneinrichtung beschrieben, die ein Unterbrechungsverhinderungsmittel aufweist, durch welches eine Übertragung von mindestens einem Steuersignal von der Umschalteneinrichtung an die Brennkraftmaschine während eines Umschaltens zwischen den Motorsteuergeräten aufrechterhaltbar ist. Eine solche Umschalteneinrichtung ist bevorzugt für ein Steuersignal vorgesehen, welches einen Stromfluss

durch ein Stellglied darstellt. Dieser soll beim Umschalten nicht unterbrochen werden, um eine Beeinträchtigung der Funktion der Brennkraftmaschine zu vermeiden. Vorzugsweise ist das Unterbrechungsverhinderungsmittel als Freilauf ausgebildet, über den in an sich bekannter Weise ein Stromfluss aufrechterhalten bleibt, wenn die Umschaltung von dem ersten Motorsteuergerät auf das zweite Motorsteuergerät erfolgt. Hierzu umfasst der Freilauf vorzugsweise mindestens eine Diode. Besonders bevorzugt ist das Unterbrechungsverhinderungsmittel, insbesondere der Freilauf, so ausgebildet, dass es einen Stromfluss durch das Stellglied im normalen Betrieb nicht beeinflusst, um eine Strommessung in dem ersten oder dem zweiten Motorsteuergerät nicht zu verfälschen.

**[0038]** Die Aufgabe wird auch gelöst, indem eine Anordnung zur Steuerung einer Brennkraftmaschine mit den Merkmalen des Anspruchs 6 geschaffen wird. Die Anordnung ist insbesondere ausgebildet zur Durchführung eines Verfahrens nach einer der zuvor beschriebenen Ausführungsformen. Sie umfasst ein erstes Motorsteuergerät, ein zweites Motorsteuergerät und eine Umschalteinrichtung, insbesondere eine Umschalteinrichtung nach einem der zuvor beschriebenen Ausführungsbeispiele. Die Anordnung zeichnet sich dadurch aus, dass das erste und das zweite Motorsteuergerät so ausgebildet sind, dass sie Steuersignale erzeugen können, mit denen mindestens eine Funktion der Brennkraftmaschine angesteuert, vorzugsweise die gesamte Brennkraftmaschine gesteuert und/oder geregelt werden kann. Das erste und das zweite Motorsteuergerät sind vermittelt über die Umschalteinrichtung mit einer Brennkraftmaschine in Wirkverbindung bringbar, um die Steuersignale an diese weiterzuleiten. Insbesondere sind das erste und das zweite Motorsteuergerät vorzugsweise mit der Umschalteinrichtung derart wirkverbunden, dass die Steuersignale des ersten oder des zweiten Motorsteuergeräts durch die Umschalteinrichtung an die Brennkraftmaschine weiterleitbar sind. Dabei ist die Umschalteinrichtung so ausgebildet, dass sie die Weiterleitung der Steuersignale umschalten kann, sodass wahlweise nur die Steuersignale des ersten Motorsteuergeräts oder des zweiten Motorsteuergeräts an die Brennkraftmaschine weitergeleitet werden. Das erste Motorsteuergerät ist so ausgebildet, dass es ein seine Funktionsfähigkeit anzeigendes Lebend-Signal erzeugen und aussenden kann, wobei es zugleich so ausgebildet ist, dass die Erzeugung und/oder Aussendung oder die korrekte Erzeugung und/oder Aussendung des Lebend-Signals enden kann, wobei das erste Motorsteuergerät die Erzeugung oder korrekte Erzeugung und/oder die Aussendung oder korrekte Aussendung des Lebend-Signals insbesondere aktiv beenden kann, wenn ein Fehler beziehungsweise eine Fehlfunktion auftritt, welche die ordnungsgemäße Ansteuerung der mindestens einen Funktion der Brennkraftmaschine durch das erste Motorsteuergerät gefährdet. Insbesondere ist das erste Motorsteuergerät bevorzugt so ausgebildet, dass das Erzeugen und/oder Aus-

senden des Lebend-Signals beendet wird, wenn das erste Motorsteuergerät vollständig ausfällt. Das erste Motorsteuergerät ist mit der Umschalteinrichtung so wirkverbunden, dass sein Lebend-Signal von dieser empfangbar ist. Die Umschalteinrichtung ist so ausgebildet beziehungsweise eingerichtet, dass sie die Weiterleitung des mindestens einen Steuersignals des ersten Motorsteuergeräts an die Brennkraftmaschine beendet und die Weiterleitung des mindestens einen Steuersignals des zweiten Motorsteuergeräts an die Brennkraftmaschine beginnt, wenn das Lebend-Signal des ersten Motorsteuergeräts nicht oder nicht korrekt durch sie empfangen wird. Die Umschalteinrichtung kann also im Fehlerfall die Ansteuerung der mindestens einen Funktion der Brennkraftmaschine von dem ersten Motorsteuergerät auf das zweite Motorsteuergerät umschalten. Dies kann nahtlos erfolgen, ohne dass der Betrieb der Brennkraftmaschine gestört wird. Insbesondere erfolgt die Umschaltung rechtzeitig, sodass der Betrieb der Brennkraftmaschine nicht unmittelbar aufgrund der Fehlfunktion beendet, die Brennkraftmaschine mithin abgewürgt wird.

**[0039]** Das erste Motorsteuergerät ist vorzugsweise mit dem zweiten Motorsteuergerät so wirkverbunden, dass alle zur Ansteuerung der mindestens einen Funktion der Brennkraftmaschine notwendigen Informationen, insbesondere Lastpunkte, Kennfeldpunkte, ganze Kennfelder und/oder Integral-Anteile von dem ersten Motorsteuergerät an das zweite Motorsteuergerät übermittelbar sind.

**[0040]** Die Umschalteinrichtung ist vorzugsweise als elektronische Box ausgebildet, welche Eingänge zur Verbindung mit dem ersten und dem zweiten Motorsteuergerät und mindestens einen Ausgang zur Verbindung mit der Brennkraftmaschine aufweist.

**[0041]** Es wird eine Anordnung bevorzugt, die sich dadurch auszeichnet, dass das erste Motorsteuergerät und das zweite Motorsteuergerät über einen Feldbus miteinander wirkverbunden sind. Vorzugsweise ist der Feldbus als CAN-Bus (Controller Area Network-Bus) ausgebildet. Dies bedeutet eine besonders einfache und elegante Möglichkeit einer Wirkverbindung der beiden Motorsteuergeräte zur Informationsübertragung.

**[0042]** Schließlich wird eine Anordnung bevorzugt, die sich dadurch auszeichnet, dass das zweite Motorsteuergerät so ausgebildet ist, dass es ein Lebend-Signal erzeugen kann, welches seine Funktionsfähigkeit anzeigt, wobei es das Lebend-Signal kontinuierlich oder periodisch aussenden kann. Es ist dabei mit der Umschalteinrichtung und/oder mit dem ersten Motorsteuergerät so wirkverbunden, dass das Lebend-Signal von dieser/diesem empfangbar ist. Die Umschalteinrichtung ist vorzugsweise so ausgebildet, dass sie eine Ansteuerung der mindestens einen Funktion der Brennkraftmaschine von dem ersten auf das zweite Motorsteuergerät nur dann durchführt, wenn einerseits das Lebend-Signal des ersten Motorsteuergeräts nicht oder nicht korrekt empfangen wird, wobei zugleich andererseits das Lebend-Signal des zweiten Motorsteuergeräts korrekt

empfangen wird. Werden dagegen beide Lebend-Signale nicht oder nicht korrekt empfangen, können anderweitige Maßnahmen getroffen werden, um einen sicheren Betrieb der Brennkraftmaschine zu gewährleisten beziehungsweise kontrolliert abzustellen. Auch ein Zurückschalten der Ansteuerung der mindestens einen Funktion der Brennkraftmaschine auf das erste Motorsteuergerät im Falle einer Fehlfunktion des zweiten Motorsteuergeräts und einer zwischenzeitlich nicht mehr vorliegenden, temporären Fehlfunktion des ersten Motorsteuergeräts ist so möglich, wie es bereits in Zusammenhang mit dem Verfahren beschrieben wurde.

**[0043]** In Hinblick auf die Anordnung werden Ausführungsbeispiele bevorzugt, welche mindestens ein Merkmal aufweisen, das durch mindestens einen im Rahmen des Verfahrens beschriebenen Schritt, vorzugsweise Kombinationen hiervon, vorgegeben ist.

