



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(21) Anmeldenummer: **90114612.6**

(51) Int. Cl.⁵: **E02F 3/18, E02F 3/84, E02F 9/20, E02F 9/26**

(22) Anmeldetag: **30.07.90**

(30) Priorität: **08.08.89 DE 3926222**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
13.02.91 Patentblatt 91/07

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE ES FR GB GR IT LI LU NL SE

(71) Anmelder: **Siemens Aktiengesellschaft**
Wittelsbacherplatz 2
D-8000 München 2(DE)

Anmelder: **RHEINBRAUN Aktiengesellschaft**
Stüttgenweg 2
D-5000 Köln 41(DE)

Anmelder: **IBEO INGENIEURBÜRO FÜR**
ELEKTRONIK UND OPTIK J. HIPP + G.
BRÖHAN
Fahrenkrön 121
D-2000 Hamburg 71(DE)

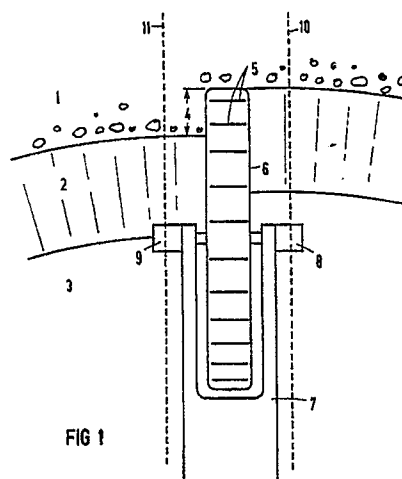
(72) Erfinder: **Heimes, Edmund**
Kellergasse 20

D-8521 Möhrendorf(DE)
 Erfinder: **Nüsslin, Hans-Jörg**
Falkenstrasse 70
D-8520 Erlangen(DE)
 Erfinder: **Hipp, Johann**
Fährenkrön 125
D-2000 Hamburg 71(DE)
 Erfinder: **Hartlief, Franz-Josef**
Benzelrather Strasse 17
D-5020 Frechen-Grefrath(DE)
 Erfinder: **Fassbender, Franz-Arno**
Huppertstalerweg 1a
D-5010 Bergheim-Ahe(DE)
 Erfinder: **Eckoldt, Ralf**
Mainzer Strasse 41
D-5000 Köln 1(DE)
 Erfinder: **Henning, Dieter, Dr.**
Stresemann Strasse 31
D-5160 Düren(DE)

(74) Vertreter: **Fuchs, Franz-Josef, Dr.-Ing.**
Postfach 22 13 17
D-8000 München 22(DE)

(54) **Fördermengenregelung eines Schaufelradbaggers oder Schaufelradaufnehmers im Tagebau.**

(57) Die Erfindung bezieht sich auf eine Fördermengenregelung eines Schaufelradaufnehmers (6) im Tagebau, bei der die Schwenkgeschwindigkeit des Schaufelradauslegers (7) und/oder seine Höhenlage unter Berücksichtigung des Schaufelrad-Antriebsstromes sowie des Gewichtes und Volumens des geförderten Gutes geregelt wird, wobei als weitere Regelgröße das vom Schaufelrad geschnittene FestmaterialFördervolumen verwendet wird.



FÖRDERMENGENREGELUNG EINES SCHAUFELRADBAGGERS ODER SCHAUFELRADAUFNEHMERS IM TAGEBAU

Die Erfindung betrifft die Fördermengenregelung eines Schaufelradbaggers oder Schaufelradaufnehmers im Tagebau, bei der die Schwenkgeschwindigkeit des Schaufelradauslegers und/oder seine Höhenlage unter Berücksichtigung des Schaufelradantriebsstromes sowie des Gewichtes und Volumens des geförderten Gutes geregelt wird.

