



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
27.07.2022 Patentblatt 2022/30

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
B21B 1/22 (2006.01) B21B 45/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **22152251.9**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B21B 1/227; B21B 45/002; B21B 2001/228

(22) Anmeldetag: **19.01.2022**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(71) Anmelder: **SMS Group GmbH**
40237 Düsseldorf (DE)

(72) Erfinder:
• **Müller, Thorsten**
47179 Duisburg (DE)
• **Schulz, Thomas**
38259 Salzgitter (DE)

(30) Priorität: **21.01.2021 DE 102021200535**

(74) Vertreter: **Hemmerich & Kollegen**
Hammerstraße 2
57072 Siegen (DE)

(54) **VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUM KALTWALZEN, INSBESONDERE DRESSIERWALZEN, EINES BANDFÖRMIGEN WALZPRODUKTS**

(57) Vorrichtung (1) und Verfahren zum Walzen eines bandförmigen Walzprodukts (B), vorzugsweise in einer Dressierwalzanlage, Kaltwalzanlage oder kontinuierlichen Durchlaufglühanlage mit integriertem Dressiergerüst, wobei die Vorrichtung (1) aufweist: zumindest ein Walzgerüst (10) mit zwei Arbeitswalzen (11), die einen Walzspalt (S) ausbilden, in dem das in einer Förderrichtung (F) transportierbare Walzprodukt (B) umformbar ist; gekennzeichnet durch eine Reibwerterhöhungseinrichtung (40), umfassend eine Reibmittelaufbringung (41),

eingerrichtet zur Bereitstellung eines reibungserhöhenden Mittels (42) fluider Form, und eine Reibmittelaufbringung (43), die mit der Reibmittelaufbringung (41) in Fluidkommunikation steht und eingerichtet ist, um das reibungserhöhende Mittel (42) auf zumindest eine Oberfläche der Arbeitswalzen (11) und/oder des Walzprodukts (B) aufzubringen, wodurch die Reibwerterhöhungseinrichtung (40) eingerichtet ist, um den Reibungskoeffizienten zwischen den Arbeitswalzen (11) und dem Walzprodukt (B) im Walzspalt (S) zu erhöhen.

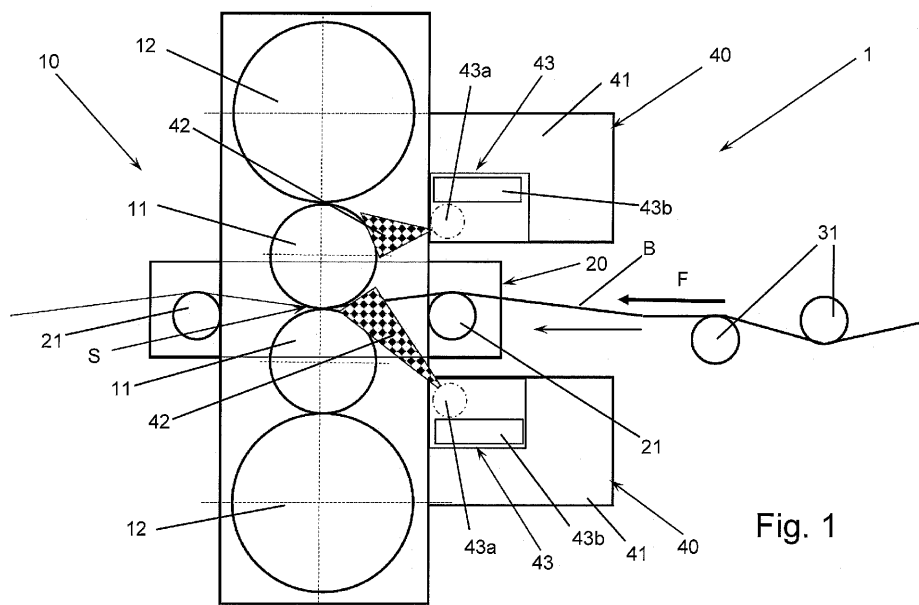


Fig. 1

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Walzen eines bandförmigen Walzprodukts, vorzugsweise in einer Dressierwalzanlage, Kaltwalzanlage oder kontinuierlichen Durchlaufglühanlage mit integriertem Dressiergerüst.

Hintergrund der Erfindung

[0002] Unter der Bezeichnung "Dressierwalzen" oder "Kaltnachwalzen" sind Walzverfahren zur Beseitigung von Bandwelligkeiten und zur gezielten Einstellung der Oberflächenfeinstruktur bandförmiger Walzprodukte bekannt. Unabhängig von der Art des Metalls (Eisen, Stahl mit/ohne metallischem Überzug, Aluminium, Kupfer, Magnesium usw.) ist der prinzipielle Walzprozess stets gleich: Ein metallisches Walzprodukt wird zwischen zwei rotierenden Arbeitswalzen hindurchgezogen. Der Spalt zwischen den Walzen ist dabei stets kleiner als die Ausgangsdicke des Walzprodukts, wodurch das Walzprodukt plastisch verformt wird und im Ergebnis eine Längung und Reduktion der Dicke erfährt. Die Stichabnahme bezeichnet hierbei die prozentuale Reduktion der Dicke pro Durchlauf durch das Walzgerüst. Beim Dressierwalzen findet eine Kaltumformung mit zumeist geringem Verformungsgrad von maximal 10% statt.

[0003] Das Walzprodukt tritt mit geringerer Geschwindigkeit als die Umfangsgeschwindigkeit der Arbeitswalzen in den Walzspalt ein, nimmt am sogenannten Neutralpunkt im Walzspalt die gleiche Geschwindigkeit an und tritt mit höherer Geschwindigkeit aus dem Walzspalt aus. Daraus resultiert eine erhebliche Reibung zwischen dem bandförmigen Walzprodukt und den Arbeitswalzen, die unerwünschte Effekte haben kann, wie beispielsweise eine Verminderung der Oberflächenqualität des Walzprodukts, eine Zunahme des Walzenverschleißes, ein Haften bzw. "Kleben" des Walzprodukts an den Arbeitswalzen und eine Zunahme des Energiebedarfs.

[0004] Zur Lösung oder Verminderung der obigen Probleme ist es bekannt, einen Schmierstoff, beispielsweise ein Walzöl oder eine Walzemulsion, auf das bandförmige Walzprodukt aufzusprühen. Dadurch werden die Reibbedingungen zwischen dem Walzprodukt und den Arbeitswalzen gezielt beeinflusst, um eine gute Oberflächenqualität bei maximaler Walzgeschwindigkeit und minimalem Walzverschleiß zu erhalten. Allerdings darf die Reibung durch den Schmierstoff nicht so weit vermindert werden, dass es zum "Rutschen" zwischen dem Walzprodukt und den Arbeitswalzen kommt oder die Übertragung der Oberflächenstruktur der Arbeitswalzen auf das Walzprodukt verschlechtert wird. Bei Anwendung eines solchen Schmierstoffs geht bei der Dressiergradregelung eine Walzkrafterhöhung mit einem steigenden Dressiergrad einher. Ein herkömmliches Walzöl geht beispielsweise aus der DE 37 34 090 A1 hervor.

[0005] Die durch das Dressierwalzen auf das Walzprodukt aufgetragenen Texturmerkmale beeinflussen nicht nur dessen optische, sondern auch mechanisch-technologische Eigenschaften, beispielsweise die Rauigkeitskennwerte und Umformeigenschaften (Tiefzieh- und/oder Streckzieheigenschaften). Das Dressierwalzen erfolgt zumeist im Anschluss an eine vorherige Warm- und/oder Kaltumformung ausreichend hoher Umformungsgrade mit anschließendem Glühen.

