



österreichisches
patentamt

(10) **AT 500 438 B1 2009-01-15**

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 762/2004

(22) Anmeldetag: 2004-05-03

(43) Veröffentlicht am: 2009-01-15

(51) Int. Cl.⁸: **E04B 1/58** (2006.01)
E04B 1/32 (2006.01)
E04B 1/66 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
US 3058550A US 6282849B
EP 0079314A

(73) Patentinhaber:
WAAGNER-BIRO STAHLBAU AG
A-1221 WIEN (AT)

(72) Erfinder:
SISCHKA JOHANN DIPL.ING
STRASSHOF (AT)
PURER LUDWIG DIPL.ING.
WIEN (AT)
SCHMIDT GERALD
WIEN (AT)
SCHNEBEL PETER DIPL.ING.
WIEN (AT)
NEMETH ZSOLT
GUMPOLDSKIRCHEN (AT)

(54) KNOTEN ZUM VERBINDEN VON STÄBEN EINES FLÄCHENTRAGWERKS

(57) Gezeigt werden ein Knoten (1) zum Verbinden von mehreren Stäben (6) eines Flächentragwerks, wobei der Knoten (1) die Form eines Sterns mit mehreren Armen (2) aufweist, die jeweils durch eine oder mehrere Begrenzungssebene(n) (4) an der Oberseite und Unterseite begrenzt sind, und wobei ein Arm (2) je zwei im wesentlichen ebene Seitenflächen (3) aufweist, sowie ein Flächentragwerk und entsprechende Dichtungen. Eine der beiden Seitenflächen (3) eines ersten Armes (2) des Knotens (1) schließt mit einer Begrenzungssebene (4) des Knotens (1) einen anderen Winkel ein als die andere Seitenfläche (3) des ersten Arms (2) und/oder als eine der beiden Seitenflächen (3) eines weiteren Armes (2). Da es besonders bei unregelmäßig gekrümmten Tragwerken zumindest an einem Ende eines Stabes (6) zu einer erheblichen Verdrehung des Profils des Stabes (6) gegenüber der Knotenebene, aber auch den anderen ankommenden Stäben (6) kommt, wird ein ordnungsgemäßer Anschluß nur dadurch gewährleistet, daß die Seitenwände (3) der beiden Arme (2), zwischen die das Ende des Stabes (6) eingeschoben wird, entsprechend dieser Verdrehung geneigt sind.

Das Dichtungselement zum Abdichten des Knotens

(1) und der daran befestigten Stäbe (6) weist einen zentralen Bereich auf, der zumindest den Bereich des Schnittpunktes der Stäbe (6) abdecken kann, sowie zumindest einen mit diesem zentralen Bereich durch zumindest eine Materialfalte, wie einen Faltbalg (8), verbundenen Ausleger (9).

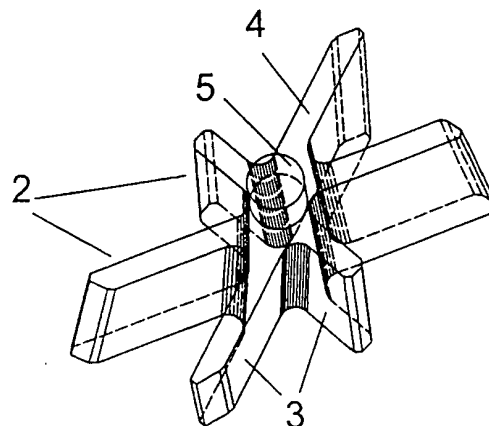


Fig. 1

Die Erfindung betrifft einen Knoten zum Verbinden von mehreren Stäben eines Flächentragwerks, wobei der Knoten die Form eines Sterns mit mehreren Armen aufweist, die jeweils durch eine obere und untere Begrenzungsebene an der Oberseite und Unterseite begrenzt sind, und wobei jeder Arm je zwei im wesentlichen ebene Seitenflächen aufweist, sowie ein entsprechendes Flächentragwerk, welches Stäbe und Knoten aufweist, und ein Dichtungselement zum Abdichten eines Knotens und der daran befestigten Stäbe im Bereich des Knotens in einem Flächentragwerk, sowie ein Dichtungssystem zum Abdichten eines Flächentragwerks, das aus Knoten und an diesen befestigten Stäben besteht, und ein Flächentragwerk mit Eindeckung. Die Flächentragwerke werden in der Regel mit einer Eindeckung versehen, so daß Dächer oder Fassaden gebildet werden können.

Gemäß dem japanischen Patent JP 4343943 vom 30.11.1992 ist es bekannt, mehrere Stäbe miteinander in einer Ebene mit Hilfe eines Knotenelements zu verbinden. Allerdings bietet diese Art der Verbindung mit einem Knotenelement, das für jeden anzuschließenden Stab die gleiche räumliche Position bezüglich des Knotens festlegt, nicht die Möglichkeit, flächige Tragwerke mit gekrümmter, insbesondere unregelmäßig gekrümmter Form oder die Krümmung wechselnde Form (etwa eine Form aus mehreren Wellen) herzustellen.

Ein Knoten der eingangs genannten Art ist beispielsweise der US-A 3058550 zu entnehmen. Bei dieser bekannten Ausführungsform eines Knotens wird der Knoten durch Gießen oder Gesenkschmieden hergestellt und die Stäbe werden an diesen Knoten geschraubt. Bei diesem bekannten Knoten sind relativ große Stückzahlen erforderlich, da andernfalls das Herstellen eines Modells für ein Gießen oder ein Herstellen des Gesenks unwirtschaftlich wird. Dieser bekannte Knoten eignet sich darauf hinaus nur für regelmäßige Dächer, da bei dem bekannten Knoten die jeweiligen Arme nicht nur durch eine jeweils zueinander parallele obere und untere Begrenzungsfläche begrenzt sind, sondern auch die Arme, an welchen in weiterer Folge mit Flanschen versehene Stäbe anzuordnen bzw. festzulegen sind, mit jeweils zueinander parallelen Begrenzungsflächen ausgebildet sind, so daß unregelmäßige Konstruktionen eines Flächentragwerks nicht möglich werden.

