

⑫

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

⑰ Anmeldenummer: 84113934.8

⑤① Int. Cl.⁴: **C 23 D 9/00, C 23 D 9/04**

⑱ Anmeldetag: 17.11.84

③① Priorität: 11.01.84 DE 3400619

⑦① Anmelder: Miele & Cie. GmbH & Co., Carl-Miele-Strasse,
D-4830 Gütersloh 1 (DE)
Anmelder: Hoesch Aktiengesellschaft,
Eberhardstrasse 12, D-4600 Dortmund 1 (DE)

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung: 07.08.85
Patentblatt 85/32

⑦② Erfinder: Warnke, Heinrich, Wedekindring 67,
D-4831 Marienfeld (DE)
Erfinder: Kaup, Friedel, Holzrichterstrasse 16,
D-4830 Gütersloh (DE)
Erfinder: Bersch, Bernhard, Dr.-Ing., Flughafenstrasse 2,
D-4600 Dortmund 12 (DE)
Erfinder: Mertinkat, Willi, Westricher Strasse 70c,
D-4600 Dortmund 72 (DE)
Erfinder: Tenhaven, Ulrich, Dr.-Ing., Kleiner Floraweg 22,
D-4600 Dortmund 50 (DE)

⑧④ Benannte Vertragsstaaten: AT BE CH DE FR GB IT LI LU
NL SE

⑦④ Vertreter: Kremser, Manfred, Dipl.-Ing.,
Eberhardstrasse 12, D-4600 Dortmund 1 (DE)

⑤④ **Verfahren zum Einbrennen von Email auf Stahlteilen, insbesondere auf Stahlblech und Emailierofen zur Durchführung des Verfahrens.**

⑤⑦ Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Einbrennen von Email auf Stahlteilen, insbesondere auf Stahlblech aus aluminiumberuhigtem Stahlstranggußmaterial sowie einen Emailierofen mit einer Brennzone und einer als Vorwärmzone dienende Einlaufzone für die Durchführung dieses Verfahrens. Die Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, daß das Aufheizen des Stahlteiles bzw. Stahlbleches auf die Einbrenntemperatur vor Erreichen der Einbrenntemperatur unterbrochen, im Stahl gelöster Wasserstoff während der Unterbrechungszeit effundieren gelassen wird, das Stahlteil anschließend weiter auf die Einbrenntemperatur aufgeheizt, bei dieser Temperatur gehalten und in bekannter Weise abgekühlt wird. Der Emailierofen zur Durchführung des Verfahrens besteht gemäß der Erfindung darin, daß zwischen der Einbrennzone und der Vorwärmzone eine Entgasungszone zwischengeschaltet ist, in der die mit Email beschichteten Werkstücke eine bestimmte Mindestzeit bei einer bestimmten Temperatur gehalten werden.

EP 0 150 298 A2

Verfahren zum Einbrennen von Email auf Stahlteilen,
insbesondere auf Stahlblech und Emaillierofen zur
Durchführung des Verfahrens

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Einbrennen von
Email auf Stahlteilen, insbesondere auf Stahlblech aus
aluminiumberuhigtem Stahlstranggußmaterial und einen Email-
lierofen mit einer Brennzzone und einer als Vorwärmzone
dienenden Einlaufzone für das Einbrennen von Email auf
insbesondere Stahlteilen zur Durchführung des Verfahrens.

Verfahren zum Emaillieren von Stahlteilen und Stahlblechen
sind in den verschiedensten Ausführungsformen ebenso wie
auch Emaillieröfen bekannt. Nachteilig sowohl bei der Direkt-
weißemaillierung als auch bei der Grund- und Deckschicht-
emaillierung ist die Entstehung von sogenannten Ausbläsern,
die bevorzugt an Schweißnähten, Schnittkanten und Radien des
zu emaillierenden Teiles beobachtet werden. Insbesondere
treten derartige Ausbläser bei der Direktemaillierung von
Feinblech aus aluminiumberuhigtem, z. B. im Strang vergos-
senem und anschließend im offen Bund entkohltem Feinblech
an geschweißten Teilen auf; nach dem Einbrennen des Emails
zeigen sich u. a. an den Schweißnähten offene Blasen in der
Emailschicht, die gemeinhin als Ausbläser bezeichnet werden.

