

12 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer: 81890126.6

51 Int. Cl.³: **C 21 B 13/04**

22 Anmeldetag: 21.07.81

30 Priorität: 08.08.80 AT 4101/80

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
17.02.82 Patentblatt 827

84 Benannte Vertragsstaaten:
BE DE FR GB IT SE

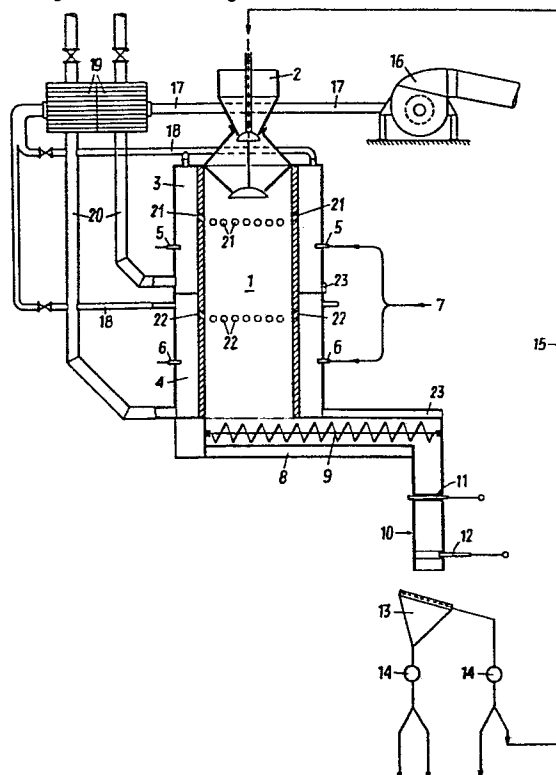
71 Anmelder: **VOEST-ALPINE Aktiengesellschaft**
Friedrichstrasse 4
A-1011 Wien(AT)

72 Erfinder: **Stift, Kurt, Dipl.-Ing.**
Parkstrasse 16
A-8700 Leoben(AT)

74 Vertreter: **Kretschmer, Adolf, Dipl.-Ing.**
Schottengasse 3a
A-1014 Wien(AT)

54 **Verfahren zur Direktreduktion von Eisenträgern sowie Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.**

57 Bei der Direktreduktion von Eisenträgern in einem außen beheizten Muffelofen (1) wird der Eisenträger ebenso wie das Reduktionsmittel in stückiger Form aufgegeben. Zur Verbesserung der Energiebilanz werden die Reaktionsgase aus dem Muffelofen (1) mit ihrer fühlbaren Wärme unmittelbar und auf kürzestem Weg in die den Muffelofen (1) umgebenden Brennkammern (3,4) geleitet. Der Muffelofen (1) ist zu diesem Zweck an seinem Aufgabe- und Austragsende gasdicht abschließbar und weist in seiner Wandung in die Brennkammern (3,4) mündende Öffnungen (21,22) auf.



- 1 -

Verfahren zur Direktreduktion von Eisenträgern sowie Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Direktreduktion von Eisenträgern, insbesondere Eisenerzen, in einem schachtartigen Muffelofen mit den Muffelofen umgebenden Brennkammern, bei welchem der Eisenträger in stückiger Form mit einer Korngröße von über 5 mm, zusammen mit stückigen Reduktionsmitteln und gegebenenfalls Zuschlägen eingebracht wird, sowie auf eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens.

Bei den bekannten Verfahren zur Direktreduktion von Eisenträgern werden Stückerz- oder Eisenerzpellets zusammen mit festen Reduktionsmitteln am oberen Ende eines Schachtofens aufgegeben. Je nach verwendeter Kohle werden Zusätze, wie Kalk, eingesetzt, um den Schwefel der Kohle zu binden. Das Aufheizen der Beschickung aus Erz, Pellets oder ähnlichen und festen Reduktionsmitteln erfolgt durch Wärmetransport von den Muffelofen bzw. Schachtofen außen umgebenden Kammern aus. In diesen Kammern werden beispielsweise flüssige oder gasförmige Brennstoffe verbrannt. Die Beschickung sinkt durch eine Vorwärmzone, in welcher auch eine Vorreduktion von Fe_2O_3 und Fe_3O_4 zu FeO erfolgt, in eine Reduktionszone ab und kühlt in Richtung zum Austrag ab. Die Reduktion erfolgt hierbei durchwegs in der festen Phase und es wird somit bei Temperaturen gearbeitet, welche üblicherweise bis zu etwa 1150°C betragen. Das ausgetragene Material wird mittels Magnetscheidung und Siebung getrennt, wobei das vom Eisenschwamm abgetrennte überschüssige Reduktionsmittel dem Prozeß rückgeführt werden kann. Die Wandung des Schachtofens bzw. Muffelofens besteht zumeist aus Siliziumkarbid. Die bekannten Verfahren dieser Art benötigen nun pro Tonne Eisenschwamm in Summe rund 14,5 GJ bis 16,0 GJ. Von diesem Energieverbrauch entfallen rund die Hälfte entsprechend 7 - 8 GJ auf die festen Reduktionsmittel, z.B. Kohle. Weitere rund 7 - 8 GJ entsprechen der anderen Hälfte für die Beheizung des Ofens von

