



**economicum - leistbares und energieeffizientes Wohnen**  
 Session 2 Gebäudehülle Holz- und Mischbau

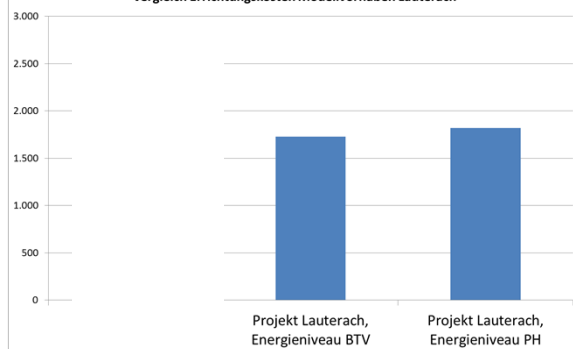
Prolog

Architekt DI Martin Ploß  
 Energieinstitut Vorarlberg



**Einfluss Energieniveau auf Bauwerks- bzw. Errichtungskosten**

Vergleich Errichtungskosten Modellvorhaben Lauterach



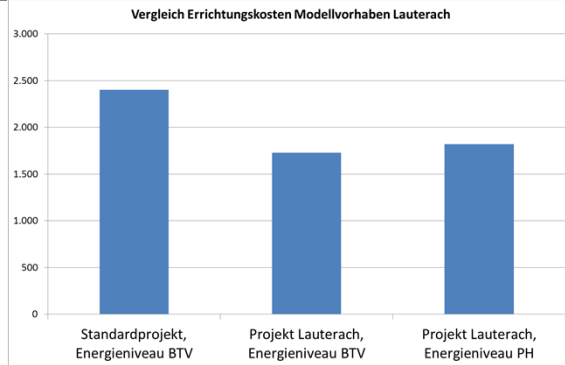
Mehrkosten Passivhausniveau zu Energieniveau BTV: ca. 90 bis 100 EUR/m<sup>2</sup>

größte Einzelposition: Komfortlüftung mit WRG mit ca. 55 EUR/m<sup>2</sup>

Anteil opake Bauteile Gebäudehülle: ca. 30 bis 35 EUR/m<sup>2</sup>



## Einfluss Energieniveau auf Bauwerks- bzw. Errichtungskosten










Mehrkosten Passivhausniveau zu Energieniveau BTV: ca. 90 bis 100 EUR/m<sup>2</sup>

Einsparpotenzial (Errichtungskosten) durch Entwurf und Ausstattungsniveau: ca. 660 EUR/m<sup>2</sup>

Wichtig für Vergleiche sind nicht nur die Errichtungskosten, sondern die Lebenszykluskosten sowohl für Energieeffizienzmaßnahmen als auch für sonstige Bauteile und Komponenten



## energetisch-wirtschaftliche Optimierung Hülle Massivbau

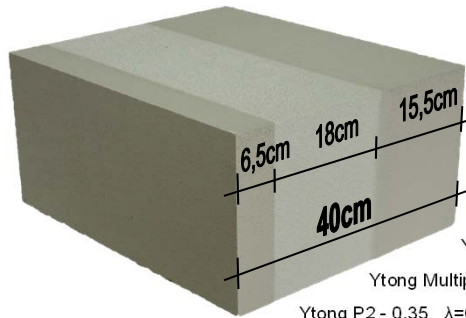
|   |  |
|---|--|
|  <p><b>Leipfinger Bader - Unipor W07 Coriso</b><br/>(49cm, mineralische Füllung)</p> <p>U-Wert = 0,14 W/m<sup>2</sup>K<br/>                     Lambda = 0,07 W/(mK)<br/>                     zul. Druckspanng. = 0,8 MN/m<sup>2</sup></p> |  <p><b>Wienerberger Porotherm</b><br/>(50cm, Mineralwolle)</p> <p>U-Wert = 0,12 W/m<sup>2</sup>K<br/>                     Lambda = 0,064 W/(mK)</p> |
|  <p><b>Leitl Vital Solex Energy Plan N+F</b><br/>(ungefüllt)</p> <p>U-Wert = 0,16 W/m<sup>2</sup>K<br/>                     Lambda = 0,082 W/(mK)</p>  |  <p><b>Schlagmann Poroton T7</b><br/>(49cm, Perlitfüllung)</p> <p>U-Wert = 0,15 W/m<sup>2</sup>K</p>  |
|  <p><b>Ytong Energy Plus</b><br/>(50cm, Ytong Porenbeton innen und außen + Multipor Dämmplatte)</p> <p>Lambda<sub>eq</sub> = 0,06 W/(mK)<br/>                     U-Wert = 0,11 W/m<sup>2</sup>K</p>                                       |  <p><b>Ytong plus Multipor</b><br/>(rein mineralisch, nicht monolithisch)</p> <p>U-Wert = 0,14 W/m<sup>2</sup>K</p>                                 |
|  <p><b>Hotblok</b><br/>(42cm, Styropor-Füllung)</p> <p>U-Wert = 0,15 W/m<sup>2</sup>K<br/>                     zul. Druckspanng. = 0,8 MN/m<sup>2</sup></p>  |  |