**[0044]** In Hinblick auf das Verfahren werden Ausführungsformen bevorzugt, bei welchen mindestens ein Verfahrensschritt durchgeführt wird, der durch mindestens ein Merkmal der Anordnung, vorzugsweise Kombinationen hiervon, vorgegeben ist. Insoweit sind die Beschreibung des Verfahrens und der Anordnung nicht isoliert voneinander, sondern vielmehr komplementär zueinander zu sehen, wobei Verfahrensmerkmale aus der Beschreibung der Anordnung und Vorrichtungsmerkmale aus der Beschreibung des Verfahrens ableitbar sind. Ein Gleiches gilt analog für das Verfahren und die Umschalteinrichtung, beziehungsweise für die Umschalteinrichtung und die Anordnung.

**[0045]** Die Aufgabe wird schließlich auch gelöst, indem eine Brennkraftmaschine mit den Merkmalen des Anspruchs 9 geschaffen wird. Diese zeichnet sich durch eine Anordnung nach einem der zuvor beschriebenen Ausführungsbeispiele aus. Hierdurch verwirklichen sich die Vorteile, die bereits in Zusammenhang mit dem Verfahren, der Umschalteinrichtung und der Anordnung erläutert wurden.

**[0046]** Bevorzugt wird eine Brennkraftmaschine, die sich dadurch auszeichnet, dass die Brennkraftmaschine als Common-Rail-Motor, insbesondere als Dieselmotor oder als Gasmotor, ausgebildet ist. Gerade in diesem Fall sind vorzugsweise das erste und das zweite Motorsteuergerät vorgesehen, um einerseits eine Hochdruckregelung mit einer Saugdrossel als Stellglied und andererseits eine Drehzahlregelung oder eine Geschwindigkeitsregelung mit mindestens einem Injektor als Stellglied durchzuführen. Vorzugsweise ist die Brennkraftmaschine zur Verwendung in einem Unterseeboot oder in einer Feuerlöschpumpe ausgebildet.

**[0047]** Bevorzugt wird auch eine Feuerlöschpumpe, die sich durch eine Brennkraftmaschine nach einem der zuvor beschriebenen Ausführungsbeispiele auszeichnet.

**[0048]** Auch wird ein Unterseeboot bevorzugt, welches sich durch eine Brennkraftmaschine nach einem der zuvor beschriebenen Ausführungsbeispiele auszeichnet.

**[0049]** Sowohl Feuerlöschpumpen als auch Untersee-

boote müssen besonders hohen Sicherheitsstandards insbesondere in Hinblick auf einen Ausfall einer Brennkraftmaschine genügen, sodass sich hier in besonderer Weise die Vorteile des Verfahrens, der Umschalteinrichtung, der Anordnung sowie der Brennkraftmaschine verwirklichen.

**[0050]** Bevorzugt wird auch die Verwendung einer Brennkraftmaschine nach einem der zuvor beschriebenen Ausführungsbeispiele im Rahmen einer Anwendung, die erhöhte Sicherheitskriterien in Hinblick auf den Ausfall der Brennkraftmaschine erfüllen muss, beispielsweise eine Verwendung in einem Unterseeboot oder in einer Feuerlöschpumpe.

**[0051]** Die Erfindung wird im Folgenden anhand der Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigen:

Figur 1 eine schematische Darstellung eines Ausführungsbeispiels einer Anordnung zur Steuerung einer Brennkraftmaschine;

Figur 2 ein eine Ausführungsform des Verfahrens zur Steuerung einer Brennkraftmaschine darstellendes Flussdiagramm;

Figur 3 eine schematische Darstellung eines Regeldiagramms für eine bevorzugte Ausführungsform des Verfahrens; und

Figur 4 eine schematische Darstellung eines Ausführungsbeispiels einer Anordnung, wobei eine Umschalteinrichtung ein Unterbrechungsmittel aufweist.

**[0052]** Figur 1 zeigt eine schematische Darstellung eines Ausführungsbeispiels einer Anordnung 1 zur Steuerung einer Brennkraftmaschine 3. Die Anordnung 1 umfasst ein erstes Motorsteuergerät 5, ein zweites Motorsteuergerät 7 und eine Umschalteinrichtung 9.

**[0053]** Durch das erste Motorsteuergerät 5 und das zweite Motorsteuergerät 7 sind Steuersignale erzeugbar, die der Ansteuerung mindestens einer Funktion der Brennkraftmaschine dienen, vorzugsweise eine Mehrzahl von Funktionen oder die Brennkraftmaschine komplett steuern und/oder regeln. Dabei sind das erste Motorsteuergerät 5 über eine Wirkverbindung 11 und das zweite Motorsteuergerät 7 über eine Wirkverbindung 13 so mit der Umschalteinrichtung 9 verbunden, dass die Steuersignale jeweils an diese übermittelbar sind. Die Umschalteinrichtung 9 ist mit der Brennkraftmaschine 3 zur Weiterleitung der Steuersignale an diese über eine dritte Wirkverbindung 15 wirkverbunden. Dabei leitet die Umschalteinrichtung 9 zu jeder Zeit jeweils nur die Steuersignale von einem der beiden Motorsteuergeräte 5, 7 an die Brennkraftmaschine 3 weiter.

**[0054]** Jedes der Motorsteuergeräte 5, 7 erzeugt bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel ein Lebend-Signal, welches seine Funktionsfähigkeit anzeigt, wobei es im Fall des ersten Motorsteuergeräts 5 über eine vierte Wirkverbindung 17 und im Fall des zweiten Motorsteuergeräts 7 über eine fünfte Wirkverbindung 19 an die Umschalteinrichtung 9 übermittelt wird.

**[0055]** Damit das zweite Motorsteuergerät 7 alle zur Ansteuerung der mindestens einen Funktion der Brennkraftmaschine 3, insbesondere zu deren Steuerung oder Regelung notwendigen Informationen zur Verfügung hat, ist das erste Motorsteuergerät 5 vorzugsweise mit dem zweiten Motorsteuergerät 7 über einen Feldbus 21 wirkverbunden, sodass die Informationen einmalig unmittelbar nach oder bei einem Starten der Brennkraftmaschine 3, periodisch oder bedarfsabhängig, insbesondere nach einer Änderung der Informationen, von dem ersten Motorsteuergerät 5 an das zweite Motorsteuergerät 7 übermittelt werden können.

**[0056]** Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist vorgesehen, dass das erste Motorsteuergerät 5 als Hauptsteuergerät verwendet wird. Solange daher die Umschalteneinrichtung 9 nach einem Start der Brennkraftmaschine 3 das Lebend-Signal des ersten Motorsteuergeräts 5 empfängt, leitet sie die von diesem erzeugten Steuersignale an die Brennkraftmaschine 3 weiter. Bevorzugt erzeugt zur selben Zeit auch das zweite Motorsteuergerät 7 alle zur Ansteuerung nötigen Steuersignale, diese werden jedoch nicht durch die Umschalteneinrichtung 9 an die Brennkraftmaschine 3 weitergeleitet. Das zweite Motorsteuergerät 7 wird bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel als Backup-Steuergerät verwendet, welches zu dem ersten Motorsteuergerät 5 redundant arbeitet und im Fehlerfall die Ansteuerung der mindestens einen Funktion der Brennkraftmaschine 3 beziehungsweise deren Regelung übernehmen kann.

**[0057]** Die Funktionsweise der Anordnung 1 wird erläutert anhand des in Figur 2 dargestellten Flussdiagramms, welches schematisch eine bevorzugte Ausführungsform des Verfahrens zur Steuerung der Brennkraftmaschine 3 darstellt. In regelmäßigen Abständen, also vorzugsweise nach vorherbestimmten Zeitintervallen, oder kontinuierlich, prüft das erste Motorsteuergerät 5, ob ein Fehler oder eine Fehlfunktion vorliegt, welche eine ordnungsgemäße Ansteuerung der mindestens einen Funktion der Brennkraftmaschine 3 gefährdet. Solange kein solcher Fehler oder eine solche Fehlfunktion vorliegt, erzeugt das erste Motorsteuergerät 5 das Lebend-Signal korrekt und sendet dieses an die Umschalteneinrichtung 9 in einem Schritt S2. Die Umschalteneinrichtung 9 leitet die Steuersignale des ersten Motorsteuergeräts 5 an die Brennkraftmaschine 3 weiter, sodass diese in einem Schritt S3 durch das erste Motorsteuergerät 5 zumindest in Hinblick auf die mindestens eine Funktion gesteuert und/oder geregelt wird.