außen, beispielsweise mit Erdgas. Die bei der Reduktion der Eisenoxyde mit festen Reduktionsmitteln entstehenden kohlenmonoxydhältigen heißen Gase sowie weitere brennbare flüchtige Bestandteile der Kohle werden bei den bekannten Verfahren ungenützt an der Gicht des Muffelofens abgefackelt. Die Vorteile der Verwendung eines Muffelofens gegenüber der Verwendung eines Drehrohrofens sind in erster Linie darin zu erblicken, daß die gesamte reduzierende Zone durch die Siliziumkarbidwände des Ofens von der oxydierenden Heizzone getrennt ist. Bei einem Drehrohrofen werden nun die aus der Schüttung austretenden heißen Reduktionsprodukte verbrannt und geben noch innerhalb des Prozesses Wärme für den Prozeß ab. Dieser Vorteil wird aber durch eine weniger exakte Trennung der oxydierenden und der reduzierenden Zonen im Drehrohrofen er-
15 kauft.

Die Erfindung zielt nun darauf ab, das Verfahren der eingangs genannten Art so durchzuführen, daß die Wärmebilanz verbessert wird, ohne daß hierbei Nachteile in Bezug auf die Reduktion der niedergehenden Beschickung in Kauf genommen werden. Zur Lösung dieser Aufgabe besteht die Erfindung im wesentlichen darin, daß die Reaktionsgase aus dem Muffelofen mit ihrer fühlbaren Wärme unmittelbar in die den Muffelofen umgebenden Brennkammern geleitet werden. Dadurch, daß die heißen brennbaren Reduktionsprodukte, vor allen Dingen Kohlenmonoxyd sowie die flüchtigen Bestandteile der Kohle aus dem Innenraum des Muffelofens in den Brennraum strömen, läßt sich sowohl die chemisch gebundene, als auch die fühlbare Wärme dieser Abgase vollständig nützen, wodurch die Wärmebilanz
25 wesentlich verbessert wird.

Die für die Durchführung dieses Verfahrens vorgeschlagene Vorrichtung ist im wesentlichen dadurch gekennzeichnet, daß der Muffelofen an seinen Aufgabe- und Austragsenden gasdicht abschließbar ist und daß die Wandung des Muffelofens in
35 wenigstens einer Ebene angeordnete, in die Brennkammer(n)

- 3 -

mündende Öffnungen aufweist. Dadurch, daß der Muffelofen an seinem Aufgabeeende und seinem Austragsende mit dicht haltenden Schleusen versehen ist und dadurch, daß in wenigstens einer Ebene Öffnungen in der Wandung des Muffelofens vorgesehen
5 sind, wird sichergestellt, daß das im Inneren des Muffelofens entstehende Reduktionsgas sowie die flüchtigen Anteile der Kohle ausschließlich von innen nach außen strömen, da im Inneren des Ofens durch die dichten Schleusen ein Überdruck aufgebaut wird. Es wird somit ein Rückströmen von oxydierenden
10 Gasen in den Reduktionsraum verhindert. Es hat sich gezeigt, daß durch diese Maßnahmen der Gesamtenergieverbrauch um über 2,5 GJ/t Eisenschwamm gesenkt werden kann. Diese Verringerung des Energieverbrauches kann durch die Verwendung von Kohle mit hohen Anteilen an brennbaren flüchtigen Bestandteilen
15 noch weiter gesteigert werden, wobei eine Verringerung des Gesamtenergieverbrauches um rund 4,2 GJ/t Eisenschwamm entsprechend etwa 25 % ohne weiteres möglich ist.

