

51

Int. Cl. 2:

E 04 H 5/12

19 **BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**

DEUTSCHES PATENTAMT



DT 26 14 695 A 1

11

Offenlegungsschrift 26 14 695

21

Aktenzeichen: P 26 14 695.2

22

Anmeldetag: 6. 4. 76

43

Offenlegungstag: 20. 10. 77

31

Unionspriorität:

32 33 31

—

54

Bezeichnung: Kühlturm

71

Anmelder: Zerna, Wolfgang, Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. e.h., 4320 Hattingen

72

Erfinder: Zerna, Wolfgang, Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing.e.h.; Schultz, Horst, Dr.-Ing.,
4630 Bochum

DT 26 14 695 A 1

P A T E N T A N S P R Ü C H E

1. Kühlturm aus Stahlbeton mit einem eine Bewehrung aufweisenden Schalentragwerk und in Meridianrichtung verlaufenden Rippen, dadurch gekennzeichnet, daß das Schalentragwerk ganz oder teilweise als anisotrope Schale (3) ausgebildet ist.

2. Kühlturm nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Anisotropie der Schale (3) hauptsächlich durch die Anordnung der Bewehrung erzeugt wird.

3. Kühlturm nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Bewehrung als räumlicher Balkenrost mit unterschiedlicher Stärke der Bewehrung der Balken der Meridianrippen (5) einerseits und der von in der Schale vorgesehenen Ringbalken (6) andererseits sowie mit einer Feldbewehrung der zwischen den Balken befindlichen Feldern ausgebildet ist.

4. Kühlturm nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Balkenbewehrung der Meridianrippen (5) im wesentlichen über die volle Betonstärke der Meridianrippen vorgesehen ist.

5. Kühlturm nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Balkenbewehrung der Ringbalken im wesentlichen der Betonstärke der Schale des Kühlturms entspricht.

709842/0126

.2.

6. Kühlturm nach mindestens einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Balkenbewehrung der Meridianrippen (5) und die Balkenbewehrung der Ringbalken (6) miteinander verbunden sind.
7. Kühlturm nach mindestens einem der Ansprüche 3 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Balkenbewehrungen abschnittsweise in den Abstand der Knotenpunkte entsprechenden Längen vorgefertigt sind.
8. Kühlturm nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Feldbewehrung einlagig im Bereich der Außenseite der Schale (3) vorgesehen ist.
9. Kühlturm nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Feldbewehrung aus mindestens einer Baustahlmatte (12) besteht, deren überstehende Stabenden (15) mindestens auf Haftlänge in die Bewehrung der angrenzenden Meridianrippen (5) und Ringbalken (6) eingeführt sind.
10. Kühlturm nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Baustahlmatten (12) vorgesehen sind, die in Überlappungsstößen (21) miteinander verbunden sind.
11. Kühlturm nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Überlappungsstöße (21) in solchen Bereichen angeordnet sind, an denen eine Verstärkung der Feldbewehrung erwünscht ist.

709842/0126

Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Wolfgang Zerna

4320 Hattingen

=====
KÜHLTURM
=====

Die Erfindung betrifft einen Kühlturm aus Stahlbeton mit einem Schalentragwerk ^{und seine} Bewehrung. Derartige Kühltürme weisen in der Regel eine senkrechte Achse auf; sie sind auf Stützen aufgeständert. Die Erfindung ist auf Kühltürme praktisch aller Formen und Größen anwendbar, insbesondere auf solche, deren Form sich der eines einschaligen Hyperboloids annähert.

Es ist bereits bekannt, Kühltürme als einschaliges Hyperboloid in konventioneller Schalenbauweise mit zweilagiger Bewehrungsanordnung auszuführen, da sich die einlagige Anordnung nicht ~~den~~ auftretenden Beanspruchungen gewachsen zeigte. Dabei ergeben sich lohnaufwendige Anpassungsarbeiten für die Bewehrungsstähle, da sich die Schalenform stetig verändert und in Anbetracht der verhältnismäßig geringen Schalendicke eine genaue, plangemäße Lage der Bewehrung unbedingt erforderlich ist.

709842/0126

. 4.

