



(12) Ausschließungspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) DD (11) 229 781 A5

4(51) G 01 K 11/28

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21)	AP G 01 K / 273 918 7	(22)	07.03.85	(44)	13.11.85
(31)	P3408799.0	(32)	10.03.84	(33)	DE
	P3419155.0		23.05.84		

(71) siehe (72)
 (72) Alber, Bernd, Dr. Dipl., 7500 Karlsruhe, Ritterstraße 19, DE
 (73) siehe (72)

(54) Thermometer sowie Verfahren zum Herstellen eines Thermometers

(57) Es wird ein neues Thermometer (1) insbesondere als Thermoaräometer mit einem am unteren Ende ausgebildeten Aufnahmeteils (4) für ein Fühlergefäß (8) am unteren Ende einer Kapillare (7) zur Aufnahme der thermometrischen Flüssigkeit vorgeschlagen, das bei hoher Qualität automatisch herstellbar ist. Es ist vorgesehen, daß ein Umhüllungsrohr (2) mit stirnseitig geschlossenem unteren Aufnahmeteil ausgebildet ist und eine separate vollständig fertige Thermometerkapillare (7) der Unterseite ausgeformten Fühlergefäß (8) paßgenau in das Aufnahmeteil (4) des Umhüllungsrohrs (2) eingesetzt ist. Ein Verfahren zum Herstellen eines Thermometers sieht vor, daß an einer Thermometerkapillare (7) ein Fühlergefäß (8) ausgebildet wird; daß am unteren Ende des Umhüllungsrohrs (2) ein Aufnahmeteil (4) für das Fühlergefäß (8) ausgebildet wird, welches zumindest über einen Teilbereich eine der Außenkontur des Fühlergefäßes (8) exakt entsprechende Innenkontur aufweist, und daß anschließend die Thermometerkapillare (7) in das Umhüllungsrohr (2) eingebracht und dabei das Fühlergefäß (8) in den Unterteil des Aufnahmeteils (4) paßgenau eingesetzt wird. Das Aufnahmeteil (4) dient insbesondere bei einem Thermoaräometer als Beschwerungsteil zur Aufnahme von erforderlichen Beschwerungsmaterial, wie Kupfer od. dgl. Figur

Thermometer sowie Verfahren zum Herstellen eines Thermometers

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Thermometer, insbesondere aus Glas mit einer Thermometerkapillare zur Aufnahme einer thermometrischen Flüssigkeit und mit einem die Thermometerkapillare umgebenden äußeren Umhüllungsrohr, insbesondere als Thermoaräometer, wobei das Umhüllungsrohr einen Aräometerkörper bildet, sowie ein Verfahren zum Herstellen eines Thermometers aus Glas, insbesondere auch als Thermoaräometer.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Wie Thermometer sind Thermoaräometer seit langer Zeit bekannt und bilden eine mit einem Thermometer versehene Unterform des Skalenaräometers. Es sind Thermoaräometer bekannt, bei denen das Thermometergefäß die Rolle der Ballastkammer spielt. Weiterhin sind Thermoaräometer bekannt mit sogenannten Doppelkugeln, bei denen unter dem Gefäß noch ein zweites als Beschwerungsteil dienendes Teil ausgebaut ist (Domke-Reimerdes, Handbuch der Aräometrie, Berlin 1912, insbesondere Seiten 43 - 51, 78 - 120, 134 ff, das ausdrücklich zur Erläuterung des Standes der Technik genannt wird). Heute werden weiterhin und hauptsächlich Thermoaräometer hergestellt, bei denen oberhalb des Gefäßes der Ballast eingefüllt ist und die Thermometerkapillare umgibt.

Die Herstellung eines guten Thermometers oder Präzisions-Thermometers - in der Regel aus Glas- und auch eines Thermoaräometers erfolgt grundsätzlich und im wesentlichen folgendermaßen:

Zunächst wird das Umhüllungsrohr - bzw. der Aräometerkörper (Unterteil) bei einem Aräometer - aus einem Hohlglasstück oder Glasrohrstück vorgeformt, wobei im Bereich des unteren Endes eine Einschnürung, z.B. mittels einer Rollmaschine oder dergleichen, ausgebildet wird; an diese Einschnürung schließt sich überlicherweise ein im wesentlichen rohr- oder halbkugelförmiger Abschnitt an. Weiterhin wird eine Kapillare S-förmig abgelenkt und an ihrem einen Ende in der Regel trichterförmig aufgetrieben - eventuell nach Ausbildung einer Kontraktionserweiterung - und/oder an das Ende wird ein Glasring angeschmolzen. Der Durchmesser des Trichters an der Kapillare bzw. des Glasrings entspricht dabei im wesentlichen dem Durchmesser der Einschnürung des Umhüllungsrohrs. Daraufhin wird in der Regel eine Expansionserweiterung in das dem gebildeten Trichter entgegengesetzte Ende der Kapillare geblasen. Anschließend nimmt der Glasbläser die aufgetriebene und /oder mit dem Glasring versehene Kapillare und führt sie in das Umhüllungsrohr bis zur Einschnürung ein. Unter Erwärmung verschmilzt der Glasbläser dann den Trichter bzw. Ring mit dem erwähnten rohr- oder kugelförmigen Teil des Thermometers bzw. Thermoaräometers. Der eingeschmolzene Trichter bzw. Glasring bildet den oberen Teil des Gefäßes. In die dem oberen Teil des Gefäßes bzw. dem Röhrchen entgegengesetzte Seite des Hohlglases ragt die Kapillare. Die weitere Herstellung des Thermometers bzw. Thermoaräometers geht in der Weise vor sich, daß das Umhüllungsrohr umgedreht und in das Röhrchen eine entsprechend der gewünschten Steighöhe bzw. Teilung der verwendeten Kapillare abgemessene Menge einer