**[0058]** Tritt dagegen ein Fehler beziehungsweise eine Fehlfunktion auf, oder fällt das erste Motorsteuergerät 5 vollständig aus, beendet dieses das Erzeugen und/oder Aussenden des Lebend-Signals oder das korrekte Erzeugen und/oder das korrekte Aussenden desselben in einem Schritt S10. Das Lebend-Signal des ersten Motorsteuergeräts 5 wird daraufhin nicht mehr oder nicht mehr korrekt von der Umschalteneinrichtung 9 empfangen, wodurch diese veranlasst wird, in einem Schritt S11 die Weiterleitung der Steuersignale des ersten Motorsteuer-

geräts 5 an die Brennkraftmaschine 3 zu beenden und stattdessen zu beginnen, die von dem zweiten Motorsteuergerät 7 erzeugten und übermittelten Steuersignale an die Brennkraftmaschine 3 zu deren Steuerung und/oder Regelung zumindest in Hinblick auf die mindestens eine Funktion weiterzuleiten. Daraufhin steuert und/oder regelt das zweite Motorsteuergerät 7 die Brennkraftmaschine 3 zumindest in Hinblick auf die mindestens eine Funktion in einem Schritt S12.

**[0059]** Das in dem Flussdiagramm gemäß Figur 2 dargestellte Verfahren wird vorzugsweise genauso für das zweite Motorsteuergerät 7 durchgeführt, wie es zuvor in Zusammenhang mit dem ersten Motorsteuergerät 5 erläutert wurde, wenn die mindestens eine Funktion der Brennkraftmaschine 3 durch das zweite Motorsteuergerät 7 angesteuert wird. Hierfür erzeugt auch das zweite Motorsteuergerät 7 vorzugsweise ein seine Funktionsfähigkeit anzeigendes Lebend-Signal und sendet dieses an die Umschalteneinrichtung 9. Tritt dann in dem zweiten Motorsteuergerät 7 ein Fehler beziehungsweise eine Fehlfunktion auf oder fällt dieses komplett aus, kann die Umschalteneinrichtung 9 vorzugsweise auf das erste Motorsteuergerät 5 zurückschalten, falls dessen Funktionsfähigkeit aufgrund eines nur temporär vorliegenden Fehlers wiederhergestellt ist, und das Lebend-Signal des ersten Motorsteuergeräts 5 wieder von der Umschalteneinrichtung 9 empfangen wird.

**[0060]** Figur 3 zeigt eine schematische Darstellung eines Regelungsdiagramms für eine bevorzugte Ausführungsform des Verfahrens. Gleiche und funktionsgleiche Elemente sind mit gleichen Bezugszeichen versehen, sodass insofern auf die vorangegangene Beschreibung verwiesen wird. Die Darstellung gemäß Figur 3 beschreibt die redundante Regelung einer Regelgröße 23 auf einen Sollwert 25. Als redundante Regler sind das erste Motorsteuergerät 5 und das zweite Motorsteuergerät 7 parallel zueinander angeordnet. Dargestellt ist auch die Umschalteneinrichtung 9, die eine Steuergröße 27 entweder von dem ersten Motorsteuergerät 5 oder von dem zweiten Motorsteuergerät 7 an ein Stellglied 29 weiterleitet. Dieses beeinflusst eine Stellgröße 31, welche auf eine Regelstrecke 33 wirkt.

**[0061]** Zur Messung der Regelgröße 23 sind bei der dargestellten Ausführungsform des Verfahrens beziehungsweise bei einem Ausführungsbeispiel der Anordnung zwei unabhängige Messglieder vorgesehen, nämlich ein erstes Messglied 33, welches dem ersten Regler beziehungsweise dem ersten Motorsteuergerät 5 zugeordnet ist, und ein zweites Messglied 35, welches dem zweiten Regler beziehungsweise dem zweiten Motorsteuergerät 7 zugeordnet ist. Ein erster Istwert 37 der Regelgröße wird in bekannter Weise mit dem Sollwert 25 verrechnet, sodass dem ersten Regler eine erste Regelabweichung 39 zugeführt wird. Das zweite Messglied 35 ermittelt einen zweiten Istwert 41, aus dem mit dem Sollwert 25 eine zweite Regelabweichung 43 berechnet wird, welche dem zweiten Regler zugeführt wird. Es ist vorteilhaft, wenn nicht nur die Regler, sondern auch die

Messglieder redundant ausgebildet sind, weil auf diese Weise auch Fehler, Fehlfunktionen oder ein kompletter Ausfall einer Sensorik durch Umschalten auf einen parallelen Regelkreis kompensiert werden können.

**[0062]** Solange das erste Motorsteuergerät 5 als Regler aktiv ist, sieht es eine geschlossene Regelstrecke, weil die von ihm erzeugte Steuergröße 27 durch die Umschalteinrichtung 9 an das Stellglied 29 weitergeleitet wird. Das zweite Motorsteuergerät 7 sieht dagegen einen offenen Regelkreis, weil keine Wirkverbindung zu dem Stellglied 29 besteht, solange die Umschalteinrichtung die Steuergröße 27 des ersten Motorsteuergeräts 5 an dieses weiterleitet. Hierdurch ergibt sich die Problematik, dass mit zunehmender Zeit die Integralanteile in dem zweiten Motorsteuergerät 7 Werte annehmen, die nicht zu einer Regelung der Regelgröße 23 brauchbar sind. Um dieses Problem zu lösen, wird beim Umschalten der Regelung auf das zweite Motorsteuergerät 7 auf eine der zuvor beschriebenen alternativen Vorgehensweisen zurückgegriffen.

**[0063]** Bei einer bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens handelt es sich bei der Stellgröße 23 um eine Drehzahl der Brennkraftmaschine oder um eine Geschwindigkeit eines von der Brennkraftmaschine angetriebenen Fahrzeugs. Das Stellglied 29 ist in diesem Fall mindestens ein Injektor. Vorzugsweise werden alle Injektoren der Brennkraftmaschine als Stellglieder verwendet. Alternativ handelt es sich bei der Stellgröße 23 vorzugsweise um den Druck in einem Hochdruckspeicher einer Einspritzvorrichtung der Brennkraftmaschine, insbesondere um die Druckregelung für ein Rail einer als Common-Rail-Dieselmotor ausgebildeten Brennkraftmaschine. Das Stellglied 29 ist in diesem Fall die Saugdrossel einer Hochdruckpumpe, deren Durchtrittsquerschnitt variiert wird, um den Raildruck zu regeln.

**[0064]** Es wird auch eine Ausführungsform des Verfahrens bevorzugt, bei welcher das erste Motorsteuergerät 5 oder das zweite Motorsteuergerät 7 sowohl eine Drehzahl oder eine Geschwindigkeit der Brennkraftmaschine als auch einen Hochdruck für eine Einspritzvorrichtung regeln. In diesem Fall ist das Schema gemäß Figur 3 quasi zu duplizieren, beziehungsweise das erste Motorsteuergerät 5 und das zweite Motorsteuergerät 7 erzeugen jeweils zwei Steuergrößen, nämlich eine erste zur Ansteuerung des mindestens einen Injektors und eine zweite zur Ansteuerung der Saugdrossel. Entsprechend sind auch separate Messglieder für die Drehzahl oder Geschwindigkeit einerseits und den Hochdruck andererseits vorgesehen. Weiterhin weisen die Motorsteuergerät 5, 7 entsprechend jeweils zwei Eingänge für zwei Regelabweichungen in den beiden Regelkreisen auf.

**[0065]** Es zeigt sich, dass eine Umschaltung von dem ersten Motorsteuergerät 5 auf das zweite Motorsteuergerät 7 innerhalb eines kurzen Zeitintervalls, vorzugsweise innerhalb eines Zeitintervalls von weniger als 100 ms durchgeführt werden muss, um zu vermeiden, dass die Brennkraftmaschine abgewürgt wird, beispielsweise weil kein oder zu wenig Brennstoff eingespritzt wird, oder

dass eine Überhöhung des Hochdrucks eintritt. Hierzu ist es insbesondere notwendig, die Saugdrossel der Hochdruckpumpe unterbrechungsfrei zu bestromen. Um dies zu gewährleisten, umfasst die Umschalteinrichtung 9 vorzugsweise ein Unterbrechungsverhinderungsmittel.

