

## Gebäude und andere Bauwerke aus weiterentwickelten Flächentragwerksmodulen aus Elementen und Bauwerkshubverfahren

### Beschreibung

Die Erfindung betrifft die Herstellung von Gebäuden und anderen Bauwerken aus abermals  
 5 weiterentwickelten, aus EP 3 583 274 B1 bekannten, der Herstellung von Primärschalentragwerken  
 dienenden Flächentragwerksmodulen, die nach entsprechendem ersten Weiterentwicklungsschritt  
 ebenso Grundlage für die in PCT/EP2020/025197 beschriebenen Komplexen Bauwerkstragstrukturen  
 sind. Der Begriff Primärschalentragwerk wird hier enger gefasst und bezeichnet nachstehend aus den  
 hier beschriebenen Flächentragwerksmodulen hergestellte, horizontale Flächentragwerke zur  
 10 vorrangigen Bildung von Gebäudedecken und Gründungsplatten. Die unterschiedliche Kombination  
 verschiedener, neuer Merkmale erlaubt auch die Herstellung von Ingenieurbauwerken wie z.B.  
 Flächengründungen für Windenergieanlagen, Brücken oder anderen Bauwerken.

Nachteilig beim erwähnten Stand der Technik ist, dass sich die in Serie hergestellten, identischen  
 Flächentragwerksmodule nicht ohne weiteres an unterschiedliche Beanspruchungssituationen auch  
 15 innerhalb eines Bauwerks anpassen lassen. Die statische Auslegung der Flächentragwerksmodule  
 orientiert sich bisher an einer Beanspruchung im oberen Bereich der zu erwartenden, um einen  
 großen Teil der üblichen Nutzungssituationen abzudecken. Ein erheblicher Teil der identischen  
 Module wird in diesem Fall hinsichtlich seiner Tragfähigkeit also geringer bis sehr gering ausgelastet,  
 was unwirtschaftlich ist. Außerdem beanspruchen die bisher bekannten, vollständig vorgefertigten  
 20 Flächentragwerksmodule ein sehr großes Transportvolumen und weisen ein höheres  
 Mindestmontagegewicht auf.

Durch die nachfolgend beschriebene Weiterentwicklung werden die Nachteile beseitigt und neue  
 Vorteile und Möglichkeiten geschaffen. Nachfolgend soll das weiterentwickelte  
 Flächentragwerksmodul sowie die Herstellung von Gebäuden und anderen Bauwerken daraus  
 25 anhand der Figuren 1 bis 7 und des Ausführungsbeispiels näher erläutert werden.

Dabei zeigt

Fig. 1: Ein beispielhaftes Sekundärschalenelement 1 mit Kennzeichnung des Flächenelements 1.1,  
 einschließlich der Nuten 1.2 in den Seitenflächen mit deren Aufweitungen 1.4 und ein extern  
 30 dargestelltes Normalkraftelement 1.3 mit beispielhaft dargestellten Innengewindehülsen als  
 Verbindungsmuffe oder Verankerungselement 1.5 mit Quadratrohrstücken 1.6 in den Ecken  
 des Flächenelements 1.1 und Bohrungen 1.7 in den Quadratrohrstücken 1.6

Fig. 2: Ein beispielhaftes Flächentragwerksmodul, dargestellt ohne Normalkraftelemente 1.4 mit  
 schematisch angeordneten Querstäben 7

- Fig. 3: Teil eines unfertigen Gründungsprimärschalentragwerks einschließlich der Sekundärschalenelemente 1, Gründungssekundärschalenelemente 3 mit Innengewindehülsen 4, einem Sockelelement 5, einem Ecksockelelement 6, 5 Gründungsquerstäben 9, einer Eckaußenwandklammer 18 und der Verbindungen 8; Darstellung ohne Schrauben
- Fig. 4: Größerer Teil eines unfertigen Gründungsprimärschalentragwerks mit Kennzeichnung des Abstandes 2 zwischen den oberen Sekundärschalenelementen und zwei extern dargestellte Stäbe 2.1 zum Einbau in die Abstände 2 sowie Darstellung der Außenwandklammern 17
- 10 Fig. 5: Teil einer eingeschossigen Gebäudeecke mit beispielhaften Diagonalstäben 10 und Außenwandelementen 16 und 16.1
- Fig. 6: Detail aus Fig. 5 mit Anschluss des Diagonalstabes 10 mit dem Winkelprofilstück 11, ohne Schrauben dargestellt
- Fig. 7: Teil eines Primärschalentragwerks mit extern dargestellten und eingebauten, beispielhaften, 15 zweiteiligen Querkraftraahmen 12, ohne Schrauben dargestellt

