

# Neubau EFH Egli, Tuggen

Planung nach baubiologischen und  
bauökologischen Grundsätzen

Abschlussarbeit  
Baubiologie

10. Mai 2012

# Inhaltsverzeichnis

Vorwort	3
Motivation	4
Ziel der Abschlussarbeit	4
Adressaten	4
<b>Projekt</b>	
Situation	5
Gemeinde	
Grundstück	
Geobiologischer Untersuch	
Architektur	10
Statik	14
Bauphysik	15
Haustechnik	17
Heizung, Warmwasser	
Lüftung	
Sanitär	
Elektro	
Umgebung	21
Farb- und Materialkonzept	22
U-Werte Bauteile	27
Berechnung SIA 416	31
Grobkostenschätzung auf Basis SIA 416	34
Schlusswort	35
Zusammenfassung / Abstract	35
Literaturnachweise	36
Abbildungsverzeichnis	36
Urhebererklärung	37
Planverzeichnis	38
Beilagen	

## Vorwort

Mit dem Neubauprojekt, welches von mir für Claire und Ewald Egli – Hardegger in Planung war, bekam ich die Gelegenheit dazu das im Lehrgang zur Baubiologin gelernte sofort umzusetzen. Nach Absprache mit Ihnen durfte ich das Gebäude nach baubiologischen und bauökologischen Grundlagen weiterplanen. Für diese Möglichkeit und die gute Zusammenarbeit möchte ich mich bei Ihnen ganz herzlich bedanken. Für das Verständnis und die Unterstützung meiner Familie und meinen Freunden bin ich sehr dankbar. Für die textliche Beihilfe danke ich Gina Rossi Stoob ganz speziell. Durch Ihre Gegenlesung der Arbeit konnte die Verständlichkeit der Arbeit überprüft werden. Weiter gilt ein besonderer Dank meinem Mann, Frédéric Urben, welcher mich in jeder Lage unterstützt und angespornt hat. Dank dem guten Rückhalt aller Beteiligten konnte ich die Arbeit zeitgerecht abschliessen.

gedruckt auf Recycling Papier aus 100% Altpapier

## Motivation

Bereits im Jahr 2009 begann ich mit der Planung des Einfamilienhauses Egli in Tuggen. Durch die Ausbildung zur Baubiologin wurde das Projekt zwischenzeitlich für ein Jahr unterbrochen. Mit meiner Abschlussarbeit habe ich das Projekt voller Enthusiasmus wieder aufgenommen. In Absprache mit der Bauherrschaft wird der Neubau nach baubiologischen und bauökologischen Grundsätzen weitergeplant und ausgeführt. Mit diesem Neubau habe ich die Chance das Gelernte in die Praxis umzusetzen und zu vertiefen. Ich freue mich auf die Herausforderung, die Ansprüche der Bauherrschaft mit der Baubiologie in Einklang zu bringen.

Im Zeitraum der Abschlussarbeit werde ich das Bauprojekt erarbeiten und abschliessen. In dieser Phase sind die Erstellung der Konzepte und die Planbearbeitung, welche zur Erstellung eines baubiologischen und bauökologischen Gebäudes notwendig sind, enthalten. Die Realisierungsphase bis zum Bezug findet nach Vollendung der Abschlussarbeit statt. Da ich meistens in einem Team arbeite, wird es für mich eine neue Erfahrung sein, das Projekt selbständig zu erarbeiten.

## Ziel der Abschlussarbeit

Ziel meiner Abschlussarbeit ist, die Bauprojektphase für mein erstes baubiologisches und bauökologisches Gebäude erfolgreich abzuschliessen und nach Abgabe der Abschlussarbeit die Realisierung zu begleiten.

Folgende Meilensteine möchte ich erarbeiten und umsetzen:

- Das Projekt mit und für die Bauherrschaft entwickeln
- Planung gemäss baubiologischen und bauökologischen Grundsätzen
- Das Gelernte in die Praxis umsetzen und vertiefen
- Selbstständige Erarbeitung der Unterlagen in Rücksprache mit den Fachplanern
- Unterhaltsarmes Gebäude und Umgebung

## Adressaten

Die Abschlussarbeit richtet sich an die Bauherrschaft.

Claire + Ewald Egli - Hardegger  
Gässlistrasse 21  
8856 Tuggen

# Projekt

## Situation

### Gemeinde

Tuggen ist eine Gemeinde im Kanton Schwyz und grenzt östlich und nördlich an den Kanton St. Gallen. Sie bettet sich an den Südhang des Buchberges am Zürichsee. Von Tuggen hat man einen wunderbaren Ausblick über die Linthebene und die Voralpen, bis ins Glarnerland.



Abb 1: Luftaufnahme Tuggen, 2006

### Kennzahlen zur Gemeinde

Einwohnerzahl: 3039 (Stand Ende 2011)  
Fläche: 1530 ha  
Meereshöhe Post: 410 m.ü.M.

### Einkaufen

Einkaufsmöglichkeiten für Grundnahrungsmittel sind in Tuggen vorhanden, im Umkreis von etwa 15 – 20 min. sind grössere Einkaufszentren erreichbar.

Tuggen ist auch Sitz vieler kleineren und grösseren Gewerbebetriebe. Ein Aushängeschild der Gemeinde ist die Leuchtenfabrik Tulux.

### Bildung

In Tuggen hat man die Möglichkeit den Kindergarten und die Primarschule zu besuchen. Für die Oberstufe müssen die Kinder mit dem Schulbus an die Mittelpunktschulen in die Nachbargemeinden Buttikon oder Siebnen. In nächster Nähe liegen auch die Kantonsschule Pfäffikon SZ und das Gymnasium in Nuolen.

## Öffentliche Verkehrsmittel

Die öffentlichen Verkehrsmittel sind in Tuggen leider nur mässig ausgebaut. Es gibt eine unregelmässige Postautoverbindung nach Sieben oder Uznach wo es Zuganschlüsse Richtung Zürich, Chur und ins Glanerland hat. Da die Fortbewegung mit dem öffentlichen Verkehr sehr umständlich ist, ist ein Auto unerlässlich. Die Gemeinde ist sich diesem Missstand bewusst und wird diesen so schnell wie möglich ändern. Vor allem durch die grosse Zuwanderung der letzten Jahre wird eine bessere Erschliessung mit dem öffentlichen Verkehr unumgänglich.

## Freizeit

Durch den Buchberg mit seinem Wald, der Linthebene und dem nahe gelegenen Zürichsee liegt Tuggen in einem schönen, vielfältigen Erholungs- und Freizeitgebiet, auch die Voralpen liegen für Ausflüge in der Nähe. In der Gemeinde hat es eine ausgeprägte Vereinsstruktur. Ein Sportfulplatz und Golfplatz in der Nachbargemeinde Wangen runden das vielfältige Angebot ab.



Abb 2: Tuggen, 2012

## Grundstück

Das Grundstück mit der Parzellennummer 1212 liegt am Südhang, in einer ehemaligen Landwirtschaftszone, an der Ecke Gässlistrasse Höhenstrasse. Es hat eine Fläche von 953.60 m<sup>2</sup> und befindet sich in der neuen Bauzone W1. In ca. 10 min. ist man zu Fuss in der Dorfmitte oder der Linthebene und in wenigen Schritten im Wald. Vom Grundstück überblickt man die ganze Ebene und die Voralpen.

### Gesetzliche Grundlagen:

Planungs- und Baugesetz Kanton Schwyz: Stand 1987

Baureglement der Gemeinde Tuggen: Stand 2000

Gestaltungsplan Areal „Kleinlauri“: Stand 2000

### Eckdaten:

Überbauungsziffer: 0.24

Firsthöhe max.: 9.00 m

Gebäudehöhe max.: 7.00 m

Grenzabstand gross: 8.00 m

Grenzabstand klein: 4.00 m



Abb 3: Grundstück von Südwest, 2012



Abb 4: Grundstück von Nordost, 2012



Abb 5: Panorama vom Grundstück, 2012

## Geobiologischer Untersuch

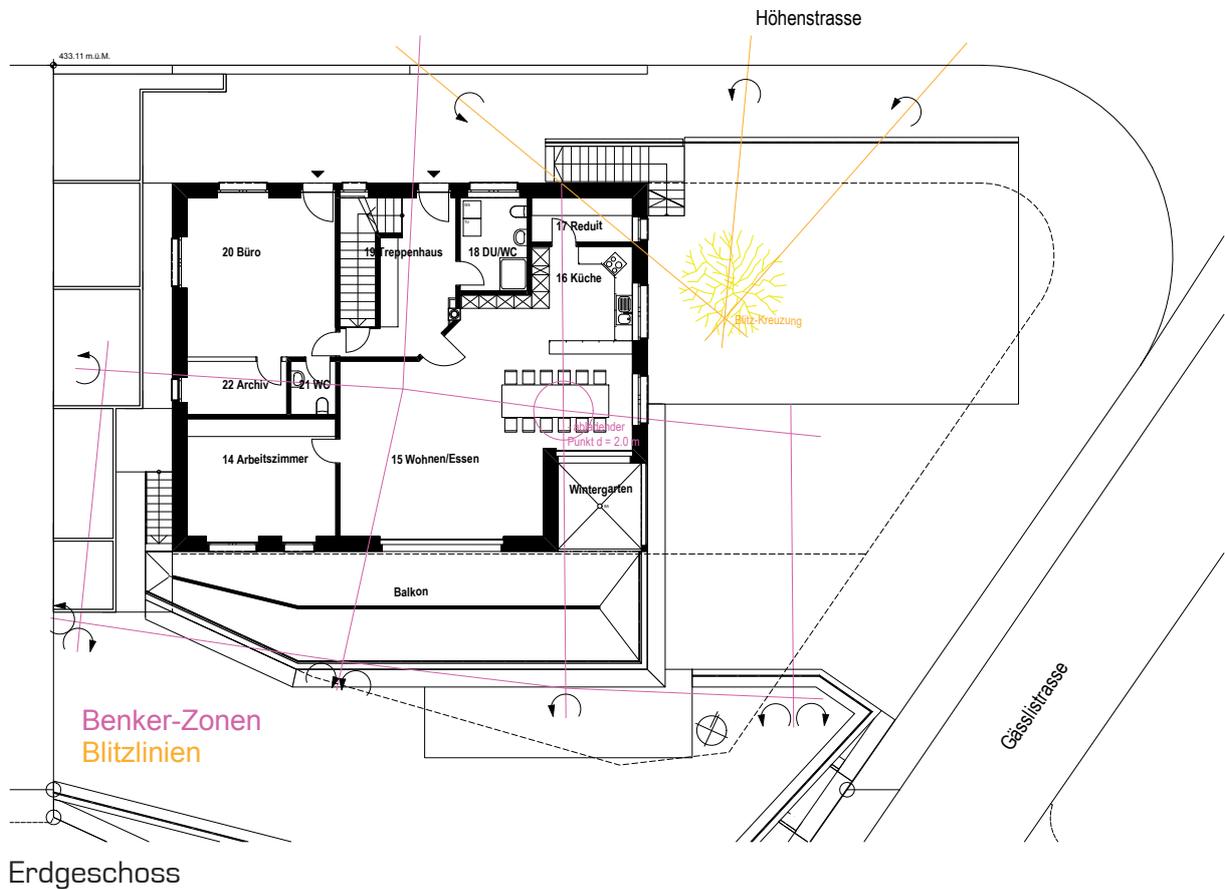
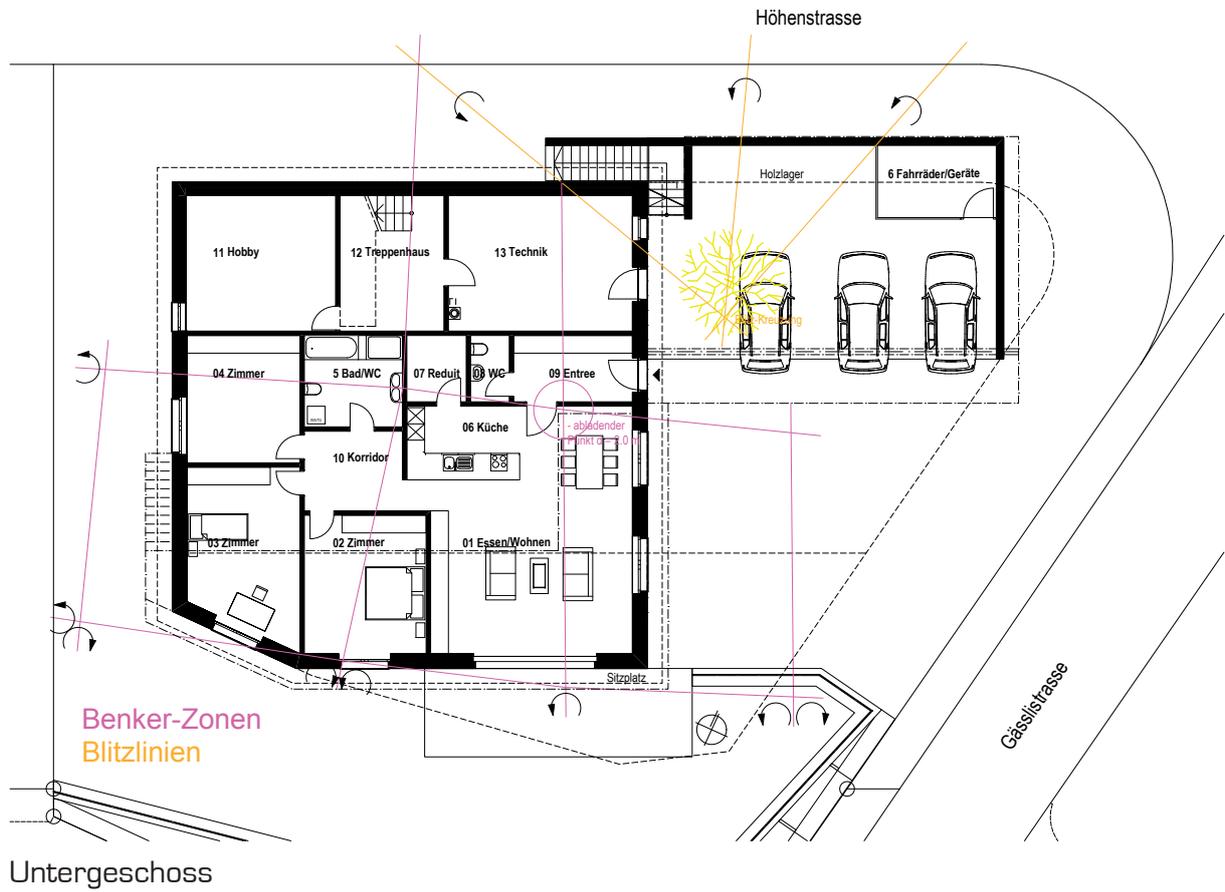
Gemäss baubiologischen Empfehlungen soll das Grundstück nach den Grundsätzen der Radiästhesie untersucht werden. Durch die Firma Leibundgut, Analysen + Konzepte für gesunde Lebensräume aus Neuhausen, wurde das Grundstück untersucht. Gemäss dieser Untersuchung sind keine Wasseradern und Verwerfungen vorhanden. Das periodisch vorhandene Hangwasser muss vom Gebäude fern gehalten werden.

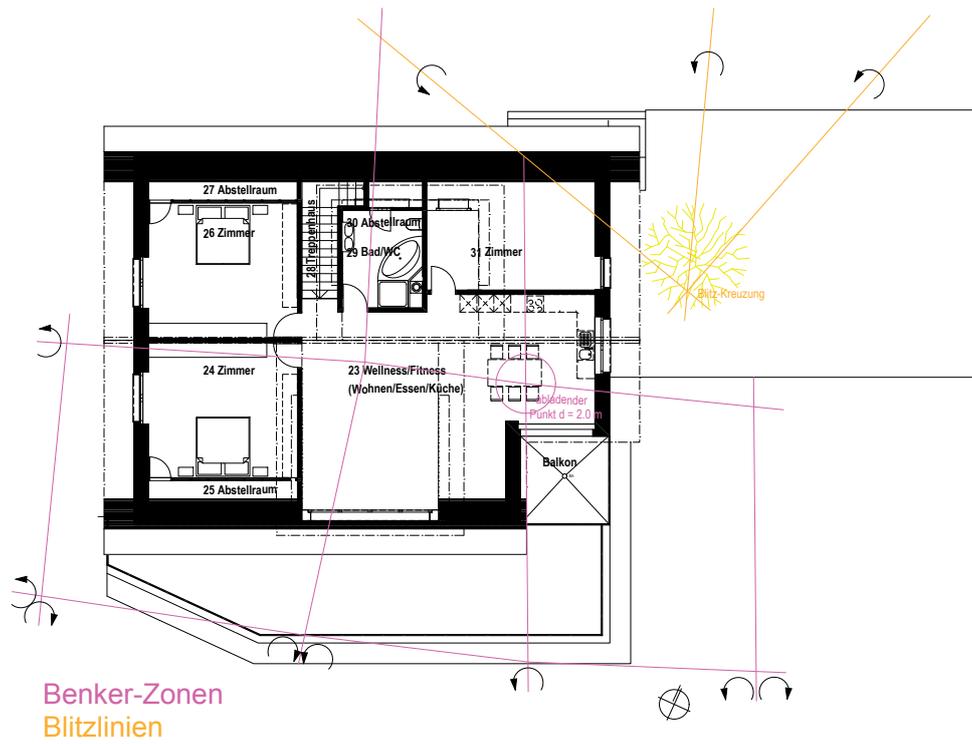
Das Aushubmaterial beim Nussbaum, welcher auf einer Kreuzung von 3 Blitzlinien stand und nach dem letzten Blitzeinschlag im Sommer 2011 gefällt werden musste, soll gemäss geobiologischem Untersuch sorgfältig getrennt und neben dem Haus wieder eingebracht werden. Diese Massnahme wurde wegen Frequenzen von Verwerfungen im Boden, sowie von der Krone des Nussbaumes, empfohlen.

Weiter wurden auch die „Benker-Zonen“ aufgenommen. Zum Schlafen sollte man die Kreuzungspunkte dieser Zonen meiden, insbesondere dürfen beim abladenden Punkt südwestlich des Nussbaumes keine Schlafplätze vorgesehen werden.

Vor Ort wurden hochfrequente Strahlungsdichten gemessen und als starke Anomalien beurteilt. Sofern jedoch keine internen Sender (WiFi, DECT) vorhanden sind, können in Massivbauten mit Holzmetallfenstern und heutigen Wärmedämmgläsern akzeptable Werte, wie in unserem Fall, erreicht werden.

Der gesamte Bericht der geobiologischen Untersuchung der Parzelle 1212 befindet sich in der Beilage 1.





## Obergeschoss

Die Radonbelastung in Tuggen wird als gering eingeschätzt, deshalb werden diesbezüglich keine Massnahmen vorgenommen.

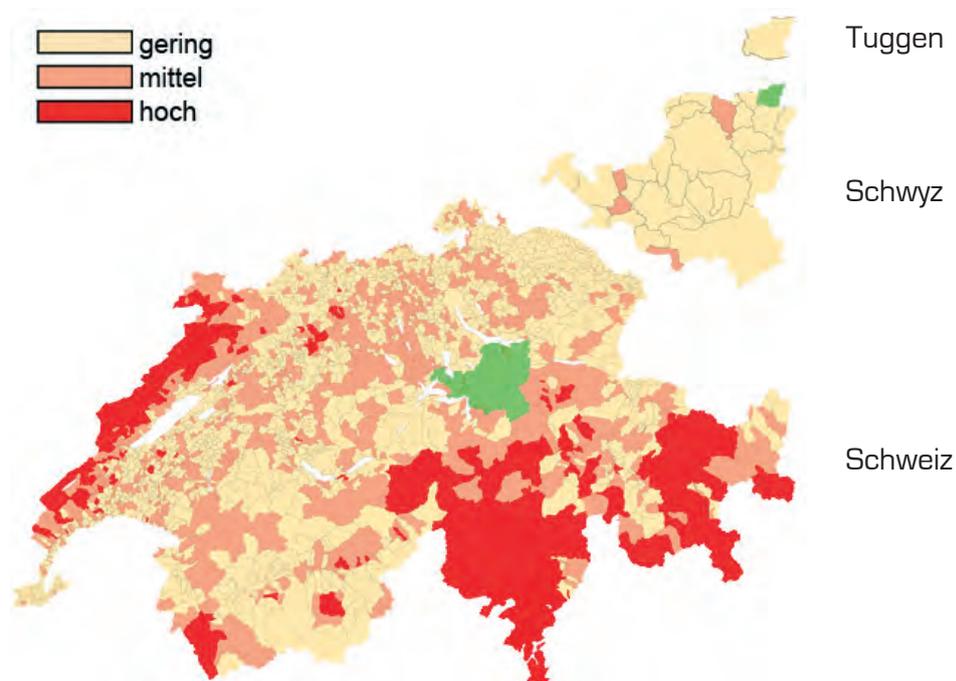


Abb 6: Radonkarte

# Architektur

Das vorliegende Bauprojekt ist das Resultat aus den Anforderungen der Bauherrschaft, den gesetzlichen Vorschriften und den Anforderungen in Bezug auf Baubiologie und Bauökologie.

Das Einfamilienhaus befindet sich in der nordwestlichen Ecke des Grundstückes. Die Platzierung ist einerseits durch die Grenzabstände und andererseits durch den Wunsch der Bauherrschaft, zur stärker befahrenen Gässlistrasse einen grösstmöglichen Abstand zu erhalten, entstanden. Dieser Entscheid wurde durch den geobiologischen Untersuch gestützt, da sich dieser Standort als optimal erwiesen hat. Bei der Projektierung wurde darauf geachtet, dass die Blitzlinien im Bereich des Carports liegen und dass die Kreuzpunkte der „Benker-Zonen“ in keinem Schlafbereich liegen.

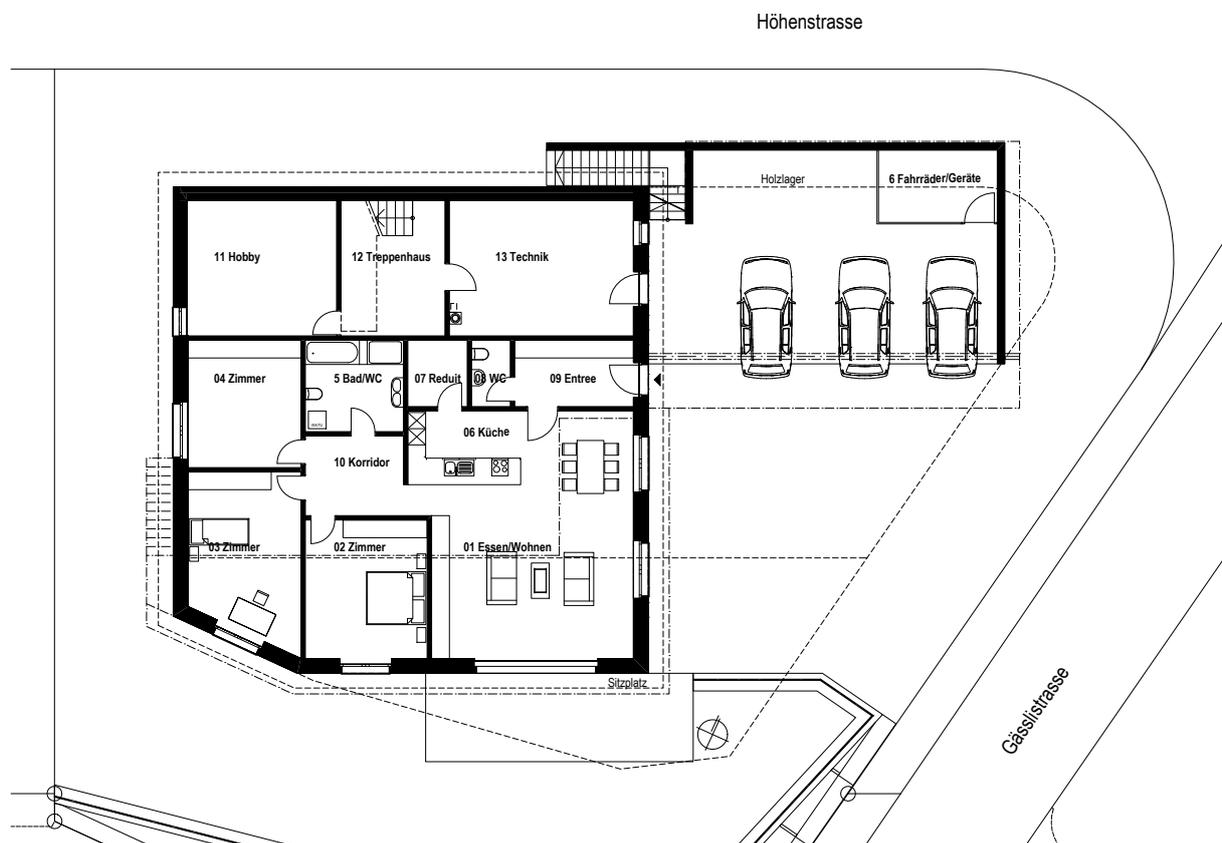
Das Haus besteht aus drei Geschossen. Im Untergeschoss befinden sich eine Einliegerwohnung zur Vermietung sowie die Technikräume für das ganze Gebäude. In den oberen zwei Geschossen befindet sich die Wohnung der Bauherrschaft.

## Untergeschoss

Das Untergeschoss darf bis an die Grenzlinien gebaut werden und dient dem Gebäude als Sockel und Ausgleichsgeschoss in der steilen Hanglage.

Die 4 $\frac{1}{2}$ -Zimmer Einliegerwohnung mit 153 m<sup>2</sup> wird über die Gässlistrasse an der Ostseite des Gebäudes erschlossen. Der Grundriss ist in einen öffentlichen und privaten Bereich unterteilt. Über das Entrée mit Garderobe gelangt man in den öffentlichen Bereich mit Küche, Essen und Wohnen. Das Reduit dient als Erweiterung der Küche und Lagerung diverser Utensilien, da für die Einliegerwohnung kein Keller vorgesehen ist. Den Gästen steht ein über das Entrée erschlossenes, separates WC zur Verfügung.

Im privaten Bereich befinden sich drei Zimmer und ein Bad, welche über einen grosszügigen Korridor erschlossen werden. Das kleinere Zimmer liegt an der West-, die zwei grösseren an der Südfassade.



## Untergeschoss

Hangseitig im Norden liegt das Treppenhaus, welches alle drei Geschosse miteinander verbindet. Von der oberen Wohnung ist der Hobby- und Technikraum intern über das Treppenhaus erschlossen. Der Technikraum ist sowohl von innen als auch von aussen zugänglich. So wird gewährleistet, dass die geplante Stückholzheizung einfach vom aussen liegenden Holzlager bestückt werden kann und eine interne, gedeckte Erschliessung möglich ist.

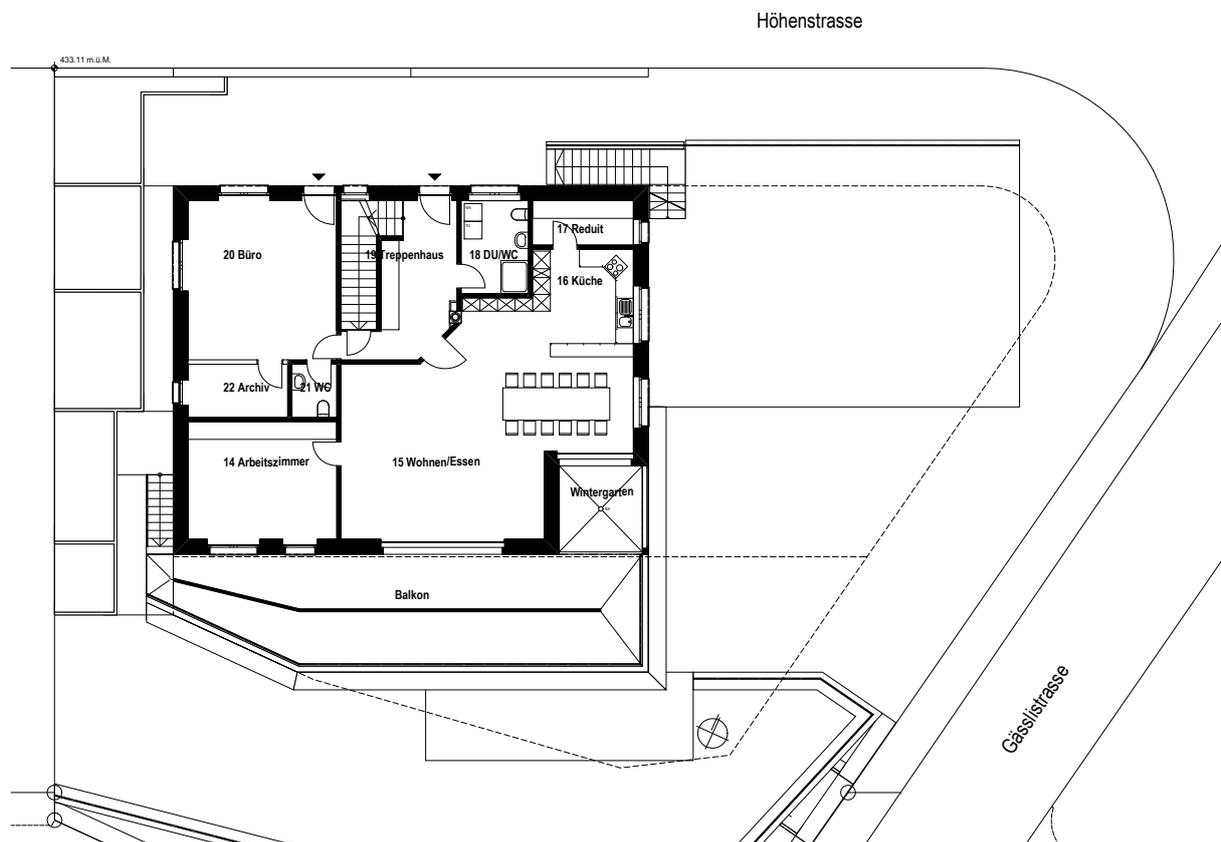
Damit auf den Bau eines Schutzraumes verzichtet werden kann, wird die Bauherrschaft der Gemeinde einen Ersatzbeitrag leisten.

### Erdgeschoss

Das Erdgeschoss mit der Gebäudekote +/- 0.00 = 432.00 m.ü.M. bildet mit dem Obergeschoss eine 6½-Zimmer Wohnung von 270 m<sup>2</sup>. Die Grösse des Erdgeschosses wird durch die Baulinie aus dem Gestaltungsplan Aral „Kleinlauri“ begrenzt. Dadurch ergibt sich zum Untergeschoss ein grosszügiger Rücksprung, welcher sogleich als Balkon genutzt werden kann. Im Erdgeschoss befindet sich die öffentliche Zone, im Obergeschoss die Private. Über das an der Höhenstrasse im Norden gelegene Entrée betritt man die Wohnung der Bauherrschaft und befindet sich im öffentlichen Bereich wie Wohnen, Essen, Küche, Redit sowie einem separaten WC. Die grosszügig und offen gestalteten Räume sind ein wichtiges Anliegen der Bauherrschaft. Zur Überwinterung von Pflanzen ist ein über den Essbereich zugänglichen Wintergarten geplant. Westlich des Wohnbereiches befindet sich ein für verschiedene Nutzungen geeignetes Zimmer. Es kann als Arbeits-, Gäste- oder Schlafzimmer genutzt werden.

Der Aussenbereich ist über raumhohe Fenster zugänglich. Eine Aussentreppe führt direkt vom Balkon zum Gemüse- und Fruchtegarten.

Für das Buchhaltungsgeschäft der Bauherrin befindet sich auf dem gleichen Geschoss ein von aussen und innen erschlossenes Büro mit 36.5 m<sup>2</sup>. Zu diesem Büro gehören eine kleines WC sowie ein Archiv. Die Kunden können, ohne den privaten Bereich zu betreten, das Büro direkt von aussen erreichen. Dieses Schaltzimmer kann bei Bedarf als separater Raum vermietet, oder der Wohnung zugeordnet werden.

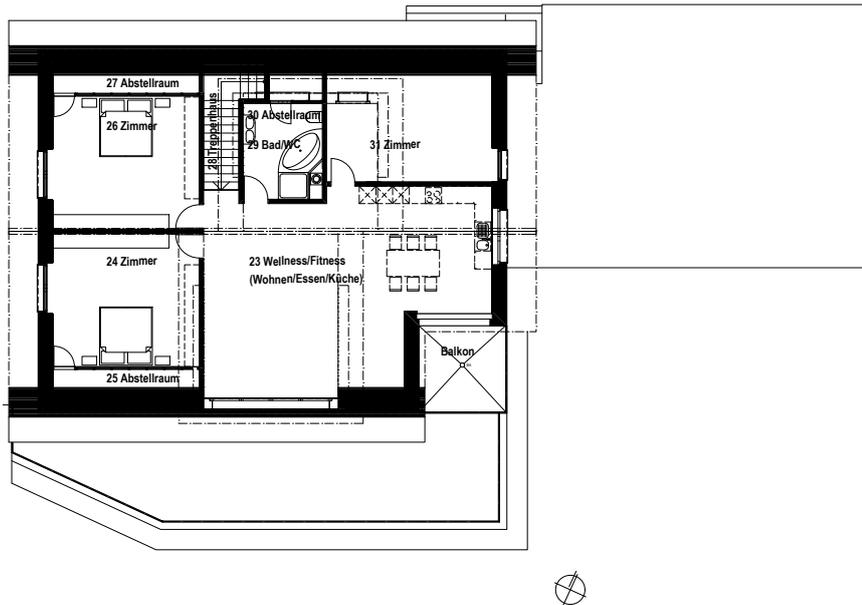


Erdgeschoss

## Obergeschoss

Über die Treppe im Erdgeschoss erreicht man das Obergeschoss und betritt den Bereich der Wellness- und Fitnesszone. Aus diesem Bereich werden drei Zimmer, ein Bad/ WC und der Balkon im Bereich der eingeschnittenen Gebäudeecke erschlossen. Alle Räume befinden sich in der Dachschräge. Die zwei westlichen Zimmer sowie das Bad/ WC sind mit einem, sich im Kniestock befindenden Abstellraum, ausgestattet. Die übrigen Räume laufen bis zur Aussenwand. Um einen optimalen Tageslichteinfall zu gewährleisten sind zwei Lukarnen vorgesehen.

Mit kleinen Umbaumaassnahmen kann das Obergeschoss zu einem späteren Zeitpunkt zu einer separaten Wohnung ausgebaut werden. Der Wellness- und Fitnessraum könnte zum Wohn-/ Essbereich mit Küche umgestaltet werden.



## Obergeschoss

### Fassade/ Dach

Gemäss baubiologischen Grundlagen wurde darauf geachtet, dass die Zimmer flexibel und individuell eingerichtet werden können, daraus hat sich die Fensteranordnung der Fassade ergeben. Um eine optimale und höchstmögliche Tageslichtnutzung in den Räumen zu gewährleisten wurden wo möglich und sinnvoll raumhohe Fenster geplant. In den Nebenräumen und den Küchen werden Fenster mit Brüstungen ausgeführt, so dass eine optimale Ausnutzung des Raumes erreicht wird.

Damit die Fassade optimal vor Witterungseinflüssen geschützt wird, hat sich die Bauherrschaft ein Satteldach mit Vordach gewünscht. Dieses ist aus baubiologischer Sicht sehr empfehlenswert, da die Lebensdauer der Fassade verlängert wird. Die Giebelrichtung wird durch den Gestaltungsplan Areal „Kleinlauri“ vorgegeben und verläuft von Westen nach Osten. Zum Schutz der Fassade im Untergeschoss ist ebenfalls ein kleines Vordach vorgesehen.

Das Flachdach des Carports wird mit einem leichten Gefälle ausgeführt und extensiv begrünt, dadurch wird der Umwelt etwas vom verbauten Lebensraum zurückgegeben. Für Unterhaltsarbeiten auf dem Dach, ist ein einfacher Zugang von Norden aus möglich. Auf dem Flachdach ist eine Absturzsicherung für die Wartung geplant.



Abb 7: Visualisierung von Südosten



Abb 8: Visualisierung von Südwesten



Abb 9: Visualisierung von Nordwesten



Abb 10: Visualisierung von Nordosten

## Umgebung

Die Hauptzufahrt zum Gebäude erfolgt über die Gässlistrasse. Im geplanten, offenen Carport hat es Platz für drei Personenwagen, einem Holzlager und einem Raum für Fahrräder und Geräte. Da den Mietern der Einliegerwohnung kein Keller zur Verfügung steht, können sie den Fahrradraum mitbenutzen. Nördlich des Carports sind zwei Besucherparkplätze für das Büro der Bauherrin und den Gästen vorgesehen. Aus baubiologischer Sicht sind die vielen Parkplätze nicht empfehlenswert, in Tuggen leider unumgänglich.

Vom Carport gelangt man direkt in die Einliegerwohnung im Untergeschoss. Über eine Aussentreppe, welche teilweise vom Vordach gedeckt ist, erreicht man den Eingang der Wohnung im Erdgeschoss.

Der Garten erstreckt sich von der Nord-, über die West- und Südfassade und ist in verschiedene Bereiche eingeteilt. Diese Bereiche werden im Hauptkapitel Umgebung genauer beschrieben.

## Statik

Das Gebäude hat im Grundriss die Form eines Rechtecks. Im Erd- und Obergeschoss weist das Rechteck eine eingeschnittene und im Untergeschoss eine abgeschrägte Ecke auf. Auf ausdrücklichen Wunsch der Bauherrschaft wird das Gebäude in einer Massivbauweise erstellt. Wo möglich wird aus baubiologischer Sicht auf Beton verzichtet. Die negativen Eigenschaften des Betons wie: hohe Wärmeableitung, geringe Diffusionsfähigkeit, Neigung zu Kondenswasser und Schimmelbildung sowie eine lange Austrocknungsdauer können durch eine minimale Verwendung optimiert werden. Die Stahlarmierung kann starke Erdmagnetfeldveränderungen verursachen und als Resonanzverstärker für weitere Einflüsse dienen. Diese Einflüsse können sich negativ auf das Wohlbefinden der Bewohner auswirken. Die Wände unter Terrain müssen durch die Hanglage und durch das vorhandene Hangwasser in Beton ausgeführt werden. Auf ausdrücklichem Wunsch der Bauherrschaft werden auch die Bodenplatte und die Geschossdecken in Beton ausgeführt. Eine Holz- oder Tonhourdisdecke, welche baubiologisch empfehlenswert wäre, kommt für sie nicht in Frage. Alle Betonwände und -decken werden in Recyclingbeton, oder aus Beton mit dem Zement

Optimo von Holcim ausgeführt und dienen zur Stabilisierung des Gebäudes. Der Zement Optimo von Holcim weist durch die Zugabe von gebranntem Schiefer einen verringerten Klinkeranteil auf und senkt die CO<sub>2</sub>-Emissionen. Der Energieverbrauch bei der Herstellung kann bis zu 19% gegenüber dem CEM I verringert werden, was eine gute Bilanz der grauen Energie bewirkt. Aus bauökologischer Sicht ist die Anwendung des Zements Optimo empfehlenswert. Die Bodenplatte wird auf einer 50 cm dicken, umweltfreundlichen Schaumglasschotterschicht erstellt. Diese Schicht dient als Flachfundation, Wärmedämmung und als Entwässerung unter dem Gebäude.

Die Aussenwände über Terrain werden mit dem Einsteinmauerwerk Porotherm T7 49 cm von ZZ Wancor ausgeführt. Diese Luftkammern des Backsteins sind mit Perlit (Lavagestein) gefüllt. Trotz des ungünstigen Verbundwerkstoffes (Recycling nach Lebensende) weist dieser Stein sehr gute baubiologische und bauökologische Eigenschaften auf, wie: natürliche Materialien, sehr gute Dämmeigenschaften und optimaler Schallschutz. Für das Innenraumklima sind folgende Eigenschaften massgebend: guter Strahlenschutz, Feuchtigkeitsausgleichend und durch die hydrophen Eigenschaften der Perlitfüllung gibt es keine Schimmelbildung. Weiter ist der Stein frei von PCP, Radioaktivität, Schwermetallen, Bioziden und ist allgemein ausdunstungsfrei. Die Prüfberichte zum Porotherm befinden sich in der Beilage 2.

Die Innenwände sind in Backstein geplant. Um in Zukunft eine allfällige Veränderung der Grundrisseinteilung zu ermöglichen werden nur die statisch notwendigen Innenwände tragend ausgebildet.

Die Innentreppe werden aus vorgefertigten Betonelementen erstellt, dadurch werden Schallbrücken zu den Umschliessungswänden vermieden.

#### Baugrube

Grundsätzlich wird die Baugrube geböscht. Eventuell muss nordseitig durch die geschosstiefe Baugrube und den ungenügend vorhandenen Platz auf ein anderes System gewechselt werden.

## Bauphysik

Die thermische Gebäudehülle wird um das ganze Gebäude ohne Ausnahmen geführt. Um erschwerte Detaillösungen und eine mögliche Fehlerquelle zu vermeiden befinden sich der Hobby- und Technikraum ebenfalls im Dämmperimeter.

Die einzelnen Bauteile sind Dampfdiffusionsoffen geplant, so dass diese atmen und bei einem möglichen Feuchteintritt wieder gut austrocknen können. Mit dieser Massnahme wird eine mögliche Schimmelbildung minimiert.

Die U-Werte der Bauteile befinden sich im Bereich des Passivhausstandards der bei 0.15 W/m<sup>2</sup>K liegt. Für die Einsparung von Heizenergie ist eine möglichst luftdichte Gebäudehülle erforderlich. Die einzelnen Bauteile weisen folgende U-Werte auf:

Bauteil 1, Boden zu Erdreich:	0.14 W/m <sup>2</sup> K
Bauteil 4, Dachaufbau:	0.13 W/m <sup>2</sup> K
Bauteil 5, EG Boden Balkon:	0.16 W/m <sup>2</sup> K
Bauteil 7, Aussenwand über Terrain:	0.13 W/m <sup>2</sup> K
Bauteil 8, Aussenwand unter Terrain:	0.19 W/m <sup>2</sup> K
Bauteil 9, Aussenwand Lukarne:	0.13 W/m <sup>2</sup> K

Damit im Winter das Gebäude durch die tiefen Temperaturen nicht zu stark auskühlt und die Oberflächentemperaturen im Innenbereich angenehm sind, wird die Aussenhülle in

allen Bereichen sehr gut gedämmt. Für eine gute Behaglichkeit im Winter ist nicht nur die Oberflächentemperatur der Aussenwände massgebend, sondern auch der Kaltluftabfall bei den Fenstern. Ausschlaggebend für den Kaltluftabfall ist die Glashöhe. Je kleiner die Höhe desto weniger, je grösser die Höhe desto grösser ist der Kaltluftabfall. Abgeleitet nach SIA 382/1, Figur 8, ist ein minimaler U-Wert von  $0.78 \text{ W/m}^2\text{K}$  für das geplante Glas in der Höhe von 2.20 m notwendig. Durch den Einsatz von 3-fach Isolierverglasungen mit einem U-Wert von mindestens  $0.70 \text{ W/m}^2\text{K}$  ist die Oberflächentemperatur bei diesen Fenstern grösser und daher unproblematisch. Bei gleich empfundener Temperatur kann die Raumlufttemperatur leicht gesenkt und dadurch der Energieverbrauch verringert werden. Die empfundene Temperatur ist der Mittelwert von Oberflächentemperatur und Raumlufttemperatur. Das bedeutet, dass je höher die Oberflächentemperatur ist, umso niedriger kann die Raumlufttemperatur sein und umso mehr Energie kann gespart werden. Mit einer gut gedämmten Aussenhülle und dem Lehmputz, der als „warmer“ Baustoff gilt, werden im Innenbereich die Oberflächentemperaturen, haptisch wie visuell, so warm wie möglich gehalten.

Damit das Gebäude im Sommer nicht überhitzt, ist der Einsatz von Baustoffen mit einer grossen Masse von Vorteil. Diese können die Wärme speichern und verzögert wieder abgeben. Dadurch erwärmt sich die Gebäude im Sommer weniger schnell und bleiben länger kühl. Mit dem Einsteinmauerwerk mit der Masse von  $550 \text{ kg/m}^3$  und der Holzfaserdämmung im Dachbereich mit einer Masse von  $180 \text{ kg/m}^3$  wird dies optimal erreicht (Vergleich: Steinwolle  $32 - 150 \text{ kg/m}^3$ , Styropordämmung  $15 - 60 \text{ kg/m}^3$ ). Für die Berechnung des Sonnenschutzes ist der Gesamtenergiedurchlassgrad g-Wert ausschlaggebend. Diesen kann man mit dem Berechnungstool von Minergie® ermitteln. Zurzeit sind am Gebäude Rafflamellenstoren geplant, welche einen guten Sonnenschutz bieten. Zu einem späteren Zeitpunkt wird der Einsatz mit dem Berechnungstool überprüft. Zur Beschattung sind, zusätzlich zu den Rafflamellenstoren, grosszügige Vordächer und der Dachkranz im Erdgeschoss geplant. Durch diese Beschattungselemente, kann bei steilem Sonnenstand, das Tageslicht länger genutzt werden ohne das zur Beschattung die Rafflamellenstoren geschlossen werden müssen.

#### Schallschutz Aussenlärm

Wie schon erwähnt steht das Gebäude in einem Einfamilienhausquartier. In diesem befinden sich keine Lärmquellen die einen Schutz gegen Aussenlärm erfordern. Gemäss SIA 181 (2006) müssen für Räume mit mittlerer Lärmempfindlichkeit die minimalen Anforderungen von  $D_e = 27 \text{ dB}$  eingehalten werden und für Räume mit geringer Lärmempfindlichkeit  $D_e = 22 \text{ dB}$ . Mit der geplanten Konstruktion und den vorgesehenen Materialien werden die geforderten Werte eingehalten.

#### Schallschutz Innenlärm

Gemäss den Bestimmungen der SIA Norm 181 (2006) gilt ein Einfamilienhaus als eine eigenständige Nutzungseinheit. Daher sind keine Anforderungen einzuhalten. Als Richtwerte für die Planung werden daher die Empfehlungen der SIA 181 (2006) Anhang G, Stufe 1 gewählt. Für den Trittschall gelten bei mittlerer Lärmempfindlichkeit die minimalen Anforderungen von  $L' = 53 \text{ dB}$ . Die Mindestanforderungen für den Schutz gegen Geräusche haustechnischer Anlagen und fester Einrichtungen im Gebäude ( $L_{H1}$ ) ist bei Einzel- und Funktionsgeräuschen  $33 \text{ dB(A)}$ , bei Einzel- und Benutzungsgeräuschen  $38 \text{ dB(A)}$  und bei Dauer-, Funktions- oder Benutzungsgeräuschen  $28 \text{ dB(A)}$ . Diese Werte werden ebenfalls eingehalten.

#### Raumakustik

Damit sich die Bewohner nicht durch unnötige Geräusche gestört fühlen ist aus baubiologischer Sicht einer guten Raumakustik Rechnung zu tragen.

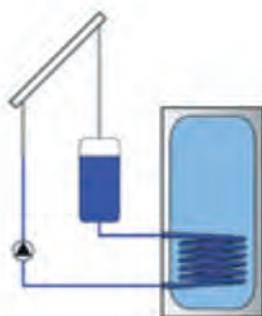
Die Raumakustik im Neubau wird vor allem über die Oberflächen geregelt. An den inneren Oberflächen der Aussenwände ist ein Lehmputz vorgesehen. Dieser, wie auch der im privaten Bereich geplante Parkett, weisen gute akustische Eigenschaften auf. Die Innenwände und Decken sind mit einem mineralischen Abrieb [1.5 mm Korn], an denen der Schall brechen kann, vorgesehen. Durch die Möblierung, Vorhänge und Pflanzen wird die Raumakustik weiter verbessert.

