



Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
 Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTSCHRIFT A5

(11)

646 791

(21) Gesuchsnummer: 5390/80

 (73) Inhaber:
 Boschung Mecatronic AG, Schmitten FR

(22) Anmeldungsdatum: 14.07.1980

 (72) Erfinder:
 Boschung, Marcel, Schmitten FR
 Zehnder, Walter, St. Antoni

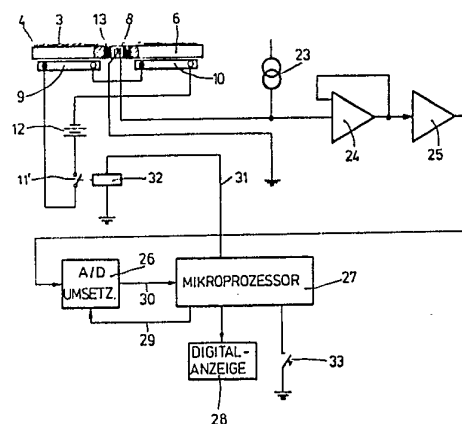
(24) Patent erteilt: 14.12.1984

 (45) Patentschrift
 veröffentlicht: 14.12.1984

 (74) Vertreter:
 Bovard AG, Bern 25

(54) **Einrichtung zum Bestimmen des Gefrierpunktes einer auf der Fahrbahn einer Strasse befindlichen oder von der Fahrbahn entnommenen Flüssigkeit.**

(57) Unterhalb einer Kühlplatte (6) mit einer Aussparung sind zwei Peltierelemente (9, 10) angeordnet. In der Aussparung befindet sich ein in einer wärmeisolierenden Masse (13) eingebetteter Temperaturfühler (8). Die Peltierelemente sind in Reihe geschaltet und mittels eines Relais (32) an eine Spannungsquelle (12) anschliessbar. Der Temperaturfühler spricht auf die Temperatur einer sich auf der wärmeisolierenden Masse befindenden Flüssigkeit (3) an. Der Spannungsabfall am Temperaturfühler wird einem Analog/Digitalumsetzer (26) zugeführt, an den ein Mikroprozessor (27) angeschlossen ist. Nach Betätigen einer Starttaste (33) erregt der Mikroprozessor das Relais (32) und gibt einen Befehl zum Analog/Digitalumsetzer, zum Abtasten der ihm zugeführten Spannungen und Eingeben der entsprechenden Werte in den Mikroprozessor. Dieser Befehl wird wiederholt, so dass Messwerte der Erstarrungskurve der genannten Flüssigkeit gespeichert werden. Nachdem zweihundertfünfzig Messwerte eingegeben wurden, wird der Kühlvorgang unterbrochen und die Eingabe ausgewertet. Nach der Ermittlung der Gefriertemperatur der Flüssigkeit wird diese Gefriertemperatur in einer Digitalanzeige (28) angezeigt. Diese Einrichtung dient zum schnellen Ermitteln der Gefriertemperatur der von der Fahrbahn entnommenen Flüssigkeit, um die Wirksamkeit des gestreuten Taumittels zu prüfen.



PATENTANSPRÜCHE

1. Einrichtung zum Bestimmen des Gefrierpunktes einer auf der Fahrbahn einer Strasse befindlichen oder von der Fahrbahn entnommenen Flüssigkeit, mit einer Kühlvorrichtung und einem Temperaturfühler zum Messen der Temperatur der Flüssigkeit, dadurch gekennzeichnet, dass eine die Wärme gut leitende Platte (6) mit der Kühlvorrichtung (9, 10) wärmeleitend verbunden ist, dass im mittleren Bereich der Platte eine Aussparung (7) vorhanden ist, dass der Temperaturfühler (8) mittels einer wärmeisolierenden Masse (13) in der Aussparung eingebettet ist und dass der Temperaturfühler an eine Auswertevorrichtung (25, 26, 27, 28) zum Ermitteln und Anzeigen des Gefrierpunktes der Flüssigkeit in Abhängigkeit des Temperaturgradienten angeschlossen ist.

2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Kühlvorrichtung ein Peltierelement, vorzugsweise zwei Peltierelemente (9, 10) umfasst, dass ein Kühlblock (18) aus Metall vorhanden ist, dass die Peltierelemente zwischen der Platte (6) und dem Kühlblock (18) angeordnet sind und dass die sich bei Anlegen einer Spannung an die Peltierelemente erwärmende Seite der Peltierelemente am Kühlblock zum Abführen der der Flüssigkeit entzogenen Wärme und der Verlustwärme anliegen.

3. Einrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Platte (6) mittels Schrauben (19) aus Kunststoff am Kühlblock befestigt ist und dass der Raum zwischen der durch die den Peltierelementen gegenüberliegende Aussenseite der Platte definierten Ebene und dem Kühlblock mit einem wärmeisolierenden Kunststoff (22) ausgefüllt ist.

4. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswertevorrichtung einen Messverstärker (25), einen Analog/Digitalumsetzer (26), einen Mikroprozessor (27) und eine Anzeigevorrichtung (28) enthält.

5. Einrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Mikroprozessor einen ersten Speicher (34) zum Speichern einer Anzahl von Abtastwerten des Temperaturverlaufes der Flüssigkeit während dem Abkühlvorgang, einen zweiten Speicher (35) zum Speichern der Kontrollergebnisse ob die Differenz zwischen einem vorangehenden Abtastwert und einem unmittelbar nachfolgenden Abtastwert einen Sollwert übersteigt oder nicht, und einen dritten Speicher (36) zum Speichern jener Kontrollergebnisse, deren Differenz den Sollwert nicht übersteigen, aufweist.

6. Einrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Mikroprozessor für den stationären Einsatz der Einrichtung so programmiert ist, dass etwa alle 10 min ein Kühlvorgang eingeleitet und eine Auswertung vorgenommen wird.

7. Einrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass für den mobilen Einsatz der Einrichtung eine Starttaste (33) zum Einleiten eines Kühlvorganges und Durchführen einer Auswertung vorhanden ist.

Die Erfindung betrifft eine Einrichtung gemäss dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

Wird eine Flüssigkeit abgekühlt und während dem Abkühlvorgang die Temperatur der Flüssigkeit laufend gemessen und gegen die Zeit aufgetragen, so fällt die Temperaturkurve (die sog. Erstarrungskurve) vorerst ab, steigt an einem Punkt schnell an und verläuft danach während einiger Zeit mehr oder weniger horizontal um anschliessend weiter abzufallen. Dieser Vorgang ist beispielsweise auf der Seite 77 des Buches «Der Chemikant» von Dr. Fritz Merten, Ausgabe 1966 (Gebr. Jäneke-Verlag, Hannover) beschrieben.

