

## Neuartige Turmbauweise für Windenergieanlagen

Erstmaliger Einsatz einer Halbfertigbauweise aus Doppelwandelementen für eine schnelle und kostengünstige Errichtung von hohen Türmen für Windkraftanlagen

Die Forderung nach einer Energiewende verlangt den Ausbau erneuerbarer Energien, wie der Windenergie. Da windstarke Standorte rarer werden, weichen die Erbauer von Windkraftanlagen vermehrt auf Schwachwindregionen aus. Damit Windenergieanlagen auch in diesen Gebieten akzeptable Energieförderleistungen erzielen, müssen sie als Turmbauwerke mit immer größeren Nabenhöhen errichtet werden.

Für Türme mit großen Nabenhöhen haben sich inzwischen hybride Bauweisen durchgesetzt, bei denen der untere Abschnitt aus vorgespannten vollwandigen Stahlbetonfertigteilen besteht und einen aufgesetzten Stahlabschnitt besitzt. Diese Bauweise hat sich aufgrund der relativ schnellen Montage und der daraus resultierenden Wirtschaftlichkeit am Markt etabliert. Jedoch weist sie bei gleichem Baustoffverbrauch einen geringeren Ermüdungswiderstand im Vergleich zu einer Ortbetonbauweise auf, was sich in wirtschaftlicher Hinsicht limitierend auf die Turmhöhe auswirkt.

### Zielsetzung

Die Forschungsgruppe rund um Prof. Johann Kollegger am Institut für Tragkonstruktionen der TU Wien hatte zum Ziel, die Vorteile moderner Betonbautechniken für Türme von Windkraftanlagen nutzbar zu machen. Das Bauverfahren sollte die Vorteile der Ortbetonbauweise, die sich durch ihren hohen Ermüdungswiderstand auszeichnet, mit den wirtschaftlichen Vorteilen der Fertigteilbauweise kombinieren, um Türme mit großen Nabenhöhen effizient errichten zu können. Das Ziel war ferner, handelsübliche Doppelwandelemente aus Beton zu nutzen, um ein sich verjüngendes Turmbauwerk herzustellen und dabei auf eine spezielle Vorspanntechnik ganz oder zumindest größtenteils verzichten zu können.

### Lösungsansatz

Das von den Forscherinnen und Forschern der TU Wien entwickelte Turmbauwerk besteht aus Ringsegmenten, die übereinander positioniert einen Turm



Zwei Turm-Segmente aus Doppelwandelementen

ergeben. Die Segmente werden auf einem Vormontageplatz der Baustelle aus Halbfertigteilen aus Stahlbeton (Doppelwänden) zusammengesetzt. Hierbei lässt sich die Geometrie der Doppelwände so wählen, dass der Transport kostengünstig erfolgen kann. Nach dem Platzieren jedes einzelnen Rings wird das darunterliegende Segment bis über die horizontale Fuge ausbetoniert und somit beide fest verbunden. Das Heben und das Verfüllen der Segmente erfolgt dabei in einer solch hohen Arbeitsgeschwindigkeit, dass es sich um einen kontinuierlichen Prozess handelt, bei dem ein bewehrter Füllbeton ohne Fugen entsteht.

### Ergebnisse

Das Potenzial der neuen Bauweise wurde zunächst rechnerisch nachgewiesen: Bei der angestrebten Bauhöhe kann mit geringerer Betongüte – und damit zu geringeren Kosten – derselbe Ermüdungswiderstand im Turm erreicht werden wie bei bisherigen Vollfertigteilbauweisen. Anhand eines Prototyps wurde demonstriert, dass die Halbfertigteilbauweise

praktisch gut durchführbar ist und die strukturelle sowie die mechanische Qualität einer Ortbetonbauweise nahezu erreicht wird. Der Prototyp besteht aus sechs Segmenten, die zusammengesetzt einen ca. 16 m hohen Turm ergeben. Das oberste Segment weist eine Höhe von 6 m auf. Der Turm ist im Grundriss neuneckig und hat an der Basis einen Außendurchmesser von ca. 4,1 m. Die Wände besitzen eine Neigung von 1 Grad und verjüngen sich somit nach oben hin. Diese Geometrie entspricht dem obersten Teil des Betonabschnitts eines hybriden Turms für eine Windkraftanlage mit einer Nabenhöhe von 140 m. Der Prototyp ergab eine positive Evaluierung dieses Bauverfahrens für große Segmenthöhen (bis 13 m) bei einer Verfüllung der Segmente durch das kontinuierliche Einpressen von selbstverdichtendem Beton.



Prototyp – errichtet mit dem neuen Bauverfahren

Die Errichtung des Prototyps zeigte, dass mithilfe der Halbfertigbauweise Turmbauwerke aus handelsüblichen und preiswerten Doppelwänden errichtet werden können. Somit sind keine besonderen Produktionsstätten mit folglich langen Transportwegen der Fertigteile bis zum Errichtungsort erforderlich. Außerdem können durch die leichten Doppelwände größere Segmente gehoben werden, wodurch Horizontalfugen eingespart werden und die Turmerrichtung insgesamt beschleunigt wird.



Rendering eines polygonalen Modellturms

## Vorteile

- Die neuartige Turmbauweise ist eine insgesamt wirtschaftliche Variante für Windenergieanlagen mit einer Nabenhöhe ab 100 m
- Effiziente Bauweise auch für windschwache Regionen und schwer zugängliche Errichtungsorte (z.B. im alpinen Gelände)
- Die Fertigteile sind leicht auf mögliche Transportbeschränkungen, wie Brückendurchfahrtshöhen, anpassbar
- Der Einsatz von Halbfertigteilen (Doppelwänden) ermöglicht schnelle Baufortschritte sowie eine kurze Bauzeit und führt zu einer hohen Tragfähigkeit
- Die leichten Doppelwände senken die Transport- und Errichtungskosten
- Das Betonieren und Bewehren der Segmente vor Ort führt zu einer materialsparenden Bauweise.
- Variable Geometrien durch beliebige polygonale Grundrisse und veränderliche Turmwandneigungen
- Hohe Beständigkeit gegenüber Schwingungsbelastung und Umwelteinflüssen

## Kontakt

O.Univ.-Prof. Dr.-Ing. Johann Kollegger  
 TU Wien – Institut für Tragkonstruktionen /  
 Betonbau  
[www.betonbau.tuwien.ac.at](http://www.betonbau.tuwien.ac.at)  
 +43 1 58801 - 21201  
[betonbau@tuwien.ac.at](mailto:betonbau@tuwien.ac.at)