

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
08. August 2019 (08.08.2019)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2019/149792 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
G01M 15/02 (2006.01) F01P 9/00 (2006.01)
G01M 15/04 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/052316

(22) Internationales Anmeldedatum:
31. Januar 2019 (31.01.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
A50090/2018 31. Januar 2018 (31.01.2018) AT

(71) Anmelder: AVL LIST GMBH [AT/AT]; Hans-List-Platz
1, 8020 Graz (AT).

(72) Erfinder: GRUBER, Hannes; Körösistraße 138/9, 8010
Graz (AT). MONSCHEIN, Martin; Steinriegelgasse 83,

7564 Dobersdorf (AT). GRIESSER, Gregor; Villmannsdorf 69, 8786 Rottemmann (AT).

(74) Anwalt: PATENTANWÄLTE PINTER & WEISS OG;
Prinz-Eugen-Strasse 70, 1040 Wien (AT).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(54) Title: METHOD FOR REGULATING THE TEMPERATURE OF A COOLANT IN A COOLANT CIRCUIT OF A DRIVE UNIT ON A TEST STAND

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM REGELN EINER TEMPERATUR EINES KÜHLMITTELS EINES KÜHLMITTELKREISLAUFS EINER ANTRIEBSEINHEIT AUF EINEM PRÜFSTAND

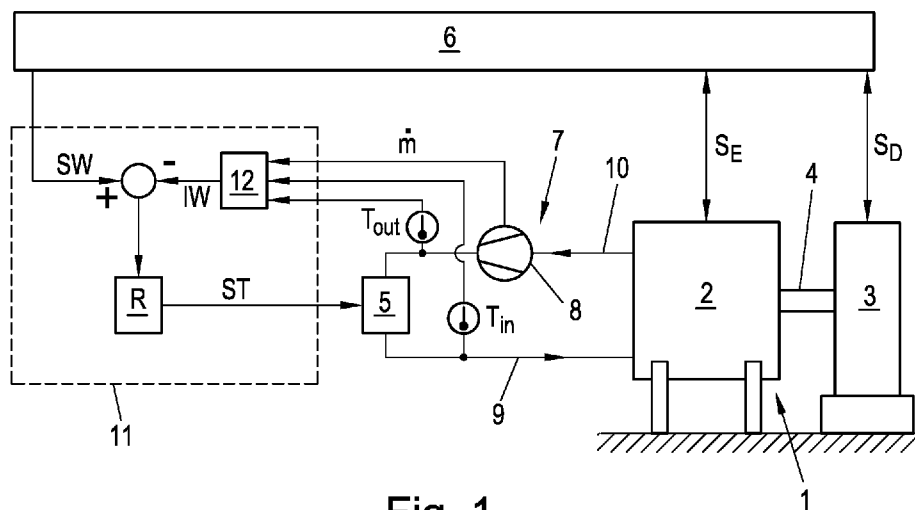


Fig. 1

(57) Abstract: The aim of the invention is to achieve more realistic test runs with a drive unit comprising a coolant circuit (7) on a test stand (1). This can be achieved in that a current actual cooling power ($P_{cool,act}$) in the coolant circuit (7) is calculated from a temperature spread (ΔT) between the feed temperature (T_{in}) of the coolant in the coolant feed (9) and a return temperature (T_{out}) of the coolant in the coolant return (10), and a control variable (ST) for a conditioning unit (5) for the coolant is calculated from a difference between the calculated actual cooling power ($P_{cool,act}$) and a specified target cooling power ($P_{cool,set}$) using a regulator (R) in order to adjust the feed temperature (T_{in}).

(57) Zusammenfassung: Realitätsnähere Prüfläufe mit einer Antriebseinheit mit einem Kühlmittelkreislauf (7) auf einem Prüfstand (1) können erreicht werden, wenn aus einer Temperaturspreizung (ΔT) zwischen der Vorlauftemperatur (T_{in}) des Kühlmittels im Kühlmittelvorlauf (9) und einer Rücklauftemperatur (T_{out}) des Kühlmittels im Kühlmittelrücklauf