thermometrischen Flüssigkeit eingefüllt wird. Nach Markierung des obersten Standes der thermometrischen Flüssigkeit in dem Röhrchen wird die Flüssigkeit entfernt und das offene Ende der Kapillare genau an der Markierung zugeschmolzen. Dadurch entsteht der untere Teil des jetzt geschlossenen Gefäßes. Das Gefäß samt Kapillare werden in der Regel anschließend luftleer gepumpt, mit thermometrischer Flüssigkeit befüllt und dann wird das Thermometer vorjustiert.

Die überschüssige thermometrische Flüssigkeit entfernt man aus der Kapillare durch Ausbrennen, d.h. Erhitzen der Thermometerflüssigkeit im oberen Bereich der Kapillare zum Verdampfen der überschüssigen Flüssigkeit. Jedes einzelne Thermometer bzw. jeder Aräometerkörper mit Kapillare muß dazu von Hand in eine Ausbrennvorrichtung gebracht werden. Es entstehen dabei mehr oder weniger giftige Dämpfe (z.B. sehr gefährliche Quecksilberdämpfe) - je nach verwendeter Flüssigkeit. Damit nicht zuviel thermometrische Flüssigkeit aus der Kapillare ausgebrannt wird, muß jede Ausbrennung genau beobachtet werden und das betreffende Thermometer bzw. der Aräometerkörper rechtzeitig von der Ausbrennvorrichtung entfernt werden. Diese umständliche Vorjustierung wird dadurch bewirkt, daß die zuvor gebildeten Expansionserweiterungen im Innenvolumen stärker variieren und daß die Expansionserweiterungen - aufgrund der Enge des Körpers - auch nicht mehr im nachhinein gebildet werden können. Nach der Markierung des Vorjustierfüllstandes wird die Kapillare zugeschmolzen. Dann wird der thermometrische Skalenträger samt Skale in das Umhüllungsrohr eingeführt und auf verschiedene Weise mit der Kapillare verbunden. Die Skale stützt sich dabei üblicherweise auf den S-förmigen Knick in der Kapillare. Anschließend wird das Thermometer oben zugeschmolzen, wobei die Skale meist zusätzlich an der Zuschmelzung fixiert wird. Die Skale ist entsprechend der Steighöhe der Kapillare geteilt.

Bei einem Thermoaräometer wird das obere Ende des Aräometerkörpers verengt und der Stengel möglichst zylindrisch und senkrecht angeschmolzen. Die senkrechte zentrische Verschmelzung ist wichtig, damit das Aräometer später in der zu messenden Flüssigkeit völlig senkrecht zu der Flüssigkeitsoberfläche schwimmt und somit den optimalen Zustand für ein korrektes Ablesen des Geräts (messen) schafft.

Desweiteren wird insbesondere bei einem Thermoaräometer das Beschwerungsmittel in den Aräometerkörper eingefüllt, der aräometrische Skalenträger in den Stengel eingeführt und befestigt, die Justierungen der aräometrischen Skala vorgenommen, dabei der Ballast im Zuge des Justierens ergänzt und mittels Siegelack u.dgl. im Bereich des Beschwerungsteils eingedichtet. Schließlich wird der Stengel oben (Stengelkuppe) i.d. R. wiederum per Hand zugeschmolzen. Hinsichtlich weiterer Einzelheiten der Herstellung von Thermoaräometern wird auf die o.g. Druckschrift verwiesen, die das Vorgehen detailliert darstellt, an dem sich im übrigen insofern seitdem nichts Grundlegendes geändert hat.

Entscheidend ist, daß die Herstellung von Präzisionsthermometern und Aräometern über weite - und zwar über die schwierigsten Strecken Handarbeit ist. So kann insbesondere die Verbindung von Umhüllungsrohr und Thermometerkapillare nur von einem äußerst qualifizierten und versierten, d.h. eine Vielzahl von Jahren Erfahrung aufweisenden - und deshalb teuren - Spezial-Glasbläser durchgeführt werden, der vom Einschnüren des Glasrohres über das Auftreiben der Kapillare, das Fertigstellen des Gefäßes und der Bildung der Stengelkuppe durchaus einige Minuten benötigt. Selbst bei einem guten Glasbläser ist zudem ein gewisser Ausschuß nicht zu vermeiden. Insbesondere sind automatische Kapillarblasmaschinen, bei der Herstellung derartiger Thermometer nicht verwendbar.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist die Verbesserung und Vereinfachung der Herstellung von Präzisionsthermometern und Thermoaräometern.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein sehr preiswert herzustellendes Thermometer, auch als Thermoaräometer, zu schaffen, bei dem dennoch die Thermometerflüssigkeit praktisch genau so schnell und genau so exakt wie bei herkömmlich gefertigten Geräten anspricht, sowie ein Verfahren anzugeben, das eine - zumindest weitgehend - automatisierte Herstellung eines Thermometers erlaubt.

