

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 85102118.8

51 Int. Cl.⁴: **F 01 P 3/22, F 01 P 11/02**

22 Anmeldetag: 15.07.83

30 Priorität: 15.07.82 DE 3226508

71 Anmelder: **BAYERISCHE MOTOREN WERKE**
Aktiengesellschaft, Postfach 40 02 40 Petuelring 130,
D-8000 München 40 (DE)

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung: 09.10.85
Patentblatt 85/41

72 Erfinder: **Schweiger, Erwin, Dipl.-Ing. (FH),**
Marienburgstrasse 12, D-8060 Dachau (DE)
Erfinder: **Temmesfeld, Axel, Dipl.-Ing. (FH), Am**
Heilholz 40, D-8201 Bad Feilnbach (DE)
Erfinder: **Starmühler, Erwin, Schmutzerstrasse 1,**
D-8000 München 70 (DE)

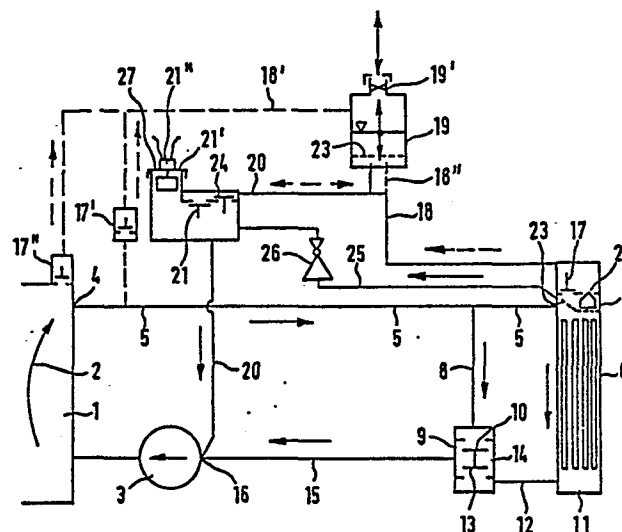
84 Benannte Vertragsstaaten: **DE FR GB IT SE**

60 Veröffentlichungsnummer der früheren Anmeldung nach
Art. 76 EPÜ: **0100917**

74 Vertreter: **Schweiger, Erwin, Bayerische Motoren Werke**
AG - AJ-35 Postfach 40 02 40 Petuelring 130,
D-8000 München 40 (DE)

54 **Kühlkreis für Brennkraftmaschinen.**

57 Kühlkreis für Brennkraftmaschinen mit einem Überdruck-Ventil (17), das bei voller thermischer Auslastung des Kühlkreises den Druck im Vorlauf (5) auf einen Wert begrenzt, bei dem der Druck an der Saugseite (16) der Kühlmittelpumpe (3) auch bei voller Förderhöhe der Kühlmittelpumpe stets über dem Siededruck des Kühlmittels liegt, so daß der Wirkungsgrad der Kühlungsfunktion verbessert wird.



Kühlkreis für Brennkraftmaschinen

Die Erfindung betrifft einen Kühlkreis gemäß der Bauart
5 des Patentanspruches 1. Bei Kühlkreisen dieser Bauart
ist es üblich im Füllverschlußdeckel ein Überdruckventil
und ein Unterdruckventil anzordnen. Zur Nutzung einer
Arbeitstemperatur des aus Wasser, Gefrierschutz und
Korrosionsschutz zusammengesetzten Kühlmittels, die über
10 der Siedetemperatur bei Atmosphäre liegt, werden Über-
druckventile mit einem Öffnungswert von ca. 0,8 bis 1,5
bar Überdruck verwendet. Die Füllverschlußdeckel und die
Überdruckventile sind entweder im Vorlauf oder im
Rücklauf des Kühlkreises angeordnet, beispielsweise kurz
15 nach dem Austritt aus dem Kühlmantel der Maschine und
nach dem dort angeordneten Kühlerventil eines Thermo-
stats, in der Vorlaufleitung selbst, im Vorlauf- oder
Rücklaufwasserkasten von Vertikal- oder Querstrom-
Kühlern oder auch in einem die Wärmedehnung des Kühl-
20 mittels mit einem Luftpilster aufnehmenden bzw. zur
Luftsammlung und -Ausscheidung dienenden Ausgleichs-
behälter mit einer Nebenstrom- und Befüllverbindungs-
leitung zur Saugseite der Kühlmittelpumpe.

Bei der in der Praxis derzeit üblichen Anordnung eines
25 ca 1-bar-Überdruckventiles im Vorlaufbereich des Kühl-
kreises ergibt sich beim Betrieb der Maschine mit
höchster Förderleistung der Kühlmittelpumpe und damit

höchster Druckdifferenz zwischen der Saugseite der Kühlmittelpumpe und der Anschlußstelle des Überdruckventiles regelmäßig ein Absinken des Kühlmitteldruckes an der Saugseite der Kühlmittelpumpe auf den Siededruck des Kühlmittels, wenn als höchste zulässige Kühlmitteltemperatur die Siedetemperatur zu 1-bar vorgesehen wird. Aus physikalischen Gesetzmäßigkeiten ist ein weitergehender Druckabfall nicht möglich, weil zumindest der Anteil an Wasser im Kühlmittel bei Absinken auf den Siededruck zu einem solchen Teil in Dampf übergeht, der dazu ausreicht, um einen Gleichgewichtszustand zwischen flüssigen und dampfförmigen Teilen bei Siededruck einzustellen. Die dabei von der Kühlmittelpumpe angesaugten Dampfblasen kondensieren zwar aufgrund des Druckanstieges in der Pumpe wiederum, jedoch wird die Förderleistung der Kühlmittelpumpe um das angesaugte Volumen des entstandenen Dampfes verringert und in der Pumpe selbst tritt durch das schlagartige Zusammenfallen der Dampfblasen Kavitation mit seinen bekannten Auswirkungen auf die Pumpenlebensdauer ein.

