



Aus der Vergangenheit für unsere Zukunft

Wie alte Baustoffe für eine nachhaltigere Zukunft sorgen

Über mich

- Malermeister
- Lehmbauer
- Baubiologe IBN
- Baubiologischer Raumgestalter IBN
- Dozent für Lehm- und Baubiologie beim Institut für **B**aubiologie und **N**achhaltigkeit in Rosenheim
- Sachverständiger für Schäden an Gebäuden TÜV Rheinland zert.
- Sachverständiger für Erkennung und Bewertung von Schimmelpilzschäden TÜV Rheinland zert.



Themen

- 1. Lehm als Baustoff**
Weniger Technik, mehr Lebensqualität
- 2. Der Baustoff Lehm aus der Sicht der Kreislaufwirtschaft**
Von der Billigalternative zum Baustoff der Zukunft
- 3. Fazit**

1. Lehm als Baustoff

Weniger Technik, mehr Lebensqualität

Lehm als
Baustoff

Eigenschaften
des Lehmes

Bauweisen

Wie der Lehm
die Technik
ersetzen kann



Lehm als Baustoff

- Lehm ist eine Mischung aus Ton, Sand und Schluff
- Ältester Baustoff, wird seit mehr als 9000 Jahre benutzt
- Gilt neben Kalk und Zement als wichtigster, mineralischer Baustoff
- Lokal verfügbar
- In allen gängigen Varianten erhältlich (Steine, Platten, Putze)
- Wiederverwertbar → Kreislaufwirtschaft
- Geringe bis keine Entsorgungskosten bei Abriss

Lehm als Baustoff

Lehmstein

- Klassischer Lehmstein
- Gängige Formate (DF, 2DF, NF etc.)
- Bekannte Verarbeitung
- Auch für tragende Konstruktionen geeignet
- Hohe Speichermasse → Behaglichkeit



Lehm als Baustoff

Lehmtrockenbau

- Schneller Aufbau
- Weniger Bauverzögerung
- Geringer Feuchteintrag
- Bekannte Verarbeitung
- Hohe Speichermasse → Behaglichkeit





Lehm als Baustoff

Lehmputze

- Mit gängiger Maschinenteknik zu verarbeiten
- Hohe Flächenleistung mit wenig "Manpower"
- Keine Entsorgung der "Abfälle" nötig
- Bekannte Verarbeitung
- Hohe Speichermasse → Behaglichkeit

Lehm als Baustoff

Stampflehm

- Stampflehmbau (auch Pisé) gilt als eine der ältesten Bauweisen
- Weltweit zu finden (Vorderer Orient, Arabische Halbinsel, Afrika, Amerika etc.)
- Rohdichte zwischen $1700 - 2200 \text{ kg/m}^3$, daher guter Wärmespeicher und Schallschutz
- Wird in 10 - 40cm hohen Schichten in einer Schalung eingebaut und gestampft
- Kann nach Fertigstellung sofort ausgeschalt werden, da es, anders als bei Beton, keine Abbindezeit gibt
- Auch für tragende Wände geeignet



1. Lehm als Baustoff

Weniger Technik, mehr Lebensqualität

Lehm als
Baustoff

Eigenschaften
des Lehmes

Bauweisen

Wie der Lehm
die Technik
ersetzen kann



Eigenschaften des Lehms



- Lehm ist zu 100 % wiederverwertbar
- Lehm ist regional verfügbar
- Lehm kann Feuchtigkeit aufnehmen und abgeben
- Lehm enthält keine Schadstoffe
- Lehm schützt und konserviert Holz
- Lehm ist ein guter Wärmespeicher
- Lehm absorbiert Gerüche
- Lehm verursacht keine Allergien
- Lehm reduziert Elektrosmog
- Lehm bindet Schadstoffe aus der Luft
- Lehm schützt vor Schall
- Lehm beugt der Entstehung von Schimmel vor
- Lehm hat eine sehr lange Lebensdauer
- Lehm schafft ein angenehmes Raumklima