## Haustechnik

### Heizung, Warmwasser

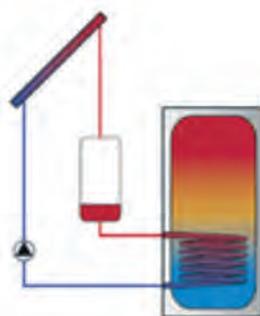
Die Wärmeerzeugung erfolgt über die Stückholzheizung HDG Navora der Firma HDG Bavaria GmbH. Holz ist ein nachwachsender, CO<sub>2</sub> neutraler Brennstoff und bauökologisch gut geeignet. Da die Bauherrschaft ein Waldstück besitzt, ist eine Stückholzheizung eine gute Wahl. Über den erhöhten Arbeitsaufwand, welcher von diesem Heizungstyp hervorgeht, ist sich die Bauherrschaft bewusst. Sie besitzt im jetzigen Haus ebenfalls eine solche Heizung. Die Stückholzheizung HDG Navora weist einen sehr guten Wirkungsgrad von 91% auf. Durch eine intelligente Steuerung hat die Heizung eine optimale und lange Brenndauer sowie geringe Emissionen (Abgase). Sie ist in der Lage diese Eigenschaften auch bei einer integrierten Heizungsunterstützung durch eine Solaranlage aufrechtzuerhalten. Die Heizungsgrösse wird für die Baueingabe mit der Berechnung SIA 380/1 ermittelt. Das technische Datenblatt der Heizung befindet sich in der Beilage 3. Zur Warmwassererwärmung und Heizungsunterstützung werden entweder Vakuumröhrenkollektoren oder Solarkollektoren eingebaut. Die Solarkollektoren können mit einem BackBox<sup>®</sup> System, welches eine neue Entwicklung von Helvetic Energy ist, ausgestattet werden. Hierbei handelt es sich um eine intelligente Schwerkraftentleerung der Solarkollektoren. Durch die Entleerung wird eine Überhitzung der Kollektoren und Luftfeinschlüsse verhindert. Wenn die Sonne scheint wird das Wärmeträgmittel in die Solarkollektoren gepumpt. Ist die gewünschte Wärme erreicht, oder keine

#### Funktion der BackBox Eco



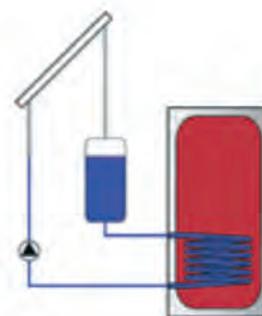
#### Ruhezustand

Im Ruhezustand befindet sich das Wärmeträgermittel in der BackBox



#### Betrieb

Setzt sich die Anlage in Betrieb, wird der Kreislauf gefüllt



#### Geladen

Ist der Speicher geladen, stellt die Pumpe ab und die Kollektoren entleeren sich

Abb 11: Schema BackBox System

Sonneneinstrahlung mehr vorhanden, werden die Kollektoren entleert.

Weiter bietet das BackBox<sup>®</sup> System folgende Vorteile: leistungsfähig, energiesparend, flexibel, ressourcenschonend, langlebig und wartungsfrei. Das BackBox<sup>®</sup> System kann zurzeit nur bei Solarkollektoren eingesetzt werden, für Vakuumröhrenkollektoren ist es nicht geeignet. Daher haben die Solarkollektoren gegenüber den Vakuumröhrenkollektoren einen Vorteil. Das geeignetste System für dieses Gebäude muss noch mit Helvetic Energy ermittelt werden. Je nach Anordnung, Fläche, Wirkungsgrad und Neigungswinkel der Kollektoren haben diese eine unterschiedliche Systemeffizienz. Der Speicher wird so dimensioniert, dass eine grösstmögliche Wärmemenge gespeichert werden kann. Die Anlage wird so ausgelegt, dass sie an schönen Wintertagen auch zur Heizungsunterstützung dient und über das ganze Jahr möglichst viel Energie von der Sonne genutzt werden kann.

Die Wärmeverteilung erfolgt über konventionelle, isolierte Stahlrohrleitungen bis zu den Bodenheizverteiltern. Als Wärmeabgabe wird die Fussbodenheizung eingesetzt. Diese wird über Raumthermostate reguliert, womit die gewünschte Raumtemperatur (Durchschnittstemperatur 21°C) eingestellt werden kann. Eine Wandheizung wäre als Wärmeabgabe bezüglich Behaglichkeit, baubiologisch besser geeignet, da die Strahlungswärme als angenehmer empfunden wird. Die Fussbodenheizung wurde jedoch von der Bauherrschaft gefordert. Der Hobby- und Technikraum im Untergeschoss werden nicht aktiv beheizt.

## Lüftung

Auf eine kontrollierte Lüftung wird verzichtet. Für die Bauherrschaft überwiegen die negativen Punkte, wie:

- Zu trockene Luft, vor allem im Winter: Obwohl die Anlage im Winter reduziert werden kann und das Problem dadurch entschärft wird, ist zu trockene Luft trotzdem möglich.
- Reinigung der Leitungen: Durch den Bau können die Lüftungsleitungen schnell verschmutzt werden. Legt man Flexrohre in die Betondecke ein, können diese nicht sehr gut gereinigt werden. Daher kann man sich nicht sicher sein ob allenfalls Schimmelsporen oder andere Bakterien im ganzen Gebäude verteilt werden. Eine gute Lösung wären Metallkanäle in runtergehängten Decken. Diese nehmen jedoch viel Raumhöhe weg, was für ein Einfamilienhaus unverhältnismässig ist.
- Hohe Anschaffungskosten
- Hohe Wartungskosten: Die Kosten für die Wartung dürfen nicht ausser Acht gelassen werden. Regelmässig müssen die Filter gewechselt werden. Die Kosten dafür variieren je nach Anlage, sind jedoch teuer.

Die Vorteile der kontrollierten Lüftung wie: Energieeinsparung durch Wärmerückgewinnung, Reduktion einer Schimmelbildungsgefahr in den Räumen sowie eine geregelte Frischluftzufuhr, in den heutig eher dichten Gebäuden, konnten die Bauherrschaft nicht überzeugen. Da eine Fensterlüftung gemäss SIA 382/1, Figur 9, bei diesem Projekt möglich ist, hat sich die Bauherrschaft dafür entschieden. Eine Stosslüftung von 5 - 10 min. dreimal täglich, welche optimal ist, kann von der Bauherrschaft sichergestellt werden. Auf Kippfenster wurde bewusst verzichtet, da diese ein Fehlverhalten der Bewohner begünstigt (Kippen der Fenster über längere Zeit). Die gefangenen Räume werden mit einer Abluft, der Technikraum mit einem Klappenrohrstutzen zum Lüften ausgerüstet.

## Sanitär

Das Regenwasser wird auf Dach über Regenrinnen gefasst und in das vorgeschriebene Retentionsbecken unter dem Technikraum geleitet. Das Retentionsbecken wird grösser als nötig dimensioniert und dient als Regenwassertank. Dieser wird mit einem Wirbel-Fein-Filter der Firma Hug & Zollet ausgerüstet. Das gesammelte Regenwasser wird für die WC-Spülung, die Waschmaschinen und zur Gartenbewässerung genutzt. Hochwertiges Trinkwasser, welches aufbereitet werden muss kann so eingespart werden. Durch die Regenwassernutzung müssen im Gebäude zwei unabhängige Leitungsnetze installiert werden, damit das Regenwasser nicht mit dem Trinkwasser durchmischt wird. Der Regenwassertank enthält einen Notzulauf, der mit Quellwasser vom Grundstück gespiesen wird. Dieser gewährleistet bei zu geringen Regenfällen die benötigte Wassermenge. Die Erschliessung des Trinkwassers erfolgt über die Höhenstrasse direkt in den Technikraum zur Hauptverteilung.

Alle sanitären Apparate und Accessoires werden nach den Wünschen der Bauherrschaft ausgewählt, dabei ist auf wasser- und energiesparende Armaturen zu achten.

Trink- und Abwasser, welches aufbereitet werden muss, sowie Heizenergie für die Warmwassererwärmung kann dadurch gespart werden.

Das Schmutzwasser wird über Fallleitungen ins Untergeschoss und weiter in die Kanalisation über das Grundstück südlich zum Quellenweg geleitet. Die Entlüftung erfolgt über Dach.

## Elektro

Die Erschliessung der Elektroanlagen erfolgt über die Höhenstrasse in den Technikraum. Für die Einliegerwohnung werden eine separate Verbrauchsmessung sowie ein separater Sicherungskasten vorgesehen. Der Neubau wird mit einem Fundamenterder, Potenzialausgleich, Blitzschutz und Netzfreischalter ausgerüstet. Falls ein Netzfreischalter nicht umsetzbar ist, werden die einzelnen Räume separat geschaltet, so dass jeder Raum bei Bedarf über einen Schalter individuell vom Strom getrennt werden kann. Der Blitzschutz ist auf diesem Grundstück sehr wichtig, da wie Eingangs erwähnt, sich darauf drei Blitzlinien treffen. Der bestehende Nussbaum wurde bereits zwei Mal vom Blitz getroffen, das letzte

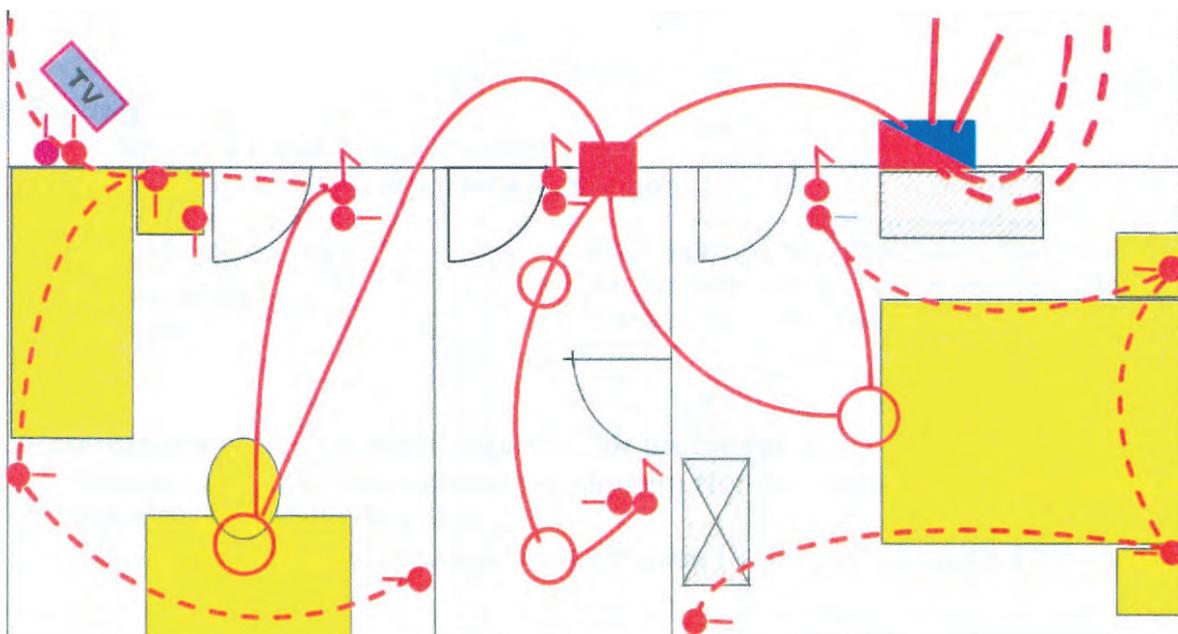


Abb 12: Schema elektrobiologisch schlechte Installationsführung, ringförmig

Mal im Sommer 2011, danach musste er gefällt werden. Für die vertikale Hauptverteilung werden die Elektroleitungen im Steigschacht platziert, für die horizontale Verteilung werden sie in die Betondecken eingelegt. Für die vertikale Unterverteilung werden die Leitungen in die Backsteinwände eingefräst. Alle Unterverteilungen werden sternförmig angeordnet. Eine ringförmige Verteilung wird nicht akzeptiert, weil diese so über den ganzen Raum verteilt wären und elektrobiologisch höhere Emissionen verursachen würden. Sämtliche

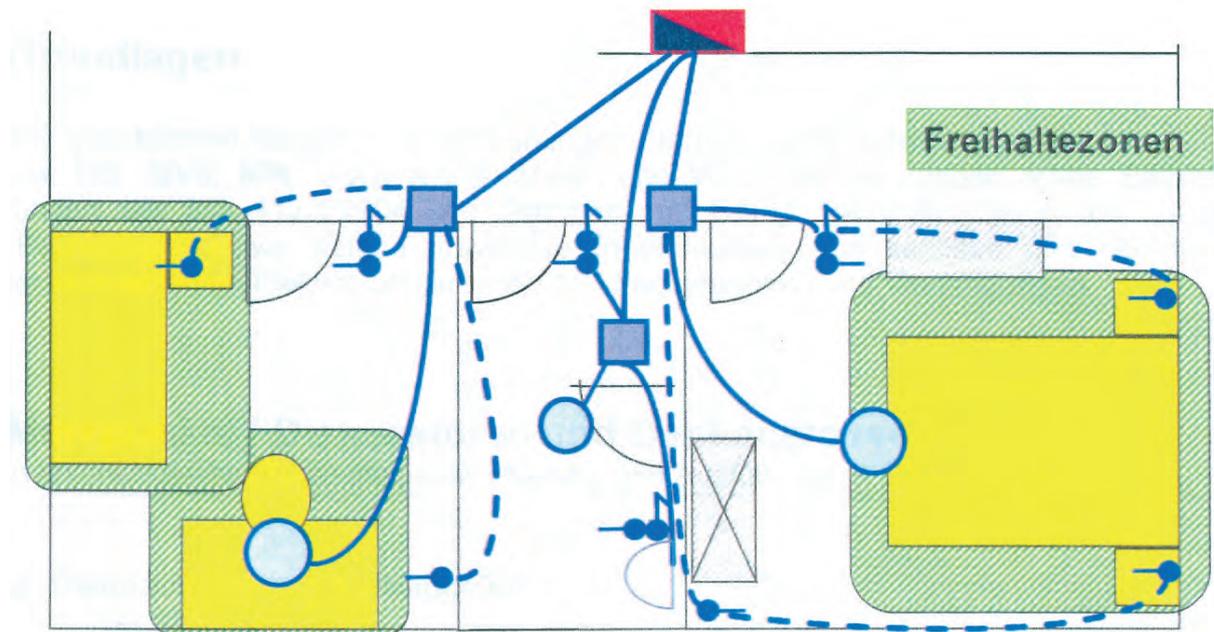


Abb 13: Schema elektrobiologisch ideale Installationsführung, sternförmig

Installationen werden Unterputz ausgeführt. Es werden abgeschirmte und halogenfreie Elektroleitungen zum Schutz vor elektromagnetischer Strahlung installiert. Damit der Elektromog minimal gehalten werden kann, wird grosser Wert darauf gelegt, dass nur so viele elektrische Installationen verlegt werden wie nötig. Die Elektroinstallationen werden zu gegebener Zeit mit der Bauherrschaft besprochen. Bereits in dieser Phase ist klar, dass auf die Anwendung von Dimmern verzichtet wird, da diese viele elektromagnetische Strahlungen abgeben.

Die Beleuchtung soll mit energieeffizienten Leuchten erfolgen. Die fix montierten Leuchten werden nach dem Minergie® - Standard geplant. Für die individuelle Beleuchtung der Bauherrschaft werden Deckenanschlüsse und Steckdosen für Stehleuchten vorgesehen. Energieeffiziente Leuchten mit LED oder Halogen-Hochvoltlampen sind empfehlenswert. Beide Leuchtmittel strahlen kleine bis keine elektromagnetischen Felder aus und haben, vor allem die LED, eine lange Lebensdauer. Die Nebenräume wie Technik und Heizung werden zweckmässig mittels Balkenleuchten mit Leuchtstofflampen und elektronischem Vorschaltgeräten ausgerüstet. In den Nasszellen ist ein Spiegelschrank mit integrierter Leuchte vorgesehen.

In der Umgebung werden Aussenleuchten im Bereich Parkplatz, Wohnungseingängen und Balkon geplant.

In ausgewählten Räumen werden Anschlüsse für Telefon, Fernsehen und Internet vorgesehen. Im Gebäude wird kein Wireless installiert, da dieses sehr viel Strahlung abgibt. Bei der Auswahl der Schnurlostelefone ist darauf zu achten, dass Geräte mit tiefen Strahlungswerten eingesetzt werden. Diese erkennt man an der Zusatzbezeichnung Eco, Ecomode oder ähnliches. DECT Telefone sind nicht empfehlenswert, da diese sehr hohe Strahlungswerte haben.

## Umgebung

Die Umgebung ist in drei Bereiche aufgeteilt. Im Osten und Norden befindet sich die Erschliessung, im Westen der Gemüse- und Fruchtegarten und im Süden die Erholungszone mit Rasen.

Zwischen dem Nachbargrundstück südlich und zur Gässlistrasse im Osten wird eine Mauer aus Granitquadersteinen ausgeführt. So kann die Höhendifferenz in dieser Hanglage ausgeglichen werden. Damit die Mauer, die eine maximale Höhe von 3.67 m aufweist genug stabil ist, wird sie nach ca. 1.80 m in der Tiefe versetzt. Auf halber Mauerhöhe entsteht dadurch ein Steifen, der als Blumengarten und zur Pflanzung von Sträucher genutzt werden kann. Die Oberflächen werden nach gesetzlichen Vorschriften sowie nach baubiologischen Grundsätzen sickerfähig geplant. Zur Unterstützung der heimischen Flora werden vorwiegend einheimische Pflanzen vorgesehen.

### Erschliessung

Damit der Holztransport für die Stückholzheizung mit einem Traktor erfolgen kann, wird die Einfahrt mit sickerfähigen Schwerlastökosteinen von Creabeton verlegt. Die Erschliessung zur Wohnung der Bauherrschaft ist mit Natursteinplatten, mit gesplitteten Fugen vorgesehen. Eine Versickerung des Regenwassers ist somit gewährleistet. Der Höhenunterschied zur Höhenstrasse wird mit einer Betonwand aufgenommen. Wo notwendig wird zur Höhenstrasse ein Hochbeet als Absturzsicherung angelegt. Integriert ist eine Heckenbepflanzung vorgesehen, welche zugleich als Sichtschutz dient. Die Besucherparkplätze hinter dem Carport werden ebenfalls mit Natursteinplatten ausgelegt, diese werden so verlegt, dass zwischen den Platten genügend Grünraum für Insekten und Blumen entsteht und dass die notwendige Stabilität für die Autos nicht beeinträchtigt wird.

### Gemüse- und Fruchtegarten

Wie der Name bereits sagt, befindet sich in diesem Bereich der Garten, welcher die Bauherrschaft für den Gemüse- und Fruchteanbau wünscht. Die Beete werden als Terrassierungen geplant, so hat man die Möglichkeit einen Teil der Beete im Stehen zu bewirtschaften und den Körper von der strengen Arbeit am Boden zu entlasten. Die Terrassierung der Beete und die Wege dazu werden in Naturstein ausgeführt. Der Hauptweg entlang der Fassade wird mit Natursteinplatten, welche ebenfalls ausgesplittet werden, ausgeführt. Die Erschliessung zwischen den Beeten ist mit lose verlegten Natursteinplatten vorgesehen.

Da der Gartenbereich genügend gross ist haben die Mieter der Einliegerwohnung, bei Bedarf, die Möglichkeit einen kleinen Teil des Gartens zu mieten.

### Rasen

Dieser Bereich kann für vielfältige Nutzungen gebraucht werden, wie z.B. als Erholungszone oder Spielwiese. Auf der ganzen Fläche wird Rasen gepflanzt. Die Bauherrschaft möchte diesen jedoch nicht wie einen englischen Rasen düngen und pflegen, vielmehr sollen hier mit der Zeit Blumenarten wie z.B. Gänseblümchen und Löwenzahn wachsen. Viele Insekten erhalten so einen Lebensraum. Der Boden wird deshalb nicht durch Düngemittel vergiftet, welche ins Grundwasser sickern könnten. Weiter werden in diesem Bereich 2 Obstbäume gepflanzt. Diese bringen Farbe im Frühling, Schatten im Sommer, Obst im Herbst. Im Aussenbereich des Wohnzimmers der Einliegerwohnung sind ebenfalls Natursteinplatten mit gesplitteten Fugen vorgesehen.

## Farb- und Materialkonzept

Das Gebäude soll Aussen wie Innen zurückhaltend und zeitlos gestaltet werden. Durch farbliche Kontraste zwischen Kalt- und Warmtönen wird eine Spannung erzeugt. Bei der Materialwahl wird auf die Verwendung von baubiologischen und bauökologischen Materialien Wert gelegt. Es werden vorwiegend erdige Naturtöne gewählt, da diese beruhigend und angenehm wirken. Um Akzente zu setzen werden verschiedene Wände farblich von den Restlichen unterschieden.

Gebäudehülle		
Fenster	Rahmen: Lärchenholz, naturbehandelt, Aussen Aluminium-Voll-Abdeckung, pulverbeschichtet Isolierverglasung 3-fach (min. 0.7 W/m <sup>2</sup> K)	Lärche: naturbehandelt Aluminium: Farbe noch offen
Fassade	Aufbau von Innen nach Aussen: Lehmputz Haga Lehmcolor Lehmgrundputz Haga 216 Einsteinmauerwerk ZZ Wancor Porotherm T7 49 cm Wärmedämmputz Hagatherm® Kalkputz Hagasit® 500, Struktur-Besenputz	Farbe noch offen  Farbe noch offen
Fassade hangseitig, unter Terrain	Aufbau von Innen nach Aussen: Beton 25 cm gestrichen mit Silikatfarbe, z.B. Keim Biosil® Voranstrich Wärmedämmung Foamglas® T4+, 20 cm, geklebt mit Kaltbleber PC 56 (natureplus®) Deckabstrich Kaltkleber PC 56 Sickerplatten, z.B. Creabeton	Weiss, seidenmatt
Dach	Aufbau von Innen nach Aussen: Lignaturelemente sichtbar mit integrierter Wärmedämmung (Holzfaserplatte) Wärmedämmung Pavatherm-Plus (natureplus®) über ganze Konstruktion, dient auch als Unterdach Konterlattung Ziegellattung Betonziegel Nelskamp Finkenberger- Pfanne ClimaLife	Fichte  Granit
Spenglerarbeiten, z.B. Dachrinne, Dachabschlüsse	Chromstahl	Materialfarbe
Balkongeländer, Umgebungsgeländer	Staketengeländer aus Flachstahl 8 x 40 mm Oberfläche pulverbeschichtet	Farbe noch offen
Fenstergeländer	VSG-Glas 12 mm, Befestigung seitlich mit Aluminium U-Profilen	Klarglas Farblos eloxiert

Sonnenschutz		
Fenster	Rafflamellenstoren Typ: Griesser Lamisol 90, Einbausystem, Hebeschiebefenster mit Motorantrieb übrige Fenster mit Kurbel	Farbe noch offen
Balkon	Gelenkarmmarkise Typ: Griesser Opal Stoff Acryl: Griesser Collection Moments Hitze- und Blendschutz	Farbe noch offen
Innenwände		
Wohnen/ Essen/ Küche	Mineralischer Feinabrieb 1.5 mm Korn, gestrichen mit Silikatfarbe, z.B. Keim Biosil®	Weiss, seidenmatt
Zimmer	Mineralischer Feinabrieb 1.5 mm Korn, gestrichen mit Silikatfarbe, z.B. Keim Biosil®	Weiss, seidenmatt
Treppenhaus	Mineralischer Feinabrieb 1.5 mm Korn, gestrichen mit Silikatfarbe, z.B. Keim Biosil®	Weiss, seidenmatt
Nasszellen	Plattenbelag Feinsteinzeug  Mineralischer Feinabrieb 1.5 mm Korn, gestrichen mit Silikatfarbe, z.B. Keim Biosil®	Farbe noch offen  Weiss, seidenmatt
Hobby	Anstrich auf rohe Wände (Backstein oder Beton) mit Silikatfarbe, z.B. Keim Biosil®	Weiss, seidenmatt
Technik	Anstrich auf rohe Wände (Backstein oder Beton) mit Silikatfarbe, z.B. Keim Biosil®	Weiss, seidenmatt
Böden		
Wohnen/ Essen/ Küche Büro EG Wellness/ Fitness	Plattenbelag Feinsteinzeug	Farbe noch offen
Zimmer	Parawood Fertigparkett 3-Schicht, Landhausdielen 1-Stab mit Automatic-Click, 2200 x 185 x 13 mm, schwimmend verlegt, oxidativ geölt	Eiche
Treppenhaus	Plattenbelag Feinsteinzeug	Farbe noch offen
Nasszellen	Plattenbelag Feinsteinzeug	Farbe noch offen
Hobby	Hartbeton	Materialfarbe
Technik	Hartbeton	Materialfarbe
Balkone	Natursteinplatten Fontarocca, Maggia Granit/ Gneis, gespalten, Kanten gesägt, Fugen offen, Splittfugen, 100 x 30 cm	Materialfarbe

Sockel		
Plattenbeläge Feinsteinzeug	Plattenbelag Feinsteinzeug, H = 6 cm	Farbe noch offen
Hartbetonbeläge	Holz gestrichen (lösungsmittelfrei), H = 6 cm	Weiss, seidenmatt
Parkettbeläge	Holzsockel, H = 6 cm	Eiche
Decken		
Wohnen/ Essen/ Küche	Mineralischer Feinabrieb 1.5 mm Korn, gestrichen mit Silikatfarbe, z.B. Keim Biosil®	Weiss, seidenmatt
	Im EG mit örtlicher Holzdecke, oxidativ geölt	Farbe noch offen
	Im DG Lignaturelement Fichte, naturbehandelt	Fichte, naturbehandelt
Zimmer	Mineralischer Feinabrieb 1.5 mm Korn, gestrichen mit Silikatfarbe, z.B. Keim Biosil®	Weiss, seidenmatt
	Im DG Lignaturelement Fichte, naturbehandelt	Fichte, naturbehandelt
Treppenhaus	Mineralischer Feinabrieb 1.5 mm Korn, gestrichen mit Silikatfarbe, z.B. Keim Biosil®	Weiss, seidenmatt
	Im DG Lignaturelement Fichte, naturbehandelt	Fichte, naturbehandelt
Nasszellen	Mineralischer Feinabrieb 1.5 mm Korn, gestrichen mit Silikatfarbe, z.B. Keim Biosil®	Weiss, seidenmatt
	Im DG Lignaturelement Fichte, naturbehandelt	Fichte, naturbehandelt
Hobby	Anstrich auf rohe Betondecken mit Silikatfarbe, z.B. Keim Biosil®	Weiss, seidenmatt
Technik	Anstrich auf rohe Betondecken mit Silikatfarbe, z.B. Keim Biosil®	Weiss seidenmatt
Türen, Tore		
Eingangstüren	Rahmentüre 1-flügelig, Doppelfalz aufschlagend, Oberflächen farbig lackiert (lösungsmittelfrei)	Farbe noch offen
	Drückergarnitur: Südmetall Typ: ...	Edelstahl
Innentüren	Füttertüren 1-flügelig, bündig und stumpf einschlagend, Oberflächen Eiche Natur sägeroh, oxidativ geölt, mit verdeckten Bändern	Eiche sägeroh
	Drückergarnitur: Südmetall Typ: ...	Edelstahl

Innentüren Mietwohnung	Stahlzargentüren 1-flügelig, bündig und stumpf einschlagend Türblatt Eiche Natur sägeroh, oxidativ geölt, mit verdeckten Bändern  Drückergarnitur: Südmetall Typ: ...	Weiss, seidenmatt  Eiche sägeroh  Edelstahl
<b>Schreiner</b>		
Handlauf Treppen	Holzhandlauf Eiche, oxidativ geölt auf Handlaufstützen Inox-Stahl matt	Eiche Materialfarbe
Einbauschränke	Schränkelemente aussen: Spanplatte (Formaldehydfrei FO, Isocyanatfrei) belegt mit Dickkanten leicht abgerundet  Schränkelemente innen: Spanplatte (Formaldehydfrei FO, Isocyanatfrei) beschichtet mit Dünnkanten, Reihenlochbohrung für verstellbare Tablare, Kleiderstangen, Innenschubladen, etc.  Griffe Typ: ...	Farbe noch offen  weiss  Edelstahl
Badezimmer, Waschtischunterbau	Schränkelemente aussen: Spanplatte (Formaldehydfrei FO, Isocyanatfrei) belegt mit Dickkanten leicht abgerundet  Schränkelemente innen: Spanplatte (Formaldehydfrei FO, Isocyanatfrei) beschichtet mit Dünnkanten, Reihenlochbohrung für verstellbare Tablare, mit Schubladen  Griffe Typ: ...	Farbe noch offen  weiss  Edelstahl
Küchen	Schränkelemente aussen: Spanplatte (Formaldehydfrei FO, Isocyanatfrei) belegt mit Dickkanten leicht abgerundet  Schränkelemente innen: Spanplatte (Formaldehydfrei FO, Isocyanatfrei) beschichtet mit Dünnkanten, Reihenlochbohrung für verstellbare Tablare, mit Schubladen und Innenschubladen Abdeckung Naturstein (Schweiz) Rückwand emailliertes Glas  Griffe Typ: ...	Farbe noch offen  weiss  Farbe noch offen Farbe noch offen  Edelstahl

Umgebung		
Grenzmauer südlich und östlich	Quadersteine Naturstein Fontarocca, Maggia Granit	Materialfarbe
Einfassung Terrassierung	Palisaden Naturstein Fontarocca, Maggia Granit	Materialfarbe
Aussentreppe Erschliessung	Blockstufen und Podest Naturstein Fontarocca, Maggia Granit	Materialfarbe
Aussentreppe Balkon EG	Metalltreppe, Oberfläche pulverbeschichtet wie Balkongeländer	Farbe noch offen
Wege	Natursteinplatten Fontarocca, Maggia Granit/ Gneis, gespalten, Kanten gesägt, Fugen offen, Splittfugen, 100 x 30 cm	Materialfarbe
Platz Einfahrt	Pflastersteine Creabeton VS5® Schwerlastökoesteine mit 5-facher Verschiebsicherung, 22.5 x 22.5 cm, h: 10.8 cm, glatt, gefast, englisch verlegt, mit Nockenverbund für Splittfugen	Anthrazit
Boden Carport	Beton roh	Materialfarbe
Bepflanzung	Grösstenteils Heimische Pflanzen	individuell

# U-Werte Bauteile

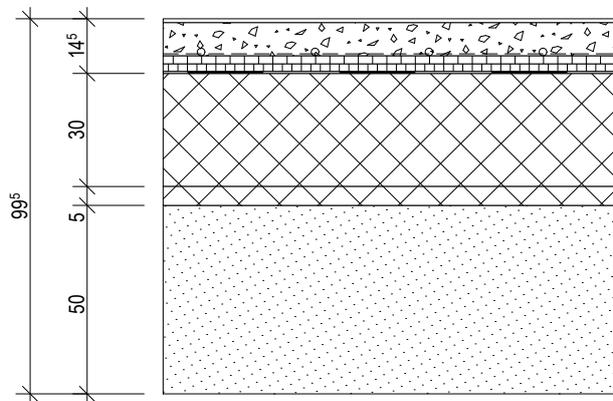
Die U-Wertberechnungen der Bauteile befinden sich in der Beilage 4.

## Bauteil 1

UG: Boden zu Erdreich

Parkett oder Plattenbelag Feinsteinzeug	10 mm
Zementunterlagsboden mit Bodenheizung	78 mm
Trennlage	
Trittschalldämmung Pavatex Pavapor (natureplus®)	22 mm
Wärmedämmung Pavatex Pavaboard (natureplus®)	20 mm
Stahlbeton	300 mm
Magerbeton	50 mm
Schaumglasschotter Misapor	500 mm

U-Wert = 0.14 W/m<sup>2</sup>K

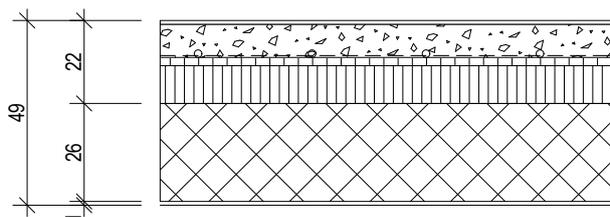


## Bauteil 2

EG: Boden zu beheiztem Raum

Parkett oder Plattenbelag Feinsteinzeug	10 mm
Zementunterlagsboden mit Bodenheizung	78 mm
Trennlage	
Trittschalldämmung Pavatex Pavapor (natureplus®)	22 mm
Wärmedämmung Pavatex Pavaboard (natureplus®)	100 mm
Stahlbeton	260 mm
mineralischer Feinabrieb	10 mm

Decke im Innenraum, U-Wert nicht relevant

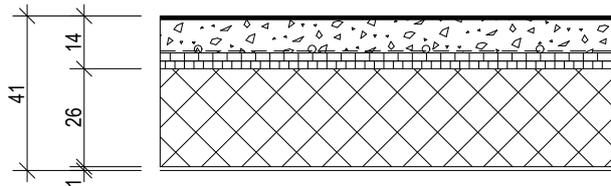


### Bauteil 3

OG: Boden zu beheiztem Raum

Parkett oder Plattenbelag Feinsteinzeug	10 mm
Zementunterlagsboden mit Bodenheizung	78 mm
Trittschalldämmung Pavatex Pavapor (natureplus®)	22 mm
Wärmedämmung Pavatex Pavaboard (natureplus®)	20 mm
Stahlbeton	260 mm
mineralischer Feinabrieb	10 mm

Decke im Innenraum, U-Wert nicht relevant

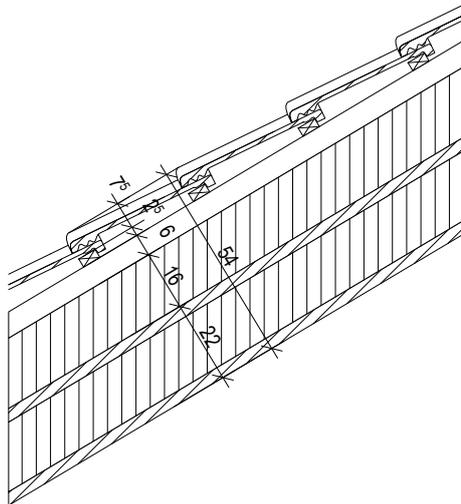


### Bauteil 4

Dachaufbau

Betonziegel Finkenberger-Pfanne ClimaLife	75 mm
Ziegellattung	25 mm
Lattung, Hinterlüftung	60 mm
Wärmedämmung Pavatherm-Plus (natureplus®) dient auch als Unterdach	160 mm
Lignatur Flächenelement ausgedämmt	220 mm

U-Wert = 0.13 W/m<sup>2</sup>K

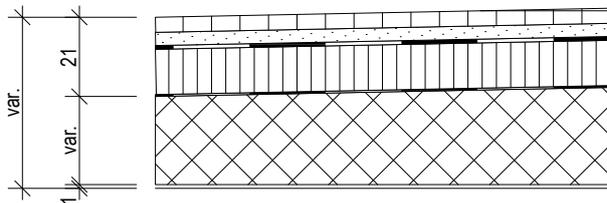


## Bauteil 5

EG: Boden Balkon

Natursteinplatten	40 mm
Splitt	40 mm
Wasserabdichtung 2-lagig	
Oberlage Sopralen Jardin EP 5 flam	5 mm
Zwischenlage Flam Stick 30, vollflächig verklebt	3 mm
Wärmedämmung Swisspor PUR Premium	120 mm
Dampfbremse Bikutop EP4 v	4 mm
Voranstrich Bitumenemulsion	
Stahlbeton im Gefälle 2%	220 - 260 mm
Mineralischer Feinabrieb gestrichen	10 mm

U-Wert = 0.16 W/m<sup>2</sup>K

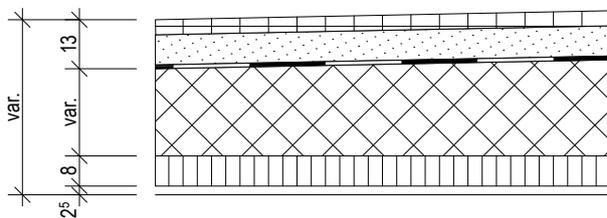


## Bauteil 6

OG: Boden Balkon

Natursteinplatten	40 mm
Splitt	80 mm
Wasserabdichtung 2-lagig	
Oberlage Sopralen Jardin EP 5 flam	5 mm
Zwischenlage Flam Stick 30, vollflächig verklebt	3 mm
Stahlbeton im Gefälle 2%	220 - 260 mm
Wärmedämmung Pavawall (natureplus®)	80 mm
Wärmedämmputz Hagatherm®	20 mm
Deckputz Hagasit® 500	3 mm

Balkon im Aussenbereich, U-Wert nicht relevant

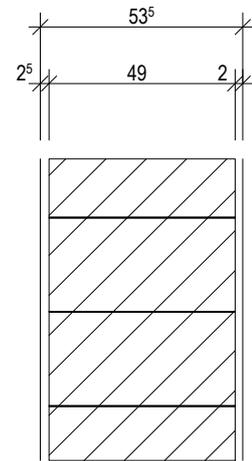


### Bauteil 7

Aussenwand über Terrain

Deckputz Hagasit® 500	3 mm
Wärmedämmputz Hagatherm®	20 mm
Einsteinmauerwerk Porotherm T7	490 mm
Lehmgrundputz Haga 216	17 mm
Deckputz Haga Lehmcolor	3 mm

U-Wert = 0.13 W/m²K

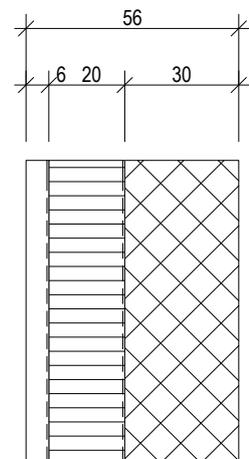


### Bauteil 8

Aussenwand unter Terrain

Sickerplatten, z.B. Creabeton	60 mm
Deckabstrich Kaltkleber PC 56	
Foamglas® T4+, geklebt mit Kaltkleber PC 56 (natureplus®)	200 mm
Voranstrich	
Stahlbeton gestrichen	300 mm

U-Wert = 0.19 W/m²K

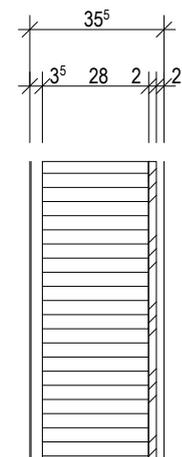


### Bauteil 9

Aussenwand Lukarne

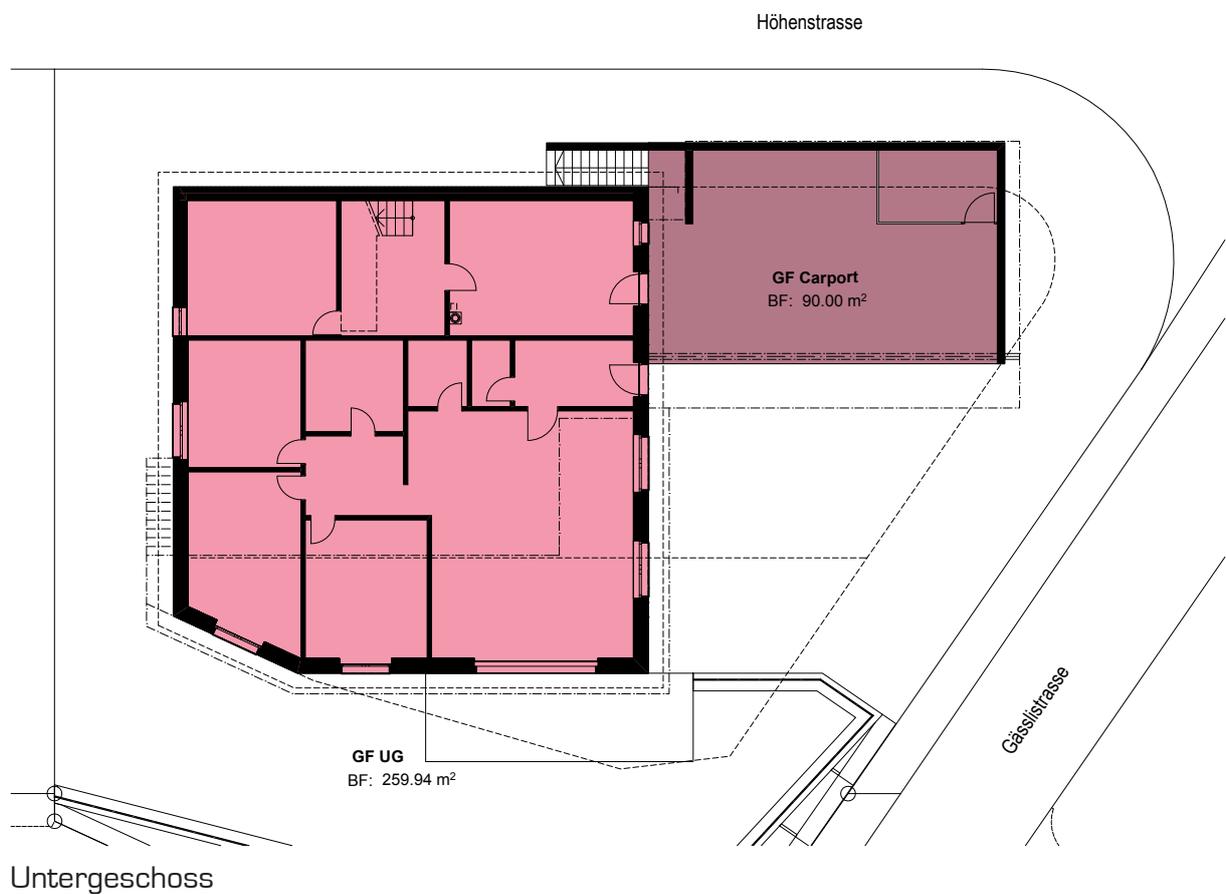
Metallverkleidung Edelstahl	3 mm
Hinterlüftung	30 mm
Holzkonstruktion mit Wärmedämmung Pavaflex	280 mm
Dampfbremse Pro Clima Intello	0.2 mm
Trockenbauplatte Pavaclay (natureplus®)	20 mm
Lehmgrundputz Haga 216	17 mm
Deckputz Haga Lehmcolor	3 mm

U-Wert = 0.13 W/m²K

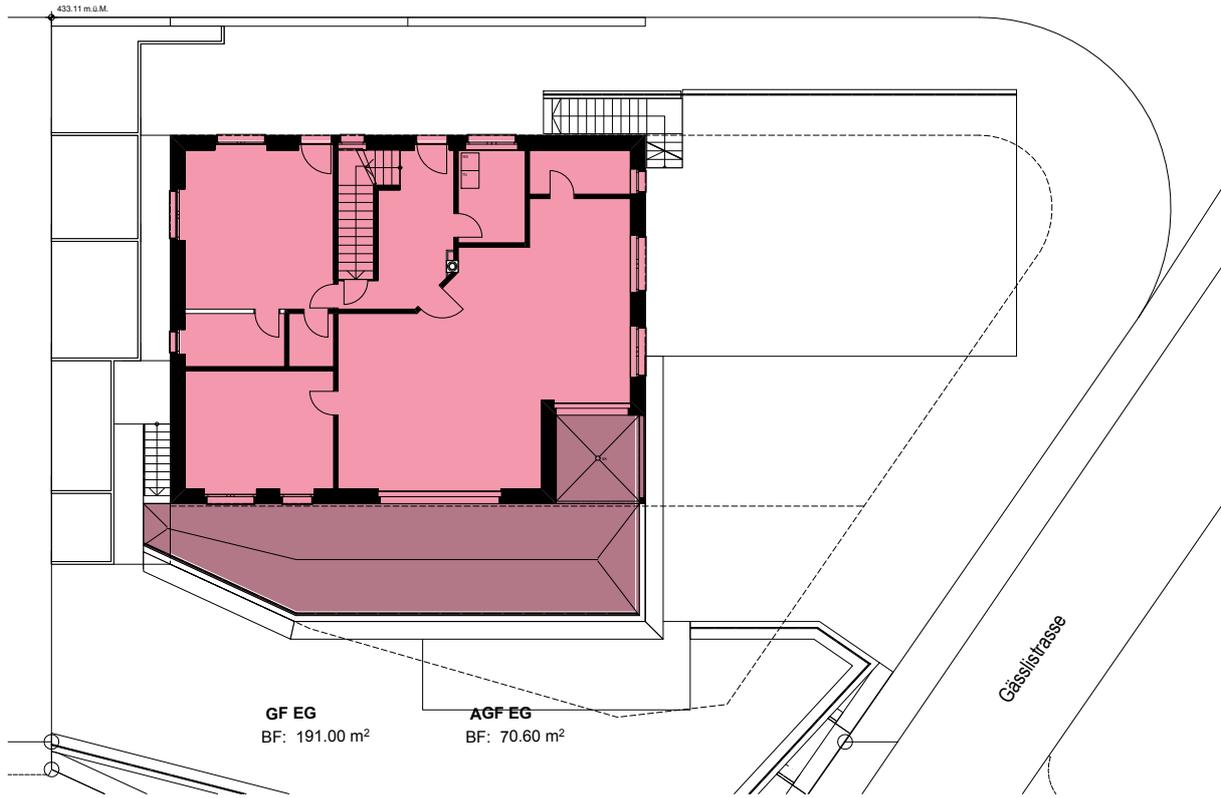


# Berechnung SIA 416

Beschrieb	AGF m <sup>2</sup>	GF m <sup>2</sup>	Höhe o. Länge (m)	Total GV m <sup>3</sup>
Untergeschoss		259.94	3.885	1009.87
Erdgeschoss	70.60	191.00	2.81	536.71
Obergeschoss	9.00	37.20	16.00	595.20
Lukarne Süd		5.45	5.30	28.89
Lukarne Nord		3.30	5.30	17.49
Carport	90.00			
<b>GV SIA 416 Total</b>				<b>2188.16</b>



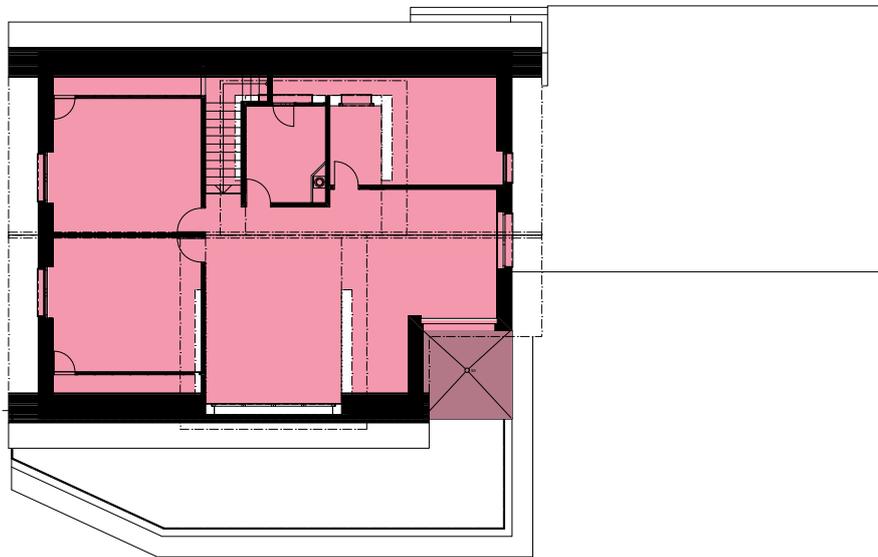
Höhenstrasse



**GF EG**  
BF: 191.00 m<sup>2</sup>

**AGF EG**  
BF: 70.60 m<sup>2</sup>

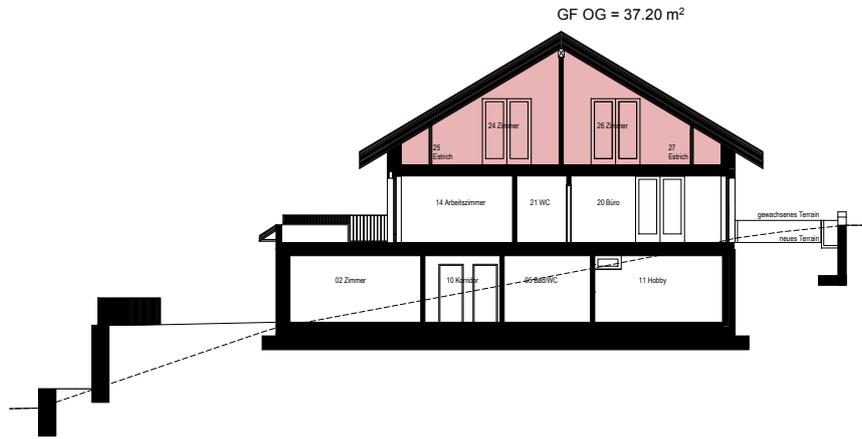
Erdgeschoss



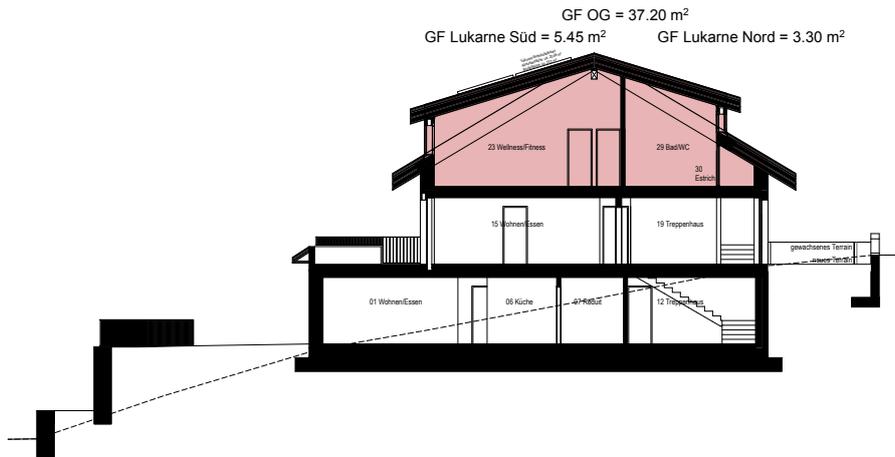
**GF EG**  
BF: 191.00 m<sup>2</sup>

**AGF EG**  
BF: 9.00 m<sup>2</sup>

Obergeschoss



Schnitt 1



Schnitt 2

## Grobkostenschätzung auf Basis SIA 416

Eine erste, grobe Kostenangabe wird über Kennzahlen ermittelt. Das Volumen nach SIA 416 wird mit geschätzten m<sup>3</sup> – Preisen multipliziert. Erfahrungswerte lassen mich einen Kubikmeterpreis für die Wohnfläche von SFr. 750.- und für die Nebenräume von SFr. 600.- einsetzen. Die Kosten für die Umgebung belaufen sich auf ca. SFr. 150.-/ m<sup>2</sup>. Die Kostengenauigkeit liegt bei 20 – 25 %.

