



**Wolfurt, Lerchenstraße**

# Fazit, Zusammenfassung zum Projekt Lerchenstraße in Wolfurt

Stand 20.05.2020

## INHALTSVERZEICHNIS

1.	AUSGANGSLAGE/PROJEKTBECHREIBUNG .....	4
1.1.	Einleitung .....	4
1.2.	Kurze Projektbeschreibung generell .....	4
1.3.	Projektdate .....	4
1.4.	Was wurde untersucht (Teilprojekte)? .....	6
2.	KOSTENVERGLEICH HOLZ- HYBRIDBAU ZU MINERALISCHER BAUWEISE.....	6
2.1.	Vorarlberg.....	6
2.2.	Wien .....	6
2.3.	Fazit Kostenvergleich Holz-Hybridbauweise zu mineralischer Bauweise .....	7
3.	BAUZEIT .....	7
3.1.	Die Vorfertigung .....	8
3.2.	Die weitgehend trockene Bauweise.....	8
3.3.	Die Wetterunabhängigkeit .....	8
3.4.	Gleichstellung der Ausgangssituation .....	8
3.5.	Potenzial .....	9
3.6.	Fazit Bauzeit .....	9
4.	VERGLEICH WAND- UND DECKENAUFBAUTEN: .....	10
4.1.	Wohnnutzfläche im Massivbau .....	11
4.2.	Wohnnutzfläche im Holzbau .....	11
4.3.	Fazit Bauteilvergleiche.....	12
5.	STATIK.....	13
5.1.	Erläuterung anhand der Variante E+5 .....	14
6.	BRANDSCHUTZ .....	15
6.1.	Erkenntnisse aus dem Gespräch mit der Brandverhütungsstelle Vorarlberg.....	15
6.2.	Erkenntnisse aus dem Gespräch mit dem IBS Linz:.....	16
6.3.	Allgemeine Zusammenfassung zum Thema Brandschutz im Massivbau.....	17
6.4.	Fazit Thema Brandschutz .....	17
7.	VERKAUF.....	17

8.	ERKENNTNISSE ENERGIEINSTITUT HÜLLE UND CO <sub>2</sub> etc.	19
8.1.	Ausgangslage	19
8.2.	Aufgabenstellung	19
8.3.	Vorgehensweise	19
8.4.	Ergebnisse	20
8.5.	Globales Erwärmungspotenzial	20
8.6.	Nicht erneuerbare Primärenergie	21
8.7.	Oekoindex	21
8.8.	Fazit	22
9.	VERGLEICH QUALITÄT	22
10.	SCHALLSCHUTZ	24
10.1.	Wohnungstrennwände und Treppenhauswände	24
10.2.	Wohnungstrenndecken	24
10.3.	Außenwand	25
11.	VERGLEICH NACH ENERGIEAUSWEIS	25
11.1.	Fazit Qualität	26
12.	WEITERE PUNKTE, BESONDERHEITEN UND ERFAHRUNGEN ZUM PROJEKT LERCHENSTRAÙE IN WOLFURT	26
12.1.	PV und Mieterstrom	26
12.2.	Feuchteüberwachungssysteme	26
13.	ZUKUNFT/POTENZIAL ANHAND DER ERKENNTNISSE VOM PROJEKT LERCHENSTRAÙE	26

# 1. AUSGANGSLAGE/PROJEKTBE SCHREIBUNG

## 1.1. Einleitung

Die Rhomberg Gruppe beschäftigt sich bereits seit mehreren Jahren intensiv mit dem Thema Holzbau. Besonders der Bereich „Generalunternehmer Wohnbau“ arbeitet seit einigen Jahren intensiv daran, den Holz- bzw. Holzhybrid-Bau im mehrgeschossigen Wohnbau zu perfektionieren. Das Projekt Lerchenstraße Wolfurt gilt dabei als ein ganz besonderer Meilenstein im Bereich Holzbau.

## 1.2. Kurze Projektbeschreibung generell

Die Ausgangssituation bei diesem Projekt war ein Bauträgerwettbewerb der Gemeinde Wolfurt für den Erwerb des Grundstückes in der Lerchenstraße. Rhomberg Bau entwickelte gemeinsam mit der Wohnbauselbsthilfe ein Konzept bzw. eine Grundstücksbebauung, die auf ganzer Linie überzeugte. Neben einer durchdachten und hochwertigen Architektur wurde ein Paket an Maßnahmen geschürt, welche dem Projekt den Beinamen „Forschungsprojekt“ verlieh. Die Architektur rund um das Team von Claus Schnetzer sowie alle weiteren Projektbeteiligten ermöglichten es, ein Projekt zu realisieren, welches zwei nahezu idente Baukörper mit verschiedenen Bauweisen gegenüberstellt. Auf Grund der städtebaulichen Situation musste eines der beiden Gebäude um ein Geschoss reduziert werden. Um einen korrekten Vergleich zu haben, wurden die Untersuchungen dann rechnerisch wieder korrigiert.

## 1.3. Projektdaten

### Baukörper A

Der Baukörper A besteht aus einer Holzhybrid-Bauweise. Das Treppenhaus sowie die Wohnungstrennwände wurden hauptsächlich aus brandschutztechnischen Gründen in Stahlbeton hochgezogen. Der Grund dafür liegt allerdings nicht darin, dass dies in der Holzbauweise nicht möglich gewesen wäre, sondern daran, dass es schlicht und einfach keinen Sinn macht, Holz zu verbauen und dieses dann aufwändig mit z. B. Gipskartonplatten dreifach zu beplanken. Die Gebäudehülle wurde vom hauseigenen Zimmereifachbetrieb der Rhomberg Gruppe, der Firma Sohm, mittels Holzständerwänden errichtet. Die Wände wurden zu diesem Zweck im Werk der Firma Sohm fassadenseitig bereits fix fertig inkl. Fassadenhaut, Absturzsicherung und Fenstern gefertigt. Die Geschosdecken wurden mittels dem Eigenprodukt der Firma Sohm, der Diagonaldübeldecke, realisiert. Dadurch hatten wir eine regionale Fertigung direkt in Vorarlberg und des Weiteren eine sehr hochwertige und optisch ansprechende Holzdeckenuntersicht in den Wohnungen. Die Fassade des Holzbaugebäudes wurde passend zum Bausystem mit einem Holzschirm gefertigt. Die Balkonkonstruktion wurde vom Architekten in einer Stahlbetonbauweise aus Fertigteilen entworfen. Gemäß dem Leitbild der Nachhaltigkeitsansätze der Rhomberg Gruppe gewährleistet diese Balkonkonstruktion einen sehr homogenen Aufbau ohne große Schnittstellen und Vermischungen der Materialien. In Summe umfasst das realisierte Holzbaugebäude 18 Wohnungen, einen Fahrradraum, einen Müllraum, sowie einen Gemeinschaftsraum. Das Gebäude weist ein Untergeschoss sowie 5 oberirdische Geschosse auf.

### Baukörper B

Der Baukörper B besteht aus einer klassischen, mineralischen Bauweise. Die tragenden Bauteile bestehen im Bereich der Wände und Säulen aus einer Mischung von Stahlbeton und Mauerwerkswänden sowie Stahlsäulen. Die Geschosdecken bestehen aus Stahlbeton und weisen auf der Sichtseite eine Spachtelung mit weißer Beschichtung auf. Die Fassade bzw. die dämmende Gebäudeschicht besteht bei dieser Bauform aus einem Wärmedämmverbundsystem mit einer verputzten Fassadenhaut. Der mineralisch realisierte Baukörper umfasst 15 Wohnungen, einen Fahrradraum sowie einen Müllraum. Das Gebäude weist gegenüber der Holzhybridbauweise 4 anstelle von 5 Obergeschossen auf.



Haus A



Haus B

#### **1.4. Was wurde untersucht (Teilprojekte)?**

In Zusammenhang mit der Realisierung des Projektes Lerchenstraße ergab sich für die Rhomberg Gruppe die Möglichkeit, zwei nahezu idente Gebäude mit unterschiedlichen Bauweisen gegenüberzustellen. Dabei wurden im Wesentlichen folgende Parameter untersucht und entsprechende Kenntnisse erlangt:

- Untersuchung der unterschiedlichen Bauzeit/Baudauer
- Untersuchung der unterschiedlichen Qualitäten
- Untersuchung der nötigen Bauteildimensionen
- Untersuchung der Errichtungskosten der unterschiedlichen Bauarten
- Untersuchung der Kaufentscheidung der Kunden bezogen auf die Bauart
- Untersuchung und Auswertung verschiedener Haustechniksysteme
- Vergleich der Bauarten in Bezug auf die CO<sub>2</sub>-Belastung etc.
- Weitere Erkenntnisse zum Thema Durchmischtes Wohnen, Gemeinschaftsgärten, PV-Anlage und Mieterstromnutzung; Feuchteüberwachungssysteme; Schallschutz

## **2. KOSTENVERGLEICH HOLZ- HYBRIDBAU ZU MINERALISCHER BAUWEISE**

Aus Rücksicht auf Baupartner und -unterstützer der Untersuchung sowie aus Gründen des Wettbewerbs wird auf die Nennung konkreter Zahlen verzichtet. Untersucht wurde einmal der Unterschied bei den Baukosten in Vorarlberg, zum anderen der in Wien.

### **2.1. Vorarlberg**

Es lässt sich eindeutig festhalten, dass ein Holzbau mit Holzfassade (sofern ein Holzbau von Beginn an als solcher geplant und konzipiert wird) in Vorarlberg, zumindest bei einer Geschosshöhe mit E+2, um 0,6% preisintensiver ist als ein Massivbau mit WDVS. Mit der Steigerung der Geschosse wächst dieser Kostennachteil für den Holzbau. Die Gründe dafür sind vor allem Maßnahmen wie beispielsweise die mitwachsenden Wandstärken der tragenden Wände (was eine Reduktion der Wohnnutzfläche bedeutet) sowie die je Geschoss wachsenden Anforderungen an den Brandschutz (dies schlägt sich besonders beim Sprung von E+2 auf E+3 nieder). Bezogen auf die Wohnnutzfläche sind die Unterschiede fast ident, die Abweichung gegenüber der Betrachtung der Gesamtkosten liegt darin begründet, dass sich zwischen Holzbau und Massivbau geringe Abweichungen bei der Wohnnutzfläche ergeben.

### **2.2. Wien**

Die Auswertung zeigt ein ähnliches Bild wie es in Vorarlberg der Fall ist, nämlich dass mit dem Anstieg der Geschosse die kostentechnischen Unterschiede zum Nachteil des Holzbaus wachsen. Der gravierende Unterschied zum Standort Vorarlberg ist die Höhe der Preisdifferenz zwischen Holz- und Massivbau. Die Ursachen dafür sind vor allem:

- In VLBG liegt der Betonpreis (eingebaut) bei rund 140 bis 150 €/m<sup>3</sup>, in Wien kann dasselbe mit 80 bis 90 €/m<sup>3</sup> bewerkstelligt werden. (= Preisvorteil für den Massivbau in Wien). Weiters liegen die Kosten für die Deckenspachtelungen in VLBG bei rund 14€/m<sup>2</sup>, in Wien bei rund 7€/m<sup>2</sup>. Gleiches gilt für weitere Gewerke, welche im Massivbau intensiver zum Einsatz kommen als im Holzbau. (= Preisvorteil für den Massivbau in Wien)
- Die Kosten für das Gewerk Holzbau (Zimmererarbeiten) liegen in Wien um rund 14-16% höher als in VLBG.