Ein weiterer typischer Fehler kann auf emaillierten Stahloberflächen festgestellt werden, der im allgemeinen als Fischschuppen bezeichnet wird. Derartige Fischschuppen werden durch Wasserstoff-Ausgasungen aus dem Werkstoff der Werkstücke verursacht. Besonders unangenehm bei diesen Wasserstoff-Ausgasungen ist, daß sie oft erst Wochen nach dem Einbrennen des Emails auftreten, so daß die fehlerhaften Teile bereits eingebaut oder verpackt sind und die Fehler somit erst beim Kunden festgestellt werden können. Um die erläuterten Fehler an emaillierten Stahlteilen bzw. -blechen zu vermeiden, wurden deshalb sehr oft nur ganz spezielle Stahlqualitäten verarbeitet oder es wurden die Werkstücke nur einseitig emailliert, so daß der ausgasende Stoff, z. B. Wasserstoff, aus der nicht emaillierten Oberfläche austreten kann. Bei tauchemaillierten Werkstücken besteht diese Möglichkeit jedoch nicht und außerdem wird als Korrosionsschutz sehr oft eine allseitige Emaillierung der Werkstücke gefordert. In diesen Fällen konnten deshalb bisher nur teure Spezialstähle verwendet werden. Ausbläser und Fischschuppen sind Beispiele typischer Emailfehler, die unter dem Sammelbegriff "Wasserstofffehler" zusammengefaßt werden. Wasserstoff entsteht unvermeidlich während des Brennvorganges aus der Emailfritte und wird vom Stahl aufgenommen. Während des Abkühlvorganges entweicht der Wasserstoff teilweise wieder, es verbleibt jedoch, abhängig von den Abkühlbedingungen, der Blechdicke usw. auch bei Raumtemperatur Wasserstoff in übersättigtem Zustand im Stahl.

Zur Vermeidung wasserstoffbedingter Emailfehler wird von Dietzel [1] empfohlen, möglichst wenig Wasserdampf mit dem glühenden Stahlblech in Berührung zu bringen und den dennoch in den Stahl gelangten Wasserstoff entweder durch langsames Abkühlen herausdiffundieren zu lassen, oder aber als H_2 in kleinsten Hohlräumen festzuhalten. Die genannten Maßnahmen geben jedoch keinerlei Hinweis auf die beschriebenen erfindungsgemäßen Merkmale.

[1] Dietzel, A.H.: Emaillierung, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York 1981

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs genannten Art anzugeben, mittels dessen die vorerwähnten Emaillierfehler an Schweißnähten, Schnittkanten und Rändern von emaillierten Teilen aus Feinblech, insbesondere beim Direktweißemaillieren von aluminiumberuhigtem Feinblech aus Stranggußstahl vermieden werden sollen. Der Erfindung liegt ferner die Aufgabe zugrunde, einen Emaillierofen zum Einbrennen von Email zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens zu offenbaren.

Diese Aufgabe wird nach der Erfindung dadurch gelöst, daß das Aufheizen des Stahlteiles bzw. Stahlbleches auf die Einbrenntemperatur vor Erreichen der Einbrenntemperatur unterbrochen, im Stahl gelöster Wasserstoff während der Unterbrechungszeit effundieren gelassen wird, das Stahlteil anschließend weiter auf die Einbrenntemperatur aufgeheizt, bei dieser Temperatur gehalten und in bekannter Weise abgekühlt wird. Der erfindungsgemäße Emaillierofen ist so aufgebaut, daß zwischen der Einbrennzone und der Vorwärmzone eine Entgasungszone zwischengeschaltet ist, in der die mit Email beschichteten Werkstücke eine bestimmte Mindestzeit bei einer bestimmten Temperatur gehalten werden. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens sowie des Emaillierofens ergeben sich aus der weiteren Beschreibung sowie den Unteransprüchen.

Der Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens sowie des Emaillierofens ist insbesondere darin zu sehen, daß auf sichere Art Fehler, die sich aus dem Gas-, insbesondere Wasserstoffgehalt des für die zu emaillierenden Stahlteile bzw. -bleche verwendeten Stahles ergeben, vermieden werden. Darüber hinaus werden zusätzliche, Kosten verursachende Sondermaßnahmen bei der Stahlherstellung auf verhältnismäßig einfache Weise vermieden.

