

**AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN**

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21)	WP G 01 N / 317 455 2	(22)	01.07.88	(44)	22.11.89
------	-----------------------	------	----------	------	----------

(71)	Bauakademie der DDR, Institut für Industriebau, Plauener Straße 163–165, Berlin, 1092, DD
(72)	Berger, Jürgen, Dipl.-Ing.; Schultz, Werner, DD

(54) Verfahren und Vorrichtung zur Druckfestigkeitsprüfung von inhomogenen Baustoffen

(55) Druckfestigkeitsprüfung, für inhomogene Baustoffe, Schießvorrichtung, Eindringtiefe der Sonde, Korrekturfaktor Geschwindigkeit der Sonde, Sensoreinheit, optische Sensoren, induktive Sensoren, kapazitive Sensoren

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Druckfestigkeitsprüfung von inhomogenen Baustoffen. Dieses, im wesentlichen zerstörungsfreie Prüfverfahren, eignet sich zur Prüfung von Beton, Bitumen, Mauerwerk, Naturstein und ähnlichen Materialien im eingebauten Zustand vor Ort, in der Fertigungsphase sowie zur Wiederholungsprüfung bei Langzeitkontrollen. Bei dem Verfahren zur Bestimmung der Druckfestigkeit mittels Eintreiben einer Sonde mit einer vorzugsweise pulverbetätigten Schießvorrichtung wird über die im/am Lauf oder Laufverlängerung angeordnete Sensoreinheit oder -einheiten eine zusätzliche physikalische Größe, die Zeit der Sonde beim Bewegen im Lauf/Laufverlängerung über eine definierte Meßstrecke ermittelt. Die Sensoren basieren auf optischen, kapazitiven, induktiven oder den Hall-Effekt und sind an die Registrier- und Auswerteelektronik angeschlossen. Über die Zeit, die die Sonde für eine definierte Meßstrecke benötigt, wird ihre Geschwindigkeit unmittelbar vor dem Eindringen in den Beton ermittelt. Mit der Geschwindigkeit der Sonde wird die Eindringtiefe der Sonde unter Einbeziehung von Kalibrierkurven neu bewertet und optimale Meßergebnisse erzielt.

Patentansprüche:

1. Verfahren zur Druckfestigkeitsprüfung von inhomogenen Baustoffen mittels Eintreiben von Sonden in den Baustoff und Auswertung der Eindringtiefe der Sonden bzw. Stauchung von Sondenteilen, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Eindringtiefe der Sonde (8) in den Baustoff, als Ausdruck der Druckfestigkeit des Baustoffes, durch das Messen der Zeit des Bewegungsablaufes der Sonde (8) im Lauf (1) über eine definierte Meßstrecke mit einer/mehreren Sensoreinheiten (2; 4) und das Ermitteln der Geschwindigkeit der Sonde (8) über die Registrier- und Auswerteelektronik (7), korrigiert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die definierte Meßstrecke zwischen den Sensoreinheiten (2) und (4) oder bei Anordnung nur einer Sensoreinheit (2) oder (4) durch die Länge der Sonde (8) gebildet wird.
3. Vorrichtung zur Druckfestigkeitsprüfung von inhomogenen Baustoffen, der eine vorzugsweise pulverbetätigte Schießvorrichtung zu Grunde liegt, **dadurch gekennzeichnet**, daß im/am Lauf (1) einzeln oder im definierten Abstand zueinander und mit der Registrier- und Auswerteelektronik (7) gekoppelte Sensoreinheiten (2) und/oder (4) angeordnet sind.
4. Vorrichtung nach Anspruch 2 und 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Sensoreinheiten (2; 4) oder die Sensoreinheit (2) oder (4) an/in einer Laufverlängerung angeordnet sein können.
5. Vorrichtung nach Anspruch 2 und 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Sensoreinheiten (2) und/oder (4) optische Sensoren sind.
6. Vorrichtung nach Anspruch 2 und 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Sensoreinheiten (2) und/oder (4) induktive Sensoren sind.
7. Vorrichtung nach Anspruch 2 und 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Sensoreinheiten (2) und/oder (4) kapazitive Sensoren sind.
8. Vorrichtung nach Anspruch 2 und 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Sensoreinheiten (2) und/oder (4) auf dem Hall-Effekt basieren.

Hierzu 1 Seite Zeichnung

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Druckfestigkeitsprüfung von inhomogenen Baustoffen wie Beton, Bitumenbeton, Mauerwerk, Naturstein und ähnlichen Materialien sowohl im eingebauten Zustand als auch in der Fertigungsphase.