WO 2019/149792 A1

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(10) eine aktuelle Ist-Kühlleistung ($P_{\text{cool,act}}$) im Kühlmittelkreislauf (7) berechnet wird, und aus einer Abweichung zwischen der berechneten Ist-Kühlleistung ($P_{\text{cool,act}}$) und einer vorgegebenen Soll-Kühlleistung ($P_{\text{cool,set}}$) mit einem Regler (R) eine Stellgröße (ST) für eine Konditioniereinheit (5) für das Kühlmittel berechnet wird, um die Vorlauftemperatur (T_{in}) einzustellen

Verfahren zum Regeln einer Temperatur eines Kühlmittels eines Kühlmittelkreislaufs einer Antriebseinheit auf einem Prüfstand

Die gegenständliche Erfindung betrifft ein Verfahren zum Regeln einer Temperatur eines Kühlmittels eines Kühlmittelkreislaufs einer Antriebseinheit auf einem Prüfstand mit einer Konditioniereinheit für das Kühlmittel, wobei die Konditioniereinheit mit einem Kühlmittelvorlauf des Kühlmittelkreislaufs und mit einem Kühlmittelrücklauf des Kühlmittelkreislaufs verbunden wird und mit der Konditioniereinheit eine Vorlauftemperatur des Kühlmittels im Kühlmittelvorlauf eingestellt wird, sowie einen entsprechenden Prüfstand.

Es ist bekannt, Verbrennungsmotoren auf Prüfständen zu Entwicklungs- oder Testzwecken zu betreiben. Dabei kann der Verbrennungsmotor alleine am Prüfstand (Motorprüfstand) aufgebaut sein, oder in Kombination mit anderen Komponenten eines Fahrzeugs, in dem der Verbrennungsmotor eingesetzt werden soll. Ein Beispiel hierfür ist ein Antriebsstrangprüfstand, auf dem ein Antriebsstrang eines Fahrzeugs (auch als Hybrid-Antriebsstrang), oder ein Teil davon, mit einem Verbrennungsmotor betrieben wird. Aber auch Elektromotoren als alleinige Antriebseinheiten können auch einem Prüfstand, alleine oder wieder in einen Antriebsstrang eingebunden, betrieben werden. Ein ganzes Fahrzeug mit Antriebseinheit (Verbrennungsmotor, Elektromotor oder eine Kombination aus Verbrennungsmotor und Elektromotor) kann auf einem Rollenprüfstand angeordnet werden. Am Prüfstand ist auch immer eine, oder mehrere, Belastungsmaschine vorgesehen, die mit der Antriebseinheit verbunden wird, um die Antriebseinheit am Prüfstand gegen eine Last betreiben zu können.

Ein moderner Verbrennungsmotor ist in der Regel kühlmittegeköhlt, wobei ein Kühlmittel durch den Verbrennungsmotor und einen Kühler umgewälzt wird. Das gleiche gilt auch für einen Elektromotor als Antriebseinheit oder Teil einer Antriebseinheit eines Fahrzeugs. Am Verbrennungsmotor können auch noch andere Kühlmittelkreise (auch mit verschiedenen Kühlmitteln) vorgesehen sein, wie beispielsweise eine Ladeluftkühlung. Dazu können auch mehrere Kühler vorgesehen sein, beispielsweise ein zusätzlicher Niedertemperatur-Kühler für die Ladeluftkühlung. Das Umwälzen eines Kühlmittels erfolgt mit einer Kühlmittelpumpe, die z.B. vom Verbrennungsmotor angetrieben wird. In einem realen Fahrzeug wird der Kühler, oder auch die Kühler bei mehreren Kühlkreisen, durch den Fahrtwind geköhlt, also durch die Bewegung des Fahrzeugs auf der Straße. Am Prüfstand ist das natürlich nicht möglich. In der Regel wird die Antriebseinheit am Prüfstand auch ohne Kühler betrieben, wodurch es notwendig ist, einen Kühlmittelkreislauf der Antriebseinheit am Prüfstand anderweitig zu realisieren. Dieses Problem kann natürlich auch bei einem Fahrzeug auf einem Rollenprüfstand auftreten, wo es ebenfalls keinen Fahrtwind gibt. Wenn der Fahrtwind nicht durch Gebläse am Prüfstand erzeugt wird, ist auch in dieser Anwendung notwendig, einen Kühlmittelkreislauf der Antriebseinheit anderweitig am Prüfstand zu realisieren.

