



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) DD (11) 244 416 A1

4(51) G 01 N 23/12

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP G 01 N / 284 622 0

(22) 18.12.85

(44) 01.04.87

(71) ORGREB-Institut für Kraftwerke, 7544 Vetschau, DD

(72) Krone, Christian, Dr.-Ing.; Jentsch, Gerhard, Dipl.-Ing.; Berger, Joachim, Dr.-Ing., DD

(54) Verfahren und Anordnung zur radiometrischen Bestimmung der Menge, Qualität sowie Fremdkörper in bewegten Schüttgütern

(57) Verfahren und Anordnung zur radiometrischen Bestimmung der Menge und Qualität von sowie der Fremdkörper in bewegten Schüttgütern, insbesondere von Rohbraunkohle, bei welchem der Förderquerschnitt des Schüttgutstromes paarweise mit Nukliden für weiche und harte Gammastrahlung durchstrahlt und die an den Detektoren paarweise registrierten Impulsmeßraten im Echtzeitbetrieb bewertet werden. Die Aufgabe besteht darin, das Verfahren und die Anordnung so auszugestalten, daß an einem Meßort gleichzeitig die Menge, die Qualität und vorhandene Fremdkörper bestimmt werden können. Dies wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß aus der zeitlichen Änderung der paarweise registrierten Impulsmeßraten der harten und weichen Gammastrahlung die Dicke, die Breite, die Länge, die mittlere chemische Zusammensetzung und die Anzahl von Fremdkörpern im Kurzzeittakt berechnet und bei alleiniger Bewertung der Impulsmeßraten der harten Gammastrahlung aller Meßkanäle das Schüttgutprofil, der Schüttgutquerschnitt und die Fördergutmenge und aus den paarweise registrierten Impulsmeßraten der harten und weichen Gammastrahlung zusätzlich die flächenmassenkompensierte chemische Zusammensetzung des Schüttgutstromes, z. B. der Aschegehalt, ermittelt wird. Fig. 1

