



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**21.02.2024 Patentblatt 2024/08**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):  
**B07C 5/02 (2006.01) B07C 5/342 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **22191285.0**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):  
**B07C 5/02; B07C 5/342**

(22) Anmeldetag: **19.08.2022**

(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**

• **WINTERSCHEID, Dennis**  
**50374 Erftstadt (DE)**

(74) Vertreter: **Brinkmann & Partner**  
**Patentanwälte**  
**Partnerschaft mbB**  
**Am Seestern 8**  
**40547 Düsseldorf (DE)**

(71) Anmelder: **Hydro Aluminium Recycling**  
**Deutschland GmbH**  
**41542 Dormagen (DE)**

Bemerkungen:  
Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 137 (2) EPÜ.

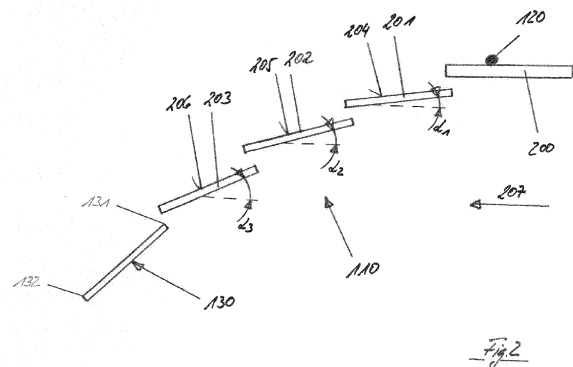
(72) Erfinder:  
• **LASKA, Claudius**  
**53639 Königswinter (DE)**

(54) **SYSTEM ZUM ANALYSIEREN UND SORTIEREN EINES MATERIALTEILS**

(57) Die Erfindung betrifft ein System zum Analysieren und Sortieren eines Materialteils, insbesondere eines Schrottteils aus Aluminium, umfassend:

- ein Zufuhrmittel (110) zum Transportieren des Materialteils (120)
- eine Sortiereinheit (160), die dazu eingerichtet ist, das Materialteil (120) einer von zwei Fraktionen (F1, F2) zuzuführen,
- eine Lasereinrichtung (140), die dazu eingerichtet ist, mit einem sich entlang einer Strahlachse (5A) ausbreitenden Laserstrahl (5) auf einer Oberfläche 7A des Materialteils (120) ein Plasma (3) zu erzeugen,
- ein Spektrometersystem (1), das dazu eingerichtet ist, eine Spektralanalyse eines von dem laserinduzierten Plasma (3) emittierten Plasmalichts (3A) durchzuführen und in Entsprechung eines Ergebnisses der durchgeführten Spektralanalyse ein Ausgangssignal zu erzeugen, und
- eine Steuervorrichtung (150), die dazu eingerichtet ist, das Ausgangssignal zu empfangen und die Sortiereinheit (160) basierend auf dem Ausgangssignal und einem Sortierkriterium zu betreiben,
- wobei das Spektrometersystem (1) ein Spektrometer (13) und eine mit dem Spektrometer (13) optisch verbundene Detektionseinheit (21) aufweist,
- wobei die Detektionseinheit (21) ein Objektiv (25A, 25B, 25C, 25D) aufweist, dem ein Detektionskegel (35) zugeordnet ist, der in einem Überlappungsbereich (37) mit dem Laserstrahl (5) einen Plasmadetektionsbereich (39)

ausbildet, dadurch gekennzeichnet, dass das Zufuhrmittel (110) drei einzelne und in Transportrichtung (207) des Materialteils (120) in Reihe hintereinander angeordnete Zuführungsaggregate (201, 202, 203) aufweist, wobei jedes Zuführaggregat (201, 202, 203) jeweils dazu eingerichtet ist, das Materialteil (120) entlang einer vom jeweiligen Zuführaggregat (201, 202, 203) bereitgestellten Zuführfläche (204, 205, 206) zu transportieren, wobei die Zuführflächen (204, 205, 206) jeweils unter Ausbildung eines jeweiligen Neigungswinkels ( $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ ) geneigt zur Horizontalen ausgerichtet sind, wobei die Neigungswinkel ( $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ ) unterschiedlich ausgebildet sind.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein System zum Analysieren und Sortieren eines Materialteils, insbesondere eines Schrottteils aus Aluminium, umfassend ein Zuführmittel zum Transportieren des Materialteils, eine Sortiereinheit, die dazu eingerichtet ist, das Materialteil einer von zwei Fraktionen zuzuführen, eine Lasereinrichtung, die dazu eingerichtet ist, mit einem sich entlang einer Strahlachse ausbreitenden Laserstrahl auf einer Oberfläche des Materialteils ein Plasma zu erzeugen, ein Spektrometersystem, das dazu eingerichtet ist, eine Spektralanalyse eines von dem laserinduzierten Plasma emittierten Plasmalichts durchzuführen und in Entsprechung eines Ergebnisses der durchgeführten Spektralanalyse ein Ausgangssignal zu erzeugen, und eine Steuervorrichtung, die dazu eingerichtet ist, das Ausgangssignal zu empfangen und die Sortiereinheit basierend auf dem Ausgangssignal und einem Sortierkriterium zu betreiben, wobei das Spektrometersystem ein Spektrometer und eine mit dem Spektrometer optisch verbundene Detektionseinheit aufweist, wobei die Detektionseinheit ein Objektiv aufweist, dem ein Detektionskegel zugeordnet ist, der in einem Überlappungsbereich mit dem Laserstrahl einen Plasmadetektionsbereich ausbildet.

**[0002]** Ein System der vorbeschriebenen, d. h. gattungsgemäßen Art ist aus der EP 3 352 919 B1 bekannt. Das vorbekannte System ermöglicht eine Sortierung von Materialteilen, insbesondere von Schrottteilen aus Aluminium, auf Basis einer laserinduzierten Plasmaspektroskopie, auch als LIBS (Laser-induced breakdown spectroscopy) bezeichnet. Dabei wird die laserinduzierte Plasmaspektroskopie zur Bestimmung einer elementarspezifischen Zusammensetzung eines Materialteils, d. h. einer Probe mithilfe eines Plasmas eingesetzt. Das Plasma wird mit hochintensiver, fokussierter Laserstrahlung an einer Oberfläche des Materialteils erzeugt. Vom Plasma emittiertes Licht wird detektiert und spektral ausgewertet, um auf eine elementare Zusammensetzung des Materialteils rückzuschließen.

**[0003]** Gemäß dem vorbekannten System werden zu sortierende Materialteile einem Zuführmittel aufgegeben. Bei dem Zuführmittel kann es sich beispielsweise um schwingungsbewegte Platten handeln, die eine Zuführfläche bereitstellen, entlang derer die Materialteile bewegt werden.

**[0004]** Mittels des Zuführmittels werden die zu analysierenden und sortierenden Materialteile gemäß der EP 3 352 919 B1 einer Rutsche aufgegeben. Der Schwerkraft folgend rutschen die Materialteile die Rutsche herunter und verlassen diese über eine untere Randkante der Rutsche. Von hier aus bewegen sich die zu analysierenden und zu sortierenden Materialteile nach wie vor der Gewichtskraft folgend im freien Fall durch die Umgebungsluft hindurch. Dabei dienen das Zuführmittel und die Rutsche dafür, dass eine Vereinzelung der Materialteile stattfindet und diese im freien Fall durch einen räumlich definierten Fallkorridor hindurchbewegt

werden.

**[0005]** Während des freien Falls findet für jedes die Rutsche verlassende Materialteil eine laserinduzierte Plasmaspektroskopie statt. Zu diesem Zweck ist eine Lasereinrichtung vorgesehen, die dazu eingerichtet ist, mit einem sich entlang einer Strahlachse ausbreitenden Laserstrahl auf einer Oberfläche eines Materialteils ein Plasma zu erzeugen. Des Weiteren ist ein Spektrometersystem vorgesehen, das dazu eingerichtet ist, eine Spektralanalyse eines von dem laserinduzierten Plasma emittierten Plasmalichts durchzuführen und in Entsprechung eines Ergebnisses der durchgeführten Spektralanalyse ein Ausgangssignal zu erzeugen.

**[0006]** Dieses Ausgangssignal dient dann in Kombination mit einem Sortierkriterium im Weiteren einer Sortiereinheit dazu, die die Rutsche verlassenden Materialteile einer von zwei Fraktionen zuzuführen. Als Sortiereinheit kann beispielsweise eine Luftdüse zum Einsatz kommen, die mittels der Steuervorrichtung entsprechend angesteuert wird. Aus dem Strom an Materialteilen, die die Rutsche verlassen, können so unter Luftdruckeinwirkung bestimmte Materialteile aussortiert werden. Im Ergebnis stehen so eine Fraktion von aussortierten und eine Fraktion von nicht aussortierten Materialteilen.

**[0007]** Typischerweise dient das vorbekannte System dazu, Materialteile einer bestimmten Zusammensetzung zu erkennen und von Materialteilen einer anderen Zusammensetzung zu trennen. Dabei erfolgt eine solche Trennung entweder deshalb, weil ein Materialteil einer ungewünschten Zusammensetzung erkannt und mittels der Sortiereinheit ausgeschleust wird oder weil die Zusammensetzung eines Materialteils nicht sicher festgestellt werden konnte und deshalb eine Ausschleusung mittels der Sortiereinheit stattfindet. Die Fraktion der ausgeschleusten Materialteile setzt sich mithin zusammen aus in ihrer Zusammensetzung eindeutig identifizierten und nicht gewünschten Materialteilen einerseits und in ihrer Zusammensetzung nicht eindeutig identifizierten Materialteilen andererseits.

**[0008]** Obgleich sich das vorbeschriebene System im alltäglichen Praxiseinsatz bewährt hat, besteht Verbesserungsbedarf. So hat sich insbesondere herausgestellt, dass es für ein effektives Sortierringes von entscheidender Bedeutung ist, die zu sortierenden Materialteile der Lasereinrichtung und/oder dem Spektrometersystem vereinzelt zuzuführen, damit im weiteren Gang des Verfahrens ein optimierter Zugriff durch die Lasereinrichtung und/oder das Spektrometersystem ermöglicht ist. Andernfalls wird das Sortierringes nachteilig beeinflusst, wobei es in nachteiliger Weise insbesondere zur Aussortierung nicht eindeutig identifizierter Materialteile kommt.

**[0009]** Es ist deshalb ausgehend vom vorbeschriebenen Stand der Technik die **Aufgabe** der Erfindung, ein System der eingangs genannten Art konstruktiv dahingehend weiterzuentwickeln, dass eine gesteigerte Sortiereffizienz erreicht ist.