Für den Betrieb eines Schaufelradbaggers ist es wesentlich, die Hub- und/oder Schwenkbewegung des Schaufelradauslegers so zu regeln, daß das größtmögliche Fördervolumen erreicht wird, ohne den Schaufelradantrieb sowie die abfördernden Bänder zu überlasten. Zur Regelung eines Schaufelradbaggers oder Schaufelradaufnehmers ist es bekannt, den Schaufelradantriebsstrom sowie das Gewicht und das Volumen des geförderten Gutes zu messen und danach die Schwenkbewegung und möglicherweise die Hubhöhe des Schaufelrades zu regeln. Mit diesen Regelgrößen ist die Förderung eines Schaufelradbaggers oder Schaufelradaufnehmers bereits zufriedenstellend, eine Regelung an der äußersten Leistungsgrenze des Schaufelradbaggers oder Schaufelradaufnehmers ist jedoch noch nicht möglich, da das Gewicht und das Volumen des geförderten Gutes nur mit zeitlichem Abstand zum eigentlichen Fördervorgang und ungenau ermittelt werden kann.

Eine direkte Messung des Schnittvolumens am Schaufelrad ist bisher nicht bekannt und erscheint mit den heutigen technischen Mitteln auch nicht lösbar. Bekannt sind bisher Verfahren, durch die Messung von geometrischen Parametern des Baggers indirekt auf das Volumen des vom Schaufelrad momentan geschnittenen Spans zu schließen. In die Berechnung geht unter anderem die nach jedem Schwenkvorgang vom Bagger durchgeführte Spanvorfahrt ein, die als Maß für die Dicke des Spans herangezogen wird. Die Weiterfahrt des Baggers wird beispielsweise mittels Wegmeßaufnahme an den Baggerfahrwerken gemessen. Dieser Meßwert ist jedoch oft mit erheblichen Fehlern behaftet, bedingt durch mechanische Ungenauigkeiten und Verschmutzungsprobleme. Ein Rückschluß vom geförderten zum zu schneidenden Volumen ist aufgrund des variierenden Auflockerungsfaktors nur bedingt möglich.

Die bekannten Meßverfahren ergeben einen nicht unerheblichen Meßfehler, so daß sie eine Regelung des Baggers im Grenzbereich zwischen Überlastung und größtmöglicher Fördermenge nicht erlauben. Auch die Regelung nach dem aufgenommenen Strom des Schaufelradantriebes ist hierzu nicht in der Lage, insbesondere da in diesen

die unterschiedlichen, materialabhängigen Reibungsverhältnisse am Schaufelrad eingehen.

Es ist Aufgabe der Erfindung, eine Fördermengenregelung anzugeben, die eine sichere Führung des Abbauvorganges an der Grenze einer vorgegebenen Förderleistung ermöglicht, die der maximal zulässigen Förderleistung des Fördergerätes oder nachgeschalteter Förderanlagen entspricht.

Die Aufgabe wird dadurch gelöst, daß als weitere Regelgröße das vom Schaufelrad erfaßte Festmaterial-Fördervolumen verwendet wird. Das vom Schaufelrad erfaßte Festmaterial-Fördervolumen erlaubt eine direkte Aussage über die Beanspruchung des Baggers und seine Auslastung. Der Schaufelradbagger oder der Schaufelradaufnehmer kann daher vorteilhaft so geregelt werden, daß er die momentan vorgegebene Fördermenge aufnimmt. Dies kann sowohl durch eine Veränderung der Schwenkgeschwindigkeit des Schaufelradauslegers allein oder in Verbindung mit der Veränderung der Hubhöhe der Fall sein. In Lösung der Aufgabe ist vorgesehen, daß die Ermittlung des vom Schaufelrad erfaßten Festmaterial-Fördervolumens durch einen Laserstrahl erfolgt, der die Kontur des Festmaterials in Schwenkrichtung vor dem Schaufelrad abtastet. Die Abtastung der Kontur des Festmaterials in Schwenkrichtung vor dem Schaufelrad durch einen Laserstrahl, der vorzugsweise mit einer Wellenlänge von 905 Nanometer, einer Pulsrate von 3,6 kHz und einer Pulsdauer von ca. 10 Nanosekunden arbeitet, erlaubt eine besonders genaue, gegen unterschiedliche Temperaturen, aufgewirbelten Staub und weitere Umwelteinflüsse unempfindliches Ermitteln des abzubauenen Schnittvolumens. So steht eine betriebssichere Messung des abzubauenen Schnittvolumens zur Verfügung, die eine sichere Regelung der Fördermenge des Schaufelradbaggers oder Schaufelradaufnehmers erlaubt.

