

ash differences in the coal measured radiometrically and sampled for chemical assay (see [3]).

#### b) Main conveyor belt

Fig. 4 shows the ash contents vs time determined by means of the 2-energy transmission method (KRAS-2) under technological conditions as given in Tab. 2. The  $C_A$ -signal has been proved to be really independent of  $qx$  changes; its s.d. is about 5 wt % ash.

Tab. 2. Characteristics of the processed brown coal on the main conveyor belt at the entrance of a power station

	raw lignite power station input
conveyor belt	
speed, m/s	5
thickness, kg/m <sup>2</sup>	20
width, m	2.0
mass per unit area	
of coal on belt, kg/m <sup>2</sup>	
mean	150
s.d.	50*)
range	40 ... 280
nominal feed	
t/h	3000
grain size, mm	80

\*) often 'jumping' between full and empty belt

## 4. Conclusions

1. The 2-energy transmission ash determination method known for black coal [8] has been proved to be applicable also to raw brown coal. From tests of a prototype gauge (KRAS-2) at the main conveyor belt of a power station during real production conditions it seems to be realistic to achieve a standard deviation below 3 wt % ash (dependent on coal specific variations of the ash compo-

sition) solving some calibration problems. The results yielded with KRAS-2 are in good agreement with the data for black coal published by Fookes et al. [8].

2. The installation of a radiometric ash determination gauge should be prepared by a carefully check of the analytical situation in the mine but also of the technological regime of it. Braune [9] evaluated a computer code of simulation which has been applied with good success.

3. The results described for the special bypass conveyor have shown that

- 60 keV-photons can be used as ash indicator because the photoabsorption part in m.a.c. is still 70% of the total;
- scattered forward 60 keV-photons gives satisfactory results in  $C_A$ -determination if the coal thickness is kept constant by means of a leveller;
- the correction of small changes in  $qx$  by means of 660 keV-transmitted photons reduce the standard deviation for scattered forward photons down to 2.5%.

Received November 26, 1984

Accepted in revised form February 5, 1985

## References

- [1] J. W. Leonhardt et al., J. Radioanal. Chem. **71** (1958) 181
- [2] H.-W. Thümmel, G. Körner, D. Fritsche, ZfI-Mitt. **71** (1983) 144
- [3] H.-W. Thümmel, ZfI-Mitt. **70** (1983) 99
- [4] G. Körner, H.-W. Thümmel et al., Proc. 3. Tagung Nukleare Analysenverfahren, Dresden, 11. Apr. 1983, 361–362
- [5] M. Frenzel, Proc. 3. Tagung Nukleare Analysenverfahren Dresden, 11. Apr. 1983, 46–48; Isotopenpraxis **20** (1984) 386
- [6] C. G. Clayton, Int. Conf. on Ind. Appl. of Radioisotopes and Radiation Technology, Grenoble 1981, IAEA-CN-40/119
- [7] J. W. Leonhardt et al., Proc. 4th Conf. on New Nuclear Physical Methods on Solving Problems in Science, Technology and Oeconomy Dubna (SU) 1982, 205–217
- [8] R. A. Fookes, V. L. Gravitts, J. S. Watt et al., Int. J. Appl. Radiat. Isot. **34** (1983) 37, 63
- [9] M. Braune, ZfI-Mitt. **71** (1983) 154

Isotopenpraxis **21** (1985) 10, S. 354 bis 356

## Bestimmung der Lage einer Grenzschicht

V. Kliem, J. Schwarzlose

(VEB Mansfeld-Kombinat „Wilhelm Pieck“, Forschungsinstitut für NE-Metalle)<sup>1)</sup>

*Es werden Aufbau und Funktion einer radiometrischen Anlage zur Bestimmung der Phasengrenze zwischen zwei nicht mischbaren Flüssigkeiten beschrieben. Die Anlage arbeitet nach dem Prinzip einfacher Strahlenschranken, gewährleistet jedoch durch die Verknüpfung von Grenzwertschaltersignalen ein Maximum an Informationen.*

*Design and performance of a radiometric device for the determination of the phase boundary between two nonmiscible liquids are described. The device is based on the principle of simple radioactive relays, but provides maximum information by the connection of limit switch signals.*

### Keywords

absorption; cesium 137; industry; level indicators; radiometric gages

## 1. Einführung

Bei zahlreichen chemischen Prozessen, wie z.B. bei der Extraktion oder der Reextraktion, ist die Lage der Grenzschicht zwischen zwei nicht mischbaren Flüssigkeiten von

Bedeutung. Es ist erforderlich, die Lage dieser Phasengrenze kontinuierlich zu überwachen, um Verunreinigungen der Phasen auszuschließen.

