

19



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



11 Veröffentlichungsnummer: **0 616 090 A1**

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: **93102211.5**

51 Int. Cl.⁵: **E04B 1/94**

22 Anmeldetag: **12.02.93**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
21.09.94 Patentblatt 94/38

84 Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE ES FR GB IT LI NL PT SE

71 Anmelder: **Greschbach Industrie GmbH & Co**
Stockfeldstrasse 5
D-7834 Herbolzheim (DE)

72 Erfinder: **Greschbach Industrie GmbH & Co**
Stockfeldstrasse 5
D-7834 Herbolzheim (DE)

74 Vertreter: **Durm, Klaus, Dr.-Ing.**
Patentanwälte
Dr.-Ing. Klaus Durm
Dipl.-Ing. Frank Durm
Felix-Mottl-Strasse 1a
D-76185 Karlsruhe (DE)

54 **Tragwerk.**

57 Im Brandfalle sind Gebäude aus stählernen Tragwerken stark gefährdet. Unter der Einwirkung der entstehenden Hitze verlieren sie schnell ihre Tragfähigkeit und sie stürzen zusammen. Zum Schutz solcher Tragwerke sind feuerfeste Verkleidungen sowie das Einlegen von mit eingedicktem Wasser gefüllten Kunststoffschläuchen in die Profile bekannt. An deren Stelle wird vorgeschlagen, die Hohlkörper der Tragwerkselemente (1,2) flüssigkeits- und druckdicht abzuschließen, sie mit Wasser in flüssigem Zustand zu füllen und mit Dampfauslaßventilen (25) zu versehen.

EP 0 616 090 A1

Die Erfindung bezieht sich auf ein Tragwerk mit einem Tragwerkselement aus Metall, welches ein Hohlprofil aufweist, in dessen Hohlraum ein Brandschutzmittel angeordnet ist.

Die Erfindung findet insbesondere Anwendung im Rahmen des Brandschutzes von Tragwerkkonstruktionen sowie von Hallen aus Stahl.

Bei Industriehallen jeglicher Art, ebenso wie bei Gebäuden für öffentliche Zwecke, finden leichte Stahlkonstruktionen in Verbindung mit Flachdächern bzw. geneigten Dächern aus Stahlblech in zunehmendem Maße Verwendung. Die Tragwerke aus Stahl selbst und insbesondere die leichten Dachkonstruktionen sind im Brandfalle problematisch, ihre Feuerwiderstandsdauer ist gering, weil bei steigenden Temperaturen die Festigkeit des verwendeten Stahles rasch abnimmt, die Konstruktionsteile sich verbiegen und das Dach abstürzt.

Bekannt ist es, die Tragwerke aus Metall und die Blechdächer durch geeignete Verkleidungen aus feuerfesten Platten oder mittels Beschichtungen gegen die Einwirkungen von Schadfeuern zu schützen. Die hierzu erforderlichen Maßnahmen sind mit hohem Arbeitsaufwand verbunden und daher teuer, ihre Wirksamkeit ist begrenzt.

Es ist weiterhin bekannt, die Tragwerke aus Profilstahl dadurch gegen die Einwirkungen von Schadensfeuer zu schützen, daß in den Profilvertiefungen oder hierfür gebildeten Hohlräumen Brandschutzkörper eingelegt sind. Diese vorgefertigten, stangenförmigen Brandschutzkörper bestehen aus verdicktem oder thixotropiertem Wasser, welches in Folienschläuche aus flüssigkeits- und gasundurchlässigem Kunststoff eingesiegelt ist. Unter Hitzeeinwirkung schmilzt die Kunststoffolie und das verfestigte Wasser verdampft, wobei durch Ableitung der Verdampfungsenergie von den mit den Brandschutzkörpern versehenen Tragwerken der Brandschutz erreicht wird. Nachteilig hierbei ist die umständliche Herstellung der Brandschutzkörper in verschiedenen Abmessungen, die Notwendigkeit von deren Einbringen während des Baues in die Profile und das Auftreten von schädlichen Gasen beim Verbrennen der Kunststoffolien. Der Brandschutz von nicht mit Brandschutzkörpern ausgestatteten Bauteilen ist nicht gegeben oder nur mangelhaft, insbesondere ist aber die Aufrechterhaltung des Brandschutzes über eine längere Zeitdauer nicht möglich (DE-OS 41 31 018).