**[0066]** Figur 4 zeigt ein Ausführungsbeispiel einer Anordnung 1, bei welcher die Umschalteinrichtung 9 ein solches Unterbrechungsverhinderungsmittel 45 aufweist. Gleiche und funktionsgleiche Elemente sind mit gleichen Bezugszeichen versehen, sodass insoweit auf die vorangegangene Beschreibung verwiesen wird. Das erste Motorsteuergerät 5 und das zweite Motorsteuergerät 7 sind hier identisch ausgebildet, sodass lediglich der Aufbau des ersten Motorsteuergeräts 5 näher erläutert wird. Dieses umfasst einen Schalter 47, durch den eine Spannungsquelle 49 mit einem Ausgang 51 verbindbar ist, der mit einem ersten Eingang 53 der Umschalteinrichtung 9 verbunden ist. Als Steuergröße fließt ein Strom von der Spannungsquelle 49 über den Ausgang 51 und den Eingang 53 von der Umschalteinrichtung 9 weitergeleitet zu einer als Stellglied dienenden, nicht dargestellten Saugdrossel, deren Öffnung beziehungsweise Durchtrittsquerschnitt über den Stromfluss durch eine Spule 55 gesteuert wird. Der Strom fließt zurück über einen ersten Ausgang 57 der Umschalteinrichtung 9 zu einem Eingang 59 des ersten Motorsteuergeräts 5. Dieses umfasst vorzugsweise eine Messeinrichtung 61 zur Messung des durch die Spule 55 fließenden Stroms. Mithilfe der Messeinrichtung 61 ist es für das erste Motorsteuergerät 5 auch möglich zu entscheiden, ob es momentan die Saugdrossel ansteuert oder nicht. Dies wird im Folgenden noch näher in Zusammenhang mit dem zweiten Motorsteuergerät 7 erläutert. Bevorzugt erfassen allerdings beide Motorsteuergeräte 5, 7, ob sie momentan die Regelverantwortlichkeit aufweisen beziehungsweise die Aktorik, beispielsweise die Saugdrossel, ansteuern. Um überhöhte Spannungsspitzen beim Öffnen des Schalters 47, also beim Trennen der Spannungsquelle 49 von dem Ausgang 51 zu vermeiden, ist in bekannter Weise eine Freilaufdiode 63 zwischen dem Ausgang 51 und dem Eingang 59 angeordnet.

**[0067]** Wie bereits angedeutet, ist das zweite Motorsteuergerät 7 identisch zu dem ersten Motorsteuergerät 5 ausgebildet. Hier dient insbesondere die Messeinrichtung 61 dazu, zu erkennen, ob die nicht dargestellte Saugdrossel von dem zweiten Motorsteuergerät 7 angesteuert wird. Solange dies nicht der Fall ist, ist ein Ausgang 51' nicht mit dem Eingang 53 der Umschalteinrichtung 9 verbunden. Ebenso wenig ist ein Eingang 59' des zweiten Motorsteuergeräts 7 mit dem Ausgang 57 der Umschalteinrichtung 9 verbunden. Daher liegt zwar an dem Ausgang 51' die von der nicht dargestellten Spannungsquelle des zweiten Motorsteuergeräts 7 erzeugte Spannung an, es fließt jedoch kein Strom. Zur Umschaltung von dem ersten Motorsteuergerät 5 auf das zweite Motorsteuergerät 7 umfasst die Umschalteinrichtung 9 bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel einen ersten

Schalter 65 und einen zweiten Schalter 67. Durch den ersten Schalter 65 ist die Verbindung zwischen dem Ausgang 51 und dem Eingang 53 trennbar, und es ist eine Verbindung zwischen dem ersten Ausgang 51' und dem Eingang 53 herstellbar. In analoger Weise ist durch den zweiten Schalter 67 eine Verbindung zwischen dem Eingang 59' und dem Ausgang 57 herstellbar, während eine Verbindung zwischen dem Eingang 59 und dem Ausgang 57 trennbar ist. Nach erfolgter Umschaltung ist der Stromkreis des zweiten Motorsteuergeräts 7 über den Ausgang 51', den Eingang 53, die Spule 55, den Ausgang 57 und den Eingang 59' geschlossen. In diesem Fall detektiert die Messeinrichtung des zweiten Motorsteuergeräts 7 einen Stromfluss, der vorzugsweise größer ist als ein vorherbestimmter Schwellenwert. Daran erkennt das zweite Motorsteuergerät 7, dass die Ansteuerung der Saugdrossel auf es umgeschaltet wurde. Vorzugsweise werden dann die Integralanteile des zweiten Motorsteuergeräts 7 nach einer der zuvor beschriebenen Ausführungsformen initialisiert.

**[0068]** Der Stromfluss durch die Spule 55 muss vorzugsweise beim Umschalten von dem ersten Motorsteuergerät 5 auf das zweite Motorsteuergerät 7 aufrechterhalten bleiben, damit die Brennkraftmaschine nicht abgewürgt oder kein unzulässiger Druck in dem Hochdruckspeicher aufgebaut wird. Um dies zu gewährleisten, umfasst die Umschalteinrichtung 9 das Unterbrechungsverhinderungsmittel 45, das hier als Freilaufmittel 69 ausgebildet ist. Dieses ist so ausgebildet, dass der Stromkreis über das Freilaufmittel 69 geschlossen bleibt beziehungsweise der Stromfluss durch die Spule 55 über das Freilaufmittel 69 erhalten bleibt, während der erste Schalter 65 und der zweite Schalter 67 geschaltet werden. Bevorzugt umfasst das Freilaufmittel 69 mindestens eine Diode, hier drei Dioden 71/1, 71/2, 71/3.

**[0069]** Das Unterbrechungsverhinderungsmittel 45 ist vorzugsweise so ausgebildet, dass es die Strommessung in der Messeinrichtung 61 beziehungsweise der entsprechenden Messeinrichtung in dem zweiten Motorsteuergerät 7 nicht beeinflusst. Hierzu ist insbesondere vorgesehen, dass das Freilaufmittel 69 entsprechend auf die Freilaufdiode 63 abgestimmt ist. Dies ist bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel dadurch gewährleistet, dass in dem Freilaufmittel 69 drei Dioden 71/1, 71/2, 71/3 eingesetzt werden, während in dem ersten Motorsteuergerät 5 und entsprechend auch in dem zweiten Motorsteuergerät 7 nur eine Freilaufdiode 63 vorgesehen ist.

**[0070]** Es zeigt sich, dass der Stromfluss durch die Spule 55 mit der Treibstoff-Fördermenge durch die Saugdrossel korreliert. Hierdurch beeinflusst der Stromfluss den Druck in dem Hochdruckspeicher. Durch das Unterbrechungsverhinderungsmittel 45 wird der Stromfluss auch während des Umschaltens im Wesentlichen konstant gehalten, sodass auch der Druck in dem Hochdruckspeicher während des Umschaltens im Wesentlichen konstant bleibt.