### **2.3. Fazit Kostenvergleich Holz-Hybridbauweise zu mineralischer Bauweise**

Zusammengefasst zeigen die Kostenauswertungen, dass sich die kostentechnische Schere zwischen dem Massivbau und dem Holzbau, mit der Erhöhung der Geschosse, zum Nachteil des Holzbaus auseinander bewegt. Dabei wird deutlich, dass aus rein kostentechnischer Sicht, besonders in Vorarlberg in der Geschossigkeit E+2 der Holzbau als absolut vertretbar und förderbar erscheint.

Besonders wichtig ist an dieser Stelle nochmals darzulegen, dass es sich beim Vergleich dieser Projekte, um einen Holzbau mit Holzfassade und einen Massivbau mit Standard Wärmedämmverbundsystem handelt.

Würde der Vergleich beispielsweise auf einen Holzbau mit Holzfassade und einen Massivbau mit Holzfassade umgelegt werden, so würde sich die preisliche Differenz weiter entschärfen und der Holzbau zumindest bei der Geschossigkeit E+2 gegenüber dem Massivbau sogar einen kostentechnischen Vorteil mit sich bringen.

Abschließend ist zum Thema Kostenvergleich folgendes festzuhalten:

- Der Kostenvergleich bezieht sich auf das Projekt Lerchenstraße, welches bereits im Jahr 2019 an die Bewohner übergeben wurde.
- Die Kalkulationswerte, die Vergaben an die Partnerfirmen und natürlich auch die damals maßgebenden, gesetzlichen Bestimmungen liegen deutlich länger zurück.
- Durch eine ständige Weiterentwicklung sind wir heute dazu im Stande, bei entsprechenden, für den Holzbau geeigneten Maßnahmen, Holzbaugebäude gegenüber mineralischen Bauweisen kostenneutral oder im Optimalfall sogar preisoptimiert zu errichten.
- In sämtlichen Vergleichen sind keine Kosteneinsparungen durch eine verkürzte Bauzeit und somit einer früheren Übernahme durch den Bauherrn, was wiederum einen direkten Einfluss auf die Finanzierungskosten etc. hat, berücksichtigt.
- Bei sämtlichen Kostenvergleichen sind keine Förderungen oder sonstige, externe Begünstigungen für die Holzbauweise eingerechnet.

Bei Betrachtung dieser Punkte in Kombination mit dem Potenzial der weiteren Entwicklung des Holzbaus und der dahinterliegenden Prozessketten ist recht einfach erkennbar, dass wir heute kostentechnisch einen, gegenüber diesem Vergleich, besseren Ausgangspunkt vorweisen können und vor allem im Gegensatz zur mineralischen Bauweise für die kommenden Jahre ein sehr großes Potenzial in mehreren Bereichen heben können.

### **3. BAUZEIT**

Der Vergleich der Bauzeit anhand des Projektes Lerchenstraße ist aufgrund der um ein Geschoss unterschiedlichen Gebäudehöhe sowie aufgrund der zeitlich nicht parallelisierten Realisierung leider nicht 1 zu 1 ableitbar.

In der theoretischen Gleichstellung dieser geschossmäßigen Ungleichmäßigkeit konnte jedoch ein deutlicher Vorteil in der Bauzeit für die Holzhybridbauweise verbucht werden. Besonders durch den hohen Vorfertigungsgrad, die weitgehend trockene Bauweise, sowie die im Vergleich nur kurze wetterabhängig Phase im Bereich der Holzbauweise lassen eine deutlich verkürzte Bauzeit gegenüber der mineralischen Bauweise zu.

### **3.1. Die Vorfertigung**

Besonders die Vorfertigung im Werk verkürzt die Bauzeit gegenüber anderen Bauweisen auf ein Minimum. Durch beispielsweise die komplett vorgefertigten Wände inkl. Fenster, Fensterbänke, Fassade und auch Sonnenschutz ist hier eine enorme Bauzeitreduktion möglich. Der große Vorteil dieser 2D-Wand- und Deckenproduktion gegenüber vergleichbaren 3D-Holzhybrid-Boxenbauweisen ist darüber hinaus auch, dass trotz der hohen Vorfertigung im Normalfall mit der Produktion erst dann begonnen werden muss, wenn vor Ort am Baufeld mit den Erdarbeiten begonnen wird. Die Bauzeit verlängert sich, wenn man so will, somit auch produktionstechnisch im Vorfeld, vor dem eigentlichen Baustart, nicht.

### **3.2. Die weitgehend trockene Bauweise**

Die trockene Bauweise wirkt sich besonders im Bereich der tragenden Holzgeschossdecken aus. Nach der Verlegung der Holzelemente kann, sofern der Bauablauf dies zulässt, sofort mit dem weiteren Ausbau und den weiteren Arbeiten begonnen werden. Im Vergleich hierzu fallen bei der mineralischen Bauweise deutlich längere Ausschulfristen und Trocknungszeiten an. Abhilfe könnte hierzu beispielsweise mit entsprechenden Voll- oder Halbfertigteilprodukten geschaffen werden.

### **3.3. Die Wetterunabhängigkeit**

Zum einen muss im Zuge des Aufstellens der Holzbauelemente das Wetter passen. Im Vergleich hierzu kann bei der mineralischen Bauweise auch bei unbeständigem Wetter oder bei leichtem Regen gearbeitet werden, zumindest was die Rohbauarbeiten betrifft. Wird bei den Überlegungen zur Bauzeit jedoch die Tatsache berücksichtigt, dass für das Aufstellen des gesamten Holzbaugeschosses inkl. der kompletten Fassadenhaut bei der Lerchenstraße gerade mal 10 Werkzeuge benötigt wurden, wird klar, dass diese Art des Bauens in Wahrheit deutlich wetterunabhängiger als die mineralische Bauweise ist. Besonders deutlich wird es bei der Betrachtung der Fassadenarbeiten. Während bei der Holzfassade zur Not auch bei leichten Minusgraden gearbeitet werden kann, sind bei der mineralischen Bauweise bzw. beim Wärmedämmverbundsystem eindeutig Plusgrade für ein qualitativ hochwertiges und optimales Ergebnis der Fassade notwendig.

### **3.4. Gleichstellung der Ausgangssituation**

Für einen direkten Bauzeitvergleich der beiden Bauweisen bei der Lerchenstraße musste somit in einem ersten Schritt die Ungleichmäßigkeiten korrigiert werden. Diese Ungleichmäßigkeiten lassen sich auf zwei wesentliche Punkte zurückführen. Zum einen muss für einen Vergleich die Geschossigkeit der beiden Gebäude übereinstimmen. Hierzu wurde für den Vergleich der Bauzeit die Geschossigkeit des mineralischen Gebäudes um ein Stockwerk erhöht, so dass nun beide Gebäude 5 oberirdische Geschosse aufweisen. Als zweiten Punkt müssen die Baugeschwindigkeit und die Mannschaftsstärke gleichgestellt werden. Beim Projekt Lerchenstraße wurde der zeitlich später startende Baukörper (Stahlbeton/Ziegel-Bauweise) z. B. mit einem deutlich erhöhten Druck in Bezug auf die Bauzeit realisiert. Dies war vor allem darauf zurückzuführen, dass die beiden Gebäude, aufgrund der zu Beginn fehlenden Kapazität des beauftragten Subunternehmers für die Baumeisterarbeiten, nicht gleichzeitig starten konnten. Durch die Tatsache, dass die Gebäude jedoch gleichzeitig an die Eigentümer übergeben wurden, ergab sich zwangsweise bei Gebäude B (Stahlbeton/Ziegel-Bauweise) ein deutlich verschärfter Bauablaufplan im Vergleich zum Holzbaukörper.

### 3.5. Potenzial

Beide, bei diesem Projekt angewandten Bauweisen haben im Bereich der Bauzeit noch deutliche Potenziale.

Dabei liegt bei beiden Bauvarianten ein sehr großes Potenzial in Bezug auf die Bauzeit darin, jene Bauteile, welche aus Stahlbeton gefertigt sind, als Voll-, oder Halbfertigteile auszuführen. Dies bezieht sich bei beiden Bauweisen besonders auf die Wohnungstrennwände und das Treppenhaus sowie bei der mineralischen Bauweise zusätzlich noch auf die Geschossdecken. Besonders bei der Holzhybridbauweise nimmt der, bei der Lerchenstraße in Ortbeton gefertigte Treppenhauskern eine sehr lange Bauzeit in Anspruch, welche sich durch den Einsatz von Fertigteilen auf mindestens 1/3 reduzieren lassen würde. Dies gilt in der weiteren Betrachtung auch für die Errichtung der Wohnungstrennwände.

### 3.6. Fazit Bauzeit

Werden die oben angeführten Gleichstellungen dieser zwei in der Lerchenstraße realisierten Gebäude vorgenommen, so ist es unter optimalen Bedingungen möglich, den Holzbau um rund 30 bis 40% schneller zu realisieren als dies bei der mineralischen Bauweise der Fall ist. Zu beachten sind dabei die jeweilige Jahreszeit und die entsprechenden Schlechtwetterperioden, die hier eine gewisse Schwankung der Ergebnisse mit sich bringen.

Bei entsprechender weiterer Optimierung bei der Bauweisen gemäß dem oben beschriebenen Potenzial kann sich der Vorteil in der Bauzeit bei der Holzbauweise auf bis zu 45 bis 50% ausweiten (LEAN-Abläufe etc.). Diese Einsparung an Bauzeit bringt zum einen eine deutlich frühere mögliche Übernahme durch den Bauherrn und somit einen früheren Start der Nutzung der Kunden mit sich. Zum anderen reduzieren sich natürlich die zeitgebunden Baustellengemeinkosten und Vorhaltezeiten. Darüber hinaus ist es besonders für die Anrainer und Nachbarn eine deutliche Entlastung in Bezug auf die Dauer der Bauzeit, aber auch die Anzahl der Transport und vor allem auch die Reduktion der lärm erzeugenden Maßnahmen im Außenbereich.

Die Transporte auf die Baustelle konnten in diesem Zusammenhang bei der Holzhybridbauweise um rund 20 bis 30% gegenüber der mineralischen Bauweise reduziert und vor allem auf eine deutlich kürzere Belastungsdauer vor Ort am Baufeld konzentriert werden. Auch hier ist das Potenzial bei Weitem noch nicht ausgeschöpft.

Musterbeispiel einer Decke zur groben Veranschaulichung:

Decke mit 20 x 20m und 20cm Stärke (zur Veranschaulichung wurden die Deckenstärken in diesem Vergleichsausschnitt vereinheitlicht)

Variante 1: STB: 80m<sup>3</sup> fest eingebauter Beton; entspricht rund 9 LKW Transporten

Variante 2: DD Holzdecke: ca. 680 Laufmeter DD Decke; 60cm breit; entspricht rund 4 LKW Transporten

Allein bei diesem kurzen Vergleichsauszug wird klar, dass bei der reinen, tragenden Deckenkonstruktion die Transporte um über die Hälfte reduziert werden können. Bei entsprechendem Einsatz von Sattelzügen oder LKW-Hängerzügen kann hier ein weiteres Potenzial festgestellt werden.