## Rückblick Session 1 - Massivbau

### Aufbau des Ytong Energy+ für DK

$U = 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$



Vorteile:

- Monolithischer Wandaufbau
- Passivhausstandard
- ohne zusätzliches WDVS
- U-Wert = 0,11 - 0,15  $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$
- 40 – 50 cm Wandstärke

Ytong P2 - 0,35  $\lambda=0,09 \text{ W}/(\text{mK})$

Ytong Multipor  $\lambda=0,045 \text{ W}/(\text{mK})$

Ytong P2 - 0,35  $\lambda=0,09 \text{ W}/(\text{mK})$

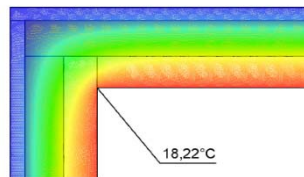
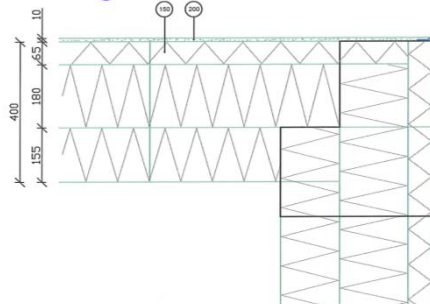
Kombination mit P4 (0,12) und P 6 (0,16) als Trag- und Wetterschale ebenfalls möglich

Quelle: Torsten Schoch Xella Technologie- und Forschungsgesellschaft mbH; Vortrag economicum, - 27.05.2014



## Rückblick Session 1 - Massivbau

### Ausbildung Außenecke



- $\Psi$ -Wert Ecke gestoßen:  $-0,078 \text{ W}/(\text{mK})$
- $\Psi$ -Wert Ecke „perfekt“:  $-0,084 \text{ W}/(\text{mK})$

Quelle: Torsten Schoch Xella Technologie- und Forschungsgesellschaft mbH; Vortrag economicum, - 27.05.2014