1. Lehm als Baustoff

Weniger Technik, mehr Lebensqualität

Lehm als
Baustoff

Eigenschaften
des Lehmes

Bauweisen

Wie der Lehm
die Technik
ersetzen kann



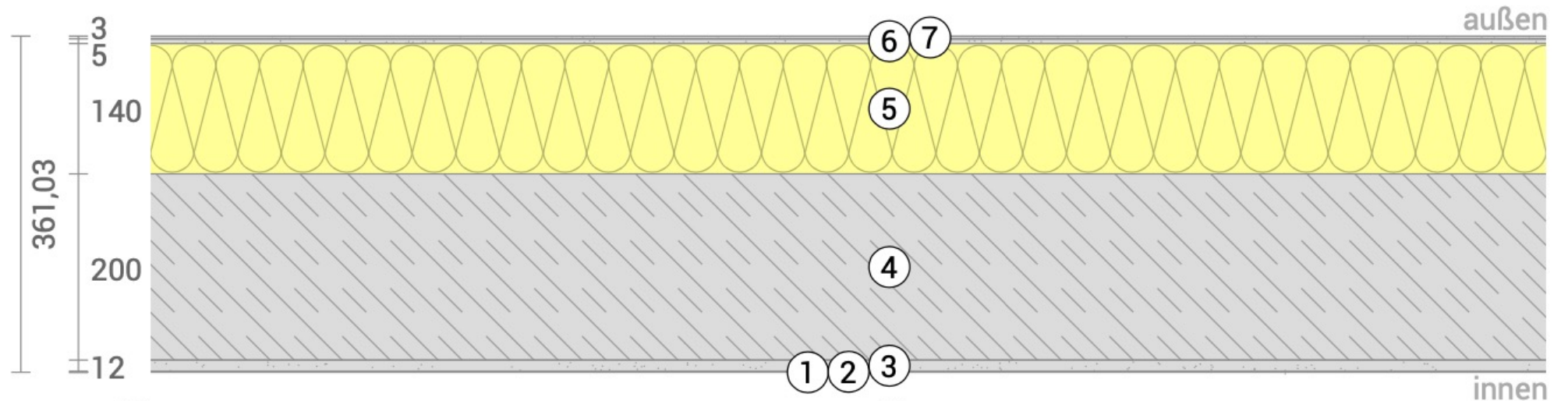
Bauweisen

Physikalische Werte

- ▶ **Temperaturamplitudendämpfung:** Gibt an, wie stark die äußeren Temperaturschwankungen abgeschwächt werden.
- ▶ **Phasenverschiebung:** Gibt an, mit welcher Verzögerung das Hitzemaximum die Innenseite des Bauteils erreicht. Idealerweise erreicht die Temperaturwelle in den kalten Nachtstunden die Bauteilinnenseite.
- ▶ **Sd-Wert:** Der sd-Wert ist das Kürzel für einen Kenngröße, der die „wasserdampfdiffusionsäquivalente Luftschichtdicke“ angibt. Kurz gesagt gibt dieser Kennziffer an, wie die Fähigkeit eines Baustoffs, Bauteils oder einer Beschichtung zur Durchlässigkeit von Wasserdampf im Vergleich zu einer äquivalenten Luftschichtdicke ist.
- ▶ **Sorbtionsfähigkeit:** Beschreibt die Aufnahmefähigkeit von Wasserdampf aus der Raumluft zur Kompensation von Feuchtigkeitsschwankungen

Standard Wandaufbau

➤ Betonbauweise mit Wärmedämmverbundsystem



- ① Dispersionsfarbe (0,03 mm)
- ② Tapete mit Makulatur (1 mm)
- ③ Knauf Gipsmaschinenputz MP 75 L (12 mm)
- ④ Beton armiert (200 mm)

- ⑤ Sto-Dämmplatte Top32 (140 mm)
- ⑥ StoArmat Classic plus QS F/M/G (5 mm)
- ⑦ Stolit® K (3 mm)

Ökobilanz

Wärmeverlust: 17 kWh pro m² und Heizperiode



Wärmemenge, die durch einen Quadratmeter dieses Bauteils während der Heizperiode entweicht. Bitte beachten: Wegen interner und solarer Gewinne ist der Heizwärmebedarf geringer als der Wärmeverlust.

Primärenergie (nicht erneuerbar): >201 kWh/m²



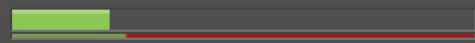
Nicht erneuerbare Primärenergie (=Energie aus fossilen Brennstoffen und Kernenergie) die zur Produktion der verwendeten Baustoffe aufgewendet wurde ("cradle to gate").