Die Aufgabe der Erfindung besteht in der Konzeption eines Tragwerks für Gebäude mit einem relativ einfach zu bewerkstellenden, besonders wirksamen Brandschutz, welcher alle Tragwerkselemente umfaßt.

Zur Lösung der gestellten Aufgabe wird von einem Tragwerk mit wenigstens einem Tragwerkselement aus Metall ausgegangen, welches ein Hohlprofil aufweist, in dessen Hohlraum in bekann-

ter Weise ein Brandschutzmittel vorgesehen ist. Gelöst wird die Aufgabe dadurch, daß der Hohlraum des Tragwerkselements flüssigkeits- und druckdicht abgeschlossen und mindestens teilweise mit Wasser in flüssiger Form gefüllt ist, und daß an dem Tragwerkselement mindestens ein Dampfauslaßventil vorgesehen ist. Im Brandfalle von innen kommt das in dem Hohlraum des Tragwerkselements stehende Wasser zum Sieden und es verdampft, wobei die Temperatur der Stahlteile 100 °C nicht überschreiten kann. Das Entstehen von Überdruck wird durch das Dampfauslaßventil vermieden, aus welchem der erzeugte Wasserdampf austritt, der dabei benachbarte Konstruktionsteile kühlend umspült und ein gegebenenfalls darüberliegendes Dach von unten bestreicht, wobei er gleichzeitig die zum Brennen notwendige Luft bzw. deren Sauerstoff verdrängt.

Das Tragwerkselement kann als aus Hohlprofilen zusammengefügtter Fachwerkträger ausgebildet sein und einen Obergurt sowie einen Untergurt aufweisen, die durch Pfosten und diagonale Streben miteinander verbunden sind, wobei alle Hohlräume von Obergurt, Untergurt, Pfosten und Streben miteinander in Verbindung stehen, der Untergurt teilweise mit Wasser gefüllt ist, und das Dampfauslaßventil am Obergurt angeordnet ist. Infolge der Verbindung aller vorhandenen Hohlräume kann im Brandfall der Dampf das gesamte Innere des Fachwerkträgers kühlend durchströmen, wobei er in noch nicht erhitzten Teilen des Trägers zu Wasser kondensieren wird, welches zu dem im Untergurt stehenden Wasser zurückfließen kann, wodurch sich ein Kühlkreislauf im Fachwerkträger ausbildet.

Auch kann das Tragwerkselement eine Stütze sein, die aus einem Hohlprofil mit einem Hohlraum besteht.

Sofern der Fachwerkträger von der Stütze getragen ist, steht deren mit Wasser gefüllter Hohlraum mit dem Hohlraum des Untergurtes des Fachwerkträgers in Verbindung.

In vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung ist das Tragwerk - beispielsweise eines Gebäudes - aus mehreren Tragwerkselementen, nämlich aus Fachwerkträgern mit oder ohne Stützen, zusammengesetzt, deren Hohlräume für das Wasser miteinander in Verbindung stehen. Diese Maßnahme erhöht die Schutzwirkung und erleichtert das Einfüllen des benötigten Wassers in das System der Hohlräume wie auch etwaiges Nachfüllen.

Zweckmäßig trägt das Dampfauslaßventil eine Dampfstrahldüse. Diese kann zum gerichteten Anstrahlen von besonders gefährdeten Teilen der Tragwerkselemente und/oder einem aufliegenden Dach dienen. Dadurch wird die Wirksamkeit des konzipierten Brandschutzsystems erhöht. Vorteilhaft ist die Dampfstrahldüse schwenkbar am

Dampfauslaßventil angeordnet. Dabei ist denkbar, daß ein Schwenkmechanismus vorgesehen ist, der unter der Einwirkung des ausströmenden Wasserdampfes eine gerichtete periodische Bewegung - etwa wie bei einem Rasensprenger - hervorruft.

Nach einem weiteren Merkmal der Erfindung ist am Tragwerkselement ein Wassereinlaß vorgesehen. Mit diesem können die Hohlräume mehrerer, in Flüssigkeitsverbindung stehender Tragwerkselemente problemlos zugleich mit Wasser gefüllt werden. Letzteres kann auch während eines Brandes bei dessen Bekämpfung - beispielsweise selbsttätig gesteuert oder auch durch die Feuerwehr - geschehen, um den durch die Verdampfung entstehenden Wasserverlust zu ersetzen und den angestrebten Brandschutz auch über längere Zeit aufrechtzuerhalten.