Das Kühlen der zu untersuchenden Flüssigkeit und das Aufzeichnen des Temperaturverlaufes, beispielsweise mit Hil-

fe eines Schreibers, ist im Labor kein Problem. Es wäre selbstverständlich möglich, Proben der auf der Fahrbahn einer Strasse vorhandenen Flüssigkeit ins Labor zu nehmen und den Gefrierpunkt dieser Proben zu bestimmen.

5 Zum Ermitteln derjenigen Temperatur, bei der die sich auf der Fahrbahn einer Strasse befindliche Flüssigkeit, z.B. Regen- oder Schmelzwasser aus Schnee, in dem ein Taumittel gelöst ist, gefriert, ist bis heute keine einfache Einrichtung bekannt, mit welcher direkt an Ort und Stelle der Gefrierpunkt der genannten Flüssigkeit zuverlässig und bequem bestimmt werden kann.

Es ist Aufgabe der Erfindung, eine solche Einrichtung zu schaffen, mit der an Ort und Stelle der Gefrierpunkt einer auf der Fahrbahn einer Strasse befindlichen oder von der Fahrbahn aufgenommenen Flüssigkeit zuverlässig, auf einfache Weise und innert kurzer Zeit bestimmt werden kann.

Die erfindungsgemässe Einrichtung ist durch die im kennzeichnenden Teil des Patentanspruches angeführten Merkmale gekennzeichnet.

20 Ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemässen Einrichtung eignet sich insbesondere zum Überwachen des Gefrierpunktes der auf der Strasse befindlichen Flüssigkeit an einer bestimmten Stelle und ein weiteres Ausführungsbeispiel ist für den mobilen Einsatz gedacht, mit dem Messungen an beliebigen Stellen durchgeführt werden können.

Der Erfindungsgegenstand ist nachstehend mit Bezugnahme auf die Zeichnungen beispielsweise näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 die graphische Darstellung des Temperaturverlaufes in Funktion der Zeit einer Flüssigkeit, die über den Gefrier- bzw. Erstarrungspunkt hinaus abgekühlt wird,

Fig. 2 die Messanordnung, mit welcher der Temperaturverlauf gemäss der Fig. 1 aufgenommen wurde,

Fig. 3 einen Teil der Kühlanordnung eines Ausführungsbeispiels der erfindungsgemässen Einrichtung in der Draufsicht,

Fig. 4 einen Schnitt entlang der Linie IV-IV der Fig. 3,

Fig. 5 ein Blockschema eines Ausführungsbeispiels der erfindungsgemässen Einrichtung,

40 Fig. 6 die graphische Darstellung des Abtastvorganges der Temperaturkurve,

Fig. 7 die vereinfachte Darstellung der Speicherplätze von drei Speichern des Mikroprozessors der Einrichtung gemäss der Fig. 5,

45 Fig. 8 ein Flussdiagramm, gemäss welchem die Einrichtung gemäss der Fig. 5 arbeitet und

Fig. 9 ein weiteres Flussdiagramm.

In der graphischen Darstellung der Fig. 1 ist auf der Abszisse die Zeit in Sekunden und auf der Ordinate die Temperatur in Grad C aufgetragen. Die gestrichelt gezeichnete Kurve 1 zeigt den Temperaturverlauf einer reinen Flüssigkeit, z.B. Wasser, während dem Abkühlvorgang. Mit zunehmender Abkühlung fällt die Temperatur bis zu einem Punkt A ab, danach erfolgt ein plötzlicher Temperaturanstieg bis zum Punkt 55 B, anschliessend bleibt die Temperatur eine Zeitlang konstant um schliesslich erneut abzunehmen. Den starken Abfall der Temperatur der Flüssigkeit unter die Erstarrungstemperatur nennt man Unterkühlung. Diese ist ein Erstarrungsverzug und beruht auf einer verzögerten Auskristallisation, wenn 60 keine Kristallkeime vorhanden sind. Die Erstarrungstemperatur bleibt nur dann über einen kurzen Zeitraum völlig konstant, wenn die abgekühlte Flüssigkeit völlig rein ist. Enthält die Flüssigkeit Verunreinigungen, so ergibt sich ein Temperaturverlauf gemäss der ausgezogenen Kurve 2.

65 Die Fig. 2 zeigt eine grundsätzliche Messanordnung, mit der die Temperatur einer Flüssigkeit 3, mit der die Oberseite 4 einer Kühlanordnung 5 benetzt ist, sichtbar gemacht werden kann. Die Kühlanordnung 5 umfasst eine metallische Kühl-

platte 6, die in ihrem mittleren Bereich eine Aussparung 7 besitzt, in welcher ein schnell ansprechender Temperaturfühler 8 eingebettet ist, und zwei Peltierelemente 9 und 10. Die beiden Peltierelemente sind in Reihe geschaltet und können über einen Schalter 11 an eine Spannungsquelle 12 angeschaltet werden. Die Peltierelemente 9 und 10 befinden sich in einer wärmeleitenden Berührung mit der Kühlplatte 6 und bei geschlossenem Schalter 11 fließt ein Strom in einer solchen Richtung durch die Peltierelemente, dass die Kühlplatte 6 abgekühlt wird. Der Temperaturfühler, vorzugsweise ein NTC-Widerstand, ist in einer wärmeisolierenden Masse 13 eingebettet und somit gegenüber der Kältezone der Kühlplatte 6 wärmeisoliert, so dass der Temperaturfühler wirklich nur auf die Temperatur der sich über dem Temperaturfühler 8 befindlichen Flüssigkeit 3 und nicht auf die Temperatur der genannten Kältezone anspricht.

Der Temperaturfühler 8 ist über einen Widerstand 14 und einen weiteren Schalter 15 an eine zweite Spannungsquelle 16 anschaltbar. Der am Temperaturfühler 8 auftretende Spannungsabfall ist von der Temperatur der sich oberhalb des Temperaturfühlers 8 befindlichen Flüssigkeit abhängig und wird den vertikalen Ablenkplatten eines nur schematisch dargestellten nachleuchtenden Oszillographen 17 zugeführt. Die horizontalen Ablenkplatten des Oszillographen 17 sind mit einer nicht gezeichneten Zeitablenkschaltung verbunden, die den Leuchtpunkt während eines Kühlvorganges, d.h. während einer Zeit von 30 bis 60 s, einmal von links nach rechts ablenkt, so dass beispielsweise die Kurve 2 auf dem Schirm des Oszillographen 17 erscheint.