Treibhauspotential: 70 (?) kg CO₂ Äqv./m²



Menge an freigesetzten Treibhausgasen bei der Produktion der verwendeten Baustoffe ("cradle to gate").

U-Wert: 0,213 W/(m²K)



GEG 2020 Bestand U ≤ 0,24

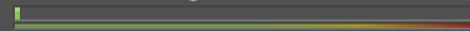
Beitrag zum Treibhauseffekt:



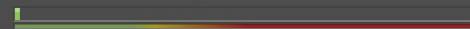
sehr gut

mangelhaft

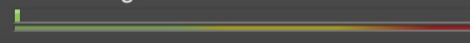
Tauwasser: 0 kg/m²



Holzfeuchte: +0,0 %



Trocknungsdauer: -



sehr gut

mangelhaft

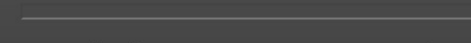
sd-Wert: 21 m



Oberfläche innen: 18,7°C (54%)



Trocknungsreserve: 488 g/m²a



mangelhaft

sehr gut

Dicke: 36,103 cm
Gewicht: 508 kg/m²

Temp.Ampl.Dämpfung (1/TAV): >100



Phasenverschiebung: 8,3 h



Speicherfähigkeit innen: 408 kJ/m²K

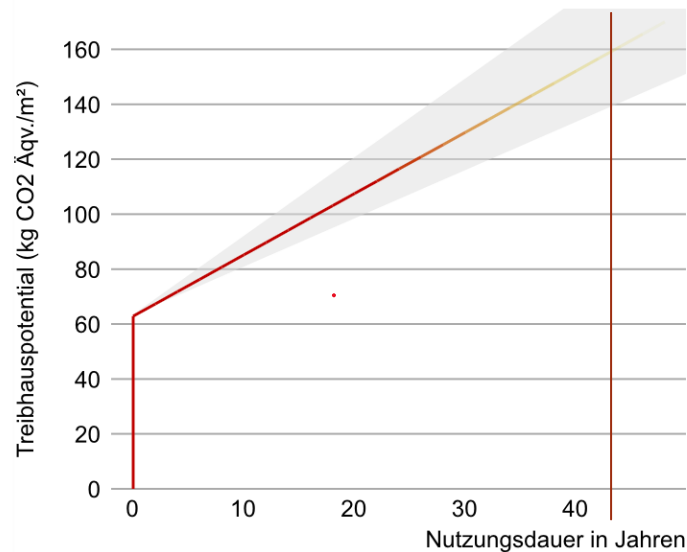


mangelhaft

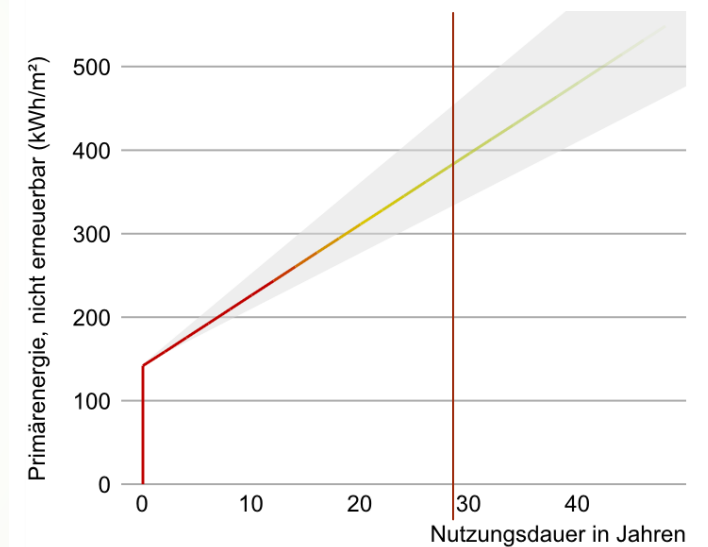
sehr gut

- Die **Abbildung links** zeigt im senkrechten Teil der Kurve das Treibhauspotential der Herstellung des Bauteils. Die während der Nutzung des Gebäudes entstehenden Treibhausgasemissionen (durch die Beheizung) sind durch die schräg nach oben verlaufende Kurve dargestellt.
- Die **Abbildung rechts** zeigt im senkrechten Teil der Kurve den nicht erneuerbaren Primärenergieaufwand für die Herstellung des Bauteils. Die während der Nutzung des Gebäudes benötigte Primärenergie (durch die Beheizung) ist durch die schräg nach oben verlaufende Kurve dargestellt.
- Je länger das Bauteil unverändert genutzt wird, umso umweltfreundlicher ist es, weil der Herstellungsaufwand weniger zu den Gesamtemissionen beiträgt (angedeutet durch die Farbe der Kurve).

