

(19) BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



(12) Ausschließungspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1
Patentgesetz der DDR
vom 27. 10. 1983
in Übereinstimmung mit den entsprechenden
Festlegungen im Einigungsvertrag

PATENTSCHRIFT

(11) DD 284 903 A5

5(51) C 21 D 9/663

DEUTSCHES PATENTAMT

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) DD C 21 D / 329 517 5

(22) 13.06.89

(44) 28.11.90

(71) siehe (73)

(72) Bathelt, Jürgen, Dr.-Ing. Dipl.-Ing.; Budach, Marina, Dipl.-Ing.; Schwaeger, Annekatrin, Dipl.-Ing., DD

(73) VEB Bandstahlkombinat „Hermann Matern“, Werkstraße 1, Eisenhüttenstadt, 1220, DD

(54) Verfahren zur Erhöhung der Anlagenkapazität von Haubenglühöfen beim Glühen von Festbunden

(55) Glühverfahren, diskontinuierlich; Bandstahl; Kühlung; Schutzgas; Steuern; Regeln; Prozeßintensivierung; Kapazitätssteigerung

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erhöhung der Anlagenkapazität von Haubenglühöfen beim Glühen von Festbunden. Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zu entwickeln, welches durch eine spezifische Gestaltung der Schutzgasbeaufschlagung während der Abkühlungsphase zur Steigerung der Kapazität der im Verfahren benutzten Haubenglühöfen, insbesondere zu einer Verkürzung der Zeitdauer der Bundabkühlung in einer Schutzgasatmosphäre führt. Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß zur Erhöhung der Anlagenkapazität von Haubenglühöfen während der Abkühlung der geglühten Festbunde in einer Schutzgasatmosphäre üblicher Zusammensetzung bis zum Erreichen der vorgegebenen Endtemperatur der Abkühlung durch die zu diesem Zeitpunkt heißeste Zone der Festbunde eine Schutzgasbeaufschlagung des Glühraumes in der Weise vorgenommen wird, daß, beginnend mit einer Spülphase (eintretender gleich austretender Schutzgasvolumenstrom), nach einer spülfreien Zeit (austretender Schutzgasvolumenstrom = 0) mindestens eine weitere Spülphase folgt. Dabei können sowohl Dauer und Abstand als auch die Intensität variiert werden. Eine teilweise Wiederverwendung des eingesetzten Schutzgases ist möglich.

ISSN 0433-6461

6 Seiten

Patentansprüche:

1. Verfahren zur Erhöhung der Anlagenkapazität von Haubenglühöfen, welches nachfolgende Verfahrensschritte beinhaltet:
 - a) Einbringen der Festbunde in die Glühvorrichtung,
 - b) Entfernen der Umgebungsatmosphäre aus dem Glühraum,
 - c) Erwärmung der Festbunde in einer Schutzgasatmosphäre üblicher Zusammensetzung bis zum Erreichen der vorgegebenen Endtemperatur der Erwärmung durch die zu diesem Zeitpunkt kälteste Zone der Festbunde,
 - d) Beibehaltung einer Temperatur der kältesten Zone der Festbunde, die mindestens gleich der Endtemperatur der Erwärmung gemäß Verfahrensschritt c) ist, während einer vorgegebenen Mindestzeit,
 - e) Abkühlung der Festbunde in einer Schutzgasatmosphäre üblicher Zusammensetzung bis zum Erreichen der vorgegebenen Endtemperatur der Abkühlung durch die zu diesem Zeitpunkt heißeste Zone der Festbunde,
 - f) Ausbringen der Festbunde aus der Glühvorrichtung,
 - g) Abkühlen der Festbunde unter Umgebungsbedingungen auf Umgebungstemperatur,**gekennzeichnet dadurch**, daß während des Verfahrensschrittes e) eine Schutzgasbeaufschlagung des Glühraumes in der Weise vorgenommen wird, daß, beginnend mit einer ersten Spülphase (eintretender gleich austretender Schutzgasvolumenstrom), nach einer spülfreien Zeit (austretender Schutzgasvolumenstrom = 0) mindestens eine weitere Spülphase folgt, in spülfreien Zeiten (austretender Schutzgasvolumenstrom = 0) ein Teilstrom des im Glühraum umgewälzten Schutzgases durch einen Kühler zirkulieren kann.
2. Verfahren gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß zeitliche Dauer und/oder zeitlicher Abstand aufeinanderfolgender Spülphasen mindestens einmal verändert werden und/oder der Betrag des während der Spülphase in den Glühraum eintretenden bzw. aus dem Glühraum austretenden Schutzgasvolumenstroms mindestens einmal verändert wird.
3. Verfahren gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, **gekennzeichnet dadurch**, daß der während der Spülphasen im Verfahrensschritt e) aus dem Glühraum austretende Schutzgasvolumenstrom zur Schutzgasbeaufschlagung anderer Haubenglühöfen, vorzugsweise für Verfahrensschritt c), vollständig oder teilweise zugeführt wird.
4. Verfahren gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Gesamtdauer des Verfahrensschrittes e) minimal ist, aber gleichzeitig Oxidationsreaktionen zur Ausbildung von Anlauffarben an der Bundoberfläche während des Verfahrensschrittes f) bzw. g) vermieden werden.

