

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

Anmeldenummer: 81101231.9

Int. Cl.³: B 22 D 11/128, B 22 D 11/16

Anmeldetag: 20.02.81

Priorität: 22.03.80 DE 3011137

Anmelder: Mannesmann AG, Mannesmannufer 2,
D-4000 Düsseldorf 1 (DE)

Veröffentlichungstag der Anmeldung: 30.09.81
Patentblatt 81/39

Erfinder: Kubon, Achim, Ing. grad., Am Lerchenfeld 6,
D-4133 Neukirchen-Vluyn (DE)
Erfinder: Rahmfeld, Werner, Dr., Stockweg 32,
D-4330 Mülheim (DE)
Erfinder: Stalleicken, Dieter, Ing. grad, Bremweg 56,
D-4100 Duisburg 46 (DE)

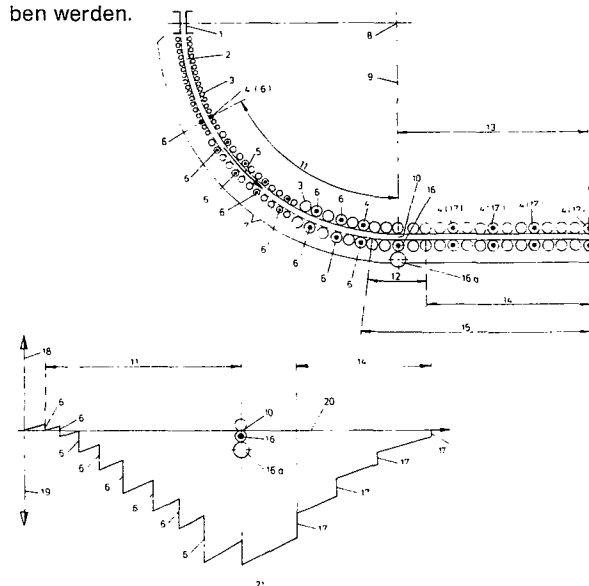
Benannte Vertragsstaaten: AT FR GB IT

Verfahren und Antriebsanordnung zum Regeln der Einzelantriebe einer Bogenstranggieß-Vielrollenmaschine für Metall, insbesondere für Stahl.

Bei einem derartigen Verfahren zum Regeln der Einzelantriebe einer Bogenstranggieß-Vielrollenmaschine für Metall, insbesondere für Stahl, wird zumindest ein Teil der Antriebe vom anderen Teil drehmomentabhängig geregelt, wodurch in Bewegungsrichtung des Gußstranges im Strangquerschnitt Druckkräfte erzeugt werden.

Zwecks Entlastung der auf Zug beanspruchten Strangschale, ein Vorgang, der durch die Druckkräfte als negative Spannungskomponenten sich durch eine verminderte Gesamtspannung äußert, wobei die Gesamtdeformation der Strangschale dem kritischen Dehnungswert des jeweiligen Werkstoffes gegenübergestellt wird, um Aufschluß über die zulässige Beanspruchung des Gießmaterials während seiner Abkühlung zu erhalten, wobei außerdem bei den gegebenen hohen Temperaturen das plastische und elastische Verhalten der Strangschale berücksichtigt wird, lassen sich Dehnungswerte oberhalb der zulässigen Grenzwerte und zwischenkristalline Risse vermeiden, indem unter Beachtung der in dem Strangquerschnitt auftretenden Zugkräfte (18) günstigere, insbesondere höhere Gegenkräfte zum Abbau der Zugkräfte während des Förderns des Gußstranges (2) dahingehend aufgebaut werden, daß bei Gießgeschwindigkeiten, die höhere Werte als 0,8 m/min betragen, und nach Abkuppeln des Anfahrstranges vom Gußstrang (2), zumindest vor dem Richtbereich (12) im Bogenabschnitt (11) der Strangführung (7) liegende An-

triebe (6) motorisch betrieben und in Bewegungsrichtung (5) zumindest beginnend mit dem Geradteil (14) der Richtstrecke (15) mehrere Antriebe (17) generatorisch betrieben werden.



Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine besonders vorteilhafte Antriebsanordnung zum Regeln der Einzelantriebe einer Bogenstranggieß-Vielrollenmaschine für Metall, insbesondere für Stahl, bei dem zumindest ein Teil der Antriebe vom anderen Teil drehmomentabhängig geregelt wird, wodurch in Bewegungsrichtung des Gußstranges im Strangquerschnitt Druckkräfte erzeugt werden.

Ein derartiges Regelverfahren wird in der Stranggießtechnik zum Zweck des "compression casting" angewendet. Unter dem Ausdruck "compression casting" sind die in Bewegungsrichtung des Gußstranges im Strangquerschnitt erzeugten Druckkräfte zu verstehen. Mit der Abstimmung der Antriebskräfte soll eine übermäßige Zugbeanspruchung und/oder Biegebeanspruchung während der Abkühlung des Gießmetalls vermieden werden, indem jeweils entgegengesetzt gerichtete Kräfte in Richtung der Strangader mittels der den Gußstrang fördernden Rollen erzeugt werden.

Das Erzeugen von Druckkräften im Strangquerschnitt in Bewegungsrichtung des Gußstranges durch die Fördermittel der Bogenstranggieß-Vielrollenmaschine ist notwendig, um im Bereich des Biegepunktes auftretende Maximalbeanspruchungen zu vermindern. Diese Druckkräfte gehen als negative Spannungskomponenten in die Gesamtspannung ein und entlasten somit die auf Zug beanspruchte Strangschale. Der Gesamtdeformation der Strangschale ist der kritische Dehnungswert des jeweiligen Werkstoffes gegenüberzustellen, um Aufschluß über die zulässige Beanspruchung des Gießmaterials während seiner Abkühlung zu erhalten. Sowohl die Spannung als auch die Dehnung der Strangschale stellen Kriterien für die Ermittlung der Gesamtbeanspruchung dar. Bei den gegebenen hohen Temperaturen sind außerdem das plastische und elastische Verhalten der Strangschale zu berücksichtigen.

Die Strangschalenbeanspruchung ist infolge der Zeitabhängigkeit schwierig zu ermitteln. Im Richtbereich lassen sich die Berechnungen auf Innendeformation infolge der Ausbauchung, auf Zugkräfte infolge des Richtens und auf Innendeformation infolge des Rollenschlages und infolge Ungenauigkeiten des Ausrichtens der Rollenbahn sowie auf die Innendeformation durch Flächenpressung der Rollen (Hertz'sche Pressung) stützen. Die aufgeführten Bean-

.....

spruchungsursachen können außerdem wegen der individuell zeitabhängigen Faktoren nicht einfach addiert werden.

Aus Beobachtungen und Nachrechnungen und aus dem Verhalten der Stähle in Laborproben wurde ermöglicht, den Verlauf der Strangschalendehnung im Bereich der Phasengrenze fest/flüssig in Abhängigkeit von Zeit und Temperatur zu schätzen.

Die hierbei ermittelten Werte lassen erkennen: Dehnungswerte oberhalb der Grenzwerte bringen verstärkt Schäden im Werkstoffgefüge. Durch starke Verlagerungen der entstehenden und sich verfestigenden Kristalle bilden sich zwischenkristalline Risse, die sich infolge weiterer starker Beanspruchung nicht mehr homogen schließen können, so daß nachlaufendes, flüssiges Gießmetall den Riß füllt und die nachfolgende Kristallisation unter veränderten chemischen und physikalischen Bedingungen abläuft. Das Rißmaterial zeigt daher andere Eigenschaften als der es umgebende Werkstoff. Die Innenrißstellen bilden einige Schwachstellen im Werkstoff, die je nach Produktverwendung zu klassifizieren sind, so daß letztendendes Materialsorten entsprechend bestimmten Anforderungen aussortiert werden müssen.

