



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) **EP 1 533 045 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**25.05.2005 Patentblatt 2005/21**

(51) Int Cl.7: **B07C 5/342**

(21) Anmeldenummer: **03450252.6**

(22) Anmeldetag: **18.11.2003**

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

• **Eixelberger, Rainer**  
**8200 Gleisdorf (DE)**

(71) Anmelder: **Binder & Co. Aktiengesellschaft**  
**8200 Gleisdorf (AT)**

(74) Vertreter: **Henhapel, Bernhard**  
**Patentanwalt,**  
**Kliment & Henhapel,**  
**Singerstrasse 8/3/8**  
**A-1010 Wien (AT)**

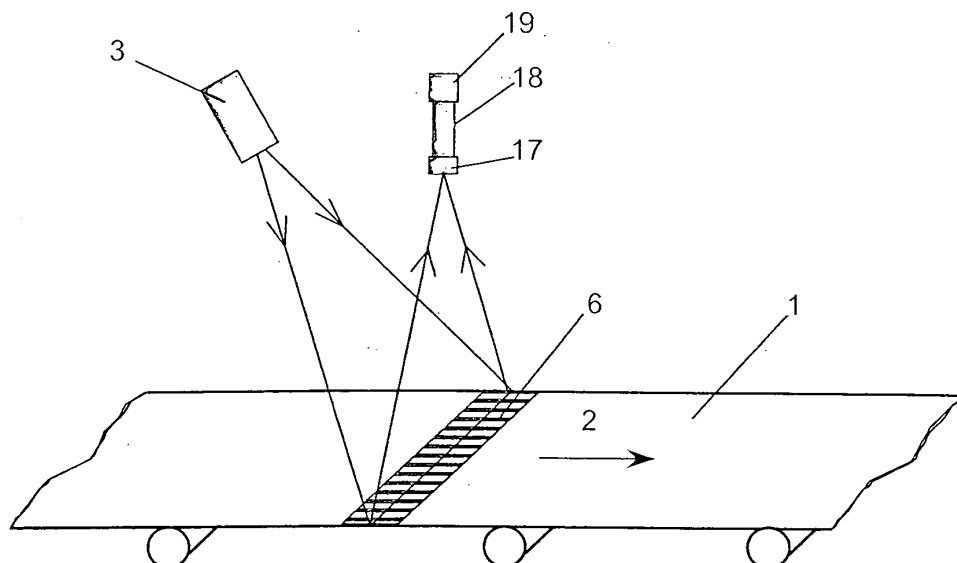
(72) Erfinder:  
• **Huber, Reinhold**  
**8280 Fürstenfeld (DE)**

(54) **Verfahren und Vorrichtung zur optimierten Sortierung von Abfall von Holz und Holzfaserprodukten**

(57) Verfahren zum Erfassen, Erkennen und Sortieren von Objekten (8, 9) eines Materialstromes, insbesondere Holzabfälle und Holzfaserprodukte wie Papier (8) und Kartonagen (9), der vor Strahlungsquellen (3) und durch den Erfassungsbereich von Kameras (5), die zur Ansteuerung von nachfolgenden Sortiereinrichtungen (10, 14) dienen, entlang einer geradlinigen Bewegungsrichtung (2) bewegt wird, wobei sich der Erfas-

sungsbereich (6) der Kameras (5) streifenförmig quer zur Bewegungsrichtung (2) der Objekte (8, 9) erstreckt und die Kameras (5) die Wellenlängen der von den Objekten (8, 9) des Materialstromes emittierten Strahlung detektieren. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass die Intensität der von den Objekten (8, 9) des Materialstromes emittierten Strahlung für mehrere Wellenlängen sowie für mehrere Bereiche dieses streifenförmigen Abschnittes (6) getrennt voneinander detektiert wird.

Fig. 3



EP 1 533 045 A1

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Erfassen, Erkennen und Sortieren von Objekten eines Materialstromes, insbesondere Holzabfälle und Holzfaserprodukte wie Papier und Kartonagen, gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1, sowie eine Vorrichtung zum Erfassen, Erkennen und Sortieren von Objekten eines Materialstromes gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 9.

[0002] Thermisch verwertbare Altstoffgemische werden häufig zur energetischen Nutzung mittels Verbrennen herangezogen. Unter dem Aspekt der nachhaltigen Nutzung von wertvollen Rohstoffen ist es aber sinnvoll, aus entsprechenden Altstoffgemischen Wertstoffe sauber auszusortieren und diese einer Verwendung als Recyclingware zuzuführen. Seit langer Zeit ist die Verwendung von Altpapier und -karton in der Papierindustrie bekannt und wird mittlerweile intensiv durchgeführt.

[0003] Bei der Sammlung von Altpapier und -karton werden diese beiden Hauptkomponenten gemischt gesammelt. Jedoch lässt es sich nicht vermeiden, dass auch anderes Material, das nicht unbedingt sofort und einfach als Fremdmaterial zu erkennen ist, in die Sammlung einfließt. Solches Fremdmaterial (z.B. Folien allgemeiner Art oder mit Kunststoff beschichtete Papiere) kann zur Papiererzeugung aber nicht verwendet werden und ist daher vorher meist händisch auszusortieren. Des weiteren ist für die Erzeugung von höher- und hochwertigem Papier die Kartonfraktion der Sammlung nicht geeignet, diese kann nur zur Erzeugung von minderwertigen Papieren bzw. Karton verwendet werden. Um eine sinnvolle Nutzung der gesammelten Papier- und Kartonmenge zu ermöglichen, ist daher auch eine Trennung der Sammelmenge in diese beiden Fraktionen sinnvoll und wirtschaftlich.

