



(10) **DE 10 2014 204 003 A1** 2014.09.18

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2014 204 003.5**

(22) Anmeldetag: **05.03.2014**

(43) Offenlegungstag: **18.09.2014**

(51) Int Cl.: **F02D 41/04 (2006.01)**

(30) Unionspriorität:
13/796,871 **12.03.2013** **US**

(71) Anmelder:
**Ford Global Technologies, LLC, Dearborn, Mich.,
US**

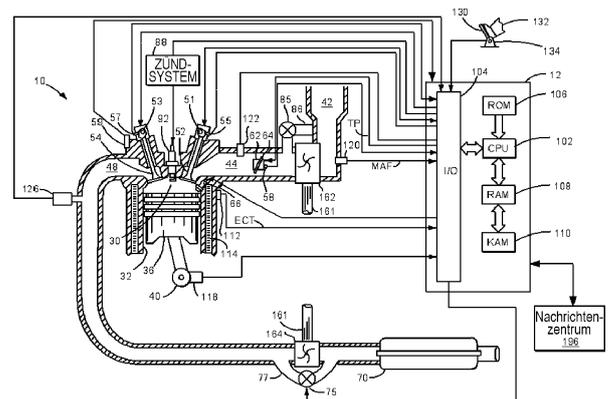
(74) Vertreter:
**Drömer, Hans-Carsten, Dipl.-Phys. Dr.-Ing., 50735
Köln, DE**

(72) Erfinder:
**Willard, Karen, Grosse Pointe Farms, Mich., US;
Rollinger, John Eric, Sterling Heights, Mich., US;
Mariucci, Vincent Edward, Canton, Mich., US**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Reduzieren der Überhitzung eines turboaufgeladenen Motors**

(57) Zusammenfassung: Ein Verfahren, das Folgendes umfasst: Deaktivieren eines oder mehrerer Motorzylinder bei gleichzeitigem Begrenzen der Motorlast eines oder mehrerer aktiver Zylinder als Reaktion auf einen Kühlmittelverlust in einem turboaufgeladenen Motor auf der Basis einer Motordrehzahl und einer Zylinderkopftemperatur.



Beschreibung

[0001] Motoren können gekühlt werden, indem Kühlmittelfluid wie etwa Wasser durch Passagen im Motor umgewälzt wird. Im Fall der Verschlechterung des Kühlsystems (z.B. Verschlechterung der Wasserpumpe) oder eines Kühlmittelverlusts (z.B. aufgrund eines Kühlmittelsystemlecks) können sich Motormetallkomponenten überhitzen.

[0002] Gebby et al. (US 7,204,235) behandelt die Motorüberhitzung im Fall einer Verschlechterung des Kühlsystems durch abwechselndes Abschalten der Kraftstoff-einspritzdüsen in jede Bank von Motorzylindern und Luftkühlung der deaktivierten Motorzylinderbank mit unverbrannter Einlassluft. Das abwechselnde Deaktivieren jeder Bank von Zylindern kann etwas Motordrehmoment für den Fahrzeugbetrieb liefern.

[0003] Die Erfinder der vorliegenden Erfindung haben bei dem obigen Ansatz potentielle Probleme erkannt. Und zwar halten bei turboaufgeladenen und anderen Motoren mit hoher spezifischer Leistungsabgabe traditionelle ausfallsichere Kühlstrategien wie etwa die abwechselnde Deaktivierung und Luftkühlung von Motorzylinderbänken die Zylinderkopftemperaturen möglicherweise nicht unter den Motormetallschmelztemperaturen. Folglich werden turboaufgeladene Motoren oftmals bald nach der Initiierung traditioneller ausfallsicherer Kühlstrategien deaktiviert. Selbst falls einige Zylinder während der Kühlung die Verbrennung aufrechterhalten, liefert der Motor zudem möglicherweise nicht ausreichend Drehmoment, um die Betriebsfähigkeit und die Fahrbarkeit des Fahrzeugs aufrechtzuerhalten, insbesondere bei turboaufgeladenen Motoren.

[0004] Ein Ansatz, der die oben erwähnten Probleme behandelt, ist ein Verfahren für eine ausfallsichere Kühlstrategie (FSC – Fail-Safe Cooling Strategy), die das Deaktivieren eines oder mehrerer Motorzylinder bei gleichzeitiger Begrenzung der Motorzylinderlast als Reaktion auf eine Verschlechterung des Kühlsystems und/oder einen Kühlmittelverlust in einem turboaufgeladenen Motor umfasst. Weiterhin kann das Verfahren das Deaktivieren eines oder mehrerer Motorzylinder bei gleichzeitiger Begrenzung der Motorzylinderlast als Reaktion darauf, dass eine Motorzylindertemperatur eine zweite Schwellwerttemperatur übersteigt, umfassen. Die Anzahl der deaktivierten Zylinder und die Lastgrenze können auf der Basis eines zunehmenden Drehmoments bei gleichzeitigem Halten der Motordrehzahl unter einer Schwellwertmotordrehzahl und das Halten von Motorzylindertemperaturen unter einer dritten Schwellwerttemperatur gewählt werden, wobei die dritte Schwellwerttemperatur über der zweiten Schwellwerttemperatur liegt. Auf diese Weise kann das Überhitzen von Motormetallkomponenten reduziert werden, während

die Betriebsfähigkeit und die Fahrbarkeit des Fahrzeugs aufrechterhalten werden.

[0005] Die obigen Vorteile und andere Vorteile und Merkmale der vorliegenden Beschreibung ergeben sich alleine oder in Verbindung mit den beiliegenden Zeichnungen ohne weiteres aus der folgenden ausführlichen Beschreibung.

[0006] Es versteht sich, dass die obige kurze Darstellung vorgelegt wird, um in vereinfachter Form eine Auswahl von Konzepten einzuführen, die in der ausführlichen Beschreibung näher beschrieben werden. Sie soll keine wichtigen oder essentiellen Merkmale des beanspruchten Gegenstands identifizieren, dessen Schutzbereich ausschließlich durch die Ansprüche, die auf die detaillierte Beschreibung folgen, definiert wird. Weiterhin ist der beanspruchte Gegenstand nicht auf Implementierungen beschränkt, die etwaige oben oder in irgendeinem Teil dieser Offenbarung erwähnten Nachteile lösen.

[0007] Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung eines beispielhaften turboaufgeladenen Motors.

[0008] Fig. 2 zeigt eine schematische Darstellung eines Teilquerschnitts eines in einem Motorauslasskrümmer installierten beispielhaften Temperatursensors.

[0009] Fig. 3 zeigt ein beispielhaftes Diagramm der Zylinder-Hotspot-Temperatur über der Motordrehzahl.

[0010] Fig. 4 zeigt ein beispielhaftes Diagramm der Zylinder-Hotspot-Temperatur über der Last.

[0011] Fig. 5 zeigt ein beispielhaftes Diagramm des Drehmoments über der Last.

[0012] Fig. 6 zeigt ein beispielhaftes Diagramm des Drehmoments über der Wellendrehzahl.

[0013] Fig. 7–Fig. 10 zeigen Flussdiagramme von beispielhaften Routinen.

[0014] Fig. 11 zeigt eine schematische Darstellung eines beispielhaften Überblicks über eine ausfallsichere Kühlstrategie für einen turboaufgeladenen Motor.

[0015] Fig. 12 ist eine beispielhafte Zeitlinie, die Fahrzeugbetriebsbedingungen während der Ausführung einer ausfallsicheren Kühlstrategie für einen turboaufgeladenen Motor zeigt.

[0016] Die vorliegende Beschreibung betrifft ein Verfahren zum Deaktivieren eines oder mehrerer Motorzylinder unter gleichzeitiger Begrenzung der Motorlast als Reaktion auf einen Kühlmittelverlust in ei-

nem turboaufgeladenen Motor. Bei einem Beispiel umfasst das Verfahren das Deaktivieren eines oder mehrerer Motorzylinder bei gleichzeitiger Begrenzung der Last eines oder mehrerer aktiver Zylinder bei gleichzeitigem Halten einer Motordrehzahl unter einer Schwellwertmotordrehzahl und bei gleichzeitigem Halten einer Motorzylindertemperatur unter einer dritten Schwellwerttemperatur. Auf diese Weise kann die Motorzylinderüberhitzung unter gleichzeitigem Beibehalten der Fahrbarkeit und Betriebsfähigkeit des Fahrzeugs über einen Bereich von Motorbetriebsbedingungen gemildert werden.

[0017] Fig. 1 veranschaulicht ein Beispiel eines turboaufgeladenen Motors mit einem Einlassverdichter, einer Auslassturbine, einem Wastegate und einem Motorcontroller. Fig. 2 zeigt ein Beispiel eines Auslasskrümmertemperatursensors, mit dem eine Anzeige der Motorzylinderkopftemperatur geliefert werden kann. Die Fig. 3–Fig. 5 sind beispielhafte Diagramme der Zylinderkopftemperatur über der Motordrehzahl, der Zylinderkopftemperatur über der Last beziehungsweise des Drehmoments über der Last, und Fig. 6 ist ein Diagramm des Drehmoments über der Abtriebswellendrehzahl. Fig. 7 zeigt ein beispielhaftes Verfahren, das veranschaulicht, wie die Fig. 3–Fig. 6 verwendet werden können, um Motorbetriebsbedingungen für vorbestimmte Motorarbeitspunkte in einer ausfallsicheren Kühlstrategie (FSC – Fail-Safe Cooling Strategy) abzubilden, um die Motorüberhitzung unter gleichzeitigem Beibehalten der Fahrbarkeit und Betriebsfähigkeit des Fahrzeugs zu mildern. Die Fig. 8–Fig. 10 sind Flussdiagramme, die beispielhaftes Routinen für ein Verfahren zum Deaktivieren eines oder mehrerer Motorzylinder unter gleichzeitiger Begrenzung der Last eines oder mehrerer aktiver Zylinder auf der Basis einer Motordrehzahl und einer Zylinderkopftemperatur darstellen, und Fig. 11 zeigt eine Übersicht über das Verfahren. Fig. 12 ist eine beispielhafte Zeitlinie, die Fahrzeugbetriebsbedingungen bei gleichzeitigem Deaktivieren von Motorzylindern und Begrenzen der Motorlast nach dem Detektieren eines Kühlmittelverlustes darstellt.

[0018] Unter Bezugnahme auf Fig. 1 wird ein Verbrennungsmotor 10, der mehrere Zylinder umfasst, von denen ein Zylinder in Fig. 1 gezeigt ist, durch einen elektronischen Motorcontroller 12 gesteuert. Der Motor 10 enthält eine Brennkammer 30 und Zylinderwände 32 mit einem darin positionierten und mit einer Kurbelwelle 40 verbundenen Kolben 36. Die Brennkammer 30 ist so gezeigt, dass sie über ein jeweiliges Einlassventil 52 und Auslassventil 54 mit dem Einlasskrümmer 44 und dem Auslasskrümmer 48 kommuniziert. Der Auslasskrümmer 48 kann ein integrierter Auslasskrümmer oder ein separater Auslasskrümmer sein. Jedes Einlass- und Auslassventil kann durch einen Einlassnocken 51 und einen Auslassnocken 53 betätigt werden. Die Position des Ein-

lassnockens 51 kann durch einen Einlassnockensensor 55 bestimmt werden. Die Position des Auslassnockens 53 kann durch einen Auslassnockensensor 57 bestimmt werden.

[0019] Eine Kraftstoffeinspritzdüse 66 ist so positioniert gezeigt, dass sie Kraftstoff direkt in den Zylinder 30 einspritzt, was dem Fachmann als Direkteinspritzung bekannt ist. Alternativ kann der Kraftstoff in einen Einlasskanal eingespritzt werden, was dem Fachmann als Einlasskanaleinspritzung bekannt ist. Die Kraftstoffeinspritzdüse 66 liefert flüssigen Kraftstoff proportional zu einer durch den Controller 12 bereitgestellten Impulsbreite. Der Kraftstoff wird durch ein nichtgezeigtes Kraftstoffsystem mit einem Kraftstofftank, einer Kraftstoffpumpe und einer Kraftstoffrail (nicht gezeigt) an die Kraftstoffeinspritzdüse 66 geliefert.

[0020] Der Einlasskrümmer 44 erhält Luft durch einen Verdichter 162. Abgase drehen die Turbine 164, die mit einer Welle 161 gekoppelt ist, wodurch der Verdichter 162 angetrieben wird. Bei einigen Beispielen ist eine Bypasspassage 77 enthalten, so dass Abgase die Turbine 164 während ausgewählter Betriebsbedingungen umgehen können.

[0021] Der Strom durch die Bypasspassage 77 wird über ein Wastegate 75 geregelt. Weiterhin kann eine Verdichterbypasspassage 86 bei einigen Beispielen vorgesehen sein, um den durch den Verdichter 162 gelieferten Druck zu begrenzen. Der Strom durch die Bypasspassage 86 wird über ein Ventil 85 geregelt. Außerdem ist der Einlasskrümmer 44 so gezeigt, dass er mit einer zentralen Drossel 62 kommuniziert, die eine Position einer Drosselplatte 64 verstellt, um den Luftstrom vom Motorlufteinlass 42 zu steuern. Die zentrale Drossel 62 kann elektrisch betätigt werden.

[0022] Ein verteilerloses Zündsystem 88 liefert als Reaktion auf den Controller 12 einen Zündfunken an die Brennkammer 30 zum Zünden einer Luft-Kraftstoff-Mischung über die Zündkerze 92. Bei anderen Beispielen kann der Motor ein Eigenzündungsmotor ohne irgendein Zündsystem sein, wie etwa ein Dieselmotor. Eine Sauerstoff-Breitbandsonde 126 (UEGO – Universal Exhaust Gas Oxygen) ist vor einen Katalysator 70 an den Auslasskrümmer 48 gekoppelt gezeigt. Alternativ kann für die UEGO-Sonde 126 ein Zwei-Zustands-Abgassauerstoffsensoren substituiert werden.

[0023] Der Katalysator 70 kann bei einem Beispiel mehrere Katalysatorbricks enthalten. Bei einem anderen Beispiel können mehrere Abgasreinigungseinrichtungen jeweils mit mehreren Bricks verwendet werden. Der Katalysator 70 kann bei einem Beispiel ein Dreiwege-Katalysator sein.

[0024] Der Controller **12** ist in **Fig. 1** als ein herkömmlicher Mikrocomputer gezeigt, der Folgendes enthält: eine Mikroprozessoreinheit **102**, Eingangs-/Ausgangsports **104**, einen Festwertspeicher **106**, einen Direktzugriffsspeicher **108**, einen Arbeitsspeicher **110** und einen herkömmlichen Datenbus. Der Controller **12** ist so gezeigt, dass er von an den Motor **10** gekoppelten Sensoren verschiedene Signale empfängt, zusätzlich zu jenen bereits erörterten Signalen, einschließlich: Motorkühlmitteltemperatur (ECT – Engine Coolant Temperature) von einem an eine Kühlmuffe **114** gekoppelten Temperatursensor **112**; einer Zylinderkopftemperatur (CHT – Cylinder Head Temperature) und/oder einer Auslasskrümmer-temperatur (EMT – Exhaust Manifold Temperature) vom Temperatursensor **59**, eines an ein Fahrpedal **130** gekoppelten Positionssensors **134** zum Erfassen einer durch einen Fuß **132** verstellten Fahrpedalposition; einer Messung des Motorkrümmerdrucks (MAP) von einem an den Einlasskrümmer **44** gekoppelten Drucksensor **122**; eines Motorpositionssensors von einem Hall-Effekt-Sensor **118**, der die Position der Kurbelwelle **40** erfasst; einer Messung der in den Motor eintretenden Luftmasse vom Sensor **120** (z.B. einem Heißdraht-Luftmengenmesser) und einer Messung der Drosselposition von Sensor **58**. Auch der barometrische Druck kann erfasst werden (Sensor nicht gezeigt), um durch den Controller **12** verarbeitet zu werden. Bei einem bevorzugten Aspekt der vorliegenden Beschreibung erzeugt der Motorpositionssensor **118** bei jeder Umdrehung der Kurbelwelle eine vorbestimmte Anzahl an gleichmäßig beabstandeten Impulsen, woraus die Motordrehzahl (min^{-1}) bestimmt werden kann.

