

Bernd Heidenreich
Ragöser Mühle 10
16230 Chorin OT Sandkrug

Komplexe Bauwerkstragstrukturen und Verwendung dieser komplexen Bauwerkstragstrukturen

Die Erfindung betrifft eine Weiterentwicklung eines aus der PCT/EP2018/000066 bekannten, zweischaligen Flächentragwerksmoduls, bei dem aus einzelnen, zusammengesetzten Modulen zweischalige Flächentragwerke in Form von Primärschalentragwerken gebildet werden, die in der weiteren Beschreibung verkürzt als Primärschalentragwerke bezeichnet werden und die infolge der Weiterentwicklung zu komplexen Bauwerkstragstrukturen zusammengefügt werden können.

Aus der PCT/EP2018/000066 ist ein Flächentragwerksmodul bekannt, dass grundsätzlich aus zwei Sekundärschalen 1, Eckwinkeln 2 und den statisch notwendigen Diagonalen 3 besteht und mit dem nachhaltig - infolge der Wiederverwendbarkeit der Module - flexibel und mit hohem Vorfertigungsgrad Primärschalentragwerke mit lösbaren Verbindungen zusammengefügt werden können, die neben ihrer statischen Funktion auch zur temporären oder ständigen, mobilen Aufbewahrung von Möbeln, Ausrüstungen oder Staucontainern nutzbar sind.

Heute mehr und mehr auftretende Probleme beim Neubau von Gebäuden werden verursacht durch schlechte, uneinheitliche Baugrundverhältnisse, steigende Meer- oder Grundwasserspiegel und Erdbeben.

Die bisher üblichen Bauverfahren und Bauumsetzungen realisieren nachteiligerweise die erforderlichen Eigenschaften von Bauwerken, welche durch die vorstehend benannten Anforderungen gestellt werden, nicht oder nur unzureichend.

Aufgabe der erfindungsgemäßen Lösung ist es deshalb, eine Lösung dieser Probleme vorzuschlagen, welche die Nachteile des bekannten Standes der Technik behebt, sowie die Anwendungsgrenzen üblicher Tragstrukturen erweitert.

Diese Aufgabe wird gelöst durch die erfindungsgemäßen komplexen Bauwerkstragstrukturen und Verwendung dieser komplexen Bauwerkstragstrukturen, welche es durch ihre extrem hohe Gesamtstabilität und lokale Steifigkeit sowie - vor allem bei entsprechender Materialwahl - ihr sehr geringes Gewicht ermöglicht, einen Beitrag zur Lösung der aktuellen Probleme wie schlechte, uneinheitliche Baugrundverhältnisse, steigende Meer- oder Grundwasserspiegel und Erdbeben zu leisten sowie die derzeitigen Anwendungsgrenzen üblicher Tragwerksstrukturen deutlich zu erweitern.

Die hier vorliegende erfinderische eigenständige Lösung beschreibt ein modifiziertes zweischalig ausgeführtes Flächentragwerksmodul, mit dem aus einzelnen zusammengesetzten Flächentragwerksmodulen dieser Art zweischalige Flächentragwerke in Form von

Primärschalentragwerken zu bilden sind, die wiederum zuzüglich eventuell ergänzender Bauteile wie ebene Fachwerke 9 zu komplexen Bauwerkstragstrukturen zusammengefügt werden. Dies soll anhand der Figuren 1 bis 3 näher erläutert werden.