Der Wassereinlaß kann mit einem von Hand betätigten oder elektrisch gesteuerten Absperrventil versehen sein.

Es ist für die Haltbarkeit der Tragwerkselemente von beträchtlichem Vorteil, wenn das dauernd in deren Hohlräume stehende Wasser ein Korrosionsschutzmittel enthält.

Die Erfindung wird nachstehend an einem Ausführungsbeispiel anhand der beigefügten Zeichnung näher erläutert. Die Zeichnung zeigt ein Tragwerk für ein Gebäude, beispielsweise eine Stahlbauhalle, in einer Seitenansicht, in vereinfachter schematischer Darstellung und teilweise aufgeschnitten.

Das in der Zeichnung wiedergegebene Tragwerk besteht im wesentlichen aus einem vertikalen Tragwerkselement, nämlich einer Stütze 1, sowie einem horizontalen Tragwerkselement in Gestalt eines Fachwerkträgers 2. Mehrere solcher in Reihe bzw. nebeneinander angeordnete Tragwerke bilden das Traggerüst für ein beispielsweise aus Trapezblechen bestehendes (nicht dargestelltes) Dach des Gebäudes.

Die Stütze 1 ist in den Boden 3 eingelassen. Dieses Tragwerkselement - die Stütze 1 - besteht aus einem Hohlprofil 4 aus Stahl von kreisförmigem oder rechteckigem Querschnitt. Der zylindrische bzw. prismatische Hohlraum 5 dieses Hohlprofils 4 ist überall flüssigkeits- und druckdicht abgeschlossen, hierzu dient auch eine nahe dem Boden 3 eingelassene Dichtscheibe 6.

Der Hohlraum 5 der Stütze 1 ist vollständig mit Wasser 7 in flüssigem Zustand als Brandschutzmittel gefüllt. Die Füllung mit Wasser 7 geschieht mit Hilfe eines Wassereinlasses 8, der oberhalb des Bodens 3 am Hohlprofil 4 vorgesehen ist und über ein Leitungsstück 9 zum Hohlraum 5 führt. Der Wassereinlaß 8 ist mit einem Absperrventil 10 und mit einem Flansch 11 zum Anschluß einer Wasserzuleitung (nicht dargestellt) versehen.

Die Stütze 1 ist an ihrem oberen Ende 12 mit dem Fachwerkträger 2 fest verbunden, hierzu dient eine Flanschverbindung 13. Der Hohlraum 5 der Stütze 1 steht an seinem oberen Ende 12 mit den Hohlräumen 5' des Fachwerkträgers 2 für das Wasser 7 in Flüssigkeitsverbindung.

Bei dem horizontalen Tragwerkselement handelt es sich um einen mehrteiligen, aus Hohlprofilen zusammengesetzten Fachwerkträger 2. Dieser Fachwerkträger 2 weist einen hohlen Obergurt 14 und einen parallel dazu angeordneten, hohlen Untergurt 15 auf, die durch hohle, vertikale Pfosten 16 sowie durch diagonale Streben 17 miteinander in Verbindung stehen. Drei der Fachwerkträger 2 sind mit Hilfe von Flanschen 18 miteinander verbunden. Alle Hohlräume 5' von Obergurt 14, Pfosten 16 und Streben 17 stehen miteinander in Flüssigkeitsverbindung.

An den Knotenstellen des Fachwerkträgers 2 sind im Obergurt 14 und im Untergurt 15 jeweils Löcher angebracht, die einen kleineren Durchmesser als die Pfosten 16 und die Streben 17 aufweisen. Diese Löcher werden aus statischen Gründen dadurch ausgesteift, daß jeweils ein kurzes Rohrstück (nicht dargestellt) hindurchgesteckt und mit dem Lochrand verschweißt wird - dadurch wird der fehlende Querschnitt im Obergurt 14 bzw. im Untergurt 15 ersetzt.