Bei der ebenfalls in der Praxis üblichen Anordnung des Füllverschlußdeckels mit einem ca 1-bar-Überdruckventil im Druckbereich der Saugseite der Kühlmittelpumpe ergibt sich zwar im Kühlkreis ein um die Druckdifferenz zwischen den verschiedenen Anordnungen höher liegender Druck auch an der Saugseite der Kühlmittelpumpe. Dieser Druck stimmt dabei äußerstens mit dem Öffnungswert des Überdruckventiles unmittelbar überein. Bei stetiger Erwärmung des Kühlmittels und stetigem Ansteigen der Förderleistung der Kühlmittelpumpe durch stetiges Ansteigen der Motordrehzahl liegt dabei bis zur entsprechenden höchstzulässigen Kühlmitteltemperatur der Überdruck an der Saugseite der Kühlmittelpumpe auch stets mit ausreichender Sicherheit über dem Siededruck des Kühlmittels, so daß Dampfblasenbildung an der

Saugseite und weitestgehend auch Kavitation innerhalb der Kühlmittelpumpe ausgeschlossen sind. Sobald jedoch nach dem wenigstens annähernden Erreichen des Öffnungswertes des Überdruckventiles ein Abfallen der Motordrehzahl, insbesondere bis zum Leerlauf, auftritt, ergibt sich sowohl ein Abfall des Vorlaufdruckes als auch ein Anstieg des Überdruckes an der Pumpensaugseite. Da an letzterer der Öffnungswert des Überdruckventiles jedoch bereits wenigstens annähernd erreicht war, wird dort ein solcher Volumenanteil des Kühlmittels oder des im Ausgleichsbehälter befindlichen Luftpólsters durch das Überdruckventil ausgeworfen, daß sich im gesamten Kühlkreis nach dem Gesetz der kommunizierenden Gefäße der Überdruck gemäß dem Öffnungswert des Überdruckventiles einstellt. Zwischen der Saugseite der Kühlmittelpumpe und ihrer Druckseite besteht nämlich bei Leerlaufdrehzahl regelmäßig nur eine geringe Druckdifferenz, die bei dieser Betrachtung vernachlässigt werden kann. Wird nun anschließend die Motordrehzahl wiederum auf den vorhergehenden Höchstwert gebracht, so steigt der Druck im Vorlaufbereich um denjenigen verringerten Anteil, der dem am Überdruckventil ausgetretenen Volumenanteil entspricht. Der Druck an der Saugseite der Kühlmittelpumpe fällt dabei zugleich um einen dementsprechenden Wert bis zum Siededruck des Kühlmittels bei der gegebenen Kühlmitteltemperatur ab.

Durch diesen Funktionsablauf ist nach einem einmaligen Abfallen der Motordrehzahl auch bei dieser Anordnung und Bemessung des Überdruckventiles keine Sicherheit gegen Sieden an der Saugseite der Kühlmittelpumpe und Kavitation in der Kühlmittelpumpe gegeben. Darüber hinaus tritt durch den geringen Druck und die dadurch verringerte Förderleistung der Kühlmittelpumpe auch eine verstärkte Dampfblasenbildung an den heißesten Stellen des Kühlmantels der Maschine auf, vor allem im Zylinder-

kopf. Dadurch wird der Wärmeübergang auf das Kühlmittel durch eine isolierende Dampfgrenzschicht beeinträchtigt und der Wirkungsgrad der Kühlung als ganzes verringert. Hierzu trägt schließlich auch noch der durch die geringere Strömungsgeschwindigkeit im Kühler auftretende
5 verringerte Wärmeübergang an die Umgebung bei.

Bei Kühlkreisen, bei denen ein Überdruckventil mit einem Öffnungswert von bis etwa 1,5 bar Überdruck an der Saugseite der Kühlmittelpumpe zur Wirkung kommt, wie
10 dies insbesondere an Hochleistungs-, Sport- und Rennmotoren zur Anwendung kommt, treten zwar auch bei dem vorbeschriebenen Funktionsablauf bis zu einer üblichen höchstzulässigen Kühlmitteltemperatur von etwa 120°C keine Einbußen am Wirkungsgrad der Kühlung ein. Bei
15 diesem Öffnungsdruckwert des Überdruckventiles baut sich jedoch beim ebenfalls vorbeschriebenen ersten Erwärmen des Kühlmittels und Ansteigen der Motordrehzahl im Vorlaufbereich des Kühlkreises ein weit über die Dauerhaltbarkeitsgrenze üblicher Kühler liegender
20 Überdruck auf. Aus einem Überdruck von etwa 1,5 bar an der Pumpensaugseite ergibt sich nämlich bei einer Druckdifferenz zum Vorlaufbereich von etwa 1 bis 1,5 bar ein Überdruck im Vorlaufbereich von etwa 2,5 bis 3 bar.

Die DE-Z-Technische Rundschau Nr. 46, 29.10.1971,
25 enthält zwar Hinweise, daß die Förderhöhe von Kühlmittelpumpen beträchtliche Werte annehmen kann, daß zum Vermeiden von Kavitation am Pumpeneintritt je nach Kühlmitteltemperatur ein entsprechender Vordruck herrschen sollte und daß bei Anordnung eines Ausgleichs-
30 behälters und damit des Überdruckventiles im Vorlauf am Pumpeneintritt der niedrigste Druck herrscht. Für letztere Anordnung des Überdruckventiles ist jedoch keine Bemessungsangabe für dessen Überdruck-Öffnungswert enthalten, um die gestellten Anforderungen zu erfüllen.

