

(19)



(11)

EP 1 961 848 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
14.07.2010 Patentblatt 2010/28

(51) Int Cl.:
D01G 31/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **07003699.1**

(22) Anmeldetag: **23.02.2007**

(54) Vorrichtung zum Erkennen und Ausscheiden von Fremdstoffen

Device for detecting and removing foreign matter

Dispositif pour détecter et éliminer les corps étrangers

(84) Benannte Vertragsstaaten:
CH DE IT LI

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
27.08.2008 Patentblatt 2008/35

(73) Patentinhaber: **Fuchs, Rudolf**
9501 Wil (CH)

(72) Erfinder: **Krause, Axel**
9650 Nesslau (CH)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A1- 2 129 038 DE-U1- 29 719 245

EP 1 961 848 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Erkennen und Ausscheiden von Fremdstoffen aus einem Materialstrom gemäss dem Oberbegriff von Anspruch 1. Derartige Vorrichtungen werden in erster Linie in Spinnereien zum Reinigen von Rohbaumwolle eingesetzt. Diese Rohbaumwolle kann häufig mit für den Spinnprozess unerwünschten Fremdstoffen durchsetzt sein. Fremdstoffe können beispielsweise Schnüre, Jutefetzen oder andere Gewebefetzen, Kunststofffolien oder Materialteilchen sein.

[0002] Eine gattungsmässig vergleichbare Vorrichtung ist beispielsweise in der Dissertation von Jürg Uhlmann, "Fremdstofferkennung in der Rohbaumwolle", Zürich 1996, in Kap. 5.1 und anhand Fig. 5.1 beschrieben worden. Dabei werden die Baumwollflocken in einem pneumatischen Förderstrom durch einen Präsentationsskanal geführt und mit Hilfe eines "Flying-Spot-Scanners" überwacht. Zum zeilenweisen Abscannen des Materialstroms ist ein prismatisch ausgebildetes Spiegelrad vorgesehen, auf das eine Lichtquellenanordnung mit Lasern und eine Sensoranordnung gerichtet sind, wobei die Laserstrahlen durch Strahleinkopplung in Richtung des Spiegelrads gebracht werden. Dabei sind die Lichtquellen und die Sensoren in einer Draufsicht in Bezug auf das Spiegelrad etwa rechtwinklig zueinander angeordnet. In der Praxis hat sich gezeigt, dass diese Anordnung verhältnismässig viel Platz benötigt. Wegen der Verwendung halbdurchlässiger Spiegel für die Strahleinkopplung treten Verluste auf, was sich nachteilig auf den optischen Wirkungsgrad auswirkt.

[0003] Es ist daher eine Aufgabe der Erfindung, die Nachteile des Bekannten zu vermeiden, insbesondere eine Vorrichtung der eingangs genannten Art zu schaffen, die wenig Platz benötigt. Insbesondere soll sich die Erkennungseinheit durch eine kompakte Bauweise auszeichnen. Diese Aufgabe wird erfindungsgemäss mit einer Vorrichtung gelöst, die die Merkmale im Anspruch 1 aufweist.

[0004] Dadurch dass die wesentlichen Komponenten (d.h. die Bestrahlungseinrichtung, die Sensoreinrichtung und der Polygonspiegel) auf einer Linie angeordnet sind, kann die Erkennungseinheit schlank ausgeführt werden. Die Anordnung zeichnet sich weiter durch einen hohen optischen Wirkungsgrad aus. Ein weiterer Vorteil der Anordnung ist, dass Beleuchtung und Abbildung in jeder Spiegelradposition deckungsgleich sind. Der Strahl der Bestrahlungseinrichtung kann direkt oder indirekt vom Polygonspiegel in Richtung des Materialstroms abgelenkt oder geführt werden. Der Materialstrom kann in einer Transportleitung pneumatisch gefördert werden. Der Materialstrom könnte aber z.B. auch als Vlies auf einem Förderband transportiert werden. Die Vorrichtung eignet sich insbesondere auch zum Abscannen eines solchen Materialstroms im Bereich einer Öffnungswalze in der Spinnereivorbereitung.

[0005] Beim Polygonspiegel kann es sich um einen

prismatischen Körper handeln, dessen einzelne Spiegelflächen sich parallel zur Drehachse erstrecken. Es wäre aber auch denkbar, dass das Polygonspiegelrad pyramidenartig oder pyramidenstumpfförmig ausgebildet ist, wobei die einzelnen Spiegelflächen ersichtlicherweise zur Drehachse geneigt sind. Durch den Neigungswinkel kann der Grad der Ablenkung eines auftreffenden Lichtstrahls bestimmt werden. In bestimmten Fällen wäre es sogar denkbar, die Oberflächen der einzelnen Spiegel leicht konkav oder konvex auszubilden.

[0006] In einer ersten Ausführungsform enthält die Bestrahlungseinrichtung eine Strahlungsquelle zum Erzeugen einer Strahlung und wenigstens einen Hohlspiegel zum Ausrichten und Bündeln der Strahlung entlang der Strahlungsachse zum Polygonspiegel. Selbstverständlich könnte alternativ zum Ausrichten und Bündeln der Strahlung auch eine Linse oder ein Linsensystem vorgesehen werden. Die Strahlungsquelle kann Licht wie beispielsweise sichtbares Licht, UV-Licht oder Infrarot, insbesondere nahes Infrarot (NIR) emittieren. Die Wellenlänge der Strahlung ist jeweils so auszuwählen, dass eine optimale Differenzierung zwischen dem Gutmaterial und dem zu eliminierenden Fremdstoff erreicht wird. Das Ausrichten und Bündeln der Strahlung kann dabei vorzugsweise derart erfolgen, dass sie bei Erreichen des Materialstroms nahezu punktförmig ist oder im Querschnitt wenigstens eine Ausdehnung in der Grössenordnung der zu erkennenden Partikel aufweist. Auf diese Weise lassen sich Fremdstoffe im Materialstrom präzise lokalisieren.

[0007] Als Sensoren kommen beispielsweise einzelne oder array-förmige elektromagnetische bzw. optoelektronische Sensoren (z.B. also Einzelsensoren oder Matrixsensoren) in Frage.

[0008] Vorteilhaft weist die Bestrahlungseinrichtung weiter einen Rückseiten-Reflektor auf, mit dem ein rückseitiger Teil der Strahlung in Richtung des Hohlspiegels führbar bzw. reflektierbar ist. Der Rückseiten-Reflektor kann dabei bevorzugt ebenfalls als Hohlspiegel ausgebildet sein. Neben der Funktion der Lichtbündelung hat der Rückseiten-Reflektor weiterhin den Vorteil, dass die Sensoreinrichtung im durch diesen geschaffenen Lichtschatten angeordnet ist. Dadurch ist die Sensoreinrichtung von störenden Strahlungseinflüssen durch direkte Bestrahlung von der Strahlungsquelle auf einfache Art und Weise geschützt.

[0009] Weiter kann es vorteilhaft sein, wenn der Rückseiten-Reflektor zwischen der Sensoreinrichtung und dem Hohlspiegel angeordnet ist, wobei die Distanz (D1) zwischen einem Sensoreingang der Sensoreinrichtung und der Strahlungsquelle kleiner als die Distanz (D2) zwischen der Strahlungsquelle und dem Hohlspiegel ist. Der Sensoreingang kann beispielsweise durch eine am vorderen Ende der Sensoreinrichtung angeordnete Linse vorgegeben sein. Besonders bevorzugt kann es sein, wenn $C1$ kleiner als $0.9 D2$, vorzugsweise kleiner als $0.75 D2$ ist und besonders bevorzugt etwa $2/3 D2$ beträgt.

[0010] Vorteilhaft kann es weiter sein, wenn der Rück-

seiten-Reflektor etwa unmittelbar neben der Strahlungsquelle angeordnet ist. Bei einer Punktlichtquelle als Strahlungsquelle kann die Distanz (D3) zwischen dem Rückseiten-Reflektor und der Punktlichtquelle zum Beispiel weniger als 20 mm betragen. Die Strahlungsquelle befindet sich zwischen dem Hohlspiegel und dem Rückseiten-Reflektor, wobei der Rückseiten-Reflektor vorzugsweise also nahezu unmittelbar neben der Strahlungsquelle angeordnet ist.

[0011] Vorteilhaft kann es sein, wenn die Strahlungsquelle eine Halogenlampe mit einem Wendel ist. Derartige Lampen eignen sich besonders gut als Punktlichtquellen. Selbstverständlich wären aber auch andere Lampen oder weitere Strahlungsquellen denkbar.

[0012] Die Distanz (D3) zwischen der Strahlungsquelle und dem als sphärischen Hohlspiegel ausgebildeten Rückseiten-Reflektor kann etwa dem Radius des Hohlspiegels entsprechen.