[0004] Verfahren, die aus dem Sammelgut der Papiersammlung die Papier- von der Kartonfraktion trennen, sind bereits bekannt und beruhen im wesentlichen auf optoelektronischen Systemen, die mittels Farb- und/oder Strukturerkennung (unter Verwendung von sichtbarem Licht) diese beiden Fraktionen trennen. Dies geschieht dadurch, dass die einzelnen Teile des gemischten Materialstromes einschichtig auf einem Sortierband aufgelegt werden, diese durch Strahlungsquellen (vorzugsweise Lichtquellen) bestrahlt und die reflektierte Strahlung von Auswerteeinheiten aufgenommen und mit Referenzwerten verglichen werden, die ihrerseits diese Stücke dann der jeweiligen Fraktion zuordnen, worauf diese dann durch Aufnehmer erfasst oder durch Druckluftblas- oder Saugdüsen einem vorbestimmten Ablageplatz zugeführt werden.

[0005] Ein Verfahren dieser Art ist etwa aus EP 1 048 363 A2 bekannt. Hierbei wird der zu sortierende Materialstrom vor Strahlungsquellen und durch den Erfassungsbereich von Kameras entlang einer geradlinigen Bewegungsrichtung bewegt, wobei die Kameras die Wellenlängen der von den Objekten des Materialstro-

mes emittierten Strahlung sowie deren Intensität detektieren und zur Ansteuerung von nachfolgenden Sortiereinrichtungen dienen. Dabei wird vorgeschlagen, dass zuerst die Wellenlänge der von den Objekten reflektierten Strahlung ermittelt wird, eine Zuordnung des Objekts zu einer bestimmten Fraktion versucht wird, und im Fall, dass es keiner Fraktion eindeutig zugeordnet werden kann, anschließend die Intensitätsunterschiede der reflektierten Strahlung von unterschiedlichen Teilbereichen des Objektes ermittelt werden. Zeigen sich dabei etwa große Intensitätsunterschiede der reflektierten Strahlung von unterschiedlichen Objektbereichen, so deutet dies auf bedrucktes Papier hin, während geringe Intensitätsunterschiede eher auf Kartonagen schließen lassen, da Karton im allgemeinen kaum mit kleiner Schrift bedruckt ist.

[0006] In EP 1 048 363 A2 wird des weiteren die Idee geäußert, eine Zeilenkamera einzusetzen, die lediglich einen Streifen eines Objekts abbildet, wobei bei einer Bewegung des Objekts mehrere Streifen nacheinander erfasst werden, um so Aufschluss über das gesamte Objekt zu erhalten. Insbesondere wird die reflektierte Wellenlänge eines solchen Streifens integral erfasst, eine Differenzierung hinsichtlich der reflektierten Wellenlängen unterschiedlicher Bereiche eines Streifens jedoch nicht vorgenommen.

[0007] Dass bei einer solchen Betrachtung etwa bunt bedruckte oder reinweiße Kartonagen der Papierfraktion zugeordnet und offensichtlich falsch ausgeschieden werden, mindert den Sortiererfolg und damit die Güte der sortierten Fraktionen. Auch können eventuell im Sammelgut aufscheinende Fremdstoffe (Folien, kaschierte Kartonagen, Verbundkartons, mehrschichtige Kartonagen mit Metall- oder Kunststofffolien) nicht erkannt und aussortiert werden.

[0008] Durch geändertes Konsumverhalten und Rationalisierung bei der Sammlung ist des weiteren eine wesentliche Zunahme von Störstoffen zu beobachten. Eine wirtschaftliche Aufbereitung der Sammelware unter Berücksichtigung der erforderlichen Endgüte der einzelnen sortierten Fraktionen wird daher immer schwieriger. So sind zur Zeit durch die Unzulänglichkeit der verfügbaren System komplexe Prozesslösungen erforderlich, etwa der Einsatz mehrerer Kameras.

[0009] Es ist daher Ziel der Erfindung, die Komplexität herkömmlicher Prozesslösungen zu vermeiden, um so etwa nicht für jede einzelne Trennphase (Papier-Karton, Kunststoff-Papier, Kunststoff 1-Kunststoff 2 etc.) eine eigene Trenneinrichtung mit Strahlungsquelle, Auswerteeinheit und Austrags- oder Ausblaseeinrichtung vorsehen zu müssen. Des weiteren ist es Ziel der Erfindung, Erkenn- und Auswerteverfahren zu schaffen, die es ermöglichen, bei Bestrahlung durch nur eine Strahlungsquelle eindeutige Materialeigenschaften festzustellen, nach denen die einzelnen Fraktionen aussortiert werden können.

[0010] Diese Ziele werden durch die kennzeichnenden Merkmale von Anspruch 1 erreicht. Anspruch 1 be-

zieht sich gattungsgemäß auf ein Verfahren zum Erfassen, Erkennen und Sortieren von Objekten eines Materialstromes, insbesondere Holzabfälle und Holzfasernprodukte wie Papier und Kartonagen, der vor Strahlungsquellen und durch den Erfassungsbereich von Kameras, die zur Ansteuerung von nachfolgenden Sortiereinrichtungen dienen, entlang einer geradlinigen Bewegungsrichtung bewegt wird, wobei sich der Erfassungsbereich der Kameras streifenförmig quer zur Bewegungsrichtung der Objekte erstreckt und die Kameras die Wellenlängen der von den Objekten des Materialstromes emittierten Strahlung detektieren. Erfindungsgemäß sieht Anspruch 1 vor, dass für mehrere Bereiche dieses streifenförmigen Abschnittes die Intensität der von einem Objekt des Materialstromes emittierten Strahlung für mehrere Wellenlängen detektiert wird. Im Unterschied zu bekannten Verfahren wird somit nicht lediglich die Intensität für unterschiedliche Teilbereiche eines Objektstreifens zwecks Ermittlung von Intensitätsdifferenzen erhoben, sondern das gesamte Wellenlängenspektrum. Es handelt sich somit um ortsauflösende Spektroskopie, wodurch eine größere Datenvielfalt geschaffen wird, die letztendlich eine genauere Zuordnung zu unterschiedlichen Objektfraktionen ermöglicht, aber auch eine größere Vielfalt des zu trennenden Materialstromes zulässt.