Weiterhin ist bekannt, die Außenseite vorgenannter Kühlturmschalen aus aerodynamischen Gründen mit relativ kleinen, unbewehrten Meridianrippen zu versehen, die als örtliche Verdickungen des Schalenbetons aufzufassen sind und statisch nur unvollkommen mitwirken.

Ferner wurde durch Erwin Hücke: "Kühlturm als Stahltragwerk mit Textilmantel" (Der Bauingenieur 51 (1976) S. 19-23) bekannt, Kühltürme als räumliches Stabwerk aus Stahl mit Felddauskleidungen aus (vorgespannten) Textilmembranen auszubilden. Dabei sind diese Membranen nicht schubfest und erzeugen deshalb auch keine Schalenwirkung. Bei einem Kühlturm aus Stahlbeton ist diese jedoch durchaus erwünscht.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Kühlturm aus Stahlbeton der eingangs genannten Art zu schaffen, der bei Wahrung seiner angestrebten äußeren und inneren Form den geringstmöglichen Aufwand für die sich aus Material- und Lohnanteil zusammensetzenden Bewehrungskosten erfordert.

Diese Aufgabe ist nach der Erfindung dadurch gelöst, daß das Schalentragwerk ganz oder teilweise als anisotrope Schale ausgebildet ist.

Die Anisotropie wird hauptsächlich durch die Anordnung der Bewehrung erzeugt. Erfindungsgemäß geschieht dies dadurch, daß sie als räumlicher Balkenrost mit unterschiedlicher Stärke der Bewehrung der Balken der Meridianrippen einerseits und der in der Schale vorgesehenen Ringbalken andererseits, sowie mit

709842/0126

einer ⁱⁿReliefbewehrung ^{.S.}den zwischen den Balken befindlichen Feldern ausgebildet ist.

Man erhält somit ein Kühlturmtragwerk aus einem räumlichen Stabtragwerk, das insbesondere nach den Betonierungsarbeiten eine schubfeste Haut in den Feldern aufweist und somit ein anisotropes Schalentragwerk bildet.

Nach der Erfindung ist weiterhin vorgesehen, daß die Balkenbewehrung^{en} der als Windrippen wirkenden Meridianrippen im wesentlichen über die volle Betonstärke der Meridianrippen vorgesehen sind. Auf diese Weise können die Windrippen in die statische Berechnung des erfindungsgemäßen Kühlturms einbezogen werden.

Nach der Erfindung wird weiterhin vorgeschlagen, daß die Balkenbewehrung der Ringbalken im wesentlichen der Betonstärke der Schale des Kühlturms entspricht. Diese erfindungsgemäße Ausbildung führt trotz der angestrebten anisotropen Ausbildung der Schale an deren Innenseite zu einer glatten Ausbildung der Oberfläche ohne Vorsprünge, sodaß das strömungsmäßig angestrebte Profil der Kühlturminnenseite erhalten bleibt.

Nach einem anderen Merkmal der Erfindung wird vorgeschlagen, daß die Balkenbewehrungen der Meridianrippen und der Ringbalken miteinander verbunden sind. Diese Maßnahme trägt dazu bei, die Bewehrung des erfindungsgemäßen Kühlturms möglichst preisgünstig einbringen zu können. Die Bewehrungskörbe der Stabtragwerke oder Balkenroste können vorgefertigt und ohne Paßschwierigkeiten in der Schalung versetzt werden. Dabei empfiehlt es sich erfindungsgemäß,

709842/0126

. 6.

die Längen der Balkenbewehrungen entsprechend dem Abstand der Knotenpunkte der Meridianrippen und Ringbalken zu bemessen. Zur Bewehrung der Felder zwischen den Ringbalken und Meridianrippen genügt es erfindungsgemäß, eine einlagige Bewehrung vorzusehen. Vorzugsweise bestehen diese Feldbewehrungen aus einer oder mehreren Baustahlmatten, die ohne Paßschwierigkeiten in die Felder des Stabtragwerkes eingesetzt werden können.