Die Erfindung ist nachfolgend im Vergleich zum Stand der Technik anhand von bevorzugten Ausführungsbeispielen näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 eine konventionelle Aufheiz- und Abkühlkurve

Fig. 2 eine Aufheiz- und Abkühlkurve gemäß der Erfindung

Fig. 3 fotografische Aufnahmen von fehlerhaften emaillierten Stahlblechen

Fig. 4 fotografische Aufnahmen von fehlerfreien emaillierten Stahlblechen

Fig. 5 einen Emaillierofen in Draufsicht

Fig. 6 eine weitere, schematisierte Aufheiz- und Abkühlkurve

Entsprechend dem Stand der Technik wird ein mit Emailfritte beschichtetes Teil in einem offenen Tunnelofen in ca. 8 min auf 810 °C bis 840 °C aufgeheizt und anschließend etwa 2 min auf dieser Temperatur gehalten, um eine gute Haftung der Emailschiicht auf der Blechoberfläche zu erreichen.

Anschließend wird das Teil in einer nicht beheizten Ofenzone in 8 min auf ca. 100 °C abgekühlt und verläßt daraufhin den Ofen. Die weitere Abkühlung auf Raumtemperatur erfolgt außerhalb des Einbrennofens. Eine entsprechende Aufheiz- und Abkühlkurve zeigt Fig. 1. Bei dieser Fahrweise des Ofens mit der beschriebenen Temperaturkurve treten bei aluminiumbe- ruhigten Feinblechen, z. B. aus Stranggußmaterial, an Schweiß- nähten Ausbläser auf. Gemeinhin wird als Ursache für Email- fehler wie z. B. Ausbläser explosionsartig aus dem Stahl austretender Wasserstoff angesehen. Fotografische Aufnahmen von vier Stahlprobeblechen zeigt Fig. 3.

Demgegenüber wird nach der Erfindung das zu emaillierende Teil zunächst auf 680 °C aufgeheizt, dann zwischen 3 und 5 min auf dieser Temperatur gehalten und anschließend das Teil in üblicher Weise auf die Einbrenntemperatur des Emails von 810 °C bis 840 °C gebracht; danach wird in üblicher Weise in etwa 8 min auf 100 °C abgekühlt. Eine entsprechende Aufheiz- und Abkühlkurve zeigt Fig. 2. Fehler der erläuterten Art, nämlich sog. Ausbläser wurden nach dieser Behandlung an den emaillierten Teilen bzw. Blechen, wie aus den fotografischen Aufnahmen gemäß Fig. 4 hervorgeht, nicht festgestellt.

Der gleiche Effekt wurde erzielt, wenn das zu emaillierende Teil auf 700 °C bzw. 720 °C aufgeheizt und 3 bis 4 min auf dieser Temperatur gehalten wurde, bevor das Teil weiter auf die Einbrenntemperatur aufgeheizt wurde.

Im einzelnen wurden weiter mit unter Schutzgas hergestellten Schweißnähten versehene Emaillierteile wie folgt in bekann- ter Weise vorbehandelt.

1. Entfettung in 3 %iger alkalischer Lösung bei 80 °C, Zeit 5 min
2. Heißspülen in Wasser bei 80 °C, Zeit 5 min
3. Entfettung in 2 %iger alkalischer Lösung bei 80 °C - 90 °C, Zeit 5 min
4. Heißspülung bei 60 °C, Zeit 5 min
5. Kaltspülung bei 20 °C, Zeit 5 min
6. Beizen in 9 %iger Schwefelsäure bei 70 °C, Zeit 8 min
8. Vernickeln in einem Nickelsulfatbad
(12 g NiSO₄ · 7 H₂O/l Wasser, pH = 3,0 - 3,2)
bei 70 °C, Zeit 28 min
9. Kaltspülung bei 20 °C, Zeit 5 min
10. Kaltspülung bei 20 °C, Zeit 5 min
11. Trocknen bei 110 °C
12. Auftragen des Emailscklickers
13. Trocknen des Schlickers bei 110 °C

Anschließend wurden die Teile nach der Temperaturkurve in Fig. 2 in einem erfindungsgemäßen Einbrennofen emailliert. Die emaillierten Teile zeigen keine Ausbläser, sondern eine einwandfreie Emailoberfläche auch an der Schweißnaht (Fig. 4).