Hierzu 1 Seite Zeichnung

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erhöhung der Anlagenkapazität von Haubenglühöfen beim Glühen von Festbunden. Anwendungsgebiet der Erfindung sind metallurgische Betriebe, in denen eine Glühbehandlung gewickelter Halberzeugnisse in diskontinuierlich arbeitenden Glühvorrichtungen unter Einsatz von Schutzgasen vorgenommen wird. Das Anwendungsgebiet erstreckt sich ebenso auf Haubenglühöfen anderer Bauart, z. B. sogenannte Hochkonvektionsglühöfen.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Technische Lösungen zur Glühbehandlung von Festbunden in diskontinuierlich arbeitenden Glühvorrichtungen sind an sich bekannt. Die gebräuchlichste Ausführungsform dieser Glühvorrichtung sind dabei Haubenglühöfen. Zur Gewährleistung einer für die nachfolgende Verarbeitung des Bandstahls ausreichende Oberflächenqualität ist die Anwendung einer Schutzgasatmosphäre üblich.

Ein wirtschaftlicher Betrieb derartiger Haubenglühöfen gerät zunehmend unter den Zwang zur Intensivierung, wobei diese Tendenz permanenten Charakter annimmt.

Für die Intensivierung vorhandener Anlagen ergeben sich dabei zwei grundsätzliche Wege:

- a) Rekonstruktion bzw. Ersatzinvestition und
- b) Verbesserung der Prozeßführung.

Rekonstruktion bzw. Ersatzinvestition führen neben dem Kostenaufwand zu einer in der Regel nicht unbeträchtlichen, zeitweisen Einschränkung der Produktionskapazität, da vorhandene Glühanlagen u. a. kaum eine Flächenreserve, einschließlich Glühplatzreserve, besitzen. Auch in den anderen Fällen ergibt sich zumindest eine wesentliche Belastung der Produktionsorganisation und -durchführung. Unabhängig davon sind technische Lösungen zur Intensivierung des Anlagenbetriebes mit verbesserten Ausrüstungen bekannt und haben in der Vergangenheit in ihrer Gesamtheit zur Entwicklung des Hochkonvektionsglühofens geführt. Dieser Prozeß dauert noch an.

Eine Verbesserung der Prozeßführung als Mittel der Intensivierung des Anlagenbetriebes weist zunächst den Vorteil auf, daß sowohl kostenmäßige als auch kapazitätsseitige Belastungen aus bautechnischen Maßnahmen weitgehend entfallen. Neben direkten Maßnahmen zur Senkung der Betriebskosten, z. B. Einsparung von Energie oder Schutzgas, stellt die Verkürzung der Prozeßzeit eine Quelle verbesserter Wirtschaftlichkeit der Verfahrensdurchführung dar. Die somit realisierbare Steigerung der Anlagenkapazität zieht eine indirekte Kostensenkung nach sich, da die t/h-Leistung gesteigert wird.

Einer Verkürzung der Aufheizzeit, bezogen auf die Zieltemperatur, stehen bei der Bundglühung in Haubenglühöfen sowohl technische Grenzen (z. B. Warmfestigkeit der Muffel) als auch thermodynamische Einschränkungen (z. B. Wärmetransport in das Bundinnere) entgegen. Unabhängig von den technischen Konsequenzen ist der Kostenanstieg infolge des Mehrverbrauchs an Energie sicherlich höher zu bewerten als der erreichbare Effekt durch Verkürzung der Aufheizzeit. Wesentlich dafür ist auch der Sachstand, daß in der Vergangenheit diese Prozeßphase aus energetischer Sicht weitgehend optimiert wurde.