[0025] Der Controller **12** kann auch mit einem Nachrichtenzentrum **196** kommunizieren. Das Nachrichtenzentrum **196** kann ein oder mehrere Indikatorlichter und/oder eine textbasierte Anzeige enthalten, in der Nachrichten einem Bediener angezeigt werden, wie etwa eine Nachricht, die eine Bedienereingabe zum Starten des Motors anfordert, wie unten erörtert. Das Nachrichtenzentrum kann auch verschiedene Eingabeabschnitte zum Empfangen einer Bedienereingabe enthalten, wie etwa Knöpfe, Touchscreens, Spracheingabe/-erkennung usw. Bei einer alternativen Ausführungsform kann das Nachrichtenzentrum Audionachrichten ohne Anzeige an den Bediener kommunizieren.

[0026] Bei einigen Beispielen kann der Verbrennungsmotor in einem Hybridfahrzeug an ein Elektromotor-Batterie-System gekoppelt sein. Das Hybridfahrzeug kann eine Parallelkonfiguration oder Reihenkonfiguration oder eine Variation oder Kombinationen davon aufweisen. Weiterhin können bei einigen Ausführungsformen andere Motorkonfigurationen verwendet werden, beispielsweise ein Dieselmotor.

[0027] Während des Betriebs durchläuft jeder Zylinder innerhalb des Motors **10** in der Regel einen Viertaktprozess: der Prozess beinhaltet den Einlasstakt, den Verdichtungstakt, den Arbeitstakt und den Auslasstakt. Während des Einlasstakts schließt im Allgemeinen das Auslassventil **54** und das Einlassventil **52** öffnet. Luft wird über den Einlasskrümmer **44** in die Brennkammer **30** eingeleitet, und der Kolben **36** bewegt sich zum Boden des Zylinders, um das Volumen innerhalb der Brennkammer **30** zu vergrößern. Die Position, bei der sich der Kolben **36** nahe dem Boden des Zylinders und am Ende seines Takts befindet (wenn z.B. die Brennkammer **30** ihr größtes Volumen aufweist), wird in der Regel vom Fachmann als unterer Totpunkt (UT) bezeichnet. Während des Verdichtungstakts sind das Einlassventil **52** und das Auslassventil **54** geschlossen. Der Kolben **36** bewegt sich zum Zylinderkopf, um die Luft innerhalb der Brennkammer **30** zu verdichten. Der Punkt, an dem sich der Kolben **36** am Ende seines Takts und dem Zylinderkopf am nächsten befindet (wenn z.B. die Brennkammer **30** ihr kleinstes Volumen aufweist), wird in der Regel vom Fachmann als oberer Totpunkt (OT) bezeichnet. In einem im Folgenden als Einspritzung bezeichneten Prozess wird Kraftstoff in die Brennkammer eingeleitet. In einem nachfolgend als Zündung bezeichneten Prozess wird der eingespritzte Kraftstoff durch bekannte Zündmittel wie etwa eine Zündkerze **92** gezündet, was zu Verbrennung führt. Während des Arbeitstakts drücken die expandierenden Gase den Kolben **36** zurück zum UT. Die Kurbelwelle **40** wandelt die Kolbenbewegung in ein Drehmoment der Drehwelle um. Schließlich öffnet sich das Auslassventil **54** während des Auslasstakts, um die verbrannte Luft-Kraftstoff-Mischung zum Auslasskrümmer **48** freizugeben, und der Kolben kehrt zum OT zurück. Man beachte, dass das Obige lediglich als ein Beispiel beschrieben wird und die Einlass- und Auslassventilöffnungs- und/oder Schließzeiten variieren können, um etwa eine positive oder negative Ventilüberlappung, ein spätes Einlassventilschließen oder verschiedene andere Beispiele bereitzustellen.

[0028] Nunmehr unter Bezugnahme auf **Fig. 2** zeigt sie einen Teilquerschnitt **200** eines integrierten Auslasskrümmers (IEM – Integrated Exhaust Manifold). Als ein Beispiel kann der Auslasskrümmer **48** ein IEM sein. Ein IEM kann integrierte Kühlpassagen **230** darin zum Umwälzen von Kühlmittelfluid enthalten, wodurch die Wärmeableitung von dem durch den Auslasskanal **220** strömenden Abgas verbessert wird. IEMs können aus Aluminium hergestellt werden, die leichter als herkömmliche separate Gusseisenauslasskrümmer sein können, wodurch die Kraftstoffökonomie und die Leistung verbessert werden, kann aber auch gegenüber Motorüberhitzung während einer Verschlechterung des Kühlsystems wegen niedrigerer Metallschmelztemperaturen anfälliger sein. Beispielsweise kann die Motorschmelztemperatur für einen Aluminiumzylinderkopf unter der Motorschmelz-

temperatur für einen nichtwärmebehandelten Aluminiumkopf liegen, die niedriger als die Motorschmelztemperatur für einen wärmebehandelten Zylinderkopf liegen kann.

[0029] Ein Auslasskrümmertemperatursensor (EMT-Sensor) **250** kann direkt im Körper des IEM montiert sein und kann verwendet werden, um dem Motorcontroller **12** eine Anzeige der Auslasskrümmertemperatur, der Motortemperatur, der Zylinderkopftemperatur und/oder der Motorauslasstemperatur zu liefern. Weiterhin kann der EMT-Sensor **250** verwendet werden, um die Verschlechterung eines Kühlsystems und/oder einen Kühlmittelverlust zu signalisieren oder um zu initiieren, eine Bedieneranzeige zu liefern, dass sich Kühlmitteltemperaturen einem Siedepunkt annähern.

[0030] Bei einem weiteren Beispiel kann ein Temperatursensor wie etwa ein Thermoelement direkt in dem Körper des Auslasskrümmers **48** montiert sein, um dem Controller **12** eine Anzeige der Motorzylindertemperatur zu liefern. Bei anderen Beispielen kann die Motorzylindertemperatur durch einen Temperatursensor gemessen werden, der sich am Motorzylinder, am Motorzylinderkopf und dergleichen befindet. Auf diese Weise können Motorzylindertemperaturen während des Motorbetriebs gemessen und an den Controller **12** kommuniziert werden. Wie oben beschrieben, können eine EMT, eine CHT oder eine andere Motorzylindertemperatur verwendet werden, um die Motorzylindertemperatur zu messen und zu kommunizieren, und können zum Anzeigen einer Motorüberhitzung verwendet werden.

[0031] Bei Motoren mit hoher spezifischer Leistungsabgabe, insbesondere turboaufgeladenen Motoren, können Motorzylindertemperaturen, die über einer Überhitzungsschwellwerttemperatur **330** liegen, selbst dann bei hoher Last generiert werden, wenn ein oder mehrere Motorzylinder deaktiviert sind. Das Deaktivieren eines Motorzylinders kann das Stoppen der Kraftstoffeinspritzung in den Motorzylinder beinhalten. Auf diese Weise kann der deaktivierte Motorzylinder luftgekühlt werden, indem Einlassluft in Abwesenheit der Kraftstoffeinspritzung und Verbrennung durch einen Motorzylinder gepumpt wird, um die Motorüberhitzung zu lindern. Als ein weiteres Beispiel kann das Deaktivieren eines Motorzylinders weiterhin das Halten von Einlass- und Auslasszylinderventilen in einer geschlossenen Position umfassen. Auf diese Weise kann ein deaktivierter Motorzylinder luftgekühlt werden, indem in dem deaktivierten Motorzylinder eingefangene Luft verdichtet und expandiert wird, und zwar in Abwesenheit von Kraftstoffeinspritzung, Verbrennung und Luftstrom.

[0032] Das Deaktivieren von Zylindern kann die Deaktivierung eines oder mehrerer Zylinder zu einem Zeitpunkt beinhalten, wobei beispielsweise abwech-

selnd eine Bank von Zylindern deaktiviert wird oder indem ein oder mehrere Motorzylinder verteilt deaktiviert werden. Das verteilte Deaktivieren eines oder mehrerer Motorzylinder kann das Deaktivieren eines oder mehrerer Motorzylinder auf Art eines Kreislaufs beinhalten, wobei die Deaktivierung von Motorzylindern zyklisch durchlaufen oder unter den Motorzylindern gleichförmig verteilt wird.

[0033] Die Anzahl an deaktivierten Zylindern kann auf der Basis von Fahrzeug- und Motorbetriebsbedingungen gewählt werden. Beispielsweise kann eine größere Anzahl an Zylindern deaktiviert werden, wenn die Motordrehzahl zunimmt und wenn Motorzylindertemperaturen steigen. Andererseits kann eine kleinere Anzahl an Zylindern deaktiviert werden, wenn die Motordrehzahl abnimmt und/oder Motorzylindertemperaturen sinken. Als ein weiteres Beispiel kann eine gerade Anzahl an Zylindern deaktiviert werden, um Geräusche, Schwingungen und Rauigkeit (NVH – Noise, Vibration and Harshness) des Motors zu mildern. Als ein weiteres Beispiel kann eine Anzahl von Zylindern während des Motorbetriebs aktiv bleiben, um Motordrehmoment zu liefern, um die Betriebsfähigkeit und Fahrbarkeit des Fahrzeugs aufrechtzuerhalten. Beispielsweise können in einem Sechs-Zylinder-Motor drei Zylinder und in einem Acht-Zylinder-Motor 4 Zylinder deaktiviert werden.

[0034] Motorüberhitzung kann sich darauf beziehen, dass eine Motorzylindertemperatur (z.B. EMT oder CHT) eine Motormetallüberhitzungstemperatur **1160** übersteigt (siehe **Fig. 11**), über der eine Motormetallkomponentenüberhitzung auftreten kann. Beispielsweise kann eine Motormetallüberhitzungstemperatur **1160** einer Motormetall- oder Zylindermetallüberhitzungstemperatur entsprechen, über der eine Motormetallüberhitzung auftreten kann.

[0035] Die **Fig. 3–Fig. 7** zeigen ein Verfahren zum Kennzeichnen von Motorarbeitsbereichen (z.B. Bereichen der Motordrehzahl, Anzahl an deaktivierten Zylindern, Last und anderen Motorbetriebsbedingungen) für einen Motor, beispielsweise einen turboaufgeladenen Motor. Die Motorkennzeichnung kann in Abwesenheit von Kühlmittel durchgeführt werden, um Motorbetriebsbedingungen zu Motorzylindertemperatur oder CHT während einer Verschlechterung des Kühlsystems zu korrelieren. Weiterhin kann die CHT eine Motorzylinderendtemperatur umfassen, wobei die Motorzylinderendtemperatur eine stationäre Motorzylindertemperatur sein kann. Die Motorzylindertemperatur kann weiterhin eine Hotspot-Endtemperatur umfassen, wobei die Hotspot-Endtemperatur durch einen Temperatursensor an einem Motorzylinderort, der für Überhitzen anfällig ist, gemessen werden kann. Das Kennzeichnen von Motorarbeitsbereichen kann im Voraus bestimmt und offline durchgeführt werden und/oder kann online

durchgeführt werden, während ein Fahrzeug in Betrieb ist. Die Kennzeichnung von Motorarbeitsbereichen in Abwesenheit von Kühlmittel kann das Bestimmen von Motorbetriebsbedingungen als Reaktion auf eine Verschlechterung des Kühlsystems unterstützen, während die Fahrbarkeit und Betriebsfähigkeit des Fahrzeugs aufrechterhalten werden und während Motorüberhitzung reduziert wird.

[0036] Nunmehr unter Bezugnahme auf **Fig. 3** veranschaulicht sie ein Diagramm **300** von CHT über Motordrehzahl, während das Motorkühlsystem bei einer konstanten Last und einer konstanten Anzahl an deaktivierten Zylindern abgeschaltet ist (z.B. kein Kühlmittelfluss und/oder kein Verlust an Kühlmittel). In **Fig. 3** kann die CHT-Kurve **310** einer Zylinder-Hotspot-Temperatur entsprechen, die durch einen Temperatursensor gemessen wird, der an einer Position eines Motorzylinders angeordnet ist, die für Überhitzung anfällig ist. Allgemein kann die CHT mit zunehmender Motordrehzahl stetig ansteigen und bei höheren Motordrehzahlen abflachen. Zusätzliche CHT-Kurven können bestimmt werden, indem die CHT mit der Motordrehzahl gemessen und die Anzahl an deaktivierten Zylindern und die Last des einen oder der mehreren aktiven Zylinder variiert werden. Als ein Beispiel kann durch Vergleichen von CHT-Kurven herausgefunden werden, dass die CHT abnimmt, wenn die Anzahl an deaktivierten Zylindern zunimmt und wenn das Begrenzen der Motorlast intensiviert wird. Weiterhin kann eine Schwellwertmotordrehzahl **320** gefunden werden, über der der Motor nicht ausreichend mit Luft gekühlt werden kann. Beispielsweise kann die CHT über einer Schwellwertmotordrehzahl **320** trotz des Deaktivierens eines oder mehrerer Motorzylinder und Begrenzens der Motorlast eine Überhitzungsschwellwerttemperatur **330** übersteigen. Als ein weiteres Beispiel kann über der Schwellwertmotordrehzahl **320** das Deaktivieren eines oder mehrerer Motorzylinder beim gleichzeitigen Begrenzen der Motorlast einen Motor nicht ausreichend kühlen, um die CHT unter eine Überhitzungsschwellwerttemperatur **330** zu senken. In **Fig. 3** beträgt die Überhitzungsschwellwerttemperatur **330** ungefähr 450°F , doch kann die Überhitzungsschwellwerttemperatur für verschiedene Motorarten, Motorzylinderbaumaterialien und dergleichen variieren.

[0037] Die Anzahl an deaktivierten Zylindern kann sich auf die Anzahl an deaktivierten Zylindern zu irgendeinem Zeitpunkt während des Motorbetriebs beziehen. Dennoch kann die Zylinderdeaktivierung unter allen oder einigen der Motorzylinder verteilt sein. Beispielsweise kann die Zylinderdeaktivierung unter allen Motorzylindern in einer vorgeschriebenen gleichförmigen oder ungleichförmigen Weise zyklisch durchlaufen oder gedreht werden, um die Motorüberhitzung zu mildern.

[0038] Als nächstes zeigt **Fig. 4** ein beispielhaftes Diagramm **400** der CHT über der Last bei konstanter Motordrehzahl (z.B. 1000 min^{-1}), während das Motorkühlsystem ausgeschaltet ist (z.B. kein Kühlmittelfluss). Die CHT kann eine stationäre Zylinder-Hotspot-Endtemperatur darstellen. Die Kurven **410**, **420**, **430**, **440** und **450** veranschaulichen die Motor-CHT für die Fälle von keinem, einem, zwei, drei beziehungsweise vier deaktivierten Zylindern. Allgemein kann die CHT mit zunehmender Last ansteigen und bei höheren Lasten abflachen. Weiterhin kann die CHT sinken, wenn die Anzahl an deaktivierten Zylindern zunimmt. Der Schnittpunkt der Kurven **410**, **420**, **430**, **440** und **450** mit der Überhitzungsschwellwerttemperatur **330** kann verwendet werden, um Motorlastgrenzen zu bestimmen, unter denen der Motor für jede Anzahl an deaktivierten Zylindern betrieben werden kann, während das Kühlsystem ausgeschaltet ist, um die CHT unter der Überhitzungsschwellwerttemperatur zu halten. Zusätzliche Diagramme der CHT über der Last bei anderen Motordrehzahlen unter der Schwellwertmotordrehzahl **320** können verwendet werden, um die Lasten, unter denen der Motor betrieben werden kann, für jede Anzahl an deaktivierten Zylindern abzubilden. Auf diese Weise können die Motorlastgrenzen über einen Bereich von Motordrehzahlen und Anzahlen an deaktivierten Zylindern erlernt werden. Als ein Beispiel kann die Motorlast oder die Last zu einem oder mehreren Zylindern durch das Öffnen eines Wastegate **75** zum Reduzieren der Einlassverdichtung, das Öffnen eines Ventils **85** in der Bypasspassage **86** zum Reduzieren der Einlassverdichtung und/oder das Schließen der Drossel **64** und dergleichen begrenzt werden.