**[0010]** Zur **Lösung** dieser Aufgabe wird mit der Erfin-

dung ein System der eingangs genannten Art vorge-  
schlagen, das sich dadurch auszeichnet, dass das Zu-  
föhrmittel drei einzelne und in Transportrichtung des Ma-  
terialteils in Reihe hintereinander angeordnete Zuföhr-  
aggregate aufweist, wobei jedes Zuföhraggregat jeweils  
dazu eingerichtet ist, das Materialteil entlang einer vom  
jeweiligen Zuföhraggregat bereitgestellten Zuföhrfläche  
zu transportieren, wobei die Zuföhrflächen jeweils unter  
Ausbildung eines jeweiligen Neigungswinkels geneigt  
zur Horizontalen ausgerichtet sind, wobei die Neigungs-  
winkel unterschiedlich groß ausgebildet sind.

**[0011]** Nach dem Stand der Technik kommt ein Zu-  
föhrmittel zum Transportieren des Materialteils zum Ein-  
satz, das eine Zuföhrfläche bereitstellt, entlang welcher  
das Materialteil im bestimmungsgemäßen Verwen-  
dungsfall bewegt wird. Das Zuföhrmittel kann beispiels-  
weise als schwingbewegte Platte ausgebildet sein. Es  
dient insbesondere dazu, eine Mehrzahl von auf das Zu-  
föhrmittel aufgegebenen Materialteilen zu vereinzeln, so  
dass diese im Weiteren voneinander beabstandet der  
Lasereinrichtung und/oder dem Spektrometersystem zu-  
geführt werden können.

**[0012]** Die mit dem vorkannten Zuföhrmittel erreich-  
te Vereinzelung ist allerdings begrenzt, womit eine nur  
vergleichsweise geringe Durchsatzmenge ermöglicht ist.  
Dabei kann die Durchsatzmenge auch nicht dadurch er-  
höht werden, dass dem Zuföhrmittel ein Mehr an zu sor-  
tierenden Materialteilen aufgegeben wird, da es in die-  
sem Fall zu einer nicht hinreichenden Vereinzelung mit  
der Folge kommt, dass die Sortierqualität und damit auch  
die Sortiereffizienz sinkt. Die erfindungsgemäße Ausge-  
staltung schafft hier Abhilfe.

**[0013]** Das erfindungsgemäße Zuföhrmittel verfügt  
über wenigstens drei Zuföhraggregate. Diese sind je-  
weils als eigenständige Baugruppe ausgebildet. Es sind  
mithin mindestens drei separate, das heißt einzelne Zu-  
föhraggregate vorgesehen. Diese sind in Transportrich-  
tung des Materialteils in Reihe hintereinander angeord-  
net, womit ein in Transportrichtung erstes Zuföhraggre-  
gat, ein in Transportrichtung zweites Zuföhraggregat so-  
wie ein in Transportrichtung drittes Zuföhraggregat ge-  
geben sind. Diese Zuföhraggregate bilden in ihrer Ge-  
meinschaft das erfindungsgemäße Zuföhrmittel.

**[0014]** Jedes der Zuföhraggregate ist jeweils dazu ein-  
gerichtet, das Materialteil entlang einer vom jeweiligen  
Zuföhraggregat bereitgestellten Zuföhrfläche zu trans-  
portieren. Jedes Zuföhraggregat stellt mithin eine Zuföhr-  
fläche bereit. Dabei wird das Materialteil im bestim-  
mungsgemäßen Verwendungsfall in Transportrichtung  
gefördert und von Zuföhraggregat zu Zuföhraggregat  
weitergegeben.

**[0015]** Die Zuföhrflächen der Zuföhraggregate sind je-  
weils unter Ausbildung eines jeweiligen Neigungswinkels  
geneigt zur Horizontalen ausgerichtet. Die Zuföhraggre-  
gate beziehungsweise deren Zuföhrflächen sind mithin  
schräg ausgerichtet, und zwar zur Horizontalen derart  
geneigt, dass ein Materialteil bei seinem Transport in  
Transportrichtung infolge der Schwerkrafteinwirkung un-

terstützt wird.

**[0016]** Die Zuföhraggregate stellen jeweils beispiels-  
weise eine schwingbewegte Platte zur Verfügung, die  
die jeweilige Zuföhrfläche bereitstellt. Infolge einer  
Schwingbewegung einer solchen Platte kommt es zum  
Transport eines darauf befindlichen Materialteils in  
Transportrichtung. Die erfindungsgemäß vorgesehene  
geneigte Ausrichtung der jeweiligen Zuföhrflächen un-  
terstützt diesen Transport, da in Ergänzung der Schwing-  
bewegung die auf das Materialteil einwirkende Schwer-  
kraft hinzutritt.

**[0017]** Erfindungsgemäß ist in diesem Zusammen-  
hang ferner vorgesehen, dass die Neigungswinkel der  
Zuföhrflächen unterschiedlich groß ausgebildet sind. Im  
Ergebnis führt die unterschiedliche Neigungswinkelaus-  
bildung dazu, dass die auf das Materialteil einwirkende  
Schwerkraft je nach Zuföhraggregat einen anderen Ein-  
fluss auf den Transport des Materialteils in Transport-  
richtung nimmt. Dabei ist der Einfluss umso größer, je  
größer der Neigungswinkel ausgebildet ist.

**[0018]** Die unterschiedliche Neigungswinkelausge-  
staltung sorgt mithin in vorteilhafter Weise dafür, dass  
ein Materialteil je nach Zuföhraggregat unterschiedlich  
stark in Transportrichtung beschleunigt wird. Dies wie-  
derum gestattet es in vorteilhafter Weise, eine sehr viel  
effizientere Vereinzelung mehrerer Materialteile vorneh-  
men zu können, und dies auch bei einer hohen Anzahl  
an zu vereinzelnenden Materialteilen. Denn die unter-  
schiedliche Schrägstellung der Zuföhrflächen der einzel-  
nen Zuföhraggregate sorgt sicher dafür, dass mit zuneh-  
mender Transportstrecke die Transportgeschwindigkeit  
der Materialteile zunimmt, womit auch die Vereinzelung  
bei zunehmender Transportstrecke steigt. Folgt können  
der Lasereinrichtung und/oder dem Spektrometersystem  
zuverlässig vereinzelte Materialteile zugeführt wer-  
den, und dies auch bei einem im Unterschied zum Stand  
der Technik Mehr an zu vereinzelnenden Materialteilen.  
Damit sorgt das erfindungsgemäße Zuföhrmittel für eine ge-  
steigerte Durchflussmenge, und dies bei gleichzeitig ge-  
steigerter Sortierqualität, womit die Sortiereffizienz des  
erfindungsgemäßen Systems im Unterschied zum Stand  
der Technik insgesamt gesteigert ist.

**[0019]** Gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung  
ist vorgesehen, dass der Neigungswinkel der Zuföhrflä-  
che des in Transportrichtung des Materialteils ersten Zu-  
föhraggregats kleiner als der Neigungswinkel der Zuföhr-  
fläche des in Transportrichtung des Materialteils zweiten  
Zuföhraggregats ausgebildet ist. Schwerkraftbedingt  
wird mithin das Materialteil mittels des zweiten Zuföhr-  
aggregats auf eine höhere Transportgeschwindigkeit be-  
schleunigt. Dies führt zu einer Vereinzelung der Materi-  
alteile insbesondere in Längsrichtung des Zuföhraggre-  
gats, das heißt in Transportrichtung des Materialteils.

**[0020]** Die vergleichsweise niedrige Transportge-  
schwindigkeit, die mittels des ersten Zuföhraggregats er-  
reicht wird, dient insbesondere dazu, eine Vereinzelung  
der aufgegebenen Materialteile in Breitenrichtung des  
Zuföhraggregats, das heißt quer zur Transportrichtung

des Materialteils vorzunehmen. Durch diese Maßnahme wird sichergestellt, dass ein Vergleichmäßigung der aufgegebenen Materialteile in Breitenrichtung stattfindet, so dass die im weiteren Verfahrensgang von den Materialteilen jeweils zu passierenden Sortiervorrichtungen gleichermaßen bedient werden können. Es wird so in vorteilhafter Weise insbesondere vermieden, dass einzelne Sortiereinheiten mit zur Erreichung einer gewünschten Sortierqualität zu vielen Materialteilen beschickt werden, während andere Sortiereinheiten nicht genutzte Verarbeitungskapazitäten bereitstellen. Das erste Zuführaggregat dient mithin einer Verteilung der Materialteile über die insgesamt zur Verfügung stehende Breite des Zuführmittels.

**[0021]** Die vergleichsweise niedrige Geschwindigkeit der Materialteile in Transportrichtung, die vom ersten Zuführaggregat zwecks Materialteilverteilung in der Breite zur Verfügung gestellt wird, sorgt für eine gewisse Aufstauung der Materialteile in Transportrichtung. Diese Aufstauung wird nach Übergabe der Materialteile vom ersten Zuführaggregat auf das zweite Zuführaggregat aufgelöst, da das zweite Zuführaggregat erfindungsgemäß unter einem größeren Neigungswinkel als das erste Zuführaggregat steht. Hierdurch bedingt kommt es zu einer Vereinzelung der auf das zweite Zuführaggregat aufgegebenen Materialteile in Längsrichtung, das heißt in Transportrichtung der Materialteile.

**[0022]** Gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung ist vorgesehen, dass der Neigungswinkel der Zuführfläche des in Transportrichtung des Materialteils zweiten Zuführaggregats kleiner als der Neigungswinkel der Zuführfläche des in Transportrichtung des Materialteils dritten Zuführaggregats ausgebildet ist.

**[0023]** Durch den Unterschied zum zweiten Zuführaggregat noch steilere Neigung des dritten Zuführaggregats, wird eine weitere Beschleunigung der Materialteile in Transportrichtung erreicht. Die mittels des zweiten Zuführaggregats in Transportrichtung bereits vorvereinzelten Materialteile werden nun mittels des dritten Zuführaggregats noch weiter in Transportrichtung auseinandergezogen, mithin vereinzelt. Diese zweite Vereinzelungsstufe in Längsrichtung ermöglicht eine im Unterschied zum Stand der Technik höhere Anzahl an vom Zuführmittel verarbeitbaren Materialteilen. Dabei wird mittels des ersten Zuführaggregats eine Vereinzelung in Breitenrichtung und mittels der beiden weiteren Zuführaggregate jeweils eine Vereinzelung in Längsrichtung vorgenommen, womit im Ergebnis über die gesamte Breite des Zuführmittels in Längsrichtung jeweils vereinzelte Materialteile abgabeseitig der Lasereinrichtung bzw. dem Spektrometersystem zugeführt werden. Es ist so im Weiteren eine bestimmungsgemäße Spektroskopie ermöglicht, und zwar im Unterschied zum Stand der Technik bei einer erhöhten Durchflussmenge.

**[0024]** Gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung ist vorgesehen, dass der Unterschied zwischen den Neigungswinkeln  $2^\circ$  bis  $8^\circ$ , vorzugsweise  $3^\circ$  bis  $7^\circ$ , am meisten bevorzugt  $5^\circ$  beträgt.

