

Master-Thesis Engineering, Fachgebiet Civil Engineering and Building Technology

Integrale Planung eines modularen Konstruktionssystems für Wohnhochhäuser in Holzbauweise

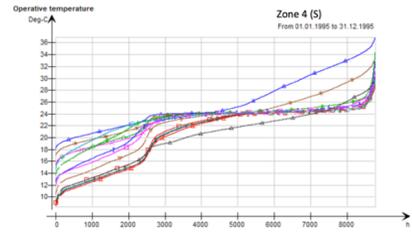


Abbildung 25: Kumulative Verteilungen der operativen Temperaturen des Referenzfalls und 13 weiterer Fälle, die sich auf Variationen der Verglasung und der Beschattungsvorrichtungen sowie der Kontroll- und Nachtlüftung für die Zonen 2, 3 und 4 beziehen.

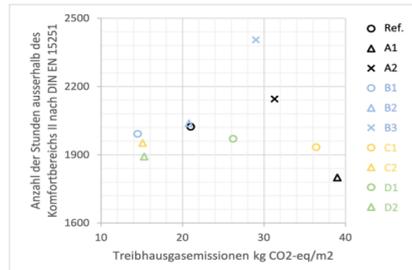


Abbildung 18: Anzahl der Stunden ausserhalb des Komfortbereichs II nach DIN EN 15251 in Abhängigkeit von der grauen Energie, ausgedrückt in Treibhausgasemissionen, für 9 Varianten des Brettstapel-Geschossdeckensystems

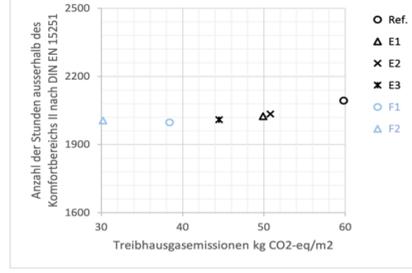


Abbildung 17: Anzahl der Stunden ausserhalb des Komfortbereichs II nach DIN EN 15251 in Abhängigkeit von der grauen Energie, ausgedrückt in Treibhausgasemissionen, für 5 Varianten des Ständerkonstruktion-Wohntraumwandensystems

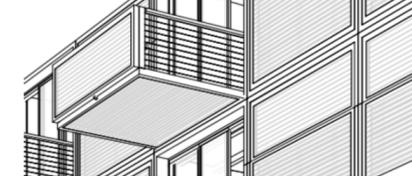


Abbildung 34: Wintermodus Doppelfassadensystem

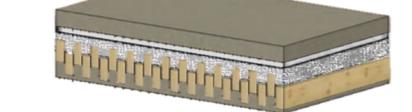


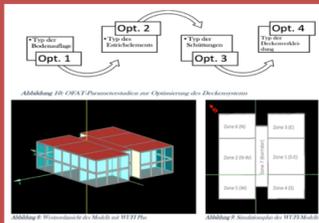
Abbildung 23: Entwickeltes Brettstapel Holz mit Formschluss zur Verbindung des Lehmdeckenbekleidung, über den die Schüttungen aus Sand, Kies und Splitt, Trittschalldämmung und Lehmstrich gelegt werden.

Problemstellung

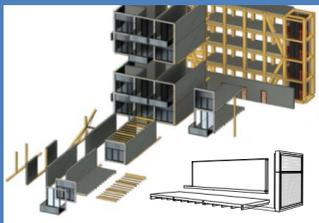
Die heute vorherrschenden Bauverfahren, Bauweisen, und Baustoffen führen zu hohen Entwicklungskosten, einem extrem niedrigen Produktivitätsniveau und nicht zuletzt zu massiven Umweltkosten. In Verbindung mit vielen anderen Faktoren, vor allem der Knappheit an Grundstücken in den Städten für den Wohnungsbau, ist der Immobiliensektor nicht in der Lage, die Weltbevölkerung mit angemessenem und ausreichendem Wohnraum zu versorgen.

Daher ist es dringend erforderlich, nachhaltigere, kosten- und zeiteffizientere Bausysteme und -technologien zu entwickeln, um den aktuellen und zukünftigen Wohnbedarf zu befriedigen, ohne die Umwelt oder die Menschheit zu beeinträchtigen.

02 Optimierung der graue Energie des Konstruktionssystems



01 Entwicklung des Konstruktionssystems



04 Ökobilanzierung des Fallstudie Gebäudes

Lösungskonzept

Ein Konzept für ein nachhaltigeres, kosten- und zeiteffizientes Bausystem.