Dabei zeigt

- Figur 1: Beispiel eines modifizierten Flächentragwerksmoduls mit Detail des Diagonalenanschlusses
- Figur 2: Ausschnitt aus einem ebenen Primärschalentragwerk mit Verbindungsplatten
- Figur 3: Ausschnitt aus einer räumlichen, komplexen Bauwerkstragstruktur mit Detail eines orthogonalen Modulanschlusses

Mit zweischalig ausgeführten Flächentragwerksmodulen, bestehend aus zwei Sekundärschalenelementen 1, die das Flächentragwerksmodul an zwei gegenüberliegenden Seiten begrenzen und statisch notwendigen Füllstäben, zu denen die Eckwinkel 2 und die Diagonalen 3 gehören, werden zweischalige Flächentragwerke in Form von Primärschalentragwerken mit zweiachsiger Fachwerktragwirkung und Scheibentragwirkung zusammengefügt. Durch Modifikation der Ausführung der Anschlusslösungen in den Ecken der Flächentragwerksmodule wird die Bildung komplexer Bauwerkstragstrukturen ermöglicht, die mit einfachen Mitteln ein räumliches Zusammenwirken unterschiedlicher Bauteile wie z.B. der Decken und Wände eines Gebäudes realisieren.

Als einfaches Beispiel kann genannt werden, dass übereinander liegende Geschossdecken als Primärschalentragwerke aus den bekannten Flächentragwerksmodulen gleichsam als Flansche von übergroßen Doppel-T-Trägern funktionieren, wobei Wände gebildet sind aus ebenen Fachwerken 9 oder ebenfalls aus Primärschalentragwerken oder deren Kombination die Aufgabe der Stege übernehmen.

Es sind also durch die Herstellung der komplexen Bauwerkstragstrukturen unregelmäßige Bauwerksstrukturen möglich, in denen alle Hauptbauteile unabhängig von ihrer Ausrichtung und Lage und auch über mehrere Geschosse, bei denen dies zweckmäßig ist, an der Ableitung der Lasten beteiligt werden und so eine hohe Effizienz der Tragstruktur entsteht. Damit sind ohne zusätzlichen Aufwand sehr große freie Stützweiten ausführbar. Daraus ergeben sich Möglichkeiten, die mit herkömmlichen Bauweisen und -verfahren nur mit sehr großem Aufwand realisierbar wären. Dazu gehört z.B. das vollständige Überbauen von vorhandenen Gebäuden ohne deren Nutzung einzuschränken oder zu unterbrechen. Ebenso ist es denkbar, Straßen oder kleine Täler zu überbauen oder Gebäude aufzuständern, um die Bereiche unterhalb der Gebäude anderweitig zu nutzen. Für die in Ballungsräumen oft gewünschte Verdichtung der Bausubstanz ist eine perfekte Möglichkeit geschaffen.

Außerdem könnte bei Gebäuden mit Decken aus Primärschalentragwerken und gleichzeitiger, zumindest teilweiser Verwendung dieser Primärschalentragwerke als Wände in zweckmäßigen Dicken einfach die Möglichkeit geschaffen werden, Installations- oder Verwahräume im gesamten

Gebäude zu schaffen und miteinander zu verbinden und Verwehrcontainer auch zum Transport von Dingen oder Personen durch das gesamte Gebäude und später darüber hinaus zu nutzen. Dazu müssen die Container auch orthogonal durch die zweischaligen Primärschalentragwerke bewegt werden. Für die Zugänglichkeit mehrerer Ebenen sind dann teilweise die Sekundärschalen durch umlaufende Rahmen 4 zu ersetzen.

Die zweischalig ausgeführten Flächentragwerksmodule werden modifiziert, indem an den Modulecken die Anschlüsse an benachbarte Module nicht nur in beiden schalenparallelen Richtungen, sondern auch in dazu orthogonaler Richtung hergestellt werden. Dies wird dadurch realisiert, dass an den Außenseiten der Verbindungstaschen die nach Stand der Technik verwendeten Flachstäbe durch Winkelprofile ersetzt werden, deren zusätzlicher Schenkel jeweils an der Modulaußenseite schalenparallel angeordnet ist.

Mit entsprechenden Bohrungen in den bei z.B. Deckennutzung horizontal liegenden Winkelschenkeln können dann ebene Fachwerke 9, die ebenfalls aus gleichartigen, vorgefertigten Elementen bestehen oder Primärschalentragwerke aus zweischalig ausgeführten Flächentragwerksmodulen einfach und lösbar angeschlossen werden.