Im Gegenteil, es werden Druckverläufe bis zu Überdruck-Öffnungswerten von 0,5- und 1,2-bar dargestellt, die diesen Anforderungen nicht gerecht werden können, zumal sich diese ausschließlich auf die temperaturbedingten Änderungen des statischen Kühlmitteldruckes ohne Berücksichtigung der überlagerten dynamischen Druckeinflüsse der wechselnden Kühlmittelpumpen-Förderleistung beziehen. Auch das in dieser Druckschrift vorgeschlagene zusätzliche Puffervolumen zur Druckspeicherung von Luft an einem am Rücklaufbereich angeschlossenen Ausgleichsbehälters mittels eines in einem Zylinder gleitenden federbelasteten Kolbens berücksichtigt weder die dynamischen Einflüsse auf den Kühlmitteldruckverlauf im Kühlkreis noch ist darin eine Anregung zur Weiterbildung eines Kühlkreises mit einem vom Kühlmitteldruck im Vorlaufbereich angesteuerten Überdruckventil enthalten.

Aufgabe der Erfindung ist es, einen Kühlkreis der im Patentanspruch 1 beschriebenen Bauart so weiterzubilden, daß sowohl ein Abfallen des Druckes an der Saugseite der Kühlmittelpumpe auf den Siededruck vermieden wird als auch ein übermäßig hoher Druckaufbau im Vorlaufbereich, insbesondere im Vorlauf-Wasserkasten des Kühlers, ausgeschlossen wird. Neben einer eindeutigen Begrenzung des Höchstdruckes soll ein Kühlkreis geschaffen werden, der über den gesamten Arbeitsbereich einer Brennkraftmaschine einen hohen Wirkungsgrad aufweist.

Die Erfindung löst diese Aufgabe durch die Bemessung des Überdruckventiles gemäß dem Kennzeichen des Patentanspruches 1. Auf diese Weise wird gewährleistet, daß der Druck an der Saugseite der Kühlmittelpumpe auch bei wechselnder Pumpenförderleistung nicht auf den Siededruck des Kühlmittels abfällt, wenn wenigstens annähernd die höchstzulässige Kühlmitteltemperatur an dieser Stelle erreicht ist, und daß zugleich der Druck im

Vorlaufbereich des Kühlkreises keine höheren Werte erreicht als dies bisher schon üblicherweise bei bekannten Kühlkreisen mit einem vom Rücklaufbereich angesteuerten Überdruckventil der Fall ist.

- 5 Die Merkmale des Anspruches 2 sehen Werte des Überdruckventiles vor, die den bisher üblichen Bemessungen von Kühlkreisen angepaßt sind. Die Anordnung des Überdruckventiles nach Anspruch 3 ergibt im Zusammenhang mit dem Druckabfall am Austritt des Kühlmantels der Maschine den
10 Vorteil, daß während des Betriebes der Maschine der Druckverlauf des Kühlmittels in üblichen Grenzen liegt, daß jedoch nach dem Abstellen der Maschine für den Nachheizvorgang durch den Temperatúrausgleich zwischen den Bauteilen und dem Kühlmittel ein um den genannten
15 Druckabfall höher liegender Überdruck zum Vermeiden eines Nachkochens zur Verfügung steht. Da dabei lediglich eine statische Druckbelastung des Kühlkreises auftritt, hält sich diese in den üblichen Grenzen.

- Die Merkmale des Anspruches 4 geben eine Lehre zur
20 Abstimmung der Gesamtelastizität des Kühlkreises und der Druckänderungen des Kühlmittels über dessen Temperaturänderungen mittels elastischer Schlauchleitungen, wodurch beim Absinken der Kühlmitteltemperatur ein Unterschreiten des Siededruckes vor allem an der Saug-
25 seite der Kühlmittelpumpe ohne zusätzlichen Bauaufwand ausgeschlossen wird.

- Eine Abstimmung der Elastizität des Kühlkreises mittels eines bauaufwendigen zusätzlichen Puffergefäßes enthält zwar die DE-Z-Technische Rundschau Nr. 46, 29.10.1971;
30 dabei ist jedoch ausschließlich die Druckänderung des Kühlmittels aufgrund dessen Temperaturänderung berücksichtigt. Die Druckverlaufsänderung durch den Wechsel

der Pumpenförderleistung ist dagegen nicht in die Abstimmung einbezogen.

In der Zeichnung ist die Erfindung beispielsweise dargestellt. Sie zeigt einen Kühlkreis für Brennkraft-
5 maschinen in schematischer Darstellung mit einem erfindungsgemäßen Überdruckventil im Vorlaufwasserkasten eines Kühlers.

Eine Brennkraftmaschine 1 enthält einen durch einen Pfeil 2 angedeuteten Kühlmantel, in den das Kühlmittel
10 mittels einer Kühlmittelpumpe 3 unter Druck gefördert wird. Am Austritt 4 des Kühlmantels 2 ist ein Vorlauf 5 als Leitungsverbindung mit freiem Durchgang zu einem Kühler 6 angeschlossen. Der Vorlauf 5 mündet in einen Kühler-Vorlauf-Wasserkasten 7. Vom Vorlauf 5 zweigt ein
15 Kurzschluß 8 ab und mündet in einen Mischthermostat 9, wobei diese Mündung durch ein Kurzschlußventil 10 des Mischthermostats 9 gesteuert wird. Von einem Kühler-Rücklauf-Wasserkasten 11 führt eine den Rücklauf 12 aus dem Kühler 6 bildende Leitung gleichfalls in den Misch-
20 thermostat 9, der ein Kühlerventil 13 für die Steuerung der Einmündung des Rücklaufes 12 enthält. Von einer Mischkammer 14 des Mischthermostats 9 mündet eine Saugleitung 15 aus und mündet in die Saugseite 16 der Kühlmittelpumpe 3.