Zur Anwendung des "compression casting" ist es bekannt, einen Teil der Antriebe von dem anderen Teil drehmomentabhängig zu regeln (DE-AS 22 41 032 - IPC B 22 D 11/128). Dazu werden mehrere, in Stranglauf-richtung aufeinanderfolgende Antriebe für die den Strang fördernden Rollen derart geschaltet, daß der jeweils hintere Rollensatz den Strang in den in Stranglauf-richtung folgenden Rollensatz hineinpreßt. Es hat sich jedoch gezeigt, daß der Drehmoment-Unterschied zwischen den aufeinanderfolgenden Rollen nicht ausreicht, eine solche Druckkraft innerhalb der Strangschale zu erzeugen, die die Beanspruchungen des Gußstranges im Richtbereich auszugleichen vermag.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, unter Beachtung der in dem Strangquerschnitt auftretenden Zugkräfte günstigere, insbesondere höhere Gegenkräfte zum Abbau der Zugkräfte während des Förderns des Gußstranges aufzubauen.

.....

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß bei Gießgeschwindigkeiten, die höhere Werte als 0,8 m/min betragen, und nach Abkuppeln des Anfahrstranges vom Gußstrang, zumindest vor dem Richtbereich im Bogenabschnitt der Strangführung liegende Antriebe motorisch betrieben und in Bewegungsrichtung zumindest beginnend mit dem Geradteil der Richtstrecke mehrere Antriebe generatorisch betrieben werden. Gemäß der Erfindung können auf der Grundlage niedrigerer Gießgeschwindigkeiten Druckkräfte nicht ausreichend hoch erzeugt werden. Eine andere Erkenntnis der Erfindung besteht in dem zusätzlichen Erfordernis, den Gußstrang erst nach Abschluß des Anfahrvorganges mit Druckkräften zu beaufschlagen. Die wichtigste Erkenntnis der Erfindung bildet das Arbeiten im Biegepunkt mit Druckkraft-Beaufschlagung, so daß die Strangbeanspruchung um die Druckspannung vermindert nur auf den Gußstrang wirkt. Die so verringerte Strangeanspruchung ist jedoch kleiner als der kritische Verformungswert des Werkstoffes, demzufolge entstehen auch keine Oberflächenrisse mehr. Ebenso werden Risse in der erstarrenden Kernzone an der Grenze fest/flüssig vermieden. Der Erfindungsvorteil kommt insbesondere rißempfindlichen Qualitäten von Stahl zustatten, die nunmehr rißfrei gegossen werden können.

In Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß sämtliche Antriebe im Bogenabschnitt einschließlich des Biegepunktes der Strangführung motorisch und Antriebe innerhalb des Geradteils der Richtstrecke generatorisch betrieben werden. Entsprechend dem Grundgedanken der Erfindung ist immer von Vorteil, daß die vor motorisch betriebenen Antrieben gelegenen Abschnitte des Gußstranges gezogen und die dahinterliegenden Abschnitte des Gußstranges geschoben werden, wobei die generatorisch betriebenen Antriebe eine Bremse gegenüber dem schiebenden, motorisch betriebenen Antrieb darstellen.

Eine weitere Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, daß sämtliche Antriebe im Bogenabschnitt vor dem Richtbereich der Strangführung motorisch und mehrere Antriebe der Richtstrecke generatorisch betrieben werden. In diesem Fall besteht der bremsende Teil aus Antrieben der gesamten Richtstrecke.

.....

Nach der weiteren Erfindung ist vorgesehen, daß die in Bewegungsrichtung resultierende Druckkraft für Brammen-Gußstränge im Richtbereich auf mindestens 30 Mp eingestellt und mit wachsender Breite des Gußstranges höhere Druckkräfte gewählt werden. Eine weitere Verbesserung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird dadurch erreicht, daß die in Bewegungsrichtung resultierende Druckkraft mit wachsender Gießgeschwindigkeit höher eingestellt wird.