Am Prüfstand wird daher oftmals ein Konditioniersystem für das Kühlmittel eines Kühlmittelkreislaufs eingesetzt, um das Kühlmittel auf eine bestimmte Temperatur zu halten. Üblich ist dabei die Einstellung einer konstanten Temperatur des Kühlmittels, was für viele Anwendungen ausreichend ist. Für die Simulation einer realen Fahrt eines Fahrzeugs am Prüfstand ist das aber natürlich nicht befriedigend, da in einem realen Fahrzeug während einer realen Fahrt auf einer Straße keine konstante Temperatur des Kühlmittels eingestellt wird. Im Fahrzeug ergibt sich eine Temperatur des Kühlmittels aus den realen Fahrbedingungen (z.B. Geschwindigkeit des Fahrzeugs, Fahrstrecke) und Umgebungsbedingungen (z.B. Umgebungstemperatur), sowie den Eigenschaften der Kühlmittelpumpe und des Betriebszustandes der Antriebseinheit (z.B. Drehzahl, Drehmoment) und den Eigenschaften des Kühlers (z.B. Kühlfläche, Aerodynamik). Die sich daraus ergebende tatsächliche Kühlleistung ist daher eine komplexe Funktion dieser Abhängigkeiten und kann nicht einfach berechnet oder simuliert werden. Das Nachbilden realitätsnaher Zustände eines Kühlsystems der Antriebseinheit am Prüfstand ist daher eine schwierige Aufgabe.

Die EP 2 573 538 A2 beschreibt beispielsweise ein Konditioniersystem für das Kühlwasser eines Verbrennungsmotors am Prüfstand. Dieses wird mit dem Kühlmittelkreislauf des Verbrennungsmotors verbunden, um das Kühlmittel des Verbrennungsmotors zu konditionieren. Das Konditioniersystem bildet damit den Kühler im Fahrzeug nach und soll so geregelt werden, dass realistische Fahrprofile erzielt werden. Wie das gemacht wird, wird in der EP 2 573 538 A2 aber nicht ausgeführt.

Es ist daher eine Aufgabe der gegenständlichen Erfindung ein Verfahren zum Regeln einer Temperatur eines Kühlmittels eines Kühlmittelkreislaufs einer Antriebseinheit auf einem Prüfstand mit einer Konditioniereinheit für das Kühlmittel bereitzustellen, sowie einen Prüfstand mit einer solchen Konditionierung.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass aus einer Temperaturspreizung zwischen der Vorlauftemperatur des Kühlmittels im Kühlmittelvorlauf und einer Rücklauftemperatur des Kühlmittels im Kühlmittelrücklauf eine aktuelle Ist-Kühlleistung im Kühlmittelkreislauf berechnet wird, und dass aus einer Abweichung zwischen der berechneten Ist-Kühlleistung und einer vorgegebenen Soll-Kühlleistung mit einem Regler eine Stellgröße für die Konditioniereinheit berechnet wird, um die Vorlauftemperatur einzustellen. Das ermöglicht eine sehr einfache Regelung, die direkt auf die Temperaturspreizung abstellt, die sehr einfach erfasst werden kann. Gleichzeitig ermöglicht dieser Ansatz auch eine sehr genaue Regelung der Kühlleistung, was es wiederum ermöglicht, die Verhältnisse am Prüfstand den realen Verhältnissen bei einer realen Fahrt mit einem Fahrzeug mit Verbrennungsmotor und Kühler zur Kühlung des Kühlmittels anzunähern.

In einer vorteilhaften, einfach zu realisierenden Implementierung wird die Ist-Kühlleistung mit der Formel $P_{\text{cool}} = \dot{m} \cdot \Delta T \cdot c_p$ berechnet wird, mit dem Massenstrom \dot{m} durch den Kühlmittelkreislauf und der bekannten spezifischen Wärmekapazität c_p des Kühlmittels. Damit wird der sich ändernde Massenstrom mit berücksichtigt. Nachdem die Kühlmittelpumpe üblicherweise vom Verbrennungsmotor angetrieben wird, liefert die Kühlmittelpumpe keinen konstanten Massenstrom. Der Massenstrom beeinflusst aber natürlich das Kühlverhalten maßgeblich. Damit können realitätsnähere Prüfläufe am Prüfstand realisiert werden.