[0039] Nunmehr unter Bezugnahme auf **Fig. 5** veranschaulicht sie ein beispielhaftes Diagramm **500** der Drehmomentausgabe über der Last bei konstanter Motordrehzahl (z.B. 1000 min^{-1}). Die Kurven **510**, **520**, **530**, **540** und **550** zeigen das Motordrehmoment für die Fälle von keinem, einem, zwei, drei beziehungsweise vier deaktivierten Zylindern. Allgemein kann die Drehmomentausgabe ungefähr linear mit zunehmender Last zunehmen. Weiterhin kann die Drehmomentausgabe abnehmen, wenn die Anzahl an deaktivierten Zylindern steigt. Weitere Diagramme der Drehmomentausgabe über der Last können für andere Motordrehzahlen unter der Schwellwertmotordrehzahl **320** generiert werden und können zum Abbilden der Motordrehzahlausgabe entsprechend der Motorlast und Anzahl an deaktivierten Zylindern verwendet werden. Auf diese Weise kann das ausgegebene Drehmoment über einen Bereich von Motordrehzahlen und Anzahlen an deaktivierten Zylindern bei ausgeschaltetem Kühlsystem erlernt werden. Um die Betriebsfähigkeit und Fahrbarkeit des Fahrzeugs aufrechtzuerhalten, kann das Deaktivieren eines oder mehrerer Zylinder unter gleichzeitiger Begrenzung der Last weiterhin auf zunehmendem

Drehmoment basieren, zusätzlich zur Motordrehzahl und zur CHT.

[0040] Nunmehr mit Bezugnahme auf **Fig. 7** zeigt sie ein Flussdiagramm, das ein beispielhaftes Verfahren **700** zum Bestimmen von Motorbetriebsbedingungen zum Deaktivieren eines oder mehrerer Zylinder bei gleichzeitiger Begrenzung der Last, wenn das Kühlsystem ausgeschaltet ist, als eine ausfallsichere Kühlstrategie für einen turboaufgeladenen Motor darstellt. Als ein Beispiel kann das Verfahren **700** durchgeführt werden, um einen Motor für vorbestimmte ausfallsichere Kühlstrategie-Betriebsbedingungen zu kennzeichnen. Beispielsweise können vorbestimmte ausfallsichere Kühlstrategie-Betriebsbedingungen für Regelkreisstrategien verwendet werden, falls Kühlfliuid verloren geht oder falls sich das Kühlsystem verschlechtert. Weiterhin können die ausfallsicheren Kühlstrategie-Betriebsbedingungen für einen Steuerkreis verwendet werden, um das Motorüberhitzen als Reaktion auf eine Verschlechterung einer Motorkomponente zu reduzieren. Das Verfahren **700** kann auch durchgeführt werden, während das Fahrzeug arbeitet. Beispielsweise können eine oder mehrere Motorbetriebsbedingungen gemessen werden und eine Eingabe in ein Regelkreisverfahren bereitstellen, um eine Motorüberhitzung zu verhindern, falls Kühlfliuid verloren geht oder falls das Kühlsystem sich verschlechtert.

[0041] Das Verfahren **700** beginnt bei **710**, wo die CHT über der Motordrehzahl (z.B. Diagramm **300**) über einen Bereich von Motorlasten und deaktivierten Zylindern gemessen wird, wie durch **714**, **716** usw. gezeigt. Eine Schwellwertmotordrehzahl **320** kann unter Verwendung von **714**, **716** usw. aus der Motordrehzahl entsprechend einer Überhitzungsschwellwerttemperatur **330** bestimmt werden. Über der Schwellwertmotordrehzahl **320** reduziert das Deaktivieren eines oder mehrerer Motorzylinder bei gleichzeitiger Begrenzung der Motorlast möglicherweise nicht die Motorüberhitzung.

[0042] Das nächste Verfahren **700** geht bei **720** weiter, wo die CHT über der Last (z.B. Diagramm **400**) über einen Bereich an deaktivierten Zylindern und Motordrehzahlen unter der Schwellwertmotordrehzahl **320** gemessen werden kann, wie bei **724**, **726** usw. gezeigt. Beispielsweise werden, wie bei **724** und **726** gezeigt, Diagramme CHT über der Last bei 1000 min^{-1} beziehungsweise 2000 min^{-1} generiert. Messungen der CHT über der Last können weiter bei anderen Motordrehzahlen unter der Schwellwertmotordrehzahl **320** durchgeführt werden, um eine feinere Kennzeichnung des Motorbetriebs zu erzielen. Weiterhin misst bei **730** das Verfahren **700** das Drehmoment über der Last (z.B. Diagramm **500**) über einen Bereich an deaktivierten Zylindern und Motordrehzahlen unter der Schwellwertmotordrehzahl **320**, wie in **734**, **736** usw. Beispielsweise werden, wie bei

734 und **736** gezeigt, Diagramme des Drehmoments über der Last bei 1000 min^{-1} beziehungsweise 2000 min^{-1} generiert. Messungen des Drehmoments über der Last können weiter bei anderen Motordrehzahlen unter einer Schwellwertmotordrehzahl **320** durchgeführt werden, um eine feinere Kennzeichnung des Motorbetriebs zu erzielen.

[0043] Als nächstes geht das Verfahren **700** bei **740** weiter, wo die Bedingungen bezüglich Last und deaktiviertem Zylinder entsprechend der Überhitzungsschwellwerttemperatur **330** in **724**, **726** usw. auf die entsprechenden Diagramme Drehmoment über Last (z.B. **734**, **736** usw.) abgebildet werden, wie durch **744** und **746** gezeigt. Auf diese Weise kann die Drehmomentausgabe entsprechend Motordrehzahl, Last und Anzahl an deaktivierten Zylindern bestimmt werden, um einen Motor unter einer Überhitzungsschwellwerttemperatur **330** und unter einer Schwellwertmotordrehzahl **320** zu betreiben, wenn das Kühlsystem verschlechtert ist. Beispielsweise kann die CHT durch Vergrößern der Anzahl an deaktivierten Zylindern und/oder durch Verringern einer Motorlast reduziert werden. Als weiteres Beispiel kann die Drehmomentausgabe durch Vergrößern der Motorlast und/oder durch Verringern der Anzahl an deaktivierten Zylindern erhöht werden, während die CHT unter einer Überhitzungsschwellwerttemperatur **330** gehalten wird. Dementsprechend können Fahrbarkeit und Betriebsfähigkeit des Fahrzeugs erreicht werden bei gleichzeitigem Deaktivieren von einem oder mehreren Motorzylindern unter gleichzeitiger Begrenzung der Motorlast als Reaktion auf eine Verschlechterung des Kühlsystems.

[0044] Die in **724**, **726**, usw., **734**, **736**, usw. und **744**, **746**, usw. aufgetragenen Daten können in der Form von Nachschlagetabellen gespeichert werden, die im RAM **108** oder KAM **110** des Controllers **12** gehalten werden. Als Reaktion auf eine Verschlechterung des Kühlsystems oder wenn eine ausfallsichere Kühlung initiiert wird, kann der Controller **12** dementsprechend vorbestimmte Nachschlagetabellen referenzieren, um entsprechende Betriebsbedingungen für einen turboaufgeladenen Motor zu bestimmen, um die Fahrbarkeit und Betriebsfähigkeit des Fahrzeugs aufrechtzuerhalten. Wie oben beschrieben, kann das Verfahren **700** während des Motorbetriebs auch online ausgeführt werden. Das Verfahren **700** endet nach **740**.

[0045] Nunmehr unter Bezugnahme auf **Fig. 6** zeigt sie ein beispielhaftes Diagramm **600** des Abtriebswellendrehmoments über der Abtriebswellendrehzahl. Die Kurven **610**, **620**, **630**, **640** und **650** entsprechen dem Abtriebswellendrehmoment über der Abtriebswellendrehzahl für den ersten, zweiten, dritten, vierten beziehungsweise fünften Gang. Die Punkte A, B, C und D entsprechen den Schnittstellenpunkten zwischen den Kurven für den ersten und zweiten

Gang, den Kurven für den zweiten und dritten Gang, den Kurven für den dritten und vierten Gang beziehungsweise den Kurven für den vierten und fünften Gang. Allgemein kann das Abtriebswellendrehmoment mit zunehmender Abtriebswellendrehzahl abnehmen. Weiterhin kann eine Reduktion bei dem Abtriebswellendrehmoment mit zunehmender Abtriebswellendrehzahl verringert werden, wenn das Getriebe zu höheren Gängen hochgeschaltet wird. Durch Hochschalten zu höheren Gängen kann dementsprechend eine Reduktion beim Drehmoment gemildert werden, wodurch das Aufrechterhalten der Betriebsfähigkeit und Fahrbarkeit des Fahrzeugs unterstützt wird.

[0046] Weiterhin zeigt Tabelle **660** in **Fig. 6** die Motordrehzahlwerte bei jedem der Schnittstellenpunkte A, B, C und D, was anzeigt, dass die Motordrehzahl durch Hochschalten unter 2300 min^{-1} gehalten werden kann. Beispielsweise kann eine Schwellwertmotordrehzahl **320** 2300 min^{-1} betragen. Beispielsweise reduziert bei A das Hochschalten vom ersten zum zweiten Gang die Motordrehzahl von 2300 auf 1450 min^{-1} , und bei B reduziert das Hochschalten vom zweiten zum dritten Gang die Motordrehzahl von 2300 auf 1400 min^{-1} . Auf diese Weise kann mit dem Hochschalten ein höheres Abtriebswellendrehmoment erzielt werden, während die Motordrehzahl unter einer Schwellwertmotordrehzahl **320** gehalten wird, im Vergleich zum Halten in einem konstanten Gang ohne Hochschalten. Beispielsweise erhöht, wie durch Pfeil **670** angezeigt, das Hochschalten vom vierten Gang zum fünften Gang bei einer Wellendrehzahl von 2000 min^{-1} das Abtriebswellendrehmoment. Weiterhin kann das Hochschalten auf einen höheren Gang die Drehmomentreduktion bei einer höheren Abtriebswellendrehzahl mildern, während eine Anzahl an deaktivierten Zylindern, Motorlast und CHT beibehalten werden. Tabelle **680** veranschaulicht mögliche Fahrzeuggeschwindigkeiten entsprechend Abtriebswellendrehzahlen. Die Fahrzeuggeschwindigkeit kann mit der Abtriebswellendrehzahl linear steigen. Dementsprechend kann das Hochschalten auf einen höheren Gang das Erhöhen der Fahrzeuggeschwindigkeit und das Mildern der Drehmomentreduktion gestatten, während eine Anzahl an deaktivierten Zylindern, Motorlast und CHT beibehalten werden.

[0047] Nunmehr mit Bezugnahme auf **Fig. 11** zeigt sie einen Überblick über eine beispielhafte ausfallsichere Kühlstrategie auf der Basis von Zylinderkopftemperaturen für einen turboaufgeladenen Motor. Das Diagramm **1100** zeigt mehrere entlang einer Temperaturachse **1105** aufgetragene Temperaturen. Die Temperaturachse **1105** gibt relative Temperaturen an und wird möglicherweise nicht maßstabsgetreu gezeigt. Unter einer ersten Schwellwerttemperatur **1110**, CHT_{TH1} , kann der Motor unter normalen Betriebsbedingungen betrieben werden. Wenn bei-

spielsweise die Motortemperatur unter CHT_{TH1} liegt, kann das Kühlsystem normal funktionieren (z.B. nicht verschlechtert) und die ausfallsichere Kühlstrategie wird möglicherweise nicht initiiert.

[0048] Eine CHT_{TH1} übersteigende CHT kann das Einsetzen einer Verschlechterung des Kühlsystems (z.B. Verlust an Kühlmittel) anzeigen. Falls die CHT über CHT_{TH1} ansteigt, kann dementsprechend eine Warnung an den Fahrzeugbediener an einer Fahrzeugbedienerschnittstelle wie etwa einem Nachrichtenzentrum **196** geliefert werden. Bei Empfang der Warnung kann der Bediener die Motorlast durch Verlangsamen oder Stoppen des Fahrzeugs reduzieren, um Motorüberhitzung und/oder Motormetallkomponentenüberhitzung abzuwenden. Weiterhin kann die Warnung den Bediener benachrichtigen und für eine Initiierung einer ausfallsicheren Kühlung vorbereiten.

[0049] Falls die CHT über eine zweite Schwellwerttemperatur **1120**, CHT_{TH2} , ansteigt, kann die ausfallsichere Kühlstrategie einen oder mehrere Zylinder deaktivieren bei gleichzeitiger Begrenzung der Motorlast auf den einen oder die mehreren Zylinder, um eine Motormetallkomponentenüberhitzung zu verhindern bei gleichzeitigem Beibehalten der Fahrbarkeit und Betriebsfähigkeit des Fahrzeugs. Wenn die CHT über CHT_{TH2} liegt, aber unter einer unteren Zieltemperatur **1130**, kann die ausfallsichere Kühlstrategie einen oder mehrere Zylinder deaktivieren bei gleichzeitiger Begrenzung der Motorlast auf einen oder mehrere Zylinder, um die aktuelle CHT beizubehalten. Weiterhin kann die ausfallsichere Kühlstrategie vorübergehende Lastausschläge über die Motorlastgrenzen gestatten, so dass die Fahrbarkeit und Betriebsfähigkeit des Fahrzeugs aufrechterhalten werden können. Falls beispielsweise die ausfallsichere Kühlstrategie aktiv ist, können das Starten eines Fahrzeugs aus dem Stillstand oder eine vorübergehende Beschleunigung des Fahrzeugs, wenn Motorlasten über Motorlastgrenzen ansteigen, für kurze Dauern gestattet werden, wie etwa, wenn ein Startlastzeitgeber (LLT – Launch Load Timer) unter einer Schwellwertzeit liegt, Zeit_{TH} .

[0050] Wenn die CHT über einer unteren Zieltemperatur **1130** liegt, aber unter einer oberen Zieltemperatur **1140**, kann die ausfallsichere Kühlstrategie einen oder mehrere Motorzylinder deaktivieren unter gleichzeitiger Begrenzung der Last auf den einen oder die mehreren Motorzylinder. Weil die CHT über einer unteren Zieltemperatur **1130** liegt, werden vorübergehende Lastausschläge über die Lastgrenzen der ausfallsicheren Kühlstrategie möglicherweise nicht durchgeführt.