**[0071]** Insgesamt zeigt sich, dass mithilfe des Verfahrens und der Anordnung zur Steuerung einer Brennkraft-

maschine ohne Weiteres eine Erkennung möglich ist, ob ein die Brennkraftmaschine regelndes Motorsteuergerät eine den ordnungsgemäßen Betrieb der Brennkraftmaschine gefährdende Fehlfunktion aufweist. Es ist dann möglich, rechtzeitig und nahtlos von dem einen Motorsteuergerät auf ein anderes umzuschalten, ohne dass eine relevante Störung des Betriebs der Brennkraftmaschine auftritt, wobei diese beispielsweise abgewürgt wird. Das Verfahren ist dabei unkompliziert und sehr sicher.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung einer Brennkraftmaschine (3), wobei ein erstes Motorsteuergerät (5) mindestens ein Steuersignal erzeugt, um mindestens eine Funktion der Brennkraftmaschine (3) anzusteuern, wobei eine Umschalteinrichtung (9) zur Ansteuerung der mindestens einen Funktion der Brennkraftmaschine (3) das mindestens eine Steuersignal des ersten Motorsteuergeräts (5) an die Brennkraftmaschine (3) weiterleitet, wobei das erste Motorsteuergerät (5) kontinuierlich oder periodisch ein seine Funktionsfähigkeit anzeigendes Lebend-Signal an die Umschalteinrichtung (9) übermittelt, wobei das erste Motorsteuergerät (5) das Lebend-Signal nicht oder nicht korrekt übermittelt, wenn ein Fehler auftritt, der die ordnungsgemäße Ansteuerung der mindestens einen Funktion der Brennkraftmaschine (3) durch das erste Motorsteuergerät (5) gefährdet, und wobei die Umschalteinrichtung (9) die Weiterleitung der Steuersignale des ersten Motorsteuergeräts (5) an die Brennkraftmaschine (3) beendet und beginnt, mindestens ein von einem zweiten Motorsteuergerät (7) zur Ansteuerung der mindestens einen Funktion der Brennkraftmaschine (3) erzeugtes Steuersignal an die Brennkraftmaschine (3) weiterzuleiten, wenn das Lebend-Signal des ersten Motorsteuergeräts (5) nicht oder nicht korrekt durch die Umschalteinrichtung (9) empfangen wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zweite Motorsteuergerät (7) während eines Betriebs der Brennkraftmaschine (3) kontinuierlich eine Spannung als Steuersignal erzeugt, auch wenn diese nicht durch die Umschalteinrichtung (9) an die Brennkraftmaschine (3) weitergeleitet wird, wobei ein Strom aufgrund der Spannung fließt, wenn das zweite Motorsteuergerät (7) die mindestens eine Funktion der Brennkraftmaschine (3) ansteuert, wobei kein Strom fließt, wenn das Steuersignal nicht von der Umschalteinrichtung (9) an die Brennkraftmaschine (3) weitergeleitet wird, wobei das zweite Motorsteuergerät (7) den Stromfluss überwacht, um zu erkennen, ob es die mindestens eine Funktion der Brennkraftmaschine (3) ansteuert, wenn der Strom einen vorherbestimmten Schwellenwert überschreitet, und wobei das zweite Motorsteuergerät (7) Parameter zur Ansteuerung der mindestens einen

- Funktion der Brennkraftmaschine (3) mit hinterlegten Werten initialisiert oder festgehaltene Werte der Parameter zur Variation freigibt, wenn es erkennt, dass es die mindestens eine Funktion der Brennkraftmaschine (3) ansteuert.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste Motorsteuergerät (5) zur Ansteuerung der mindestens einen Funktion der Brennkraftmaschine (3) notwendige Informationen einmalig nach oder bei einem Starten der Brennkraftmaschine (3), periodisch oder bedarfsabhängig, oder nach einer Änderung der Informationen, an das zweite Motorsteuergerät (7) übermittelt, oder dass in dem zweiten Motorsteuergerät (7) zur Ansteuerung der mindestens einen Funktion der Brennkraftmaschine (3) notwendige Informationen hinterlegt sind, wobei die Informationen abgerufen werden, wenn die Ansteuerung der mindestens einen Funktion der Brennkraftmaschine (3) auf das zweite Motorsteuergerät (7) umgeschaltet wird.
  3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zweite Motorsteuergerät (7) ein seine Funktionsfähigkeit anzeigendes Lebend-Signal kontinuierlich oder periodisch an die Umschalteinrichtung (9) oder an das erste Motorsteuergerät (5) übermittelt.
  4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch das erste oder das zweite Motorsteuergerät (5,7) eine Aktorik der Brennkraftmaschine (3), insbesondere mindestens ein Injektor und/oder mindestens eine Saugdrossel, angesteuert wird.
  5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zweite Motorsteuergerät (7) kontinuierlich eine Saugdrossel ansteuert, wobei es einen von dem zweiten Motorsteuergerät (7) durch die Saugdrossel fließenden Strom überwacht.
  6. Anordnung (1) zur Steuerung einer Brennkraftmaschine (3), insbesondere zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 5, mit einem ersten Motorsteuergerät (5), einem zweiten Motorsteuergerät (7) und einer Umschalteinrichtung (9), wobei das erste und das zweite Motorsteuergerät (5,7) eingerichtet sind zur Erzeugung von Steuersignalen, um mindestens eine Funktion der Brennkraftmaschine (3) anzusteuern, wobei das erste und das zweite Motorsteuergerät (5,7) vermittelt über die Umschalteinrichtung (9) mit einer Brennkraftmaschine (3) zur Weiterleitung der Steuersignale an die Brennkraftmaschine (3) in Wirkverbindung bringbar sind, wobei das erste Motorsteuergerät (5) eingerichtet ist zur Erzeugung und Aussendung eines seiner Funktionsfähigkeit anzeigenden Lebend-Signals, wobei das erste Motorsteuergerät (5) so eingerichtet ist, dass das Lebend-Signal nicht oder nicht korrekt erzeugt und/oder ausgesendet wird, wenn ein Fehler auftritt, der die ordnungsgemäße Ansteuerung der mindestens einen Funktion der Brennkraftmaschine (3) durch das erste Motorsteuergerät (5) gefährdet, wobei das erste Motorsteuergerät (5) mit der Umschalteinrichtung (9) so wirkverbunden ist, dass das Lebend-Signal von der Umschalteinrichtung (9) empfangbar ist, und wobei die Umschalteinrichtung (9) ausgebildet ist, um die Weiterleitung des mindestens einen Steuersignals des ersten Motorsteuergeräts (5) an die Brennkraftmaschine (3) zu beenden und die Weiterleitung des mindestens einen Steuersignals des zweiten Motorsteuergeräts (7) an die Brennkraftmaschine (3) zu beginnen, wenn das Lebend-Signal des ersten Motorsteuergeräts (5) nicht oder nicht korrekt durch die Umschalteinrichtung (9) empfangen wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zweite Motorsteuergerät (7) eingerichtet ist, um während eines Betriebs der Brennkraftmaschine (3) kontinuierlich eine Spannung als Steuersignal zu erzeugen, auch wenn diese nicht durch die Umschalteinrichtung (9) an die Brennkraftmaschine (3) weitergeleitet wird, wobei ein Strom aufgrund der Spannung fließt, wenn das zweite Motorsteuergerät (7) die mindestens eine Funktion der Brennkraftmaschine (3) ansteuert, wobei kein Strom fließt, wenn das Steuersignal nicht von der Umschalteinrichtung (9) an die Brennkraftmaschine (3) weitergeleitet wird, wobei das zweite Motorsteuergerät (7) eingerichtet ist, um den Stromfluss zu überwachen, um zu erkennen, ob es die mindestens eine Funktion der Brennkraftmaschine (3) ansteuert, wenn der Strom einen vorherbestimmten Schwellenwert überschreitet, und wobei das zweite Motorsteuergerät (7) eingerichtet ist, um Parameter zur Ansteuerung der mindestens einen Funktion der Brennkraftmaschine (3) mit hinterlegten Werten zu initialisieren oder festgehaltene Werte der Parameter zur Variation freizugeben, wenn es erkennt, dass es die mindestens eine Funktion der Brennkraftmaschine (3) ansteuert.
  7. Anordnung (1) nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Umschalteinrichtung (9) mindestens einen Schalter, vorzugsweise einen Halbleiterschalter oder einen elektromechanischen Schalter, insbesondere ein Relais, aufweist.
  8. Anordnung (1) nach einem der Ansprüche 6 und 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Umschalteinrichtung (9) ein Unterbrechungsverhinderungsmittel (45) aufweist, durch welches eine Übertragung von mindestens einem Steuersignal von der Umschalteinrichtung (9) an die Brennkraftmaschine (3) während eines Umschaltens zwischen den Motorsteuergeräten (5,7) aufrechterhaltbar ist.

9. Brennkraftmaschine (3), **gekennzeichnet durch** eine Anordnung nach einem der Ansprüche 6 bis 8.
10. Brennkraftmaschine (3) nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Brennkraftmaschine als Common-Rail-Motor, insbesondere als Dieselmotor oder als Gasmotor, ausgebildet ist, wobei die Brennkraftmaschine vorzugsweise zur Verwendung in einem Unterseeboot oder in einer Feuerlöschpumpe ausgebildet ist.