Die Fig. 3 zeigt die Draufsicht auf die Kühlanordnung eines Ausführungsbeispiels der erfindungsgemässen Einrichtung und die Fig. 4 einen Schnitt entlang der Linie IV-IV der Fig. 3. Die eigentliche Kühlvorrichtung umfasst die Kühlplatte 6 aus einem die Wärme gut leitenden Metall, z.B. Kupfer, und die zwei Peltierelemente 9 und 10. Die sich während des Betriebes der Peltierelemente 9 und 10 erwärmenden Seitenflächen derselben liegen an einem Kühlblock 18 aus einem die Wärme gut leitenden Metall, z.B. Kupfer, an. Der Kühlblock 18 nimmt die der Flüssigkeit entzogene Wärme und die Verlustwärme der Peltierelemente auf. Die sich im Betrieb der Peltierelemente abkühlenden Seitenflächen liegen an der Kühlplatte 6 an.

Damit zwischen den genannten Seitenflächen der Peltierelemente 9 und 10 sowie dem Kühlblock 18 einerseits und der Kühlplatte 6 andererseits ein guter Wärmeübergang vorhanden ist, sind die Peltierelemente 9 und 10 zwischen der Kühlplatte 6 und dem Kühlblock 18 eingeklemmt. Die Klemmwirkung wird durch zwei Schrauben 19 aufgebracht, mit denen die Kühlplatte 6 an dem Kühlblock 18 befestigt ist. Damit keine Wärmebrücken entstehen, sind die Schrauben 19 aus Kunststoff hergestellt. Im mittleren Bereich der Kühlplatte 6 ist die Aussparung 7 vorgesehen. In der Aussparung 7 ist der Temperaturfühler 8 so mittels der wärmeisolierenden Kunststoffmasse 13 eingebettet, dass der Temperaturfühler 8 vor Nässe geschützt ist und dass sich der temperaturempfindliche Teil des Temperaturfühlers nahe an der Oberfläche der Kunststoffmasse 13 befindet, damit er möglichst schnell auf die Temperatur der darüber befindlichen Flüssigkeit anspricht.

Wie aus der Fig. 3 ersichtlich, sind die Peltierelemente 9 und 10 in Reihe geschaltet und die beiden übrigen Anschlüsse 20 der Peltierelemente sowie die beiden Anschlüsse 21 des Temperaturfühlers 8 sind seitlich nach aussen geführt. Der Raum zwischen der durch die Aussenseite 4 der Kühlplatte 6 definierten Ebene und der Oberseite des Kühlblockes 18 ist mit einem wärmeisolierenden Kunststoff 22 ausgefüllt, damit die Wärme durch die Peltierelemente 9 und 10 möglichst nur der Kühlplatte 6 entzogen wird.

Wenn die in den Fig. 3 und 4 dargestellte Kühlanordnung für den stationären Einsatz vorgesehen ist, wird die Kühlanordnung in die Fahrbahn einer Strasse versenkt angeordnet, so dass die Oberseite 4 der Kühlplatte 6 bündig mit der Fahrbahnoberfläche ist und sich möglichst horizontal erstreckt. Die Kühlanordnung wird dann über ein vieradriges Kabel mit einer weiter unten beschriebenen Auswertevorrichtung verbunden, die das Bestimmen des Gefrierpunktes der auf der Fahrbahn der Strasse bzw. auf der Kühlplatte 6 befindlichen Flüssigkeit erlaubt. Die der Flüssigkeit entzogene Wärme und die Verlustwärme der Peltierelemente 9 und 10 wird über den Kühlblock 18 in den Boden weitergeleitet.

Wenn die in den Fig. 3 und 4 dargestellte Kühlanordnung für den mobilen Einsatz vorgesehen ist, wird die Kühlanordnung so an einem Kontrollfahrzeug montiert, dass die Oberseite 4 der Kühlplatte 6 möglichst horizontal ist und dass der Kühlblock 18 in gutem, wärmeleitendem Kontakt, beispielsweise mit dem Rahmen des Fahrzeuges, steht. Um zu wissen, bei welcher Temperatur ein Salz-Schmutz-Flüssigkeitsgemisch auf der Strasse gefriert, entnimmt man mittels einer Pipette oder einem Löffel eine kleine Menge dieses Flüssigkeitsgemisches und bringt sie auf die Kühlplatte, so dass die wärmeisolierte Zone, d.h. der Kunststoff 13, im mittleren Bereich der Kühlplatte 6 und zumindest Randbereiche um die mittlere Aussparung 7 durch das Flüssigkeitsgemisch bedeckt sind. Vorzugsweise wird das Flüssigkeitsgemisch mittels eines Fließblattes von der Fahrbahn aufgenommen und das vollgesogene Fließblatt auf die Kühlplatte 6 gelegt.

Sowohl beim stationären als auch beim mobilen Einsatz der Kühlanordnung wird mittels des Temperaturfühlers 8 der Temperaturverlauf während des Abkühlvorganges des auf dem Kunststoff 13 befindlichen Teiles der zu untersuchenden Flüssigkeit festgestellt und an die mit Bezug auf die Fig. 5 nachstehend beschriebene Auswertevorrichtung weitergegeben.

Anstelle der in der Fig. 2 gezeigten Auswertevorrichtung, die einen langnachleuchtenden Oszillographen enthält, umfasst die in der Fig. 5 dargestellte Auswertevorrichtung eine Konstantstromquelle 23, einen Impedanzwandler 24, einen Messverstärker 25, einen Analog/Digitalumsetzer 26, einen Mikroprozessor 27 und eine Digitalanzeige 28. Die Konstantstromquelle 23 ist in Reihe zum Temperaturfühler 8, der ein NTC-Widerstand ist, geschaltet. Der am Temperaturfühler 8 auftretende und von der gemessenen Temperatur abhängige Spannungsabfall wird dem Eingang des Impedanzwandlers 24 zugeführt. Der Impedanzwandler 24 steuert den Messverstärker 25, welcher das der Erstarrungskurve proportionale Signal auf eine gewünschte Spannung verstärkt, so dass diese Spannung mit dem Analog/Digitalumsetzer 26 in ein digitales Signal umgewandelt werden kann. Der Mikroprozessor 27 gibt über eine Steuerleitung 29 periodische Anweisungen an den Analog/Digitalumsetzer 26, zu welchen Zeitpunkten er das vom Messverstärker 25 erhaltene Analogsignal abtastet und in digitale Werte umsetzen und über einen Datenbus 30 in den Mikroprozessor 27 zum Speichern und Verarbeiten der digitalen Signale eingeben soll. Die in den Mikroprozessor 27 eingegebenen Daten werden von ihm auf eine weiter unten beschriebene Weise verarbeitet und das Resultat wird mittels der Digitalanzeige 28 sichtbar gemacht. Von der Digitalanzeige 28 kann die Temperatur des Gefrierpunktes der auf der Kühlplatte befindlichen Flüssigkeit direkt in Grad C abgelesen werden. Über eine weitere Steuerleitung 31 wird ein Relais 32 mit einem Arbeitskontakt 11', welcher dem Schalter 11 der in der Fig. 2 dargestellten Messanordnung entspricht, vom Mikroprozessor 27 periodisch erregt. Dadurch wird jeweils ein neuer Kühlvorgang eingeleitet, weil der Arbeitskontakt 11' die Peltierelemente 9 und 10 an die Spannungsquelle 12 anschaltet.

