



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

Veröffentlichungsnummer: **0 011 779**
B1

12

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

45 Veröffentlichungstag der Patentschrift:
21.04.82

51 Int. Cl.³: **C 21 C 5/44, F 27 D 1/16**

21 Anmeldenummer: **79104513.1**

22 Anmeldetag: **15.11.79**

54 Verfahren zur Erhöhung der Haltbarkeit basischer Ausmauerungen von Konvertern beim Frischen von Roheisen zu Stahl.

30 Priorität: **02.12.78 DE 2852248**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
11.06.80 Patentblatt 80/12

45 Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
21.04.82 Patentblatt 82/16

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

56 Entgegenhaltungen:
FR - A - 1 346 148
FR - A - 1 536 457
FR - A - 2 371 512
LU - A - 77 946

73 Patentinhaber: **Stahlwerke Peine-Salzgitter AG,**
Postfach 41 11 80, D-3320 Salzgitter 41 (DE)
Patentinhaber: **Dolomitwerke GmbH, Wilhelmstrasse 77,**
Wülfrath (DE)

72 Erfinder: **Mahn, Gustav, Dr., Anton-Ulrich-Strasse 5,**
D-3340 Wolfenbüttel (DE)
Erfinder: **Nolle, Dieter, Fontaneweg 40,**
D-3340 Wolfenbüttel (DE)
Erfinder: **Schoop, Josef, Dr., Mödesser Weg 21,**
D-3150 Peine (DE)
Erfinder: **Obst, Karl-Heinz, Prof. Dr., Flehenberg 58,**
D-5603 Wülfrath (DE)
Erfinder: **Münchberg, Wolfgang, Dr. habil., Im**
Gärtchen 25, D-58 Hagen 1 (DE)
Erfinder: **Rähler, Manfred, Dr., Moselstrasse 12,**
D-4020 Mettmann (DE)

74 Vertreter: **Wiensz, Klaus, Dr.,**
Goldbergerstrasse 108 Postfach 100 506,
D-4020 Mettmann (DE)

EP 0 011 779 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Verfahren zur Erhöhung der Haltbarkeit basischer Ausmauerungen von Konvertern beim Frischen von Roheisen zu Stahl

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erhöhung der Haltbarkeit basischer Ausmauerungen von Konvertern beim Frischen von Roheisen zu Stahl unter Verwendung von MgO oder MgO enthaltenden Stoffen sowie Kalk als Zuschlägen, wobei Zuschläge dieser Art in den Brennfleckbereich eingeblasen werden.

5 Die basischen Ausmauerungen von Konvertern bestehen gewöhnlich aus getemperten, seltener aus grünen teer- oder pechgebundenen Dolomitsteinen, Magnesitsteinen oder Dolomit/Magnesit-Mischsteinen. Diese Ausmauerungen unterliegen während des Frischens des Roheisens einem starken Verschleiß, der physikalische und chemische Ursachen hat. Die physikalischen Ursachen sind beispielsweise durch Erosion, durch Zuschlagen von Schrott und durch thermische Spannungen
10 aufgrund wechselnder Temperaturen im Konverter gegeben. Die chemischen Einflüsse als Hauptverschleißursache sind im wesentlichen durch den Schlackenangriff auf Bestandteile der Konverterzustellung gegeben.

Die vorliegende Erfindung hat zum Ziel, den chemischen Verschleiß zu vermindern und dadurch die Haltbarkeit der basischen Ausmauerungen zu erhöhen, und zwar durch eine gezielte metallurgische
15 Führung des Frischprozesses. Naturgemäß hängt der chemische Verschleiß sehr stark von der Zusammensetzung der Schlacke während des Frischens ab. Nach dem gegenwärtigen Stand der Erkenntnisse, zum Beispiel Arch. Eisenhüttenwes. 44, 451 (1973), soll der Eisenoxidgehalt der Schlacke dabei eine Rolle spielen, da eine Reaktion zwischen dem Eisenoxid und dem Kohlenstoff des Bindemittels der Zustellung stattfindet, so daß in der ersten Verschleißphase eine Entkohlung der
20 Zustellung stattfindet.

