

DEUTSCHE DEMOKRATISCHE REPUBLIK
AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

PATENTSCHRIFT 151 228

Ausschließungspatent

Erteilt gemäß § 5 Absatz 1 des Änderungsgesetzes zum Patentgesetz

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(11)	151 228	(44)	08.10.81	Int.Cl. ³	3(51)	G 01 R 23/17
(21)	AP G 01 R / 220 843	(22)	02.05.80			
(31)	P2917796.6-52	(32)	03.05.79	(33)	DE	

(71) siehe (73)

(72) Hillemeier, Bernd, Dr. Dipl.-Ing., DE

(73) Hochtief AG, vorm. Helfmann, Essen, DE

(74) Internationales Patentbüro Berlin, 1020 Berlin,
Wallstraße 23/24

(54) Verfahren und Vorrichtung zur Ermittlung von Bewehrungseisen
in Stahlbetonkonstruktionen

(57) Die Erfindung verfolgt das Ziel, eine schnelle und zuverlässige Ermittlung der Projektion von Bewehrungselementen zu gewährleisten, wobei die Aufgabe darin besteht, unabhängig von der Dicke des Stahlbetonbauteils und unabhängig von der Konzentration der Bewehrung die Projektion von Bewehrungseisen in einem Oberflächenbereich der Stahlbetonkonstruktion sicher zu erfassen. Das wird nach der Erfindung dadurch erreicht, daß die Bewehrungseisen durch das elektromagnetische Wechselfeld induktiv erwärmt werden, wozu das elektromagnetische Wechselfeld bezüglich Frequenz und Leistung entsprechend eingerichtet wird und daß danach die Wärmestrahlung der Bewehrungseisen in dem Oberflächenbereich gemessen wird. Die Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens ist gekennzeichnet durch eine Induktionsglüh-anlage, eine Induktionsspule, die mit einem Manipulator versehen ist, und durch eine Meßvorrichtung für die Wärmebestrahlung. - Fig.2 -

-1- 220843

Berlin, den 24. 9. 1980
AP G 01 R/ 220 843
57 427 23

Verfahren und Vorrichtung zur Ermittlung von Bewehrungs-eisen in Stahlbetonkonstruktionen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Ermittlung der Projektion von Bewehrungseisen in einem Oberflächenbereich einer Stahlbetonkonstruktion, wobei auf den Oberflächenbereich ein elektromagnetisches Wechselfeld gerichtet wird, und auf eine Vorrichtung zur Durchführung eines solchen Verfahrens.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Unter dem Begriff Bewehrungseisen sind im Rahmen der Erfindung alle im Stahlbetonbau üblichen Bewehrungseinlagen zu verstehen, mögen diese in Form von geraden oder gebogenen Stäben, in Form von Bewehrungskörben, vorgespannt oder nicht vorgespannt eingebracht sein. Die Ermittlung oder Feststellung von Bewehrungseisen in einem Oberflächenbereich einer Stahlbetonkonstruktion ist erforderlich, wenn in der fertigen Stahlbetonkonstruktion die Orientierung der Bewehrungseisen ermittelt werden soll und/oder wenn Bohrungen durchzuführen sind, durch diese Bohrungen aber Bewehrungseisen weder angeschnitten noch durchgetrennt werden dürfen.

Das (aus der Praxis) bekannte gattungsgemäße Verfahren arbeitet mit einem sogenannten Eisensucher. Ein Eisen-sucher besteht aus einem Elektromagneten, von dem das elektromagnetische Feld ausgeht, welches durch Bewehrungs-

24. 9. 1980
AP G 01 R/ 220 843

220843

- 2 -

einlagen gestört wird. Aus den Feldstörungen kann auf Richtung, Tiefe oder Durchmesser der Bewehrungseisen geschlossen werden. Diese bekannten Maßnahmen versagen jedoch, wenn die Bewehrungseisen in der Stahlbetonkonstruktion von einer Betonschicht von 10 cm oder mehr abgedeckt sind. Sehr dicht angeordnete Bewehrungen stören darüber hinaus das Feld des Elektromagneten derart diffus, daß dann bei Einbettungstiefen von weniger als 10 cm die Lage der Bewehrung nicht mehr hinreichend genau bestimmbar ist.