Der EP-A 0 079 340 ist eine Ausführungsform einer Verbindungsstruktur zu entnehmen, wobei es sich wie bei der oben genannten US-PS 3 058 550 wiederum um eine Schraubkonstruktion handelt und die Knoten jeweils regelmäßig ausgebildet sind. Dadurch wird wiederum eine Herstellung einer Konstruktion mit unregelmäßig gekrümmter Fläche nicht möglich. Darüber hinaus erlaubt diese bekannte Lösung nur die Übertragung relativ geringer Kräfte, so daß diese Lösung auch nicht für weit gespannte, beispielsweise verglaste Dächer geeignet ist.

Darüber hinaus ist der US-PS 6 382 849 ein Flächentragwerk aus Blechen und Sandwichpaneelen zu entnehmen, wobei die Kräfte im wesentlichen entlang der Längskanten der Bleche bzw. Paneele übertragen werden. Zu diesem Zweck werden gegebenenfalls prismatische Stäbe an den Längskanten eingefügt, wobei die Knoten genaugenommen als Füllmaterial anzusehen sind und nicht ein wesentliches Element für eine Kraftübertragung darstellen.

Eine Aufgabe der Erfindung ist es daher, einen Knoten anzugeben, mit welchem flächige Tragwerke mit unregelmäßig gekrümmter Form hergestellt werden können.

Die Aufgabe wird durch einen Knoten der eingangs genannten Art gelöst, welcher dadurch gekennzeichnet ist, daß eine der beiden Seitenflächen eines ersten Armes mit einer Begrenzungsebene des Knotens einen anderen Winkel einschließt als die andere Seitenfläche des ersten Armes und/oder eine der beiden Seitenflächen eines weiteren Armes. Bei unregelmäßig gekrümmten flächigen Tragwerken können die einzelnen Stäbe aufgrund der Krümmung der zu bildenden Fläche nicht in bzw. parallel zur Knotenebene liegen, sondern werden mit dieser einen Winkel einschließen. Zusätzlich muß für die Eindeckung, die in der Regel aus ebenen Elementen (Glas, Kunststoff, Metall, ...) besteht, durch mehrere Stäbe eine ebene Auflagefläche gebildet werden. Dafür müssen die Stäbe oft um ihre Längsachse verdreht werden und die als

Auflagefläche dienende Oberseite der Stäbe (die bei einem ebenen Flächentragwerk parallel zur Knotenebene liegen würde) wird bezüglich der Knotenebene verdreht.

Um trotzdem den ordnungsgemäßen Anschluß der Stäbe an den Knoten in der richtigen Orientierung zu gewährleisten, wird bei der Berechnung der Geometrie des Flächentragwerks zuerst die räumliche Lage jedes Elements der Eindeckung bestimmt. Dann werden die Flächennormalen der an einen Knoten angrenzenden Eindeckungselemente bestimmt und daraus der Mittelvektor berechnet. Dieser gibt die räumliche Lage des Knotens vor. Die Lage der Stäbe ergibt sich nun aus der Lage der Knoten, wobei die Stäbe so um ihre Längsachse gedreht werden, daß die Eindeckungselemente eben auf den angrenzenden Stäben (bzw. den darauf angeordneten Unterlagen) aufliegen.

Da es besonders bei unregelmäßig gekrümmten Tragwerken zumindest an einem Ende eines Stabes zu einer erheblichen Verdrehung des Profils des Stabes gegenüber der Knotenebene aber auch den anderen ankommenden Stäben kommt, wird ein ordnungsgemäßer Anschluß nur dadurch gewährleistet, daß die Seitenwände der beiden Arme des Knotens, zwischen die das Ende des Stabes eingeschoben wird, entsprechend dieser Verdrehung geneigt sind.

Die Arme des Knotens sind dabei notwendig, weil die Stäbe durch die Verdrehung entlang der Längsachse und das unterschiedliche Herausragen aus der Knotenebene in der Regel einen unterschiedlichen Abstand voneinander haben und sich daher nicht direkt miteinander verschweißen lassen.

Da die Verdrehung in der Regel für jeden Stab, der an einem bestimmten Knoten anschließt, unterschiedlich sein wird, kann die gestellte Aufgabe nur gelöst werden, wenn die einzelnen Seitenflächen der Arme des Knotens entsprechend den verschiedenen anzuschließenden Stäben unterschiedliche Neigungen aufweisen.

Normalerweise beträgt die Abweichung von 90° zur Knotenebene nicht mehr als 10° , ist jedoch von der Krümmung des Flächentragwerks und der Länge der Stäbe abhängig. Die Abweichungen liegen dabei erfahrungsgemäß etwa zwischen 2° und 10° . Die beiden Seitenflächen eines Armes werden der Einfachheit halber meist parallel zueinander sein, es ist aber auch denkbar, daß diese nicht parallel ausgeführt werden.

Ein erfindungsgemäßer Knoten läßt sich einfach herstellen, wenn die Arme sowohl eine gemeinsame ebene Oberseite als auch eine gemeinsame ebene Unterseite des Knotens bilden, wobei die Begrenzungsebenen der Ober- und Unterseite zueinander parallel sind. Etwa, indem der Knoten aus einem Dickblech herausgearbeitet ist, so daß eine Ober- und Unterseite des Dickbleches die Ober- und Unterseite des Knotens bilden. Dazu werden vorzugsweise Stahlbearbeitungsgeräte verwendet, die einen elektronisch gesteuerten Brenn-, Laser- oder Wasserstrahl aufweisen, der in alle Richtungen verschwenkt werden kann.

Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, daß der Knoten im Schnittpunkt der Arme an der Oberseite einen insbesondere zylindrischen Dorn zum Befestigen der Stäbe aufweist. Dadurch können die Enden der Oberseiten der Stäbe mit dem Knoten verschweißt und damit die Obergurtkräfte der Stäbe ordnungsgemäß übertragen werden. Es können auch andere Elemente des Daches bzw. der Fassade an diesem Dorn befestigt werden: so können Dichtungen formschlüssig auf diesen Dorn aufgesetzt werden.

Der Dorn wird zweckmäßig zylindrisch und normal zur Knotenebene ausgerichtet sein, etwa in Form eines Rundstahles, kann aber auch bei Bedarf als Vierkant ausgeführt werden.

Ein erfindungsgemäßes Flächentragwerk aus Stäben und Knoten weist zumindest einen erfindungsgemäßen Knoten auf.