25 Am Kühler-Vorlauf-Wasserkasten 7 ist ein Überdruckventil 17 angeordnet, das mittels einer Abströmleitung 18 mit einem zur Atmosphäre offenen Ausgleichsbehälter 19 verbunden ist, der gegen Verdunsten des Kühlmittels in seiner Befüll-Öffnung mit einer geschlitzten Dicht-
30 scheibe 19' ausgestattet ist. Das Überdruckventil 17 kann alternativ (17' bzw. 17'') am Vorlauf 5 oder am Kühlmantel 2 der Maschine 1 angeschlossen sein. Über eine Nachsaugleitung 20 und ein bevorzugt als Rück-

schlagventil drucklos angesprochenes Unterdruckventil 21 ist der Ausgleichsbehälter 19 mit der Saugseite 16 der Kühlmittelpumpe 3 verbunden. Während die Abströmleitung 18 alternativ (18') auch mit dem oberen Bereich des Innenraumes des Ausgleichsbehälters 19 verbunden sein kann, mündet die Nachsaugleitung 20 in Bodennähe aus dem Innenraum des Ausgleichsbehälters 19 aus. Die Abströmleitung 18 kann schließlich auch gesondert (18'') in Bodennähe des Ausgleichsbehälters 19 in diesen einmünden. Das Unterdruckventil 21 ist mit einem Füllstutzen 21' zu einer Baueinheit vereinigt.

Parallel zum Überdruckventil 17 ist der Abströmleitung 18 ein Entlüftungsventil 22 zugeschaltet, das durch seine Ausbildung als Schnüffel-, Rückschlag- oder Schwimmer-Ventil oder dgl. bei Anlage von Luft und drucklosem Kühlkreis durch Schwerkrafteinwirkung geöffnet ist. Ein oder mehrere relativ großflächige Feinsiebe 23 im Kühler 6 bzw. im Ausgleichsbehälter 19 vermeiden ein durch vom Kühlmittel mitgerissene Schmutzteilchen verursachtes Undichtwerden der Ventile.

Im Füllstutzen 21' ist neben dem Unterdruckventil 21 ein weiteres Überdruckventil 24 angeordnet. Dieses weitere Überdruckventil 24 ist über die Nachsaugleitung 20 unmittelbar an der Saugseite 16 der Kühlmittelpumpe 3 und damit an deren Saugdruck wirksam. In den Innenraum des Füllstutzens 21' mündet eine Entlüftungsleitung 25, die mit einer Drossel 26 zum Abbau der Druckdifferenz zwischen ihren Anschlüssen einerseits am Vorlauf-Wasserkasten 7 und andererseits über die Nachsaugleitung 20 an der Saugseite 16 der Kühlmittelpumpe 3 liegt. In den Füllstutzen 21' bzw. in den Füllstutzen-Deckel ist ein Niveau-Schwimmerschalter 21'' eingebaut, der bei Luftansammlung im Füllstutzen 21' einen Anzeigestromkreis ansteuert, und zwar unabhängig davon, ob im Ausgleichs-

behälter 19 noch eine optisch erkennbare Reservemenge enthalten ist oder nicht.

Das Befüllen des Kühlkreises mit Kühlmittel erfolgt in den Füllstutzen 21'. Durch die Nachsaugleitung 20 und die Kühlmittelpumpe 3 füllt sich die Maschine 1, während gleichzeitig die darin enthaltene Luft durch den Vorlauf 5, den Kühler-Vorlauf-Wasserkasten 7 und die Entlüftungsleitung 25 in den Füllstutzen 21' sowie durch das offene Entlüftungsventil 22 und die Abströmleitung 18 in den Ausgleichsbehälter 19 zur Atmosphäre entweicht. Sobald in der Maschine 1 und gleichzeitig durch die Saugleitung 15, die Mischkammer 14 und das offene Kurzschlußventil 10 des Mischthermostats 9 im Kurzschluß 8 das Niveau des Vorlaufs 5 vom Kühlmittel erreicht ist, füllt sich auch der Kühler 6 sowie der Rücklauf 12 bis zum Kühlerventil 13, das zusätzlich mit einer üblichen Entlüftungsvorrichtung ausgerüstet sein kann. Das Entlüftungsventil 22 im Kühler 6 schließt den gefüllten Kühler-Vorlauf-Wasserkasten 7 zur Abströmleitung 18 hin ab, während sich die Entlüftungsleitung 25 und der Füllstutzen 21 vollständig füllen. Der Niveau-Schwimmerschalter 21" steuert nach Verschließen des Füllstutzens eine elektrische Anzeige-Lampe an den Armaturen der Maschine bzw. des Fahrzeuges an. Mit einer zusätzlichen Reservemenge kann der Ausgleichsbehälter 19 teilweise befüllt werden. In diesen fließt bei Wärmedehnung durch Umgebungs- und Kühlkreis-Temperaturschwankungen sowie vor allem durch die Betriebs-Erwärmung der durch die Überdruckventile 17, 17' bzw. 17" und 24 aus dem Kühlkreis verdrängte Teil des Kühlmittels.