Erfindungsgemäß wird die genannte Aufgabe zunächst durch ein Thermometer, ggfls. als Thermoaräometer gelöst, welches dadurch gekennzeichnet ist, daß am unteren Ende der Thermometerkapillare ein Fühlergefäß ausgebildet ist, daß das Umhüllungsrohr am unteren Ende ein stirnseitig geschlossenes Aufnahmeteil für das Fühlergefäß aufweist und daß die Kapillare zusammen mit dem Fühlergefäß in das Umhüllungsrohr eingesetzt ist, wobei das Fühlergefäß paßgenau im ggfls. als Beschwerungsteil dienenden Aufnahmeteil einsitzt. Das erfindungsgemäße Verfahren zum weitgehend automatisierten Herstellen eines Thermometers bzw. Thermoaräometers sieht vor, daß an einer Thermometerkapillare ein Fühlergefäß ausgebildet wird; daß am unteren Ende des Umhüllungsrohrs ein Aufnahmeteil für das Fühlergefäß ausgebildet wird, wobei das Aufnahmeteil zumindest über einen Teilbereich eine der Außenkontur des Fühlergefäßes exakt entsprechende Innenkontur aufweist, und daß anschließend die Thermometerkapillare in das Umhüllungsrohr eingebracht und dabei das Gefäß in den Unterteil des Aufnahmeteils an dessen Wandung dicht anliegend eingepaßt wird. Wesentlich ist, daß in einem größeren Anlagebereich die Außenkontur des Gefäßes an der Thermometerkapillare exakt der Innenkontur des Aufnahmeteils des Umhüllungsrohrs entspricht, so daß das Gefäß des Thermometers in größerem Bereich praktisch ohne Lufteinschluß dicht im Aufnahmeteil des Aräometers einsitzt, damit isolierende

Luftzwischenräume vermieden sind. Hierdurch wird erreicht, daß die Thermometerflüssigkeit genau so schnell und exakt anspricht, wie bei Thermometern, bei denen in mühsamer Handarbeit das untere Ende der Kapillare mit dem unteren Teil des Umhüllungsrohres verschmolzen wurde - damit also praktisch keine doppelten Wände von der Außenwand bis zum Inneren des Gefäßes des Thermometers gegeben sind. Im Gegensatz zur Herstellung von Thermometern und Thermoaräometern nach dem Stande der Technik, die, wie dargelegt, in mühsamer Handarbeit erfolgen muß, kann das erfindungsgemäße Thermometer zwar theoretisch auch in Handarbeit oder teilmechanisierter Weise hergestellt werden, doch bietet es aufgrund der erfindungsgemäß vorgesehenen Verfahrensschritte und Vermeidung der Notwendigkeit eines Zusammenschmelzens von Thermometerkapillare mit Umhüllungsrohr die Möglichkeit einer weitgehend automatischen Herstellung. Eine Vorrichtung zum Herstellen von Thermometern, insbesondere als Thermoaräometer, mit lokal Hitze erzeugenden Bearbeitungsstationen sieht vor, daß der Raum im Umhüllungsrohr unmittelbar im Bereich des Fühlergefäßes mit gut wärmeleitendem Material wie Kupfer-, oder Silberteilchen gefüllt wird und das Material dann fixiert wird. Durch das erfindungsgemäße Verfahren können durchaus bis zu mehreren Hundert Thermometer beziehungsweise Thermoaräometer pro Stunde von ganz wenigen Personen fertiggestellt werden, wobei die Genauigkeit der herzustellenden Formen im Bereich von bis $1/100$ mm liegt. Die Wandstärke kann grundsätzlich im Bereich unter 1 mm liegen. Vorteilhafterweise liegt aber die Wandstärke sowohl des Aufnahmeteils als auch des Fühlergefäßes unter 0,5 mm und insbesondere im Bereich unter 0,3 mm. Dadurch, daß der ansich schlechte Wärmeleiter Glas möglichst dünn gemacht wird, wird ebenfalls das Ziel eines schnellen Wärmeübergangs zur thermometrischen Flüssigkeit unterstützt. Durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung führt aber die geringe Stärke des Gefäßes einerseits und des Umhüllungsrohres andererseits nicht zu

einer Schwächung. Vielmehr wird dadurch, daß das Fühlergefäß des Thermometers dicht im Aufnahmeteil des Umhüllungsrohrs sitzt, eine erstaunlich gute Stabilität erreicht. Ein wesentlicher Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, daß der Schritt einer zusätzlichen, gemeinsamen Erhitzung und Verschmelzung von Thermometerkapillare und Umhüllungsrohr, der grundsätzlich von Hand durchgeführt werden muß, völlig vermieden werden kann.

