



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 0 931 840 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
28.07.1999 Patentblatt 1999/30

(51) Int. Cl.⁶: **C21B 5/00**

(21) Anmeldenummer: **99100539.8**

(22) Anmeldetag: **13.01.1999**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: **23.01.1998 DE 19802338**

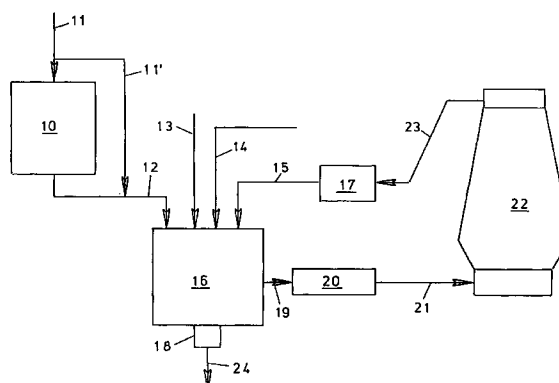
(71) Anmelder:
**SMS SCHLOEMANN-SIEMAG
AKTIENGESELLSCHAFT
40237 Düsseldorf (DE)**

(72) Erfinder:
Die Erfindernennung liegt noch nicht vor

(74) Vertreter:
**Valentin, Ekkehard, Dipl.-Ing. et al
Patentanwälte,
Müller-Grosse-
Pollmeier-Valentin-Gihske,
Hammerstrasse 2
57072 Siegen (DE)**

(54) **Verfahren und Anlage zur Reduktion von Eisenerz im Hochofen**

(57) Um bei der Erzeugung von Roheisen im Hochofen (22) die benötigte Koksmenge so gering wie möglich zu halten, ist es bekannt, eine Teilmenge des für die Reduktion erforderlichen Kohlenstoffs als "Ersatzreduktionsmittel" in den Hochofen einzublasen, wo dieser zu einem Reduktionsgas umgewandelt wird. Erfindungsgemäß wird vorgeschlagen, diese Ersatzreduktionsmittel (11) bereits außerhalb des Hochofens (22) in einem separaten Vergasungsreaktor (16) zu einem Reduktionsgas (19) zu vergasen und dieses dann in den Hochofen (22) einzuleiten.



EP 0 931 840 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Anlage zur Reduktion von Eisenerz im Hochofen zu Roheisen mit Hilfe von Kohlenstoff, wobei eine Teilmenge des Kohlenstoffs dem Eisenerz in Form von Koks zugemischt wird, der die Auflockerung und Stützung der Schüttgutsäule und damit deren Durchgasung im Hochofen sicherstellt und wobei die restliche Kohlenstoffteilmenge als Ersatzreduktionsmittel in den Hochofen eingeblasen wird.

[0002] Das Einblasen von Kohlenstoffträgern wie beispielsweise Erdgas, Schweröl, Feinkohle in den Hochofen als Ersatzreduktionsmittel zur Einsparung von Koks wird bereits seit vielen Jahren praktiziert.

[0003] Die einfachste und zuverlässigste Einbringung der Ersatzreduktionsmittel in den Hochofen besteht dabei in der Zugabe durch die Windformen des Hochofens. Im unmittelbaren Formenbereich werden die Ersatzreduktionsmittel zunächst mit Heißwind zu CO_2 und H_2O verbrannt und dann beim Auftreffen auf den Koks zu CO und H_2 reduziert. Beim Einbringen der Ersatzreduktionsmittel in den Hochofen wird dabei angestrebt, dass eine vollständige Verbrennung bzw. Vergasung der Ersatzreduktionsmittel im oxidierenden Formenbereich der Gestellzone erfolgt, mit gleichzeitig möglichst weitgehender Schonung der Blasformen und Windleitungen vor Zerstörung infolge einer zu frühzeitigen Verbrennung der Ersatzreduktionsmittel.