[0051] Falls als nächstes die CHT die obere Zieltemperatur **1140** übersteigt, kann die ausfallsichere Kühlstrategie einen oder mehrere Motorzylinder deaktivieren unter gleichzeitiger Begrenzung der Last

auf einen oder mehrere Motorzylinder, um die CHT zu reduzieren. Beispielsweise kann die ausfallsichere Kühlstrategie die Anzahl an deaktivierten Zylindern erhöhen und/oder die Motorlast reduzieren, um die CHT zu reduzieren, während gleichzeitig die Motordrehzahl beibehalten wird. Wenn die CHT über einer oberen Zieltemperatur **1140** liegt, kann das Reduzieren der CHT eine Motorabschaltung mildern, indem die CHT unter einer dritten Schwellwerttemperatur **1150**, CHT_{TH3} , gehalten wird. Über CHT_{TH3} kann der Motor abgeschaltet werden, um eine Motormetallüberhitzung zu vermeiden, beispielsweise eine Überhitzung der Motormetallkomponenten. Somit kann die CHT_{TH3} eine ausfallsichere Arbeitstemperatur sein. Beispielsweise kann die CHT_{TH3} einer Überhitzungsschwellwerttemperatur **330** entsprechen. Dementsprechend kann CHT_{TH3} über der oberen Zieltemperatur **1140**, aber unter einer Motormetallüberhitzungstemperatur **1160** eingestellt werden. Beispielsweise kann die Motormetallüberhitzungstemperatur **1160** einer Motormetallüberhitzungstemperatur entsprechen, und die CHT_{TH3} kann um ein Ausmaß, das einem Arbeitsspielraum entspricht, unter der Motormetallüberhitzungstemperatur **1160** liegen. Falls die Motortemperatur über CHT_{TH3} ansteigt, kann die ausfallsichere Kühlstrategie somit den Motor abschalten, bevor die CHT die Motormetallüberhitzungstemperatur **1160** erreicht, wodurch das Risiko einer Motormetallkomponentenüberhitzung reduziert wird.

[0052] Nunmehr unter Bezugnahme auf die **Fig. 8–Fig. 10** veranschaulichen diese Flussdiagramme für ein beispielhaftes Verfahren zum Durchführen einer ausfallsicheren Kühlstrategie für den Betrieb eines turboaufgeladenen Motors. Das Verfahren **800** beginnt bei **810**, wo die Motorbetriebsbedingungen wie etwa CHT, Drehmoment, Drehzahl, Last, Batterieladezustand (SOC State-of-Charge) usw. bestimmt und/oder gemessen werden. Das Verfahren **800** geht weiter bei **820**, wo bestimmt wird, ob CHT über CHT_{TH3} liegt. Falls CHT über CHT_{TH3} liegt, wird der Motor dann bei **826** abgeschaltet und das Verfahren **800** endet.

[0053] Falls CHT nicht über CHT_{TH3} liegt, geht das Verfahren **800** bei **830** weiter, wo bestimmt wird, ob CHT über CHT_{TH2} liegt. Falls CHT über CHT_{TH2} liegt, wird dann der Steuermodus für eine ausfallsichere Motorkühlungsstrategie (FSC – Fail-Safe Cooling) bei **836** initiiert (siehe **Fig. 9**). Falls die CHT nicht über CHT_{TH2} liegt, geht das Verfahren **800** dann bei **840** weiter, wo bestimmt wird, ob CHT über CHT_{TH1} liegt. Falls CHT über CHT_{TH1} liegt, dann kann ein Warnindikator bei **846** dem Bediener geliefert werden, der eine CHT anzeigt, die höher als normal ist. Wie oben beschrieben, kann der Warnindikator über ein Nachrichtenzentrum **196** an den Bediener geliefert werden, und der Bediener kann Fahrzeuglasten durch Verlangsamen oder Anhalten des Fahrzeugs verstellen oder reduzieren, um eine Motorüberhitzung zu mil-

dern. Weiterhin kann der Warnindikator dazu dienen, den Bediener auf das möglicherweise bevorstehende Einsetzen des Steuermodus der ausfallsicheren Kühlstrategie des Motorbetriebs hinzuweisen. Nach **836** und **846** oder falls CHT bei **840** nicht über CHT_{TH1} liegt, endet das Verfahren **800**.

[0054] Unter Bezugnahme auf **Fig. 9** veranschaulicht sie ein Verfahren **900** zum Ausführen des FSC-Steuermodus eines turboaufgeladenen Motors. Das Verfahren **900** wird von **836** des Verfahrens **800** initiiert und beginnt bei **910**, wo Nachschlagetabellen durch den Controller **12** für FSC-Arbeitsbereiche für Zylinderdeaktivierung und Lastgrenzen auf der Basis von Motordrehzahl und CHT-Grenzen referenziert werden. Die Nachschlagetabellen für diese Arbeitsbereiche können gemäß Verfahren **700** und wie oben unter Bezugnahme auf **Fig. 3–Fig. 7** erläutert vorherbestimmt werden. Beispielsweise kann, wie in **910** dargestellt, ein FSC-Steuermodus eine Lastgrenze, Anzahl an deaktivierten Zylindern und FSC-Hochschalt-Drehzahl gemäß Nachschlagetabellen für CHT über Motordrehzahl **912** und **914** und Gangwahlen **916** bestimmen.

[0055] Für eine bestimmte Motordrehzahl und CHT können die Nachschlagetabellen **912** und **914** Motorlasten und Anzahlen an deaktivierten Zylindern liefern, unter denen ein Motor arbeiten kann unter gleichzeitigem Halten der CHT unter einer dritten Schwellwerttemperatur. Zudem können Nachschlagetabellen **912** und **914** verwendet werden, um eine Schwellwertmotordrehzahl **320** zu bestimmen. Es kann mehrere Motorlasten und Anzahlen an deaktivierten Zylindern entsprechend einer Motordrehzahl und CHT geben, bei denen ein Motor arbeiten kann, während die CHT unter einer dritten Schwellwerttemperatur gehalten wird. Bei einem Beispiel kann unter den mehreren Motorlasten und Anzahlen an deaktivierten Zylindern entsprechend einer Motordrehzahl und CHT, bei denen ein Motor arbeiten kann, während die CHT unter einer dritten Schwellwerttemperatur gehalten wird, die FSC-Strategie die Motorlast und Anzahl an deaktivierten Zylindern auf der Basis Erhöhen des Drehmoments, Reduzieren der Last und Reduzieren der Anzahl an deaktivierten Zylindern bestimmen.

[0056] Falls bei **904** bestimmt wird, dass die Motordrehzahl über einer Schwellwertmotordrehzahl (RPM_{TH}) liegt, reduziert das Verfahren **900** dann bei **908** die Motordrehzahl unter RPM_{TH} . RPM_{TH} kann einer Schwellwertmotordrehzahl **320** entsprechen, über der das Deaktivieren von Zylindern unter gleichzeitiger Begrenzung der Last die Motortemperatur möglicherweise nicht ausreichend unter einer CHT_{TH3} hält. Mit anderen Worten kann die CHT über RPM_{TH} selbst dann über CHT_{TH3} ansteigen, wenn ein oder mehrere Motorzylinder bei gleichzeitiger Begrenzung der Motorlast deaktiviert wer-

den. Nach dem Reduzieren der Motordrehzahl unter RPM_{TH} kehrt das Verfahren **900** bei **836** zu Verfahren **800** zurück.

[0057] Das Verfahren **900** geht bei **920** weiter, wo bestimmt wird, ob CHT über einer oberen Zieltemperatur **1140**, CHT_{UT} , liegt. Falls CHT über CHT_{UT} liegt, geht das Verfahren **900** dann weiter zu **930**, wo ein FSC-Steuermodus den turboaufgeladenen Motor dahingehend betreibt, die CHT zu reduzieren, um das Risiko einer Motorüberhitzung zu mildern. Beispielsweise kann durch Deaktivieren eines oder mehrerer Zylinder unter gleichzeitiger Begrenzung der Last zu dem einen oder den mehreren Zylindern gemäß den Nachschlagetabellen in **912**, **914** und **916** ein FSC-Steuermodus die CHT reduzieren und kann die Fahrbarkeit und Betriebsfähigkeit des Fahrzeugs dadurch aufrechterhalten, dass das Risiko, dass die CHT über CHT_{TH3} ansteigt, was zu einem Motorabschalten führt, und über eine Motormetallüberhitzungstemperatur **1160** ansteigt, was zu einer Motormetallkomponentenüberhitzung führt, reduziert wird. Als ein Beispiel kann CHT_{UT} durch einen Arbeitsspielraum unter CHT_{TH3} eingestellt werden. Falls CHT über CHT_{UT} ansteigt, kann der FSC-Steuermodus dementsprechend die Anzahl an deaktivierten Zylindern erhöhen und die Motorlastgrenzen intensivieren, um die CHT zu reduzieren und ein Motorabschalten zu vermeiden.

[0058] Falls CHT nicht über CHT_{UT} liegt, geht das Verfahren **900** weiter zu **940**, wo bestimmt wird, ob CHT größer als CHT_{LT} ist. Falls CHT größer als CHT_{LT} ist, geht das Verfahren **900** dann weiter zu **940**, wo ein FSC-Steuermodus den Motor betreibt, um die CHT aufrechtzuerhalten, um das Risiko eines Motorüberhitzens zu mildern, während die Fahrbarkeit und Betriebsfähigkeit des Fahrzeugs aufrechterhalten werden. Durch Deaktivieren eines oder mehrerer Zylinder bei gleichzeitiger Begrenzung der Last auf den einen oder die mehreren Zylinder gemäß den Nachschlagetabellen in **912**, **914** und **916** kann der FSC-Steuermodus die CHT so aufrechterhalten, dass die Fahrbarkeit und die Betriebsfähigkeit des Fahrzeugs beibehalten werden können.

[0059] Falls CHT nicht größer als CHT_{LT} ist, geht das Verfahren **900** dann weiter zu **960**, wo der FSC-Steuermodus den turboaufgeladenen Motor dahingehend betreibt, die CHT aufrechtzuerhalten, um das Risiko der Motorüberhitzung zu mildern, während gleichzeitig die Fahrbarkeit und Betriebsfähigkeit des Fahrzeugs aufrechterhalten werden. Außerdem betätigt der FSC-Steuermodus den Motor, um vorübergehende Lastausschläge über die Motorlastgrenzen zu gestatten (siehe **Fig. 10**). Nach **930**, **950** oder **960** kehrt das Verfahren **900** zu Verfahren **800** bei **836** zurück.

[0060] Nunmehr unter Bezugnahme auf **Fig. 10** veranschaulicht sie ein Flussdiagramm für ein Verfahren

1000 zum Betreiben eines turboaufgeladenen Motors über FSC-Lastgrenzen während des FSC-Steuermodus, wenn eine FSC-Strategie zum Reduzieren des Risikos der Motorüberhitzung ausgeführt wird. Das Verfahren **1000** wird ausgeführt, wenn CHT größer als CHT_{TH1} ist, aber kleiner als CHT_{LT} . Das Verfahren **1000** beginnt bei **1010**, wo bestimmt wird, ob eine Startlast angefordert wird. Eine Startlastanforderung kann jede Anforderung durch den Fahrzeugbediener oder Motorcontroller umfassen, den Motor während des FSC-Steuermodus über FSC-Lastgrenzen zu betreiben. Beispielsweise kann während des FSC-Steuermodus eine Startlast angefordert werden, wenn ein Fahrzeug aus einer angehaltenen Position an einer Ampel oder beim Abbiegen an einer Kreuzung gestartet werden kann. Als ein weiteres Beispiel kann eine Startlastanforderung das Anfordern von einem die FSC-Lastgrenzen übersteigenden Motorbetrieb beim Beschleunigen zum Überholen eines anderen Fahrzeugs oder beim Hochfahren einer kurzen Steigung umfassen. Eine Startlastanforderung kann beispielsweise initiiert werden, wenn ein Fahrzeugbediener das Fahrpedal **130** beim Beschleunigen eines Fahrzeugs aus dem Stillstand drückt.

[0061] Falls eine Startlast angefordert wird, geht das Verfahren **1000** bei **1040** weiter, wo bestimmt wird, ob ein Startlastzeitgeber (LLT – Launch Load Timer) größer als eine Schwellwertzeit, Zeit_{TH} ist. Als ein Beispiel kann der LLT ein Maß einer verstellten kumulativen Zeit anzeigen, während der ein Motor im FSC-Steuermodus über FSC-Lastgrenzen betrieben wird. Weiterhin kann der LLT auf der Basis von Fahrzeugbetriebsbedingungen verstellt werden (siehe **1020** und **1030**, unten erörtert). Die Schwellwertzeit kann so eingestellt werden, dass ein längerer oder konsekutiver Startlastbetrieb des Motors über FSC-Lastgrenzen gemildert wird, um das Risiko des Motorüberhitzens unter gleichzeitiger Beibehaltung der Fahrbarkeit und Betriebsfähigkeit des Fahrzeugs zu reduzieren.

[0062] Falls LLT größer als Zeit_{TH} ist, führt das Verfahren **1040** die Startlast nicht aus und kehrt zu Verfahren **900** bei **960** zurück. Falls LLT kleiner als Zeit_{TH} ist, geht das Verfahren **1000** dann weiter bei **1050**, wo die Startlastanforderung ausgeführt wird. Als ein Beispiel kann der Controller **12** eine Nachschlagetabelle **1056** speichern, die Werte für Startlastgrenzen für den LLT und die Fahrzeuggeschwindigkeit (VSPD – Vehicle Speed) spezifiziert. Werte der Nachschlagetabelle **1056** können für den turboaufgeladenen Motor auf eine Weise wie oben für die Nachschlagetabellen **912**, **914** und **916** unter Bezugnahme auf die **Fig. 3–Fig. 7** erörtert, gemessen und vorbestimmt werden. Beispielsweise kann die Startlastgrenze bei niedrigeren Werten von LLT und VSPD im Vergleich dazu höher sein, wenn die LLT- und VSPD-Werte höher sind, um das Risiko der Motorüberhitzung unter gleichzeitiger Beibehaltung der Fahrbarkeit und Be-

triebsfähigkeit des Fahrzeugs zu mildern. Falls als ein weiteres Beispiel LLT kleiner als die, aber fast gleich der Zeit_{TH} ist, kann die Startlastgrenze geringfügig größer als die durch den FSC-Steuermodus spezifizierte Lastgrenze sein (z.B. Lastgrenzen von **912**, **914**, **916** und Verfahren **900**).

[0063] Nach dem Initiieren der Startlast in **1050** geht das Verfahren **1000** bei **1060** weiter, wo der LLT inkrementiert wird. Weiterhin kann, während der LLT inkrementiert wird, das Verfahren **1000** die Startlastgrenze bei gleichzeitiger Ausführung der Startlast reduzieren, um das Risiko der Motorüberhitzung unter gleichzeitiger Aufrechterhaltung der Fahrbarkeit und Betriebsfähigkeit des Fahrzeugs zu mildern. Nach **1060** kehrt das Verfahren **1000** zu Verfahren **900** bei **960** zurück.

[0064] Falls unter Rückkehr zu **1010** keine Startlast angefordert wird, geht das Verfahren **1000** bei **1020** weiter, wo bestimmt wird, ob VSPD unter einer Schwellwertfahrzeuggeschwindigkeit VSPD_{TH} liegt. Falls VSPD nicht unter VSPD_{TH} liegt, geht das Verfahren **1000** weiter bei **1030**, wo bestimmt wird, ob sich der Motor im Leerlauf befindet. Falls entweder bei **1020** VSPD kleiner als VSPD_{TH} ist oder bei **1030** sich der Motor im Leerlauf befindet, geht das Verfahren **1000** bei **1040** weiter, wo der LLT dekrementiert wird, da sich die Lasten möglicherweise unter den FSC-Lastgrenzen befinden. Falls der Motor sich bei **1030** nicht im Leerlauf befindet, kehrt das Verfahren **1000** zu Verfahren **900** bei **960** zurück.