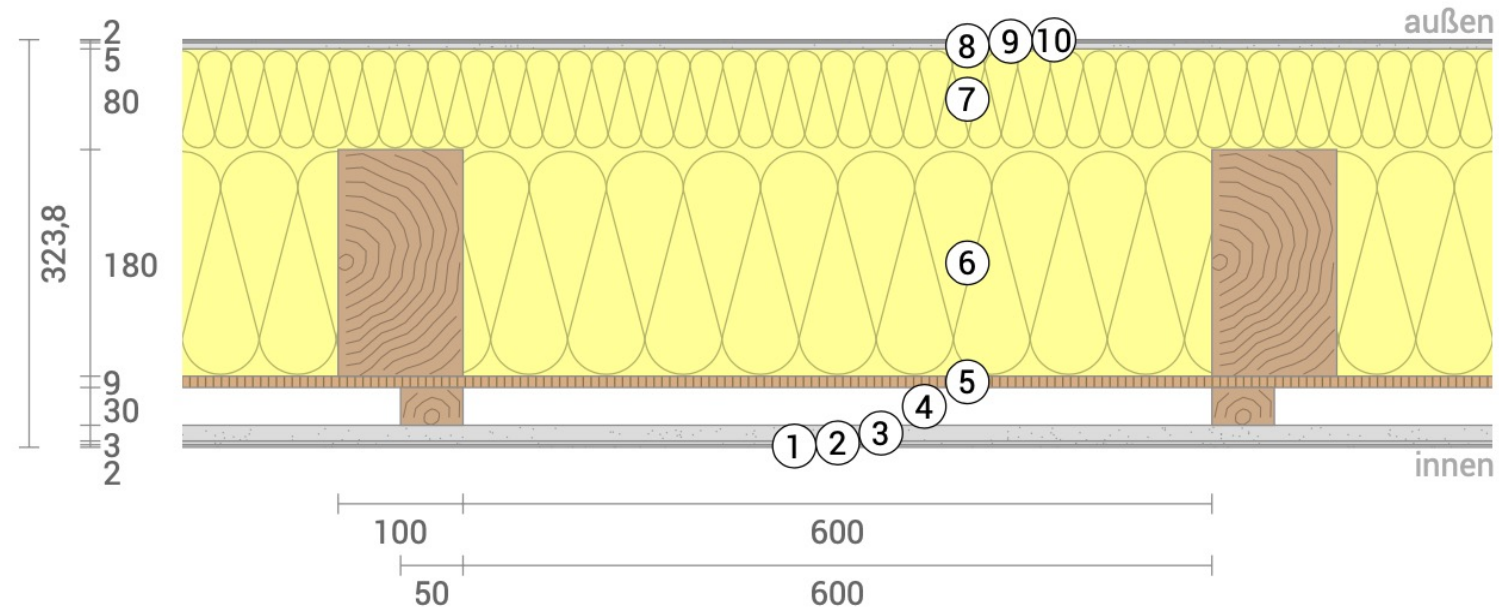
Treibhauspotential



Primärenergieaufwand



Holzständerbauweise mit Lehmputz innen und Kalkputz außen



- | | |
|--|----------------------------|
| ① Claytec Yosima Lehm-Designputz (2 mm) | ⑥ STEICOflex 036 (180 mm) |
| ② Claytec Lehmklebe- und armierungsmörtel (3 mm) | ⑦ STEICOpact L dry (80 mm) |
| ③ Fermacell Gipsfaser-Platte 12,5mm (12,5 mm) | ⑧ Hessler HP 14 (5 mm) |
| ④ Luftschicht (30 mm) | ⑨ Hessler HP 90 1mm (2 mm) |
| ⑤ elka esb P5 (9 mm) | ⑩ Keim Soldalit (0,3 mm) |

Ökobilanz

Wärmeverlust: 12 kWh pro m² und Heizperiode



Wärmemenge, die durch einen Quadratmeter dieses Bauteils während der Heizperiode entweicht. Bitte beachten: Wegen interner und solarer Gewinne ist der Heizwärmebedarf geringer als der Wärmeverlust.