[0013] Die Spiegelflächen des Polygonspiegels, die Reflexionsflächen des Hohlspiegels und/oder die Reflexionsflächen des Rückseiten-Reflektors können versilbert, aluminisiert oder vergoldet sein. Andere spiegelnde metallische Oberflächen sind aber ebenfalls denkbar. Vergoldete Oberflächen sind insbesondere deshalb vorteilhaft, weil sie chemisch resistent sind und auch unter schwierigen äusseren Umweltbedingungen funktionieren (kein Anlaufen).

Weitere Vorteile können erzielt werden, wenn die einzelnen Spiegelflächen des Polygonspiegels mit einem Polarisationsfilter versehen sind, und zwar vorzugsweise derart, dass jede Spiegelfläche eine unterschiedliche Polarisationsrichtung aufweist. Das Spiegelrad könnte beispielsweise fünf Einzelspiegel aufweisen, von denen einer ohne Polarisationsfilter verbleibt und vier mit je einem unterschiedlichen Polarisationsfilter versehen sind. Die Drehzahl dieses Spiegelrades könnte derart gewählt werden, dass jeweils eine Zeile am Materialstrom mit verschiedenen Polarisationsrichtungen abgescannet wird. Damit könnte die Erkennbarkeit von Fremdstoffen, insbesondere von Plastikfolien erheblich verbessert werden.

[0014] Eine vorteilhafte Anordnung der Erkennungseinheit in der Vorrichtung ergibt sich, wenn die Anordnung aus Bestrahlungseinrichtung und Sensoreinrichtung derart an einem Beobachtungskanal zum Durchführen des Materialstroms angeordnet ist, dass der vom Polygonspiegel abgelenkte Strahl von der Bestrahlungseinrichtung in einem spitzen Neigungswinkel entlang der Oberseite des Beobachtungskanals verläuft. Dieser Neigungswinkel kann dabei vorzugsweise kleiner als 10° und besonders bevorzugt kleiner als 5° sein. Selbstverständlich könnte der vom Polygonspiegel abgelenkte Strahl auch parallel zur Oberseite des Beobachtungskanals verlaufen (Neigungswinkel wäre dann Null). Zum Ablenken des Strahls in Richtung des Materialstroms kann ein Umlenkspiegel vorgesehen sein. Eine derartige indirekte Strahlungsführung vom bzw. zum Polygonspiegel zeichnet sich durch einen besonders geringen Platz-

bedarf aus. Die gesamte Erkennungseinheit kann verhältnismässig flach an den Beobachtungskanal montiert werden. Mit Hilfe des Umlenkspiegels kann der Strahl derart umgelenkt werden, dass er in einer seitlichen Ansicht nahezu im rechten Winkel auf die Oberseite des Beobachtungskanals auftreffen kann.

[0015] Vor der Sensoreinrichtung kann eine Gegenlichtblende angeordnet sein, wodurch verhindert werden kann, dass die Sensoreinrichtung von Strahlen beaufschlagt wird, die direkt durch Reflexion am Polygonspiegel von der Bestrahlungseinrichtung herrühren. Diese Gegenlichtblende kann bezogen auf die Strahlungsachse in Richtung des Polygonspiegels der Sensoreinrichtung vorgelagert sein. Dabei kann sie etwa unmittelbar an eine das vordere Ende der Sensoreinrichtung definierende Linse anschliessen. Die Gegenlichtblende kann im Querschnitt bzw. in einer Seitenansicht keilförmig ausgebildet sein, wobei der Keilwinkel in etwa dem durch den Polygonspiegel vorgegebenen Ablenkwinkel der Erkennungseinheit entsprechen kann.

[0016] Zum Festlegen eines Spektralbereichs kann ein Filter vor einem oder vor mehreren Sensoren der Sensoreinrichtung angeordnet sein.

[0017] In einer weiteren Ausführungsform kann der Polygonspiegel über einen Elektromotor antreibbar sein, der vorzugsweise als Aussenläufermotor ausgebildet sein kann. Dabei sind die Spiegelflächen des Polygonspiegels dem Aussenläufer zugeordnet. Auf diese Art und Weise lässt sich der Antriebsmotor im Polygonspiegel einfach integrieren.

[0018] Vorteilhaft kann es weiter sein, wenn die Sensoreinrichtung einen oder mehrere Sensoren auf Halbleiterbasis enthält.

[0019] Zum Kühlen kann die Sensoreinrichtung mit wenigstens einem Peltier-Element und gegebenenfalls zusätzlich oder alternativ mit Ventilationsmitteln zur Wärmeabfuhr ausgerüstet sein (z.B. "Heat Pipe"). Eine Kühlung kann unabhängig vom gewählten Sensor erforderlich sein, weil die Sensoreinrichtung unmittelbar im Lichtstrahl angeordnet ist. Die als Lichtquelle bevorzugten Halogenlampen strahlen einen grossen Teil ihrer Energie als Wärme ab, was sich negativ auf die Sensoreinrichtung auswirken könnte.

[0020] Wenn die Bestrahlungseinrichtung und die Sensoreinrichtung eine Erkennungseinheit definieren, kann es vorteilhaft sein, wenn die Vorrichtung wenigstens zwei Erkennungseinheiten aufweist. Die Einheiten können dabei derart montiert sein, dass der Materialstrom auf gleicher Höhe in zwei seitlich zueinander versetzten Zeilen abscannbar ist. Vorzugsweise wären dabei die Zeilen bezogen auf die Transportrichtung des Materialstroms in einem Abstand zueinander angeordnet.

[0021] Wenigstens zwei Erkennungseinheiten können bezogen auf die Transportrichtung des Materialstroms nebeneinander montiert sein, wobei mit jeder Erkennungseinheit der gesamte Kanalbereich oder nur jeweils ein Teilbereich abscannbar sein könnte. Durch eine derartige Aufteilung des Scan-Bereichs lässt sich die Erken-

nungsquote von Fremdstoffen aus dem Materialstrom auf einfache Art und Weise erhöhen.

[0022] Selbstverständlich könnte der Materialstrom statt durch einen Präsentationskanal auch durch ein anderes Fördermittel (z.B. auf einem Förderband) gefördert werden.

[0023] Weiter kann es vorteilhaft sein, wenn der Materialstrom durch einen Präsentationskanal pneumatisch förderbar ist und wenn die Vorrichtung wenigstens zwei Erkennungseinheiten aufweist. Dabei können die Erkennungseinheiten auf derselben Seite oder auf zwei einander gegenüberliegenden Seiten des Präsentationskanals angeordnet sein.

[0024] Besonders vorteilhaft kann es dabei sein, wenn die Erkennungseinheiten auf zwei einander gegenüberliegenden Seiten des Präsentationskanals und bezogen auf die Transportrichtung des Materialstroms versetzt zueinander angeordnet sind. Eine derartige duale Anordnung gewährleistet einen hohen Ausscheidungsgrad von Fremdstoffen, ohne gegenseitige Störung der Erkennungseinheiten.

[0025] Die Vorrichtung kann einen Präsentationskanal mit einer für einen gegen den Materialstrom gerichteten Strahl der Bestrahlungseinrichtung transparenten Vorderseite aufweisen. Auf der der Vorderseite gegenüberliegenden Rückseite kann im Präsentationskanal ein an das Gutmaterial des Materialstrom derart angepasster Hintergrund vorgesehen sein, dass bei Reflexion am Hintergrund ein gleiches Detektorsignal wie beim Gutmaterial erzeugbar ist. Somit können auf einfache Art und Weise Fehlerkennungen verursacht durch die Rückseite ausgeschlossen werden.

[0026] Vorteilhaft kann es weiter sein, wenn wenigstens der von den Strahlen beaufschlagte Bereich der Oberseite des Beobachtungskanals durch eine transparente Scheibe gebildet ist. Vorzugsweise ist auch der von den Strahlen beaufschlagte Bereich der Rückseite durch eine Scheibe aus transparentem Material gebildet, hinter welchem der vorgängig genannte Hintergrund angeordnet sein könnte.

[0027] Weitere Einzelmerkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachstehenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen und aus den Zeichnungen. Es zeigen:

- Figur 1 eine stark schematisierte Darstellung einer erfindungsgemässen Vorrichtung,
- Figur 2 eine perspektivische Darstellung des prinzipiellen Aufbaus einer Erkennungseinheit für die Vorrichtung,
- Figur 3 eine Draufsicht auf eine über einem Beobachtungskanal angeordnete alternative Erkennungseinheit,
- Figur 4 eine Seitenansicht der Erkennungseinheit gemäss Figur 3,

Figur 5 eine etwas detailliertere Darstellung der Erkennungseinheit gemäss Figur 4,

Figur 6 eine vergrösserte Darstellung eines Schnittes durch eine Bestrahlungseinrichtung der Erkennungseinheit gemäss Figur 5,

Figur 7 eine vereinfachte Darstellung einer Sensoreinrichtung für die Erkennungseinheit

Figur 8 einen Querschnitt durch einen Präsentationskanal,

Figur 9 eine schematische Ansicht mit einem Präsentationskanal mit einem einer Erkennungseinheit zugeordneten Polygonspiegel,

Figur 10 einen Beobachtungskanal mit zwei Polygonspiegeln, die auf gegenüberliegenden Seiten angeordnet und je einer Erkennungseinheit zugeordnet sind,

Figur 11 eine weitere Anordnung mit zwei Erkennungseinheiten (angedeutet durch je einen Polygonspiegel), bei welcher jedoch die Erkennungseinheiten auf derselben Seite und nebeneinander angeordnet sind, und

Figur 12 eine perspektivische Darstellung einer Anordnung gemäss Figur 11 mit nebeneinander angeordneten Erkennungseinheiten.