Die einzubringenden Baustahlmatten können so bemessen sein, daß Überlappungsstöße in den Feldern dort vorgesehen werden, wo eine zusätzliche Verstärkung der Bewehrung gewünscht wird. Von besonderem Vorteil kann die letztgenannte Anordnung der Feldbewehrung bei verhältnismäßig großen Feldern sein, da die Überlappungsstöße dann planmäßig dort angeordnet werden können, wo sie als versteckte Feldrippen wirken und damit das Feld aussteifen.

Somit entsteht ein Tragwerk des erfindungsgemäßen Kühlturms, das - weil die Felder des räumlichen Stabtragwerkes im Verhältnis zu den Bauwerkabmessungen klein sind - zutreffend als anisotropes Schalentragwerk aufgefaßt werden kann. Die Wandstärke des Turms ist in den verschiedenen Ringzonen je Zone gleichbleibend vorgesehen. Nur die großen Windrippen kennzeichnen an der Kühlturmaußenseite optisch den Verlauf der Meridianrippen, die sich in Knotenpunkten verdeckt mit den im Betonquerschnitt versteckten Ringbalken kreuzen. Die Anisotropie wird somit hauptsächlich durch die erfindungsgemäße Bewehrungsanordnung und nicht durch den Betonquerschnitt allein erzeugt, was sich für die Vereinfachung der

709842/0126

.7.

Herstellung des erfindungsgemäßen Kühlturmes als besonders vorteilhaft erweist. Die Kühlturminnenseite ist somit - wie erwähnt - glatt und ohne Vorsprünge, wie es aus strömungstechnischen Gesichtspunkten notwendig ist.

Die Bewehrung des erfindungsgemäßen Kühlturms ist ferner hinsichtlich einfacher Vorfertigungsmöglichkeit besonders günstig ausbildbar. Hierbei kommt es erstens darauf an, daß sich Bewehrungskörbe für die einzelnen Stäbe oft wiederholen und in sich steif ausgebildet sind. Dadurch konzentriert sich in den Stäben der Bewehrungsanteil. Jedoch ist es vorteilhaft, daß jegliches Nachrichten nach dem Versetzen in die Schalung entfallen kann. Zweitens kommt es bei der Bewehrung der Felder auf einen geringeren Bewehrungsanteil an, der den Mehraufwand in den Stäben mindestens kompensiert. Das wird durch eine einlagige Feldbewehrung erreicht, die besonders vorteilhaft als fertig zugeschnittene Baustahlmatte versetzt werden kann. Da die Abmessungen der einzelnen Felder unterschiedlich sind, muß ein Toleranzausgleich möglich sein, um nicht zu viele unterschiedliche Baustahlmattenmaße vorhalten zu müssen. Dieser Ausgleich wird auf zweierlei Weise erreicht: Die an den Rändern der Baustahlmatten überstehenden Stahlfenden tauchen verschieden tief an die Stäbe ein und wenn das nicht reicht, ist es erfindungsgemäß auch möglich, mehr als eine Baustahlgevebeplatte zur Bewehrung eines Feldes zu benutzen. Dann erfolgt mindestens ein Überlappungsstoß im Feldbereich, wodurch es vorteilhaft möglich wird, jeder Feldform genau zu entsprechen.

709842/0126

Von besonderem Vorteil kann erfindungsgemäß letztgenannte Anordnung der Baustahlgewebematten in verhältnismäßig großen Feldern sein: Die Überlappungsstöße können planmäßig so angeordnet werden, daß sie als versteckte Felddrippen wirken und damit das Feld aussteifen.

Die Erfindung ist nachstehend anhand der schematischen Zeichnung beispielsweise näher erläutert, und zwar zeigen:

- Fig. 1 eine Außenansicht einer Hälfte eines hyperbolischen Kühlturms mit Darstellung eines erfindungsgemäß als anisotrope Schale ausgebildeten Bereiches;
- Fig. 2 einen Vertikalschnitt durch einen Ringbalken des erfindungsgemäßen Kühlturms mit Teilen der anschließenden einlagigen Feldbewehrung;
- Fig. 3 einen Horizontalschnitt - entsprechend dem Schnitt III - III der Fig. 2 - durch eine Meridianrippe des erfindungsgemäßen Kühlturms mit Teilen der anschließenden einlagigen Feldbewehrung.
- Fig. 4 eine Stirnansicht einer Feldbewehrung mit Stoßausbildung.