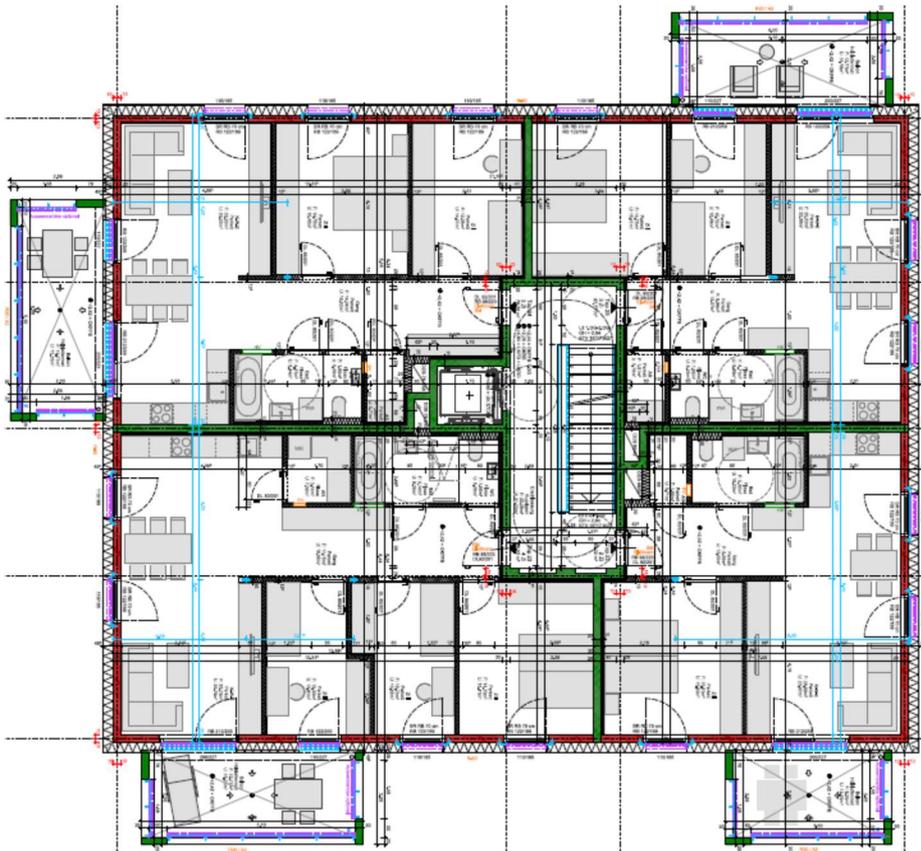
#### 4. VERGLEICH WAND- UND DECKENAUFBAUTEN:

Besonders im Wohnungsbau dreht sich sehr viel um den Gewinn und die optimale Ausnutzung der Wohnnutzfläche der jeweiligen Gebäude. Ein weiterer, wichtiger Punkt ist die Optimierung der Decken und Bodenaufbauten. Besonders in Bezug auf die entsprechenden Abstandsflächen muss dieser Punkt beachtet werden.

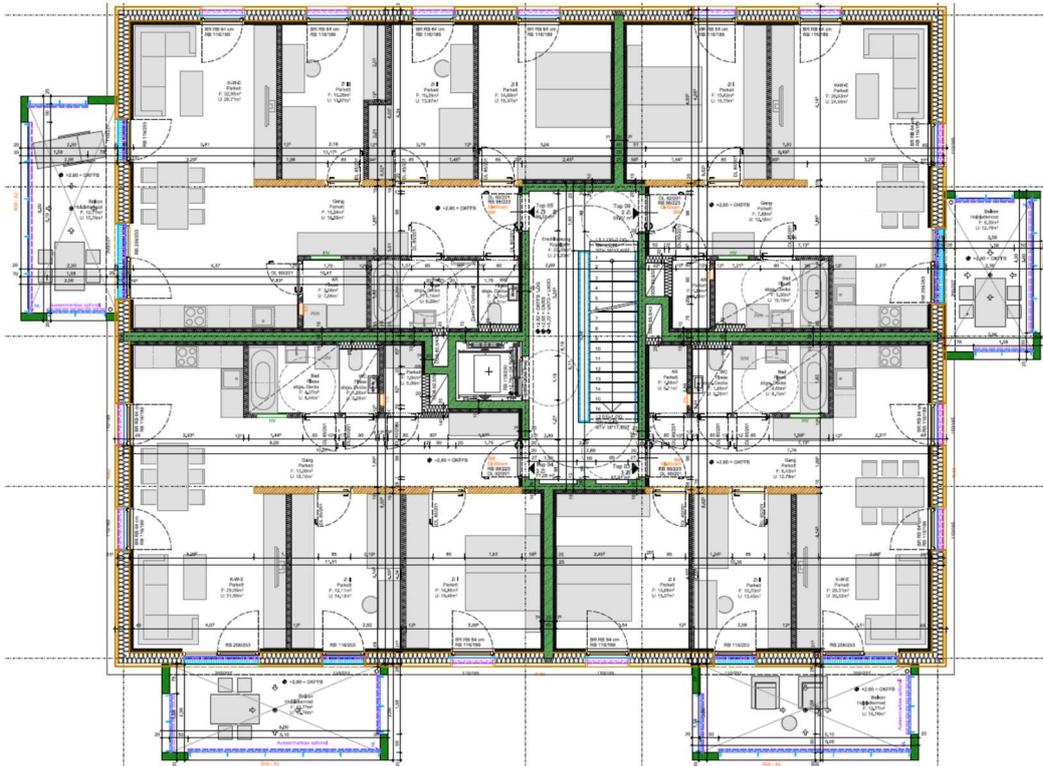
Beim Projekt Lerchenstraße fällt der Vergleich der Wand- und Deckenkonstruktionsaufbauten wie folgt aus:

- Außenwand fix fertig inkl. Fassade bei der Holzbauweise: 49 cm Gesamtaufbau
- Außenwand fix fertig inkl. Fassade bei der mineralischen Bauweise mit WDVS: 49 cm Gesamtaufbau
- Dachaufbau fix fertig beim Holzbau: 57 cm Gesamtaufbau
- Dachaufbau fix fertig bei der mineralischen Bauweise: 66 cm Gesamtaufbau
- Zwischendeckenaufbau bei der Holzbauweise: 40 cm Gesamtaufbau
- Zwischendeckenaufbau bei der mineralischen Bauweise: 42 cm Gesamtaufbau

Regelgeschoss bei der mineralischen Bauweise:



Regelgeschoss bei der Holzbauweise:



#### 4.1. Wohnnutzfläche im Massivbau

Im Massivbau ändert sich die Wohnnutzfläche aufgrund der Geschosserhöhung nicht. Der Grund dafür ist, dass die Wanddimensionen auch bei Erhöhung der Geschossigkeit bis E+6 im Massivbau unverändert bleibt.

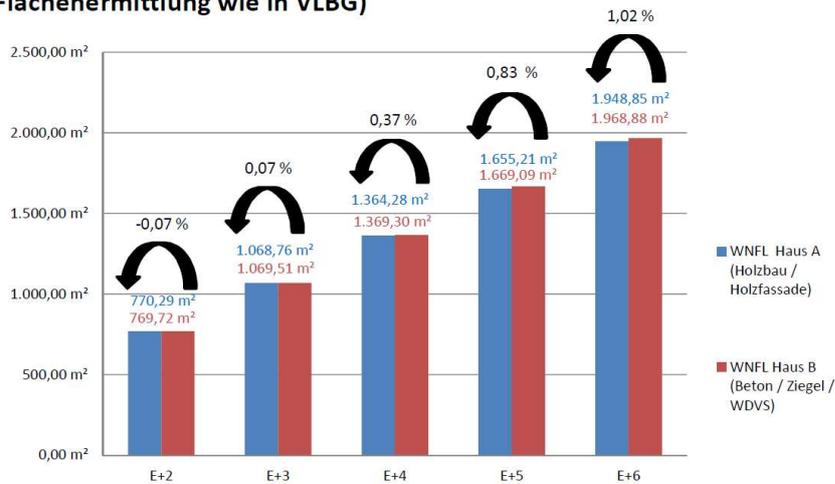
#### 4.2. Wohnnutzfläche im Holzbau

Im Holzbau erhöht sich mit der zunehmenden Geschossigkeit auch gleichzeitig die Wandstärke der tragenden Holzwände. Durch die fixierte und einheitliche Außenkubatur der zu vergleichenden Gebäude, kann diese Erhöhung der Wandstärken nur nach innen und somit zu Lasten der Wohnnutzfläche erfolgen. Dies wirkt sich über die reduzierten Verkaufserlöse ( $\text{Verkaufspreis} = \text{m}^2 \text{WNFL} * \text{€ pro m}^2 \text{WNFL}$ ) natürlich direkt auf den Preis bzw. die Kosten aus.

Die Auswertung der Wohnnutzflächenvergleiche ist aus dem nachfolgenden Diagramm zu entnehmen. Darin ist ersichtlich, dass die WNFL bei der Variante E+2 im Holzbau, der Massivbauweise noch knapp voraus bzw. gleichrangig ist. Bereits bei der Geschossigkeit E+3 dominiert jedoch, aufgrund der stärker werdenden Holzwandstärken, der Massivbau und überholt den Holzbau. Diese Situation verschärft sich mit der zunehmenden Steigerung der weiteren Geschossigkeit.

Anzumerken ist hierzu, dass eventuell mit einem anderen Holzbausystem (Massivholz + Außenwanddämmung) dieser WNFL-Verlust wieder kompensiert werden kann. Wir gehen aktuell jedoch davon aus, dass diese Art der Wandkonstruktion eine deutliche Erhöhung der Herstellkosten für die Konstruktion an sich bedeuten würde, wodurch der Verlust der WNFL das geringere Übel mit sich bringt. (im Detail müsste dieser Punkt jedoch genauer untersucht werden)

### Vergleich WNFL "Holz-" zu "Betonbau" (Ortsunabhängig / Flächenermittlung wie in VLBG)



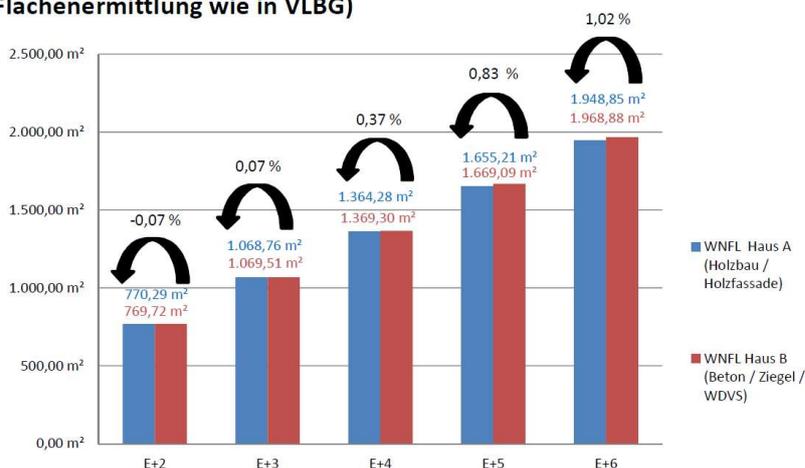
### 4.3. Fazit Bauteilvergleiche

Die Aufbaustärken bei den Außenwänden sind bei beiden Gebäuden nahezu ident. Bei der Dachkonstruktion punktet die Holzbauweise mit einer 9 cm geringeren Aufbaustärke. Im Bereich der Zwischendecke können mit der Holzbauweise gegenüber der Betonbauweise jeweils 2 cm Aufbaustärke lukriert werden. Bei einem 5-geschossigen Gebäude bedeutet dies, dass die Holzbauweise gegenüber der Betonbauweise mit rund 17 cm weniger Gesamtgebäudehöhe auskommt.

