

TBRC

AHB NE Award, BFH-AHB, 13.12.2023
Shay Assaf, Fabian Schlatter

Erdbeben sind schwer vorhersehbare und weltweit vorkommende Naturereignisse. Sie bedrohen nicht nur das Leben von einzelnen Menschen, sondern können auch verheerende Auswirkungen auf Infrastruktur, Umwelt und die Gesellschaft haben. Bei dem Versuch diesem Schadenspotenzial entgegenzutreten, spielt erdbebengerechtes Bauen eine entscheidende Rolle.

Einleitung

Buckling-restrained braces (BRB) sind Systeme, die in Regionen hoher seismischer Aktivitäten bereits seit einigen Jahrzehnten zur Aussteifung von Tragwerken verwendet werden. Das hochduktile Verhalten und das Vermögen zur Dissipation von Energie sind die ausschlaggebenden Eigenschaften, die Hochbauten im Falle eines Erdbebens vor grösserer Zerstörung schützen. Heutzutage eingesetzte Systeme bestehen aus einem duktilen Metallkern, der mit einem Betonmantel umgeben ist. Letzterer dient der Stabilität, indem das Ausknicken des Stahlkerns unter Druckbelastung verhindert wird. An verschiedenen Forschungsinstituten bestehen indes Bestrebungen, den Betonanteil dieser Bauteile mit Holz oder Holzwerkstoffen (*timber buckling-restrained braces*, *TBRB*) zu ersetzen, um sie ästhetisch sowie im Hinblick auf Nachhaltigkeit in die Holzbauweise zu integrieren. Im Zentrum der beschriebenen Arbeit steht die Untersuchung eines TBRC, das in Holz-Stahl-Bauweise ausgeführt ist und als vertikale Stütze (*timber buckling-restrained column*, *TBRC*) in ein Gebäude eingebaut wird. Ziel der Studie war es, die Machbarkeit eines solchen Systems nachzuweisen und Umsetzungsmöglichkeiten auszuarbeiten. Der Hauptunterschied zu vergleichbaren Untersuchungen liegt dabei in der vertikalen Einbaulage und dem Verzicht auf metallene Verbindungsmittel.

Erdbebensicherheit und nachhaltige Entwicklung

Ein weiterer Bestandteil der Arbeit war auch die Untersuchung des Zusammenhangs zwischen nachhaltiger Entwicklung und dem Forschungsthema. Der Einsatz spezieller Konstruktionen, wie TBRC, macht Gebäude widerstandsfähiger gegen Erdbeben. Dies erhöht die Sicherheit der Benutzer und verringert die Wahrscheinlichkeit von kritischen Schäden. Durch die Verhinderung von Einstürzen oder dem Verlust der Gebrauchstauglichkeit bei Erdbeben werden auch Ressourcen eingespart, die für den Wiederaufbau und die Reparatur von Gebäuden benötigt würden.