[0028] In Figur 1 ist eine mit 1 bezeichnete Vorrichtung zum Erkennen und Ausscheiden von Fremdstoffen in einem pneumatisch geförderten Materialstrom von Rohbaumwolle gezeigt. Dieser an sich bekannte Grundaufbau besteht im Wesentlichen aus einer Erkennungseinheit 2 zum Detektieren von Fremdstoffen im Materialstrom und einer mit dieser in Wirkverbindung stehenden Ausscheideanordnung 5. Der Materialstrom wird durch eine Transportleitung 6 geführt, wobei im Bereich der Erkennungseinheit 2 ein entsprechender Beobachtungskanal 7 angeordnet ist.

[0029] Beim Erkennen eines Fremdstoffs wird das entsprechende Ereignis mittels einer Auswerteeinheit 9 in ein Steuersignal umgewandelt, das die Ausscheideanordnung 5 aktiviert. Der erkannte Fremdstoff wird nun über ein Abscheiderohr 18 oder eine andere Ableitung weggeführt, bis er schliesslich zu einem (nicht dargestellten) Ausscheidebehälter gelangt. In Figur 1 erfolgt die Ausscheidung beispielhaft mittels Druckluft (angedeutet durch Druckluftquelle 23) entweder unmittelbar durch Ausblasen des Fremdstoffs oder durch Betätigen einer Umlenkklappe. Für die vorliegende Erfindung würde sich jedoch grundsätzlich jedes Ausscheideverfahren für einen pneumatisch in einer Transportleitung 6 geförderten Materialstrom eignen. Selbstverständlich ist die nachfolgend beschriebene Vorrichtung nicht nur auf pneumati-

sche Fördersysteme beschränkt. Die Vorrichtung eignet sich insbesondere auch für als Vlies auf einem Förderband oder anderweitig geförderte Baumwolle.

[0030] In Figur 2 ist der prinzipielle Aufbau einer Erkennungseinheit 2 zum Erkennen von Fremdstoffen aus einem Materialstrom von Fasermaterial gezeigt. Ersichtlicherweise sind die Bestrahlungseinrichtung 3 und die Sensoreinrichtung 4 koaxial bezogen auf eine optische Strahlungsachse L hintereinander angeordnet. Der Strahl der Bestrahlungseinrichtung 3 wird jeweils von einer Spiegelfläche 17 eines rotierenden Polygonspiegels 10 in Richtung des Materialstroms im Beobachtungskanal 19 abgelenkt. Zur Führung des Strahls in Richtung des Materialstroms sind ein Umlenkspiegel 20 sowie ein Hilfsspiegel 21 angeordnet. Selbstverständlich könnte der Strahl vom Polygonspiegel aber auch direkt zum Materialstrom abgelenkt werden. Ein vom Materialstrom reflektierter Strahl wird in umgekehrter Richtung über den Polygonspiegel 10 und eine Linse 26 zur Sensoreinrichtung 4 geführt. Mit einer solchen Erkennungseinheit 2 kann der Materialstrom zeilenweise abgescannet werden. Eine solche Zeile ist durch eine strichpunktierte Linie angedeutet. Eine mögliche konstruktive Ausgestaltung der Erkennungseinheit ist in den nachfolgenden Figuren 3 und 4 gezeigt.

[0031] Wie aus Figur 3 hervorgeht, besteht die Bestrahlungseinrichtung im Wesentlichen aus einer Strahlungsquelle 8 zum Erzeugen einer Strahlung, einem Hohlspiegel 11 zum Ausrichten und Bündeln der Strahlung entlang der Strahlungsachse L zum Polygonspiegel 10 und weiterhin aus einem unmittelbar hinter der Strahlungsquelle 8 angeordneten Rückseiten-Reflektor 12, mit dem ein rückseitiger Teil der Strahlung in Richtung des Hohlspiegels 11 führbar ist. Der Strahlengang eines Strahls vom Materialstrom zur Sensoreinrichtung 4 ist durch eine fette Linie und einen Pfeil angedeutet. Wie aus Figur 3 und insbesondere den Figuren 4 und 5 hervorgeht, muss es sich beim Strahl nicht um einen im Querschnitt punktförmigen Strahl handeln. Als Strahl wird auch ein Strahlenbündel mit einer geringen Ausdehnung im Querschnitt, vorzugsweise mit einer etwa kreisförmigen Querschnittsausdehnung angesehen. Der Strahl von der Bestrahlungseinrichtung und der Strahl zur Sensoreinrichtung verlaufen dabei ersichtlicherweise konzentrisch und gegenläufig zueinander. Somit ergibt sich ein gegenüber einer Beobachtungskanal-Mittelebene (in Fig. 3: L) symmetrischer Aufbau der Erkennungseinheit. Bei den Strahlungen kann es sich um sichtbares Licht, UV-Licht oder Infrarot-Strahlung handeln. Im Einsatzgebiet Baumwolle hat sich insbesondere Strahlung im nahen Infrarot (NIR, ca. 800-2'500 nm) als vorteilhaft erwiesen.

[0032] Im Ausführungsbeispiel gemäß Figur 3 beträgt die maximale Auslenkung des Detektorstrahls etwa 45°. Als Polygonspiegel 10 wird ein fünfflächiges Spiegelrad mit fünf Spiegelflächen 17 verwendet. Der Abtastbereich dieser Scan-Einheit sollte in der Regel - wie in Fig. 3 - der Kanalbreite des Beobachtungskanals 19 entsprechen.

Jede Spiegelfläche 17 legt jeweils eine Scan-Zeile fest.

[0033] Aus der Seitenansicht gemäß Figur 4 geht hervor, dass der vom Polygonspiegel 10 abgelenkte Strahl von der Bestrahlungseinrichtung bzw. der von einem Teilchen des Materialstroms reflektierte Strahl zum Polygonspiegel 10 in einem spitzen Neigungswinkel α entlang der Oberseite 22 verläuft. Dieser Neigungswinkel α beträgt vorliegend etwa 9°. Der prismatisch ausgebildete Polygonspiegel 10 ist um einen Winkel γ gegenüber einer Flächennormalen der Oberseite 22 geneigt (R: Rotationsachse des Polygonspiegels 10). Ebenfalls in der Seitenansicht schrägt angeordnet ist die Anordnung aus Hohlspiegel 11, Strahlungsquelle 8, Rückseiten-Reflektor 12 und der Sensoreinrichtung 4. Zum Umlenken des entlang der Oberseite verlaufenden Strahls ist ein um etwa 45° gegenüber der Oberseite 22 geneigter Umlenkspiegel 20 vorgesehen, wodurch der Strahl nahezu senkrecht durch einen durch eine transparente Scheibe gebildeten Bereich 22' der Oberseite geführt wird. Durch die flache Anordnung der Erkennungseinheit und dadurch, dass der Strahl erst unmittelbar beim Beobachtungskanal 19 in Richtung des Materialstroms geführt wird, kann das Bauvolumen insgesamt auf vorteilhafte Art und Weise minimiert werden. Der Rückseiten-Reflektor 12 ist zwischen der Sensoreinrichtung 4 und dem Hohlspiegel 11 angeordnet, wobei die Distanz D1 zwischen einem Sensoreingang der Sensoreinrichtung 4 und der Strahlungsquelle 8 kleiner als die Distanz D2 zwischen der Strahlungsquelle 8 und dem Hohlspiegel 11 ist.

[0034] In Figur 5 ist gezeigt, dass die in der Reihenfolge Hohlspiegel 11 - Strahlungsquelle 8 - Rückseiten-Reflektor 12 - Sensoreinrichtung 4 und Polygonspiegel 10 in einer Reihe hintereinander bezogen auf die optisch Achse L angeordneten Bauelemente der Erkennungseinheit auf einer Trägerplatte 31 montiert sind. Der um eine Rotationsachse R drehbare Polygonspiegel ist auf einer Seite an einem Keilelement 30 angebracht, das seinerseits an der Trägerplatte 31 befestigt ist. Diese Erkennungseinheit kann auf einfache Art und Weise vormontiert werden. Ersichtlicherweise könnte beim vorliegenden Ausführungsbeispiel das Keilelement 30 wegfallen, wenn anstelle des prismatischen Spiegelrades ein pyramidenstumpfförmiges Spiegelrad verwendet wird, dessen Rotationsachse R im rechten Winkel zur Trägerplatte 31 angeordnet ist.

