



BUNDESPATENTGERICHT

IM NAMEN DES VOLKES

URTEIL

Verkündet am
17. April 2008

10 Ni 18/07 (EU)

(Aktenzeichen)

...

In der Patentnichtigkeitsache

...

betreffend das europäische Patent 0 901 564

(DE 697 03 444)

hat der 10. Senat (Juristischer Beschwerdesenat und Nichtigkeitssenat) auf Grund der mündlichen Verhandlung vom 17. April 2008 unter Mitwirkung des Vorsitzenden Richters Schülke, des Richters Dr.-Ing. Pösentrup, der Richterin Püschel sowie der Richter Dipl.-Ing. Frühauf und Dipl.-Ing. Hilber

für Recht erkannt:

1. Das europäische Patent 0 901 564 wird mit Wirkung für das Hoheitsgebiet der Bundesrepublik Deutschland für nichtig erklärt.
2. Die Beklagte trägt die Kosten des Rechtsstreits.
3. Das Urteil ist in Höhe von 120 % des zu vollstreckenden Betrages vorläufig vollstreckbar.

Tatbestand

Die Beklagte ist Inhaberin des am 3. Juni 1997 angemeldeten und in der Verfahrenssprache Englisch u. a. mit Wirkung für die Bundesrepublik Deutschland erteilten europäischen Patents 0 901 564 (Streitpatent), das beim Deutschen Patent- und Markenamt unter dem Aktenzeichen DE 697 03 444 geführt wird. Das Patent nimmt die Priorität einer Anmeldung in Dänemark vom 7. Juni 1996 (Akz: DK 64196) in Anspruch. Es trägt die Bezeichnung „Auslassventil für Verbrennungsmotor“ und umfasst 7 Patentansprüche. Der Patentanspruch 1 und die ihm nachgeordneten Patentansprüche 2 bis 6 sind auf ein Auslassventil für einen Verbrennungsmotor, der Patentanspruch 7 ist auf eine Verwendung einer Nickelbasislegierung an einem Auslassventil eines Verbrennungsmotors gerichtet.

Die deutschsprachige Fassung der Patentansprüche lautet:

1. Auslassventil für einen Verbrennungsmotor, insbesondere einen Zweitaktkreuzkopfmotor, das eine bewegliche Spindel mit einem Ventilteller aus einer Legierung auf der Basis von Nickel mit einem ringförmigen Sitzbereich an der oberen Fläche des Ventiltellers enthält, wobei dieser Sitzbereich in der geschlossenen Position des Ventils an einem entsprechenden Sitzbereich an einem stationären Ventilelement anliegt und wobei der Sitzbereich des Ventiltellers bei seiner Herstellung einem thermomechanischen Umformungsverfahren unterzogen wurde, bei dem das Material zumindest teilweise kaltbearbeitet wurde, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Ventilteller aus einer Legierung auf der Basis von Nickel hergestellt ist, die eine Streckgrenze von mindestens 1000 MPa erreichen kann, und dass der Sitzbereich an der oberen Fläche des Ventiltellers mit Hilfe des thermomechanischen Umformungsverfahrens und eventuell einer Wärmebehandlung zur Erhöhung der Streckgrenze mit Eigenschaften zur Verhinderung von Vertiefungen in Form einer Streckgrenze ($R_{p0,2}$) von mindestens 1000 MPa bei einer Temperatur von etwa 20° C ausgestattet ist.
2. Auslassventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Sitzbereichmaterial eine Streckgrenze von mindestens 1100 MPa, vorzugsweise von mindestens 1200 MPa aufweist.
3. Auslassventil nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Sitzmaterial eine Streckgrenze von mindestens 1300 MPa, vorzugsweise von mindestens 1400 MPa aufweist.
4. Auslassventil nach einem der Ansprüche 1-3, dadurch gekennzeichnet, dass die Sitzbereiche am stationären Element und der Ventilteller bei den Betriebstemperaturen der Sitzbereiche jeweils im Wesentlichen dieselbe Streckgrenze aufweisen.

5. Auslassventil nach einem der Ansprüche 1-3, dadurch gekennzeichnet, dass der Sitzbereich am stationären Element bei den Betriebstemperaturen der Sitzbereiche eine wesentlich höhere Streckgrenze aufweist als der Sitzbereich am Ventilteller.
6. Auslassventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der äußere Durchmesser des Ventiltellers im Bereich von 130 mm bis 500 mm liegt.
7. Verwendung einer chromhaltigen Nickelbasislegierung mit einer Streckgrenze von mindestens 1000 MPa bei etwa 20° C als Material zur Beschränkung oder Verhinderung von Vertiefungen in einem ringförmigen Sitzbereich an der oberen Fläche eines beweglichen Ventiltellers an einem Auslassventil für einen Verbrennungsmotor, insbesondere für einen Zweitaktkreuzkopfmotor, wobei der Sitzbereich an einem entsprechenden Sitzbereich an einem stationären Ventilelement anliegt, wenn das Ventil geschlossen ist.