**[0011]** Eine Möglichkeit der Auswertung dieser Datenfülle wird hierbei in Anspruch 2 vorgeschlagen. Anspruch 2 sieht vor, dass die Ansteuerung der nachfolgenden Sortiereinrichtungen mittels Vergleiches der detektierten, ortsabhängigen Wellenlängenspektren mit zuvor gemessenen Wellenlängenspektren vorgenommen wird. Anhand dieser Vergleiche der erhobenen ortsabhängigen, spektralen Reflektionsintensitäten des vermessenen Objekts mit bereits zuvor erhobenen Produktproben kann eine Klassifizierung des Objektes durchgeführt werden. Dabei können verschiedenste Materialien vordefiniert, angelern und anschließend Materialklassen zugeordnet werden. Anhand der klassifizierten Messstreifen, der Fortbewegung der Objekte in Förderrichtung des Sortierbandes und der raschen Wiederholung der Messung ergibt sich so ein klassifikationsfähiges Bild des zu erkennenden Objektes. Dieses Bild wird über Algorithmen ausgewertet und entsprechend den Vorgaben des Benutzers einer Durchlauf- oder aber einer Austragsfraktion zugeordnet. Nach der Zuordnung werden am Ende des Sortierbandes zeit- und ortsrichtig Ausblasdüsen bzw. Saugdüsen je nach Sortieraufgabe aktiviert. Nach einer Aktivierung der Austragsorgane wird das Objekt über eine Trennkante, Trennrolle oder ein Trennband vom übrigen Materialstrom getrennt.

**[0012]** Im Anwendungsfall kann es sich aber zeigen, dass nicht das gesamte ortsabhängige Wellenlängenspektrum zur Klassifizierung eines Objektes herangezogen werden muss, sondern dass stattdessen ausgewählte, charakteristische Wellenlängenbereiche ausreichend sind. Anspruch 3 sieht daher eine Möglichkeit der

Reduzierung der auszuwertenden Datenmenge vor, indem lediglich ausgewählte, diskrete Wellenlängenbereiche zur Ansteuerung der nachfolgenden Sortiereinrichtungen herangezogen werden.

**[0013]** Des weiteren erweist es sich oft als notwendig, zur Generierung von Reflexionsspektren, die für eine weitere Klassifizierung besonders vorteilhaft sind, die Objekte mit elektromagnetischer Strahlung in bestimmten Wellenlängenbereichen zu bestrahlen. Gemäß Anspruch 4 ist daher vorgesehen, dass die Wellenlängen der von den Strahlungsquellen emittierten Strahlung einen Wellenlängenbereich von nahem Infrarot bis ultraviolett Licht umfassen.

**[0014]** Aufgrund einer ortsauflösenden Spektroskopie gemäß Anspruch 1 und der so geschaffenen, größeren Datenvielfalt kann letztendlich auch die Sortierung einer größeren Vielfalt des zu trennenden Materialstromes bewältigt werden. Gemäß Anspruch 5 ist daher vorgesehen, dass der zu sortierende Materialstrom zusätzlich Kunststoffe umfasst, um so die Möglichkeiten des erfindungsgemäßen Verfahrens besser auszunutzen. Dem entsprechend ist gemäß Anspruch 6 auch vorgesehen, dass der Materialstrom in mehr als zwei Fraktionen sortiert wird, die entlang unterschiedlicher Transportrichtungen ausgetragen werden.

**[0015]** Die Generierung auswertefähiger Wellenlängenspektren kann auf unterschiedliche Art erfolgen. So ist etwa gemäß Anspruch 7 vorgesehen, dass die Wellenlänge der von den Objekten des Materialstromes emittierten Strahlung als Reflexionsspektrum detektiert wird. Gemäß Anspruch 8 ist vorgesehen, dass die Wellenlänge der von den Objekten des Materialstromes emittierten Strahlung als Transmissionsspektrum detektiert wird. Die Entscheidung über die Wahl einer dieser beiden Methoden wird je nach Zusammensetzung des Materialstromes zu treffen sein.

**[0016]** Anspruch 9 sieht schließlich eine Vorrichtung zum Erfassen, Erkennen und Sortieren von Objekten eines Materialstromes, insbesondere Holzabfälle und Holzfasernprodukte wie Papier und Kartonagen, vor, die Strahlungsquellen sowie Kameras zur Ansteuerung von nachfolgenden Sortiereinrichtungen umfasst. Der Erfassungsbereich der Kameras, durch den der Materialstrom entlang einer geradlinigen Bewegungsrichtung bewegt wird, ist dabei streifenförmig quer zur Bewegungsrichtung der Objekte ausgebildet. Bei den Kameras handelt es sich um Detektoren für die Wellenlängen der von den Objekten des Materialstromes emittierten Strahlung sind. Gemäß der kennzeichnenden Merkmale von Anspruch 9 ist bei Vorrichtungen dieser Art vorgesehen, dass es sich bei den Kameras um ortsauflösende Spektrometer handelt, die für mehrere Bereiche eines Objekts, die jeweils gleichzeitig innerhalb dieses streifenförmigen Abschnittes liegen, die Messung der Intensität der von diesem Objekt emittierten Strahlung für mehrere Wellenlängen erlauben. Gemäß Anspruch 10 wird hierzu eine NIR-Flächenkamera verwendet.

**[0017]** Die Erfindung wird im folgenden anhand der

beiliegenden Figuren näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 eine schematische Seitenansicht einer Ausführungsform eines Sortieranlagenabschnittes zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens,

Fig. 2 eine schematische Seitenansicht einer weiteren Ausführungsform eines Sortieranlagenabschnittes zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens,

Fig. 3 eine perspektivische Darstellung der Anordnung von Strahlungsquellen, Kamera und Sortierband, und

Fig. 4 eine schematische Darstellung eines für das erfindungsgemäße Verfahren geeigneten Spektrographen.