Die Regelung kann vereinfacht werden, wenn aus der Abweichung zwischen der berechneten Ist-Kühlleistung und der vorgegebenen Soll-Kühlleistung zuerst eine einzustellende Änderung der Temperaturspreizung ermittelt wird und daraus die Stellgröße für die Konditioniereinheit berechnet wird. Dabei kann die Änderung der Temperaturspreizung einfach nach der

$$\text{Formel } \Delta T_D = \frac{(P_{\text{cool,set}} - P_{\text{cool,act}})}{\dot{m} \cdot c_p} \text{ berechnet werden.}$$

Das reale Verhalten eines realen Kühlers in einem Fahrzeug kann am Prüfstand durch die Konditioniereinheit exakter nachgebildet werden, wenn die Soll-Kühlleistung aus einem vorgegebenen Kühlermodell erhalten wird. Das Kühlermodell kann beispielsweise aus Messungen am Kühler in einem Windkanal oder aus strömungstechnischen und/oder thermodynamischen Simulationen erhalten werden.

Die gegenständliche Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die Figuren 1 und 2 näher erläutert, die beispielhaft, schematisch und nicht einschränkend vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung zeigen. Dabei zeigt

Fig.1 einen Prüfstand mit einer erfindungsgemäßen Temperaturregelung des Kühlmittels und

Fig.2 eine vorteilhafte Ausgestaltung der Ermittlung einer Soll-Kühlleistung des Kühlkreislaufs zur Temperaturregelung.

In Fig.1 ist ein typischer Prüfstand 1 mit einem Verbrennungsmotor als Antriebseinheit 2 dargestellt. Die Antriebseinheit 2 könnte aber auch ein Elektromotor oder eine Kombination aus einem Verbrennungsmotor und einem Elektromotor (Hybrid) sein. Die Antriebseinheit 2 könnte dabei auch Teil eines Antriebsstranges oder eines Teiles davon sein. Die Antriebseinheit 2 ist über eine Prüfstandswelle 4 mit einer Belastungsmaschine 3, in der Regel ein Elektromotor, zu einem Prüfaufbau verbunden. Für die Durchführung eines gewünschten Prüflaufs mit der Antriebseinheit 2 am Prüfstand 1 ist eine Prüfstandautomatisierungseinheit 6 vorgesehen, die die Antriebseinheit 2 und die Belastungsmaschine 3 anhand von Steuergrößen S_D , S_E gemäß den Vorgaben des Prüflaufs regelt. Während dem Prüflauf werden üblicherweise bestimmte Messwerte, typischerweise Emissionswerte oder Verbrauchswerte,

Leistungswerte der Antriebseinheit 2 oder eines Antriebstranges, usw., messtechnisch erfasst, um daraus gewisse Aussagen über die Antriebseinheit 2 treffen zu können.

Der Prüflauf liegt beispielsweise als zeitlicher Verlauf der Drehzahl und des Drehmoments der Antriebseinheit 2 vor. Es kann aber bekannter Weise auch eine Simulation einer Fahrt mit einem virtuellen Fahrzeug mit der Antriebseinheit entlang einer virtuellen Fahrtstrecke erfolgen, beispielsweise in der Prüfstandautomatisierungseinheit 6, um als Prüflauf zu jedem Zeitpunkt die benötigten Steuergrößen S_D , S_E zum Steuern der Antriebseinheit 2 und der Belastungsmaschine 3 zu erhalten. Zur Simulation werden Modelle, wie ein Fahrzeugmodell, ein Reifenmodell, ein Straßenmodell, ein Fahrermodell, usw., eingesetzt, die interagieren, um die virtuelle Fahrt zu simulieren. Aus der Simulation werden dann in vergebenen Zeitschritten die benötigten Größen, wie beispielsweise die Drehzahl und des Drehmoments der Antriebseinheit 2, ermittelt. Solche Simulationen und Simulationsmodelle sind bekannt und verfügbar.