**[0025]** Wie Untersuchungen gezeigt haben, können die einzelnen Neigungswinkel nicht völlig frei gewählt werden. Einerseits müssen die Winkel steil genug sein, damit eine der Gewichtskraft folgende Beschleunigung der Materialteile insbesondere in Längsrichtung zur Vereinzelung derselben stattfinden kann. Andererseits dürfen die Winkel aber auch nicht zu steil gewählt werden, weil es ansonsten zu übersteigendem Material und/oder zu Überholeffekten kommt, was der gewünschten Vereinzelung widerspricht. Die vorstehend angegebenen Winkelbereiche sind nach Untersuchungen der Anmelderin optimal, wobei insbesondere ein Unterschied zwischen den Neigungswinkeln von  $5^\circ$  gewählt wird.

**[0026]** Gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung ist vorgesehen, dass der Neigungswinkel der Zuführfläche des in Transportrichtung des Materialteils ersten Zuführaggregats  $7^\circ$  bis  $13^\circ$ , vorzugsweise  $8^\circ$  bis  $12^\circ$ , am meisten bevorzugt  $10^\circ$  beträgt. Mit dieser Winkelwahl ist sichergestellt, dass eine hinreichende Beschleunigung der dem Zuführaggregat aufgegebenen Materialteile in Transportrichtung stattfindet, gleichzeitig aber noch die gewünschte Verteilung der Materialteile in Breitenrichtung erfolgt. Ein zu steiler Neigungswinkel würde in nachteiliger Weise dazu führen, dass die gewünschte Verteilung der Materialteile in Breitenrichtung ausbleibt.

**[0027]** Gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung ist vorgesehen, dass der Neigungswinkel der Zuführfläche des in Transportrichtung des Materialteils zweiten Zuführaggregats  $12^\circ$  bis  $18^\circ$ , vorzugsweise  $13^\circ$  bis  $17^\circ$ , am meisten bevorzugt  $15^\circ$  beträgt.

**[0028]** Nach einer Übergabe der Materialteile vom ersten Zuführaggregat auf das zweite Zuführaggregat findet eine Beschleunigung der Materialteile in Transportrichtung statt, und zwar zum Zwecke der Vereinzelung der Materialteile in Längsrichtung des Zuführaggregats, das heißt in Transportrichtung. Dabei kommt es in einem ersten Schritt darauf an, eine Vorvereinzelung der Materialteile vorzunehmen, und zwar unter Vermeidung insbesondere von Überholeffekten. Ein Neigungswinkel von  $10^\circ$  hat sich zur Erfüllung dieser wünschenswerterweise zu erreichenden Vereinzelung als besonders geeignet herausgestellt. Eine insbesondere noch steilere Winkelgestaltung würde nicht zu einer noch größeren Vereinzelung führen, sondern ganz im Gegenteil zu partiellen ungewünschten Materialteilansammlungen führen, insbesondere infolge von übersteigenden Materialteilen und/oder Überholeffekten.

**[0029]** Gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung ist vorgesehen, dass der Neigungswinkel der Zuführfläche des in Transportrichtung des Materialteils dritten Zuführaggregats  $17^\circ$  bis  $23^\circ$ , vorzugsweise  $18^\circ$  bis  $22^\circ$ , am meisten bevorzugt  $20^\circ$  beträgt.

**[0030]** Die mittels des zweiten Zuführaggregats vorvereinzelten Materialteile können nun mittels des dritten Zuführaggregats noch weiter vereinzelt werden. Dabei ist die weitere Schrägstellung hinsichtlich des dritten Zuführaggregats auch unter Vermeidung von übersteigendem Material und/oder Überholeffekten deshalb möglich,

weil die Materialteile mittels des zweiten Zuführaggregats bereits vorbeschleunigt sind. Mittels des dritten Zuführaggregats findet mithin eine weitere Vereinzelung der Materialteile statt, so dass schlussendlich definiert voneinander beabstandete Materialteile das Zuführmittel in Richtung der Lasereinrichtung und/oder des Spektrometersystems verlassen.

**[0031]** Die Dreistufigkeit des erfindungsgemäßen Zuführmittels gestattet es im Unterschied zum Stand der Technik einerseits, dass eine erhöhte Menge an Materialteilen verarbeitet werden kann, wobei andererseits eine Gleichverteilung in Breitenrichtung sowie eine Vereinzelung in Transportrichtung sicher gewährleistet ist. Dabei sind die einzelnen Stufen hinsichtlich ihres jeweiligen Neigungswinkels derart aufeinander abgestimmt, dass die zu vereinzelnden Materialteile von Stufe zu Stufe, das heißt von Zuführaggregat zu Zuführaggregat weiter beschleunigt werden, wobei unerwünschte Überhol-effekte und/oder übersteigende Materialteile sicher vermieden sind.

**[0032]** Gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung ist vorgesehen, dass die Neigungswinkel einstellbar ausgebildet sind. Die Einstellbarkeit der Neigungswinkel ist insbesondere dann von Vorteil, wenn nach Größe und Gewicht unterschiedliche Materialteile sortiert werden können. Denn so ist es insbesondere gestattet, die jeweiligen Neigungswinkel hinsichtlich der Sortieraufgabe optimiert einstellen zu können. So können insbesondere in Abhängigkeit der Größe der zu sortierenden Materialteile und/oder deren spezifisches Gewicht die Neigungswinkel sämtlicher oder auch nur einzelner Zuführaggregate entsprechend eingestellt werden.

**[0033]** Gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung ist vorgesehen, dass das in Transportrichtung des Materialteils erste Zuführaggregat ein Schwingförderer mit einem Unwuchtantrieb ist.

**[0034]** Das in Transportrichtung erste Zuführaggregat dient der Vereinzelung der Materialteile bzw. Verteilung derselben in Breitenrichtung. Ein Schwingförderer mit einem Unwuchtantrieb ist hierfür ausreichend, so dass dieser ob seiner vergleichsweise geringen Anschaffungs- und Unterhaltungskosten bevorzugt ist.

**[0035]** Das zweite und das dritte Zuführaggregat sind gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung bevorzugterweise als Schwingförderer mit einem Magnetantrieb ausgebildet. Ein Schwingförderer mit Magnetantrieb bietet im Unterschied zu einem Schwingförderer mit Unwuchtantrieb den Vorteil, stufenlos dosiert werden zu können, womit ein exakterer Einfluss auf die Fördergeschwindigkeit in Transportrichtung genommen werden kann. Der Magnetantrieb gewährleistet es zudem, dass ein Nachlaufen von Materialteilen dem Grunde nach ausgeschlossen ist. Dies erlaubt im Ergebnis eine sehr präzise Regelung des Materialtransports, womit gezielt Einfluss auf die gewünschte Vereinzelung der Materialteile genommen werden kann.

**[0036]** Gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung ist vorgesehen, dass die Detektionseinheit ein weiteres

Objektiv aufweist, dem ein weiterer Detektionskegel zugeordnet ist, der in einem weiteren Überlappungsbereich mit dem Laserstrahl einen weiteren Plasmadetektionsbereich ausbildet, wobei die Objektive in Relation zueinander derart angeordnet und/oder ausgerichtet sind, dass der Plasmadetektionsbereich und der weitere Plasmadetektionsbereich entlang der Strahlachse versetzt angeordnet sind und zusammen einen Sichtbereich der Detektionseinheit ausbilden.

**[0037]** Diese Ausgestaltung erbringt in vorteilhafter Weise einen vergrößerten Detektionsbereich, und dies mit der Folge, dass ein Mehr an Materialteilen hinsichtlich ihrer Zusammensetzung sicher erkannt werden kann. In der Konsequenz ist das Sortierergebnis verbessert, da Fehlausortierungen minimiert sind. Im Ergebnis ergibt sich eine in ihrer Effektivität gesteigerte Sortierung.

**[0038]** Der vergrößerte Detektionsbereich ergibt sich dadurch, dass im Unterschied zum Stand der Technik nicht nur ein Objektiv vorgesehen ist, sondern mehrere Objektive, mindestens also zwei Objektive. Bevorzugt sind indes mehr als zwei Objektive, beispielsweise drei, vier oder noch mehr Objektive.

**[0039]** Je Objektiv stellt sich ein Plasmadetektionsbereich ein. Bei vier Objektiven sind mithin vier Plasmadetektionsbereiche gegeben. Erfindungsgemäß ist nun ferner vorgesehen, dass die Objektive in Relation zueinander derart angeordnet und/oder ausgerichtet sind, dass die Plasmadetektionsbereiche entlang der Strahlachse des Laserstrahls versetzt angeordnet sind und zusammen den Sichtbereich der Detektionseinheit ausbilden. Dabei stellt der Sichtbereich den sich insgesamt ergebenden Detektionsbereich dar, der sich aus den einzelnen Plasmadetektionsbereichen zusammensetzt und mithin im Unterschied zum Stand der Technik deutlich vergrößert ist.

**[0040]** Gemäß dem Stand der Technik wird also der Detektionsbereich durch nur einen Plasmadetektionsbereich eines Objektives gebildet. Entlang der Strahlachse des Laserstrahls kann sich ein solcher Plasmadetektionsbereich typischerweise über eine Strecke von 8 bis 10 mm erstrecken. Die erfindungsgemäße Zusammensetzung des Sichtbereichs der Detektionseinheit aus einzelnen entlang der Strahlachse versetzt angeordneten Plasmadetektionsbereichen führt zu einem Gesamdetektionsbereich, der in Richtung der Strahlachse eine Erstreckung von 20 mm, 30 mm, 40 mm oder mehr aufweist. Hierdurch ist in vorteilhafter Weise erreicht, dass aufgrund ihrer geometrischen Ausgestaltung ansonsten nicht detektierbare Materialteile sicher erkannt werden können, so auch insbesondere sphärisch oder teilsphärisch ausgebildete Materialteile.

**[0041]** Im Ergebnis erlaubt das erfindungsgemäße System eine verbesserte Sortierung, da der Anteil an aussortierten Materialteilen, die deshalb aussortiert werden, weil ihre Zusammensetzung nicht sicher identifiziert werden kann, minimiert ist.

**[0042]** Die erfindungsgemäße Ausgestaltung des Zuführmittels einerseits und die Ausrüstung der Detektions-

einheit mit einem weiteren Objektiv andererseits erbringen im Ergebnis den synergetischen Effekt einer insgesamt gesteigerten Durchsatzmenge. Denn so mag zwar das erfindungsgemäße Zuführmittel im Unterschied zum Stand der Technik ein Mehr an Materialteilen verarbeiten, doch bedarf es auch einer hierauf abgestimmten Detektionseinheit. Andererseits wird eine mit einem weiteren Objektiv ausgestattete Detektionseinheit nicht vollends ausgelastet, wenn das Zuführmittel nicht in der Lage ist, eine entsprechende Menge an Materialteilen einzeln bereitzustellen. Das erfindungsgemäß ausgebildete Zuführmittel einerseits und die weitergebildete Detektionseinheit andererseits sorgen mithin in Kombination für eine insgesamt noch weiter gesteigerte Durchflussmenge.