Zweckmäßigerweise oberhalb (und/oder aber auch unterhalb) und/oder teilweise noch um das Gefäß kann sich bei der erfindungsgemäßen Ausführung eine dünne Schicht aus Kupfer (z.B. fein verteilter Kupferschrot) oder aus einem ähnlich gut wärmeleitenden Material, z.B. Silber, befinden. Das - aus Kostengründen vorzuziehende - Kupfer ist an seiner Oberfläche mittels Siegelack, Silikonkautschuk, hochtemperaturresistenten Keramikmassen, Kunststoffen und dergleichen eingedichtet, so daß es bei Umdrehen oder Schräghalten des Thermometers nicht verrutschen kann. Oberhalb des Siegelacks und dergleichen ragt die Kapillare zentrisch oder axial in die dem Gefäß entgegengesetzte Seite des Umhüllungsrohrs. Die Kupferumgebung des Gefäßes erhöht die Ansprechzeit der erfindungsgemäßen Thermometer beträchtlich.

Die einfache Einpassungsmöglichkeit der geraden Kapillaren genau im axialen Zentrum des Aräometers und die Befestigung des Skalenträgers an die gerade Kapillare hat zur Folge, daß ein solches Aräometer im Gegensatz zu solchen nach dem Stande der Technik in der Prüfliquidität völlig senkrecht schwimmt und keinerlei Ungleichgewicht entsteht. Die erfindungsgemäß hergestellten Thermoaräometer verbessern deshalb auch die Anzeigegenauigkeit.

Bei einem erfindungsgemäßen weitgehend automatisierbaren Verfahren ist insbesondere vorgesehen, daß die Thermometerkapillare mit einem Ende in eine Form eingesteckt und das Gefäß unter Erhitzen und Blasen in dieser Form ausgebildet sowie daß das Aufnahmeteil des Umhüllungsrohrs dadurch ausgebildet wird, daß dieses am unteren Ende zunächst geschlossen und anschließend ein Dorn unter Erhitzung in das geschlossene Ende eingeführt wird. Hierbei ist insbesondere vorgesehen, daß die Glasstärke des unteren Endes des Aufnahmeteils durch die Tiefe des Einsteckens des Dorns und/oder durch zusätzliche gezielte Zugabe von flüssigem Glas exakt bestimmt wird.

Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, daß aufgrund der einfachen Einpassungsmöglichkeit des Gefäßes in das Aufnahmeteil des Umhüllungsrohrs eine Befestigung des thermometrischen Skalenträgers einschließlich Skale an der Kapillare außerhalb des engen Umhüllungsrohrs erfolgt, z.B. ist mittels eines schnell abbindenden hochtemperaturresistenten Klebstoffs eine sehr schnelle und ästhetische schöne Verbindung des Skalenträgers mit der Kapillare möglich, denn der Klebstoff kann präzise und fein dosiert auf die später nicht sichtbare Rückseite der Kapillare aufgetragen werden. Die Verklebung erfolgt durch einfaches Zusammenfügen von Skalenträger und Kapillare. In dem engen Umhüllungsrohr ist ein solches Vorgehen nicht möglich. Durch den gewonnenen Bewegungsspielraum können im übrigen die Skalenträger jetzt auch auf viele andere Weisen an den Kapillaren befestigt werden.

Während bei Laborthermometern, wenn sie insbesondere für höhere Temperaturen vorgesehen sind, die Skalen in aufwendig geätztem Milchglas ausgebildet sind, ist in äußerst bevorzugter Ausgestaltung vorgesehen, daß

der Skalenträger aus hochtemperaturfestem Material, wie insbesondere hochtemperaturfestem Papier oder glasfaserrummanteltem Kunststoff besteht, die Temperaturen von bis zu 600°C oder mehr aushalten können. Diese Materialien lassen sich einfach bedrucken; weiterhin können sie eingeklebt werden, während die Milchglasträger bisher mit Draht im Umhüllungsrohr befestigt waren, wobei die Drahtbefestigungsstellen die bruchempfindlichsten waren, die nun bei der erfindungsgemäßen Weiterentwicklung in vorteilhafter Weise wegfallen.

Die Anbringungsmöglichkeit des thermometrischen Skalenträgers an die Kapillare außerhalb des Umhüllungsteils bewirkt als weiteren Vorteil, daß keine Kapillaren mit S-förmigen Knick verwendet zu werden brauchen, sondern es können völlig gerade automatische hergestellte Kapillaren samt Gefäßen eingefügt werden.