Der in Fig. 1 beispielsweise dargestellte hyperbolische Kühlturm 10 besteht im unteren Teil aus einem Stützenfachwerk 1, über dem eine konventionelle Schale 2 angeordnet sein kann. Darüber befindet sich nun die erfindungsgemäß ausgebildete anisotrope Schale 3. Das räumliche Stabtragwerk der anisotropischen Schale 3 ist schematisch im Bereich 4 durch zwei Linienscharen 5 und 6 dargestellt,

. 9.

die sich in Knotenpunkten 7 kreuzen. Die Linien 5 geben die Meridianrippen des Kühlturms 10, die Linien 6 die vorgesehenen Ringbalken wieder. Die sich kreuzenden Meridianrippen und Ringbalken schließen Felder ein, in denen eine Feldbewehrung, vorzugsweise aus Baustahlmatten 12 angeordnet ist (Fig. 4).

An der oberen Begrenzung des anisotropen Schalentragswerks befindet sich ein Randglied 8.

Fig. 2 zeigt einen Vertikalschnitt durch einen der im Kühlturm 10 in horizontaler Richtung umlaufenden Ringbalken 6. Er ist erfindungsgemäß versteckt im Innern des Querschnitts der anisotropen Schale 3 angeordnet und besteht aus der Bügelbewehrung 30 und der Längsbewehrung 11.

Erfindungsgemäß wird dieser so gebildete Bewehrungskorb vorgefertigt und in einem Stück zwischen den Knotenpunkten 7 in der Schalung des Kühlturms 10 versetzt. Das geschieht vor dem Verlegen der ebenfalls in Fig. 2 dargestellten einlagigen Feldbewehrung aus Baustahlgewebematten 12 der angrenzenden Felder. Sie reicht mit überstehenden Bewehrungsstäben 13 mindestens auf Haftlänge in den Ringbalken 6 hinein.

Fig. 2 verdeutlicht ferner, daß die anisotrope Schale 3 im dargestellten Ausführungsbeispiel innen glatt ist und außen von den als große Windrippen 14 wirkenden Meridianrippen 15 überragt wird. Die gezeigte Kante 31 gibt die Außenfläche des betonierten Kühlturms 10, die Kante 32 seine glatte Innenfläche wieder.

. 10.

In Fig. 2 ist eine Windrippe 14 gezeigt, die im Verein mit der Meridianrippe 5 ^{gebildet wird} (Fig. 1). Die Meridianrippe 5 kann beispielsweise, wie abgebildet, durch mehrschnittige Bügel 16 und die Längsbewehrung 17 als Bewehrungskorb vorgefertigt werden. Dadurch entsteht der Vorteil, daß die großen Windrippen 14 praktisch Bestandteil der Meridianrippen 5 werden und als einheitlicher Stab durch das Zusammenwirken der Bewehrung tragen. Darin unterscheiden sich diese vorteilhaft von den bisher allgemein üblichen kleinen Windrippen, welche durchweg keine Bewehrung enthalten.

Die Bewehrungskörbe für die Meridianrippen 5 werden ebenfalls vor dem Einbringen der einlagigen Feldbewehrung der angrenzenden Felder verlegt. Diese reicht gleichfalls mit überstehenden Bewehrungsstäben 15 in die Meridianrippen 5 hinein.

Gemäß Fig. 4 ist ein Feld des anisotropen Schalentragwerks des Mühlturms 10 gezeigt, das von den Bewehrungskörben der Ringbalken 6 und der Meridianrippen 5 umgeben ist. Die einlagige Feldbewehrung besteht beim dargestellten Ausführungsbeispiel aus zwei Baustahlmatten 12. Sie bilden im Bereich 21 einen erfindungsgemäßen Überlappungsstoß, welcher als örtliche Bewehrungsverstärkung des Feldes wirkt.

Das in Fig. 4 gezeigte Feld ist von vier gleichartigen Feldern (nicht dargestellt) derart umgeben, daß an jeder Seite je eine Feldbewehrung von außen ebenfalls in die Bewehrungskörbe eingreift.