Der erfindungsgemäße Emaillierofen 1, vgl. Fig. 5, besitzt eine Vorwärmzone 2 und eine Einbrennzone 3. Zwischen der Vorwärmzone 1 und der Einbrennzone 3 ist eine Entgasungszone 4 angeordnet. In dieser Entgasungszone werden die mit Email beschichteten Werkstücke eine bestimmte Mindestzeit, wie vorstehend erläutert, bei einer bestimmten Temperatur gehalten. Die Temperatur und die Mindesthaltezeit der mit Email beschichteten Werkstücke in der Entgasungszone 4 ist abhängig vom Material der Werkstücke und von dem jeweils durch Ausgasung zu entfernenden Stoff.

In Fig. 6 ist die Temperatur-Zeit-Kurve für ein Werkstück aus Stahl in allgemeiner Form gezeigt; aus dem Stahl wird in der Entgasungszone 4 des Ofens der sich bildende Wasserstoff vor dem Einbrennen der Emailbeschichtung aus dem Werkstück entfernt.

Das Werkstück wird über eine Transporteinrichtung 5, die z. B. aus einer Transportkette bestehen kann, durch die Vorwärmzone 2 geführt. Da gleichzeitig die aufgeheizten Werkstücke auf der benachbarten Transportkette aus der Einbrennzone 3 herausgeführt werden, werden die Werkstücke durch Wärmeaustausch im Gegenstrom vorgewärmt. Danach werden die Werkstücke über die Transporteinrichtung 5 durch die Entgasungszone 4 geführt. In der Entgasungszone 4 werden die Werkstücke auf mindestens 680°C bis maximal 760°C aufgeheizt. Diese Entgasungstemperatur wird mindestens drei Minuten gehalten. In dem Temperaturbereich von 680°C bis 760°C tritt der Wasserstoff gasförmig aus dem Werkstück aus, so daß nach einer bestimmten Mindestzeit dieser Ausgasungsvorgang beendet ist. Der gasförmige Wasserstoff kann in der Entgasungszone noch aus der bereits mit Email beschichteten Oberfläche heraustreten, weil die Email-Beschichtung noch nicht eingebrannt ist und somit auf der Oberfläche des Werkstücks noch keine geschlossene Oberfläche bildet. Danach kann das Werkstück über die Transporteinrichtung 5 in die Einbrennzone 3 geführt und auf die jeweils gewünschte Email-Einbrenntemperatur erwärmt werden.

In dem in der Fig. 6 gezeigten Ausführungsbeispiel beträgt diese Einbrenntemperatur 800°C .

Da der Wasserstoff bereits in der Entgasungszone 4 aus dem Werkstück ausgegast war, können nachträglich keine Ausgasungs-Fehler mehr entstehen. Außerdem kann durch den Einsatz einer separaten Entgasungszone die Entgasung bei optimaler Entgasungstemperatur durchgeführt werden.

Durch die Vorschaltung der Entgasungszone 4 ist außerdem die Einhaltung einer Mindestzeit möglich. Die Länge der Entgasungszone 4 kann so gewählt werden, daß die Werkstücke, die für die Entgasung notwendige Mindestzeit bei der für die Entgasung erforderlichen Temperatur gehalten werden.

Sollen unterschiedliche Stoffe - die z. B. bei unterschiedlichen Temperaturen ausgasen - entfernt werden, so ist es auch möglich, zwischen der Einbrennzone 3 und der Vorwärmzone 2 mehrere Entgasungszonen 4 zwischenschalten.

In der Fig. 5 sind die unterschiedlichen Anordnungs-Möglichkeiten der Entgasungszonen 4, 4^I , 4^{II} oder 4^{III} angedeutet.

Die Entgasungszone 4 kann entweder im normalen Kettenverlauf der Transporteinrichtung 5 verlaufen oder davon in verschiedenen Variationen (Entgasungszonen 4^I , 4^{II} oder 4^{III}) abweichen. Durch die vom normalen Kettenverlauf abweichende Anordnung der Entgasungszonen 4^I , 4^{II} oder 4^{III} können wärmetechnische Vorteile erreicht werden.