Ein zusätzlicher Vorteil der Erfindung ist die wesentlich bequemere und schnellere Vorjustierung des Thermometers, die zudem keine giftigen Dämpfe entstehen läßt. Die mit thermometrischer Flüssigkeit voll gefüllten geraden, der Länge, der Steighöhe bzw. Teilung und dem Volumen des Ausdehnungsgefäßes nach praktisch völlig gleichen oben offenen Kapillaren brauchen nur in (etwa) senkrechter Lage in ein Thermostat, wie Trockenofen oder Flüssigkeitsbad, gestellt und auf eine bestimmte, wesentlich niedrigere als bisher zum Ausbrennen verwendeten Temperatur gebracht zu werden, dann fließt infolge Ausdehnung aus den Öffnungen aller betreffenden Kapillaren überschüssige thermometrische Flüssigkeit aus, so daß in allen Kapillaren danach praktisch die gleiche Menge verbleibt. Die ausfließende Flüssigkeit kann leicht z.B. per Abtupfen beseitigt werden. Anschließend wird der Justierfüllstand

markiert. Schließlich erfolgt das Verschließen der Kapillaren und das Ausbilden der Expansionserweiterung praktisch in einem Arbeitsgang - alles bequem außerhalb des engen Umhüllungsrohrs. Auf die erwähnte Weise können gleichzeitig eine große Anzahl Kapillaren sehr schnell, bequem genau vorjustiert werden, und zwar prinzipiell ohne Gefährdung der Mitarbeiter. Das bislang durchgeführte zeitlich aufwendige Ausbrennen erübrigt sich.

Ein weiterer Vorteil der Erfindung ist, daß auch die Stengelkuppen der Aräometer automatisch gebildet werden können und zwar Kuppen von Aräometerstengeln aller Längen und Durchmesser.

Ausführungsbeispiel

Weitere Vorteile und Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den Ansprüchen und aus der nachfolgenden Beschreibung, in der ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Thermometers sowie die wesentlichen Schritte des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Herstellung eines solchen Thermometers im einzelnen erläutert sind. Dabei zeigt:

Figur 1 ein fertiges erfindungsgemäßes Thermometer als Thermoaräometer;

Figur 2 den Schritt der Herstellung des Kapillarteils des Thermometers;

Figur 3 den Beginn der Herstellung des Aufnahmeteils für das Fühlergefäß des Thermometers;

Figur 4 eine erfindungswesentliche Arbeitsstation einer Vorrichtung zum Herstellen von Thermo(aräo)metern in schematischer Seitenansicht; und

Figur 5 einen Schnitt entlang V-V der Figur 4.

Das erfindungsgemäße Thermoaräometer 1 ist in der Figur 1 dargestellt. Das Thermoaräometer 1 ist im oberen Bereich abgeschnitten. Das Thermoaräometer 1 weist einen Körper oder ein Umhüllungsrohr 2 mit einem in der Regel verjüngten Ende 3 auf, das als Aufnahmeteil 4 für ein Fühlergefäß 8 ausgebildet ist. Das untere Ende des Aufnahmeteils 4 ist zylinderförmig mit einer exakt vorgegebenen Innenkontur ausgeformt. Weiterhin weist das Thermoaräometer ein eigentliches Thermometer 6 mit einer Thermometerkapillare 7 mit einem an deren unteren Ende ausgebildeten zylinderförmigen Fühlergefäß 8 für die thermometrische Flüssigkeit auf. Der Außendurchmesser des Gefäßes 8 entspricht exakt dem Innendurchmesser des Aufnahmeteils 4 bis zum untersten abgerundeten Teil 5. Das eigentliche Thermometer 6 ist mit seinem Fühlergefäß 8 in das Aufnahmeteil 4 eingepaßt. Oberhalb des Fühlergefäßes 8 ist das Umhüllungsrohr 2 mit gut wärmeleitenden Material 11 in Form von fein verteiltem Kupfer oder ähnlichem ausgefüllt. Das Kupfer 11 ist auf seiner Oberseite mittels Siegelack 12 oder ähnlichen Materialien (eventuell hochtemperaturresistenten Keramikmassen) fixiert oder fest eingedichtet, so daß es bei Umdrehen oder Schräghalten des Thermometers 1 nicht verrutschen kann. Oberhalb des Siegelacks ragt die Kapillare 7 zentrisch oder axial nach oben.

Die Thermometerkapillare 7 ist an ihrem oberen Ende mit einem Ausdehnungsgefäß 4 versehen. An der Kapillare 7 ist ein flacher, ebener Skalenträger 15 befestigt, beispielsweise angeklebt, dessen Ebene sich entlang der Kapillare 7 und senkrecht zur Blattebene erstreckt.

Am oberen dem Aufnahmeteil 4 abgewandten Ende 16 ist das Umhüllungsrohr 2 bei einem Thermoaräometer 1 verjüngt (bei einem Thermometer kann es einfach verschlossen sein). Auf dem verjüngten Ende 16 ist der Aräometerstengel 17 zentrisch befestigt, in dem eine Aräometerskala 18 angeordnet ist. Am oberen Ende ist der Stengel 17 mit einer Kuppe 19 verschlossen.