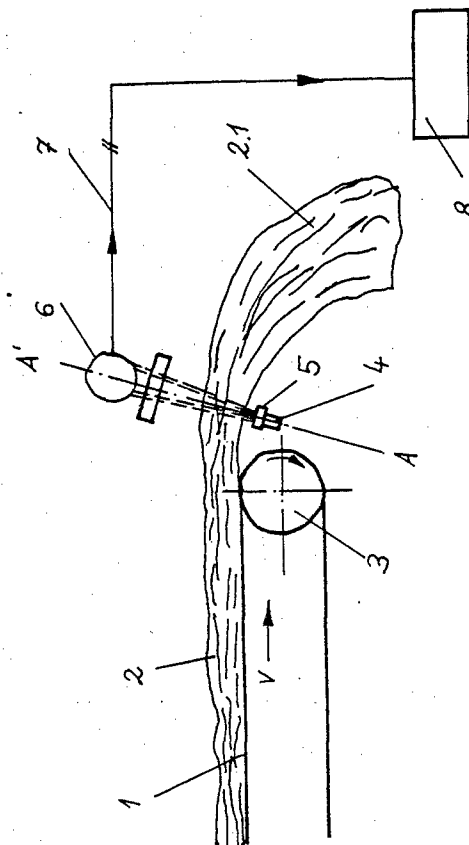


Fig. 1

### Erfindungsanspruch:

1. Verfahren zur radiometrischen Bestimmung der Menge und Qualität von sowie der Fremdkörper in bewegten Schüttgütern, insbesondere von Rohbraunkohle, bei welchem der Förderquerschnitt des Schüttgutstromes paarweise mit Nukliden für weiche und harte Gammastrahlung durchstrahlt und die an den Detektoren paarweise registrierten Impulsmeßraten im Echtzeitbetrieb bewertet werden, **gekennzeichnet dadurch**, daß aus der zeitlichen Änderung der paarweise registrierten Impulsmeßraten der harten und weichen Gammastrahlung die Dicke, die Breite, die Länge, die mittlere chemische Zusammensetzung und die Anzahl von Fremdkörpern im Kurzeittakt berechnet und bei alleiniger Bewertung der Impulsmeßraten der harten Gammastrahlung aller Meßkanäle das Schüttgutprofil, der Schüttgutquerschnitt und die Fördergutmenge und aus den paarweise registrierten Impulsmeßraten der harten und weichen Gammastrahlung zusätzlich die flächenmassenkompensierte chemische Zusammensetzung des Schüttgutstromes, z. B. der Aschegehalt, ermittelt wird.
2. Verfahren nach Pkt. 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß die mittlere flächenmassenkompensierte chemische Zusammensetzung des Schüttgutstromes durch Mittelwertbildung aus den mehrfach paarweise registrierten Impulsmeßraten berechnet wird.
3. Anordnung zur Ausführung des Verfahrens nach Pkt. 1 und 2, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Gammastrecken (ÄÄ') aus dem Nuklid (5) für weiche Gammastrahlung und dem Nuklid (4) für harte Gammastrahlung sowie der zugehörigen Szintillationssonde (6) bei einem bewegten Schüttgutstrom (2.1) auf einem Förderband (1) ohne Stahlseileinlage am Oberstrum und mit Stahlseileinlage nach der Abwurftrummel (3) in der Abwurfparabel sowie bei einem freifallenden Schüttgutstrom (2.1) seitlich von diesem angeordnet und die Szintillationssonden (6) über eine Leitung (7) mit einer Auswerteeinheit (8) gekoppelt sind.
4. Anordnung nach Pkt. 3, **gekennzeichnet dadurch**, daß der seitliche Abstand (L) zwischen den Gammastrecken (ÄÄ') in Abhängigkeit von der Größe der zu ortenden Fremdkörper festgelegt ist.
5. Anordnung nach Pkt. 3, **gekennzeichnet dadurch**, daß in den Strahlengang eine Kalibriereinheit (9) aus mindestens einer oder mehreren Modellsubstanzen mit definierter Flächenmasse und Massenschwächungskoeffizienten entweder am Strahlerteil oder am Detektorteil einschwenkbar ist und die Nuklide (4; 5) entweder nebeneinander oder übereinander angeordnet sind.
6. Anordnung nach Pkt. 3 bis 5, **gekennzeichnet dadurch**, daß mehrere radiometrische Meßkanäle harter und mindestens ein radiometrischer Meßkanal weicher Gammastrahlung vorgesehen sind und bei paarweiser Anordnung der Meßkanäle harte/weiche Gammastrahlung diese immer in einem Linienelement in Bewegungsrichtung des Schüttgutstromes (2.1) liegen.

Hierzu 1 Seite Zeichnungen

### Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Anordnung zur radiometrischen Bestimmung der Menge und Qualität von sowie der Fremdkörper in bewegten Schüttgütern, insbesondere von Rohbraunkohle, bei welchem der Förderquerschnitt des Schüttgutstromes paarweise mit Nukliden für weiche und harte Gammastrahlung durchstrahlt und die an den Detektoren paarweise registrierten Impulsmeßraten im Echtzeitbetrieb bewertet werden.

### Charakteristik der bekanntesten technischen Lösungen

Bekannt sind radiometrische Förderbandwagen unterschiedlichster Bauart für den Einsatz an Bandanlagen. Dabei liefert die Förderbandwaage die Mengenanzeige mit hoher Reproduzierbarkeit. Zur Bestimmung von Qualitätsparametern des Fördergutstromes bezüglich Änderungen der chemischen Zusammensetzung und des damit verbundenen Aschegehaltes sind radiometrische Meßgeräte nach verschiedenen Verfahren im Einsatz. Dazu zählen die Zwei-Energietransmission, die Beta- und Gammarrückstreuung und die Gamma-Vorwärtsstreuung. Ein Aschemeßgerät nach dem Zwei-Energieverfahren liefert den Aschegehalt und aus der Einkanalmessung eine Mengenanzeige mit eingeschränkter Reproduzierbarkeit. Die Fremdkörpererkennung im laufenden Gutstrom mit radiometrischen Meßverfahren erfolgt durch mehrfaches radiometrisches Abtasten der Fördergutschicht auf dem Band. Dabei werden die Fördergutschicht und das Gurtbandobertrum durchstrahlt. Bei einem anderen Verfahren wird die Breite der frei fallenden Gutschicht in dicht nebeneinanderliegende Abschnitte unterteilt, die mit je einem radiometrischen Meßkanal durchstrahlt werden.