Zu den bekannten Meßverfahren zählen mechanische, optische, elektrische, magnetische und radiometrische Verfahren, die bei entsprechenden Differenzen in den physi-

<sup>1)</sup> Anschrift: 9200 Freiberg, Lessingstraße 41

kalischen Parametern der beiden Phasen erfolgreich eingesetzt werden. All diese Einrichtungen besitzen jedoch den Mangel, daß ihre Aussagekraft auf den Niveaubereich begrenzt ist, in dem sich Meßfühler befinden.

Schwankt die Grenzschicht über einen größeren Höhenbereich, so müssen entweder zahlreiche Meßfühler eingesetzt oder das Meßsystem muß bewegt werden. Dies erfordert meist kompliziert aufgebaute, kostenaufwendige und wartungsintensive Anlagen [1, 2].

Die radiometrische Anlage, die im folgenden näher beschrieben wird, vermittelt bei  $n$  Detektoren  $n + 4$  Informationen über die Lage der Phasengrenze ( $n \geq 2$ ), wobei neben den konkreten Positionsangaben auch das Auswandern aus einem bestimmten Bereich und der Richtungsvektor angegeben werden. Die Anlage wurde für spezielle Überwachungsaufgaben im Aluminiumwerk Lauta entwickelt.

## 2. Aufbau der Anlage

Abb. 1 zeigt in schematischer Darstellung den Aufbau der Phasengrenzenmeßanlage. Ein radioaktiver Schwimmer erist so austariert, daß er den Bewegungen der Phasengrenze folgt. Er befindet sich z. B. in einem perforierten Führungsrohr innerhalb der Trennkolonne, in der sich die zu überwachende Grenze zwischen organischer und wäßriger Phase ausbildet.

Die emittierte Strahlung trifft auf das fest installierte Detektorsystem — im vorliegenden Fall mit drei Detektoren — außerhalb der Kolonne. Es besteht aus einem Bleikollimator mit horizontal liegenden Schlitzen sowie hinter den Schlitzen angeordneten Zählrohren mit Anpaßverstärkern und Hochspannungstransvertern. Die hier geformten Impulse stehen an niederohmigen Ausgängen der Sonde zur Verfügung und gelangen über eine Kabelstrecke an das modifizierte industrielle Meßgerätesystem 24 017 von MKD. Bei einer Bestückung mit Impulsdichtemessern 29 052 stehen am Ausgang pro Kanal neben einer impulsdichteproporionalen Gleichspannung  $U_A = K \cdot \text{Imp. (t)}$  die Schaltspannungen von jeweils zwei unabhängig voneinander einstellbaren Grenzwertschaltern zur Verfügung [3]. Die Verknüpfung der Grenzwertschaltersignale erfolgt im Logikbauteil. Dieser Einschub besitzt auch das Anzeigetableau zur optischen Signalisierung der Phasengrenzenlage. Ein weiterer Einschub enthält die akustische Warnmeldung.

Die gesamte Zusatzelektronik mit logischer Verknüpfung, akustischer Warnmeldung, optischer Anzeige und Strom-

versorgung wurde auf zwei EGS-Einschüben in freien Kanälen des Strahlenrelais 24 017 untergebracht.