Das erfindungsgemäße Thermometer 1 entsprechend der Figur 1 wird in der folgenden Weise hergestellt:

Zunächst wird an einem Ende 16 der Thermometerkapillare 7 das Gefäß 8 mit exakter bestimmter Außenkontur ausgebildet. Dies erfolgt dadurch, daß die Kapillare 7 in eine (im dargestellten Ausführungsbeispiel zweiteilige) Form 20 eingesteckt wird, die beispielsweise aus Kohle, Messing, Kupfer od. dgl. besteht. Die Form weist einen exakt vorgegebenen, vorzugsweise zylinderförmigen Hohlraum auf.

Das vorher zugeschmolzene Ende der Kapillare 7 wird erhitzt und in die Kapillare von deren dem Ende 16 entgegengesetzten Ende Gas eingeblasen. Hierdurch weitet sich das in die Form 20 eingesteckte Ende auf und legt sich an den Innenwänden der Form an, so daß das sich derart bildende Gefäß mit seiner Außenkontur exakt die Kontur des Hohlraums der Form 20 annimmt. Zur Produktion besonders großer Gefäße kann zusätzlich gezielt flüssiges Glas zugegeben werden. Nach Abkühlung wird die Form geöffnet und die hierdurch mit dem Gefäß 8 versehene Thermometerkapillare 7 entnommen. Dieser Vorgang kann voll automatisch mittels einer automatischen Glasblasmaschine ausgeführt werden. Es wird ein äußerst exaktes Ausdehnungsgefäß geschaffen, dessen Form eine Genauigkeit bis zu einem 1/100 mm im Bereich des Gefäßes erreicht.

Nach Versehen der Thermometerkapillare 7 mit dem unteren Gefäß 8 wird die Kapillare 7 mit Ausdehnungsflüssigkeit gefüllt und nach Füllen, zusammen mit einer Mehrzahl identisch ausgebildeter Kapillaren in einen Thermostat, beispielsweise ein Flüssigkeitsbad eingebracht. Es erfolgt eine Erhitzung auf eine Temperatur, die wesentlich unterhalb der Verdampfungstemperatur der Ausdehnungsflüssigkeit liegt. Hierdurch wird die Ausdehnungsflüssigkeit im flüssigen Zustand soweit ausgetrieben, daß in allen Thermometerkapillaren die gleiche Flüssigkeitsmenge verbleibt. Die ausgelaufene Flüssigkeit kann dann abgespült oder

abgewischt werden. Anschließend erfolgt die Hauptjustierung durch Markierung beispielsweise zweier Thermometerflüssigkeitsstände bei zwei verschiedenen Temperaturen, wobei einer in der Regel der Eispunkt ist. Nach Justierung wird das Ausdehnungsgefäß 14 des Thermometers unter gleichzeitiger Ausbildung der Expansionserweiterung verschlossen und schon der die Thermometerskala tragende Skalenträger 15 an der Kapillare 7 befestigt, beispielsweise festgeklebt.

Weiterhin wird ein Glasrohrabschnitt 2' zur Herstellung des Umhüllungsrohrs 2 an seinem unteren Ende 21 in ansich bekannter Weise geschlossen. Im dargestellten Ausführungsbeispiel der Figur 3 wird das Ende einfach zusammengeschweißt. Statt dessen könnte auch schon eine Vorformung erfolgen, indem das Ende des Rohrstücks 2' unter Erwärmung ebenfalls in eine geeignete Form entsprechend der Form 17 eingedrückt wird. Nach Schließen des Endes 21 des Rohrstücks 2' wird unter Wärmezufuhr zum unteren Endbereich 21 des Rohrstücks 2' in das Rohrstück - vorzugsweise automatisch - ein Dorn 22 eingeführt, der insbesondere in seinem unteren Bereich eine ebenfalls exakte vorgegebene Form oder Kontur aufweist, die insbesondere am untersten Ende 23 des Gefäßes 8 der Thermometerkapillare 7 entspricht. Vorzugsweise ist das unterste Ende 23 des Dorns 22 abgerundet ausgebildet, wenn das Ausdehnungsgefäß der Thermometerkapillare als Zylinder ausgebildet ist. Durch das Einführen des Dorns bei erhitztem Ende 21 wird dann das Ende 21 in die aus der Figur 1 ersichtliche Form gedrückt und der Aufnahmeteil 4 gebildet, wobei die Innenkontur durch die Außenkontur des Dorns exakt ausgebildet wird.

Der Dorn 22 ist am vorderen Ende eines Stößels 31 einer Kolben-Zylinder-einheit 32 ausgebildet, die wiederum Teil einer Vorrichtung zum Herstellen von Thermometern und Thermoaräometern 1 ist, deren für die Ausbildung des untersten abgerundeten Teils 5 des Aufnahmeteils 4 des Umhüllungsrohrs 2 wesentliche Arbeitsstation 33 in den Figuren 4 und 5 schematisch dargestellt ist.