Die Temperatur-Haltezeit 6 in der Entgasungszone 4 kann eventuell geringfügig verlängert werden. Da dann jedoch gleichzeitig die Einbrenndauer 7 in der Einbrennzone 3 verkürzt werden kann, ergibt sich insgesamt keine Verlängerung der Gesamteinbrennzeit. Diese Verschiebung 8 im Kurvenverlauf ist in der Temperatur-Zeit-Kurve der Fig. 6 dargestellt.

Durch die durch die Verschiebung 8 bedingte Verkürzung der Einbrenndauer 7 kann die Einbrennzone 3 des Emaillierofens 1 verkürzt werden. Da bei der hohen Einbrenntemperatur in der Einbrennzone 3 die höchsten Abstrahlungsverluste des Emaillierofens 1 auftreten, kann durch die Verkürzung der Einbrennzone 3 zusätzlich Energie eingespart werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Einbrennen von Email auf Stahlteilen, insbesondere auf Stahlblech aus aluminiumberuhigtem Stahlstranggußmaterial, dadurch gekennzeichnet, daß das Aufheizen des Stahlteiles bzw. Stahlbleches auf die Einbrenntemperatur vor Erreichen der Einbrenntemperatur unterbrochen, im Stahl gelöster Wasserstoff während der Unterbrechungszeit effundieren gelassen wird, das Stahlteil anschließend weiter auf die Einbrenntemperatur aufgeheizt, bei dieser Temperatur gehalten und in bekannter Weise abgekühlt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Stahlteil beim Aufheizen 2 bis 6 min auf einer Temperatur zwischen 680°C und 760°C gehalten, anschließend auf die Einbrenntemperatur des Emails gebracht, bei dieser Temperatur gehalten und danach abgekühlt wird.
3. Verfahren nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Stahlteil beim Aufheizen 3 bis 5 min bei 720°C gehalten wird.

4. Emaillierofen mit einer Brennzone und einer als Vorwärmzone dienenden Einlaufzone zur Durchführung des Verfahrens nach den Ansprüchen 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der Einbrennzone (3) und der Vorwärmzone (2) eine Entgasungszone (4) zwischengeschaltet ist, in der die mit Email beschichteten Werkstücke eine bestimmte Mindestzeit bei einer bestimmten Temperatur gehalten werden.
5. Emaillierofen nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Emaillierofen (1) eine Transporteinrichtung (5) für den Transport der Werkstücke durch die Einbrenn- (3), Entgasungs- (4) und durch die Vorwärmzone (2) besitzt und daß die Transportgeschwindigkeit der Transporteinrichtung (5) so geregelt werden kann, daß die mit Email beschichteten Werkstücke eine bestimmte Mindestzeit in der Entgasungszone (4) bei der bestimmten Vorwärmtemperatur gehalten werden.
6. Emaillierofen nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Transportweg der mit Email beschichteten Werkstücke in der Entgasungszone (4) so lang ist, daß die Werkstücke in der Entgasungszone (4) auf eine bestimmte Entgasungstemperatur erwärmt und bei dieser bestimmten Entgasungstemperatur eine bestimmte Mindestzeit gehalten werden.