[0065] Auf diese Weise kann ein Verfahren Folgendes umfassen: Begrenzen der Motordrehzahl unter eine Schwellwertmotordrehzahl und Deaktivieren eines oder mehrerer Motorzylinder unter gleichzeitiger Begrenzung der Motorlast als Reaktion auf einen Kühlmittelverlust in einem turboaufgeladenen Motor. Das Verfahren kann weiterhin Folgendes umfassen: Begrenzen der Motordrehzahl unter eine Schwellwertmotordrehzahl und Deaktivieren eines oder mehrerer Motorzylinder unter gleichzeitiger Begrenzung der Motorlast als Reaktion darauf, dass eine Motorzylindertemperatur des einen oder der mehreren Motorzylinder eine zweite Schwellwerttemperatur übersteigt. Das Begrenzen der Motordrehzahl unter die Schwellwertmotordrehzahl kann das Begrenzen der Motordrehzahl unter die Schwellwertmotordrehzahl umfassen, über der die Motorzylindertemperatur eine dritte Schwellwerttemperatur übersteigt, wobei die dritte Schwellwerttemperatur größer ist als die zweite Schwellwerttemperatur. Das Einstellen einer Anzahl an deaktivierten Motorzylindern und das Begrenzen der Motorlast kann auf dem Erhöhen des verfügbaren Drehmoments bei gleichzeitigem Halten der Motorzylindertemperatur unter der dritten Schwellwerttemperatur und bei gleichzeitigem Halten der Motordrehzahl basieren. Das Einstellen der Anzahl an deaktivierten Motorzylindern und das Begrenzen der Mo-

torlast kann weiterhin auf dem Reduzieren der Last bei gleichzeitigem Halten der Motorzylindertemperatur unter der dritten Schwellwerttemperatur und bei gleichzeitigem Halten der Motordrehzahl basieren. Noch weiter kann das Einstellen der Anzahl an deaktivierten Motorzylindern und das Begrenzen der Motorlast auf dem Reduzieren der Anzahl an deaktivierten Zylindern bei gleichzeitigem Halten der Motorzylindertemperatur unter der dritten Schwellwerttemperatur und gleichzeitigem Halten der Motordrehzahl basieren.

[0066] Das Verfahren kann weiterhin das Hochschalten in einen höheren Gang und Erhöhen der Fahrzeuggeschwindigkeit bei gleichzeitigem Halten der Motorzylindertemperatur unter der dritten Schwellwerttemperatur und bei gleichzeitigem Reduzieren der Motordrehzahl umfassen. Das Deaktivieren des einen oder der mehreren Motorzylinder bei gleichzeitigem Begrenzen der Motorlast kann das Deaktivieren einer größeren Anzahl an Motorzylindern und/oder Intensivieren der Lastbegrenzung bei zunehmender Motordrehzahl umfassen und kann weiterhin das Deaktivieren einer größeren Anzahl an Motorzylindern und/oder das Intensivieren der Lastbegrenzung bei zunehmender Motorzylindertemperatur umfassen. Weiterhin kann das Deaktivieren des einen oder der mehreren Motorzylinder bei gleichzeitigem Begrenzen der Motorlast das verteilte Deaktivieren des einen oder der mehreren Motorzylinder umfassen. Das Begrenzen der Motorlast kann das Vergrößern einer Öffnung eines Wastegateventils, das Verkleinern einer Einlassluftdrossel und/oder das Vergrößern eines Einlassluftstroms durch eine Einlassverdichter-Bypasspassage umfassen.

[0067] Das Verfahren kann weiterhin Folgendes umfassen: Halten der Motorzylindertemperatur durch Deaktivieren des einen oder der mehreren Motorzylinder bei gleichzeitigem Begrenzen der Motorlast während einer ersten Bedingung, wenn die Motorzylindertemperatur unter einer oberen Zieltemperatur und über einer unteren Zieltemperatur liegt, wobei die obere Zieltemperatur kleiner ist als die dritte Schwellwerttemperatur und wobei die untere Zieltemperatur größer ist als die zweite Schwellwerttemperatur. Noch weiter kann das Verfahren Folgendes umfassen: Reduzieren der Motorzylindertemperatur während einer zweiten Bedingung, wenn die Motorzylindertemperatur über der oberen Zieltemperatur liegt, durch Deaktivieren des einen oder der mehreren aktiven Motorzylinder bei gleichzeitigem Begrenzen der Last. Während einer dritten Bedingung, wenn die Motorzylindertemperatur unter der unteren Zieltemperatur liegt und wenn eine Startlastzeit unter einer Schwellwertzeit liegt, kann das Deaktivieren des einen oder der mehreren Motorzylinder bei gleichzeitigem Begrenzen der Last das vorübergehende Erhöhen der Motorlast über eine Lastgrenze umfassen. Noch weiter kann das Verfahren das Inkrementieren

der Startlastzeit, wenn die Last über die Lastgrenze erhöht wird, und das Dekrementieren der Startlastzeit, wenn sich der turboaufgeladene Motor im Leerlauf befindet oder wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit über einer Schwellwertgeschwindigkeit liegt, umfassen.

[0068] Als ein weiteres Beispiel kann ein Verfahren für einen turboaufgeladenen Motor Folgendes umfassen: während einer Bedingung, wenn eine Motorzylindertemperatur über einer zweiten Schwellwerttemperatur liegt, Deaktivieren einer Anzahl an Motorzylindern und Begrenzen der Motorlast, wobei die Anzahl an deaktivierten Motorzylindern und eine Motorlastgrenze auf der Basis eines zunehmenden verfügbaren Drehmoments bei gleichzeitigem Halten einer Motordrehzahl unter einer Schwellwertmotordrehzahl und Halten der Motorzylindertemperatur unter einer dritten Schwellwerttemperatur ausgewählt ist. Die dritte Schwellwerttemperatur kann größer als die zweite Schwellwerttemperatur sein, und das Verfahren kann weiterhin das Deaktivieren einer größeren Anzahl an Motorzylindern und/oder das Intensivieren einer Motorlastbegrenzung bei steigender Motordrehzahl und bei steigender Motorzylindertemperatur umfassen.

[0069] Als ein weiteres Beispiel kann ein Verfahren für einen turboaufgeladenen Motor Folgendes umfassen: Deaktivieren verschiedener Anzahlen an Motorzylindern unter verschiedenen Bedingungen und Begrenzen der Motorlast bei gleichzeitigem Halten einer Motorzylindertemperatur unter einer Schwellwerttemperatur und Halten einer Motordrehzahl unter einer Schwellwertmotordrehzahl. Das Verfahren kann weiterhin das Hochschalten in einen höheren Gang und Erhöhen der Fahrzeuggeschwindigkeit bei gleichzeitigem Erhöhen des verfügbaren Motordrehmoments umfassen. Weiterhin kann das Verfahren das Deaktivieren verschiedener Anzahlen an Motorzylindern und Begrenzen der Motorlast als Reaktion auf eine Verschlechterung einer Motorkomponente umfassen, um die Motorüberhitzung zu reduzieren.

[0070] Nunmehr unter Bezugnahme auf **Fig. 12** veranschaulicht sie eine mögliche Zeitlinie **1200** eines unter einer FSC-Strategie arbeitenden Fahrzeugs, nachdem eine Verschlechterung des Kühlsystems detektiert ist. Die Zeitlinie **1200** ist ungefähr maßstabsgetreu und zeigt Trends der prozentualen Pedalbetätigung **1206**, Motorlast **1210**, Zylinderabschaltung **1220**, Drehzahl **1230**, CHT **1250**, VSPD **1280** und LLT **1296**. Außerdem sind RPM_{TH} **1236**, CHT_{LT} **1240**, CHT_{TH2} **1260** und CHT_{TH1} **1270** auf der CHT-Trendlinie dargestellt, und $Zeit_{TH}$ ist auf der LLT-Trendlinie dargestellt. Die Zylinderabschaltung **1220** zeigt die Anzahl an deaktivierten Zylindern an.

[0071] Vor t_1 drückt ein Bediener das Fahrpedal **130**, und ein Fahrzeug mit einem verschlechterten

Kühlsystem (z.B. Verlust an Kühlmittel) wird von einer angehaltenen Position gestartet. Dementsprechend nimmt die prozentuale Pedalbetätigung von 0 auf 100% zu und die Fahrzeuggeschwindigkeit steigt von 0 auf etwa 50 mph. Zum Zeitpunkt t_0 vor t_1 steigt die CHT über CHT_{TH1} aufgrund des verschlechterten Kühlsystems und des Startereignisses. Ebenfalls vor t_1 beträgt die Zylinderabschaltung 0, weil $CHT < CHT_{TH2}$, die Motordrehzahl nimmt schnell von 0 auf über 2000 zu und die Last steigt stetig von 0 auf etwa 40%.

[0072] Bei t_1 steigt die CHT aufgrund des verschlechterten Kühlsystems weiter an, wobei sie CHT_{TH2} übersteigt und den FSC-Steuermodus aktiviert. Dementsprechend nimmt bei t_1 die Zylinderabschaltung zu und die Last stabilisiert, während der FSC-Steuermodus einen oder mehrere Zylinder deaktiviert und die Last zu dem einen oder den mehreren aktiven Zylindern begrenzt, um das Risiko einer Motorüberhitzung zu reduzieren. Außerdem reduziert der FSC-Steuermodus die Motordrehzahl (z.B. unter eine Schwellwertmotordrehzahl RPM_{TH} **1236**). Nach t_1 beginnt die CHT allmählich abzuflachen und erreicht zwischen CHT_{TH1} und CHT_{TH2} einen ungefähr konstanten Wert. Weiterhin wird die VSPD aufgrund der Reduktionen bei Last und Motordrehzahl auf etwa 30 mph reduziert. Dementsprechend wird nach t_1 während des Fahrzeugbetriebs die CHT unter einer nicht gezeigten dritten Schwellwerttemperatur gehalten und die Motordrehzahl wird unter einer Schwellwertmotordrehzahl RPM_{TH} **1236** gehalten bei gleichzeitigem Beibehalten der Fahrbarkeit und Betriebsfähigkeit des Fahrzeugs.

[0073] Etwas nach t_1 wird das Fahrzeug bei t_2 angehalten, beispielsweise an einer Ampel oder an einer Kreuzung. Während das Fahrzeug nach t_2 und vor t_3 angehalten wird, fällt die prozentuale Pedalbetätigung auf 0%, die Zylinderabschaltung fällt auf 0, die Motordrehzahl nimmt unter 1000 min^{-1} ab und die VSPD sinkt auf 0 mph. Bei t_3 erfolgt eine Startanforderung beispielsweise dadurch, dass der Bediener das Fahrpedal **130** drückt, was dadurch angezeigt wird, dass die prozentuale Pedalbetätigung auf 100% steigt. Da $CHT < CHT_{LT}$ und $LLT < Zeit_{TH}$ wird die Startlast ausgeführt und LLT wird inkrementiert. Dementsprechend wird gestattet, dass die Motorlast für eine kurze Dauer bei t_3 über die FSC-Motorlastgrenze ansteigt, während das Fahrzeug von einer angehaltenen Position gestartet wird.

[0074] Nach t_3 wird die Motorlast unter die FSC-Motorlastgrenze reduziert und das Fahrzeug arbeitet weiter im FSC-Steuermodus. Zusätzliche Fahrzeugstopps bei t_4 und t_7 und nachfolgende Startlasten bei t_5 und t_8 werden durchgeführt. Dementsprechend wird LLT **1296** bei t_5 und t_8 inkrementiert. Von t_3 bis t_8 und jenseits von t_8 hält der FSC-Steuermodus die CHT zwischen CHT_{TH2} und CHT_{LT} , wodurch das Ri-

siko der Motorüberhitzung reduziert wird, indem ein oder mehrere Zylinder deaktiviert werden und indem die Last zu dem einen oder den mehreren Zylindern begrenzt wird.

[0075] Wie der Durchschnittsfachmann versteht, kann das in den **Fig. 7–Fig. 10** beschriebene Verfahren eine oder mehrere einer beliebigen Anzahl von Verarbeitungsstrategien wie etwa ereignisgetrieben, interruptgetrieben, Multitasking, Multithreading und dergleichen darstellen. Als solches können verschiedene dargestellte Schritte oder Funktionen in der dargestellten Sequenz oder parallel ausgeführt werden oder in einigen Fällen entfallen. Gleichmaßen ist die Reihenfolge der Verarbeitung nicht notwendigerweise erforderlich, um die hierin beschriebenen Aufgaben, Merkmale und Vorteile zu erreichen, wird aber vorgelegt, um die Darstellung und Beschreibung zu erleichtern. Wenngleich nicht explizit dargestellt, erkennt der Durchschnittsfachmann, dass einer oder mehrere der dargestellten Schritte oder Funktionen je nach der verwendeten jeweiligen Strategie wiederholt ausgeführt werden können.

[0076] Dies beendet die Beschreibung. Ihre Lektüre durch den Fachmann würde viele Abänderungen und Modifikationen in den Sinn bringen, ohne von dem Gedanken und Schutzbereich der Beschreibung abzuweichen. Beispielsweise könnten Einzylinder-, I2-, I3-, I4-, I5-, V6-, V8-, V10-, V12- und V16-Motoren, die turboaufgeladen sind oder eine hohe spezifische Leistungsabgabe aufweisen und mit Erdgas, Benzin, Diesel oder alternativen Kraftstoffkonfigurationen arbeiten, die vorliegende Beschreibung vorteilhaft verwenden. Zudem kann die vorliegende Beschreibung auch auf nicht-turboaufgeladene Motoren oder Motoren ohne hohe spezifische Leistungsabgabe angewendet werden, um die Motorüberhitzung zu reduzieren.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- US 7204235 [0002]