[0004] Diese Aufgabe ist am einfachsten für gasförmige Ersatzreduktionsmittel und am schwierigsten für feste Ersatzreduktionsmittel, wie beispielsweise Feinkohle, zu lösen. Für das Einblasen des Ersatzreduktionsmittels Feinkohle wurden im Laufe der Zeit deshalb unterschiedliche Kohlenstaubeinblasseysteme und -einblasverfahren entwickelt, wie der Veröffentlichung "Stand der Kohleeinblasteknik in den Hochofen bei Mitgliedswerken des VDEh", Stahl und Eisen 108 (1988) Nr. 9, Seiten 459 bis 467 zu entnehmen ist. Schwerpunkt und Ziel der Entwicklungen war, die Energiekosten zu senken und den Koksverbrauch im Hochofen durch den Einsatz von Ersatzreduktionsmitteln zu reduzieren. Jedoch sind nach betrieblichen Erfahrungen Einblasmengen von über 200 kg Kohle/t Roheisen aus verfahrenstechnischen Gründen schwierig dauerhaft zu erreichen.

[0005] Unter dem Gesichtspunkt der bekannten und vielfältig angewendeten Techniken ist es Aufgabe der Erfindung, im Hinblick auf die Energiekosten die Einsatzmenge von Ersatzreduktionsmitteln weiter zu steigern und insbesondere ein Verfahren zu entwickeln, mit dem auch weitere, schwierig zu behandelnde Stoffe als Ersatzreduktionsmittel nutzbar gemacht werden können.

[0006] Die gestellte Aufgabe wird verfahrenstechnisch mit den kennzeichnenden Maßnahmen des Anspruchs 1 und anlagenmäßig mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 7 dadurch gelöst, dass die

gesamte, das Ersatzreduktionsmittel bildende Kohlenstoffteilmenge vor ihrer Einblasung in den Hochofen in einem vom Hochofen räumlich getrennt angeordneten Vergasungsreaktor durch Vergasung in ein stickstoffarmes Reduktionsgas umgewandelt wird.

[0007] Durch die erfindungsgemäße Maßnahme, das aus dem Ersatzreduktionsmittel zu bildende Reduktionsgas außerhalb der Blasformen des Hochofens in einem separaten Vergasungsreaktor zu erzeugen, wird es möglich, ein stickstoffarmes Reduktionsgas herzustellen, das mit möglichst hoher Temperatur als Reduktionsgas über die Blasformen in den Hochofen eingedüst wird. Das Reduktionsgas wird deshalb in seiner Temperatur so eingestellt, dass es in Rohrleitungen mit oder ohne feuerfeste Auskleidungen zu den Blasformen transportiert werden kann. Eine aufwendige Gasreinigung und Entschwefelung des erzeugten Reduktionsgases kann entfallen, da auch bei den direkt eingeblasenen Ersatzreduktionsmitteln derartige Nachreinigungen nicht durchgeführt werden, und der im Reduktionsgas mitgeführte Staub unschädlich vor den Blasformen nachverbrennt.

[0008] Es ist aber auch möglich, falls die eingesetzten Ersatzreduktionsmittel aufgrund ihrer chemischen Zusammensetzung, beispielsweise bei Abfallstoffen, dies erfordern, eine solche Nachreinigung der heißen Gase durchzuführen, um den Hochofen nicht unnötig durch Verunreinigungen zu belasten.

[0009] Die für die externe Vergasung der Ersatzreduktionsmittel notwendige Energie kann durch die Verbrennung von Gichtgas und/oder durch einen zugeführten Brennstoff und/oder durch die Auskoppelung von Wärme aus der Heißwinderzeugung, die bei der Erzeugung des Reduktionsgases außerhalb des Hochofens bei einer vorhandenen Hochofenanlage nach der Umstellung überdimensioniert ist, zugeführt werden.

[0010] Durch das Einblasen von Reduktionsgas, ist die Anreicherung des Heißwindes mit Sauerstoff, die bei Einblasen von festen Ersatzreduktionsmitteln zur Vergasung des Ersatzreduktionsmittels und zur Einstellung der Flammtemperatur vor den Blasformen dient, nicht mehr nötig. Dieser nicht mehr benötigte Sauerstoff kann für die Vergasungsreaktionen eingesetzt werden.