Dabei ist vorgesehen, daß jeweils ein Stab zwischen zwei benachbarten Armen des Knotens eingeschoben ist. Damit läßt sich ein an seinen Enden entsprechend zugeschnittener Stab mit seinen Seitenwänden an den Seitenwänden der Arme des Knotens entsprechend der Neigung der Seitenwände der Arme des Knotens einpassen und anschweißen.

Geeignet hierfür sind Stäbe mit geschlossenem Profil, wobei bevorzugt der Stab ein geschlossenes Profil, insbesondere ein Kastenprofil, und/oder ein Profil mit zueinander im rechten Winkel angeordneten Profilteilen aufweist, etwa mit im wesentlichen quadratischem oder rechteckigem Querschnitt, aber auch Stäbe mit offenem Profil, etwa U-, C-, I-, T- oder winkelförmigen Profilen oder Kombinationen hiervon. Stäbe mit rundem Profil können auch eingesetzt werden, allerdings ist das Einpassen und Anschweißen an den Armen der Knoten nicht so gut möglich wie bei Profilen mit geraden Querschnittsteilen.

Wenn das am Knoten anliegende Ende des Stabes so zugeschnitten ist, daß der Stab in seinem oberen Bereich auf der durch die Arme gebildeten Oberseite des Knotens aufliegt, hat das den Vorteil, daß eine relativ ebene Oberfläche erzielt wird, welche die zwischen Stab und Eindeckung anzuordnende Dichtung vollflächig unterstützt.

Wenn das am Knoten anliegende Ende des Stabes zusätzlich oder alternativ so zugeschnitten ist, daß die Unterseite des Stabes an den Seitenwänden der Arme zwischen Ober- und Unterseite des Knotens anliegt, hat dies den Vorteil, daß die Stäbe dort durch ein einfaches Schweißverfahren mit dem Knoten verbunden werden können.

Weiters kann vorgesehen sein, daß die Oberseite des Stabes eine Ausnehmung aufweist, die zum Ausrichten bzw. Anschließen des Stabes am Knoten, insbesondere am Dorn des Knotens, geeignet ist.

Das Merkmal, daß die am Knoten anliegenden Stäbe an ihrer Oberseite jeweils mit den benachbarten Oberseiten der Stäbe verschweißt sind, hat den Vorteil, daß - wie bereits erwähnt - eine durchgehende Auflagerung für die Eindeckung bzw. die dazwischen anzuordnende Dichtung geschaffen wird.

Das Merkmal, daß die am Knoten anliegenden Stäbe an ihrer Unterseite jeweils mit den benachbarten Seitenflächen des Knotens verschweißt sind, hat den Vorteil, daß auch an der Unterseite des Stabes eine kraftschlüssige Verbindung mit den Armen des Knotens gebildet wird.

Schließlich umfaßt die Erfindung ein Dichtungselement zum Abdichten eines erfindungsgemäßen Knotens und der daran befestigten Stäbe im Bereich des Knotens in einem Flächentragwerk: dieses weist einen zentralen Bereich auf, der zumindest den Bereich des Schnittpunktes der Arme des Knotens abdeckt, sowie zumindest einen mit diesem zentralen Bereich durch zumindest eine Materialfalte, wie einen Faltenbalg, verbundenen Ausleger zum Abdecken eines am Knoten befestigten Stabes.

Da die einzelnen an einen Knoten anschließenden Stäbe unterschiedliche räumliche Orientierungen bezüglich des Knotens aufweisen können, insbesondere gegenüber der Knotenebene geneigt und verdreht sein können, wird das Anliegen der Dichtung im Schnittpunkt der Arme des Knotens einerseits und auf den einzelnen Stäben andererseits durch eine Materialfalte sichergestellt: in der Ebene des Dichtungselements kann der Ausleger nach oben oder unten, nach links oder rechts verschwenkt sowie um die Längsachse des Auslegers verdreht werden, ohne daß dadurch die Dichtungsfunktion beeinträchtigt wird.

Die Dichtung ist vorteilhafterweise aus elastischem Material, beispielsweise aus Silikonkautschuk, oder aus anderen elastischen Dichtstoffen, die mittels chemischer Vernetzung verbunden werden können, gefertigt.

Eine Ausführungsmöglichkeit besteht darin, die Dichtung aus einem im wesentlichen mehreckigen, zentralen, im wesentlichen flächigen Bereich auszuführen, der sich nach außen in mehreren Auslegern fortsetzt, deren Anzahl den Seiten der zentralen Fläche entspricht und die nahe dem zentralen Bereich in einem Längsabschnitt jeweils eine an eine Seite des Mehrecks anschließende Materialfalte, wie einen Faltenbalg, aufweisen.

Die Ausleger können die Form eines U-Profils haben, wobei die Schenkel des U so orientiert sind, daß sie im eingebauten Zustand vom Stab wegweisen. Dadurch kann der Ausleger von Dichtungsprofilen, die längs des Stabes aufgelegt werden, zumindest in einem Längsabschnitt umgriffen und mit diesem flüssigkeits- und dampfdicht verbunden werden.

Das erfindungsgemäße Dichtungssystem zum Abdichten eines Flächentragwerks, das aus Knoten und an diesen befestigten Stäben besteht, zeichnet sich dadurch aus, daß zumindest auf einen Knoten ein erfindungsgemäßes Dichtungselement aufgelegt ist, und daß längs der an diesen Knoten anschließenden Stäbe Dichtungsprofile aufgelegt sind, die mit dem zugehörigen Ausleger des Dichtungselements überlappen und dem Profil des Auslegers zur Dampfabdichtung so angepaßt sind, daß es diesen formschlüssig umschließt.

Zusätzlich kann der Übergang zwischen dem Ausleger und dem Dichtungsprofil mit einem Dichtungsmittel, etwa Silikon, oder mit einem mit dem Dichtungsprofil chemisch vernetzbaren Dichtungsmittel, endlos verbunden abgedichtet werden.