Die Beklagte verteidigt hilfsweise das Streitpatent mit den in der mündlichen Verhandlung vorgelegten Patentansprüchen 1 bis 7 nach Hilfsantrag I.

Der Wortlaut der Hauptansprüche 1 und 7 nach Hilfsantrag I entspricht dem der erteilten Fassung mit der Maßgabe, dass der Wert für die Streckgrenze von „1000 MPa“ in „1100 MPa“ geändert ist. Der Wortlaut der Ansprüche 2 bis 6 entspricht der erteilten Fassung mit der Maßgabe, dass im Anspruch 2 nach Hilfsantrag die Wortfolge „von mindestens 1100 MPa, vorzugsweise“ entfallen ist.

Mit ihrer Nichtigkeitsklage macht die Klägerin geltend, der Gegenstand des Streitpatents sei gegenüber dem Stand der Technik nicht patentfähig. Er sei nicht neu, beruhe jedenfalls nicht auf einer erfinderischen Tätigkeit. Dies gelte auch für die hilfsweise verteidigte Fassung der Patentansprüche gemäß Hilfsantrag I.

Sie beruft sich auf den Stand der Technik u. a. nach

1. M. Hammer u. a: Die Herstellung von Ventilspindeln für Schiffsdieselmotoren aus einer Nickelbasislegierung, Berg- u. Hüttenmännische Monatshefte, 130. Jg. (1985) Heft 9, S. 333-339 (NK 5)
2. JP 08-061028 – Maschinenübersetzung (NK 28)
3. Test Report der Fa. IncoTest/Hereford/England v. 23. Oktober 2003 (Anlagenkonvolut NK 24 Bl. 9)
4. H. K. Kohl: Die Kaltverfestigung von Nickelbasislegierungen, Z. Werkstofftech. 17, S. 193, 196 (Anlagenkonvolut NK 24 Bl. 11/12)

Die Klägerin stellt den Antrag,

das europäische Patent 0 901 564 mit Wirkung für das Hoheitsgebiet der Bundesrepublik Deutschland für nichtig zu erklären.

Die Beklagte stellt den Antrag,

die Klage abzuweisen;
hilfsweise verteidigt sie das Streitpatent mit den Patentansprüchen nach Hilfsantrag I.

Sie tritt dem Vorbringen der Klägerin in allen Punkten entgegen und hält den Gegenstand des Streitpatents gegenüber dem entgegengehaltenen Stand der Technik für patentfähig, zumindest in der hilfsweise verteidigten Fassung der Patentansprüche.

Entscheidungsgründe

Die Nichtigkeitsklage ist zulässig und in vollem Umfang begründet. Der geltend gemachte Nichtigkeitsgrund liegt vor (Art. II § 6 Abs. 1 Nr. 1 IntPatÜG, Art. 138 Abs. 1 lit. a Art. 52 bis 57 EPÜ). Der Gegenstand des Streitpatents ist weder in der erteilten Fassung noch in der nach Hilfsantrag I verteidigten Fassung patentfähig.

I.

Das Streitpatent betrifft ein Auslassventil für einen Verbrennungsmotor, das eine bewegliche Ventilspindel mit einem Ventilteller aus einer Legierung auf der Basis von Nickel mit einem ringförmigen Sitzbereich an der oberen Fläche des Ventiltellers aufweist, wobei der Sitzbereich, der in der geschlossenen Ventilposition an einem entsprechenden Sitzbereich eines stationären Ventilelements anliegt, bei seiner Herstellung einem thermomechanischen Umformungsverfahren unterzogen wurde (StrPS Abs. 0001).