In Ausgestaltung der Erfindung ist weiterhin vorgesehen, daß der Laserstrahl von einem in Schaufelradnähe angeordneten, lageorientierten Meßlaser erzeugt wird, der über die von einem Rechner ausgewerteten Laufzeitmessungen des gepulsten Laserlichts, die Kontur des anstehenden Festmaterials mißt.

Die Verwendung eines Meßlasers, insbesondere in Form eines Laserscanners, hat bei dieser Anwendung den Vorteil, daß eine linienförmige Erfassung des abzuspannenden Gebietes erfolgt. Durch die zeilenweise oder wellenlinienförmige Abtastung werden nicht nur Einzeldaten, sondern die Konfiguration der Abbaufont erfaßbar. Durch eine aufwandsarme Optik kann über das gering streuen-

de Licht eines Laserscanners eine hohe momentane Energiedichte erreicht werden, wodurch Fehler durch zu starke Streuung, ungenügender Reflektion etc. vermieden oder verkleinert werden. Insgesamt ergibt sich so ein besonders betriebssicheres, tag-
 gebaugerechtes Meß- und Regelverfahren.

Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung, anhand der Zeichnung und in Verbindung mit den Unteransprüchen. Es zeigen:

FIG 1 eine Sicht auf den Abbauort,

FIG 2 eine Darstellung der geometrischen Verhältnisse bei einer Spanmessung und

FIG 3 eine Darstellung der geometrischen Verhältnisse am Abbauort in vereinfachter Form.

Die FIG 1 zeigt die Ermittlung der Einzelheiten des Abbauortes durch zwei Meßlaser, insbesondere Laserscanner 8, 9, die das Oberflächenprofil auf dem Abbaumaterial 1 und die abgearbeitete Fläche 3 durch scannen auf den Scanlinien 10, 11 vertikal vermessen. Die Laserscanner 8, 9 sind neben dem Schaufelrad 6 mit den Schaufeln 5 am Schaufelradträger 7 angebracht und vermessen vornehmlich den nach unten gerichteten Profiltail 2. Das Profil wird aus Entfernung/Winkel-Wertepaaren ermittelt. Es wird in erster Linie das Profil 1, 2 derjenigen Seite für die Regelung verwendet, auf die sich das Schaufelrad 6 zubewegt. Bei gleichmäßiger Bewegung in nur eine Richtung und wenn keine Differenzmessung erfolgt, kann auch auf den zweiten Profils Scanner verzichtet werden. Während der Schwenkbewegung dreht sich das Schaufelrad 6 und fräst das Festmaterial 1 um das Oberflächenmaß 4 ab.

Das hintere Profil 12 (weggefrästes Festmaterial) ist, wie FIG 2 zeigt, durch die Kontur des Schaufelrades 6 vorgegeben, da alles vorstehende Material zwangsweise weggefräst wird. Aus der hinteren Kontur 12 und dem gemessenen Profil 13 wird die Querschnittsfläche 14 des jeweiligen Spans errechnet. Die Überlappung des Schaufelrades 6 über das gemessene Profil des Laserscanners stellt diese Differenzfläche dar. Durch die Schwenkbewegung des Baggers fräst sich das Schaufelrad 6 seitlich in das Festmaterial. Das Volumen des Spans ist umso größer, je schneller diese Schwenkbewegung erfolgt. Das von der Spanquerschnittsfläche 14 überstrichene Volumen pro Zeiteinheit stellt den geförderten Volumenstrom des momentan weggefrästen Festmaterials dar. Die erforderlichen Rechnungen für Festmaterial, Fördervolumen, Spandicke, Spanhöhe, Lage der Schnittfläche und Aufmaß (separat vermessen), werden in einem Rechner vorgenommen, der dem Laserscanner nachgeschaltet ist. Dieser Rechner kann im Laserscanner integriert sein. Für die Berechnung ist im wesentlichen der Schwenkradius, die Schwenkgeschwindigkeit, der Hubwinkel (α)

des Schaufelradauslegers, die Anbauposition des Laserscanners 8, 9, weitere geometrische Abmessungen des Baggers sowie seine Lage im Raum notwendig. Diese Informationen können im Rechner des Laserscanners leicht gespeichert werden. Vorteilhaft wird der Rechner mit einem beschreibbaren Permanentpeicher ausgerüstet.