1/5

0150298

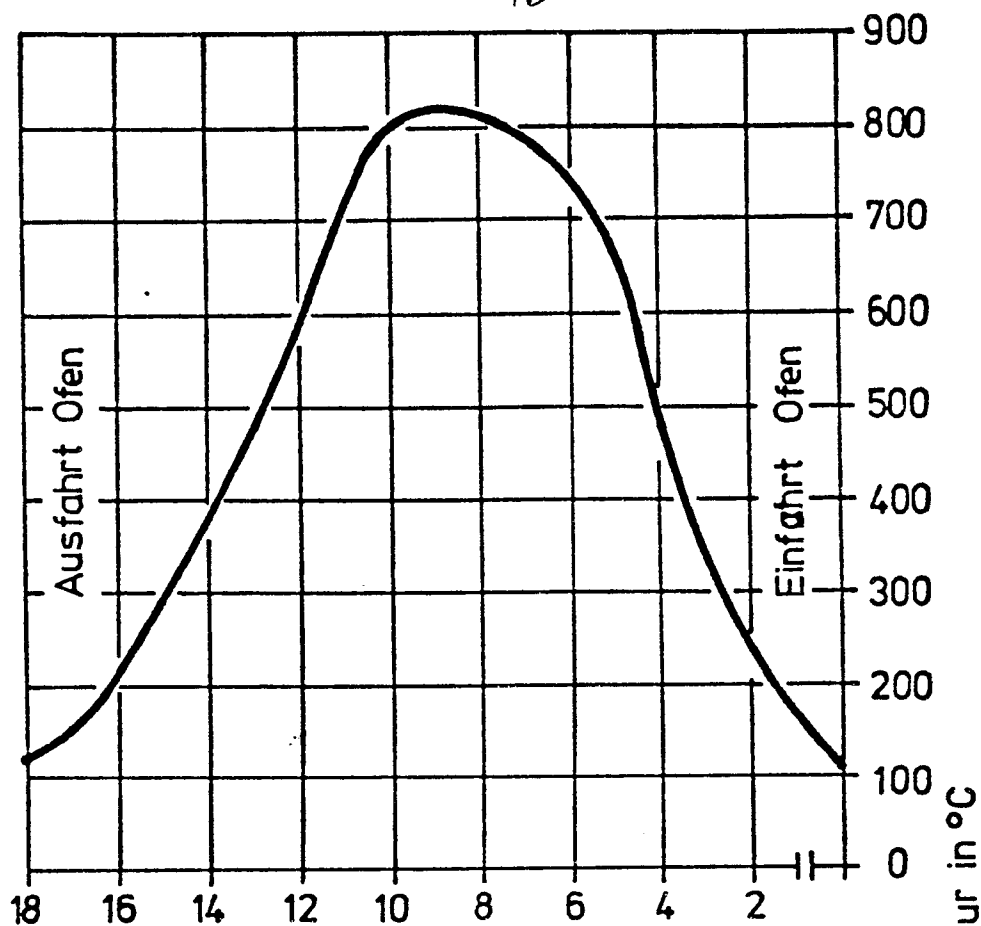


Fig.1