Die Streitpatentschrift führt dazu aus, die Zuverlässigkeit eines Auslassventils sei durch dessen dichtes Schließen bestimmt, jedoch verringere sich die Fähigkeit zum dichten Schließen bekanntermaßen durch örtliche Korrosion und Abnutzung im Sitzbereich. Durch die hierbei gebildeten Vertiefungen in der Sitzfläche könne bei geschlossenem Ventil heißes Gas strömen. Die Vertiefungen seien daher Voraussetzung für das Entstehen des sog. Durchbrennens bei Ventilen, bei dem über der ringförmigen Dichtungsfläche eine kanalförmige Rinne entstehe. Unter Umständen könne ein derartiger Mangel sich innerhalb von weniger als 80 Betriebsstunden zu einem defekten Ventil entwickeln, das zum Ausfall eines Motors führe. Handele es sich dabei um Antriebsmotoren in Schiffen, könne dies Probleme während der Fahrt und kostspielige Wartezeiten im Hafen verursachen. In der Vergangenheit sei diesen Problemen mit ständig steigenden Härten der Materialien im Sitzbereich und - zur Verzögerung der durch kleine Undichtigkeiten einsetzenden Erosion - mit einer höheren Hitzekorrosionsbeständigkeit begegnet worden (Abs. 0003 und 0004).

In dem Artikel „Herstellung von Ventilspindeln aus einer Nickelbasislegierung für Schiffsdieselmotoren“, Berg- und Hüttenmännische Monatshefte, Bd. 130, (im Nichtigkeitsverfahren als NK5 eingeführt) sei ein Auslassventil der vorstehend genannten Art aus dem Material NIMONIC 80A beschrieben, bei dem die hohe Härte im Sitzbereich durch thermomechanisches Schmieden erreicht worden sei. Das bekannte Ventil weise eine Streckgrenze von mindestens 800 MPa auf (Abs. 0005). Auch aus der Druckschrift EP 0 280 467 A (als NK7 im Verfahren) sei ein Auslassventil aus NIMONIC 80A bekannt, bei dessen Herstellung ein Grundkörper nach dem Homogenisierungsglühen in die gewünschte Form geschmiedet werde. Der Sitzbereich sei demgemäß kalt bearbeitet, um eine hohe Härte zu erzielen. Das Ventil könne nachfolgend ausscheidungsgehärtet werden (Abs. 0006). Die Sitzmaterialien von Auslassventilen mit einer hohen Härte und einem hohen Widerstand gegen Hitzekorrosion auszustatten werde auch in dem Buch „Diesel engine combustion chamber materials for heavy fuel operation“ (1990), Institute of Marine Engineers, London, (im Verfahren als Druckschrift B6 eingeführt) empfohlen (Abs. 0007).

Demgegenüber habe die Anmelderin aufgrund von Tests zur Vertiefungsbildung bei Sitzmaterialien von Auslassventilen herausgefunden, dass die Härte des Sitzmaterials keinen großen Einfluss darauf habe, ob Vertiefungen entstünden (Abs. 0008). Sie habe vielmehr erkannt, dass die bei geschlossenem Ventil im Dichtspalt angesammelte Pulvermenge mit Beginn der Verbrennung und auf den Ventilteller wirkender Last zu einer elastischen Verformung der Sitzmaterialien führe, die aber nur so lange anhalte, bis aufgrund des Drucks im Kontaktbereich der Pulveransammlung die niedrigste Streckgrenze des Sitzmaterials erreicht werde und eine plastische Verformung und die Bildung von Vertiefungen beginne (Abs. 0014).

Aus dieser Erkenntnis ist die Aufgabe des Streitpatents hergeleitet, zur Lebensdauerverlängerung der Auslassventile Sitzmaterialien vorzuschlagen, mit welchen die Bildung von Vertiefungen und damit die grundlegenden Bedingungen für das

Auftreten eines Durchbrennens des Ventils abgeschwächt oder eliminiert sind (Abs. 0008).

Zur Lösung dieser Aufgabe lehrt Patentanspruch 1 ein

- a) Auslassventil für einen Verbrennungsmotor;
- b) das Ventil enthält eine bewegliche Spindel mit einem Ventilteller mit einem ringförmigen Sitzbereich an der oberen Fläche des Ventiltellers, wobei dieser Sitzbereich in der geschlossenen Position des Ventils an einem entsprechenden Sitzbereich eines stationären Ventilelements anliegt;
- c) der Ventilteller mit dem ringförmigen Sitzbereich besteht aus einer Legierung auf der Basis von Nickel;
- d) der Sitzbereich des Ventiltellers wurde bei seiner Herstellung einem thermomechanischen Umformungsverfahren unterzogen, bei dem das Material zumindest teilweise kalt bearbeitet wurde;

- Oberbegriff -

- e) die Nickelbasislegierung des Ventiltellers kann eine Streckgrenze von mindestens 1000 MPa erreichen;
- f) der Sitzbereich an der oberen Fläche des Ventiltellers ist mit Eigenschaften zur Verhinderung von Vertiefungen in Form einer Streckgrenze ($R_{p0,2}$) von mindestens 1000 MPa bei einer Temperatur von etwa 20° C ausgestattet;
- g) die Streckgrenze ($R_{p0,2}$) von mindestens 1000 MPa ist mit Hilfe des thermomechanischen Umformungsverfahrens und eventuell einer Wärmebehandlung zur Erhöhung der Streckgrenze erhalten worden.