Eine andere Möglichkeit stellt die Verkürzung der Abkühlzeit der Bunde dar. Um die Abkühlgeschwindigkeit der Bunde unter der Muffel zu erhöhen, wird die direkte Kühlung der Muffel durch Berieselung mit Wasser angewandt. Die Nachrüstung bestehender Haubenglühanlagen mit derartigen Berieselungsvorrichtungen ist neben den grundsätzlichen Kosten mit einem verstärktem Verschleiß der Muffel verbunden. In gleicher Weise führt die Erhöhung des Wasserstoffanteils im Schutzgas, um das Wärmeleitvermögen zu verbessern, zu einer Steigerung der Betriebskosten, welche durch die Effekte infolge Verkürzung der Abkühlzeit nicht kompensiert werden dürfte. Dieses trifft besonders dann ein, wenn aus sicherheitstechnischen Erfordernissen heraus eine Umrüstung der Anlage erforderlich wird. Ebenso ist der wirtschaftliche Effekt einer Erhöhung der installierten Kühlerleistung fragwürdig, da neben den Kosten für leistungsstärkere Kühler auch ein entsprechender Aufwand für eine intensivere Schutzgasumwälzung mit Zirkulation durch den Kühler auftritt.

Daraus ergibt sich, daß die Wirtschaftlichkeit technischer Lösungen zur Verkürzung der Abkühlzeit um so sicherer zu erwarten ist, je geringer der Gesamtaufwand zu ihrer Realisierung ist.

In diesem Sinne wird z. B. in der SU-EB 1330 193 eine veränderte Betriebsweise der Brenner vorgeschlagen und damit eine Verkürzung der Gesamtprozeßzeit von etwa 8% ausgewiesen. Dieser Effekt basiert aber ursächlich nicht auf der Verkürzung der Abkühlzeit. Offensichtlich gibt es dafür bisher kaum hinreichende Ansatzpunkte zur Gestaltung entsprechender Lösungen.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist die Verbesserung der Wirtschaftlichkeit der Verfahrensdurchführung beim Glühen von Festbunden in Haubenglühöfen durch Steigerung der Kapazität der im Verfahren benutzten Haubenglühöfen infolge Verkürzung der Zeitdauer der Bundabkühlung in einer Schutzgasatmosphäre.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Erhöhung der Anlagenkapazität von Haubenglühöfen zu entwickeln, welches eine spezifische Gestaltung der Schutzgasbeaufschlagung während der Abkühlphase zur Steigerung der Kapazität der im Verfahren benutzten Haubenglühöfen, insbesondere zu einer Verkürzung der Zeitdauer der Bundabkühlung in einer Schutzgasatmosphäre, führt.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß zur Erhöhung der Anlagenkapazität von Haubenglühöfen ein Verfahren durchgeführt wird, welches folgende Verfahrensschritte enthält:

- a) Einbringen der Festbunde in die Glühvorrichtung,
 - b) Entfernen der Umgebungsatmosphäre aus dem Glühraum,
 - c) Erwärmung der Festbunde in einer Schutzgasatmosphäre üblicher Zusammensetzung bis zum Erreichen der vorgegebenen Endtemperatur der Erwärmung durch die zu diesem Zeitpunkt kälteste Zone der Festbunde,
 - d) Beibehaltung einer Temperatur der kältesten Zone der Festbunde, die mindestens gleich der Endtemperatur der Erwärmung gemäß Verfahrensschritt c) ist, während einer vorgegebenen Mindestzeit,
 - e) Abkühlung der Festbunde in einer Schutzgasatmosphäre üblicher Zusammensetzung bis zum Erreichen der vorgegebenen Endtemperatur der Abkühlung durch die zu diesem Zeitpunkt heißeste Zone der Festbunde,
 - f) Ausbringen der Festbunde aus der Glühvorrichtung,
 - g) Abkühlen der Festbunde unter Umgebungsbedingungen auf Umgebungstemperatur, wobei während des Verfahrensschrittes e) eine Schutzgasbeaufschlagung des Glühraumes in der Weise vorgenommen wird, daß, beginnend mit einer ersten Spülphase (eintretender gleich austretender Schutzgasvolumenstrom), nach einer spülfreien Zeit (austretender Schutzgasvolumenstrom = 0) mindestens eine weitere Spülphase folgt, wobei in spülfreien Zeiten (austretender Schutzgasvolumenstrom = 0) ein Teilstrom des im Glühraum umgewälzten Schutzgases durch einen Kühler zirkulieren kann.
- Austragen der sich zu Abkühlungsbeginn noch in der Gasphase des Glühraums anreichernden Reste belagsbildender Komponenten des verdampften Walzmittels bzw. seiner Rückstände und
- Steigerung der Abkühlungsgeschwindigkeit der Festbunde durch Erhöhung des Temperaturgradienten infolge des vollständigen, kurzzeitigen Austauschs der Schutzgasatmosphäre im Glühraum durch frisches Schutzgas.

