



(12) Ausschließungspatent

(11) **DD 285 141 A5**

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1  
Patentgesetz der DDR  
vom 27. 10. 1985  
in Übereinstimmung mit den entsprechenden  
Festlegungen im Einigungsvertrag

5(51) E 02 F 9/26

**DEUTSCHES PATENTAMT**

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

---

(21) DD E 02 F / 329 631 1 (22) 15.06.89 (44) 05.12.90

---

(71) siehe (73)  
(72) Nowack, Helfred; Sykulla, Mike, Dipl.-Ing.; Budich, Andreas, Dipl.-Ing., DD  
(73) VE Braunkohlenkombinat Senftenberg, Brieske, 7803, DD

---

(54) **Verfahren zur Ermittlung der Planumshöhe bei Schaufelradbaggern**

---

(55) Schaufelradbagger; Tagebau; Planumsgestaltung; Planumshöhe; Neigungsmesser; Meßwertgeber; Datenübertragung

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Messung der Planumshöhe bei Schaufelradbaggern mit und ohne Vorschub. Ziel und Aufgabe der Erfindung ist es, ein genaues, technologisch günstiges und mit geringem meßtechnischen Aufwand zu realisierendes Verfahren zu entwickeln, das direkt die Geräteneigung mißt und daraus die einzustellende Planumshöhe ermittelt. Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß ein kapazitiver Neigungssensor auf dem Oberbau des Baggers angebracht wird, der die momentane tatsächliche Geräteneigung, bezogen auf das Planum, mißt. Mittels zwei anderer Meßwertgeber werden noch die Vorschubstellung des Radauslegers und die Radauslegerneigung ermittelt. Unter Zuhilfenahme von bestimmten Gerätekonstanten wird in einem Einchipmikrorechner die Planumshöhe in Echtzeitbetrieb nach einer Formel berechnet. Die Anzeige der Planumshöhe erfolgt nur im Arbeitsbereich des Baggers, so daß eine hohe Genauigkeit erreicht wird.

## Erfindungsanspruch:

Verfahren zur Ermittlung der Planumshöhe bei Schaufelradbaggern, **dadurch gekennzeichnet**, daß die momentane Geräteneigung ( $\Delta\alpha$  direkt, die Radauslegerneigung ( $\Delta\gamma$ ) und die Vorschubstellung des Radauslegers ( $V_s$ ) gemessen werden, danach mit den Gerätekennkonstanten, wie dem Konstruktionswert des Gerätes zwischen Standfläche des Baggers und dem Baggermittelpunkt ( $h_m$ ), dem Schaufelradradius ( $h_s$ ) der Bahnneigung gegenüber der Horizontalen entlang des Vorschubs ( $a$ ), wenn Längs- und Querneigung 0 Grad sind, der Länge des Radauslegers ( $a$ ), der Vorschubbahnkonstanten ( $K$ ) und der Auslegerneigung gegenüber der Horizontalen ( $\gamma$ ) unter der Bedingung, daß die Planumshöhe ( $h_x$ ) 0 ist, verknüpft werden und daraus mittels Höhenvergleich nach der Formel  $h_x + h_s + h_a = h_m + h_n$  die Ermittlung der Planumshöhe erfolgt.

Hierzu 1 Seite Zeichnung

## Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren, anwendbar bei Schaufelradbaggern mit und ohne Vorschub, welches garantiert, daß ein vorgeschriebenes Planumsniveau eingehalten wird. Ein Abweichen vom Sollzustand, ermittelt durch die Meßeinrichtung, ist direkt, nach Errechnen der einzustellenden Korrekturwerte in der Auswerteinrichtung an der Anzeigeeinrichtung ablesbar.

## Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Tagebaugroßgeräte gestalten sich in der Regel ihre Arbeitsebene durch Baggern sowie Planieren während des normalen Arbeitsprozesses selbst. Aus technologischen, ökonomischen und sicherheitstechnischen Gründen sind Vorgaben für Höhenverlauf und Neigungswinkel des Planums unbedingt einzuhalten.