**[0043]** Gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung ist vorgesehen, dass ein Plasmadetektionsbereich dazu eingerichtet ist, dass im Falle eines im Plasmadetektionsbereich vorliegenden Plasmas ein Messanteil des Plasmalichts von dem zugehörigen Objektiv erfasst wird. Wenn also in einem Plasmabereich ein laserinduziertes Plasma liegt, zumindest teilweise, so wird ein Messanteil des emittierten Plasmalichts von dem zugehörigen Objektiv erfasst. Bei erfindungsgemäß mehreren Objektiven führt dies dazu, dass die Detektionseinheit Plasmalicht in Form von Messanteilen einzelner Objektive erfassen kann.

**[0044]** Gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung ist vorgesehen, dass die Plasmadetektionsbereiche entlang der Strahlachse ineinander übergehend oder voneinander beabstandet angeordnet sind. Alternativ oder zusätzlich können sich die Plasmadetektionsbereiche entlang der Strahlachse jeweils über  $1/10$  bis  $1/4$  des Sichtbereichs erstrecken. Es ist mithin möglich, insbesondere nach Sortieraufgabe einen sich insgesamt ergebenden Detektionsbereich durch entsprechende Anordnung der Plasmadetektionsbereiche auszubilden.

**[0045]** Gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung ist vorgesehen, dass das erfindungsgemäße Zuführmittel zum Transportieren des Materialteils dazu eingerichtet ist, das Materialteil entlang einer Zuführfläche bis hin zu einem oberen Abschnitt einer Rutsche zu transportieren. Gemäß dieser bevorzugten Ausführungsform wird das Materialteil dem Zuführmittel aufgegeben. Von dort aus gelangt es zu einer Rutsche, wobei es entlang einer Zuführfläche des Zuführmittels transportiert wird, und zwar bis hin zu einem oberen Abschnitt der Rutsche. Sobald das Materialteil die Rutsche erreicht hat, bewegt es sich der Schwerkraft folgend die Rutsche hinunter. Der Sinn und Zweck der Rutsche ist es insbesondere, das Materialteil auszurichten und in einen definierten Fallkorridor zu übergeben.

**[0046]** Gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung ist vorgesehen, dass die Sortiereinheit einer dem oberen Abschnitt der Rutsche gegenüberliegenden unteren Randkante der Rutsche zugeordnet ist, wobei die Sortiereinheit dazu eingerichtet ist, dass die Rutsche über die untere Randkante der Rutsche verlassende Materi-

alteil einer von zwei Fraktionen zuzuführen.

**[0047]** Gemäß dieser bevorzugten Ausführungsform verlässt ein Materialteil die Rutsche im freien Fall und wird im freien Fall einer Analyse und einer Sortierung unterzogen. Zu diesem Zweck sind insbesondere die Lasereinrichtung sowie das Spektrometersystem in Höhenrichtung unterhalb der unteren Randkante der Rutsche angeordnet.

**[0048]** Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung anhand der Figuren. Dabei zeigen

Fig. 1 in schematischer Darstellung das erfindungsgemäße System;

Fig. 2 in schematischer Darstellung ein erfindungsgemäßes Zuführmittel;

Fig. 3 in einer weiteren schematischen Darstellung die Funktionsweise des erfindungsgemäßen Systems und

Fig. 4 in vergrößerter schematischer Darstellung das Spektrometersystem gemäß dem erfindungsgemäßen System nach Fig. 1.

**[0049]** Fig. 1 lässt in schematischer Darstellung das erfindungsgemäße System 100 erkennen.

**[0050]** Das System 100 ist dazu eingerichtet, ein Materialteil 120 einer laserinduzierten Plasmaspektroskopie zu unterziehen und in Abhängigkeit des Ergebnisses der Spektralanalyse zu sortieren, wobei im gezeigten Ausführungsbeispiel zwei Fraktionen F1 und F2 vorgesehen sind, denen das Materialteil 120 zugeordnet werden kann. Zur Aufnahme der jeweiligen Fraktionen F1 und F2 dienen Sammelstellen 170, beispielsweise in Form von Behältern.

**[0051]** Wie die schematische Darstellung nach Figur 1 ferner erkennen lässt, verfügt das System 100 über ein Zuführmittel 110 gefolgt von einer Rutsche 130. Im bestimmungsgemäßen Verwendungsfall wird ein Materialteil 120 dem Zuführmittel 110 aufgegeben. Das Zuführmittel 110 dient dem Transport des Materialteils 120 entlang einer vom Zuführmittel bereitgestellten Zuführfläche 111, und zwar bis zu einem oberen Abschnitt 131 der Rutsche 130. Hier wird das Materialteil 120 vom Zuführmittel 110 auf die Rutsche 130 übergeben.

**[0052]** Das Zuführmittel 110 dient insbesondere dazu, eine Mehrzahl von auf das Zuführmittel 110 aufgegebenen Materialteilen 120 zu vereinzeln, so dass diese im weiteren voneinander beabstandet der Rutsche 130 zugeführt werden können.

**[0053]** Ein auf die Rutsche 130 übergebenes Materialteil 120 rutscht der Schwerkraft folgend die Rutsche 130 hinunter, bis zur unteren Randkante 132 der Rutsche, die dem oberen Abschnitt 131 der Rutsche 130 gegenüberliegend ausgebildet ist. Es ist insbesondere die Aufgabe der Rutsche 130, das Materialteil 120 aus-

zurichten und in einen definierten Fallkorridor zu überführen.

**[0054]** Mit Verlassen der Rutsche 130 bewegt sich das Materialteil 120 nach wie vor unter Schwerkrafteinwirkung im freien Fall durch die Umgebungsatmosphäre. Dabei passiert es das Spektrometersystem 1. Dieses sorgt für eine Analyse des Materialteils 120, wie des im Weiteren noch näher beschrieben werden wird. In Entsprechung eines Ergebnisses einer durchgeführten Spektralanalyse erzeugt das Spektrometersystem 1 ein Ausgangssignal. Dieses wird einer Steuereinrichtung 150 zugeführt, die in Abhängigkeit dieses Ausgangssignals einerseits und einem Sortierkriterium andererseits eine Sortiereinheit 160 betreibt, das heißt ansteuert. Mittels dieser Sortiereinheit 160 wird das Materialteil 120 in seinem freien Fall entweder abgelenkt oder es findet keine Ablenkung statt. Für den Fall, dass keine Ablenkung stattfindet, gelangt das Materialteil 120 zur Sammelstelle 170 der Fraktion F2. Andernfalls, wenn also eine Ausortierung mittels der Sortiereinheit 160 stattfindet, gelangt das Materialteil 120 zur Sammelstelle 170 für die Fraktion F1.

**[0055]** Zur Analyse der Zusammensetzung des Materialteils 120 dient das Spektrometersystem 1, das Teil eines LIBS-Moduls 180 ist. Dabei gehören zum LIBS-Modul 180 ferner eine Lasereinrichtung 140 sowie die Steuervorrichtung 150. Bevorzugterweise sind die Lasereinrichtung 140, das Spektrometersystem 1 und die Steuervorrichtung 150 in einem gemeinsamen Gehäuse untergebracht, was in Figur 1 nicht im Einzelnen dargestellt ist.

**[0056]** Die Lasereinrichtung 140 besteht ihrerseits aus weiteren Einzelkomponenten, beispielsweise einer Laserstrahlquelle 9, einer Lichtleitfaser 9A und einer Fokussieroptik 11, wie dies insbesondere anhand des Ausführungsbeispiels nach Figur 2 zu erkennen ist.

**[0057]** Das Zuführmittel 110 ist erfindungsgemäß dreistufig ausgebildet, wie dies die Darstellung nach Fig. 2 erkennen lässt.

**[0058]** Das Zuführmittel 110 verfügt im gezeigten Ausführungsbeispiel über drei separate Zuführaggregate 201, 202 und 203. Diese Zuführaggregate sind in Transportrichtung 207 des Materialteils 120 in Reihe hintereinander angeordnet. Dabei stellt jedes Zuführaggregat 201, 202 und 203 jeweils eine Zuführfläche 204, 205 bzw. 206 bereit, entlang welcher ein Materialteil 120 im bestimmungsgemäßen Verwendungsfall bewegt wird.

**[0059]** Die Zuführflächen 204, 205 und 206 sind jeweils unter Ausbildung eines jeweiligen Neigungswinkels  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$  und  $\alpha_3$  geneigt zur Horizontalen ausgerichtet. Dabei sind die Neigungswinkel  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$  und  $\alpha_3$  erfindungsgemäß unterschiedlich groß ausgebildet.

**[0060]** In ihrer Gesamtheit bilden die Zuführaggregate 201, 202 und 203 das Zuführmittel 110. Dabei ist die vom Zuführmittel 110 bereitgestellte Zuführfläche 111 in die Zuführflächen 204, 205 und 206 der Zuführaggregate 201, 202 und 203 unterteilt.

**[0061]** Im bestimmungsgemäßen Verwendungsfall

werden dem Zuführmittel 110 Materialteile 120 aufgegeben, beispielsweise mittels eines Förderers 200, der als Bandförderer ausgebildet sein kann.

**[0062]** Vom Förderer 200 gelangen die Materialteile 120 zunächst zu dem in Transportrichtung 207 ersten Zuführaggregat 201. Dieses Zuführaggregat 201 ist beispielsweise als Schwingförderer mit Unwuchtantrieb ausgebildet und dient in erster Linie dazu, die aufgegebenen Materialteile 120 in Breitenrichtung, das heißt quer zur Transportrichtung 207 zu verteilen.

**[0063]** Die Zuführfläche 204 des ersten Zuführaggregats 201 steht unter einem Neigungswinkel  $\alpha_1$  von zum Beispiel  $10^\circ$ . Schwerkraftbedingt wird hierdurch ein Transport der Materialteile in Transportrichtung 207 unterstützt.

**[0064]** Vom ersten Zuführaggregat 201 gelangen die Materialteile 120 alsdann zum zweiten Zuführaggregat 202, das dem ersten Zuführaggregat 201 in Transportrichtung 207 nachgeschaltet ist. Die vom zweiten Zuführaggregat 202 bereitgestellte Zuführfläche 205 steht unter einem Neigungswinkel  $\alpha_2$ , der größer als der Neigungswinkel  $\alpha_1$  ausgebildet ist und beispielsweise  $15^\circ$  beträgt. Dieser steilere Neigungswinkel  $\alpha_2$  sorgt dafür, dass schwerkraftbedingt eine höhere Transportgeschwindigkeit der Materialteile 120 in Transportrichtung 207 erreicht wird. Im Ergebnis kommt es zu einer Vereinzelung der Materialteile 120 in Transportrichtung 207.