Patentansprüche

1. Verfahren, das Folgendes umfasst:
Begrenzen der Motordrehzahl unter eine Schwellwertmotordrehzahl und Deaktivieren eines oder mehrerer Motorzylinder unter gleichzeitiger Begrenzung der Motorlast als Reaktion auf einen Kühlmittelverlust in einem turboaufgeladenen Motor.
2. Verfahren nach Anspruch 1, weiterhin umfassend das Begrenzen der Motordrehzahl unter eine Schwellwertmotordrehzahl und Deaktivieren eines oder mehrerer Motorzylinder unter gleichzeitiger Begrenzung der Motorlast als Reaktion darauf, dass eine Motorzylindertemperatur des einen oder der mehreren Motorzylinder eine zweite Schwellwerttemperatur übersteigt.
3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei das Begrenzen der Motordrehzahl unter die Schwellwertmotordrehzahl das Begrenzen der Motordrehzahl unter die Schwellwertmotordrehzahl umfasst, über der die Motorzylindertemperatur eine dritte Schwellwerttemperatur übersteigt, wobei die dritte Schwellwerttemperatur größer ist als die zweite Schwellwerttemperatur.
4. Verfahren nach Anspruch 3, wobei das Einstellen einer Anzahl an deaktivierten Motorzylindern und das Begrenzen der Motorlast auf dem Erhöhen des verfügbaren Drehmoments bei gleichzeitigem Halten der Motorzylindertemperatur unter der dritten Schwellwerttemperatur und bei gleichzeitigem Halten der Motordrehzahl basiert.
5. Verfahren nach Anspruch 4, wobei das Einstellen der Anzahl an deaktivierten Motorzylindern und das Begrenzen der Motorlast weiter auf dem Reduzieren der Last bei gleichzeitigem Halten der Motorzylindertemperatur unter der dritten Schwellwerttemperatur und bei gleichzeitigem Halten der Motordrehzahl basiert.
6. Verfahren nach Anspruch 5, wobei das Einstellen der Anzahl an deaktivierten Motorzylindern und das Begrenzen der Motorlast weiter auf dem Reduzieren der Anzahl an deaktivierten Zylindern bei gleichzeitigem Halten der Motorzylindertemperatur unter der dritten Schwellwerttemperatur und bei gleichzeitigem Halten der Motordrehzahl basiert.
7. Verfahren nach Anspruch 6, weiterhin umfassend das Hochschalten in einen höheren Gang und Erhöhen der Fahrzeuggeschwindigkeit bei gleichzeitigem Halten der Motorzylindertemperatur unter der dritten Schwellwerttemperatur und bei gleichzeitigem Reduzieren der Motordrehzahl.
8. Verfahren nach Anspruch 3, wobei das Deaktivieren des einen oder der mehreren Motorzylinder bei gleichzeitigem Begrenzen der Motorlast das Aktivieren einer größeren Anzahl an Motorzylindern und/oder das Intensivieren der Lastbegrenzung bei zunehmender Motordrehzahl umfasst.
9. Verfahren nach Anspruch 3, wobei das Deaktivieren des einen oder der mehreren Motorzylinder bei gleichzeitigem Begrenzen der Motorlast das Deaktivieren einer größeren Anzahl an Motorzylindern und/oder das Intensivieren der Lastbegrenzung bei zunehmenden Motorzylindertemperaturen umfasst.
10. Verfahren nach Anspruch 6, wobei das Begrenzen der Motorlast das Vergrößern einer Öffnung eines Wastegateventils, das Verkleinern einer Einlassluftdrossel und/oder das Vergrößern des Einlassluftstroms durch eine Einlassverdichter-Bypasspassage umfasst.
11. Verfahren nach Anspruch 9, wobei das Deaktivieren des einen oder der mehreren Motorzylinder bei gleichzeitigem Begrenzen der Motorlast das verteilte Deaktivieren des einen oder der mehreren Motorzylinder umfasst.
12. Verfahren nach Anspruch 9, weiterhin umfassend das Halten der Motorzylindertemperatur durch Deaktivieren des einen oder der mehreren Motorzylinder bei gleichzeitigem Begrenzen der Motorlast während einer ersten Bedingung, wenn die Motorzylindertemperatur unter einer oberen Zieltemperatur und über einer unteren Zieltemperatur liegt, wobei die obere Zieltemperatur kleiner ist als die dritte Schwellwerttemperatur und wobei die untere Zieltemperatur größer ist als die zweite Schwellwerttemperatur.
13. Verfahren nach Anspruch 12, das weiterhin Folgendes umfasst: Reduzieren der Motorzylindertemperatur während einer zweiten Bedingung, wenn die Motorzylindertemperatur über der oberen Zieltemperatur liegt, durch Deaktivieren des einen oder der mehreren aktiven Motorzylinder bei gleichzeitigem Begrenzen der Last.
14. Verfahren nach Anspruch 13, weiterhin umfassend, während einer dritten Bedingung, wenn die Motorzylindertemperatur unter der unteren Zieltemperatur liegt und wenn eine Startlastzeit unter einer Schwellwertzeit liegt, umfasst das Deaktivieren des einen oder der mehreren Motorzylinder bei gleichzeitigem Begrenzen der Last das vorübergehende Erhöhen der Motorlast über eine Lastgrenze.
15. Verfahren nach Anspruch 14, weiterhin umfassend das Inkrementieren der Startlastzeit, wenn die Last über die Lastgrenze erhöht wird und Dekrementieren der Startlastzeit, wenn sich der turboaufgeladene Motor im Leerlauf befindet oder wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit über einer Schwellwertgeschwindigkeit liegt.

16. Verfahren für einen turboaufgeladenen Motor, das Folgendes umfasst:
während einer Bedingung, wenn eine Motorzylinder-temperatur über einer zweiten Schwellwerttemperatur liegt, Deaktivieren einer Anzahl an Motorzylindern und Begrenzen der Motorlast, wobei die Anzahl an deaktivierten Motorzylindern und eine Motorlastgrenze auf der Basis eines zunehmenden verfügbaren Drehmoments bei gleichzeitigem Halten einer Motordrehzahl unter einer Schwellwertmotordrehzahl und Halten der Motorzylindertemperatur unter einer dritten Schwellwerttemperatur ausgewählt ist.

17. Verfahren nach Anspruch 16, wobei die dritte Schwellwerttemperatur größer ist als die zweite Schwellwerttemperatur, wobei das Verfahren weiterhin das Deaktivieren einer größeren Anzahl an Motorzylindern und/oder das Intensivieren einer Motorlastbegrenzung bei steigender Motordrehzahl und bei steigender Motorzylindertemperatur umfasst.

18. Verfahren für einen turboaufgeladenen Motor, das Folgendes umfasst:
Deaktivieren verschiedener Anzahlen an Motorzylindern unter verschiedenen Bedingungen und Begrenzen der Motorlast bei gleichzeitigem:
Halten einer Motorzylindertemperatur unter einer Schwellwerttemperatur und Halten einer Motordrehzahl unter einer Schwellwertmotordrehzahl.

19. Verfahren nach Anspruch 18, weiterhin umfassend das Hochschalten in einen höheren Gang und Erhöhen der Fahrzeuggeschwindigkeit bei gleichzeitigem Erhöhen des verfügbaren Motordrehmoments.

20. Verfahren nach Anspruch 19, weiterhin umfassend das Deaktivieren verschiedener Anzahlen an Motorzylindern und Begrenzen der Motorlast als Reaktion auf eine Verschlechterung einer Motorkomponente, um die Motorüberhitzung zu reduzieren.

Es folgen 12 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

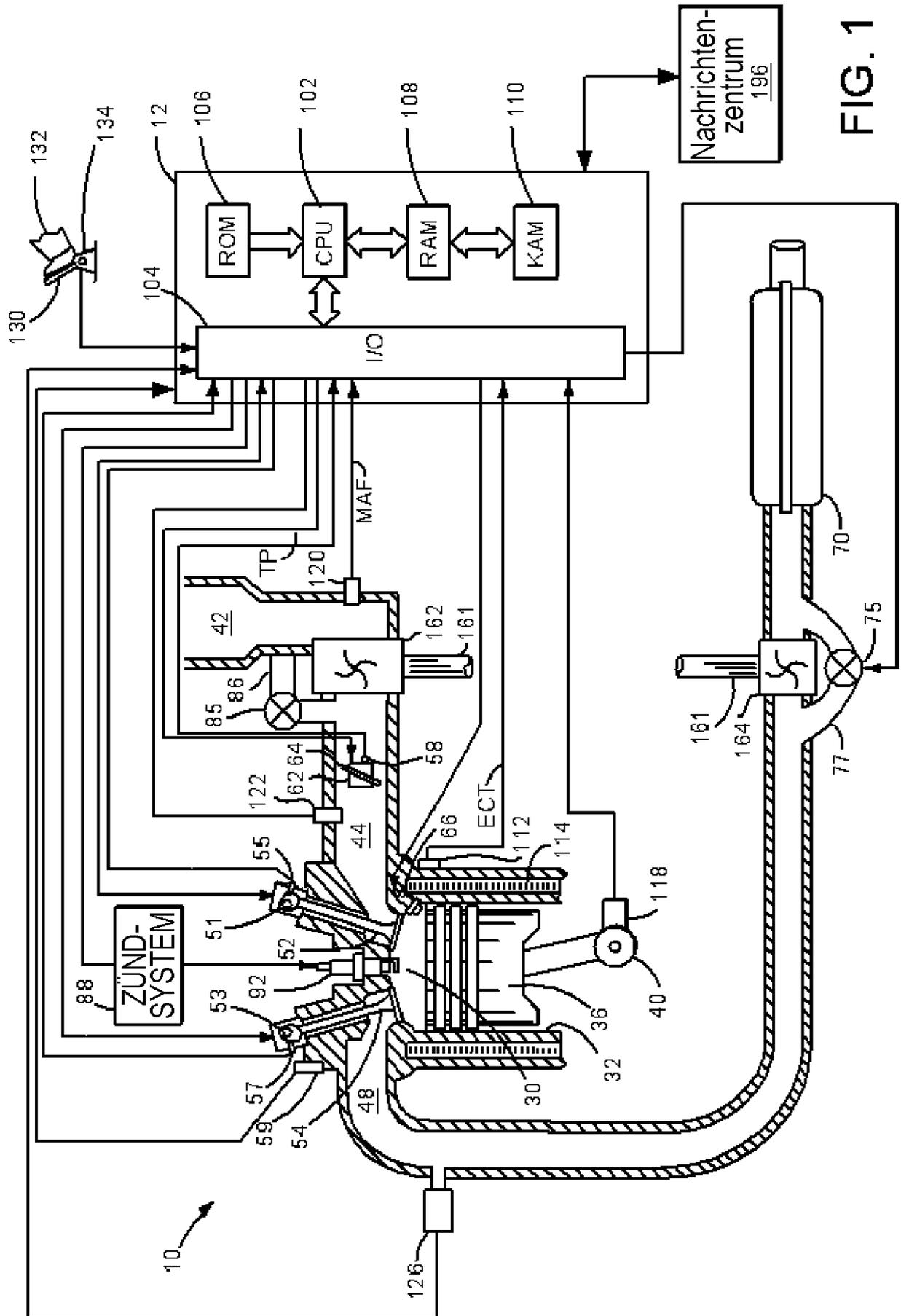
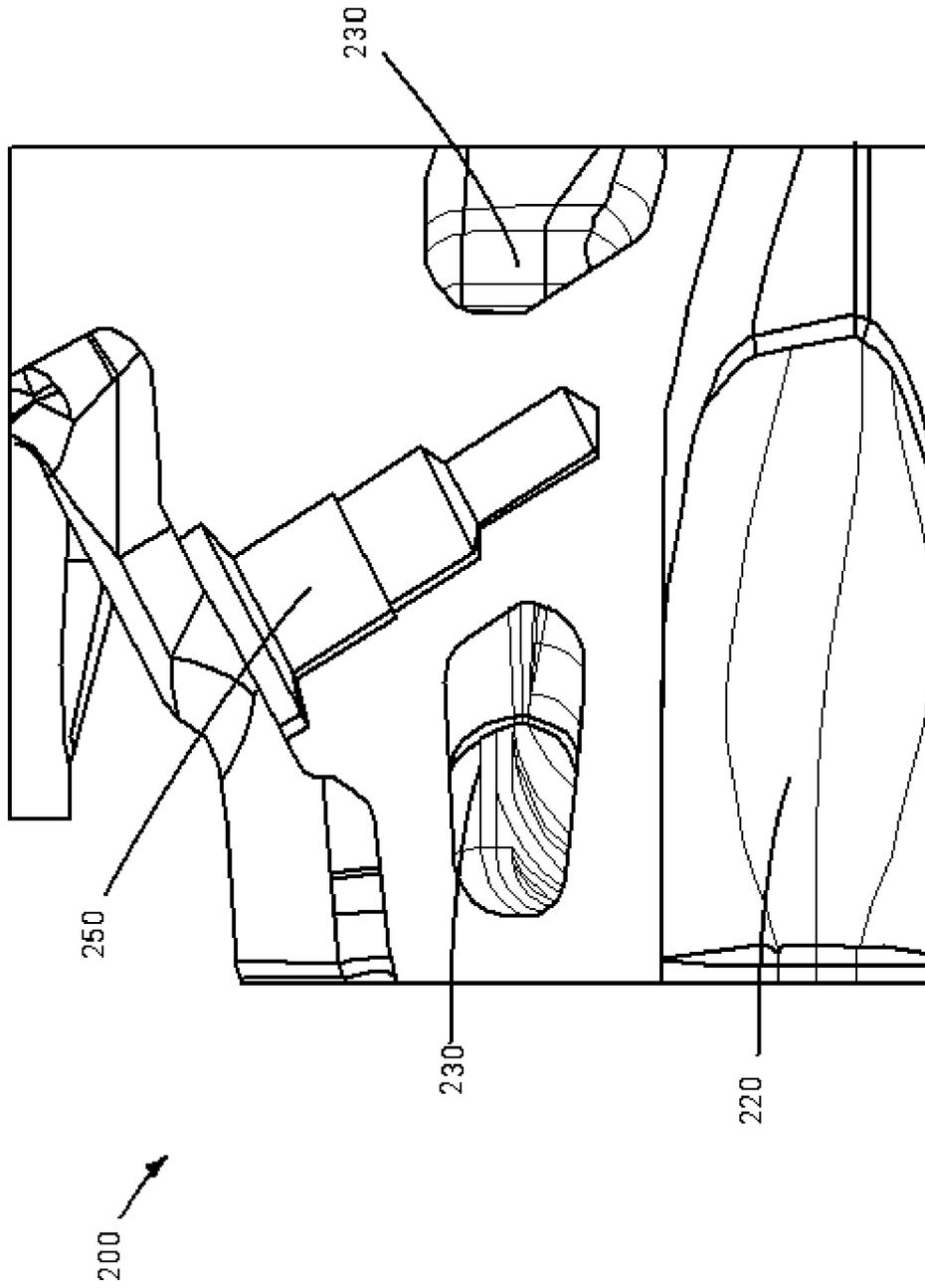


FIG. 1

FIG. 2



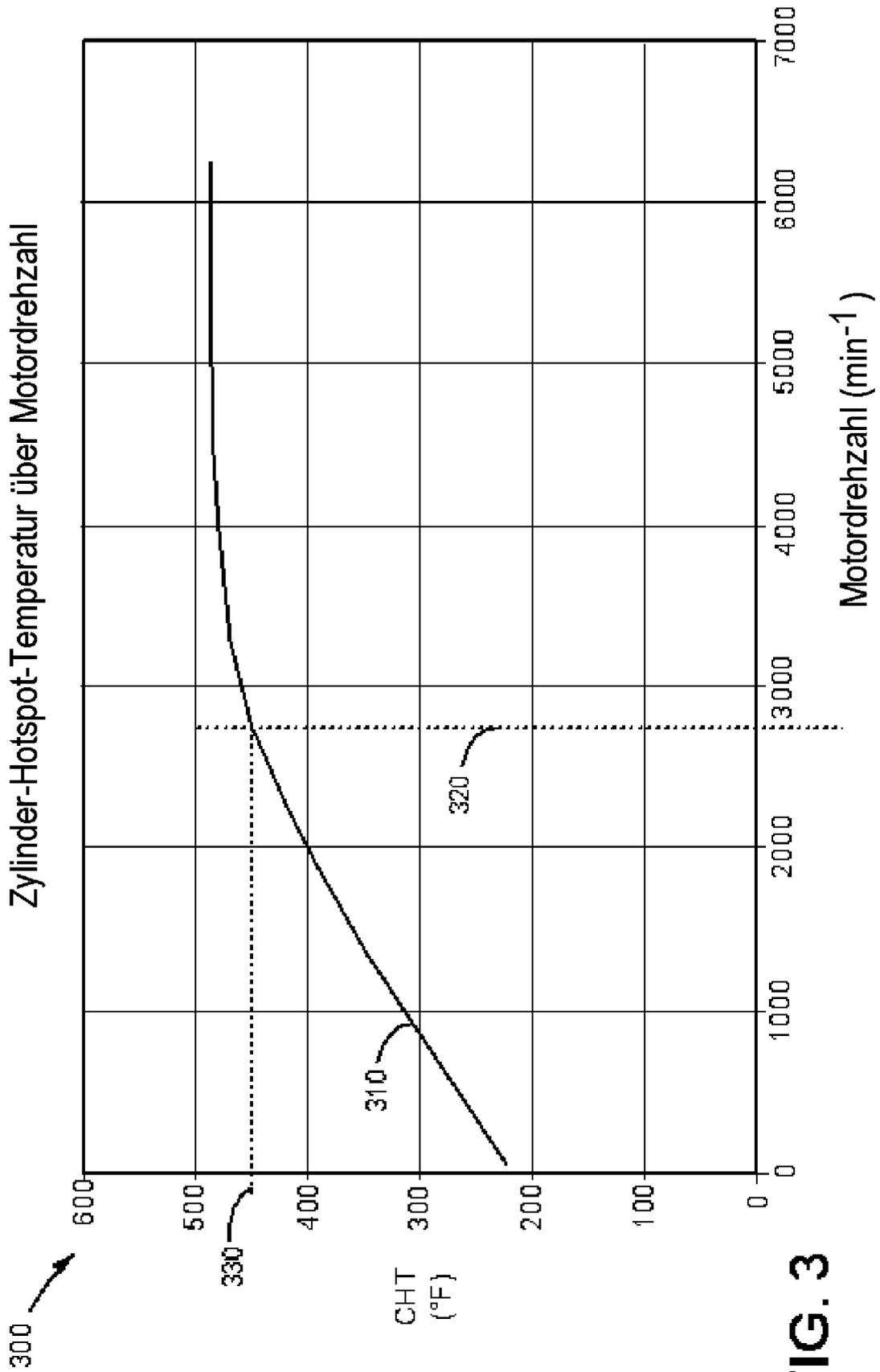


FIG. 3

FIG. 4

Zylinder-Hotspot-Temperatur
(1000 min⁻¹, abtastende Last und Zylinderabschaltung)