Es wird vorgeschlagen, die bisher vollständig vorgefertigten Flächentragwerksmodule in Elemente zu zerlegen. Dies erleichtert zunächst die Herstellung der Elemente, ermöglicht die Anpassung an unterschiedliche, lokale Beanspruchungen, verringert das Transportvolumen und schafft neue, 20 effiziente Möglichkeiten der Verwendung und Montage bei der Herstellung von Gebäuden und anderen Bauwerken.

Zu den Einzelementen, die zu den Flächentragwerksmodulen und diese später zu Primärschalentragwerken zusammengesetzt werden, gehören zunächst pro Flächentragwerksmodul zwei Sekundärschalenelemente 1, die unabhängig von ihrer Lage, mit später beschriebenen 25 Ausnahmen, alle in der Regel identisch hergestellt und ebenensymmetrisch, beabstandet angeordnet werden. Dabei befindet sich die Symmetrieebene in halber Höhe des Primärschalentragwerks und verläuft parallel zu dessen horizontalen Oberflächen. Die Sekundärschalenelemente 1 werden gebildet aus viereckigen, im Normalfall rechteckigen Flächenelementen 1.1 aus geeigneten Materialien in geeigneten Abmessungen und mit einer geeigneten Dicke, die deutlich kleiner als 30 Länge und Breite der Fläche ist, aber ausreicht um in jeder Seitenfläche mehrere, nebeneinander liegende, parallel zu den Außenkanten verlaufende Nuten 1.2 aufzunehmen. Zur Materialeinsparung können auch umlaufende Stäbe mit größerer Höhe zur Aufnahme der Nuten 1.2 und der

Flächenbereich dazwischen mit geringerer Dicke hergestellt werden. Diese Ausführungsvariante wird auch in den Zeichnungen dargestellt. Die Nuten 1.2 liegen in den jeweils zwei in derselben Grundrichtung verlaufenden, also im Fall rechteckiger Flächenelemente 1.1 parallelen Seitenflächen in der gleichen Höhe. In den beiden übrigen Seitenflächen weisen sie demgegenüber einen

5 gleichmäßigen Höhenversatz auf, um Kollisionen der dort später eingebauten und nachfolgend beschriebenen, sich gegebenenfalls kreuzenden Normalkraftelemente 1.3 zu vermeiden. Im hier beschriebenen Ausführungsbeispiel werden exemplarisch drei Nuten 1.2 dargestellt. Die Nuten 1.2 werden bereichsweise, vorzugsweise an ihren Enden aufgeweitet, um in den Aufweitungen 1.4 Verbindungsmuffen oder Verankerungselemente 1.5, wie z.B. Muttern, Innengewindehülsen,

10 Bewehrungsklemmmuffen, die aus dem Spannbetonbau bekannten Keilverankerungen oder andere zweckmäßige Vorrichtungen aufzunehmen, die der Verbindung von Teilstücken der Normalkraftelemente 1.3 und / oder deren Krafteinleitung in die Knoten der Struktur dienen. Die Nuten 1.2 sollten mindestens so tief sein, dass auch die Verbindungsmuffen oder Verankerungselemente 1.5 nicht über die Seitenflächen der Flächenelemente 1.1 hinausragen. Der

15 Begriff Knoten der Struktur oder kurz Knoten bezeichnet hier die Bereiche des Zusammentreffens mehrerer Ecken anliegender Sekundärschalenelemente 1. In den Ecken der Flächenelemente 1.1 gibt es rechtwinklige Ausschnitte, die Quadratrohrstücke 1.6 aufnehmen, welche rechtwinklig zur Flächenelementebene verlaufen. Diese enden auf einer Seite, der späteren Außenseite der Flächentragwerksmodule, bündig mit der Außenfläche der Flächenelemente 1.1 und ragen auf der

20 anderen Seite darüber hinaus. In ihrer Querrichtung vorzugsweise mittig erhalten die Quadratrohrstücke 1.6 in allen Seitenflächen Bohrungen 1.7, die in ihrer Lage in Längsrichtung mit den Nuten 1.2 in den Seitenflächen der Flächenelemente 1.1 korrespondieren, also in den beiden Hauptrichtungen ebenfalls höhenversetzt sind. Die Tiefe der Ausschnitte in den Ecken der Flächenelemente 1.1 ergibt sich also aus den Querschnittsmaßen der Quadratrohrstücke 1.6. und sie