Mit Bezug auf die Fig. 6 und 7 ist nachstehend die Arbeitsweise der in der Fig. 5 dargestellten Einrichtung beschrieben. Die Fig. 6 zeigt den Verlauf der Temperatur desjenigen Teiles der Flüssigkeit, der sich oberhalb des Temperaturfühlers 8 befindet, während dem Kühlvorgang. Die Spannung am Ausgang des Messverstärkers 25 zeigt denselben Verlauf. Die Ausdehnung der durch den wärmeisolierenden Kunststoff 13 gebildeten Wärmeinsel und die Kühlleistung der Peltierelemente 9 und 10 sind so gewählt, dass die sich auf der genannten Wärmeinsel befindliche Menge Flüssigkeit in einer Zeit von 30 bis 60 s so stark abgekühlt wird, dass sie erstarrt.

Der Mikroprozessor 27 ist so programmiert, dass er, wenn eine Starttaste 33 gedrückt wird, über die Steuerleitung 31 das Relais 32 erregt und damit den Kühlvorgang einleitet. Gleichzeitig gibt er über die Steuerleitung 29 dem Analog/Digitalumsetzer 26 den Befehl, den ersten Messwert M_1 in ein digitales Messignal umzusetzen und dieses ihm über den Datenbus 30 zuzuführen. Dieser Befehl wird während des ganzen Abkühlzyklus in gleichen Zeitintervallen τ , z.B. alle 0,2 s, wiederholt. Auf diese Weise werden alle Messwerte, von denen in der Fig. 6 der Einfachheit wegen nur die Messwerte M_1 bis M_{25} dargestellt sind, im Verlaufe eines Arbeitszyklus in den Mikroprozessor 27 in der Form von digitalen Messsignalen eingegeben. Nach dem Eingeben des letzten digitalen Messsignales in den Mikroprozessor 27 wird das Relais 32 entregt und der Abkühlzyklus beendet.

Die mit einem kleinen Kreis dargestellten Messwerte M_1 bis M_{25} gehören zu einer Erstarrungskurve eines verschmutzten Flüssigkeitsgemisches, wie es durch das auf der Fahrbahn einer Strasse befindliche Wasser, in dem ein Taumittel gelöst und das mit Verunreinigungen vermischt ist, gebildet wird. Die mit einem kleinen Kreis in Klammern dargestellten Messwerte sind jene, die erhalten werden, wenn praktisch nicht verunreinigtes Regenwasser dem Kühlvorgang unterworfen wird.

Der Mikroprozessor 27, der beispielsweise der Typ 8748 sein kann, enthält einen ersten, zweiten und dritten Speicher 34, 35 und 36. Diese Speicher sind in der Fig. 7 ganz schematisch dargestellt. Anstelle der drei Speicher kann auch ein grosser Speicher mit drei getrennten Speicherbereichen verwendet werden. Der erste Speicher 34 umfasst wenigstens so viele Speicherplätze, dass alle digitalen Messsignale, die den Messwerten M_1 bis M_{25} entsprechen, gespeichert werden können. In dem ersten Speicher 34 werden sämtliche digitalen Messsignale, die dem Mikroprozessor 27 während eines Abkühlzyklus über den Datenbus 30 zugeführt werden, gespeichert. Wenn ein Abkühlzyklus, z.B. 50 s beträgt und die Abtastintervalle 0,2 s sind, so werden im ersten Speicher 34 insgesamt 250 Messwerte gespeichert. Die relativ kurzen Abtastintervalle τ sind notwendig, damit Temperatursprünge sicher erfasst werden.

Nach dem Einlesen des zweiten Messwertes in den ersten Speicher 34 wird die Differenz zwischen dem ersten und dem zweiten Messwert ermittelt und mit einer Grösse x verglichen. Das Resultat dieses Vergleiches, d.h. ob die ermittelte Differenz grösser als die Grösse x ist oder nicht wird im zweiten Speicher 35, der auch Markierspeicher genannt werden kann, auf dem ersten Speicherplatz gespeichert, wobei beispielsweise die Binärzahl 1 ein «Ja» und die Binärzahl 0 ein «Nein» bedeutet. In gleicher Weise wird die Differenz zwischen jedem weiteren in den Speicher 34 eingelesenen Messwert und dem unmittelbar vorangehend eingegebenen Messwert gebildet und die erhaltene Differenz mit der Grösse x verglichen und jeweils das Resultat in den Speicher 35 eingegeben.

Nach dem Durchführen eines Abkühlzyklus sind im zweiten Speicher 35 alle Vergleichsergebnisse, d.h. die Antworten ob die Differenz zwischen einem vorangehenden Messwert M_n und einem direkt nachfolgenden Messwert M_{n+1} grösser

ist als die Grösse x oder nicht, gespeichert. Die im zweiten Speicher 35 in Klammern angeführten Antworten gelten für die Erstarrungskurve, deren Messwerte mit (o) in der Fig. 6 angegeben sind. Das Ende des Abkühlzyklus wird durch einen nicht dargestellten Zeitüberwachungszähler bestimmt, indem er die Anzahl der an den Analog/Digitalumsetzer 26 abgegebenen Befehle zählt und nach Erreichen eines voreinstellbaren Zählwertes, im oben beschriebenen vereinfachten Fall beispielsweise 25, den Kühlvorgang beendet, indem das Relais 32 entregt wird.

Am Ende des Kühlvorganges wird mit der eigentlichen Auswertung der im ersten Speicher 34 gespeicherten Messwerte M_1 bis M_{25} begonnen.

Die Arbeitsweise zum Einlesen und Speichern der Messwerte in den ersten Speicher 34 und zum Markieren bestimmter Messwerte der Einrichtung gemäss der Fig. 5 ist aus dem in der Fig. 8 dargestellten Flussdiagramm ersichtlich. Nach dem Betätigen der Starttaste 33 erfolgt die Initialisierung, d.h. der Analog/Digitalumsetzer 26 erhält den ersten Befehl zum Abtasten des ersten Messwertes und zum Umsetzen des analogen Messwertes in einen digitalen Messwert, der dann über den Datenbus 30 dem Mikroprozessor 27 zugeführt und im ersten Speicher 34 gespeichert wird, der nicht dargestellte Zeitüberwachungszähler wird in seine Anfangsstellung verbracht, die Grösse x wird gesetzt, das Relais 32 wird zum Einleiten des Kühlvorganges erregt und nach dem Ablauf der Zeit τ wird ein zweiter Befehl an den Analog/Digitalwandler 26 zum Abtasten des zweiten Messwertes abgegeben.