[0035] Vor der Sensoreinrichtung ist eine Linse 26 angeordnet, die deren vorderes Ende definiert. Direkt vor der Linse 26 schliesst eine Gegenlichtblende 13 an, mit deren Hilfe verhindert wird, dass Licht von der Bestrahlungseinrichtung direkt durch Reflexion am Polygonspiegel 10 in die Sensoreinrichtung 4 eingehen kann. Ersichtlicherweise ist die Gegenlichtblende 13 im Querschnitt keilförmig ausgebildet, wobei der Keilwinkel in etwa dem Ablenkungswinkel der Strahlen am Polygonspiegel 10 entspricht.

[0036] Weiterhin zeigt Figur 5 illustrativ, dass die der

Bestrahlung und der Detektion zugeordneten (und durch Pfeile angedeuteten) Strahlen konzentrisch und gegenläufig zueinander verlaufen. Die Spiegelflächen 17 des Polygonspiegels 10, die Reflexionsflächen des Hohlspiegels 11 und die Reflexionsflächen des Rückseiten-Reflektor 12 sind vergoldet. Als Antrieb wird zum Beispiel ein elektronisch kommutierter Aussenläufer-Motor verwendet, der im Polygonspiegel 10 integriert ist.

[0037] Es können bevorzugt strahlungsempfindliche Sensoren auf Halbleiterbasis verwendet werden. Zur Wärmeabfuhr kann die Sensoreinrichtung 4 mit wenigstens einem (nicht dargestellten) Peltier-Element ausgerüstet sein. Weiterhin ist die Sensoreinrichtung derart ausgebildet, dass ein Luftstrom an den elektrischen und elektronischen Bauteilen vorbeiführbar ist.

[0038] Figur 6 zeigt, dass die Strahlungsquelle 8 und der Rückseiten-Reflektor 12 - verglichen mit der Distanz D2 zum Hohlspiegel 11 - in unmittelbarer Nähe zueinander angeordnet sind. Die Distanz D3 beträgt beispielsweise etwa 15 mm. Der Radius r des als sphärischer Hohlspiegel ausgebildeten Rückseiten-Reflektors 12 beträgt im vorliegenden Ausführungsbeispiel ebenfalls 15 mm. Die Distanz D3 zwischen der Strahlungsquelle 8 und dem als sphärischen Hohlspiegel ausgebildeten Rückseiten-Reflektor 12 entspricht also dem Radius r des Hohlspiegels 12. Die Strahlungsquelle 8 ist als Punktlichtquelle ausgestaltet, wobei beispielsweise die Lichtquelle eine Halogenlampe mit einem Wendel 27 sein kann. Der Hohlspiegel 11 ist als Ellipsoid-Hohlspiegel ausgestaltet. Er hat die Aufgabe, möglichst viel Strahlung von der Halogenlampe über den Polygonspiegel auf den Materialstrom zu fokussieren.

[0039] In Figur 7 ist eine Sensoreinrichtung 4 gezeigt, bei welcher der Strahl über eine Linse 26 zu einem dielektrischen Strahlenteiler geführt wird, der einen Teil der Strahlen zum Sensor 15 und einen andern Teil zum Sensor 16 führt. Vor den Sensoren 15 und 16 sind zum Festlegen eines Spektralbereichs jeweils Filter 28 und 29 angeordnet. Statt einer Anordnung mit zwei Sensoren könnte auch nur ein Sensor vorgesehen sein.

[0040] Die Querschnittsdarstellung (Schnitt entlang des Scan-Bereichs bzw. einer Scan-Zeile) des Beobachtungskanals 19 gemäß Figur 8 zeigt (e zeigt die Transportrichtung des Materialstroms an), dass der rechteckig ausgebildete Beobachtungskanal auf drei Seiten von einem speziellen Hintergrund unterlegt ist. Einfallende und reflektierte Strahlen sind durch Pfeile angedeutet. Nicht nur die Oberseite 22' und Rückseite 25' sind durch Glasscheiben ausgebildet, sondern zusätzlich auch noch die mit 37 bezeichneten Seiten. Sowohl hinter der rückseitigen Scheibe 25' als auch hinter den Seitenscheiben 37 ist eine Baumwoll-Schicht als Hintergrund 36 angeordnet. Damit kann die Erkennungseinheit auch im Fall, dass ein Strahl nicht auf ein Teilchen des Materialstroms trifft, ein korrektes Signal liefern. Bei Reflexion am Hintergrund wird somit ein gleiches Detektorsignal wie beim Gutmaterial des Materialstroms erzeugt.

[0041] In den Figuren 10 und 11 sind Anordnungen mit

zwei Erkennungseinheiten schematisch dargestellt, wobei die Erkennungseinheiten lediglich durch die ihnen zugeordneten Polygonspiegel 10 und 10' angedeutet sind. Eine Bestrahlungseinrichtung und eine Sensoreinrichtung definieren dabei eine Erkennungseinheit. Figur 9 zeigt zum Vergleich eine Ausführung mit nur einer Erkennungseinheit bzw. einem Polygonspiegel 10.

[0042] In Figur 10 sind die Erkennungseinheiten auf zwei einander gegenüberliegenden Seiten des Präsentationskanals 19 angeordnet. Die Erkennungseinheiten bzw. Polygonspiegel 10, 10' können bezogen auf die Transportrichtung e des Materialstroms versetzt zueinander sind, wodurch der Materialstrom in zwei zueinander versetzten Zeilen absannbar ist. Dieser Versatz ist jedoch nicht in jedem Fall erforderlich.

[0043] In Figur 11 sind zwei Erkennungseinheiten schematisch dargestellt, die bezogen auf die Transportrichtung des Materialstroms (ohne Versatz) nebeneinander montiert sind, wobei mit jeder Erkennungseinheit bzw. mit jedem Polygonspiegel 10, 10' jeweils ein Teilbereich absannbar ist. Die in Figur 11 mit Ü angedeutete Überlappungszone kann beliebig gewählt werden oder auch wegfallen.

[0044] Figur 12 zeigt eine perspektivische Darstellung einer Erkennungsanordnung mit den zwei Erkennungseinheiten 2 und 2' gemäß der Konfiguration nach Figur 11. Mit Z und Z' sind Zeilen angedeutet, mit denen jeweils etwa eine Hälfte des Materialstroms absannbar ist. Die beiden Zeilen überlappen sich ersichtlicherweise. Je nach Breite des Präsentationskanals 19 können selbstverständlich auch mehr als zwei bezogen auf die Transportrichtung e nebeneinander angeordnete Erkennungseinheiten verwendet werden. Dabei wären die Erkennungseinheiten vorteilhaft derart auszubilden, dass die abgesannten Teilbereiche nebeneinander liegender Erkennungseinheiten sich in einer Überlappungszone überlappen würden.

40 Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Erkennen und Ausscheiden von Fremdstoffen aus einem Materialstrom von Fasermaterial, insbesondere von Rohbaumwolle, mit wenigstens einer Bestrahlungseinrichtung (3) zum Bestrahlen des Materialstroms und wenigstens einer Sensoreinrichtung (4) zum Detektieren von bestrahlten Fremdstoffen im Materialstrom, wobei zum zeilenweisen Abscannen des Materialstroms ein drehbarer Polygonspiegel (10) vorgesehen ist, mit welchem der Strahl der Bestrahlungseinrichtung (3) in Richtung des Materialstroms und mit welchem der vom Materialstrom reflektierte Strahl zur Sensoreinrichtung (4) ablenkbar ist, und mit einer mit der Sensoreinrichtung (4) in Wirkverbindung stehenden Ausscheideanordnung (5) zum Ausscheiden von detektierten Fremdstoffen, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bestrahlungseinrichtung (3) und die Sen-