**[0018]** Fig. 1 zeigt eine schematische Seitenansicht einer Ausführungsform eines Sortieranlagenabschnittes zum Sortieren von thermoenergetisch verwertbaren Objekten 7, 8, 9 wie Holzabfälle, Holzfasernprodukte (z. B. Altpapier, Karton, Stoffreste), Kunststoffabfälle (z. B. PET-Flaschen, Folien) sowie von Mischfraktionen unterschiedlicher Qualität und Beschaffenheit, bei dem z. B. verschiedene Altstoffe, wie etwa Papier 8, Karton 9 oder Kunststoffe 7 auf mindestens einem Sortierband 1 liegen und entlang einer Bewegungsrichtung 2 transportiert werden. Zumindest ein Bereich der Sortierbandfläche wird durch mindestens eine Strahlungsquelle 3 bestrahlt. Die Strahlungsquellen 3 können hierzu auch mit Reflektoren 4 versehen sein. Die von den einzelnen Objekten 7, 8, 9 reflektierte Strahlung wird von einer Kamera 5 erfasst und die Objekte 7, 8, 9 aufgrund der ermittelten Daten einer bestimmten Materialklasse bzw. Fraktion 11, 12 zugeordnet, wie noch näher ausgeführt werden wird. Aufgrund dieser Zuordnung werden Sortiereinrichtungen 10, 14 wie etwa Saug- oder Blasdüsen angesteuert. Die physische Trennung der Objekte 7, 8, 9 kann hierbei durch apparative Maßnahmen wie Trennrollen, Trennbänder oder auch Trennkanten 13 unterstützt werden.

**[0019]** Fig. 2 zeigt eine alternative Ausführungsform, die im Unterschied zu der in Fig. 1 gezeigten Ausführungsform eine Trennung des Mischgutes in drei Fraktionen ermöglicht. Dies wird etwa dadurch erreicht, dass eine weitere Fördereinrichtung 15 vorgesehen ist, auf die mittels einer ersten Sortiereinrichtung 10, 14 etwa alle Kartonen 9 gehoben werden und in Richtung 16 zu einem Sammelort transportiert werden. Mithilfe einer zweiten Sortiereinrichtung 10, 14 werden in weiterer Folge die weiteren Fraktionen wie etwa Papier 8 und Kunststoff 7 getrennt. Die Trennung der unterschiedlichen Fraktionen mithilfe einer geeigneten Anordnung von Saug- und Blasdüsen bzw. weiteren Fördereinrichtungen kann in vielfältiger Weise vorgenommen werden, allerdings sind eine genaue und zuverlässige An-

steuerung der Sortiereinrichtungen 10, 14 notwendig, was wiederum eine rasche und zuverlässige Zuordnung der Objekte zu den unterschiedlichen Fraktionen 11 oder 12 bedingt. Das erfindungsgemäße Verfahren ist hierzu in der Lage.

**[0020]** Es sieht dabei den Einsatz ortsauflösender Spektrometersysteme vor. Hierbei werden transmissive Spektrometersysteme eingesetzt, die im wesentlichen aus einem Objektiv 17, einem bildgebenden Spektrograph 18 und einem Matrixdetektor 19 (z.B. eine CCD-Kamera) bestehen (siehe Fig. 4). Beim Einsatz herkömmlicher, nicht-ortsauflösender Spektrometer muss der Messkopf über dem Objekt verfahren werden oder das Objekt unter dem Messkopf in verschiedene Richtungen bewegt werden, um dennoch örtlich differenzierte Spektralinformation zu erhalten. Im Gegensatz hierzu handelt es sich bei ortsauflösenden Spektrometersystemen, hier auch als Kamera 5 oder Spektrometer 5 bezeichnet, um Messgeräte, die eine gleichzeitige Aufnahme von spektraler und örtlicher Information einer Objektoberfläche erlaubt.

**[0021]** Der Erfassungsbereich 6 der Kamera 5 ist vorzugsweise zeilen- bzw. streifenförmig. Dies wird in bekannter Weise durch geeignete Anordnung von Objektiven 17 erreicht, die die vom Objekt 7, 8, 9 emittierte Strahlung auf den Eingangsschlitz des Spektrographen 18 abbilden. Die Länge des abgebildeten Streifens kann hierbei von wenigen Millimetern bis zu mehreren Metern variieren, indem entweder kommerziell erhältliche Mikroskopobjektive oder übliche Kameraobjektive verwendet werden. Die räumliche Auflösung variiert entsprechend von Mikrometern bei Messungen im Millimeterbereich bis zu mehreren Millimetern bei Messungen im Meterbereich. Typischerweise wird das spektrale Bild von einer monochromen CCD-Kamera 19 aufgenommen. Hierbei wird in einer ersten Dimension die durch den Eingangsschlitz definierte Ortsinformation, also die Positionsinformation innerhalb eines bestimmten Streifens, abgebildet und in einer zweiten Dimension der zu untersuchende Wellenlängenbereich. Die ortsabhängigen Intensitäten für unterschiedliche Wellenlängen können somit als dreidimensionales Bild dargestellt werden. Jeder Bildpunkt entspricht einem bestimmten Ort auf dem abgebildeten Streifen des Objekts 7, 8, 9 und einer Intensität bei einer bestimmten Wellenlänge. Üblicherweise wird die räumliche Achse in x-Richtung und die spektrale Achse in y-Richtung des Detektors 19 gelegt. Die örtliche Auflösung wird dann durch die Anzahl der Bildpunkte in x-Richtung bestimmt, während die Anzahl der Wellenlängenbanden durch die Anzahl der Bildpunkte in y-Richtung bestimmt wird. Darüber hinaus bleibt die Notwendigkeit bestehen, das Messobjekt relativ zum streifenförmigen Erfassungsbereich zu bewegen, um eine Fläche aufzunehmen. Im Gegensatz zu konventionellen Spektrometern muss das Messobjekt aber nur in einer Richtung bewegt werden.