BKP	Bezeichnung	Beschreibung	Einheit	Menge	Preis	Summe	%	Total CHF
					CHF	CHF		exkl. MWSt.
0	Grundstück	Annahme	m <sup>2</sup>	954.00	1'000	954'000	100.00	954'000
1	Vorbereitungsarbeiten	Annahme		1.00	150'000	150'000	7.59	150'000
2	Gebäude						81.47	1'609'200
		Wohnflächen	m <sup>3</sup>	1976.00	750	1'482'000		
		Nebenräume, Keller	m <sup>3</sup>	212.00	600	127'200		
3	Betriebseinrichtungen			0.00	0	0	0.00	0
4	Umgebung						5.27	104'100
		Umgebung	m <sup>2</sup>	694.00	150	104'100		
5	Baunebenkosten, Übergangskonten	in % von BKP 1-4	%	6.00	1'863'300	111'798	5.66	111'798
6	Reserve	in % von BKP 1-4	%	3.00	1'863'300	55'899	2.83	55'899
7	Reserve	keine				0	0.00	0
8	Reserve	keine				0	0.00	0
9	Ausstattung	keine				0	0.00	0
<b>Total</b>	<b>Erstellungskosten BKP 1-5 exkl. 3</b>	<b>exkl. MWSt.</b>	<b>CHF</b>					<b>1'975'098</b>
	Mehrwertsteuer						8.00	158'008
<b>Total</b>	<b>Erstellungskosten BKP 1-5 exkl. 3</b>	<b>inkl. MWSt.</b>	<b>CHF</b>					<b>2'133'106</b>
<b>Total</b>	<b>Erstellungskosten BKP 1-9</b>	<b>exkl. MWSt.</b>	<b>CHF</b>					<b>2'030'997</b>
	Mehrwertsteuer						8.00	162'480
<b>Total</b>	<b>Erstellungskosten BKP 1-9</b>	<b>inkl. MWSt.</b>	<b>CHF</b>					<b>2'193'477</b>
<b>Total</b>	<b>Anlagekosten BKP 0-9</b>	<b>exkl. MWSt.</b>	<b>CHF</b>					<b>2'984'997</b>
	Mehrwertsteuer						8.00	238'800
<b>Total</b>	<b>Anlagekosten BKP 0-9</b>	<b>inkl. MWSt.</b>	<b>CHF</b>					<b>3'223'797</b>

## Schlusswort

Ziel war, mein erstes Gebäude in der Phase des Bauprojekts nach baubiologischen und bauökologischen Grundlagen zu planen und die ersten Erfahrungen in diesen Bereichen zu sammeln. Ich bin überzeugt, dass ich ein gutes, für die Bauherrschaft zugeschnittenes Haus geplant und nach baubiologischen und bauökologischen Grundlagen ausführen werde. Gerne hätte ich in einigen Punkten mehr baubiologische Elemente umgesetzt, wie z.B. ein begrüntes Dach beim Hauptgebäude oder Lehmputz auf allen Wänden. Die Umsetzung von baubiologischen Überlegungen ist jedoch stark von der Bauherrschaft und deren Vorstellungen abhängig. Es war nicht immer einfach einen Weg zu finden, der für alle Beteiligten stimmt. Ich bin jedoch überzeugt, dass Dank einer umfassenden Beratung viele Bauherren, einige Grundsätze der Baubiologie umsetzen werden. Für mich war und wird das Projekt lehrreich sein. Ich freue mich, am Projekt weiterzuarbeiten und es abzuschliessen.

## Zusammenfassung / Abstract

Mit dem Neubauprojekt EFH Egli bekam ich die Gelegenheit mein erstes Gebäude nach baubiologischen und bauökologischen Grundlagen zu planen. Während der Bearbeitung des Bauprojekts konnte ich, das in der Weiterbildung zur Baubiologin gelernte, umsetzen. Zuerst wurde die Makrolage und dann die Mikrolage analysiert und ein geobiologischer Grundstückuntersuch durchgeführt. Mit diesen Grundlagen wurde das Gebäude geplant. Das dreigeschossige, massive Gebäude ist so konzipiert, dass zwischen zwei oder drei Wohnungen ausgebaut werden können. Die gut gedämmte Aussenhülle und die Solaranlage, welche auch zur Heizungsunterstützung dient, ergeben einen niedrigen Energieverbrauch. Durch dampfdiffusionsoffene Bauteile aus natürlichen Baustoffen wird gutes Raumklima geschaffen.

Das obligatorische Retentionsbecken wird als Regenwassertank genutzt und die Toiletten, Waschmaschinen sowie die Gartenbewässerung dadurch gespiesen.

Um Elektrosmog und den Bedarf elektrischer Energie zu minimieren werden einfache Installationen ausgeführt und Leuchten mit LED eingesetzt.

Ein grosser Teil des Gartens wird als Gemüse- und Fruchtegarten ausgebaut. Es sind auch ein Blumenrasen mit Obstbäumen und Rabatte für die Pflanzung von Blumen und Sträucher vorgesehen.

Ganzheitlich betrachtet ist ein Gebäude entstanden in dem die baubiologischen und bauökologischen Grundsätze, so weit wie möglich und von der Bauherrschaft gewünscht, umgesetzt worden sind.

## Literaturnachweise

### Internet:

Eckdaten aus dem Kapitel Gemeinde von der Website [www.tuggen.ch](http://www.tuggen.ch) und Anfrage Gemeinde Tuggen  
U-Wert Berechnung von der Website [www.u-wert.net](http://www.u-wert.net)  
Holcim Zement Optimo [www.holcim.ch](http://www.holcim.ch)  
Schaumglasschotter [www.misapor.ch](http://www.misapor.ch)  
BackBox® System [www.helvetic-energy.ch](http://www.helvetic-energy.ch)  
Regenwassertank [www.hugzollet.ch](http://www.hugzollet.ch)  
Dämmungen über Terrain [www.pavatex.ch](http://www.pavatex.ch)  
Dämmungen unter Terrain [www.foamglas.ch](http://www.foamglas.ch)

### Gesetzliche Grundlagen/ Normen:

Baureglement, 2000, Gemeinde Tuggen  
Gestaltungsplan Areal „Kleinlauri“, 2000, Gemeinde Tuggen  
SIA 382/1 Lüftungs- und Klimaanlageanlagen, Allgemeine Grundlagen und Anforderungen, 2007, SIA Zürich  
SIA 181 Schallschutz im Hochbau, 2006, SIA Zürich  
SIA 400 Planbearbeitung im Hochbau, 2000, SIA Zürich  
SIA 416 Flächen und Volumen von Gebäuden, 2003, SIA Zürich

### Literatur:

Porotherm T7/T8, Planung und Ausführung, 2010, ZZ Wancor AG Regensdorf  
Baubiologie in Frage und Antwort, 2008, Institut für Baubiologie und Ökologie Neubeuern IBN  
Baukunst & Gesundheit, 1990, Hans Peter Stahel, AT Verlag Aarau

## Abbildungsverzeichnis

Abb 1: Luftaufnahme Tuggen, 2006, Photoramacolor AG, Meyrin  
Abb 2: Tuggen, 2012, Frederic Urben GmbH  
Abb 3: Grundstück von Südwest, 2012, Frederic Urben GmbH  
Abb 4: Grundstück von Nordost, 2012, Frederic Urben GmbH  
Abb 5: Panorama vom Grundstück, 2012, Frederic Urben GmbH  
Abb 6: Radonkarte, [www.ch-radon.ch](http://www.ch-radon.ch)  
Abb 7: Visualisierung von Südosten, Marina Urben  
Abb 8: Visualisierung von Südwesten, Marina Urben  
Abb 9: Visualisierung von Nordwesten, Marina Urben  
Abb 10: Visualisierung von Nordosten, Marina Urben  
Abb 11: Schema BackBox System, [www.helvetic-energy.ch](http://www.helvetic-energy.ch)  
Abb 12: Schema elektrobiologisch schlechte Installationsführung, ringförmig,  
Fischer EMV-Engineering & Elektrobiologie, Luzern  
Abb 13: Schema elektrobiologisch ideale Installationsführung, sternförmig,  
Fischer EMV-Engineering & Elektrobiologie, Luzern

# Urhebererklärung

Marina Urben-Egli  
Zeughausstrasse 9  
8853 Lachen

Die unterzeichnende Marina Urben-Egli bestätigt hiermit, die Arbeit selber ausgeführt zu haben. Zudem bestätigt sie, die Richtlinie von 50'000 – 90'000 Zeichen inkl. Leerzeichen, entspricht ca. 20 – 30 A4 Textseiten, für den selbst erfassten Text der Abschlussarbeit, eingehalten zu haben:

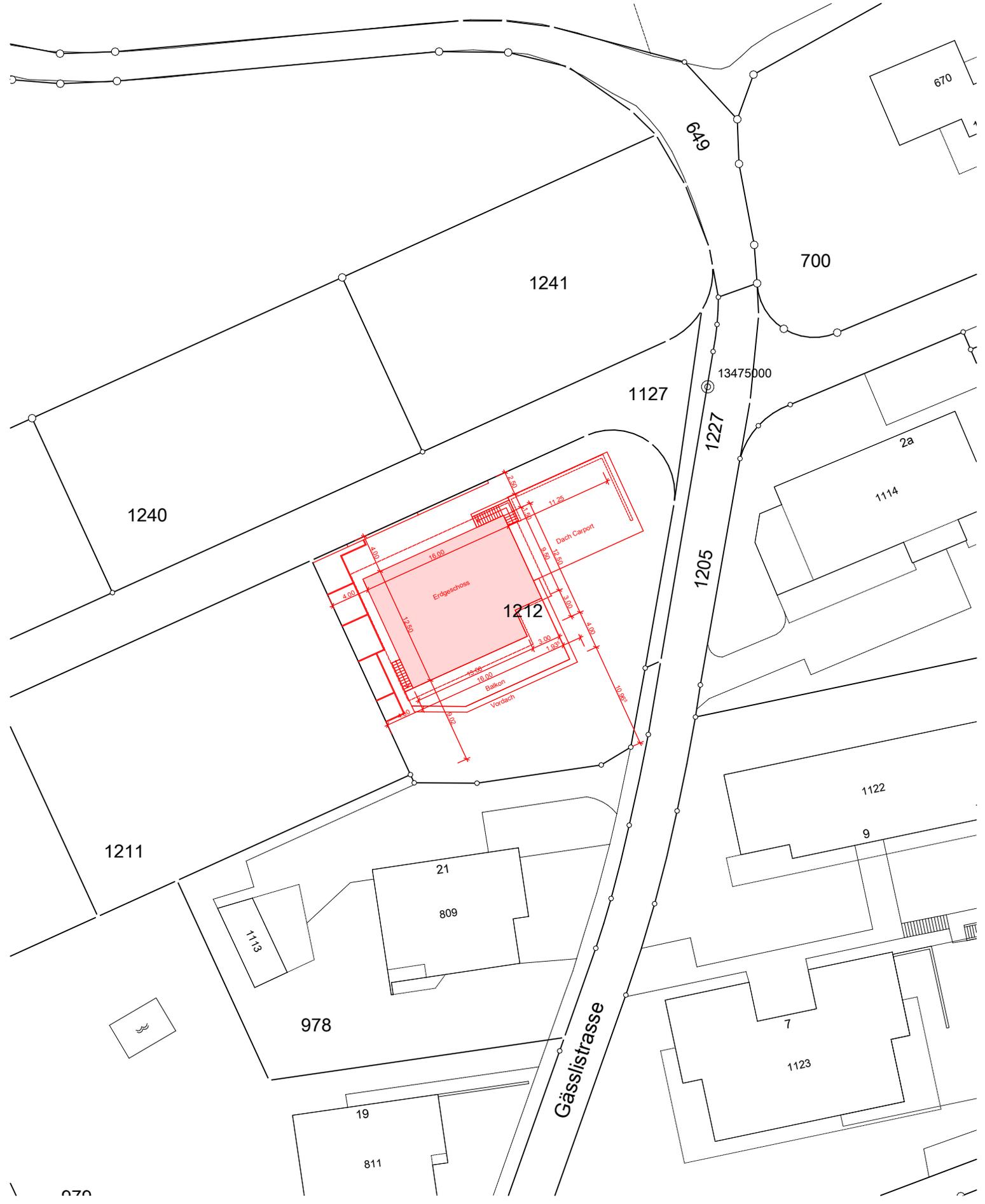
Ort	Datum	Unterschrift
Lachen,	22.04.2012	

Folgende Fachleute wurden beigezogen:

Name	Firma	Experte / Expertin für
Paul Leibundgut	Leibundgut Analysen + Konzepte, Neuhausen	geobiologischer Untersuch
Philipp Grêt	HAGA AG Natubaustoffe, Rapperswil	Lehmputz, Kalkputz, Kalkfarbe
Erwin Ruoss	ZZ Wancor, Regensdorf	Einsteinmauerwerk Porotherm
Marius Göldi	Helvetic Energy, Flurlingen Hug & Zollet	Solarkollektoren Retentionsbecken, Regenwassertank

## Planverzeichnis

Name	Massstab	Grösse	Datum
Grundrisse:			
010 Kataster	1:500	A4	15.04.2012
015 Überbauungsziffer	1:200	A3	01.05.2012
100 Untergeschoss	1:100	A3	01.05.2012
101 Erdgeschoss	1:100	A3	01.05.2012
102 Obergeschoss	1:100	A3	01.05.2012
103 Dachaufsicht	1:100	A3	01.05.2012
150 Umgebung	1:200	A3	01.05.2012
Schnitte:			
110 Schnitt 1	1:100	A3	01.05.2012
111 Schnitt 2	1:100	A3	01.05.2012
112 Schnitt 3	1:100	A3	01.05.2012
Fassaden:			
120 Westfassade	1:100	A3	01.05.2012
121 Nordfassade	1:100	A3	01.05.2012
122 Ostfassade	1:100	A3	01.05.2012
123 Südfassade	1:100	A3	01.05.2012
Fassadenschnitte:			
180 Fassadenschnitt 1, UG - EG	1:20	A3	01.05.2012
181 Fassadenschnitt 1, EG - OG	1:20	A3	01.05.2012
182 Fassadenschnitt 2, UG - EG	1:20	A3	01.05.2012
183 Fassadenschnitt 2, EG - OG	1:20	A3	01.05.2012
184 Fassadenschnitt 3, UG - EG	1:20	A3	01.05.2012
185 Fassadenschnitt 3, EG - OG	1:20	A3	01.05.2012
186 Fassadenschnitt 4, UG - EG	1:20	A3	01.05.2012
187 Fassadenschnitt 4, EG - OG	1:20	A3	01.05.2012
188 Fassadenschnitt 5, UG - EG	1:20	A3	01.05.2012
189 Fassadenschnitt 5, EG - OG	1:20	A3	01.05.2012
190 Fassadenschnitt 6, UG - EG	1:20	A3	01.05.2012
191 Fassadenschnitt 6, EG - OG	1:20	A3	01.05.2012



Neubau Gässlistrasse, 8856 Tuggen

Bauherrschaft **Claire + Ewald Egli-Hardegger**  
 Gässlistrasse 21  
 8856 Tuggen

Architekt **Marina Urben-Egli**  
 Zeughausstrasse 9  
 8853 Lachen

Gezeichnet **mu**  
 Kontrolliert **mu**  
 Grösse **A3**  
 Massstab **1:500**  
 Datum **15.04.2012**

# Bauprojekt Kataster

Plan-Nr. **010**

1240



809

21

1127

1227

13475000

1205

Gässlistrasse

Höhenstrasse

±0.00 = 432.00 m.ü.M.

02 - Neubau Gässlistrasse, 8856 Tuggen

**Bauprojekt  
Umgebung**

D:\Meine Eigene Dateien\Projekt\_Papi\Neubau\Pläne\Grundrisse\_Abschluss.pln  
Druckdatum: 01.05.2012 - 09:47

Auftraggeber  
**Claire + Ewald Egli-Hardegger**  
Gässlistrasse 21  
8856 Tuggen

Architekt

**Marina Urben-Egli**  
Zeughausstrasse 9  
8853 Lachen

Gezeichnet	mu	1:200	01.05.2012	Plan-Nr.	150
Kontrolliert	mu	A3			
Grösse	Massstab				
Datum					

40

1127

Höhenstrasse

13475000

1227

1205

Gässlistrasse

1212

191.00 m<sup>2</sup>

953.58 m<sup>2</sup>

21

Überbauungsziffer  
 $\frac{191.00 \text{ m}^2}{953.58 \text{ m}^2} = 0.20$

Überbauungsziffer  
Zone W1 0.24

±0.00 = 432.00 m.ü.M.

02 - Neubau Gässlistrasse, 8856 Tuggen

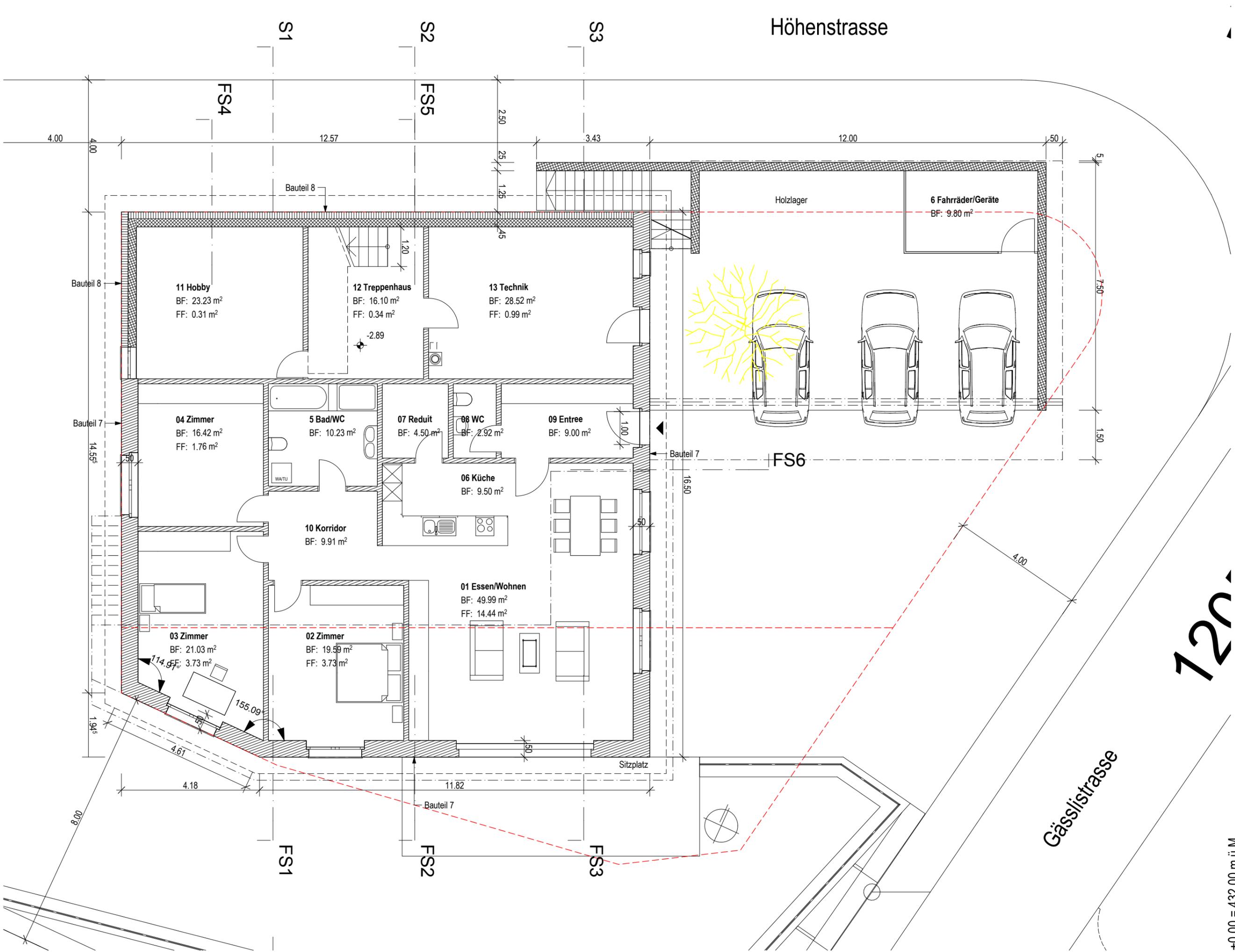
### Bauprojekt Überbauungsziffer

Auftraggeber  
Claire + Ewald Egli-Hardegger  
Gässlistrasse 21  
8856 Tuggen

Architekt

Marina Urben-Egli  
Zeughausstrasse 9  
8853 Lachen

Gezeichnet	mu
Kontrolliert	mu
Grösse	A3
Massstab	1:200
Datum	01.05.2012
Plan-Nr.	015



±0.00 = 432.00 m.ü.M.

02 - Neubau Gässlistrasse, 8856 Tuggen

# Bauprojekt Untergeschoss

D:\Meine Eigene Dateien\Projekt\_Papi\Neubau\Pläne\Grundrisse\_Abschluss.pln  
Druckdatum: 01.05.2012 - 09:46

Auftraggeber

Claire + Ewald Egli-Hardegger  
Gässlistrasse 21  
8856 Tuggen

Architekt

Marina Urban-Eggl  
Zeughausstrasse 9  
8853 Lachen

Gezeichnet	mu
Kontrolliert	A3
Grösse	1:100
Massstab	Datum
Datum	01.05.2012
Plan-Nr.	100

120'

Gässlistrasse

Höhenstrasse

S1

S2

S3

FS4

FS5

FS3

FS1

FS2

FS6

11 Hobby  
BF: 23.23 m<sup>2</sup>  
FF: 0.31 m<sup>2</sup>

12 Treppenhaus  
BF: 16.10 m<sup>2</sup>  
FF: 0.34 m<sup>2</sup>

13 Technik  
BF: 28.52 m<sup>2</sup>  
FF: 0.99 m<sup>2</sup>

04 Zimmer  
BF: 16.42 m<sup>2</sup>  
FF: 1.76 m<sup>2</sup>

05 Bad/WC  
BF: 10.23 m<sup>2</sup>

07 Reduit  
BF: 4.50 m<sup>2</sup>

08 WC  
BF: 2.92 m<sup>2</sup>

09 Entree  
BF: 9.00 m<sup>2</sup>

06 Küche  
BF: 9.50 m<sup>2</sup>

10 Korridor  
BF: 9.91 m<sup>2</sup>

01 Essen/Wohnen  
BF: 49.99 m<sup>2</sup>  
FF: 14.44 m<sup>2</sup>

03 Zimmer  
BF: 21.03 m<sup>2</sup>  
FF: 3.73 m<sup>2</sup>

02 Zimmer  
BF: 19.59 m<sup>2</sup>  
FF: 3.73 m<sup>2</sup>

6 Fahrräder/Geräte  
BF: 9.80 m<sup>2</sup>

Holzlager

Bauteil 8

Bauteil 7

Bauteil 7

Sitzplatz

4.00

4.00

12.57

2.50

25

1.25

1.45

3.43

12.00

1.50

5

7.50

1.50

Bauteil 7

14.55

1.50

16.50

1.00

1.50

1.945

4.61

4.18

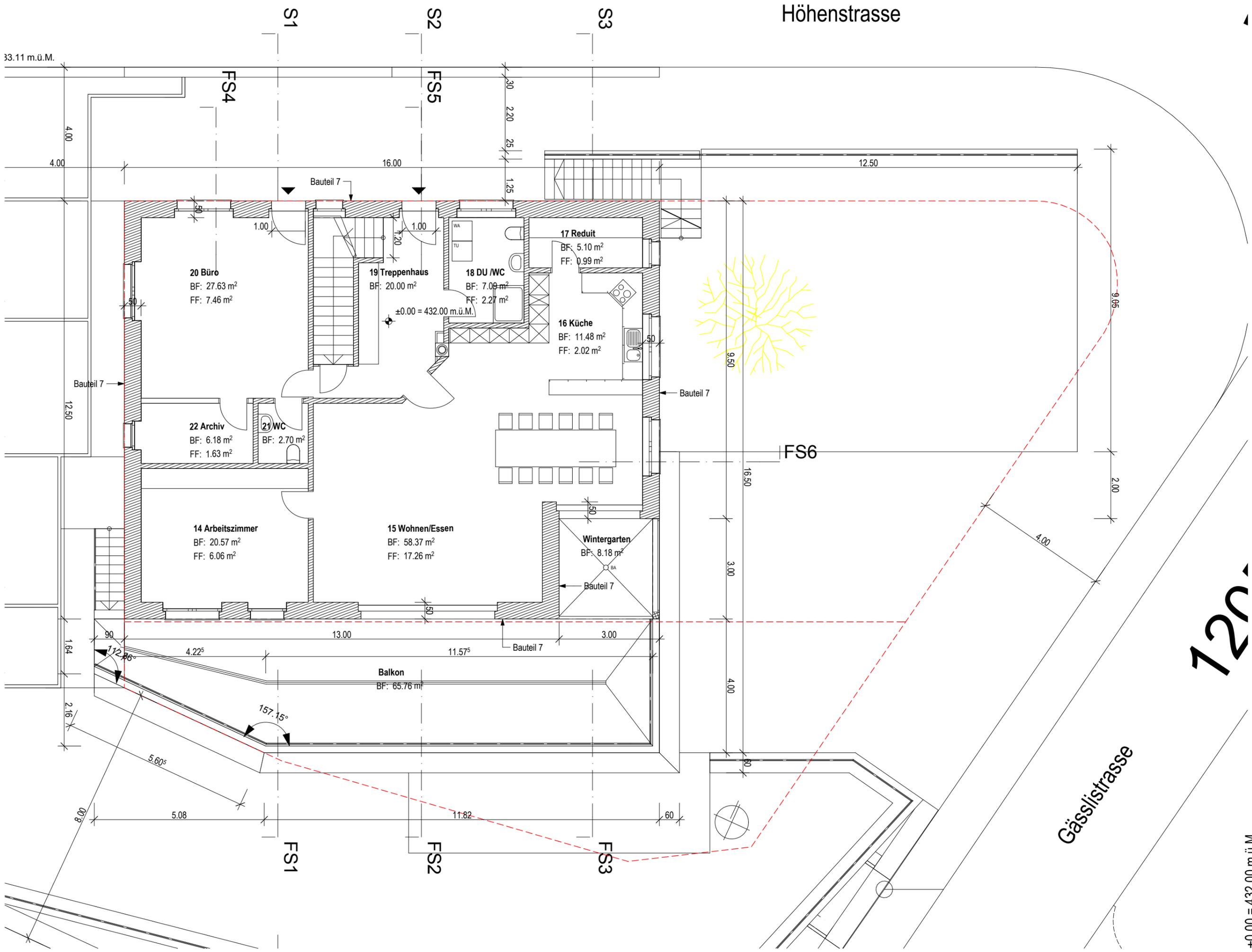
8.00

114.97

155.09

11.82

4.00



±0.00 = 432.00 m.ü.M.

02 - Neubau Gässlistrasse, 8856 Tuggen

# Bauprojekt Erdgeschoss

D:\Meine Eigene Dateien\Projekt\_Papi\Neubau\Pläne\Grundrisse\_Abschluss.pln  
Druckdatum: 01.05.2012 - 09:46

Auftraggeber

Claire + Ewald Egli-Hardegger  
Gässlistrasse 21  
8856 Tuggen

Architekt

Marina Urben-Eggl  
Zeughausstrasse 9  
8853 Lachen

Gezeichnet  
Kontrolliert  
Grösse  
Massstab  
Datum

Plan-Nr.

101

mu  
mu  
A3  
1:100  
01.05.2012

120'

Gässlistrasse

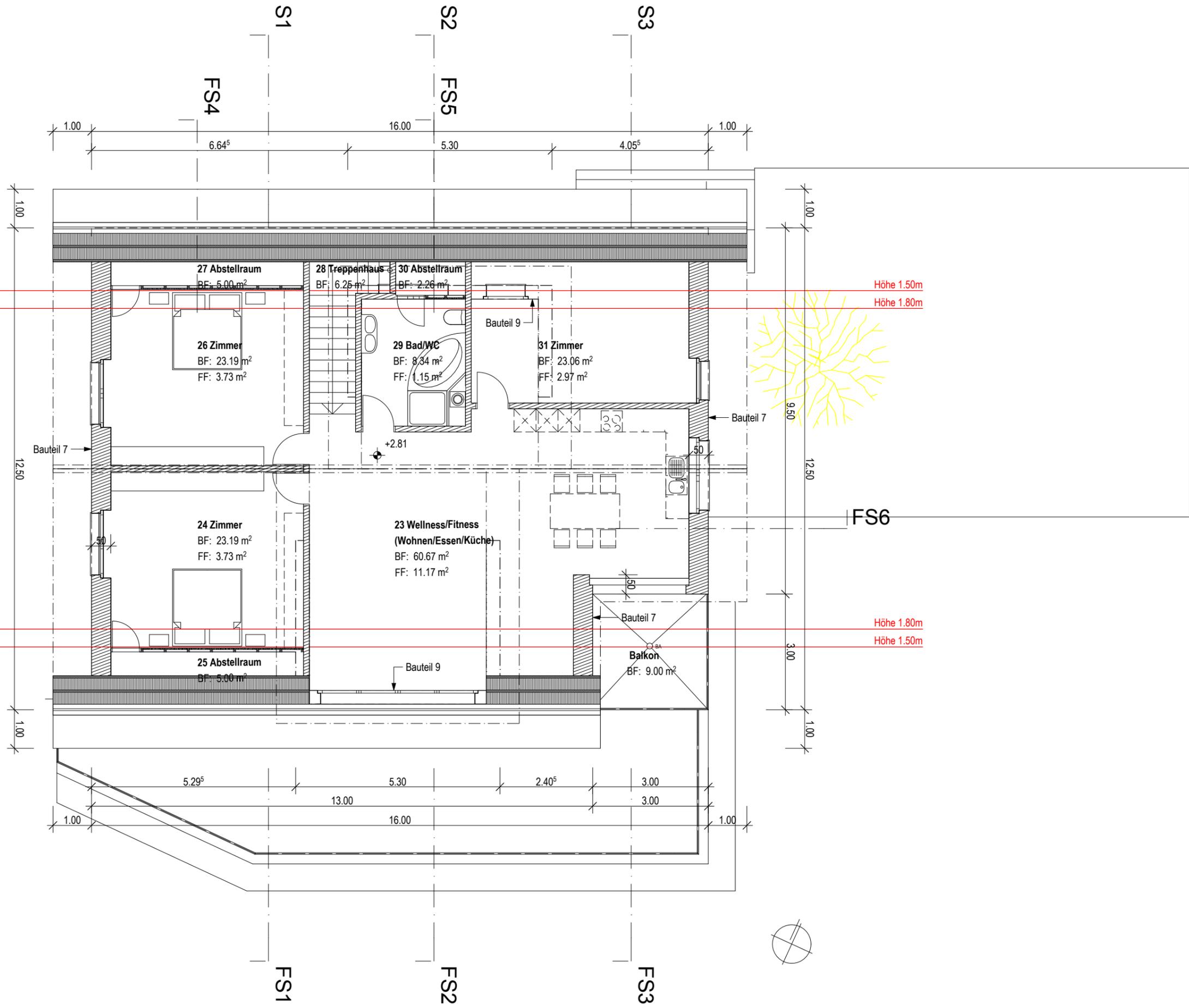
Höhenstrasse

S1 S2 S3

FS4 FS5

FS1 FS2 FS3

33.11 m.ü.M.



±0.00 = 432.00 m.ü.M.

02 - Neubau Gässlistrasse, 8856 Tuggen

# Bauprojekt Obergeschoss

D:\Meine Eigene Dateien\Projekt\_Papi\Neubau\Pläne\Grundrisse Abschluss.pln  
Druckdatum: 01.05.2012 - 08:46

Auftraggeber

Claire + Ewald Egli-Hardegger  
Gässlistrasse 21  
8856 Tuggen

Architekt

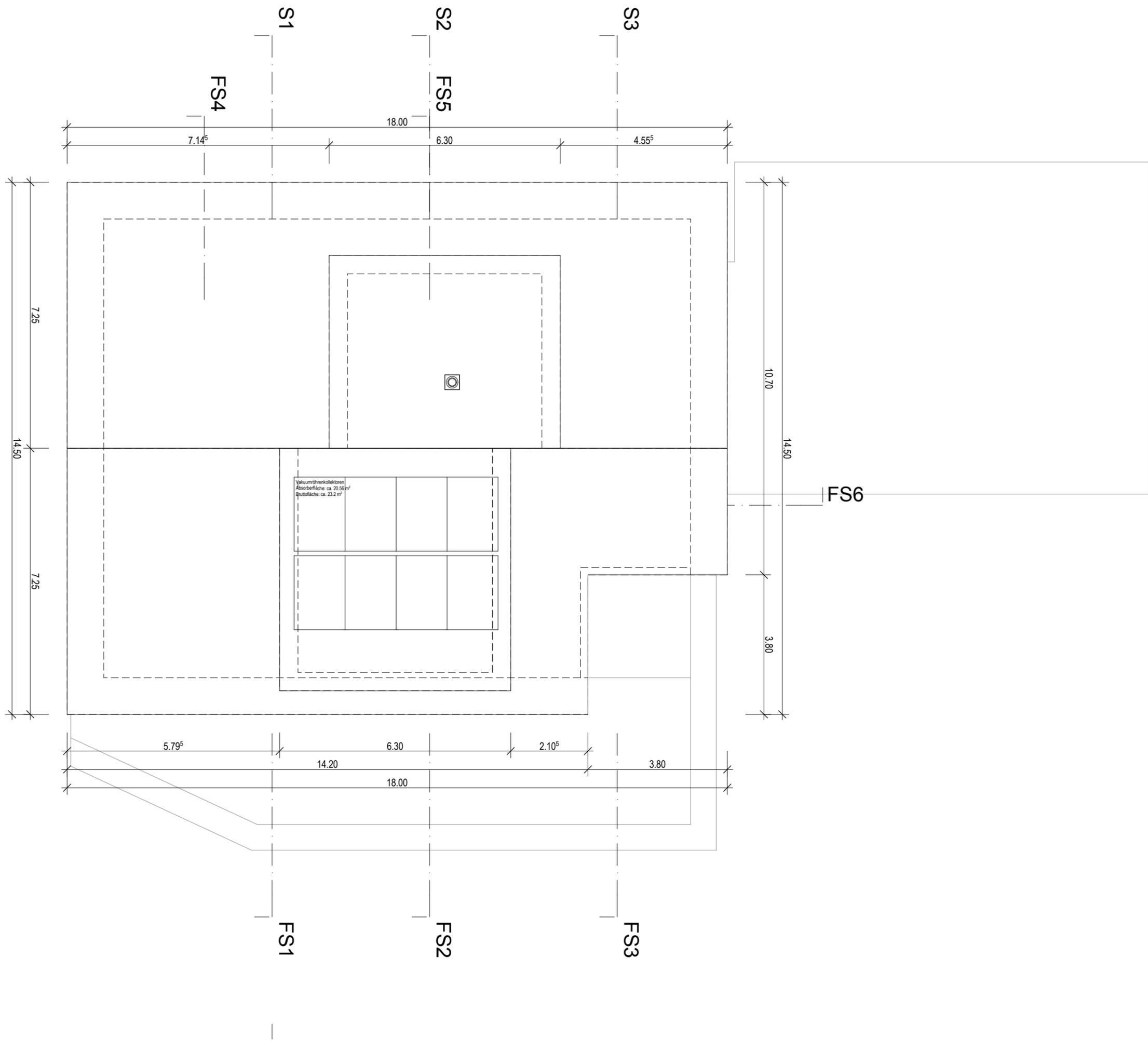
Marina Urben-Egli  
Zeughausstrasse 9  
8853 Lachen

Gezeichnet  
Kontrolliert  
Grösse  
Massstab  
Datum

Plan-Nr.

102

mu  
mu  
A3  
1:100  
01.05.2012



±0.00 = 432.00 m.ü.M.

02 - Neubau Gässlistrasse, 8856 Tuggen

## Bauprojekt Dachaufsicht

D:\Meine Eigene Dateien\Projekt\_Papi\Neubau\Pläne\Grundrisse Abschluss.pln  
Druckdatum: 01.05.2012 - 09:46

Auftraggeber

Claire + Ewald Egli-Hardegger  
Gässlistrasse 21  
8856 Tuggen

Architekt

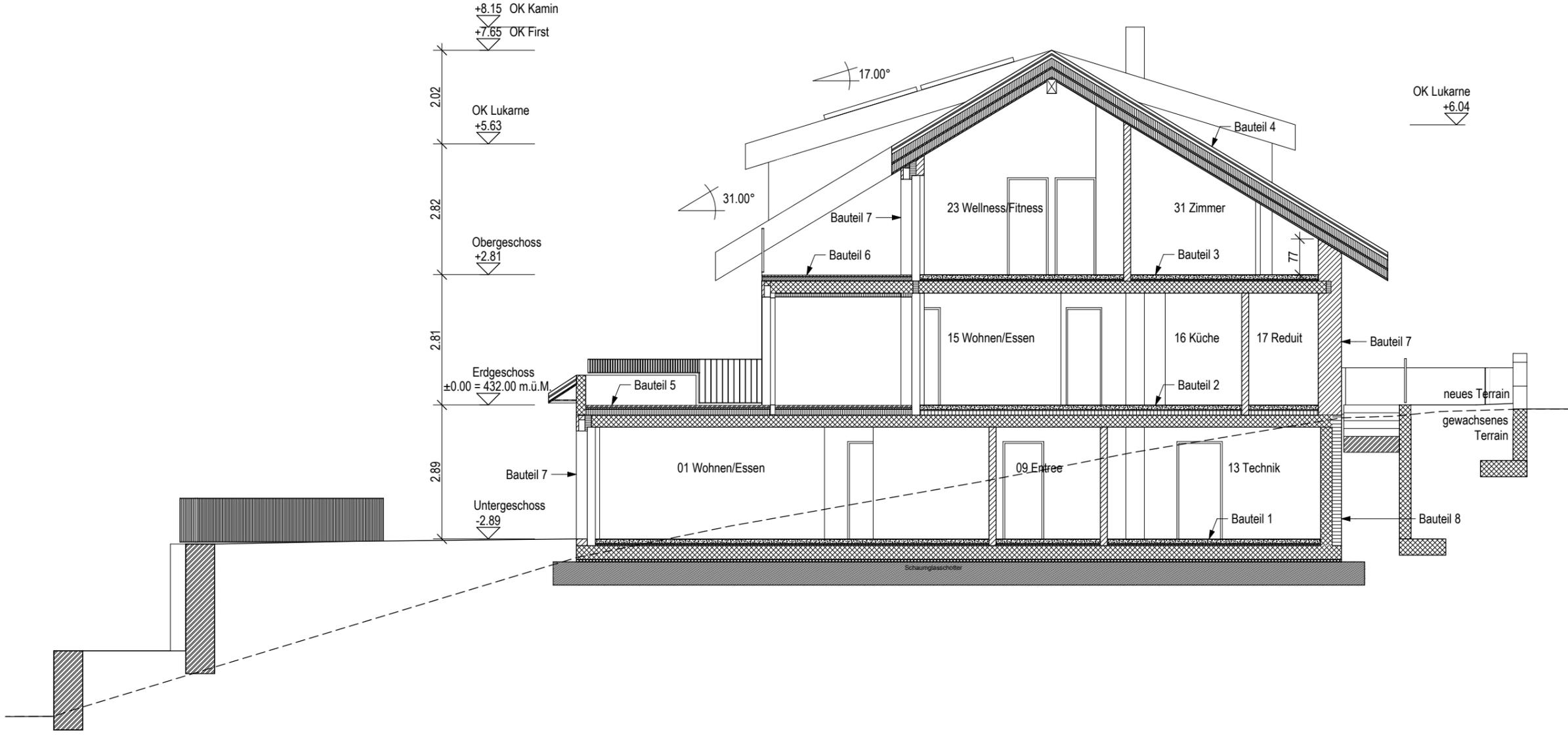
Marina Urben-Egli  
Zeughausstrasse 9  
8853 Lachen

Gezeichnet  
Kontrolliert  
Grösse  
Massstab  
Datum

Plan-Nr.

103

mu  
mu  
A3  
1:100  
01.05.2012



±0.00 = 432.00 m.ü.M.

02 - Neubau Gässlistrasse, 8856 Tuggen

# Bauprojekt Schnitt 3

Auftraggeber

Claire + Ewald Egli-Hardegger  
Gässlistrasse 21  
8856 Tuggen

Architekt

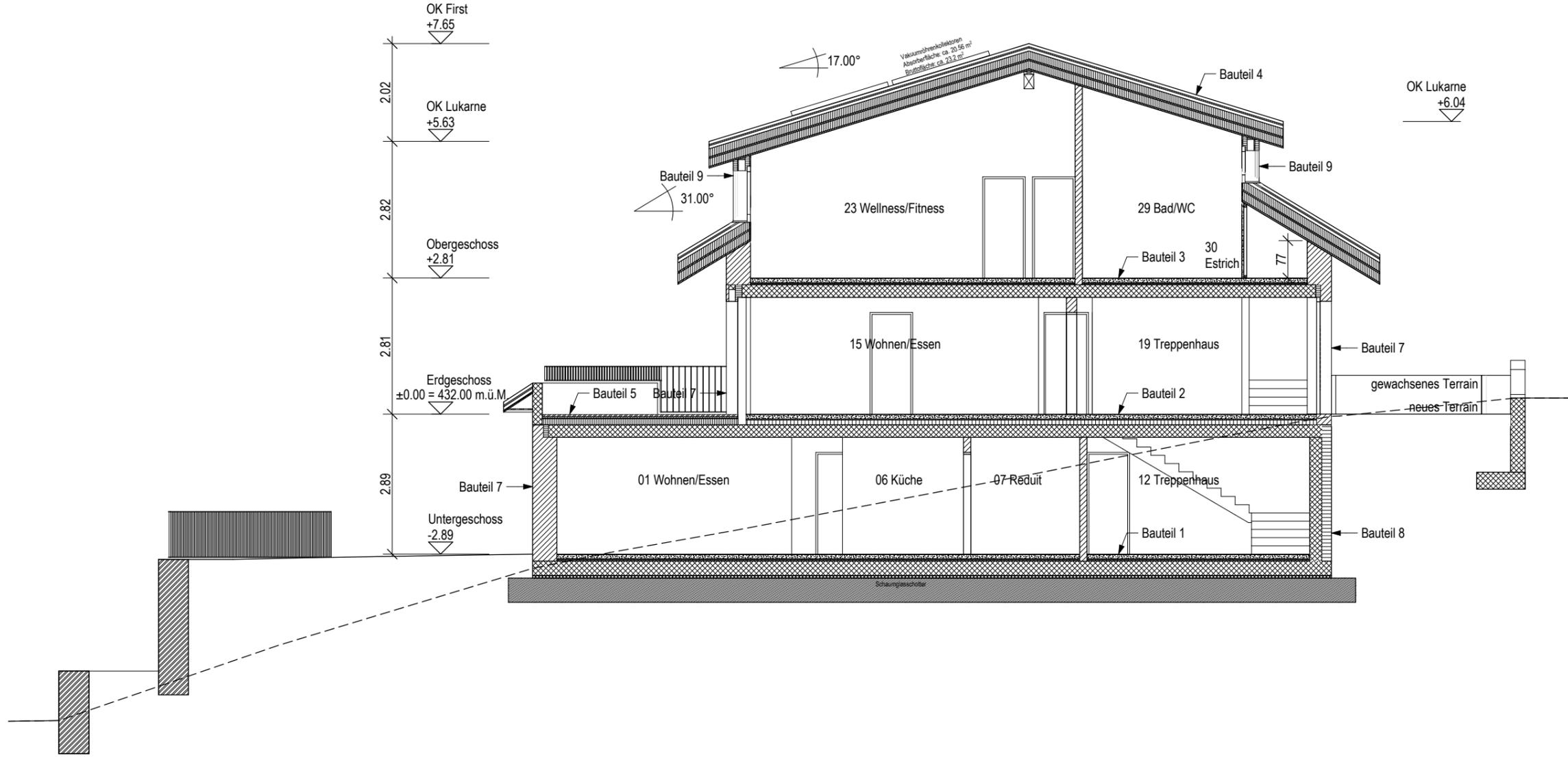
Marina Urben-Egli  
Zeughausstrasse 9  
8853 Lachen

Gezeichnet  
Kontrolliert  
Grösse  
Datum

mu  
mu  
A3  
1:100  
Massstab  
01.05.2012

Plan-Nr.

112



±0.00 = 432.00 m.ü.M.

02 - Neubau Gässlistrasse, 8856 Tuggen

# Bauprojekt Schnitt 2

Auftraggeber

Claire + Ewald Egli-Hardegger  
Gässlistrasse 21  
8856 Tuggen

Architekt

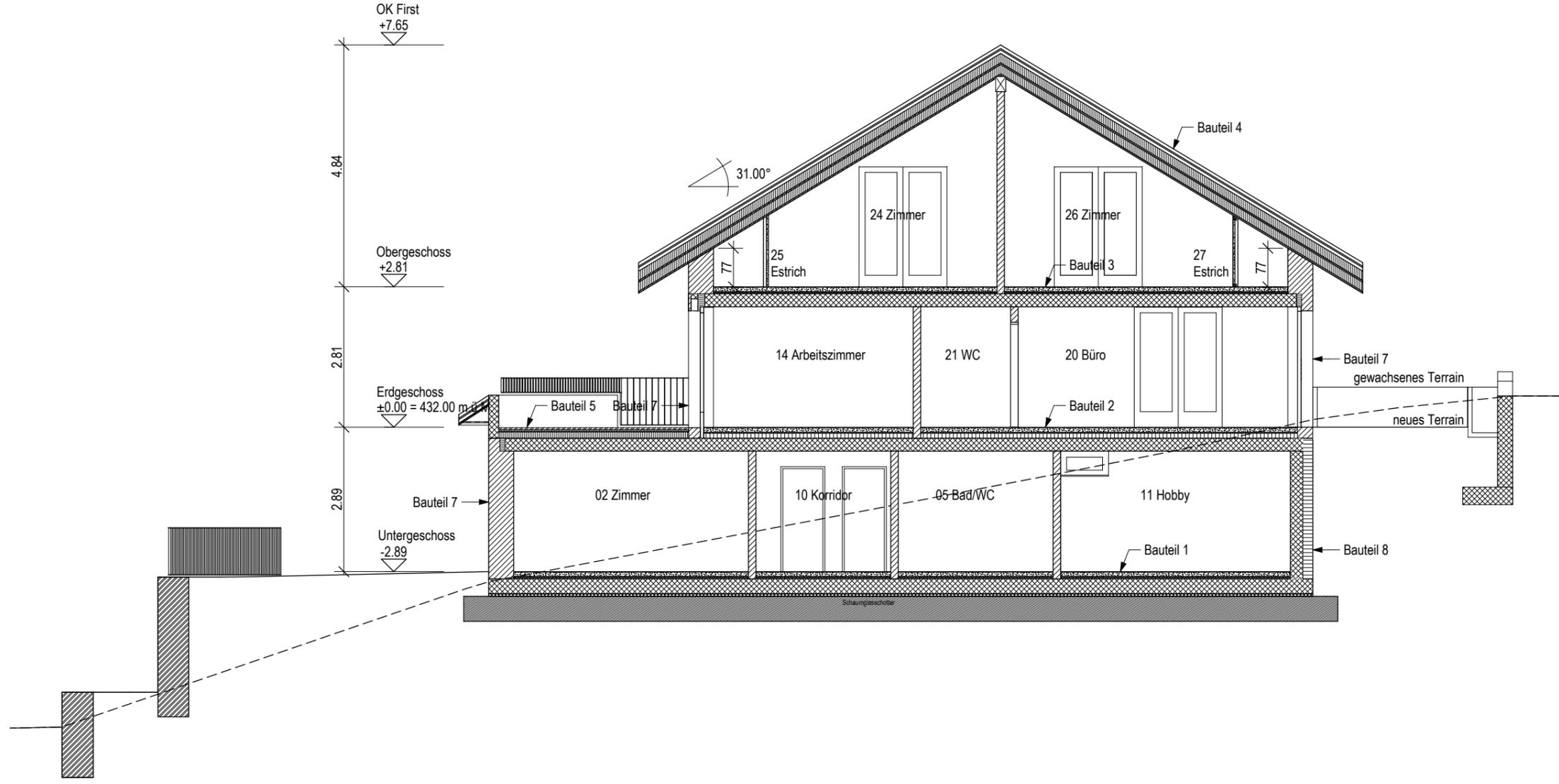
Marina Urben-Egli  
Zeughausstrasse 9  
8853 Lachen

Gezeichnet  
Kontrolliert  
Grösse  
Datum

mu  
mu  
A3  
1:100  
Massstab  
01.05.2012  
Datum

Plan-Nr.