Für die beschriebenen Effekte ist ausschlaggebend, daß die Temperatur der Gasphase im Glühraum, insbesondere in der Anfangsphase der Bundabkühlung, wesentlich höher als die Temperatur des freien Schutzgases ist, weil das durch den Kühler zirkulierende Schutzgas beim Wiedereintritt in den Glühofen sich mit der Schutzgasatmosphäre sofort vermischt und somit an der Bundoberfläche nur die gegenüber der Kühleraustrittstemperatur wesentlich höhere Mischungstemperatur wirksam wird. Deshalb tritt die Kühlerwirkung erst allmählich ein, da es technisch-ökonomisch unvertretbar ist, den zum Austausch der Schutzgasatmosphäre analogen Effekt über das durch den Kühler zirkulierende Schutzgas zu realisieren.

Die Zweckmäßigkeit des Spülens in Zeitintervallen ergibt sich daraus, daß der Wärmetransport aus dem Bundinneren an die Oberfläche zeitlich verzögert abläuft. Es ist deshalb günstig, nach der mit dem Spülen mit frischem Schutzgas verbundenen kurzzeitigen Ab- bzw. Unterkühlung der Bundoberfläche einen Ausgleich des Temperaturprofils in den Festbunden zu gewährleisten. Während dieser Zeit ist es wirtschaftlich, das Schutzgas im Glühraum umzuwälzen und nur einen Teilstrom durch einen Kühler zirkulieren zu lassen.

Da mit sinkendem Temperaturniveau der Festbunde im Glühraum der Ausgleich ihrer Temperaturprofile immer längere Zeiträume erfordert, ergibt sich daraus, die Zeitabstände zwischen den Spülphasen mit fortschreitender Bundabkühlung zu verändern, vorzugsweise zu vergrößern.

Zur Gestaltung einer effektiven Verfahrensdurchführung ist es erforderlich, die Intensität der Schutzgasführung in den Spülphasen möglichst hoch, aber auch variabel zu wählen, da der gewünschte Kühleffekt indirekt proportional zur Dauer des vollständigen Austausches der Schutzgasatmosphäre im Glühraum ist. Aus dem gleichen Grund sind andere Spülphasen zu Kühlbeginn als am Ende der Kühlung einzustellen.

Weiterhin ist es erfindungsgemäß vorteilhaft, das während der Spülphasen aus dem Glühraum austretende Schutzgas anderen Haubenglühöfen zuzuführen, bei denen sich die Verfahrensdurchführung im Schritt c) befindet, so daß ein Schutzgasmehrbedarf vermieden wird. Zur Verhinderung des Eintrags unerwünschter belagsbildender Komponenten des Walzmittels bzw. seiner Rückstände durch diese Schutzgasrückführung ist es möglich, insbesondere in der ersten Phase der Bundabkühlung das während der Spülphasen austretende Schutzgas nicht anderen Glühöfen zuzuführen. Das Ende dieser Phase wird durch die Unterschreitung einer vom jeweiligen Walzmittel abhängigen Grenztemperatur für die heißeste Zone der Festbunde bestimmt. Für die erfindungsgemäße Verfahrensdurchführung ist weiterhin wesentlich, daß (siehe Anspruch 4) das Ende des Verfahrensschrittes c) erreicht ist, wenn das Temperaturprofil in den Festbunden im Glühraum soweit ausgeglichen ist, daß für die veränderten Abkühlbedingungen der Verfahrensschritte f) und g) die Ausbildung von Anlauffarben an der Bundaußenoberfläche nicht mehr auftritt.

Dieses Temperaturprofil ist in komplexer Weise abhängig von:

- Glühvorrichtung,
- Stahlmarke,
- Bundabmessungen sowie Anzahl der Festbunde im Glühraum,
- Durchführung des Verfahrensschrittes e).