Nachteilig bei allen bekannten radiometrischen Förderbandwaagen ist, daß ein Einsatz an Bändern mit Stahlseileinlagen erhebliche Meßfehler bringt und damit praktisch unmöglich wird.

Das gleiche gilt für alle radiometrischen Meßanordnungen, die mit Durchstrahlung des Meßgutes und des Gurtbandes arbeiten.

Jedes Gurtband wandert beim Betreiben der Bandanlage seitlich aus. Damit entstehend durch die Stahlseileinlagen erhebliche Flächenmasseunterschiede über die Gurtbreite, die in Verbindung mit dem Wandern des Bandes die Meßwerte in allen Betriebsarten verfälschen.

Zur radiometrischen Bestimmung der Menge und der Qualität eines bewegten Rohbraunkohlestromes sowie der darin enthaltenen Fremdkörper ist insgesamt eine Vielzahl von Meßanordnungen und Gerätetechnik erforderlich, die sich gegenseitig nicht beeinflussen dürfen.

Sie müssen deshalb über einen größeren Bereich verteilt am Förderband oder freifallendem Gutstrom angeordnet sein. Der dafür erforderliche Platz ist oftmals nicht vorhanden, was zur Folge hat, daß in den meisten Fällen nur ein Parameter bestimmt werden kann.

### Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, mit geringem Aufwand die Menge, die Qualität und vorhandene Fremdkörper in bewegten Schüttgütern zu bestimmen.

### Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein radiometrisches Verfahren, bei welchem der Schüttgutstrom paarweise mit Nukliden für weiche und harte Gammastrahlung durchstrahlt und die an den Detektoren paarweise registrierten Impulsmeßraten im Echtzeitbetrieb bewertet werden, so auszugestalten, daß an einem Meßort gleichzeitig die Menge, die Qualität und vorhandene Fremdkörper bestimmt werden können.

Dies wird erfindungsgemäß dadurch erreicht, daß aus der zeitlichen Änderung der paarweise registrierten Impulsmeßraten der harten und weichen Gammastrahlung die Dicke, die Breite, die Länge, die mittlere chemische Zusammensetzung und die Anzahl von Fremdkörpern im Kurzzeittakt berechnet und bei alleiniger Bewertung der Impulsmeßraten der harten Gammastrahlung aller Meßkanäle das Schüttgutprofil, der Schüttgutquerschnitt und die Fördergutmenge und aus den paarweise registrierten Impulsmeßraten der harten und weichen Gammastrahlung zusätzlich die flächenmassekompensierte chemische Zusammensetzung des Schüttgutstromes, z. B. der Aschegehalt, ermittelt wird.

Die mittlere flächenmassekompensierte chemische Zusammensetzung des Schüttgutstromes wird durch Mittelwertbildung aus den mehrfach paarweise registrierten Impulsmeßraten berechnet.

Die Anordnung zur Ausführung des Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, daß die Gammameßstrecken aus dem Nuklid für weiche Gammastrahlung und dem Nuklid für harte Gammastrahlung sowie der zugehörigen Szintillationssonde bei einem bewegten Schüttgutstrom auf einem Förderband ohne Stahlseileinlage am Obertrum und mit Stahlseileinlage nach der Abwurftrömmel in der Abwurfparabel sowie bei einem freifallenden Schüttgutstrom seitlich von diesem angeordnet und die Szintillationssonden über eine Leitung mit einer Auswerteeinheit gekoppelt sind.

Der seitliche Abstand zwischen den Gammameßstrecken ist in Abhängigkeit von der Größe der zu ortenden Fremdkörper festgelegt. In weiterer Ausbildung der Anordnung ist vorgesehen, daß in den Strahlengang eine Kalibriereinheit aus mindestens einer oder mehreren Modellsubstanzen mit definierter Flächemasse und Massenschwächungskoeffizienten entweder am Strahlerteil oder am Detektorteil einschwenkbar ist und die Nuklide entweder nebeneinander oder übereinander angeordnet sind.