**[0022]** Der Matrixdetektor 19, in der Regel eine

CCD-Kamera, weist bevorzugt eine gleichmäßige Empfindlichkeit über einen möglichst breiten Wellenlängenbereich auf. CCD-Kameras 19 mit einer solchen Charakteristik zumindest im sichtbaren Wellenlängenbereich sind kommerziell erhältlich. Darüber hinaus existieren auch spezialisierte CCD-Kameras, die gute Messcharakteristik vom ultravioletten und blauen Wellenlängenbereich bis zum nahen Infrarot aufweisen. Für die Bestimmung von chemischen Zusammensetzung von Materialgemischen wird ebenso ortsauflösende Spektroskopie verwendet, jedoch im nahen infrarot (NIR) Bereich. Diese Technologie arbeitet bis zu einer Wellenlänge von 2500 nm. Als Messwertaufnehmer wird in diesen Fällen bevorzugt eine NIR-Flächenkamera verwendet. Beispielsweise kann ein FPA (Focal Plane Array)-Detektor auf InGaAs-Basis und thermoelektrischer Kühlung eingesetzt werden.

**[0023]** Es ist aufgrund der unterschiedlichen Messcharakteristika von kommerziell erhältlichen CCD-Kameras 19 daher mitunter angezeigt, mehrere Spektrometer 5 zu verwenden, um den gesamten Wellenlängenbereich vom nahen Infrarot bis mitunter in den UV-Bereich abzudecken, da unterschiedliche Materialien zur Generierung auswertefähiger Spektren mitunter in unterschiedlichen Wellenlängenbereichen untersucht werden müssen. In diesem Fall können aber Materialströme sortiert werden, die aus vielfältigen Fraktionen zusammengesetzt sind. Als Alternative zu CCD-Kameras sind auch CMOS-, CID- oder "Diode array"-Kameras denkbar, wenngleich zumindest derzeit erhältliche Systeme dieser Art noch deutlich geringere Empfindlichkeiten als herkömmliche CCD-Kameras aufweisen.

**[0024]** Die Umwandlung von Analog- in Digitaldaten kann mithilfe von herkömmlichen PC-Frame-Grabber-Karten mit 8-bit-Digitalisierung vorgenommen werden, wobei es sich aber bei anspruchsvolleren Sortieraufgaben als vorteilhaft erweist, Auflösungen von 12 bis 16 bit zu verwenden. Alternativ dazu kann auch eine Umwandlung des Analog-Messsignals in ein digitales Signal erfolgen, wobei mitunter auf PC-Frame-Grabber-Karten auch verzichtet werden kann.

**[0025]** Die erhobene Datenmenge kann je nach gewünschter örtlicher und spektraler Auflösung mitunter beträchtlich sein. Es wird daher die Geschwindigkeit der Datenverarbeitung zu optimieren sein, was durch entsprechende Datenaufbereitung sowie spezielle Auswertelgorithmen erreicht werden kann. Es erweist sich jedoch in der Praxis als ausreichend, nicht die gesamte spektrale Information an jedem Bildpunkt des vermessenen Objektstreifens zu digitalisieren und auszuwerten, sondern sich auf ausgewählte Wellenlängenbereiche zu beschränken. Dadurch kann der Umfang der zu verarbeitenden Daten erheblich reduziert werden und die Fördergeschwindigkeit des Sortierbandes 1 gesteigert werden. Wird etwa die Anzahl der auszuwertenden Koordinatenpunkte des Matrixdetektors 19 um den Faktor 10 reduziert, so zeigt sich in der Regel eine Reduk-

tion der Datenverarbeitungszeiten um den Faktor 100.

**[0026]** Da bei dem erfindungsgemäßen Verfahren das von der Oberfläche der Objekte 7, 8, 9 emittierte Licht in Abhängigkeit von Ort und Wellenlänge analysiert wird, ist in der Regel eine höhere Bestrahlungsintensität als etwa bei RGB-Kameras notwendig. Die erforderliche Bestrahlungsintensität mithilfe der Strahlungsquellen 3 hängt insbesondere von den Eigenschaften der Kameraoptik, der Kameraempfindlichkeit, der spektralen Auflösung, der Integrationszeit (also der Messzeit eines Streifens, die von der Fördergeschwindigkeit des Sortierbandes 1 abhängt), von der f-Zahl des Objektivs 17 sowie des Spektrographen 18 und den räumlichen Abmessungen des Erfassungsbereiches 6 ab. Es ist dabei auf eine möglichst gleichmäßige Ausleuchtung des Erfassungsbereiches 6 zu achten. Das kann etwa mithilfe von Faseroptik-Lampen oder Tungssten-Halogen-Lampen mit linearen parabolischen oder elliptischen Reflektoren 4 mit nachgeordneten Zylinderlinsen erreicht werden.

**[0027]** Die Beleuchtung mithilfe der Strahlungsquellen 3 sollte dabei ein möglichst stabiles und über den gesamten Wellenlängenbereich der emittierten Strahlung gleichmäßiges ("flaches") Emissionsspektrum aufweisen. Da bei vielen kommerziell erhältlichen CCD-Kameras die Empfindlichkeit im blauen Wellenlängenbereich abnimmt, kann bei der Beleuchtung mithilfe der Strahlungsquellen 3 auch sicher gestellt werden, dass die Intensität im blauen Wellenlängenbereich stärker ist. Halogenlampen liefern etwa ein sehr stabiles Spektrum und weisen eine verhältnismäßig große Lebenszeit auf, verfügen aber über schwache Emission im blauen Wellenlängenbereich. Mithilfe eines Rotfilters kann die Emissionsintensität über den gesamten Wellenlängenbereich aber etwas ausgeglichen werden. Xenon-Lampen produzieren ein sehr flaches Spektrum im sichtbaren Bereich, das aber instabiler als jenes von Halogen-Lampen ist und erfordern außerdem eine Hochspannungsversorgung. Xenon-Blitzlichtlampen können ebenso eingesetzt werden. Sie verfügen über eine große Lebensdauer und stellen Hochleistungs-Strahlungsquellen dar, wobei aber Variationen in der Intensität von 1-2% sowie spektrale Instabilitäten in den Blitzen auftreten können.