Am Prüfstand 1 können mit Messsensoren auch benötigte Messgrößen erfasst werden, wie beispielsweise eine Drehzahl der Antriebseinheit 2 und/oder der Belastungsmaschine 3 und/oder ein Drehmoment der Prüfstandwelle 4, die für eine Simulation und/oder zum Regeln der Antriebseinheit 2 und/oder der Belastungsmaschine 3 verwendet werden können. Die Antriebseinheit 2 wird beispielsweise geregelt, indem einer Antriebsteuereinheit in jedem Zeitschritt der Regelung eine Fahrpedalstellung oder eine andere geeignete Stellgröße der Antriebseinheit 2 übermittelt wird, die beispielsweise aus einer Drehmomentenanforderung aus den Vorgaben des Prüflaufs abgeleitet wird. Der Belastungsmaschine 3 kann in jedem Zeitschritt der Regelung eine einzustellende Drehzahl vorgegeben werden, die von einem Dynoregler am Prüfstand 1 eingeregelt wird. Natürlich sind auch andere Regelungen des Prüfaufbaus am Prüfstand 1 möglich und bekannt. Nachdem die Art und Weise des Prüfstandes 1 und der Regelung oder der Durchführung des Prüflaufs am Prüfstand 1 nicht Gegenstand der Erfindung ist und für die Erfindung auch unerheblich ist, wird hier nicht näher darauf eingegangen.

Die Antriebseinheit 2 weist zumindest einen Kühlmittelkreislauf 7 auf, mit einem Kühlmittelvorlauf 9, einem Kühlmittelrücklauf 10 und einer Kühlmittelpumpe 8, die üblicherweise von der Antriebseinheit 2 selbst angetrieben wird. Die Kühlmittelpumpe 8 kann im Kühlmittelvorlauf 9 oder im Kühlmittelrücklauf 10 angeordnet sein und wälzt das Kühlmittel durch die Antriebseinheit 2, beispielsweise durch den Kühlkreislauf der Antriebseinheit 2 oder durch einen Ladeluftkühler eines Verbrennungsmotor als Antriebseinheit 2, um. Das Kühlmittel wird am Prüfstand 1 über eine Konditioniereinheit 5 geleitet, in der die Vorlauftemperatur T_{in} des Kühlmittels im Kühlmittelvorlauf 9 eingestellt wird. Im realen Fahrzeug wäre anstelle der Konditioniereinheit 5 der Kühler für das Kühlmittel angeordnet. Die Rücklauftemperatur T_{out} des Kühlmittels im Kühlmittelrücklauf 10 ergibt sich durch den Betrieb der Antriebseinheit 2.

Diese Temperaturspreizung $\Delta T = T_{\text{out}} - T_{\text{in}}$ zwischen Rücklauf­temperatur T_{out} und Vorlauf­temperatur T_{in} soll am Prüfstand 1 den realen Verhältnissen in einem Fahrzeug möglichst nahe kommen, um am Prüfstand 1 realitätsnähere Prüfläufe am Prüfaufbau durchführen zu können.

5 Die Konditioniereinheit 5 wird von einer Steuerungseinheit 11 (Hardware und/oder Software), in der ein Regler R (üblicherweise Software) implementiert ist, geregelt. Das Ziel der Regelung der Konditioniereinheit 5 ist es, die Wirkung der Kühlung des Kühlmittelkreislaufs auf die Antriebseinheit 2 während des Prüflaufs nach einer bestimmten Vorgabe einzustellen. Hierzu werden der Steuerungseinheit 11 Sollwerte SW für die Kühlung, beispielsweise eine Soll-
10 Kühlleistung $P_{\text{cool_set}}$ wie unten beschrieben, vorgegeben, beispielsweise von der Prüfstand-automatisierungseinheit 6. Die Sollwerte SW für die Kühlung liegen beispielsweise wieder als zeitlicher Verlauf für den Prüflauf vor, können aber auch durch ein Kühlermodell, das auch in Form eines Kennfeldes vorliegen kann, während der Durchführung des Prüflaufs oder während der Simulation der Testfahrt simuliert werden. Ein solches Kennfeld kann beispielsweise
15 in einem Windtunnel vermessen werden, beispielsweise ein Kennfeld für die Kühlleistung als Funktion der Fahrzeuggeschwindigkeit und der Umgebungstemperatur. Aus solchen Messwerten kann auch ein mathematisches Kühlermodell trainiert werden. Ein Kühlermodell kann auch aus strömungstechnischen und/oder thermodynamischen Simulationen erhalten werden.