Weiterhin sind mehrere radiometrische Meßkanäle harter und mindestens ein radiometrischer Meßkanal weicher Gammastrahlung vorgesehen und bei paarweiser Anordnung der Meßkanäle harte/weiche Gammastrahlung liegen diese immer in einem Linienelement in Bewegungsrichtung des Schüttgutstromes.

### Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll nachstehend an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert werden. In der zugehörigen Zeichnung zeigen:

Fig. 1: die Vorderansicht der Anordnung in der Abwurfparabel eines Schüttgutstromes an einem Förderband

Fig. 2: eine Seitenansicht der Anordnung gemäß Fig. 1

Auf einem Förderband 1 mit einer Geschwindigkeit  $v$  wird Rohbraunkohle 2 bewegt. Nach der Abwurftrömmel 3 wird die Rohbraunkohle 2 vom Förderband 1 abgeworfen. Der waagerechte Wurf hat einen nahezu parabelförmigen Verlauf, der zur Auflockerung bis zur völligen Auflösung des Schüttgutstromes 2.1 führt. Nach der Abwurftrömmel 3 und vor der beginnenden Auflockerung des Schüttgutstromes 2.1 sind paarweise ein Nuklid 5 für weiche Gammastrahlung und ein Nuklid 4 für harte Gammastrahlung unter dem Schüttgutstrom 2.1 und eine dazugehörige Szintillationssonde 6 über dem Schüttgutstrom 2.1 angeordnet.

Die Nuklide 4; 5 und die Szintillationssonde 6 können auch in umgekehrter Folge angeordnet werden. Die Nuklide 4; 5 können dabei entweder nebeneinander oder übereinander angeordnet sein.

Die Szintillationssonde 6 ist über eine Leitung 7 mit einer Auswerteeinheit 8 gekoppelt.

In Fig. 2 ist der Förderquerschnitt des Schüttgutstromes 2.1 mit den paarweise angeordneten Nukliden 4.1; 5.1 bis 4.5; 5.5 und den dazugehörigen Szintillationssonden 6.1 bis 6.5, also fünf Gammameßstrecken  $\overline{AA'}$  dargestellt.

Diese sind in einem Abstand  $L$  nebeneinander angeordnet, wobei der Abstand  $L$  in Abhängigkeit von der Größe der zu ortenden Fremdkörper festgelegt ist.

In den Strahlengang ist eine Kalibriereinheit 9; 9.1 bis 9.5 aus mindestens einer oder mehreren Modellsubstanzen mit definierter Flächenmasse und Massenschwächungskoeffizienten entweder am Strahlerteil oder am Detektorteil einschwenkbar.

Für das Kalibrieren der Meßanordnung wird die Kalibriereinheit 9 in den Strahlengang gebracht.

Dabei kann für jeden Strahlengang eine gesonderte Kalibriereinheit 9 vorgesehen sein, oder eine Kalibriereinheit 9 wird nacheinander durch alle Strahlengänge geschoben.

Es können mehrere radiometrische Meßkanäle harter und mindestens ein radiometrischer Meßkanal weicher Gammastrahlung vorgesehen sein und bei paarweiser Anordnung harte/weiche Gammastrahlung liegen diese immer in einem Linienelement in Bewegungsrichtung des Schüttgutstromes 2.1.

Durch die im Strahlengang befindliche Rohbraunkohle 2 wird die Schwächung der weichen Gammastrahlung durch die mittlere Ordnungszahl und die Flächenmasse des Meßgutes, die harte Gammastrahlung im wesentlichen nur durch die Flächenmasse des Meßgutes beeinflußt.