**[0028]** Anhand von Vergleichen der erhaltenen spektral aufgeteilten Reflektionsintensitäten des Objektes 7, 8, 9 mit bereits eingelernten Produktproben kann eine Klassifizierung des Messobjektes 7, 8, 9 durchgeführt werden. Die Klassifikatoren sind lernfähig, d.h. es können verschiedenste Materialien vordefiniert, angelern und anschließend Materialklassen zugeordnet werden. Anhand der klassifizierten Streifen, der Fortbewegung der Objekte 7, 8, 9 in Förderrichtung 2 des Sortierbandes 1 und der raschen Wiederholung der Messung ergibt sich so ein klassifiziertes Bild des zu erkennenden Objektes 7, 8, 9. Dieses Bild wird über Algorithmen ausgewertet und entsprechend den Vorgaben des Benutzers einer Durchlauf- oder aber einer Austragsfraktion

zugeordnet. Nach der Zuordnung werden am Ende des Sortierbandes 1 zeit- und ortsrichtig Ausblasdüsen bzw. Saugdüsen 10, 14 je nach Sortieraufgabe aktiviert. Nach einer Aktivierung der Austragsorgane wird das Objekt über eine Trennrolle, Trennband oder Trennkannte 13 vom anderen Materialstrom getrennt.

**[0029]** Das erfindungsgemäße Verfahren stellt somit eine vergleichsweise einfache Prozesslösung dar, bei der nicht für jede einzelne Trennphase (Papier-Karton, Kunststoff-Papier, Kunststoff 1-Kunststoff 2 etc.) eine eigene Trenneinrichtung mit Strahlungsquelle, Auswerteeinheit und Austrags- oder Ausblaseeinrichtung vorgesehen sein muss. Stattdessen wird über orts aufgelöste Spektroskopie ausreichend Datenmaterial erhoben, um eine zuverlässige Klassifizierung vornehmen zu können. Dabei ist es auch möglich, bei Bestrahlung durch nur eine Strahlungsquelle 3 eindeutige Materialeigenschaften festzustellen, nach denen die einzelnen Fraktionen 11, 12 aussortiert werden können. So können etwa auch im Sammelgut aufscheinende Fremdstoffe wie z.B. Folien, kaschierte Kartonagen, Verbundkartons, mehrschichtige Kartonagen mit Metall- oder Kunststofffolien erkannt und aussortiert werden.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Erfassen, Erkennen und Sortieren von Objekten (8, 9) eines Materialstromes, insbesondere Holzabfälle und Holzfaserverprodukte wie Papier (8) und Kartonagen (9), der vor Strahlungsquellen (3) und durch den Erfassungsbereich (6) von Kameras (5), die zur Ansteuerung von nachfolgenden Sortiereinrichtungen (10, 14) dienen, entlang einer geradlinigen Bewegungsrichtung (2) bewegt wird, wobei sich der Erfassungsbereich (6) der Kameras (5) streifenförmig quer zur Bewegungsrichtung (2) der Objekte (8, 9) erstreckt und die Kameras (5) die Wellenlängen der von den Objekten (8, 9) des Materialstromes emittierten Strahlung detektieren, **dadurch gekennzeichnet, dass** für mehrere Bereiche eines Objekts (8, 9), die jeweils gleichzeitig innerhalb dieses streifenförmigen Abschnittes (6) liegen, die Intensität der von diesem Objekt (8, 9) emittierten Strahlung für mehrere Wellenlängen detektiert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ansteuerung der nachfolgenden Sortiereinrichtungen (10, 14) mittels Vergleiches der detektierten Wellenlängenspektren mit zuvor gemessenen Wellenlängenspektren vorgenommen wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** lediglich ausgewählte, diskrete Wellenlängenbereiche zur Ansteuerung der nachfolgenden Sortiereinrichtungen (10, 14) heran-

gezogen werden.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wellenlängen der von den Strahlungsquellen (3) emittierten Strahlung einen Wellenlängenbereich von nahem Infrarot bis zu ultraviolettem Licht umfassen.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Materialstrom zusätzlich Kunststoffe (7) umfasst.
6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Materialstrom in mehr als zwei Fraktionen sortiert wird, die entlang unterschiedlicher Transportrichtungen ausgetragen werden.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wellenlänge der von den Objekten (7, 8, 9) des Materialstromes emittierten Strahlung als Reflexionsspektrum detektiert wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wellenlänge der von den Objekten (7, 8, 9) des Materialstromes emittierten Strahlung als Transmissionsspektrum detektiert wird.
9. Vorrichtung zum Erfassen, Erkennen und Sortieren von Objekten (8, 9) eines Materialstromes, insbesondere Holzabfälle und Holzfaserverprodukte wie Papier (8) und Kartonagen (9), die Strahlungsquellen (3) sowie Kameras (5) zur Ansteuerung von nachfolgenden Sortiereinrichtungen (10, 14) umfasst, wobei der Erfassungsbereich (6) der Kameras (5), durch den der Materialstrom entlang einer geradlinigen Bewegungsrichtung (2) bewegt wird, streifenförmig quer zur Bewegungsrichtung (2) der Objekte (8, 9) ausgebildet ist und die Kameras (5) Detektoren für die Wellenlängen der von den Objekten (8, 9) des Materialstromes emittierten Strahlung sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** es sich bei den Kameras (5) um ortsauflösende Spektrometer handelt, die für mehrere Bereiche eines Objekts (8, 9), die jeweils gleichzeitig innerhalb dieses streifenförmigen Abschnittes (6) liegen, die Messung der Intensität der von diesem Objekt (8, 9) emittierten Strahlung für mehrere Wellenlängen erlauben.
10. Vorrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kamera (5) eine NIR-Flächenkamera umfasst.