Die Funktion des Dichtungssystems besteht darin, das gesamte Dach bzw. die gesamte Fassade abzudichten, so daß durch die Eindeckung kein Wasser und kein Dampf von außen nach innen und umgekehrt gelangen können. Dies wird durch die Überlappung des Dichtungselements mit den Dichtungsprofilen ermöglicht. Dabei liegt das Dichtungselement wie eine schützende "aufgehaltene Hand" unter den Dichtungsprofilen auf dem Knoten, die Dichtungsprofile laufen auch über den Knoten bzw. dem Dichtungselement weiter, wobei die über einem Knoten zusammenlaufenden, den einzelnen Stäben zugeordneten Dichtungsprofile miteinander dampfdicht verbunden werden. Es entsteht ein endlos verbundenes Fugennetz, das eine Drainageebene bildet.

Weiters erfüllt das Dichtungssystem die Aufgabe, Toleranzen des Flächentragwerks auszugleichen, etwa Stufen zwischen benachbarten Stäben im Bereich des Knotens, ebenso wie Winkeldifferenzen, also etwa bei gegenüber der Knotenebene geneigten Stäben. Auch wirkt das Dichtungssystem durch dessen Elastizität ausgleichend bei Ausdehnungen des Flächentragwerks.

Das erfindungsgemäße Tragwerk, das bereits entsprechend der Lage der Eindeckelemente ausgerichtet ist, macht eine Sekundär- oder Zwischenkonstruktion zwischen Eindeckung und Tragwerk überflüssig, die Elemente der Eindeckung können direkt auf das am Tragwerk aufliegende Dichtungssystem verlegt werden. Das heißt, ein erfindungsgemäßes Tragwerk mit Eindeckung besteht lediglich aus dem aus Stäben und erfindungsgemäßen Knoten aufgebauten Flächentragwerk, auf dessen Knoten und Stäben ohne Zwischenkonstruktion Dichtungen aufgelegt werden.

Diese Dichtungen können sowohl ein erfindungsgemäßes Dichtungssystem bilden, es können aber auch andere Dichtungen verwendet werden. Auf diese Dichtungen werden dann direkt die Elemente der Eindeckung, etwa Glasplatten, aufgelegt und entsprechend befestigt.

Die Erfindung läßt sich nicht nur mit dem beschriebenen Knoten verwirklichen, sondern kann auch allgemein auf ein Flächentragwerk mit Eindeckung angewendet werden, wobei das Flächentragwerk aus miteinander verbundenen Stäben besteht und die vom Flächentragwerk gebildete Fläche mehrfach die Krümmung ändert und die Eindeckung aus Elementen besteht, deren Ränder eine ebene Auflagefläche bilden. Dabei ist erfindungsgemäß vorzusehen, daß die

Elemente der Eindeckung über Dichtungen an den Stäben des Flächentragwerks aufliegen und die Stäbe relativ zu den darauf aufliegenden Elementen der Eindeckung so ausgerichtet sind, daß die Stäbe eine möglichst ebene Auflagefläche für die Elemente bilden.

- 5 Weisen die Stäbe etwa eine ebene Oberseite auf, so ist der Stab entlang seiner Längsachse so zu verdrehen, daß die ebene Oberseite mit der Auflagefläche der beiden aufliegenden Elemente der Eindeckung, die in der Regel nicht in einer Ebene liegen, einen etwa gleichen Winkel einschließt. Der Winkel zwischen den Elementen und dem Stab wird durch die dazwischen angeordnete Dichtung ausgeglichen.

10 Die Elemente der Eindeckung müssen nicht als solches eben sein, sondern können auch z.B. eine Kuppel bilden, sie müssen nur an den Rändern eine ebene Auflagefläche bilden, mit der sie formschlüssig auf die Dichtungen aufgelegt werden können.

- 15 Die Erfindung wird anhand der angeschlossenen Figuren 1 bis 10, welche die Erfindung beispielhaft darstellen, erläutert. Es zeigt

Fig. 1 einen Knoten in Seitenansicht mit sichtbaren und unsichtbaren Konturen,
 Fig. 2 einen Knoten in Seitenansicht mit sichtbaren Konturen,
 20 Fig. 3 Querschnitte der Arme eines Knotens gemäß Fig. 4,
 Fig. 4 einen Knoten in Draufsicht mit sichtbaren und unsichtbaren Konturen,
 Fig. 5 einen Knoten mit angeschlossenen Stäben,
 Fig. 6 einen Knoten mit noch nicht angeschlossenen Stäben,
 Fig. 7 ein Flächentragwerk aus Knoten und Stäben,
 25 Fig. 8 ein Dichtungselement für einen Knoten in Draufsicht,
 Fig. 9 ein Dichtungselement für einen Knoten in Seitenansicht von oben (obere Darstellung) und von unten (untere Darstellung),
 Fig. 10 den Querschnitt eines Auslegers eines Dichtungselements sowie eines Dichtungsprofils.

- 30 In Fig. 1 ist ein Knoten mit sechs Armen 2 dargestellt, wobei die sichtbaren Konturen mit durchgezogenen Linien und die nicht sichtbaren Konturen strichliert dargestellt sind. Der Knoten wird aus einem Blech, dessen Dicke sich aus den Dimensionen der anschließenden Stäbe ergibt, ausgeschnitten, so daß eine gerade ebene Oberseite 4 des Knotens und eine gerade ebene Unterseite gebildet werden, die zueinander parallel sind. Jeder Arm 2 besitzt zwei gerade ebene Seitenflächen 3. Bei zumindest einem Arm 2 schließt eine der Seitenflächen 3 mit der Ober- bzw. Unterseite des Knotens einen Winkel ungleich 90° ein, nämlich einen Winkel von mehr oder weniger als 90° .

40 Im Schnittpunkt der Arme des Knotens ist ein zylindrischer Dorn 5 angeordnet, der grundsätzlich aufgeschweißt wird.

In Fig. 2 ist der selbe Knoten nur mit sichtbaren Konturen dargestellt.

- 45 In Fig. 4 ist der selbe Knoten mit unsichtbaren (strichliert) und sichtbaren (durchgezogenen) Konturen in Draufsicht dargestellt. Um die Verkippung einzelner Seitenflächen der Arme des Knotens darzustellen, wurden in Fig. 3 in den Schnitten a-a und b-b entsprechende Querschnitte zweier Arme 2 des Knotens dargestellt.

50 Die in Fig. 3 in den Schnitten dargestellten Seitenflächen 3 der Arme sind um ca. 3° gegen die Vertikale geneigt, allerdings in entgegengesetzte Richtungen. Dies ist auf die Verdrehung der Stäbe zueinander zurückzuführen.