Beim Betrieb der Brennkraftmaschine 1, der üblicherweise nach längerem Abkühlen mit einem Kaltstart beginnt, bei dem der ebenfalls abgekühlte Kühlmittelinhalt des gesamten Kühlkreises ein bestimmtes Minimal-Volumen

aufweist, enthält der Ausgleichsbehälter 19 einen entsprechenden Miminalinhalt. Beim Starten der abgekühlten Maschine führt der erste Drehzahlanstieg sofort zum Aufbau einer Förderhöhe der Kühlmittelpumpe 3, die
5 einerseits ein Absinken des Pumpensaugdruckes unter den vor dem Start im gesamten Kühlkreis gegebenen Umgebungsdruck und andererseits einen Aufbau eines Überdruckes in den der Kühlmittelpumpe 3 nachgeschalteten Kühlkreisabschnitten, Kühlmantel 2, Vorlauf 5, Kurzschluß 8, Kühler
10 6 und Rücklauf 12 bewirkt. Während dieser Überdruck den Öffnungsdruckwert des Überdruckventiles 17 nicht erreicht, wird durch das auf geringste Druckdifferenz ansprechende Unterdruckventil 21 und durch die Nachsaugleitung 20 aus dem Ausgleichsbehälter 19 so lange
15 Kühlmittel in den Kühlkreis gesaugt, bis an der Saugseite 16 der Kühlmittelpumpe 3 der Umgebungsdruck erreicht ist. Bei diesem Vorgang steigt gleichzeitig der Überdruck in den der Kühlmittelpumpe 3 nachgeschalteten Teilen des Kühlkreises weiter an. Die elastischen
20 Schlauchleitungen und evtl. Restluft einschlüsse in diesem Bereich ermöglichen dabei eine Zunahme des darin enthaltenen Volumens an Kühlmittel.

Während des weiteren Betriebes der Brennkraftmaschine 1 steigt aufgrund des Wärmeüberganges im Kühlmantel 2 auf
25 das Kühlmittel dessen Temperatur stetig an bis der Öffnungstemperaturwert des Mischthermostats 9 von etwa 80°C erreicht wird. Daran schließt sich der Regelbereich des Mischthermostats 9 mit zunehmendem Öffnen des Kühltventiles 13 und Schließen des Kurzschlußventiles
30 10 sowie ebenfalls zunehmendem Durchströmen des Kühlers 6 an. Ein weiterer Temperaturanstieg bis über ca. 95°C führt über den Regelbereich des Mischthermostats 9 hinaus bei geschlossenem Kurzschlußventil 10 zum alleinigen Durchströmen des Kühlers 6 mit dadurch erhöhter
35 Durchflußmenge, Durchflußgeschwindigkeit, Wärmeabfuhr

und auch erhöhtem Strömungswiderstand und Druckaufbau im Kühlmantel 2, Vorlauf 5 und Kühler-Vorlauf-Wasserkasten 7. Je nach Volumeninhalt und Elastizität des Kühlkreises, insbesondere der Schlauchleitungen des Vorlaufes 5, des Kurzschlusses 8, des Rücklaufes 12 und der Saugleitung 15, sowie ferner je nach der Ausgangstemperatur des Kühlmittels beim Startvorgang und je nach augenblicklicher Motordrehzahl wird der Öffnungsdruckwert des Überdruckventiles 17 von etwa 2 bar oder des Überdruckventiles 24 von etwa 1,5 bar mehr oder weniger frühzeitig vor oder nach dem Öffnen des Kühlerventiles 13 des Mischthermostats 9 erreicht. Die Motordrehzahl ist deshalb ausschlaggebend, weil die auftretende geringe Förderhöhe der Kühlmittelpumpe 3 bei niedrigen bis mittleren Drehzahlen zuerst ein Ansprechen des Überdruckventiles 24 ermöglicht, das mit einem Überdruck-Öffnungswert anspricht, der gerade um diejenige Druckdifferenz niedriger als der Überdruck-Öffnungswert des Überdruckventiles 17 liegt, die sich zwischen Stillstand oder Leerlaufdrehzahl und Höchstdrehzahl der Maschine an der Anschlußstelle des Überdruckventiles 17, 17' bzw. 17" aufbaut. Bei geringen Motordrehzahlen spricht somit jeweils das Überdruckventil 24 an, das auf der Saugseite 16 der Kühlmittelpumpe 3 über die Nachsaugleitung 20 angeschlossen ist. Nur im Bereich der Höchstdrehzahl der Maschine ist der Überdruck-Öffnungswert des Überdruckventils 17, 17' bzw. 17" maßgebend. Dabei treten jedoch andererseits aufgrund der Strömungswiderstände des Kühlkreises in Strömungsrichtung nach dem Überdruckventil 17, 17' bzw. 17" jeweils niedrigere Drücke auf. Der Druck an der Saugseite 16 der Kühlmittelpumpe 3 liegt dabei sogar wesentlich unter dem Überdruck-Öffnungswert des dort wirksamen Überdruckventiles 24. Dies ist in der Saugwirkung der Kühlmittelpumpe 3 und in den über den gesamten Kühlkreis verteilten Elastizitäten vor allem der Schlauchleitungen

begründet. Bei niedrigster Leerlaufdrehzahl der Maschine sind die Druckdifferenzen sehr gering und damit nimmt, wie auch beim Stillstand der Maschine 1 der gesamte Kühlkreis einen Überdruck entsprechend dem Öffnungswert
5 des Überdruckventiles 24 an.