Ein besonderes Merkmal der Erfindung besteht ferner darin, daß die resultierende Druckkraft im Richtbereich auf ein Maximum eingestellt wird.

Die Antriebsanordnung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist ferner dahingehend gestaltet, daß das Verhältnis der motorisch betriebenen Antriebe zu den generatorisch betriebenen Antrieben nach ihrer Anzahl etwa 2 : 1 oder größer als 2 : 1 beträgt. Währenddem bisher Gewicht und Reibung des Gußstranges in der Strangführung die aus den Drehmomentunterschieden resultierenden Druckkräfte aufzehrten, wurde aufgrund eingehender Versuche festgestellt, daß das Verhältnis der motorisch betriebenen Antriebe zu den generatorisch betriebenen Antrieben erst ab Erreichen eines bestimmten Wertes eine brauchbare Wirkung erbringt.

Eine gewünschte Relation zwischen den treibenden und bremsenden Antrieben kann insbesondere dann gefunden werden, wenn die Anzahl der im Bogenabschnitt der Bogenstranggieß-Vielrollenmaschine liegenden Antriebe zumindest doppelt so groß wie die Anzahl der im geraden, horizontalen Bereich liegenden Antriebe ist, d. h. der Ungleichung $n_{\text{Bogen}} = 2n_{\text{Gerade}}$ folgt, wobei "n" die Anzahl der Antriebe und "Bogen" die Länge der Strangführung zwischen Stranggießkokille und Biegepunkt und "Gerade" die Länge des Bereiches ab dem Biegepunkt in Bewegungsrichtung bedeuten.

Ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Antriebsanordnung ist in der Zeichnung dargestellt, anhand dessen das erfindungsgemäße Verfahren nachfolgend beschrieben wird. Es zeigen

.....

Fig. 1 die Rollenanordnung einer Strangführung für eine Bogenstranggieß-Vielrollenmaschine,

Fig. 2 ein Kraft-Weg-Diagramm, der aufgrund des erfindungsgemäßen Verfahrens erzeugten Kräfte im Strangquerschnitt.

In der Stranggießkokille 1 entsteht der Gußstrang 2 (Fig. 1), der mittels einer Anzahl von antriebslosen Stützrollen 3 und (mittels weiter nicht dargestellter Elektromotoren) angetriebenen Stützrollen 4 geführt und in Strangbewegungsrichtung 5 kontinuierlich gefördert wird. Die Antriebe der angetriebenen Stützrollen 3 werden durch ein geschwärztes Zentrum versinnbildlicht und sind mit 6 bezeichnet. Die Gesamtheit der Stützrollen 3 bildet die Strangführung 7. Diese Strangführung 7 verläuft im Bogen, und zwar im dargestellten Ausführungsbeispiel um den Krümmungsmittelpunkt 8 mit dem horizontal gemessenen Abstand der Stranggießkokille 1 vom Krümmungsmittelpunkt 8 als Radius. Die Anwendung der Erfindung erstreckt sich auf alle Typen von "gebogenen" Strangführungen 7.

Die Senkrechte 9 vom Krümmungsmittelpunkt 8 aus markiert in der Mitte der Strangdicke den Biegepunkt 10, in dem der in der Bogenform erkaltende und sich versteifende Gußstrang 2 wieder in die Horizontale zurückgebogen, d.h. gerade gerichtet wird. Man unterscheidet den Bogenabschnitt 11 vor dem Biegepunkt 10, den Richtbereich 12, den Bereich 13 hinter dem Biegepunkt, der die "Gerade" bildet und den an den Richtbereich 12 anschließenden Geradteil 14. Richtbereich 12 und Geradteil 14 ergänzen sich zur Richtstrecke 15. Innerhalb des Bogenabschnittes 11 sind ggf. mit Ausnahme der unter dem Biegepunkt 10 befindlichen Stützrolle 16 mit Lagerrolle 16a, acht Paare von Stützrollen, deren Antriebe 6 motorisch betrieben werden, angeordnet. Die Stützrollen 4 im Geradteil 14 weisen generatorisch betriebene Antriebe 17 auf. Die Antriebe 6 erzeugen demzufolge eine Schubkraft, und die Antriebe 17 eine entgegengesetzt zur Schubkraft gerichtete Bremskraft, die jeweils mittels der Stützrollen 4 auf den Gußstrang 2 übertragen werden. Insgesamt betrachtet entstehen Druckkräfte im Gußstrang 2, die eine lokale Stauchung der Strangschale in der Bewegungsrichtung 5 bewirken, wo