[0011] Der Windbedarf wird durch die Maßnahme der Erfindung deutlich reduziert. So werden beispielsweise bei den bisher üblichen Kohleeinblasraten von etwa 100 kg/t Roheisen etwa 350 Nm^3/t Roheisen Wind mit einer Stickstoffmenge von etwa 240 Nm^3/t Roheisen benötigt. Bei der Erzeugung des Reduktionsgases in einem externen Vergasungsreaktor entfällt diese Stickstoffmenge ganz oder teilweise, d. h. die Reduktionsgasmenge kann um diesen Betrag im Hochofen erhöht werden, ohne die Strömungsgeschwindigkeiten des Reduktionsgases im Hochofen nachteilig zu erhöhen. Als Folge ist eine deutliche Leistungserhöhung des Hochofens möglich, weiterhin wird auch der Heizwert des Gichtgases durch das Fehlen des Stickstoffs erhöht.

[0012] Weiterhin ist es nicht mehr erforderlich, die Asche der eingeblasenen Ersatzreduktionsmittel im Unterofen des Hochofens aufzuschmelzen, da diese Asche in fester oder flüssiger Form im Vergasungsreaktor verbleibt. Neben der hierfür aufzubringenden thermischen Energie werden auch die sonst für das Einschmelzen erforderlichen Zuschlagstoffe im Möller eingespart.

[0013] Auch die bessere und leichtere Verteilung des Reduktionsgases auf die einzelnen Blasformen, die gemäß der Erfindung ohne größeren apparativen Aufwand durchgeführt werden kann, ist gegenüber den bekannten Verfahren mit pneumatisch geförderten und direkt eingeblasenen Ersatzreduktionsmitteln mit den hierfür notwendigen Vorrichtungen von Vorteil.

[0014] Schließlich ist auch die separate Steuerung des Vergasungsprozesses außerhalb des Hochofens ein entscheidender Vorteil, da dieser Vergasungsprozess individuell an die zu vergasenden Einsatzstoffe durch eine entsprechende Mess- und Regeltechnik angepasst und somit auch schwierige Abfallstoffe als Ersatzreduktionsmittel zur Vergasung eingesetzt werden können, was bei der Vergasung im Hochofen nicht möglich wäre.

[0015] Eine Anlage, in der das Verfahren der Erfindung durchgeführt werden kann, lässt sich ohne größeren Aufwand auch bei bereits vorhandenen Hochofenanlagen installieren. Sie besteht aus einem Vergasungsreaktor, der über Rohrleitungen mit dem Hochofen so verbunden ist, dass die im Vergasungsreaktor erzeugten Reduktionsgase in die einzelnen Blasformen eingeleitet werden können. Die Temperatur des Reduktionsgases wird so eingestellt, dass sie einen für den Transport und die Verteilung günstigen Wert hat.

[0016] Dem Vergasungsreaktor ist im Bedarfsfall eine Aufbereitungsanlage vorgeschaltet, um die Ersatzreduktionsmittel auf die für ihre Vergasung notwendigen Eigenschaften wie Körnung, Trocknungsgrad sowie Kohlenstoffgehalt aufzubereiten.

[0017] Nachfolgend wird eine beispielhafte Anlage zur Erzeugung von Reduktionsgas aus einem Ersatzreduktionsmittel in einer Zeichnungsfigur schematisch dargestellt und erläutert.

[0018] Das Ersatzreduktionsmittel (11) aus einem Kohlenstoffträger wird zunächst einer Aufbereitungsanlage (10) zugeführt, in der es je nach Bedarf zerkleinert, getrocknet und auch, falls erforderlich, zum Beispiel bei Abfallstoffen, auf einen für die Vergasung erforderlichen Kohlenstoffgehalt aufkonzentriert wird.