Insgesamt kann somit im Kühlkreis regelmäßig ein Innendruck vom Umgebungsdruck bis zum Öffnungsdruckwert des Überdruckventils 17 sowie während des Betriebes der Maschine 1 im Bereich zwischen der Kühlmittelpumpe 3 und
10 dem Überdruckventil 17, 17' bzw. 17", also vor allem im Kühlmantel 2, ein darüber hinausgehender, vom Strömungswiderstand des Kühlkreises abhängiger Überdruck auftreten. Die eindeutige Begrenzung der Höchst- und
Niedrigst-Druckwerte vermeidet einerseits eine Druck-
15 Überlastung des Kühlers 6 mit entsprechender Überdimensionierung in seiner Festigkeit und andererseits einen Druckabfall mit erhöhter Kavitationsgefahr in der Kühlmittelpumpe 3. Die sichere Funktion mit hohem Wirkungsgrad des Kühlkreises bis zur Auslegungsgrenze
20 ist somit gewährleistet.

Der durch die Wirkung des Überdruckventiles 24 nach dem Abstellen der Maschine im gesamten Kühlkreis einheitlich zur Verfügung stehende Überdruck wirkt einer Dampfbildung beim Nachheizen bzw. Temperatúrausgleich
25 zwischen der Maschine und dem Kühlmittel entgegen. Eine Drucküberlastung der Kühlkreis-Bauteile ist durch diesen relativ geringen ausschließlich statisch wirksamen Überdruck nicht gegeben. Der vom Überdruckventil 17, 17' bzw. 17" bestimmte höhere Überdruck ist auf den Betrieb
30 der Maschine 1 mit relativ hohen Motordrehzahlen begrenzt, bei denen die Druckdifferenz zwischen der Saugseite 16 der Kühlmittelpumpe 3 und der Anschlußstelle des Überdruckventiles 17, 17' bzw. 17" größer ist als die Differenz zwischen den Überdruck-Öffnungswerten

der Überdruckventile 17, 17' und 17" einerseits und 24 andererseits. Dieser höhere Überdruck ist somit auf einen relativ geringen Anteil der Betriebszeit der Maschine, insbesondere beim Antrieb von Fahrzeugen, begrenzt. Die Dauerhaltbarkeit der Kühlkreis-Bauteile, insbesondere des Kühlers und der Schlauchleitungen, wird dadurch begünstigt.

Bei einem Abkühlen der Maschine 1 und des Kühlmittels aufgrund einer Rücknahme der Motorlast fällt aufgrund der dann negativen Wärmedehnung des Kühlmittels auch der Überdruck im Kühlkreis ab. Damit dabei der Überdruck vor allem an der Saugseite der Kühlmittelpumpe 3 nicht unter den Siededruck zur jeweiligen Temperatur des Kühlmittels sinkt, ist die Gesamt-Elastizität des Kühlkreises, vor allem mittels der Elastizität der Schlauchleitungen, entsprechend abgestimmt.

Mit Beginn des Betriebes der Maschine 1 nach dem Befüllen des Kühlkreises mit Kühlmittel beginnt auch ein selbsttätiges Entlüften des Kühlkreises von Restluftanteilen, die während des Befüllens an verschiedenen Stellen zurückgeblieben sind oder während des Betriebes, beispielsweise durch die jeweils kurzzeitig beim Kaltstart mit Unterdruck belasteten Dichtungen der Kühlmittelpumpe 3, in den Kühlkreislauf gelangen. Diese Restluftanteile werden mit der Strömung des Kühlmittels von der Maschine 1 durch den frei durchgehenden Vorlauf 5 in den Kühler-Vorlauf-Wasserkasten 7 gespült, in den während des Anwärmens der Maschine bei geschlossenem Kühlerventil 13 des Thermostats 9 lediglich die von der Drossel 26 bestimmte relativ geringe Entlüftungsströmung gelangt. Dadurch kann sich nach der Abzweigung des Kurzschlusses 8 im restlichen Teil des Vorlaufes 5 und im Kühler-Vorlauf-Wasserkasten 7 bei beruhigter Strömung ein großer Teil der Restluft vom Kühlmittel abscheiden

und bei größerer Ansammlung durch das dann öffnende
Entlüftungsventil 22 über die Abströmleitung 18 und ggf.
18" zum Ausgleichsbehälter 19 abströmen. Ein entspre-
chendes Volumen an Kühlmittel kann gleichzeitig durch
5 die Nachsaugleitung 20 und das Überdruckventil 21 in den
Füllstutzen 21' gesaugt werden, was aufgrund der Auswir-
kung des Pumpensaugdruckes über die zur Saugseite 16
führende Nachsaugleitung 20 zustandekommt. Durch die
Entlüftungsleitung 25 und die Drossel 26 fließt der
10 Entlüftungsstrom zum Füllstutzen 21', der die verblei-
benden kleineren Restluftanteile in den Füllstutzen
leitet und dort dem weiteren Überdruckventil 24 vor-
lagert. Sobald durch das Anwärmen der Maschine 1 und des
Kühlmittels sowie durch die dabei gegebene Wärmedehnung
15 und Druckerhöhung des Kühlmittels der Überdruckwert von
etwa 1,5 bar dieses Überdruckventiles 24 erreicht wird,
öffnet dieses und läßt die gesamte Restluft durch die
Nachsaugleitung 20 in den Ausgleichsbehälter 19 strömen.
Dieser Vorgang setzt sich fort bzw. wiederholt sich, bis
20 der Wärme-Beharrungszustand des Kühlkreises erreicht
ist. Ein Entlüften tritt auch dann ein, wenn der Über-
druck-Öffnungswert von etwa 2,0 bar des Überdruckven-
tils 17 im Kühler-Vorlauf-Wasserkasten erreicht wird.
Jedoch werden dabei keine vorgelagerten Restluftanteile,
25 sondern lediglich unmittelbar im austretenden Kühlmittel
enthaltene oder gelöste Restluftanteile in den Aus-
gleichsbehälter 19 und damit an die Atmosphäre ausge-
schieden. Ein weiteres Entlüften und Ausschieben von
Kühlmittel mit Restluft aus dem Füllstutzen 21' in den
30 Ausgleichsbehälter 19 durch das Überdruckventil 24 tritt
auch immer dann ein, wenn nach einer Anwärm-Betriebszeit
mit hoher Motordrehzahl von etwa 5000 bis 6000/min und
hoher Druckdifferenz von etwa 1 bar zwischen Kühler-
Vorlauf-Wasserkasten 7 und Saugseite 16 der Kühlmittel-
35 pumpe 3 die Motordrehzahl erheblich, insbesondere bis
auf Leerlaufdrehzahl, abfällt. Der Überdruck-Öffnungs-