[0006] Die Übertragung der Oberflächenstruktur der Arbeitswalzen auf das Walzprodukt wird durch eine Vielzahl von Parametern beeinflusst, wie etwa Dicke, Breite, Oberflächenhärte und Materialfestigkeit des Walzprodukts, Ausgangsrauheit des Walzprodukts, Rauheit der Arbeitswalzen, spezifische/absolute Walzkraft, sowie spezifische/absolute Bandzüge, Dressiergeschwindigkeit, Dressiertemperatur, Arbeitswalzendurchmesser sowie Menge und Zusammensetzung des Nassdressiermittels.

[0007] Es hat sich gezeigt, dass die gewünschten Oberflächeneigenschaften für bestimmte Walzprodukte nicht oder nur schwer erzielbar sind. So ist für dünne und weiche Werkstoffe aus Stahl (Streckgrenze/Dehngrenze ≤ 220 MPa) eine homogene Übertragung der Texturmerkmale bei einem Mehrwalzendressiergerüst kaum oder nur unter äußerster Anpassung der Walzbedingungen möglich. Insbesondere bei solch weichen Güten reicht die maximal erzielbare Walzkraft nicht aus, um eine hinreichend gute Texturübertragung zwischen Arbeitswalze und Walzgut zu gewährleisten. Eine Anhebung des Dressiergrads, etwa um ein besseres Oberflächenerscheinungsbild zu erzielen, kann eine Verschlechterung der mechanisch-technologischen Eigenschaften des Stahls nach sich ziehen.

Darstellung der Erfindung

[0008] Eine Aufgabe der Erfindung besteht darin, das Walzen, insbesondere Dressierwalzen, eines bandförmigen Walzprodukts zu verbessern. Hierbei wird besonders bevorzugt eine Verbesserung der Topographieübertragung zwischen Arbeitswalze und Walzprodukt angestrebt.

[0009] Gelöst wird die Aufgabe durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie ein Verfahren mit den Merkmalen des nebengeordneten Verfahrensanspruchs. Vorteilhafte Weiterbildungen folgen aus den Unteransprüchen, der folgenden Darstellung der Erfindung sowie der Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele.

[0010] Die Vorrichtung sowie das Verfahren dienen zum Walzen, insbesondere Nachwalzen, eines bandförmigen Walzprodukts, vorzugsweise in einer Dressierwalzanlage, Kaltwalzanlage oder kontinuierlichen Durchlaufglühanlage (mit oder ohne Schmelztauchrichtung) mit integriertem Dressiergerüst. Hierbei können Bänder aus Stahl oder einem Nichteisenmetall zur Anwendung kommen, wobei das hierin dargelegte Nach-

walkonzept zum Dressierwalzen von Stahlbändern besonders geeignet ist, beispielsweise zur Produktion von Stahlbändern für die Automobilindustrie, Automobilzulieferindustrie und Stahl-Service-Center, sowie Haushaltsgerätehersteller.

[0011] Die Vorrichtung umfasst zumindest ein Walzgerüst mit zwei Arbeitswalzen (DUO-Dressieranlage), die einen Walzspalt ausbilden, in dem das in einer Förderrichtung transportierbare Walzprodukt umformbar ist. In anderen Worten, das bandförmige Walzprodukt wird durch den Walzspalt entlang einer Förderrichtung transportiert, und die Arbeitswalzen üben im Walzspalt eine Walzkraft auf das Walzprodukt aus, wodurch die gewünschte Umformung stattfindet. Das Walzgerüst umfasst vorzugsweise ferner zwei Stützwalzen (QUARTO-Dressieranlage), die entsprechend mit den Arbeitswalzen in Kontakt stehen, um die Arbeitswalzen zu stützen und eine Durchbiegung der Arbeitswalzen unter Last zu vermeiden oder zumindest zu begrenzen. Das Walzgerüst ist beispielsweise als Duo-Dressierwalzgerüst oder Quarto-Dressierwalzgerüst ausgebildet. Weiterentwickelte Mehrwalzendressiergerüste, wie beispielsweise Six-high mit zwei Arbeitswalzen, zwei Zwischenwalzen und zwei Stützwalzen, können ebenfalls zum Einsatz kommen.

[0012] Erfindungsgemäß weist die Vorrichtung eine Reibwerterhöhungseinrichtung auf, die umfasst: eine Reibmittelbereitstellung, eingerichtet zur Bereitstellung eines reibungserhöhenden Mittels fluider Form, und eine Reibmittelaufbringung, die mit der Reibmittelbereitstellung in Fluidkommunikation steht und eingerichtet ist, um das reibungserhöhende Mittel auf zumindest eine Oberfläche der Arbeitswalzen und/oder des Walzprodukts aufzubringen. Die Reibwerterhöhungseinrichtung ist auf diese Weise ausgebildet und eingerichtet, um den Reibungskoeffizienten zwischen den Arbeitswalzen und dem Walzprodukt im Walzspalt zu erhöhen (relativ zu dem Fall ohne Anwendung eines solchen Multifunktionsfluids, d.h. des reibungserhöhenden Mittels, oder relativ zur Anwendung eines Schmierstoffs wie beispielsweise Walzöl).

[0013] In anderen Worten, es wird ein reibungserhöhendes Mittel auf eine oder beide Arbeitswalzen bzw. deren Walzfläche(n) und/oder auf eine oder beide Oberflächen des Walzprodukts, die im Walzspalt mit den Arbeitswalzen in Kontakt kommen, aufgebracht, wodurch der Reibkoeffizient im Walzspalt erhöht wird. Dies hat wiederum eine Erhöhung der Walzkraft zur Folge. Indem nun die Walzkraft durch Applizieren eines reibungserhöhenden Mittels vergrößert wird, lässt sich die Regelbarkeit der Walzkraft insbesondere bei weichen Stahlsorten verbessern. Die bessere Regelbarkeit der Walzkraft zieht eine Vereinfachung der Handhabung und Regelung der Bandzüge im Walzprozess nach sich.

[0014] Zur Verwirklichung einer Vorrichtung mit einer Reibwerterhöhungseinrichtung können herkömmliche Nassnachwalzanlagen einfach umgerüstet werden, indem die Reibmittelbereitstellung ein Fluid mit reibwerter-

höhenden Zusätzen (Multifunktionsfluid) vorzugsweise einlaufseitig bereitstellt.

[0015] Vorzugsweise ist eine oder sind beide Arbeitswalzen texturiert, so dass das Negativ deren Textur durch das Walzen auf das Walzprodukt übertragbar ist. Die Bezeichnungen "Textur", "Struktur", "Topographie" und "Rauheit" werden in Bezug auf die Oberflächenbeschaffenheit der Arbeitswalze(n) und des damit umgeformten Walzprodukts synonym verwendet, und sie besagen, dass die entsprechenden Oberflächen nicht glatt sind, sondern eine feine Struktur aufweisen, wie sie beim Dressierwalzen üblich ist.

[0016] Die Anwendung des reibungserhöhenden Mittels hat in diesem Fall zur Folge, dass die Arbeitswalztopographie besser auf das Walzprodukt übertragbar ist. Durch Verbesserung der Topographieübertragung zwischen Arbeitswalze und Walzprodukt kann eine Erhöhung des Dressiergrades vermieden werden, wodurch eine Verbesserung der mechanischen Eigenschaften realisiert wird. Der quantitative Unterschied zwischen undressiertem und dressiertem Material hinsichtlich der Umformeigenschaften besteht im Erlangen einer Dehngrenze anstelle einer Streckgrenze und einer Minimierung des Verfestigungsexponenten. Zudem erfolgen eine Vergleichmäßigung der Bandtopographie und damit eine Reduzierung der Qualitätskosten.

[0017] Prinzipiell kann zwischen zwei Basisregelungskonzepten unterschieden werden, der Walzkraftregelung und der Dressiergradregelung. Bei der Walzkraftregelung wird die Walzkraft konstant gehalten, wobei sich der Dressiergrad in Abhängigkeit verschiedener Prozessparameter über die Walzproduktlänge einstellt. Bei der Dressiergradregelung wird ein konstanter Dressiergrad angestrebt, wobei die Walzkraft in Abhängigkeit von verschiedenen Prozessparametern über die Walzproduktlänge entsprechend geregelt wird und somit schwanken kann. Die Anwendung des reibungserhöhenden Mittels hat in diesem Fall weiterhin den positiven Effekt, dass die entsprechend erhöhte Walzkraft geringeren Schwankungen unterliegt.