Ebenso kann auch die Übertragung der Längskräfte in den Sekundärschalenebenen sowie der Querkräfte durch parallel zu und außerhalb der Sekundärschalen in den Knoten der Tragstruktur aufliegende Verbindungsplatten 5 zweckmäßiger Form und Größe und mit korrespondierenden Bohrungen 5.1 mit Schrauben einschließlich Scheiben und Muttern 5.2 erfolgen, wodurch die Montage der Tragstrukturen deutlich vereinfacht wird.

Anzahl und Anordnung der Schrauben 5.2 können dabei variieren. Im einfachsten Fall reicht eine Schraube 5.2 pro Modulecke aus. In den Zeichnungen sind drei Schrauben 5.2 pro Modulecke dargestellt, wobei die beiden randnahen Schrauben auch mit den später beschriebenen, zusätzlichen Bohrungen 6 in den Eckwinkeln 2 korrespondieren können. Bei Nutzung derartiger Verbindungsplatten 5 und separatem Anschluss der Diagonalen 3, wodurch die Montage noch weiter vereinfacht wird, kann auch auf die Verbindungstaschen oder Verbindungslaschen, welche noch der Stand der Technik vorschlägt, verzichtet werden.

Die hier zugehörigen Figuren 1 bis 3 beziehen sich auf diese exemplarische Anschlusslösung in den Modulecken. Die Verbindung zwischen orthogonal angeordneten Modulen wird durch entsprechend ergänzte Verbindungsplatten 5.3 realisiert.

Beschrieben und dargestellt werden hier nur Möglichkeiten von Anschlusslösungen.

In Abhängigkeit von den jetzt gewählten oder später neu entwickelten Materialien für die Module können andere Anschlussdetailösungen zweckmäßig sein. Die erforderlichen Diagonalen werden separat mit Hilfe von kurzen Zylinderstiften 7 an den Enden der Eckwinkel 2 kurz vor der jeweiligen inneren Oberfläche der Sekundärschalen 1 befestigt.

Zur Fixierung der Diagonalen 3, die mit ihren Bohrungen über die Zylinderstifte 7 geschoben werden, kann eine Mutter auf einem Teilgewinde (nicht dargestellt) oder ein Splint 7.1 in entsprechender Bohrung genutzt werden.

Bei dieser Art der separaten Befestigung kann die Diagonale 3 im Bedarfsfall auch sehr einfach durch einen geschlossenen Rahmen ersetzt werden, wenn die Diagonalen 3 besondere Nutzungen behindern. Zur einfachen, ggf. erforderlichen Verstärkung des Verbindungsplattenanschlusses zur Übertragung der Längskräfte in Sekundärschalenebene sowie der Querkräfte erscheint es zweckmäßig, in den senkrecht zur Schalenebene verlaufenden Eckwinkeln 2 in unmittelbarer Nähe der beiden Enden und so weit wie nötig jeweils in Richtung der Stabmitte versetzt, neben den Diagonalenanschlüssen 7, 7.1 zusätzliche Bohrungen 6 vorzusehen.

Diese Bohrungen 6 können, wie zuvor erwähnt, auch zum orthogonalen Decke - Wand - Anschluss ganz oder zusätzlich genutzt werden, wenn in der Sekundärschale 1 des orthogonal anzuschließenden Moduls entsprechende Bohrungen 5.1 vorgesehen sind oder zusätzlich ausgeführt werden.

Die Sekundärschalen 1 können auch, um die Erhabenheit des Verbindungsplattenanschlusses (5, 5.1, 5.2) auszugleichen, im Bereich der Fläche der anschließenden Verbindungsplatten 5 um deren Dicke (zuzüglich der Schraubenköpfe oder Muttern, wenn keine Senkschrauben verwendet werden) dünner ausgeführt werden 8. Die dann ggf. verbleibenden Vertiefungen auf den Verbindungsplatten 5 im Bereich außerhalb der Schraubenköpfe oder Muttern werden mit zweckmäßigen Materialien verfüllt oder vergossen.