- Kennzeichen -

Als weitere Lösung der Aufgabe lehrt Patentanspruch 7 die

- a) Verwendung einer chromhaltigen Nickelbasislegierung als Material zur Beschränkung oder Verhinderung von Vertiefungen in einem ringförmigen Sitzbereich an der oberen Fläche eines beweglichen Ventiltellers an einem Auslassventil für einen Verbrennungsmotor;
- b) wobei die Nickelbasislegierung eine Streckgrenze von mindestens 1000 MPa bei etwa 20° C aufweist
- c) und der Sitzbereich an der oberen Fläche des beweglichen Ventiltellers an einem entsprechenden Sitzbereich eines stationären Ventilelements anliegt, wenn das Ventil geschlossen ist.

II.

Als hier zuständiger Fachmann ist ein an einer Technischen Hochschule oder Universität ausgebildeter Maschinenbau-Ingenieur der Fachrichtung ‚Allgemeiner Maschinenbau‘ anzusehen, der mit der Konstruktion von Ein- und Auslassventilen für Brennkraftmaschinen, u. a. für große Schiffs-Dieselmotoren, befasst ist und vertiefte Kenntnisse auf den Gebieten der Werkstoffkunde und der Umformtechnik besitzt.

A. Hauptantrag

1. Zur Auslegung des Patentanspruchs 1 des Streitpatents

Das im Verlaufe des Prüfungsverfahrens in den Patentanspruch 1 aufgenommene Merkmal e besagt nichts anderes als die quasi selbstverständliche Maßnahme, dass nur solche Legierungen auf der Basis von Nickel eingesetzt werden, mit denen die im Merkmal f geforderte Streckgrenze auch erreicht werden kann. Im

Prüfungsverfahren war vom EPA nämlich bemängelt worden, dass ein thermomechanischer Umformprozess allein nicht ausreichend sei, um eine Streckgrenze von 1000 MPa zu erhalten. Eine andere wesentliche Voraussetzung sei das Material des Ventiltellers.

Unter Kaltbearbeitung (Merkmal d) versteht der Fachmann eine mechanische Umformung des Materials, beispielsweise durch Walzen, Schmieden, Strecken, Hämmern (StrPS Abs. 0045), bei einer Temperatur unterhalb der Rekristallisationstemperatur, die für Nickelbasislegierungen typischerweise etwa 950-1050° C beträgt (StrPS Sp. 9 Z. 39-40). Mechanische Umformungen in einem Temperaturbereich, bei dem keine oder eine nicht wesentliche Rekristallisation des Gefüges eintritt, sind dem Fachmann als thermomechanische Umformverfahren geläufig.

Als eine mögliche Wärmebehandlung, die gemäß Merkmal g eventuell zur Erhöhung der Streckgrenze eingesetzt wird, ist in der Beschreibung eine Ausscheidungshärtung (24 h bei 850° C gefolgt von 16 h bei 700° C) angegeben (StrPS Sp. 9 Z. 47-52). Offenbar erhöht eine Ausscheidungshärtung im Anschluss an eine thermomechanische Umformung sowohl die Härte als auch die Festigkeit des Ventils.

Die Vorgabe der Streckgrenze von mindestens 1000 MPa (Merkmal g) interpretiert der Fachmann als Richtwert, bei dem das Entstehen von Vertiefungen an der Ventilsitzfläche (über eine bestimmte Betriebsdauer) sicher vermieden ist. Auf den exakten Wert kommt es insoweit nicht an.

Die streitpatentgemäße Lehre schließt im Übrigen nicht aus, dass der Sitzbereich des Ventils auch hart ist, wenn er nur die geforderte Festigkeit aufweist. Härte und Festigkeit schließen sich nicht gegenseitig aus. Vielmehr unterstellt der Fachmann, dass eine die Härte einer Nickelbasislegierung erhöhende thermomechanische Umformung, bei der das Material zumindest teilweise kalt bearbeitet wird, mit einer eventuell nachfolgenden Wärmebehandlung, z. B. in Form der vorgenannten Ausscheidungshärtung, auch zu einer Erhöhung der Festigkeit des Materials führt,