[0018] Vorzugsweise ist die Reibmittelaufbringung eingerichtet, um das reibungserhöhende Mittel einlaufseitig bezüglich des Walzspalts auf die zumindest eine Oberfläche der Arbeitswalzen und/oder des Walzprodukts aufzubringen. In anderen Worten, das reibungserhöhende Mittel wird vorzugsweise vor, d.h. in Förderrichtung stromaufwärts des Walzspalts appliziert, wodurch die Wirkung maximiert wird.

[0019] Vorzugsweise umfasst die Reibmittelaufbringung eine oder mehrere Düsen, die eingerichtet sind, um das reibungserhöhende Mittel auf die zumindest eine Oberfläche der Arbeitswalzen und/oder des Walzprodukts aufzusprühen. Auf diese Weise kann das reibungserhöhende Mittel maschinenbaulich kompakt und gezielt appliziert werden.

[0020] Vorzugsweise sind die Düsen so auf eine oder beide Arbeitswalzen gerichtet, dass das reibungserhöhende Mittel größtenteils oder im Wesentlichen vollstän-

dig auf die entsprechende(n) Oberfläche(n) der Arbeitswalze(n) gelangt. Auf diese Weise findet neben der Hauptwirkung, d.h. der Reibungs- und somit Walzkrafthöhung im Walzspalt, zudem eine Reinigung der Arbeitswalzen statt. Ferner wird das reibungserhöhende Mittel im Vergleich zu einer unmittelbaren Besprühung des Walzprodukts effizienter genutzt, da weniger Verluste durch seitliches Abfließen und dergleichen entstehen.

[0021] Vorzugsweise weist die Reibmittelaufbringung einen oder mehrere Düsenbalken auf, die sich in Breitenrichtung des Walzprodukts erstrecken und die Düsen tragen. Mehrere Düsen können auf diese Weise gemeinsam mit dem reibungserhöhenden Mittel versorgt werden und die zu behandelnden Bereiche in Breitenrichtung, d.h. in der Haupterstreckungsrichtung des Walzspalts, überdecken.

[0022] Vorzugsweise weist die Vorrichtung ferner eine Anticrimpeinrichtung mit einer oder mehreren Anticrimprollen auf, die eingerichtet sind, um das Walzprodukt relativ zum Walzspalt anzuheben. Auf diese Weise wird die Gefahr eines sogenannten Fließens und einer Verzerrung der gewünschten durch die Arbeitswalzen aufzubringenden Oberflächenstruktur vermindert. Die Anticrimpeinrichtung kann ferner zur Einstellung des gewünschten Bandzugs genutzt werden oder zu diesem Zweck mitwirken. Die Anticrimpeinrichtung ist vorzugsweise sowohl bandeinlaufseitig als auch bandauslaufseitig bezüglich des Walzspalts installiert.

[0023] Vorzugsweise weist die Vorrichtung ferner eine oder mehrere Antriebsrollen auf, die eingerichtet sind, um das Walzprodukt in Förderrichtung zu transportieren und gegebenenfalls gemeinsam mit der Anticrimpeinrichtung den gewünschten Bandzug aufzubauen. Zu diesem Zweck verläuft das Walzprodukt vorzugsweise zickzack- bzw. S-förmig um die Antriebsrollen. Wie im Fall der Anticrimpeinrichtung sind Antriebsrollen vorzugsweise nicht nur bandeinlaufseitig, sondern auch bandauslaufseitig installiert, beispielsweise vier Antriebsrollen auf jeder Seite.

[0024] Als reibungserhöhendes Mittel kommt vorzugsweise eine Emulsion oder Suspension in Betracht. Die Emulsion oder Suspension umfasst vorzugsweise eine flüssige Hauptkomponente, beispielsweise Wasser oder ein Walzöl mit vollentsalztem Wasser (VE Wasser), und reibungserhöhende Partikel, wie beispielsweise Mikro- bzw. Nanopartikel von beispielsweise 0,1 µm bis 10 µm Durchmesser. Auf diese Weise kann die Reibmittelbereitstellung ein kostengünstiges, sprühfähiges und wirksames reibungserhöhendes Mittel bereitstellen.

[0025] Die oben genannte Aufgabe wird ferner durch ein Verfahren zum Walzen eines bandförmigen Walzprodukts, insbesondere in einer Dressierwalzanlage, Kaltwalzanlage oder kontinuierlichen Durchlaufglühanlage (mit/ohne Schmelztaucheinrichtung) mit integriertem Dressiergerüst, gelöst, wobei das Verfahren aufweist: Fördern des Walzprodukts durch einen Walzspalt, ausgebildet durch zwei Arbeitswalzen eines Walzgerüsts, entlang einer Förderrichtung, wodurch das Walzprodukt

umgeformt wird; und Applizieren eines reibungserhöhenden Mittels flüider Form auf zumindest eine Oberfläche der Arbeitswalzen und/oder des Walzprodukts, um den Reibungskoeffizienten zwischen den Arbeitswalzen und dem Walzprodukt im Walzspalt zu erhöhen.

[0026] Die Merkmale, technischen Wirkungen, Vorteile sowie Ausführungsbeispiele, die in Bezug auf die Vorrichtung beschrieben wurden, gelten analog für das Verfahren.

[0027] Vorzugsweise erfolgt die Einstellung des Dressiergrades direkt über eine Dressiergradregelung und vorzugsweise indirekt über eine Anhebung des Reibungskoeffizienten durch das reibungserhöhende Mittel.

[0028] Die spezifische Walzkraft wird durch größere Arbeitswalzendurchmesser herabgesetzt, unter der Randbedingung von gleichen Dressierwalzen-Rauheitskennwerten. Somit kann eine Reduzierung der spezifischen Walzkraft über die Anhebung der Arbeitswalzendurchmesser unterstützt werden, wobei Arbeitswalzendurchmesser von mehr als 650 mm, vorzugsweise 700 mm oder mehr realisierbar sind. Besonders geeignet sind Arbeitswalzendurchmesser über 715 mm.

[0029] Vorzugsweise wird die Walzkrafthöhung über die Anhebung der Prozessgeschwindigkeit beim Dressieren unterstützt, etwa über eine Schlingenspeicher-Füllstandregelung vor dem Walzgerüst. Geeignete Prozessgeschwindigkeiten betragen 100 m/min oder mehr, vorzugsweise 120 m/min oder mehr, 130 m/min oder mehr, bis hin zu ca. 180 m/min.

[0030] Stahlsorten, die von der vorliegenden Reibwerterhöhung besonders profitieren, sind: Sondertiefziehgüten (DX54D, DX55D, DC04, DC05, CR3); Spezialtiefziehgüten (DX56D, DC06, CR4); Supertiefziehgüten (DX57D, DC07, CR5) und Ultratiefziehgüten (DX58D, DC08, CR6 (noch nicht genormt)) sowie Extremumformgüten (DX59D, DC09, CR6 (noch nicht genormt)).

[0031] Weitere Vorteile und Merkmale der vorliegenden Erfindung sind aus der folgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele ersichtlich. Die darin beschriebenen Merkmale können alleinstehend oder in Kombination mit einem oder mehreren der oben dargelegten Merkmale umgesetzt werden, insofern sich die Merkmale nicht widersprechen. Die folgende Beschreibung der bevorzugten Ausführungsbeispiele erfolgt dabei unter Bezugnahme auf die begleitenden Zeichnungen.