25 beträgt ca. die halbe Querschnittsbreite der Quadratrohrstücke 1.6 zuzüglich des halben Durchmessers der Verbindungsmuffen oder Verankerungselemente 1.5. In die Nuten 1.2 in den Seitenflächen der Flächenelemente 1.1 werden die Normalkraftelemente 1.3 eingebaut, die aus hochfesten Stäben aus Metall oder anderen geeigneten Werkstoffen bestehen und von denen mindestens eines je Seite durch die Bohrungen 1.7 der Quadratrohrstücke 1.6 geführt und dort im

30 Inneren der Quadratrohrstücke 1.6 mit Verbindungsmuffen oder Verankerungselementen 1.5 verankert werden, um die Sekundärschalenelemente 1 zunächst zu bilden, wenn die Flächenelemente und Quadratrohrstücke nicht auf andere Weise bereits kraftschlüssig miteinander verbunden sind. Bei Nutzung von z.B. Innengewindehülsen oder Verbindungsmuffen können durch Kurzstücke der Normalkraftelemente auch hier benachbarte Flächentragwerksmodule miteinander

35 verbunden werden. Je nach Anzahl und Anordnung der Verbindungsmuffen oder

Verankerungselemente 1.5 können die Normalkraftelemente 1.3 bei ausreichender Knickstabilisierung auch Druckkräfte übertragen. In die übrigen Nuten 1.2 und damit durch die übrigen Bohrungen 1.7 in den Quadratrohrstücken 1.6 können später längere oder durchgehende Normalkraftelemente 1.3 eingeführt und bei Bedarf an den Knoten verankert oder verlängert werden. Die Anzahl, Länge und Festigkeit der benötigten Normalkraftelemente 1.3 ergibt sich aus der Beanspruchung. Es können auch im fertigen Bauwerk bei sich ändernden Beanspruchungen, Normalkraftelemente 1.3 hinzugefügt oder entfernt werden, da sich zwischen benachbarten Sekundärschalenelementen 1 infolge des Überstands der Quadratrohrstücke 1.6 Abstände 2 ergeben, die berandet sind von den Seitenflächen der anliegenden Flächenelemente 1.1 und von den überstehenden Seitenflächen der Quadratrohrstücke 1.6 und damit die Zugänglichkeit der Normalkraftelemente 1.3 gewährleistet ist. Im Normalfall werden die Abstände 2 nach Einbau aller notwendigen Normalkraftelemente 1.3 ausgefüllt durch den reversiblen Einbau von im Querschnitt passenden, ein oder mehrteiligen Stäben 2.1, die in Abhängigkeit von ihrer Querschnitts- und Materialwahl in notwendigem oder zweckmäßigem Anteil an der Übertragung von Druckkräften im Primärschalentragwerk beteiligt werden können. In Sonderfällen können diese Stäbe, wenn deren Querschnitt durchgängig oder teilweise über die Höhe des Primärschalentragwerks hinaus vergrößert und mit dem benachbarten, anschließenden Stab verbunden wird, zur Verstärkung der Zugkraftableitung in Sekundärschalenebene herangezogen werden.

Im Normalfall liegt das unterste, also das Gründungsprimärschalentragwerk von Gebäuden größtenteils oder vollständig unterhalb der Geländeoberfläche. Dort werden die unteren Sekundärschalenelemente wegen des Kontakts mit dem Baugrund und der großen Flächenbeanspruchung aus robusten Materialien wie bewehrtem Beton hergestellt. Sie werden im Folgenden als Gründungssekundärschalenelemente 3 bezeichnet. Die Dicke wird entsprechend der Beanspruchung gewählt, die seitlichen Nuten 1.2 und die Quadratrohrstücke 1.6 und damit auch die Ausschnitte in den Ecken entfallen im Normalfall. Die Gründungssekundärschalenelemente 3 erhalten in jeder Ecke mindestens eine eingebaute und entsprechend verankerte Innengewindehülse 4, die nach oben offen ist und die zunächst zur temporären Befestigung von Montageösen genutzt wird. An den Rändern des Gründungsprimärschalentragwerks in Verlängerung der Gebäudeaußenwände nach unten werden L-förmige Sockelelemente 5 verwendet, die zweckmäßig aus demselben Material wie die Gründungssekundärschalenelemente 3 bestehen. Der horizontale Schenkel der Sockelelemente 5 vergrößert die Fläche der Gründung um die Dicke der tragenden Außenwände und erhält an seinen freien Ecken ebenfalls die zuvor beschriebenen Gewindehülsen 4. Der aufstehende, vertikale Schenkel bildet die seitliche, robuste Gebäudebegrenzung in Höhe des Gründungsprimärschalentragwerks, auf dem auch die Außenwandlasten aufliegen. Zur Verbindung benachbarter Sockelelemente 5 sollten ebenfalls Vorkehrungen wie z.B. Gewindehülsen zum