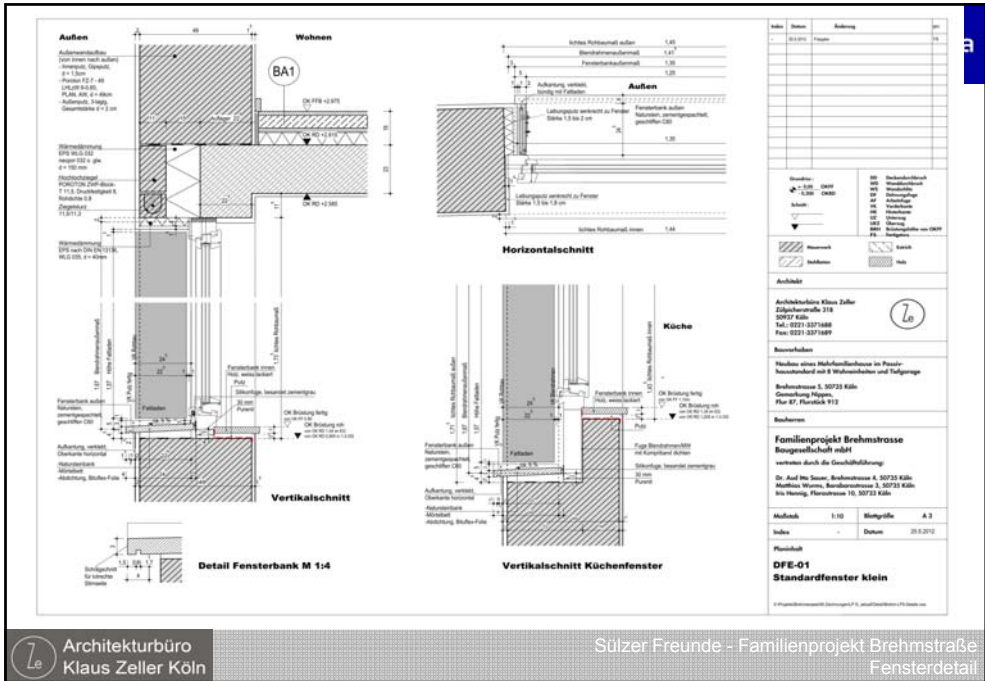


## Rückblick Session 1 - Massivbau

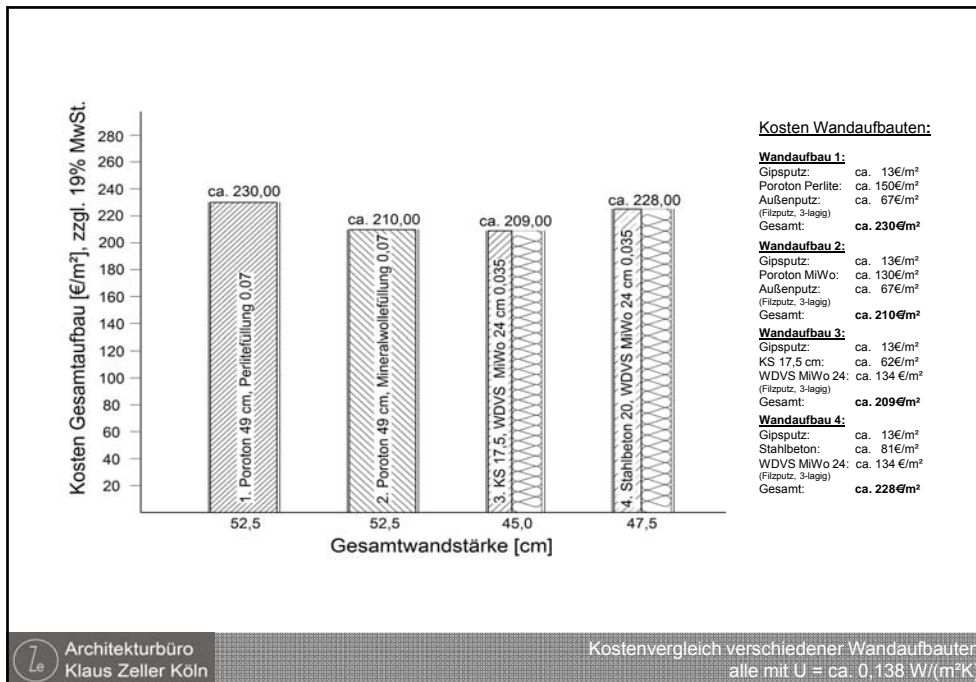


Quelle: Torsten Schoch Xella Technologie- und Forschungsgesellschaft mbH; Vortrag economicum, - 27.05.2014









economicum - Session 2 - Gebäudehülle Holz- und Mischbau Dornbirn, 02.12.2014

Energieinstitut Vorarlberg

### Kostenoptimalitätsstudie EIV/e7 - Beispielgebäude

|                       |                |  |
|-----------------------|----------------|--|
| Einfamilienhaus       | (EBF 155 m²)   |  |
| Mehrfamilienhaus      | (EBF 700 m²)   |  |
| Mehrfamilienhaus groß | (EBF 1.534 m²) |  |