Kurze Beschreibung der Figuren

[0032] Bevorzugte weitere Ausführungsbeispiele der Erfindung werden durch die nachfolgende Beschreibung der Figuren näher erläutert. Dabei zeigen:

Figur 1 schematisch ein Walzgerüst zum Walzen eines bandförmigen Walzprodukts mit einer Reibwerterhöhungseinrichtung;

Figur 2 einen Graphen, der die Abhängigkeit der

Walzkraft als Funktion des Reibungskoeffizienten für verschiedene Umformungsgrade darstellt;

Figur 3 einen Graphen, der den Einfluss des Dressierwalzendurchmessers auf die spezifische Walzkraft bei gleichen Dressierwalzen-Rauheitskennwerten darstellt; und

Figur 4 einen Graphen, der den Einfluss der Viskosität auf den Reibungskoeffizienten darstellt.

Detaillierte Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele

[0033] Im Folgenden werden bevorzugte Ausführungsbeispiele anhand der Figuren beschrieben.

[0034] Die Figur 1 ist eine schematische Ansicht einer Vorrichtung 1 zum Walzen eines in einer Förderrichtung F transportierbaren, bandförmigen Walzprodukts B.

[0035] Die Vorrichtung 1 umfasst gemäß dem Ausführungsbeispiel ein Walzgerüst 10, das als Vierwalzen-Gerüst (Quarto-Dressierwalzgerüst) konzipiert ist, insbesondere zum Walzen eines Kaltbandes und zur Verwendung in einem Dressierwalzwerk. Allerdings kann die Vorrichtung 1 auch einen anderen Aufbau aufweisen und/oder für eine andere Anwendung ausgelegt sein.

[0036] Das Walzgerüst 10 des vorliegenden Ausführungsbeispiels weist zwei parallel verlaufende, gegenüberliegende Arbeitswalzen 11, die einen Walzspalt S ausbilden, sowie zwei zugehörige Stützwalzen 12 auf, die entsprechend mit den Arbeitswalzen 11 in Kontakt stehen, um die Arbeitswalzen 11 zu stützen und eine Durchbiegung der Arbeitswalzen 11 unter Last zu vermeiden oder zumindest zu begrenzen.

[0037] Die Arbeitswalzen 11 sind vorzugsweise strukturiert, d.h. deren Walzflächen umfassen eine Textur, die (genauer gesagt, deren Negativ) durch das Walzen auf das Walzprodukt B übertragen wird. Ein solches Dressierwalzen, bei dem das Walzprodukt nur eine geringe Längung erfährt, kann verschiedene Funktionen haben. So lassen sich etwaige Bandunplanheiten, beispielsweise entstanden während eines Glühprozesses oder des Nachwalzens, beseitigen. Das Dressierwalzen kann die mechanischen Eigenschaften des Walzprodukts B verändern, beispielsweise die Umformfähigkeit (Tiefzieh- und/oder Streckzieheigenschaften) des Produkts verbessern. Durch das Dressierwalzen lässt sich zudem die gewünschte Rauigkeit und Oberflächenstruktur des Walzprodukts B durch Verwendung entsprechend strukturierter Arbeitswalzen 11 einstellen.

[0038] Die Vorrichtung 1 kann ferner eine Anticrimpeinrichtung 20 mit einer oder mehreren Anticrimprollen 21 aufweisen, die eingerichtet sind, um das Walzprodukt B relativ zum Walzspalt S anzuheben, wodurch die Gefahr eines sogenannten Fließens und einer Verzerrung der gewünschten durch die Arbeitswalzen 11 aufzubringenden Oberflächenstruktur vermindert wird. Die Anticrimpeinrichtung 20 kann ferner zur Einstellung des gewünschten Bandzugs eingerichtet sein oder zu diesem Zweck mitwirken. Im Ausführungsbeispiel der Figur 1 ist der Übersichtlichkeit halber nur auf der Bandeinlaufseite eine Anticrimpeinrichtung 20 eingezeichnet; allerdings ist eine solche Anticrimpeinrichtung 20 vorzugsweise auch auf der Bandauslaufseite, d.h. hinter dem Walzgerüst 10 installiert.

[0039] Die Vorrichtung 1 umfasst üblicherweise mehrere Antriebsrollen 31, die eingerichtet sind, um das Walzprodukt B in Förderrichtung F zu transportieren und gegebenenfalls gemeinsam mit der Anticrimpeinrichtung 20 den gewünschten Bandzug aufzubauen. Zu diesem Zweck verläuft das Walzprodukt B zickzack- bzw. S-förmig um die Antriebsrollen 31. Auch wenn in der Figur 1 nur zwei Antriebsrollen 31 gezeigt sind, können weitere Antriebsrollen und/oder Umlenkrollen installiert sein. Wie im Fall der Anticrimpeinrichtung 20 sind Antriebsrollen 31 vorzugsweise nicht nur bandeinlaufseitig, sondern auch bandauslaufseitig installiert, wenngleich der Übersichtlichkeit halber in der Figur 1 nicht gezeigt.

[0040] Die Vorrichtung 1 weist eine Reibwerterhöhungseinrichtung 40 auf, die eingerichtet ist, um den Reibungskoeffizienten zwischen den Arbeitswalzen 11 und dem Walzprodukt B im Walzspalt S zu erhöhen.

[0041] Zu diesem Zweck umfasst die Reibwerterhöhungseinrichtung 40 eine Reibmittelbereitstellung 41, die ein reibungserhöhendes Mittel 42 fluider Form, hierin auch als "Multifunktionsfluid" bezeichnet, bereitstellt. Die Reibmittelbereitstellung 41 ist in der Figur 1 schematisch eingezeichnet. Die Reibmittelbereitstellung 41 kann ein Tank bzw. Reservoir und/oder einen Mischer zum Anmischen des Mittels oder dergleichen umfassen, um das reibungserhöhende Mittel 42 zur Verfügung zu stellen.

[0042] Als reibungserhöhendes Mittel 42 kommt vorzugsweise eine Emulsion oder Suspension mit einer flüssigen Komponente, beispielsweise Wasser oder Walzöl mit VE Wasser, und reibungserhöhenden Partikeln, wie beispielsweise Mikro- bzw. Nanopartikel von weiter beispielsweise 0,1 µ bis 10 µm Durchmesser, in Betracht.

[0043] Die Reibwerterhöhungseinrichtung 40 umfasst ferner eine Reibmittelaufbringung 43, die mit der Reibmittelbereitstellung 41 in Fluidkommunikation steht, beispielsweise über eine geeignete Verrohrung, und eingerichtet ist, um das reibungserhöhende Mittel 42 auf die Arbeitswalzen 11 und/oder auf die zu walzenden Flächen des Walzprodukts B aufzubringen. Vorzugsweise wird das reibungserhöhende Mittel 42 auf die zu benetzenden Flächen aufgesprüht, allerdings kann das reibungserhöhende Mittel 42 prinzipiell auch auf andere Weise appliziert und gegebenenfalls verteilt werden, beispielsweise durch Tauchen.

[0044] Im Fall des Sprühens umfasst die Reibmittelaufbringung 43 eine oder vorzugsweise mehrere Düsen 43a, die eingerichtet sind, um das reibungserhöhende Mittel 42 auf die Arbeitswalzen 11 und/oder auf die zu walzenden Flächen des Walzprodukts B aufzusprühen. Vorzugsweise sind die Düsen 43a auf die Arbeits-

walzen 11 gerichtet, so dass das reibungserhöhende Mittel 42 größtenteils oder im Wesentlichen vollständig auf die Oberflächen der Arbeitswalzen 11 gelangt. Auf diese Weise findet neben der Hauptwirkung, d.h. der Reibungserhöhung im Walzspalt S, zudem eine Reinigung der Arbeitswalzen 11 statt. Ferner wird das reibungserhöhende Mittel 42 im Vergleich zu einer unmittelbaren Besprühung des Walzprodukts B effizienter genutzt, da weniger Verluste durch seitliches Abfließen und dergleichen entstehen.