Nach dem Initialisieren wird der am Datenbus anstehende zweite Messwert in den Speicher 34 eingegeben. Alsdann wird die Differenz zwischen dem ersten Messwert und zweiten Messwert gebildet. In einer Entscheidungsstelle 37 wird entschieden ob die Differenz grösser als x ist oder nicht. Wenn die Differenz nicht grösser ist als x wird dieser Zustand im zweiten Speicher festgehalten, welcher den Speicherplatz des Messwertes M_2 markiert. Nach dem Markieren des betreffenden Speicherplatzes oder wenn die Entscheidungsstelle entscheidet, dass die Differenz grösser ist als x , so wird der Zeitüberwachungszähler um einen Schritt weitergeschaltet und in einer weiteren Entscheidungsstelle 38 wird geprüft, ob der Zeitüberwachungszähler seinen Sollwert erreicht hat oder nicht. Wenn der Zähler seinen Sollwert noch nicht erreicht hat, so wird nach Ablauf der Zeit τ ein neuer Befehl an den Analog/Digitalumsetzer 26 abgegeben, wodurch der dritte Messwert M_3 auf dem Datenbus 30 ansteht und der gleiche Vorgang, wie oben beschrieben, sich wiederholt, und zwar so lange, bis der Zählstand des Zeitüberwachungszählers seinen Sollwert erreicht. Wenn dies zutrifft, so wird der Kühlvorgang gestoppt, indem das Relais 32 entregt wird und unmittelbar danach wird die Auswertung der im ersten Speicher 34 gespeicherten und durch den zweiten Speicher 35 markierten Messwerte eingeleitet.

Der Auswertevorgang ist aus dem Flussdiagramm gemäss der Fig. 9 ersichtlich. Eine Entscheidungsstelle 39 überprüft, ob im zweiten Speicher 35 ausschliesslich «Ja» gespeichert sind oder nicht. Wenn im Speicher 35 ausschliesslich «Ja» gespeichert sind, so bedeutet dies, dass der Gefrierpunkt der getesteten Flüssigkeit unterhalb des untersuchten Temperaturbereiches liegt. Ist beispielsweise die Kühlanordnung so konzipiert, dass sie die Flüssigkeit bis auf minus 15 °C abzukühlen vermag und im zweiten Speicher 35 an allen Speicherplätzen je ein «Ja» gespeichert ist, so bedeutet dies, dass der Gefrierpunkt der Flüssigkeit tiefer liegt als minus 15 °C. Dieser Zustand kann beispielsweise durch die Anzeigevorrichtung 28 angezeigt werden, indem ein einzelnes oder mehrere Zeichen flackern. Nach dieser Anzeige ist sowohl der Kühlvorgang als auch die Auswertung der Messwerte beendet.

Wenn die Entscheidungsstelle 39 feststellt, dass nicht nur

«Ja» in den zweiten Speicher 35 gespeichert sind, so wird dadurch veranlasst, dass der erste Messwert im markierten Speicherbereich des Speichers 34 gesucht wird. Eine Entscheidungsstelle 40 prüft, ob noch weitere Speicherplätze durch den zweiten Speicher 35 im ersten Speicher 34 markiert sind. Stellt die Entscheidungsstelle 40 fest, dass noch weitere markierte Speicherplätze vorhanden sind, so wird die Differenz zwischen dem vorangehenden und dem nachfolgenden markierten Messwert gebildet. In einer weiteren Entscheidungsstelle 41 wird geprüft, ob diese Differenz grösser ist als 0. Das Vergleichsergebnis «Ja» oder «Nein» wird im dritten Speicher 36 gespeichert. Als dann prüft die Entscheidungsstelle 40 erneut, ob weitere markierte Speicherplätze vorhanden sind. Dieser Vorgang wiederholt sich solange, bis die Entscheidungsstelle 40 feststellt, dass keine weiteren markierten Speicherplätze vorliegen. Wenn dies der Fall ist, so wird in einer Entscheidungsstelle 42 geprüft, ob im dritten Speicher 36 «Nein» gespeichert sind. Trifft dies nicht zu, so wird die Anzeige des ersten durch den zweiten Speicher 35 markierten Messwertes eingeleitet. Dieser erste markierte Messwert ist der erste Messwert M_{10} im angenähert horizontal verlaufenden Teil der in der Fig. 6 ausgezogen gezeichneten Kurve und gleichzeitig der Gefrierpunkt der getesteten Flüssigkeit. Mit der Anzeige des Gefrierpunktes ist sowohl der Kühlvorgang als auch der Auswertevorgang beendet.

Bemerkt die Entscheidungsstelle 42, dass im dritten Spei-

cher 36 ein «Nein» vorhanden ist, so wird in einer weiteren Entscheidungsstelle 43 geprüft, ob noch weitere «Nein» im dritten Speicher gespeichert sind. Stellt die Entscheidungsstelle 43 fest, dass keine weiteren «Nein» gespeichert sind, so wird der durch dieses «Nein» markierte Messwert aus dem ersten Speicher 34 ausgelesen und zur Anzeige gebracht. In dem in der Fig. 6 durch die Messwerte (o) dargestellten Temperaturverlauf ist der durch das «Nein» im dritten Speicher 36 markierte Messwert der Messwert M_{13} , der als Gefrierpunkt angezeigt wird. Damit ist der Kühlvorgang und die Auswertung beendet.

Stellt die Entscheidungsstelle 43 fest, dass noch weitere «Nein» im dritten Speicher 36 enthalten sind, wird weiter geprüft bis keine weiteren «Nein» mehr im dritten Speicher 36 gespeichert sind. Mehrere «Nein» können im dritten Speicher 36 gespeichert sein, wenn der Temperaturanstieg nach der Unterkühlung nicht plötzlich sondern weniger steil ansteigt. Derjenige Messwert, der durch das letzte «Nein» im dritten Speicher 36 markiert ist, wird aus dem ersten Speicher 34 ausgelesen und als Gefrierpunkt zur Anzeige gebracht. Damit ist der Kühlvorgang und die Auswertung beendet.