Eine bevorzugte Weiterbildung der erfindungsgemäßen Vor-
20 richtung ist dadurch gekennzeichnet, daß die Brennkammern in an sich bekannter Weise als zum Muffelofen konzentrische und in Achsrichtung des Muffelofens aneinander anschließende Ringkammern ausgebildet sind und daß die Ringkammern, in welche die Öffnungen zum Innenraum des Muffelofens münden,
25 nahe dem Boden dieser Kammern radial nach außen offenbare und verschließbare Putzöffnungen aufweisen. Durch die Trennung der Brennkammern, in welche die Öffnungen zum Innenraum des Muffelofens münden, von den übrigen Brennkammern, lassen sich flüchtige und leicht kondensierende Verun-
30 reinigungen der Beschickung, welche im nachfolgenden Stahlfrischprozeß stören würden, leichter abtrennen. Zu diesem Zweck sind in den Kammern, welche mit dem Innenraum des Muffelofens verbunden sind, nach außen offenbare Putzöffnungen vorgesehen, über welche beispielsweise Zinkoxyde, Alkalien
35 oder andere Metalloxyde, ausgetragen werden können. Diese Maßnahmen bringen somit neben der Verbesserung des Energie-

- 4 -

haushaltes auch noch eine weitere Reinigung der Beschickung von metallurgisch störenden Bestandteilen mit sich.

Die Erfindung wird nachfolgend an Hand eines Ausführungs-
5 beispieles näher erläutert.

Es wurde ein Einsatz von 1350 kg Fe_2O_3 in Form von Pellets und Kalk mit 300 kg Kohle in stückiger Form chargiert. Die Energiebilanz läßt sich wie folgt darstellen:

10 Eingebrachte Energie: 300 kg Kohle (25.100 KJ/kg)
200 Nm³ CH₄ (40.400 KJ/Nm³)
80 kWh Strom (3.600 KJ/kWh)

<u>Wärmeeinnahme:</u>		Anteil in % von	GJ
		Gesamtenergie	
15	1.) Kohle: 300 kg . 25.100 KJ/kg	47,4	= 7,54
	2.) CH ₄ : 200 Nm ³ . 40.400 KJ/Nm ³	50,8	= 8,09
	3.) Strom: 80 kWh . 3.600 KJ/kWh	1,8	= 0,29
		<u>Gesamt</u>	<u>= 15,92</u>

20

<u>Wärmeausgabe:</u>		%	GJ
	1.) Reduktion	38,0	= 6,03
	2.) Rücklaufkohle	7,0	= 1,09
	3.) C im Fe-Schwamm	1,0	= 0,17
25	4.) Aufheizen der Beschickung	14,0	= 2,18
	5.) Wärmeinhalt des Abgases	19,0	= 3,18
	6.) Fe-Schwamm-Kühlung	11,0	= 1,72
	7.) Wandverlust	7,0	= 1,09
	8.) Trocknung	3,0	= 0,46
30		<u>Gesamt</u>	<u>= 15,92</u>

Hierauf wurde in einem entsprechend der Erfindung modifi-
fizierten Schachtofen mit der gleichen Charge gearbeitet, wo-
bei das obere Ende des Muffelofens mit einem Doppelglocken-
35 gichtgasverschluß abgeschlossen wurde und das Austragsende
mit einer Doppelschleuse versehen wurde, um einen gasdichten
Abschluß sicherzustellen. Der Erdgasverbrauch konnte von

- 5 -

200 Nm³/t Eisenschwamm auf etwa 120 Nm³/t verringert werden. Die übrigen Verbrauchswerte blieben von dieser Maßnahme unberührt. Für diese zweite Charge wurde eine Vorrichtung, wie sie in der Zeichnung dargestellt ist, eingesetzt.