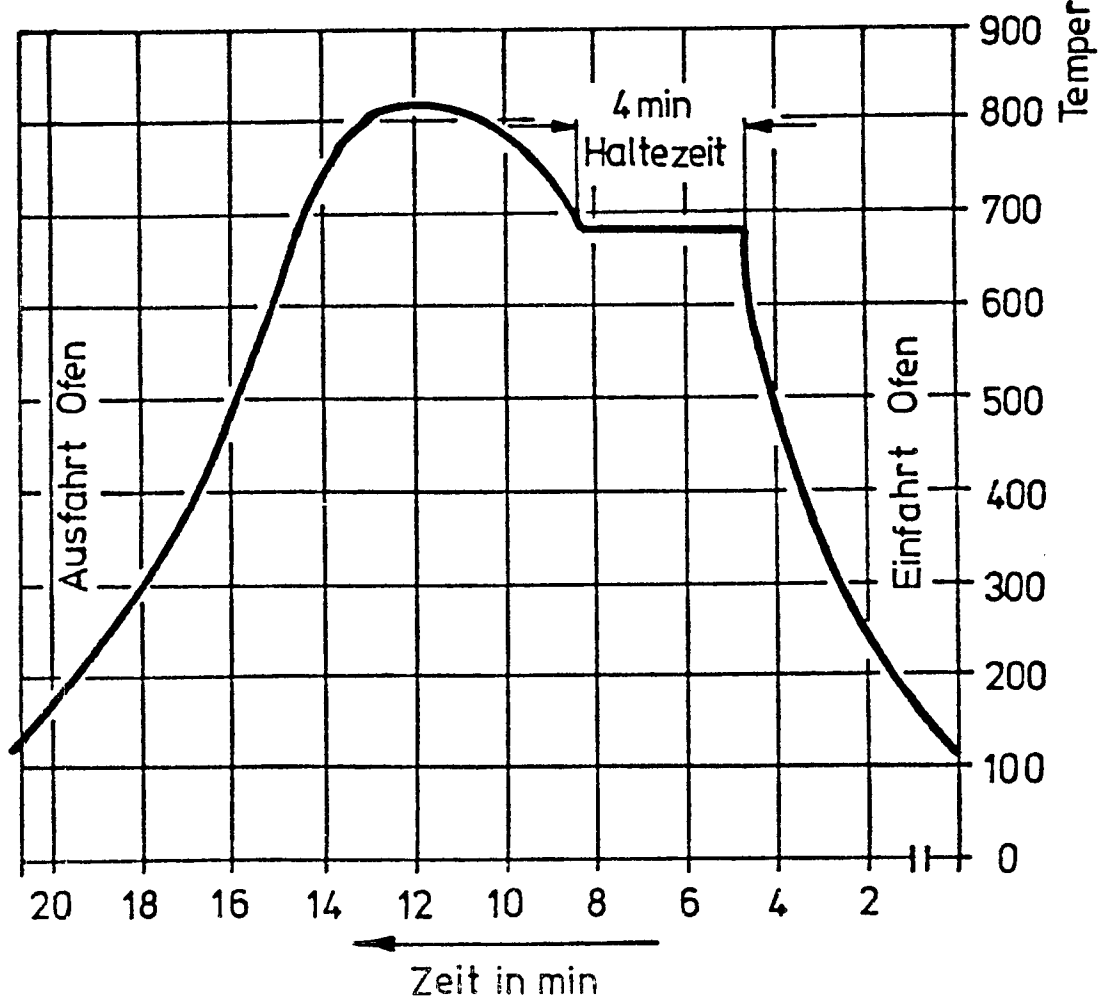
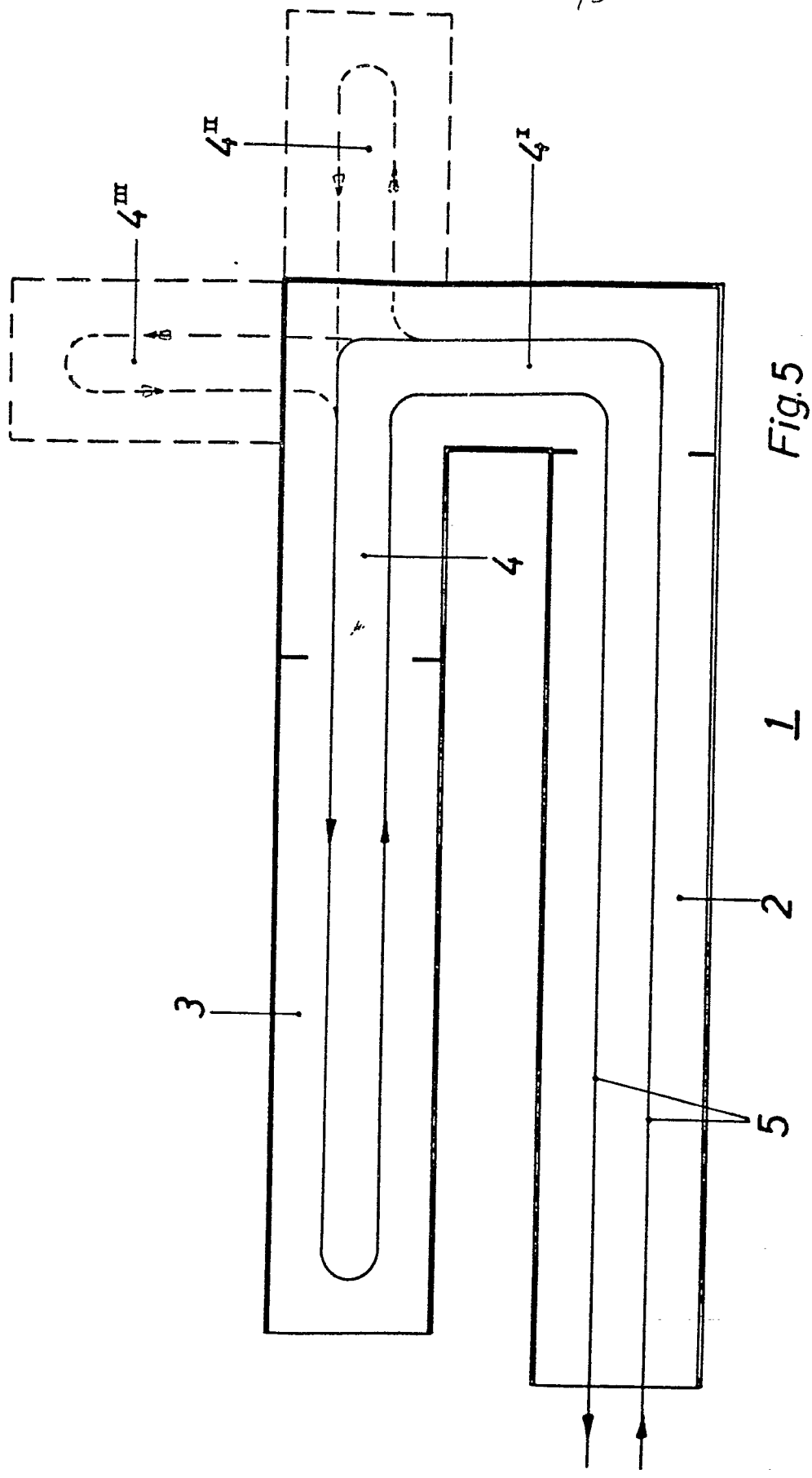