soreinrichtung (4) koaxial bezogen auf eine optische Strahlungsachse (L) hintereinander angeordnet sind.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bestrahlungseinrichtung (3) eine Strahlungsquelle (8) zum Erzeugen einer Strahlung und wenigstens einen Hohlspiegel (11) zum Ausrichten und Bündeln der Strahlung entlang der Strahlungsachse (L) zum Polygonspiegel (10) enthält. 5
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bestrahlungseinrichtung (3) weiter einen vorzugsweise als Hohlspiegel ausgebildeten Rückseiten-Reflektor (12) enthält, mit dem ein rückseitiger Teil der Strahlung in Richtung des Hohlspiegels (11) führbar ist. 10
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Strahlungsquelle (8) eine Halogenlampe mit einem Wendel (27) zur Bildung einer Punktlichtquelle ist. 20
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Distanz (D3) zwischen der Strahlungsquelle (8) und dem als sphärischen Hohlspiegel ausgebildeten Rückseiten-Reflektor (12) etwa dem Radius (r) des Hohlspiegels (12) entspricht. 25
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Anordnung aus Bestrahlungseinrichtung (3) und Sensoreinrichtung (4) derart an einem Beobachtungskanal (19) zum Durchführen des Materialstroms angeordnet ist, dass der vom Polygonspiegel (10) abgelenkte Strahl von der Bestrahlungseinrichtung etwa parallel zur Oberseite (22) des Beobachtungskanals (19) oder in einem spitzen Neigungswinkel (α) entlang der Oberseite (22) des Beobachtungskanals (19) verläuft und dass zum Ablenken des Strahls in Richtung des Materialstroms ein Umlenkspiegel (20) vorgesehen ist. 30
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** vor der Sensoreinrichtung (4) eine Gegenlichtblende (13) angeordnet ist. 35
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** zum Festlegen eines Spektralbereichs ein Filter (28, 29) vor einem Sensor (15, 16) der Sensoreinrichtung (4) angeordnet ist. 40
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Polygonspiegel (10) über einen Elektromotor (14) antreibbar ist, der vorzugsweise als Aussenläufer-Motor ausgebildet ist, wobei die Spiegelflächen (17) des Polygonspie-

gels (10) dem Aussenläufer zugeordnet sind.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sensoreinrichtung (4) einen Sensor auf Halbleiterbasis enthält.
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sensoreinrichtung (4) zur Wärmeabfuhr mit wenigstens einem Peltier-Element und gegebenenfalls mit alternativen Mitteln zur Wärmeabfuhr ausgerüstet ist.
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei die Bestrahlungseinrichtung (3) und die Sensoreinrichtung (4) eine Erkennungseinheit (2) definieren, dass der Materialstrom durch einen Präsentationskanal (7, 19) vorzugsweise pneumatisch förderbar ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie wenigstens zwei Erkennungseinheiten (2) aufweist, wobei die Erkennungseinheiten (2) auf derselben Seite oder auf zwei einander gegenüberliegenden Seiten des Präsentationskanals (7) angeordnet sind.
13. Vorrichtung nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die wenigstens zwei Erkennungseinheiten (2, 2') bezogen auf die Transportrichtung des Materialstroms nebeneinander montiert sind, wobei mit jeder Erkennungseinheit (2, 2') jeweils ein Teilbereich absannbar ist.
14. Vorrichtung nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Erkennungseinheiten (2, 2') derart ausgebildet sind, dass die Teilbereiche nebeneinander liegender Erkennungseinheiten (2, 2') sich in einer Überlappungszone (Ü) überlappen.
15. Vorrichtung nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Erkennungseinheiten (2) auf zwei einander gegenüberliegenden Seiten des Präsentationskanals (7) und bezogen auf die Transportrichtung des Materialstroms versetzt zueinander angeordnet sind.

Claims

1. Device for detecting and extracting extraneous substances from a material flow of fibre material, in particular raw cotton, having at least one irradiation device (3) for irradiating the material flow and at least one sensor device (4) for detecting irradiated extraneous substances in the material flow, a rotatable polygon mirror (10) being provided for scanning the material flow in rows, by means of which the beam from the irradiation device (3) can be deflected in the direction of the material flow and the beam reflected by the material flow can be deflected towards the sensor device (4), and having an extraction arrange-

- ment (5) actively connected to the sensor device (4) for extracting detected extraneous substances, **characterized in that** the irradiation device (3) and the sensor device (4) are arranged behind one another coaxially in relation to an optical radiation axis (L).
2. Device according to Claim 1, **characterized in that** the irradiation device (3) contains a radiation source (8) for generating radiation and at least one concave mirror (11) for aligning and collimating the radiation along the radiation axis (L) towards the polygon mirror (10).
 3. Device according to Claim 2, **characterized in that** the irradiation device (3) furthermore contains a rear reflector (12), preferably designed as a concave mirror, by means of which a rear part of the radiation can be guided in the direction of the concave mirror (11).
 4. Device according to one of Claims 1 to 3, **characterized in that** the radiation source (8) is a halogen lamp having a filament (27) for forming a point light source.
 5. Device according to Claim 4, **characterized in that** the distance (D3) between the radiation source (8) and the rear reflector (12), designed as a spherical concave mirror, corresponds approximately to the radius (r) of the concave mirror (11).
 6. Device according to one of Claims 1 to 5, **characterized in that** the arrangement comprising the irradiation device (3) and the sensor device (4) is arranged on an observation channel (19) for passing the material flow through, so that the beam coming from the irradiation device and deflected by the polygon mirror (10) travels approximately parallel to the upper side (22) of the observation channel (19) or at an acute inclination angle (α) along the upper side (22) of the observation channel (19), and **in that** a deflecting mirror (20) is provided for deflecting the beam in the direction of the material flow.
 7. Device according to one of Claims 1 to 6, **characterized in that** a backlight shade (13) is provided in front of the sensor device (4).
 8. Device according to one of Claims 1 to 7, **characterized in that** a filter (28, 29) is arranged in front of a sensor (15, 16) of the sensor device (4) in order to establish a spectral range.
 9. Device according to one of Claims 1 to 8, **characterized in that** the polygon mirror (10) can be driven by means of an electric motor (14), which is preferably designed as an external-rotor motor, the mirror surfaces (17) of the polygon mirror (10) being assigned to the external rotor.
 10. Device according to one of Claims 1 to 9, **characterized in that** the sensor device (4) contains a semiconductor-based sensor.
 11. Device according to one of Claims 1 to 10, **characterized in that** the sensor device (4) is equipped with at least one Peltier element for thermal dissipation and optionally with alternative means for thermal dissipation.
 12. Device according to one of Claims 1 to 11, the irradiation device (3) and the sensor device (4) defining a detection unit (2) and the material flow being deliverable preferably pneumatically through a presentation channel (7, 19), **characterized in that** it comprises at least two detection units (2), the detection units (2) being arranged on the same side or on two mutually opposite sides of the presentation channel (7).
 13. Device according to Claim 12, **characterized in that** the at least two detection units (2, 2') are mounted next to one another in relation to the transport direction of the material flow, a subregion respectively being scannable by each detection unit (2, 2').
 14. Device according to Claim 13, **characterized in that** the detection units (2, 2') are designed such that the subregions of detection units (2, 2') lying next to one another overlap in an overlap zone ($\ddot{U}$).
 15. Device according to Claim 14, **characterized in that** the detection units (2) are arranged on two mutually opposite sides of the presentation channel (7) and mutually offset in relation to the transport direction of the material flow.

Revendications

1. Dispositif pour détecter et extraire des corps étrangers d'un flux de matière fibreuse, notamment de coton brut, comprenant au moins un dispositif d'irradiation (3) pour irradier le flux de matière et au moins un dispositif de détection (4) pour détecter les corps étrangers irradiés dans le flux de matière, un miroir polygonal (10) rotatif étant prévu pour balayer ligne par ligne le flux de matière, avec lequel le rayon du dispositif d'irradiation (3) peut être dévié en direction du flux de matière et avec lequel le rayon réfléchi par le flux de matière peut être dévié en direction du dispositif de détection (4), et comprenant un arrangement d'extraction (5) qui se trouve en liaison active avec le dispositif de détection (4) pour extraire les corps étrangers détectés, **caractérisé**