Bei Betondicken von bis zu etwa 60 cm kann die Bewehrung auch auf andere Weise, nämlich mit harten Gamma-Strahlen ermittelt werden. Versuche mit Ultraschall haben sich als nicht geeignet erwiesen, um in einer Stahlbetonkonstruktion Verlauf und Lage der Bewehrung festzustellen: Es ist bei Betonkonstruktionen nicht möglich, das Eintreffen des reflektierten Schalls wie bei praktisch homogenen Körpern (Stahl) zu messen, da jede Kornoberfläche der Zuschlagstoffe eine Reflektion und Brechung der Ultraschallwellen bewirkt.

Ziel der Erfindung

Das Ziel der Erfindung ist in einer schnellen und zuverlässigen Ermittlung der Projektion von Bewehrungselementen zu sehen.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Ermittlung der Projektion von Bewehrungseisen in einem Oberflächenbereich einer Stahlbetonkonstruktion,

24. 9. 1980
AP G 01 R/ 220 843

220843

- 3 -

wobei auf den Oberflächenbereich ein elektromagnetisches Wechselfeld gerichtet wird, sowie eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens zu schaffen, so daß unabhängig von der Dicke des Stahlbetonbauteils und unabhängig von der Konzentration der Bewehrung die Projektion von Bewehrungs-eisen in einem Oberflächenbereich der Stahlbetonkonstruk-tion sicher erfaßt werden kann.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß die Bewehrungseisen durch das elektromagnetische Wechselfeld induktiv erwärmt werden, wozu das elektromagnetische Wechselfeld bezüglich Frequenz und Leistung entsprechend eingerichtet wird, und daß danach die Wärmeabstrahlung der Bewehrungseisen in dem Oberflächenbereich gemessen wird, der untersucht werden soll. Nach bevorzugter Aus-führungsform der Erfindung werden die Bewehrungseisen durch das elektromagnetische Wechselfeld einer als ebene Spirale (Archimedische Spirale) gewickelten Induktions-spule erwärmt, die mit ihrer Induktionsspulebene im wesent-lichen parallel zu dem Oberflächenbereich, z. B. auf diesem, angeordnet wird. Sie bestimmt mit ihrer Fläche den Oberflächenbereich, in dem danach die Projektion der Bewehrungseisen festgestellt oder ermittelt werden kann. Die Wärmeabstrahlung der Bewehrungseisen in dem betreffen-den Oberflächenbereich kann auf verschiedene Weise, z. B. auch durch Abtasten des Oberflächenbereiches mit einem geeigneten Temperaturfühler, ermittelt werden. Eine be-vorzogene Ausführungsform der Erfindung ist jedoch dadurch gekennzeichnet, daß die Wärmeabstrahlung der Bewehrungs-eisen mit Hilfe der Thermovision, einer für Wärmestrahlung empfindlichen Optik und Darstellung des in Bildpunkte auf-

24. 9. 1980
AP G 01 R/ 220 843

220843

- 4 -

gelösten Wärmebildes auf einem Fernsehschirm, ermittelt wird. Gegebenenfalls kann die Wärmeabstrahlung mit Hilfe eines infrarotempfindlichen photographischen Filmes oder Papiere - gegebenenfalls unter Zwischenschaltung einer photographischen Kamera und/oder Fernsehkamera - gemessen werden, Insoweit wird vorzugsweise mit den bekannten Hilfsmitteln der Thermographie gearbeitet.