Primärenergie (nicht erneuerbar): >99 kWh/m²

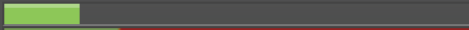
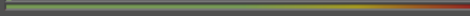
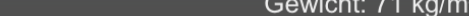
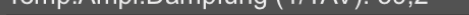


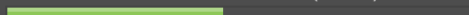















Nicht erneuerbare Primärenergie (=Energie aus fossilen Brennstoffen und Kernenergie) die zur Produktion der verwendeten Baustoffe aufgewendet wurde ("cradle to gate").

Treibhauspotential: -42 (?) kg CO₂ Äqv./m²

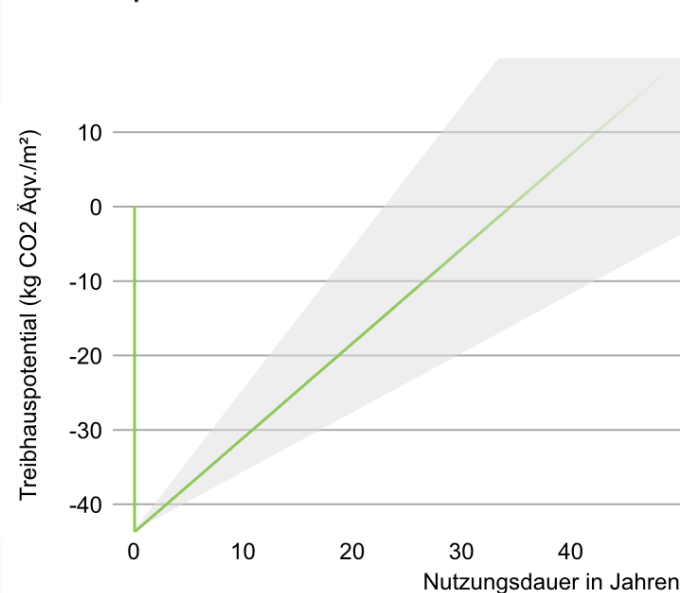


Sehr gut: Für die Produktion der verwendeten Baustoffe wurden der Atmosphäre insgesamt mehr Treibhausgase entzogen als zugeführt.

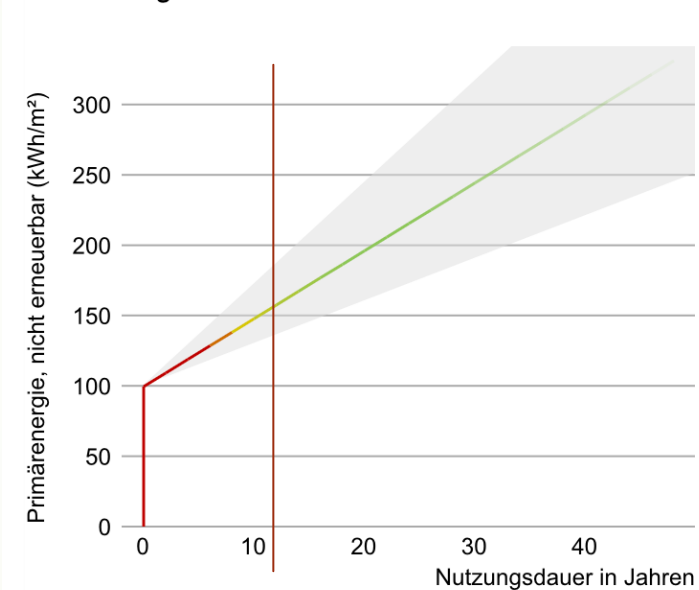
U-Wert: 0,159 W/(m ² K) 	Tauwasser: 0 kg/m ² 	sd-Wert: 1,4 m 	Dicke: 32,38 cm 
GEG 2020 Bestand U ≤ 0.24 	Holzfeuchte: +0,0 % 	Oberfläche innen: 18,7°C (54%) 	Temp.Ampl.Dämpfung (1/TAV): 59,2 
Beitrag zum Treibhauseffekt: 	Trocknungsdauer: - 	Trocknungsreserve: 7763 g/m ² a 	Phasenverschiebung: 15 h 
sehr gut 	mangelhaft 	sehr gut 	mangelhaft 
		mangelhaft 	sehr gut 
			mangelhaft 
			sehr gut 