Da der Montageort und die Ausrichtung des Laserscanners 8, 9 relativ zum Bagger 16 bekannt ist, bzw. einmalig bestimmt werden kann, ist der Hubwinkel (α) des Schaufelradauslegers direkt im Laserscanner 8, 9 oder im nachgeschalteten Rechner zu verwerten. Die Länge des Schaufelradauslegers ist ein bekannter Parameter. In Verbindung mit der Schwenkgeschwindigkeit reichen die Informationen aus, um im Laserscanner 8, 9 oder im nachgeschalteten Rechner den Festmaterial-Volumenstrom aus den Profildaten zu berechnen, ohne daß weitere Meßwerte dem Laserscanner 8, 9 bzw. dem nachgeschalteten Rechner zugeleitet werden müssen. Bei einer Schrägstellung des Baggers 16 ist gegebenenfalls eine Korrektur notwendig, die aus einer Lotmessung ermittelt werden kann und als Korrekturgröße dem Rechner aufgegeben wird. Für die Vorgabe einer Schnittfläche ist, wie FIG 2 zeigt, das räumliche Profil durch Bezug auf das Lot 15 im Raum zu orientieren.

Der Profiltail auf dem Planum 3 (abgearbeitete Fläche) ist durch eine Gerade approximierbar. Die Steigung dieser Geraden ist berechenbar. Die Höhe des Schaufelrades 6 über Planum kann ebenfalls aus dem Profil bestimmt werden, in dem aus der Schrägentfernung auf die approximierte Gerade in Planum die Projektion auf die Vertikale berechnet wird. Aus beiden Größen können IST-Werte für den Ort des Schaufelrades 6 berechnet werden. Damit ist der Ort des Schaufelrades 6 relativ zum Standpunkt des Baggers 16 kontinuierlich vermeßbar. Gibt man für den Ort des Schaufelrades 6 SOLL-Werte vor, so kann aus der Differenz der IST-Werte und SOLL-Werte eine Regelgröße zur Steuerung des Schaufelrades 6 auf beliebige Oberflächenformen abgeleitet werden.

Da sowohl die Lage des Schaufelradauslegers 7 als auch die Oberflächenkontur des Planums 3 und der Fräsfläche bekannt sind, kann auch der Abstand des Auslegers 7 zum anstehenden Material berechnet werden. Die Unterschreitung eines bestimmten Abstandes kann sehr vorteilhaft dazu benutzt werden, einen Kollisionsalarm auszulösen.

Die vorstehende Erfindung, die ein bisher als unlösbar angesehenes Grundproblem bei der Arbeit von Schaufelradbaggern löst, ist bevorzugt mit Laserscannern, insbesondere IR-Laserscannern, durchführbar. Es versteht sich jedoch für den Fachmann von selbst, daß auch andere, einem Laser vergleichbare Strahlungsquellen eingesetzt werden können, z.B. elektromagnetische Strahler sehr ho-

her Frequenz und vergleichbarer Strahlbündelung. Desgleichen sind auch andere, als in der Zeichnung angegebene, Positionen der Meßlaser möglich. Bei großer Staubentwicklung empfiehlt sich z.B. eine Anbringung am Bagger und eine Konturerfassung der Abbaufont in einem Abstand von 10-20 m vom Schaufelrad.