Aufschrauben von Verbindungslaschen getroffen werden. Es ist zweckmäßig, diese in die später beschriebenen Außenwandklammern 17 zu integrieren. In den Gebäudeecken sind die Ecksockelelemente 6 entsprechend anzupassen.

5 Im Unterschied zum Stand der Technik erhalten die Flächentragwerksmodule nicht mehr in jeder der vier, rechtwinklig zu den Sekundärschalenelementen verlaufenden Kanten, eigene Querstäbe, sondern es wird pro Knoten ein gemeinsamer Querstab 7 für alle anschließenden Flächentragwerksmodule eingebaut, der zumindest an seinen beiden Enden einen Hohlquerschnitt aufweist, in den die flächentragwerksmodulinnenseitig herausstehenden Quadratrohrstücke 1.6, die sich in den Ecken der Sekundärschalenelemente 1 befinden, gesteckt werden. Der Innenquerschnitt 10 der Querstabenden ergibt sich also aus der Anzahl der am Knoten anliegenden Flächentragwerksmodule und dem Querschnitt der verwendeten Quadratrohrstücke 1.6. Die Steckverbindung zwischen den überstehenden Quadratrohrstücken 1.6 in den Ecken der Sekundärschalenelemente 1 und den Querstäben 7 werden gesichert durch korrespondierende Bohrungen in den Seitenflächen der beteiligten Hohlprofile 1.6 und 7, in die Schrauben oder 15 gesicherte Bolzen 8 eingebaut werden. Diese sind ebenfalls in beiden Richtungen höhenversetzt einzubauen. Auf diese Weise können nicht nur die entstehenden Normalkräfte in den Querstäben 7 aufgenommen, sondern durch die Steckverbindung auch der kraftschlüssige, gegenseitige Anschluss benachbarter Flächentragwerksmodule für Beanspruchungen in den Ebenen der Sekundärschalenelemente 1 teilweise oder ganz realisiert werden. Die sich ergebenden 20 Steckverbindungen zwischen den überstehenden Quadratrohrstücken 1.6 und den aufgesteckten Querstäben 7 können mit unterschiedlich großem Spiel, also nicht passgenau hergestellt werden. Durch wechselseitigen Einbau von Zwischenplatten in Dicke des Verbindungsspiels mit ggf. erforderlichen Bohrungen oder Schlitzten für die Durchführung der Normalkraftelemente 1.3 wird die Verlängerung einer Sekundärschalenebene bei gleichzeitiger Verkürzung der anderen bewirkt. Damit 25 können Krümmungen des entstehenden Primärschalentragwerks z.B. zur Herstellung von Entwässerungsgefälle oder zum Ausgleich von lastinduzierten Durchbiegungen erzeugt werden. Im Bereich des Gründungsprimärschalentragwerks erhalten die Querstäbe überstehende Fußplatten mit Bohrungen, die mit den Innengewindehülsen 4 in den Gründungssekundärschalenelementen 3 korrespondieren. Die nun so bezeichneten Gründungsquerstäbe 9 werden auf den Knotenpunkten 30 der Gründungssekundärschalenelemente 3 aufgeschraubt, was gleichzeitig die Scheibenwirkung der Gründungsebene sicherstellt. Zum Ausgleich von eventuellen, herstellungsbedingten Höhenunterschieden in der Ebene der Gründungssekundärschalenelemente 3 oder zur nachträglichen Kompensation von lokalen Setzungsunterschieden können die Gründungsquerstäbe 9 durch Einbau von zusätzlichen Muttern unterhalb der überstehenden Fußplatten höhenverstellbar

und vertikal ausrichtbar montiert werden. Bei höheren Belastungen müssen dann die Fußplatten teilweise oder vollflächig unterfüttert werden.