Das oben mit Bezugnahme auf die Fig. 9 beschriebene Flussdiagramm ist eine von mehreren Möglichkeiten, um mit Hilfe des Mikroprozessors 27 die Kurvenform der Erstarrungskurve auszuwerten und den Gefrierpunkt digital anzuzeigen

FIG. 2

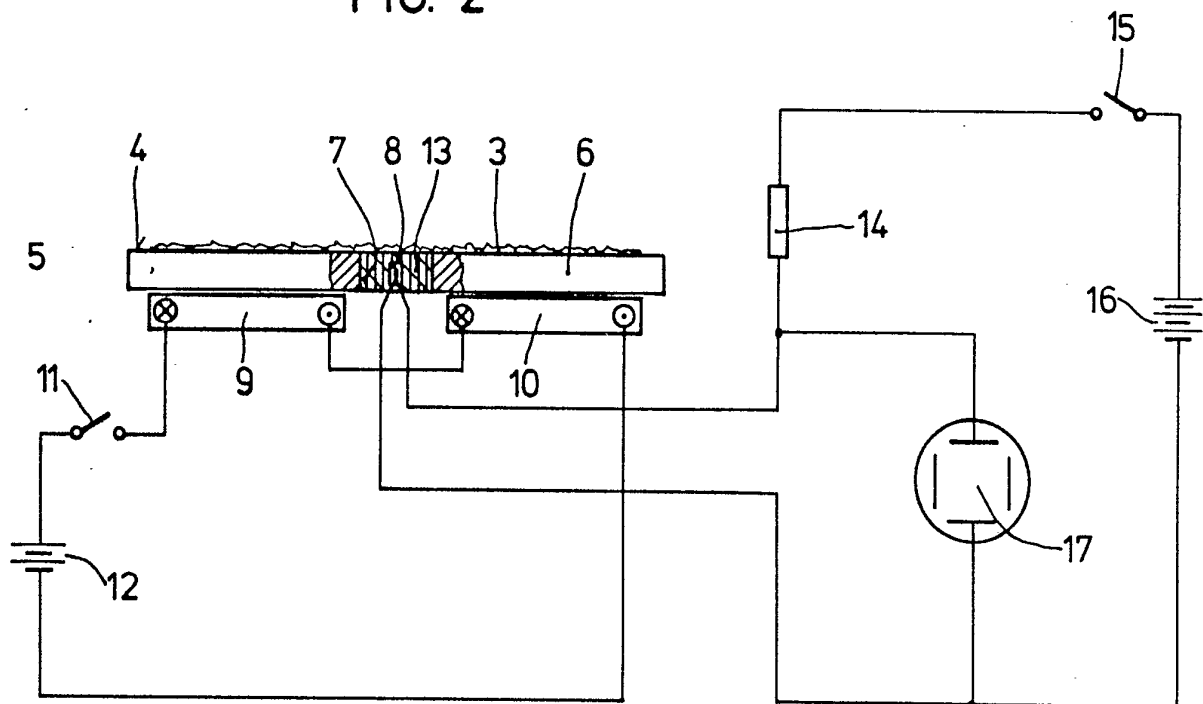