Die zeitabhängige Variation des Schutzgasvolumenstroms im Verfahrensschritt e) hängt in analoger Weise von den konkreten Glühbedingungen, wie

- Glühvorrichtung,
- Stahlmarke,
- Bundabmessungen sowie Anzahl der Festbunde im Glühraum,
- Schutzgaszusammensetzung und
- Kühlerleistung

ab, so daß die Off-line-Ermittlung der Abhängigkeit „Zeitpunkt seit Kühlbeginn/Schutzgasvolumenstrom“ aus der Kenntnis des Verlaufs der Temperatur in den Festbunden im Glühraum unter Berücksichtigung vergangener Spülphasen ermittelt werden kann.

Deshalb ist ein weiterer Vorteil der erfindungsgemäßen Verfahrensdurchführung, daß hierbei die Anwendung von meßtechnischen Vorrichtungen zur Gewinnung von Prozeßdaten aus dem Glühraum nicht zwingend erforderlich ist, denn die Variation des Schutzgasvolumenstroms kann mit Hilfe der einmal ermittelten Zeitfunktion für die jeweilige Prozeßführung als Steuerung in unkomplizierter Weise über äußere Stellglieder realisiert werden.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll nachfolgend an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert werden. Dazu zeigt Fig. 1 Temperaturverläufe bei der Abkühlung geglühter Festbunde.

Dazu wurden folgende technischen Hauptparameter zugrunde gelegt:

- | | |
|--|-------------|
| – Glühplatzbelegung | 3 Festbunde |
| Bundaußendurchmesser | 2 160 mm |
| Bundinnendurchmesser | 600 mm |
| Bundhöhe | 1 250 mm |
| Banddicke | 1 mm |
| – Muffelinnendurchmesser | 2 600 mm |
| – Schutzgas N ₂ /H ₂ | 95/5 Vol.-% |

Auf die Angabe weiterer konstruktionsspezifischer Parameter wird verzichtet, da durch Veränderung der Schutzgasbeaufschlagung während der Kühlphase die in Fig. 1 dargestellten Verhältnisse sowohl variiert als auch für andere Anlagenkonfigurationen reproduziert werden können.

Die in Fig. 1 dargestellten Temperaturverläufe beziehen sich auf die Oberflächentemperatur am Außendurchmesser des mittleren Bundes. Der Endpunkt der Kühlung wird mit dem Unterschreiten von 120°C an der heißesten Stelle der Bundoberfläche im Stapel festgelegt, um Anlauffarben beim Ziehen der Muffel zu vermeiden. Die Kühlung beginnt zunächst passiv nach

Entfernung der Heizhaube. Anschließend wird ein Schutzgaskühler zugeschaltet. Mit der zusätzlichen Schutzgasbeaufschlagung unter Berücksichtigung der sich bei der Abkühlung einstellenden thermischen Triebkräfte wird einheitlich vor dem Unterschreiten von 400°C begonnen (Punkt Z in Fig. 1).

Die sich daran anschließenden Kurvenverläufe stellen dar:

Kurve A – Temperaturverlauf ohne Schutzgasbeaufschlagung,

Kurve B – Schutzgastemperatur nach Spülphase jeweils auf $(3 \text{ TSG} + \text{TFG})/4$ abgesenkt,

Kurve C – Schutzgastemperatur nach Spülphase jeweils auf $(\text{TSG} + \text{TFG})/2$ abgesenkt.

TSG ... mittlere Schutzgastemperatur im Glühraum vor Beginn der jeweiligen Spülphase,

TFG ... mittlere Temperatur des zur Spülung benutzten frischen Schutzgases.

Zur Gestaltung einer einfachen Zeitfolgesteuerung beginnen die einzelnen Spülphasen zu jeder vollen Stunde nach Beginn der ersten Spülphase und werden bei konstanter Volumentemperatur bei Erreichen der angegebenen Schutzgastemperatur im Glühraum beendet. In den spülfreien Zeiten wird bei Variante B und C auf die Teilstromkühlung im Gegensatz zur Variante A verzichtet. Bezogen auf die gesamte Glühzeit ergibt sich bei der dargestellten Anwendung der Erfindung für die Variante B eine Verkürzung von 9,8% bzw. für die Variante C von 15,2%.