[0019] Das auf diese Weise aufbereitete Ersatzreduktionsmittel wird über ein geeignetes Transportaggregat (12) dem Vergasungsreaktor (16), beispielsweise einem Wirbelbettreaktor zugeführt. Falls eine Aufbereitung des Ersatzreduktionsmittels (11) nicht erforderlich ist, wird dieses über ein geeignetes Transportaggregat (11') an der Aufbereitungsanlage (10) vorbei in das Transportaggregat (12) eingespeist.

[0020] Im Vergasungsreaktor (16) erfolgt die Verga-

sung des Ersatzreduktionsmittels (11) zu einem für den Hochofen (22) geeigneten Reduktionsgas (19), das falls erforderlich in einer dem Vergasungsreaktor (16) nachgeordneten Kühlvorrichtung (20) gekühlt werden kann und dann über die Rohrleitung (21) dem Hochofen (22) bzw. dessen Blasformen zugeführt wird.

[0021] Die bei der Vergasung anfallenden Vergasungsrückstände (24) verlassen den Vergasungsreaktor (16) über eine Austragsvorrichtung (18).

[0022] Falls erforderlich, kann vor oder nach der Kühlvorrichtung (20) eine Gasreinigungsanlage (in der Zeichnung nicht dargestellt) zur Reinigung des Reduktionsgases von den den Hochofenbetrieb störenden Bestandteilen angeordnet werden.

[0023] Die Beheizung des Vergasungsreaktors (16) erfolgt

a) mittels eines zugeführten Brennstoffs (13) oder einer Mischung verschiedener Brennstoffe in einer Brennkammer des Vergasungsreaktors (16) und/oder

b) durch aus der Heißwinderzeugung abgekoppelte Wärme (14) und/oder

c) durch Gichtgas (23), das in einer Verbrennungsvorrichtung (17) verbrannt und als Verbrennungswärme (15) anfällt.

[0024] Durch entsprechende Mess- und Regeleinrichtungen (in der Zeichnung nicht dargestellt), lässt sich die Vergasung im Vergasungsreaktor (16) individuell auf den aufgegebenen Einsatzstoff einstellen, wodurch im Zusammenwirken mit der Aufbereitungsanlage und gegebenenfalls mit einer Gasreinigungsanlage auch aus schwierig aufzubereitenden Stoffen, wie beispielsweise Abfallstoffgemischen (Kunststoffmüll, getrocknete Klärschlämme, etc.) ein brauchbares Reduktionsgas (19) erzeugt werden kann. Hierbei ist es auch möglich, gleichzeitig mehrere unterschiedliche Stoffe zu vergasen, wenn die vorhandene Mess- und Regeltechnik für diese Aufgabenstellung entsprechend ausgelegt ist.

[0025] Das in der Zeichnungsfigur dargestellte Ausführungsbeispiel lässt sich problemlos bei Neuanlagen ausführen oder in eine vorhandene Hochofenanlage integrieren, wobei je nach der Beschaffenheit der zu vergasenden Einsatzstoffe auch noch zusätzliche Anlagenteile wie Kühlvorrichtung, Gichtgasverbrennungseinrichtung, Aufbereitungsanlage entfallen können.