111



±0.00 = 432.00 m.ü.M.

02 - Neubau Gässlistrasse, 8856 Tuggen

# Bauprojekt Schnitt 1

Auftraggeber

Claire + Ewald Egli-Hardegger  
Gässlistrasse 21  
8856 Tuggen

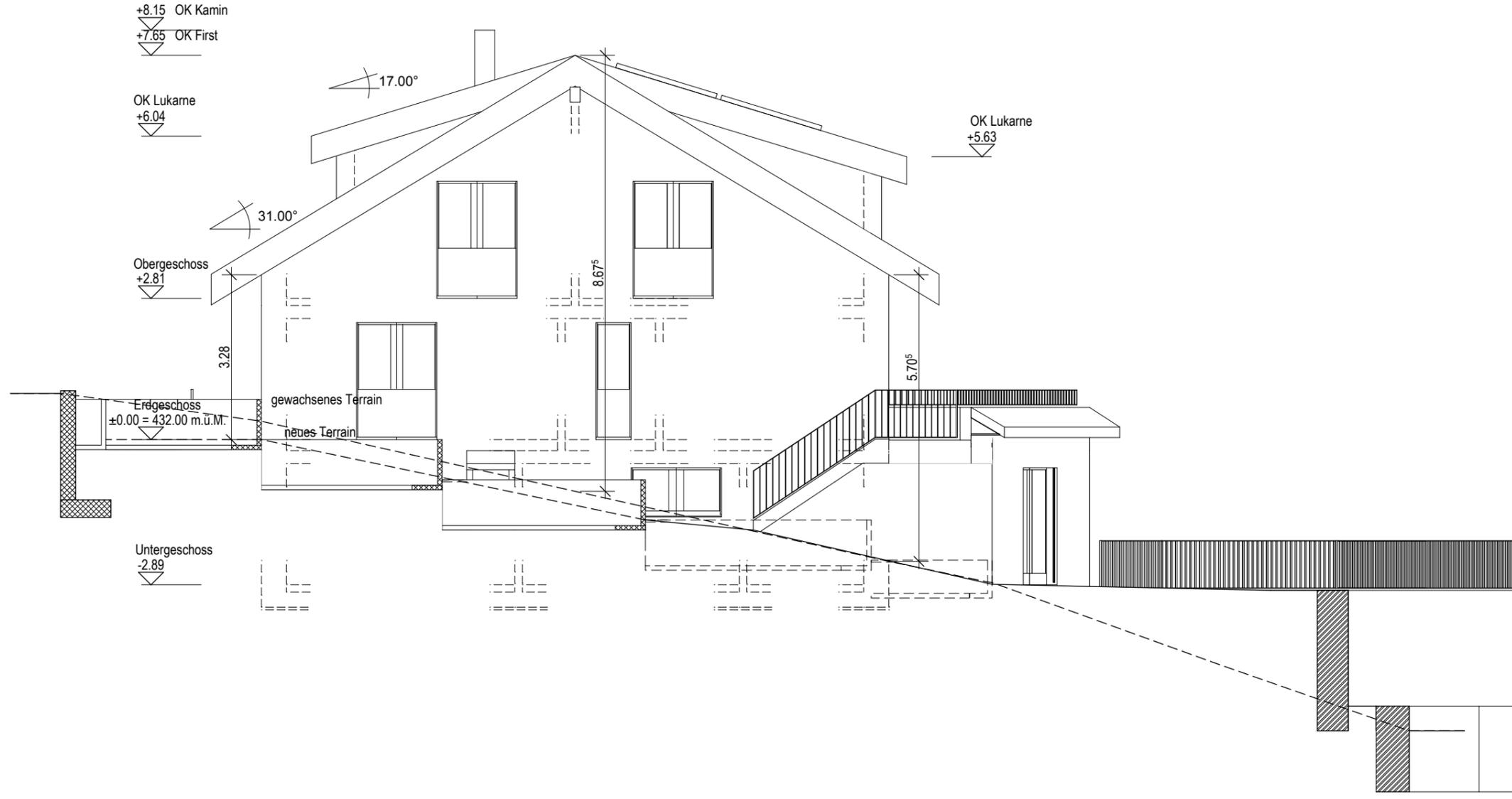
Architekt

Marina Urben-Egli  
Zeughausstrasse 9  
8853 Lachen

Gezeichnet  
Kontrolliert  
Grösse  
Datum

mu  
mu  
A3  
1:100  
Massstab  
01.05.2012

Plan-Nr. 110



±0.00 = 432.00 m.ü.M.

02 - Neubau Gässlistrasse, 8856 Tuggen

## Bauprojekt Westfassade

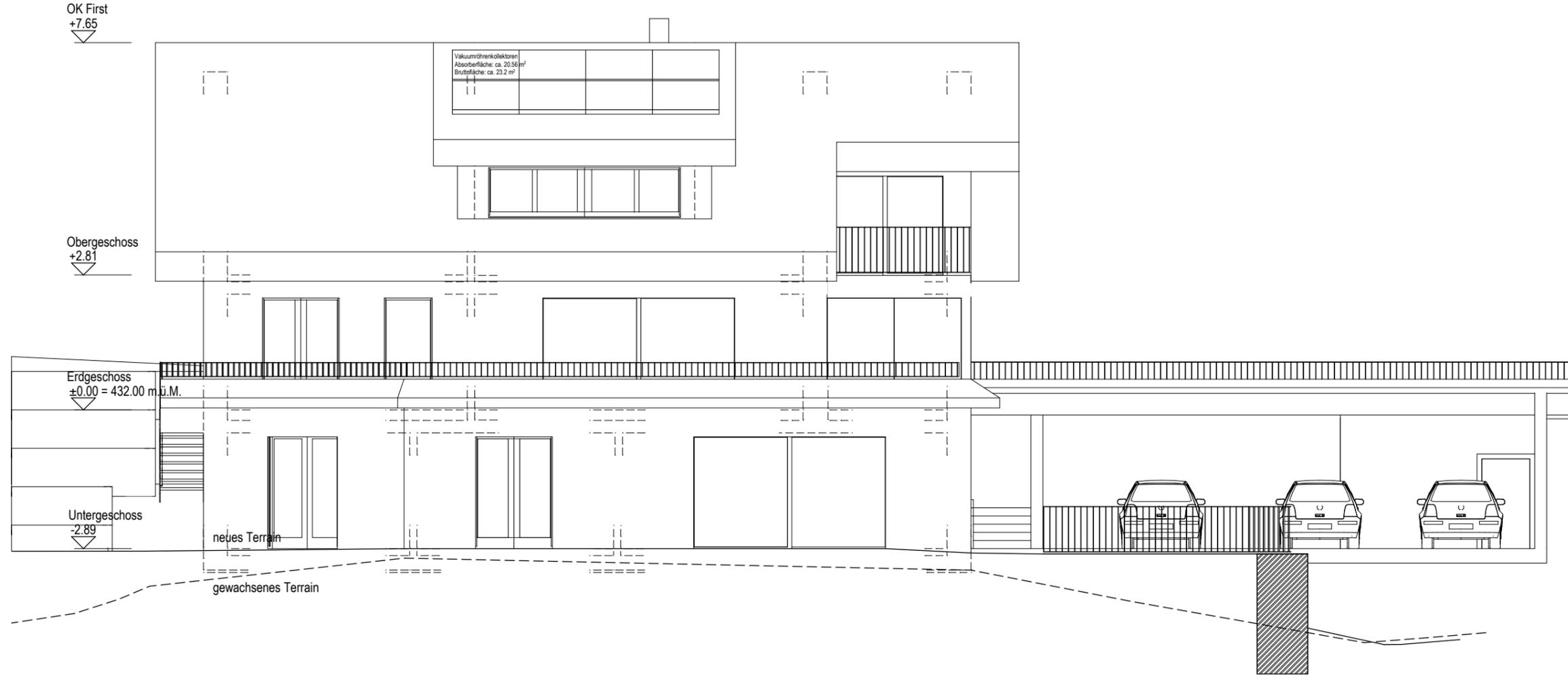
Auftraggeber  
**Claire + Ewald Egli-Hardegger**  
Gässlistrasse 21  
8856 Tuggen

Architekt

**Marina Urben-Egli**  
Zeughausstrasse 9  
8853 Lachen

Gezeichnet  
Kontrolliert  
Grösse  
Massstab  
Datum

Plan-Nr.



±0.00 = 432.00 m.ü.M.

02 - Neubau Gässlistrasse, 8856 Tuggen

# Bauprojekt Südfassade

Auftraggeber  
**Claire + Ewald Egli-Hardegger**  
Gässlistrasse 21  
8856 Tuggen

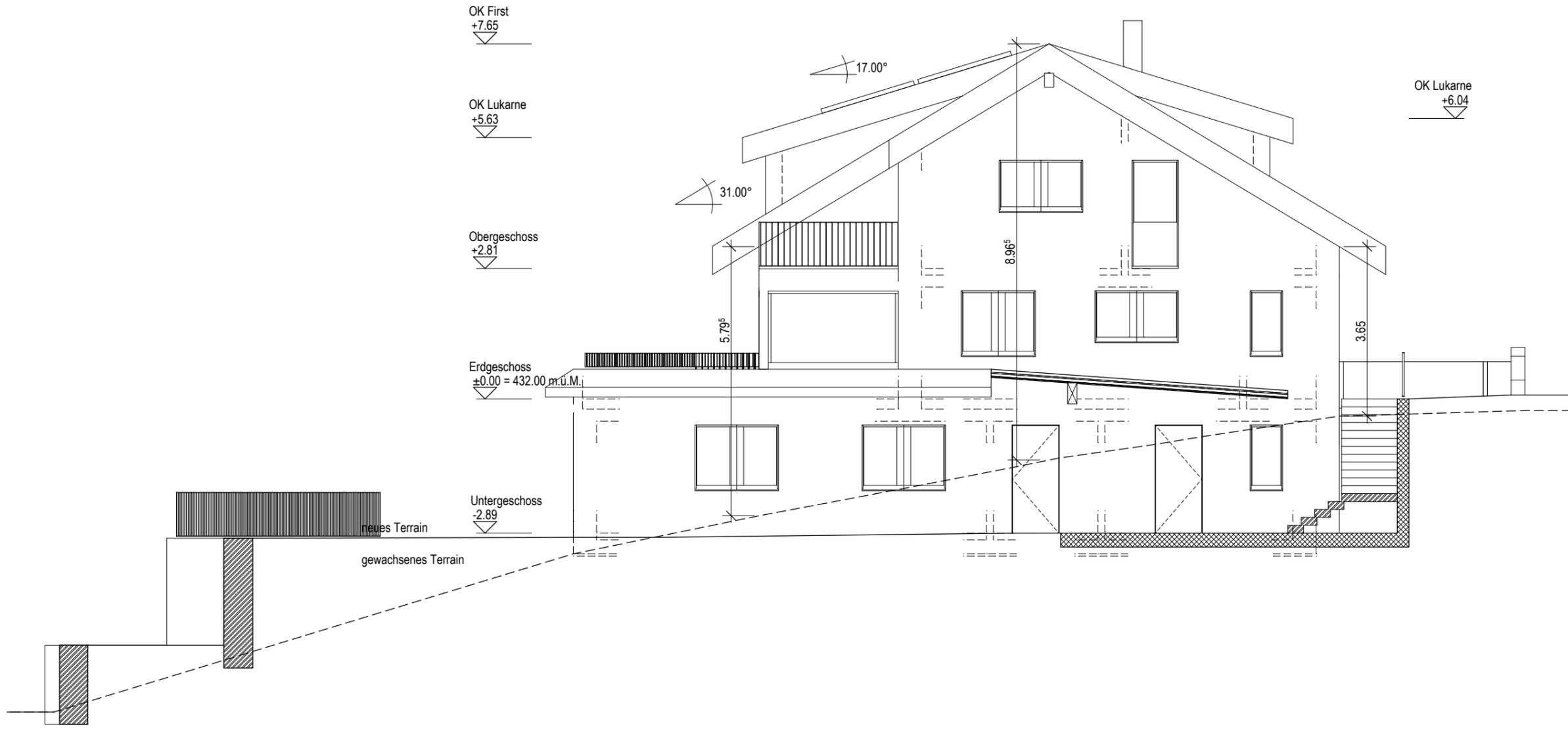
Architekt  
**Marina Urben-Egli**  
Zeughausstrasse 9  
8853 Lachen

Gezeichnet  
Kontrolliert  
Grösse  
Massstab  
Datum

mu  
mu  
A3  
1:100  
01.05.2012

Plan-Nr.

123



±0.00 = 432.00 m.ü.M.

02 - Neubau Gässlistrasse, 8856 Tuggen

## Bauprojekt Ostfassade

Auftraggeber  
**Claire + Ewald Egli-Hardegger**  
Gässlistrasse 21  
8856 Tuggen

Architekt

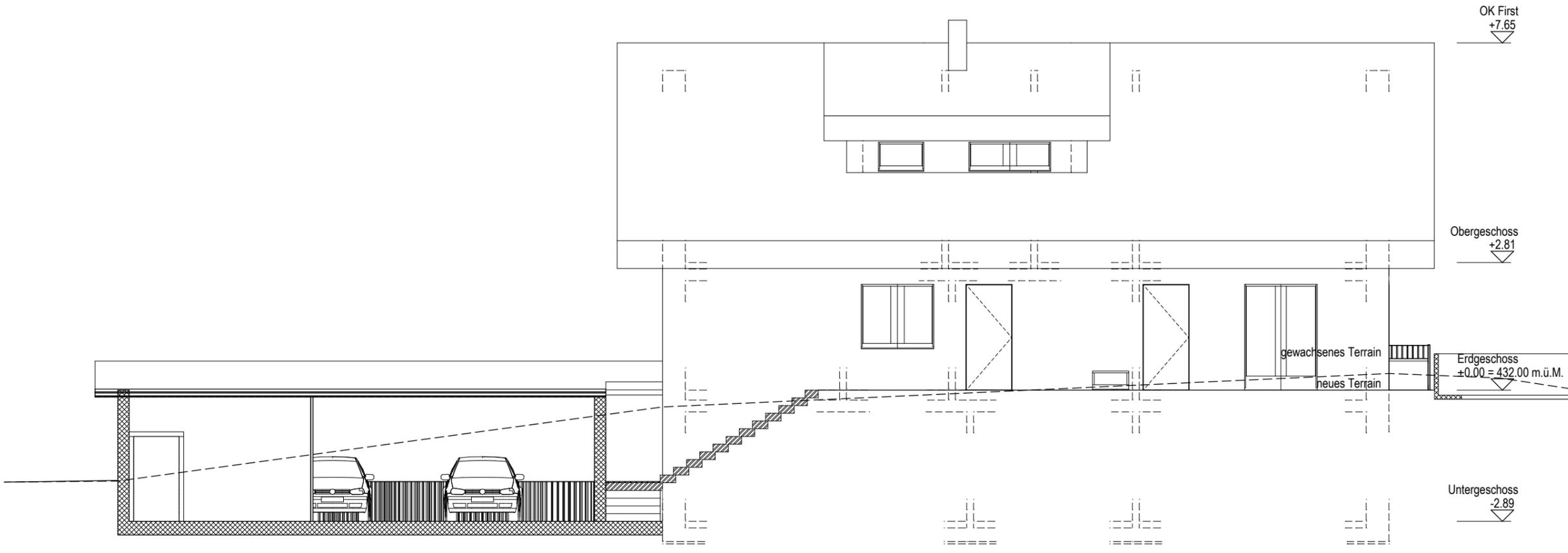
**Marina Urben-Egli**  
Zeughausstrasse 9  
8853 Lachen

Gezeichnet  
Kontrolliert  
Grösse  
Datum

mu  
mu  
A3  
1:100  
01.05.2012

Plan-Nr.

122



±0.00 = 432.00 m.ü.M.

02 - Neubau Gässlistrasse, 8856 Tuggen

# Bauprojekt Nordfassade

Auftraggeber  
**Claire + Ewald Egli-Hardegger**  
Gässlistrasse 21  
8856 Tuggen

Architekt

**Marina Urben-Egli**  
Zeughausstrasse 9  
8853 Lachen

Gezeichnet  
Kontrolliert  
Grösse  
Datum

mu  
mu  
A3  
1:100  
01.05.2012

Plan-Nr.

121

**Aufbau Brüstung:**

Deckputz Hagasit 500	3 mm
Wärmedämmputz Hagatherm	20 mm
Stahlbeton gestrichen	200 mm

**Aufbau Vordach:**

Betonziegel	60 mm
Ziegellattung	25 mm
Lattung, Hinterlüftung	60 mm
Unterdeckbahn Pavatex ADB	0.62 mm
3-Schichtplatte	25 mm
Unterkonstruktion Massivholz	

Lüftungsband

- Deckenstirndämmung Pavatex Pavatherm
- Deckenvormauerstein Normalstein geschnitten
- Deckenlager exzentrisch Stauffer NUVO DL, 10 mm

**Aufbau Aussenwand:**

Kalk-Deckputz Hagasit 500	3 mm
Wärmedämmputz Hagatherm	20 mm
Einsteinmauerwerk Porotherm T7	490 mm
Lehmgrundputz Haga 216	17 mm
Deckputz Haga Lehmcolor	3 mm

**Aufbau Aussenwand im Sockelbereich:**

Deckputz Hagasit 500	3 mm
Sockel-Dämmputz Hagatherm 405	20 mm
Einsteinmauerwerk Porotherm T7	490 mm
Lehmgrundputz Haga 216	17 mm
Deckputz Haga Lehmcolor	3 mm

Ansetzmörtel 25 mm

Trennlage Stauffer Nuvo WL, 3 mm

Wärmedämmung Foamglas T4+ 160 mm

**Bodenaufbau Balkon:**

Natursteinplatten	40 mm
Splitt	40 mm
Wasserabdichtung 2-lagig	
Oberlage Sopralen Jardin EP 5 flam	5 mm
Zwischenschicht Flam Stick 30, vollflächig verklebt	3 mm
Wärmedämmung Swisspor PUR Premium	120 mm
Dampfbremse Bikutop EP4 iv	4 mm
Voranstrich Bitumenemulsion	
Stahlbeton im Gefälle 2%	220-260 mm
Mineralischer Feinabrieb gestrichen	10 mm

**16 Wohnen/Essen**

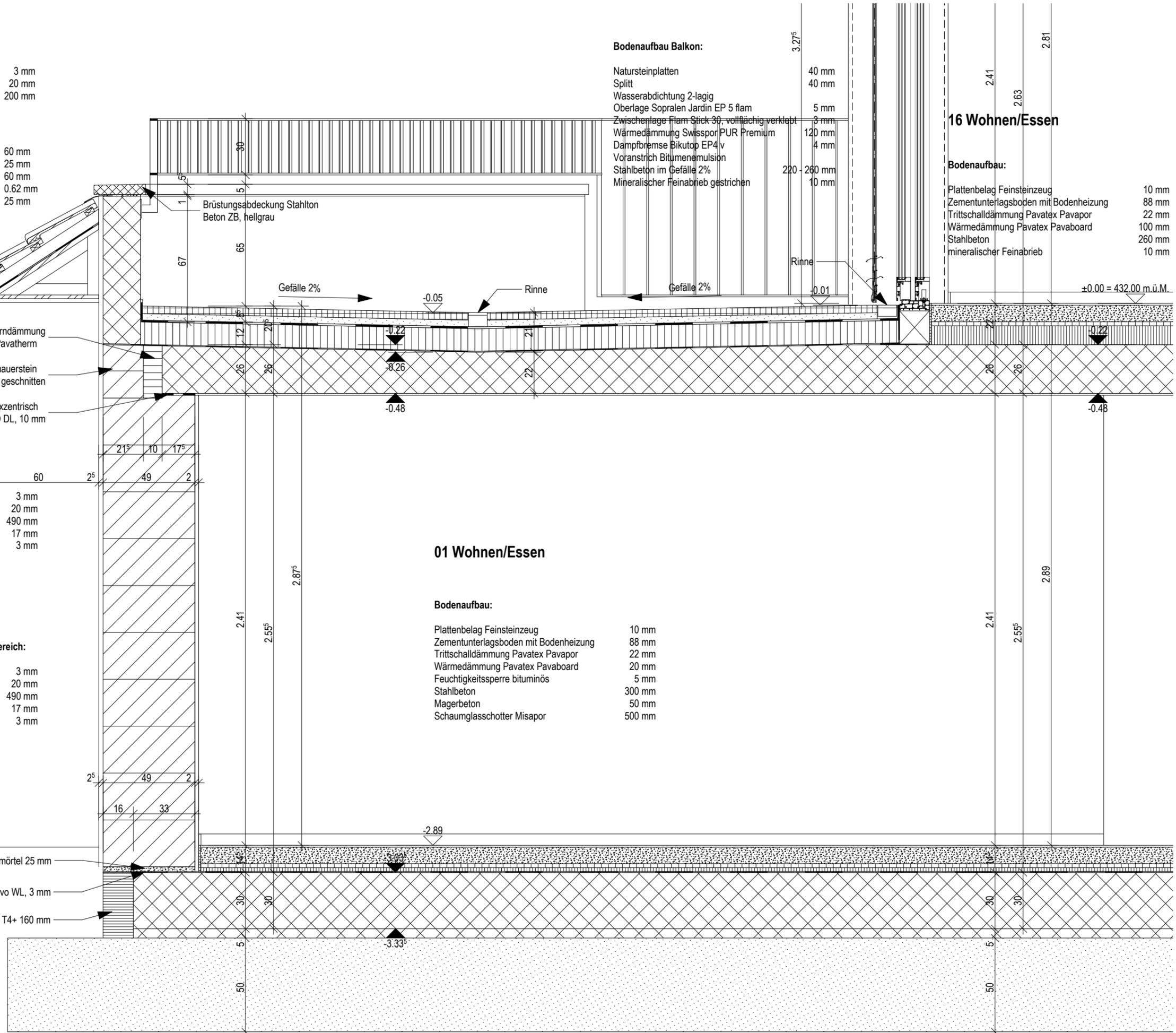
**Bodenaufbau:**

Plattenbelag Feinsteinzeug	10 mm
Zementunterlagsboden mit Bodenheizung	88 mm
Trittschalldämmung Pavatex Pavapor	22 mm
Wärmedämmung Pavatex Pavaboard	100 mm
Stahlbeton	260 mm
mineralischer Feinabrieb	10 mm

**01 Wohnen/Essen**

**Bodenaufbau:**

Plattenbelag Feinsteinzeug	10 mm
Zementunterlagsboden mit Bodenheizung	88 mm
Trittschalldämmung Pavatex Pavapor	22 mm
Wärmedämmung Pavatex Pavaboard	20 mm
Feuchtigkeitssperre bituminös	5 mm
Stahlbeton	300 mm
Magerbeton	50 mm
Schaumglasschotter Misapor	500 mm



±0.00 = 432.00 m.ü.M.

02 - Neubau Gässlistrasse, 8856 Tuggen

**Bauprojekt**  
**Fassadenschnitt 2, UG - EG**

D:\Maine\Eigene Dateien\Projekt\_Papi\Neubau\Pläne\Grundrisse Abschluss.pln  
Druckdatum: 01.05.2012 - 08:47

Auftraggeber

Claire + Ewald Egli-Hardegger  
Gässlistrasse 21  
8856 Tuggen

Architekt

Marina Urban-Egli  
Zeughausstrasse 9  
8853 Lachen

Gezeichnet  
Kontrolliert  
Grösse  
Datum  
Plan-Nr.

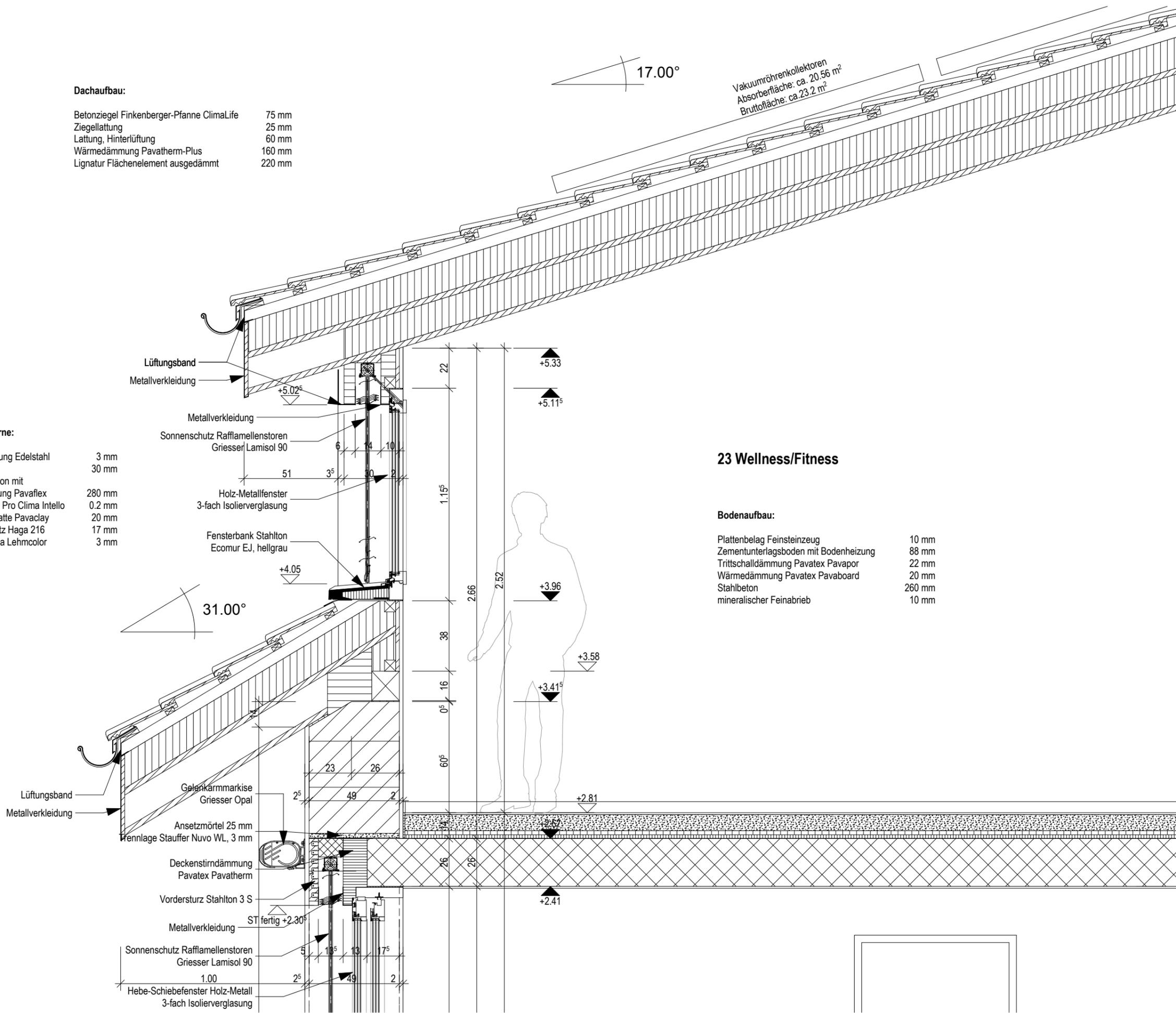
mu  
mu  
A3  
1:20  
01.05.2012  
182

**Dachaufbau:**

Betonziegel Finkenberger-Pfanne ClimaLife	75 mm
Ziegellattung	25 mm
Lattung, Hinterlüftung	60 mm
Wärmedämmung Pavatherm-Plus	160 mm
Lignatur Flächenelement ausgedämmt	220 mm

**Aufbau Lukarne:**

Metallverkleidung Edelstahl	3 mm
Hinterlüftung	30 mm
Holzkonstruktion mit	
Wärmedämmung Pavaflex	280 mm
Dampfbremse Pro Klima Intello	0.2 mm
Trockenbauplatte Pavaclay	20 mm
Lehmgrundputz Haga 216	17 mm
Deckputz Haga Lehmcolor	3 mm



**23 Wellness/Fitness**

**Bodenaufbau:**

Plattenbelag Feinsteinzeug	10 mm
Zementunterlagsboden mit Bodenheizung	88 mm
Trittschalldämmung Pavatex Pavapor	22 mm
Wärmedämmung Pavatex Pavaboard	20 mm
Stahlbeton	260 mm
mineralischer Feinabrieb	10 mm

±0.00 = 432.00 m.ü.M.

02 - Neubau Gässlistrasse, 8856 Tuggen

**Bauprojekt**  
**Fassadenschnitt 2, EG - OG**

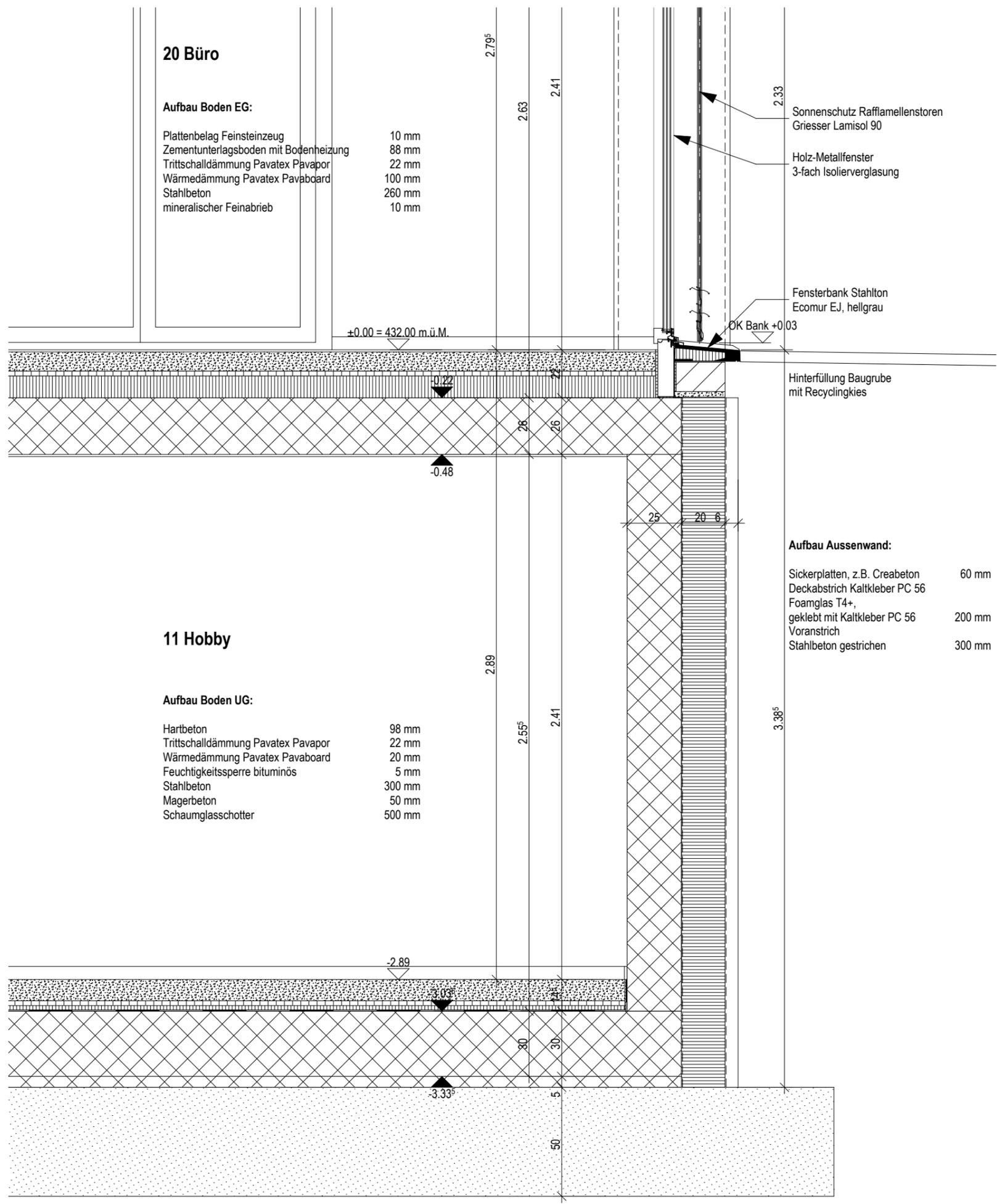
Auftraggeber  
**Claire + Ewald Egli-Hardegger**  
Gässlistrasse 21  
8856 Tuggen

Architekt

**Marina Urben-Egli**  
Zeughausstrasse 9  
8853 Lachen

Gezeichnet  
Kontrolliert  
Grösse  
Datum  
Plan-Nr.

mu  
mu  
A3  
1:20  
Massstab  
01.05.2012  
183



±0.00 = 432.00 m.ü.M.

02 - Neubau Gässlistrasse, 8856 Tuggen

# Bauprojekt Fassadenschnitt 4, UG - EG

Auftraggeber  
**Claire + Ewald Egli-Hardegger**  
Gässlistrasse 21  
8856 Tuggen

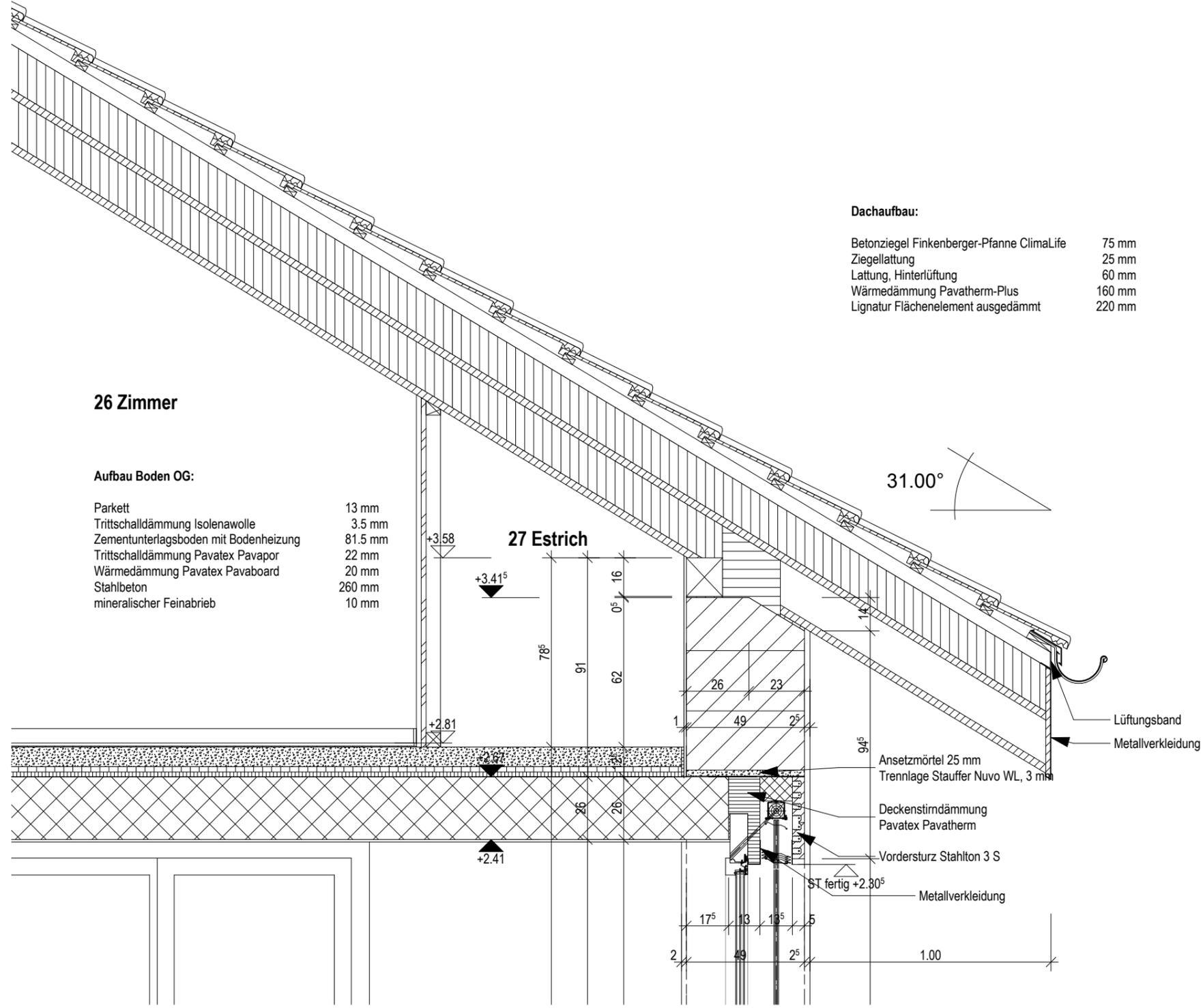
Architekt

**Marina Urben-Egli**  
Zeughausstrasse 9  
8853 Lachen

Gezeichnet  
Kontrolliert  
Grösse  
Datum  
Plan-Nr.

mu  
mu  
A3  
1:20  
Massstab  
01.05.2012

186



±0.00 = 432.00 m.ü.M.

02 - Neubau Gässlistrasse, 8856 Tuggen

# Bauprojekt Fassadenschnitt 4, EG - OG

D:\Marina\Eigene Dateien\Projekt\_Papi\Neubau\Pläne\Grundrisse Abschluss.pln  
Druckdatum: 01.05.2012 - 09:46

Auftraggeber

Claire + Ewald Egli-Hardegger  
Gässlistrasse 21  
8856 Tuggen

Architekt

Marina Urben-Egli  
Zeughausstrasse 9  
8853 Lachen

Gezeichnet  
Kontrolliert  
Grösse  
Massstab  
Datum  
Plan-Nr.

mu  
mu  
A3  
1:20  
01.05.2012  
187

**Aufbau Brüstung:**

Deckputz Hagasit 500	3 mm
Wärmedämmputz Hagatherm	20 mm
Stahlbeton gestrichen	200 mm

**Aufbau Vordach:**

Betonziegel	60 mm
Ziegellattung	25 mm
Lattung, Hinterlüftung	60 mm
Unterdeckbahn Pavatex ADB	0.62 mm
3-Schichtplatte	25 mm
Unterkonstruktion Massivholz	

Lüftungsband

Gelenkarmmarkise  
Griesser Opal

**Aufbau Aussenwand:**

Kalk-Deckputz Hagasit 500	3 mm
Wärmedämmputz Hagatherm	20 mm
Einsteinmauerwerk Porothers T7	490 mm
Lehmgrundputz Haga 216	17 mm
Deckputz Haga Lehmcolor	3 mm

**Aufbau Aussenwand im Sockelbereich:**

Deckputz Hagasit 500	3 mm
Sockel-Dämmputz Hagatherm 405	20 mm
Einsteinmauerwerk Porothers T7	490 mm
Lehmgrundputz Haga 216	12 mm
Deckputz Haga Lehmcolor	3 mm

**Bodenaufbau Balkon:**

Natursteinplatten	40 mm
Splitt	40 mm
Wasserabdichtung 2-lagig	
Oberlage Sopralen Jardin EP 5 flam	5 mm
Zwischenlage Flam Stick 30, vollflächig verklebt	3 mm
Wärmedämmung Swisspor PUR Premium	120 mm
Dampfbremse Bikutop EP4 v	4 mm
Voranstrich Bitumenemulsion	
Stahlbeton im Gefälle 2%	220 - 260 mm
Mineralischer Feinabrieb gestrichen	10 mm

**Wintergarten**

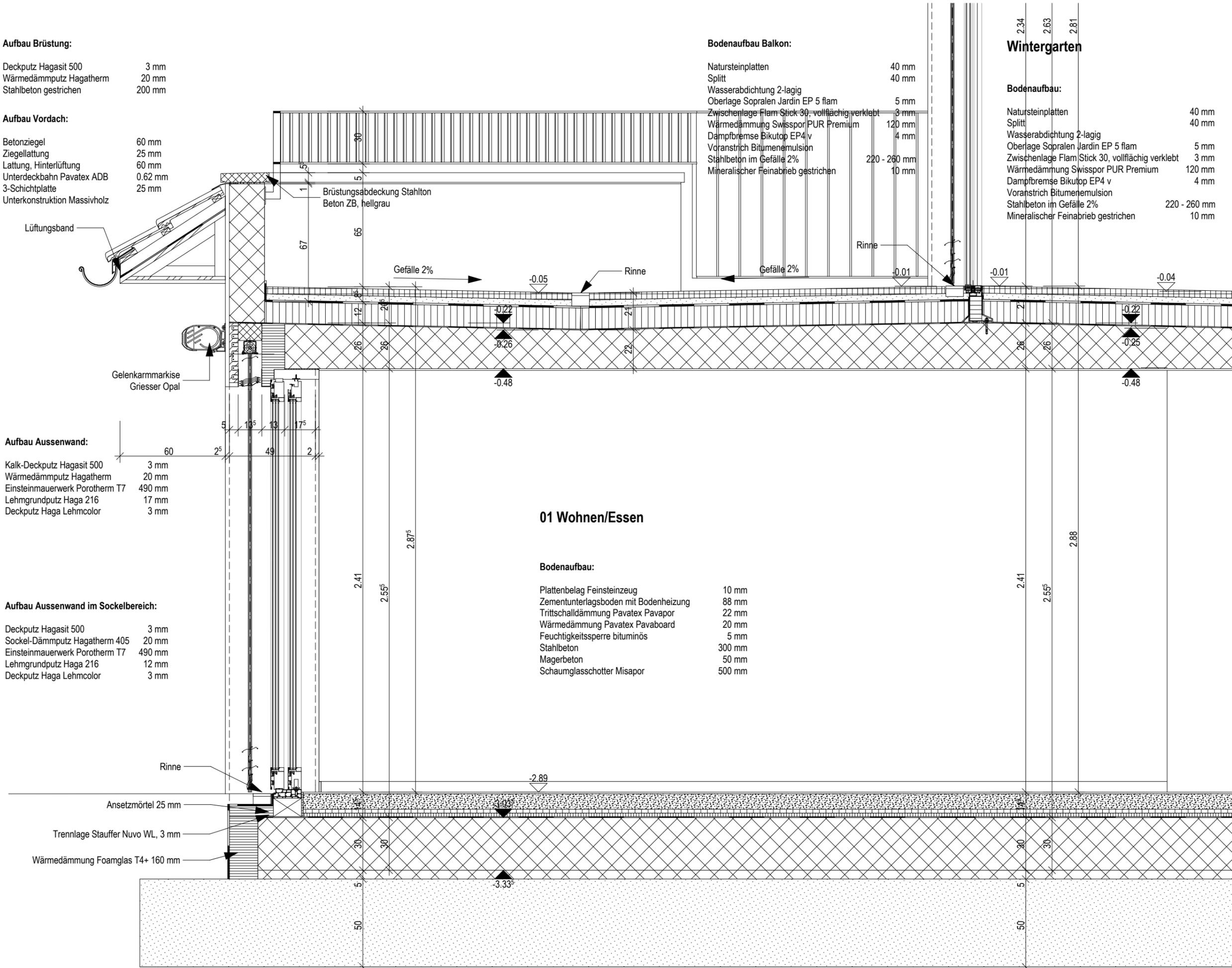
**Bodenaufbau:**

Natursteinplatten	40 mm
Splitt	40 mm
Wasserabdichtung 2-lagig	
Oberlage Sopralen Jardin EP 5 flam	5 mm
Zwischenlage Flam Stick 30, vollflächig verklebt	3 mm
Wärmedämmung Swisspor PUR Premium	120 mm
Dampfbremse Bikutop EP4 v	4 mm
Voranstrich Bitumenemulsion	
Stahlbeton im Gefälle 2%	220 - 260 mm
Mineralischer Feinabrieb gestrichen	10 mm

**01 Wohnen/Essen**

**Bodenaufbau:**

Plattenbelag Feinsteinzeug	10 mm
Zementunterlagsboden mit Bodenheizung	88 mm
Trittschalldämmung Pavatex Pavapor	22 mm
Wärmedämmung Pavatex Pavaboard	20 mm
Feuchtigkeitssperre bituminös	5 mm
Stahlbeton	300 mm
Magerbeton	50 mm
Schaumglasschotter Misapor	500 mm



±0.00 = 432.00 m.ü.M.

02 - Neubau Gässlistrasse, 8856 Tuggen

**Bauprojekt  
Fassadenschnitt 3, UG - EG**

D:\Marina\Eigene Dateien\Projekt\_Papi\Neubau\Pläne\Grundrisse Abschluss.pln  
Druckdatum: 01.05.2012 - 08:47

Auftraggeber  
Claire + Ewald Egli-Hardegger  
Gässlistrasse 21  
8856 Tuggen

Architekt  
Marina Urban-Eggl  
Zeughausstrasse 9  
8853 Lachen

Gezeichnet  
Kontrolliert  
Grösse  
Datum  
Plan-Nr.

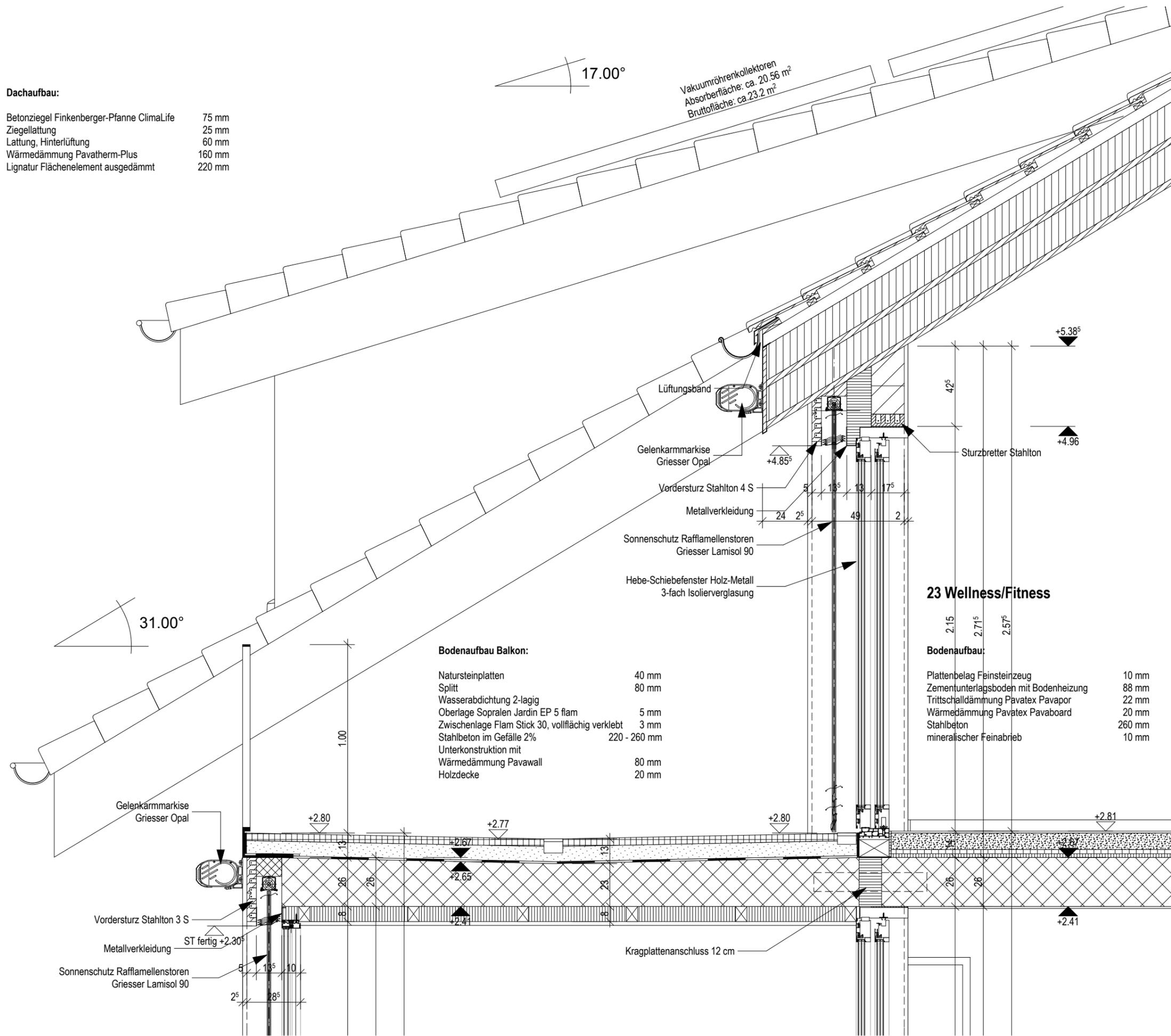
mu  
mu  
A3  
1:20  
01.05.2012  
184

**Dachaufbau:**

Betonziegel Finkenberger-Pfanne ClimaLife	75 mm
Ziegellattung	25 mm
Lattung, Hinterlüftung	60 mm
Wärmedämmung Pavatherm-Plus	160 mm
Lignatur Flächenelement ausgedämmt	220 mm

Vakuümrohrenkollektoren  
 Absorberfläche: ca. 20,56 m<sup>2</sup>  
 Bruttofläche: ca. 23,2 m<sup>2</sup>

17.00°



**Bodenaufbau Balkon:**

Natursteinplatten	40 mm
Splitt	80 mm
Wasserabdichtung 2-lagig	
Oberlage Sopralen Jardin EP 5 flam	5 mm
Zwischenlage Flam Stick 30, vollflächig verklebt	3 mm
Stahlbeton im Gefälle 2%	220 - 260 mm
Unterkonstruktion mit	
Wärmedämmung Pavawall	80 mm
Holzdecke	20 mm

**23 Wellness/Fitness**

2.15	2.71 <sup>s</sup>	2.57 <sup>s</sup>	
<b>Bodenaufbau:</b>			
Plattenbelag Feinsteinzeug			10 mm
Zementunterlagsboden mit Bodenheizung			88 mm
Trittschalldämmung Pavatex Pavapor			22 mm
Wärmedämmung Pavatex Pavaboard			20 mm
Stahlbeton			260 mm
mineralischer Feinabrieb			10 mm

±0.00 = 432.00 m.ü.M.