### Claims

1. Method for controlling an internal combustion engine (3), wherein a first engine control unit (5) generates at least one control signal in order to actuate at least one function of the internal combustion engine (3), wherein a switchover device (9) passes on the at least one control signal of the first engine control unit (5) to the internal combustion engine (3) for actuating the at least one function of the internal combustion engine (3), wherein the first engine control unit (5) continuously or periodically transmits a sign-of-life signal indicating its functionality to the switchover device (9), wherein the first engine control unit (5) does not transmit the sign-of-life signal or does not transmit it correctly when an error occurs that puts the proper actuating of the at least one function of the internal combustion engine (3) by the first engine control unit (5) at risk, and wherein the switchover device (9) stops the passing on of the control signals of the first engine control unit (5) to the internal combustion engine (3) and begins to pass on at least one control signal generated by a second engine control unit (7) for actuating the at least one function of the internal combustion engine (3) to the internal combustion engine (3), if the sign-of-life signal of the first engine control unit (5) is not received or is not correctly received by the switchover device (9), **characterised in that** the second engine control unit (7) generates a voltage continuously as a control signal during operation of the internal combustion engine (3), even when this is not passed on to the internal combustion engine (3) by the switchover device (9), wherein a current flows based on the voltage when the second engine control unit (7) controls the at least one function of the internal combustion engine (3), wherein no current flows, when the control signal is not passed on by the switchover device (9) to the internal combustion engine (3), wherein the second engine control unit (7) monitors the current flow to detect whether it actuates the at least one function of the internal combustion engine (3) if the current exceeds a predetermined threshold value, and wherein the second engine control unit (7) initialises parameters for actuating the at least one function of the internal combustion engine (3) with stored values

or releases retained values of the parameters for variation when it detects that it is actuating the at least one function of the internal combustion engine (3).

2. Method according to claim 1, **characterised in that** the first engine control unit (5) transmits data necessary for actuating the at least one function of the internal combustion engine (3) to the second engine control unit (7) a single time after or at starting of the internal combustion engine (3), periodically or as needed, or after a change in the data, or **in that** data necessary for actuating the at least one function of the internal combustion engine (3) are stored in the second engine control unit (7), wherein the data are called up when the actuating of the at least one function of the internal combustion engine (3) is switched over to the second engine control unit (7).
3. Method according to one of the preceding claims, **characterised in that** the second engine control unit (7) transmits a sign-of-life signal indicating its functionality continuously or periodically to the switchover device (9) or to the first engine control unit (5).
4. Method according to one of the preceding claims, **characterised in that** an actuator system of the internal combustion engine (3), in particular at least one injector and/or at least one suction throttle, is actuated by the first or the second engine control unit (5, 7).
5. Method according to one of the preceding claims, **characterised in that** the second engine control unit (7) continuously actuates a suction throttle, wherein it monitors a current flowing from the second engine control unit (7) through the suction throttle.
6. Arrangement (1) for controlling an internal combustion engine (3), in particular for carrying out a method according to one of claims 1 to 5, having a first engine control unit (5), a second engine control unit (7) and a switchover device (9), wherein the first and second engine control units (5, 7) are adapted to generate control signals to actuate at least one function of the internal combustion engine (3), wherein the first and second engine control units (5, 7) can be operatively connected to an internal combustion engine (3) via the switchover device (9) in order to pass on the control signals to the internal combustion engine (3), wherein the first engine control unit (5) is adapted to generate and transmit a sign-of-life signal indicating its functionality, wherein the first engine control unit (5) is adapted such that the sign-of-life signal is not generated and/or transmitted, or is not generated and/or transmitted correctly, when an error occurs, which puts at risk a proper actuating of the at least one function of the internal combustion engine (3) by the first engine control unit (5), wherein the first

engine control unit (5) is functionally connected to the switchover device (9) such that the sign-of-life signal can be received by the switchover device (9), and wherein the switchover device (9) is configured to stop passing on of the at least one control signal of the first engine control unit (5) to the internal combustion engine (3) and to start the passing on of the at least one control signal of the second engine control unit (7) to the internal combustion engine (3) if the sign-of-life signal of the first engine control unit (5) is not or not correctly received by the switchover device (9), **characterised in that** the second engine control unit (7) is adapted to generate a voltage continuously as a control signal during operation of the internal combustion engine (3), even when this is not passed on to the internal combustion engine (3) by the switchover device (9), wherein a current flows based on the voltage, when the second engine control unit (7) controls the at least one function of the internal combustion engine (3), wherein no current flows if the control signal is not passed on to the internal combustion engine (3) by the switchover device (9), wherein the second engine control unit (7) is adapted to monitor the current flow in order to recognise whether it controls the at least one function of the internal combustion engine (3) if the current exceeds a predetermined threshold value, and wherein the second engine control unit (7) is adapted to initialise parameters for actuating the at least one function of the internal combustion engine (3) with stored values or to release retained values of the parameters for variation when it detects that it is actuating the at least one function of the internal combustion engine (3).

7. Arrangement (1) according to claim 6, **characterised in that** the switchover device (9) comprises at least one switch, preferably a semiconductor switch or an electromechanical switch, in particular a relay.
8. Arrangement (1) according to one of claims 6 and 7, **characterised in that** the switchover device (9) comprises an anti-interrupt means (45), by means of which a transmission of at least one control signal from the switchover device (9) to the internal combustion engine (3) can be maintained during a switchover between the engine control units (5, 7).
9. Internal combustion engine (3), **characterised by** an arrangement according to one of claims 6 to 8.
10. Internal combustion engine (3) according to claim 9, **characterised in that** the internal combustion engine is configured as a common rail engine, in particular as a diesel engine or as a gas engine, wherein the internal combustion engine is preferably configured for use in a submarine or in a fire pump.

## Revendications

1. Procédé de commande d'un moteur à combustion interne (3), dans lequel un premier calculateur de moteur (5) génère au moins un signal de commande afin de commander au moins une fonction du moteur à combustion interne (3), dans lequel un dispositif de commutation (9) transmet le au moins un signal de commande du premier calculateur de moteur (5) au moteur à combustion interne (3) afin de commander la au moins une fonction du moteur à combustion interne (3), dans lequel le premier calculateur de moteur (5) transmet de manière continue ou périodique au dispositif de commutation (9) un signal d'activité indiquant sa capacité de fonctionnement, dans lequel le premier calculateur de moteur (5) ne transmet pas, ou pas correctement, le signal d'activité lorsque survient une erreur qui compromet la commande correcte de la au moins une fonction du moteur à combustion interne (3) par le premier calculateur de moteur (5), et dans lequel le dispositif de commutation (9) met fin à la transmission des signaux de commande du premier calculateur de moteur (5) au moteur à combustion interne (3) et commence à transmettre au moteur à combustion interne (3) au moins un signal de commande généré par un second calculateur de moteur (7) afin de commander la au moins une fonction du moteur à combustion interne (3) lorsque le signal d'activité du premier calculateur de moteur (5) n'est pas, ou pas correctement, reçu par le dispositif de commutation (9), **caractérisé en ce que** le second calculateur de moteur (7) génère de manière continue une tension faisant office de signal de commande pendant un fonctionnement du moteur à combustion interne (3), même si celle-ci n'est pas transmise au moteur à combustion interne (3) par le dispositif de commutation (9), dans lequel un courant circule du fait de la tension lorsque le second calculateur de moteur (7) commande la au moins une fonction du moteur à combustion interne (3), dans lequel aucun courant ne circule lorsque le signal de commande n'est pas transmis du dispositif de commutation (9) au moteur à combustion interne (3), dans lequel le second calculateur de moteur (7) surveille le flux de courant afin de détecter s'il commande la au moins une fonction du moteur à combustion interne (3) lorsque le courant dépasse une valeur de seuil prédéterminée, et dans lequel le second calculateur de moteur (7) initialise des paramètres permettant de commander la au moins une fonction du moteur à combustion interne (3) avec des valeurs enregistrées ou libère des valeurs sauvegardées des paramètres en vue d'une modification lorsqu'il détecte qu'il commande la au moins une fonction du moteur à combustion interne (3).
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le premier calculateur de moteur (5) transmet