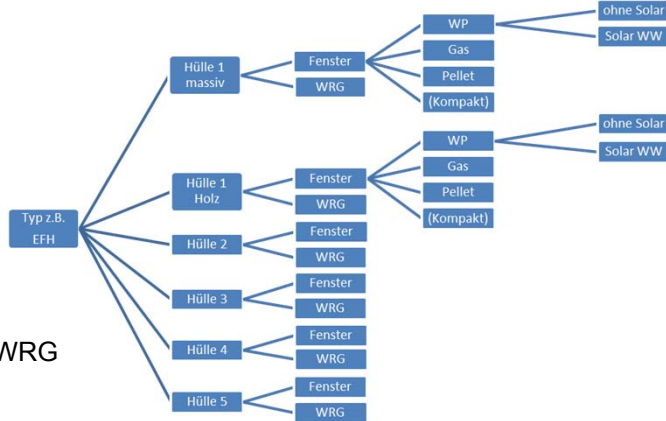
**Bauweisen**  
 Massivbauweise (alle drei Gebäude)  
 Holzständerbauweise (EFH, MFH)  
 → Jeweils in 5 verschiedenen Hüllqualitäten

13-10 Arch. DI Martin Ploss, Energieinstitut Vorarlberg Energieinstitut Vorarlberg



### Kostenoptimalitätsstudie - Variantenmatrix

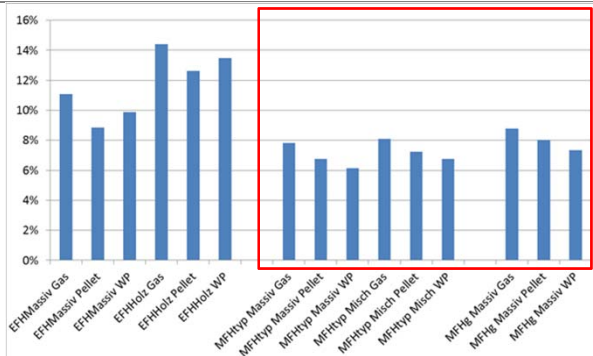
- 3 Gebäudetypen
- 2 Bauweisen
- 5 Hüllqualitäten
- 3 Energieträger
- Solaranlage WW
- Komfortlüftung mit WRG



Quelle :  
M. Ploss et al.: Analyse des kostenoptimalen Anforderungsniveaus für Wohnungsneubauten in Vorarlberg, EIV/e7, Endbericht November 2013



### prozentuelle Bauwerks-Mehrkosten PH gegen OIB Mindest



Die in der Grafik dargestellten Werte entsprechen den Mehrkosten einer Gebäudevariante im Passivhaus-niveau inkl. WRG und thermischer Solaranlage gegenüber einem arch. identischen Gebäude nach Mindeststandard OIB RL 6 (2011) ohne WRG und ohne Solaranlage.

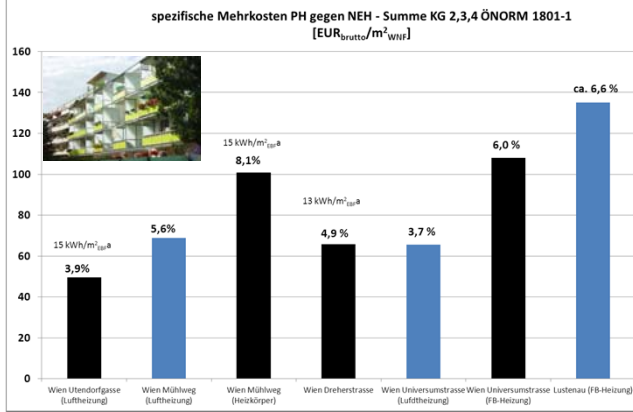
Prozentuale Brutto-Mehrkosten KG 2, 3 und 4 (ÖNORM 1801-1)  
Im MFH zwischen 6,2 und 8,8% (Im EFH zwischen 8,8 und 14,4%)

Vergleichswert Studie gbv: 6,73% Mehrkosten für MFH mit HWB < 12 kWh/m<sup>2</sup><sub>BGFa</sub> gegenüber MFH mit HWB 31- 40 kWh/m<sup>2</sup><sub>BGFa</sub>

Quelle :  
E. Bauer: Energieeffizienz und Wirtschaftlichkeit – Investitions- und Nutzungskosten in Wohngebäuden gemeinnütziger Bauvereinigungen unter besonderer Berücksichtigung energetischer Aspekte, gbv, Wien, 2013



### Vergleich mit abgerechneten Mehrkosten von MFH im PH-Niveau



Mehrkosten PH gegen NEH gemäß Studien zu österr. Modellprojekten (KG 2, 3 und 4, d.h. ohne Planungsmehrkosten)