- Die **Abbildung links** zeigt im senkrechten Teil der Kurve das Treibhauspotential der Herstellung des Bauteils. Die während der Nutzung des Gebäudes entstehenden Treibhausgasemissionen (durch die Beheizung) sind durch die schräg nach oben verlaufende Kurve dargestellt.
- Die **Abbildung rechts** zeigt im senkrechten Teil der Kurve den nicht erneuerbaren Primärenergieaufwand für die Herstellung des Bauteils. Die während der Nutzung des Gebäudes benötigte Primärenergie (durch die Beheizung) ist durch die schräg nach oben verlaufende Kurve dargestellt.
- Je länger das Bauteil unverändert genutzt wird, umso umweltfreundlicher ist es, weil der Herstellungsaufwand weniger zu den Gesamtemissionen beiträgt (angedeutet durch die Farbe der Kurve).

Treibhauspotential

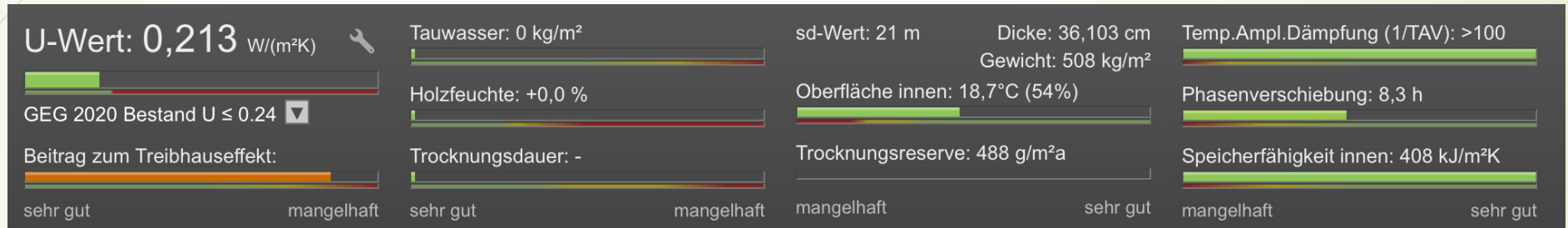


Primärenergieaufwand

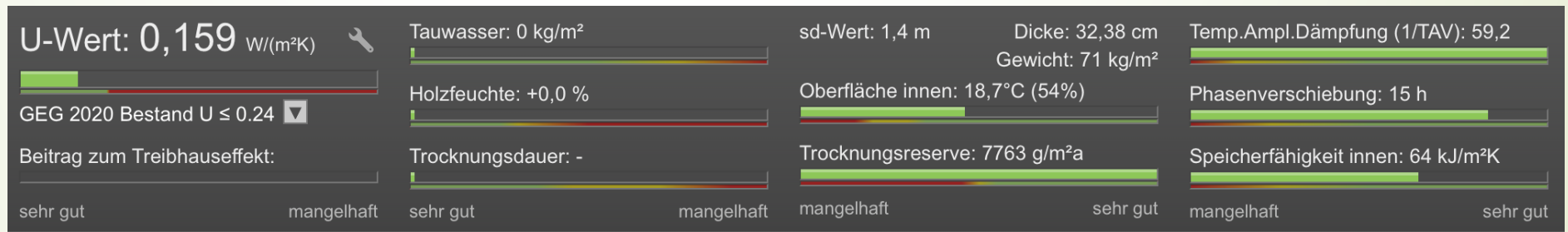


Vergleich der Parameter

Betonbau



Holzständerbau



Wärmeverlust: 17 kWh pro m² und Heizperiode



Primärenergie (nicht erneuerbar): >201 kWh/m²



Treibhauspotential: 70 (?) kg CO₂ Äqv./m²



Betonbau

Wärmeverlust: 13 kWh pro m² und Heizperiode



Primärenergie (nicht erneuerbar): >79 kWh/m²



Treibhauspotential: -35 (?) kg CO₂ Äqv./m²



Holzständerbau

1. Lehm als Baustoff

Weniger Technik, mehr Lebensqualität

Lehm als
Baustoff

Eigenschaften
des Lehmes

Bauweisen

Wie der Lehm
die Technik
ersetzen kann



Wie der Lehm die Technik ersetzen kann

- ▶ Moderne Gebäude benötigen sehr viel Technik
 - ▶ Je mehr Technik, desto größer die Fehleranfälligkeit bei der Nutzung
- ▶ Lüftungs- und Klimatechnik ist kosten- und wartungsintensiv
- ▶ Lüftungsanlagen führen im Winter zu sehr trockener Luft
 - ▶ Führt dazu, dass Bewohner auf Fensterlüftung umsteigen, um die gefühlt schlechte Luftqualität zu verbessern
 - ▶ Führt zu höherem Energiebedarf



Wie der Lehm die Technik ersetzen kann

- Mietwohnungsbau wird erschwinglicher, da kostenintensive Technik nicht gebraucht wird
- Holzbau in Kombination mit Lehmputz reguliert die Raumluftfeuchte und Luftqualität
- Die hohe Masse des Lehms speichert hervorragend Wärme (auch solare Gewinne durch Sonneneinstrahlung)
 - Passive Wärmespeicher