**[0065]** Vom zweiten Zuführaggregat 202 gelangen die Materialteil 120 schließlich zum dritten Zuführaggregat 203, dessen Zuführfläche 206 unter dem Neigungswinkel  $\alpha_3$  zur Horizontalen geneigt ist. Der Neigungswinkel  $\alpha_3$  ist größer als der Neigungswinkel  $\alpha_2$  der zweiten Zuführfläche 205 und beträgt beispielsweise  $20^\circ$ . Durch diesen noch steileren Neigungswinkel  $\alpha_3$  findet eine weitere Beschleunigung der Materialteile 120 statt, was zu einer noch höheren Geschwindigkeit der Materialteile 120 mit dem Ergebnis führt, dass eine noch weitergehende Vereinzelung in Transportrichtung 207 stattfindet.

**[0066]** Schlussendlich erreichen die Materialteile 120 eine solche Vereinzelung in Transportrichtung 207, dass sie nach einem passieren des Zuführaggregats 203 auf die Rutsche 130 gelangen, so dass dann eine Sortierung in schon vorbeschriebener Weise bestimmungsgemäß stattfinden kann.

**[0067]** Wie sich insbesondere aus Figur 3 ergibt, verfügt das Spektrometersystem 1 über eine Detektionseinheit 21, die ihrerseits mehrere Objektive bereitstellt. Jedem dieser Objektive ist ein Detektionskegel 35 zugeordnet, die in einem Überlappungsbereich mit dem Laserstrahl 5 jeweils einen Plasmadetektionsbereich 39 ausbilden. Diese Plasmadetektionsbereiche 39 sind entlang der Strahlachse des Laserstrahls 5 versetzt zueinander angeordnet und bilden zusammen einen Sichtbereich 41 der Detektionseinheit 21 aus. Der Sichtbereich 41 setzt sich mithin aus den einzelnen Plasmadetektionsbereichen 39 zusammen, wodurch der von der Detektionseinheit insgesamt abgedeckte Detektionsbereich definiert ist.

**[0068]** Fig. 3 zeigt eine schematische Übersicht eines Spektrometersystems 1 zur Spektralanalyse eines von einem Laserinduzierten Plasma 3 (schematisch als gefüllter Kreis angedeutet) emittierten Plasmalichts 3A. Detektierbares Plasmalicht 3A liegt beispielsweise im Wellenlängenbereich von UV-Licht, sichtbarem Licht, nahem Infrarotlicht und/oder Infrarotlicht; insbesondere kann zu detektierendes Plasmalicht im Spektralbereich von ca. 190 nm bis ca. 920 nm liegen. Bei LIBS wird das Plasma 3 mit einem Laserstrahl 5 auf einer Oberfläche 7A einer Probe 7 erzeugt.

**[0069]** Zur Erzeugung des, z. B. gepulsten, Laserstrahls 5 umfasst das Spektrometersystem 1 eine Laserstrahlquelle 9. Die Laserstrahlquelle 9 ist dazu ausgebildet, für die Plasmaerzeugung benötigte Laserstrahlparameter bereitzustellen. Der Laserstrahl 5 wird z. B. über eine Lichtleitfaser 9A einer Fokussieroptik 11 zugeführt und von dieser auf die Oberfläche 7A der Probe 7 (Materialteil 120 gemäß Figur 1) fokussiert. Die Fokussieroptik 11 kann insbesondere als eine Laserkopfkomponente mit Fokussierfunktion wie eine insbesondere auf das Spektrum oder die Pulsdauer oder die Pulsenergie einwirkende aktive Laserkomponente mit Fokussierfunktion ausgebildet sein. Die Ausbreitung des Laserstrahls 5 zwischen Fokussieroptik 11 und Probe 7 erfolgt entlang einer Strahlachse 5A. Beispielhafte Fokusdurchmesser ( $1/e^2$ -Strahldurchmesser in der Strahlmitte) und Fokusslängen (doppelte Rayleigh-Längen) liegen im Bereich von  $<50\ \mu\text{m}$  bis  $>250\ \mu\text{m}$  bzw. im Bereich von  $<5\ \text{mm}$  bis  $>1.000\ \text{mm}$ .

**[0070]** Laserparameter können insbesondere derart eingestellt/gewählt werden, dass sich ein Bereich, in dem Plasmaerzeugung stattfinden kann (auch als Zündbereich bezeichnet), beispielsweise über eine Länge im Bereich von ca. 5 mm bis ca. 50 mm, beispielsweise über eine Länge von 10 mm, 20 mm oder 30 mm, entlang der Strahlachse 5A erstreckt.

**[0071]** Fig. 3 zeigt schematisch eine entlang der Strahlachse 5A langgezogene Fokuszone 11A, wie sie im Bereich der Oberfläche 7A der Probe 7 ausgebildet wird. Das Plasma 3 bildet sich aufgrund der Wechselwirkung der Laserstrahlung mit dem Material an der Oberfläche der Probe 7A aus. Bei LIBS liegen übliche Ausmaße (gemittelter Durchmesser) eines Plasmas 3 im Bereich von z. B. 0,1 mm bis 5 mm (abhängig von Probenmaterial und Laserparameter).

**[0072]** Das Spektrometersystem 1 umfasst ferner ein optisches Spektrometer 13 zur Spektralanalyse des Plasmalichts 3A. Das optische Spektrometer 13 ist in Fig. 2 beispielhaft als Gitterspektrometer dargestellt. Allgemein umfasst das Spektrometer 13 mindestens ein dispersives Element 13A, z. B. ein Gitter, ein Prisma oder ein Gitterprisma, und einen pixelbasierten Detektor 13B, auf den das Plasmalicht spektral aufgeweitet auftrifft. Den Pixeln des Detektors 13B sind spektrale Komponenten des zu analysierenden Plasmalichts 3A zugeordnet. Der Detektor 13B gibt Intensitätswerte der bestrahlten Pixel an eine Auswerteeinheit 15, üblicherweise ein

Computer mit einem Prozessor und einem Speicher, aus. Die Auswerteeinheit 15 gibt eine gemessene spektrale Verteilung 17 aus und vergleicht diese beispielsweise mit abgelegten Vergleichsspektren, um dem Plasmalicht 3A und damit der untersuchten Probe 3 die zum Plasmalicht 3A beitragenden Elemente zuzuordnen und als Ergebnis der spektralen Untersuchung auszugeben.

**[0073]** Im Spektrometer 13 ist ein (spektralabhängiger) Strahleingang für das zu analysierende Plasmalicht durch eine Eintrittsapertur 19, üblicherweise ein Eintrittsspalt 19A, festgelegt.

**[0074]** Das Spektrometersystem 1 umfasst ferner eine Detektionseinheit 21 mit einer Objektivhalterung 23 und mehreren Objektiven 25A, 25B, 25C, die von der Objektivhalterung 23 gehalten werden. Beispielhaft werden in den Figuren drei Objektive gezeigt, zwei in der Bildebene und eines dahinterliegend. Die Anzahl der verwendeten Objektive kann in Abhängigkeit räumlicher und optischer Parameter sowie Parameter des Materials der zu untersuchenden Probe ausgewählt werden; sie liegt z. B. im Bereich von 2 bis 20, beispielsweise bei 4, 5, 8, 9 oder 15 Objektiven.

**[0075]** Das Spektrometersystem 1, insbesondere die Detektionseinheit 21, umfasst ferner ein optisches Lichtleitsystem 27, das die Objektive 25A, 25B, 25C mit dem Spektrometer 13 optisch verbindet. Das Lichtleitsystem 27 stellt mehrere optische Eingänge 29, die jeweils optisch einem der Objektive 25A, 25B, 25C zugeordnet sind, und einen (den Objektiven gemeinsamen, funktionellen) optischen Ausgang 31, der optisch der Eintrittsapertur 19 zugeordnet ist, bereit.

**[0076]** Jedes der Objektive 25A, 25B, 25C ist zum Erfassen eines Messanteils 33 des Plasmalichts 3A eingerichtet und umfasst mindestens ein fokussierendes optisches Element, wie z. B. eine Sammellinse oder einen konkaven Spiegel. Jedem der Objektive 25A, 25B, 25C ist ein Detektionskegel 35 zugeordnet. Die Strahlachse 5A verläuft durch die Detektionskegel 35, wobei die Detektionskegel 35 im Bereich des Laserstrahls 5 eine eingestellte Mindestgröße aufweisen. Jeder der Detektionskegel 35 umfasst in einem Überlappungsbereich mit dem Laserstrahl 5 einen Plasmadetektionsbereich 39, der dem entsprechenden Objektiv 25A, 25B, 25C zugeordnet ist. Beispielsweise weisen die Detektionskegel 35 eine Länge von einer Eintrittsapertur eines Objektivs zum Laserstrahl im Bereich von 200 mm bis 400 mm auf. Beispielhaft wird in Fig. 2 das Plasma 3 im Plasmadetektionsbereich 39 des Objektivs 25B erzeugt, sodass der zugehörige Messanteil 33 des Plasmalichts 3A vom Objektiv 25B erfasst und auf den zugeordneten optischen Eingang 29 des Lichtleitsystems 27 abgebildet wird. Von einem oder mehreren Objektiven erfasste Messanteile 33 werden vom optischen Lichtleitsystem 27 zum gemeinsamen optischen Ausgang 31 geleitet und durch die Eintrittsapertur 19 in das optische Spektrometer 13 zur spektralen Analyse eingekoppelt.

**[0077]** Fig. 3 zeigt beispielhaft drei Objektive 25A, 25B, 25C, die azimuthal verteilt um die Strahlachse 5A ange-



ordnet sind. Die Objektive 25A und 25B liegen auf gegenüberliegenden Seiten der Strahlachse 5A und sind somit von gegenüberliegenden Seiten auf die Strahlachse 5A gerichtet. Das Objektiv 25C ist von hinten auf die Strahlachse 5A gerichtet. Ein weiteres Objektiv (in Fig. 2 nicht gezeigt) kann beispielsweise von vorne auf die Strahlachse 5A gerichtet sein oder mithilfe eines Strahlteilers entlang der Strahlachse 5A auf die Fokuszzone 11A gerichtet sein. Zur Verdeutlichung sind in Fig. 2 die Detektionskegel 35 konisch auf die Strahlachse 5A zulaufend gestrichelt angedeutet, wobei die Fokuszzone 11A, das Plasma 3 und die Plasmadetektionsbereiche 39 zur Verdeutlichung im Vergleich zu den Detektionskegeln 35 übergroß dargestellt sind.