Unterschiedliche Regionen, unterschiedliche Preisstände (2006 bis 2010), daher Angabe der prozentualen Mehrkosten (3,7 bis 8,1%) aussagekräftiger

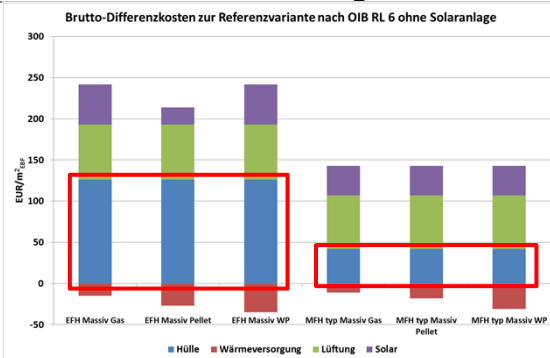
Gemessener Heizwärmeverbrauch von 3 Anlagen: 13 bis 15 kWh/m<sup>2</sup><sub>EBFa</sub>

Quelle 1:  
Ermittlung und Evaluierung der baulichen Mehrkosten von Passivhausprojekten  
H. Schöberl, C. Lang, S. Handler  
BMVIT (Herausgeber), Wien, 2011

Quelle 2:  
Die Metamorphose vom Niedrigenergie- zum Passivhaus  
Ökonomischer Vergleich als Entscheidungshilfe für Bauträger  
R. Warger, Masterthese Donau Uni Krems, 2009



### Brutto-Differenzkosten nach Grobelementen PH mit Solaranlage zu OIB Mindestanforderung ohne Solar



Im EFH sind die Mehrkosten der Hülle dominant (Mehrkosten ca. 120 EUR/m<sup>2</sup><sub>EBF</sub>)

Im MFH betragen die Mehrkosten der Hülle etwa 40 EUR/m<sup>2</sup><sub>EBF</sub>

Im MFH ist die WRG größte Einzelposition, Mehrkosten ca. 65 EUR/m<sup>2</sup><sub>EBF</sub> gegen Abluft Minderkosten Wärmeversorgung bis 35 EUR/m<sup>2</sup><sub>EBF</sub>

Quelle: M. Ploss: Analyse des kostenoptimalen Anforderungsniveaus für Wohnungsneubauten in Vorarlberg, EIV/e7, Endbericht November 2013







## Lebenszykluskosten

### Inputdaten für den Vergleich der Lebenszykluskosten von Außenwänden

| Konstruktion<br>(U-Wert 0,12 W/m <sup>2</sup> K)                                   | Gesamtdicke | Schicht                                   | Kosten             | techn.<br>Lebensdauer | Wartung  |        |                    | Rückbau  |                    |
|--|-------------|---|--------------------|-----------------------|----------|--------|--------------------|----------|--------------------|
|  | cm          | Bezeichnung                               | EUR/m <sup>2</sup> | Jahre                 | Leistung | Turnus | Kosten             | Leistung | Kosten             |
|  |             |   |                    |                       |          |        | EUR/m <sup>2</sup> |          | EUR/m <sup>2</sup> |
| AW Ziegel MiFa gefüllt,<br>50cm + IP + AP  |             | Innenputz                                 |                    |                       |          |        |                    |          |                    |
|  |             | Ziegelwand 50 cm                          |                    |                       |          |        |                    |          |                    |
|  |             | Außenputz                                 |                    |                       |          |        |                    |          |                    |
| AW Ziegel 18 cm + EPS<br>0,032 + IP + AP   |             | Innenputz                                 |                    |                       |          |        |                    |          |                    |
|  |             | Ziegelwand 18 cm                          |                    |                       |          |        |                    |          |                    |
|  |             | Dämmung EPS WLG 0,032                     |                    |                       |          |        |                    |          |                    |
|  | Außenputz   |   |                    |                       |          |        |                    |          |                    |
| AW Holzständer +<br>Installationsebene +<br>hinterlüftete Schalung<br>ungestrichen |             | Innenbeplankung auf<br>Installationsebene |                    |                       |          |        |                    |          |                    |
|  |             | Holzständerwand<br>beidseitig beplankt    |                    |                       |          |        |                    |          |                    |
|  |             | hinterlüftete Schalung<br>ungestrichen    |                    |                       |          |        |                    |          |                    |