Wie der Lehm die Technik ersetzen kann

Passive Wärmespeicher

- Speichern solare Wärmestrahlung
- Ergänzung zu bestehende Heizsysteme
- Können auch zum Kühlen verwendet werden
- Einfache Integration möglich
- Integrierter Wärmeübertrager aus Kupfer
 - Dadurch maximal kreislauffähig

2. Der Baustoff Lehm aus der Sicht der Kreislaufwirtschaft

Von der Billigalternative zum Baustoff der Zukunft

Cradle to
Cradle

Reduzierung
des CO₂-
Verbrauchs

Der Baustoff Lehm aus der Sicht der Kreislaufwirtschaft

Von der Billigalternative zum Baustoff der Zukunft

Cradle to Cradle

- Bedeutung
 - Von der Wiege zur Wiege (Kreislaufwirtschaft)
- Weg von Massivbauweise, hin zu Holzständer- oder Holzmassivhaus
 - Bindet mehr CO₂ als beim Bauen verbraucht wird
- Lehm als Baustoff lässt sich unendlich wiederverwenden, daher kein Abfall
- Hohe Möglichkeit an Vorfertigung
- Lt. Umweltbundesamt im Jahr 2018 73,9 Mill. Tonnen mineralischer Bauschutt
- Trotz modernster Bauprodukte immer mehr Mängel
 - Zurück zum einfachen Bauen mit einfachen Produkten

2. Der Baustoff Lehm aus der Sicht der Kreislaufwirtschaft

Von der Billigalternative zum Baustoff der Zukunft

Cradle to
Cradle

Reduzierung
des CO₂-
Verbrauchs

Der Baustoff Lehm aus der Sicht der Kreislaufwirtschaft

Von der Billigalternative zum Baustoff der Zukunft

Reduzierung des CO₂-Verbrauchs

- Im Vergleich Typenhaus (Stahl und Beton) zu Typenhaus (Holz und Lehm)
CO₂ Einsparungen von 160kg/m²
- Durchschnittliche Wohnungsgröße ca. 93m² → 14,7 Tonnen Einsparungen
an CO₂ bei Vergleich Stahlbeton zu Holz-Lehm-Bau

(Quelle: Statista)

3. Fazit

- ▶ Um die ehrgeizigen Klimaziele noch zu erreichen, muss sich der Bausektor massiv ändern
- ▶ Derzeit mit ca. 37% hauptverantwortlich am globalen CO₂ Ausstoß (zum Vergleich, der globale Transportsektor hat einen Anteil von 22% ¹⁾)
- ▶ Zement und dadurch auch Beton Hauptverursacher des hohen CO₂-Ausstoßes
- ▶ Lehm hat das Potential, der „Gamechanger“ der Bauindustrie zu werden
- ▶ In Verbindung mit Stroh, Hanf und Holz sogar CO₂-positives Bauen möglich
- ▶ Wohnflächen überdenken → weniger Wohnraum, dafür gesünder und nachhaltiger

¹⁾ Quelle : Statista



vielen Dank!