FIG. 1

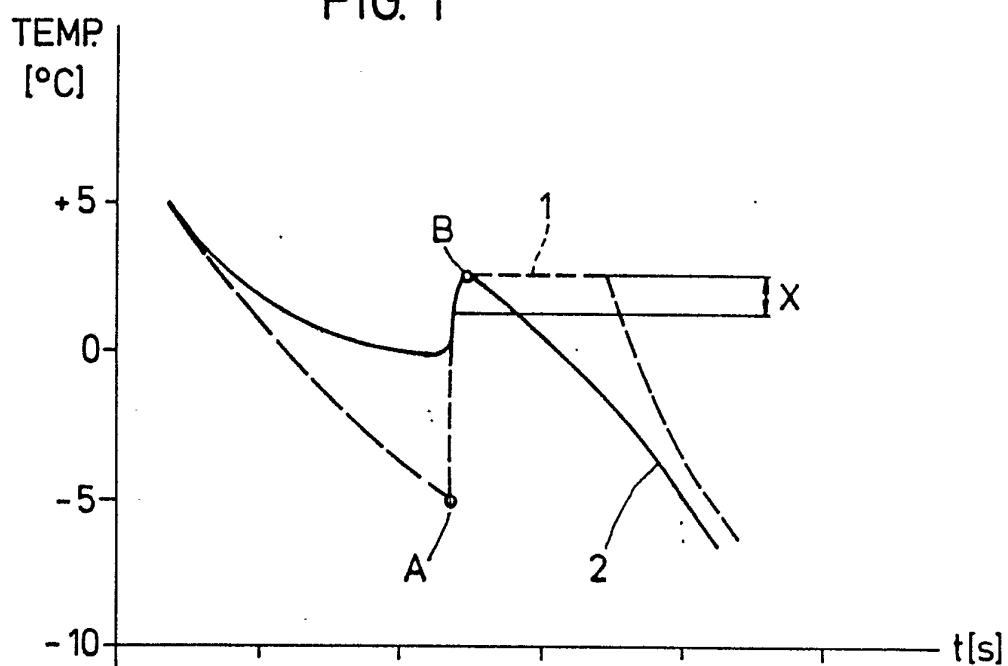


FIG. 4

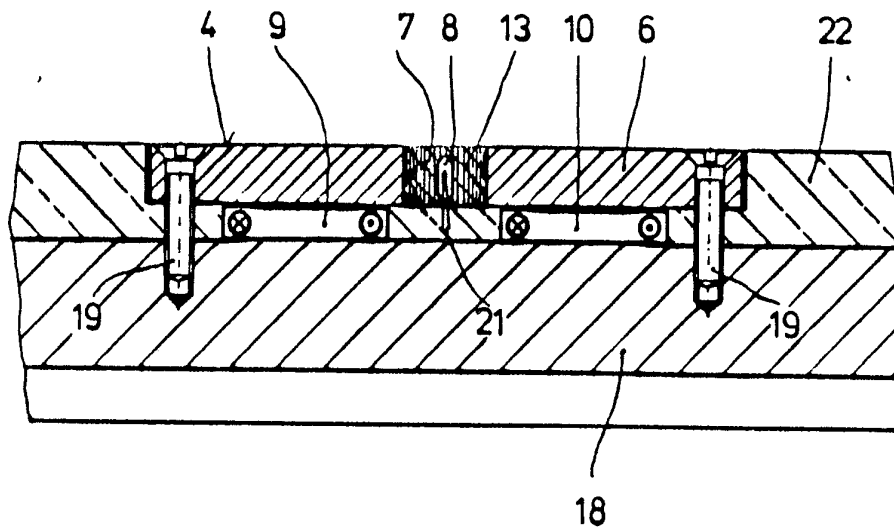


FIG. 3

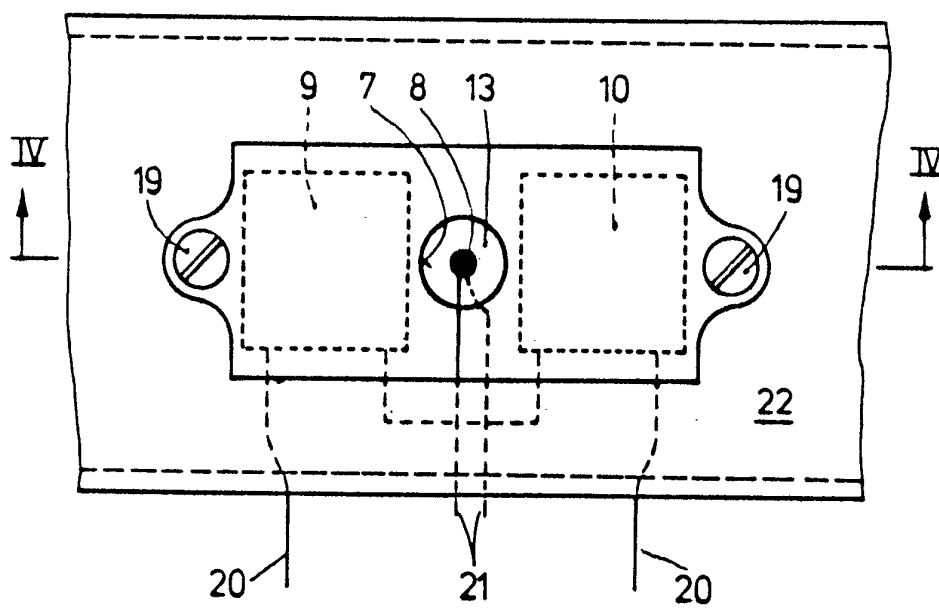


FIG. 5

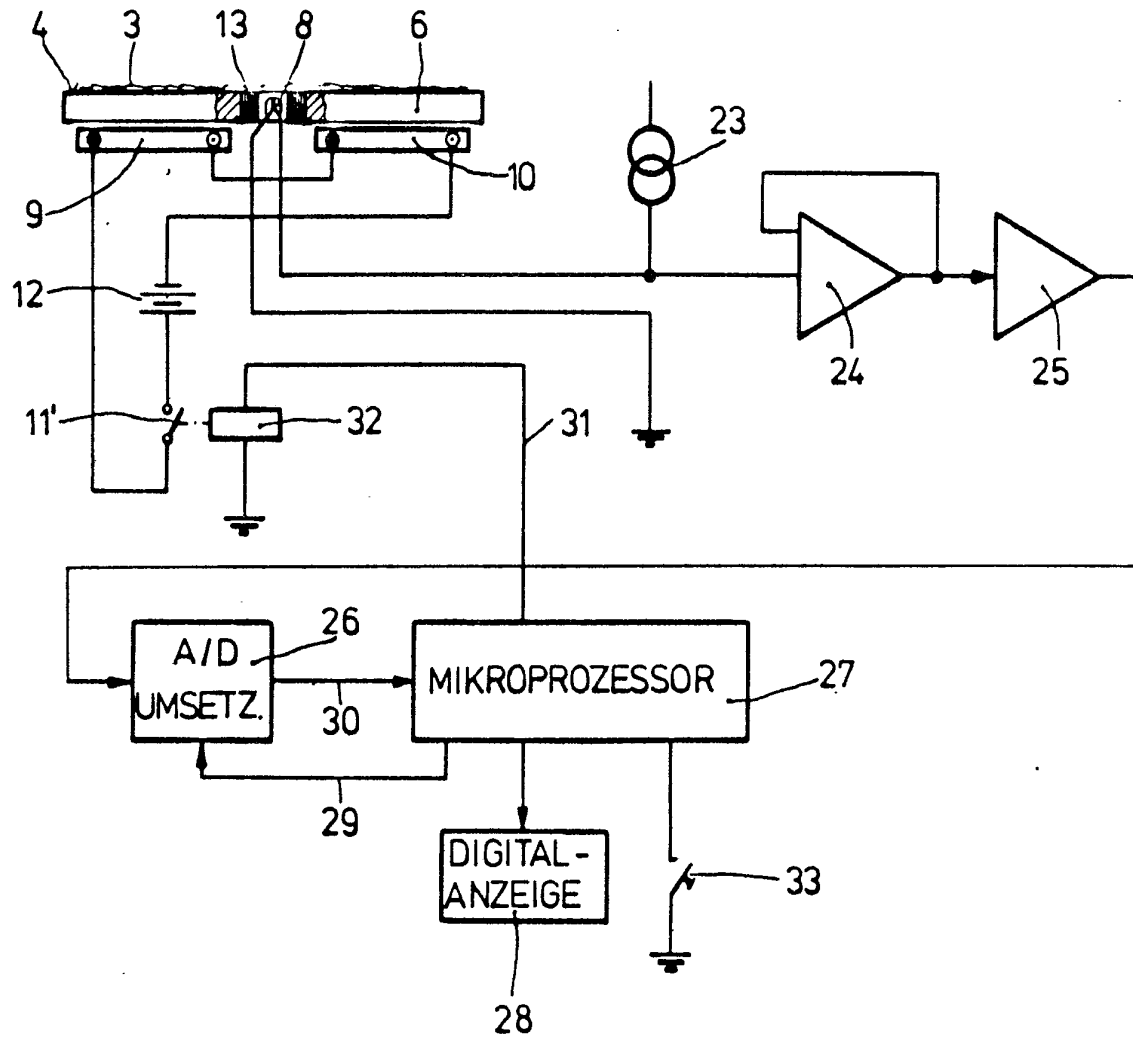
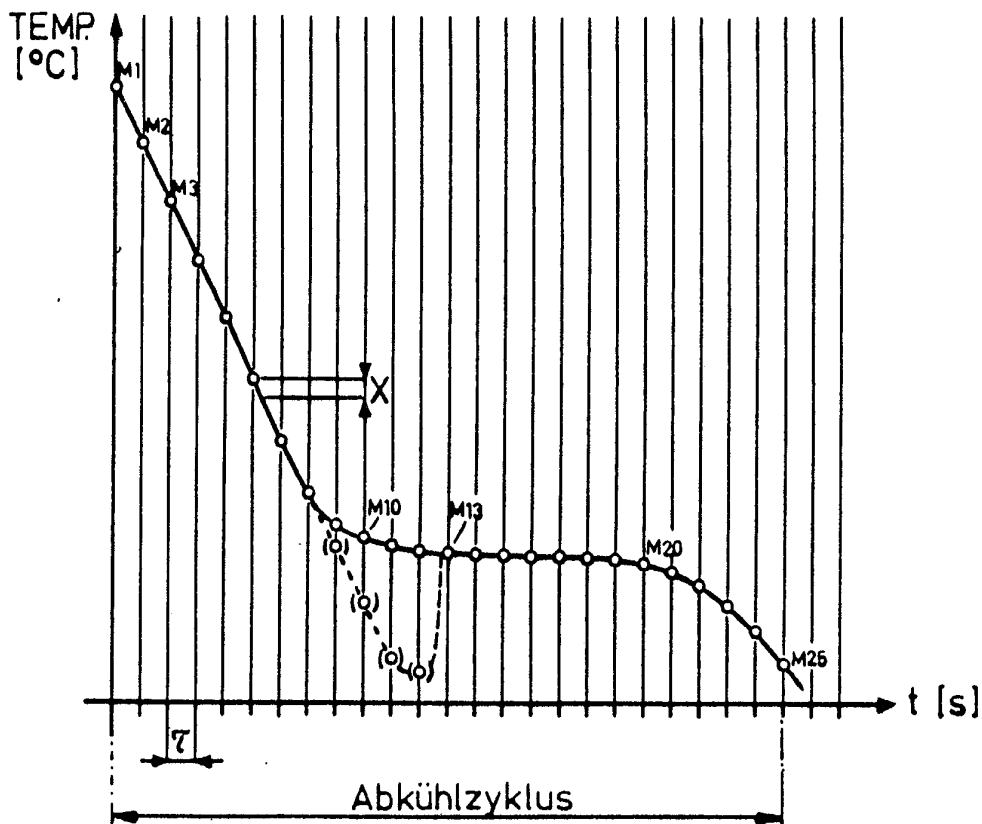