**[0078]** Fig. 4 zeigt noch einmal eine Detailansicht des erfindungsgemäßen Systems 100 gemäß Fig. 1. Zu erkennen ist hier, dass in ihrer Zusammensetzung unterschiedliche Materialteile vorgesehen sind, und zwar Materialteile 120B aus Kunststoff und Materialteile 120A aus Aluminium. In schon vorbeschriebener Weise kann mittels des erfindungsgemäßen Spektrometersystems 1 eine Aussortierung dahingehend stattfinden, dass die Materialteile 120A von den Materialteilen 120B getrennt werden. Zu diesem Zweck erfolgt mittels der Sortiereinheit 160 im Falle der Erkennung eines Materialteils 120B aus Kunststoff ein Ausschleusen desselben. Die Sortiereinheit 160 verfügt zu diesem Zweck über eine Luftdruckdüse, mittels der ein Kunststoffteil 120B aus dem Strom an Materialteilen ausgeschleust werden kann. Infolge einer solchen Sortierung sammeln sich an den Sammelstellen 170 voneinander getrennt Materialteile 120B aus Kunststoff einerseits und Materialteile 120A aus Aluminium andererseits an.

Bezugszeichen

**[0079]**

1	Spektrometersystem
3	Plasma
3A	Plasmalicht
5	Laserstrahl
5A	Strahlachse
7	Probe
7A	Oberfläche
9	Laserstrahlquelle
9A	Lichtleitfaser
11	Fokussieroptik
11A	Fokuszzone
13	optisches Spektrometer
13A	dispersives Element
13B	Detektor
15	Auswerteeinheit
17	spektraler Verteilung
19	Eintrittsapertur
19A	Eintrittsspalt
21	Detektionseinheit
23	Objektivhalterung

25A	Objektiv
25B	Objektiv
25C	Objektiv
25D	Objektiv
27	Lichtleitsystem
29	optischer Eingang
31	optischer Ausgang
33	Messanteil
35	Detektionskegel
39	Plasmadetektionsbereich
41	Sichtbereich
100	System
110	Zuführmittel
111	Zuführmittel
120	Materialteil
120A	Aluminiumteil
120B	Kunststoffteil
130	Rutsche
131	oberer Abschnitt
132	untere Randkante
140	Laservorrichtung
150	Steuervorrichtung
160	Sortiereinheit
170	Sammelstelle
180	LIBS-Modul
200	Förderer
201	Zuführaggreat
202	Zuführaggreat
203	Zuführaggreat
204	Zuführfläche
205	Zuführfläche
206	Zuführfläche
207	Transportrichtung
$\alpha_1$	Neigungswinkel
$\alpha_2$	Neigungswinkel
$\alpha_3$	Neigungswinkel

#### 40 Patentansprüche

1. System zum Analysieren und Sortieren eines Materialteils, insbesondere eines Schrottteils aus Aluminium, umfassend:

- 45
- ein Zuführmittel (110) zum Transportieren des Materialteils (120)
  - eine Sortiereinheit (160), die dazu eingerichtet ist, das Materialteil (120) einer von zwei Fraktionen (F1, F2) zuzuführen,
  - eine Lasereinrichtung (140), die dazu eingerichtet ist, mit einem sich entlang einer Strahlachse (5A) ausbreitenden Laserstrahl (5) auf einer Oberfläche 7A des Materialteils (120) ein Plasma (3) zu erzeugen,
  - ein Spektrometersystem (1), das dazu eingerichtet ist, eine Spektralanalyse eines von dem laserinduzierten Plasma (3) emittierten Plasma-
- 50
- 55

lichts (3A) durchzuführen und in Entsprechung eines Ergebnisses der durchgeführten Spektralanalyse ein Ausgangssignal zu erzeugen, und - eine Steuervorrichtung (150), die dazu eingerichtet ist, das Ausgangssignal zu empfangen und die Sortiereinheit (160) basierend auf dem Ausgangssignal und einem Sortierkriterium zu betreiben,

- wobei das Spektrometersystem (1) ein Spektrometer (13) und eine mit dem Spektrometer (13) optisch verbundene Detektionseinheit (21) aufweist,

- wobei die Detektionseinheit (21) ein Objektiv (25A, 25B, 25C, 25D) aufweist, dem ein Detektionskegel (35) zugeordnet ist, der in einem Überlappungsbereich (37) mit dem Laserstrahl (5) einen Plasmadetektionsbereich (39) ausbildet,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** das Zuführmittel (110) drei einzelne und in Transportrichtung (207) des Materialteils (120) in Reihe hintereinander angeordnete Zuführungsaggregate (201, 202, 203) aufweist, wobei jedes Zuführaggregat (201, 202, 203) jeweils dazu eingerichtet ist, das Materialteil (120) entlang einer vom jeweiligen Zuführaggregat (201, 202, 203) bereitgestellten Zuführfläche (204, 205, 206) zu transportieren, wobei die Zuführflächen (204, 205, 206) jeweils unter Ausbildung eines jeweiligen Neigungswinkels ( $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ ,  $\alpha_3$ ) geneigt zur Horizontalen ausgerichtet sind, wobei die Neigungswinkel ( $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ ,  $\alpha_3$ ) unterschiedlich ausgebildet sind.

2. System nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Neigungswinkel ( $\alpha_1$ ) der Zuführungsfläche (204) des in Transportrichtung (207) ersten Zuführaggregats (201) kleiner als der Neigungswinkel ( $\alpha_2$ ) der Zuführfläche (205) des in Transportrichtung (207) zweiten Zuführaggregats (202) ausgebildet ist.

3. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Neigungswinkel ( $\alpha_2$ ) der Zuführfläche (205) des in Transportrichtung (207) zweiten Zuführaggregats (202) kleiner als der Neigungswinkel ( $\alpha_3$ ) der Zuführfläche (206) des in Transportrichtung (207) dritten Zuführaggregats (203) ausgebildet ist.

4. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Unterschied zwischen den Neigungswinkeln ( $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ ,  $\alpha_3$ ) 2° bis 8°, vorzugsweise 3° bis 7°, am meisten bevorzugt 5° beträgt.

5. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Nei-

gungswinkel ( $\alpha_1$ ) der Zuführfläche (204) des in Transportrichtung (207) ersten Zuführaggregats (201) 7° bis 13°, vorzugsweise 8° bis 12°, am meisten bevorzugt 10° beträgt.

6. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Neigungswinkel ( $\alpha_2$ ) der Zuführfläche (205) des in Transportrichtung (207) zweiten Zuführaggregats (202) 12° bis 18°, vorzugsweise 13° bis 17°, am meisten bevorzugt 15° beträgt.

7. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Neigungswinkel ( $\alpha_3$ ) der Zuführfläche (206) des in Transportrichtung (207) dritten Zuführaggregats (203) 17° bis 23°, vorzugsweise 18° bis 22°, am meisten bevorzugt 20° beträgt.

8. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Neigungswinkel ( $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ ,  $\alpha_3$ ) einstellbar ausgebildet sind.

9. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das in Transportrichtung (207) erste Zuführaggregat (201) ein Schwingförderer mit einem Unwuchtantrieb ist.

10. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die in Transportrichtung zweiten und dritten Zuführaggregate (202, 203) jeweils ein Schwingförderer mit einem Magnetantrieb sind.

11. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Detektionseinheit (21) ein weiteres Objektiv (25A, 25B, 25C, 25D) aufweist, dem ein weiterer Detektionskegel (35) zugeordnet ist, der in einem weiteren Überlappungsbereich (37) mit dem Laserstrahl (5) einen weiteren Plasmadetektionsbereich (39) ausbildet, wobei die Objektive (25A, 25B, 25C, 25D) in Relation zueinander derart angeordnet und/oder ausgerichtet sind, dass der Plasmadetektionsbereich (39) und der weitere Plasmadetektionsbereich (39) entlang der Strahlachse (5A) versetzt angeordnet sind und zusammen einen Sichtbereich (41) der Detektionseinheit (21) ausbilden.

12. System nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Plasmadetektionsbereich (39) dazu eingerichtet ist, dass im Falle eines im Plasmadetektionsbereich (39) vorliegenden Plasmas (3) ein Messanteil (33) des Plasmalichts (3A) von dem zugehörigen Objektiv (25A, 25B, 25C, 25D) erfasst wird.

13. System nach einem der vorhergehenden Ansprü-

che, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Plasma-detektionsbereiche (39) entlang der Strahlachse (5A) ineinander übergehenden oder voneinander beabstandet angeordnet sind.

14. System nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Objektivhalterung (23) eine optische Durchgangsöffnung (43) bereitstellt, durch die hindurch die Strahlachse (5A) verläuft.
15. System nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sortiereinheit (160) einer einem oberen Abschnitt (131) einer Rutsche (130) gegenüberliegenden unteren Randkante (132) der Rutsche (130) zugeordnet ist, wobei die Sortiereinheit (160) dazu eingerichtet ist, das die Rutsche (130) über die untere Randkante (132) der Rutsche (130) verlassende Materialteil (120) einer von zwei Fraktionen (F1, F2) zuzuführen.

#### Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 137(2) EPÜ.

1. System zum Analysieren und Sortieren eines Materialteils, insbesondere eines Schrottteils aus Aluminium, umfassend:
- ein Zuführmittel (110) zum Transportieren des Materialteils (120)
  - eine Sortiereinheit (160), die dazu eingerichtet ist, das Materialteil (120) einer von zwei Fraktionen (F1, F2) zuzuführen,
  - eine Lasereinrichtung (140), die dazu eingerichtet ist, mit einem sich entlang einer Strahlachse (5A) ausbreitenden Laserstrahl (5) auf einer Oberfläche 7A des Materialteils (120) ein Plasma (3) zu erzeugen,
  - ein Spektrometersystem (1), das dazu eingerichtet ist, eine Spektralanalyse eines von dem laserinduzierten Plasma (3) emittierten Plasmalichts (3A) durchzuführen und in Entsprechung eines Ergebnisses der durchgeführten Spektralanalyse ein Ausgangssignal zu erzeugen, und
  - eine Steuervorrichtung (150), die dazu eingerichtet ist, das Ausgangssignal zu empfangen und die Sortiereinheit (160) basierend auf dem Ausgangssignal und einem Sortierkriterium zu betreiben,
  - wobei das Spektrometersystem (1) ein Spektrometer (13) und eine mit dem Spektrometer (13) optisch verbundene Detektionseinheit (21) aufweist,
  - wobei die Detektionseinheit (21) ein Objektiv (25A, 25B, 25C, 25D) aufweist, dem ein Detektionskegel (35) zugeordnet ist, der in einem Überlappungsbereich (37) mit dem Laserstrahl (5) einen Plasmadetektionsbereich (39) ausbil-