Ansprüche

1. Fördermengenregelung eines Schaufelradbaggers oder Schaufelradaufnehmers im Tagebau, bei der die Schwenkgeschwindigkeit des Schaufelradauslegers und/oder seine Höhenlage unter Berücksichtigung des Schaufelrad-Antriebsstromes sowie des Gewichtes und Volumens des geförderten Gutes geregelt wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß als weitere Regelgröße das vom Schaufelrad geschnittene Festmaterial-Fördervolumen verwendet wird.
2. Fördermengenregelung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Ermittlung des vom Schaufelrad geschnittenen Festmaterial-Fördervolumens durch einen Laserstrahl erfolgt, der die Kontur des Festmaterials in Schwenkrichtung vor dem Schaufelrad abtastet.
3. Fördermengenregelung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Laserstrahl von einem in Schaufelradnähe angeordneten, lageorientierten Meßlaser erzeugt wird, der über die an einem Rechner ausgewertete Laufzeitmessungen des gepulsten Laserlichtes, die Kontur des anstehenden Festmaterials mißt.
4. Fördermengenregelung nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Laserstrahl die Kontur des neben dem Schaufelrad anstehenden Festmaterials durch fortlaufende Messung von Entfernung und Winkel auf die Materialoberfläche mißt, diese Daten dem Rechner zuführt und daß in diesem Rechner aus diesen Daten ein Profilverlauf errechnet wird.
5. Fördermengenregelung nach Anspruch 2,3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß aus dem Profil, den geometrischen Abmessungen des Schaufelrades, sowie der Anbauposition des Meßlasers, die Querschnittsfläche des vom Schaufelrad erfaßten Spans berechnet wird.
6. Fördermengenregelung nach Anspruch 1,2,3,4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß aus der Differenz des Oberflächenprofils und der äußeren Kontur des Schaufelrades, sowie dem Hubwinkel und der Schwenkgeschwindigkeit das Volumen des geschnittenen Festmaterials berechnet wird.
7. Fördermengenregelung nach Anspruch 1,2,3,4,5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß durch kontinuierliche Messung das Profil beidseitig neben dem Schaufelrad ermittelt und aus der Profildifferenz und der Schwenkgeschwindigkeit ein Moment-

anwert des geschnittenen Festmaterials ermittelt wird.

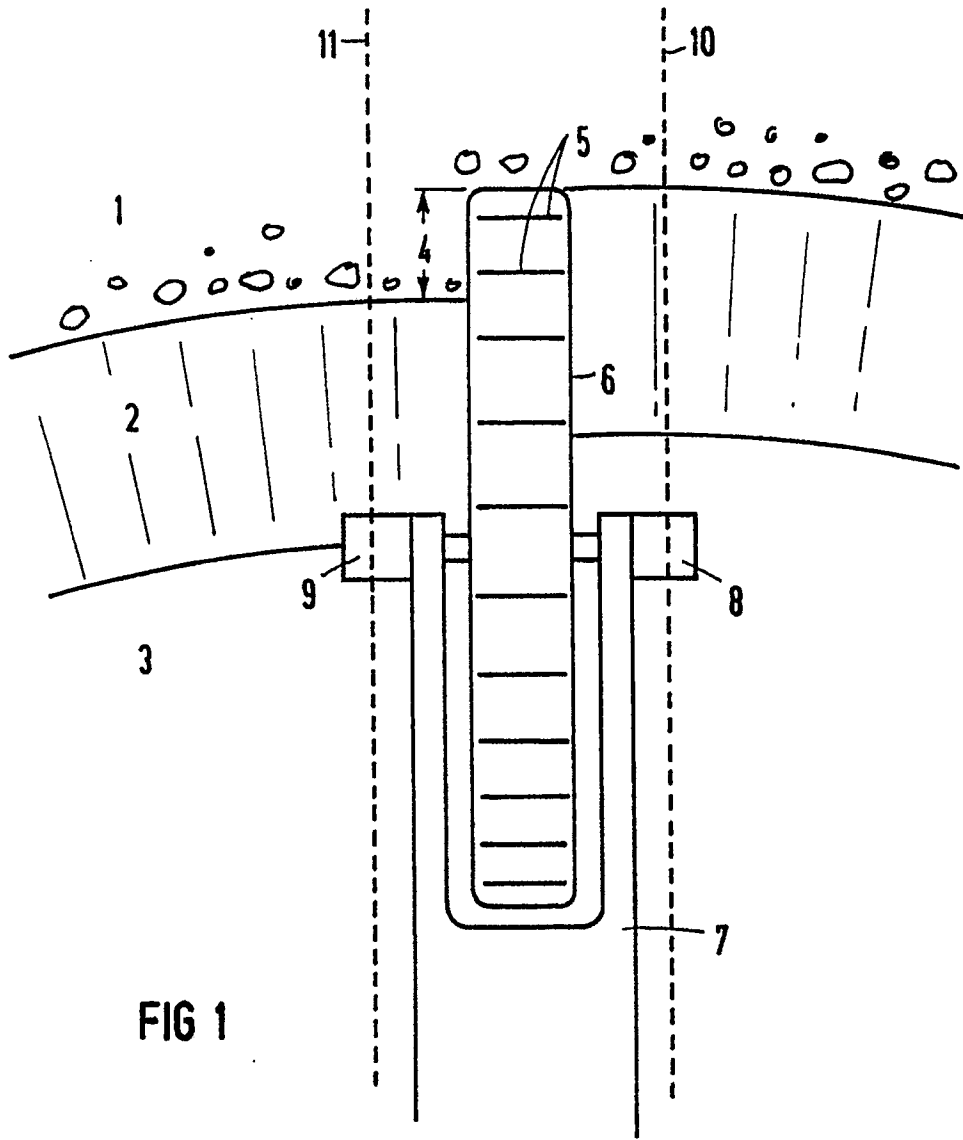
8. Fördermengenregelung nach Anspruch 3,4,5,6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Meßlaser und der Rechner mit einem beschreibbaren Permanentpeicher verbunden sind, in dem Parameter über den Bagger und über die Anbauposition des Laserscanners und Justagewerte gespeichert werden.