.....

durch die Gesamtdeformation der Strangschale an der Phasengrenze fest/flüssig im Gußwerkstoff verringert wird. Unter der Gesamtdeformation der Strangschale ist eine resultierende Deformation zu verstehen, die infolge der Zug- bzw. Druckkräfte (in Bewegungsrichtung 5), infolge der Ausbauchung, infolge des Richtens, des wärmebedingten Rollenschlages und infolge Ausrichtfehler sowie infolge der Flächenpressung an der Phasengrenze fest/flüssig entsteht. Ein Zusammenwirken der Deformationskomponenten verursacht ein Maximum im Richtbereich 12. Die erfindungsgemäße Verminderung dieser Gesamtdeformation verringert die Gefahr des Entstehens von Innenrissen im Gußstrang 2 während des Abkühlens.

Ein Beispiel für den Verlauf der erzeugten Kräfte aufgrund der motorischen Antriebe 6 bzw. der generatorischen Betriebsweise der Antriebe 17 ist in Fig. 2 dargestellt. Die Ordinate bezeichnet Zugkräfte 18 bzw. Druckkräfte 19 und die Abszisse den Strangweg 20. Im Bereich zwischen Stranggießkokille 1 und dem Beginn des Bogenabschnitts 11 wirken nur schwache Zugkräfte auf den Gußstrang 2. Danach erzeugen die motorisch betriebenen Antriebe 6 in Stufen und in den Abständen ihrer Aufeinanderfolge entgegen der Bremswirkung der generatorisch betriebenen Antriebe 17 ein Maximum der resultierenden Druckkraft an der Stelle 21 über dem Biegepunkt 10. Wie auch in Fig. 2 deutlich wird, stehen den acht motorisch betriebenen Antrieben 6 vier generatorisch betriebene Antriebe 17 gegenüber, deren Stufenhöhe jeweils ersichtlich ist. (Die Antriebe 6 bzw. 17 sind jeweils für Ober- und Unterrollen vorgesehen.) Das Verhältnis der motorisch betriebenen Antriebe 6 zu den generatorisch betriebenen Antrieben 17 beträgt demnach im Ausführungsbeispiel nach Fig. 2 genau 2 : 1. Die Erfindung ermöglicht, je nach Anzahl der insgesamt vorhandenen Antriebe (Gesamtzahl der Antriebe = Anzahl der motorisch betriebenen + Anzahl der generatorisch betriebenen Antriebe), noch eine feinere Stufung bzw. eine Verlagerung der Stelle 21 des Maximums der Druckkräfte nach links oder rechts im Richtbereich 12. Der Fachmann wird je nach dem zu vergießenden Gußwerkstoff und seiner Abkühlungseigenschaften ein entsprechendes Kraft-Weg-Diagramm gemäß Fig. 2 auswählen.

Mannesmann Demag AG
Wolfgang-Reuter-Platz
4100 Duisburg

19. März 1980
20 737 - F1/Schi

PATENTANSPRÜCHE

Verfahren und Antriebsanordnung zum Regeln der Einzelantriebe einer
Bogenstranggieß-Vielrollenmaschine für Metall, insbesondere für Stahl