- en ce que** le dispositif d'irradiation (3) et le dispositif de détection (4) sont disposés l'un derrière l'autre de manière coaxiale par rapport à un axe de rayonnement optique (L).
2. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le dispositif d'irradiation (3) contient une source de rayonnement (8) pour générer un rayonnement et au moins un miroir creux (11) pour orienter et focaliser le rayonnement le long de l'axe de rayonnement (L) par rapport au miroir polygonal (10). 5
 3. Dispositif selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** le dispositif d'irradiation (3) contient en plus un réflecteur dorsal (12) réalisé de préférence sous la forme d'un miroir creux et qui permet de guider une partie dorsale du rayonnement en direction du miroir creux (11). 10
 4. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** la source de rayonnement (8) est une lampe halogène comprenant un filament (27) pour former une source de lumière ponctuelle. 15
 5. Dispositif selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** la distance (D3) entre la source de rayonnement (8) et le réflecteur dorsal (12) réalisé sous forme d'un miroir creux sphérique correspond approximativement au rayon (r) du miroir creux (11). 20
 6. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** l'arrangement composé du dispositif d'irradiation (3) et du dispositif de détection (4) est disposé sur un canal d'observation (19) destiné au passage du flux de matière de telle sorte que le rayon du dispositif d'irradiation qui est dévié par le miroir polygonal (10) se propage à peu près parallèlement au côté supérieur (22) du canal d'observation (19) ou selon un angle d'inclinaison (α) aigu le long du côté supérieur (22) du canal d'observation (19) et qu'un miroir de déviation (20) est prévu pour dévier le rayon en direction du flux de matière. 25
 7. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** un écran opaque (13) est disposé avant le dispositif de détection (4). 30
 8. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** un filtre (28, 29) est disposé avant un capteur (15, 16) du dispositif de détection (4) afin de définir une plage spectrale. 35
 9. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** le miroir polygonal (10) peut être entraîné par un moteur électrique (14) qui est de préférence réalisé sous la forme d'un moteur à induit extérieur, les surfaces réfléchissantes (17) du miroir polygonal (10) étant associées à l'induit extérieur. 40
 10. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce que** le dispositif de détection (4) contient un capteur à base de semiconducteur. 45
 11. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 10, **caractérisé en ce que** pour dissiper la chaleur, le dispositif de détection (4) est équipé d'au moins un élément de Peltier et éventuellement de moyens alternatifs de dissipation de la chaleur. 50
 12. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 11, le dispositif d'irradiation (3) et le dispositif de détection (4) définissant une unité de reconnaissance (2) et que le flux de matière peut être transporté de préférence de manière pneumatique à travers un canal de présentation (7, 19), **caractérisé en ce que** il présente au moins deux unités de reconnaissance (2), les unités de reconnaissance (2) étant disposées du même côté ou sur deux côtés opposés l'un à l'autre du canal de présentation (7). 55
 13. Dispositif selon la revendication 12, **caractérisé en ce que** les au moins deux unités de reconnaissance (2, 2') sont montées l'une à côté de l'autre par rapport au sens de transport du flux de matière, une zone partielle pouvant être respectivement balayée avec chaque unité de reconnaissance (2, 2').
 14. Dispositif selon la revendication 13, **caractérisé en ce que** les unités de reconnaissance (2, 2') sont configurées de telle sorte que les zones partielles des unités de reconnaissance (2, 2') qui se trouve l'une à côté de l'autre se chevauchent dans une zone de chevauchement ($\ddot{U}$).
 15. Dispositif selon la revendication 14, **caractérisé en ce que** les unités de reconnaissance (2) sont disposées sur deux côtés opposés l'un à l'autre du canal de présentation (7) et sont décalées l'une par rapport à l'autre en référence au sens de transport du flux de matière.