400 →

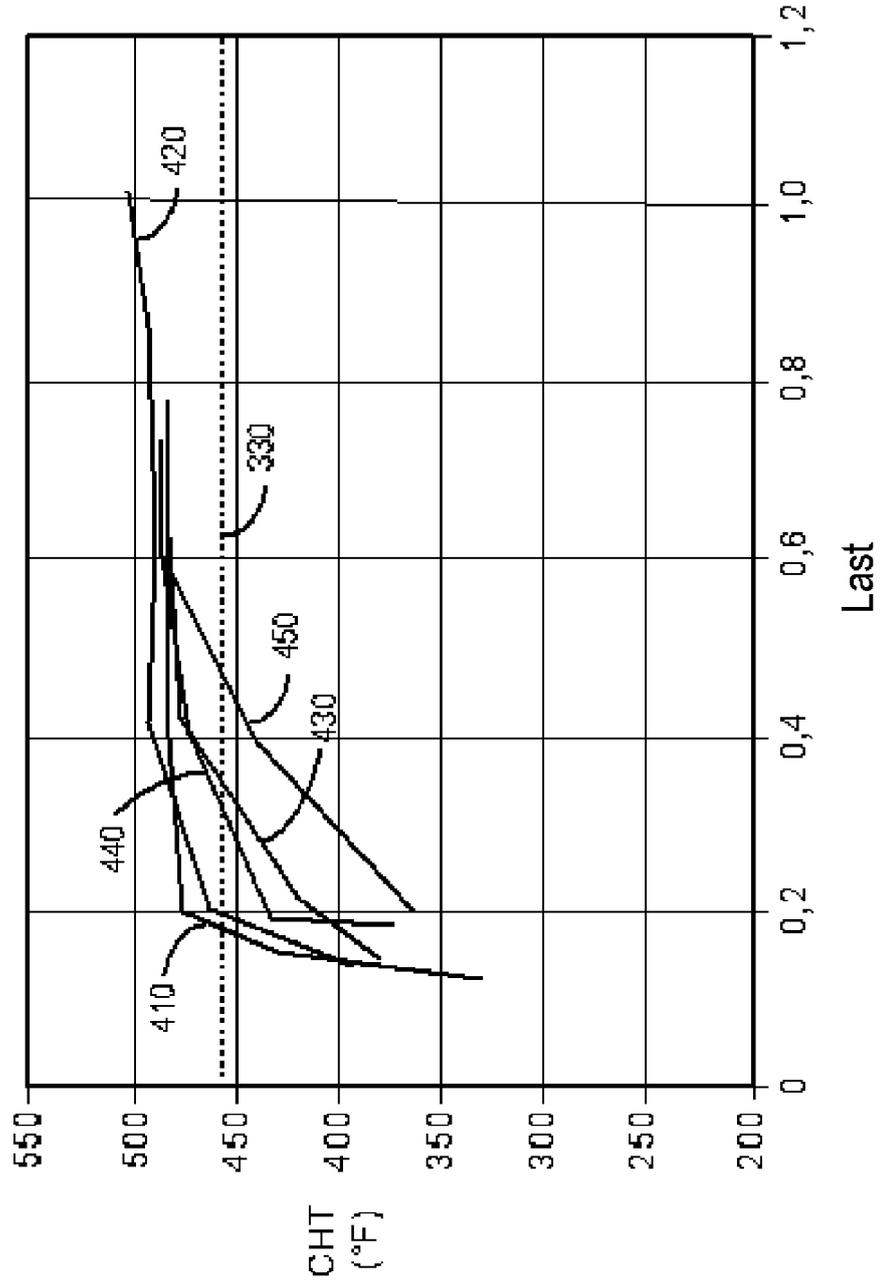


FIG. 5

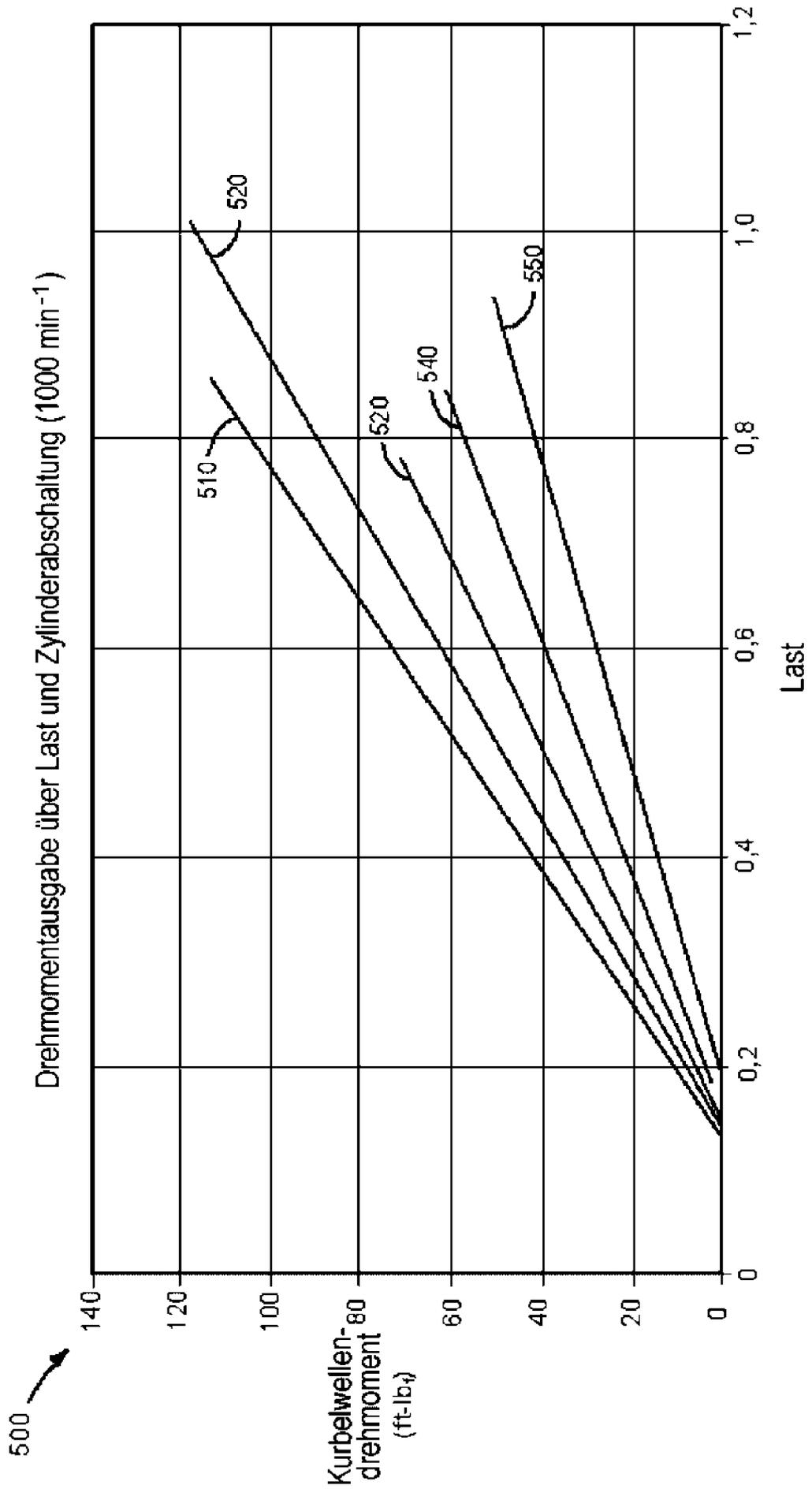
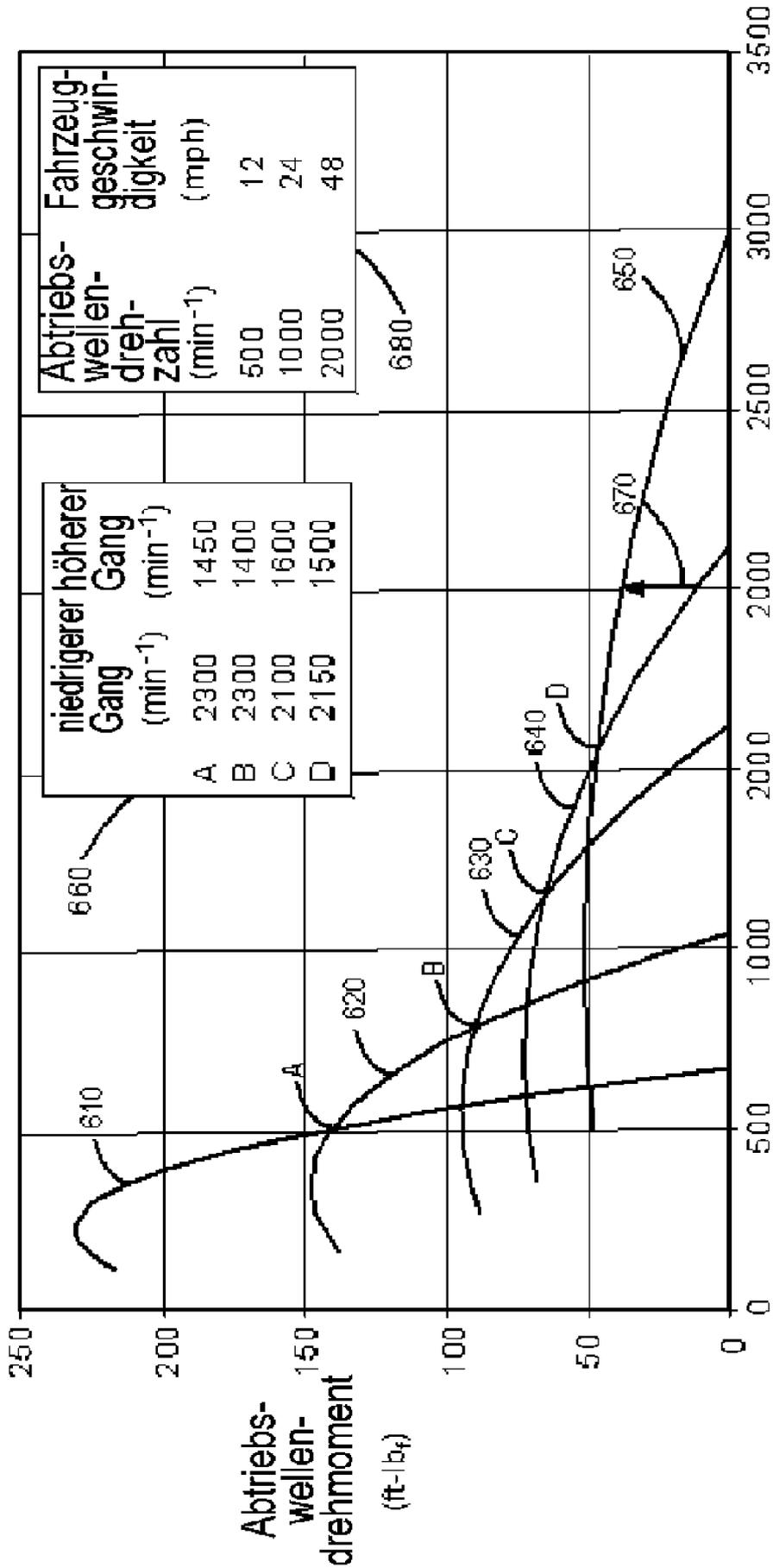


FIG. 6

600 ↗

Drehmomentfähigkeit mit Gangschaltungskoordination



Abtriebswellendrehzahl (min⁻¹)