55 In Fig. 5 ist ein Teil des fertigen Tragwerks dargestellt, wo einzelne gerade Stäbe 6 mit Kastenprofil an einem Knoten angeschlossen sind, von dem hier nur der zylindrische Dorn 5 und einzelne Enden der Arme 2 zu sehen sind. Dabei sind die einzelnen Stäbe 6 zwischen zwei

benachbarten Armen 2 des Knotens eingeschoben. Die Längsachsen der Stäbe 6 sind strichpunktiert dargestellt.

In Fig. 6 sind die entsprechenden Teile aus Fig. 5 im nicht verbundenen Zustand dargestellt. Das am Knoten 1 anliegende Ende des Stabes 6 ist jeweils so zugeschnitten, daß der Stab in seinem oberen Bereich lokal (etwa mittels einer Nase in der Seitenfläche des Stabes) auf der durch die Arme gebildeten Oberseite des Knotens aufliegt. Oder es ist generell so angeordnet, daß eine durchgehende Auflagerung der Eindeckungselemente gewährleistet ist.

Die Unterseite des Stabes 6 liegt dann an den Seitenwänden der Arme des Knotens zwischen Ober- und Unterseite des Knotens an, befindet sich also im befestigten Zustand oberhalb der Unterseite des Knotens 1.

Die Oberseite der Stäbe 6 weist eine kreisbogenförmige Ausnehmung 10 auf, die der Mantelkontur des zylindrischen Domes 5 des Knotens 1 entspricht.

Die am Knoten 1 anliegenden Stäbe 6 werden an den seitlichen schrägen Endkanten 11 ihrer Oberseite jeweils mit den benachbarten seitlichen Endkanten 11 der Oberseiten der Stäbe 6 verschweißt. Die seitlichen schrägen Endkanten 12 der Unterseite der Stäbe 6 werden mit den benachbarten Seitenflächen 3 der Arme 2 des Knotens 1 verschweißt.

Die Endkanten 13 der Seitenflächen der Stäbe werden auch mit den Seitenflächen der Arme des Knotens verschweißt, die kurze Fläche 13a, die auf dem Knoten aufliegt, mit der Oberseite des Knotens und die kurze Fläche 13b mit der kurzen Fläche 13b des benachbarten Stabes 6.

Die Ausnehmungen 10 werden an der Oberseite der Stäbe mit dem zylindrischen Fortsatz verschweißt.

Der in den Fig. 1-6 dargestellte sechsarmige Knoten ist so gestaltet, daß die sechs Winkel zwischen den Armen etwa $67,5^\circ$, $67,5^\circ$, 45° , $67,5^\circ$, $67,5^\circ$ und 45° betragen. Dies ergibt sich aus dem übergeordneten Stabwerksnetz (entsprechend den Winkeln zwischen den Stäben von 90° , 45° , 45° , 90° , 45° und 45°), das selbstverständlich auch beliebig anders angeordnet sein kann; z.B. 6 mal ca. 60° .

Die Arme 2 des Knotens sind in verschiedenen Richtungen ungleich lang, weil ein Arm zumindest so lang sein muß, daß die Endkanten 13 der Seitenflächen am Arm anliegen und mit diesem verschweißt werden können. Deshalb müssen die Arme um so länger sein, je kleiner der Winkel der Abschrägung des Stabes bezüglich seiner Längsrichtung ist.

Die Abschrägung an den Armenden ergibt sich geometrisch aus den Schnittkanten der zueinander verdrehten Stäbe.

In Fig. 7 ist ein Tragwerk dargestellt, bei dem die Winkel zwischen den Armen 2 der erfindungsgemäßen Knoten 1 wie oben angeführt $67,5^\circ$ bzw. 45° betragen. Dieses Tragwerk hat eine durchschnittliche Stablänge von 2,0 bzw. 3,0 m, wobei bei Krümmungsradien der Oberfläche des Tragwerks von ca. 18 m sich eine Häufigkeit der Abweichung der Arme der Knoten auf die Normale der Knotenebene von 5° einstellt. Der Extremwert bei o.a. Geometrie beträgt ca. 15° .

Das in den Fig. 8 und 9 dargestellte Dichtungselement ist für einen Knoten aus den Fig. 1-6 bestimmt, bei dem die sechs Winkel zwischen den Armen etwa $67,5^\circ$, $67,5^\circ$, 45° , $67,5^\circ$, $67,5^\circ$ und 45° betragen. Entsprechend weist die Dichtung einen der Form des Knotens angepaßten zentralen flächigen Bereich 7 auf, der sich in sechs Auslegern 9 fortsetzt, welche dem Verlauf der am Knoten 1 angeschlossenen Stäbe 6 folgen, so daß die Dichtungen im eingebauten Zustand mit dem zentralen Bereich 7 den Schnittpunkt der Arme 2 des Knotens 1 mit den daran befestigten Stäben 6 abdecken und mit den Auslegern 9 die Oberseite der Stäbe 6.

Damit die Dichtungen leichter in die richtige Position gebracht werden können, haben diese in der Mitte des zentralen Bereichs 7 eine Ausbuchtung 14, die auf den zylindrischen Dorn 5 des Knotens aufgesetzt werden kann bzw. durchstoßen werden kann, wenn oberhalb der Eindeckungs-elemente noch diverse Einbauten, wie Schneezäune, Reinigungseinrichtungen, elektrische Leitungsführungen, Beleuchtungskörper, Blitzschutz-einrichtungen, etc. anzuordnen sind.

Die Ausleger 9 haben die Form eines U-Profils, wobei die Öffnung des Profils von der Oberseite der Stäbe 6 abgewandt ist, somit das U-Profil im montierten Zustand mit dem Mittelteil am Stab 6 aufliegt und die Öffnung des U-Profils nach oben zeigt.

Der zentrale Bereich 7 muß auf jeden Fall so groß sein, daß er die abgeschrägten Enden der Stäbe 6 überdeckt und einen den Teil 14 umlaufenden Wasserzu- bzw. -ablauf in allen Richtungen gewährleistet.

Die Länge der Ausleger 9 ist so zu wählen, daß eine ausreichende Überlappung an der Stoßstelle zwischen Dichtungselement (Fig. 8 und 9) und Dichtungsprofil 15 (Fig. 10) sichergestellt wird.