Bei der Wohnnutzfläche zeigt sich, dass das Ergebnis stark von der Geschossigkeit abhängt. Besonders bei dem Gebäude mit einer höheren Geschossigkeit hat die mineralische Bauweise die Nase vorne. Bei Gebäuden mit E+2 Geschossen liegt die Holzbauweise minimal vorne.

Werden jedoch im Gegenzug die mögliche Verringerung der Gebäudehöhe bei der Holzbauweise lukriert und das Gebäude entsprechend der abgeleiteten Abstandflächen vergrößert, kann dieser Verlust an WNFL wieder korrigiert werden (vorausgesetzt die restlichen Kennzahlen wie BNZ usw. lassen dies zu). Anzumerken ist dabei jedoch an dieser Stelle, dass die Flächenvergleiche dieser beiden Bauweisen bei einer im Verhältnis so geringen Unterscheidung durch Änderungen und Anpassungen der entsprechenden Konstruktionen etc. recht einfach anpassbar sind und die beiden Bauweisen von diesem Aspekt her als weitgehend gleichwertig einzustufen sind.

### Vergleich WNFL "Holz-" zu "Betonbau" (Ortsunabhängig / Flächenermittlung wie in VLBG)



## 5. STATIK

Für die Statik wurden die Gebäude bis zu einer Geschossigkeit von E+6 verglichen.

Zusammengefasst kann mitgeteilt werden, dass die statischen Anforderungen im Massivbau bis zu einer Geschossigkeit von E+6 so gut wie keine Änderungen bzw. Mehraufwände gegenüber den niedrigeren Geschossigkeiten mit sich bringen.

In Bezug auf die Holzbauvariante konnte festgestellt werden, dass besonders bei den höheren Geschossigkeiten E+4, E+5 und E+6 der Holzanteil in den tragenden Wänden für die Ableitung der Lasten deutlich ansteigt. Durch die Erhöhung des Holzanteils werden bei unserem aktuell betrachteten System automatisch die Wandkonstruktionen stärker, was wiederum einen Verlust von Wohnnutzfläche bedeutet. Beide Faktoren (Verlust von Wohnnutzfläche sowie ein höherer Holzanteil in den Bauteilen) wirken sich, zumindest beim aktuell betrachteten System, kostentechnisch negativ aus und bewirken mit der Erhöhung der Geschosse einen ansteigenden Nachteil gegenüber dem Massivbausystem.

Eine kurze Zusammenfassung der notwendigen Maßnahmen in Bezug auf die jeweiligen Geschossvarianten, ist in der nachfolgenden Tabelle dargelegt. Anstelle der Verbreiterung der jeweiligen Wände, ist es natürlich bis zu einem bestimmten Maß auch möglich, den Holzanteil in der Ständerwand zu erhöhen. Dies wurde in diesem Vergleich aber nur bei den Innenwänden geprüft.

Haus A - Holzbau Geschossvarianten Übersicht		
V1 / V1-F	gering belastet	AW Holzständerwerk 20cm IW Holzständerwerk 10cm
V2 / V2-F	mittel belastet	AW Holzständerwerk 24cm IW Holzständerwerk 10cm (mit erhöhten Holzanteil)
V3 / V3-F	hoch belastet	AW Holzständerwerk 28cm IW Massivholz 10cm

VARIANTE E+2	
Geschoss	Variante
2.OG	V1
1.OG	V1
EG	V1

VARIANTE E+3	
Geschoss	Variante
3.OG	V1
2.OG	V1
1.OG	V1
EG	V2

VARIANTE E+4	
Geschoss	Variante
4.OG	V1
3.OG	V1
2.OG	V1
1.OG	V2
EG	V3

VARIANTE E+5	
Wohnungstrennwände mit Flügel	
Geschoss	Variante
5.OG	V1-F
4.OG	V1-F
3.OG	V1-F
2.OG	V2-F
1.OG	V3-F
EG	V3-F

VARIANTE E+6	
Wohnungstrennwände mit Flügel	
Geschoss	Variante
6.OG	V1-F
5.OG	V1-F
4.OG	V1-F
3.OG	V2-F
2.OG	V3-F
1.OG	V3-F
EG	V3-F

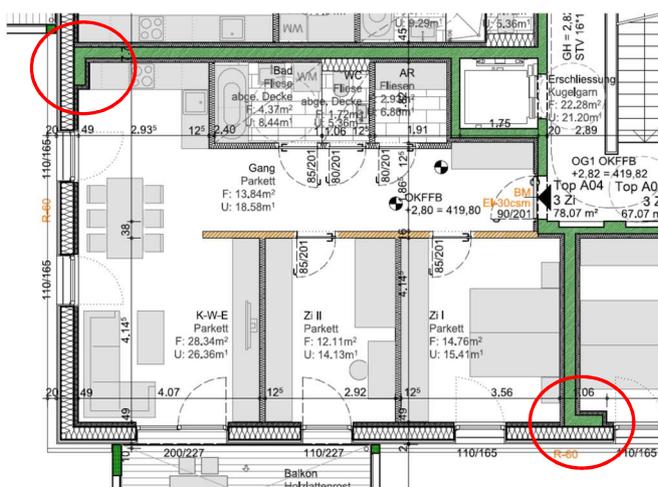
### 5.1. Erläuterung anhand der Variante E+5

Für die Variante E+5 ist es aufgrund der statischen Erkenntnisse erforderlich, dass

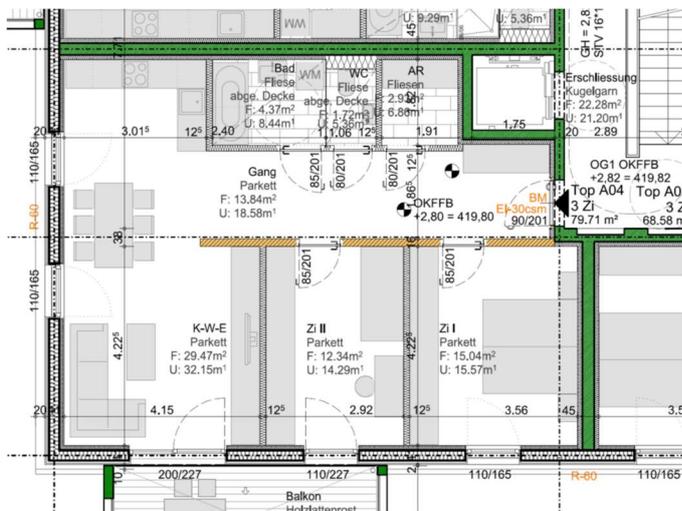
- die tragenden Holz-Außenwände im EG und im 1. OG mit einer Stärke von 28 cm und die tragenden Holz-Innenwände als Massivholzwände ausgeführt werden müssen,
- die tragenden Holz-Außenwände im 2. OG mit einer Stärke von 24 cm und die tragenden Holz-Innenwände als Holzständerwände mit einem erhöhten Holzanteil ausgeführt werden müssen,
- die tragenden Holz-Außenwände vom 2. OG bis zum 5. OG mit einer Stärke von 20 cm und die tragenden Holz-Innenwände als Standard-Holzständerwände ausgeführt werden können.

Die Bezeichnung „F“ steht dabei für die in den Plänen ersichtlichen Flügelwände, welche in den höheren Geschossigkeiten für die Aussteifung erforderlich sind.

#### Grundrissausschnitt mit Flügelwand „F“



## Grundrissausschnitt ohne Flügelwand „F“



Abschließend zum Thema Statik kann bzw. muss mitgeteilt werden, dass bei unserem aktuellen Bausystem, in Bezug auf die statischen Anforderungen, der Kostennachteil vom Holzbau gegenüber dem Massivbau mit dem Anstieg der Geschossigkeit, deutlich ansteigt.

Weiteres ist in Bezug auf die Statik festzuhalten, dass die Realisierung bis zu einer Geschossigkeit von E+6 aus statischer Sicht in Österreich weitestgehend als unproblematisch eingestuft werden kann.

In Deutschland ist laut dem Statiker Robert Kofler eine ganz andere Ausgangssituation. Hier ist vermutlich mit komplizierteren Rahmenbedingungen in Bezug auf die Statik zu rechnen.

## 6. BRANDSCHUTZ

Die brandschutztechnischen Abklärungen wurden in laufenden Terminen mit der Brandverhütungsstelle Vorarlberg durchgeführt.

### 6.1. Erkenntnisse aus dem Gespräch mit der Brandverhütungsstelle Vorarlberg

Die Brandverhütungsstelle Vorarlberg ist grundsätzlich nur für den Bereich Vorarlberg zuständig und kann somit auch keine Aussagen für die Regionen Wien und Deutschland machen.

Die wesentliche Kernaussage zu unserer Projektstudie für VLBG ist, dass bis zu einer Geschossigkeit von E+5 der Holzbau relativ einfach bewerkstelligt werden kann.

Die Begründung dafür ist, dass es für den Landkreis Vorarlberg gegenüber der OIB gewisse Vereinfachungen für den Holzbau gibt. So kann beispielsweise die Ausführung der tragenden Holzelemente in REI 60, anstelle der in der OIB verankerten REI 90 erfolgen.

Ab einer Geschossigkeit von E+6 gilt diese Erleichterung gegenüber der OIB jedoch nicht mehr, was auch in VLBG eine Klassifizierung der tragenden Bauteile in REI 90 und der Brandschutzklasse A2 voraussetzt.

Konkret bedeutet das, dass ein Gebäude mit E+6 oder mehr Geschossen, aus Sicht der VLBG Brandverhütungsstelle, mit unserem aktuell geplanten System ((ohne brandschutztechnische Verkleidungen der Holzelemente (Decke) oder Einbau von technischen Hilfsmitteln (Sprinkleranlage etc.)) nicht realisierbar bzw. wirtschaftlich nicht vertretbar ist.

Sollte ein Bauvorhaben in dieser Ausführung gewünscht werden, muss daher vorab ein Brandschutzkonzept mit entsprechenden projektspezifischen Lösungen erarbeitet werden.

Anzumerken ist hierzu, dass diese Lösungen für weiterführende Nachfolgeprojekte mittlerweile in Zusammenarbeit mit Brandverhütungsstelle bereits erarbeitet wurden und vorliegen.

