



## AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

|      |                       |      |          |      |          |
|------|-----------------------|------|----------|------|----------|
| (21) | WP G 01 N / 311 419 7 | (22) | 28.12.87 | (44) | 26.04.89 |
|------|-----------------------|------|----------|------|----------|

(71) Bauakademie der DDR, Institut für Baustoffe, Geschwister-Scholl-Straße 7a, Weimar, 5300, DD

(72) Rieger, Paul, Dipl.-Päd.; Christiani, Egbert, Dipl.-Phys., DD

(54) Verfahren zur Kontrolle des Trocknungsprozesses von Mischungen und Schüttgütern

(55) Verfahren, Trocknungsprozeß, Trocknungspunkt, Mischung, Schüttgut, Temperaturdifferenz, Wärmestrom, zeitabhängig, Thermoelemente, isoliert, nichtisoliert

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Kontrolle des Trocknungsprozesses von Mischungen, wie Betonmischungen während und nach seiner Formung und Erhärtung, aber auch von feuchten Schüttgütern im nichtfließenden Zustand. Ohne großen technischen, manuellen und zeitlichen Aufwand, unabhängig von der Umgebungstemperatur oder anderer äußerer Einflüsse soll der Trocknungsgrad oder aber der Trocknungspunkt von Misch- oder Schüttgut bestimmt werden. Durch eine äußere Heizquelle wird im zu messenden Gut ein Temperaturgradient erzeugt, und mit parallel zueinander liegenden Wärmestrommessern werden in Richtung des Temperaturgradienten Wärmeströme gemessen bei gleichzeitiger Temperaturdifferenzmessung. Aus dem zeitlichen Verlauf der Quotienten wird auf den Trocknungszustand geschlossen.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Kontrolle des Trocknungsprozesses von Mischungen oder Schüttgütern, dadurch gekennzeichnet, daß durch eine äußere Heizquelle (2) im Misch- oder Schüttgut ein Temperaturgradient erzeugt wird, Wärmeströme mit im Misch- oder Schüttgut parallel zueinander liegenden Wärmestrommessern (3a, 3b, 3c) in Richtung des Temperaturgradienten gemessen werden bei gleichzeitigen Temperaturdifferenzmessungen, wobei die Temperaturdifferenzen aus vor und nach den einzelnen Wärmestrommessern (3a, 3b, 3c) herrschenden Temperaturen ermittelt werden oder aber für alle Wärmeströme nur eine Temperaturdifferenz, die sich aus den Temperaturen vor dem ersten (3a) und nach dem letzten Wärmestrommesser (3c) ergibt, herangezogen wird und aus dem zeitlichen Verlauf der Quotienten aus Temperaturdifferenz zu Wärmestrom auf den Trocknungszustand geschlossen wird.
2. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 mit einer bekannten Heizquelle und bekannten Temperaturdifferenzmessern, dadurch gekennzeichnet, daß Wärmestrommesser (3a, 3b, 3c) verwendet werden, die einzeln aus einer dünnen Platte bestehen, auf deren beiden Oberflächen eine größere Anzahl wechselweise hintereinander geschalteter, elektrisch nicht isolierter Thermoelemente angeordnet sind.

Hierzu 2 Seiten Zeichnungen

## Titel

Verfahren zur Kontrolle des Trocknungsprozesses von Mischungen oder Schüttgütern

## Anwendungsgebiet

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Kontrolle des Trocknungsprozesses von Mischungen, wie Betonmischungen, während und nach seiner Formung und Erhärtung, aber auch von feuchten Schüttgütern im nichtfließenden Zustand.

## Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Zur Bestimmung des Feuchtigkeitsgehaltes und/oder des Trocknungsprozesses von Mischungen finden vorwiegend gravimetrische, konduktive, kapazitive, radiometrische und thermische Methoden Anwendung.

Die gravimetrische Methode erfordert die Möglichkeit der Probenentnahme, damit der Trockenprozeß durch Wägen ermittelt werden kann. Für Mischungen, die einem Erhärtungsprozeß unterliegen, wie z. B. Beton, ist diese Methode völlig ausgeschlossen.