20 Um die Konditioniereinheit 5 zu regeln wird auf die umgesetzte Kühlleistung P_{cool} abgestellt. Diese ergibt sich bekanntermaßen aus dem formelmäßigen Zusammenhang

$$P_{\text{cool}} = \dot{m} \cdot \Delta T \cdot c_p$$
 , mit der Temperaturspreizung ΔT , dem Massenstrom \dot{m} durch den Kühlmittelkreislauf 7 und der bekannten spezifischen Wärmekapazität c_p des Kühlmittels. Grundsätzlich sind aber auch andere Ansätze zur Berechnung der Kühlleistung P_{cool} möglich. Der Massenstrom \dot{m} kann direkt gemessen werden, beispielsweise mit einem Massenstromsensor
25 oder Volumenstromsensor, kann von der Kühlmittelpumpe 8 geliefert werden oder aus Messgrößen der Kühlmittelpumpe 8, wie beispielsweise der Drehzahl der Kühlmittelpumpe 8, abgeleitet werden. Ebenso kann natürlich in äquivalenter Weise auch der Volumenstrom \dot{V} verwendet werden, der über die bekannte Dichte des Kühlmittels mit dem Massenstrom \dot{m}
30 zusammenhängt. Um bei einer sich einstellenden Rücklauf­temperatur T_{out} eine gewünschte Vorlauf­temperatur T_{in} einzustellen, muss daher von der Konditioniereinheit 5 diese Kühlleistung P_{cool} aufgebracht werden.

Die aktuelle Kühlleistung $P_{\text{cool,act}}$ wird als Istwert IW der Regelung der Konditioniereinheit 5 in einer Berechnungseinheit 12 (Hardware und/oder Software), beispielsweise in der Steuerungseinheit 11, vorzugsweise nach der obigen Formel aus den gemessenen Istgrößen, Vorlauf­temperatur T_{in} , Rücklauf­temperatur T_{out} und Massenstrom \dot{m} , berechnet. Als Sollwert SW
35

wird der Regelung der Konditioniereinheit 5 eine Soll-Kühlleistung $P_{cool,set}$ vorgegeben. Aus der Differenz zwischen der Soll-Kühlleistung $P_{cool,set}$ und der Ist-Kühlleistung $P_{cool,act}$ berechnet der Regler R nach dem implementierten Regelgesetz, z.B. ein PI- oder PID-Regler, daraus eine Stellgröße ST für die Konditioniereinheit 5, die in der Konditioniereinheit 5 über einen vorgesehenen Aktuator einzustellen ist, um die gewünschte Änderung der Temperaturspreizung ΔT_D , und damit der Kühlleistung P_{cool} , über die Änderung der Vorlauftemperatur T_{in} zu bewirken.

Hierbei kann auch vorgesehen sein, dass aus der Differenz zwischen der Soll-Kühlleistung $P_{cool,set}$ und der Ist-Kühlleistung $P_{cool,act}$, beispielsweise im Regler R oder in der Berechnungseinheit 12, zuerst eine benötigte Änderung der Temperaturspreizung ΔT_D nach der Formel

$$\Delta T_D = \frac{(P_{cool,set} - P_{cool,act})}{\dot{m} \cdot c_p}$$

berechnet wird, aus der der Regler R dann die Stellgröße ST ermittelt,

um die gewünschte Änderung der Temperaturspreizung ΔT_D über die benötigte Änderung der Vorlauftemperatur T_{in} mit der Konditioniereinheit 5 einzustellen.

Nachdem sich die Rücklauftemperatur T_{out} des Kühlmittels aus dem Betrieb der Antriebseinheit 2 ergibt, entspricht diese erfindungsgemäße Regelung über die Kühlleistung P_{cool} im Wesentlichen einer Vorgabe an die Konditioniereinheit 5 zum Einstellen einer Vorlauftemperatur T_{in} im Kühlmittelvorlauf 9.

Welche Stellgröße ST berechnet wird, um in der Konditioniereinheit 5 die Vorlauftemperatur T_{in} in benötigter Weise einzustellen, hängt natürlich von der Implementierung der Konditioniereinheit 5 ab. In einer Konditioniereinheit 5 wie in der EP 2 573 538 A2 beschrieben, wäre die Stellgröße ST beispielsweise eine Ventilstellung des Wegeventils. Die Stellgröße könnte auch einen Wärmetauscher als Konditioniereinheit 5 steuern. Daneben gibt es natürlich noch weitere Möglichkeiten, wie die Konditioniereinheit 5 ausgeführt sein kann, beispielsweise als Temperiereinheit mit thermoelektrischen Modulen wie in der WO 2016/207153 A1 beschrieben, was auch andere Stellgrößen bedingen kann. Die konkrete Ausgestaltung der Konditioniereinheit 5, und damit auch der Stellgröße ST, ist allerdings nicht Gegenstand der Erfindung. Die Konditioniereinheit 5 muss im Sinne der Erfindung lediglich dazu geeignet sein, die Temperatur eines Mediums, konkret eines Kühlmittels, durch Vorgabe einer Stellgröße ST einzustellen.

