

(12) **Patentschrift**

(21) Anmeldenummer: A 50090/2018
(22) Anmeldetag: 31.01.2018
(45) Veröffentlicht am: 15.08.2019

(51) Int. Cl.: **G01M 15/02** (2006.01)
G05D 23/00 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
AT 509789 A2
DE 102009006966 A1

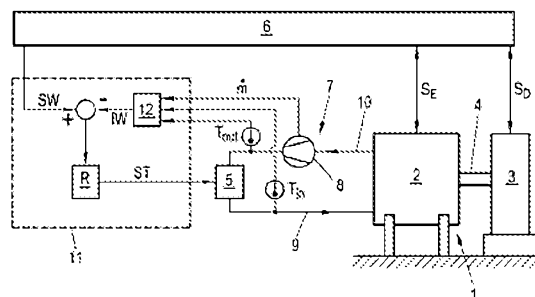
(73) Patentinhaber:
AVL List GmbH
8020 Graz (AT)

(72) Erfinder:
Gruber Hannes
8010 Graz (AT)
Monschein Martin
7564 Dobersdorf (AT)
Griesser Gregor Dipl.Ing. BSc
8786 Rottenmann (AT)

(74) Vertreter:
Patentanwälte Pinter & Weiss OG
1040 Wien (AT)

(54) **Verfahren zum Regeln einer Temperatur eines Kühlmittels eines Kühlmittelkreislaufs einer Antriebseinheit auf einem Prüfstand**

(57) 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 (10) eine aktuelle Ist-Kühlleistung ($P_{cool,act}$) im Kühlmittelkreislauf (7) berechnet wird, und 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 eine Konditioniereinheit (5) für das Kühlmittel berechnet wird, um die Vorlauftemperatur (T_{in}) einzustellen



Beschreibung

VERFAHREN ZUM REGELN EINER TEMPERATUR EINES KÜHLMITTELS EINES KÜHLMITTELKREISLAUFS EINER ANTRIEBSEINHEIT AUF EINEM PRÜFSTAND

[0001] 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.

[0002] 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.

[0003] 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.

[0004] 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.

[0005] 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.

[0006] 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.

[0007] 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.

[0008] 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.

[0009] 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 Formel $\Delta T_D = \frac{(P_{\text{cool, set}} - P_{\text{cool, act}})}{\dot{m} \cdot c_p}$ berechnet werden.

[0010] 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.

[0011] 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

[0012] Fig.1 einen Prüfstand mit einer erfindungsgemäßen Temperaturregelung des Kühlmittels und

[0013] Fig.2 eine vorteilhafte Ausgestaltung der Ermittlung einer Soll-Kühlleistung des Kühlkreislaufs zur Temperaturregelung.

[0014] 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.

[0015] 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 vorgegebenen Zeitschritten die benötigten Größen, wie beispielsweise die Drehzahl und des Drehmoments der Antriebseinheit 2, ermittelt. Solche Simulationen und Simulationsmodelle sind bekannt und verfügbar.

[0016] 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 Prüfstandswelle 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.

[0017] 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 $\Delta T = T_{out} - T_{in}$ 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.

[0018] 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-Kühlleistung P_{cool_set} wie unten beschrieben, vorgegeben, beispielsweise von der Prüfstandautomatisierungseinheit 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 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.

[0019] Um die Konditioniereinheit 5 zu regeln wird auf die umgesetzte Kühlleistung P_{cool} abgestellt. Diese ergibt sich bekanntermaßen aus dem formelmäßigen Zusammenhang $P_{cool} = \dot{m} \cdot \Delta T \cdot c_p$, 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 oder Volumensstromsensor, 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 $\dot{m}$ 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.

[0020] Die aktuelle Kühlleistung $P_{cool,act}$ 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 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.

[0021] 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.

[0022] 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.

[0023] 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.

[0024] 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 Konditioniereinheit 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 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, 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.

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen

1/1