Das konduktive Bestimmen der Feuchtigkeit beruht auf der elektrischen Leitfähigkeitsänderung bei Veränderung des Feuchtegehaltes. Der Nachteil dieses Meßverfahrens liegt in seiner starken Temperaturabhängigkeit und der Beeinflussung durch Elektrolyte, die das Meßergebnis verfälschen können. Dem kapazitiven Verfahren liegt die hohe Dielektrizitätskonstante des Wassers zugrunde, wodurch die Dielektrizitätskonstante des feuchten Materials gegenüber der im trockenen Zustand höher ist. Gemessen wird entweder die Kapazitätsveränderung oder der dielektrische Verlustfaktor. '.

Das DD-WP 236 999 A 1 beinhaltet ein Verfahren zur Messung der Wärmeleitfähigkeit hygroskopisch feuchter Stoffe, wobei einem Probekörper ein bestimmter Temperaturgradient aufgeprägt wird und die Wärmestromdichte mit Eintreten eines stationären Zustandes der Wärme- und Feuchtigkeitsleitung meßtechnisch erfaßt wird. Hier liegt ein Meßverfahren im Labormaßstab vor.

### Ziel

Mit der Erfindung soll ohne großen technischen, manuellen und zeitlichen Aufwand das Trocknungsverhalten von Mischungen oder Schüttgütern vor Ort in nichtfließendem Zustand bestimmt werden.

### Wesen der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, den Trocknungsprozeß und den Trockenpunkt eines Gemisches oder Schüttgutes ohne jegliche Beeinträchtigung, wie durch Umgebungstemperatur, durch Aushärtung, Formung, Lagerung, kontrollieren bzw. bestimmen zu können.

Mit einem von außen aufgezwungenen Temperaturgefälle und einem sich ergebenden Wärmestrom im Misch- oder Schüttgut wird die Aufgabe erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß durch eine äußere Heizquelle im Misch- oder Schüttgut ein Temperaturgradient erzeugt wird, Wärmeströme mit im Misch- oder Schüttgut parallel zueinander liegenden Wärmestrommessern in Richtung des Temperaturgradienten gemessen werden bei gleichzeitiger Temperaturdifferenzmessung. Die Temperaturdifferenzen ergeben sich durch Messung der herrschenden Temperaturen im Gemisch oder Schüttgut vor und nach den einzelnen Wärmestrommessern. Es reicht aber auch aus, nur eine Temperaturdifferenz zu erfassen, nämlich die sich aus der Temperatur vor dem ersten Wärmestrommesser und der Temperatur nach dem letzten Wärmestrommesser im Gemisch oder Schüttgut ergibt.

Aus den zeitlichen Verläufen der Quotienten aus Temperaturdifferenz zu Wärmestrom wird auf den Trocknungszustand geschlossen. Bei Erreichen des Minimums des Quotientens ist der Trocknungsendpunkt erreicht.

Die Durchführung des Verfahrens ist nur mit Wärmestrommessern folgenden Aufbaus möglich:

Auf einer dünnen Platte sind auf beiden Seiten eine größere Anzahl wechselseitig hintereinander geschalteter, elektrisch nicht isolierter Thermoelemente angeordnet. Zur Aufheizung des

zu messenden oder zu kontrollierenden Gutes, d. h. zur Herstellung des Temperaturgefälles, wird eine bekannte Heizquelle an das Gut angelegt. Die Messung der einzelnen Temperaturen erfolgt mittels Thermoelemente, die gegen Feuchtigkeit isoliert sein müssen. Diese Thermoelemente sind entweder direkt im Meßgut eingelagert oder sie befinden sich zusätzlich auf beiden Seiten der dünnen Platte neben den nicht isolierten Thermoelementen.