Die Schubkräfte der Primärschalentragerwerke werden aufgenommen durch Diagonalstäbe 10, die kraft- und formschlüssig eingebaut werden und im hier beschriebenen Ausführungsbeispiel planmäßig nur Druckkräfte aufnehmen sollen. Die Diagonalstäbe 10 können aus unterschiedlichen Materialien bestehen, wobei Holz zumindest bei entsprechender Beanspruchung zweckmäßig erscheint. Zur effizienteren und klareren Lasteinleitung in die Diagonalstäbe 10 können zusätzliche Winkelprofilstücke 11 eingebaut werden, die mit durch die dann etwas verlängerten Verbindungsbolzen 8 befestigt werden. Die Diagonalstäbe 10 können auch im Nutzungszustand noch ein- oder ausgebaut werden, wobei dann in diesen Momenten die Diagonalstäbe 10 durch Spreizvorrichtungen oder gezielte Unterstützungen des Primärschalentragerwerks entlastet werden müssen.

In Fällen, in denen die Diagonalstäbe 10 störend wirken, z.B. wenn Container oder Minipflanzenfabriken gemäß dem Stand der Technik bewegt werden sollen, werden die Diagonalstäbe 10 durch zweiteilige Querkraftraahmen 12 ersetzt. Da für die Querkraftraahmen 12 der Abstand 2 zwischen den Sekundärschalenelementen 1 mit genutzt werden soll, müssen diese zweiteilig als oberer und unterer Teilrahmen ausgeführt werden, um ihre Ein- und Ausbaubarkeit jederzeit zu ermöglichen. Es wird vorgeschlagen, als Rahmenriegel 12.1 Winkelprofile zu verwenden, deren in Rahmenebene verlaufender Schenkel in den Abstand zwischen den Sekundärschalenelementen 2 ragt. Der Winkel umfasst die innere Kante des Flächenelements (1.1). An den Enden der Winkel sind rechtwinklig in Richtung der Querstäbe z.B. Rechteckrohre als Rahmenstiele 12.2 angeschweißt, die etwas kürzer sind als die halbe Querstablänge und an den Querstäben 7 angeschlossen werden. Diese Anschlüsse 13 können zweckmäßig als Schraubanschlüsse hergestellt werden, die ebenfalls in den beiden Hauptrichtungen höhenversetzt sind. In Abhängigkeit von der Beanspruchung können die Querkraftraahmen 12 bei nebeneinander liegenden Flächentragerwerksmodulen einmal, also nur an einem Modul oder zweimal, das heißt an beiden Modulen eingebaut werden. Die Querkraftraahmen 12 können so hergestellt werden, dass bei Einbau von zwei Rahmen an einer Modulgrenze zwischen den vertikalen Winkelschenkeln der Rahmenriegel 12.1 im Abstand 2 zwischen den Sekundärschalenelementen 1 noch Platz bleibt für einen dritten Rahmen 14, der aus Flachstäben hergestellt werden müsste und der zwischen den zuvor beschriebenen Querkraftraahmen 12 eingebaut und mit diesen durch einen seitlichen Anschluss 15 verbunden werden müsste. Die Gesamtsteifigkeit der Querkraftraahmen 12, 14 könnte so in drei oder mehr Stufen den tatsächlichen Beanspruchungen angepasst werden. Außerdem können die Querkraftraahmen 12 auch zur zusätzlichen Erhöhung der Kraftübertragung in Sekundärschalenebene herangezogen werden. Wenn kein oder nur ein Querkraftraahmen 12 eingebaut wird, ist der gesamte

oder verbleibende Abstand 2 zwischen den Sekundärschalenelementen 1 wie zuvor beschrieben mit Stäben 2.1 mit entsprechendem Querschnitt und aus geeignetem Material auszufüllen. Im Gründungsprimärschalentragswerk entfallen die unteren Teilrahmen der Querkraftrahmen 12 oder werden entsprechend angepasst.