FIG. 6



1. SPEICHER

1. SPEICHER
1. MESSWERT
2. "
3. "
4. "
5. "
6. "
7. "
8. "
9. "
10. "
11. "
12. "
13. "
14. "
15. "
16. "
17. "
18. "
19. "
20. "
21. "
22. "
23. "
24. "
25. "

34

$M_0 - M_1 > X?$
 $M_1 - M_2 > X?$

$M_{25} - M_{26} > X?$

2. SPEICHER

ja
ja
ja
ja
ja
ja
ja
ja
ja
nein (ja)
nein (ja)
nein (nein)
nein (nein)
nein (nein)
nein (nein)
nein (nein)
nein (nein)
nein (nein)
nein (nein)
nein (nein)
nein (nein)
nein (nein)
nein (nein)
ja
ja
ja

35

FIG. 7

$M_{10} - M_{11} > 0?$

$M_{21} - M_{22} > 0?$

3. SPEICHER

ja	(-)
ja	(-)
ja	(nein)
ja	(ja)
ja	(ja)
ja	(ja)
ja	(ja)
ja	(ja)
ja	(ja)
ja	(ja)
ja	(ja)
ja	(ja)
ja	(ja)
ja	(ja)

36

FIG. 8

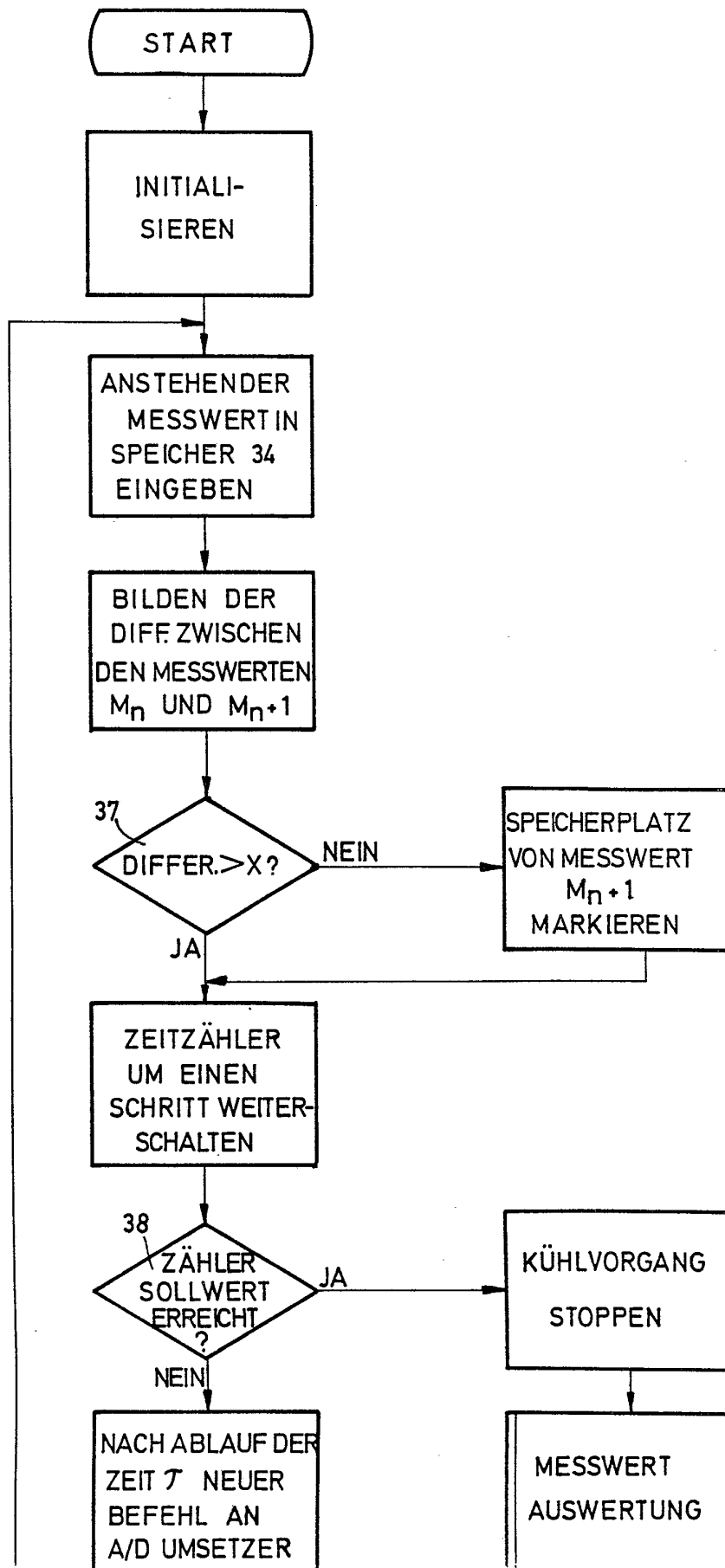


FIG. 9