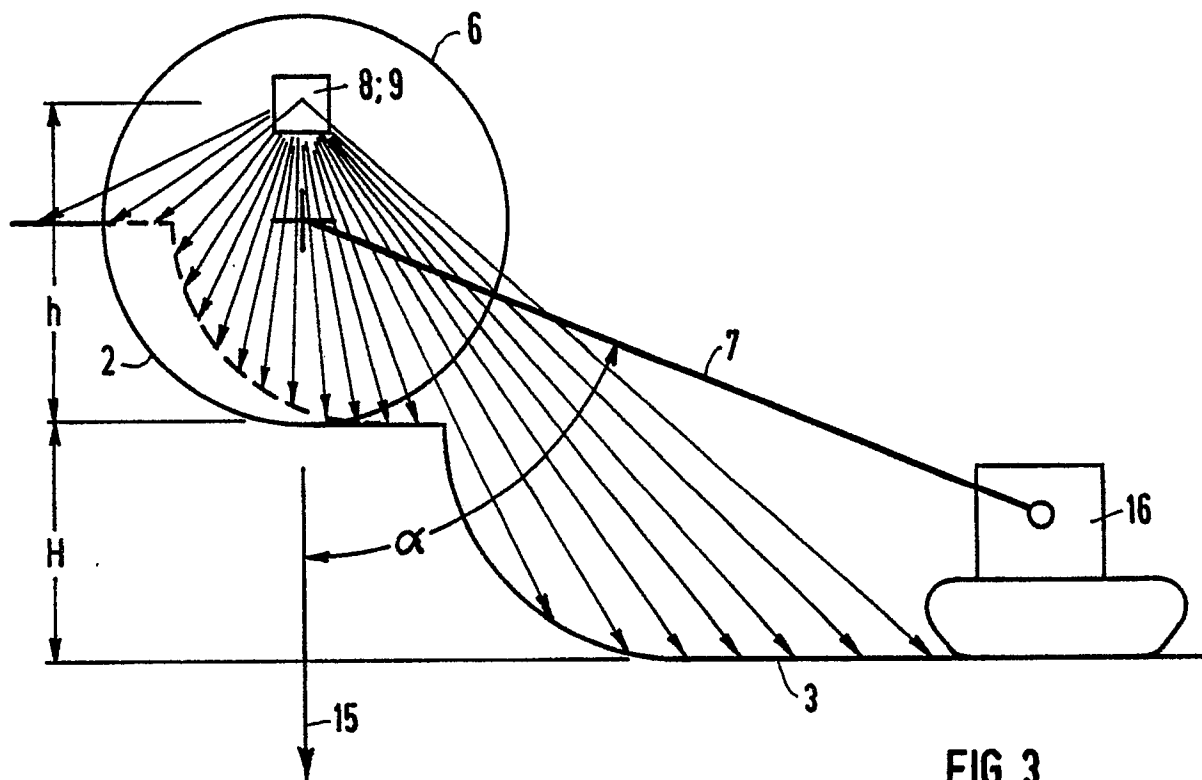
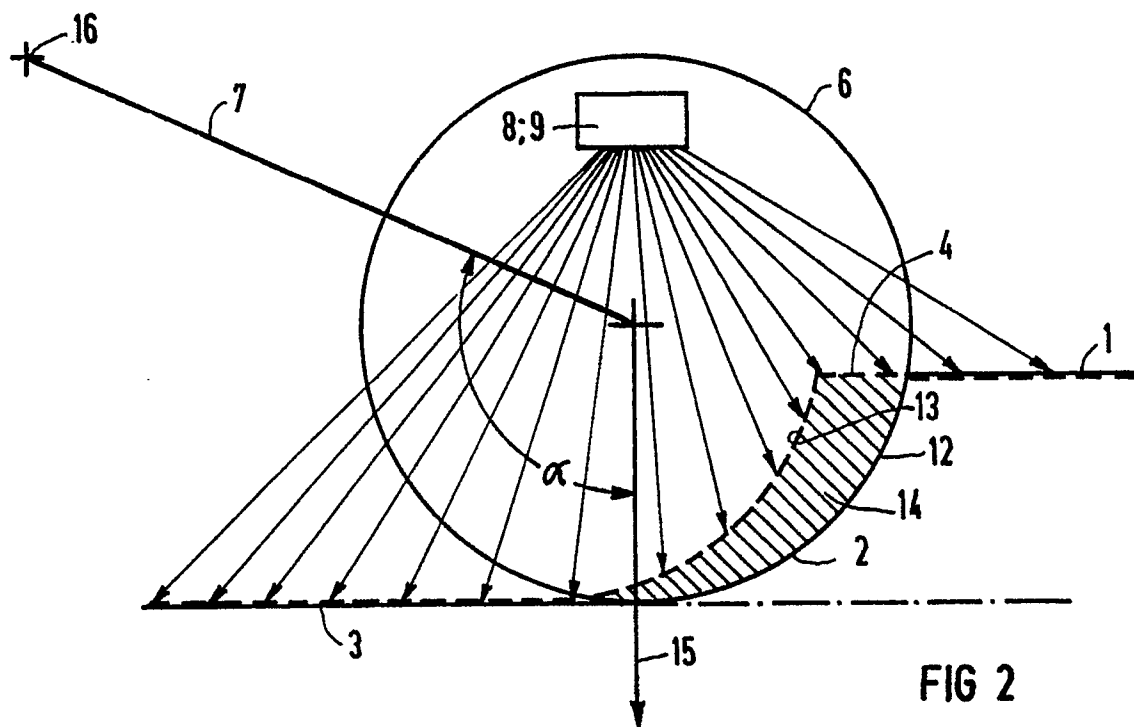
9. Fördermengenregelung nach Anspruch 3,4,5,6,7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Meßlaser in den Winkelbereichen, die nicht zur Profilauswertung herangezogen werden, auf ein geräteinternes Ziel mißt und die dabei gemessene, bekannte Entfernung als Kontrollwert für die Funktionsfähigkeit des Gerätes und als Eichwert verwendet wird.

10. Fördermengenregelung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Meßlaser mit Impulsdauern von 1-10 Nanosekunden und einer Impulsrate im Kilohertzbereich, vorzugsweise im 3-30 kHz-Bereich, arbeitet.

11. Fördermengenregelung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß für die Impulslaufzeitmessung zunächst ein Startpuls generiert wird, dessen reflektierter Anteil über Verzögerungsleitungen, vorzugsweise in Spulenform, laufzeitverlängert und für eine Start-Stop-Messung verwendet wird.

12. Fördermengenregelung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß zur Fördermengenregelung eines Tagebaufördergerätes ein vom Gerät mitgeführter Laserscanner verwendet wird.







Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 90 11 4612

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
A,P	FR-A-2 637 625 (FLATRES et al.) * Zusammenfassung; Figuren 1,2 *	1	E 02 F 3/18 E 02 F 3/84
A	FR-A-2 420 120 (COAL INDUSTRY LTD) * Seite 11, Zeile 22 - Seite 16, Zeile 18; Figuren 1-7 *	1	E 02 F 9/20 E 02 F 9/26
A	FR-A-2 468 101 (BARDES)		
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)
			E 02 F G 01 B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 12-10-1990	Prüfer ANGIUS P.
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 andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			