## 6.2. Erkenntnisse aus dem Gespräch mit dem IBS Linz:

Hier legt sich die Situation etwas anders dar. Das IBS Linz sieht zusammengefasst sehr wohl die Möglichkeit, besonders im Landkreis Vorarlberg, mit relativ einfachen Maßnahmen Vorzüge (mittels Ausarbeitung eines einfachen Brandschutzkonzeptes) gegenüber der OIB zu erlangen und auch ein Gebäude mit E+6 Stockwerken in Holzbauweise mit der Tragwerkskonstruktion REI 60 zu realisieren.

Die Maßnahmen, welche laut IBS Linz in Vorarlberg zu erfüllen sind, sind in der nachfolgenden Tabelle aufgelistet und zusammengefasst:

**Brandschutztechnische Maßnahmen Vorarlberg (Holzbau)**

	E+2	E+3	E+4	E+5	E+6
Brandschutz tragende Bauteile EG & OG's bis auf DG	R 60 lt. OIB	R 60 lt. OIB	R 60 lt. OIB	R 60 lt. VLBG Baugesetz lt. OIB R90	R 60 lt. IBS *1) lt. OIB R90 + A2
Brandschutz tragende Bauteile DG	R 30 lt. OIB	R 30 lt. OIB	R 60 lt. OIB	R 60 lt. OIB	R 60 lt. OIB
Brandschutz Fassade allgemein (Zementgeb. Spanplatte)	nicht erf.	erforderlich	erforderlich	erforderlich	erforderlich
Brandschutz Geschosstrennung	nicht erf.	erforderlich	erforderlich	erforderlich	erforderlich
Trockensteigleitung	nicht erf.	nicht erf.	nicht erf.	erforderlich	erforderlich
Türen Wohnungen zu Treppenhaus mit SM	nicht erf.	nicht erf.	nicht erf.	erforderlich	erforderlich
Brandmeldeanlage im Treppenhaus	nicht erf.	nicht erf.	nicht erf.	erforderlich	erforderlich

**Brandschutztechnische Maßnahmen Wien (Holzbau)**

	E+2	E+3	E+4	E+5	E+6
Brandschutz tragende Bauteile EG & OG's bis auf DG	R 60 lt. OIB	R 60 lt. OIB	R 60 lt. OIB	R 90 lt. OIB	R 90 + A2 lt. OIB
Brandschutz tragende Bauteile DG	R 30 lt. OIB	R 30 lt. OIB	R 60 lt. OIB	R 60 lt. OIB	R 60 lt. OIB
Brandschutz Fassade allgemein (Zementgeb. Spanplatte)	nicht erf.	erforderlich	erforderlich	erforderlich	erforderlich
Brandschutz Geschosstrennung	nicht erf.	erforderlich	erforderlich	erforderlich	erforderlich
Trockensteigleitung	nicht erf.	nicht erf.	nicht erf.	erforderlich	erforderlich
Türen Wohnungen zu Treppenhaus mit SM	nicht erf.	nicht erf.	nicht erf.	erforderlich	erforderlich
Brandmeldeanlage im Treppenhaus	nicht erf.	nicht erf.	nicht erf.	erforderlich	erforderlich

1.) beruht auf Annahmen vom IBS Linz und hat somit keinen gesetzlichen Hintergrund auf den sich gestützt werden kann

	= Anforderungen können mit unserem System erfüllt werden und entsprechen gleichzeitig der kostengünstigsten Variante
	= Anforderungen können mit unserem System erfüllt werden und entsprechen aber NICHT der kostengünstigsten Variante
	= Anforderungen können mit unserem System aktuell noch nicht wirtschaftlich vertretbar erfüllt werden

Für den Bereich Wien sieht das IBS Linz aufgrund seiner Erfahrung mit den Behörden sehr wenig Spielraum für eine Abweichung gegenüber der OIB. Auch hierzu ist anzumerken, dass sich hier durch die mittlerweile verfllossene Zeit seit dem Projekt Lerchenstraße bereits neue Erkenntnisse und Weg aufgetan haben.

Weiters kommt erschwerend hinzu, dass die Erleichterungen gegen über OIB, welche im VLBG-Baugesetz verankert sind, in Wien nicht gelten, was wiederum bereits die Realisierung von Objekten mit E+5 Geschossen schwieriger gestaltet.

Die Maßnahmen, welche laut IBS Linz am Standort Wien durchgeführt werden müssen, entsprechen somit im Wesentlichen den Vorgaben der OIB und sind in der oben angeführten Tabelle dargestellt. Um diese Maßnahmen zu umgehen, müsste ein detailliertes Brandschutzkonzept mit diversen Zusatzmaßnahmen erstellt werden.

Die Situation in Deutschland gestaltet sich lt. IBS Linz aus brandschutztechnischer Sicht noch schwieriger.

### **6.3. Allgemeine Zusammenfassung zum Thema Brandschutz im Massivbau**

Für den Massivbau kann festgehalten werden, dass sich brandschutztechnisch – bis auf die üblichen zusätzlichen Einrichtungen, welche die Erhöhung der Geschossigkeit mit sich bringt (Trockensteigleitung etc.) – , keine massiven Erschwernisse durch die Erhöhung der Geschossigkeit bis E+6 ergeben und sich somit auch kostentechnisch nicht oder nur sehr gering auf die einzelnen Projektvarianten auswirkt.

### **6.4. Fazit Thema Brandschutz**

Besonders im Bereich Brandschutz kann, wird und hat sich der Holzbau schon sehr stark weiterentwickelt. Dabei ist maßgebend zu berücksichtigen, dass wir bei Gebäuden mit einem erhöhten Holzanteil im Vergleich zur mineralischen Bauweise beim mehrgeschossigen Wohnbau noch ganz an Anfang stehen. Daher ist besonders für die brandschutztechnischen Entwicklungen und/oder Gleichstellungen des Holzbaus in Normen und Gesetzen mit mineralischen Bauweisen noch ein größeres Potenzial abzugreifen. In Bezug auf die Auswertung des Brandschutzes ist zu beachten, dass die Erkenntnisse auf das Projekt Lerchenstraße zurückzuführen sind – dies bedeutet, dass als Basis für die Betrachtung eine Baugenehmigung und Gesetzgebung aus der Vergangenheit zugrunde liegt.

## **7. VERKAUF**

Im Bereich des Bauträgergeschäftes selbst stellte das Projekt Lerchenstraße für die Rhomberg Gruppe Weichen für neue Wege. Erstmals wurde bei der Rhomberg Gruppe gemeinsam mit der Wohnbauselbsthilfe in Vorarlberg ein durchmischter Wohnbau realisiert. Dabei wurde die Anzahl der Wohnungen gedrittelt und bunt über beide Häuser auf 1/3 Kauf; 1/3 Mietkauf und 1/3 Mietwohnungen gesplittet.

In einem ersten Schritt konnten die Interessenten für die Kaufwohnungen von der Lage her frei wählen, anschließend wurden die entsprechenden Miet-, und Mietkaufwohnungen von der Gemeinde Wolfurt an die neuen Bewohner zugeteilt.

Besonders auf die Vorlieben der Interessenten für Kaufobjekte war man seitens Rhomberg sehr gespannt. Von Beginn an stellte man sich natürlich die Frage, ob die Wohnungsinteressenten eher auf die Holzdeckenoptik oder auf die weißen Decken der mineralischen Bauweise ansprechen. Die Entscheidung der Wohnungskäufer war sehr ausgeglichen. Die finale Entscheidung richteten 90% der Wohnungskäufer auf die Lage, die Geschossigkeit und die Aussicht der Wohnung aus. Hierbei rückte die Entscheidung Holz oder Beton eher in den Hintergrund. Ein Trend, der sich zu Beginn abzeichnete, war der, dass vereinzelte Wohnungskunden den Wunsch äußerten, auch im Holzbau eine weiße Decke zu erhalten. Nach einer entsprechenden Bemusterung und Vor-Ort-Besichtigung der Decken bei Vergleichsobjekten wurden diese Wünsche jedoch in der Regel revidiert, so dass nun im Holzbauobjekt in allen Wohnungen die natürliche Massivholzdecke auch optisch wirken und für ein entsprechendes Wohlfühlen beitragen kann.

Eine Besonderheit der Wohnungen im Holzgebäude war, dass die Kunden im Sinne von Kundenwünschen die Möglichkeit hatten, bei der Qualität der Massivholzdecke wohnungsspezifisch zu wählen (Fichte/Tanne, jeweils astig oder ausgelesen und jeweils mit den 2mm oder 4mm Nutprofilen)



Mineralische Bauweise



Holz-Hybridbau

## **8. ERKENNTNISSE ENERGIEINSTITUT HÜLLE UND CO<sub>2</sub> etc.**

### **8.1. Ausgangslage**

Das Energieinstitut Vorarlberg zeigt in der „Information Ressourceneffizienz“ (Gmeiner 2018) die Relevanz des Bausektors für den Energieverbrauch, das Klimaerwärmungspotenzial und den Ressourcenverbrauch auf. Durch die Verbesserung der Ressourceneffizienz beim Bau und der Nutzung von Infrastruktur und Gebäuden kann die EU 42% ihres Endenergieverbrauchs und etwa 35% ihrer Treibhausgasemissionen beeinflussen und mehr als 50% aller extrahierten Materialien einsparen. Zudem wird gezeigt, dass der Primärenergieverbrauch für den Gebäudebetrieb und die Errichtung bei Niedrigenergiegebäuden in etwa gleich groß sind.

Neben der Betriebsenergie wurde daher für das Projekt Lerchenstraße im Sinne einer Gesamtökobilanz auch die Materialien und die Herstellung der Baustoffe erfasst und bewertet. Die Finanzierung erfolgte im Rahmen der von der Vorarlberger Landesregierung geförderten Projekte „Oekoindex - Erfahrungsaustausch und Schulung mit Anwendern“ (Gmeiner und Sutter 2019) und „Oekoindex Bilanzgrenze 3 - Projekt zur Erweiterung der Oekoindex-Bilanzgrenze und deren Anwendung in der Bauplanungsphase“ (Sutter und Gmeiner 2019).

### **8.2. Aufgabenstellung**

Das Gebäude A (Holzbau) und das Gebäude B (Massivbau) des Projektes Lerchenstraße sollten hinsichtlich ihrer ökologischen Auswirkung untersucht und miteinander verglichen werden. Der Vergleich erfolgte durch die Berechnung einer Gebäudeökobilanz für die Indikatoren Klimaerwärmungspotenzial und Verbrauch an nicht erneuerbarer Primärenergie. Zudem wurden der sogenannte Oekoindex ([www.baubook.at/oekoindex](http://www.baubook.at/oekoindex)) wie er u. a. im Rahmen der Vorarlberger Wohnbauförderung verwendet wird, berechnet und die Auswirkung auf eine mögliche Wohnbauförderung dargestellt. Der Oekoindex bewertet zusätzlich zum Klimaerwärmungspotenzial und dem Verbrauch an nicht erneuerbarer Primärenergie auch noch das Versauerungspotenzial. Neben der Vorarlberger Wohnbauförderung ist dieser Indikator in 5 weiteren Bundesländern ausschlaggebend für die Höhe der Wohnbauförderung. Zudem ist der Oekoindex Teil zahlreicher österreichischer Gebäudebewertungssystemen, wie dem Vorarlberger Kommunalgebäudeausweis, klimaaktiv und der österreichischen Gesellschaft Nachhaltiges Bauen (ÖGNB).