Die Gestaltung eines ökonomischen Schutzgaseinsatzes ergibt sich aus der Wiederverwertbarkeit des während der Spülphasen aus dem Glühraum austretenden Schutzgases für andere Glühöfen.

Zur Reinhaltung des Schutzgassystems wird unter Berücksichtigung der Anfangstemperatur bei Beginn der ersten Spülung das dabei aus dem Glühraum austretende Schutzgas emittiert.

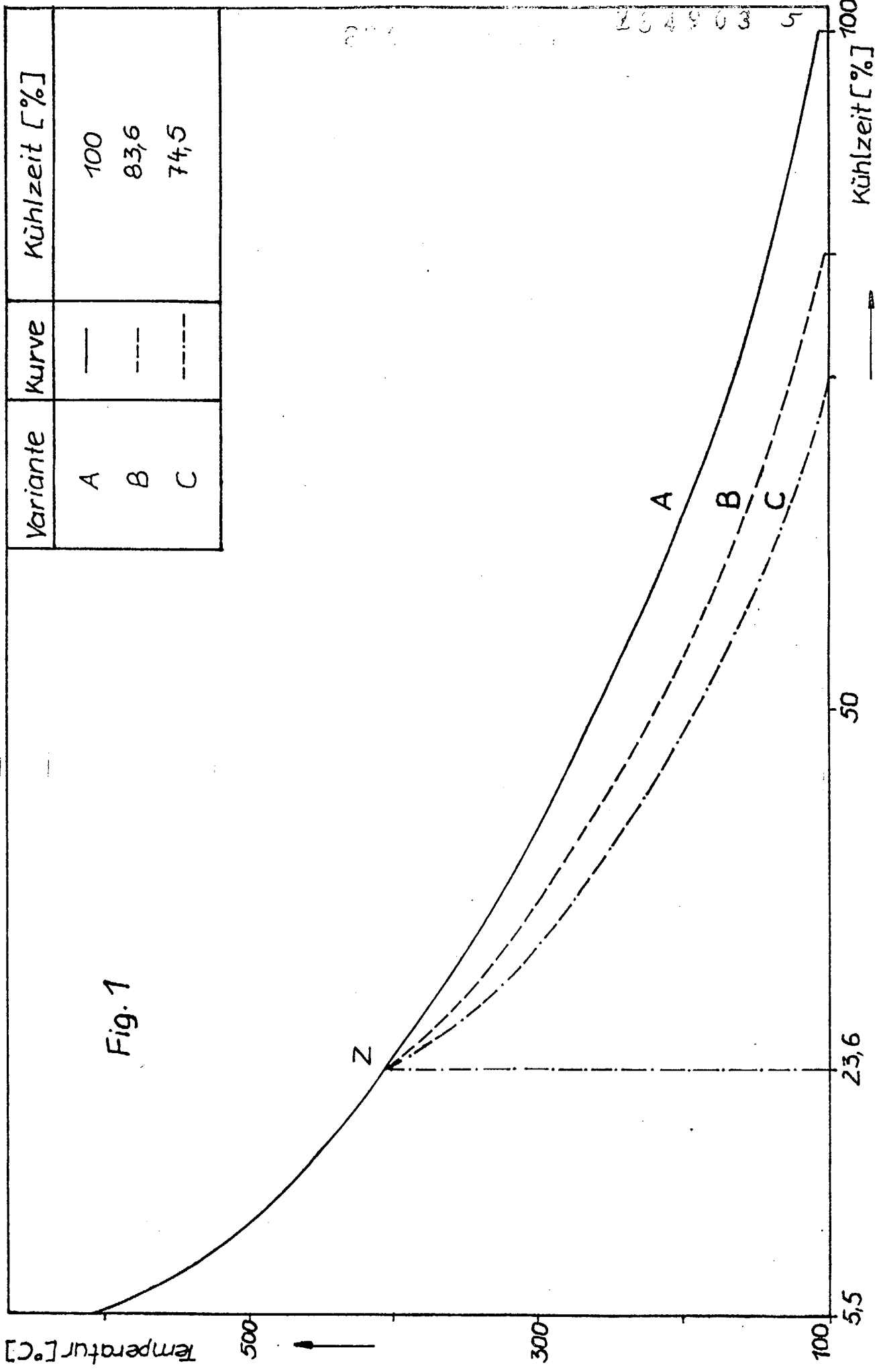


Fig. 1

234903 5