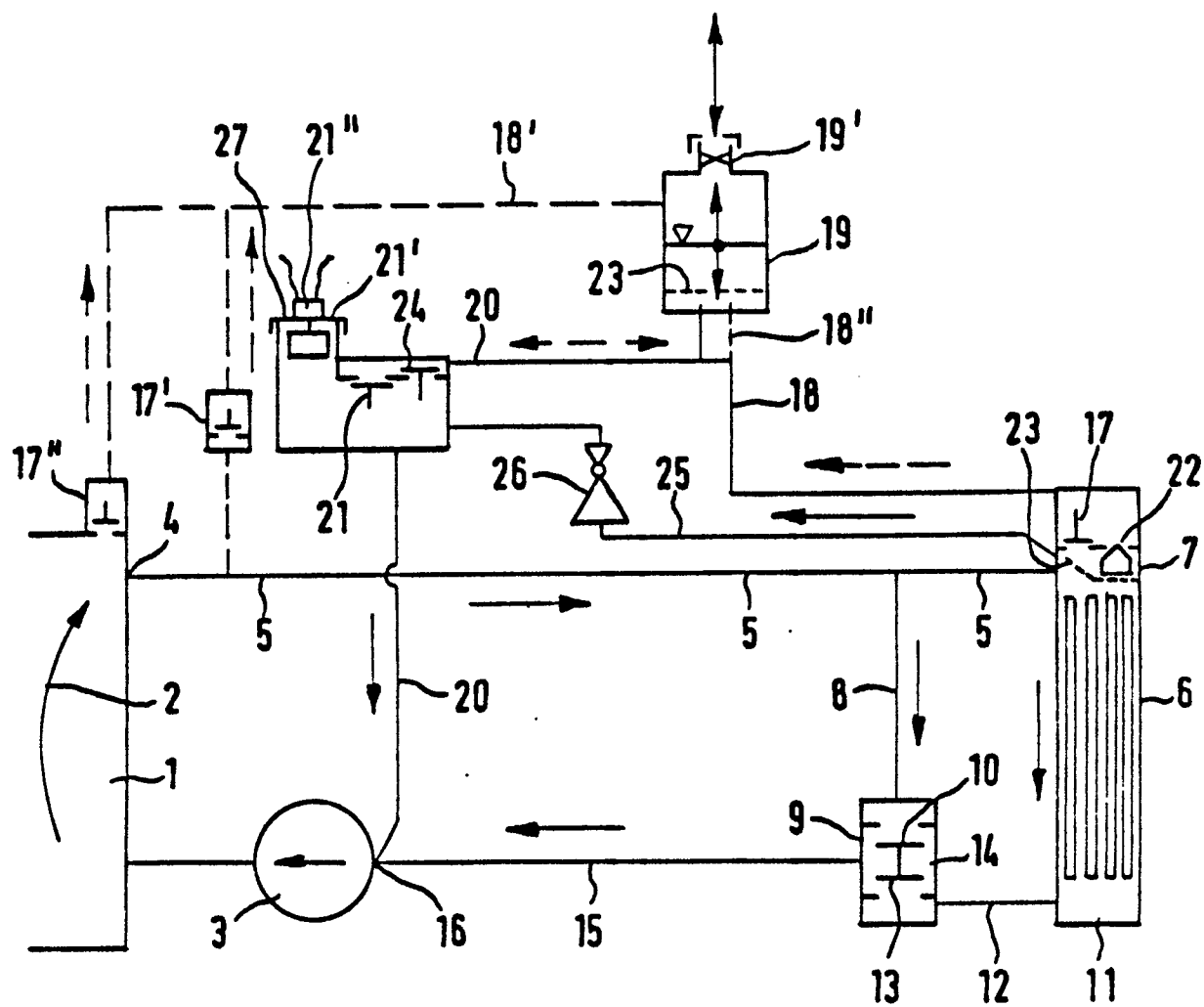
- wert von etwa 2 bar des Überdruckventiles 17 ist dabei nämlich zuerst wenigstens annähernd erreicht und dagegen der Überdruck-Öffnungswert von etwa 1,5 bar des weiteren Überdruckventiles 24 wesentlich unterschritten. Beim
- 5 Abfallen der Motordrehzahl gleichen sich die Überdruckwerte dann weitestgehend einander an, so daß der Überdruck im Füllstutzen 21' etwa auf den Überdruck-Öffnungswert des dortigen Überdruckventiles 24 steigt. Bei der regelmäßig dann anschließenden weiteren Erwärmung des
- 10 Kühlmittels durch den Temperatúrausgleich zwischen der hoch aufgeheizten Maschine 1 und dem Kühlmittel wird durch die entsprechende Wärmedehnung des Kühlmittels der Überdruck-Öffnungswert des Überdruckventiles 24 überschritten. Die im Füllstutzen 21' bis dahin evtl.
- 15 vorgelagerte Restluft wird dabei zusammen mit einem Anteil an Kühlmittel in den Ausgleichsbehälter 19 ausgeschieden.