auch wenn bei Nickelbasislegierungen kein direkter funktionaler Zusammenhang zwischen Härte und Festigkeit festgestellt werden kann. Gestützt wird dieser durch die u. a. mit dem Anlagenkonvolut NK24 in das Verfahren eingeführte Untersuchung der Firma IncoTest (Bl. 9, insb. Mechanical Test Results) sowie den Artikel „Die Kaltverfestigung von Nickelbasislegierungen“ v. H. K. Kohl in Z. Werkstofftech. 17, 193-198 aus dem Jahr 1986 (NK24, Bl. 11/12, insb. Tab. 2 u. 3), die für Nimonic-Legierungen eine Zunahme sowohl der Härte als auch der Streckgrenze mit zunehmender Kaltverformung ausweisen.

2. Ob der Gegenstand des Patentanspruchs 1 nach Hauptantrag neu ist, kann dahingestellt bleiben, denn er beruht jedenfalls nicht auf einer erfinderischen Tätigkeit.

Die in der Streitpatentschrift gewürdigte Entgegenhaltung NK5 („Hammer“) betrifft unbestritten ein Auslassventil für einen Verbrennungsmotor mit sämtlichen Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1 (Merkmale a-d nach obiger Gliederung). Entsprechend seiner Verwendung als Gaswechselventil im Auslass einer Brennkraftmaschine weist es die übliche Bauweise aus Ventilteller, beweglicher Spindel sowie Ventilsitzanordnung gemäß Merkmalsgruppe b des Anspruchs 1 auf (S. 335 Abb. 6). Es ist gänzlich aus einer Nickelbasislegierung, z. B. Nimonic 80A (Abb. 3, letzte Zeile u. S. 335 linke Spalte erster u. vorletzter Absatz), hergestellt, so dass auch Merkmal c des Anspruchs 1 verwirklicht ist. Der Sitzbereich des Ventiltellers wurde bei seiner Herstellung auch einem thermomechanischen Umformungsverfahren unterzogen, bei dem das Material zumindest teilweise kalt bearbeitet wurde (Merkmal d). Hierzu ist in NK5 näher ausgeführt, dass das durch Erschmelzen erhaltene Grundmaterial unter Einhaltung enger Schmiedetemperaturen primär verformt wird, um eine gewünschte Korngröße und Innenfehlerrgüte zu gewährleisten (S. 337 linke Spalte Abs. 1 u. 2, Abb. 8). Daran schließt sich eine Sekundärverformung bzw. Warmformgebung mit Temperaturen knapp an der Rekristallisations- bzw. Lösungstemperatur für die die Ausscheidungshärtung bewirkende γ' -Phase - hierbei handelt es sich um submikroskopische Teilchen einer intermetallischen Verbindung der Zusammensetzung $\text{Ni}_3(\text{Al}, \text{Ti})$ - an, wodurch ein feines, voll-

ständig dynamisch rekristallisiertes Gefüge erhalten wird (S. 337 Abs. 3 ff., Abb. 9 oberer Teil i. V. m. S. 336 linke Spalte, Kap. ‚Werkstoffliche Grundlagen‘, 3. Abs.). In einer zusätzlichen Verformungsoperation, bei der es sich um eine thermomechanische Umformung im Sinne des Streitpatents handelt, wird sodann der Ventilteller in seine Endform gebracht, wobei Verformungsgrad und Verformungsgeschwindigkeit sowie Temperaturverlauf derart gesteuert werden, dass es im Sitzbereich zu einem gewissen Anteil an Warm-Kaltverformung kommt. Mit der derart vorgenommenen Umformung soll der Forderung nach höchster Sitzhärte Rechnung getragen werden (S. 337 linke Spalte, ab Zeile 10 von unten). Zur abschließenden Einstellung der geforderten Festigkeitswerte und zur Erzielung höchster Härte folgt eine Wärmebehandlung bzw. Aushärtebehandlung des Ventils durch Anlassen auf eine unterhalb der für diese Legierung üblichen Anlasstemperatur von 700° C – sie liegt deutlich unterhalb der Rekristallisationstemperatur von ca. 1000° C - mit entsprechend langer Aushärtezeit (S. 337 rechte Spalte, letzter Abs., Abb. 9 untere Hälfte). Damit lehrt NK5 auch ein Teilmerkmal der Merkmalsgruppe g des kennzeichnenden Teils des Anspruchs 1, nach welcher mit einer Wärmebehandlung im Anschluss an eine thermomechanische Umformung bestimmte Festigkeitswerte eingestellt werden können. An sitznahen Materialproben (S. 338, Abb. 13, Tangentialproben T1, T2) dieses Ventils ermittelte Festigkeits- und Härteeigenschaften zeigen im oberflächen- bzw. randnahen Bereich des Ventilsitzes Härten von 400 bis 460 HV5 (S. 338, Abb. 14, untere Tabelle, 1. Zeile) und - üblicherweise bei Raumtemperatur bestimmte - 0,2%-Streckgrenzen von über 900 bis 974 MPa (N/mm²).