Zum Aufbau der Anlage wurden im einzelnen folgende Teile eingesetzt:

Schwimmer	PE mit H 60, $\varnothing$ 30
Strahler	$^{137}\text{Cs}$ mit 34,4 MBq (0,9 mCi)
Detektor	Zählrohr, Typ VA-Z-221
Sondenelektronik	Baustein 545 740.2 des VEB Robotron-Meßelektronik
Zentralgerät	Strahlenrelais 24 017 mit Impulsdichtemesser 29 052
	Verknüpfungsbaustein
	Akustikbaustein

## 3. Funktionsweise

Von den jeweiligen Impulsdichtemessern werden die Detektorimpulse in eine intensitätsproportionale Gleichspannung umgewandelt, die an zwei nachfolgende Grenzwertschalter abgegeben wird. Dabei spricht Grenzwertschalter 2 bei Volleinstrahlung, Grenzwertschalter 1 bei Resteinstrahlung an. Volleinstrahlung ist bei Lage des Schwimmers direkt vor einem Kollimatorschlitz gegeben. Resteinstrahlung liegt vor, wenn durch den radioaktiven Strahler trotz des vor der Sonde angebrachten Kollimators noch eine deutlich über dem Nulleffekt liegende Strahlungsintensität vorhanden ist.

Die Ausgangspotentiale  $U_K$  der Trigger liegen in positiver Logik an den kontaktlosen Ausgängen der IDM an (0:  $0 \pm 0,5$  V; L:  $+(7,5 \dots 12)$  V) und eignen sich durch die prellfreie Anschaltung zum direkten Setzen digitaler Gatter. Insbesondere geeignet sind die IS der CMOS-Serie (hoher Betriebsspannungsbereich und hohe Störsicherheit, geringe Ruhestromaufnahme), von der zur Zeit leider nur eine kleine Typenanzahl aus eigener Produktion (Standardreihe U 4000) bzw. Importen (Reihe K 561 — UdSSR bzw. CD 4000 — NSW) zur Verfügung steht. So wurde die Verknüpfung nach notwendiger Pegelwandlung mit Standard-TTL-Gattern vorgenommen. Abb. 2 zeigt die Verknüpfung (Prinzip). Die Strahlerlagen B, C (Mittelstellung) und D sowie Zwischenzustände werden direkt gesetzt und optisch signalisiert.

Erreicht die Phasengrenze die vorgegebene Grenze des Arbeitsbereiches (Strahlerlage A bzw. E), so wird neben dem entsprechenden Leuchtsignal (LED) durch Freigabe eines Niederfrequenz-Oszillators ein akustisches Warnsignal ausgelöst. Schließlich wertet die Steuerelektronik

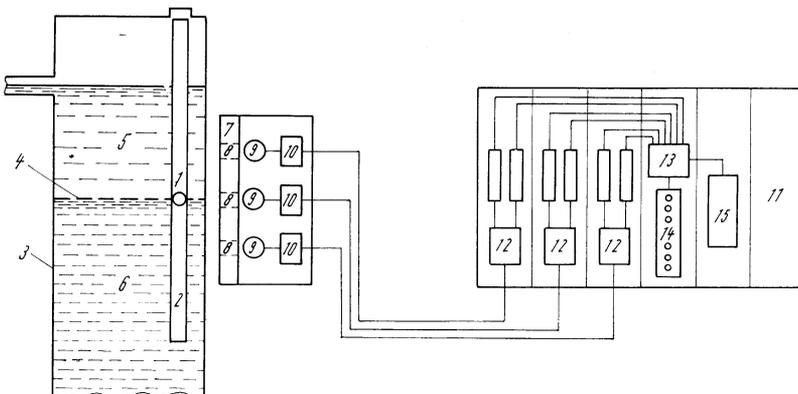


Abb. 1. Schematische Darstellung der Phasengrenzenmeßanlage

1 — radioaktiver Schwimmer; 2 — Führungsrohr; 3 — Kolonne; 4 — Phasengrenze; 5 — organische Phase; — 6 wäßrige Phase; 7 — Bleikollimator; 8 — Kollimatorschlitz; 9 — Zählrohr; 10 — Sondenelektronik; 11 — Strahlenrelais; 12 — Impulsdichtemesser und Grenzwertschalter; 13 — Logikbaustein; 14 — Anzeigetableau; 15 — akustische Warnmeldung