Die Dichtung wird grundsätzlich nur aufgelegt, bei Bedarf d.h. bei großen Neigungen der Stäbe aufgeklebt.

In Fig. 10 sind im linken Teil unten der Querschnitt eines Auslegers 9 eines Dichtungselements sowie links oben der Querschnitt eines Dichtungsprofils 15, das längs der Stäbe 6 aufgelegt wird, dargestellt. Im rechten Teil der Fig. 10 ist das Dichtungsprofil 15 bereits auf den Ausleger 9 aufgesetzt, so daß sich Ausleger 9 und Dichtungsprofil 15 überlappen.

Das Dichtungsprofil 15 hat in diesem Beispiel eine Breite von etwa 91 mm (bei einer angenommenen Formrohrbreite von 100 mm) sowie eine Höhe von etwa 75 mm. Die Breite wird so gewählt, daß die unteren Enden des Dichtungsprofils 15 die Oberseite des Stabes 6 umgreifen. Der Ausleger 9 hat eine Höhe von etwa 25 mm und eine Breite von etwa 79 mm.

Die Eindeckelemente werden auf die unteren Dichtlippen 16 aufgelegt, wobei die obere Dichtlippe 17 dann den Falzraum zwischen den Eindeckungs-elementen nach oben abschließt und gleichzeitig die Unterlage für die nach außen gerichtete Abdichtungsfuge darstellt. Im Bereich des Knotens wird das Dichtungsprofil 15 entsprechend der Stabwerksgeometrie in Längsrichtung abgeschrägt, die einzelnen zusammenlaufenden Dichtungsprofile 15 werden miteinander dampf- und wasserdicht verbunden, so daß eine umlaufende und dichte Auflagerung der Eindeckungs-elemente sichergestellt ist.

Die Erfindung kann nicht nur auf Flächentragwerke angewendet werden, die aus einer Ebene von Stäben gebildet werden (einschaliges Stabtragwerk), sondern auch auf flächige Tragwerke mit mehreren Ebenen von Stäben, etwa die Obergurtebene eines Raumtragwerkes.

Bezugszeichenliste:

1. Knoten
2. Arm des Knotens
3. Seitenfläche eines Armes
4. Oberseite des Knotens
5. zylindrischer Fortsatz
6. Stab
7. zentraler Bereich
8. Faltenbalg
9. Ausleger
10. Ausnehmung

11. seitliche schräge Endkante der Oberseite des Trägers
12. seitliche schräge Endkante der Unterseite des Trägers
13. Endkante der Seitenfläche des Trägers
14. Ausbuchtung
- 5 15. Dichtungsprofil
16. untere Dichtlippen
17. obere Dichtlippen

10 Patentansprüche:

1. Knoten (1) zum Verbinden von mehreren Stäben (6) eines Flächentragwerks, wobei der Knoten (1) die Form eines Sterns mit mehreren Armen (2) aufweist, die jeweils durch eine obere und untere Begrenzungsebene (4) an der Oberseite und Unterseite begrenzt sind, und wobei jeder Arm (2) je zwei im wesentlichen ebene Seitenflächen (3) aufweist, *dadurch gekennzeichnet*, daß eine der beiden Seitenflächen (3) eines ersten Armes (2) mit einer Begrenzungsebene (4) des Knotens (1) einen anderen Winkel einschließt als die andere Seitenfläche (3) des ersten Armes (2) und/oder eine der beiden Seitenflächen (3) eines weiteren Armes (2).
2. Knoten nach Anspruch 1, *dadurch gekennzeichnet*, daß zumindest eine der Seitenflächen (3) eines Armes (2) mit einer Begrenzungsebene des Knotens (1) einen von 90° abweichenden Winkel einschließt.
3. Knoten nach Anspruch 2, *dadurch gekennzeichnet*, daß der von 90° abweichende Winkel einen Wert bis zu 15° aufweist, der insbesondere zwischen 2° und 10° beträgt.
4. Knoten nach einem der Ansprüche 1 bis 3, *dadurch gekennzeichnet*, daß die Arme (2) sowohl eine gemeinsame ebene Oberseite (4) als auch eine gemeinsame ebene Unterseite des Knotens (1) bilden, wobei die Begrenzungsebenen der Ober- (4) und Unterseite zueinander parallel sind.
5. Knoten nach Anspruch 4, *dadurch gekennzeichnet*, daß der Knoten (1) aus einem Dickblech herausgearbeitet ist, so daß eine Ober- und Unterseite des Dickbleches die Ober- und Unterseite des Knotens (1) bilden.
6. Knoten nach einem der Ansprüche 1 bis 5, *dadurch gekennzeichnet*, daß der Knoten (1) im Schnittpunkt der Arme (2) an der Oberseite einen insbesondere zylindrischen Dorn (5) zum Befestigen der Stäbe (6) aufweist.
7. Flächentragwerk, welches Stäbe und Knoten aufweist, *dadurch gekennzeichnet*, daß es zumindest einen Knoten (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6 aufweist.
8. Flächentragwerk nach Anspruch 7, *dadurch gekennzeichnet*, daß jeweils ein Stab (6) zwischen zwei benachbarten Armen (2) des Knotens (1) eingeschoben ist.
9. Flächentragwerk nach Anspruch 7 oder 8, *dadurch gekennzeichnet*, daß der Stab (6) ein geschlossenes Profil, insbesondere ein Kastenprofil, und/oder ein Profil mit zueinander im rechten Winkel angeordneten Profiltteilen aufweist.
10. Flächentragwerk nach einem der Ansprüche 7 bis 9, *dadurch gekennzeichnet*, daß das am Knoten (1) anliegende Ende des Stabes (6) so zugeschnitten ist, daß der Stab (6) in seinem oberen Bereich auf der durch die Arme (2) gebildeten Oberseite (4) des Knotens (1) aufliegt.