Mit den Szintillationssonden 6.1 bis 6.5 werden die zur Berechnung des Massenschwächungskoeffizienten und der Flächenmasse erforderlichen Impulsmeßraten in zehn Kanälen spektrometrisch bewertet und im Millisekundentakt gemessen. Zur Steinerkennung werden alle zehn Kanäle auf zeitabhängige Extremwertänderungen überwacht. Die Berechnung des Massenschwächungskoeffizienten erfolgt paarweise in jeweils zwei zueinander gehörigen Meßkanälen. Die Flächenmasse wird in fünf Meßkanälen ermittelt und der Verlauf der Schüttgutoberfläche bestimmt. Aus dem Verlauf der Schüttgutoberfläche wird der Förderquerschnitt und mit Hilfe der Meßgutdichte sowie der Geschwindigkeit  $v$  des Förderbandes 1 der Massendurchsatz berechnet.

Die erfindungsgemäße Lösung ist vorteilhaft an einem frei fallenden Kohlestrom, z. B. an der Abwurfparabel hinter einem Förderband 1 einsetzbar, wenn diese Stahleinlagen aufweist. Des weiteren haben Dicken- und Qualitätsschwankungen des Förderbandes 1 auch keinen Einfluß mehr auf das Meßergebnis. Die Berechnung des Förderquerschnittes und damit des Mengenstromes wird wesentlich verbessert, weil die untere Begrenzung des bewegten Schüttgutes nicht mehr gemuldet, sondern weitestgehend waagrecht ausgebildet ist.

Die geometrische Zuordnung der Meßkanäle wird durch die Anforderungen aus der Fremdkörpererkennung, insbesondere der Stückgröße, bestimmt. Die Größe des Meßtaktes wird durch das Betriebssystem Fremdkörpererkennung vorgegeben. Aus den dabei abgespeicherten Meßdaten werden dann unter Hinzufügen weiterer Parameter die Menge und Zusammensetzung der Rohbraunkohle in den anderen Betriebssystemen bestimmt. Damit ist es möglich, im bewegten Kohleförderstrom die Art der Fremdkörper zu bestimmen und die Grenze der Stückgrößen der zu erkennenden Fremdkörper auf unter 300 mm zu verringern. So kann z. B. unterschieden werden, ob es sich um Metallteile,  $\text{SiO}_2$  (Steine) oder  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (Lehmbrocken) handelt.

Die Bestimmung der Parameter Menge, Qualität und Fremdkörper eines Gutstromes ist an Gurtbänder oder am frei fallenden Kohlestrom möglich. Das Meßverfahren arbeitet automatisch, berührungslos und kontinuierlich.

Zur Realisierung der drei Meßaufgaben sind lediglich ein mehrkanaliger radiometrischer Meßgeber und eine elektronische Auswerteeinheit erforderlich.