- au second calculateur de moteur (7) des informations nécessaires afin de commander la au moins une fonction du moteur à combustion interne (3), de manière unique après ou lors d'un démarrage du moteur à combustion interne (3), de manière périodique ou en fonction du besoin, ou après une modification des informations, ou **en ce que** des informations nécessaires afin de commander la au moins une fonction du moteur à combustion interne (3) sont stockées dans le second calculateur de moteur (7), dans lequel les informations sont récupérées lorsque la commande de la au moins une fonction du moteur à combustion interne (3) est commutée sur le second calculateur de moteur (7).
3. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le second calculateur de moteur (7) transmet de manière continue ou périodique au dispositif de commutation (9) ou au premier calculateur de moteur (5) un signal d'activité indiquant sa capacité de fonctionnement.
  4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**un système d'actionnement du moteur à combustion interne (3), en particulier au moins un injecteur et/ou au moins un restricteur d'aspiration, est commandé par le premier ou le second calculateur de moteur (5, 7).
  5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le second calculateur de moteur (7) commande de manière continue un restricteur d'aspiration, dans lequel il surveille un courant en provenance du second calculateur de moteur (7) et circulant à travers le restricteur d'aspiration.
  6. Système (1) permettant de commander un moteur à combustion interne (3), en particulier permettant de mettre en oeuvre un procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, comprenant un premier calculateur de moteur (5), un second calculateur de moteur (7) et un dispositif de commutation (9), dans lequel les premier et second calculateurs de moteur (5, 7) sont conçus afin de générer des signaux de commande afin de commander au moins une fonction du moteur à combustion interne (3), dans lequel les premier et second calculateurs de moteur (5, 7) peuvent, par l'intermédiaire du dispositif de commutation (9), être mis en liaison fonctionnelle avec un moteur à combustion interne (3) afin de transmettre les signaux de commande au moteur à combustion interne (3), dans lequel le premier calculateur de moteur (5) est conçu afin de générer et d'émettre un signal d'activité indiquant sa capacité de fonctionnement, dans lequel le premier calculateur de moteur (5) est conçu de sorte que le signal d'activité n'est pas, ou pas correctement, généré et/ou émis lorsque survient une erreur qui compromet la commande correcte de la au moins une fonction du moteur à combustion interne (3) par le premier calculateur de moteur (5), dans lequel le premier calculateur de moteur (5) est en liaison fonctionnelle avec le dispositif de commutation (9) de sorte que le signal d'activité peut être reçu par le dispositif de commutation (9), et dans lequel le dispositif de commutation (9) est conçu afin de mettre fin à la transmission du au moins un signal de commande du premier calculateur de moteur (5) au moteur à combustion interne (3) et afin de commencer la transmission du au moins un signal de commande du second calculateur de moteur (7) au moteur à combustion interne (3) si le signal d'activité du premier calculateur de moteur (5) n'est pas, ou pas correctement, reçu par le dispositif de commutation (9), **caractérisé en ce que** le second calculateur de moteur (7) est conçu afin de générer de manière continue une tension faisant office de signal de commande pendant le fonctionnement du moteur à combustion interne (3), même si celle-ci n'est pas transmise au moteur à combustion interne (3) par le dispositif de commutation (9), dans lequel un courant circule du fait de la tension lorsque le second calculateur de moteur (7) commande la au moins une fonction du moteur à combustion interne (3), dans lequel aucun courant ne circule lorsque le signal de commande n'est pas transmis du dispositif de commutation (9) au moteur à combustion interne (3), dans lequel le second calculateur de moteur (7) est conçu afin de surveiller le flux de courant afin de détecter s'il commande la au moins une fonction du moteur à combustion interne (3) lorsque le courant dépasse une valeur de seuil prédéterminée, et dans lequel le second calculateur de moteur (7) est conçu afin d'initialiser des paramètres permettant de commander la au moins une fonction du moteur à combustion interne (3) avec des valeurs enregistrées ou afin de libérer des valeurs sauvegardées des paramètres en vue d'une modification lorsqu'il détecte qu'il commande la au moins une fonction du moteur à combustion interne (3).
  7. Système (1) selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** le dispositif de commutation (9) présente au moins un commutateur, de manière préférée un commutateur à semi-conducteur ou un commutateur électromécanique, en particulier un relais.
  8. Système (1) selon l'une quelconque des revendications 6 et 7, **caractérisé en ce que** le dispositif de commutation (9) présente un moyen d'empêchement d'interruption (45) grâce auquel une transmission d'au moins un signal de commande du dispositif de commutation (9) au moteur à combustion interne (3) peut être maintenue pendant une commutation entre les calculateurs de moteur (5, 7).

9. Moteur à combustion interne (3), **caractérisé par** un agencement selon l'une quelconque des revendications 6 à 8.
10. Moteur à combustion interne (3) selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** le moteur à combustion interne est réalisé sous la forme d'un moteur à rampe commune, en particulier sous la forme d'un moteur diesel ou d'un moteur à gaz, dans lequel le moteur à combustion interne est réalisé de manière préférée en vue d'une utilisation dans un sous-marin ou dans une pompe à incendie.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