02 - Neubau Gässlistrasse, 8856 Tuggen

**Bauprojekt**  
**Fassadenschnitt 3, EG - OG**

D:\Marina\Eigene Dateien\Projekt\_Papi\Neubau\Pläne\Grundrisse Abschluss.pln  
 Druckdatum: 01.05.2012 - 09:46

Architekt  
 Marina Urban-Egli  
 Zeughausstrasse 9  
 8853 Lachen

Auftraggeber  
 Claire + Ewald Egli-Hardegger  
 Gässlistrasse 21  
 8856 Tuggen

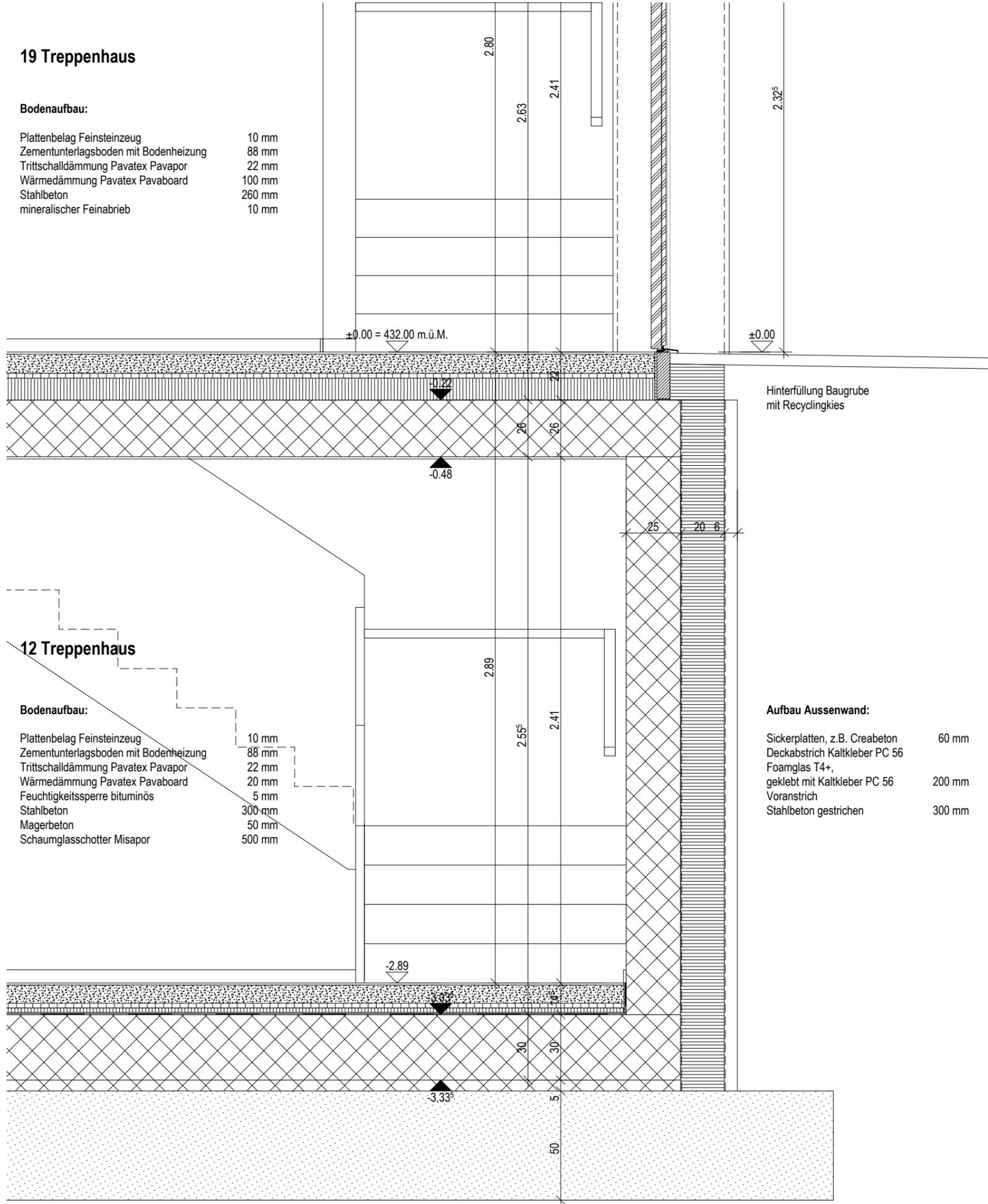
Gezeichnet  
 Kontrolliert  
 Grösse  
 Massstab  
 Datum  
 Plan-Nr.

mu  
 mu  
 A3  
 1:20  
 01.05.2012  
 185

## 19 Treppenhaus

### Bodenaufbau:

Plattenbelag Feinsteinzeug	10 mm
Zementunterlagsboden mit Bodenheizung	88 mm
Trittschalldämmung Pavatex Pavapor	22 mm
Wärmedämmung Pavatex Pavaboard	100 mm
Stahlbeton	260 mm
mineralischer Feinabrieb	10 mm



## 12 Treppenhaus

### Bodenaufbau:

Plattenbelag Feinsteinzeug	10 mm
Zementunterlagsboden mit Bodenheizung	88 mm
Trittschalldämmung Pavatex Pavapor	22 mm
Wärmedämmung Pavatex Pavaboard	20 mm
Feuchtigkeitssperre bituminös	5 mm
Stahlbeton	300 mm
Magerbeton	50 mm
Schaumglasschotter Misapor	500 mm

### Aufbau Aussenwand:

Sickerplatten, z.B. Creabeton	60 mm
Deckabstrich Kaltkleber PC 56	
Foamglas T4+, geklebt mit Kaltkleber PC 56	200 mm
Voranstrich	
Stahlbeton gestrichen	300 mm

±0.00 = 432.00 m.ü.M.

02 - Neubau Gässlistrasse, 8856 Tuggen

**Bauprojekt**  
**Fassadenschnitt 5, UG - EG**

Auftraggeber

Claire + Ewald Egli-Hardegger  
Gässlistrasse 21  
8856 Tuggen

Architekt

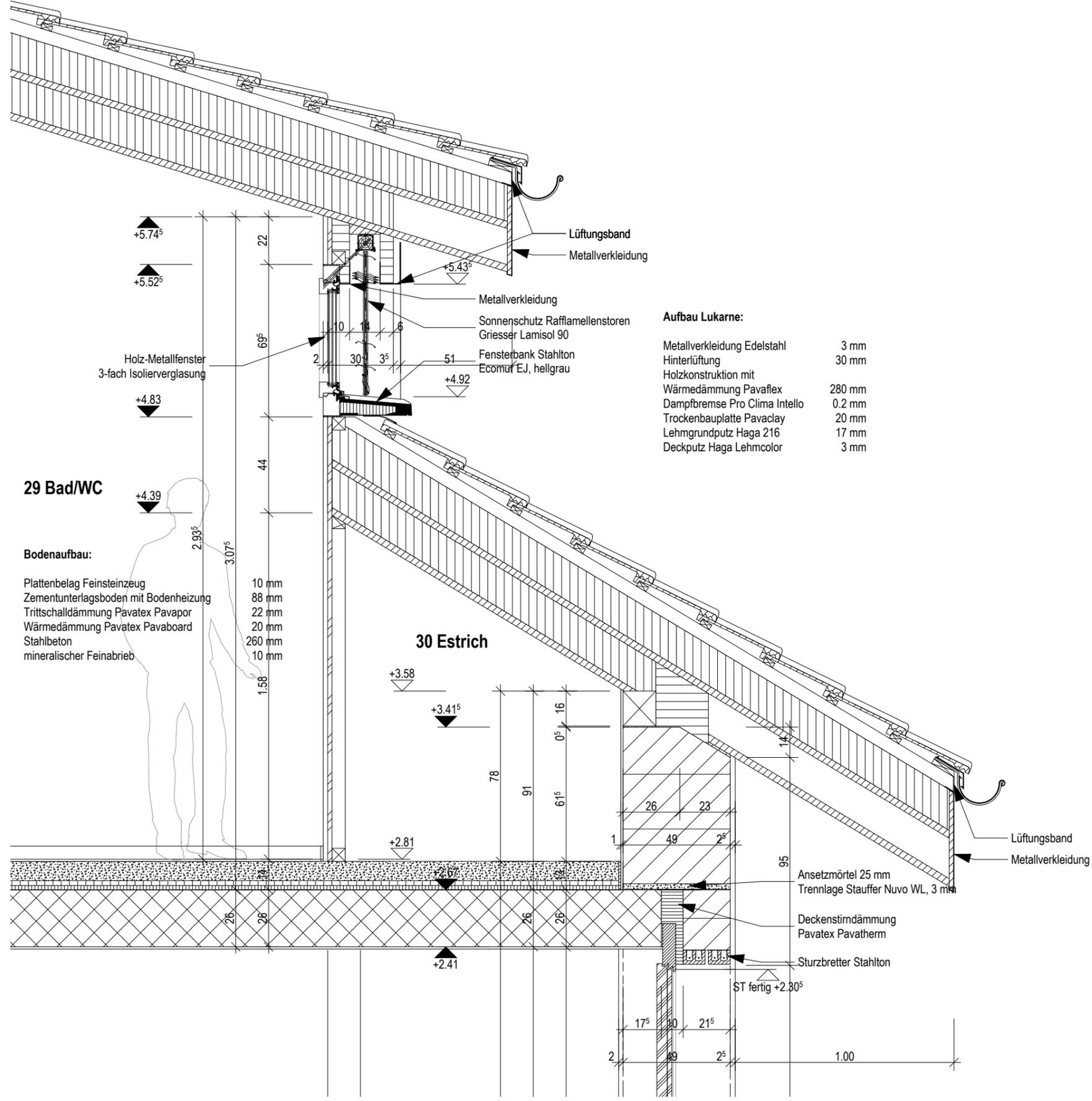
Marina Urben-Egli  
Zeughausstrasse 9  
8853 Lachen

Gezeichnet  
Kontrolliert  
Grösse  
Massstab  
Datum

mu  
mu  
A3  
1:20  
01.05.2012

Plan-Nr.

188



±0.00 = 432.00 m.ü.M.

02 - Neubau Gässlistrasse, 8856 Tuggen

# Bauprojekt Fassadenschnitt 5, EG - OG

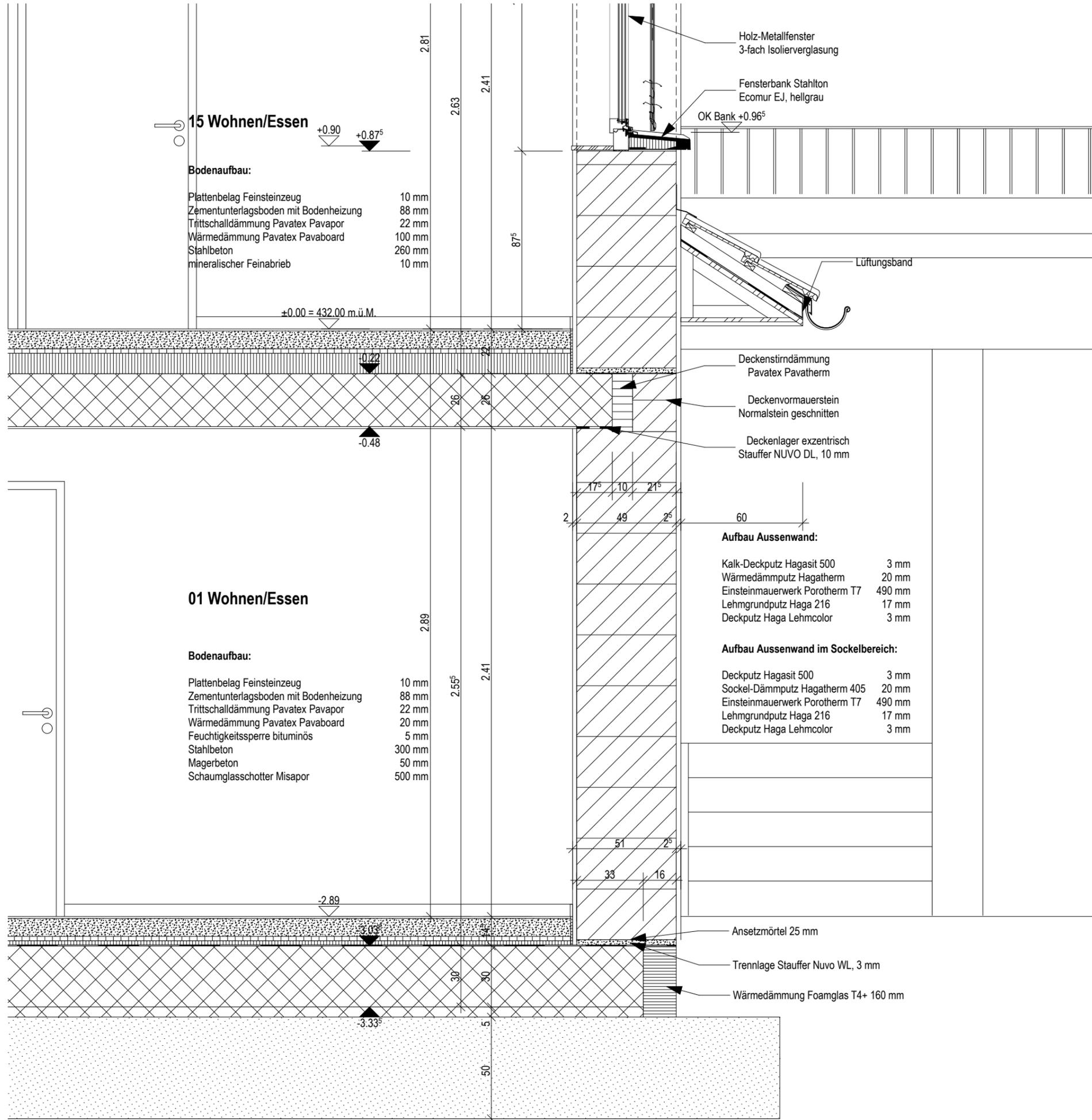
D:\Marina\Eigene Dateien\Projekt\_Papi\Neubau\Pläne\Grundrisse\_Abschluss.pln  
Druckdatum: 01.05.2012 - 09:46

Auftraggeber  
Claire + Ewald Egli-Hardegger  
Gässlistrasse 21  
8856 Tuggen

Architekt  
Marina Urben-Egli  
Zeughausstrasse 9  
8853 Lachen

Gezeichnet  
Kontrolliert  
Grösse  
Datum  
Plan-Nr.

mu  
mu  
A3  
1:20  
Massstab  
01.05.2012  
189



**15 Wohnen/Essen**

**Bodenaufbau:**

Plattenbelag Feinsteinzeug	10 mm
Zementunterlagsboden mit Bodenheizung	88 mm
Trittschalldämmung Pavatex Pavapor	22 mm
Wärmedämmung Pavatex Pavaboard	100 mm
Stahlbeton	260 mm
mineralischer Feinabrieb	10 mm

**01 Wohnen/Essen**

**Bodenaufbau:**

Plattenbelag Feinsteinzeug	10 mm
Zementunterlagsboden mit Bodenheizung	88 mm
Trittschalldämmung Pavatex Pavapor	22 mm
Wärmedämmung Pavatex Pavaboard	20 mm
Feuchtigkeitssperre bituminös	5 mm
Stahlbeton	300 mm
Magerbeton	50 mm
Schaumglasschotter Misapor	500 mm

Holz-Metallfenster  
3-fach Isolierverglasung  
Fensterbank Stahlton  
Ecomur EJ, hellgrau  
OK Bank +0.96<sup>5</sup>

Deckenstirndämmung  
Pavatex Pavatherm  
Deckenvormauerstein  
Normalstein geschnitten  
Deckenlager exzentrisch  
Stauffer NUVO DL, 10 mm

**Aufbau Aussenwand:**

Kalk-Deckputz Hagasit 500	3 mm
Wärmedämmputz Hagatherm	20 mm
Einsteinmauerwerk Porotherm T7	490 mm
Lehmgrundputz Haga 216	17 mm
Deckputz Haga Lehmcolor	3 mm

**Aufbau Aussenwand im Sockelbereich:**

Deckputz Hagasit 500	3 mm
Sockel-Dämmputz Hagatherm 405	20 mm
Einsteinmauerwerk Porotherm T7	490 mm
Lehmgrundputz Haga 216	17 mm
Deckputz Haga Lehmcolor	3 mm

Ansetzmörtel 25 mm  
Trennlage Stauffer Nuvo WL, 3 mm  
Wärmedämmung Foamglas T4+ 160 mm

±0.00 = 432.00 m.ü.M.

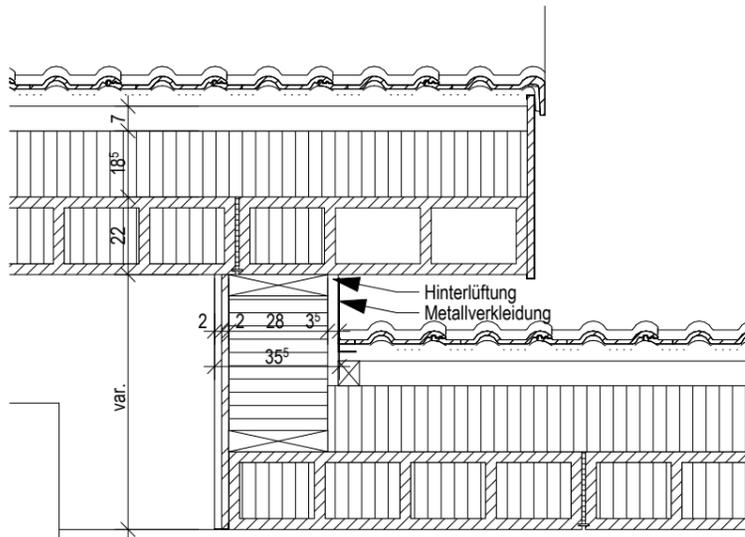
02 - Neubau Gässlistrasse, 8856 Tuggen

**Bauprojekt**  
**Fassadenschnitt 6, UG - EG**

Auftraggeber  
Claire + Ewald Egli-Hardegger  
Gässlistrasse 21  
8856 Tuggen

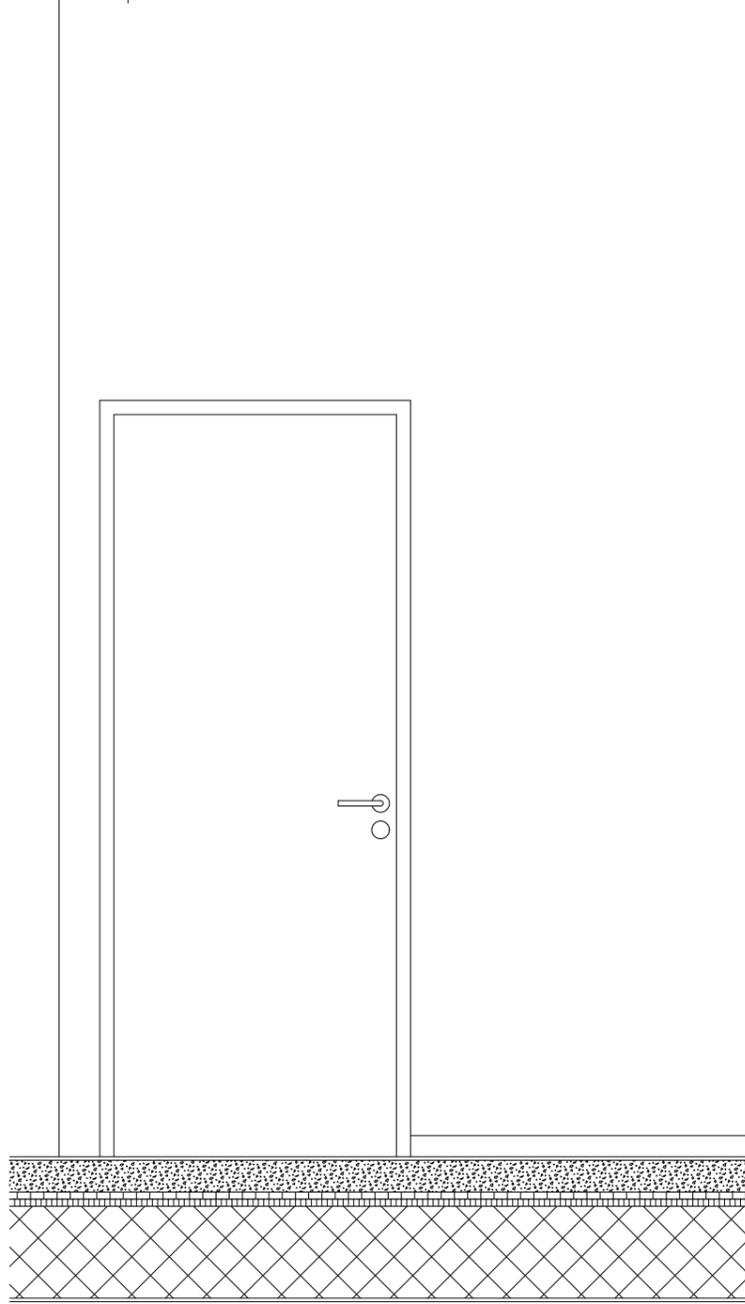
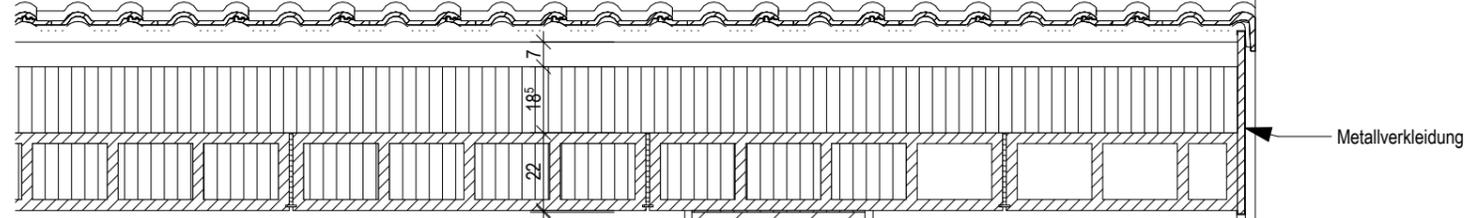
Architekt  
Marina Urben-Egli  
Zeughausstrasse 9  
8853 Lachen

Gezeichnet  
mu  
Kontrolliert  
mu  
Grösse  
A3  
Massstab  
1:20  
Datum  
01.05.2012  
Plan-Nr.  
190



**Dachaufbau:**

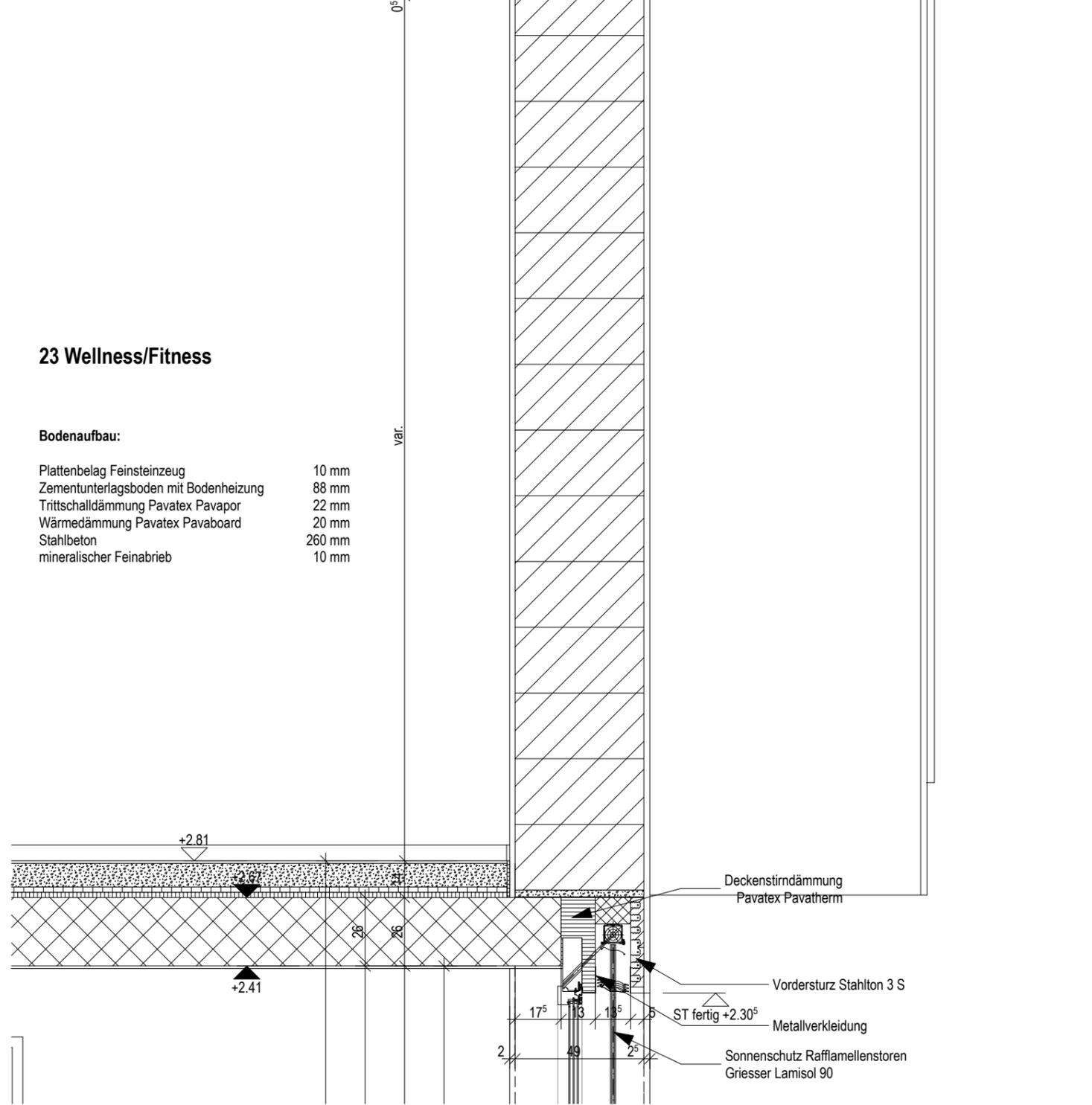
Betonziegel Finkenberger-Pfanne ClimaLife	75 mm
Ziegellattung	25 mm
Lattung, Hinterlüftung	60 mm
Wärmedämmung Pavatherm-Plus	160 mm
Lignatur Flächenelement ausgedämmt	220 mm



**23 Wellness/Fitness**

**Bodenaufbau:**

Plattenbelag Feinsteinzeug	10 mm
Zementunterlagsboden mit Bodenheizung	88 mm
Trittschalldämmung Pavatex Pavapor	22 mm
Wärmedämmung Pavatex Pavaboard	20 mm
Stahlbeton	260 mm
mineralischer Feinabrieb	10 mm



±0.00 = 432.00 m.ü.M.

02 - Neubau Gässlistrasse, 8856 Tuggen

**Bauprojekt  
Fassadenschnitt 6, EG - OG**

Auftraggeber  
**Claire + Ewald Egli-Hardegger**  
Gässlistrasse 21  
8856 Tuggen

Architekt  
**Marina Urben-Egli**  
Zeughausstrasse 9  
8853 Lachen

Gezeichnet  
Kontrolliert  
Grösse  
Datum  
mu  
mu  
A3  
1:20  
01.05.2012  
Plan-Nr.  
**191**

**Aufbau Brüstung:**

- Kalk-Deckputz 3 mm
- Wärmedämmputz 20 mm
- Stahlbeton gestrichen 200 mm

**Aufbau Vordach:**

- Betonziegel 60 mm
- Ziegellattung 25 mm
- Lattung, Hinterlüftung 60 mm
- Unterdeckbahn Pavatex ADB 0.62 mm
- 3-Schichtplatte 25 mm
- Unterkonstruktion Massivholz

Lüftungsband

Deckenstirndämmung  
Pavatex Pavatherm

Deckenvormauerstein  
Normalstein geschnitten

Deckenlager exzentrisch  
Stauffer NUVO DL, 10 mm

**Aufbau Aussenwand:**

- Kalk-Deckputz Hagasit 500 3 mm
- Wärmedämmputz Hagatherm 20 mm
- Einsteinmauerwerk Porothers T7 490 mm
- Lehmgrundputz Haga 216 17 mm
- Deckputz Haga Lehmcolor 3 mm

**Aufbau Aussenwand im Sockelbereich:**

- Deckputz Hagasit 500 3 mm
- Sockel-Dämmputz Hagatherm 405 20 mm
- Einsteinmauerwerk Porothers T7 490 mm
- Lehmgrundputz Haga 216 17 mm
- Deckputz Haga Lehmcolor 3 mm

**Aufbau Balkon:**

- Natursteinplatten 40 mm
- Splitt 40 mm
- Wasserabdichtung 2-lagig
- Oberlage Sopralen Jardin EP 5 flam 5 mm
- Zwischenlage Flan Stick 30, vollflächig verklebt 3 mm
- Wärmedämmung Swisspor PUR Premium 120 mm
- Dampfbremse Bikutop EP4 v 4 mm
- Voranstrich Bitumenemulsion 220 - 260 mm
- Stahlbeton im Gefälle 2%
- Mineralischer Feinabrieb gestrichen 10 mm

Ansetzmörtel 25 mm

**14 Arbeitszimmer**

**Aufbau Boden EG:**

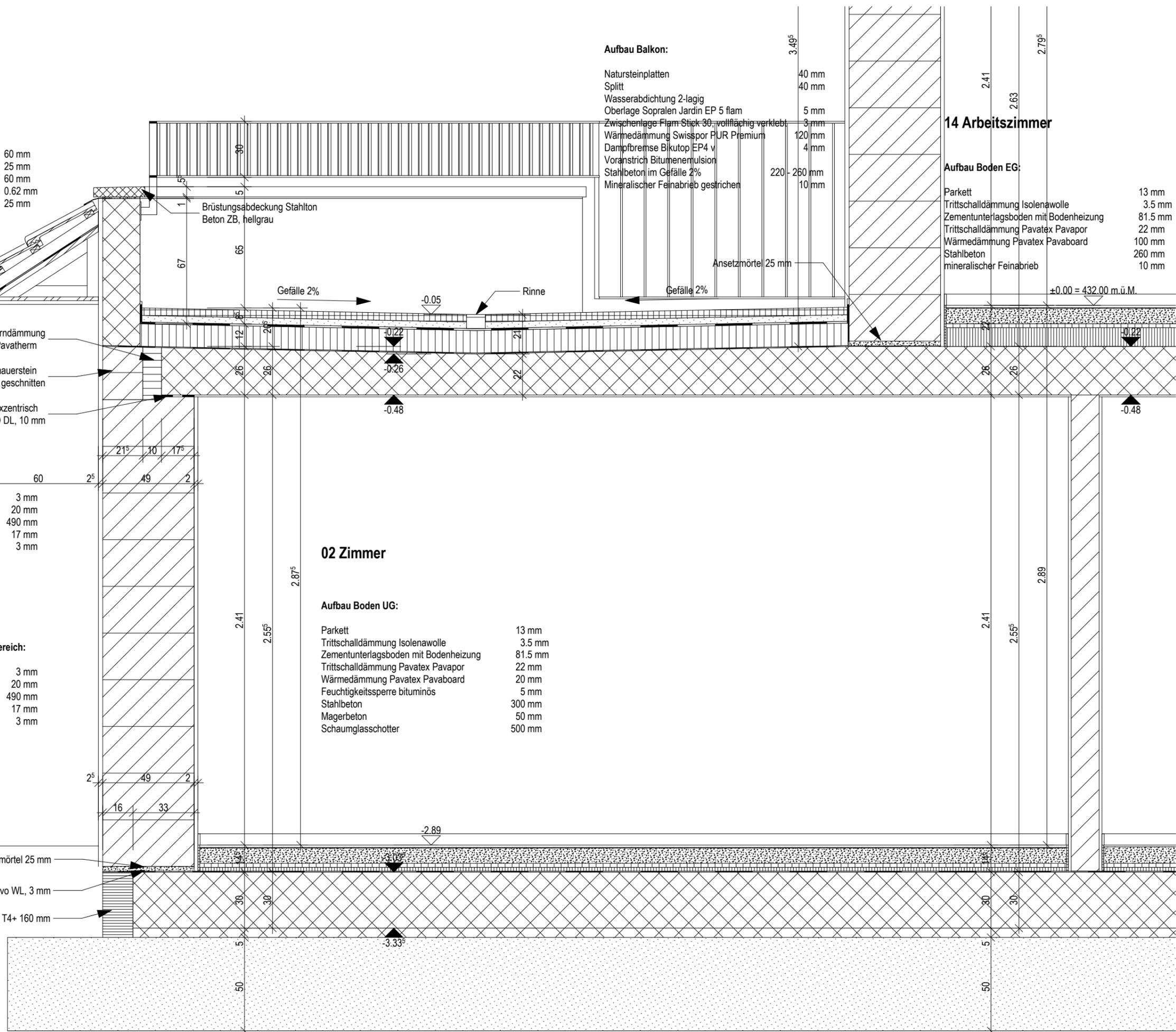
- Parkett 13 mm
- Trittschalldämmung Isolenawolle 3.5 mm
- Zementunterlagsboden mit Bodenheizung 81.5 mm
- Trittschalldämmung Pavatex Pavapor 22 mm
- Wärmedämmung Pavatex Pavaboard 100 mm
- Stahlbeton 260 mm
- mineralischer Feinabrieb 10 mm

+0.00 = 432.00 m.ü.M.

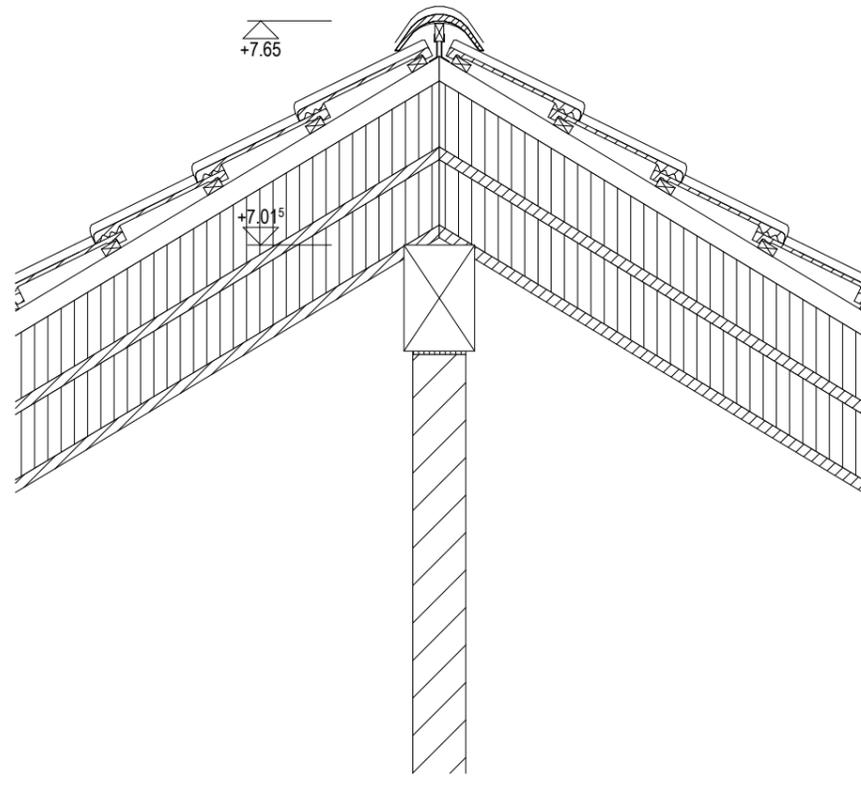
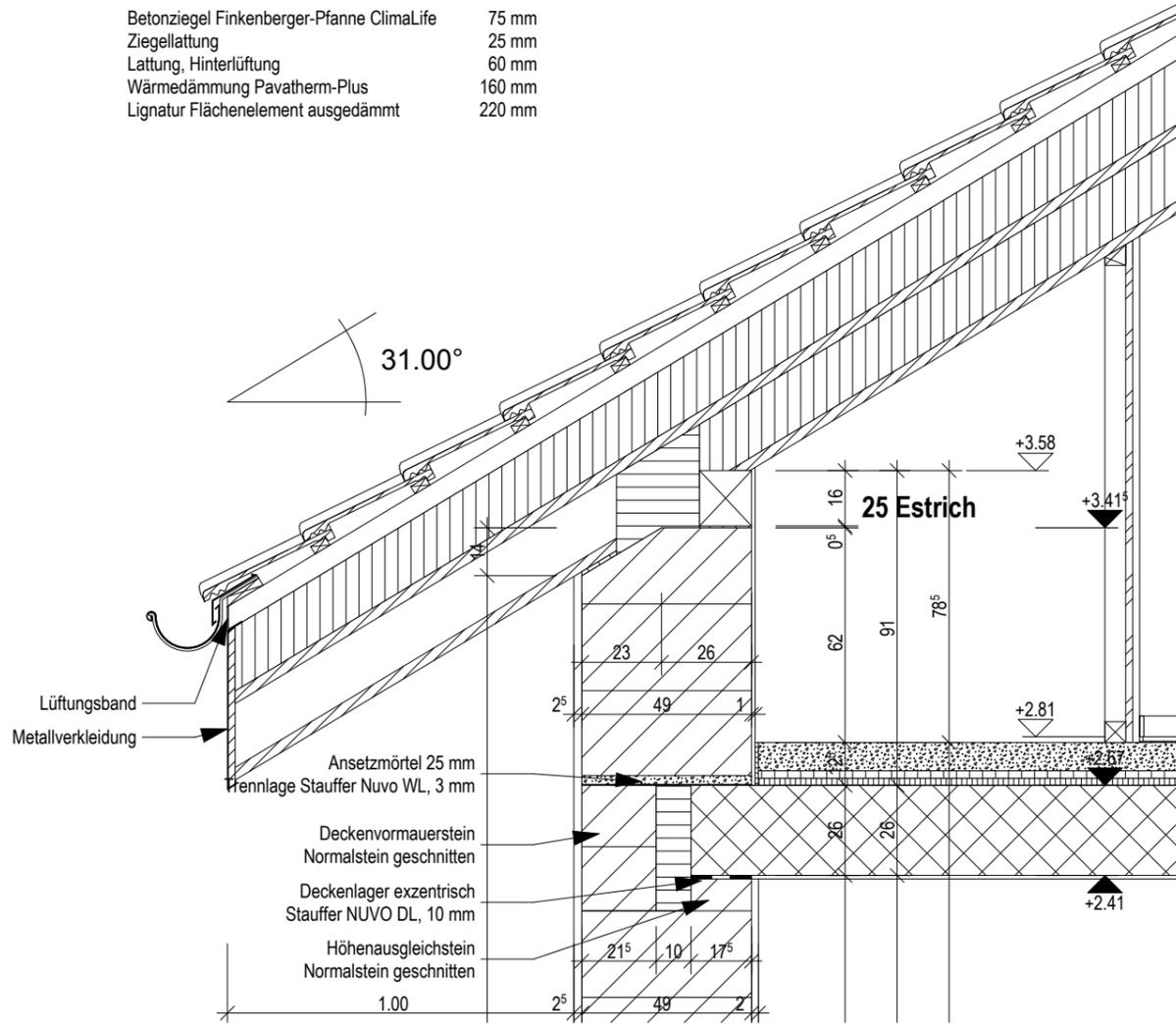
**02 Zimmer**

**Aufbau Boden UG:**

- Parkett 13 mm
- Trittschalldämmung Isolenawolle 3.5 mm
- Zementunterlagsboden mit Bodenheizung 81.5 mm
- Trittschalldämmung Pavatex Pavapor 22 mm
- Wärmedämmung Pavatex Pavaboard 20 mm
- Feuchtigkeitssperre bituminös 5 mm
- Stahlbeton 300 mm
- Magerbeton 50 mm
- Schaumglasschotter 500 mm



±0.00 = 432.00 m.ü.M.



±0.00 = 432.00 m.ü.M.

02 - Neubau Gässlistrasse, 8856 Tuggen

# Bauprojekt Fassadenschnitt 1, EG - OG

Auftraggeber  
**Claire + Ewald Egli-Hardegger**  
Gässlistrasse 21  
8856 Tuggen

Architekt  
**Marina Urben-Egli**  
Zeughausstrasse 9  
8853 Lachen

Gezeichnet  
Kontrolliert  
Grösse  
Massstab  
Datum  
Plan-Nr.

mu  
mu  
A3  
1:20  
01.05.2012  
181

# Beilage 1

Bericht geobiologische Untersuchung der Parzelle 1212



# Leibundgut

Analysen + Konzepte  
für gesunde Lebensräume

Paul Leibundgut  
Architekt HTL  
Baubiologe SIB  
Rutengänger

Klettgauerstrasse 57  
CH-8212 Neuhausen  
Tel. 0041 52 670 09 09  
Fax 0041 52 670 09 08

orch-leibundgut@swissworld.com / www.gesund-wohnen.ch

Herrn  
Ewald Egli  
Gässlistrasse 21

8856 Tuggen

Ihr Tel. 079 446 61 44  
P 055 465 13 30  
G 055 445 18 24

Neuhausen, 25.10.11

## **GEOBIOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN E6144 053 11\_1-3**

---

Parzelle 1212 und 979 (westlicher Bauplatz) und Schlafzimmer 978 an der Gässlistrasse in Tuggen

Untersuchungen am 21.10.2011 nachmittags

Witterung: sonniges Hochdruckwetter nach morgendlichem ersten Frost

## **PARZELLE 1212 OBERHALB GÄSSLISTRASSE 21**

---

### **Radiästhetische Mutungen**

Gemäss Situationsplan 1:500 und Mass-Skizze 1:200

Keine Wasseradern und Verwerfungen.

Periodisches Hangwasser nicht ausgeschlossen, solches sollte mittels Sickerleitung vom Hause ferngehalten werden. An Hanglagen sollte man immer mit dem Kopf zum Berg liegen.

Die Information der typischen Verwerfungsfrequenz ist jedoch durch den Nussbaum, in dessen Wurzel- und Kronenbereich vorhanden. Das Aushubmaterial sollte sorgfältig getrennt und neben dem Hause eingebracht werden. Der Nussbau steht zudem auf einer Kreuzung von 3 Blitzlinien. Der Volksmund empfiehlt nie unter einem Nussbaum zu schlafen.

Aufgenommen wurden die sog. „Benker-Zonen“ diese Struktur ist 50-70 cm breit und in ca. 1 m Abstand davon verläuft jeweils einen Globalnetzstreifen. Im Zentrum sind mehrere Wekllenlängen konzentriert (12,2/6,9/7,4 ...) so dass man auch von Multiwellenzonen spricht.

Mittels einer Grundsteinlegung nach alter Bauhüttentradition (siehe Beilage) können diese Felder und die übrigen schwachen Störungen auf die Aussenmauern abgelenkt werden. Nach Möglichkeit sollte man aber trotzdem zumindest die Kreuzungspunkte der „Benker-Zonen“ zum Schlafen vermeiden. Insbesondere sollte der abladende Punkt westlich des Nussbaumes keine Schlafplätze tangieren (d=2.0 m).

## Physikalische Messungen

### Niederfrequentes magnetisches Wechselfeld

Magnetische Flussdichte gemessen mit Mlog3D i.O. 0-10 nT

### Hochfrequenz

Strahlungsdichte, gemessen mit HFE59B

Gepulste Strahlung (Mobilfunk, DECT-Schnurlos-Telefonanlagen und WLAN) 50-60  $\mu\text{W}/\text{m}^2$   
ungepulst Dichte mit Breitbandantenne gemessen ca. 600  $\mu\text{W}/\text{m}^2$ .

Diese Werte werden nach dem Standard der baubiologischen Messtechnik als starke Anomalien beurteilt. Innerhalb von Massivbauten mit Holz-Alu-Fenstern und den heutigen Wärmedämm-Gläsern kommt noch ca. 1/10-1/15 an. Damit kommt man in einen akzeptablen, schwach auffälligen Bereich sofern keine internen Sender vorhanden sind. Diese können vermieden werden, wenn genügend Multimedia-Anschlüsse vorhanden sind. (zumindest Leerrohre in alle Zimmer führen, damit auf WLAN und Schnurlostelefone verzichtet werden kann. DECT-Ecomode-Telefone mit **einem** Handy auf der Basisstation liegend, schaltet voll ab, mit einem zweiten Handy nur reduziert). Beim Betrieb von Laptops darauf achten, dass der WLAN-Empfang bei Nichtgebrauch abgeschaltet wird.

Achten Sie bei Neubauten auf eine „biologische“ Elektro-Installation wie Distanz, zu Leitungen unter Strom und Spannung und separate Sicherungsgruppen für Schlafräume, die bei Bedarf mit NFS spannungsfrei geschaltet werden können.