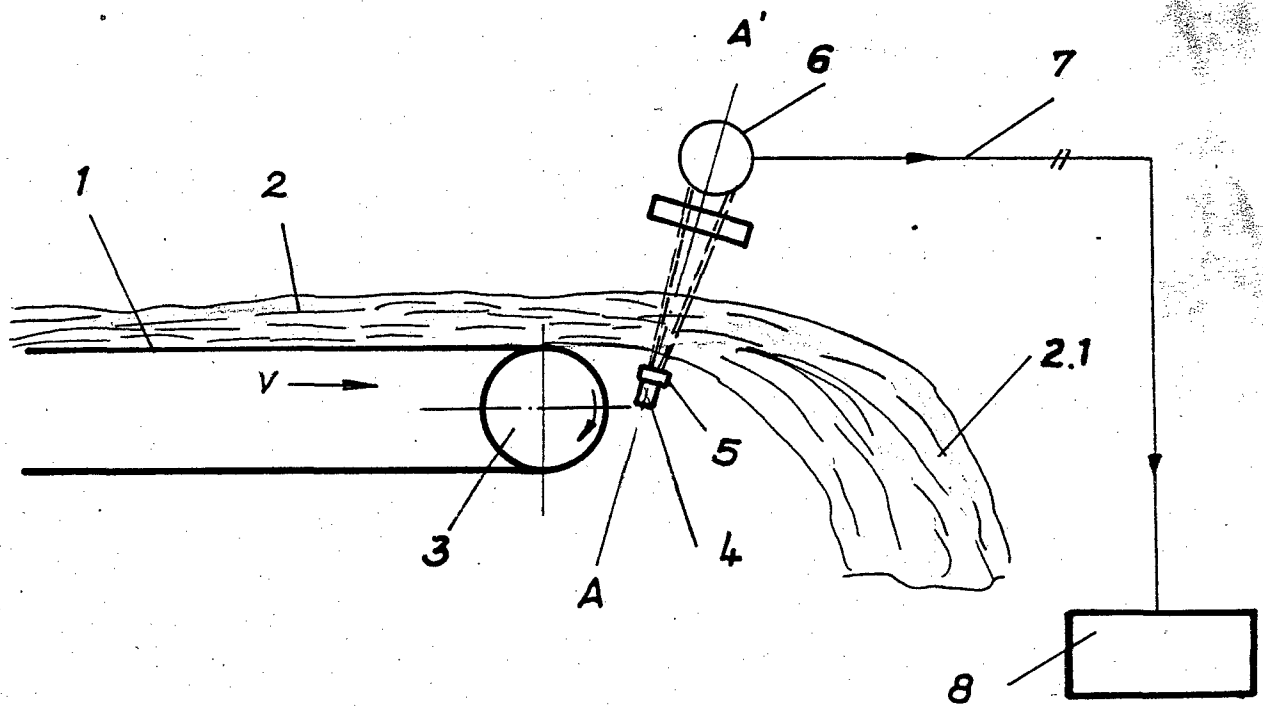


Fig. 1

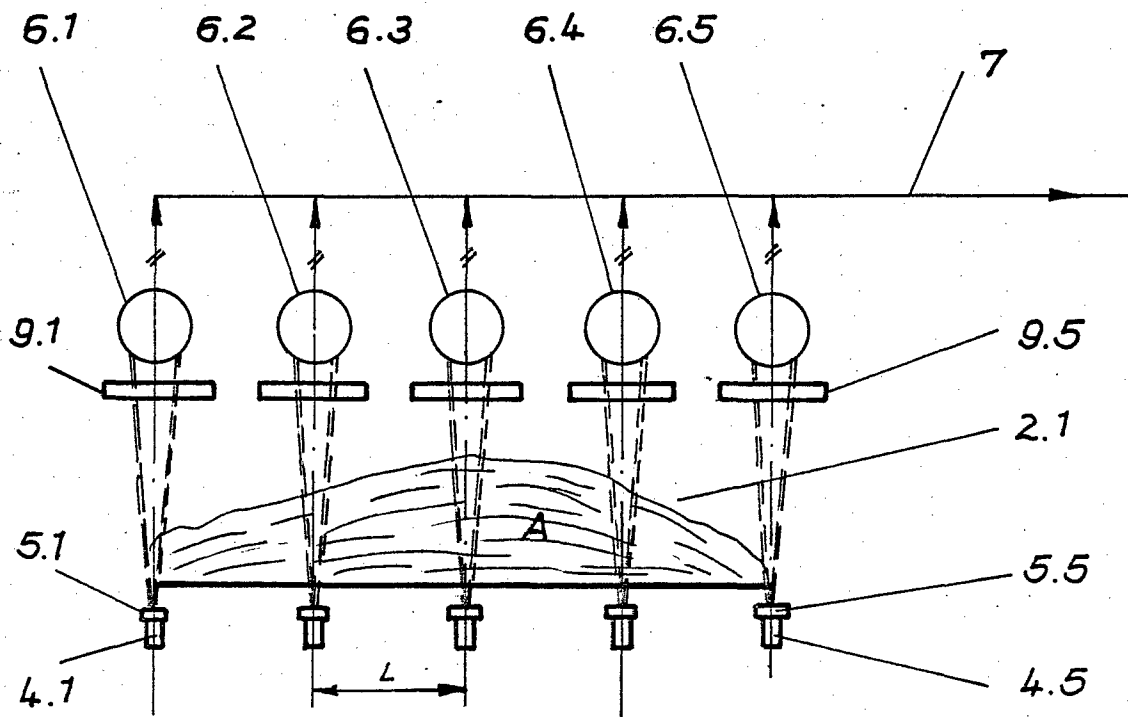


Fig. 2