11. Flächentragwerk nach einem der Ansprüche 7 bis 10, *dadurch gekennzeichnet*, daß das am Knoten (1) anliegende Ende des Stabes (6) so zugeschnitten ist, daß die Unterseite des Stabes (6) an den Seitenwänden (3) der Arme (2) zwischen Oberseite (4) und Unterseite des Knotens (1) anliegt.
12. Flächentragwerk nach einem der Ansprüche 7 bis 11, *dadurch gekennzeichnet*, daß die Oberseite des Stabes (6) eine Ausnehmung (10) aufweist, die zum Ausrichten des Stabes (6) am Knoten (1), insbesondere am Dorn (5) des Knotens (1) geeignet ist.
13. Flächentragwerk nach einem der Ansprüche 7 bis 12, *dadurch gekennzeichnet*, daß die am Knoten (1) anliegenden Stäbe (6) an ihrer Oberseite jeweils mit den benachbarten Oberseiten der Stäbe (6) verschweißt sind.
14. Flächentragwerk nach einem der Ansprüche 7 bis 13, *dadurch gekennzeichnet*, daß die am Knoten (1) anliegenden Stäbe (6) an ihrer Unterseite jeweils mit den benachbarten Seitenflächen (3) der Arme (2) des Knotens (1) verschweißt sind.
15. Dichtungselement zum Abdichten eines Knotens (1) und der daran befestigten Stäbe (6) im Bereich des Knotens (1) in einem Flächentragwerk, insbesondere in einem Flächentragwerk nach einem der Ansprüche 7 bis 14, *dadurch gekennzeichnet*, daß das Dichtungselement einen zentralen Bereich (7) aufweist, der zumindest den Bereich des Schnittpunktes der Achsen der Stäbe (6) abdecken kann, sowie zumindest einen mit diesem zentralen Bereich (7) durch zumindest eine Materialfalte, wie einen Faltsack (8), verbundenen Ausleger (9) zum Abdecken eines am Knoten (1) befestigten Stabes (6).
16. Dichtungselement nach Anspruch 15, *dadurch gekennzeichnet*, daß dieses aus elastischem Material, z.B. Silikonkautschuk, gefertigt ist.
17. Dichtungselement nach Anspruch 15 oder 16, *dadurch gekennzeichnet*, daß dieses aus einem mehreckigen, zentralen, im wesentlichen flächigen Bereich (7) besteht, der sich nach außen in mehreren Auslegern (9) fortsetzt, deren Anzahl den Seiten der zentralen Fläche (7) entspricht und die nahe dem zentralen Bereich (7) in einem Längsabschnitt jeweils eine an eine Seite des Mehrecks anschließende Materialfalte, wie einen Faltsack (8), aufweisen.
18. Dichtungselement nach einem der Ansprüche 15 bis 17, *dadurch gekennzeichnet*, daß die Ausleger (9) die Form eines U-Profils haben, wobei die Schenkel des U so orientiert sind, daß sie im eingebauten Zustand vom Stab (6) wegweisen.
19. Dichtungssystem zum Abdichten eines Flächentragwerks, das aus Knoten (1) und an diesen befestigten Stäben (6) besteht, *dadurch gekennzeichnet*, daß zumindest auf einen Knoten (1) ein Dichtungselement nach einem der Ansprüche 15 bis 18 aufgelegt ist, und daß längs der an diesen Knoten (1) anschließenden Stäbe (6) Dichtungsprofile (15) aufgelegt sind, die mit dem zugehörigen Ausleger (9) des Dichtungselements überlappen und der Form des Auslegers (9) zur Dampfabdichtung so angepaßt sind, daß es diesen form-schlüssig umschließt.
20. Dichtungssystem nach Anspruch 19, *dadurch gekennzeichnet*, daß der Übergang zwischen Ausleger (9) und Dichtungsprofil (15) zusätzlich mit einem Dichtungsmittel, z.B. Silikon, endlos verbunden abgedichtet wird.
21. Flächentragwerk mit Eindeckung, *dadurch gekennzeichnet*, daß auf ein Flächentragwerk nach einem der Ansprüche 7-14 ein Dichtungssystem, insbesondere nach einem der Ansprüche 19 oder 20, aufgelegt ist und auf das Dichtungssystem Elemente der Eindeckung aufgelegt sind.

22. Flächentragwerk mit Eindeckung, insbesondere nach Anspruch 21, wobei das Flächentragwerk aus miteinander verbundenen Stäben (6) besteht und die vom Flächentragwerk gebildete Fläche mehrfach die Krümmung ändert und die Eindeckung aus Elementen besteht, deren Ränder eine ebene Auflagefläche bilden, *dadurch gekennzeichnet*, daß die Elemente der Eindeckung über Dichtungen an den Stäben (6) des Flächentragwerks aufliegen und die Stäbe (6) relativ zu den darauf aufliegenden Elementen der Eindeckung so ausgerichtet sind, daß die Stäbe (6) eine möglichst ebene Auflagefläche für die Elemente bilden.