Die induktive Erwärmung von metallischen Gegenständen und insbesondere auch von Rohren und Stäben aus Stahl ist lange bekannt. Sie geschieht hauptsächlich zum Zwecke der Wärmebehandlung, im Zusammenhang mit Verformungsarbeiten und im Zusammenhang mit Schweißarbeiten. Die Erfindung nutzt die Tatsache, daß elektromagnetische Wellen der Frequenzen, die auch bei der induktiven Erwärmung metallischer Gegenstände üblich sind, ohne weiteres in Beton so weit eindringen, daß eine induktive Erwärmung der im Beton liegenden Bewehrungseisen möglich ist, und zwar auch dann, wenn diese tiefer als 10 cm im Beton eingebettet sind. Die Gesamtdicke der zu untersuchenden Stahlbetonkonstruktion ist für die Ermittlung der Bewehrungseisen von untergeordneter Bedeutung. Dabei lassen sich Frequenz und Leistung des elektromagnetischen Feldes ohne weiteres so einstellen, daß eine ausreichende induktive Erwärmung der Bewehrungseisen in sehr kurzen Zeitspannen erreicht wird. Im allgemeinen wird in einem Frequenzbereich von etwa 5000 bis 10 000 Herz gearbeitet. Der Stahlbeton selbst erfährt durch das elektromagnetische Feld praktisch keine Erwärmung, so daß die Wärmeabstrahlung der Bewehrungseisen ohne Schwierigkeiten ermittelt werden kann. Sie liegt im Infrarotgebiet. Dabei kann dahingestellt bleiben, ob die Wärmeabstrahlung der Bewehrungseisen in den Ober-

24. 9. 1980

AP G 01 R / 220 843

220843

- 5 -

flächenbereich unmittelbar meßbar ist oder ob zunächst per Wärmeleitung gleichsam ein Wärmefluß, ausgehend von den Bewehrungseisen, zur Oberfläche der Stahlbetonkonstruktion in den zu untersuchenden Oberflächenbereich gelangt und dort erfaßt wird. Es kann angenommen werden, daß von den erwärmten Bewehrungseisen Wärme in den Beton abfließt. Die Wärmefront und Fronten nachfolgender gleicher Temperatur sind bei einem zylindrischen Bewehrungseisen zweckmäßigerweise als Zylindermantel vorstellbar, die konzentrisch um das erwärmte Bewehrungseisen angeordnet sind. Die Zonen gleicher Temperatur wandern in radialer Richtung mit einer von den thermischen Stoffwerten des Betons abhängigen Geschwindigkeit gleichförmig vom Bewehrungseisen fort. Sobald die Wärmefront entlang einer Erzeugenden des isothermen Zylindermantels die Betonoberfläche erreicht, ist dort die Abstrahlung meßbar. Ein zunächst als Linie ausgeprägter Temperaturanstieg auf der Oberfläche verbreitert sich mit der Zeit zu einem Wärmeband. Darin fällt von der Symmetrielinie aus die Temperatur zu den Seiten hin ab. Um zu eindeutigen Meßergebnissen zu kommen, genügt es, daß die Bewehrungseisen auf etwa 20 °C höher als ihre Umgebungstemperatur im Beton, jedoch nicht höher als 80 °C, vorzugsweise auf eine Temperatur von etwa 50 bis 60 °C, erwärmt werden. Das bedeutet, daß die induktive Erwärmung der Bewehrungseisen, die im Rahmen des erfundungsgemäßen Verfahrens durchgeführt wird, die Eigenschaften des Stahls nicht verändert, aus dem die Bewehrungseisen aufgebaut sind. Das gilt selbst dann, wenn es sich um kaltverfestigte Bewehrungseisen handelt. Zweckmäßigerweise wird man mit einer Temperatur unter 100 °C arbeiten, um den Beton selbst zu schonen. Arbeitet man

24. 9. 1980
AP G 01 R/ 220 843

220843

- 6 -

in der beschriebenen Weise mit den Hilfsmitteln der Thermo-graphie, so liegt unter den Linien mit der stärksten Intensität jeweils mindestens ein Bewehrungseisen der Stahlbetonkonstruktion, in dessen Schatten können weitere liegen. Nach Ermittlung dieser Linien braucht man nur noch das thermographische Raster auf den untersuchten Oberflächenbereich der Stahlbetonkonstruktion zu übertragen, und der Bewehrung kann bei örtlich zerstörenden Arbeiten gezielt aus dem Wege gegangen werden.