Patentansprüche

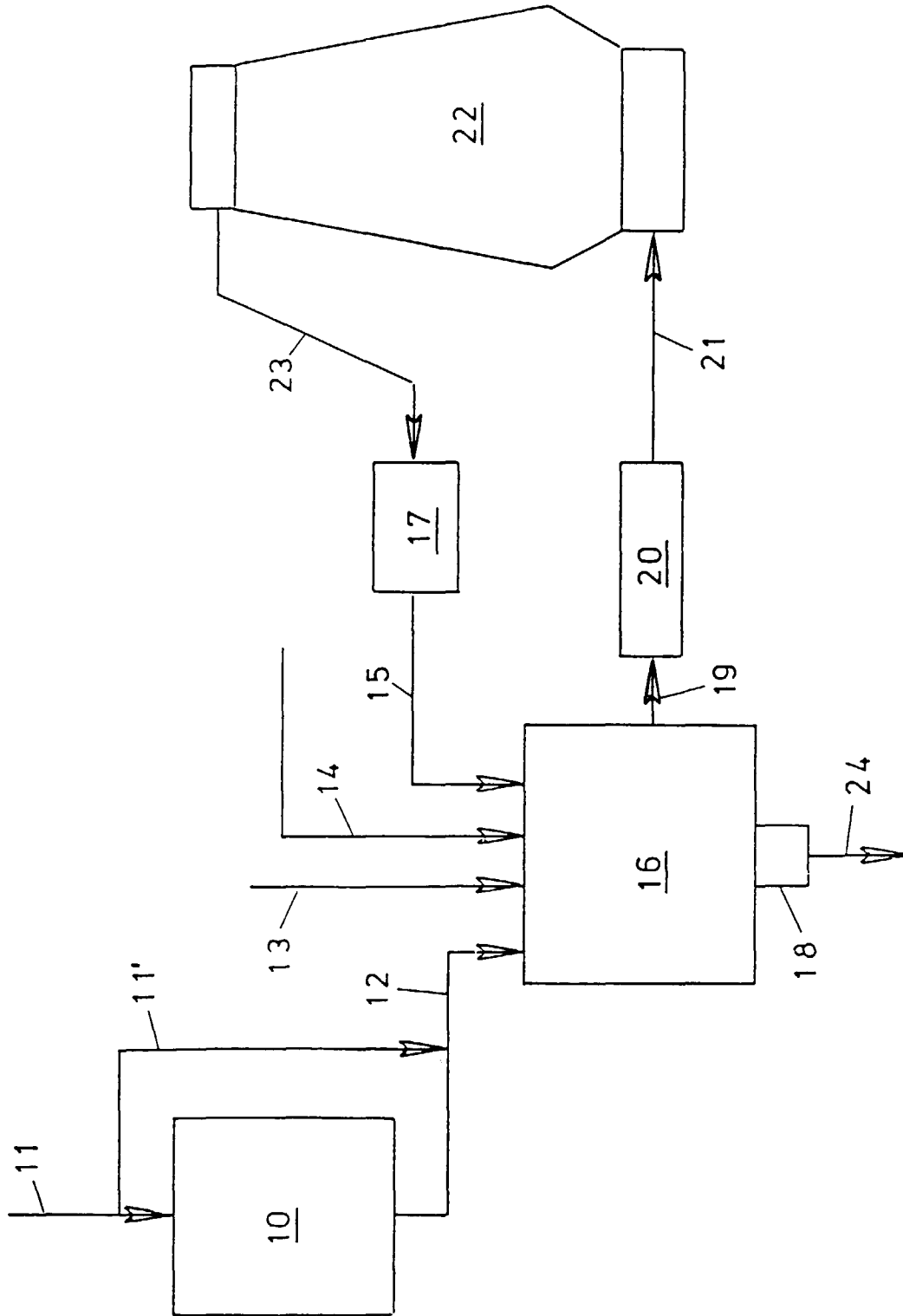
1. Verfahren zur Reduktion von Eisenerz im Hochofen zu Roheisen mit Hilfe von Kohlenstoff, wobei eine Teilmenge des Kohlenstoffs dem Eisenerz in Form von Koks zugemischt wird, der die Auflockerung und Stützung der Schüttgutsäule und damit deren