Diese, im wesentlichen zerstörungsfreie Druckfestigkeitsprüfung, eignet sich ebenso als Wiederholungsprüfung zur Ermittlung der Festigkeit bei Langzeitkontrollen.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

In der Praxis sind zum zerstörungsfreien Nachweis der Betondruckfestigkeit vor allem die Kugelschlagprüfung und die Rückprallhärteprüfung bekannt. Bei diesen Verfahren ist es nur möglich den Festigkeitszustand im oberflächennahen Bereich zu ermitteln, wobei die Meßwerte eine große Streuung aufweisen.

Des weiteren ist ein Verfahren nach DE-PS 3426572 bekannt, bei dem ein Strom harter Masseteilchen mit definierter Energie so auf bestimmte Teile des Prüfobjektes geschleudert werden, daß der Zementstein zerstört und die Zuschlagkörner aus dem Haftverbund gelöst werden.

Mittels definierter Prüfwürfel werden die Eichdiagramme erstellt, mit deren Hilfe unter gleichen Strahlbedingungen gleichartige Betone geprüft und Aussagen über deren Betondruckfestigkeit erbracht werden.

Der gerätetechnische Aufwand bei diesem Verfahren ist aufwendig, und optimale Ergebnisse können nur dann erzielt werden, wenn die Sieblinie des zu prüfenden Betons bekannt ist.

Mit der DE-OS 1798236 ist ein Verfahren bekannt, nach dem mit einer Sonde die Druckfestigkeit von Beton oder dergleichen bestimmt wird. Hierbei werden mittels einer pulverbetätigten Schießvorrichtung speziell ausgebildete Sonden in den zu prüfenden Baustoff geschossen und anhand der Eindringtiefe der Sonde bzw. der Stauchung eines speziellen in der Sonde integrierten Stauchkörpers auf die Druckfestigkeit des Baustoffes rückgeschlossen. Dieses Verfahren in der beschriebenen Form ist an folgende Forderungen gebunden:

- die Pulverladung muß eine vorherbestimmte Zusammensetzung und ein definiertes, während einer Prüfserie exakt gleichbleibendes Gewicht haben,
- der Abstand zwischen dem Vortriebskopf der Sonde und der Laufbohrung der Schießvorrichtung muß vorherbestimmt sein,
- die Sonde muß spezielle geometrische Abmessungen aufweisen bzw. eine spezielle integrierte Stauchzone besitzen.

Sind diese Anforderungen erfüllt, müssen mindestens 3 Sonden je Prüfstelle ausgewertet werden, um relativ zuverlässige Prüfergebnisse zu erhalten.

Nachteilig bei diesem Verfahren ist, daß nur die Eindringtiefe bzw. die Stauchung erfaßt wird und dieser ermittelte Wert in Korrelation zu Druckfestigkeit des Betons gebracht wird.

Die Größe der Beschleunigungsarbeit auf die Sonde ist nicht determinierbar, so daß hier eine weitere nicht auszuschließende prüfsystembedingte Fehlerquelle existiert.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, die Aussagefähigkeit der Meßergebnisse bei der Prüfung vor Ort zur Bestimmung der Druckfestigkeit von Baustoffen mit geringem gerätetechnischen Aufwand zu erhöhen.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur optimalen Bewertung von Meßergebnissen der Druckfestigkeitsprüfung mittels Schießvorrichtung und eindringender Sonden zu finden, das Anwendungsgebiet auf größere Prüftiefen zu erweitern und somit die Bestimmung der Druckfestigkeitswerte von inhomogenen Baustoffen mit größerer Sicherheit zu gewährleisten.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß bei dem Verfahren zur Ermittlung der Druckfestigkeit mittels Eintreiben einer Sonde in den Baustoff eine zusätzliche physikalische Größe ermittelt wird, indem eine Zeitmessung der Sonde über eine definierte Meßstrecke erfolgt, wobei die Sonde an mindestens einer Sensoreinheit, welche im/am Lauf oder der Laufverlängerung der Schießvorrichtung integriert ist, vorbeigeführt wird.

Die Bewertung der Druckfestigkeit erfolgt über die Eindringtiefe der Sonde in den Baustoff oder die Stauchung eines Sondenteiles und wird nach entsprechender Kalibrierung mit der unmittelbar vor dem Eindringen in den Baustoff ermittelten Geschwindigkeit der Sonde korrigiert. Die gemessene physikalische Größe erlaubt eine exakte Determination der vorhandenen Verhältnisse beim Übertragen der Energie z. B. von der Pulverladung auf die Sonde und schaltet somit die Fehlereinflüsse des Prüfsystems weitestgehend aus und optimiert die Druckfestigkeitswerte. Die Durchführung des Verfahrens erfolgt mittels einer Schießvorrichtung, die im/am Lauf mindestens eine Sensoreinheit aufweist, die geeignet ist, die Zeit zu messen, die die Sonde für das Überwinden einer definierten Meßstrecke benötigt.