Der Untergurt 15 des Fachwerkträgers 2 ist ein Hohlprofil 19 von kreisförmigem, rechteckigem oder quadratischem Querschnitt und besteht aus Stahl. Der vom Hohlprofil 19 gebildete Hohlraum 20 ist, wie die anderen Hohlräume 5', allseitig flüssigkeits- und auch druckdicht abgeschlossen, hierzu dienen zum Beispiel die Endscheiben 21. Entsprechend ist der Obergurt 14 ausgebildet.

Der Hohlraum 20 des Untergurtes 15 des horizontalen Fachwerkträgers 2 ist bis auf ein Niveau 22 teilweise mit Wasser 23 in flüssigem Aggregatzustand gefüllt. Dieser Hohlraum 20 steht nicht nur über die zwischen dem oberen Ende 12 der Stütze 1 und dem Untergurt 15 vorgesehenen Öffnung 24 mit dem Hohlraum 5 der Stütze 1, sondern auch mit den Hohlräumen 5' des Untergurtes 15, der Pfosten 16 und der Streben 17 sowie des Obergurtes 14 in Verbindung.

Dem Wasser 7, 23 ist ein Korrosionsschutzmittel beigefügt, welches die Eigenschaften des Wassers aber nicht verändert.

Am horizontalen Tragwerkselement 2, dem Fachwerkträger 2, und zwar an dessen Untergurt 15, sind Dampfauslaßventile 25 vorgesehen, die jeweils am obersten Punkt des Obergurtes 14 eingesetzt sind. Jedes Dampfauslaßventil 25 trägt eine Dampfstrahldüse 26, die schwenkbar und damit gerichtet einstellbar angeordnet ist.

Entsteht nun im Innern des mit Hilfe der beschriebenen Tragwerkselemente errichteten Ge-

bäudes ein Schadensfeuer, dann werden die mit Wasser 7 und 23 gefüllten Hohlprofile 4 und 19 der Stützen 1 und der Fachwerkträger 2 ganz oder teilweise erhitzt. Dabei nimmt zunächst das Wasser im Rahmen seiner Wärmekapazität Wärmeenergie auf, was bewirkt, daß die Temperaturzunahme der in Mitleidenschaft gezogenen Hohlprofile 4 und 19 an der betreffenden Brandstelle zeitlich beträchtlich verzögert wird.

Steigt die örtliche Erhitzung im Brandfall weiter, beginnt das Wasser 7, 23 in den Hohlprofilen 4 und 19 zu siedeln, das heißt, es geht vom flüssigen in den gasförmigen Aggregatzustand über. Angesichts der hohen Verdampfungswärme von Wasser (zur Überführung von Wasser in Dampf sind bei 100 °C rund 530 cal/g erforderlich) bleibt die Temperatur der Hohlprofile 4 und 19 über eine beträchtliche Zeit konstant bei 100 °C, das heißt, die betroffenen Stützen 1 und Fachwerkträger 2 erleiden unter der Einwirkung des Feuers keine Festigkeitsverluste, solange nur die Dampferzeugung anhält. Dabei strömt der Dampf durch die Hohlräume 5' der Pfosten 16 und Streben 17 in den Hohlraum 5' des Obergurtes 14, und er zirkuliert durch das ganze System der miteinander verbundenen Hohlräume 5', wobei alle Innenflächen der Konstruktionsteile gekühlt werden. Es ist denkbar, daß in den Hohlräumen 5' Pumpen angeordnet sind, welche einen Zwangsumlauf hervorrufen.

Nach dem Beginn des Siedens des in den flüssigkeits- und druckdicht abgeschlossenen Hohlräumen 5 und 20 stehenden Wassers 7, 23 öffnen die Dampfauslaßventile 25 des Obergurtes 14 des horizontalen Fachwerkträgers 2, und es strömt unter mehr oder weniger hohem Druck Wasserdampf durch die Dampfstrahldüsen 26 aus. Der Wasserdampf entweicht wegen der Volumenzunahme beim Übergang von der flüssigen in seine gasförmige Phase um das Vielhundertfache in großer Menge. Die Dampfauslaßventile 25 können auf bestimmte vorgegebene Überdrucke eingestellt sein, so daß sie in einer zur Brandbekämpfung besonders geeigneten Reihenfolge öffnen.