Weiterhin werden nach Betriebsbeobachtungen Verschleißerscheinungen von der Zusammensetzung der Endschlacken abgeleitet. Beim Frischen bildet sich, bedingt durch den Siliciumgehalt des Roheisens und durch das entsprechende Eisenoxid, eine saure Schlacke, die man durch basische
25 Zuschläge, z. B. durch CaO, zu neutralisieren trachtet. Selbst die basische Schlacke hat ein erhebliches Lösungsvermögen für MgO, welches die Schlacke der Ausmauerung entnimmt. Diese MgO-Löslichkeit der Schlacke ist zu Beginn des Frischens am größten und sinkt bei Blasende ab. Daraus folgt, daß der Schlackenangriff auf die Konverterausmauerung zu Beginn des Frischens am größten ist und daß man die Zusammensetzung der Endschlacken nicht als Maßstab zur Beurteilung des Futterverschleißes heranziehen kann.

30 Es wurden denn auch bereits Überlegungen angestellt, nur soviel MgO zusammen mit Kalk in den Konverter einzubringen, daß die Endschlacke an MgO gesättigt ist. Das bedeutet jedoch, daß die Anfangsschlacke zu wenig MgO enthält.

Eine Sättigung der Anfangsschlacke mit MgO, z. B. durch Anwendung eines großen Überschusses, ist deswegen nicht möglich, weil sich das eingebrachte MgO schlecht löst. Die Löslichkeit für MgO
35 verbessert sich jedoch während des Frischprozesses, so daß die Endschlacke an MgO übersättigt wird, was zur Folge hat, daß die Endschlacke sehr viskos ist und die Entphosphorierung sowie die Entschwefelung stark behindert wird.

Zum Erkenntnisstand gehört auch, daß der ideale Schutz gegen einen Schlackenangriff auf die Konverterausmauerung dann gegeben wäre, wenn es gelänge, die Magnesiumoxid-Konzentration der
40 Schlacke in jeder Phase des Frischprozesses an der Sättigungsgrenze zu halten, also auch zu Beginn des Frischens.

Ferner wird in der FR-A- 1 536 457 ein Verfahren zur Verringerung des Verschleißes basischer feuerfester Futter von Konvertern beschrieben, bei welchem mit Magnesiumoxid gesättigte Schlacke eingesetzt wird und kontinuierlich während des gesamten Frischprozesses Magnesiumoxid in
45 granulierter Form zugeführt wird. Hierzu kann auch eine Mischung von Kalk mit Magnesiumoxid durch die Sauerstofflanze eingeblasen werden.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Futterhaltbarkeit basischer Konverter zu verlängern, und zwar durch Erhöhung der Auflösungsgeschwindigkeit von eingesetztem MgO als
50 Zuschlagstoff, insbesondere zu Beginn des Frischprozesses, unter Vermeidung von Flußmittelzusätzen, ferner die Einhaltung der MgO-Sättigung der Schlacke während des gesamten Frischprozesses, so daß keine Behinderung der Entphosphorung und Entschwefelung durch eine zu viskose Endschlacke eintritt und schließlich weiterhin Vermeidung von Überschüssen an basischen Zuschlägen.

Überraschenderweise wurde gefunden, daß diese Aufgabe lösbar ist, wenn man das MgO oder die
55 MgO enthaltenden Stoffe in Gegenwart von CaO oder CaO enthaltenden basischen Stoffe in das flüssige Roheisen einbläst mit der Maßgabe, daß dies mit dem Frischen beginnt und nach 15% bis 35% der Frischzeit beendet ist, wobei diese Zuschläge eine Korngröße von weniger als 2 mm aufweisen und die Mengen an MgO und CaO so zu bemessen sind, daß sich in der Schlacke ein prozentuales CaO/MgO und ein prozentuales CaO/SiO₂-Verhältnis ergibt, die gemäß Schaubild 1 funktionell
60 zusammengehören und zwischen den Kurven A und B liegen, während die erforderliche Restkalkmenge beginnend nach 15% bis 35% der Frischzeit zugeschlagen wird.