EG 144 053 11 - 1  
1' 500

Paul Leibundgut  
Arch. HTL, Baubiologe, Rutengänger  
Klettgauerstr. 57 ☎ 052/670 09 09  
8212 Neuhausen  
21. 10. 2011

BLITZLINIEN

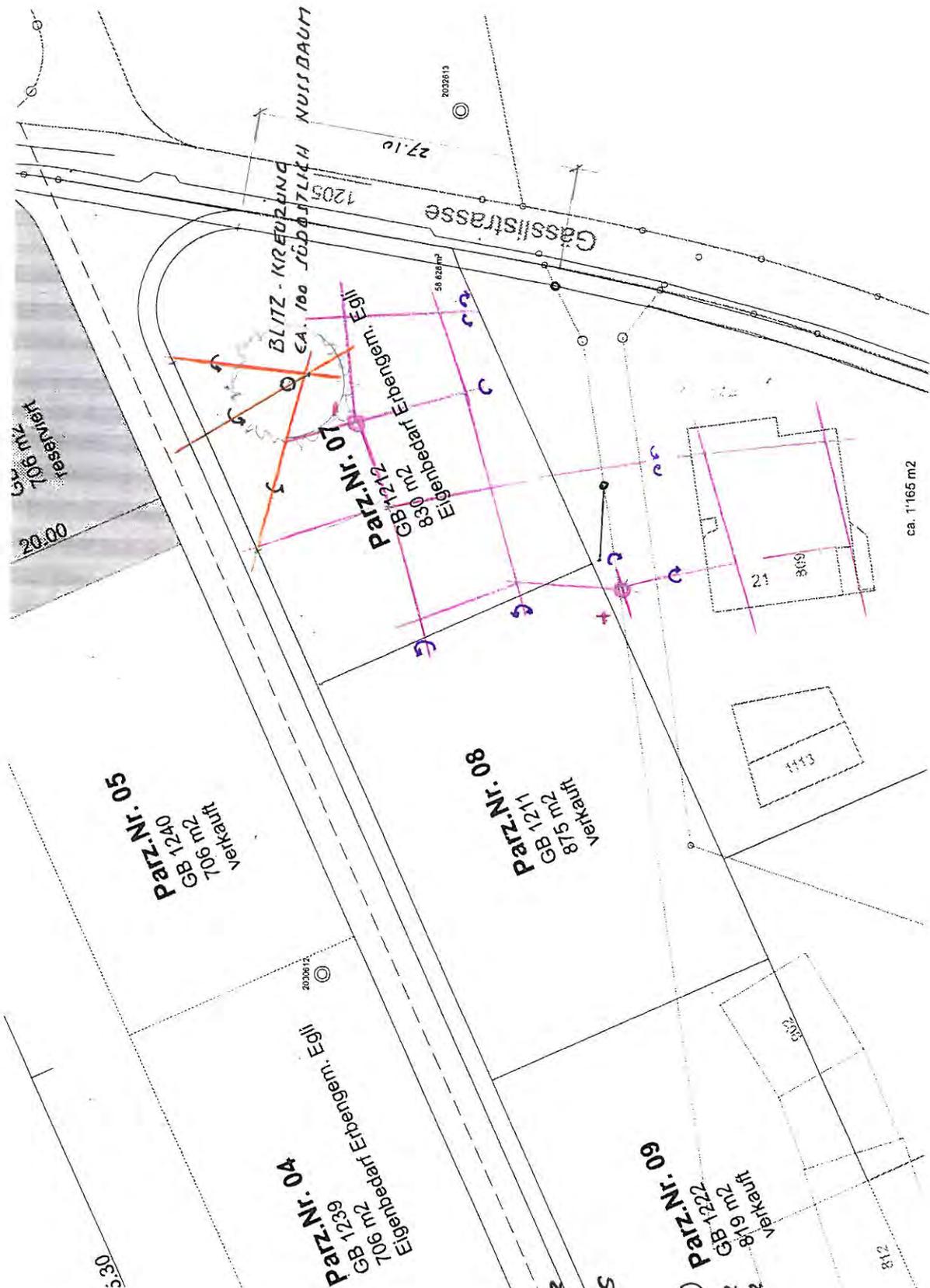
MULTIWELLEN-ZONEN  
"BENKER"

+ AUFLADENDER POL  
- ABLADENDER POL

KEINE WASSERADERN

KEINE VERWERFUNG  
JEDOCH DEREN FREQUENZ  
IM BODEN ANLOG  
KORRE DE NULLBAUITES

MWF 0 - 10 nT (50 Hz)  
HF GEPULST 50 - 60 pA/m<sup>2</sup>/cm<sup>2</sup>  
BREITBAND ~ 600 pA/m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>



Gässlistrasse

1205

27.10

58.828 m<sup>2</sup>

Eggen

Eigenbedarf Erbgem  
830 m<sup>2</sup>  
GB Nr. 212  
Partz.-Nr. 10

12.30

08.01

20.20

13.40

05.71

890

10.60

05.01

24.00

16.10

16.00

Partz.-Nr. 10

GB Nr. 212

830 m<sup>2</sup>

Eigenbedarf Erbgem

Eggen

12.00

14.10

43.40

20.10

23.40

03.21

M. 1:200

80

Erkauf  
1211  
c m<sup>2</sup>  
2-Nr.

Ergänzung zum Standard der baubiologischen Messtechnik SBM-2008

## BAUBIOLOGISCHE RICHTWERTE FÜR SCHLAFBEREICHE

Baubiologische Richtwerte sind Vorsorgewerte. Sie beziehen sich auf Schlafbereiche, die besonders empfindliche Regenerationszeit des Menschen und das damit verbundene Langzeitrisiko. Sie basieren auf dem aktuellen baubiologischen Erfahrungs- und Wissensstand und orientieren sich am Erreichbaren. Darüber hinaus werden wissenschaftliche Studien und andere Empfehlungen zur Bewertung herangezogen. Es geht bei der baubiologischen Messtechnik um die professionelle Erkennung, Minimierung und Vermeidung kritischer Umwelteinflüsse in Gebäuden im individuell machbaren Rahmen. Anspruch und Ziel ist, bei ganzheitlicher Beachtung aller Standardpunkte und sachverständiger Zusammenstellung der vielen Diagnosemöglichkeiten die Quellen von Auffälligkeiten identifizieren, lokalisieren und einzuschätzen zu können, um ein möglichst unbelastetes und naturnahes Lebensumfeld zu schaffen.

**Unauffällige** Werte bieten ein Höchstmaß an Vorsorge. Sie entsprechen natürlichen Umweltmaßstäben oder dem häufig anzutreffenden und nahezu unausweichlichen Mindestmaß zivilisatorischer Einflüsse.

**Schwach auffällig** heißt: Vorsichtshalber und mit besonderer Rücksicht auf empfindliche oder kranke Menschen sollten Verbesserungen umgesetzt werden, wann immer es geht.

**Stark auffällig** ist aus baubiologischer Sicht nicht mehr zu akzeptieren. Es besteht Handlungsbedarf. Sanierungen sollten bald durchgeführt werden. Neben zahlreichen Fallbeispielen weisen wissenschaftliche Studien auf biologische Effekte und gesundheitliche Probleme hin.

**Extrem auffällige** Werte bedürfen konsequenter und kurzfristiger Sanierung. Hier werden teilweise internationale Richtwerte und Empfehlungen für Innenräume und Arbeitsplätze erreicht oder überschritten.

Treten bei einzelnen oder bei unterschiedlichen Standardpunkten mehrere Auffälligkeiten auf, so sollte die Gesamtbewertung kritischer ausfallen.

Prinzipiell und übergeordnet gilt:

**Jede Risikoreduzierung ist anzustreben. Richtwerte sind Orientierungshilfen. Maßstab ist die Natur.**

Die kleingedruckten Angaben in den Schlusszeilen der einzelnen baubiologischen Standardpunkte dienen der vergleichenden Orientierung z.B. mit rechtlich verbindlichen Grenzwerten oder anderen Richtwerten, Empfehlungen und Forschungsergebnissen oder natürlichen Maßstäben.

Baubiologische Richtwerte für Schlafbereiche SBM-2008  
Seite 1

unauffällig	schwach auffällig	stark auffällig	extrem auffällig
-------------	----------------------	--------------------	---------------------

### A FELDER, WELLEN, STRAHLUNG

#### 1 ELEKTRISCHE WECHSELFELDER (Niederfrequenz)

	V/m	< 1	1 - 5	5 - 50	> 50
Feldstärke erdbezogen in Volt pro Meter					
Körperspannung erdbezogen in Millivolt	mV	< 10	10 - 100	100 - 1000	> 1000
Feldstärke potentialfrei in Volt pro Meter	V/m	< 0,3	0,3 - 1,5	1,5 - 10	> 10

Werte gelten für den Bereich bis und um 50 Hz, höhere Frequenzen und deutliche Oberwellen sind kritischer zu bewerten.

DIN/VDE 0848: Arbeit 20.000 V/m, Bevölkerung 7000 V/m; BImSchV: 5000 V/m; TCO: 10 V/m; US-Kongress/EPA: 10 V/m; Kinderleukämie-Studien: 10 V/m; Studien oxidativer Stress, Bildung freier Radikale, Melatoninabsenkung: 20 V/m; BUND: 0,5 V/m; Natur: < 0,0001 V/m

#### 2 MAGNETISCHE WECHSELFELDER (Niederfrequenz)

Flussdichte in Nanotesla	nT	< 20	20 - 100	100 - 500	> 500
--------------------------	----	------	----------	-----------	-------

Werte gelten für den Bereich bis und um 50 Hz, höhere Frequenzen und deutliche Oberwellen sind kritischer zu bewerten. Netzstrom (50 Hz) und Bahnstrom (16,7 Hz) werden einzeln erfasst.

Bei intensiven und häufigen zeitlichen Feldschwankungen sind Langzeitaufzeichnungen durchzuführen - besonders auch über Nacht - und hierbei das 95. Perzentil zur Bewertung heranzuziehen.

DIN/VDE 0848: Arbeit 5.000.000 nT, Bevölkerung 400.000 nT; BImSchV: 100.000 nT; Schweiz: 1000 nT; WHO/IARC: 300-400 nT "potentiell krebserregend"; TCO: 200 nT; US-Kongress/EPA: 200 nT; DIN 0107 (EEG): 200 nT; Biolinitiative: 100 nT; BUND: 10 nT; Natur: < 0,0002 nT

#### 3 ELEKTROMAGNETISCHE WELLEN (Hochfrequenz)

Strahlungsdichte in Mikrowatt pro Quadratmeter	$\mu\text{W}/\text{m}^2$	< 0,1	0,1 - 10	10 - 1000	> 1000
--	--------------------------	-------	----------	-----------	--------

Werte gelten für einzelne Funkdienste, z.B. GSM (D-/E-Netze), UMTS, WiMAX, TETRA, Radio, Fernsehen, DECT, WLAN... Angaben beziehen sich auf Spitzenwerte. Richtwerte gelten nicht für Radar.

Kritischere Funkwellen wie z.B. gepulste bzw. periodische Signale (Mobilfunk, DECT, WLAN, digitaler Rundfunk...) sollten speziell bei stärkeren Auffälligkeiten empfindlicher und weniger kritische wie z.B. ungepulste bzw. nichtperiodische Signale (UKW, Kurz-, Mittel-, Langwelle, analoger Rundfunk...) speziell bei schwächeren Auffälligkeiten großzügiger bewertet werden.

Ehemalige baubiologische Funkwellen-Richtwerte SBM-2003: gepulst < 0,1 keine, 0,1-5 schwache, 5-100 starke, > 100  $\mu\text{W}/\text{m}^2$  extreme Anomalie; ungepulst < 1 keine, 1-50 schwache, 50-1000 starke, > 1000  $\mu\text{W}/\text{m}^2$  extreme Anomalie

DIN/VDE 0848: Arbeit bis 100.000.000  $\mu\text{W}/\text{m}^2$ , Bevölkerung bis 10.000.000  $\mu\text{W}/\text{m}^2$ ; BImSchV: bis 10.000.000  $\mu\text{W}/\text{m}^2$ ; Mobilfunk: Schweiz bis 100.000  $\mu\text{W}/\text{m}^2$ , Salzburger Resolution / Ärztekammer 1000  $\mu\text{W}/\text{m}^2$ , Biolinitiative 1000  $\mu\text{W}/\text{m}^2$  außen, EU-Parlament STOA 100  $\mu\text{W}/\text{m}^2$ , Salzburg 10  $\mu\text{W}/\text{m}^2$  außen, 1  $\mu\text{W}/\text{m}^2$  innen; EEG-, Immunstörung: 1000  $\mu\text{W}/\text{m}^2$ ; Handyfunktion: < 0,001  $\mu\text{W}/\text{m}^2$ ; Natur: < 0,000.001  $\mu\text{W}/\text{m}^2$

## Beilage 2

Prüfberichte Einsteinauerwerk Porotherm

- Prüfbericht Baubiologie
- Prüfbericht Strahlenschutz
- Prüfbericht Wohngesundheit
- Prüfbericht Brandschutz

## Gutachten

- Auftraggeber:** Schlagmann Baustoffwerke GmbH  
84367 Tann
- Messobjekte:** Mauern aus Hochlochziegel, 36 cm  
Hohlräume gefüllt mit Perlit
- Auftrag:** Messung der Schirmdämpfung gegen elektromagnetische Wellen  
im Frequenzbereich 200 MHz bis 10 GHz
- Prüfungsgrundlage:** MIL-Standard 285 und VG 95 370, Part 15, Methode KS 03 S
- Datum d. Messungen:** 20. 11. 2001
- Umfang:** 4 Seiten Text, 4 Messprotokolle in den 2 Anlagen sowie ein  
Referenzprotokoll zur Ablesung der Frequenz an den Rasterlinien.
- Resultat:** Die untersuchte Wand aus 36 cm dicken Hochlochziegeln mit Perlit-  
Füllung zeigen im gemessenen MHz- Bereich zunächst die für Hoch-  
lochziegel typische geringe Dämpfung.  
Ab 1600 MHz wird eine Schirmdämpfung von 10 dB erreicht, d.h.,  
dass 90 % der außen auftreffenden Leistung abgeschirmt werden.  
Bei 1800 MHz (E-Netz) zeigt der perlitgefüllte Hochlochziegel ge-  
genüber vertikal polarisierten Wellen eine Dämpfung von 16 - 20 dB,  
(97 % - 99 % der Leistung werden abgeschirmt, nur 3 % - 1 % gelan-  
gen durch die Mauer hindurch).  
Bei 2000 MHz (Frequenzen des UMTS-Netzes) steigt die Dämpfung  
gegenüber vertikal polarisierten Wellen fast auf 25 dB, dort werden  
99,7 % der Leistung abgeschirmt, nur noch 0,3 % dringen durch.

Neubiberg, 26.11.2001

  
Prof. Dipl.-Ing. P. Pauli



# INSTITUT FÜR BAUBIOLOGIE ROSENHEIM GMBH

## Gutachten

Nr. 3008-317

aufgrund des Prüfsiegels

„Geprüft und Empfohlen vom IBR“



für die Produktgruppe



POROTON-T7®



POROTON-T8®  
POROTON-T9®



POROTON-S11®  
Objektziegel



POROTON-Planziegel V.Plus®  
POROTON-Blockziegel



POROTON-WDF®

Antragsteller:

**Schlagmann Baustoffwerke** GmbH & Co. KG

Ziegeleistr. 1 D – 84367 Zeilarn  
Tel. (08572)17-0 Fax (08572)8114

[www.schlagmann.de](http://www.schlagmann.de)

Probe:

vom Auftraggeber aus der laufenden Produktion zur Verfügung gestellt

Ausführender:

Mitarbeiter des Auftraggebers

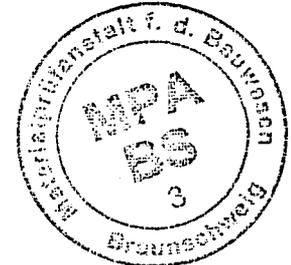
Geltungsdauer:

Juni 2010

Dieses Gutachten umfasst 30 Seiten und darf nur ungekürzt und unverändert vervielfältigt und veröffentlicht werden. Die auszugsweise Veröffentlichung bedarf der schriftlichen Genehmigung des IBR.

## Prüfbericht

Nr. 3930/7061 -PK-  
(2002-01-16)



Auftraggeber: Schlagmann Baustoffwerke GmbH & Co. KG  
Lanhofen 100  
84367 Tann

Auftrag vom: 31.05.2001      Zeichen: Niedermeyer      Eingang: 31.05.2001

### Inhalt des Auftrages:

Prüfung von zwei ca. 365 mm dicken, tragenden, raumabschließenden Wänden aus einem Mauerwerk bestehend aus POROTON Plan-Hochlochziegeln mit integrierter Wärmedämmung auf Brandverhalten nach DIN EN 1365-01 :1999-10 in Verbindung mit DIN EN 1363-01 : 1999-10, zur Ermittlung der Feuerwiderstandsdauer bei einseitiger Brandbeanspruchung bzw. mit einer zusätzlichen Stoßprüfung nach DIN EN 1363-02 : 1999-10, Abschnitt 7, zum Nachweis der Eignung als Brandwand

Eingang des Prüfmaterials: 38. KW 2001

Probennahme: aus der laufenden Produktion, Angaben über eine amtliche Entnahme liegen der Prüfanstalt nicht vor.

Kennzeichnung: keine

Der Prüfbericht umfasst 9 Blatt und 14 Anlagen.

Dieser Prüfbericht ersetzt nicht das nach Landesbauordnung notwendige allgemeine bauaufsichtliche Prüfzeugnis.

Dieser Prüfbericht dient zur Beantragung einer Ergänzung der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung Nr. Z-17.1-674 und darf nur dem DIBt, Berlin vorgelegt werden.

Die einzelnen Blätter und Anlagen dieses Prüfberichts sind mit dem Stempel der Prüfanstalt versehen. Das Prüfmaterial ist verbraucht.

Materialprüfanstalt (MPA)  
für das Bauwesen  
Beethovenstraße 52  
D-38106 Braunschweig

Tel +49-(0)531-391-5400  
Fax +49-(0)531-391-5900  
E-Mail info@mpa.tu-bs.de  
http://www.mpa.tu-bs.de

Norddeutsche Landesbank Hannover  
Kto. 106 020 050 (BLZ 250 500 00)  
Swift-Code: NOLADE 2H  
USt.-ID-Nr. MPA-DE 183500654



## **1 Beschreibung der geprüften Konstruktion**

### **1.1 Beschreibung des Bauteils**

Die Probekörper hatte entsprechend der Prüfrahmengröße die Abmessungen Breite x Höhe = 3000 mm x 3150 mm. Die Wände setzten sich im wesentlichen aus den POROTON Plan-Hochlochziegeln mit integrierter Wärmedämmung und Poroton-T-Dünnbettmörtel Typ III zusammen mit dem Glasfilamentgewebe BASIS SK zusammen. Die Steinabmessungen betragen  $l \times b \times h = 248 \text{ mm} \times 365 \text{ mm} \times 249 \text{ mm}$ . Das Gewicht eines Steine betrug ca. 12,6 kg. Die Rohdichte der geprüften POROTON Plan-Hochlochziegeln mit integrierter Wärmedämmung betrug  $\rho = 0,55 \text{ kg/dm}^3$ .

Die Wände der Prüfungen waren zweiseitig am Prüfrahmen befestigt. Jeweils die beiden vertikalen Ränder blieben frei. Der Probekörper war am oberen Rand gelenkig gelagert. Die Wandkonstruktion besaß einen symmetrischen Aufbau. Auf der Feuerseite waren die Wände mit einem 20 mm dicken Faser-Leichtputz MFL der Mörtelgruppe P Ic (Prüfung 1) bzw. einem 10 mm dicken Gips-Kalk-Maschinenputz MP2 der Mörtelgruppe P IVc (Prüfung 2) und auf der dem Feuer abgekehrten Seite mit einem 10 mm dicken Gips-Kalk-Maschinenputz MP2 der Mörtelgruppe P IVc (Prüfung 1) bzw. einem 20 mm dicken Faser-Leichtputz MFL der Mörtelgruppe P Ic (Prüfung 2) geputzt.

### **1.2 Konditionierung, Probekörper- und Baustoffkennwerte**

Zum Zeitpunkt der Prüfung entsprachen die Festigkeit und der Feuchtigkeitsgehalt des Probekörpers annähernd dem Zustand, der bei der üblichen Verwendung zu erwarten ist.

Für die Prüfwand und die bei ihr verwendeten Baustoffe gelten die in der Anlage 1.4 zusammengestellten Angaben hinsichtlich der Festigkeit, Feuchtigkeitsgehalte, der Flächengewichte sowie der Rohdichten.

## **2 Prüfanordnung und -durchführung**

Die Probekörper bildeten den vertikalen Raumabschluß einer Brandkammer mit einer lichten Öffnung von Breite x Höhe = 3000 mm x 3000 mm. Fachkräfte der Prüfanstalt bauten jeweils den in Abschnitt 1 beschriebenen Probekörper als zweiseitig gehaltene Wand ein.

Die Prüfung 1 wurde nach DIN EN 1365-01 :1999-10 in Verbindung mit DIN EN 1363-01 : 1999-10, die Prüfung 2 nach DIN EN 1365-01 :1999-10 in Verbindung mit DIN EN 1363-01 : 1999-10 und DIN EN 1363-2 : 1999-10 durchgeführt.

Zur Messung der Temperaturen auf der unbeflammten Seite der Probekörper dienten jeweils 5 Stück Thermoelemente in Anlehnung an DIN EN 1363-1 : 1999-10, Abschnitt 4.5.1.2. Abweichend von Abschnitt 4.5.1.2 wurde eine anorganische, wärmedämmende Abdeckung „Carbolane-Papier“ mit den Maßen 30 mm x 30 mm x 1 mm verwendet. Die Abdeckung weist eine Rohdichte von  $\rho = 200\text{-}240 \text{ kg/m}^3$  auf.

Die horizontale Verformung des Probekörpers wurde jeweils in der Wandmitte gemessen.

Der Druck im Brandraum entsprach DIN EN 1363-1 : 1999-10 Abschnitt 5.2. Die Brandkammer wurde dabei nach der Einheits-Temperaturzeitkurve gemäß DIN EN 1363-1 : 1999-10 Abschnitt 5.1.1, beflammt. Die Messung erfolgte mit 6 Platten-Thermometern nach Abschnitt 4.5.1.1, DIN EN 1363-1 : 1999-10.

Die Darstellung der Prüfeinrichtung, die Lage der Ofen-Thermoelemente, sowie die Verformungsmessstelle zeigen die Anlagen 1.1 und 1.2 zu diesem Prüfbericht.

Die Belastung erfolgte nach den Angaben des Auftraggebers. Es wurde eine Streckenlast von 292 KN/m (Prüfung 1, zentrische Lasteinleitung) bzw. 146 KN/m (Prüfung 2, exzentrische Lasteinleitung) aufgebracht. Nach Angaben des Auftraggebers entsprach das einem Ausnutzungsfaktor von  $\alpha = 1,0$  bei einem Grundwert  $\sigma_0 = 0,8 \text{ MN/m}^2$  (vorh  $\sigma_R = 0,8 \text{ MN/m}^2$ ) der zulässigen Druckspannung für die Steifigkeitsklasse 6 bei Verwendung von Dünnbettmörtel.

### **3 Prüfergebnisse und Beobachtungen**

Die jeweils während der Prüfungen ermittelten Temperaturen in der Brandkammer, die Temperaturerhöhungen über die Anfangstemperaturen auf der unbeflammten Seite des Probekörpers, sowie die horizontale Verformungen des Probekörpers sind in den Anlagen 2.1 bis 2.4 (Prüfung 1) und 3.1 bis 3.4 (Prüfung 2) graphisch dargestellt.

Die Beobachtungen während der Prüfung sind aus den Anlage 2.5 (Prüfung 1) und 3.5 (Prüfung 2) zu ersehen.

#### 4 Zusammenfassung der Prüfergebnisse und Gegenüberstellung mit den Anforderungen

Am 17.12.2001 und am 21.12.2001 wurde jeweils eine ca. 365 mm dicke, tragende, raumabschließende, geputzte Wand bestehend aus POROTON Plan-Hochlochziegeln mit integrierter Wärmedämmung und Poroton-T-Dünnbettmörtel Typ III zusammen mit dem Glasfilamentgewebe BASIS SK auf Brandverhalten nach DIN EN 1363-1 : 1999-10 in Verbindung mit DIN EN 1365-1 : 1999-10 zur Ermittlung der Feuerwiderstandsdauer bei einseitiger Brandbeanspruchung (Prüfung 1) bzw. zur Ermittlung der Eignung als Brandwand mit einer zusätzlichen Stoßprüfung nach DIN EN 1363-02 : 1999-10, Abschnitt 7 (Prüfung 2) geprüft.

In den folgenden Tabellen 1 und 2 sind die wichtigsten Prüfergebnisse der Prüfung 1 und 2 zusammengefasst. In der Tabelle 3 bzw. 4a und 4b sind die wichtigsten Prüfergebnisse im Vergleich zu DIN 4102-2 : 1977-09 bzw. DIN 4102-3 : 1977-09 zur Ermittlung der Feuerwiderstandsklasse bzw. zum Nachweis der Eignung als Brandwand zusammengefasst.

**Tabelle 1 (Prüfung 1):** Anforderungen nach DIN EN 1365-1 : 1999-10 in Verbindung mit DIN EN 1363-1 : 1999-10 an tragenden Wände.

	Kriterien nach Norm	Versagen nach:
R	Tragfähigkeit	180 min. kein Versagen
E	Raumabschluss (anhaltende Flammenbildung, Wattebausch, Spaltlehre)	180 min. kein Versagen
I	Wärmedämmung	180 min. kein Versagen

**Tabelle 2 (Prüfung 2):** Anforderungen nach DIN EN 1365-1 : 1999-10 in Verbindung mit DIN EN 1363-1 : 1999-10 und DIN EN 1363-2 : 1999-10 an tragenden Wände.

	Kriterien nach Norm	Versagen nach:
R	Tragfähigkeit	92 min. kein Versagen
E	Raumabschluss (anhaltende Flammenbildung, Wattebausch, Spaltlehre)	92 min. kein Versagen
I	Wärmedämmung	92 min. kein Versagen
M	Stoßbeanspruchung	Kein Versagen

**Tabelle 3:** Vergleich der Prüfergebnisse (Leistungskriterien nach DIN EN 1365-1 : 1999-10 in Verbindung mit DIN EN 1363-1 : 1999-10) mit den Anforderungen nach DIN 4102-2 : 1977-09 für Wände bei einseitiger Brandbeanspruchung.

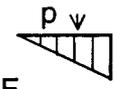
Zusammenfassung der wichtigsten Prüfergebnisse und Gegenüberstellung

Zeile	Norm-bezug Angaben nach DIN EN 1363-1 : 1999-10 Abschnitt	Anforderungen		Prüfergebnisse					Vergleich <sup>1)</sup>  der Prüfergebnisse mit den Anforderungen für die F – Klasse nach DIN 4102-2  „F 180“	
		nach DIN EN 1365-1 : 1999-10  in Verbindung mit DIN EN 1363-1 : 1999-10		Beschreibung	Probekörper 1 2-seitig gehalten		Probekörper 2			
1	10.4.5.2	Wahrung des Raumabschlusses	Entzündung des Wattedausches	Entzündung des Wattedausches erfolgte nach:	- min.		- min.		erfüllt	
2	10.4.5.3	ses, d. h. Vermeidung von:	Durchführen einer Spaltlehre	Durchführen einer Spaltlehre erfolgte nach: 6-mm-Spaltlehre 25-mm-Spaltlehre	- min. - min.		- min. - min.		erfüllt	
3	10.4.5.4		Anhaltende Flammenbildung	Flammen auf der unbeflammten Seite traten auf nach:	- min.		- min.		erfüllt	
4	11.1	Beibehaltung der Tragfähigkeit	Belastung, Spannung	P = 292 kN/m $\sigma_0 = 0,8 \text{ N/mm}^2$ vorh $\sigma_R = 0,8 \text{ N/mm}^2$					erfüllt <sup>1)</sup>	
			Die Tragfähigkeit blieb	180 min erhalten						
5	11.3	Einhaltung der Dauer für die der Probekörper seine raumabschließende Funktion während der Prüfung beibehält, ohne auf seiner unbeflammten Seite Temperaturen zu entwickeln, die entweder	Prüfdauer in min.:	30	60	90	120	180	erfüllt	
6			a) die Durchschnittstemperatur über die anfängliche Durchschnittstemperatur um mehr als 140 °C erhöhen	max. gemessene Durchschnittstemperatur in $\Delta$ °C:	0	0	1	1		1
			b) die anfängliche Durchschnittstemperatur an beliebiger Stelle (einschließlich der Anwendung der beweglichen Thermoelemente) um mehr als 180 °C erhöhen	max. gemessener Einzelwert in $\Delta$ °C:	0	0	1	2		3

<sup>1)</sup>Laut der Ausgabe 2001/1 der Bauregelliste ist als Anwendbarkeitsnachweis für tragende Wände ein allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis erforderlich. Dieses kann auf der Grundlage durchgeführter Brandprüfungen des als anerkannten Prüfverfahrens nach DIN EN 1363-1 : 1999-10 in Verbindung mit DIN EN 1365-1 : 1999-10 in Verbindung mit Anlage 8 der Bauregelliste A Teil 2 ausgestellt werden. Eine tragende Wand kann als F... nach DIN 4102 klassifiziert werden, wenn sie nach DIN EN 1363-1 : 1999-10 in Verbindung mit DIN EN 1365-1 : 1999-10 geprüft wurde und dabei für ... Minuten die Anforderungen nach DIN EN 1363-1 : 1999-10, Abschnitt 11.1, Tragfähigkeit, Abschnitt 11.2, Raumabschluss und 11.3, Wärmedämmung erfüllt hat.

**Tabelle 4a:** Vergleich der Prüfergebnisse (Leistungskriterien nach DIN EN 1365-1 : 1999-10 in Verbindung mit DIN EN 1363-1 : 1999-10 und DIN EN 1363-2 : 1999-10) mit den Anforderungen nach DIN 4102-3 : 1977-09 für Wände bei einseitiger Brandbeanspruchung.

Zusammenfassung der wichtigsten Prüfergebnisse und Gegenüberstellung

Zeile	Norm-bezug Angaben nach DIN EN 1363-1 : 1999-10 Abschnitt	Anforderungen nach DIN EN 1365-1 : 1999-10 In Verbindung mit DIN EN 1363-1 : 1999-10 und DIN EN 1362-1 : 1999-10		Prüfergebnisse			Vergleich <sup>1)</sup> der Prüfergebnisse mit den Anforderungen an Brandwände nach DIN 4102-3 : 1977-09 bei einer Prüfdauer von 90 min.
				Beschreibung	Probekörper 1 2-seitig gehalten	Probekörper 2	
1		Brandwände müssen bei den Prüfungen nach Abschnitt 7 DIN EN 1363-2 standsicher und raumabschließend bleiben: siehe Zeilen 2 bis 9		Stoßbeanspruchung und Belastungs-Spannungsbild P = Streckenlast F = Feuerseite	1.+2. Stoß  F	3. Stoß  nur g	
2		Erhaltung der Standsicherheit		Standsicherheit bleibt	gewahrt		erfüllt
3	10.4.5.2	Wahrung des Raumabschlusses	Entzündung des Wattlebausches	Entzündung des Wattlebausches erfolgte nach:	- min.	- min.	erfüllt
4	10.4.5.3	ses, d. h. Vermeidung von:	Durchführen einer Spaltlehre	Durchführen einer Spaltlehre erfolgte nach: 6-mm-Spaltlehre 25-mm-Spaltlehre	- min. - min.	- min. - min.	erfüllt
5	10.4.5.4		Anhaltende Flammenbildung	Flammen auf der unbeflammten Seite traten auf nach:	- min.	- min.	erfüllt
6	11.1	Beibehaltung der Tragfähigkeit		Belastung, Spannung	P = 146 kN/m $\sigma_0 = 0,8 \text{ N/mm}^2$ vorh $\sigma_R = 0,8 \text{ N/mm}^2$		erfüllt
				Die Tragfähigkeit blieb	92 min erhalten		
7	11.3	Einhaltung der Dauer für die der Probekörper seine raumabschließende Funktion während der Prüfung beibehält, ohne auf seiner unbeflammten Seite Temperaturen zu entwickeln, die entweder		Prüfdauer in min.:			erfüllt
8		a) die Durchschnittstemperatur über die anfängliche Durchschnittstemperatur um mehr als 140 °C erhöhen		max. gemessene Durchschnittstemperatur in $\Delta$ °C:	0		
9		b) die anfängliche Durchschnittstemperatur an beliebiger Stelle (einschließlich der Anwendung der beweglichen Thermolemente) um mehr als 180 °C erhöhen		max. gemessener Einzelwert in $\Delta$ °C:	0		

<sup>1)</sup>Laut der Ausgabe 2001/1 der Bauregelliste ist als Anwendbarkeitsnachweis für Brandwände ein allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis erforderlich. Dieses kann auf der Grundlage durchgeführter Brandprüfungen des als anerkannten Prüfverfahrens nach DIN EN 1363-1 : 1999-10 in Verbindung mit DIN EN 1363-2 : 1999-10 und DIN EN 1365-1 : 1999-10 in Verbindung mit Anlage 8 der Bauregelliste A Teil 2 ausgestellt werden. Eine Brandwand kann als solche nach DIN 4102 klassifiziert werden, wenn sie nach DIN EN 1363-1 : 1999-10 in Verbin-

ung mit DIN EN 1365-1 : 1999-10 und DIN EN 1363-2 : 1999-10 geprüft wurde und während einer Prüfdauer von 90 Minuten die Anforderungen nach DIN EN 1363-1 : 1999-10, Abschnitt 11.1, Tragfähigkeit, Ziffer II sowie nach Abschnitt 11.2, Raumabschluss und 11.3, Wärmedämmung erfüllt hat. Die Wände müssen diesen Anforderungen ohne Bekleidungen erfüllen. Sie müssen außerdem ausschließlich aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen. Für die Prüfung nach DIN EN 1363-1 : 1999-10 in Verbindung mit DIN EN 1365-1 : 1999-10 und 1363-2 : 1999-10, Abschnitt 7, ist bei symmetrischen Bauteilen ein Versuch erforderlich.

**Tabelle 4b:** Anforderungen nach DIN 4102-2 : 1977-09 in Verbindung mit DIN 4102-3 : 1977-09 für Wände bei einseitiger Brandbeanspruchung.  
Zusammenfassung der wichtigsten Prüfergebnisse und Gegenüberstellung

Zeile	Normbezug Angaben nach DIN 4102-2 : 1977-09 Abschnitt	Anforderungen  nach DIN 4102-3 : 1977-09	Prüfergebnisse			Vergleich <sup>1)</sup>  der Prüfergebnisse mit den Anforderungen an Brandwände nach DIN 4102-3 : 1977-09 bei einer Prüfdauer von 90 min.
			Beschreibung	Probekörper 1 2-seitig gehalten	Probekörper 2	
1	4.2.1	Brandwände müssen aus Baustoffen der Baustoffklasse A bestehen	Der Probekörper bestand aus Baustoffen der Baustoffklasse	A		erfüllt
2	4.2.2	Brandwände dürfen keine Bekleidung besitzen	Die Probekörper besaßen	keine zusätzliche Bekleidung <sup>1)</sup>		erfüllt
3	4.2.3	Brandwände müssen bei zentrischer und exzentrischer Lasteinleitung der Feuerwiderstandsklasse F 90 angehören	Feuerwiderstandsklasse bei zentrischer Lasteinleitung	F 180		erfüllt
			Feuerwiderstandsklasse bei exzentrischer Lasteinleitung	Siehe Tabelle 4a		

<sup>1)</sup> Putze sind nicht als Bekleidung in diesem Sinne zu bewerten.

## 5 Direkter Anwendungsbereich

Die Ergebnisse der Brandprüfungen sind direkt auf ähnliche Ausführungen anwendbar, bei denen eine oder mehrere der nachstehend aufgeführten Veränderungen vorgenommen werden und bei denen die Ausführung hinsichtlich ihrer Steifigkeit und Festigkeit weiterhin die Anforderungen der entsprechenden Bemessungsnorm erfüllt.

5.1 Es darf die Mauerwerkswand in allen Wandhöhen und Wandbreiten, wie sie nach DIN 1053 bzw. nach der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung Nr. Z-17.1-674 festgelegt sind, ausgeführt werden.

- 5.2 Das Mauerwerk darf nur mit POROTON Plan-Hochlochziegeln mit integrierter Wärmedämmung und
- mindestens der Festigkeitsklasse 6,
  - mindestens der Rohdichteklasse 0,55,
  - mit Steinabmessungen von  $l \times b \times h \geq 248 \text{ mm} \times 365 \text{ mm} \times 248 \text{ mm}$ ,
  - vermauert mit Poroton-T-Dünnbettmörtel Typ III zusammen mit dem Glasfilamentgewebe BASIS SK und
  - mit einem Ausnutzungsfaktor von  $\alpha \leq 1,0$  (bezogen auf die Grundspannung  $\sigma_0 = 0,8 \text{ MN/m}^2$  für die Steifigkeitsklasse 6) ausgeführt werden.

## 6 Schlussfolgerungen

Dieser Prüfbericht kann zur Beantragung einer Ergänzung der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung Nr. Z-17.1-674 nach dem deutschen bauaufsichtlichen Verfahren dienen.

Auf der Grundlage der durchgeführten Prüfung kann für die Beantragung der Ergänzung einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung nach dem deutschen bauaufsichtlichen Verfahren empfohlen werden, die Mauerwerkskonstruktion bei einseitiger Brandbeanspruchung entsprechend Tabelle 3 und Abschnitt 5 aufgrund der Prüfergebnisse in die Feuerwiderstandsklasse „F 90“ nach DIN 4102-2 : 1977-09 bzw. entsprechend Tabelle 4a, 4b und Abschnitt 5 als Brandwand einzustufen.

## 7 Erklärung

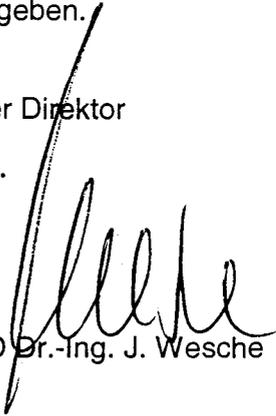
Dieser Prüfbericht beschreibt ausführlich das Montageverfahren, die Prüfbedingungen und die Ergebnisse, die mit dem hier beschriebenen spezifischen Bauteil erzielt wurden, nachdem dieses nach DIN EN 1363-1 dargestellten Verfahren geprüft wurde. Jede wesentliche Abweichung hinsichtlich Größe, konstruktiver Einzelheiten, Belastungen, Spannungszustände, Randbedingungen außer den Abweichungen, die im betreffenden Prüfverfahren für den direkten Anwendungsbereich zulässig sind, ist nicht durch diesen Prüfbericht abgedeckt.

Aufgrund der Eigenart der Prüfungen der Feuerwiderstandsdauer und der daraus folgenden Schwierigkeiten bei der Quantifizierung der Unsicherheit bei der Messung der Feuerwiderstandsdauer ist es nicht möglich, einen festgelegten Genauigkeitsgrad des Ergebnisses anzugeben.

Der Direktor

i.V.

RD Dr.-Ing. J. Wesche



Die Sachbearbeiterin



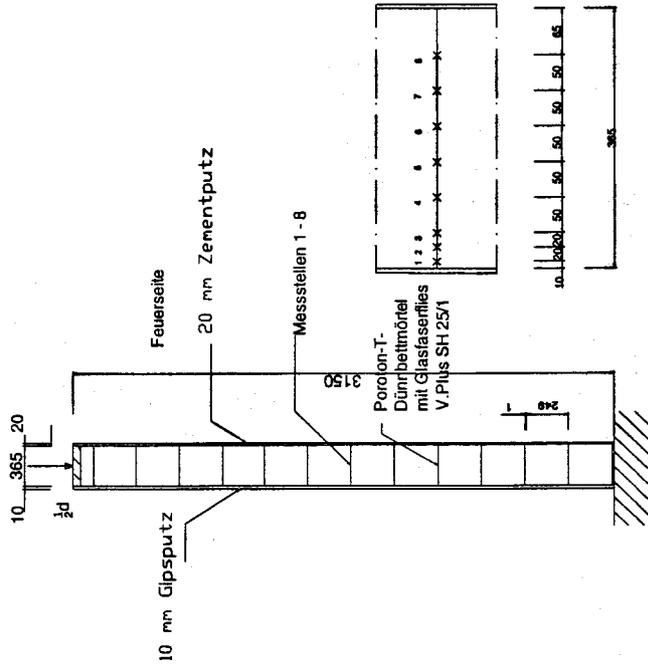
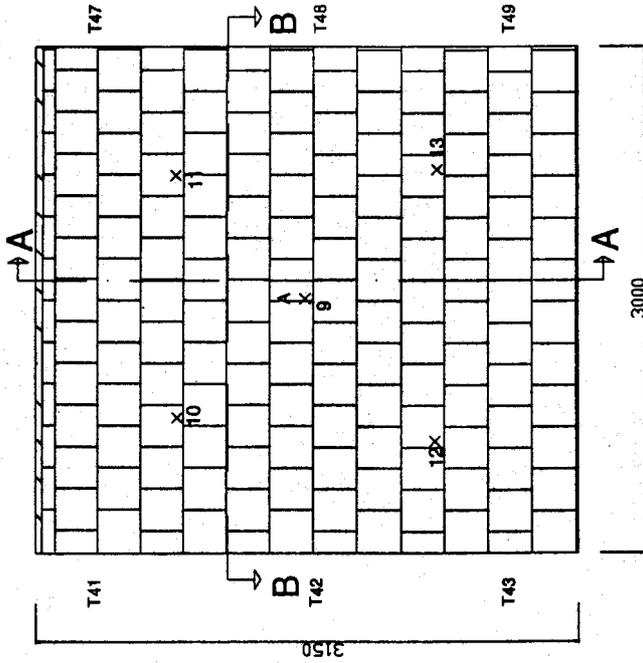
Dipl.-Ing. P. Aeissen

Braunschweig, den 16.01.2002

#### Verzeichnis der Anlagen

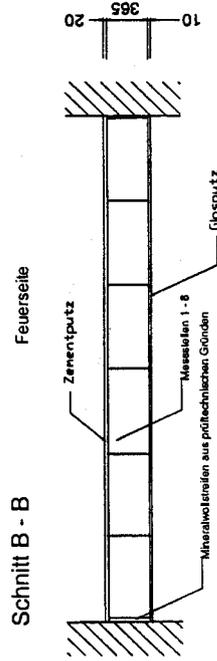
Anlage	1.1	Ansicht der Wandkonstruktion (Prüfung 1)
Anlage	1.2	Ansicht der Wandkonstruktion (Prüfung 2)
Anlage	1.3	Steinabmessungen
Anlage	1.4	Baustofftabelle
Anlage	2.1	Temperaturen im Brandraum (Prüfung 1)
Anlagen	2.2 und 2.3	Temperaturen am/im Probekörper 1
Anlage	2.4	Beobachtungen während der Brandprüfung
Anlage	2.5	Beobachtungen während der Prüfung 1
Anlage	3.1	Temperaturen im Brandraum (Prüfung 1)
Anlagen	3.2 und 3.3	Temperaturen am/im Probekörper 1
Anlage	3.4	Beobachtungen während der Brandprüfung
Anlage	3.5	Beobachtungen während der Prüfung 2

24er KLB-P-Superwärmedämmblock SW1  
Dünnbettmörtel - unverputzt



Schnitt A - A

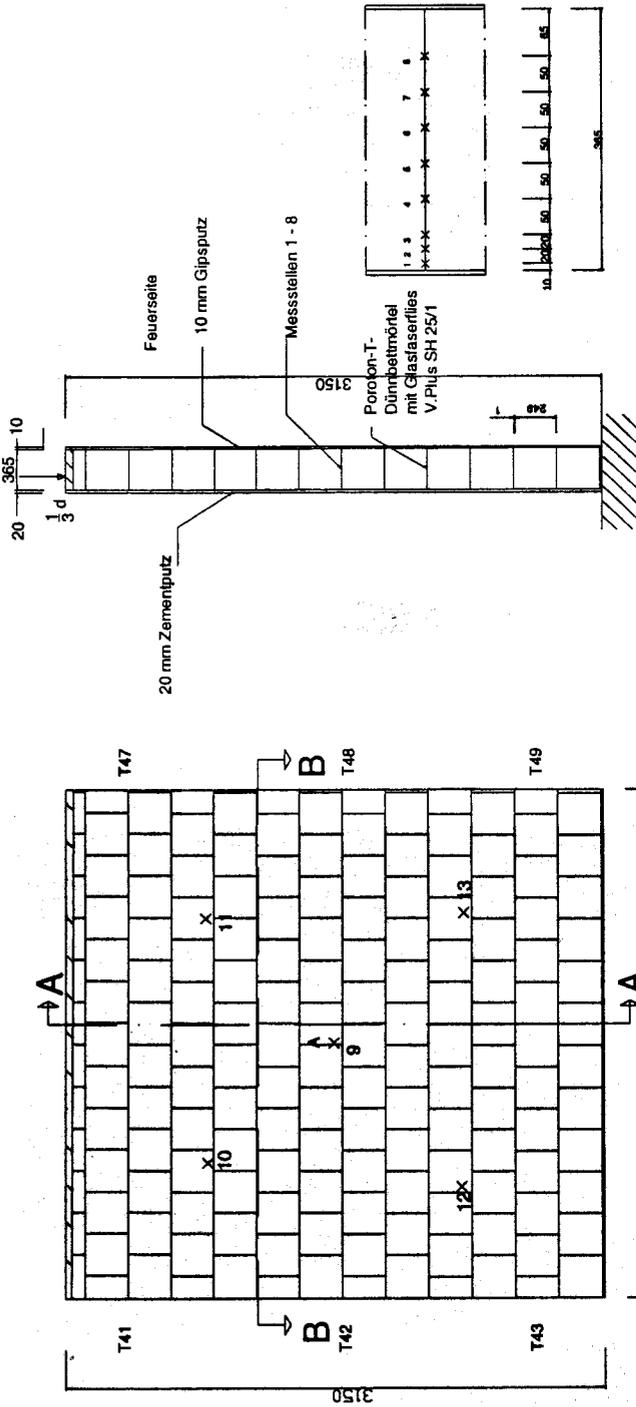
Schnitt B - B



- 9 - 12 Mittelwert Messstellen
- 1 - 8 Messleiter
- A Verformungsmessstelle
- T41 bis T43, T47 bis T49 Brandraum Thermoelemente

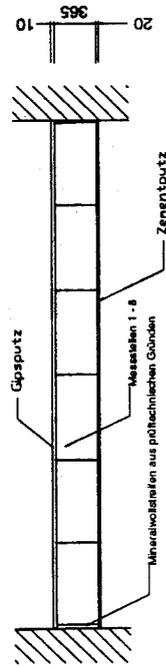
<p><b>Konstruktiver Aufbau der Wandkonstruktion</b> Lage der Messstellen, Probekörper 1</p>	<p>Anlage 1.1 zum Prüfbericht Nr.: 3930/7061</p>
<p><b>Materialprüfanstalt für das Bauwesen</b> Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz der Technischen Universität Braunschweig</p>	

24er KLB-P-Superwärmedämmblock SW1  
Dünnbettmörtel - unverputzt



Schnitt A - A

Schnitt B - B



- 9 - 12 Mittelwert Messstellen
- 1 - 8 Messleiter
- A Verformungsmessstelle
- T41 bis T49, T47 bis T49 Brandraum Thermoelemente

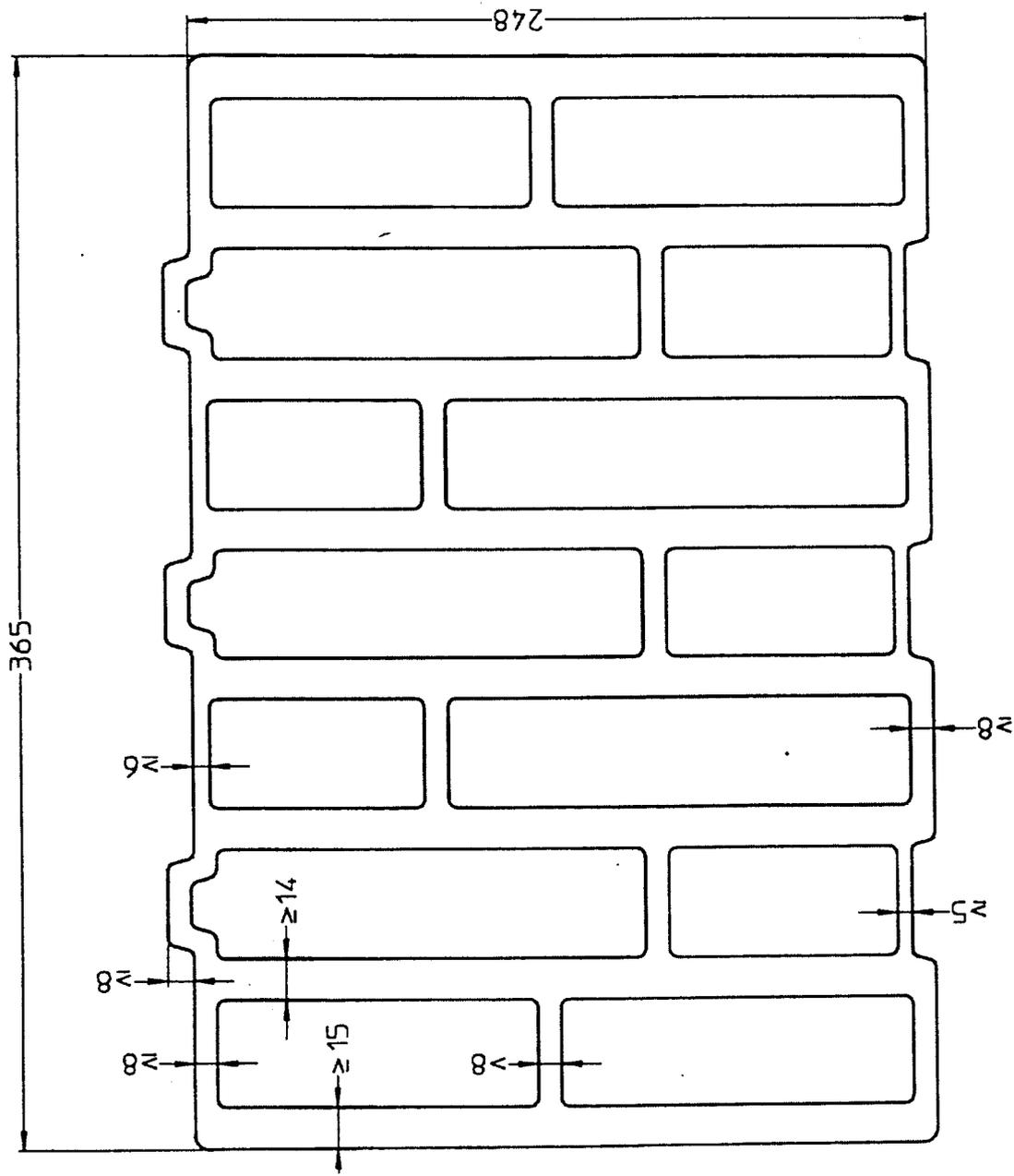
**Konstruktiver Aufbau der Wandkonstruktion**  
Lage der Messstellen, Probekörper 2