Die Sensoreinheit bzw. -einheiten sind mit der Registrier- und Auswerteelektronik, die außerhalb der Schießvorrichtung stationiert ist, verbunden.

Die Vorteile der erfindungsgemäßen Lösung bestehen darin, daß die Fehlerbehaftung der Meßergebnisse minimiert wird und somit optimalere Meßergebnisse erzielt werden.

Nunmehr ist es möglich, handelsübliche Pulverladungen mit produktionsbedingten Toleranzen für die Prüfung zu verwenden, ohne die Meßergebnisse zu verfälschen und Prüfunsicherheiten bedingt durch das Prüfsystem zu eliminieren.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll nachstehend an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert werden.
In der dazugehörigen Zeichnung zeigt:

Fig. 1: Schnitt durch den Lauf einer Schießvorrichtung.

In den Lauf 1 der pulverbetätigten Schießvorrichtung wird eine handelsübliche Sonde 8, die eine höhere Festigkeit als der zu prüfende Baustoff besitzt, eingeführt.

Eine Pulverladung mit entsprechenden produktionsbedingten Toleranzen wird gezündet, wodurch der entstehende Gasdruck die Sonde 8 aus dem auf den Baustoff aufgesetzten Lauf 1 in den Baustoff treibt. Die Pulverladungen können entsprechend der zu erwartenden Baustoffgüten variiert werden. Die Sonde 8 passiert während des Bewegens im Lauf 1 die Meßöffnung 6 und löst in der Sensoreinheit 2, die über die Sensorhalterung 3 am Lauf 1 angeordnet ist, einen elektrischen Impuls aus, der die Zeitmessung startet.

Die Zeitmessung erfolgt über die definierte Meßstrecke zwischen der Sensoreinheit 2 und der der Laufmündung näher angeordneten Sensoreinheit 4.

Die Sonde 8 passiert unmittelbar vor Austritt aus dem Lauf 1 die Sensoreinheit 4 und der ausgelöste elektrische Impuls beendet die Zeitmessung.

Die Sensoreinheit 2 und die Sensoreinheit 4 sind dabei so angeordnet, daß sie mit den in den Lauf 1 eingebrachten Meßöffnungen 6 korrespondieren.

Die Sensoreinheiten 2; 4 können optisch, kapazitiv, induktiv wirken oder den Hall-Effekt ausnutzen.

Die Sensoreinheiten 2; 4 können auch im Lauf 1 integriert werden oder in/an einer Laufverlängerung.

Während einer Prüfserie sollte die Lage der Sensoreinheiten 2; 4 und somit die zu messende Meßstrecke der Sonde 8 nicht verändert werden.

Mittels der Registrier- und Auswerteelektronik 7, die mit den Sensoreinheiten 2; 4 gekoppelt ist, wird die Zeit, die die Sonde 8 von Sensoreinheit 2 bis Sensoreinheit 4 benötigt, gemessen und mit der bekannten Entfernung die Geschwindigkeit der Sonde 8 vor dem Eindringen in den Baustoff ermittelt. Diese Meßergebnisse gestatten eine exakte Determination der vorhandenen Verhältnisse beim Übertragen der Energie von der Pulverladung auf die Sonde 8.

Mittels dieser Meßergebnisse werden die bekannten Werte wie die Eindringtiefe der Sonde 8 bzw. die Stauchung eines bestimmten Sontentells nach entsprechender Kalibrierung korrigiert und somit optimalere Druckfestigkeitswerte ermittelt. Die Messung der Geschwindigkeit der Sonde 8 kann auch über nur eine Sensoreinheit 2 oder 4 erfolgen. Hierbei werden die elektrischen Impulse durch den Ein- bzw. Austritt der Sonde 8 in bzw. aus dem Meßbereich der Sensoreinheit 2 oder 4 ausgelöst. Die definierte Meßstrecke entspricht hier der Länge der Sonde 8.

Die Erfindung kann auch für pulverbetätigte Vorrichtungen angewendet werden, bei denen eine indirekte Übertragung der Energie der Pulverladung auf die Sonde erfolgt.

FIGUR 1