#### Ausführungsbeispiele:

|            |         |                                                  |
|------------|---------|--------------------------------------------------|
| Es zeigen: | Figur 1 | Querschnitt durch eine zu messende Betonwand     |
|            | Figur 2 | durch drei Meßstellen erfaßter Trocknungsverlauf |

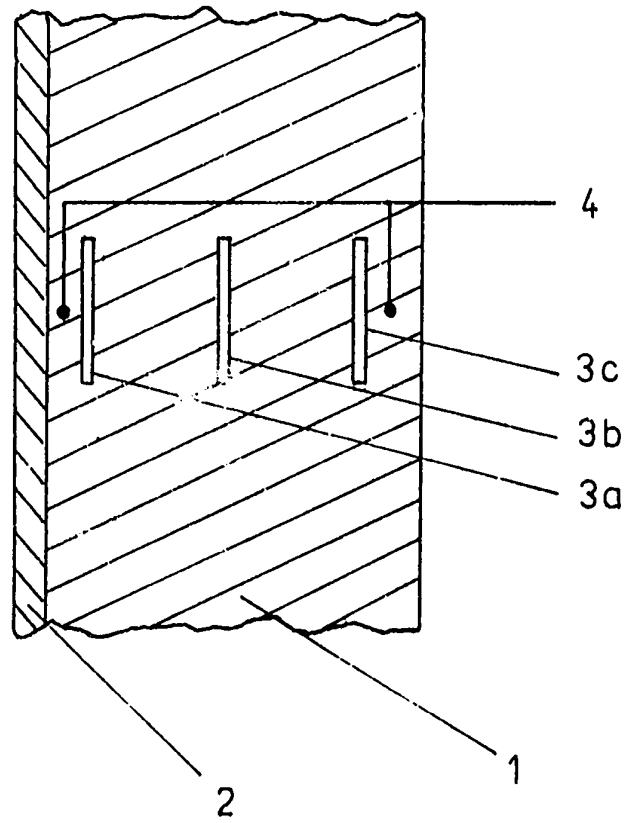
Eine Wand aus Beton 1 wurde unmittelbar nach dem Abbindeprozeß durch eine einseitige flächenhafte elektrische Heizung 2 ausgetrocknet. Es handelt sich um eine 0,70 m dicke Serpentinbetonwand mit einem mittleren Feuchtegehalt von 6 %.

Zur Kontrolle des Trocknungsprozesses wurden in den Beton 1 Wärmestrommesser 3a, 3b, 3c parallel und in konstantem Abstand zueinander in Richtung des Temperaturgradienten angeordnet. Die Wärmestrommesser 3a, 3b, 3c bestehen jeweils aus einer dünnen Betonplatte als Trägermaterial, auf deren beiden Oberflächen eine größere Anzahl wechselseitig hintereinander geschaltete, nicht isolierte Thermoelemente angeordnet sind. Diese werden, durch den feuchten Beton leitend, miteinander verbunden. Die Temperaturdifferenz betrug 70 K und wurde von dem Temperaturdifferenzmesser 4 erfaßt.