Fig.1

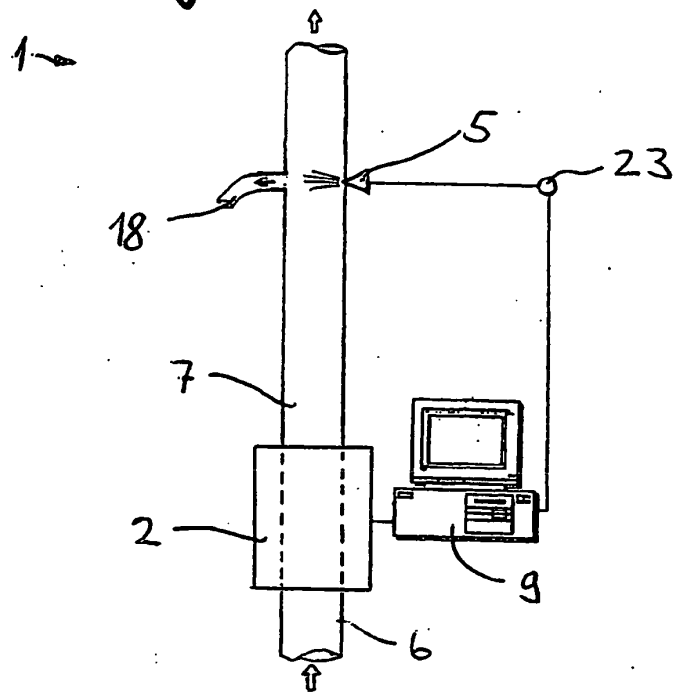


Fig.2

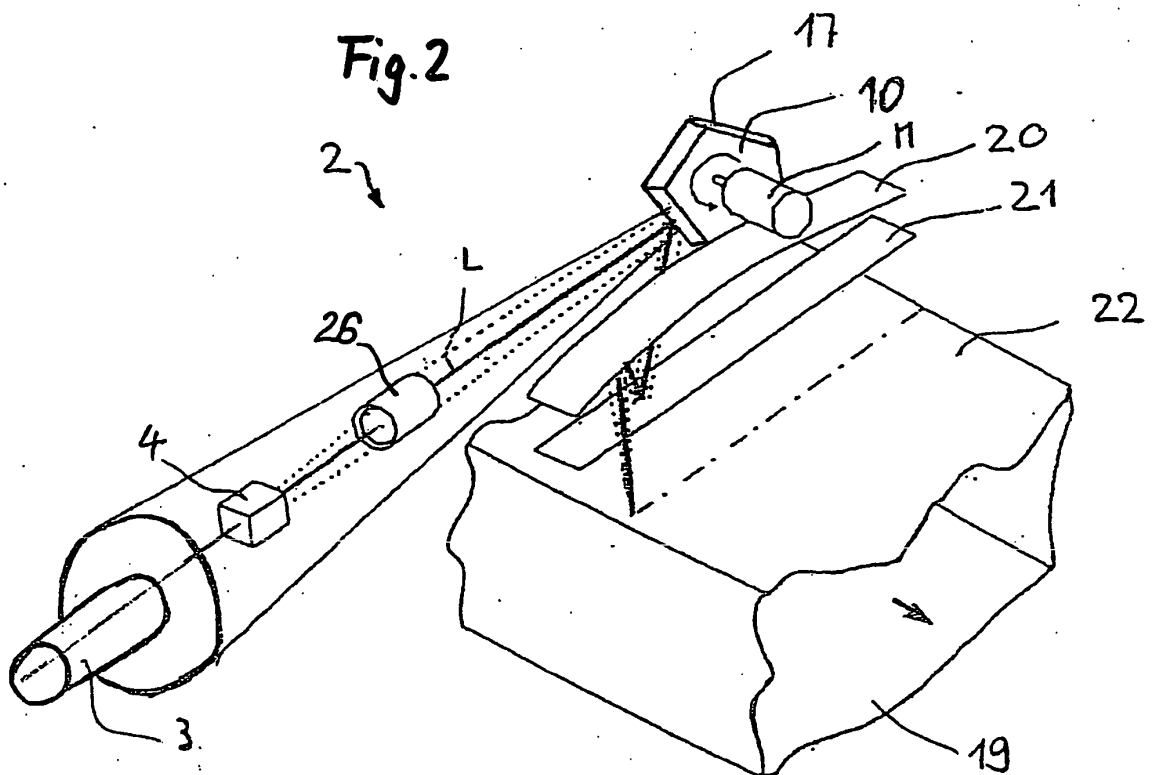


Fig. 3

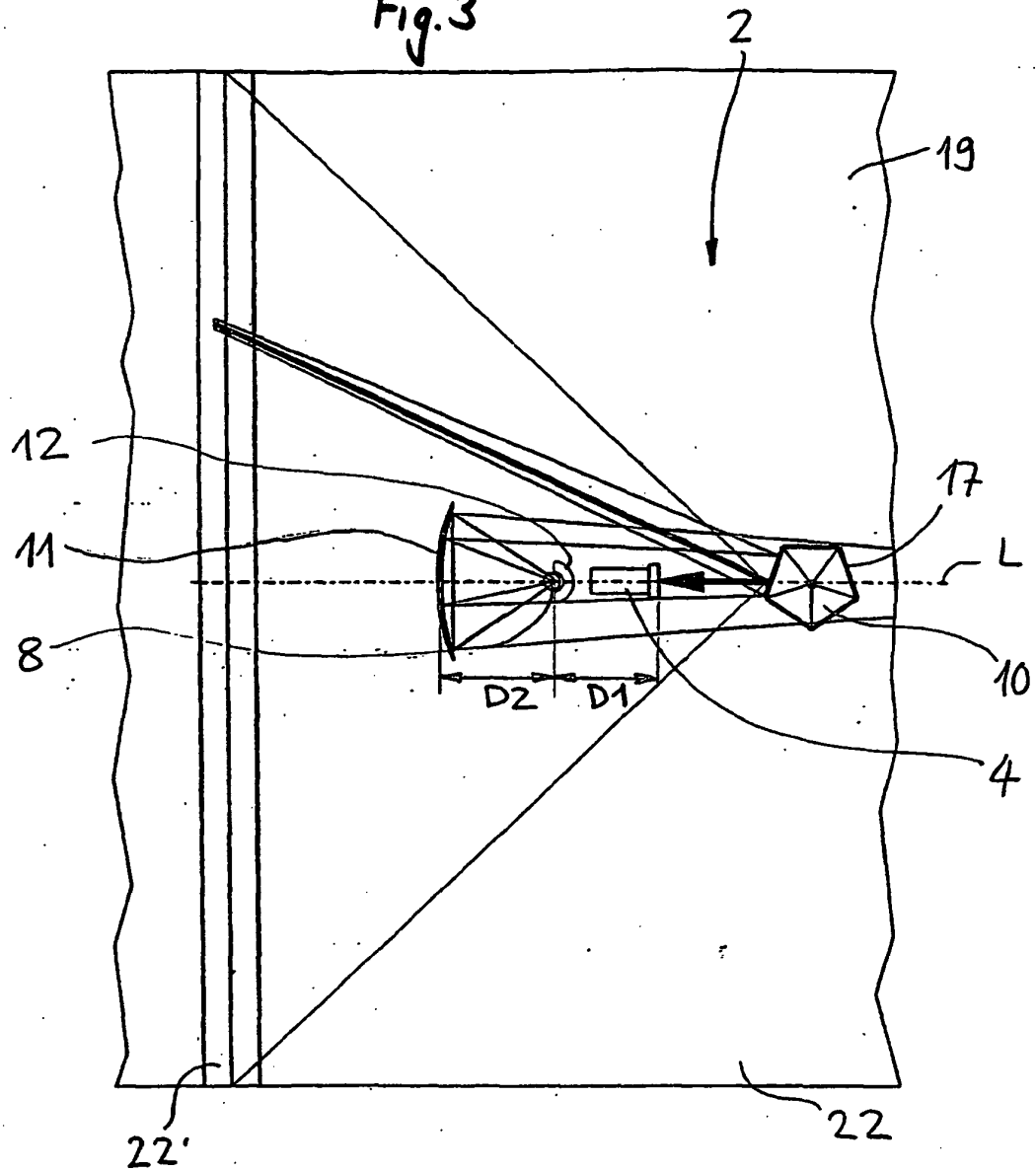


Fig. 4

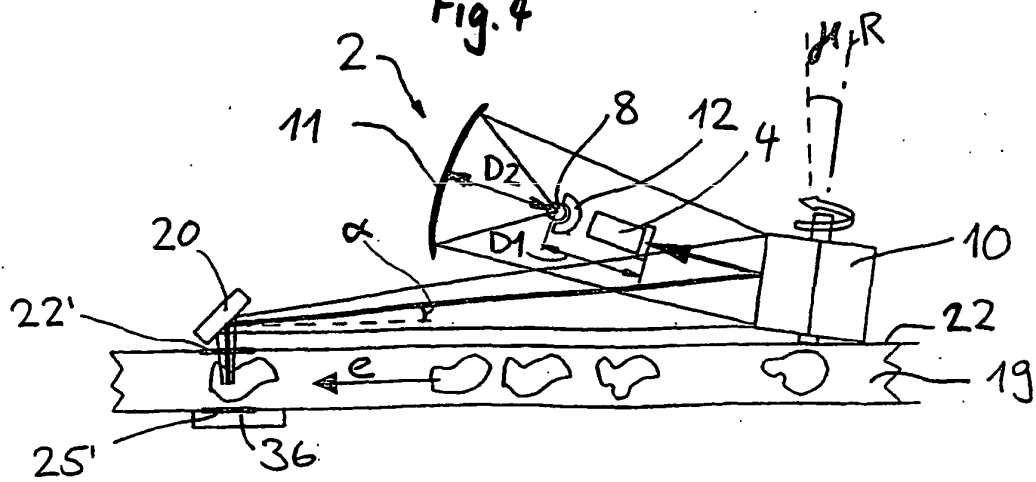


Fig. 7

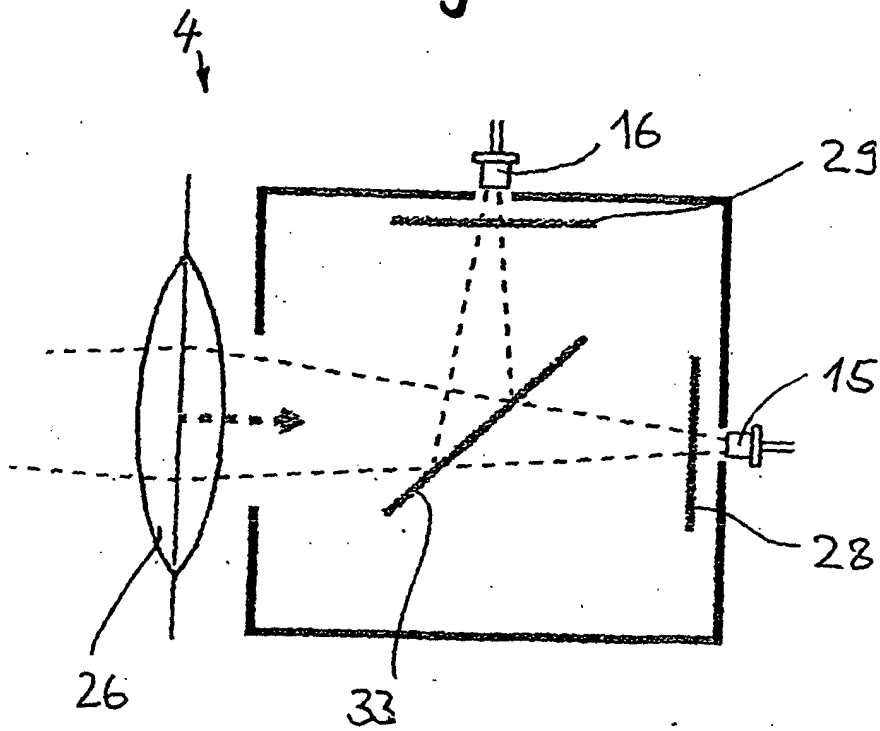


Fig. 8

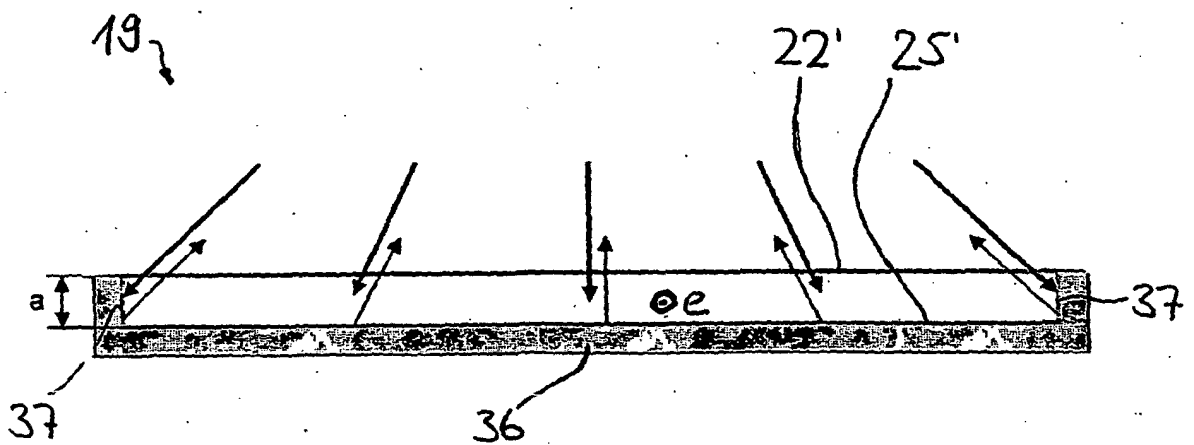


Fig. 9

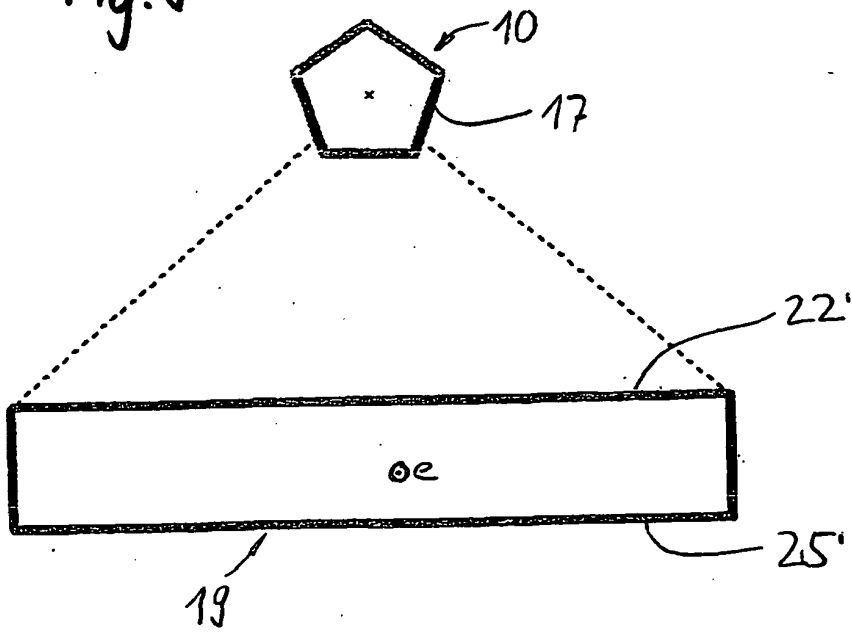