Gegenstand der Erfindung ist auch eine elektrische Vorrichtung zur Durchführung des beschriebenen Verfahrens. Sie ist gekennzeichnet durch eine Induktionsglüheinrichtung üblichen Aufbaues, deren Leistung und/oder Frequenz einstellbar ist, und durch eine Induktionsspule mit Manipulator sowie durch eine Meßvorrichtung für die Wärmeabstrahlung im zu untersuchenden Oberflächenbereich.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll nachstehend anhand eines Ausführungsbeispiels ausführlicher erläutert werden. In der zugehörigen Zeichnung zeigen in schematischer Darstellung:

Fig. 1 einen Querschnitt durch eine als Wand ausgeführte Stahlbetonkonstruktion mit Bewehrung;

Fig. 2 eine Ansicht des Gegenstandes der Fig. 1, den Bewehrungsplan der Stahlbetonkonstruktion mit zugeordneter Induktionsspule;

Fig. 3 das nach dem erfindungsgemäßen Verfahren gewonnene Meßergebnis;

24. 9. 1988
AP G 01 R/ 220 843

220843

- 7 -

Fig. 4 eine Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

In der Fig. 1 ist ein Querschnitt durch eine wandförmige Stahlbetonkonstruktion 1 dargestellt worden, die in ihrer Mitte eingebettete Bewehrungsseisen 2 in Form einer Bau-stahlmatte aus längslaufenden und querlaufenden Bewehrungseisen aufweist. Es gilt, die Projektion solcher Bewehrungseisen 2 in einem Oberflächenbereich 3 dieser Stahlbetonkonstruktion 1 festzustellen. In Fig. 2 ist zunächst der Bewehrungsplan 4 gezeichnet worden. Angedeutet wurde in Fig. 2 außerdem eine für die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens einzusetzende Induktionsspule 5 in Form einer ebenen, gleichsam archimedischen Spirale. Sie wurde in vergleichsweise dicker Strichführung strichpunktiert gezeichnet. Mit Hilfe dieser Induktionsspule 5 und mit Hilfe der in Fig. 4 beschriebenen Anlage wurden die Bewehrungsseisen 2 in dem durch die Induktionsspule 5 definierten Oberflächenbereich 3 durch das elektromagnetische Wechselfeld dieser Induktionsspule 5 induktiv erwärmt. Das elektromagnetische Feld ist bezüglich Frequenz und Leistung so eingestellt, daß es sehr kurzfristig, d. h. in wenigen Minuten, zu einer ausreichenden Erwärmung gelangt. Danach wird die Wärmeabstrahlung der Bewehrungsseisen 2 in diesem Oberflächenbereich 3 gemessen. Das erfolgt letzten Endes mit Hilfe der Thermovision. Fig. 3 zeigt das so ermittelte thermographische Raster 6, in dem die Projektion der Bewehrungsseisen 2 in diesem Oberflächenbereich 3 gleichsam als weiße Linien 7 zwischen schwarzen Feldern 8 erscheint. Diese Felder 8 wurden aus Darstellungsgründen in der Fig. 3 schraffiert. Es ist unmittelbar erkennbar, daß der Bewehrungsplan 4 der Fig. 2 sehr genau

24. 9. 1980

AP G 01 R/ 220 843

220843

- 8 -

wiedergegeben ist. Da sich im allgemeinen die eingangs erläuterten Symmetrieverhältnisse bezüglich der Wärme-
streifen einstellen, kann die Lage der Bewehrungseisen
2 im thermographischen Raster 6 praktisch auf den Milli-
meter genau ermittelt werden.