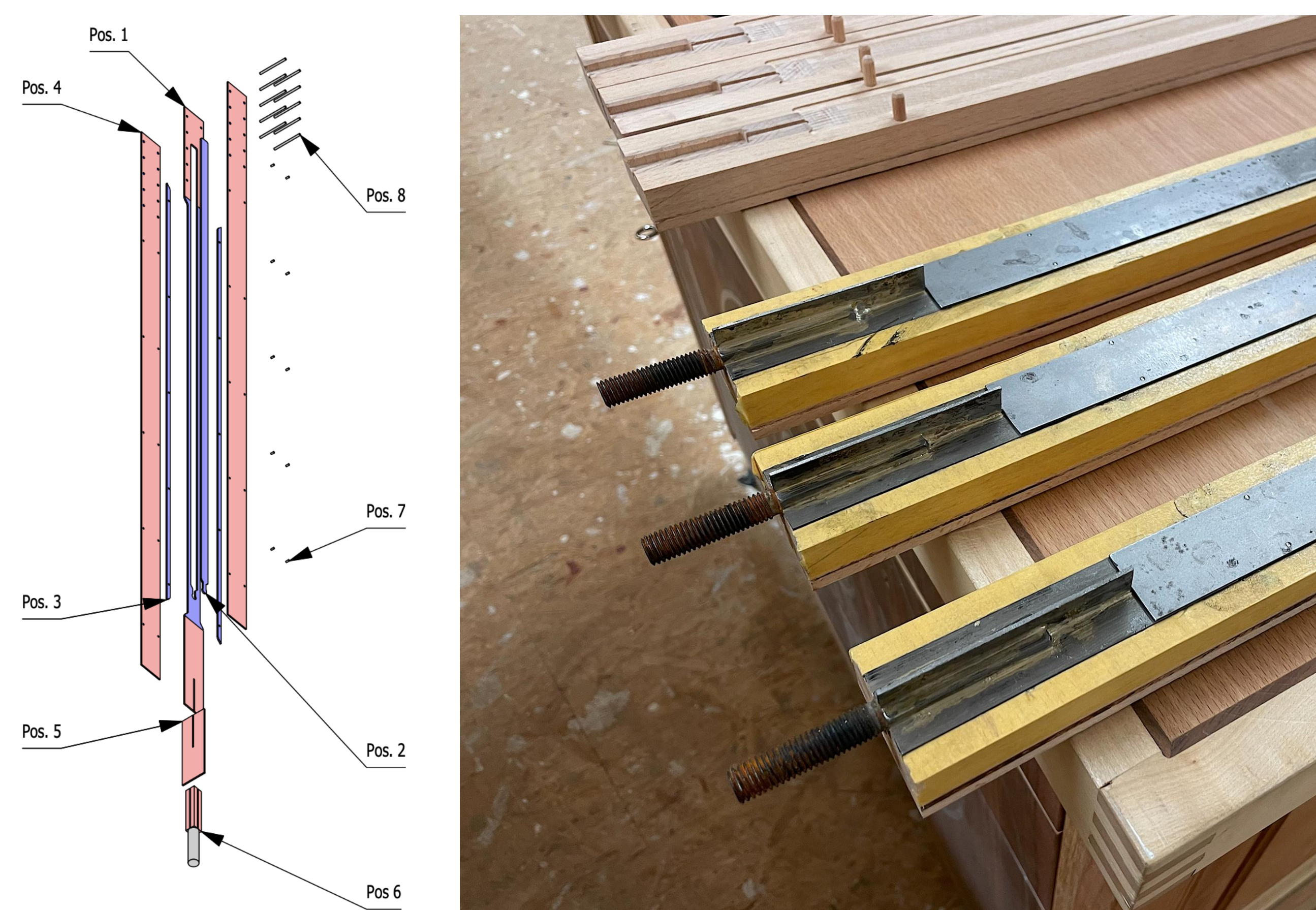


Abbildung 1 & 2: (Links) Explosionszeichnung des duktilen Stahlkerns der letzten Testserie (1: Duktiler Kernteil, 2: Mitlaufende Abstützung, 3: Seitliche Abstützung, 4: Mantel, 5: Endverstärkung, 6: Montagebolzen mit Gewinde, 7 & 8: Stabdübel). (Rechts) Stahlkerne beim Einbau in den Holzmantel aus Buche (*fagus sylvatica*).

Somit trägt erdbebengerechtes Bauen zu einer nachhaltigeren Gestaltung von Gemeinden und Städten bei (SDG 11) und wirkt indirekt als Massnahme für den Klimaschutz (SDG 13). Im Hinblick auf ressourcenschonendes Bauen ermöglicht der Einsatz energiedissipativer, duktiler Bauteile ausserdem eine kleinere Dimensionierung der spröden Bauteile nach Kapazitätskriterien. Der Ressourcenverbrauch mehrgeschossiger Gebäude kann dadurch reduziert werden. Durch die Integration von Systemen wie BRB wird der ökologische Fussabdruck also kleiner und ein Beitrag zur Einhaltung von Klimazielen geleistet. Das Ersetzen des Betonanteils herkömmlicher BRB durch einen Mantel aus Holz (hier *fagus sylvatica*), wirkt sich dank des während des Baumwachstums eingespeicherten CO₂ zusätzlich positiv aus (SDG 13).