Im Tagebau ist es dabei bisher noch üblich, die Höhe des Graborgans für bestimmte Planumpunkte durch den Baggerfahrer und einem, auf der Baggerebene befindlichen Planumswinker subjektiv, visuell und ohne technische Hilfsmittel einzuschätzen und manuell einzustellen. Die Qualität der dabei erzielten Arbeitsebene ist somit sowohl von der Qualifikation und Erfahrung des Personals sowie von den Licht- und Witterungsverhältnissen abhängig, was oft unzulässig hohe Abweichungen von den Vorgabewerten zur Folge hat und damit kostenaufwendige Nacharbeiten erfordert. In den DD-PS 36 173; 46 435; 71 624 und 100 768 werden Meßverfahren vorgestellt, bei denen dem Baggerfahrer der relative Höhenunterschied zwischen mittlerer Baggerauflagefläche und Ansatzpunkt des Graborgans angezeigt wird. Da die Sollhöhe jedoch schwer bestimmbar ist, ist die richtige Führungshöhe des Schaufelrades nicht gewährleistet. Andere Meßverfahren ermitteln die Höhe des Gerätes zu einer ausgemessenen Bezugsebene, indem sie die Neigung des Gerätes und dessen zurückgelegten Weg erfassen. Dazu gehören Neigungsmessungen mit Pendel oder Schlauchwaage, in vielen Schriften patentiert, die nur in Verbindung mit der Messung des Auslegerwinkels gegenüber der Horizontalen die einzustellende Höhe ermitteln. Sie haben den Nachteil, daß sie auf eine vorgerichtete Bezugsebene kalibriert werden müssen. Da dies praktisch jedoch nicht möglich ist, pflanzen sich alle Fehler der Meßgrößenaufnahme, -verarbeitung und -anzeige in der einzustellenden Höhe des Graborgans fort. Auch sind diese Verfahren durch eine hohe mechanische Störanfälligkeit gekennzeichnet. Andere Meßverfahren beruhen auf dem Prinzip, daß, ausgehend von einem Festpunkt mittels Richtstrahlen, beschrieben in den DD-PS 212 325; 217 877, 252 675 oder Laserstrahlen, patentiert in den DD-PS 56 358; 98 157; 212 325 der Höhenverlauf der Arbeitsebene selbsttätig bestimmt wird. Diese erfordern jedoch eine ständige Sichtverbindung zwischen Geber und Empfänger, was in großen Tagebauen mit gekrümmten Strossen nur durch Festlegung mehrerer Geländepunkte mit aufwendiger Meßtechnik möglich ist.

Das in der DD-PS 43 306 vorgestellte Geräte zur selbständigen fortlaufenden abschnittsweisen Messung und Registrierung der Höhen des überfahrenen Planums arbeitet auf Grund der kurzen Meßabschnitte zu ungenau. In der DD-PS 28 412 wird ein Verfahren zur Messung der Neigung des Radauslegers eines Schaufelradbaggers mit Vorschub vorgeschlagen, das auf einer Brückenschaltung basiert. Die erfindungsgemäße Lösung besteht darin, daß für die Anzeige der Bewegungen des Schaufelrades zusammen mit dem in einem Brückenweig eingeschalteten Galvanometer zwei veränderliche Widerstände vorgesehen sind. Die Widerstände verändern sowohl bei Änderung des Auslegervorschubs als auch bei Änderung des Neigungswinkels des Auslegers die Stromstärke in diesem Stromkreis. Alle diese Verfahren registrieren die Stellung des Auslegers zum feststehenden Baggerteil. Sie können damit nur bei horizontal stehendem Bagger eine zuverlässige Führung des Schaufelrades und damit die Einhaltung des vorgegebenen Planumsniveaus gestalten. Auch werden bei diesem Verfahren nicht der auftretende Verschleiß, das Spiel, Ober-/Unterbau beim Bagger sowie das Kippen des Oberbaus im Drehkranz und elastische Verformungen in der Konstruktion berücksichtigt. Diesen Nachteil versucht man bei der in der DD-PS 88 020 beschriebenen Lösung zu beseitigen, in dem die Lagen des Schaufelradbaggers bezogen auf den Mittelpunkt des Schaufelrades erfolgt und aus der Längsneigungs- und Querneigungsdifferenz, dem Verdrehungswinkel, aus den Größen der Geschwindigkeit der Fahrtbewegung des Schaufelradhubes und des Ausschubes sowie dem Ausgleich der Aufbauten des Baggers mittels Rechner ein Korrekturwert errechnet wird. Ein weiterer großer Nachteil all dieser Verfahren besteht darin, daß sowohl Längs- als auch Querneigung und der Schwenkwinkel extra gemessen und erst daraus der Neigungswinkel des Schaufelrades berechnet wird, wobei die o. g. Ausführungen anzuwenden sind.

### Ziel der Erfindung

Das Ziel der Erfindung besteht darin, ein ökonomisches, technologisch günstiges, meßfehlerfreies, störungsunempfindliches und mit geringem meßtechnischem Aufwand zu realisierendes Verfahren zu entwickeln, mit dem die Ebenheit des Planums ohne mühevoll, kostenaufwendige Nacharbeit erreicht wird, damit Störungen, bedingt durch Unebenheiten verhindert werden, die sich dann nachteilig auf den gesamten Betriebsablauf auswirken und die Standsicherheit nachfolgender Betriebseinrichtungen beeinflussen sowie durch den Einsatz modernster Technik der Planumsbeobachter eingespart wird und die Möglichkeit der Datenverarbeitung gegeben ist. Das Verfahren soll für Schaufelradbagger aller Größen mit und ohne Vorschub einsetzbar sein.

### Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die technische Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Ermittlung der Planumshöhe bei Schaufelradbaggern zu entwickeln, daß bei Schaufelradbaggern mit und ohne Vorschub realisierbar ist und einen kontinuierlichen Übergang vom bestehenden Planumsniveau auf die neue Arbeitsebene garantiert sowie die Möglichkeit bietet, eine in Abbau- und Vertriebsrichtung geneigte Arbeitsebene zu schaffen, wobei durch Eliminierung der Fehlerquellen eine in der Praxis ausreichende Genauigkeit erreicht werden soll. Durch Anwendung modernster Rechentechnik sollen eine große Variabilität und schnelle Auswertemöglichkeit sowie eine serielle Datenübertragung und Kompatibilität zu Großrechnern erreicht werden. Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß das Grundprinzip der Ermittlung der einzustellenden Planumshöhe auf einem Höhenvergleich nach folgender Gleichung

$$h_x + h_s + h_a = h_m + h_n$$

beruht.

Dazu wird auf dem Oberbau des Schaufelradbaggers ein Neigungsmesser angebracht, womit die momentane Geräteneigung, d. h. die tatsächliche Neigung, bezogen auf die Schaufelradunterkante, direkt gemessen wird. Die Vorschubstellung des Radauslegers und die Radauslegerneigung werden mittels zweier weiterer Meßwertgeber gemessen und in dem in der Meßwertvorverarbeitung befindlichen Einchipmikrorechner erfaßt, in dem dann die Auslegerhöhe  $h_a$  und die Vorschubhöhe  $h_s$  ermittelt werden. Unter Zuhilfenahme der erforderlichen Gerätekonstanten, wie dem Konstruktionswert des Gerätes zwischen Standfläche des Baggers und Baggermittelpunkt  $h_m$ , dem Radius des Schaufelrades  $h_r$ , der Bahnneigung gegenüber der Horizontalen entlang des Vorschubs, wenn Längs- und Querneigung 0 Grad sind, der Länge des Radauslegers, der Vorschubbahnkonstanten und der Auslegerneigung gegenüber der Horizontalen unter der Bedingung, daß die Planumshöhe  $h_x = 0$  ist, die in einem EPROM gespeichert sind, wird die Planumshöhe  $h_x$  in Echtzeitbetrieb ermittelt. Dieser Einchipmikrorechner der Meßwertvorverarbeitung kommuniziert bidirektional mit einem weiteren Einchipmikrorechner, der sich in der Anzeigeeinheit befindet und der alle Aufgaben bearbeitet, die sich durch die Anzeige von Meßwerten ergeben sowie ständig die errechneten Meßwerte der Meßwertvorverarbeitung abfordert. Um die Planumshöhe genau anzeigen zu können, erfolgt deren Berechnung nur in dem Arbeitsbereich des Baggers, außerhalb dieses Bereiches wird die Anzeige gelöscht.

### Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll nachstehend an einem Ausführungsbeispiel und einer Zeichnung näher erläutert werden. Auf dem Oberbau des Schaufelradbaggers mit Vorschub wird zur Messung der Momentanen Geräteneigung  $\Delta\alpha$  ein Neigungssensor, nach kapazitivem Prinzip arbeitend und einen Meßbereich von  $-4$  bis  $+4$  Grad umfassend, angebracht. Dabei wird der Neigungssensor so angebaut, daß bei idealer Planumsstellung des Baggers der Meßwertgeber für den Radauslegerwinkel waagrecht steht und so der Nullpunkt justiert ist. Die Vorschubstellung des Radauslegers  $V_s$  wird über eine 110-V-Drehmelderkette in Verbindung mit einem Widerstandspotentiometer gemessen. Der Wert für die Radauslegerneigung  $\Delta\gamma$  wird ebenfalls mittels kapazitivem  $\pm 4$  Grad Neigungssensor, der die erforderliche Genauigkeit dafür besitzt, gewonnen. In der Zeichnung ist das Prinzip der Wirkungsweise eines Schaufelradbaggers mit Vorschub einschließlich der zur Ermittlung der Planumshöhe  $h_x$  notwendigen Gerätekonstanten dargestellt. Das Grundprinzip der Messung beruht auf einem Höhenvergleich nach folgender Gleichung

$$h_x + h_s + h_a = h_m + h_n$$

Die Vorschubhöhe  $h_s$  ergibt sich dabei aus der aktuellen Vorschubstellung des Radauslegers  $V_s$  und dem trigonometrisch errechneten Wert aus der Geräteneigung in Abbaurichtung  $\Delta\alpha$  in Verbindung mit dem Konstruktionswinkel zwischen Mittelpunkthorizontaler und Vorschubbahn  $\alpha$ . Die Auslegerhöhe  $h_a$  wird ermittelt aus der trigonometrischen Berechnung der Radauslegerneigung  $\Delta\gamma$  in Verbindung mit dem Konstruktionswinkel zwischen Horizontaler und Radauslegerneigung bei auf dem Planum aufliegendem Schaufelrad  $\gamma$ . Die so ermittelte Planumshöhe  $h_x$  wird in einem Arbeitsbereich von  $\pm 2$  m angezeigt. Natürlich ist die beschriebene erfindungsgemäße Lösung auch für Schaufelradbagger ohne Vorschub anwendbar, wobei sich die Berechnung dadurch vereinfacht, daß auch anstelle der Vorschubstellung  $V_s$  eine Gerätekonstante tritt.