**Materialprüfanstalt für das Bauwesen**  
Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz  
der Technischen Universität Braunschweig

Anlage 1.2 zum

Prüfbericht

Nr.: 3930/7061



**Lochbild und Abmessungen des Ziegels**

Probekörper 1 und 2

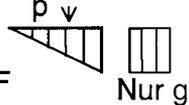
**Materialprüfanstalt für das Bauwesen**

Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz  
der Technischen Universität Braunschweig

Anlage 1.3 zum

Prüfbericht:

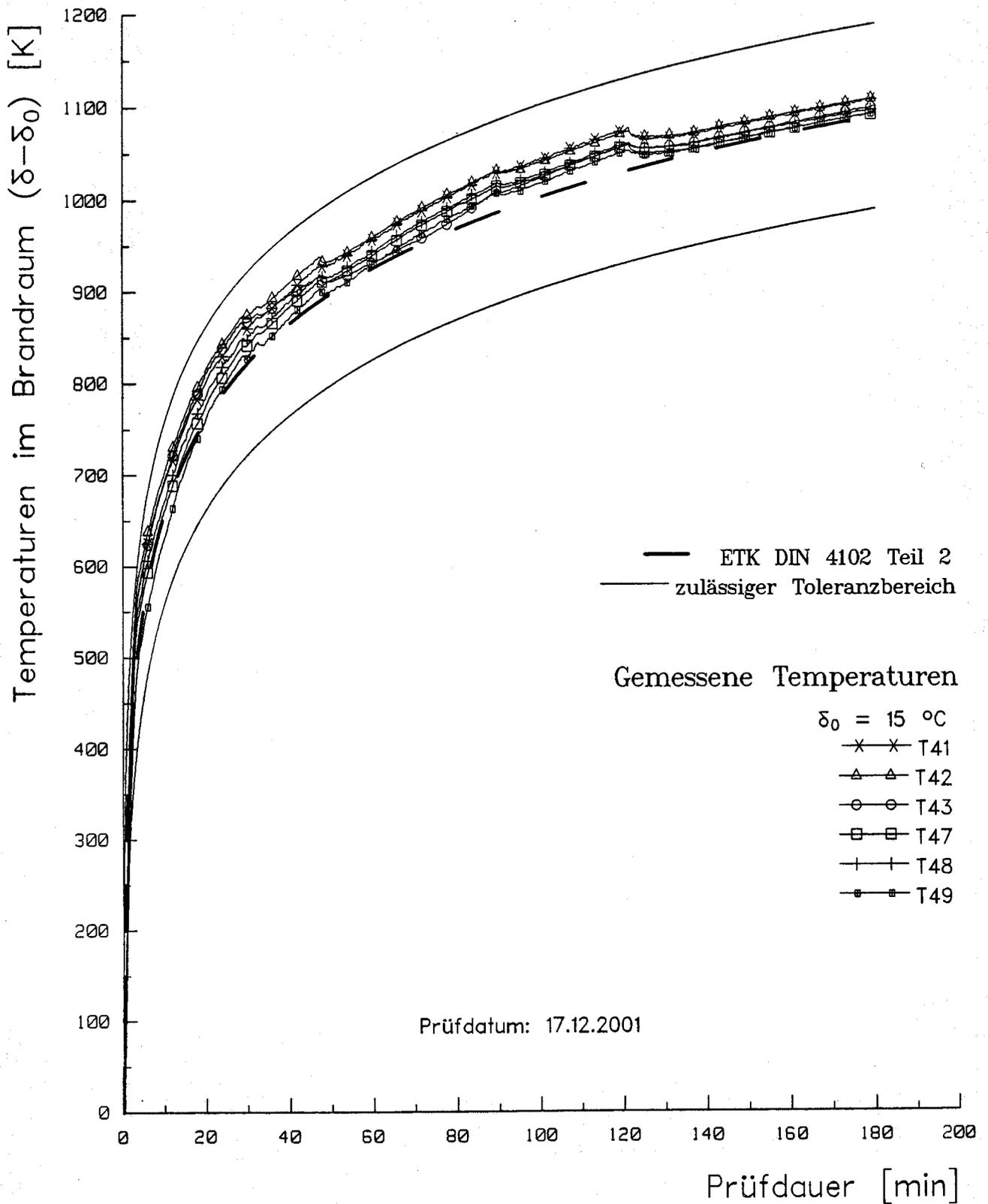
Nr.: 3930/7061

Zeile	Beschreibung	Normbezug	Probekörper 1	Probekörper 2
1	Verwendete Steine	Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung	248 x 365 x 248	
1.1	Abmessungen l x b x h [mm]	Nr. Z-17.1-674		
1.2	Angaben zur Lochung			
1.2.1	Gesamtlochquerschnitt [%]		59,2	
1.2.2	Lochreihenzahl		7	
1.2.3	Summe der Stegdicken [mm/m]		-	
1.3	Steinfestigkeit	allgemeine		
1.3.1	vorh. Festigkeit i.M./mind. [N/mm <sup>2</sup> ]	bauaufsichtliche	8,1/7,7	
1.3.2	Festigkeitsklasse	Zulassung Z-17.1-679	6	
1.4	Steinrohddichte			
1.4.1	Vorh. Rohddichte i.M. [N/mm <sup>2</sup> ]		0,55	
1.4.2	Rohddichteklasse		0,55	
2	Verwendeter Mörtel <sup>2)</sup>		Poroton-T-Dünnbettmörtel Typ III mit Glasfilamentgewebe BASIS SK	
2.1	vorh. Druckfestigkeit i.M. mind. [N/mm <sup>2</sup> ]		1)	
2.2	Putzmörtel Feuerseite		20 mm Zement MG Plc	10 mm Gips MG PIVc
2.3	Putzmörtel feuerabgekehrte Seite		10 mm Gips MG PIVc	20 mm Zement MG Plc
3	Alter des Probekörpers [Tage]		91	94
4	Feuchtigkeitsgehalt zur Zeit der Prüfung [Gew.-%]		0,59	
5	Belastung			
5.1	Ausnutzungsfaktor [%]		1,0	1,0
5.2	Belastungs-Spannungsbild (p = Streckenlast) (F = Feuerseite)	Grundwert der Druckspannung von $\sigma_0 = 0,8 \text{ N/mm}^2$ vorh $\sigma_R = 0,8 \text{ N/mm}^2$		
6	Feuerwiderstanddauer [min]		180	≥ 92

<sup>1)</sup> wurde nicht ermittelt

<sup>2)</sup> Sackware von Auftraggeber mitgebracht

<b>Baustoffkennwerte</b>	Anlage 1.4 zum
<b>Materialprüfanstalt für das Bauwesen</b> Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz der Technischen Universität Braunschweig	Prüfbericht Nr.: 3930/7061



Temperaturen im Brandraum  
 Prüfung 1

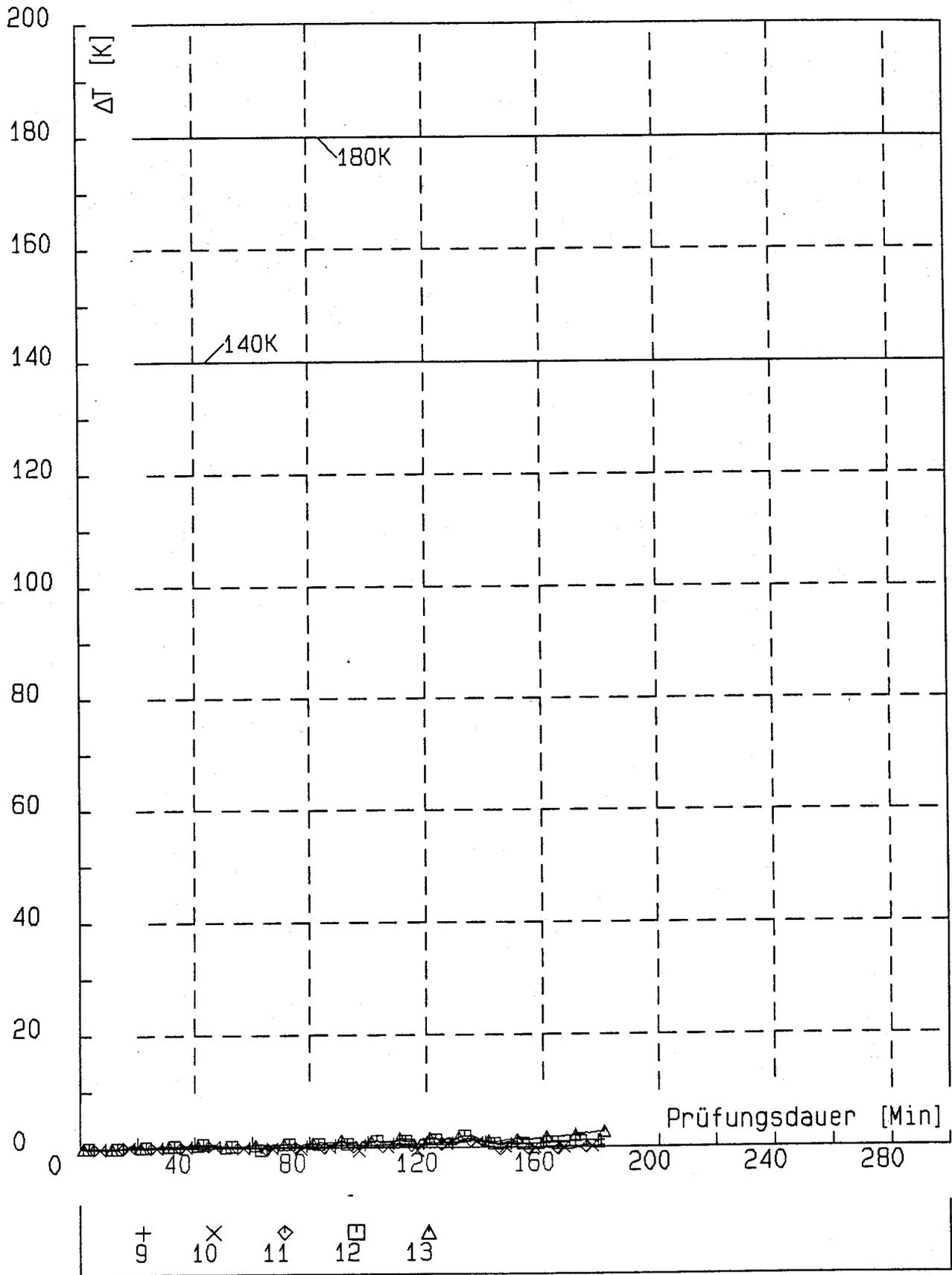
Materialprüfanstalt für das Bauwesen  
 Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz  
 der Technischen Universität Braunschweig

Anlage 2.1 zum

Prüfbericht

Nr.: 3930/7061

Mittelwert-Messstellen

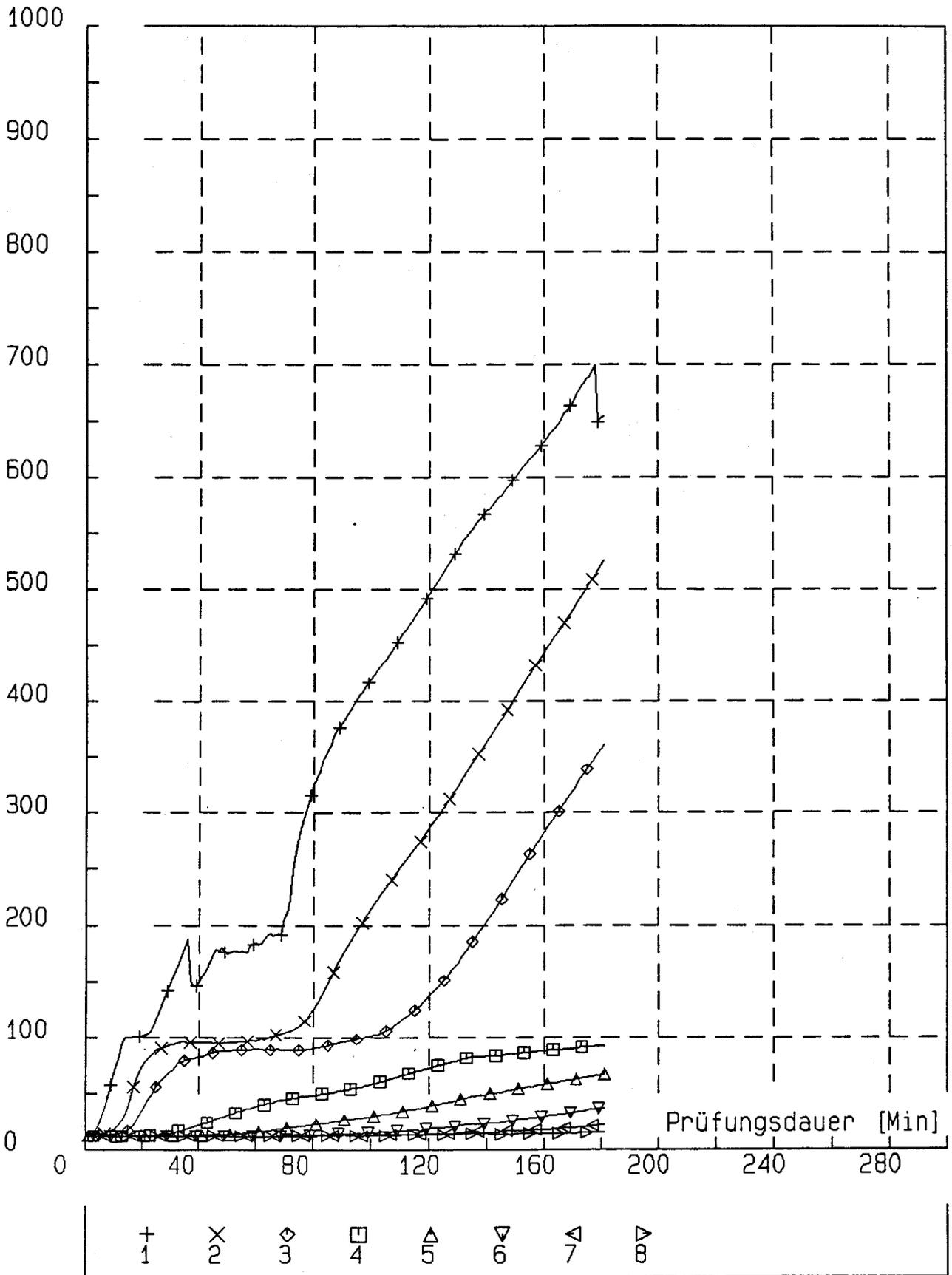


**Temperaturen am Probekörper**  
Probekörper 1

**Materialprüfanstalt für das Bauwesen**  
Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz  
der Technischen Universität Braunschweig

Anlage 2.2 zum  
Prüfbericht  
Nr.: 3930/7061

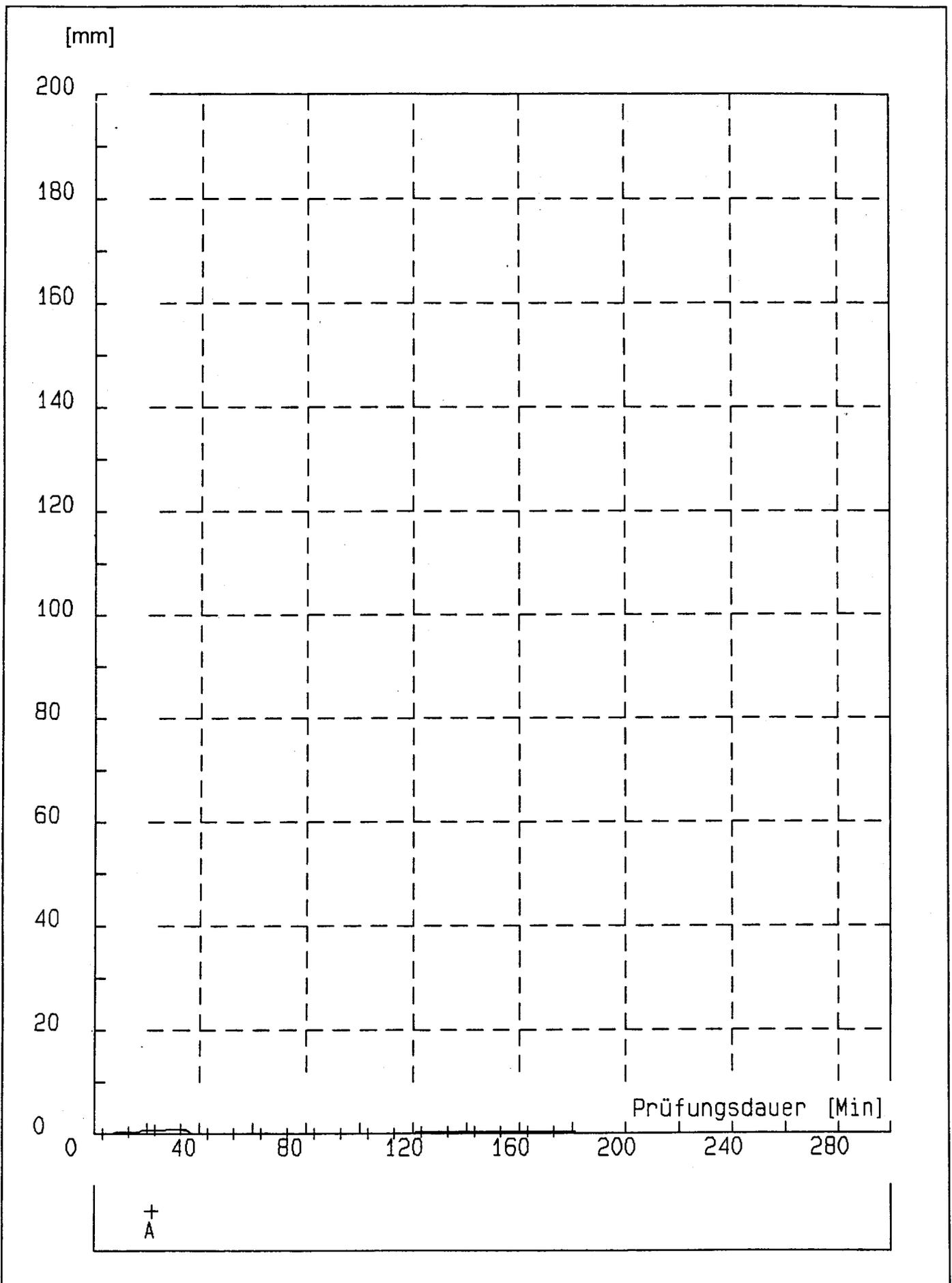
[°C] Messleiter



**Temperaturen am Probekörper**  
Probekörper 1

**Materialprüfanstalt für das Bauwesen**  
Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz  
der Technischen Universität Braunschweig

Anlage 2.3 zum  
Prüfbericht  
Nr.: 3930/7061



**Verformungen am Probekörper**  
Probekörper 1

**Materialprüfanstalt für das Bauwesen**  
Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz  
der Technischen Universität Braunschweig

Anlage 2.4 zum

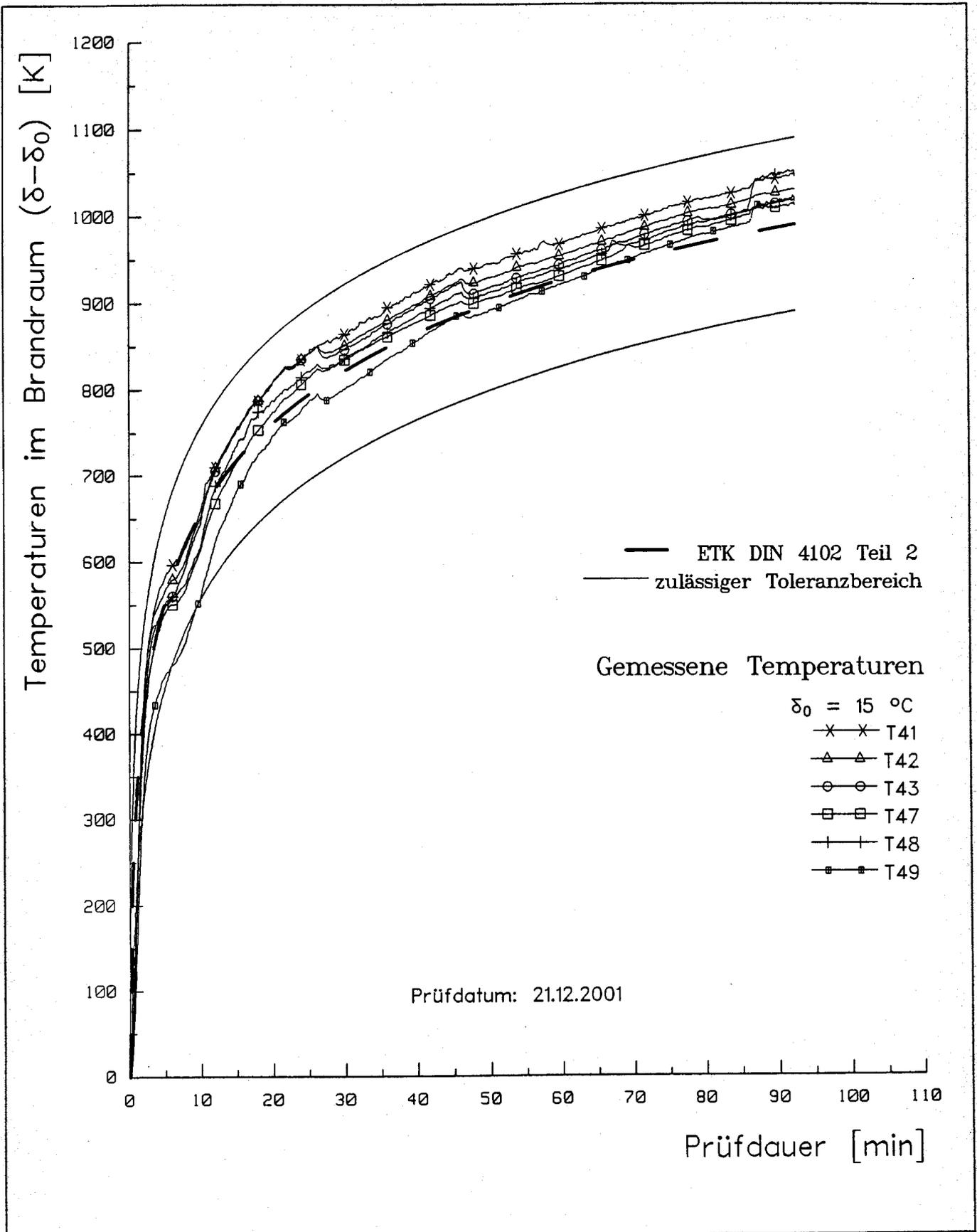
Prüfbericht

Nr.: 3930/7061

Prüf- dauer (min)	Seite*)	Beobachtungen während der Brandprüfung am 17.12.2001
5	F	Der Putz verfärbt sich dunkel.
20	F	Der Putz ist wieder hell.
37	F	Es hat sich ein ca. 260 cm langer horizontaler Riss im Putz gebildet.
75	F	An weiteren Stellen haben sich horizontale und vertikale Risse im Putz gebildet.
120	F	An weiteren Stellen haben sich vertikale Risse im Putz gebildet.
180		Ende der Beflammung.

\*) F = Feuerseite  
A = Außenseite

<b>Beobachtungen während der Prüfung 1</b>	Anlage 2.5 zum
<b>Materialprüfanstalt für das Bauwesen</b> Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz der Technischen Universität Braunschweig	Prüfbericht Nr.: 3930/7061



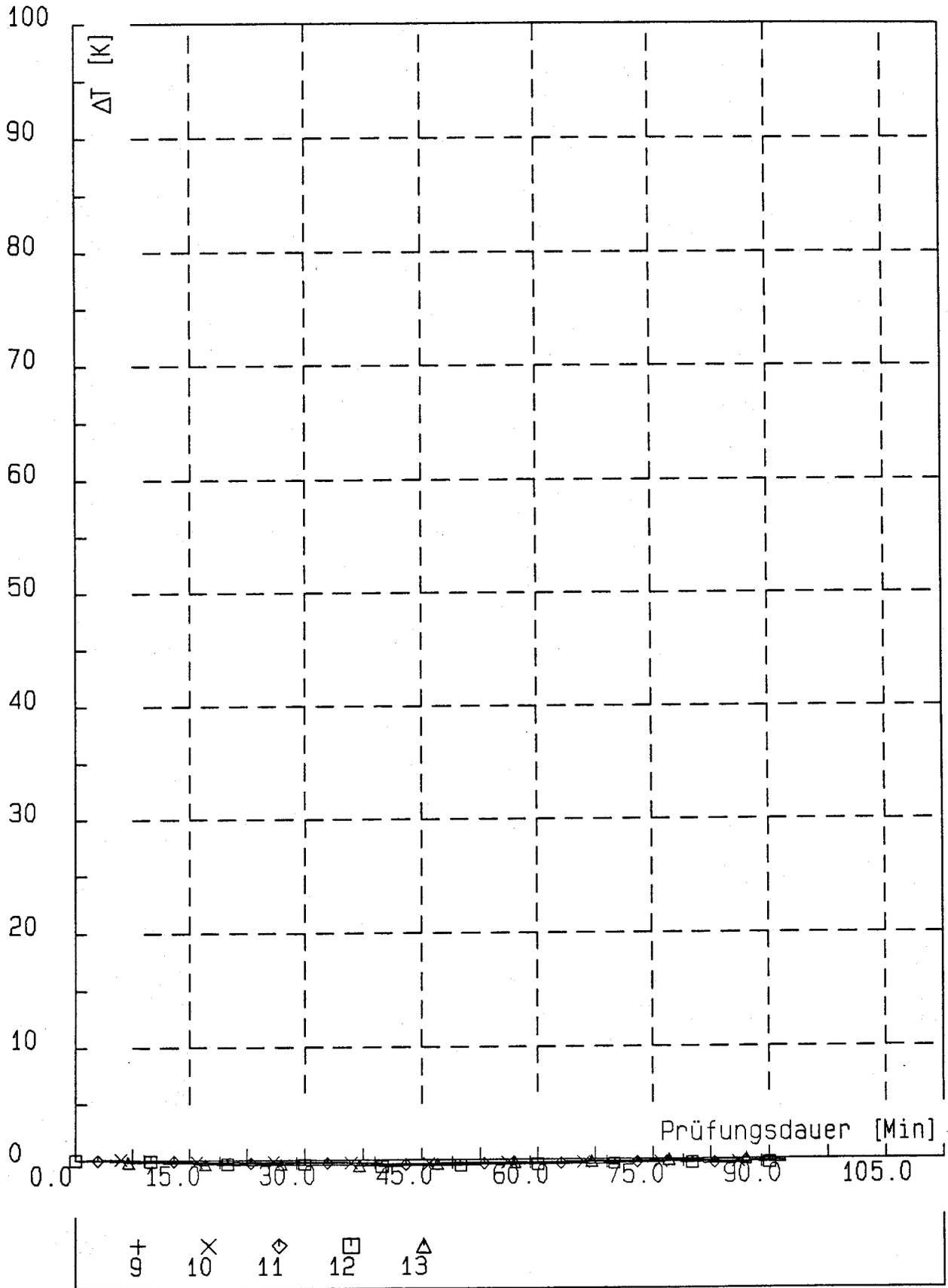
Temperaturen im Brandraum  
 Prüfung 2

Materialprüfanstalt für das Bauwesen  
 Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz  
 der Technischen Universität Braunschweig

Anlage 3.1 zum

Prüfbericht  
 Nr.: 3930/7061

Mittelwert-Messstellen

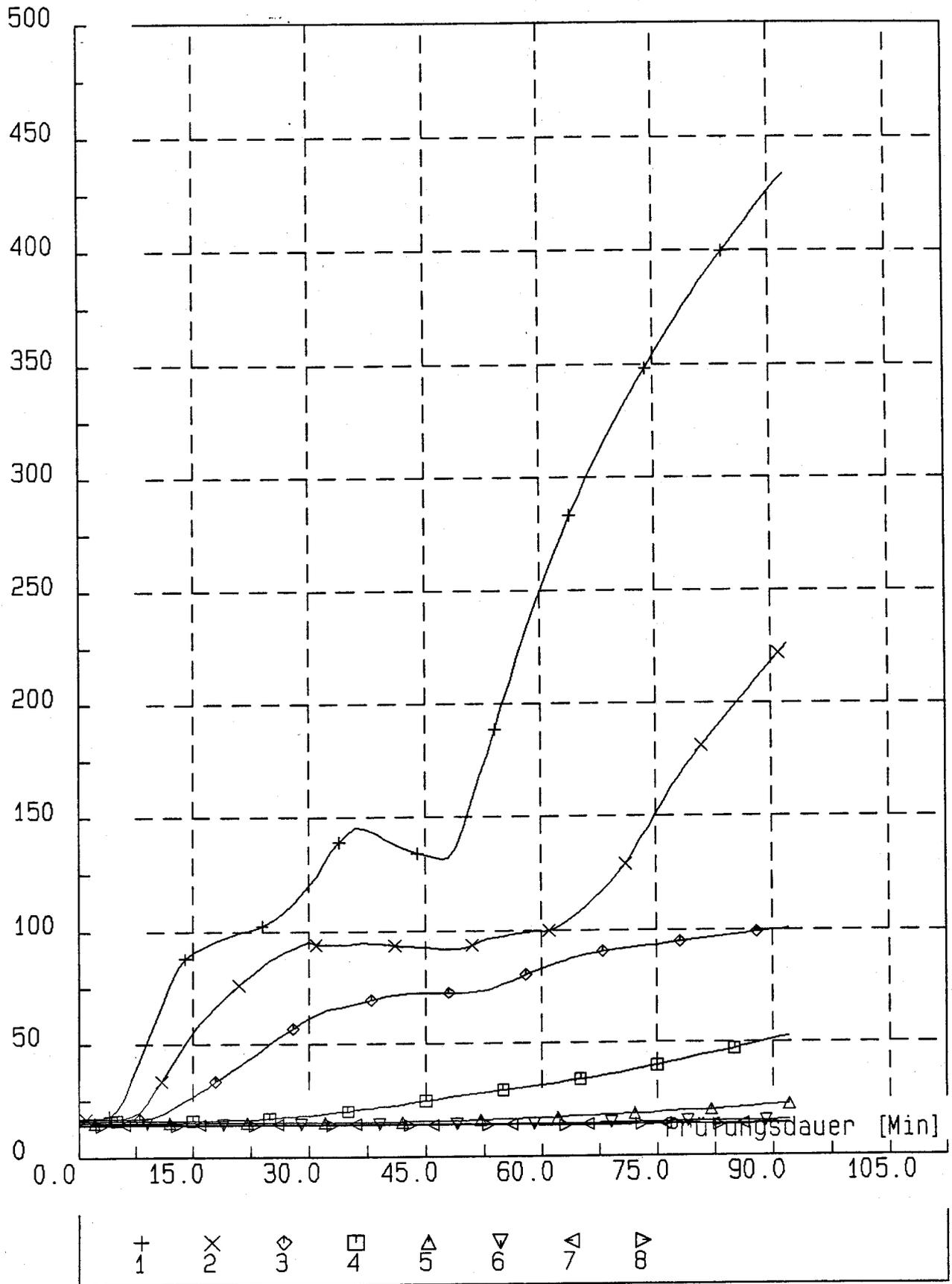


**Temperaturen am Probekörper**  
Probekörper 2

**Materialprüfanstalt für das Bauwesen**  
Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz  
der Technischen Universität Braunschweig

Anlage 3.2 zum  
Prüfbericht  
Nr.: 3930/7061

[°C] Messleiter

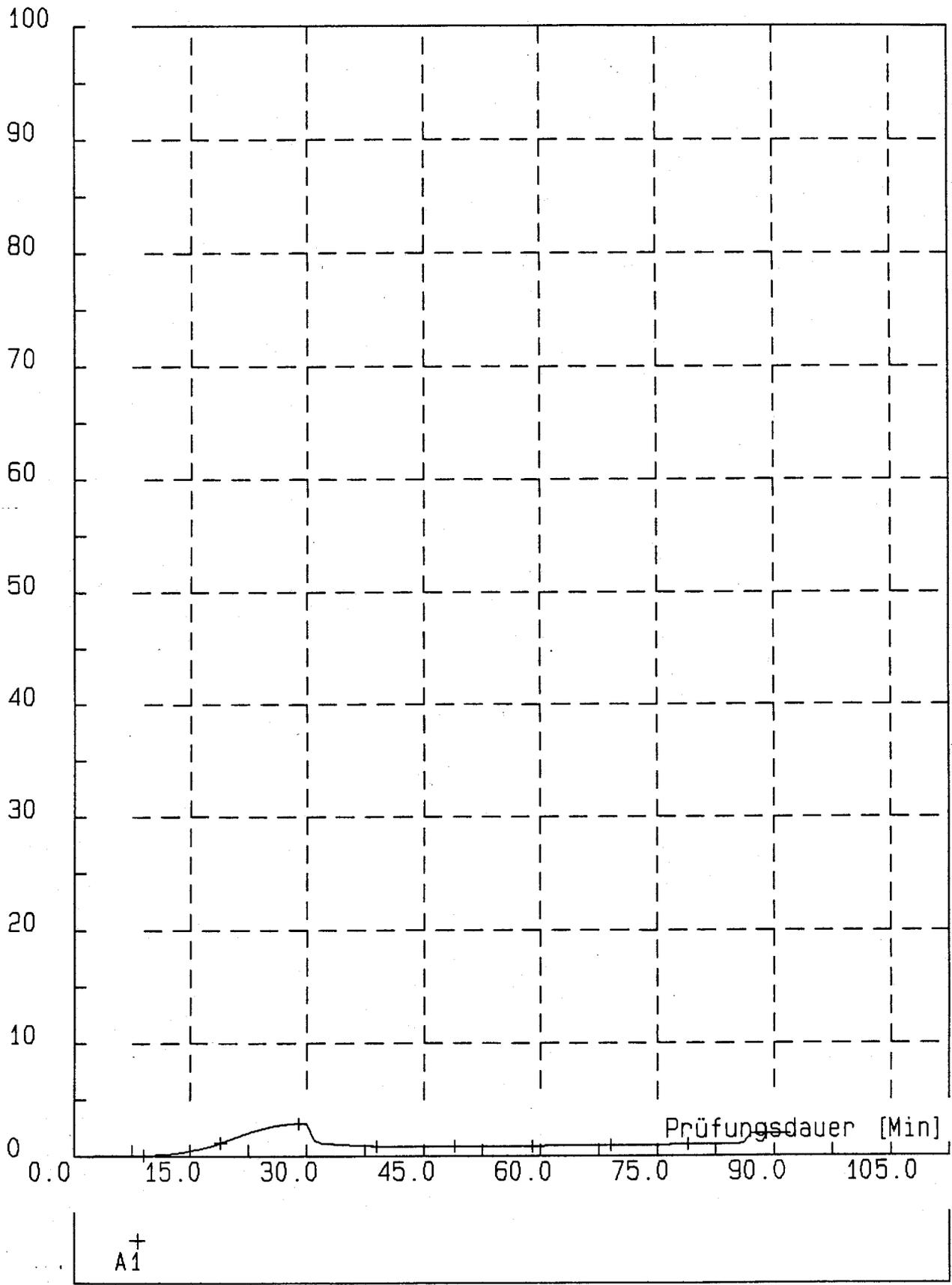


**Temperaturen am Probekörper**  
Probekörper 2

**Materialprüfanstalt für das Bauwesen**  
Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz  
der Technischen Universität Braunschweig

Anlage 3.3 zum  
Prüfbericht  
Nr.: 3930/7061

[mm]



A1

**Verformungen am Probekörper**  
Probekörper 2

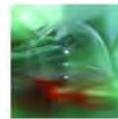
**Materialprüfanstalt für das Bauwesen**  
Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz  
der Technischen Universität Braunschweig

Anlage 3.4 zum  
Prüfbericht  
Nr.: 3930/7061

Prüf- dauer (min)	Seite*)	Beobachtungen während der Brandprüfung am 21.12.2001
10	F	Der Putz verfärbt sich dunkel.
20	F	Der Putz ist wieder hell.
40	F	Der Putz ist horizontal und vertikal gerissen.
45	F	Ein weiterer horizontaler Riss hat sich ca. 1 m vom linken Wandanschluss entfernt gebildet.
48	A	Im oberen Wandbereich hat sich ein horizontaler Riss gebildet.
		Entsprechend DIN EN 1363-2, Abschnitt 7, wurde eine Stoßprüfung durchgeführt.
91		1. Stoß belastet: Die Wand bleibt unverändert.
92		2. Stoß belastet: Die Wand bleibt unverändert.
92		3. Stoß unbelastet: Die Wand bleibt unverändert.
92		Ende der Beflammung. Auf der Feuerseite und der dem Feuer abgekehrten Seite ist kein Putz abgefallen.

\*) F = Feuerseite  
A = Außenseite

<b>Beobachtungen während der Prüfung 2</b>	Anlage 3.5 zum
<b>Materialprüfanstalt für das Bauwesen</b> Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz der Technischen Universität Braunschweig	Prüfbericht Nr.: 3930/7061



Produktprüfung  
Zertifizierung  
Qualitätssicherung

**eco**  
INSTITUT

eco-INSTITUT GmbH Sachsenring 69 50677 Köln  
Schlagmann Baustoffwerke GmbH & Co KG  
Herrn Manfred Weimer  
Ziegeleistr. 1  
**84367 Zeilarn**

## Prüfbericht Nr. 19714-1

<b>Auftraggeber:</b>	<b>Schlagmann Baustoffwerke GmbH &amp; Co KG, Zeilarn</b>
<b>Probenbezeichnung lt. Auftraggeber:</b>	<b>POROTON-T8 -365- (zwei perlitgefüllte Ziegel)</b>
Proben-Nr:	19714-1
Probenart:	Ziegel
Probenbereitstellung:	Durch Auftraggeber
Probeneingang:	11.09.2008
Datum der Berichterstellung:	29.10.2008
Seitenzahl des Prüfberichts:	15
Prüfziele:	1. Emissionsanalysen: Flüchtige organische Verbindungen (VOC) Formaldehyd 2. Geruchsprüfung
Prüfendes Labor:	eco-INSTITUT GmbH, Köln



eco-INSTITUT GmbH  
Sachsenring 69  
50677 Köln

Fon +49-(0)221-931 245 -0  
Fax +49-(0)221-931 245 -33

www.eco-institut.de  
www.eco-info.de  
info@eco-institut.de

Akkreditiert ISO/IEC 17025



## Inhalt

<b>Prüfbericht</b>	<b>3</b>
<b>1 Emissionsanalysen</b>	<b>3</b>
1.1 Flüchtige organische Verbindungen (VOC)	3
Messzeitpunkt 3 Tage nach Prüfkammerbeladung	6
1.1.1 KMR-VOC <sub>3d</sub>	6
1.1.2 VOC <sub>3d</sub> / TVOC <sub>3d</sub>	7
1.1.3 VVOC <sub>3d</sub>	8
1.1.4 SVOC <sub>3d</sub>	9
Messzeitpunkt 28 Tage nach Prüfkammerbeladung	10
1.1.5 VOC <sub>28d</sub> / TVOC <sub>28d</sub>	10
1.1.6 VVOC <sub>28d</sub>	11
1.1.7 SVOC <sub>28d</sub>	12
1.2 Formaldehyd <sub>28d</sub>	13
<b>Gutachterliche Bewertung</b>	<b>14</b>
<b>Anhang</b>	<b>15</b>

# Prüfbericht

## 1 Emissionsanalysen

### 1.1 Flüchtige organische Verbindungen (VOC)

#### Begriffsdefinitionen:

VOC (flüchtige organische Verbindungen)	Alle Einzelstoffe mit Konzentrationen $\geq 0,001 \text{ mg/m}^3$ im Retentionsbereich $C_6$ (n-Hexan) bis $C_{16}$ (n-Hexadecan) Stoffe siehe NIK-Liste / AgBB
TVOC (Summe flüchtige organische Verbindungen)	Summe aller Einzelstoffe im Retentionsbereich $C_6$ bis $C_{16}$ .
KMR-VOC (kanzerogene, mutagene, reproduktionstoxische VOC)	Alle Einzelstoffe mit folgenden Einstufungen: RL 67/548 EWG: Carc. Cat.1, 2; Mut. Cat.1, 2; Repr. Cat.1, 2 IARC: Group 1, 2A DFG MAK-Liste: Kategorie III1, III2
VVOC (leichtflüchtige organische Verbindungen)	Alle Einzelstoffe mit Konzentrationen $\geq 0,001 \text{ mg/m}^3$ im Retentionsbereich $< C_6$
SVOC (schwerflüchtige organische Verbindungen)	Alle Einzelstoffe $\geq 0,001 \text{ mg/m}^3$ im Retentionsbereich $> C_{16}$ (n-Hexadecan) bis $C_{22}$ (Docosan)
Summe SVOC (Summe schwerflüchtige organische Verbindungen)	Summe aller SVOC im Retentionsbereich $> C_{16}$ bis $C_{22}$
Identifizierte und kalibrierte und Stoffe ( $C_{id \text{ sub}}$ ), substanzspezifisch berechnet	Spektrum und Retentionszeit stimmen mit der kalibrierten Vergleichssubstanz überein
Nicht identifizierte Stoffe, berechnet als Toluoläquivalent ( $C_{ni \text{ tol}}$ )	Vorschlag aus der Spektrenbibliothek mit hoher Wahrscheinlichkeit bzw. Zuordnung zu einer Substanzgruppe
SER	Spezifische Emissionsrate (siehe Anhang)

## Liste der analysierten flüchtigen organischen Verbindungen:

### Aromatische Kohlenwasserstoffe

Toluol  
Ethylbenzol  
p-Xylol  
m-Xylol  
o-Xylol  
Isopropylbenzol  
n-Propylbenzol  
1,3,5-Trimethylbenzol  
1,2,4-Trimethylbenzol  
1,2,3-Trimethylbenzol  
2-Ethyltoluol  
1-Isopropyl-4-methylbenzol  
1,2,4,5-Tetramethylbenzol  
n-Butylbenzol  
1,3-Diisopropylbenzol  
1,4-Diisopropylbenzol  
Phenyltoluol  
1-Phenyldecan\*\*  
1-Phenylundecan\*\*  
4-Phenylcyclohexen  
Styrol  
Phenylacetylen  
2-Phenylpropen  
Vinyltoluol  
Naphthalin  
Inden  
Benzol

### Gesättigte aliphatische Kohlenwasserstoffe

2-Methylpentan\*  
3-Methylpentan\*  
n-Hexan  
Cyclohexan  
Methylcyclohexan  
1,4-Dimethylcyclohexan  
n-Heptan  
n-Octan  
n-Nonan  
n-Decan  
n-Undecan  
n-Dodecan  
n-Tridecan  
n-Tetradecan  
n-Pentadecan  
n-Hexadecan  
Methylcyclopentan

### Terpene

δ-3-Caren  
α-Pinen  
β-Pinen  
Limonen

### Aliphatische Alkohole und Ether

1-Propanol\*  
2-Propanol\*  
tert-Butanol  
2-Methyl-1-propanol  
1-Butanol  
1-Pentanol  
1-Hexanol  
Cyclohexanol  
2-Ethyl-1-hexanol  
1-Octanol  
4-Hydroxy-4-methyl-pentan-2-on  
1-Heptanol  
1-Nonanol  
1-Decanol

### Aromatische Alkohole (Phenole)

Phenol  
BHT (2,6-di-tert-butyl-4-methylphenol)  
Benzylalkohol

### Glykole, Glykolether, Glykolester

Propylenglykol (1,2-Dihydroxypropan)  
Ethylenglykol (Ethandiol)  
Ethylenglykolmonobutylether  
Diethylenglykol  
Diethylenglykol-monobutylether  
2-Phenoxyethanol  
Ethylencarbonat  
1-Methoxy-2-propanol  
Texanol  
Glykolsäurebutylester  
Butylidiglykolacetat  
Dipropylenglykolmono-methylether  
2-Methoxyethanol  
2-Ethoxyethanol  
2-Propoxyethanol  
2-Methylethoxyethanol  
2-Hexoxyethanol  
1,2-Dimethoxyethan  
1,2-Diethoxyethan  
2-Methoxyethylacetat  
2-Ethoxyethylacetat  
2-Butoxyethylacetat  
2-(2-Hexoxyethoxy)-ethanol  
1-Methoxy-2-(2-methoxy-ethoxy)-ethan  
Propylenglykol-di-acetat  
Dipropylenglykol  
Dipropylenglykolmonomethyletheracetat  
Dipropylenglykolmono-n-propylether  
Dipropylenglykolmono-t-butylether  
1,4-Butandiol  
Tripropylenglykolmonomethylether  
Triethylenglykoldimethylether  
1,2-Propylenglykoldimethylether  
TXIB (Texanolisobutyrat)  
Ethylidiglykol  
Dipropylenglykol-dimethylether

### Aldehyde

Butanal\*  
Pentanal  
Hexanal  
Heptanal  
2-Ethylhexanal  
Octanal  
Nonanal  
Decanal  
2-Butenal  
2-Pentenal  
2-Hexenal  
2-Heptenal  
2-Octenal  
2-Nonenal  
2-Decenal  
2-Undecenal  
Furfural  
Glutaraldehyd  
Benzaldehyd  
Acetaldehyd\*  
Propanal\*

### Ketone

Ethylmethylketon  
3-Methyl-2-butanon  
Methylisobutylketon  
Cyclopentanon  
Cyclohexanon  
Aceton\*  
2-Methylcyclopentanon  
2-Methylcyclohexanon  
Acetophenon  
1-Hydroxyaceton

### Säuren

Essigsäure  
Propionsäure  
Isobuttersäure  
Buttersäure  
Pivalinsäure  
n-Valeriansäure  
n-Caprionsäure  
n-Heptansäure  
n-Octansäure  
2-Ethylhexansäure

### Ester und Lactone

Methylacetat\*  
Ethylacetat\*  
Vinylacetat\*  
Isopropylacetat  
Propylacetat  
2-Methoxy-1-methylethylacetat  
n-Butylformiat  
Methylmethacrylat  
Isobutylacetat  
1-Butylacetat  
2-Ethylhexylacetat  
Methylacrylat  
Ethylacrylat  
n-Butylacrylat  
2-Ethylhexylacrylat  
Adipinsäuredimethylester  
Fumarsäuredibutylester  
Bernsteinsäuredimethylester  
Glutarsäuredimethylester  
Hexandioldiacrylat  
Maleinsäuredibutylester  
Butyrolacton  
Dimethylphthalat  
Texanol

### Chlorierte Kohlenwasserstoffe

Tetrachlorethen  
1,1,1-Trichlorethan  
Trichlorethen  
1,4-Dichlorbenzol

### Andere

1,4-Dioxan  
Caprolactam  
N-Methyl-2-pyrrolidon  
Octamethylcyclotetrasiloxan  
Methenamin  
2-Butanonoxim  
Tributylphosphat  
Triethylphosphat  
5-Chlor-2-methyl-4-isothiazolin-3-on  
2-Methyl-4-isothiazolin-3-on (MIT)  
Triethylamin  
Tetrahydrofuran (THF)  
1-Decen  
1-Octen  
2-Pentylfuran  
Propylencarbonat  
Isophoron  
Tetramethylsuccinonitril  
Dimethylformamid (DMF)

\* VVOC

\*\* SVOC

**Prüfmethode:**

Herstellung des Prüfkörpers:

DIN EN ISO 16000-11	
Vorbehandlung:	entfällt
Abklebung der Rückseite:	nein (s. Kantenabklebung)
Abklebung der Kanten:	ja (Ober-, Unterseite, zwei Seitenflächen)
Verhältnis offener Kanten zur Oberfläche:	entfällt
Beladung:	bezogen auf die Fläche
Abmessungen:	(25 x 25) x 2 cm

Prüfkammerbedingungen:

DIN EN ISO 16000-9	
Kammervolumen:	0,125 m <sup>3</sup>
Temperatur:	23°C
Relative Luftfeuchte:	50 %
Luftdruck:	normal
Luft:	gereinigt
Luftwechselrate:	0,5 h <sup>-1</sup>
Anströmgeschwindigkeit:	0,3 m/s
Beladung:	1 m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>
Spez. Luftdurchflussrate:	0,5 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> *h
Luftprobenahme	3 Tage (KMR-VOC) bzw. 28 Tage nach Prüfkammerbeladung

Analytik:

DIN ISO 16000-6	
Bestimmungsgrenze:	2 µg/m <sup>3</sup>

## **Messzeitpunkt 3 Tage nach Prüfkammerbeladung**

### **1.1.1 KMR-VOC<sub>3d</sub>**

#### **Prüfziel:**

Kanzerogene, mutagene und reproduktionstoxische flüchtige organische Verbindungen (KMR-VOC), Prüfkammer, Luftprobenahme 3 Tage Prüfkammerbeladung

#### **Prüfergebnis:**

KMR-VOC waren 3 Tage nach Prüfkammerbeladung nicht nachweisbar.