### **8.3. Vorgehensweise**

Beide Gebäude (Haus A und B) und die gemeinsame Tiefgarage wurden in den jeweils ausgeführten Varianten im „baubook eco2soft – ökobilanz für gebäude“ ([www.baubook.info/eco2soft](http://www.baubook.info/eco2soft)) erfasst. Neben der Materialität beeinflusst auch die Kubatur eines Gebäudes dessen Ökobilanz. Für eine bessere Vergleichbarkeit wurde daher das Gebäude B neben der ausgeführten Variante im Massivbau auch mit den Konstruktionen des Holzbaus (Haus A) berücksichtigt. Darüber hinaus wurde das Gebäude in 9 weiteren Konstruktions- und Materialvarianten in eco2soft eingegeben. Die Gebäudeökobilanz steht damit für 11 unterschiedliche Konstruktions- und Materialvarianten und für zwei verschiedene Kubaturen zur Verfügung.

## 8.4. Ergebnisse

Die folgenden Abbildungen zeigen:

- das globale Klimaerwärmungspotenzial
- den Verbrauch an nicht erneuerbare Primärenergie und
- den Oekoindex

für 11 unterschiedlich Konstruktions- und Materialvarianten für das Gebäude B. Dabei sind nur jene Gebäudeteile berücksichtigt, die im Energieausweis zu erfassen sind. Das Untergeschoss, also die Kellerräume und die gemeinsame Tiefgarage der Gebäude A und B wurden für beide Bauweisen gleich angenommen. Im Bereich des Untergeschosses liegt das Einsparungspotenzial in erster Linie in der Größe der Tiefgarage und weniger in der Materialität. Da bei der Untersuchung die Materialisierung im Vordergrund stand, wurden Änderungen in der Größe des Untergeschosses, beispielsweise durch weniger Tiefgaragen Stellplätze aufgrund vorhandener Carsharing Plätze oder guter ÖPNV-Anbindung, nicht berücksichtigt.

## 8.5. Globales Erwärmungspotenzial<sup>1</sup>

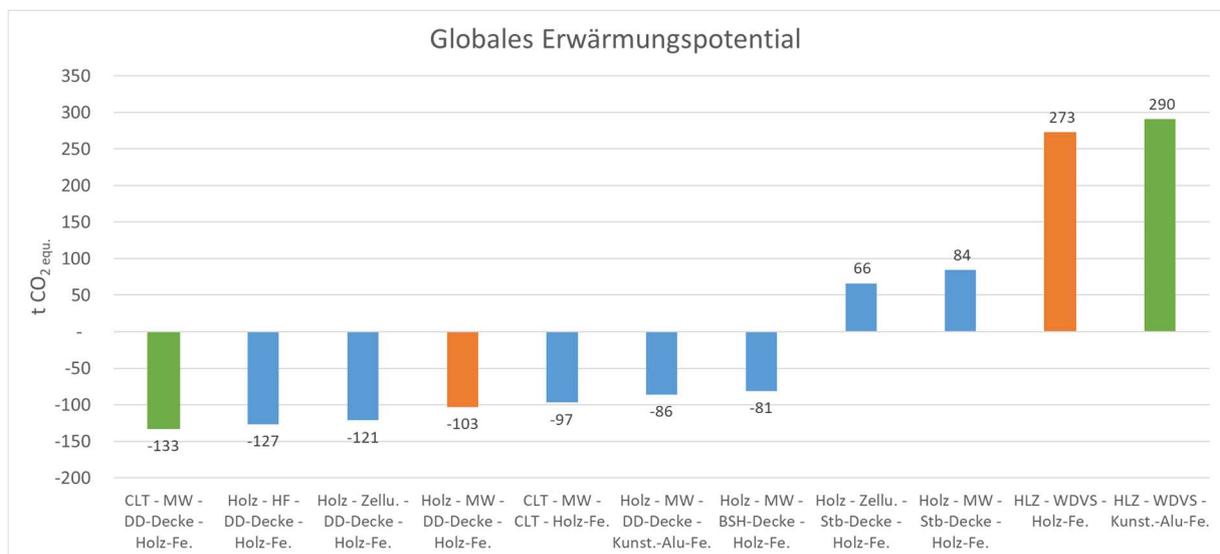


Abbildung 1 - Globales Erwärmungspotenzial der im Energieausweis erfassten Bauteile für 11 Varianten des Gebäudes B des Projektes Lerchenstraße.

Abbildung 1 stellt das globale Erwärmungspotenzial für 11 Varianten beim Gebäude B des Projektes Lerchenstraße dar. Die orangefarbenen Balken zeigen die Emissionen für die Herstellung der im Energieausweis erfassten Bauteile des Gebäudes B in den ausgeführten Varianten. Das globale Erwärmungspotenzial für das Gebäude Holz-MW-DD-Decke-Holz-Fe. (Holzbau mit Mineralwolle Dämmung, Diagonaldübeldecke und Holzfenstern) ist um 375 tCO<sub>2</sub>equ. geringer als jenes für das Gebäude HLZ-WDVS-Holz-Fe. (Hochlochziegel mit EPS-Wärmedämmverbundsystem und Holzfenstern). Das entspricht den CO<sub>2</sub>-Emissionen für die Heizung und den Warmwasserbedarf des Gebäudes für 80 Jahre. Die Einsparung zwischen den Varianten HLZ-WDVS-Kunst.-Alu-Fe (Hochlochziegel mit EPS Wärmedämmverbundsystem und Kunststoff-Alu-Fenstern) und CLT-MW-DD-Decke-Holz-Fe. (Holzbau mit Brettsperrholz, Mineralwolle Dämmung und Holzfenstern) liegt sogar bei 420 tCO<sub>2</sub>equ. Dies entspricht den CO<sub>2</sub>-Emissionen für die Heizung und den Warmwasserbedarf des Gebäudes über 90 Jahre.

<sup>1</sup> Beim Indikator Globales Erwärmungspotenzial werden sowohl die klimarelevanten Emissionen aus den Herstellungsprozessen als auch die während des Wachstums von Biomasse aus der Atmosphäre aufgenommene und über die Lebensdauer des Materials gespeicherte Menge an Kohlendioxid berücksichtigt.

## 8.6. Nicht erneuerbare Primärenergie<sup>2</sup>

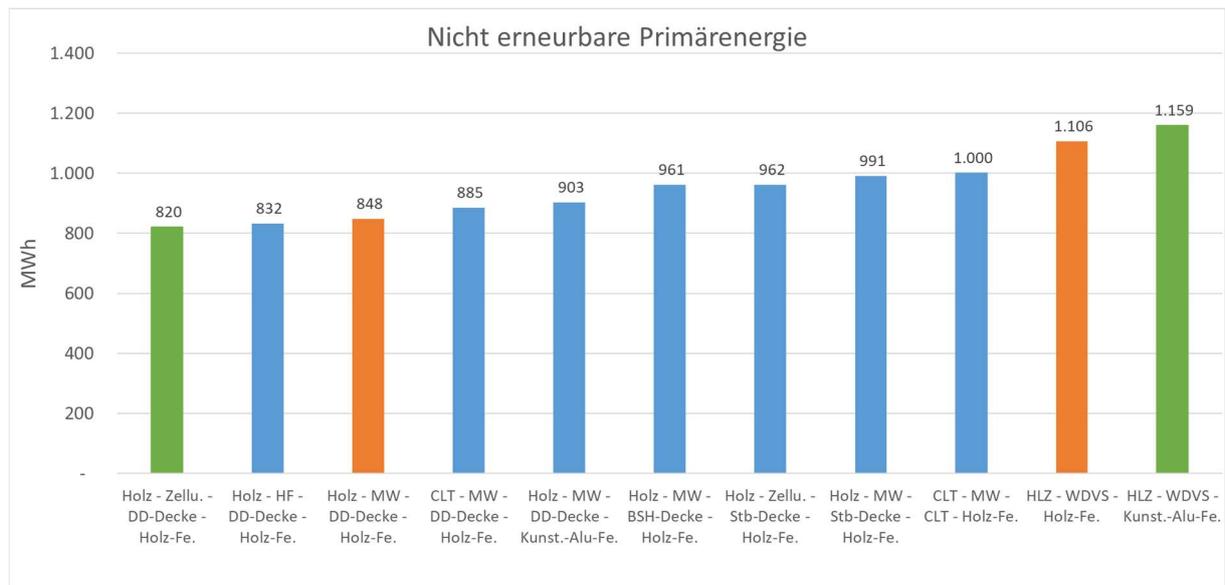


Abbildung 2 - Verbrauch an nicht erneuerbarer Primärenergie der im Energieausweis erfassten Bauteile für 11 Varianten des Gebäudes B des Projektes Lerchenstraße.

Abbildung 2 stellt den Verbrauch an nicht erneuerbarer Primärenergie für 11 Varianten beim Gebäude B des Projektes Lerchenstraße dar. Die orangefarbenen Balken zeigen die Emissionen für die Herstellung des Gebäudes B in den ausgeführten Varianten. Der Verbrauch an nicht erneuerbarer Primärenergie für das Gebäude Holz-MW-DD-Decke-Holz-Fe. (Holzbau mit Mineralwolle Dämmung, Diagonaldübeldecke und Holzfenstern) ist um 257 MWh geringer als jener für das Gebäude HLZ-WDVS-Holz-Fe. (Hochlochziegel mit EPS-Wärmedämmverbundsystem und Holzfenstern). Das entspricht der Heizung und dem Warmwasserbedarf des Gebäudes für 15 Jahre. Die Einsparung zwischen den Varianten HLZ-WDVS-Kunst.-Alu-Fe (Hochlochziegel mit EPS Wärmedämmverbundsystem und Kunststoff-Alu-Fenstern) und CLT-MW-DD-Decke-Holz-Fe. (Holzbau mit Brettsperrholz, Mineralwolle Dämmung und Holzfenstern) liegt bei 339 MWh was der Heizung und dem Warmwasserbedarf des Gebäudes für 20 Jahre entspricht.

## 8.7. Oekoindex

In der Vorarlberger Wohnbauförderung wird der Oekoindex anhand der Bilanzgrenze 0 bewertet. Dies entspricht der thermischen Gebäudehülle und ist mit den Bilanzgrenzen, wie sie in diesem Projekt für die Indikatoren „globales Erwärmungspotenzial“ und „nicht erneuerbarer Primärenergie“ gewählt wurde, vergleichbar. Die Bilanzgrenzen, die bewerteten Indikatoren und die Bewertungsmethodik sind im Leitfaden zur Berechnung des Oekoindex für Bauteile und Gebäude (IBO 2018) beschrieben.