[0045] Die Düsen 43a können in entsprechenden Düsenbalken 43b installiert sein, die sich in Breitenrichtung des Walzprodukts B, d.h. senkrecht zur Zeichnungsebene der Figur 1, erstrecken.

[0046] Eine auslaufseitige Benetzung der Arbeitswalzen 11 mit dem reibungserhöhenden Mittel 42 oder einem anderen Fluid, beispielsweise mit entionisiertem Wasser zur Reinigung, ist ebenfalls möglich, wenngleich in der Figur 1 der Übersichtlichkeit halber nicht dargestellt.

[0047] Durch Applizieren des reibungserhöhenden Mittels 42 auf Oberflächen der Arbeitswalzen 11 und/oder des Walzprodukts B mittels der Reibwerterhöhungseinrichtung 40 wird eine Erhöhung des Reibwertes bzw. Reibungskoeffizienten im Walzspalt S erzielt, was eine Erhöhung der Walzkraft zur Folge hat.

[0048] Die Figur 2 zeigt die prinzipielle Abhängigkeit der Walzkraft als Funktion des Reibungskoeffizienten für verschiedene Umformungsgrade. Daraus geht eine Erhöhung der Walzkraft bei Zunahme des Reibungskoeffizienten im Walzspalt S hervor.

[0049] Eine Erhöhung der Walzkraft wird insbesondere beim Dressieren des Walzprodukts B mit Umformgraden von beispielsweise 0,3 bis 1,5 % angestrebt. Für eine verbesserte Oberflächenqualität beispielsweise bei Automobil-Außenhautteilen, aber auch sichtbaren Automobil-Innenbauteilen, sowie weißer Ware für Haushaltsgeräte müssen die Walzproduktoberflächen eine bestimmte Topographie aufweisen und dabei definierte Rauheitskennwerte erfüllen. Diese Topographie wird final im Dressierstich aufgebracht. Für weiche Werkstoff (Streckgrenze/Dehngrenze ≤ 220 MPa) ist eine homogene Übertragung bei einem Mehrwalzendressiergerüst kaum oder nur unter äußerster Anpassung der Walzbedingungen möglich. Indem nun die Walzkraft durch Applizieren des reibungserhöhenden Mittels 42 vergrößert wird, lässt sich die Regelbarkeit insbesondere bei weichen Stahlsorten zur besseren Rauheitsübertragung der Arbeitswalzentopographie auf die Walzproduktoberflächen verbessern. Durch Verbesserung der Topographieübertragung zwischen Arbeitswalze 11 und Walzprodukt B kann eine Erhöhung des Dressiergrades vermieden werden, wodurch eine Verbesserung der mechanischen Eigenschaften des Walzprodukts B realisiert wird. Zudem erfolgen eine Vergleichmäßigung der Bandtopographie und damit eine Reduzierung der Qualitätskosten. Die bessere Regelbarkeit der Walzkraft zieht eine Vereinfachung der Handhabung und Regelung der Bandzü-

ge im Dressierprozess nach sich.

[0050] Stahlsorten, die von der vorliegenden Reibwerterhöhung besonders profitieren, sind: Sondertiefziehgüten (DX54D, DX55D, DC04, DC05, CR3); Spezialtiefziehgüten (DX56D, DC06, CR4); Supertiefziehgüten (DX57D, DC07, CR5) und Ultratiefziehgüten (DX58D, DC08, CR6 (noch nicht genormt) sowie Extremtiefziehgüten (DX59D, DC09, CR7 (noch nicht genormt)).

[0051] Die Figur 3 zeigt beispielhaft den Einfluss des Dressierwalzendurchmessers auf die spezifische Walzkraft. Daraus geht hervor, dass die spezifische Walzkraft durch größere Arbeitswalzendurchmesser herabgesetzt wird, unter der Randbedingung von gleichen Dressierwalzen-Rauheitskennwerten. Somit kann eine Reduzierung der spezifischen Walzkraft über die Anhebung der Arbeitswalzendurchmesser unterstützt werden, wobei Arbeitswalzendurchmesser von mehr als 650 mm, vorzugsweise 700 mm oder mehr realisierbar sind. Besonders geeignet sind Arbeitswalzendurchmesser über 715 mm.

[0052] Die Figur 4 zeigt schematisch den Einfluss der Viskosität auf den Reibungskoeffizienten. Daraus geht hervor, dass der Reibungskoeffizient durch Verwendung des Multifunktionsfluids gegenüber dem Stand der Technik angehoben werden kann.

[0053] Das Zusammenspiel von Dressierwalzendurchmesser und Fluidviskosität kann zur Optimierung des Walzergebnisses herangezogen und variiert werden.

[0054] Um das Ziel höherer Walzkraft ohne eine Anhebung des Dressiergrades zu erreichen, findet die Dressiergradregelung mit einem geeigneten reibungserhöhenden Mittel 42 Anwendung. Wenngleich eine Erhöhung der Walzkraft hervorgerufen wird, bleibt der Dressiergrad durch das Multifunktionsfluid in der Regel konstant auf dem Ausgangsniveau vor der Walzkrafterhöhung, was eine geringere Kaltverfestigung des Stahlbandes bewirkt, und dies wiederum führt zu einer geringeren Dehngrenzenerhöhung und damit zu einer geringeren Umformverschlechterung (durch Reduzierung der Gesamtdehnung und des Verfestigungsexponenten) bei Sicherstellung der gewünschten Rauheitskennwerte, wie beispielsweise R_a , R_{pC} und W_{sa} . Damit wird die Fertigung von Ultratiefziehgüten, wie etwa den noch nicht genormten DX58D, DX59D, DC08, DC09, CR6, CR7 deutlich vereinfacht oder sogar erst möglich.

[0055] Zur Verwirklichung einer Vorrichtung 1 mit einer Reibwerterhöhungseinrichtung 40 können herkömmliche Nassdressieranlagen einfach umgerüstet werden, indem die Reibmittelbereitstellung 41 ein Multifunktionsfluid 42 mit reibwerterhöhenden Zusätzen einlaufseitig bereitstellt.

[0056] Das Multifunktionsmittel (beispielsweise ein wasserlösliches Walzöl/Dressierwalzöl mit wässrigen Inhibitoren, Nanopartikel) reinigt gleichzeitig die Bandoberfläche und die Arbeitswalzen 11, verhindert in seiner Zusammensetzung und Anwendung ein Verharzen und Verkleben der beteiligten Oberflächen und gewährleistet

ein etwaiges nachgeschaltetes Phosphatieren und Lackieren der metallischen Oberflächen, vorzugsweise auch ohne weitere Oberflächenvorbehandlungen. Darüber hinaus werden eine entsprechende Schmierfähigkeit, ein Selbsttrockeneffekt für ein trockenes Oberflächenaussehen und ein hochwirksamer Korrosionsschutz realisiert.

[0057] Soweit anwendbar, können alle einzelnen Merkmale, die in den Ausführungsbeispielen dargelegt sind, miteinander kombiniert und/oder ausgetauscht werden, ohne den Bereich der Erfindung zu verlassen.

