

Machbarkeitsuntersuchung von Tagbautunnel in Holzbauweise

Studiengang : Bachelor of Science in Holztechnik | Vertiefung : Timber Structures and Technology
Betreuer : Prof. Dr. Steffen Franke, Prof. Christoph Renfer

Der Klimawandel ist eines der wichtigsten Themen, welches uns global beschäftigt. Ziel ist, den Ausstoss von Treibhausgasen zu senken. Mit dem Werkstoff Holz besteht die Möglichkeit, CO₂ über mehrere Jahrzehnte in Bauwerken zu speichern. Anhand dieser Machbarkeitsuntersuchung wurde aufgezeigt, ob und wie ein Tagbautunnel in Holzbauweise seinen Beitrag zur Dekarbonisierung beitragen kann.

Einführung

Es ist bekannt, dass der Ausstoss von Treibhausgasen den Klimawandel zusätzlich antreiben und beschleunigen wird. Nach dem Bericht des UN-Umweltprogramms „2021 Global Status Report for Buildings and Construction“ ist der Bau- und Gebäudewirtschaftssektor mit 37% des weltweiten CO₂-Ausstosses der grösste CO₂-Emittent weltweit. Mit dem Baustoff Holz besteht die Möglichkeit, grosse Mengen an CO₂ über lange Zeit zu speichern und damit den Ausstoss im Bausektor zu reduzieren. Mit der Motion „Möglichkeiten zur Dekarbonisierung des Infrastrukturbaus: Forschungs- und Umsetzungsstrategie“, welche dem Parlament vorgelegt wurde, soll der Weg für mehr Holz im Infrastrukturbau freigelegt werden. Eine daraus entwickelte Strategie zur Dekarbonisierung zeigt auf, wo der Infrastrukturbau bis 2050 CO₂-neutral werden kann und welche Schritte dazu notwendig sind. Die dazugehörige Potenzialabschätzung hat ergeben, dass die grössten CO₂-Einsparpotenziale im Bereich der Brücken in und quer zur Achse sowie bei den Tagbautunneln liegen. Bereits heute wird Holz im Infrastrukturbau eingesetzt, beispielsweise bei Wildtierbrücken oder Lärmschutzwänden.

Machbarkeitsuntersuchung

Eine Vorstudie zur Formfindung zeigt auf, dass es bei einem Holztragwerk essenziell ist, die Tunnelquerschnittsform auf die Lasteinwirkung anzupassen. Ziel war es, eine Tunnelquerschnittsform zu finden, bei welcher der Moment- und Querkraftverlauf möglichst gering ausfällt. Aus den Erkenntnissen der Vorstudie ist die ideale Tunnelquerschnittsform eine ellipsenähnliche Form. Zur Berechnung dieser Form wird eine Kettenlinie in umgekehrter Lasteinwirkungsrichtung belastet. In einem iterativen Verfahren wird so die Form ermittelt. Als Lasteinwirkung wird eine durchschnittliche und symmetrische Belastung angenommen.

In einem zweiten Teil der Arbeit wurden drei Tragwerksvarianten à je zwei statischen Systemen untersucht. Für die Ermittlung eines geeigneten Tragwerks sind eingangs grundsätzliche Überlegungen angestellt worden. Neben der Frage, welche Tragwerkstypen denkbar sind, wurden auch Themen wie Brand, Transport, Produktion und Anschlüsse diskutiert. Daraus ergab sich, dass das Tragwerk aufgrund der Produktion und des Transports aus mehreren Teilen bestehen muss. Zwei statische Systeme sind dazu geeignet. Einerseits ein Zweigelenkbogen, welcher aus drei Teilen mit biegesteifen Stössen besteht und andererseits ein Dreigelenkbogen, welcher aus zwei Teilen mit gelenkigem Stoss besteht. Kombiniert mit den Tragwerkstypen resultieren daraus sechs verschiedene Tragwerksvarianten, welche zu analysieren, zu bemessen und schlussendlich zu vergleichen waren. Der Vergleich der verschiedenen Tragwerke zeigte, dass alle Varianten machbar sind, jedoch jede Variante Vor- und Nachteile aufweist. Die wirtschaftliche Betrachtung zeigt, dass die Vorteile der Tragwerksvariante „Flächentragwerk mit Brettsperrholz als Dreigelenkbogen ausgeführt“ den anderen Varianten leicht überlegen ist.



Phil Fehse

Diskussion

Mit den Erkenntnissen der Machbarkeitsuntersuchung erfolgt eine Potenzialabschätzung. Dieser Schätzung zufolge können jährlich 8'100 m³ Holz in Tagbautunneln in der Schweiz verbaut werden und dementsprechend gleich gross ist das Einsparpotential bei Beton. Ausgehend davon, dass 1 m³ Bauholz ca. 1 Tonne CO₂-Äquivalente speichert, liegt die jährliche Speicherung der CO₂-Äquivalente in Tagbautunneln in Holzbauweise bei ca. 8'100 Tonnen. Damit weisen Tagbautunnel in Holzbauweise ein grosses Speicherpotenzial auf und leisten einen wichtigen Beitrag zur Senkung des Treibhausausstosses im Infrastrukturbau.