Da angestrebt wird, die Flächentragwerksmodule und die ergänzenden Bauteile in möglichst großer Anzahl jeweils identisch herzustellen, erscheint auch die Entwicklung von Montagerobotern einfach und vielversprechend.

Innerhalb der komplexen Bauwerkstragstrukturen ist auch die teilweise Verwendung von herkömmlichen Bauteilen wie Deckenplatten und Wandscheiben aus z.B. bewehrtem Beton möglich.

Des Weiteren wird vorgeschlagen, parallel zu den Sekundärschalen 1 und in deren Flächengröße eine jeweils zweite Plattenebene mit zweckmäßigem Abstand zur Sekundärschale 1 jeweils außen aufzuständern bzw. zu befestigen. Diese kann aus einer oder mehreren Teilplatten bestehen.

Diese zusätzlichen Platten sollten möglichst handverlegbar sein und auf oder an federnden Auflageklötzen oder Abhängern bzw. Distanzstücken verlegt oder befestigt werden. Dadurch würden sich zunächst die Schallschutzeigenschaften der Bauteile deutlich verbessern. Ebenfalls kann in Abhängigkeit vom gewählten Material auch die Feuerwiderstandsfähigkeit der Bauteile erhöht werden. Der sich ergebende Zwischenraum kann aber auch genutzt werden, um die Gebäude zu heizen oder zu kühlen indem dort warme oder kalte Luft zirkuliert. Alle einen Raum umgebenden Flächen können also, soweit sie aus den beschriebenen Flächentragwerksmodulen bestehen, zur Klimatisierung aktiviert werden, wobei Luft als Wärmeenergieträger deutlich einfachere, robustere, wirtschaftlichere und flexiblere Installationen ermöglicht als die bislang meist genutzten Flüssigkeiten.

Eine besondere Anwendung der erfindungsgemäßen komplexen Bauwerkstragstrukturen kann bei Gebäuden mit Decken aus Primärschalentragwerken nach PCT/EP2018/000066 und gleichzeitiger Verwendung der Primärschalentragwerke als Wände in zweckmäßigen Dicken sein, Container

neben der Nutzung zur Lagerung auch zum Transport von Dingen durch das gesamte Gebäude und später darüber hinaus zu verwenden.

Dazu werden diese Container auch vertikal durch die zweischaligen Wände bewegt. So können z.B. auch Güterzustellungen an Gebäudenutzer von der Straße oder von einem Drohnenlandeplatz auf dem Gebäudedach auf diesem Wege mehr oder weniger automatisiert in die Nutzungseinheit des Empfängers gelangen.

Bei entsprechender Größe dieser Container und damit einhergehender Vergrößerung des Abstandes zwischen den Sekundärschalen, die eventuell nur bereichsweise ausgeführt wird, können die Container auch ersetzt werden durch Kapseln zum Personentransport oder diese in sich aufnehmen. Die Personenkapseln sowie auch die Normalcontainer können dann zunächst innerhalb des Gebäudes bewegt werden und von dort zum Dach oder zu einer seitlichen Gebäudeöffnung um von einer Drohne oder einem anderen Flugobjekt aufgenommen und weiter transportiert zu werden. Alternativ können Container und Personenkapseln auch an zukünftig wahrscheinlich installierte, zentrale Transportsysteme, die unterirdisch, ebenerdig oder aufgeständert verlaufen können, an- oder eingekoppelt werden.

Die Bereiche zwischen den Sekundärschalen können in Bereichen von Gebäudeaußenwänden als Basis für Fassadenbegrünungen genutzt werden.