Bezugszeichenliste

[0058]

1	Vorrichtung zum Walzen eines bandförmigen Walzprodukts	
10	Walzgerüst	
11	Arbeitswalze	
12	Stützwalze	
20	Anticrimpeinrichtung	
21	Anticrimprolle	
31	Antriebsrolle	
40	Reibwerterhöhungseinrichtung	
41	Reibmittelbereitstellung	
42	Reibungserhöhendes Mittel	
43	Reibmittelaufbringung	
43a	Düse	
43b	Düsenbalken	
F	Förderrichtung	
B	Walzprodukt	
S	Walzspalt	

Patentansprüche

1. Vorrichtung (1) zum Walzen eines bandförmigen Walzprodukts (B), vorzugsweise in einer Dressierwalzanlage, Kaltwalzanlage oder kontinuierlichen Durchlaufglühanlage mit integriertem Dressiergerüst, wobei die Vorrichtung (1) aufweist:

zumindest ein Walzgerüst (10) mit zwei Arbeitswalzen (11), die einen Walzspalt (S) ausbilden, in dem das in einer Förderrichtung (F) transportierbare Walzprodukt (B) umformbar ist;

gekennzeichnet durch

eine Reibwerterhöhungseinrichtung (40), umfassend eine Reibmittelbereitstellung (41), eingerichtet zur Bereitstellung eines reibungserhöhenden Mittels (42) fluider Form, und eine Reibmittelaufbringung (43), die mit der Reibmittelbereitstellung (41) in Fluidkommunikation steht und eingerichtet ist, um das reibungserhöhende Mittel (42) auf zumindest eine Oberfläche der Arbeitswalzen (11) und/oder des Walzprodukts

(B) aufzubringen, wodurch die Reibwerterhöhungseinrichtung (40) eingerichtet ist, um den Reibungskoeffizienten zwischen den Arbeitswalzen (11) und dem Walzprodukt (B) im Walzspalt (S) zu erhöhen.

2. Vorrichtung (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine oder beide Arbeitswalzen (11) texturiert sind, so dass das Negativ deren Textur durch das Walzen auf das Walzprodukt (B) übertragbar ist.

3. Vorrichtung (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Reibmittelaufbringung (43) eingerichtet ist, um das reibungserhöhende Mittel (42) einlaufseitig bezüglich des Walzspalts (S) auf die zumindest eine Oberfläche der Arbeitswalzen (11) und/oder des Walzprodukts (B) aufzubringen.

4. Vorrichtung (1) nach einem der vorigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Reibmittelaufbringung (43) eine oder mehrere Düsen (43a) aufweist, die eingerichtet sind, um das reibungserhöhende Mittel (42) auf die zumindest eine Oberfläche der Arbeitswalzen (11) und/oder des Walzprodukts (B) aufzusprühen, wobei die Düsen (43a) vorzugsweise so auf eine oder beide Arbeitswalzen (11) gerichtet sind, dass das reibungserhöhende Mittel (42) größtenteils oder im Wesentlichen vollständig auf die entsprechenden Oberflächen der Arbeitswalzen (11) gelangt.

5. Vorrichtung (1) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Reibmittelaufbringung (43) einen oder mehrere Düsenbalken (43b) aufweist, die sich in Breitenrichtung des Walzprodukts (B) erstrecken und die Düsen (43a) tragen.

6. Vorrichtung (1) nach einem der vorigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** diese ferner eine Anticrimpeinrichtung (20) mit einer oder mehreren Anticrimprollen (21) aufweist, die eingerichtet sind, um das Walzprodukt (B) relativ zum Walzspalt (S) anzuheben.

7. Vorrichtung (1) nach einem der vorigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** diese ferner eine oder mehrere Antriebsrollen (31) aufweist, die eingerichtet sind, um das Walzprodukt (B) in Förderrichtung (F) zu transportieren.

8. Vorrichtung (1) nach einem der vorigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das reibungserhöhende Mittel eine Emulsion oder Suspension ist.

9. Vorrichtung (1) nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Emulsion oder Suspension eine

flüssige Hauptkomponente, vorzugsweise Wasser oder ein Walzöl mit vollentsalztem Wasser, und reibungserhöhende Partikel, vorzugsweise Mikro- oder Nanopartikel von beispielsweise 0,1 μ bis 10 μ m Durchmesser, umfasst.

5

10. Verfahren zum Walzen eines bandförmigen Walzprodukts (B), vorzugsweise in einer Dressierwalzanlage, Kaltwalzanlage oder kontinuierlichen Durchlaufglühanlage mit integriertem Dressiergerüst, wobei das Verfahren aufweist:

10

Fördern des Walzprodukts (B) durch einen Walzspalt (S), ausgebildet durch zwei Arbeitswalzen (11) eines Walzgerüsts (10), entlang einer Förderrichtung (F), wodurch das Walzprodukt (B) umgeformt wird; und Applizieren eines reibungserhöhenden Mittels (42) fluider Form auf zumindest eine Oberfläche der Arbeitswalzen (11) und/oder des Walzprodukts (B), um den Reibungskoeffizienten zwischen den Arbeitswalzen (11) und dem Walzprodukt (B) im Walzspalt (S) zu erhöhen.

15

20

11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** das reibungserhöhende Mittel (42) eine Emulsion oder Suspension ist.

25

12. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Emulsion oder Suspension eine flüssige Hauptkomponente, vorzugsweise Wasser oder ein Walzöl mit vollentsalztem Wasser, und reibungserhöhende Partikel, vorzugsweise Mikro- oder Nanopartikel von beispielsweise 0,1 μ bis 10 μ m Durchmesser, umfasst.

30

35

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einstellung des Dressiergrades direkt über eine Dressiergradregelung erfolgt und vorzugsweise indirekt über eine Anhebung des Reibungskoeffizienten durch das reibungserhöhende Mittel (42).

40

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Arbeitswalzen (11) einen Durchmesser von über 650 mm, vorzugsweise über 700 mm, besonders bevorzugt über 715 mm aufweisen.

45

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Walzkrafterhöhung über die Anhebung der Prozessgeschwindigkeit beim Dressieren unterstützt wird, vorzugsweise über eine Schlingenspeicher-Füllstandregelung vor dem Walzgerüst (10).

50

55

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Walzprodukt (B)

ein Stahlband ist, vorzugsweise aus einer der folgenden Stahlsorten: DX54D, DX55D, DX56D, DX57D DX58D, DX59D, DC04, DC05, DC06, DC07, DC08, DC09, CR3, CR4, CR5, CR6, CR7.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** dieses mit einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7 durchgeführt wird.