709842/0126

Die Montage der vorgefertigten Kühlturmbewehrung gemäß der Erfindung erfolgt in der Schalung beispielsweise in folgender Reihenfolge: Zuerst werden die Bewehrungskörbe der Ringbalken 6 so verlegt, daß sie sich mit den überstehenden Längsbewehrungen 11 in den Bereich der mit den Meridianrippen 5 zu bildenden Knotenpunkte des räumlichen Stabtragwerks erstrecken. Dann werden die Bewehrungskörbe der Meridianrippen 5 aufgestellt und greifen mit ihrer überstehenden Längsbewehrung 17 ebenfalls in die Bereiche der Knotenpunkte ein. Nunmehr geschieht erfindungsgemäß der Einbau der Bewehrungsmatten 12 durch Einfädeln der überstehenden Bewehrungen 13 in die Bewehrungskörbe der Ringbalken 6 und der Meridianrippen 5. Das wird beispielsweise durch Absenken mit gleichzeitigem Drehen der Baustahlmatten 12 bewerkstelligt.

Bei der Bewehrungsmontage auftretende Bewegungen müssen bei der Bewehrungsgestaltung berücksichtigt werden. Dabei ergibt es sich dann, wieviele Baustahlmatten 12 in einem bestimmten Feldtyp bei gegebenen Randbedingungen notwendig sind.

Die im Zusammenhang mit einem Kühlturm beschriebene Erfindung kann grundsätzlich bei allen anisotropen Schalen beliebiger Formgebung eingesetzt werden. Sie gestattet die volle Heranziehung der Windrippen zum tragenden Querschnitt und die vorteilhafte Vorfertigung der Bewehrungsbestandteile in größeren Einheiten.

709842/0126

13.

Nummer: 26 14 695
Int. Cl.²: E 04 H 5/12
Anmeldetag: 6. April 1976
Offenlegungstag: 20. Oktober 1977