Eine weitere vorteilhafte Verwendung der erfindungsgemäßen Lösung ist darin zu sehen, dass die zusätzlichen, sekundärschalenparallelen Plattenebenen oder die Sekundärschalen 1 selbst außerdem für Reinigungsanlagen genutzt werden können. So kann z.B. Staub und Schmutz vom Fußboden bei Verwendung zweckmäßig perforierter Platten und spezieller, durchlässiger Textilbeläge in den Zwischenraum gesaugt und aus der Luft ausgefiltert werden.

Bei Hartböden könnten die bereichsweise zu erweiternden Fugen zwischen den zusätzlichen Platten oder den Sekundärschalen 1 genutzt werden zur Aufnahme von Sprühwischern und Ablaufrinnen.

Bei Inbetriebnahme der Anlage werden die Sprühwischer nach oben bewegt, aus integrierten Sprühdüsen wird Reinigungsflüssigkeit verteilt und mit den stabförmigen Wischern, die sich entweder um eine vertikale Achse drehen oder durch Linearantriebe über die Fläche der Platte bewegt werden, mit dem gelösten Schmutz und Staub in die Ablaufrinnen gewischt, die sich ebenfalls zwischen den Platten befinden.

Die Reinigungsflüssigkeit kann nach Filterung wiederverwendet werden. In Nassräumen kann die Reinigungsflüssigkeit auch aus separaten, verstellbaren Düsen, die sich in allen, den Raum umschließenden Flächen befinden können, verteilt werden.

Danach wird der gelöste Schmutz und Staub mit geeigneter, versprühter Flüssigkeit abgespült und von den Bodenwischern in die Ablaufrinnen befördert.

Die Trocknung des Inventars erfolgt durch Luft aus speziellen Düsen.

Die Bodenwischer sind dabei flexibel und mehrteilig ausgeführt, um auf dem Boden befindliche Hindernisse wie beispielsweise Möbel zu umgehen.

Eine weitere vorteilhafte Verwendung der erfindungsgemäßen Lösung besteht darin, dass die bereits beschriebenen Container ausgeführt werden als Pflanzbehälter und als Mini-Pflanzenfabriken zu nutzen sind.

Diese sind in zweckmäßiger Fläche und Wandhöhe ausgeführt, in denen sich Muttererde oder Pflanzsubstrat befindet und so Pflanzen angebaut werden können.

Die Belichtung erfolgt durch spezielle Lampen (z.B. LED), die Bewässerung kann manuell oder automatisch erfolgen. Diese Mini-Pflanzenfabriken werden vorzugsweise auf oder an Schienen in den Ebenen zwischen den Sekundärschalen der Flächentragwerksmodule bewegt, woraus sich auch ihre zweckmäßige Fläche ergibt. Der Zugang erfolgt durch Öffnungen in den Sekundärschalen durch die die Container direkt zugänglich sind oder in den Nutzraum gehoben, abgesenkt oder horizontal herausbewegt werden. Die Mini-Pflanzenfabriken zeichnen sich vor allem durch eine extrem hohe Produktivität und Ökologie aus. Die Pflanzen wachsen über das ganze Jahr mit geringem zusätzlichen Energieaufwand, sie nutzen Düngemittel und Wasser - anders als in der herkömmlichen Landwirtschaft - hochgradig aus und benötigen keine Schädlings- oder Unkrautvernichtungsmittel. Außerdem werden Gemüse und Früchte unmittelbar am Ort des Verbrauchs und vollkommen bedarfsgerecht erzeugt. Es erscheint auch denkbar und zweckmäßig, den Raum zwischen den Sekundärschalen für Aquarien, Terrarien oder zur Kleintierhaltung zu nutzen.

Bei den Mini-Pflanzenfabriken kann dann von einem zentralen Service- oder Bearbeitungsraum aus Aussaat, Anpflanzen und Pflege bewerkstelligt werden. Dem Verbraucher obliegt dann nur noch das Ernten.

Auch z.B. Lebensmittelmärkte könnten auf diese Weise ihre Decken-, Wand- und Bodenebenen nutzen.