Somit unterscheidet sich das Auslassventil nach dem geltenden Anspruch 1 des Streitpatents von dem aus NK5 bekannten Auslassventil dadurch, dass an der oberen Fläche des Ventiltellers eine 0,2%-Streckgrenze von mindestens 1000 MPa eingestellt ist. Dadurch soll die Bildung von Vertiefungen in der Ventilsitzfläche verhindert sein. Hierbei handelt es sich nach Überzeugung des Senats um eine im Rahmen des Wissens und Könnens des Fachmanns liegende Bemessung, denn für den Fachmann liegt es auf der Hand, dass mit zunehmender Festigkeit, d. h. Streckgrenze, eine höhere Widerstandsfähigkeit gegen eine bleibende

Verformung des Ventilsitzes einhergeht. Dass es neben der Härte auch auf die Festigkeit und Zähigkeit des Ventilwerkstoffs ankommt, ist zudem in der NK5 mehrfach angesprochen (z. B. S. 335 li. Sp. Abs. 2; S. 337 re. sp. le. Abs.).

Ziel der Ventilherstellung nach NK5 ist es, den bekanntermaßen hohen und durch den Schließdruck sowie durch hohe Temperaturen und durch Korrosion bedingten mechanischen Verschleiß im Sitzbereich des Ventils gegenüber herkömmlichen Ventilen zu vermindern (S. 334, rechte Spalte, Absatz 2). Entsprechend werden für ein vollständig aus der Nickelbasislegierung Nimonic 80A herzustellendes Ventil hohe Festigkeitswerte, höchste Sitzhärten und feines Korn sowie aus Gründen der Betriebssicherheit der Verzicht auf eine Sitzpanzerung gefordert (S. 336 linke Spalte Abs. 2 u. 3). Ob die ausgewiesenen Werte für Festigkeit und Härte gemäß Abb. 14 hinreichen, das Entstehen von Vertiefungen an der Oberfläche des Ventilsitzbereiches zu verhindern, ist in NK5 nicht ausdrücklich behandelt. Gelänge dies aber nicht, wäre das Ziel nach einem hohen Verschleißwiderstand des Ventilsitzmaterials jedoch verfehlt. Der Fachmann würde in diesem Fall eine weitere Verbesserung der mechanischen Eigenschaften des Ventils nach NK5 aus Nimonic 80A, insbesondere eine Erhöhung der Festigkeit (0,2%-Streckgrenze und Zugfestigkeit R_m) und der Härte im Sitzbereich, beispielsweise durch eine stärkere Kaltbearbeitung und/oder eine veränderte Wärmebehandlung im Anschluss an die thermomechanische Umformung anstreben. Die 0,2%-Mindest-Streckgrenze, bei der Vertiefungen vermieden sind, liegt dann vor, insbesondere wenn sie - wie von der Beklagten geltend gemacht - ursächlich für die Verhinderung von Vertiefungen ist. Der Fachmann gelangt daher ausgehend von NK5 allein unter Einsatz fachnotorischer Überlegungen und daher in nahe liegender Weise zum Gegenstand des Patentanspruchs 1.

Im Übrigen erhält der Fachmann zur Lösung der Aufgabe, ein Entstehen von Vertiefungen an den Ventil-Sitzflächen zu vermeiden, aus dem japanischen Patentdokument JP 08-061028, von dem eine englischsprachige Maschinenübersetzung (NK28) vorgelegt worden ist, die Anregung, durch thermomechanisches Schmie-

den und ggf. Wärmebehandlung eine hohe Härte an der Oberfläche des Ventilsitzbereichs eines aus einer Nickelbasislegierung hergestellten Ventils einzustellen.