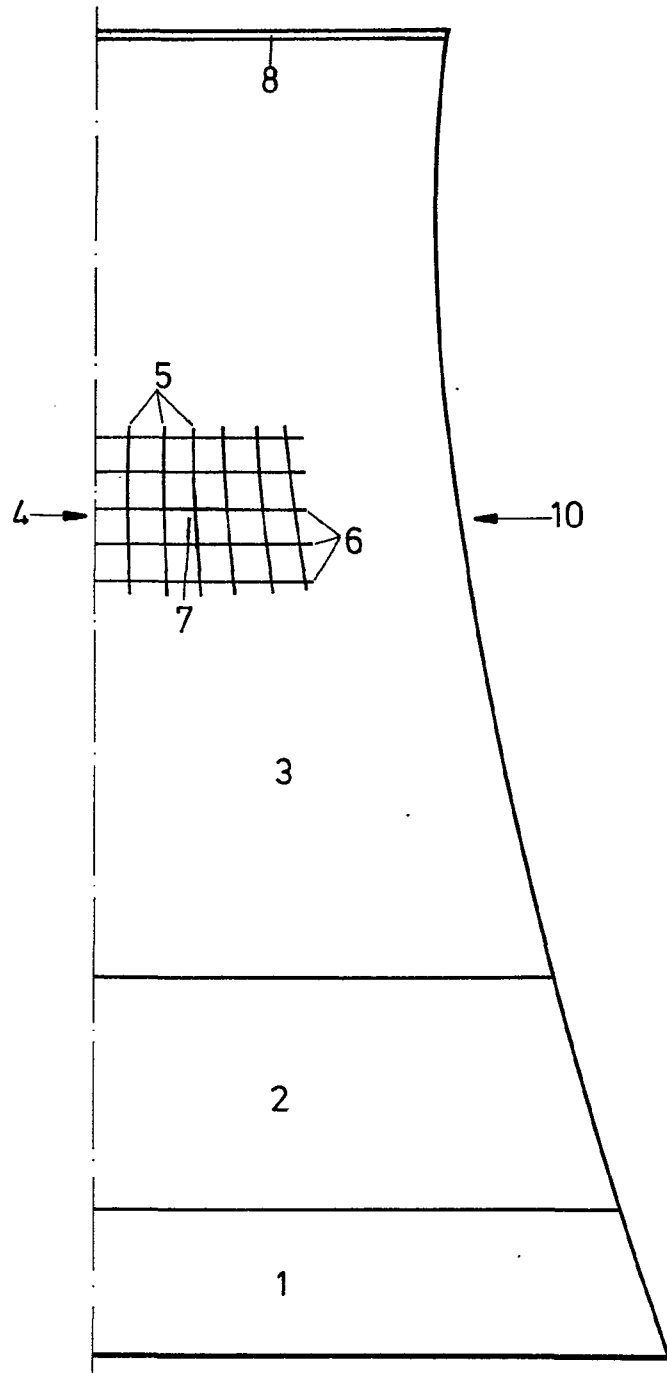


Fig. 1

709842/0126

12.

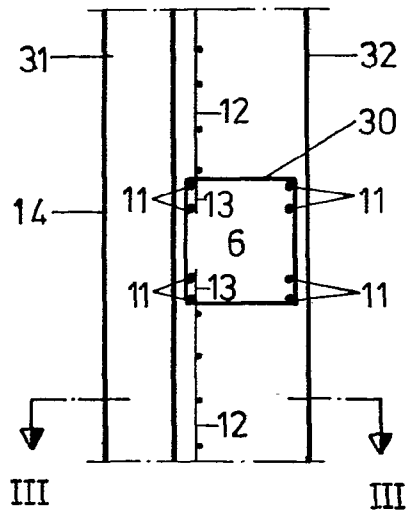


Fig. 2

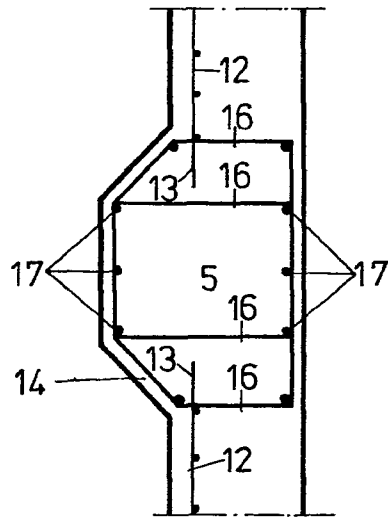


Fig. 3

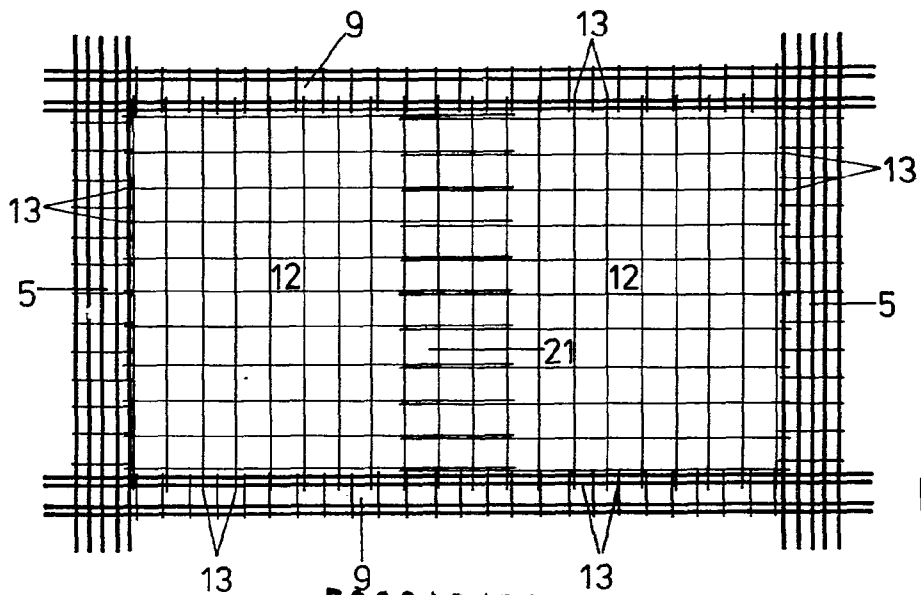


Fig. 4