Es hat sich gezeigt, daß das Einblasen des MgO oder der MgO enthaltenden Stoffe in den während

des Frischens entstehenden sogenannten Brennfleck mit seiner hohen Temperatur zu einer außerordentlich schnellen Auflösung des MgO in der sich bildenden Schlacke bereits zu Beginn des Frischens führt, wenn Kalk oder Kalk enthaltende basische Stoffe (Schlackenbildner) zugegen sind. Diesen Kalk kann man z. B. unmittelbar vor Blasbeginn in stückiger Form zuschlagen oder vorteilhafterweise zusammen mit dem MgO-Zusatz in feinkörniger Form einblasen. Die Zuschläge sind zweckmäßig weichgebrannt beziehungsweise kalziniert. Als Rohstoffe kann man Magnesit, kalkhaltigen Magnesit, magnesitischen Kalk oder Mischungen verwenden. Diese Stoffe können mit natürlich vorkommenden Begleitstoffen bis zu einem gewissen Grade verunreinigt sein. Vorteilhaft ist es, Dolomit einzusetzen. 5

Um die Basizität der Anfangsschlacke zu erhöhen und damit gleichzeitig die zur Sättigung führenden MgO-Gehalte zu erniedrigen ist es weiter vorteilhaft, Stoffe mit hoher Basizität und niedrigem Schmelzpunkt, z. B. LD-Schlacke, bei Blasbeginn und/oder vor Beginn des Frischens einzusetzen. Beim Einsatz von LD-Schlacke ist ein Prozentsatz von 0,5 bis 2,0%, bezogen auf den erzeugten Stahl, von Vorteil. Hierdurch werden die Sättigungsgehalte an MgO in der Anfangsperiode des Blasens schneller erreicht. Dadurch ist es möglich, den erforderlichen MgO-Satz herabzusetzen. 10

Es ist ferner vorteilhaft, wenn das MgO oder die MgO enthaltenden Stoffe, gegebenenfalls zusammen mit Kalk mit Sauerstoff als Trägergas eingeblasen werden. Auf diese Weise werden die einzublasenden Stoffe direkt dem Brennfleck zugeführt. Sofern die beim Frischen des Roheisens verwendete Blaslanze zur Zuführung von Feststoffen eingerichtet ist, kann das Einblasen der Feststoffe mit dem zum Frischen erforderlichen Sauerstoff erfolgen. Wenn dies nicht der Fall ist, wird erfindungsgemäß eine zweite Lanze eingesetzt, welche lediglich zum Einblasen der Feststoffe dient. Sofern ein anderes Gas als Sauerstoff die Trägergasfunktion übernimmt, sollte das Einblasen der Feststoffe im Bereich des Brennflecks erfolgen, der beim Frischvorgang entsteht. 15

In entsprechender Anwendung dieser Vorschriften kann das erfindungsgemäße Verfahren nicht nur bei der Durchführung des LD-Frischens erfolgen, sondern auch bei anderen Verfahrensweisen, zum Beispiel bei dem sogenannten LDAC-, beim AOD- und auch beim OBM-Verfahren. Diese Verfahren benutzen teilweise neben Sauerstoff andere Gase, die auch als Trägergase dienen können, ebenso wie Gasgemische mit und ohne Sauerstoff. 20