Fig.2

2/5

Figur 3: Geschweißte Feibleche mit Ausbläsern an den
Schweißnähten

3/5



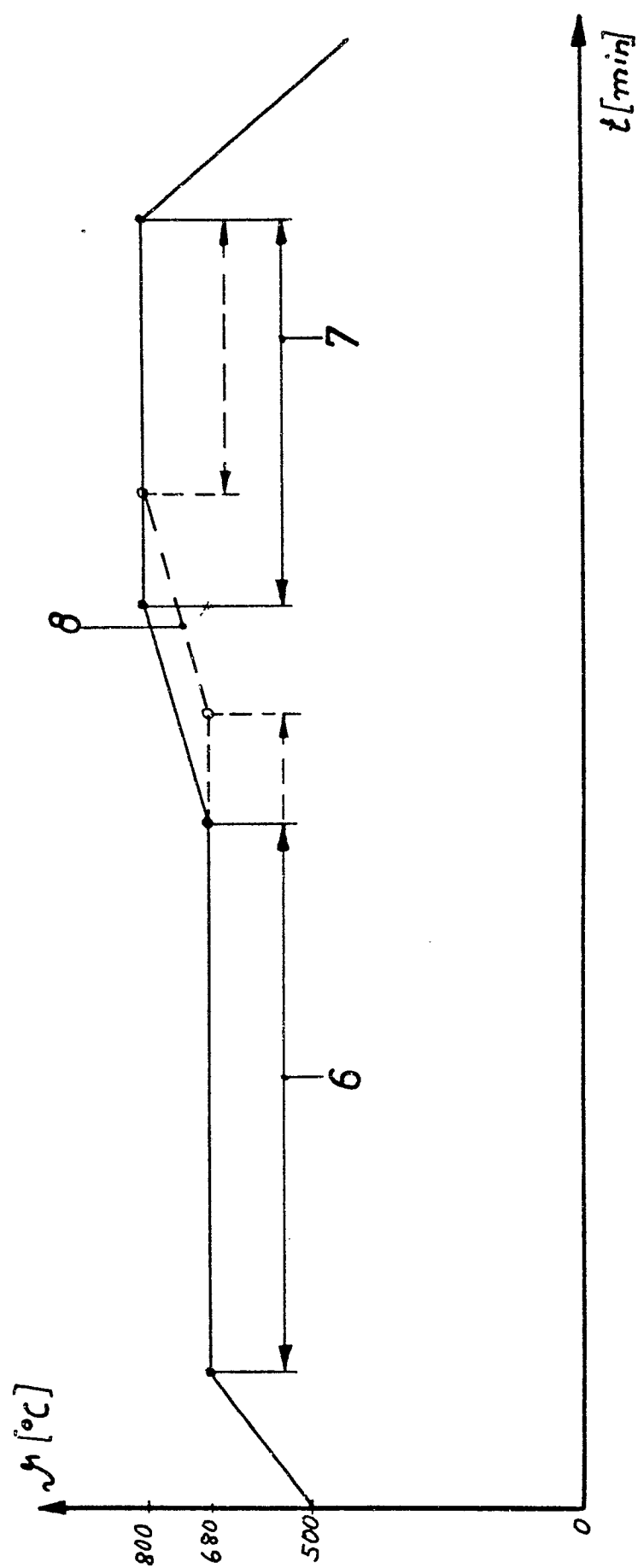


Fig.6