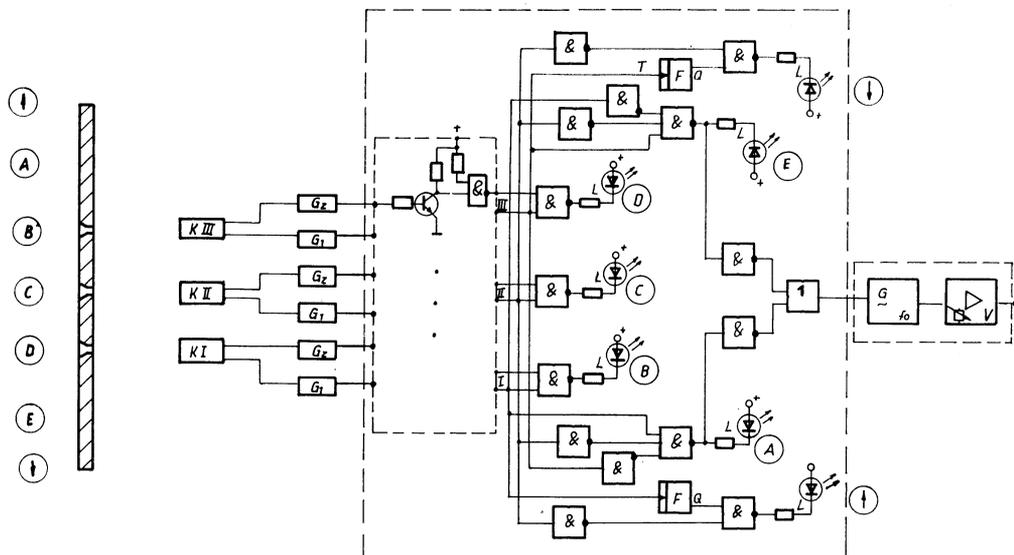


Abb. 2. Logische Verknüpfung der Meßkanäle

A, B, C, D, E, ↑, ↓ - Lage der Phasengrenze; K - Meßkanal; G - Grenzwertschalter; & - logische NAND; L - Leuchtdiode; F - taktflankengesteuertes Flip-Flop; G<sub>~</sub> - schaltbarer Generator; V - regelbarer NF-Verstärker

durch Setzen eines Speichers (L/O Sprung der G<sub>1</sub>-Trigger von Kanal I und III auf die Taktleitung) Über- bzw. Unterschreitungen des durch die Kollimatorkonstruktion vorgegebenen Höhenbereichs ebenfalls optisch aus. Damit ist auch die Richtung der Phasengrenzbewegung bei Auswandern aus dem Meßbereich erkennbar.

Die Anlage ermöglicht es also, bei Einsatz von drei Detektoren sieben diskrete Zustandsinformationen über die Lage der Phasengrenze zu erhalten [4]. Durch Überlappung von Triggerschwellen und Hysterese sind auch Zwischenpositionen auszuwerten, so daß sich eine quasi-kontinuierliche Lagebestimmung ergibt.

Neben der Signalverarbeitung zur optischen Anzeige und akustischen Warnung können die Signale zur Regelung einer konstanten Phasengrenzenlage nach bekannten Prinzipien herangezogen werden.

#### 4. Schlußbemerkung

Die Inbetriebnahme dieser Anlage erfordert keine Eichung. Es ist lediglich ein Abgleich zur Einstellung der Ansprech- und Abfallspannung der Grenzwertschalter notwendig.

Die geforderte Genauigkeit zur Bestimmung der Phasengrenzenlage und die Größe des zu erfassenden Höhenbereichs bestimmen die Anzahl der Meßkanäle sowie die Gestaltung der Kollimatorschlitze. Im Normalfall genügen drei Kanäle und rechteckige Kollimatorschlitze. Mit einem im technischen Einsatz erprobten Gerät mit Kollimatorschlitzen von 7 mm Höhe und einem Schlitzabstand von 30 mm kann die Phasengrenze mit Sicherheit auf  $\pm 20$  mm konstant gehalten werden.

Eingegangen am 24. 10. 1984

#### Literatur

- [1] WP 42 1 34/1 226320, Nachlaufleinrichtung zur kontinuierlichen Füllstandsüberwachung, 1964
- [2] Radiometrische Füllstandsmeßtechnik in der chemischen Industrie. Applikationsschrift des VEB RFT Meßelektronik „Otto Schön“, Dresden, Dezember 1977
- [3] Strahlenrelais 24 017. Betriebsvorschrift des VEB RFT Meßelektronik „Otto Schön“, Dresden
- [4] WP G 01 F/2462271, Einrichtung zur Bestimmung der Lage einer Grenzschicht, 1982