<sup>2</sup> Die Primärenergie nicht erneuerbar erfasst hier sowohl den nicht erneuerbaren Primärenergie Verbrauch aus den Herstellungsprozessen als auch die in den Materialien bzw. Rohstoffen enthaltene nicht erneuerbare Primärenergie.

## Oekoindex Bonus der Vorarlberger Wohnbauförderung

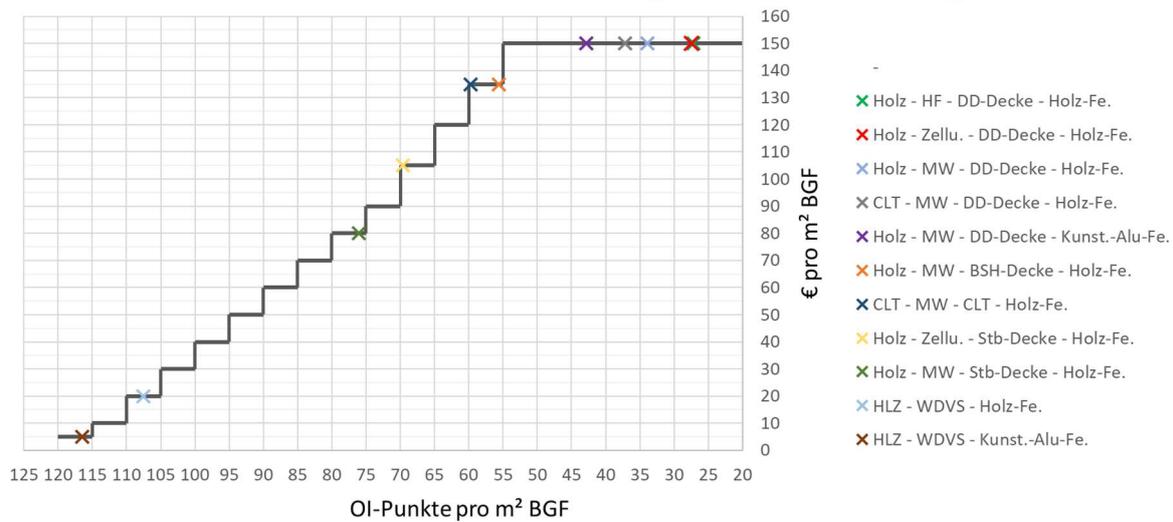


Abbildung 3 - Oekoindex Bonus der Vorarlberger Wohnbauförderung (Förderrichtlinie 2018/19) für II Varianten des Gebäudes B des Projektes Lerchenstraße.

Abbildung 3 bildet den Oekoindex Bonus der Vorarlberger Neubauförderrichtlinie 2018/2019 (Land Vorarlberg 2017) ab. Diese sieht ein Stufenmodell vor. Ab einem Oekoindex von 120 wird ein Bonus von 5 € pro m<sup>2</sup> BGF gewährt. Der maximale Bonus von 150 € pro m<sup>2</sup> wird bei einem Oekoindex kleiner 55 OI Punkten erreicht. Sämtliche Holzkonstruktionen mit Diagonaldübel Decke erreichen diese höchste Förderstufe. Die Varianten mit Holzkonstruktionen und Brettsperholzdecken erreichen die zweithöchste Förderstufe (140 € pro m<sup>2</sup>). Der Holzbau mit Stahlbetondecke und Zellulosedämmung würde einen Bonus von 105 € pro m<sup>2</sup> BGF erhalten und damit in die vierthöchste Förderstufe fallen. Wird dabei statt Zellulose Mineralwolle als Dämmstoff verwendet, erreicht das Gebäude die sechsthöchste Förderstufe (80 € pro m<sup>2</sup>). Der OI Bonus für die Massivbau-Varianten liegen bei 20 € pro m<sup>2</sup> mit Holzfenster und 5 € pro m<sup>2</sup> mit Kunststoff-Alu-Fenster.

### 8.8. Fazit

Insbesondere bei Niedrigenergiehäusern spielt die Herstellung der Baustoffe in der Gesamtökobilanz eine entscheidende Rolle. Die Holzbauvarianten konnten in allen drei untersuchten Indikatoren (globales Erwärmungspotenzial, Primärenergie nicht erneuerbar und Oekoindex) ein deutliches Einsparungspotenzial aufzeigen. Am deutlichsten wird es beim Globalen Erwärmungspotenzial. Das Einsparungspotenzial zwischen den zwei Bauweisen beim Projekt Lerchenstraße liegt hier bei 375 tCO<sub>2</sub>equ. Dies entspricht den CO<sub>2</sub>-Emissionen für Heizung und Warmwasser des Gebäudes über 90 Jahre. Eine einfache Bewertung des ökologischen Fußabdrucks eines Gebäudes ist der Oekoindex. Dieser wird neben der Vorarlberger Wohnbauförderung in fünf weiteren Bundesländern berücksichtigt. Die Holzbauvariante des Projektes Lerchenstraße erhält dabei die höchste Förderstufe.

## 9. VERGLEICH QUALITÄT

Die Qualität spielt besonders bei der Errichtung von Gebäuden eine immer wichtigere Rolle. Zum einen steigen die Anforderungen an die Technik, als auch an die Optik, getrieben durch die meist perfekten Produkte aus der Industrie laufend. Gleichzeitig hat die Baubranche aktuell wie bei vielen anderen Branchen mit einem enormen Facharbeitermangel zu kämpfen. Im Gegensatz zu vielen anderen Branchen, ist die Baubranche allerdings in vielen Bereiche noch lange nicht an dem Punkt, an dem fehlende Fachkräfte von Maschinen und Technik ausgeglichen werden können. Der herkömmliche Bau vor Ort ist nach wie vor noch zu einem sehr hohen Anteil eine reine Handarbeitsleistung. Die Kombination dieser Punkte führt vor allem zu einem Problem, nämlich dass die Ausführungsqualität sinkt und die Probleme vor Ort am Bau steigen.

Der moderne, vorgefertigte Holzbau bringt hier gewisse Vorteile mit sich, welche sich unter anderem auch positiv auf die Qualität auswirken. Der Beginn dieser vorteilhaften Qualitätskette beginnt bereits bei der Planung und Konzeption des Gebäudes. Während bei den sehr verbreiteten mineralischen Bauweisen oftmals (aufgrund der lange erprobten und auch eher einfachen Details) die Detailplanung erst sehr zum Schluss des Projektes erstellt wird, wird bei einem Holzbauprojekt, bedingt durch die notwendige Genauigkeit bei der Vorfertigung, bereits zu Beginn der Planung mit den Details gestartet. So gut wie jede Schraube ist bereits in der Planung verbucht, was natürlich eine wesentliche Auswirkung auf die direkte Ausführungsqualität mit sich bringt.

Somit ergibt sich beim Holzgebäude in der Lerchenstraße eine deutlich höhere Anzahl an Detailplänen von Fachfirmen als beim anderen Baukörper, welcher in mineralischer Bauweise ausgeführt wurde. Vor Ort am Baufeld ist allerdings ganz klar, welches Holzbrett bei der Holzfassade wo sitzt und wie dies zu befestigen ist. Bei mineralischen Fassaden gibt es von Seiten der ausführenden Firmen in der Regel keine Detailplanung und somit leider auch in Vorfeld meist keine komplette Aufdeckung der Problemstellen.

Auch wird bei der Planung im Holzbau bereits heute sehr oft auf zumindest eine komplexe 3D-Planung gesetzt, bei der Konflikte und Problematiken in der Regel öfter, besser und früher erkannt werden. Bedingt durch die bereits fertigen Deckenuntersichten ab Werk muss die Detaillierung deutlich höher sein als es bei anderen Bauweisen der Fall ist. Ist beispielsweise bei einer Stahlbetondecke, die anschließend gespachtelt und verputzt wird, ein Auslass falsch platziert, kommt einfach der Schrämmer zum Einsatz. Im Holzbau bringt eine falsch platzierte Öffnung im Sichtbereich ein deutlich größeres Problem mit sich. Auf den ersten Blick scheint das ein Vorteil für die Stahlbetondecke zu sein, denn erst auf den zweiten Blick wird klar, dass wir diese Art von Problemen durch die detaillierte Planung im Holzbau einfach nicht oder zumindest nur sehr reduziert haben.

Die Qualitätskette geht anschließend in den Bereich der Produktion über. Anhand des Beispiels des Fenstereinbaus lässt sich sehr eindrücklich die Qualität abbilden. Während die Fenster bei der Holzbauweise körperschonend, im Trockenen und bei optimalen Temperaturen verbaut werden können, müssen diese in der mineralischen Bauweise zuerst in die jeweiligen Geschosse befördert werden und sind in vielen Fällen bereits nach dem Einlagern beschädigt. Der Einbau erfolgt dann, aufgrund des für gewöhnlich herrschenden Zeitdruckes für die Mitarbeitenden vor Ort, zu nicht optimalen Bedingungen: Nässe, Kälte, Hitze sind meist die negativen Begleiterscheinungen, welche sich dann auch teilweise in der Qualität widerspiegeln.

Des Weiteren kann beispielsweise durch die trockene und kurze Bauzeit von einem generellen Qualitätszuwachs bei der Holzbaualternative gesprochen werden. So wurde im Zuge der Projektrealisierung beobachtet, dass Regen und Nässe, bedingt durch die beim Holzbau nur kurze Wetterabhängigkeit, den Bauablauf generell weniger beeinträchtigen. Durch das turmweise Aufrichten der Holzbauten konnte der Ablauf bei der Lerchenstraße so gestaltet werden, dass jeweils bei einer zweitägigen Schönwetterperiode die Bereiche komplett ohne Witterungseinflüsse dicht hergestellt werden konnten. Für das Gesamtgebäude bedeutet es eine trockenere Bauweise und somit natürlich einen deutlichen Qualitätszuwachs. Generell ist dabei allerdings festzuhalten, dass dieses witterungsschonende Bauen bei der Holzbaualternative auch nötig ist, da diese Bauweise in Bezug auf die Feuchteinflüsse deutlich anfälliger ist als die Stahlbetonbauweise.

## 10. SCHALLSCHUTZ

Beim Thema Schallschutz ist grundlegend zwischen den Bauteilen sowie dem Luft-, und dem Trittschall zu unterscheiden.

### 10.1. Wohnungstrennwände und Treppenhauswände

Bei der mineralischen Bauweise wurde eine Stahlbetonwand mit einseitiger Vorsatzschale ausgeführt. Bei der Holzhybridbauweise wurde die Wohnungstrennwand ebenfalls mit einer Stahlbetonwand hergestellt. Im Vergleich zur mineralischen Bauweise ist hier jedoch aufgrund der vertikalen Flankenübertragung des Schalls eine beidseitige Vorsatzschale erforderlich. Dies hat zur Folge, dass die Holzhybridbauweise schalltechnisch bei diesem Bauteil, horizontal gemessen, sogar besser als die mineralische Bauweise abschneidet. Bei den Trennwänden von den Wohnungen zum Treppenhaus wurde bei beiden Bauweisen eine Stahlbetonwand mit einer wohnungsseitigen Vorsatzschale aus Trockenbau gewählt. Diese Bauteile sind somit schallschutztechnisch als gleichwertig zu betrachten.