- Im Ausgleichsbehälter 19 scheidet sich bei atmosphärischem Druck und Umgebungstemperatur, z. B. Motorraum-
- 20 temperatur von Fahrzeugen, die im Kühlmittel als Blasen oder in Lösung enthaltene Luft in die Atmosphäre ab. Eine verschnittfrei geschlitzte Dichtscheibe 19' läßt zwar zum Volumenausgleich einen Luftaus- und -eintritt aus bzw. in den Ausgleichsbehälter 19 zu, verhindert
- 25 jedoch eine ständige Luftbewegung durch Konvektionsströmung. Dadurch werden Verdunstungsverluste an Kühlmittel weitestgehend vermieden.

Patentansprüche:

1. Kühlkreis für Brennkraftmaschinen,
mit einer am Zulauf zum Kühlmantel (2) der Maschine
5 (1) angeordneten Kühlmittelpumpe (3), die einem
Kühlmantel (2), einem Kühler (6), einem Thermostat
(9) und deren Verbindungsleitungen (Vorlauf 5,
Rücklauf 12 und Kurschluß 8) einen Kühlmittel-Um-
lauf mit einem mit der Maschinen-Drehzahl wechseln-
10 den Druckgefälle bewirkt, und
mit einem zur Atmosphäre öffnenden, vom Kühlmittel-
druck im Vorlaufbereich (Kühlmantel 2, Vorlauf 5
und Kühler-Vorlauf-Wasserkasten 7) angesteuerten
Überdruck-Ventil (17, 17' bzw. 17'') zur Begrenzung
15 des Kühlmittel-Höchstdruckes,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Überdruckventil (17) einen Überdruck-
Öffnungswert aufweist, der wenigstens annähernd um
diejenige Druckdifferenz über dem Siededruck des
20 Kühlmittels bei an der Saugseite (16) der Kühlmittel-
pumpe (3) höchstzulässiger Kühlmitteltemperatur
liegt, die zwischen der Saugseite (16) der Kühlmittel-
pumpe (3) und der Anschlußstelle des Überdruck-
ventils (17, 17', 17'') dann auftritt, wenn im
25 wesentlichen die höchste Förderleistung der Kühlmittel-
pumpe (3) bei voll geöffnetem Kühlerventil
(13) des Thermostats (9) gegeben ist.

2. Kühlkreis nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
daß das Überdruckventil (17, 17' bzw. 17'') einen
Überdruck-Öffnungswert von etwa 1,5 bis 2,2 bar bei
einer höchstzulässigen Kühlmittel-Temperatur an der
Pumpensaugseite von etwa 90 bis 120°C und bei einer
Druckdifferenz zwischen der Saugseite (16) der
Kühlmittelpumpe (3) und der Anschlußstelle des
Überdruckventiles (17, 17' bzw. 17'') von etwa 0,5
bis 1,2 bar aufweist.
3. Kühlkreis nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekenn-
zeichnet,
daß das Überdruckventil (17'') am Kühlmantel (2) vor
dessen Austritt (4) angeschlossen ist.
4. Kühlkreis nach einem der Ansprüche 1 bis 3, gekenn-
zeichnet durch
elastische Schlauchleitungen (für Vorlauf 5,
Kurzschluß 8, Rücklauf 12, Saugleitung 15, Nach-
saugleitung 20 und Entlüftungsleitung 25) im Vor-
und Rücklaufbereich zwischen Kühlmantel (2), Kühler
(6), Thermostat (9) und/oder Kühlmittelpumpe (3),
deren Elastizität gemeinsam mit der Elastizität der
weiteren Kühlmittel enthaltenden Hohlräume und/oder
der in diesen enthaltenen Luft- bzw. Gas-Anteile
derart mit den temperaturwechsel-bedingten Volu-
mens- und Druck-Änderungen des Kühlmittels, den
pumpenförderleistungs-bedingten Druckverlaufs-
Änderungen und dem Überdruck-Öffnungswert des
Überdruck-Ventiles (17, 17' bzw. 17'') abgestimmt
ist,
daß bei wechselnder Kühlmittel-Temperatur und
Maschinen- bzw. Kühlmittelpumpen-Drehzahl der
Kühlmitteldruck an der Saugseite (16) der Kühl-
mittelpumpe (3) stets über dem jeweiligen Siede-
druck des Kühlmittels liegt.





EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 4)
A	US-A-1 311 809 (GIESLER) * Figur 1; Anspruch 1 *	1	F 01 P 3/22 F 01 P 11/02
A,D	--- TECHNISCHE RUNDSCHAU, Nr. 6, 29 Oktober 1971, Seiten 9-11, Bern, CH; H. LEBIG: "Flüssigkeitsgekühlte Brennkraftmaschinen" * Seite 9 - Seite 11, Spalte 2, Absatz 4 *	1,2	
A	--- GB-A-1 154 642 (FORD) * Figuren 1,2; Seite 1, Zeile 41 - Seite 2, Zeile 6 *	3	
A	--- US-A-3 132 634 (BUTLER) * Figuren 1-3; Spalte 2, Zeile 13 - Spalte 3, Zeile 58 *	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.4)
			F 01 P
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
RECHERCHIERTE SACHGEBIETE		VON ARX HOF	
X : KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze			
E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, überein- stimmendes Dokument			