An einem Ende schon geschlossene Rohrstücke 2 werden über einem pleuelstangenartig bewegten Greifer 34 der Arbeitsstation 33 diskontinuierlich zugefördert, wobei sie zwischen dem Fördervorgang jeweils in stützenartigen Brücken 35 abgelegt und nach dem Ablegen im nächsten Förderzyklus wieder von einer Ausnehmung 35 des Greifers aufgenommen werden, um weitertransportiert zu werden. Im Bereich der Arbeitsstation 33 werden die Rohrstücke 2' auf Scheiben 36 abgelegt, die sich ggfls. drehen können und das Rohrstück 2' mitdrehen, damit dieses beim Verformen axialsymmetrisch ausgebildet wird. In der Arbeitsstation 33 wird das Rohrstück 2' durch ein Andrückelement 37 festgehalten, so daß es sich nicht axial verschieben kann. Das das Aufnahmeteil 4 bildende Ende 3 des Rohrstücks 2' wird durch einen Brenner 38 erhitzt, dem über eine Leitung 39 Gas und über eine andere 40 Sauerstoff zugeführt wird. Wenn das Glasstück 32 festgehalten wird, wird der Dorn 22 am Stößel 31 in das Rohr 2' eingedrückt und stülpt den erwärmten Boden des einseitig geschlossenen Rohrteils 2' im Bereich 3 zum Aufnahmeteil 4 für das Thermometer-Fühlergefäß aus, so daß das Umhüllungsrohr 2 erstellt ist. Anschließend wird der Stößel 31 wieder zurückgezogen, das Umhüllungsrohr 2 weitergefördert und das nächste zugeförderte Glasrohr 2' in entsprechender Weise ausgeformt.

Nach Fertigstellung wird der Dorn herausgezogen und anschließend kann in das so geschaffene Umhüllungsrohr 2 die Thermometerkapillare 7 eingepaßt werden, wobei das Gefäß 8 in das Aufnahmeteil 4 eingesetzt wird und mit seiner Außenwand dicht an der Innenwand des Teils 4 unter Vermeidung von Lufteinschlüssen anliegt.

Da die Thermometerkapillare 7 schon vollständig hergestellt und mit Skalenträger versehen wurde, bevor sie in das Umhüllungsrohr 2 eingesetzt wurde, entfällt der bei dem Herstellungsverfahren nach dem Stand der Technik erfolgende umständlichere Schritt des nachträglichen Versehens mit einem Skalenträger.

Nach Einsetzen der Thermometerkapillare 7 in das Umhüllungsteil 2 wird in dieses bis in den Bereich unmittelbar über dem Fühlergefäß 8 wärmeleitendes Material 11, wie eben Kupferteilchen eingebracht. Weiterhin wird das wärmeleitende Material 11 dort mit einer Fixierung 12 versehen, beispielsweise mit Siegelack oder auch temperaturresistenten keramischen Massen eingedichtet.

Bei einem Thermoaräometer wird am oberen Ende des den Aräometerkörper bildenden Umhüllungsrohres 2 eine Verengung angebracht, auf die der Aräometerstengel aufgesetzt wird. Weiterhin erfolgt in ansich bekannter Weise die Justierung des Aräometers, einschließlich des Eindichtens des Ballastes durch Siegelack od. dgl. sowie das Einstecken des mit der Aräometerskala versehenen Skalenträgers in den Aräometerstengel und schließlich das Schließen desselben durch die Stengelkuppe. Insoweit wird auf die eingangs genannte Literaturstelle Domke-Reimerdes, Handbuch der Aräometrie, Berlin 1912 verwiesen. Die in der vorstehenden Beschreibung, in der Zeichnung sowie in den Ansprüchen offenbarten Merkmale der Erfindung können sowohl einzeln als auch in geeigneten Kombinationen für die Verwirklichung der Erfindung in ihren verschiedenen Ausführungsformen wesentlich sein.

Erfindungsanspruch

1. Thermometer, insbesondere aus Glas mit einer Thermometerkapillare zur Aufnahme einer thermometrischen Flüssigkeit und mit einem die Thermometerkapillare umgebenden äußeren Umhüllungsrohr, insbesondere als Thermoaräometer, wobei das Umhüllungsrohr einen Aräometerkörper bildet, gekennzeichnet dadurch, daß am unteren Ende der Thermometerkapillare (7) ein Fühlergefäß (8) ausgebildet ist, daß das Umhüllungsrohr (2) am unteren Ende ein stirnseitig geschlossenes Aufnahmeteil (4) für das Fühlergefäß (8) aufweist und daß die Kapillare (7) zusammen mit dem Fühlergefäß (8) in das Umhüllungsrohr (2) eingesetzt ist, wobei das Fühlergefäß (8) paßgenau im ggfls. als Beschwerungsteil dienenden Aufnahmeteil (4) einsitzt.
2. Thermometer nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß die Stärke der Wand sowohl des Fühlerrohrs (8), als auch des Umhüllungsrohrs (2) im unteren Bereich des Aufnahmeteils (4) jeweils dünner als 0,5 mm ist.