Durchgasung im Hochofen sicherstellt und die restliche Kohlenstoffteilmenge als "Ersatzreduktionsmittel" in den Hochofen eingeblasen wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass die gesamte, das "Ersatzreduktionsmittel" (11) bildende Kohlenstoffteilmenge vor ihrer Einblasung in den Hochofen (22) in einem vom Hochofen (22) räumlich getrennt angeordneten Vergasungsreaktor (16) durch Vergasung in ein Stickstoffarmes oder stickstofffreies Reduktionsgas (19) umgewandelt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das im Vergasungsreaktor (16) erzeugte Reduktionsgas (19) in seiner Temperatur so eingestellt wird, dass es in Rohrleitungen (21) mit oder ohne feuerfeste Auskleidungen zum Hochofen (22) transportiert werden kann.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die für die Vergasung der Ersatzreduktionsmittel (11) im Vergasungsreaktor (16) benötigte Energie durch die Verbrennung eines Brennstoffs (13) und/oder durch Gichtgasverbrennung (15) und/oder durch Auskopplung von Wärme aus der Heißwinderzeugung (14) eingebracht wird, und die Vergasungsreaktion durch Sauerstoff, der bisher dem Heißwind zugesetzt wurde, gefördert wird.
4. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die gesamte Reduktionsgasmenge (19) um die eingesparte Stickstoffmenge erhöht wird, die bei der sonst üblichen Einblasung von Kohlenstoffträgern in den Hochofen (22) im Reduktionsgas (19) enthalten ist.
5. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Ersatzreduktionsmittel (11) Feinkohle verwendet wird.
6. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Ersatzreduktionsmittel (11) kohlenstoffhaltige Abfallprodukte, wie beispielsweise Klärschlamm, Kunststoffabfälle, Autoreifen etc. verwendet werden.
7. Anlage zur Reduktion von Eisenerz im Hochofen (22) zu Roheisen mit Hilfe von Kohlenstoff, wobei eine Teilmenge des Kohlenstoffs dem Eisenerz in Form von Koks zugemischt wird, der die Auflockerung und Stützung der Schüttgutsäule und damit deren Durchgasung im Hochofen (22) sicherstellt und die restliche Kohlenstoffteilmenge als "Ersatzreduktionsmittel" in den Hochofen (22) eingeblasen wird, zur Durchführung des Verfahrens nach einem

oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, **gekennzeichnet durch**,

- einen außerhalb des Hochofens (22) angeordneten Vergasungsreaktor (16), der über Rohrleitungen (21) mit dem Hochofen (22) verbunden ist, zur Einleitung der im Vergasungsreaktor (16) erzeugten Reduktionsgase (19) in den Hochofen (22),
- falls erforderlich einer Kühlvorrichtung (20), die dem Vergasungsreaktor (16) nachgeordnet ist, zur Kühlung der Reduktionsgase (19) auf eine für ihren Transport zum Hochofen (22) günstige Temperatur,
- eine dem Vergasungsreaktor (16) vorgeschaltete Aufbereitungsanlage (10), in der die zum Einsatz gelangenden Ersatzreduktionsmittel (11) auf die Kohlenstoffkonzentration aufbereitet werden.





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 99 10 0539

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
X	DE 29 16 908 A (KRUPP KOPPERS GMBH) 6. November 1980 * Anspruch 1; Abbildung 2 *	1-5,7	C21B5/00
A	WO 82 03091 A (CENTRE RECH METALLURGIQUE ;POOS ARTHUR GERARD (BE); PONGHIS NIKOLA) 16. September 1982 * Ansprüche 1,4 *	1-3,5,6	
A	US 2 650 161 A (F. TOTZEK) 25. August 1953 * Anspruch 1 *	1,2,4,5,7	
A	DD 141 164 A (BECK WOLF;GOEHLER PETER; GUETHER ROLF; SCHEIDIG KLAUS; BERGER FRIEDRIC) 16. April 1980 * Ansprüche 1,5,6 *	1,2,7	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
			C21B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort BERLIN		Abschlußdatum der Recherche 22. März 1999	Prüfer Kesten, W
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

EPO FORM 1503 03.82 (P4/C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 99 10 0539

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

22-03-1999

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 2916908 A	06-11-1980	US 4316741 A ZA 8002513 A	23-02-1982 27-05-1981
WO 8203091 A	16-09-1982	BE 887904 A AU 8271682 A BR 8206887 A CA 1185434 A EP 0073793 A JP 58500412 T ZA 8201604 A	11-09-1981 28-09-1982 01-03-1983 16-04-1985 16-03-1983 17-03-1983 26-01-1983
US 2650161 A	25-08-1953	KEINE	
DD 141164 A	16-04-1980	KEINE	

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82