Sofern die einstellbaren Dampfstrahldüsen 26 von unten her auf ein auf dem Obergurt 14 aufliegendes Dach des Gebäudes gerichtet sind, werden diese Gebäudeteile durch den ausströmenden Dampf gekühlt, und zugleich wird in deren Umgebung der zur Entflammung brennbaren Materials erforderliche Sauerstoff verdrängt. Das Dach ist daher sehr wirksam gegen Zerstörung und Absturz gesichert.

Zusammenstellung der verwendeten Bezugsziffern

- | | |
|---|----------------|
| 1 | Stütze |
| 2 | Fachwerkträger |
| 3 | Boden |

- | | |
|----|----------------------------|
| 4 | Hohlprofil |
| 5 | Hohlraum (von 1) |
| 6 | Dichtscheibe |
| 7 | Wasser |
| 8 | Wassereinlaß |
| 9 | Leitungsstück |
| 10 | Absperrventil |
| 11 | Flansch |
| 12 | oberes Ende (von 1) |
| 13 | Flanschverbindung |
| 14 | Obergurt |
| 15 | Untergurt |
| 16 | Pfosten |
| 17 | Streben |
| 18 | Flansche |
| 5' | Hohlräume (von 15, 16, 17) |
| 19 | Hohlprofil |
| 20 | Hohlraum (von 15) |
| 21 | Endscheiben |
| 22 | Niveau |
| 23 | Wasser |
| 24 | Öffnung |
| 25 | Dampfauslaßventil |
| 26 | Dampfstrahldüse |

Patentansprüche

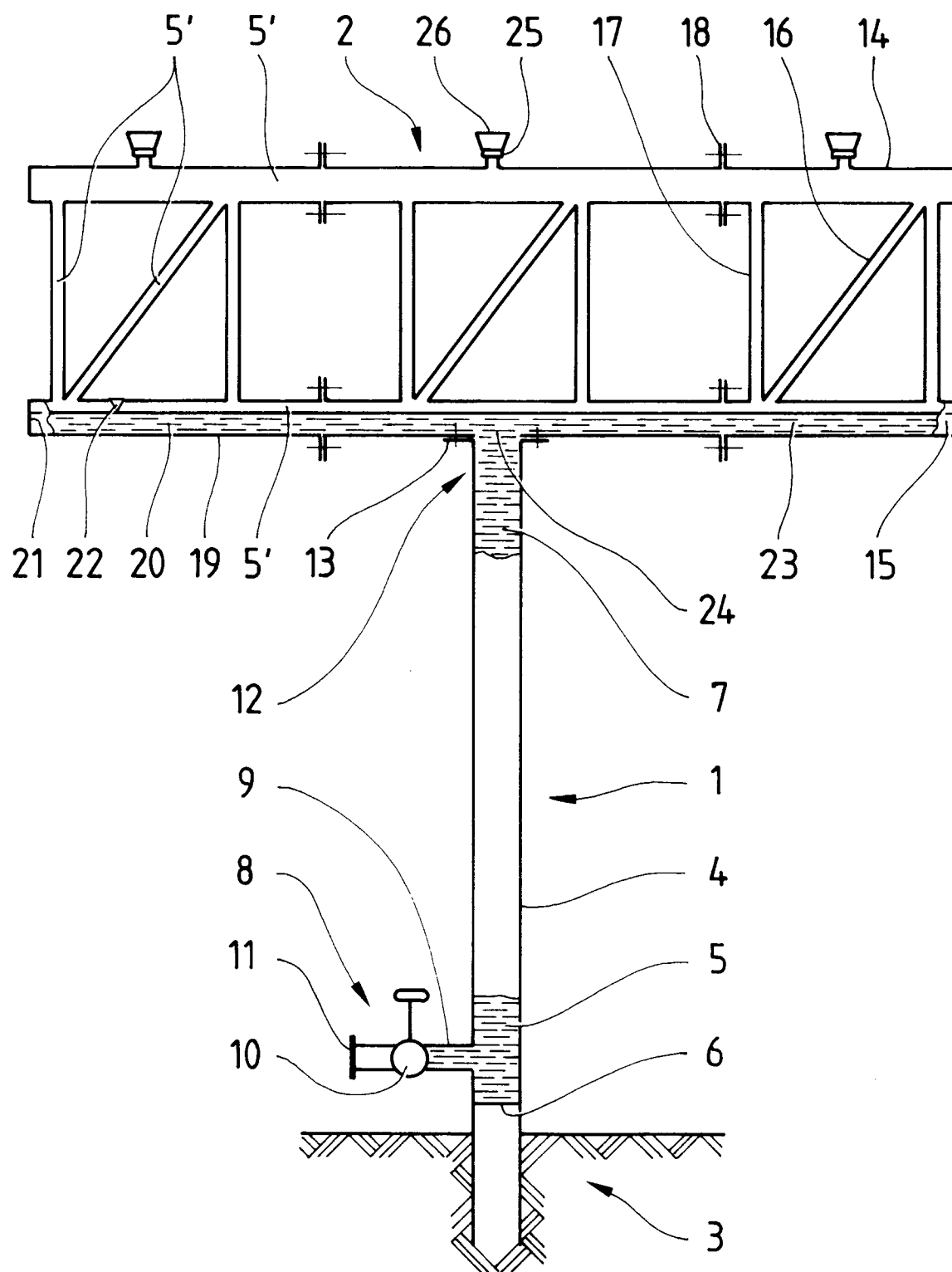
1. Tragwerk mit einem Tragwerkselement aus Metall, welches ein Hohlprofil aufweist, in dessen Hohlraum ein Brandschutzmittel angeordnet ist, dadurch **gekennzeichnet**, daß
 - der Hohlraum (5, 5', 20) des Tragwerkselements flüssigkeits- und druckdicht abgeschlossen ist,
 - der Hohlraum (5, 5', 20) zumindest teilweise mit Wasser (7, 23) in flüssigem Zustand gefüllt ist, und
 - an dem Tragwerkselement wenigstens ein Dampfauslaßventil (25) vorgesehen ist.
2. Tragwerk nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, daß das Tragwerkselement als aus Hohlprofilen zusammengefügtter Fachwerkträger (2) ausgebildet ist und einen Obergurt (14) sowie einen Untergurt (15) aufweist, die durch Pfosten (16) und diagonale Streben (17) miteinander verbunden sind, wobei
 - alle Hohlräume (5', 20) von Obergurt (14), Untergurt (15), Pfosten (16) und Streben (17) miteinander in Verbindung stehen,
 - der Untergurt (15) teilweise mit Wasser (23) gefüllt ist, und
 - das Dampfauslaßventil (25) am Obergurt (14) angeordnet ist.