In Fig.2 ist eine vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung dargestellt. In der Prüfstandautomatisierungseinheit 6 ist eine Simulationseinheit 20 (Hardware und/oder Software) vorgesehen, in der Simulationsmodelle SM implementiert sind, um die Fahrt eines Fahrzeugs mit der Antriebseinheit 2 entlang einer virtuellen Strecke zu simulieren. Aus dieser Simulation werden zur Durchführung eines Prüfversuchs am Prüfstand 1 die Steuergrößen S_D für die Belastungsmaschine 3, beispielsweise eine einzustellende Drehzahl, und die Steuergrößen S_E für

die Antriebseinheit 2, beispielsweise ein einzustellendes Drehmoment oder eine Fahrpedalstellung, am Prüfstand 1 erhalten. In der Prüfstandautomatisierungseinheit 6 ist außerdem ein Kühlermodell 21, beispielsweise als Kennfeld, implementiert (als Hardware und/oder Software). Dieses Kühlermodell 21 ermittelt aus bestimmten Eingangsgrößen einen Sollwert SW, beispielsweise eine Soll-Kühlleistung $P_{cool,set}$ des Kühlers, zur Regelung der Konditionierungseinheit 5. Im gezeigten Ausführungsbeispiel ermittelt das Kühlermodell 21 aus einer, z.B. simulierten, Fahrzeuggeschwindigkeit v_v und einer Umgebungstemperatur T_{amb} (die sich aus der Simulation ergeben kann oder vorgegebene werden kann) eine Kühlleistung P_{cool} des Kühlers im simulierten Fahrzeug. Dazu können die Eingangsgrößen für das Kühlermodell 21 auch aus der Simulationseinheit 20 erhalten werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Regeln einer Temperatur eines Kühlmittels eines Kühlmittelkreislaufs (7) einer Antriebseinheit (2) auf einem Prüfstand (1) mit einer Konditioniereinheit (5) für das Kühlmittel, wobei die Konditioniereinheit (5) mit einem Kühlmittelvorlauf (9) des Kühlmittelkreislaufs (7) und mit einem Kühlmittelrücklauf (10) des Kühlmittelkreislaufs (7) verbunden wird und mit der Konditioniereinheit (5) eine Vorlauftemperatur (T_{in}) des Kühlmittels im Kühlmittelvorlauf (9) eingestellt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** aus einer Temperaturspreizung (ΔT) zwischen der Vorlauftemperatur (T_{in}) des Kühlmittels im Kühlmittelvorlauf (9) und einer Rücklauftemperatur (T_{out}) des Kühlmittels im Kühlmittelrücklauf (10) eine aktuelle Ist-Kühlleistung ($P_{cool,act}$) im Kühlmittelkreislauf (7) berechnet wird, **und dass** aus einer Abweichung zwischen der berechneten Ist-Kühlleistung ($P_{cool,act}$) und einer vorgegebenen Soll-Kühlleistung ($P_{cool,set}$) mit einem Regler (R) eine Stellgröße (ST) für die Konditioniereinheit (5) berechnet wird, um die Vorlauftemperatur (T_{in}) einzustellen.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ist-Kühlleistung ($P_{cool,act}$) mit der Formel $P_{cool} = \dot{m} \cdot \Delta T \cdot c_p$ berechnet wird, mit dem Massenstrom \dot{m} durch den Kühlmittelkreislauf (7) und der bekannten spezifischen Wärmekapazität c_p des Kühlmittels.
3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** aus der Abweichung zwischen der berechneten Ist-Kühlleistung ($P_{cool,act}$) und der vorgegebenen Soll-Kühlleistung ($P_{cool,set}$) eine einzustellende Änderung der Temperaturspreizung (ΔT_D) ermittelt wird und daraus die Stellgröße (ST) für die Konditioniereinheit (5) berechnet wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Änderung der Temperaturspreizung (ΔT_D) nach der Formel $\Delta T_D = \frac{(P_{cool,set} - P_{cool,act})}{\dot{m} \cdot c_p}$ berechnet wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Soll-Kühlleistung ($P_{cool,set}$) aus einem vorgegebenen Kühlermodell (21) erhalten wird.
6. Prüfstand mit einer Antriebseinheit (2), die mit einer Belastungsmaschine (3) verbunden ist, wobei die Antriebseinheit (2) einen Kühlmittelkreislauf (7) mit einem Kühlmittel aufweist und am Prüfstand (1) eine Konditioniereinheit (5) vorgesehen ist, um die Temperatur des Kühlmittels des Kühlmittelkreislaufs (7) einzustellen, wobei ein Kühlmittelvorlauf (9) und ein Kühlmittelrücklauf (10) des Kühlmittelkreises (7) mit der Konditioniereinheit (5) verbunden sind und die Konditioniereinheit (5) eine Vorlauftemperatur (T_{in}) des Kühlmittels im Kühlmittelvorlauf (9) einstellt, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Steuereinheit (11) der Konditioniereinheit (5) vorgesehen ist, die aus einer Temperaturspreizung (ΔT) zwischen der Vorlauf-