5

In der Zeichnung ist mit 1 der Muffelofen bezeichnet. Der Muffelofen wird von oben über einen Doppelglockengichtgasverschluß als Eintragsschleuse beschickt, wobei die Eintragsschleuse mit 2 bezeichnet ist. Konzentrisch zum Muffelofen 1 sind Brennkammern 3 und 4 vorgesehen, welche in Achsrichtung des Muffelofens aneinander anschließen. In diesen Brennkammern sind Brenner 5 und 6 angeordnet, welche mit Methan beheizt werden. Das Brenngas wird hierbei über die Leitungen 7 den Brennern 5 und 6 zugeführt. Am Austragsende des Muffelofens ist eine Wasserkühlstrecke 8 vorgesehen, wobei das reduzierte Material durch eine Austragsschnecke 9 zur Austragsschleuse 10 befördert wird. Die Austragsschleuse 10 weist zwei Schieber 11 und 12 auf und ist somit als gasdichte Doppelschleuse ausgebildet. Das ausgetragene Material wird in einem Sieb 13 gesiebt und durch Magnetscheidung 14 in feinen Eisenschwamm und nichtmagnetischen Anteil getrennt. Das grobkörnige Material wird gleichfalls über eine Magnetscheidung 14 in Eisenschwamm pellets und überschüssige stückige Reduktionsmittel geteilt, welche über eine Fördereinrichtung 15 der Eintragsschleuse 2 zurückgeführt werden.

Den Brennkammern 3 und 4 wird Verbrennungsluft über ein Gebläse 16 sowie Leitungen 17 und 18 zugeführt. Die Leitungen 17 werden hierbei über einen Wärmetauscher 19 geführt, welcher durch die aus den Brennkammern 3 und 4 über die Leitungen 20 austretenden Abgase beheizt wird. Die Verbrennungsluft wird somit vorerwärmt.

Der Muffelofen weist im Bereich der oberen Brennkammer 3 Austrittsöffnungen 21 auf, welche unmittelbar in diese Brennkammer 3 münden. Im Bereich der unteren Brennkammer 4 sind

- 6 -

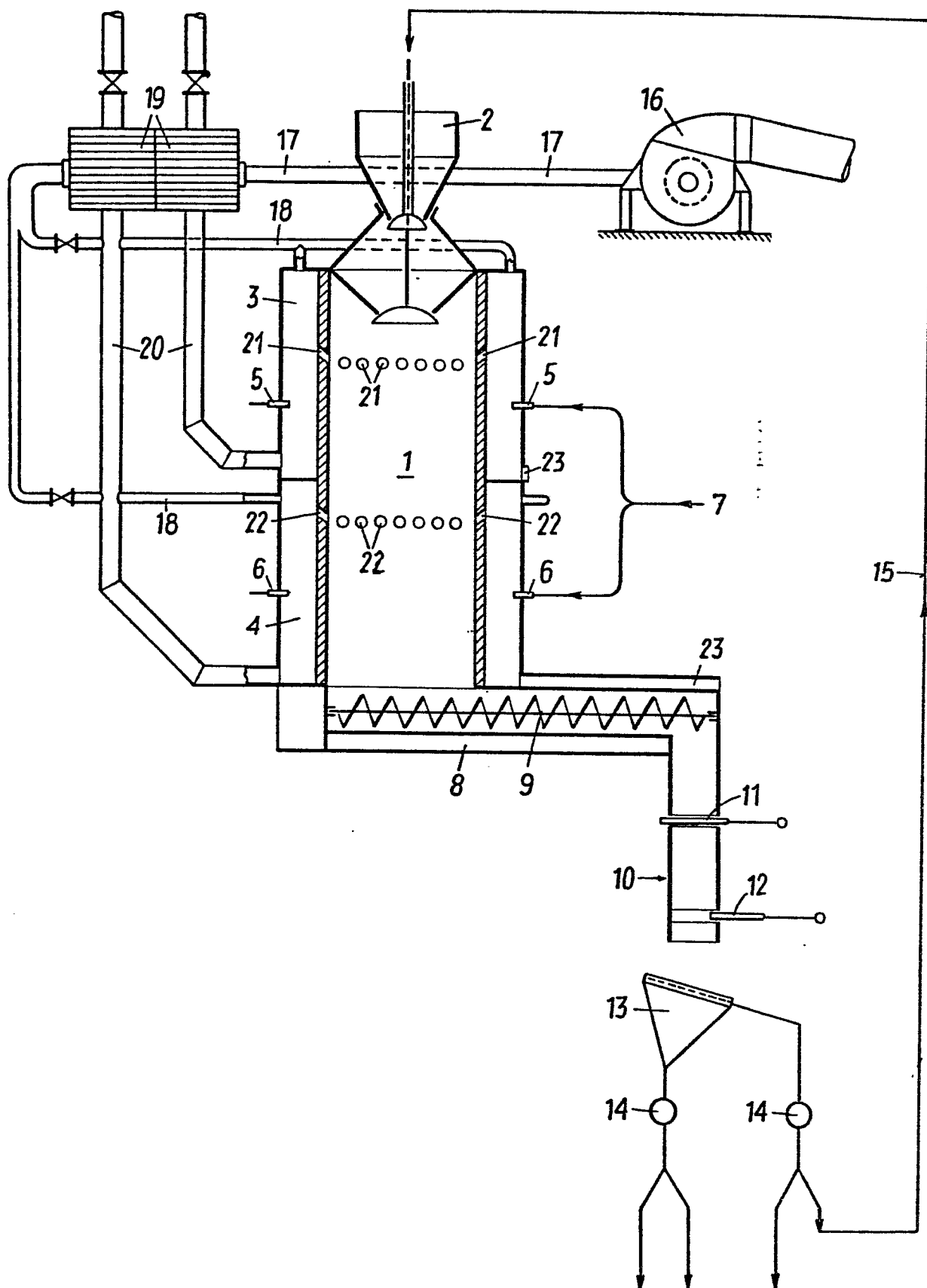
Austrittsöffnungen 22 in der Wandung des Muffelofens 1 vorgesehen, welche unmittelbar in die Brennkammer 4 münden.