- 5 Die tragenden Innenwände, Stützen und Schächte zur vertikalen Verbindung der Geschosse, deren Lage sich am Flächentragswerksmodulraster orientieren soll, werden gemäß Stand der Technik hergestellt, wobei die Schächte aus um 90° verdreht eingebauten und geometrisch angepassten Flächentragswerksmodulen bestehen können. Die Wände sind dabei scheibenartig bzw. als Fachwerke herzustellen und diese sowie die Schächte kraftschlüssig anzuschließen, wenn komplexe räumliche
- 10 Bauwerkstragsstrukturen hergestellt werden sollen. Die flächentragswerksmodulgroßen Schächte sind erforderlich, wenn z.B. Container oder Minipflanzenfabriken durch das gesamte Bauwerk, also auch vertikal bewegt werden sollen. Die Innenwände, Stützen und Schächte werden an die Decken aus Primärschalentragswerken angeschlossen durch Laschen oder Dorne, die in oder durch die
- 15 Quadratrohrstücke 1.6 in den Ecken der Sekundärschalenelemente 1 geführt und dann durch eventuell freie Bohrungen in den Quadratrohrstücken 1.6 in Höhe der Flächentragswerksmodulelemente 1 verschraubt werden oder in die Verbindung 8 zwischen
- 20 Quadratrohrstücken 1.6 und Querstäben 7 mit integriert werden, was aber nur einfach möglich ist, wenn die Normalkraftelemente 1.3 nicht oder nicht vollständig durch die Knotenbereiche hindurch geführt werden. Alternativ können auch Verbindungselemente wie z.B. Gewindestangen durch die
- 25 Quadratrohrstücke 1.6 und die Querstäbe 7 durch das gesamte Element geführt und auf der Gegenseite mit Platten verankert werden.

- Die Außenwandelemente 16 bestehen ebenfalls aus Fertigteilen, im beschriebenen Ausführungsbeispiel aus Holzrahmenbauelementen. Sie werden in ihrer Breite im Raster der Flächentragswerksmodulgröße hergestellt und mit Außenwandklammern 17, die jeweils ihre Ecken
- 25 umgreifen, befestigt. In den Gebäudeecken sind entsprechend ausgebildete Füllelemente mit quadratischem Querschnitt einzubauen. Die Außenwandklammern 17 erhalten an der wandabgewandten Seite vertikale Hohlprofile, deren Länge dem Überstand der Quadratrohrstücke
- 30 1.6 in den Ecken der Sekundärschalenelemente 1 entspricht, die in den jeweils freien Querschnitt der Querstäbe 7 oder Gründungsquerstäbe 9 gesteckt werden und diesen ausfüllen und damit die Verbindung zwischen den Flächentragswerksmodulen und den Außenwandelementen 16 herstellen. Die Sicherung entspricht der der Quadratrohrstücke 1.6 in den Querstäben 7. Die
- 35 Außenwandklammern 17 werden in einer Breite ausgeführt, die ausreicht um zwei benachbarte Außenwandelemente 16 sicher zu halten und auf der Gebäudeaußenseite durch vertikale Bohrungen, die mit z.B. Innengewindehülsen analog 4 in den Oberseiten der vertikalen Schenkel der
- 35 Sockelelemente 5 korrespondieren und durch deren Verschraubung die benachbarten

Sockelelemente auch oberseitig miteinander verbunden werden. In den Gebäudeecken werden  
 entsprechend modifizierte Eckaußenwandklammern 18 verwendet. Über die Höhe der oberhalb der  
 Geländeoberfläche liegenden Flächentragwerksmodule werden in Außenwandebene entsprechende  
 Wandelemente oder Wandrahmen mit zweckmäßigen Beplankungen, die als  
 5 Außenwandergänzungselemente 16.1 bezeichnet werden, eingebaut, die das Gebäude in diesen  
 Bereichen nach außen abschließen und die Außenwandlasten weiterleiten. Diese werden durch  
 Schraubanschlüsse durch freie Löcher in den Querstäben 7 oder durch Verschraubung mit den  
 Außenwandelementen 16 befestigt. In den Außenwandelementen 16 einschließlich der in dieser  
 Höhe befindlichen Außenwandklammern 17, 18 können verschließbare Löcher hergestellt werden,  
 10 durch die im Nutzungszustand bei sich ändernden Beanspruchungen ganz oder teilweise  
 durchgängige Normkraftelemente 1.3 aus- oder zusätzlich eingebaut und ggf. an den Enden  
 verankert werden können.