Die Studie untersuchte und quantifizierte das Potenzial von kohlenstoffarmen Baumaterialien und passiven Planungsstrategien zur Minimierung der Umweltauswirkungen von Gebäuden im Schweizer Mittelland und wandte die Erkenntnisse und Ergebnisse bei der Entwicklung eines neuen modularen Konstruktionssystems für Wohnhochhäuser in CO₂-neutraler Holzbauweise <Tre-Hus> an. Es wurde herausgefunden, dass durch eine Erhöhung der Belegungsrate und -dichte sowie durch eine dichte Doppelfassade und eine mechanische Lüftung mit Wärmerückgewinnung die operativen Raumtemperaturen im Winter innerhalb der Komfortkategorien gemäss den

03 Optimierung der Betriebsenergie des Fallstudie Gebäudes

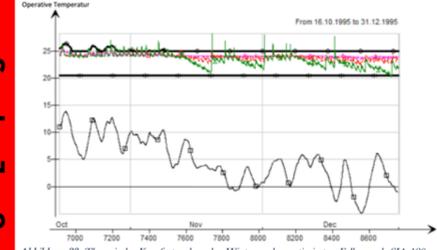
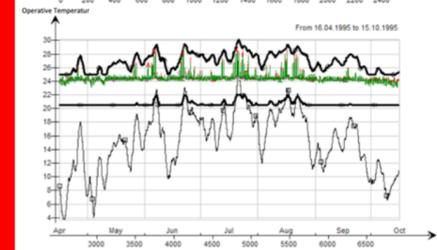
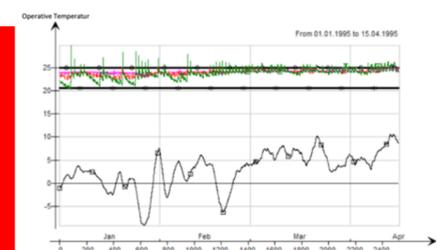


Abbildung 33: Thermische Komfortanalyse des Wintermodus optimierten Falles nach SIA 180 mit Darstellung der operativen Raumtemperaturen für die Zonen 2, 3 und 4 und des Gleitenden Mittels Aussentemperatur über 48 Stunden im Verhältnis zu den Oberen Grenzwerten SIA 180 bei passiver Kühlung und den Unteren Grenzwerten als Funktion der Zeit.



Abbildung 40: Jährliche detaillierte Betriebsenergie Umwelteinwirkungen für die modularen Gebäudestrukturen von Tre-Hus, CLT, Beton und Stahl.

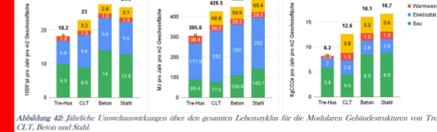
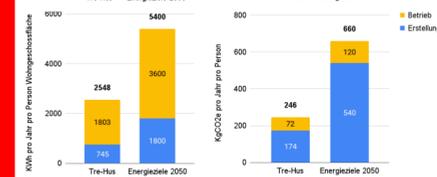
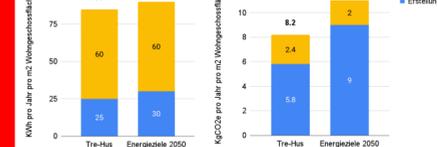


Abbildung 42: Jährliche Umwelteinwirkungen über den gesamten Lebenszyklus für die Modularen Gebäudestrukturen von Tre-Hus, CLT, Beton und Stahl.



Empfehlungen der SIA 180 und der EN 15251:2007 für Wohngebäude ohne Heiz- und Kühlsysteme gehalten werden können, während im Sommer die Verwendung von Lehmestrich und Lehmestrichprodukten als Bekleidung für die Innenflächen dazu beiträgt, eine ausreichende thermische Masse bereitzustellen und die inneren operativen Temperaturen zu regulieren. Es hat sich auch gezeigt, dass die Verwendung von unbearbeitetem Massivholz wie Brettstapel für die Gebäudestruktur eine wirksame Lösung zur drastischen Minimierung des CO₂-Fussabdrucks ohne negative Auswirkungen auf die bauphysikalischen Eigenschaften und die Brandsicherheit darstellt. Dank der Verwendung von Brettstapelholz und unter Berücksichtigung des im Holz gespeicherten Kohlendioxids kann das

Konstruktionssystem als kohlenstoffneutral bezeichnet werden. Es kann geschlossen werden, dass die Ergebnisse und das Endprodukt dieser Studie, das Tre-Hus System, erfolgreich eine Lösung für das globale Wohnungsproblem im Einklang mit wichtigen ökologischen, wirtschaftlichen und politischen Fragen wie dem Klimawandel, dem Mangel an Ressourcen und der wachsenden Bevölkerung bietet.

Ahmed Daralnakhla

Betreuer:
Prof. Dr. Heinrich Manz

Experten:
Dr. Karim Ghazi Wakili
Prof. Dr. Annika Seifert