Das erfindungsgemäße Verfahren ist nicht auf eine Auswahl der beschriebenen technischen Maßnahmen beschränkt, sondern es ist auch möglich, diese Maßnahmen in technisch sinnvoller Weise zu kombinieren, zum Beispiel dadurch, daß man vorgebildete Schlacke verwendet und kalzinierten feinkörnigen Dolomit mit Hilfe einer gesonderten Lanze mit Sauerstoff als Trägergas einbläst oder daß man vor Beginn des Frischens einen Kalkzuschlag einbringt, sodann kalkhaltigen Magnesit mit Hilfe eines Inertgases über eine gesonderte Lanze oder im Rahmen des OBM-Verfahrens beziehungsweise des AOD-Verfahrens zuschlägt. Diese Variationen sollen lediglich als Beispiele für mögliche Varianten des erfindungsgemäßen Verfahrens dienen. 25

Die erforderliche Restkalkmenge richtet sich nach dem metallurgischen Gegebenheiten, insbesondere nach dem Siliziumgehalt des Roheisens und den bereits zugeschlagenen basischen Stoffen. Sie ist durch Rechnung leicht zu ermitteln und wird vorteilhaft nach 25% der Frischzeit zugeschlagen. 30

Das Einblasen der Zuschläge soll mit Beginn des Frischens einsetzen, um von Anfang an eine MgO gesättigte Schlacke zu erreichen. Das Ende des Einblasens soll zwischen 15% und 35% der Blaszeit beendet sein, vorzugsweise nach etwa 25% der Frischzeit, so daß anschließend mit dem Zuschlag der Restkalkmenge, frühestens beginnend bei 15%, spätestens bei 35% der Frischzeit, begonnen werden kann. Dabei können sich die Zeitpunkte für die Zuschläge bei niedrigen Siliciumgehalten des Stahls überschneiden. Bei hohen Siliciumgehalten dagegen sollte das MgO-Einblasen vor dem Zuschlag der Restkalkmenge beendet sein. 35

Erfindungsgemäß sind die Mengen an MgO und Kalk so bemessen, daß sich in der Schlacke ein prozentuales CaO/MgO- und ein prozentuales CaO/SiO₂-Verhältnis ergibt, die gemäß Schaubild 1 funktionell zusammengehören und zwischen den Kurven A und B liegen. Die Kurven lassen sich formelmäßig ausdrücken als 40

$$\frac{\% \text{ CaO}}{\% \text{ SiO}_2} = F \cdot \frac{\% \text{ CaO}}{\% \text{ MgO}} + C$$

Hierbei stellt F einen Faktor von 0,413 dar. Bei der Kurve A nimmt C den Wert von 0,5 ein, bei der Kurve B den Wert von 0,2. Der anzustrebende Mittelwert liegt bei C=0,35. Der Gültigkeitsbereich der Kurven liegt zwischen 45

$$\frac{\% \text{ CaO}}{\% \text{ MgO}} \quad 0,5 \text{ bis } 9,0$$

Die Menge der Einsatzstoffe läßt sich aus Bild 1, gegebenenfalls unter Zuhilfenahme von Diagrammen, wie in Bild 2 gezeigt ist, berechnen. Diese Berechnungen werden durch zwei Beispiele im betrieblichen Maßstab weiter unten erläutert. Bei der Mengenberechnung der Zuschlagstoffe ist 50

Anfangs- und Endschlacken haben eine MgO-Konzentration, die zur Sättigung der Schlacke führt, wie die Prozentverhältnisse in Bild 1 zeigen. Es werden 7,4 kg MgO pro t eingesetzt.

Beispiel 2

5

Stahleisen

% C	% Si	% Mn	% P	% S	Einsatz t
4,2	0,40	0,56	0,11	0,013	185

10

Berechnung des Dolomitsatzes

15

185 t Stahleisen mit 0,40% Si bringen 1388 kg SiO₂ ein, bei einem Restsiliziumgehalt nach 25% Blasezeit von 0,05%. Die kg-Verhältnisse und Prozent-Verhältnisse der Anfangsschlacken haben die gleichen Werte wie im Beispiel 1.

$$\begin{aligned} \% \text{ CaO} / \% \text{ MgO} &= 2,30 & \text{kg CaO} / \text{kg MgO} &= 1,57 \\ \% \text{ CaO} / \% \text{ SiO}_2 &= 1,40 & \text{kg CaO} / \text{kg SiO}_2 &= 1,1 \end{aligned}$$