det, wobei

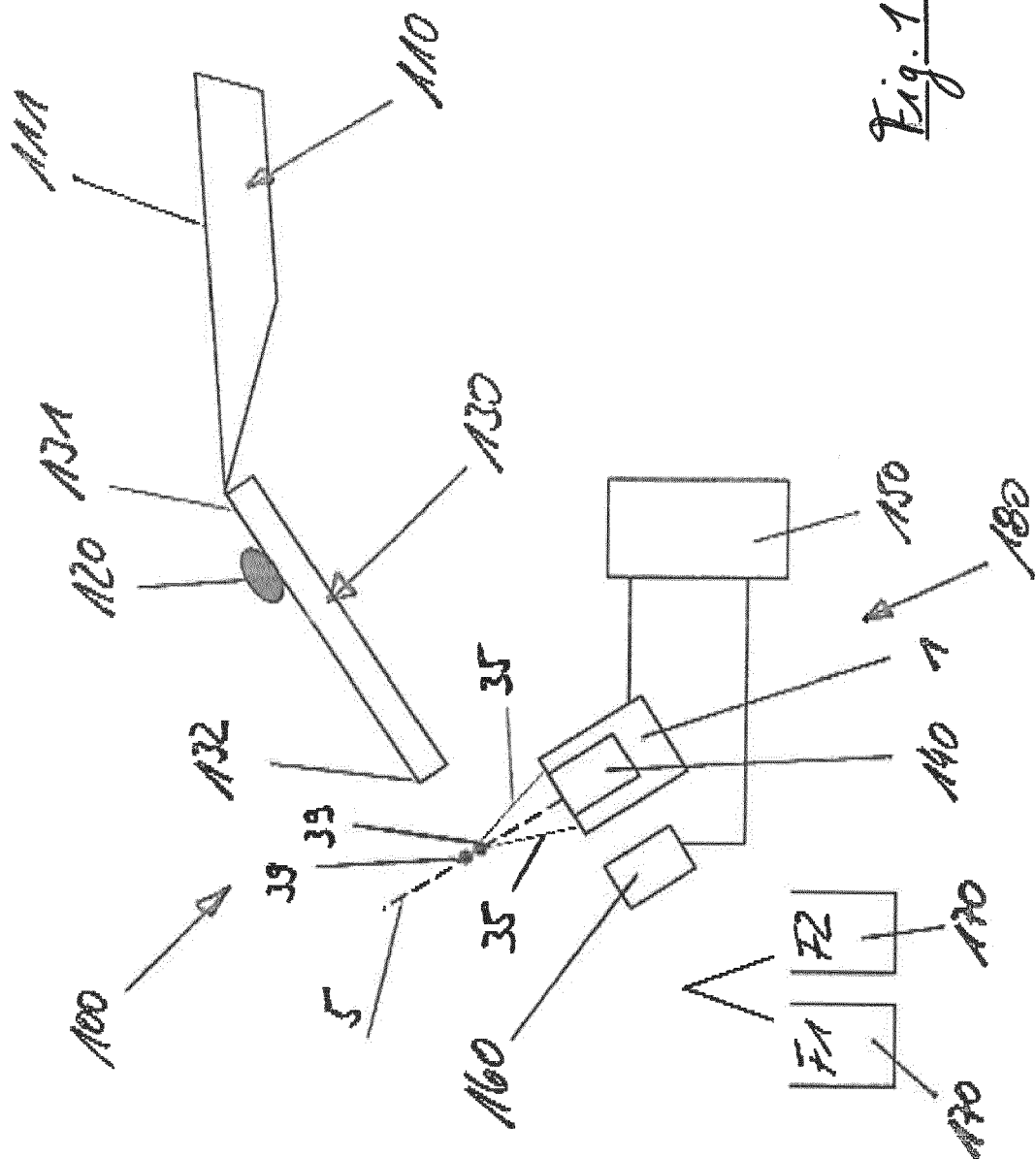
das Zuführmittel (110) drei einzelne und in Transportrichtung (207) des Materialteils (120) in Reihe hintereinander angeordnete Zuführaggregate (201, 202, 203) aufweist, wobei jedes Zuführaggregat (201, 202, 203) jeweils dazu eingerichtet ist, das Materialteil (120) entlang einer vom jeweiligen Zuführaggregat (201, 202, 203) bereitgestellten Zuführfläche (204, 205, 206) zu transportieren, wobei die Zuführflächen (204, 205, 206) jeweils unter Ausbildung eines jeweiligen Neigungswinkels ( $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ ,  $\alpha_3$ ) geneigt zur Horizontalen ausgerichtet sind, wobei die Neigungswinkel ( $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ ,  $\alpha_3$ ) unterschiedlich ausgebildet sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Neigungswinkel ( $\alpha_1$ ) der Zuführungsfläche (204) des in Transportrichtung (207) ersten Zuführaggregats (201) kleiner als der Neigungswinkel ( $\alpha_2$ ) der Zuführfläche (205) des in Transportrichtung (207) zweiten Zuführaggregats (202) ausgebildet ist und dass der Neigungswinkel ( $\alpha_2$ ) der Zuführfläche (205) des in Transportrichtung (207) zweiten Zuführaggregats (202) kleiner als der Neigungswinkel ( $\alpha_3$ ) der Zuführfläche (206) des in Transportrichtung (207) dritten Zuführaggregats (203) ausgebildet ist.

2. System nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Unterschied zwischen den Neigungswinkeln ( $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ ,  $\alpha_3$ ) 2° bis 8°, vorzugsweise 3° bis 7°, am meisten bevorzugt 5° beträgt.
3. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Neigungswinkel ( $\alpha_1$ ) der Zuführfläche (204) des in Transportrichtung (207) ersten Zuführaggregats (201) 7° bis 13°, vorzugsweise 8° bis 12°, am meisten bevorzugt 10° beträgt.
4. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Neigungswinkel ( $\alpha_2$ ) der Zuführfläche (205) des in Transportrichtung (207) zweiten Zuführaggregats (202) 12° bis 18°, vorzugsweise 13° bis 17°, am meisten bevorzugt 15° beträgt.
5. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Neigungswinkel ( $\alpha_3$ ) der Zuführfläche (206) des in Transportrichtung (207) dritten Zuführaggregats (203) 17° bis 23°, vorzugsweise 18° bis 22°, am meisten bevorzugt 20° beträgt.
6. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Neigungswinkel ( $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ ,  $\alpha_3$ ) einstellbar ausgebildet sind.
7. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das in Trans-

portrichtung (207) erste Zuführaggregat (201) ein Schwingförderer mit einem Unwuchtantrieb ist.

8. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die in Transportrichtung zweiten und dritten Zuführaggregate (202, 203) jeweils ein Schwingförderer mit einem Magnetantrieb sind. 5
  
9. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Detektionseinheit (21) ein weiteres Objektiv (25A, 25B, 25C, 25D) aufweist, dem ein weiterer Detektionskegel (35) zugeordnet ist, der in einem weiteren Überlappungsbereich (37) mit dem Laserstrahl (5) einen weiteren Plasmadetektionsbereich (39) ausbildet, wobei die Objektive (25A, 25B, 25C, 25D) in Relation zueinander derart angeordnet und/oder ausgerichtet sind, dass der Plasmadetektionsbereich (39) und der weitere Plasmadetektionsbereich (39) entlang der Strahlachse (5A) versetzt angeordnet sind und zusammen einen Sichtbereich (41) der Detektionseinheit (21) ausbilden. 10  
15  
20
  
10. System nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Plasmadetektionsbereich (39) dazu eingerichtet ist, dass im Falle eines im Plasmadetektionsbereich (39) vorliegenden Plasmas (3) ein Messanteil (33) des Plasmalichts (3A) von dem zugehörigen Objektiv (25A, 25B, 25C, 25D) erfasst wird. 25  
30
  
11. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Plasmadetektionsbereiche (39) entlang der Strahlachse (5A) ineinander übergehenden oder voneinander beabstandet angeordnet sind. 35
  
12. System nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Objektivhalterung (23) eine optische Durchgangsöffnung (43) bereitstellt, durch die hindurch die Strahlachse (5A) verläuft. 40
  
13. System nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sortiereinheit (160) einer einem oberen Abschnitt (131) einer Rutsche (130) gegenüberliegenden unteren Randkante (132) der Rutsche (130) zugeordnet ist, wobei die Sortiereinheit (160) dazu eingerichtet ist, dass die Rutsche (130) über die untere Randkante (132) der Rutsche (130) verlassende Materialteil (120) einer von zwei Fraktionen (F1, F2) zuzuführen. 45  
50