### 10.2. Wohnungstrenndecken

Bei den Wohnungstrenndecken ist nun die Unterscheidung zwischen dem Luftschallschutz und dem Trittschallschutz zu betrachten.

Bei Luftschallschutz der Trenndecken zeichnet sich ab, dass sich die beiden gewählten Aufbauten im Wesentlichen die Waage halten und ein sehr gutes Ergebnis, welches deutlich über den Vorgaben von Norm und Gesetzgebung liegt, abliefern.

Trennbau teil und Messbericht Nummer Haus B – Ziegel/Stahlbeton	Standard-Schallpegeldifferenz $D_{nT,w}$ in dB (in Klammern: Spektrumsanpassungswert C)		
	Messwert	Anforderung	erfüllt
Trenndecke OG2 zu OG1 Wohnen, Nr. 16157/01	62 (-2)	$\geq 55$	ja
Trenndecke OG2 zu OG1 Schlafen, Nr. 16157/02	68 (-2)	$\geq 55$	ja

Trennbau teil und Messbericht Nummer Haus A – Holzständer/Brettstapeldecke	Standard-Schallpegeldifferenz $D_{nT,w}$ in dB (in Klammern: Spektrumsanpassungswert $C_{50-3150}$ )		
	Messwert	Anforderung	erfüllt
Trenndecke OG3 zu OG2 Wohnen, Splitt mit Latex - Nr. 16157/03	65 (-2)	$\geq 55$	ja
Trenndecke OG2 zu OG1 Wohnen, Splitt mit Zement - Nr. 16157/04	62 (0)	$\geq 55$	ja

Wird nun der Trittschallschutz der Wohnungstrenndecken betrachtet, liegt die mineralische Bauweise im Vergleich deutlich vorne. Hier schneidet der Deckenaufbau mit Stahlbetontragstruktur aufgrund der höheren Masse besser ab als der Holzbau. Zwar wurden die Grenzwerte bei den Messungen in der Holzbauweise überall eingehalten und teilweise unterschritten, allerdings war der Messwert zumindest bei einer Messung mit 47dB im Grenzbereich. Ein deutlicher Unterschied ist bei den Ergebnissen des Trittschalls im Holzbau auch bei den zu Forschungszwecken unterschiedlich eingebauten Schüttungen erkennbar. So schneidet der Trittschallschutz bei jenem Aufbau mit der latexmilchgebundenen Splittschüttung um ca. 4dB besser ab als dies bei den Aufbauten mit der zementgebundenen Splittschüttung der Fall ist. Besondere bei der latexmilchgebundenen Variante konnten somit auch beim Trittschall sehr gute und vor allem die Vorgaben deutlich unterschreitende Werte erzielt werden. Mit den gemessenen Werten sind wir im Bereich der mineralischen Bauweise, bedingt durch die hohe Masse des Betons, in einem sehr guten Bereich, der für den Holzbau nur sehr schwer zu erreichen ist.

Im Bereich des Holzbaus liegt das Ziel der Rhomberg Gruppe bei der generellen Unterschreitung der 41dB-Marke. Dieses Ziel ist aufgrund der vorliegenden Ergebnisse zumindest mit dem Latexmilchaufbau auch als absolut greifbar und realistisch einzuschätzen.

Trennbau teil und Messbericht Nummer Haus B – Ziegel/Stahlbeton	Standard-Trittschallpegel $L'_{nT,w}$ in dB (in Klammern: Spektrumanpassungswert $C_1$ )		
	Messwert	Anforderung	erfüllt
Trenndecke OG2 zu OG1 Wohnen, Nr. 16157/05	36 (0)	$\leq 48$	ja
Trenndecke OG2 zu OG1 Schlafen, Nr. 16157/06	31 (1)	$\leq 48$	ja

Trennbau teil und Messbericht Nummer Haus A – Holzständer/Brettstapeldecke	Standard-Trittschallpegel $L'_{nT,w}$ in dB (in Klammern: Spektrumanpassungswert $C_1$ )		
	Messwert	Anforderung	erfüllt
Trenndecke OG3 zu OG2 Wohnen, Splitt mit <b>Latex</b> - Nr. 16157/07	40 (1)	$\leq 48$	ja
Trenndecke OG2 zu OG1 Wohnen, Splitt mit <b>Zement</b> - Nr. 16157/08	44 (-1)	$\leq 48$	ja
Trenndecke OG3 zu OG2 Zimmer, Splitt mit <b>Latex</b> - Nr. 16157/09	43 (-1)	$\leq 48$	ja
Trenndecke OG2 zu OG1 Wohnen, Splitt mit <b>Zement</b> - Nr. 16157/08	47 (-2)	$\leq 48$	ja

### 10.3. Außenwand

Bei der Außenwand punktet die Holzbauvariante durch ihre biegeweichen Schalen. Die mineralische Bauweise bewerkstelligt ihren Schallschutz durch die Masse in der Konstruktion. In Summe können beide Außenwandssystem in Bezug auf den Schallschutz als sehr hochwertig angesehen werden.

## 11. VERGLEICH NACH ENERGIEAUSWEIS

Der Vergleich der jeweiligen Energieausweise der Gebäudetypen zeigt, dass sich die gewählten Bauarten bei dieser Art des Vergleiches so gut wie nicht unterscheiden. Zumindest auf den ersten Blick, eine weitere und genauere Beurteilung gibt es hierzu bei den Erkenntnissen des Energieinstitutes Vorarlberg.



## **11.1. Fazit Qualität**

Grundsätzlich ist die Holzhybridbauweise anfälliger für Fehler als die mineralische Bauweise. Im Wesentlichen ist das auf die technisch meist komplexeren Details, die höhere Feuchteanfälligkeit und das Arbeiten mit bereits zu Beginn fertigen Oberflächen zurückzuführen. Gerade diese Punkte haben es jedoch ermöglicht, dass bei der Holzbauweise die Notwendigkeit entstanden ist, diesen Punkten gegenzusteuern (sehr tiefe, detaillierte Planungen, kurze und durchdachte Bauabläufe usw.). Somit stehen wir heute an einem Punkt, an dem sich die Probleme dieser Bauart durch die Vermeidung und die Weiterentwicklung sowie die Sensibilisierung zu einem deutlichen Qualitätsvorteil gewandelt haben und auch noch entsprechend weiteres Potenzial für die Qualitätssteigerung mit sich bringen.

## **12. WEITERE PUNKTE, BESONDERHEITEN UND ERFAHRUNGEN ZUM PROJEKT LERCHENSTRAÙE IN WOLFURT**

### **12.1. PV und Mieterstrom**

Im Zuge des Projektes haben wir uns intensiv mit dem Thema der eigenen Stromerzeugung und auch der entsprechenden Nutzung durch die Bewohner beschäftigt. Die Erkenntnisse daraus sind, dass das System der eigenen Stromerzeugung und auch der eigenen Nutzung zwar noch die eine oder andere Hürde, wie beispielsweise die unbürokratische Stromnutzung in den Wohneinheiten sowie die entsprechende wirtschaftliche Stromspeicherung, mit sich bringt. Dennoch sind wir davon überzeugt, auf dem richtigen Weg zu sein, und die Art der Energieerzeugung und Nutzung sollte unbedingt weiterverfolgt werden. In diesem Zusammenhang wurden auch bereits sämtliche Komponenten für eine möglichst einfache Nachrüstung der E-Mobilität umgesetzt bzw. vorbereitet.

### **12.2. Feuchteüberwachungssysteme**

Bei diesem Projekt wurde erstmals eine automatische Feuchteüberwachung eingesetzt. Untersucht und überwacht wurde hierbei das Holzhybrid-Gebäude im Bereich des Dachaufbaus, der Badezimmer sowie der WC-Einheiten in den jeweiligen Wohnungen. Zur Umsetzung des Feuchteüberwachungssystems gibt es aktuell noch weitere Entwicklungen und Anpassungen, welche diverse Kinderkrankheiten ausmerzen sollen. Wir sind zu dem Schluss gekommen, dass unsere bisherigen Maßnahmen zur Vorbeugung von Feuchteschäden am Dach in Kombination mit unseren sehr hochwertigen Aufbauten bereits einen sehr guten und hohen Schutz der Konstruktionen und des Gebäudes bieten. Es handelt sich bei den bei der Lerchenstraße zusätzlich getesteten Maßnahmen im Sinne der Feuchtüberwachung im Dachbereich allerdings durchaus um sinnvolle und stimmige Ergänzungen zu den restlichen Maßnahmen. Für einen weiteren Einsatz sind allerdings noch entsprechende Optimierungen und Weiterentwicklungen nötig.

## **13. ZUKUNFT/POTENZIAL ANHAND DER ERKENNTNISSE VOM PROJEKT LERCHENSTRAÙE**

Das Projekt Lerchenstraße Wolfurt zeigt einmal mehr, welches Potenzial im Bereich der Bauwirtschaft noch schlummert und was alles machbar ist. Die Erkenntnisse zeigen, dass wir besonders im Bereich des Holzbaus im mehrgeschossigen Wohnbau auf einem sehr guten Weg sind.

Das Projekt zeigt aber auch ganz klar, dass wir trotz des sehr guten Ergebnisses bei so gut wie allen Punkten noch ein deutlich größeres Potenzial ausschöpfen können, als es aktuell der Fall ist.

Dabei gilt es, die neuen Wege, Lösungen und Ansätze weiter intensiv anzuwenden und auszubauen. Das Ziel muss es sein, die Qualität weiter auf dem aktuellen, sehr hohen Niveau zu halten und im Bereich der technischen Ausführungen noch zu steigern. Die Vorfertigung soll deutlich erhöht und die Bauzeit, wenn möglich, reduziert werden. Sämtliche Überlegungen sollen dazu beitragen, dass die Kosten gesenkt werden oder zumindest nicht weiter in der bisherigen Intensivität ansteigen.

Gleichzeitig gilt es, Gebäude zu schaffen, in denen die Menschen gerne leben, und die eine gewisse Lebensqualität ermöglichen. Die Ansätze in der Lerchenstraße zeigen hier sehr gut, wie und was im Bereich Lebensqualität möglich ist. Darüber hinaus zeigen die gewählten Ansätze im Holzbau, dass die Bauwirtschaft ihren Beitrag zum Klimaschutz leisten kann, indem auf energiebewusstes Bauen gesetzt wird.

In all diesen Bereichen und den Zielen scheint die Bauweise mit einem erhöhten Holzanteil ein wesentlicher Schlüssel zur Lösung und Weiterentwicklung darzustellen. Die Erkenntnisse aus Projekten wie der Lerchenstraße können, sollen und müssen daher aufbauend und laufend vertieft bzw. weiterentwickelt werden.

Abschließend ist anzumerken, dass die Erkenntnisse, welche in diesem Bericht zusammengefasst sind, hauptsächlich auf das Projekt Lerchenstraße zurückzuführen sind. Dies bedeutet, dass die Daten einen Stand von einer Zeitspanne von vor 2 Jahren bis Ende 2019 widerspiegeln. Im Zuge der weiteren Projektentwicklung und Projektrealisierungen von Folgeprojekten konnten bereits zu einigen Themen weitere Erkenntnisse und Entwicklungen erzielt werden.