temperatur (T_{in}) des Kühlmittels im Kühlmittelvorlauf (9) und einer Rücklauftemperatur (T_{out}) des Kühlmittels im Kühlmittelrücklauf (10) eine aktuelle Ist-Kühlleistung ($P_{cool,act}$) im Kühlmittelkreislauf (7) berechnet, **und dass** ein Regler (R) vorgesehen ist, der aus einer Abweichung zwischen der berechneten Ist-Kühlleistung ($P_{cool,act}$) und einer vorgegebenen Soll-Kühlleistung ($P_{cool,set}$) eine Stellgröße (ST) für die Konditioniereinheit (5) berechnet, um die Vorlauftemperatur (T_{in}) einzustellen.

7. Prüfstand nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinheit (11) aus der Abweichung zwischen der berechneten Ist-Kühlleistung ($P_{cool,act}$) und der vorgegebenen Soll-Kühlleistung ($P_{cool,set}$) eine einzustellende Änderung der Temperaturspreizung (ΔT_D) ermittelt und daraus die Stellgröße (ST) für die Konditioniereinheit (5) berechnet.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/052316

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>G01M 15/02</i> (2006.01)i; <i>G01M 15/04</i> (2006.01)i; <i>F01P 9/00</i> (2006.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G01M; F01P		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 102017101574 A1 (FEV EUROPE GMBH [DE]) 20 April 2017 (2017-04-20) the whole document	1-7
A	EP 0857959 A1 (ANGELANTONI IND SPA [IT]) 12 August 1998 (1998-08-12) the whole document	1-7
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>“&” document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search 25 April 2019		Date of mailing of the international search report 03 May 2019
Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer Moscelli, Nicola Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2019/052316

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
DE	102017101574	A1	20 April 2017	CN	206668395	U	24 November 2017
				DE	102017101574	A1	20 April 2017
EP	0857959	A1	12 August 1998	EP	0857959	A1	12 August 1998
				IT	UD970027	A1	10 August 1998
				JP	H10274599	A	13 October 1998
				KR	19980071191	A	26 October 1998
				US	6023890	A	15 February 2000

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/052316

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. G01M15/02 G01M15/04 F01P9/00
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 G01M F01P

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 10 2017 101574 A1 (FEV EUROPE GMBH [DE]) 20. April 2017 (2017-04-20) das ganze Dokument	1-7
A	EP 0 857 959 A1 (ANGELANTONI IND SPA [IT]) 12. August 1998 (1998-08-12) das ganze Dokument	1-7

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen Siehe Anhang Patentfamilie

- * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
- "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
25. April 2019	03/05/2019

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter Moscelli, Nicola
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/052316

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102017101574 A1	20-04-2017	CN 206668395 U DE 102017101574 A1	24-11-2017 20-04-2017

EP 0857959 A1	12-08-1998	EP 0857959 A1 IT UD970027 A1 JP H10274599 A KR 19980071191 A US 6023890 A	12-08-1998 10-08-1998 13-10-1998 26-10-1998 15-02-2000