Die Montage der Gebäude kann sehr effizient und einfach mit dem nachstehend beschriebenen  
 Bauwerkshubverfahren durchgeführt werden. Dabei wird zunächst eine Gründungsebene aus  
 15 Gründungssekundärschalenelementen 3, Sockelelementen 5, Ecksockelelementen 6 und  
 Gründungsquerstäben 9 hergestellt. Nach Einbau der Diagonalstäbe 10 und / oder Querkraftraahmen  
 12 sowie von Installationen und anderen gewünschten Gegenständen und Vorrichtungen wird das  
 Primärschalentragwerk in Gründungsebene durch Aufstecken und Sichern der  
 Sekundärschalenelemente 1 von oben geschlossen. Danach wird eine nächste untere Lage von  
 20 Sekundärschalenelementen 1 ausgelegt, die Querstäbe 7 aufgesteckt und gesichert sowie alles  
 Gewünschte oder Notwendige installiert. Nach Einbau der notwendigen Diagonalstäbe 10 und / oder  
 Querkraftraahmen 12 und Aufstecken und Sichern der oberen Sekundärschalenelemente 1 kann ggf.  
 die Dachdämmung und -abdichtung hergestellt werden, da im besten Fall beim vollständigen  
 Bauwerkshubverfahren das so entstandene Primärschalentragwerk die Dachdecke bilden wird. In  
 25 diesem Primärschalentragwerk werden flächentragwerksmodulgroße Öffnungen in zweckmäßiger  
 Anzahl und Anordnung durch vorläufigen Entfall der Sekundärschalenelemente 1 freigelassen, in die  
 Hubgeräte oder -masten auf oder in das Gründungsprimärschalentragwerk gestellt werden. Mit den  
 Hubgeräten wird das gesamte Primärschalentragwerk bzw. bei zu großen Gebäudegrundflächen  
 zweckmäßige Abschnitte um eine Geschosshöhe zuzüglich eines Montagezuschlags nach oben  
 30 gehoben. Bei mehrgeschossigen Gebäuden wird nun auf der Gründungsebene in gleicher Weise ein  
 nächstes Primärschalentragwerk hergestellt und zwischen den beiden zuletzt hergestellten  
 Primärschalentragwerken alle Wände, Stützen, Schächte und eventuell schon Teile der Ausstattung  
 und Möblierung eingebaut. Danach wird das obere Primärschalentragwerk um den Montagezuschlag  
 nach unten gelassen und fixiert, um dessen Lastabtrag zu gewährleisten. Nun wird der gesamte  
 35 fertige Gebäudeteil oberhalb der Gründungsebene nach oben gehoben und der Vorgang wiederholt

bis die gewünschte Geschossanzahl erreicht oder die Hubgeräte ihre Tragfähigkeit ausgeschöpft haben. Natürlich kann das Verfahren bei hohen Gebäuden auch abschnittsweise angewandt werden, indem die Hubgeräte nach oben verlängert oder in höheren Ebenen neu aufgestellt werden, wobei dann eine temporäre Abstützung der Aufstellbereiche notwendig werden kann. Dabei kann ein Höhenabschnitt auch nur ein Geschoss sein. Die Huböffnungen werden so bald wie möglich durch Aufstecken und Fixieren der fehlenden Sekundärschalenelemente 1 geschlossen. Wenn z.B. Bestandsgebäude unabhängig überbaut werden sollen, kann das Bauwerkshubverfahren durch horizontales Bewegen des neben dem zu überbauenden Gebäude hergestellten, gehobenen Bauwerks oder Bauwerkssegments ergänzt werden. Natürlich können auch im Werk vormontierte und vorinstallierte Segmente von Primärschalentragwerken auf die Baustelle geliefert, dort zusammengesetzt und in das Bauwerkshubverfahren integriert werden. Das Gebäudehubverfahren kann leicht modifiziert auch zeitversetzt angewandt werden, wodurch es möglich wird, Bauwerksgeschosse auch in bestehende Gebäude dieser Art nachträglich in beliebigen Ebenen einzubauen oder zu entnehmen. Dazu müssen die Wand-Decken-Anschlüsse ober- oder unterseitig gelöst, der nach oben bewegbare Bauwerksteil angehoben und ein neues Geschoss eingefügt oder entnommen werden.

Alternativ können die beschriebenen Elemente der Flächentragwerksmodule auch einzeln oder in vormontierten Segmenten montiert und fixiert werden, wobei aber auch temporäre Abstützungen notwendig wären. Da die einzelnen Elemente zumindest teilweise sogar per Hand montierbar sind, könnte dies vor allem bei kleinen Gebäuden wie Einfamilienhäusern Anwendung finden und die Bauherren in die Lage versetzen, die Montage zum Teil selbst zu bewerkstelligen.