Fig. 10

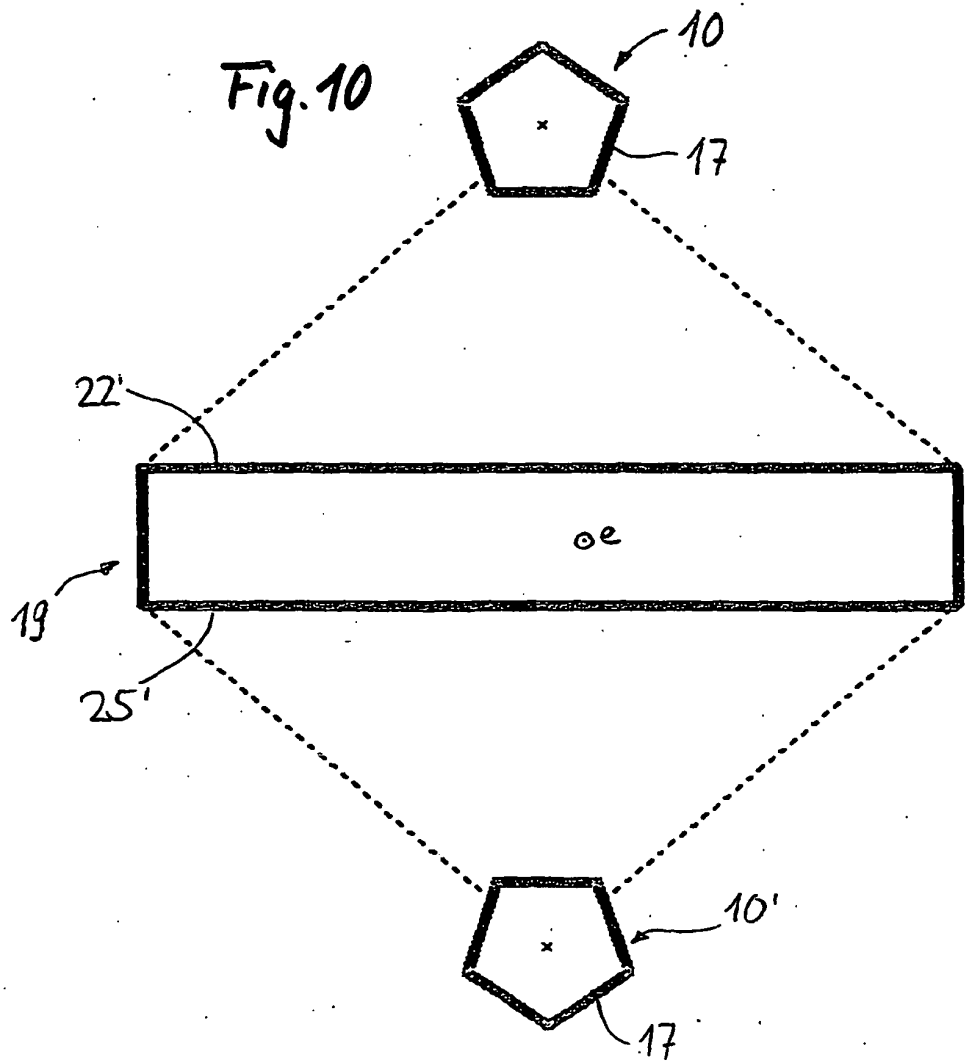


Fig. 11

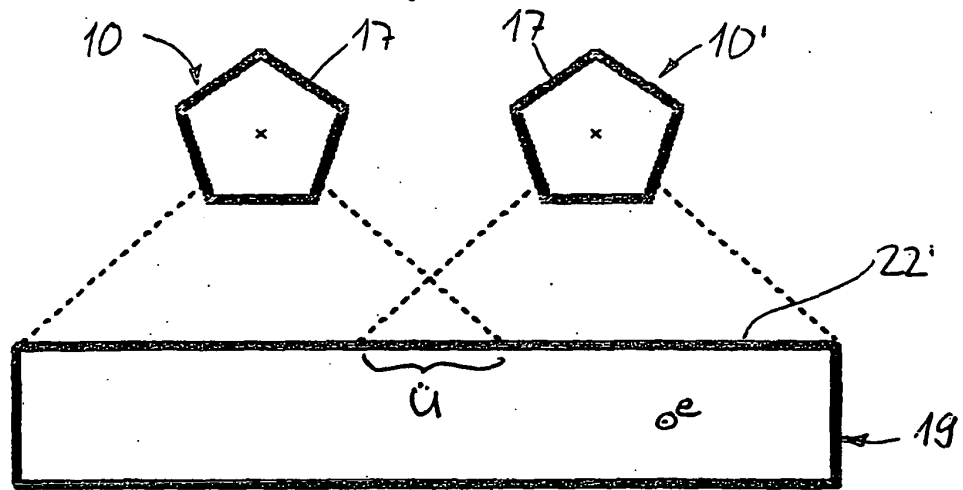
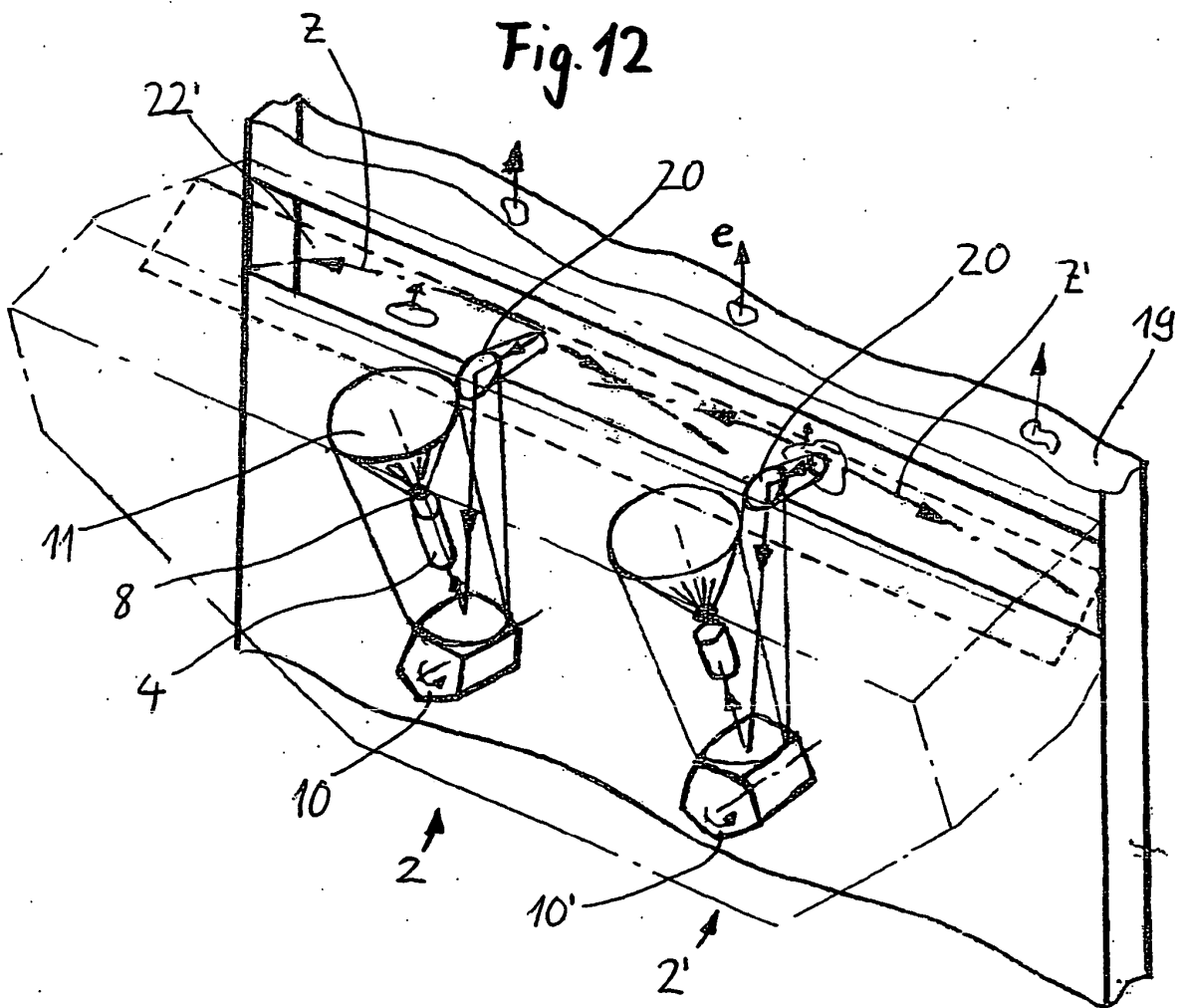


Fig. 12



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 Nicht-Patentliteratur

- **VON JÜRG UHLMANN.** Fremdstofferkennung in der Rohbaumwolle. *Dissertation*, 1996 [0002]