5 Mit 23 sind jeweils Austragsöffnungen am unteren Ende der Brennkammern 3 und 4 bezeichnet, über welche kondensierende flüssige oder feste Produkte, wie beispielsweise Zinkoxyde, flüssiges Zink, od.dgl. welche zusammen mit den Reaktionsgasen über die Bohrungen 21 und 22 in die jeweiligen Brennkammern 3 und 4 ausgetreten sind, ausgetragen werden können.

- 7 -

Patentansprüche:

1. Verfahren zur Direktreduktion von Eisenträgern, insbesondere Eisenerzen, in einem schachtartigen Muffelofen
5 (1) mit den Muffelofen umgebenden Brennkammern (3,4), bei welchem der Eisenträger in stückiger Form mit einer Korngröße von über 5 mm, zusammen mit stückigen Reduktionsmitteln und gegebenenfalls Zuschlägen eingebracht wird, dadurch gekennzeichnet, daß die Reaktionsgase aus dem
10 Muffelofen (1) mit ihrer fühlbaren Wärme unmittelbar in die den Muffelofen umgebenden Brennkammern (3,4) geleitet werden.
2. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Muffelofen (1)
15 an seinen Aufgabe- und Austragsenden (2) gasdicht abschließbar ist und daß die Wandung des Muffelofens (1) in wenigstens einer Ebene angeordnete, in die Brennkammer(n) (3,4) mündende Öffnungen (21, 22) aufweist.
20
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Brennkammern (3,4) in an sich bekannter Weise als zum Muffelofen (1) konzentrische und in Achsrichtung des Muffelofens (1) aneinander anschließende Ringkammern ausgebildet sind und daß die Ringkammern, in welche die
25 Öffnungen (21,22) zum Innenraum des Muffelofens (1) münden, nahe dem Boden dieser Kammern radial nach außen öffnenbare und verschließbare Putzöffnungen (23) aufweisen.





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0046145

Nummer der Anmeldung

EP 81 89 0126.6

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. ³)
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	betrifft Anspruch	
	<u>DE - C - 490 409</u> (W.H. SMITH) * Seite 3 *	1	C 21 B 13/04

A	<u>DE - C - 545 354</u> (W.H. SMITH)		

A	<u>DE - A1 - 2 404 581</u> (PADERWERK GEBR. BENTELER)		

A	<u>DE - A1 - 2 524 120</u> (KINGLOR METOR)		RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. ³)

A	<u>DE - A1 - 2 848 821</u> (KINGLOR METOR)		

A	<u>DE - A1-2 935 466</u> (DANIELI & C. OFFICINE MECCANICHE S.P.A.)		C 21 B 13/04

			KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE
			X: von besonderer Bedeutung
			A: technologischer Hintergrund
			O: nichtschriftliche Offenbarung
			P: Zwischenliteratur
			T: der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze
			E: kollidierende Anmeldung
			D: in der Anmeldung angeführtes Dokument
			L: aus andern Gründen angeführtes Dokument
			&: Mitglied der gleichen Patentfamilie übereinstimmendes Dokument
☒	Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.		
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
Berlin	29-10-1981	SUTOR	