1. Verfahren zum Regeln der Einzelantriebe einer Bogenstranggieß-Vielrollenmaschine für Metall, insbesondere für Stahl, bei dem zumindest ein Teil der Antriebe vom anderen Teil drehmomentabhängig geregelt wird, wodurch in Bewegungsrichtung des Gußstranges im Strangquerschnitt Druckkräfte erzeugt werden, dadurch gekennzeichnet, daß bei Gießgeschwindigkeiten, die höhere Werte als 0,8 m/min betragen, und nach Abkuppeln des Anfahrstranges vom Gußstrang, zumindest vor dem Richtbereich (12) im Bogenabschnitt (11) der Strangführung (7) liegende Antriebe (6) motorisch betrieben und in Bewegungsrichtung (5) zumindest beginnend mit dem Geradteil (14) der Richtstrecke (15) mehrere Antriebe (17) generatorisch betrieben werden.

.....

2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß sämtliche Antriebe (6) im Bogenabschnitt (11) einschließlich des Biegepunktes (10) der Strangführung (7) motorisch und Antriebe (17) innerhalb des Geradteils (14) der Richtstrecke (15) generatorisch betrieben werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß sämtliche Antriebe (6) im Bogenabschnitt (11) vor dem Richtbereich (12) der Strangführung (7) motorisch und mehrere Antriebe (17) der Richtstrecke (15) generatorisch betrieben werden.
4. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet,
daß die in Bewegungsrichtung (5) resultierende Druckkraft für Brammen-Gußstränge (2) im Richtbereich (12) auf mindestens 30 Mp eingestellt und mit wachsender Breite des Gußstranges (2) höhere Druckkräfte gewählt werden.
5. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
daß die in Bewegungsrichtung (5) resultierende Druckkraft mit wachsender Gießgeschwindigkeit höher eingestellt wird.
6. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet,
daß die resultierende Druckkraft im Richtbereich (12) auf ein Maximum eingestellt wird.
7. Antriebsanordnung zur Durchführung des Verfahrens nach den Ansprüchen 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Verhältnis der motorisch betriebenen Antriebe (6) zu den generatorisch betriebenen Antrieben (17) nach ihrer Anzahl etwa 2 : 1 oder größer als 2 : 1 beträgt.

.....

8. Antriebsanordnung nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Anzahl der im Bogenabschnitt (11) der Bogenstranggieß-
Vielrollenmaschine liegenden Antriebe (6) zumindest doppelt so groß
wie die Anzahl der im geraden, horizontalen Bereich (13) liegenden
Antriebe (17) ist, d. h. der Ungleichung $n_{\text{Bogen}} = 2n_{\text{Gerade}}$ folgt,
wobei "n" die Anzahl der Antriebe (6;17) und "Bogen" die Länge der
Strangführung zwischen Stranggießkokille (1) und Biegepunkt (10) und
"Gerade" die Länge des Bereiches (13) ab dem Biegepunkt (10) in
Bewegungsrichtung bedeuten.

.....





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0036490
Nummer der Anmeldung

EP 81 10 1231.9

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE | | | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. ³) |
|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kategorie | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile | betrifft Anspruch | |
| A | <p>FR - A - 2 126 326 (USS ENGINEERS AND CONSULTANTS)</p> <p>* Anspruch 1; Fig. 1 *</p> <p>& GB - A - 1 387 844</p> <p>--</p> | 1 | <p>B 22 D 11/128</p> <p>B 22 D 11/16</p> |
| A | <p>US - A - 4 148 349 (Y. SUMITA et al.)</p> <p>* Fig. 1, 2 *</p> <p>& FR - A1 - 2 350 160</p> <p>--</p> | 1 | |
| A | <p>DE - B - 2 004 763 (MANNESMANN AG)</p> <p>* Anspruch *</p> <p>& FR - A - 2 077 391</p> <p>& GB - A - 1 297 471</p> <p>----</p> | | <p>RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.³)</p> <p>B 22 D 11/00</p> |
| | | | <p>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</p> <p>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</p> |
| X | Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt. - | | |
| Recherchenort | | Abschlußdatum der Recherche | Prüfer |
| Berlin | | 18-06-1981 | GOLDSCHMIDT |