Fig. 1

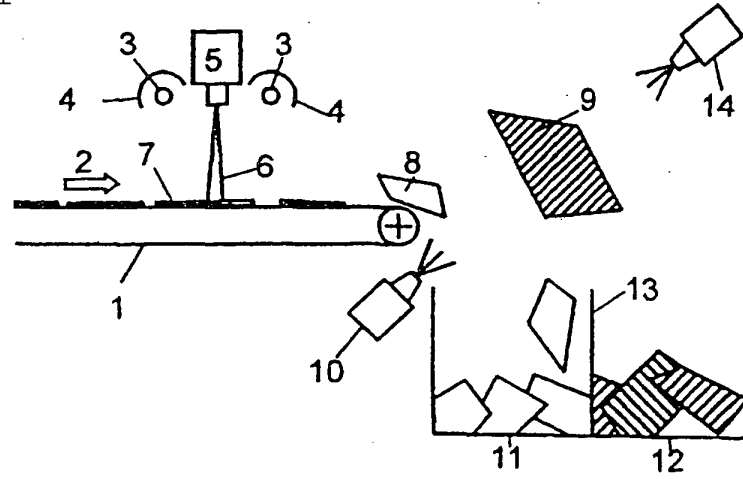


Fig. 2

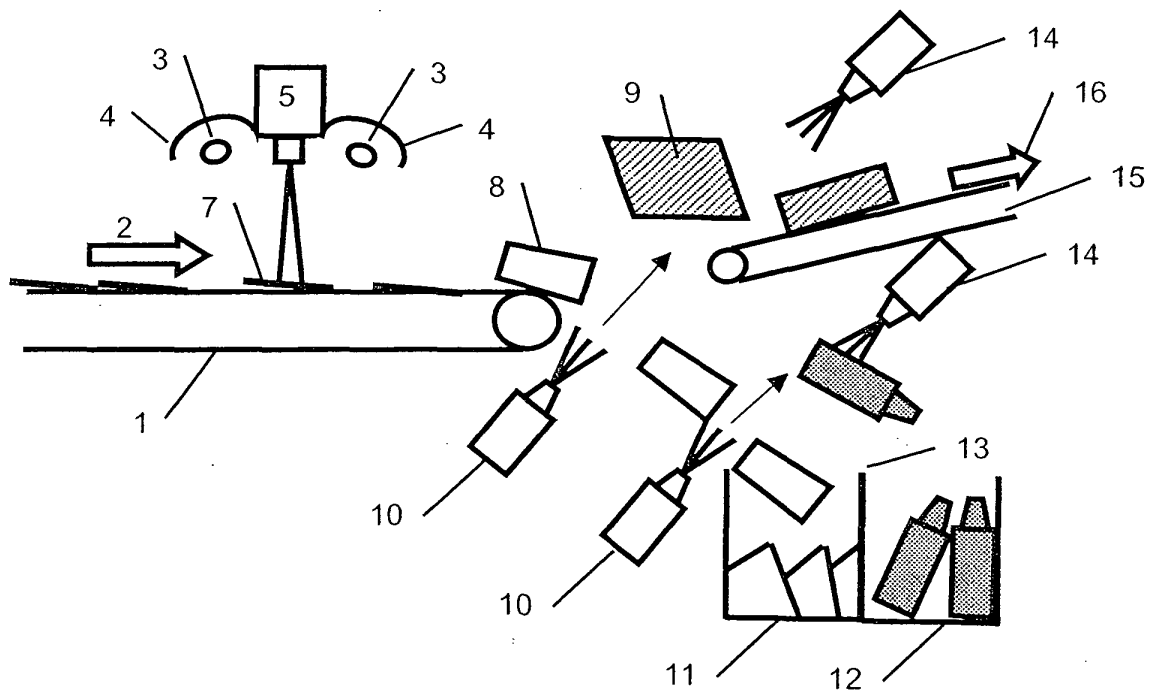


Fig. 3

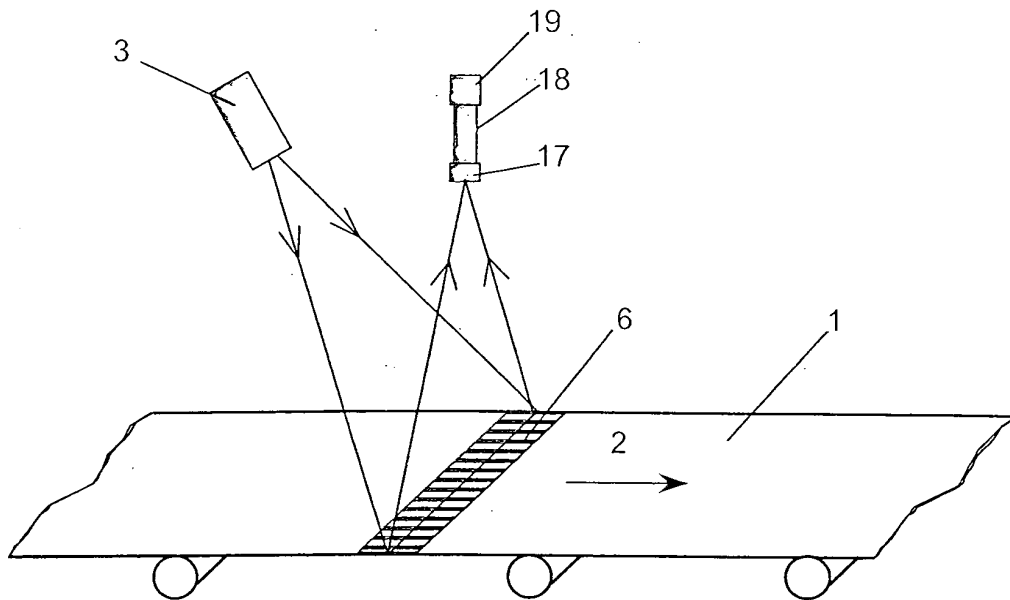
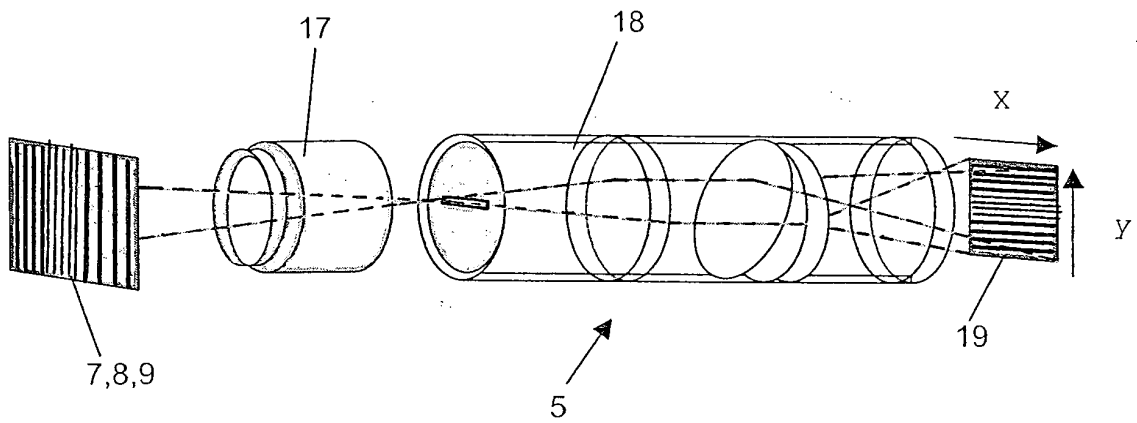


Fig. 4





Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 03 45 0252

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                               |                                                    |                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Kategorie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile                                                                           | Betrifft Anspruch                                  | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7) |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | US 2002/105654 A1 (GOLTSOS WILLIAM)<br>8. August 2002 (2002-08-08)<br>* Zusammenfassung; Abbildungen *                                                        | 1-10                                               | B07C5/342                               |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | WO 00/58035 A (CAMPBELL DUNCAN B ;<br>LEIDECKER CLIFF J (US); HOFFMAN TODD E<br>(US); SQUYR) 5. Oktober 2000 (2000-10-05)<br>* Zusammenfassung; Abbildungen * | 1-10                                               |                                         |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | US 2003/197126 A1 (FUTAMURA TSUYOSHI ET<br>AL) 23. Oktober 2003 (2003-10-23)<br>* Zusammenfassung; Abbildungen *                                              | 1-10                                               |                                         |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | WO 03/061858 A (REHRMANN VOLKER ; BURROWS<br>ANTHONY GREGORY (GB); BAKKE KARI ANNE<br>HESTNE) 31. Juli 2003 (2003-07-31)<br>* Zusammenfassung; Abbildungen *  | 1-10                                               |                                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                               |                                                    | RECHERCHIERTE<br>SACHGEBIETE (Int.Cl.7) |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                               |                                                    | B07C                                    |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                               |                                                    |                                         |
| Recherchenort<br><b>München</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                               | Abschlußdatum der Recherche<br><b>8. Juni 2004</b> | Prüfer<br><b>Wich, R</b>                |
| <b>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</b><br>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet<br>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie<br>A : technologischer Hintergrund<br>O : mündliche Offenbarung<br>P : Zwischenliteratur<br>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze<br>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument<br>L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument<br>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument |                                                                                                                                                               |                                                    |                                         |

2  
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 03 45 0252

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

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am

Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

08-06-2004

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentedokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|-----------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| US 2002105654 A1                                    | 08-08-2002                    | US 6384920 B1                     | 07-05-2002                    |