Zur Herstellung von Ingenieurbauwerken wie z.B. hoch belasteten Flächengründungen für Türme oder Windenergieanlagen, die nach deren verhältnismäßig kurzer Nutzungsdauer vollständig zerstörend rückgebaut werden müssen, können einige der zuvor beschriebenen Merkmale nach eventuell notwendiger, geringfügiger Modifikation neu kombiniert werden. So müssen dazu beide Sekundärschalenelemente 1 aus feuchtebeständigem und robustem Material wie bewehrtem Beton hergestellt und auf den Abstand 2 zwischen den Sekundärschalenelementen 1 verzichtet werden, wobei bei der unteren Ebene auch Gründungssekundärschalenelemente 3, bei denen ohnehin kein Abstand 2 entsteht, verwendet werden können. Statt der Nuten 1.2 in den Seitenflächen der Flächenelemente 1.1 werden hier entsprechende, durchgängige Löcher auch in den Gründungssekundärschalenelementen 3 vorgesehen, durch die nach der Teil- oder Gesamtmontage des Primärschalentragwerks die Normalkraftelemente 1.3, hier in Form von erforderlicher Zugbewehrung, die auch vorgespannt sein kann, gefädelt und in dafür vorgesehenen Vertiefungen gemäß Stand der Technik verankert werden. An zweckmäßigen Stellen können auch Vertiefungen in den modifizierten Sekundärschalenelementen 1, die jeweils von der Innenseite der

Sekundärschalenelemente 1 ausgehen und die durchgängigen Löcher zur Aufnahme der Normalkraftelemente 1.3 partiell freilegen, hergestellt werden. In diesen können Verbindungsmuffen oder Verankerungselemente 1.5 für Normalkraftelemente 1.3 eingebaut werden, wenn diese gestaffelt enden oder verlängert werden sollen. An den seitlichen Rändern der so verwendeten, modifizierten Sekundärschalenelemente 1 sollten Vertiefungen für Vergussfugen vorgesehen werden, um die Dichtigkeit des Bauwerks und den Korrosionsschutz bei Verwendung von Stahlbewehrung sicherzustellen. Den seitlichen Abschluss dieser Primärschalenträgerwerke bilden C-förmig modifizierte Sockelelemente 5 mit zusätzlichen oberen, horizontalen Schenkeln, die symmetrisch zu den unteren ausgebildet werden. In analoger Weise können so z.B. auch Brückenbauwerke hergestellt werden, die nach ihrer eventuell ebenerdigen Montage mit dem beschriebenen Bauwerkshubverfahren erforderlichenfalls in Verbindung mit horizontalen Fahrbewegungen und Drehungen um eine vertikale Achse an ihren Einbauort gebracht werden.

#### Bezugszeichenliste

15	1	Sekundärschalenelemente
	1.1	Flächenelemente
	1.2	Nuten in Flächenelementen
	1.3	Normalkraftelemente
	1.4	Aufweitungen der Nuten in den Flächenelementen
20	1.5	Verbindungsmuffen oder Verankerungselemente der Normalkraftelemente wie z.B. Muttern, Innengewindehülsen, Bewehrungsklemmmuffen, Keilverankerungen oder andere zweckmäßige Vorrichtungen
	1.6	Quadratrohrstücke
	1.7	Bohrungen in Quadratrohrstücken
25	2	Abstand zwischen Sekundärschalenelementen
	2.1	Ein- oder mehrteilige Stäbe zum reversiblen Einbau in die Abstände 2 zwischen den Sekundärschalenelementen 1
	3	Gründungssekundärschalenelemente
	4	Innengewindehülsen in Gründungssekundärschalenelementen und Sockelelementen
30	5	Sockelelemente
	6	Ecksockelelemente
	7	Querstab
	8	Bolzen- oder Schraubverbindung zwischen überstehenden Quadratrohrstücken 1.6 und Querstäben 7

- 9 Gründungsquerstäbe
- 10 Diagonalstäbe
- 11 Winkelprofilstücke
- 12 Zweiteiliger Querkraftrahmen
- 5 12.1 Rahmenriegel
- 12.2 Rahmenstiel
- 13 Anschlüsse zwischen Rahmen und Querstäben
- 14 Optionaler Flachstabrahmen
- 15 Seitliche Verbindung der einzelnen Rahmen
- 10 16 Außenwandelemente
- 16.1 Außenwandergänzungselemente
- 17 Außenwandklammern
- 18 Eckaußenwandklammern

15

20