Nicht zuletzt trägt erdbebengerechtes Bauen auch zur Erreichung des SDG 9, «Industrie, Innovation und Infrastruktur», bei. Das Bedürfnis nach fortschrittlichen Bautechnologien und Systemen zur Erdbebenvorsorge treibt Forschung und Entwicklung in diesem Bereich an. Nebst sozialer und ökologischer wird hier also auch die wirtschaftliche Nachhaltigkeit gefördert.

Ergebnisse

Im Rahmen der Arbeit konnte die Machbarkeit von TBRC in Holz-Stahl-Bauweise nachgewiesen werden. Es ist zudem gelungen die kritischen Elemente zu benennen und Verbesserungsvorschläge für zukünftige Versuche zu formulieren. Diese konnten im Nachgang zur Semesterarbeit in die Realität umgesetzt werden (vgl. Abbildungen 1 bis 4). Das Ergebnis war ein System, das sich sowohl bei Prüfungen als Einzelbauteil als auch als Verankerung, eingebaut in ein Modellgebäude, bewährt hat.

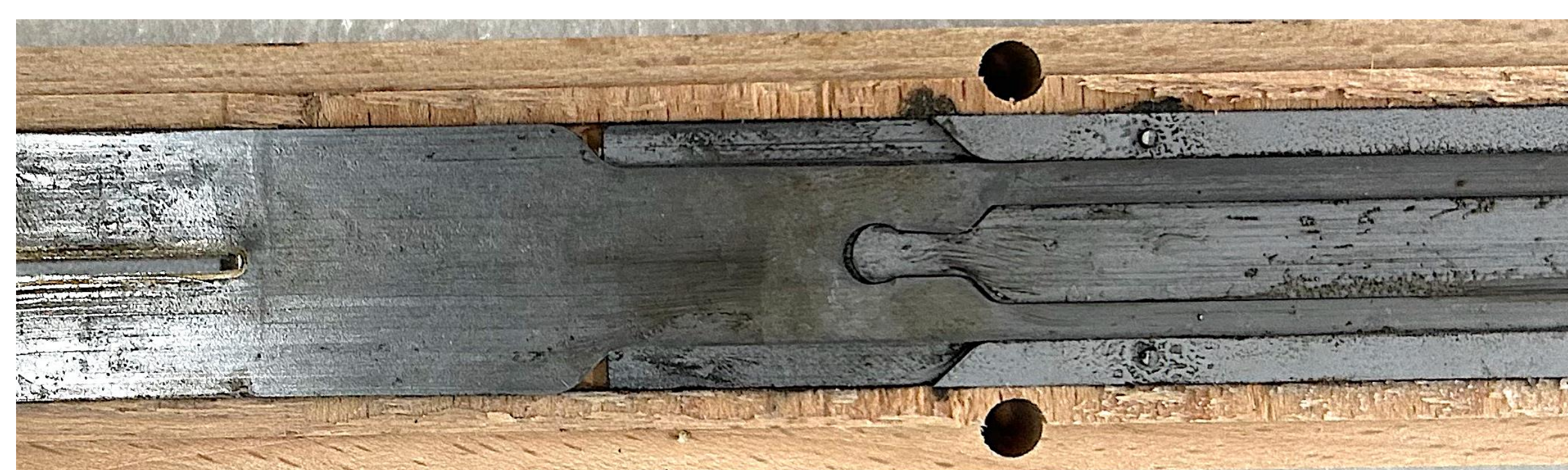


Abbildung 3: Die TBRC wurden zyklisch, auf Zug und Druck, belastet. Die Abbildung zeigt den Systemzustand nach Versagen unter Zugbelastung. Das Ausmass der Dehnung des Stahlkerns (Mitte) und die Verjüngung der Querschnitte ist deutlich zu erkennen (rechts). Zur Verringerung des Reibungswiderstand wurden die Stahlteile gefettet.



Abbildung 4: Systemzustand nach Versagen auf Zug und erneuter Druckbelastung. Der zuvor gedehnte Stahlkern nimmt bei erneutem Zusammendrücken eine typische Wellenform (Knickform) an. Das Ausknicken wird dabei durch die umliegenden Stahl- und Holzteile verhindert.