55



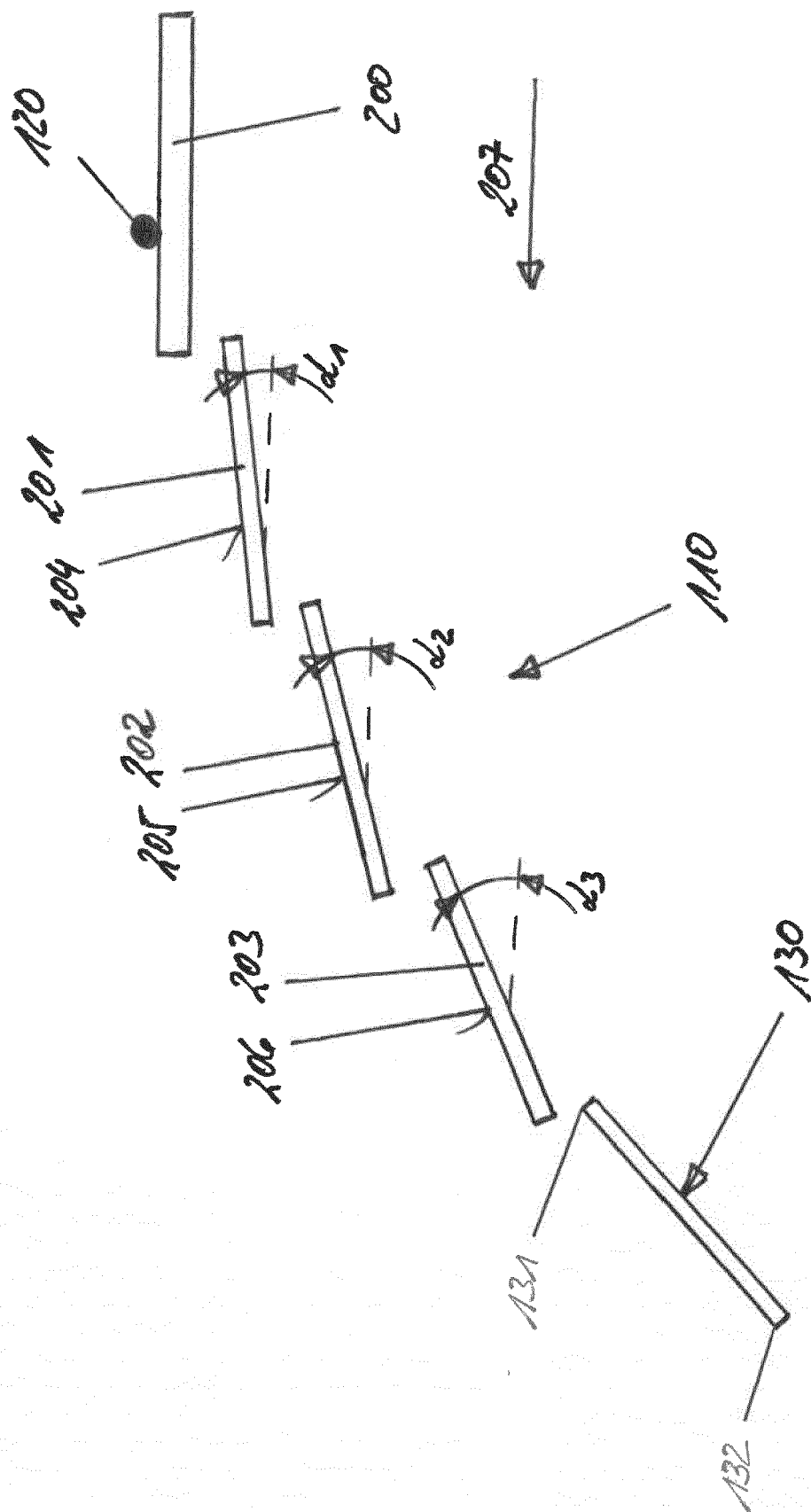
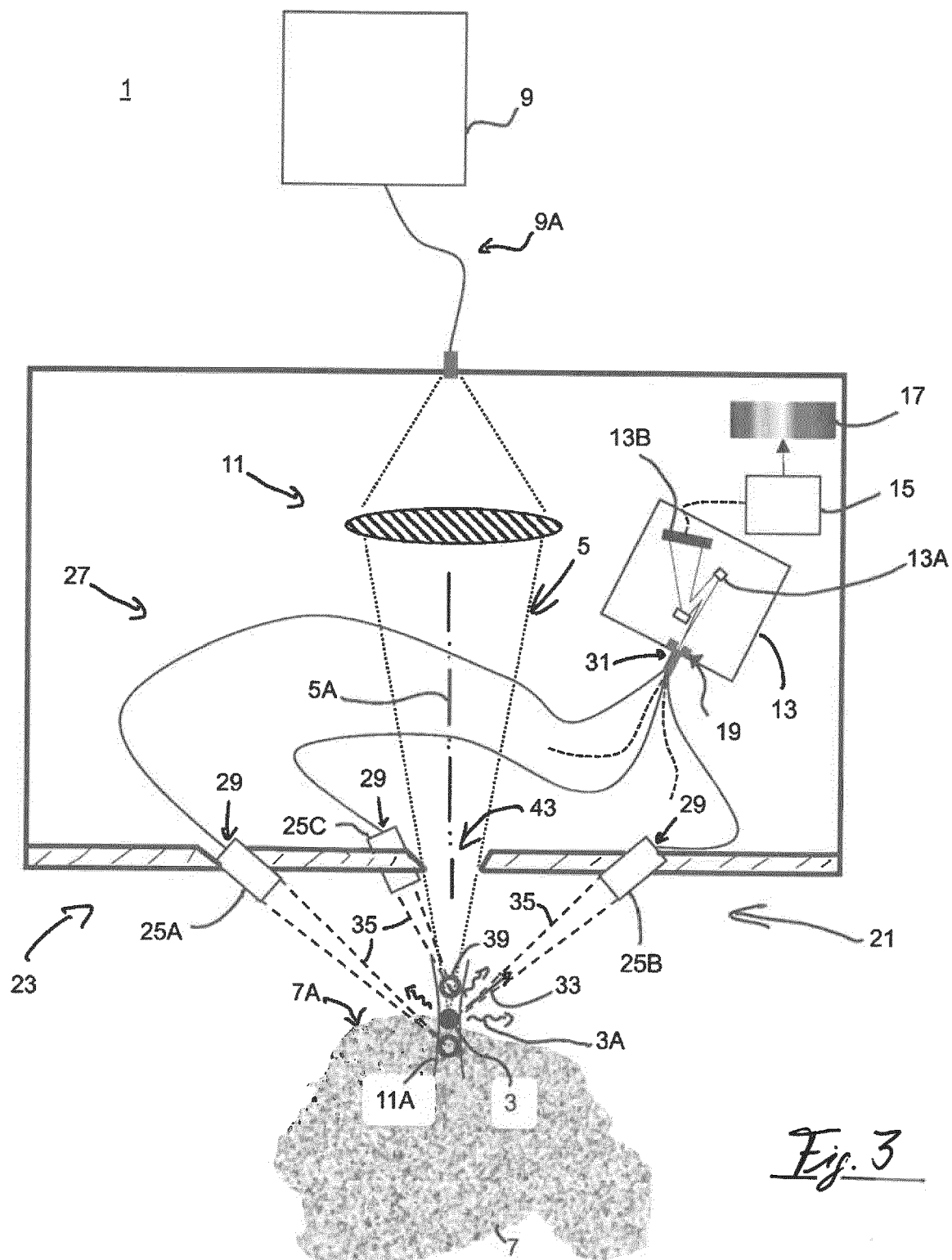
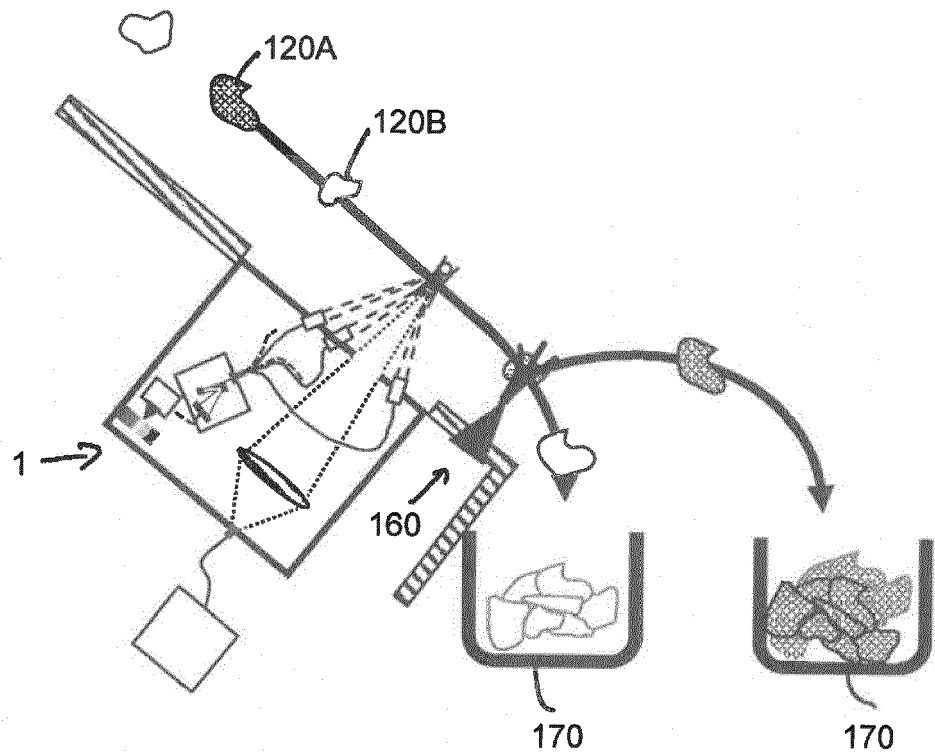


Fig. 2



*Fig. 3*

Fig. 4







## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 22 19 1285

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)
Y, D A	US 2018/147607 A1 (COMTOIS RICK [US] ET AL) 31. Mai 2018 (2018-05-31) * Abbildungen *	1-7, 9, 10, 15 8, 11-14	INV. B07C5/02 B07C5/342
Y	EP 2 859 963 A1 (SIKORA AG [DE]) 15. April 2015 (2015-04-15) * Absatz [0035]; Abbildungen *	1, 2, 4-7, 9, 10, 15	
Y	DE 91 06 292 U1 (GLASRECYCLING LEESERINGEN, ESTORF) 18. Juli 1991 (1991-07-18) * Abbildung 1 *	1, 3-7, 15	
Y	WO 90/11142 A1 (SELLBERGS ENGINEERING AB [SE]) 4. Oktober 1990 (1990-10-04) * Abbildungen *	1, 4-7, 15	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B07C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>München</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>3. Januar 2023</b>	Prüfer <b>Wich, Roland</b>
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 19 1285

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.  
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

03-01-2023

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
<b>US 2018147607 A1</b>	<b>31-05-2018</b>	<b>CA 3033198 A1</b>	<b>31-05-2018</b>
		<b>CN 109789448 A</b>	<b>21-05-2019</b>
		<b>EP 3352919 A1</b>	<b>01-08-2018</b>
		<b>ES 2715495 T3</b>	<b>04-06-2019</b>
		<b>HU E042363 T2</b>	<b>28-06-2019</b>
		<b>JP 6833035 B2</b>	<b>24-02-2021</b>
		<b>JP 2020513547 A</b>	<b>14-05-2020</b>
		<b>KR 20190088458 A</b>	<b>26-07-2019</b>
		<b>PL 3352919 T3</b>	<b>28-06-2019</b>
		<b>US 2018147607 A1</b>	<b>31-05-2018</b>
		<b>WO 2018095583 A1</b>	<b>31-05-2018</b>
-----			
<b>EP 2859963 A1</b>	<b>15-04-2015</b>	<b>CN 105722611 A</b>	<b>29-06-2016</b>
		<b>EP 2859963 A1</b>	<b>15-04-2015</b>
		<b>EP 3055079 A1</b>	<b>17-08-2016</b>
		<b>JP 6503346 B2</b>	<b>17-04-2019</b>
		<b>JP 2016532543 A</b>	<b>20-10-2016</b>
		<b>KR 20160065976 A</b>	<b>09-06-2016</b>
		<b>RU 2016116443 A</b>	<b>16-11-2017</b>
		<b>US 2016250665 A1</b>	<b>01-09-2016</b>
		<b>WO 2015051927 A1</b>	<b>16-04-2015</b>
-----			
<b>DE 9106292 U1</b>	<b>18-07-1991</b>	<b>KEINE</b>	
-----			
<b>WO 9011142 A1</b>	<b>04-10-1990</b>	<b>AU 640133 B2</b>	<b>19-08-1993</b>
		<b>CA 2049975 A1</b>	<b>24-09-1990</b>
		<b>EP 0463087 A1</b>	<b>02-01-1992</b>
		<b>JP H06511185 A</b>	<b>15-12-1994</b>
		<b>US 5423431 A</b>	<b>13-06-1995</b>
		<b>WO 9011142 A1</b>	<b>04-10-1990</b>
-----			

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**

- EP 3352919 B1 [0002] [0004]