20

Hieraus werden die Einsatzmengen an CaO und MgO errechnet:

$$\begin{aligned} \text{kg CaO} / \text{kg SiO}_2 &= 1,1 & \text{kg CaO} &= 1388 \cdot 1,1 = 1527 \\ \text{kg CaO} / \text{kg MgO} &= 1,57 & \text{kg MgO} &= 1527 / 1,57 = 937 \end{aligned}$$

25

$$\begin{aligned} &1527 \text{ kg CaO} \\ &937 \text{ kg MgO} \\ &\hline &2500 \text{ kg} = 95\% \text{ eingeblasen werden } 2650 \text{ kg Dolomit.} \end{aligned}$$

30

Nach dem Zünden des Sauerstoffs werden 2,65 t Dolomit mit einer Zugabegeschwindigkeit von 0,850 t/min in 3,1 min eingeblasen. Der Restkalksatz, 6,0 t, wird nach 25% Blasezeit beginnend zugesetzt. Nach 25% Blasezeit und bei Blasende hat die Schlackenanalyse folgende Werte:

35

	% CaO	% SiO ₂	% MgO	% FeO	$\frac{\% \text{ CaO}}{\% \text{ MgO}}$	$\frac{\% \text{ CaO}}{\% \text{ SiO}_2}$
25% Blasezeit	24,2	18,1	12,3	33,1	1,97	1,34
Blasende	36,7	10,2	6,9	29,2	5,32	3,59

40

Analyse der Stahlprobe bei Blasende:

45

% C	% Mn	% P	% S
0,04	0,10	0,011	0,012

50

Anfangs- und Endschlacken haben eine MgO-Konzentration, die zur Sättigung der Schlacke führt, wie die Prozentverhältnisse in Bild 1 zeigen. Es werden 4,9 kg MgO pro t eingesetzt.

55

Patentansprüche

1. Verfahren zur Erhöhung der Haltbarkeit basischer Ausmauerungen von Konvertern beim Frischen von Roheisen zu Stahl unter Verwendung von MgO oder MgO enthaltenden Stoffen sowie Kalk als Zuschläge, wobei Zuschläge dieser Art in den Brennfleckbereich eingeblasen werden, dadurch gekennzeichnet, daß das MgO oder die MgO enthaltenden Stoffe in Gegenwart von CaO oder CaO enthaltenden basischen Stoffen mit der Maßgabe in das flüssige Roheisen eingeblasen werden, daß dies mit dem Frischen beginnt und nach 15% bis 35% der Frischzeit beendet ist, wobei diese Zuschläge eine Korngröße von weniger als 2 mm aufweisen und die Mengen an MgO und CaO so zu

60

65

bemessen sind, daß sich in der Schlacke ein prozentuales CaO/MgO und ein prozentuales CaO/SiO₂-Verhältnis ergibt, die gemäß Schaubild 1 funktionell zusammengehören und zwischen den Kurven A und B liegen, während die erforderliche Restkalkmenge beginnend nach 15% bis 35% der Frischzeit zugeschlagen wird.

5 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das MgO oder die MgO enthaltenden Stoffe zusammen mit Kalk eingeblasen werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß vorgebildete Schlacken, vorzugsweise in flüssiger Form verwendet werden und sodann das Einblasen von MgO oder MgO enthaltenden Stoffen erfolgt.

10 4. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 2, dadurch gekennzeichnet, daß als MgO enthaltender Zuschlagstoff Dolomit eingesetzt wird.

5. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Einblasen des MgO oder der MgO enthaltenden Stoffe mit Sauerstoff oder Sauerstoff enthaltendem Gasgemisch als Trägergas erfolgt.

15 6. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Einblasen des MgO oder der MgO enthaltenden Stoffe mit einem Sauerstoff-freien Gas oder Gasgemisch als Trägergas erfolgt.

7. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Einblasen des MgO oder der MgO enthaltenden Stoffe nach etwa 25% der Blaszeit beendet ist.

20 8. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die erforderliche Restkalkmenge beginnend nach etwa 25% der Frischzeit zugeschlagen wird.

Claims

25 1. A method of increasing the service life of basic linings of converters in the refining of pig iron into steel using MgO or substances containing MgO and lime as additives, additives of this type being injected into the focus region, characterised in that the MgO or the substances containing MgO are injected into the liquid pig iron in the presence of CaO or basic substances containing CaO with the proviso that injection begins with the refining process and is terminated after 15 to 35% of the refining time, the additives in question having a particle size of less than 2 mm and the quantities of MgO and CaO having to be measured in such a way that a percentage CaO/MgO ratio and a percentage CaO/SiO₂ ratio are obtained in the slag which, as shown in diagram 1, belong functionally together and lie between curves A and B, whilst the remainder of the lime required is added beginning after 15% to 35% of the refining time.

2. A method as claimed in Claim 1, characterised in that the MgO or the substances containing MgO are injected together with lime.

3. A method as claimed in Claim 1, characterised in that preformed slags, preferably in liquid form, are used and the MgO or substances containing MgO are then injected.

40 4. A method as claimed in Claims 1 and 2, characterised in that dolomite is used as the additive containing MgO.

5. A method as claimed in Claims 1 to 4, characterised in that the MgO or the substances containing MgO are injected with oxygen or an oxygen-containing gas mixture as carrier gas.

45 6. A method as claimed in Claims 1 to 4, characterised in that the MgO or the substances containing MgO are injected with an oxygen-free gas or gas mixture as carrier gas.

7. A method as claimed in Claims 1 to 6, characterised in that injection of the MgO or the substances containing MgO is terminated after about 25% of the refining time.

8. A method as claimed in Claim 1, characterised in that the remainder of the lime required is added beginning after about 25% of the refining time.

50

Revendications

55 1. Procédé pour prolonger la tenue des garnissages basiques de convertisseurs lors de l'affinage de la fonte en acier, avec emploi de MgO ou de matières contenant du MgO, ainsi que de chaux, comme additifs, les additifs de ce type étant introduits par soufflage dans la zone du foyer, procédé caractérisé en ce que l'on introduit le MgO, ou la matière contenant le MgO par soufflage dans la fonte liquide, en présence de CaO ou d'une matière basique contenant du CaO, de telle façon que cette introduction commence avec l'affinage et se termine après que 15 à 35% de la durée d'affinage ne soit écoulés, ces additifs présentant une grosseur de grains inférieure à 2 mm, et les quantités de MgO et de CaO étant déterminées de telle sorte, que, dans la scorie, on obtient des rapports en pourcents CaO/MgO et CaO/SiO₂, qui sont en relation fonctionnelle selon la figure 1 et se situent entre les courbes A et B, pendant que la quantité de chaux restante nécessaire est introduite après écoulement de 15 à 35% de la durée d'affinage.

65 2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le MgO ou la matière contenant le MgO

sont introduits par soufflage en commun avec la chaux.

3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'on utilise de la scorie formée préalablement, de préférence sous forme liquide, et qu'ensuite s'effectue l'introduction par soufflage du MgO ou de la matière contenant le MgO.

4. Procédé selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que, comme matière additionnelle contenant du MgO, on utilise de la dolomie.

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que l'introduction par soufflage du MgO ou de la matière contenant le MgO s'effectue avec l'oxygène, ou avec un mélange gazeux contenant de l'oxygène, comme gaz vecteur.

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que l'introduction par soufflage du MgO ou de la matière contenant le MgO s'effectue avec un gaz ou mélange gazeux exempts d'oxygène comme gaz vecteur.

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que l'introduction par soufflage du MgO ou de la matière contenant le MgO est terminée après écoulement d'environ 25% de la durée du soufflage.

8. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la quantité restante nécessaire de chaux est introduite après écoulement de 25% environ de la durée de l'affinage.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

Schaubild 1

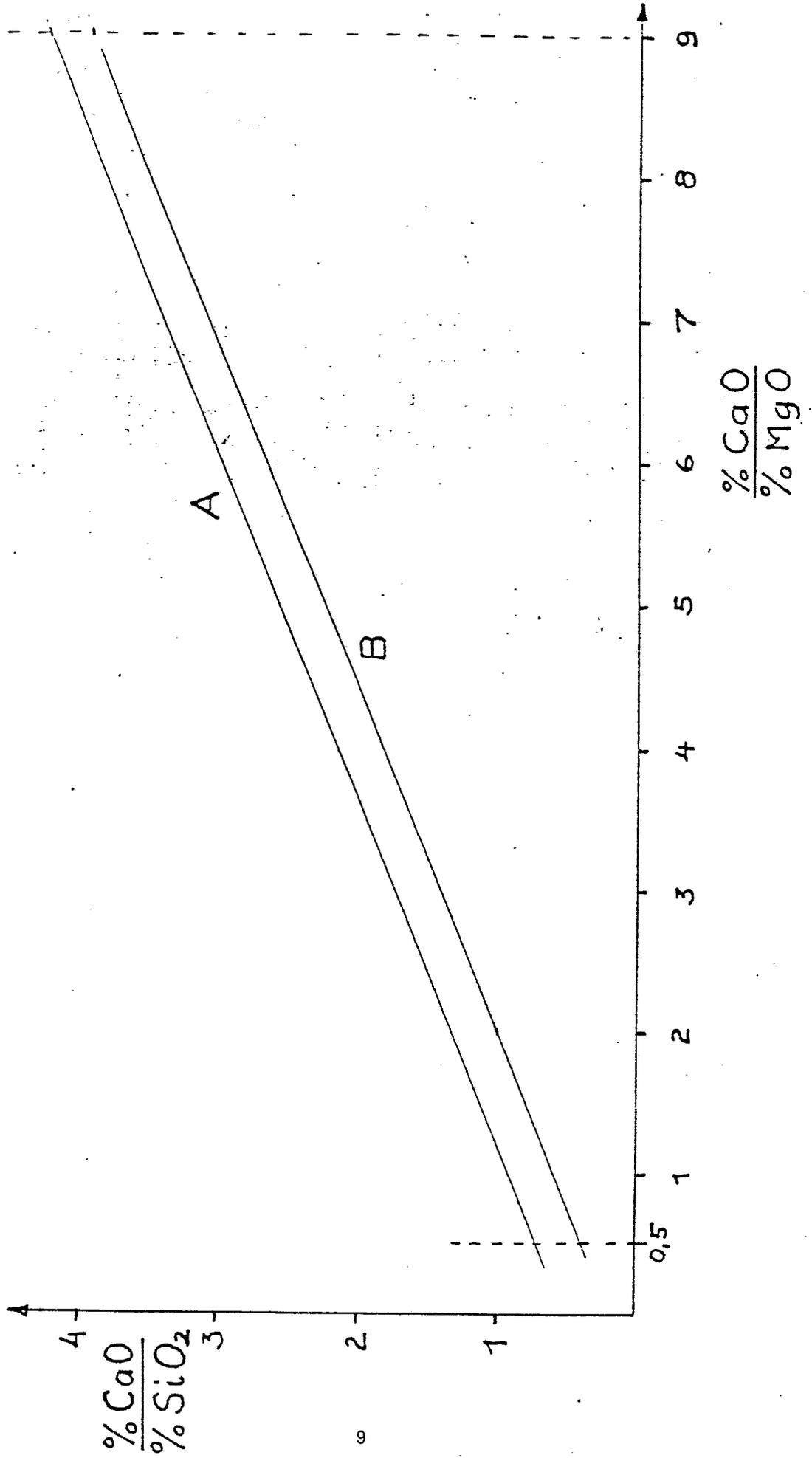


Schaubild 2
Hilfsdiagramme