FIG. 7

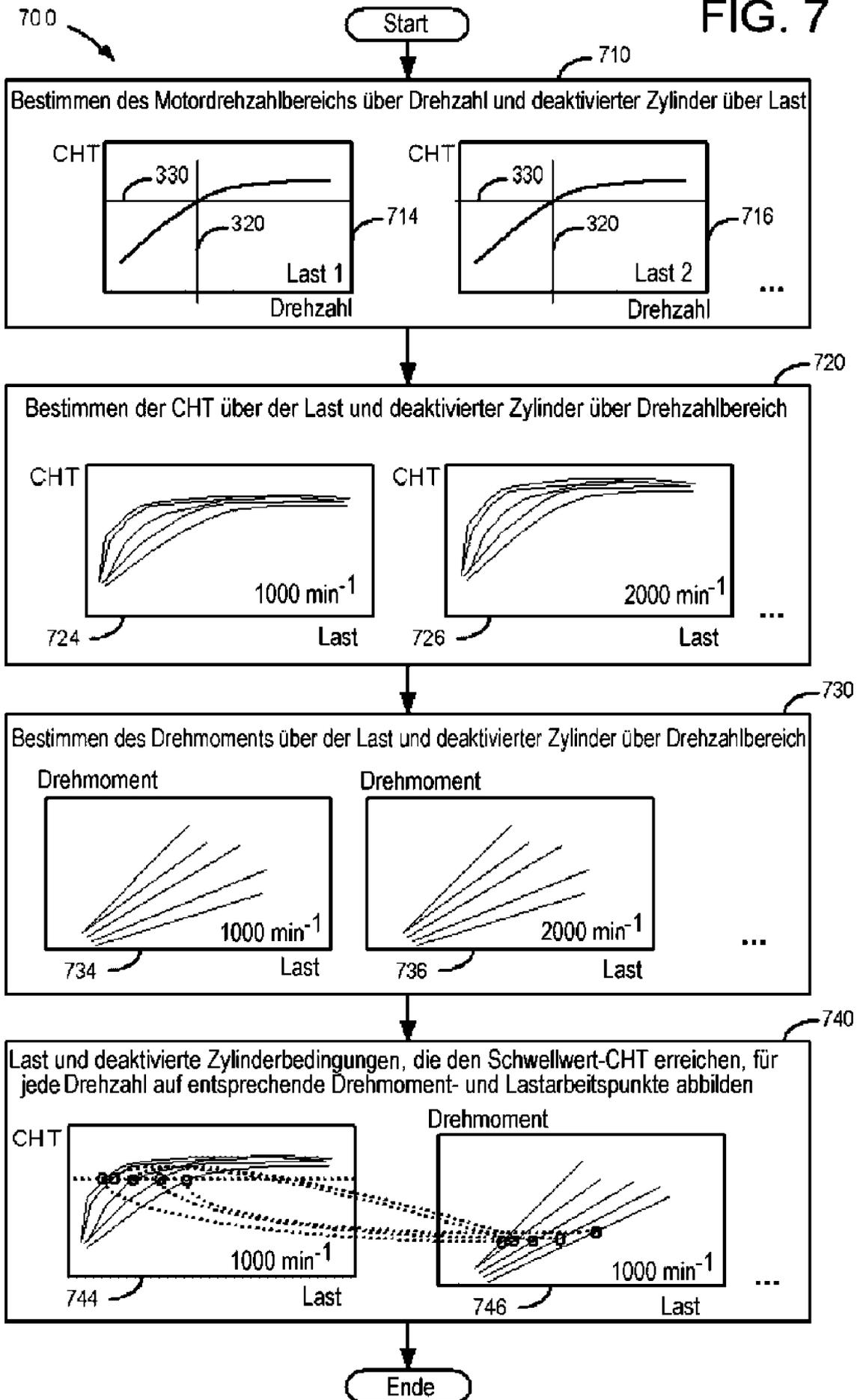


FIG. 8

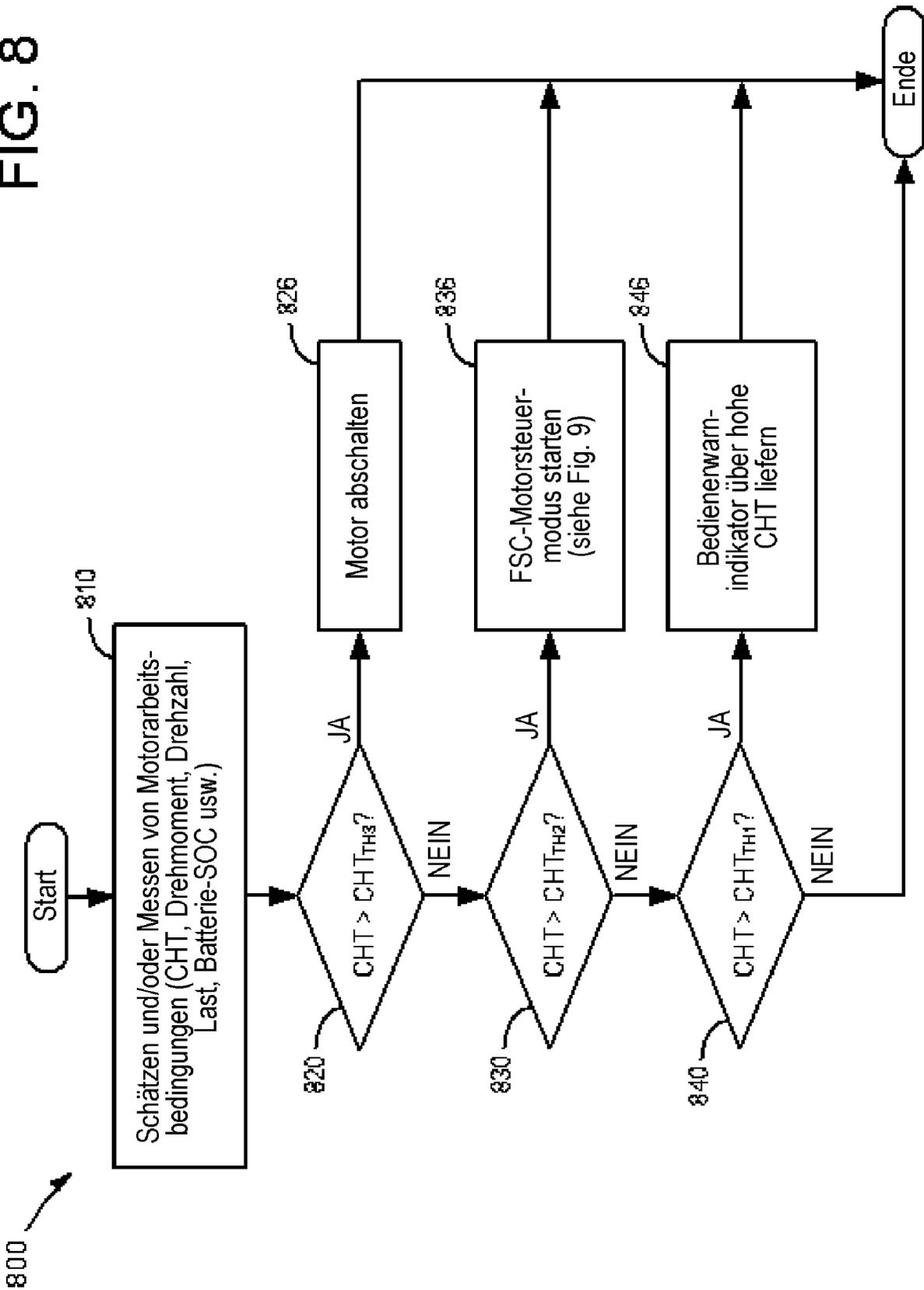


FIG. 9

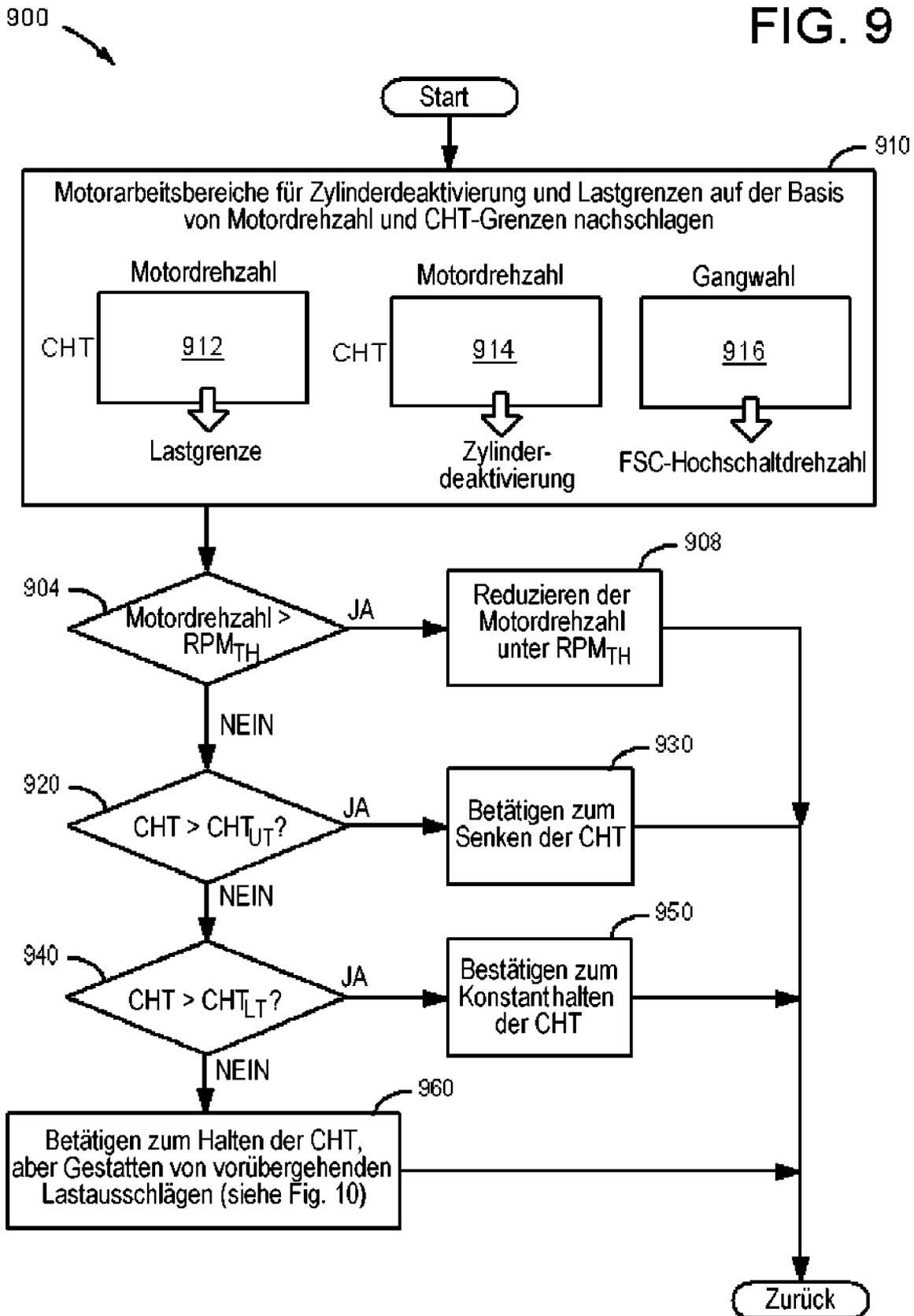


FIG. 10

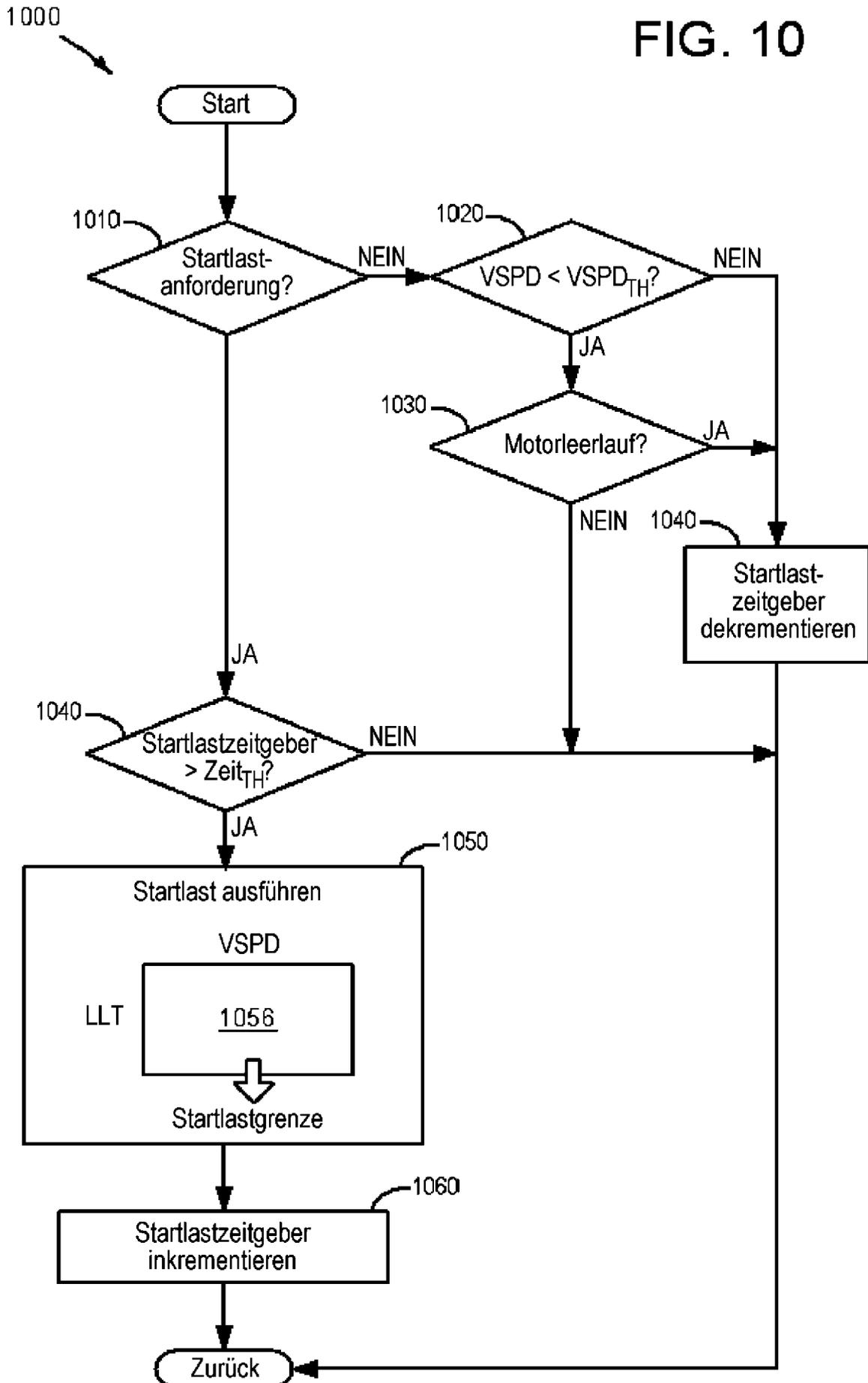


FIG. 11

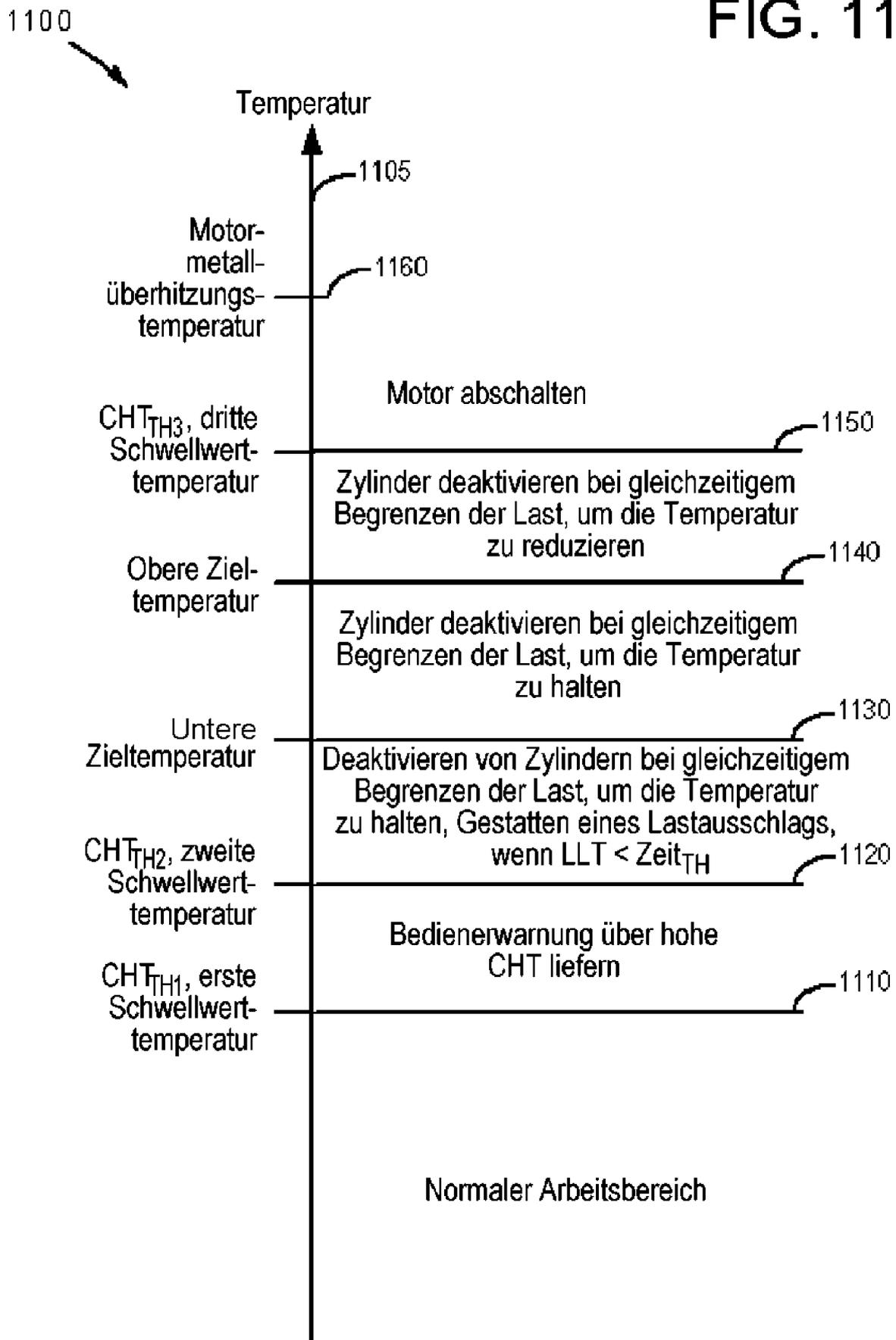


FIG. 12