Die Vorrichtung zur Durchführung des beschriebenen Ver-
fahrens (Fig. 4) besteht zunächst aus üblichen Bauteilen,
nämlich aus einer Induktionsglüh-anlage, wie sie auch in
anderen Bereichen der Technik üblich ist. Leistung und/
oder Frequenz sind einstellbar, im allgemeinen wird jedoch
im Bereich von 5000 bis 10 000 Herz gearbeitet. Zur Vor-
richtung gehört fernerhin eine Induktionsspule 5, die nach
Art einer archimedischen Spirale gewickelt sein kann und
mit einem Manipulator 9 versehen ist, so daß sie vor
jedem zu untersuchenden Oberbereich einer Stahlbetonkonstruk-
tion manipuliert werden kann. Eine Meßvorrichtung 10 für
die Wärmebestrahlung in dem zu untersuchenden Oberflächen-
bereich ergänzt die Vorrichtung.

24. 9. 1980
AP G 01 R/ 220 843

220843

- 9 -

Erfindungsanspruch

1. Verfahren zur Ermittlung der Projektion von Bewehrungseisen in einem Oberflächenbereich einer Stahlbetonkonstruktion, wobei auf den Oberflächenbereich ein elektromagnetisches Wechselfeld gerichtet wird, gekennzeichnet dadurch, daß die Bewehrungseisen durch das elektromagnetische Wechselfeld induktiv erwärmt werden, wobei das elektromagnetische Wechselfeld bezüglich Frequenz, und Leistung entsprechend eingerichtet wird, und daß danach die Wärmebestrahlung der Bewehrungseisen in dem Oberflächenbereich gemessen wird.
2. Verfahren nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß die Bewehrungseisen durch das elektromagnetische Wechselfeld einer als ebene Spirale gewickelten Induktionsspule erwärmt werden, die mit ihrer Induktionsspulenebene im wesentlichen parallel zu dem Oberflächenbereich angeordnet wird.
3. Verfahren nach einem der Punkte 1 oder 2, gekennzeichnet dadurch, daß die Wärmeabstrahlung der Bewehrungseisen mit Hilfe der Thermovision, einer für Wärmestrahlung empfindlichen Optik und Darstellung des in Bildpunkte aufgelösten Wärmebildes auf einem Fernsehschirm, ermittelt wird.
4. Verfahren nach einem der Punkte 1 bis 3, gekennzeichnet dadurch, daß die Bewehrungseisen höher als ihre Umgebungstemperatur im Beton, jedoch nicht höher

24. 9. 1980
AP G 01 R/ 220 843

220843

- 10 -

als 80 °C, vorzugsweise auf eine Temperatur von etwa 50 bis 60 °C, erwärmt werden.

5. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach den Punkten 1 bis 4, gekennzeichnet dadurch, daß eine Induktionsglühanlage, deren Leistung und/oder Frequenz einstellbar ist, eine Induktionsspule (5), die mit einem Manipulator (9) versehen ist, und eine Meßvorrichtung (10) für die Wärmeabstrahlung im zu untersuchenden Oberflächenbereich (3) vorgesehen ist.