|                                                     |                               | US 6064476 A                      | 16-05-2000                    |
|                                                     |                               | WO 03076975 A2                    | 18-09-2003                    |
|                                                     |                               | AU 736635 B2                      | 02-08-2001                    |
|                                                     |                               | AU 1702799 A                      | 15-06-1999                    |
|                                                     |                               | BR 9812792 A                      | 12-12-2000                    |
|                                                     |                               | CA 2311465 A1                     | 03-06-1999                    |
|                                                     |                               | CN 1283319 T                      | 07-02-2001                    |
|                                                     |                               | EP 1034587 A1                     | 13-09-2000                    |
|                                                     |                               | JP 2002507436 T                   | 12-03-2002                    |
|                                                     |                               | WO 9927623 A1                     | 03-06-1999                    |
| WO 0058035 A                                        | 05-10-2000                    | AU 3930000 A                      | 16-10-2000                    |
|                                                     |                               | EP 1173292 A1                     | 23-01-2002                    |
|                                                     |                               | TW 449508 B                       | 11-08-2001                    |
|                                                     |                               | WO 0058035 A1                     | 05-10-2000                    |
|                                                     |                               | US 6646218 B1                     | 11-11-2003                    |
| US 2003197126 A1                                    | 23-10-2003                    | AU 5105600 A                      | 28-12-2000                    |
|                                                     |                               | CA 2374153 A1                     | 14-12-2000                    |
|                                                     |                               | CN 1143630 C                      | 31-03-2004                    |
|                                                     |                               | EP 1188385 A1                     | 20-03-2002                    |
|                                                     |                               | WO 0074504 A1                     | 14-12-2000                    |
|                                                     |                               | TR 200103569 T2                   | 21-03-2002                    |
|                                                     |                               | TW 427883 B                       | 01-04-2001                    |
|                                                     |                               | US 2002039185 A1                  | 04-04-2002                    |
| WO 03061858 A                                       | 31-07-2003                    | WO 03061858 A1                    | 31-07-2003                    |

EPO FORM P0461

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