Das Ventil nach NK28 besteht aus einer Spindel bzw. einem Ventilschaft 1 und einem mit ihm integral ausgebildeten Ventilteller 2, an dessen Oberseite ein Ventilsitz 5, der mit einem stationären Ventilsitz einer Brennkraftmaschine zusammenwirkt, vorgesehen ist. Als Ventilmaterial ist eine durch Ausscheidung aushärtbare Nickelbasislegierung ausgewählt, z. B. Nimonic 80A (NCF80A). Die thermomechanische Umformung im Ventilsitzbereich erfolgt durch Rollen oder Schmieden in einem unterhalb der Rekristallisationstemperatur liegenden Temperaturbereich von 20 bis 500 °C, wodurch ein Anstieg der Härte erzielt, die Bildung von Vertiefungen herrührend von Verbrennungsrückständen - in Übereinstimmung mit einem Ziel des Streitpatents - erschwert, der Blow-By-Widerstand erhöht, d.h. die Gefahr des Durchblasens von Gas (zur Minderung der Durchbrenngefahr) vermindert, und die Verschleißfestigkeit am Ventilsitz erhöht werden sollen (S. 1 Abstract Abs. 2; S. 2 Abs. 0007; S. 3 Z. Abs. 0015, Anspruch 1).

Vor dem Schmieden des Rohmaterials im Gesenk weist das Ventil die in Figur 1 gestrichelte, nach der Formgebung durch Schmieden die strichpunktiert gezeichnete Kontur mit dem sitzseitigen Materialüberstand A auf. Durch anschließende thermomechanische Umformung dieses Ventilsitzbereichs mit Umformgraden, die am radial äußeren Sitzbereich höher (20-80%), am radial inneren Sitzbereich niedriger (10-30%) vorgesehen sind (Anspruch 2), entsteht am radial äußeren Umfang des Ventiltellers ein Materialüberstand B und nach Materialabtrag und Endbearbeitung schließlich eine Ventilform gemäß der durchgezogenen Konturlinie des Ventiltellers in Figur 1 (S. 3 Abs. 0015, 0016 und S. 4 Abs. 0018 Z. 1-3). Eine weitere Härtesteigerung soll durch eine nachfolgende Wärmebehandlung bei 400-700 °C (Anspruch 3) erzielt werden können.

An der Oberfläche und auch in tieferen Ebenen des Ventilsitzbereichs sind Härten von durchschnittlich 500 HV10 gemessen worden (Fig. 5 i. V. m. Abs. 0018

bis 0022). Für Messpunkte am kleinsten, mittleren und größten Radius der ringförmigen Sitzfläche (Fig. 9) eines mit anderen Verformungsgraden bearbeiteten Ventils aus Nimonic 80A sind in Figur 8 Sitzhärtenverläufe abhängig von der Tiefe und der Wärmebehandlung bei 500, 600 und 700 °C aufgezeigt. Diesen sind die Härten ohne Wärmebehandlung (Fig. 8, nicht ausgefüllte Messpunkte) gegenüber gestellt (S. 5 Abs. 0024 und 0025). Daraus ergibt sich, dass allein durch thermomechanische Umformung Härten über 500 HV10 im oberflächennahen Bereich erreicht werden, die durch Aushärtungs- bzw. Wärmebehandlung unter 700° C weiter auf über 550 HV10 steigerbar sind.

NK28 gibt zwar keine Festigkeitswerte, z. B. die 0,2%-Streckgrenze, für das im Sitzbereich verformte Material an. Wie zur Auslegung des Anspruchs 1 oben schon ausgeführt, weiß der Fachmann aber, dass durch thermomechanische Umformung und ggf. Wärmebehandlung sowohl die Härte als auch die Festigkeit des bearbeiteten Materials zunehmen und dass deshalb Härte und 0,2%-Streckgrenze gleichermaßen Referenzwerte für den Verschleißwiderstand und damit für das Entstehen von Vertiefungen liefern können. Ein Vergleich der Ventile aus Nimonic 80A nach NK5 und NK28 ergibt, dass bei dem nach NK28 hergestellten die Härte im Ventilsitzbereich um ca. 50 bis 100 Härtepunkte höher liegt und entsprechend auch eine 0,2%-Streckgrenze zu unterstellen ist, die über der von ca. 900 bis 970 MPa im Sitzbereich des Ventils nach NK5 liegt. Weil beim Ventil nach NK28 ausdrücklich Vertiefungen verhindert sein sollen, ist davon auszugehen, dass auch eine hinreichend hohe 0,2%-Streckgrenze vorliegt, weil - wie die Beklagte meint - diese für die Vermeidung von Vertiefungen verantwortlich ist, wobei es für das angestrebte Ergebnis nicht entscheidend ist, ob die maßgebliche 0,2%-Streckgrenze mindestens 950, 1000, 1100 oder mehr MPa beträgt. Der Fachmann wird die thermomechanische Umformung und eventuelle Wärmebehandlung bei einem Ventil gemäß NK5 oder NK28 jedenfalls derart ausgestalten, dass es für eine vorbestimmte Lebensdauer zu keinen nennenswerten Vertiefungen im Ventilsitzbereich, die zum Durchblasen führen, kommt.