3. Tragwerk nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, daß das Tragwerkselement eine Stütze (1) ist, die aus einem Hohlprofil (4) mit einem Hohlraum (5) besteht. 5
4. Tragwerk nach Anspruch 3, dadurch **gekennzeichnet**, daß der Fachwerkträger (2) von der Stütze (1) getragen ist, deren mit Wasser gefüllter Hohlraum (5) mit dem Hohlraum (5') des Untergurtes(15) des Fachwerkträgers (2) in Verbindung steht. 10
5. Tragwerk nach Anspruch 1, **gekennzeichnet**, durch mehrere Tragwerkselemente in Gestalt von Fachwerken (2) und/oder Stützen (1), deren Hohlräume (5, 5', 20) für das Wasser (7, 23) miteinander in Verbindung stehen. 15
6. Tragwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch **gekennzeichnet**, daß das Dampfauslaßventil (25) eine Dampfstrahldüse (26) trägt. 20
7. Tragwerk nach Anspruch 6, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Dampfstrahldüse (26) schwenkbar am Dampfauslaßventil (25) angeordnet ist. 25
8. Tragwerk nach einem der Ansprüche 3 bis 7, **gekennzeichnet** durch einen Wassereinlaß (8), der an der Stütze (1) vorgesehen ist und zu deren Hohlraum (5) führt. 30
9. Tragwerk nach Anspruch 8, dadurch **gekennzeichnet**, daß der Wassereinlaß (8) mit einem Absperrventil (10) versehen ist. 35
10. Tragwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch **gekennzeichnet**, daß dem Wasser (7, 23) ein Korrosionsschutzmittel zugemischt ist. 40

45

50

55





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 93 10 2211

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
A	GB-A-1 265 141 (NATIONAL RESEARCH DEVELOPMENT CORPORATION) * Seite 4, Zeile 16 - Seite 5, Zeile 125; Abbildungen 1-6,12 * -----	1-3,8	E04B1/94
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)
			E04B A62C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 15 JULI 1993	Prüfer DELZOR F.N.M.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			