Gebäude in der hier vorgeschlagenen Bauweise zeichnen sich im Vergleich zu herkömmlich hergestellten Gebäuden vor allem durch ihre extrem hohe Gesamtstabilität und lokale Steifigkeit sowie - vor allem bei entsprechender Materialwahl - ihr sehr geringes Eigengewicht aus.

Vorteilhafterweise kann die erfindungsgemäße Lösung dazu genutzt werden, um einen Beitrag zur Lösung der drei bereits genannten aktuellen Probleme wie schlechte, uneinheitliche Baugrundverhältnisse, steigende Meer- oder Grundwasserspiegel und Erdbeben zu leisten.

Dazu wird vorgeschlagen, den unteren Bereich des Gebäudes, also die Sohlfläche und die aufgehenden Wände von der Sohle bis in zweckmäßige Höhe z.B. durch eine äußere Beschichtung oder Verkleidung flüssigkeitsdicht auszuführen. In diesem Bereich können ggf. mehrere Primärschalen übereinander angeordnet und wie zuvor beschrieben z.B. zur Pflanzenproduktion genutzt werden. Im untersten Bereich befinden sich eine größere Anzahl unabhängig zu befüllender und zu entleerender Flüssigkeitstanks oder Luftkissen, die gleichmäßig über die Grundfläche verteilt werden. Das Gebäude wird nun in einem sehr stabilen, oben offenen, ebenfalls flüssigkeitsdichten Trog, dessen Innenflächen den jeweils korrespondierenden Außenflächen des Gebäudes zuzüglich eines zweckmäßigen Abstandes entsprechen, errichtet. Der Trog sollte auch

aus Flächentragwerksmodulen, beispielsweise wie in der PCT/EP2018/000066 beschrieben, hergestellt werden. Nach Errichtung des Gebäudes werden im Raum zwischen den Innenwänden des Trogs und den Außenwänden des Gebäudes z.B. flexible Flüssigkeits- oder Luftkissen, die ebenfalls unabhängig befüllt oder entleert werden können fixiert oder längenverstellbare, stabförmige Elemente eingebaut mit denen der Abstand zwischen Trogninnen- und Gebäudeaußenwand geregelt werden kann. Schließlich wird der Trog bis in zweckmäßige Höhe mit Wasser oder einer anderen geeigneten Flüssigkeit gefüllt bis das Gebäude schwimmt. Dabei wird die horizontale Lage des Gebäudes ständig überwacht und durch unterschiedliches Befüllen und Entleeren der im Gebäude befindlichen Flüssigkeitstanks oder Luftkissen sowie der seitlichen Flüssigkeits- oder Luftkissen bzw. der Längenverstellung der Stabelemente geregelt. Die Höhenlage des Gebäudes kann durch die beschriebenen Regelmechanismen sowie durch die Änderung des Flüssigkeitsstandes im Trog ebenfalls angepasst werden. Bei ungünstigen Baugrundverhältnissen können so Setzungen und Schiefstellungen infolge ungleichmäßiger Setzungen kompensiert werden.

Bei Erdbeben wird davon ausgegangen, dass infolge der Stabilität und der Massenträgheit des Gebäudes sowie der gleichzeitig sehr geringen und dabei regelbaren Gründungseinspannung der Energieeintrag in die Gebäudestruktur ausreichend gering ist, um Schäden zu vermeiden.

Ordnungszahlen:

- 1 Sekundärschalen
- 2 Eckwinkel
- 3 Diagonalen
- 4 Rahmen als Ersatz für Sekundärschalen
- 5 Verbindungsplatten mit Bohrungen 5.1, Schraubengarnituren 5.2 und Verbindungsplatten mit orthogonaler Ergänzung 5.3
- 6 Zusätzliche Bohrungen in den Eckwinkeln 2
- 7 Zylinderstifte für Diagonalen- oder Ersatzrahmenanschlüsse mit Splint 7.1
- 8 Bereiche mit geringerer Sekundärschalendicke
- 9 Ebene Fachwerke