Hiezu 5 Blatt Zeichnungen

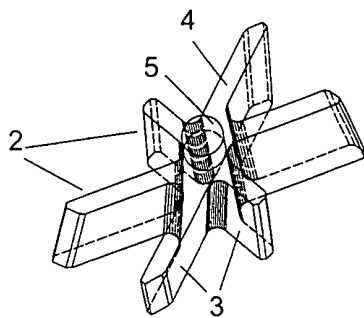


Fig. 1

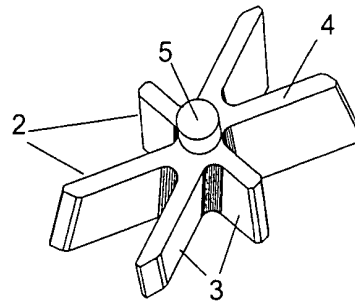


Fig. 2

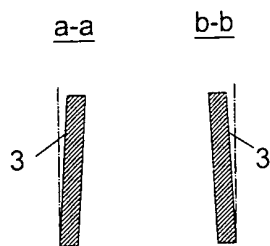


Fig. 3

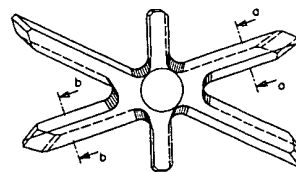


Fig. 4

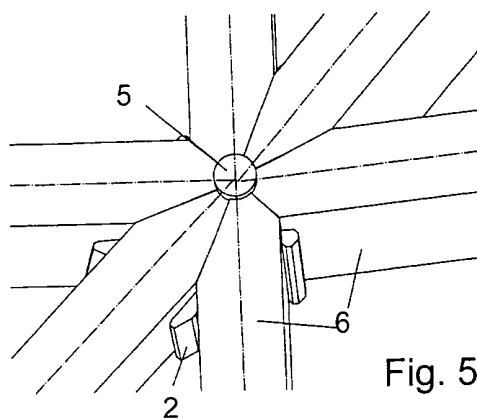


Fig. 5

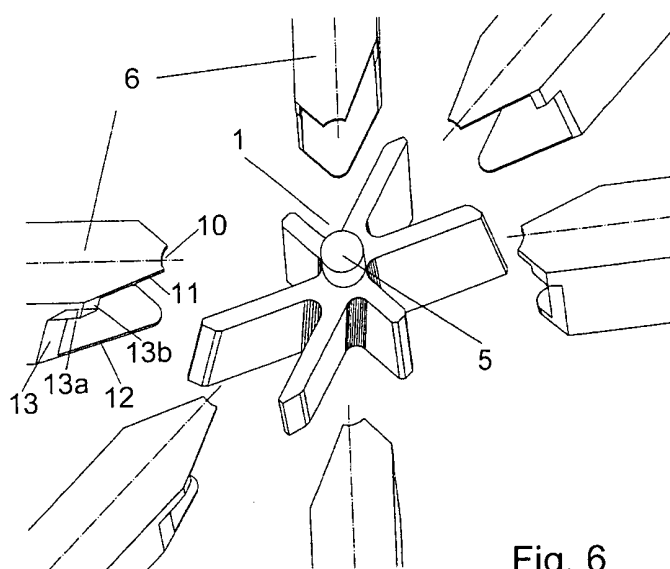
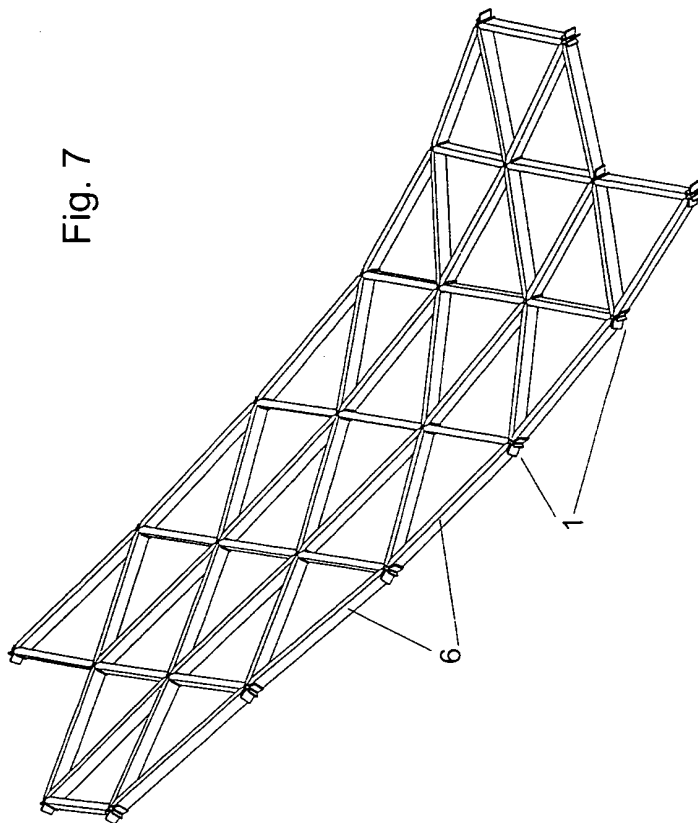


Fig. 6



Fig. 7



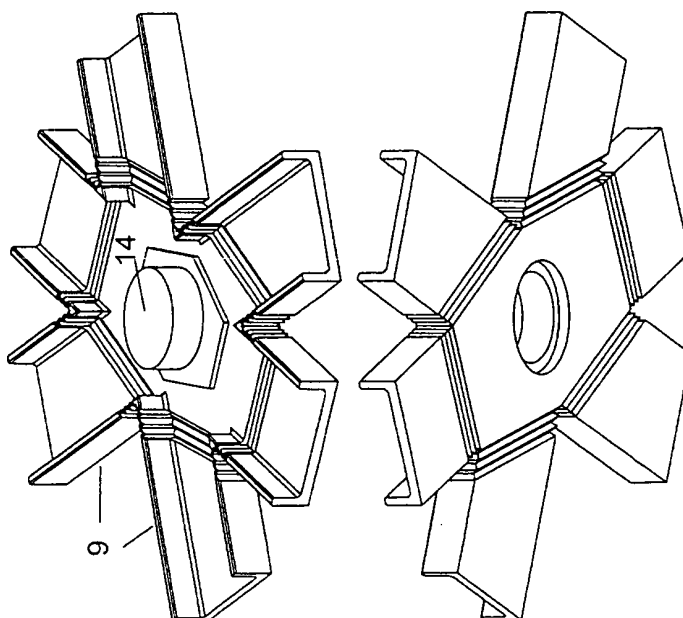


Fig. 9

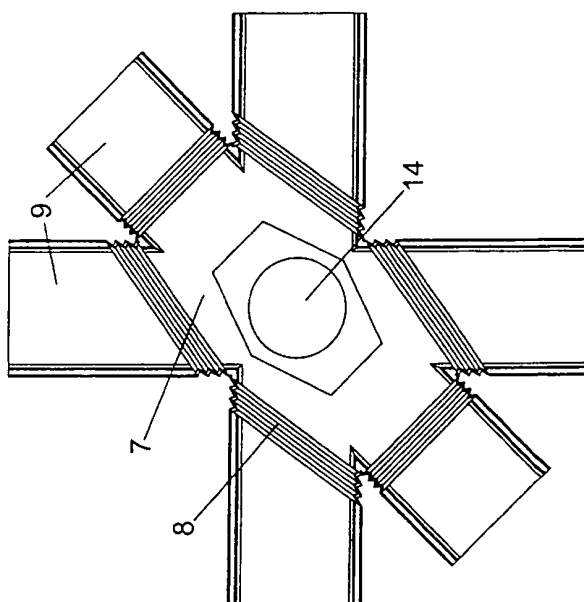


Fig. 8



Int. Cl.⁸: **E04B 1/58** (2006.01)
E04B 1/32 (2006.01)
E04B 1/66 (2006.01)

Fig. 10