3. Der Gegenstand des Patentanspruchs 7 beruht ebenfalls nicht auf einer erfinderischen Tätigkeit.

Er betrifft die Verwendung eines Ventils nach Anspruch 1 als Auslassventil eines Verbrennungsmotors, wobei die Nickelbasislegierung chromhaltig ist. Die Entgegenhaltungen NK5 und NK28 betreffen Auslassventile für Brennkraftmaschinen aus der Nickellegierung Nimonic 80A, die bekanntermaßen chromhaltig ist (NK5 Abb. 3 letzte Zeile). Die obigen Ausführungen zum Anspruch 1 gelten für den Anspruch 7 daher in gleicher Weise.

B. Hilfsantrag I

1. Die Gegenstände der Patentansprüche 1 und 7 nach dem einzigen Hilfsantrag beruhen nicht auf erfinderischer Tätigkeit.

Sie unterscheiden sich von den Gegenständen der Ansprüche 1 und 7 nach Hauptantrag lediglich durch den höheren Wert der 0,2%-Streckgrenze von 1100 MPa an der oberen Fläche des Ventilsitzes.

Die Ausführungen zu den Ansprüchen 1 und 7 nach Hauptantrag gelten in gleicher Weise für die entsprechenden Ansprüche des Hilfsantrags. Die für die Vermeidung von Vertiefungen erforderlichen mechanischen Eigenschaften legt der Fachmann ausgehend von NK5 und unter Einbringung üblicher fachmännischer Überlegungen bzw. unter Berücksichtigung der Anregungen aus NK28 zielführend fest. Der Fachmann wird dabei den ihm gegebenen Spielraum zur Steigerung der mechanischen Eigenschaften des herzustellenden Ventilsitzes bedarfsweise voll ausschöpfen, um die angestrebten Ziele mit noch höherer Wahrscheinlichkeit zu erreichen.

2. Die in den Ansprüchen 2 bis 6 nach Hilfsantrag enthaltenen Weiterbildungen des Auslassventils nach Anspruch 1 enthalten keine Merkmale, durch die der Gegenstand des Anspruchs 1 Patentfähigkeit erlangen könnte.

Gemäß den Ansprüchen 2 und 3 ist die Streckgrenze auf 1200 bzw. 1300 MPa erhöht. Wie zum Anspruch 1 nach Hauptantrag ausgeführt, gehört es zu den fachnotorischen Maßnahmen, die Anforderungen an ein Material, hier mechanische Eigenschaften wie Härte oder Streckgrenze, nach Bedarf zu erhöhen, um bestimmte Wirkungen wie Abnutzungsbeständigkeit, erhöhte Festigkeit etc. zu erhalten. Die Sitzbereiche gemäß Anspruch 4 sowohl am Ventilteller als auch am stationären Element im Wesentlichen mit gleich großer Streckgrenze zu wählen liegt für den Fachmann auf der Hand, da es sinnvoll ist, auch am Gegensatz Vertiefungen zu vermeiden bzw. ihr Auftreten zu erschweren. Die Streckgrenze am stationären Sitzbereich des Ventils alternativ gemäß Anspruch 5 größer als am Ventilteller zu wählen, liegt für den Fachmann aus wirtschaftlichen Gründen nahe, weil für die Erneuerung des stationären Sitzbereichs ein höherer zeitlicher Aufwand verbunden ist als für den einfachen Austausch des beweglichen Ventils durch ein neues. Die Dimensionierung des Durchmessers des Ventiltellers zwischen 130 bis 500 mm gemäß Anspruch 6 leistet keinen Beitrag zur Lösung des dem Streitpatent zugrunde liegenden Problems. Sie ist abhängig von Art und Auslegung des Motors und wird vom Fachmann stets zweckmäßig gewählt. Der beanspruchte Bereich überdeckt im Übrigen den in NK5 für Schiffsdieselmotoren der Firma S... angegebenen Bereich der Tellerdurchmesser von ca. 200 bis 450 mm (S. 335 rechte Spalte, letzter Absatz).

III.

Die Kostenentscheidung beruht auf § 84 Abs. 2 PatG i. V. m. § 91 Abs. 1 ZPO, die Erklärung über die vorläufige Vollstreckbarkeit auf § 99 Abs. 1 PatG i. V. m. § 709 Satz 1 und Satz 2 ZPO.

Schülke

Dr. Pösentrup

Püschel

Frühau

Hilber

Pr