3. Thermometer nach einem der Punkte 1 bis 2, gekennzeichnet dadurch, daß die Thermometerkapillare (7) in der Achse des Umhüllungsrohrs (2) verläuft.
4. Thermometer nach einem der Punkte 1 bis 3, gekennzeichnet durch einen im wesentlichen ebenen Skalenträger (15).
5. Thermometer nach Punkt 4, gekennzeichnet dadurch, daß der Skalenträger (15) aus stabilem Material, wie Kunststoff oder Metall besteht.
6. Thermometer nach einem der Punkte 1 bis 4, gekennzeichnet dadurch, daß der Skalenträger aus hochtemperaturfestem Material, wie insbesondere hochtemperaturfestem Papier oder glasfaserummanteltem Kunststoff besteht.
7. Thermometer nach einem der vorangehenden Punkte, gekennzeichnet dadurch, daß im Bereich des Fühlergefäßes (8) im Umhüllungsrohr, ggfls. im Bereich eines Beschwerungsteils des Aräometerkörpers, gut wärmeleitendes Material, wie Kupfer, Silber etc., ggfls. Beschwerungsmaterial des Aräometers angeordnet und fixiert ist.
8. Verfahren zum Herstellen eines Thermometers aus Glas, insbesondere auch als Thermoaräometer, gekennzeichnet dadurch, daß an einer Thermometerkapillare ein Fühlergefäß ausgebildet wird; daß am unteren Ende des Umhüllungsrohrs ein Aufnahmeteil für das Fühlergefäß ausgebildet wird, wobei das Aufnahmeteil zumindest über einen Teil-

bereich eine der Außenkontur des Fühlergefäßes exakt entsprechende Innenkontur aufweist, und daß anschließend die Thermometerkapillare in das Umhüllungsrohr eingebracht und dabei das Gefäß in den Unterteil des Aufnahmeteils an dessen Wandung dicht anliegend eingepaßt wird.

9. Verfahren nach Punkt 8, gekennzeichnet dadurch, daß die Thermometerkapillare mit einem Ende in eine Form, wie eine Graphitform, eingesteckt und das Fühlergefäß durch Blasen mit in die Form eingestrecktem Ende des Gefäßes exakt bestimmbar ausgebildet wird.
10. Verfahren nach Punkt 8 oder 9, gekennzeichnet dadurch, daß das Aufnahmeteil des Thermometers dadurch umgeformt wird, daß das Umhüllungsrohr an seinem unteren Ende zunächst geschlossen und anschließend ein Dorn unter Erhitzen in das geschlossene Ende des Umhüllungsrohrs eingeführt wird und derart eine exakte, bestimmbare Ausstülpung gebildet wird.
11. Verfahren nach Punkt 10, gekennzeichnet dadurch, daß die Glasstärke des Aufnahmeteils des Thermometers durch die Tiefe des Einführens des Dorns bestimmt wird.
12. Verfahren nach einem der Punkte 8 bis 11, gekennzeichnet dadurch, daß das untere Ende des Umhüllungsrohrs zur Ausbildung der dem Fühlergefäß angepaßten Ausstülpung lediglich soweit erwärmt wird, daß der eingeführte Dorn die Ausstülpung herausdrücken kann.

13. Verfahren nach Punkt 8 bis 11, gekennzeichnet dadurch, daß das Aufnahmeteil des Thermometers dadurch umgeformt wird, daß das Umhüllungsrohr an seinem unteren Ende zunächst geschlossen und anschließend ein Dorn unter Erhitzen in das geschlossene Ende des Umhüllungsrohrs eingeführt wird und dabei eine exakt bestimmbare Ausstülpung soweit erhitzt und verflüssigt wird, daß die Glasschmelze noch nicht frei heruntertropft.
14. Verfahren nach einem der Punkte 8 bis 13, gekennzeichnet dadurch, daß zunächst das Thermometer justiert und mit einer Skala versehen wird, bevor es in das Umhüllungsrohr eingesetzt wird.
15. Verfahren nach einem der Punkte 8 bis 14, gekennzeichnet dadurch, daß vor dem Justieren die mit dem Fühlergefäß versehene Thermometerkapillare in ein Thermostat eingebracht wird, um überschüssige thermometrische Flüssigkeit zum Auslaufen zu bringen.
16. Verfahren nach einem der Punkte 8 bis 15, gekennzeichnet dadurch, daß der Raum im Umhüllungsrohr unmittelbar im Bereich des Fühlergefäßes mit gut wärmeleitendem Material wie Kupfer-, oder Silberteilchen gefüllt wird und das Material dann fixiert wird.
17. Vorrichtung zum Herstellen von Thermometern aus Glas, insbesondere als Thermoaräometer und lokal Hitze erzeugenden Bearbeitungsstationen, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Punkte 7 bis 15, gekennzeichnet dadurch, daß bei einer Bearbeitungsstation eine Kolben-Zylindereinheit vorgesehen ist, mit deren Kolben ein Dorn verbunden ist, der in einen einseitig geschlossenen Glasrohrabschnitt einführbar ist und dessen geschlossenes Ende formgenau ausstülpen kann.

Hierzu 2 Seiten Zeichnungen