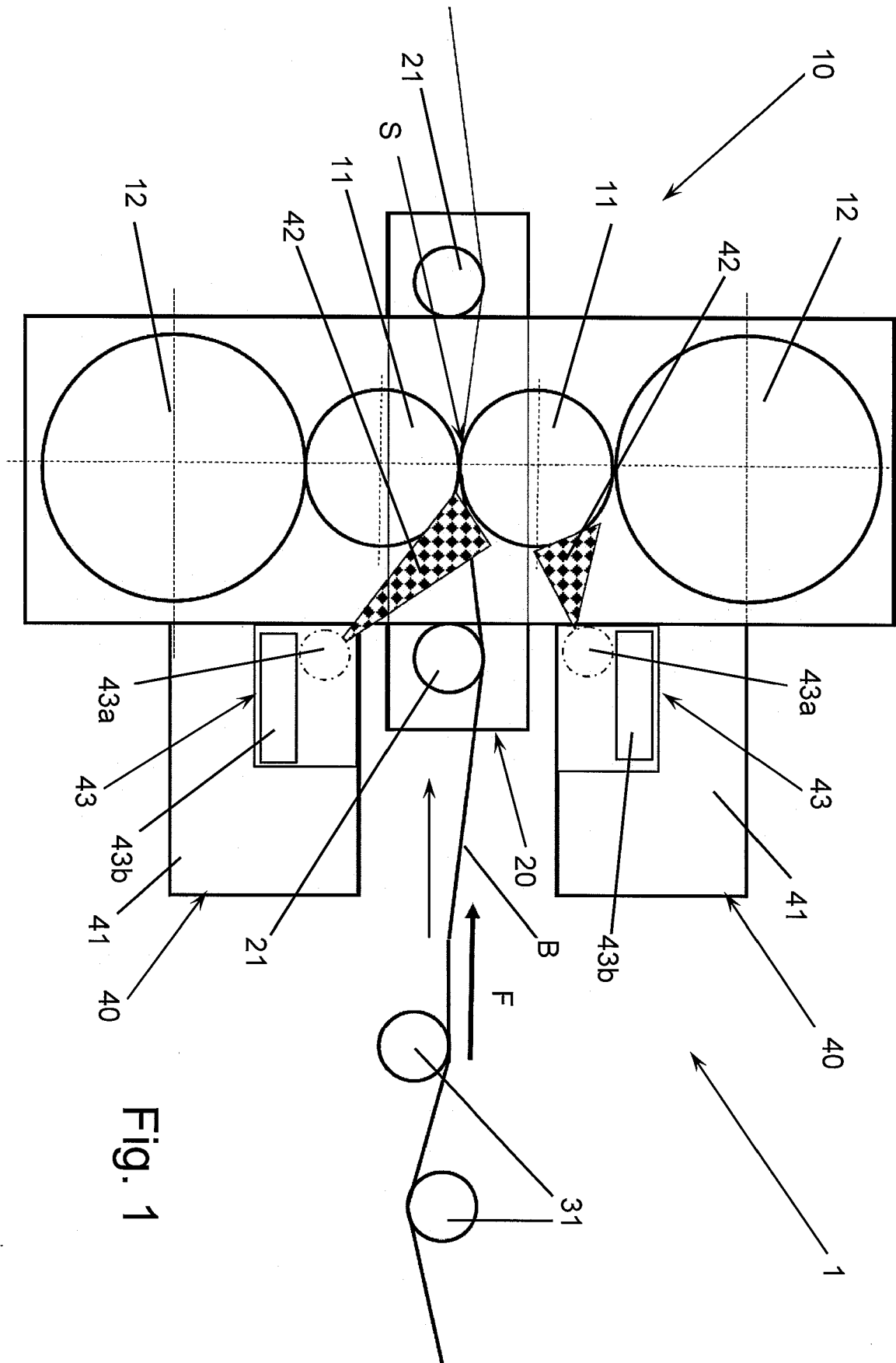


Fig. 1

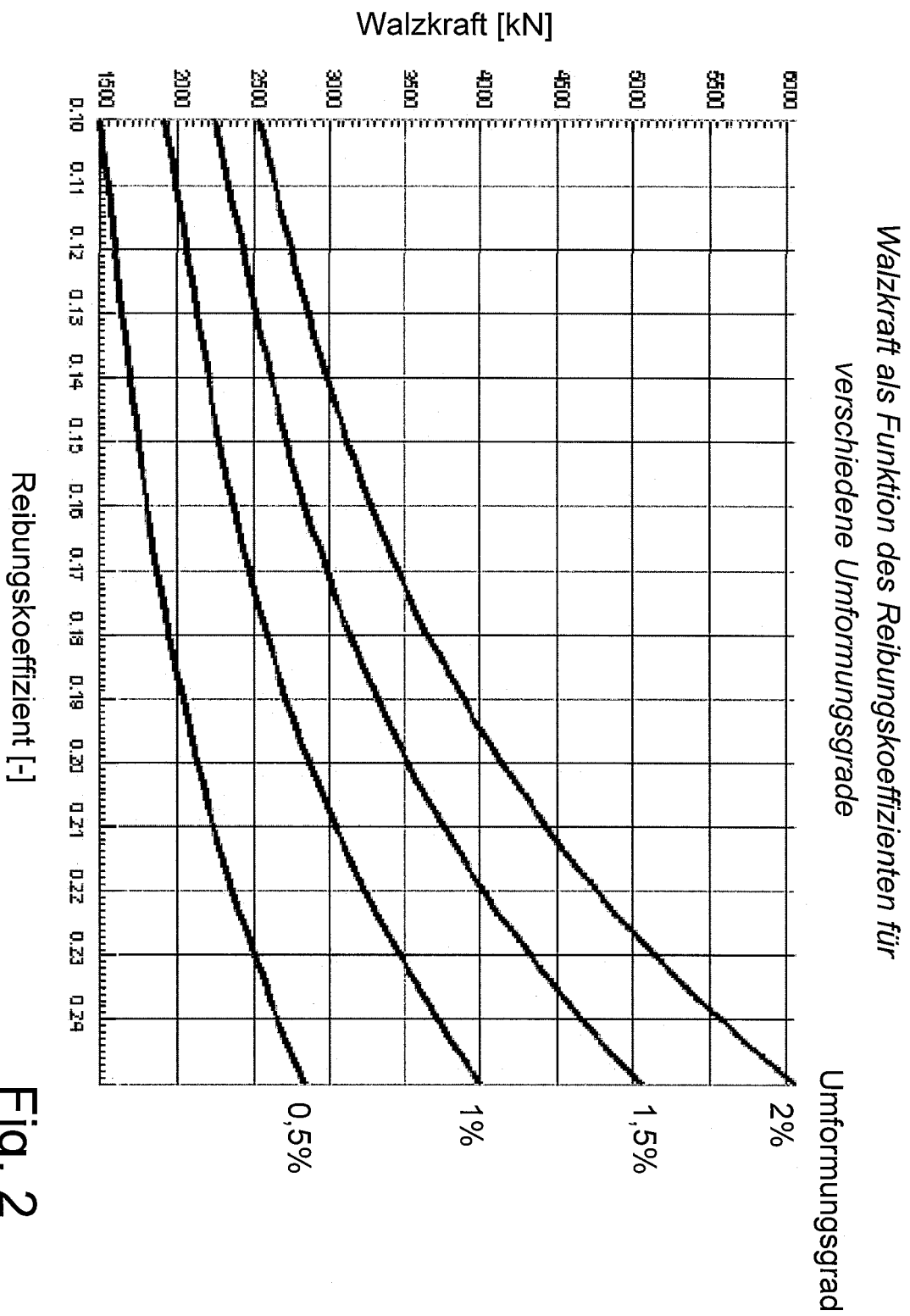


Fig. 2

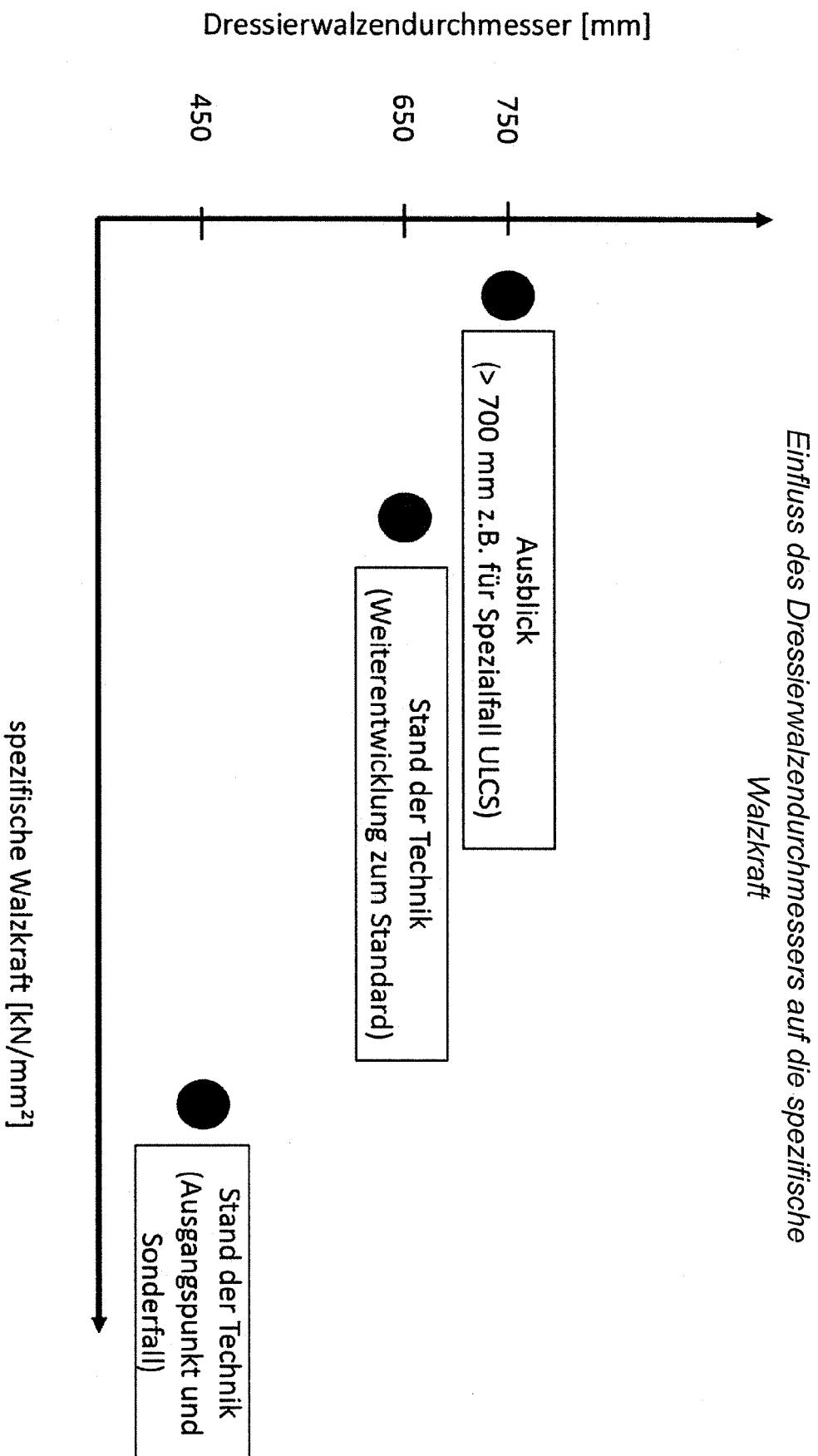


Fig. 3

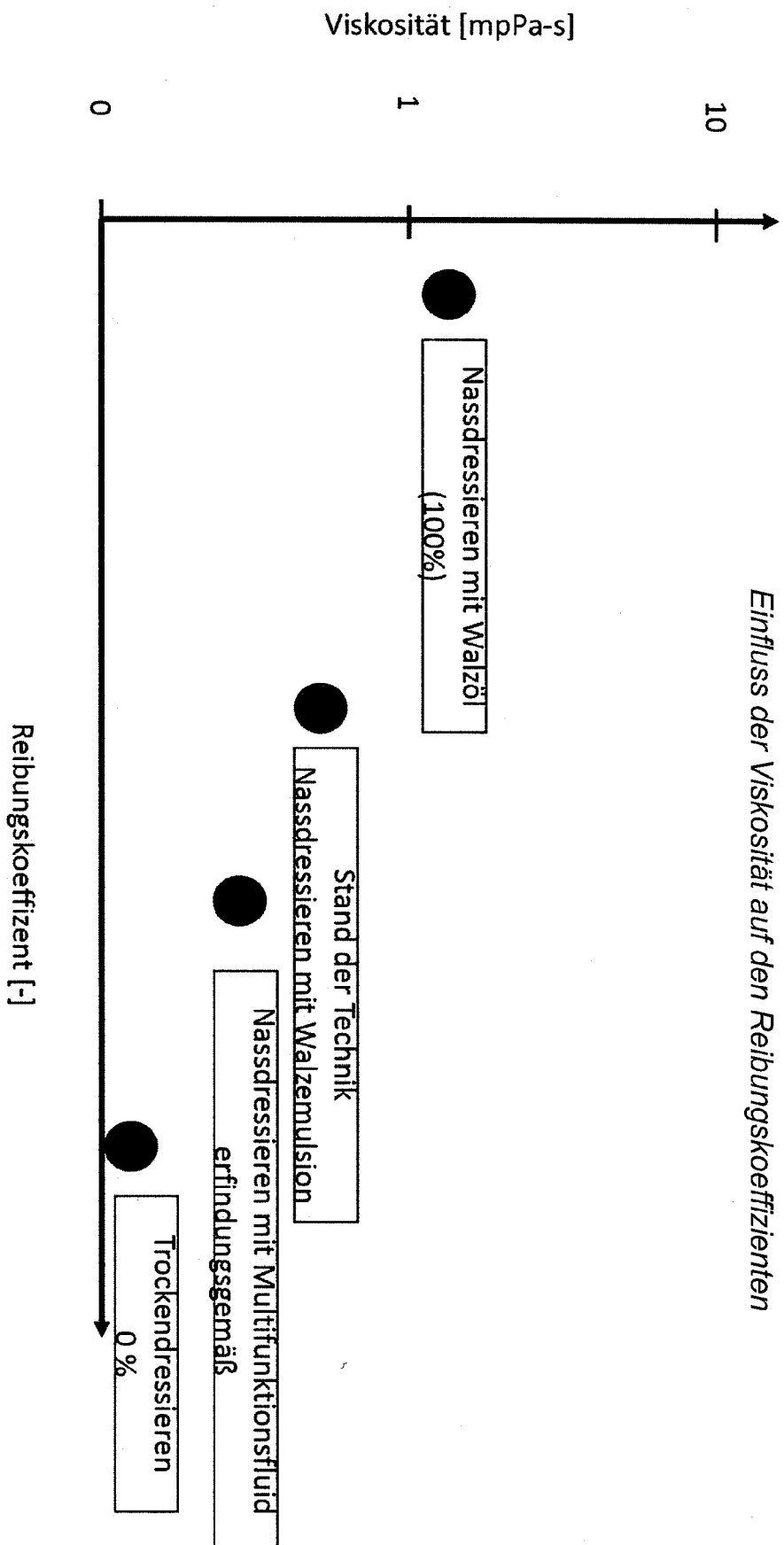


Fig. 4



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 22 15 2251

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	JP S61 86004 A (NIPPON STEEL CORP) 1. Mai 1986 (1986-05-01)	1-5, 7, 8, 10, 11, 13, 14, 16, 17	INV. B21B1/22 B21B45/00
Y	* Absatz [0001]; Abbildungen 1-3 * -----	6, 15	
X	JP H06 122002 A (KAWASAKI STEEL CO; KYODO YUSHI) 6. Mai 1994 (1994-05-06)	1-4, 7-14, 16, 17	
Y	* Absatz [0010]; Abbildungen 1, 3, 4 * -----	6, 15	
X	EP 3 698 895 A1 (BWG BERGWERK & WALZWERK MASCHB GMBH [DE]) 26. August 2020 (2020-08-26) * Absatz [0031] - Absatz [0032]; Abbildungen 1, 2 *	1, 7	
Y	ZIMNIK W ET AL: "MODERNISIERUNG DE HORIZONTAL-FEUERVERZINKUNGSANLAGE BEI DER PREUSSAG STAHL AG", STAHL UND EISEN,, Bd. 118, Nr. 6, 16. Juni 1998 (1998-06-16) , Seiten 55-61, 147, XP000769954, ISSN: 0340-4803 * Abbildung 13 *	6	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) B21B
Y	WEBER F: "AKTUELLE ENTWICKLUNGEN BEI DER KALTWALZERZEUGUNG", STAHL UND EISEN,, Bd. 110, Nr. 3, 14. März 1990 (1990-03-14) , Seiten 45-51, 173, XP000135337, ISSN: 0340-4803 * Abbildung 9 *	6	
Y	DE 31 06 811 A1 (KLOECKNER WERKE AG [DE]) 2. September 1982 (1982-09-02) * Abbildung 1 *	15	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 1. Juni 2022	Prüfer Frisch, Ulrich
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE 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		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, 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	

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

EP 22 15 2251

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente 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.

01-06-2022

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP S6186004 A	01-05-1986	KEINE	
JP H06122002 A	06-05-1994	KEINE	
EP 3698895 A1	26-08-2020	DE 102019104302 A1	20-08-2020
		EP 3698895 A1	26-08-2020
		MA 53241 A	02-06-2021
DE 3106811 A1	02-09-1982	KEINE	

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 3734090 A1 [0004]