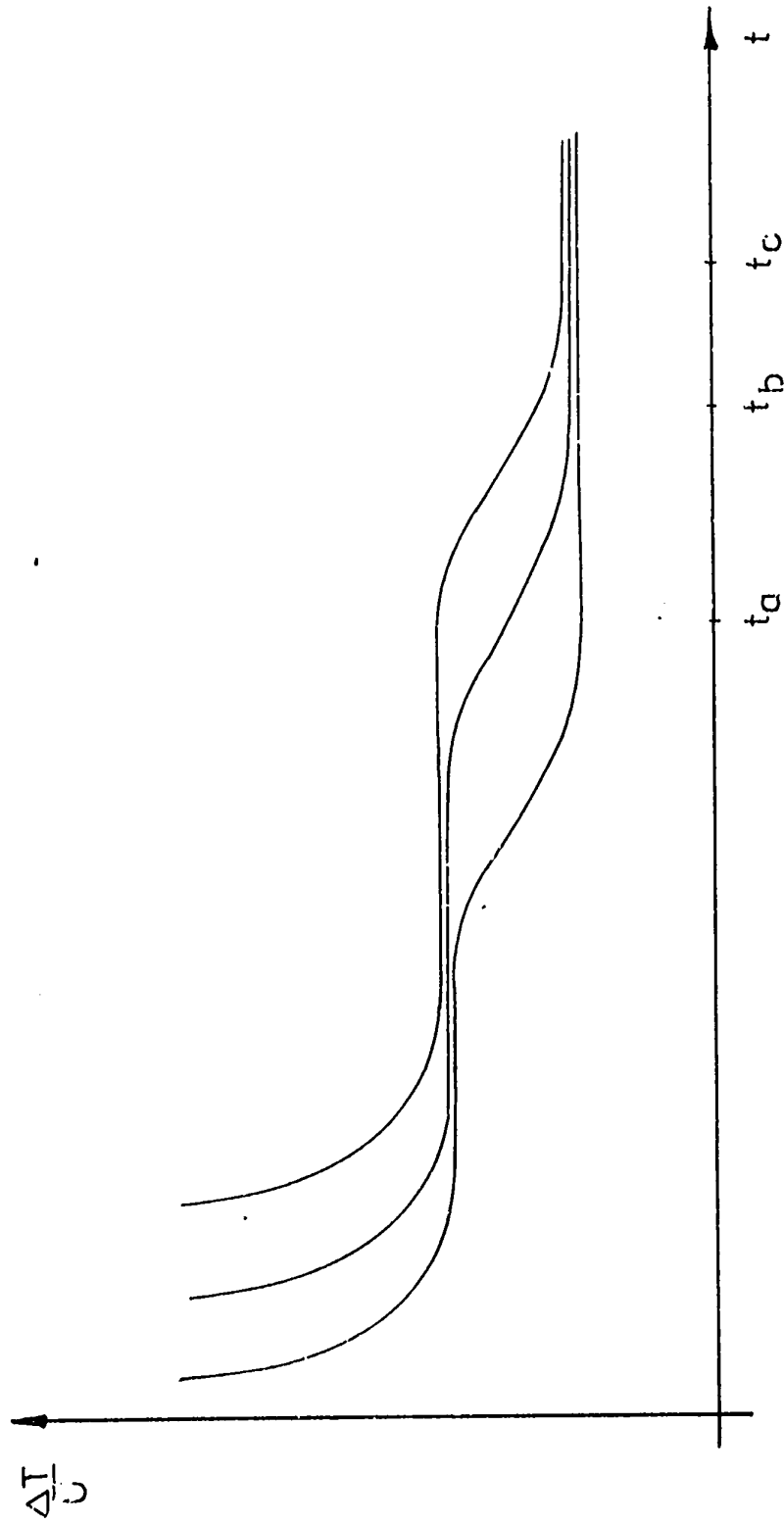
Der durch den Temperaturgradienten verursachte Wärmestrom erzeugte in den Wärmestrommessern 3a, 3b, 3c Spannungssignale  $U_a$ ,  $U_b$ ,  $U_c$ . Die zeitlichen Verläufe der Quotienten  $\frac{\Delta T}{U_a}$ ,  $\frac{\Delta T}{U_b}$ ,  $\frac{\Delta T}{U_c}$  sind in Figur 2 dargestellt.

Nach einer Aufheizphase, die durch einen starken Abfall der Quotienten  $\frac{\Delta T}{U}$  gekennzeichnet ist, beginnt die Trocknung im

- Bereich des Wärmestrommessers 3a und erreicht den Trocknungsendpunkt  $t_a$  nach 2 Tagen. Zeitlich versetzt zeigen die Wärmestrommesser 3b und 3c das gleiche Verhalten, wobei  $t_b$  nach 6 Tagen und  $t_c$  nach 12 Tagen erreicht wurde. Die zeitlich voneinander liegenden Trocknungsendpunkte  $t_a$ ,  $t_b$ ,  $t_c$  geben den zeitlichen Verlauf der Austrocknung des Betons 1 wieder.



Figur 1



Figur 2