Hierzu 1 Seite Zeichnungen

Fig.1

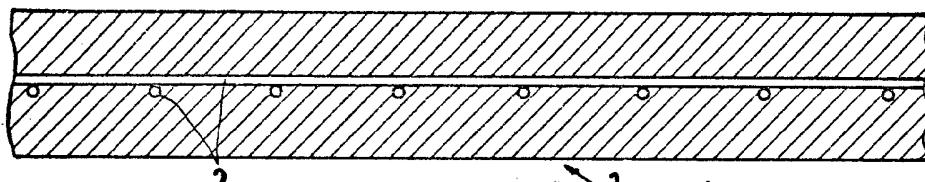


Fig.2

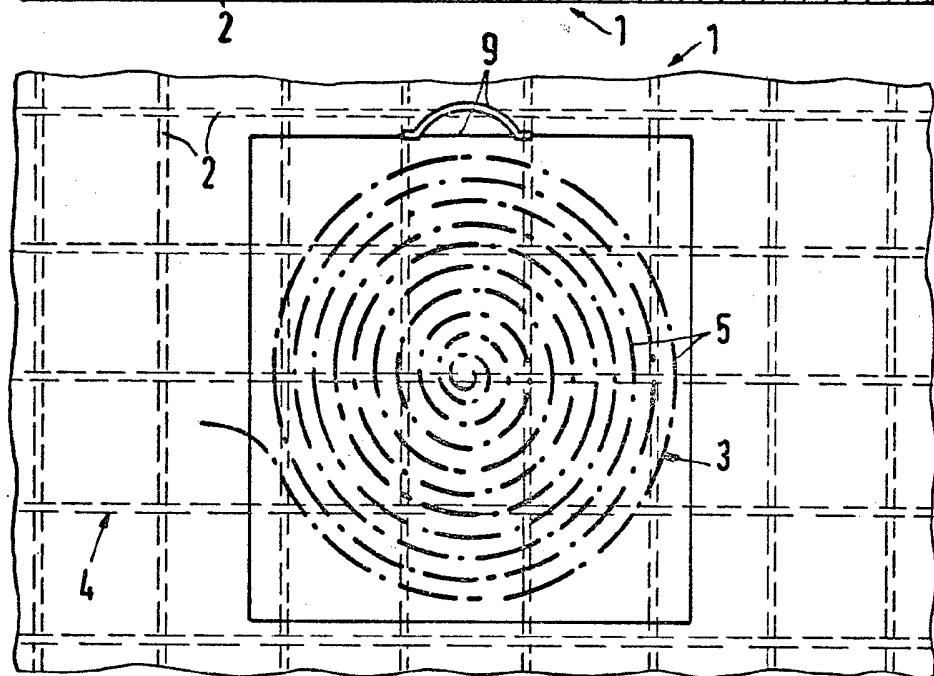


Fig.3

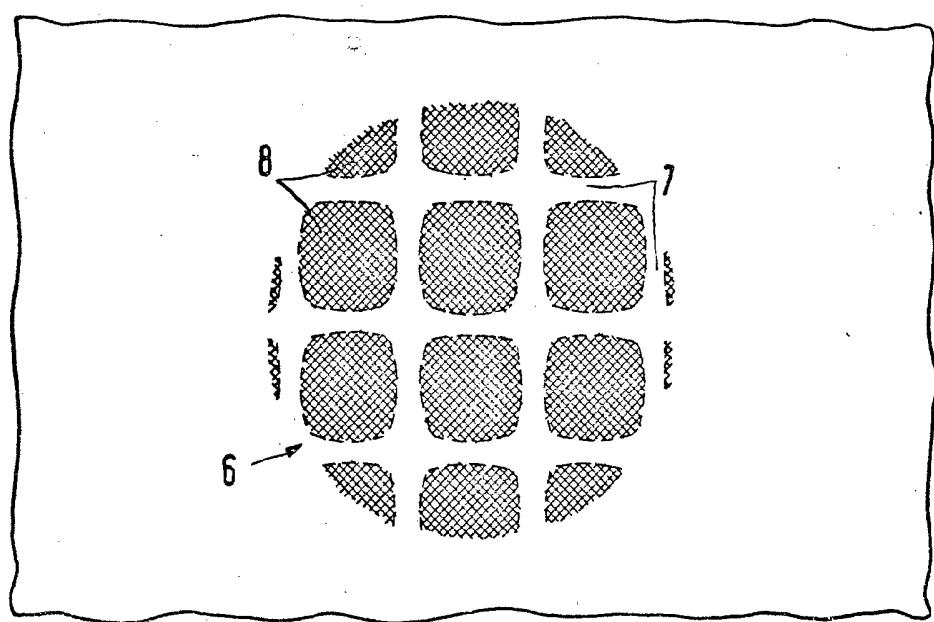


Fig.4