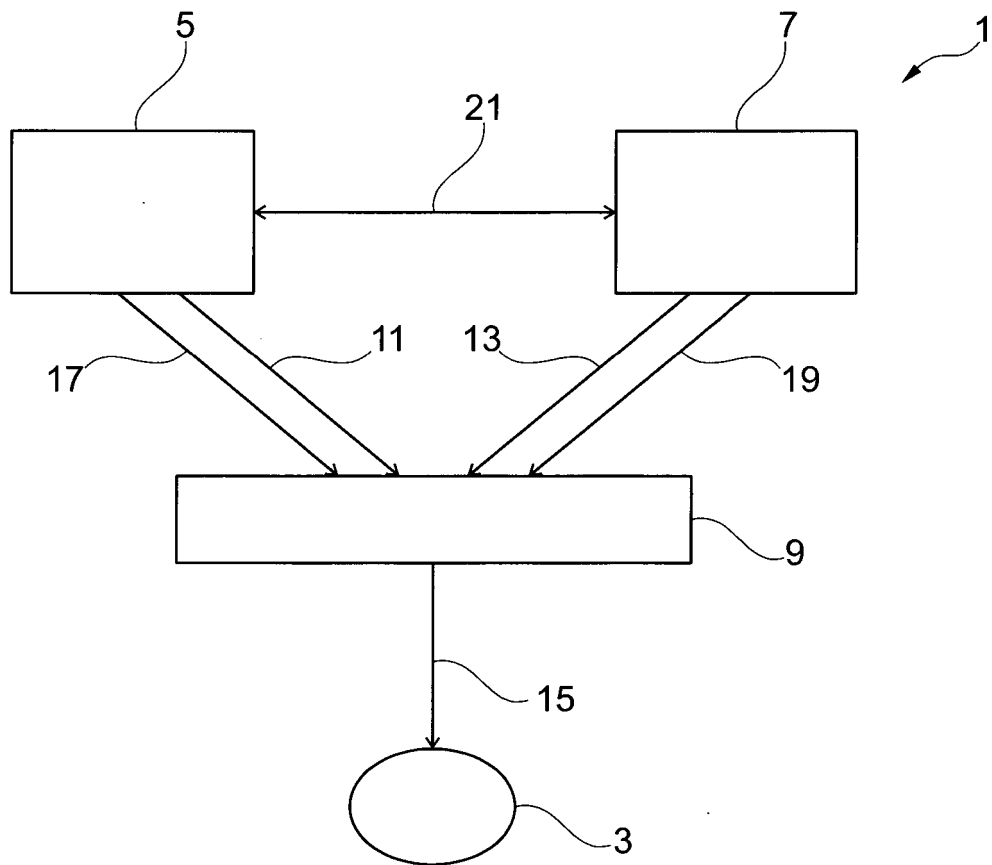


Fig. 1

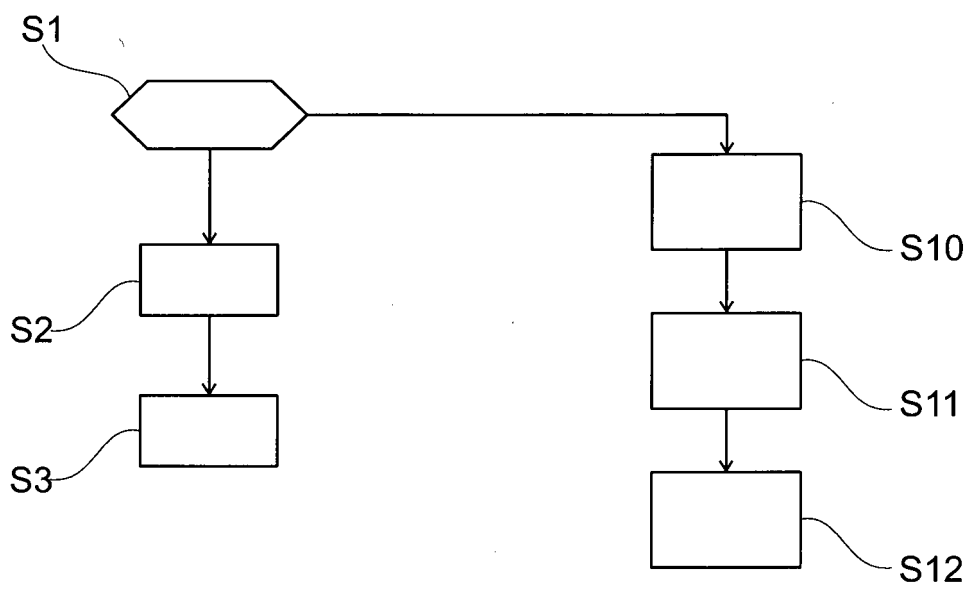


Fig. 2

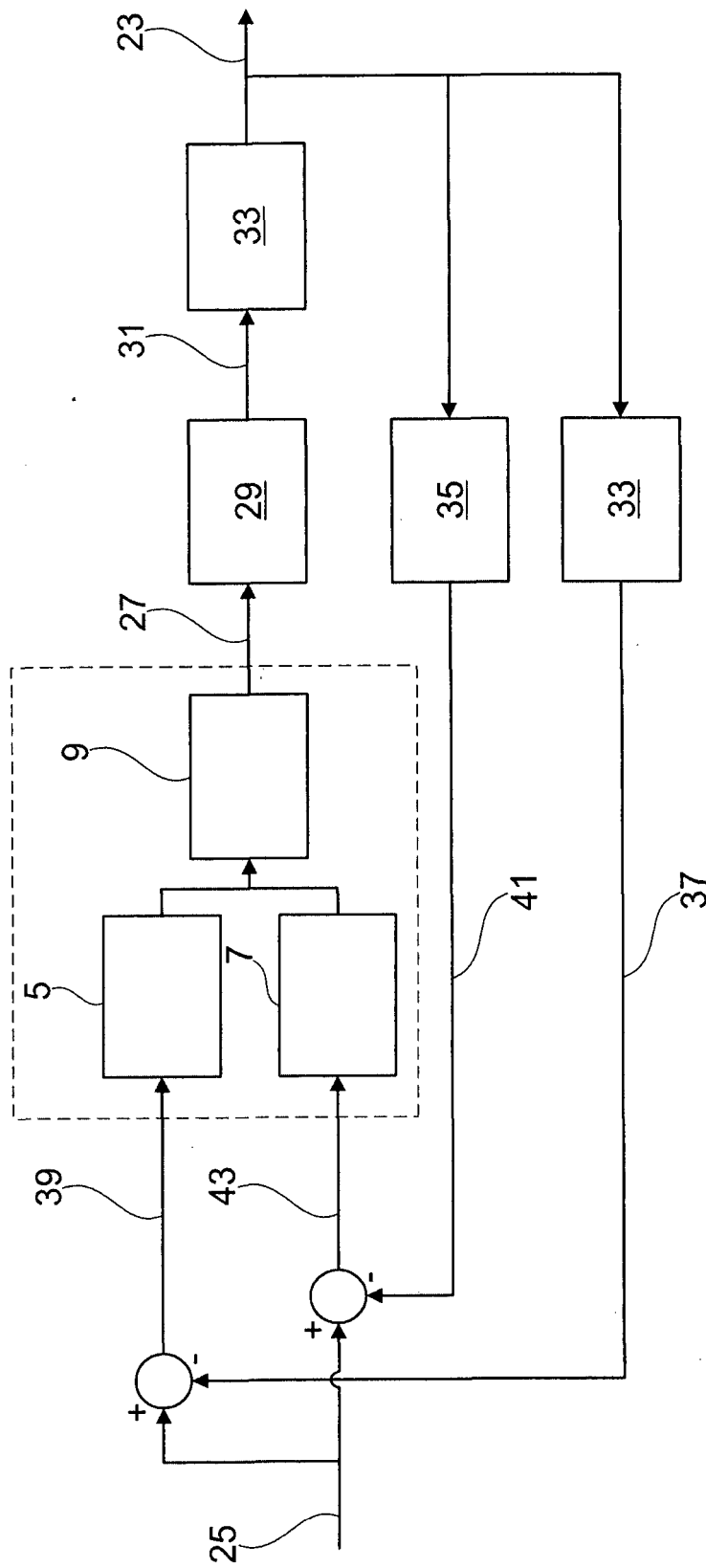


Fig. 3

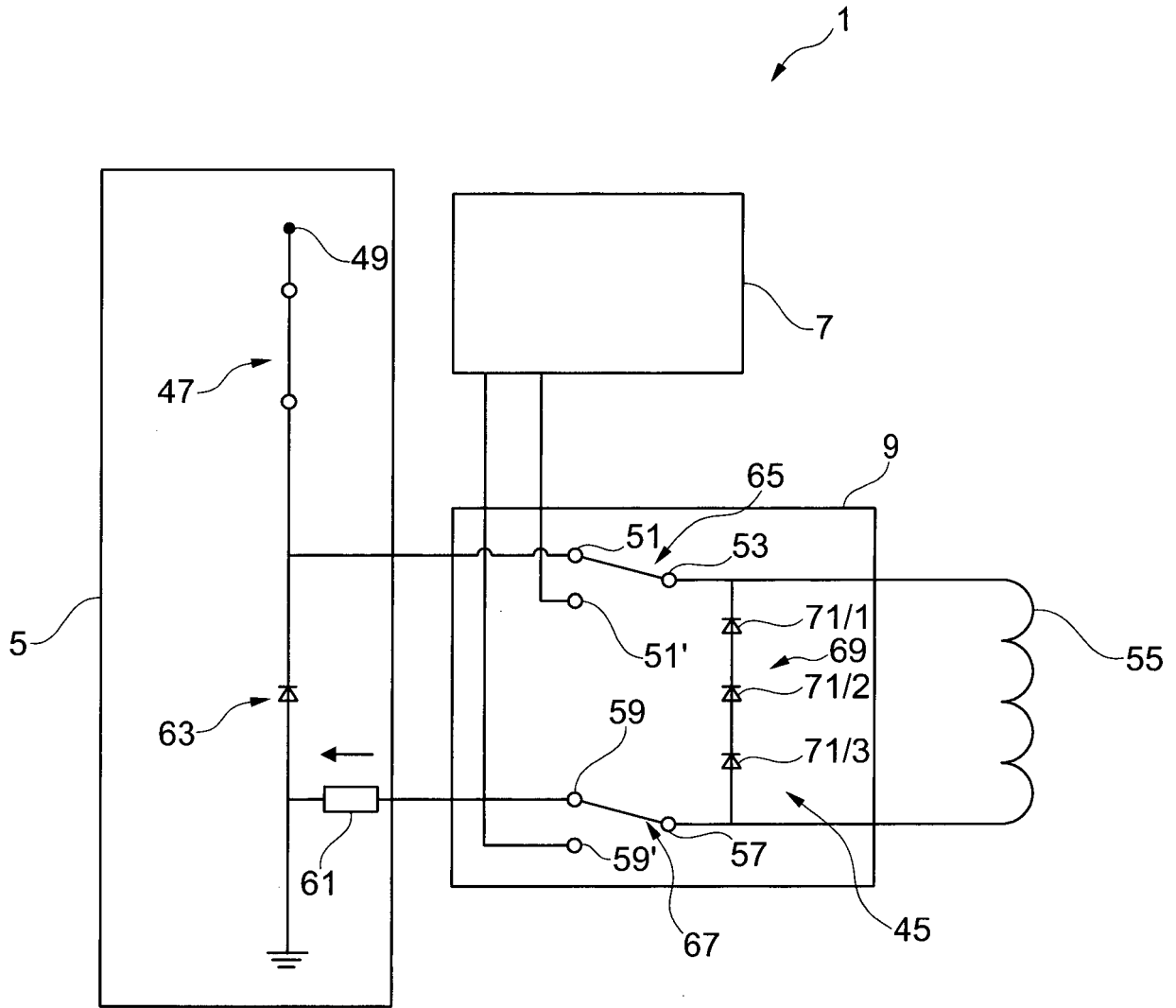


Fig. 4

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- WO 2010066477 A1 **[0002]**
- EP 0979189 B1 **[0003]**
- EP 2418580 B1 **[0004]**