### 1.1.2 VOC<sub>3d</sub> / TVOC<sub>3d</sub>

**Prüfziel:**

Flüchtige organische Verbindungen (VOC), Prüfkammer, Luftprobenahme 3 Tage nach Prüfkammerbeladung

**Prüfergebnis:**

Nr.	Stoff	CAS-Nr.	Konzentration (Prüfkammerluft) [µg/m <sup>3</sup> ]
<b>VOC<sub>3d</sub>: Identifizierte und kalibrierte Stoffe gem. NIK-Liste / AgBB, substanzspezifisch berechnet (c<sub>id sub</sub>)</b>			
<b>1</b>	<b>Aromatische Kohlenwasserstoffe</b>		
1-1	Toluol	108-88-3	2
<b>4</b>	<b>Aliphatische Alkohole und Ether</b>		
4-6	1-Butanol	71-36-3	11
<b>9</b>	<b>Säuren</b>		
9-1	Essigsäure	64-19-7	7
<b>VOC<sub>3d</sub>: Weitere identifizierte und kalibrierte Stoffe in Ergänzung zur NIK-Liste / AgBB, substanzspezifisch berechnet (c<sub>id sub</sub>)</b>			
-	-	-	-
<b>VOC<sub>3d</sub>: Nicht identifizierte Stoffe, berechnet als Toluoläquivalent (c<sub>ni tol</sub>)</b>			
-	Siloxanverbindung	-	4
-	Benzoessäure	-	14

Summe flüchtige organische Verbindungen	Konzentration (Prüfkammerluft) [µg/m <sup>3</sup> ]	SER <sub>a</sub> [µg/m <sup>3</sup> h]
<b>TVOC<sub>3d</sub></b>	<b>38</b>	<b>19</b>

### 1.1.3 $VVOC_{3d}$

#### Prüfziel:

Leichtflüchtige organische Verbindungen (VVOC), Prüfkammer, Luftprobenahme  
3 Tage nach Prüfkammerbeladung

#### Prüfergebnis:

Nr.	Stoff	CAS-Nr.	Konzentration (Prüfkammerluft) [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
<b><math>VVOC_{3d}</math>: Identifizierte und kalibrierte Stoffe gem. NIK-Liste / AgBB, substanzspezifisch berechnet (<math>c_{id\ sub}</math>)</b>			
-	-	-	-
<b><math>VVOC_{3d}</math>: Weitere identifizierte und kalibrierte Stoffe in Ergänzung zur NIK- Liste / AgBB, substanzspezifisch berechnet (<math>c_{id\ sub}</math>)</b>			
-	-	-	-
<b><math>VVOC_{3d}</math>: Nicht identifizierte Stoffe, berechnet als Toluoläquivalent (<math>c_{ni\ tol}</math>)</b>			
-	-	-	-

### 1.1.4 SVOC<sub>3d</sub>

**Prüfziel:**

Schwerflüchtige organische Verbindungen (SVOC), Prüfkammer, Luftprobenahme  
 3 Tage nach Prüfkammerbeladung

**Prüfergebnis:**

Nr.	Stoff	CAS-Nr.	Konzentration (Prüfkammerluft) [µg/m <sup>3</sup> ]
<b>SVOC<sub>3d</sub>: Identifizierte und kalibrierte Stoffe gem. NIK-Liste / AgBB, substanzspezifisch berechnet (c<sub>id sub</sub>)</b>			
-	-	-	-
<b>SVOC<sub>3d</sub>: Weitere identifizierte und kalibrierte Stoffe in Ergänzung zur NIK- Liste / AgBB, substanzspezifisch berechnet (c<sub>id sub</sub>)</b>			
-	-	-	-
<b>SVOC<sub>3d</sub>: Nicht identifizierte Stoffe, berechnet als Toluoläquivalent (c<sub>ni tol</sub>)</b>			
-	-	-	-

Summe schwerflüchtige organische Verbindungen	Konzentration (Prüfkammerluft) [µg/m <sup>3</sup> ]	SER <sub>a</sub> [µg/m <sup>3</sup> h]
Σ SVOC <sub>3d</sub>	-	-

## Messzeitpunkt 28 Tage nach Prüfkammerbeladung

### 1.1.5 VOC<sub>28d</sub> / TVOC<sub>28d</sub>

**Prüfziel:**

Flüchtige organische Verbindungen (VOC), Prüfkammer, Luftprobenahme 28 Tage nach Prüfkammerbeladung

**Prüfergebnis:**

Nr.	Stoff	CAS-Nr.	Konzentration (Prüfkammerluft) [µg/m <sup>3</sup> ]
<b>VOC<sub>28d</sub>: Identifizierte und kalibrierte Stoffe gem. NIK-Liste / AgBB, substanzspezifisch berechnet (c<sub>id sub</sub>)</b>			
4	<b>Aliphatische Alkohole und Ether</b>		
4-6	1-Butanol	71-36-3	6
<b>VOC<sub>28d</sub>: Weitere identifizierte und kalibrierte Stoffe in Ergänzung zur NIK-Liste / AgBB, substanzspezifisch berechnet (c<sub>id sub</sub>)</b>			
-	-	-	-
<b>VOC<sub>28d</sub>: Nicht identifizierte Stoffe, berechnet als Toluoläquivalent (c<sub>ni tol</sub>)</b>			
-	Siloxanverbindung	-	4

Summe flüchtige organische Verbindungen	Konzentration (Prüfkammerluft) [µg/m <sup>3</sup> ]	SER <sub>a</sub> [µg/m <sup>3</sup> h]
<b>TVOC<sub>28d</sub></b>	<b>10</b>	<b>5</b>

### 1.1.6 VVOC<sub>28d</sub>

#### Prüfziel:

Leichtflüchtige organische Verbindungen (VVOC), Prüfkammer, Luftprobenahme  
28 Tage nach Prüfkammerbeladung

#### Prüfergebnis:

Nr.	Stoff	CAS-Nr.	Konzentration (Prüfkammerluft) [µg/m <sup>3</sup> ]
<b>VVOC<sub>28d</sub>: Identifizierte und kalibrierte Stoffe gem. NIK-Liste / AgBB, substanzspezifisch berechnet (c<sub>id sub</sub>)</b>			
-	-	-	-
<b>VVOC<sub>28d</sub>: Weitere identifizierte und kalibrierte Stoffe in Ergänzung zur NIK- Liste / AgBB, substanzspezifisch berechnet (c<sub>id sub</sub>)</b>			
-	-	-	-
<b>VVOC<sub>28d</sub>: Nicht identifizierte Stoffe, berechnet als Toluoläquivalent (c<sub>ni tol</sub>)</b>			
-	-	-	-

### 1.1.7 SVOC<sub>28d</sub>

**Prüfziel:**

Schwerflüchtige organische Verbindungen (SVOC), Prüfkammer, Luftprobenahme  
 28 Tage nach Prüfkammerbeladung

**Prüfergebnis:**

Nr.	Stoff	CAS-Nr.	Konzentration (Prüfkammerluft) [µg/m <sup>3</sup> ]
<b>SVOC<sub>28d</sub>: Identifizierte und kalibrierte Stoffe gem. NIK-Liste / AgBB, substanzspezifisch berechnet (c<sub>id sub</sub>)</b>			
-	-	-	-
<b>SVOC<sub>28d</sub>: Weitere identifizierte und kalibrierte Stoffe in Ergänzung zur NIK- Liste / AgBB, substanzspezifisch berechnet (c<sub>id sub</sub>)</b>			
-	-	-	-
<b>SVOC<sub>28d</sub>: Nicht identifizierte Stoffe, berechnet als Toluoläquivalent (c<sub>ni tol</sub>)</b>			
-	-	-	-

Summe schwerflüchtige organische Verbindungen	Konzentration (Prüfkammerluft) [µg/m <sup>3</sup> ]	SER <sub>a</sub> [µg/m <sup>3</sup> h]
Σ SVOC <sub>28d</sub>	-	-

## 1.2 Formaldehyd<sub>28d</sub>

### Prüfziel:

Formaldehyd, Prüfkammer, Luftprobenahme 28 Tage nach Prüfkammerbeladung

### Prüfmethode:

Herstellung des Prüfkörpers:	DIN EN 717-1 i.A. siehe Nr. 1.1 Flüchtige organische Verbindungen
Prüfkammerbedingungen:	DIN EN 717-1 mit folgenden Abweichungen: <ul style="list-style-type: none"><li>- keine Bestimmung der Ausgleichskonzentration; die Formaldehyd-Emission wird an einem Messpunkt wie oben angegeben bestimmt.</li><li>- Prüfkammergröße siehe Kammervolumen</li><li>- Relative Luftfeuchte: 50%</li></ul> Parameter Emissionsprüfkammer: siehe Nr. 1.1 Flüchtige organische Verbindungen
	Luftprobenahme: 28 Tage nach Prüfkammerbeladung
Analytik:	DIN EN 16000-3
	Bestimmungsgrenze: 3 µg/m <sup>3</sup> ≈ 0,003 ppm

### Prüfergebnis:

Stoff	Konzentration (Prüfkammerluft) [µg/m <sup>3</sup> ]	Konzentration (Prüfkammerluft) [ppm]
Formaldehyd	7	0,006

Köln, den 29.10.2008



Dr. rer. nat. H.-U. Krieg  
(Prüfleiter)

## Gutachterliche Bewertung

Das Produkt **POROTON-T8 -365-** wurde im Auftrag der Schlagmann Baustoffwerke GmbH & Co KG einer Emissionsmessung in der Prüfkammer unterzogen.

Die im Prüfbericht dokumentierten Ergebnisse werden wie folgt bewertet.

### Bewertung gem. den Anforderungen des SENTINEL-HAUS-Konzeptes

(Die Anforderungen wurden durch das eco-INSTITUT aufgestellt.)

- Kanzerogene, mutagene und reproduktionstoxische flüchtige organische Verbindungen (KMR-VOC, Kategorie 1 und 2) waren 3 Tage nach Prüfkammerbeladung nicht nachweisbar.
- Die Summe der flüchtigen organischen Verbindungen (TVOC) betrug 3 Tage nach Prüfkammerbeladung  $38 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Dieser Wert liegt deutlich unter dem Zielwert von  $3.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .
- Die Summe der flüchtigen organischen Verbindungen (TVOC) betrug 28 Tage nach Prüfkammerbeladung  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Dieser Wert liegt deutlich unter dem Zielwert von  $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .
- VOC ohne NIK waren 28 Tage nach Prüfkammerbeladung nur in einer unbedeutenden Konzentration nachweisbar ( $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).
- KMR-VOC, Kategorie 3, waren 28 Tage nach Prüfkammerbeladung nicht nachweisbar.
- Leichtflüchtige organische Verbindungen (VVOC) und schwerflüchtige organische Verbindungen (SVOC) waren 28 Tage nach Prüfkammerbeladung nicht nachweisbar.
- Der R-Wert liegt 28 Tage nach Prüfkammerbeladung unter dem Zielwert von 1,0.
- Formaldehyd war 28 Tage nach Prüfkammerbeladung nur in unbedeutender Konzentration (0,006 ppm) nachweisbar.

Das Produkt erfüllt die Anforderungen an emissionsarme Bauprodukte, wie sie in dem DBU-Forschungsprojekt „*Qualitätsentwicklung für ökologische Holzhäuser und Holzbaufachleute: Bauschadensresistenz und Raumlufthygiene*“ (Grundlage für das SENTINEL-HAUS-Konzept) gefordert werden.

Köln, den 29.10.2008



Dr. rer. nat. Gerd Zwiener



Karin Roth, Dipl.-Geogr.

## Anhang

### Erläuterung zur Spezifischen Emissionsrate SER

Emissionsmessungen werden in Prüfkammern unter definierten physikalischen Bedingungen (Temperatur, relative Luftfeuchte, Raumbeladung, Luftwechselrate etc.) durchgeführt.

Prüfkammer-Messergebnisse sind nur dann unmittelbar vergleichbar, wenn die Untersuchungen unter den gleichen Rahmenbedingungen durchgeführt wurden.

Wenn sich die Unterschiede der physikalischen Bedingungen nur auf die Luftwechselrate und/oder die Beladung beziehen, kann zur Vergleichbarkeit der Messergebnisse der „SER“, die „Spezifische Emissions-Rate“ herangezogen werden. Der SER gibt an, wieviele flüchtige organische Verbindungen (VOC) von der Probe je Materialeinheit und Stunde (h) abgegeben werden.

Der SER kann für jede nachgewiesene Einzelkomponente der VOC aus den Angaben im Prüfbericht nach unten stehender Formel errechnet werden.

Als Materialeinheit kommen in Frage:

l = Längeneinheit (m)	bezieht die Emission auf die Länge
a = Flächeneinheit (m <sup>2</sup> )	bezieht die Emission auf die Fläche
v = Volumeneinheit (m <sup>3</sup> )	bezieht die Emission auf das Volumen
u = Stückerheit (unit = Stück)	bezieht die Emission auf die komplette Einheit

Daraus resultieren die verschiedenen Dimensionen für SER:

längenspezifisch	SER <sub>l</sub> in µg/m h
flächenspezifisch	SER <sub>a</sub> in µg/m <sup>2</sup> h
volumenspezifisch	SER <sub>v</sub> in µg/m <sup>3</sup> h
stückspezifisch	SER <sub>u</sub> in µg/u h

SER stellt somit eine produktspezifische Rate dar, die die Masse der flüchtigen organischen Verbindung beschreibt, die von dem Produkt pro Zeiteinheit zu einem bestimmten Zeitpunkt nach Beginn der Prüfung emittiert wird.

$$\boxed{SER = q \cdot C}$$

q	spezifische Luftdurchflussrate (Quotient aus Luftwechselrate und Beladung)
C	Konzentration der gemessenen Substanz(en)

Das Ergebnis kann anstelle von Mikrogramm (µg) auch in Milligramm (mg) angegeben werden, wobei 1 mg = 1000 µg.

# Beilage 3

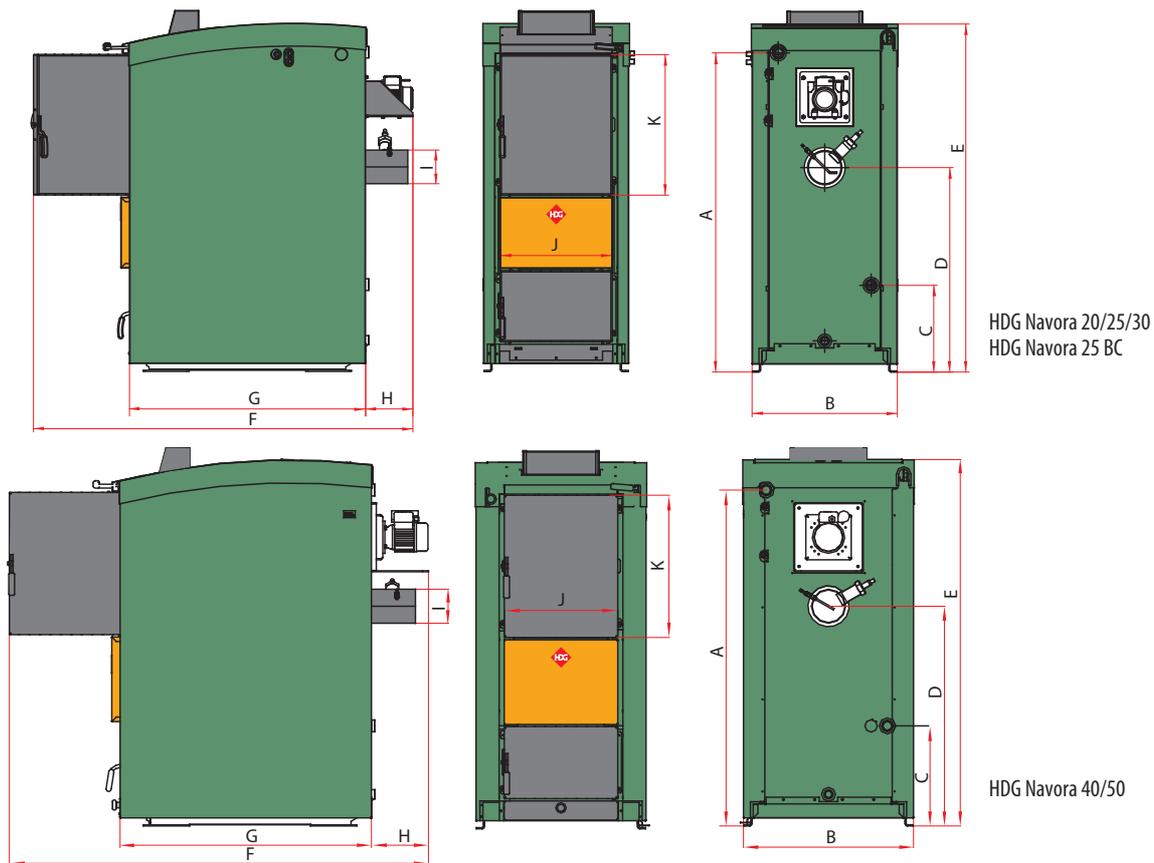
Technische Angaben Stückholzheizung HDG Navora



Kesseltyp	Einheit	HDG Navora 25 BC	HDG Navora 20 LC 1/LC 2	HDG Navora 25 LC 1/LC 2	HDG Navora 30 LC 1/LC 2	HDG Navora 40 LC 1/LC 2	HDG Navora 50 LC 1/LC 2
<b>Leistungsdaten (Messverfahren nach DIN EN 303-5)</b>							
Nennwärmeleistung	kW	25	20	25	30	40	50
Kleinste Wärmeleistung	kW	-	19/18	19/18	19/18	40	40
Wirkungsgrad bei Nennwärmeleistung	%	90,1	91,7/91,0	91,1/90,9	90,5/90,8	91,1	91,7
Elektrische Leistungsaufnahme bei Nennwärmeleistung	W	111	111	111	111	157	157
Elektroanschluss: Spannung/Frequenz	V/Hz	230/50	230/50	230/50	230/50	230/50	230/50
Elektroanschluss: Vorsicherung	A	10	10	10	10	10	10
<b>Allgemeine Kessel Daten</b>							
Kesselklasse		3	3	3	3	3	3
Maximal zulässiger Betriebsüberdruck	bar	3	3	3	3	3	3
Maximale Vorlauftemperatur	°C	95	95	95	95	95	95
Minimale Rücklauftemperatur	°C	60	60	60	60	60	60
Wasserinhalt	l	168	168	168	168	245	245
Füllschachtvolumen	l	150	150	150	150	195	195
Gewicht	kg	680	680	680	680	880	880
Füllschachttiefe	mm	560	560	560	560	560	560
<b>Auslegungsdaten für Kaminberechnung (DIN EN 13384-1)</b>							
Abgastemperatur (Tw) bei Nennwärmeleistung	°C	150	120	150	180	160	180
Abgastemperatur (Tw) bei kleinster Wärmeleistung	°C	-	110	120	120	140	140
Abgasmassenstrom bei Nennwärmeleistung	kg/s	0,0164	0,0164	0,0170	0,0197	0,025	0,030
Abgasmassenstrom bei kleinster Wärmeleistung	kg/s	-	0,0118	0,0118	0,0118	0,025	0,025
CO <sub>2</sub> -Gehalt bei Nennwärmeleistung	%	14	14	14	14	16	16
CO <sub>2</sub> -Gehalt bei kleinster Wärmeleistung	%	13	13	13	13	15	15
Notwendiger Förderdruck (Pw)	Pa	9	9	9	9	9	9
Durchmesser Rauchrohranschluss	mm	150	150	150	150	150	150
Höhe Mitte Rauchrohranschluss	mm	900	900	900	900	955	955
<b>Wasserseitige Anschlüsse</b>							
Vor- und Rücklaufanschlüsse (Muffe)	DN	32 IG	32 IG	32 IG	32 IG	32 IG	32 IG
Anschluss Sicherheitswärmetauscher (Muffe)	DN	15 AG	15 AG	15 AG	15 AG	15 AG	15 AG
Anschluss Entleerung (Muffe)	DN	25 IG	25 IG	25 IG	25 IG	25 IG	25 IG
Empfohlene Rohrdimensionierung mind.	DN	32	32	32	32	32	32
Wasserseitiger Widerstand bei Nennwärmeleistung, 10K	Pa	1300	1300	1300	1300	5600	5600
<b>Sonstiges</b>							
Brenndauer einer Füllung mit Brennstoff nach Brennstoffempfehlung (Buche) ca.	h	bis 6	bis 8	bis 7	bis 6	bis 6	bis 5
Brenndauer einer Füllung mit Brennstoff nach Brennstoffempfehlung (Fichte) ca.	h	bis 4	bis 6	bis 5	bis 4	bis 4	bis 3,5
Emissionsschalldruckpegel	dB (A)	< 70	< 70	< 70	< 70	< 70	< 70
Mind. Zuluftquerschnitt	cm <sup>2</sup>	150	150	150	150	150	150



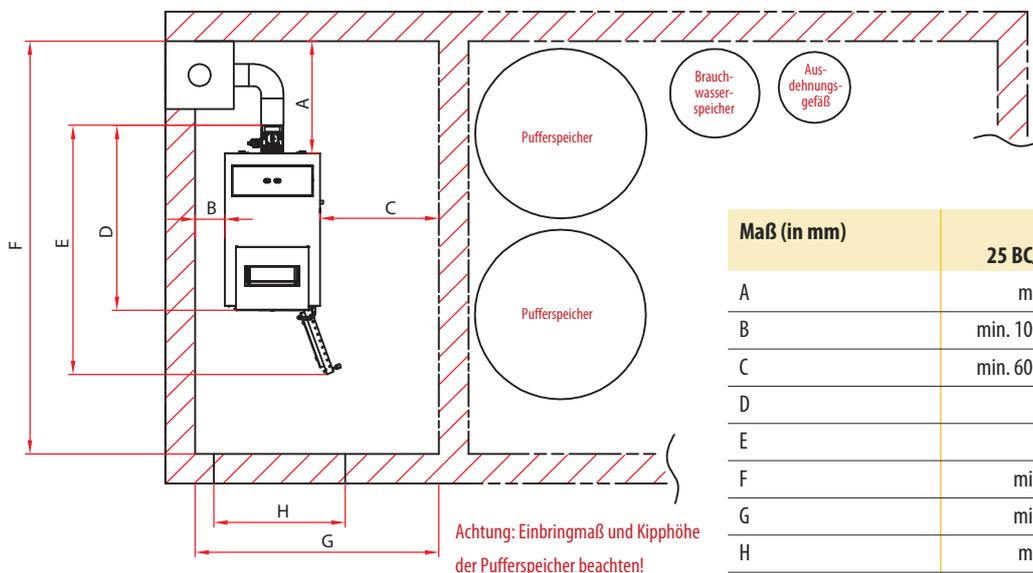
# HDG Navora Technische Zeichnungen, Mindestabstände



HDG Navora 20/25/30  
HDG Navora 25 BC

HDG Navora 40/50

Maß (in mm)	Bezeichnung	HDG Navora	
		25 BC/20/25/30	40/50
A	Höhe Mitte Vorlaufanschluss	1405	1460
B	Breite Heizkessel (ohne Anschlussgewinde Sicherheitswärmetauscher)	634	734
C	Höhe Mitte Rücklaufanschluss	382	435
D	Höhe Mitte Rauchrohranschluss	900	955
E	Höhe Heizkessel ohne Regelung	1532	1593
F	Gesamtlänge bei geöffneter Fülltür inkl. Saugzuggebläse	1677	1732
G	Länge Heizkessel ohne Anbauteile und Rauchrohranschluss	1031	1085
H	Überstand Saugzuggebläse	191	246
I	Durchmesser Rauchrohranschluss	150	150
J	Breite Füllschachttüre	490	490
K	Höhe Füllschachttüre	619	619



Mindestraumhöhe:  
 HDG Navora 25 BC/20/25/30: 1,80 m  
 HDG Navora 40/50: 1,90 m  
 Empfohlene Raumhöhe: 2,30 m

Maß (in mm)	HDG Navora	
	25 BC/20/25/30	40/50
A	min. 300	min. 750
B	min. 100 (bzw. 600)	min. 200 (bzw. 600)
C	min. 600 (bzw. 100)	min. 600 (bzw. 200)
D	1300	1360
E	1680	1730
F	min. 2400	min. 2800
G	min. 1350	min. 1450
H	min. 650	min. 750

# Beilage 4

U-Wert Berechnungen Bauteile

Bauteil 1, UG Boden zu Erdreich: Fußboden,  $U=0,14 \text{ W/m}^2\text{K}$ 

(erstellt am 16.4.2012 19:38)

 **$U = 0,14 \text{ W/m}^2\text{K}$**   
 (Wärmedämmung)

**Kein Tauwasser**  
 (Feuchteschutz)

**TA-Dämpfung: 10000.0**  
 (Hitzeschutz)


 0 EnEV 2009\*:  $U < 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$  0.5


 0 Tauwasser (kg)  
 Kein Tauwasser 1

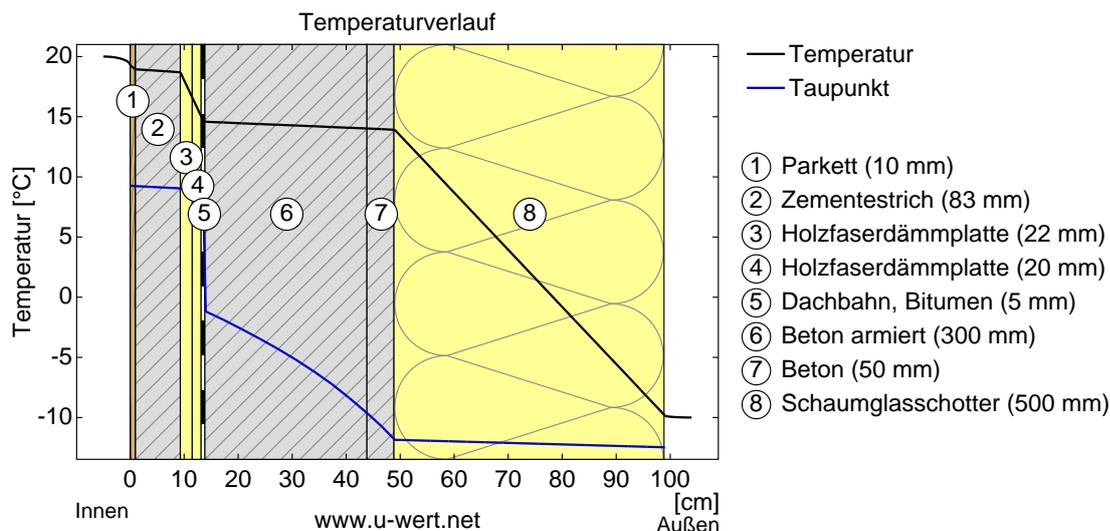

 Temperaturamplitudendämpfung: 10000.0  
 Phasenverschiebung: nicht relevant

 Raumluft:  $20^\circ\text{C} / 50\%$   
 Außenluft:  $-10^\circ\text{C} / 80\%$ 

 Tauwasser:  $0.00 \text{ kg/m}^2$   
 sd-Wert:  $80.7 \text{ m}$ 

 Gewicht:  $1067 \text{ kg/m}^2$   
 Dicke:  $99 \text{ cm}$ 

## Temperaturverlauf / Tauwasserzone



Verlauf von Temperatur und Taupunkt innerhalb des Bauteils. Der Taupunkt kennzeichnet die Temperatur, bei der Wasserdampf kondensieren und Tauwasser entstehen würde. Solange die Temperatur der Konstruktion an jeder Stelle über der Taupunkttemperatur liegt, entsteht kein Tauwasser. Falls sich die beiden Kurven berühren, fällt an den Berührungspunkten Tauwasser aus.

## Schichten (von innen nach außen)

Folgende Tabelle enthält die wichtigsten Daten aller Schichten der Konstruktion:

#	Material	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	Temperatur [°C]		Gewicht [kg/m <sup>2</sup> ]	Tauwasser [Gew%]
				min	max		
	Wärmeübergangswiderstand		0,170	19,3	20,0		
1	1 cm Parkett	0,130	0,077	18,9	19,3	5,0	0,0
2	8,3 cm Zementestrich	1,400	0,059	18,7	18,9	166,0	0,0
3	2,2 cm Holzfaserdämmplatte	0,045	0,489	16,6	18,7	3,5	0,0
4	2 cm Holzfaserdämmplatte	0,045	0,444	14,7	16,6	3,2	0,0
5	0,5 cm Dachbahn, Bitumen	0,170	0,029	14,6	14,7	5,2	0,0
6	30 cm Beton armiert (1%)	2,300	0,130	14,0	14,6	690,0	0,0
7	5 cm Beton	2,000	0,025	13,9	14,0	120,0	0,0
8	50 cm Schaumglasschotter	0,090	5,556	-9,8	13,9	75,0	0,0
	Wärmeübergangswiderstand		0,040	-10,0	-9,8		
	99 cm Gesamtes Bauteil		7,018			1068,0	

## Feuchteschutz

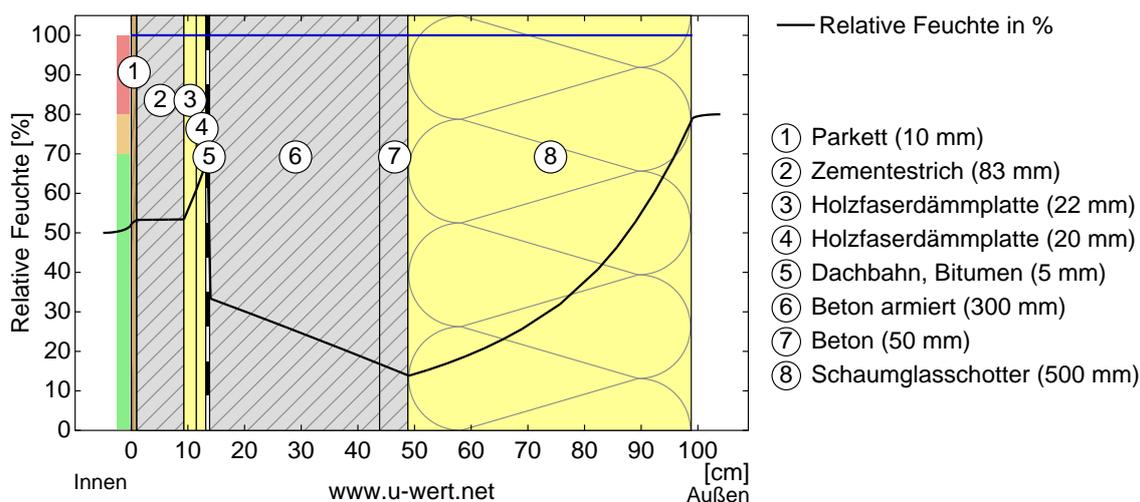
Unter den angenommenen Bedingungen bildet sich kein Tauwasser.

#	Material	sd-Wert [m]	Tauwasser		Trocknungsdauer Tage	Gewicht [kg/m <sup>2</sup> ]
			[kg/m <sup>2</sup> ]	%		
1	1 cm Parkett	0,30	-	0,0		5,0
2	8,3 cm Zementestrich	1,25	-	0,0		166,0
3	2,2 cm Holzfaserdämmplatte	0,07	-	0,0		3,5
4	2 cm Holzfaserdämmplatte	0,06	-	0,0		3,2
5	0,5 cm Dachbahn, Bitumen	50,00	-	0,0		5,3
6	30 cm Beton armiert (1%)	24,00	-	0,0		690,0
7	5 cm Beton	4,00	-	0,0		120,0
8	50 cm Schaumglasschotter	1,00	-	0,0		75,0
	99 cm Gesamtes Bauteil	80,67	0,000		0	1,068,0

## Relative Feuchte / Luftfeuchtigkeit

Die Oberflächentemperatur der Wandinnenseite beträgt 19,3°C was zu einer relativen Luftfeuchtigkeit an der Oberfläche von 52% führt. Unter diesen Bedingungen sollte nicht mit Schimmelbildung zu rechnen sein.

Das folgende Diagramm zeigt die relative Feuchte innerhalb des Bauteils. Außerhalb des Bauteils entspricht diese Größe der relativen Luftfeuchtigkeit.

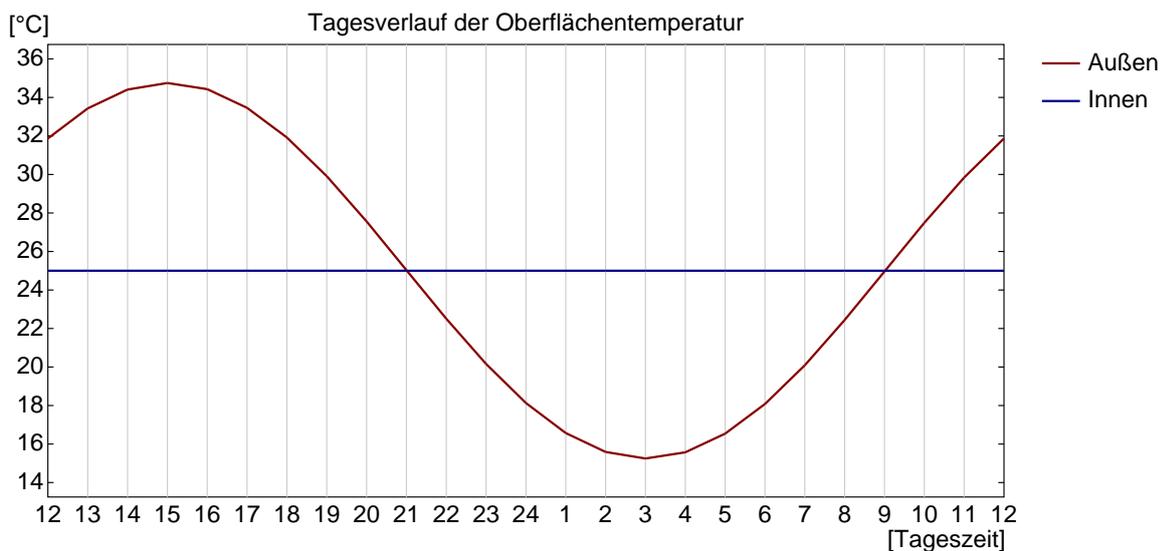
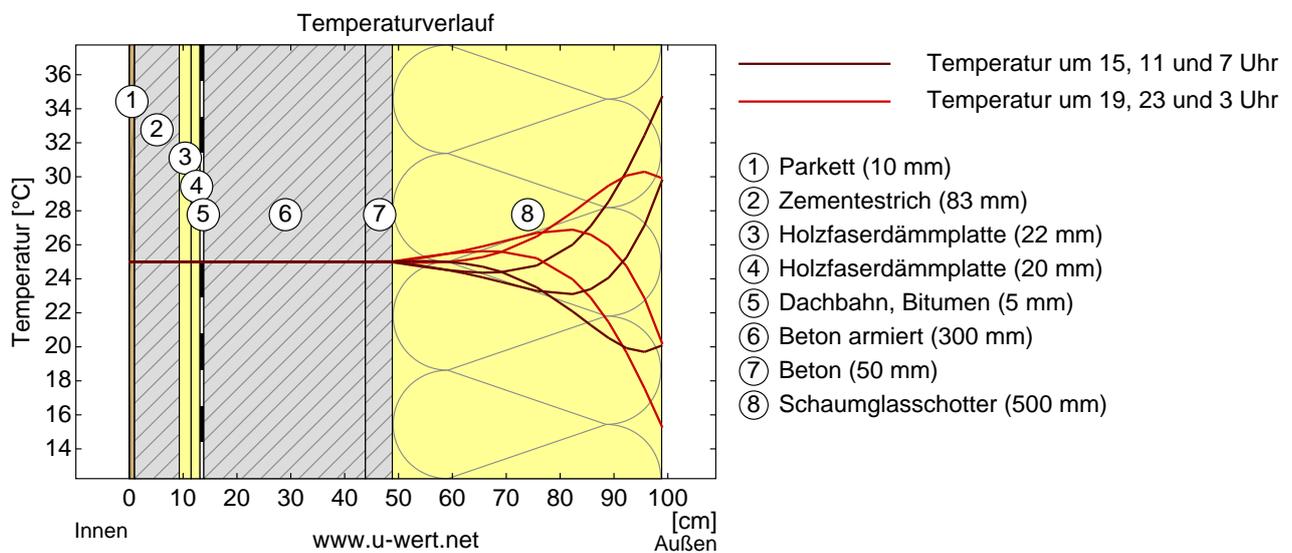


## Hitzeschutz

Für die Analyse des sommerlichen Hitzeschutzes wurden die Temperaturänderungen innerhalb des Bauteils im Verlauf eines heißen Sommertages simuliert. Folgende Tabelle enthält die Ergebnisse:

Phasenverschiebung:	nicht relevant	Zeitpunkt der maximalen Innentemperatur:	17:45
Amplitudendämpfung:	10000,0	Temperaturdifferenz auf äußerer Oberfläche:	19,5 °C
TAV:	0,000	Temperaturdifferenz auf innerer Oberfläche:	0,0 °C

(Die Phasenverschiebung gibt die Zeitdauer in Stunden an, nach der das nachmittägliche Hitzemaximum die Bauteilinnenseite erreicht. Die Amplitudendämpfung beschreibt die Abschwächung der Temperaturwelle beim Durchgang durch das Bauteil. Ein Wert von 10 bedeutet, dass die Temperatur auf der Außenseite 10x stärker variiert, als auf der Innenseite, z.B. außen 15-35°C, innen 24-26°C. Das Temperaturamplitudenverhältnis TAV ist der Kehrwert der Dämpfung:  $TAV = 1/\text{Amplitudendämpfung}$ )



**Obere Abbildung:** Temperaturverlauf innerhalb des Bauteils zu verschiedenen Zeitpunkten. Jeweils von oben nach unten, braune Linien: um 15, 11 und 7 Uhr und rote Linien um 19, 23 und 3 Uhr morgens.

**Untere Abbildung:** Temperatur auf der äußeren (rot) und inneren (blau) Oberfläche im Verlauf eines Tages. Die schwarzen Pfeile kennzeichnen die Lage der Temperaturhöchstwerte. Das Maximum der inneren Oberflächentemperatur sollte möglichst während der zweiten Nachthälfte auftreten.

## Wärmespeicherfähigkeit

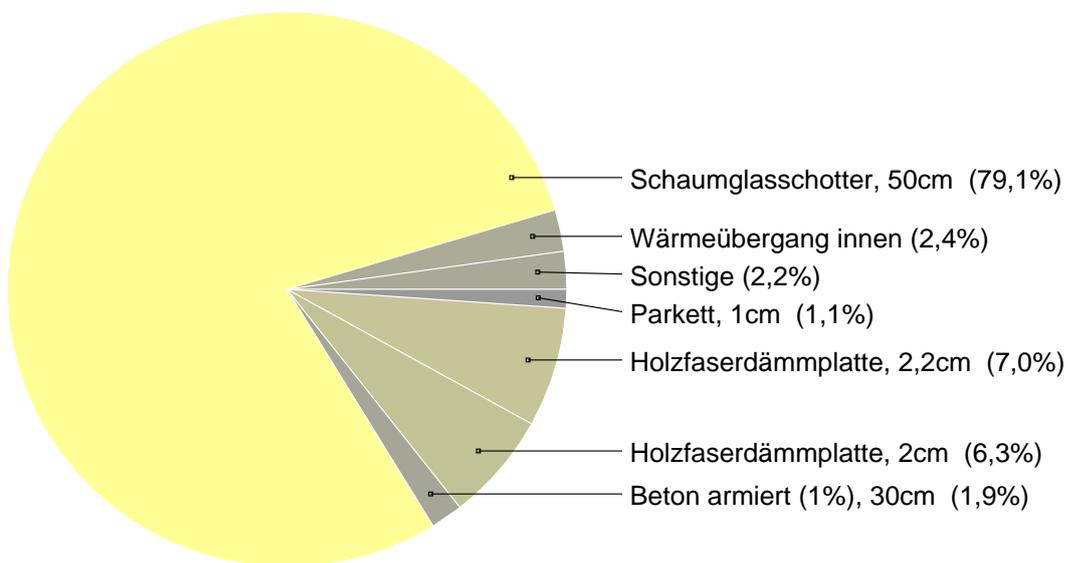
Wärmekapazität des gesamten Bauteils: 978 kJ/m<sup>2</sup>K bzw. 0.272 kWh/m<sup>2</sup>K

*(Energie in kJ bzw. kWh, die ein Quadratmeter des Bauteils aufnimmt, wenn Innen- und Außentemperatur gleichzeitig um 1°C erhöht werden.)*

Wärmespeicherfähigkeit der inneren Schichten: 796 kJ/m<sup>2</sup>K bzw. 0.221 kWh/m<sup>2</sup>K

*(Energie in kJ bzw. kWh, die ein Quadratmeter des Bauteils aufnimmt, wenn die Innentemperatur um 1°C erhöht wird und die Außentemperatur beibehalten wird.)*

## Beitrag einzelner Schichten zur Wärmedämmung



Dieses Dokument wurde vom U-Wert-Rechner auf [www.u-wert.net](http://www.u-wert.net) generiert. Der Betreiber von u-wert.net übernimmt keine Gewähr für die Richtigkeit der dargestellten Informationen und keine Haftung für unmittelbare und mittelbare Schäden, die aus den angebotenen Informationen und / oder ihrer Verwendung entstehen.

Perma-Link zu dieser Berechnung im Internet:

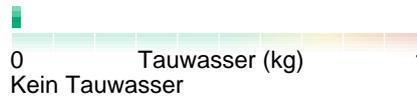
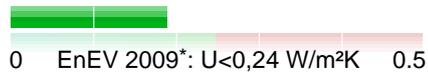
[http://www.u-wert.net/berechnung/u-wert-rechner/?d0=1&mid0=2981&d1=8.3&mid1=33&d2=2.2&mid2=19&d3=2&mid3=19&d4=0.5&mid4=3&d5=30&mid5=11&d6=5&mid6=10&d7=50&mid7=25&bt=2&T\\_i=20&RH\\_i=50&T\\_e=-10&RH\\_e=80&outside=0&name=Bauteil+1%2C+UG+Boden+zu+Erdreich](http://www.u-wert.net/berechnung/u-wert-rechner/?d0=1&mid0=2981&d1=8.3&mid1=33&d2=2.2&mid2=19&d3=2&mid3=19&d4=0.5&mid4=3&d5=30&mid5=11&d6=5&mid6=10&d7=50&mid7=25&bt=2&T_i=20&RH_i=50&T_e=-10&RH_e=80&outside=0&name=Bauteil+1%2C+UG+Boden+zu+Erdreich)

Bauteil 8, Aussenwand unter Terrain: Außenwand,  $U=0,19 \text{ W/m}^2\text{K}$ 

(erstellt am 27.3.2012 22:38)

 **$U = 0,19 \text{ W/m}^2\text{K}$**   
 (Wärmedämmung)

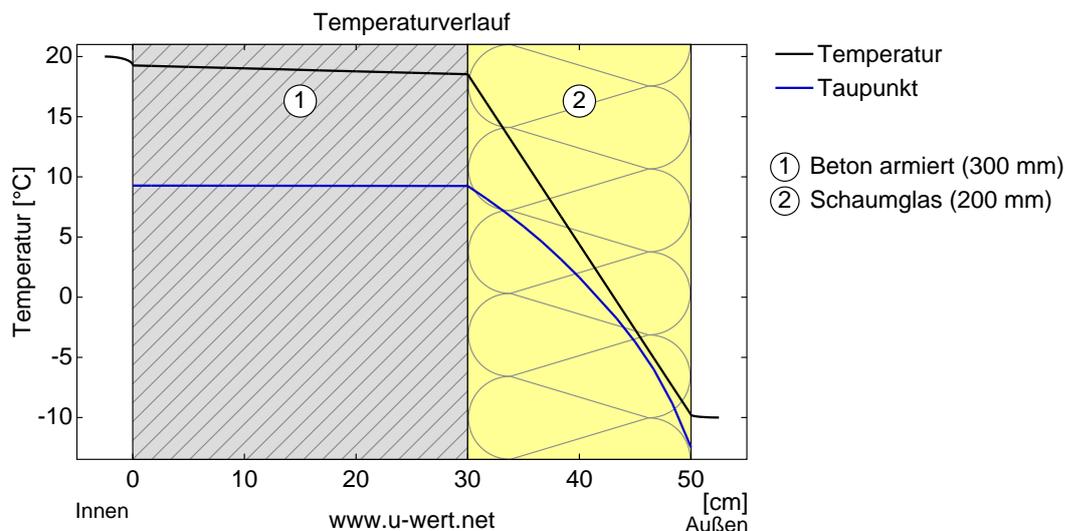
**Kein Tauwasser**  
 (Feuchteschutz)

**TA-Dämpfung: 344.8**  
 (Hitzeschutz)

 Raumluft:  $20^\circ\text{C} / 50\%$   
 Außenluft:  $-10^\circ\text{C} / 80\%$ 

 Tauwasser:  $0.00 \text{ kg/m}^2$   
 sd-Wert:  $10024.0 \text{ m}$ 

 Gewicht:  $714 \text{ kg/m}^2$   
 Dicke:  $50 \text{ cm}$ 

## Temperaturverlauf / Tauwasserzone



Verlauf von Temperatur und Taupunkt innerhalb des Bauteils. Der Taupunkt kennzeichnet die Temperatur, bei der Wasserdampf kondensieren und Tauwasser entstehen würde. Solange die Temperatur der Konstruktion an jeder Stelle über der Taupunkttemperatur liegt, entsteht kein Tauwasser. Falls sich die beiden Kurven berühren, fällt an den Berührungspunkten Tauwasser aus.

## Schichten (von innen nach außen)

Folgende Tabelle enthält die wichtigsten Daten aller Schichten der Konstruktion:

#	Material	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	Temperatur [°C]		Gewicht [kg/m <sup>2</sup> ]	Tauwasser [Gew%]
				min	max		
	Wärmeübergangswiderstand		0,130	19,3	20,0		
1	30 cm Beton armiert (1%)	2,300	0,130	18,5	19,3	690,0	0,0
2	20 cm Schaumglas	0,040	5,000	-9,8	18,5	24,0	0,0
	Wärmeübergangswiderstand		0,040	-10,0	-9,8		
	50 cm Gesamtes Bauteil		5,299			714,0	

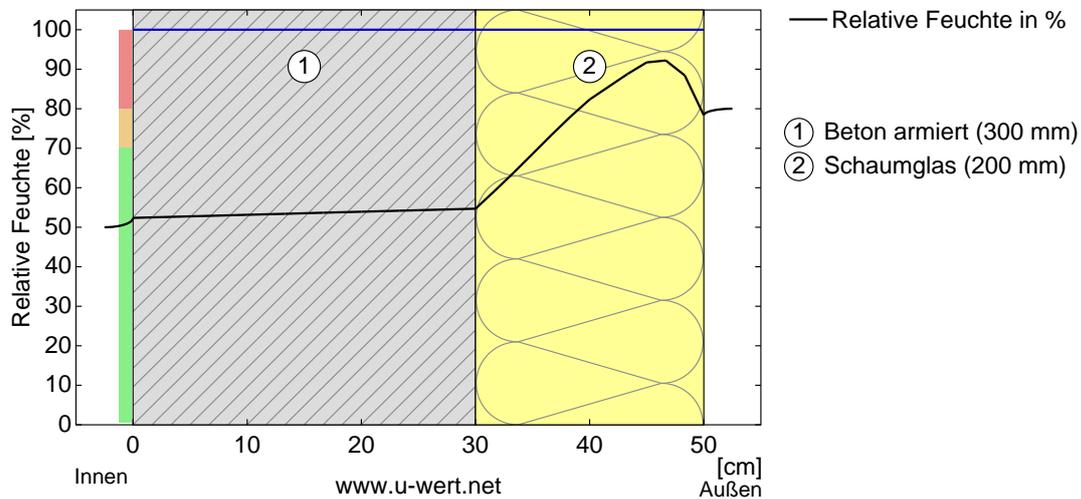
## Feuchteschutz

Unter den angenommenen Bedingungen bildet sich kein Tauwasser.

#	Material	sd-Wert [m]	Tauwasser [kg/m <sup>2</sup> ] %	Trocknungsdauer Tage	Gewicht [kg/m <sup>2</sup> ]
1	30 cm Beton armiert (1%)	24,00	- 0,0		690,0
2	20 cm Schaumglas	10,000,00	- 0,0		24,0
	50 cm Gesamtes Bauteil	10,024,00	0,000	0	714,0

## Relative Feuchte / Luftfeuchtigkeit

Die Oberflächentemperatur der Wandinnenseite beträgt 19,3°C was zu einer relativen Luftfeuchtigkeit an der Oberfläche von 52% führt. Unter diesen Bedingungen sollte nicht mit Schimmelbildung zu rechnen sein. Das folgende Diagramm zeigt die relative Feuchte innerhalb des Bauteils. Außerhalb des Bauteils entspricht diese Größe der relativen Luftfeuchtigkeit.

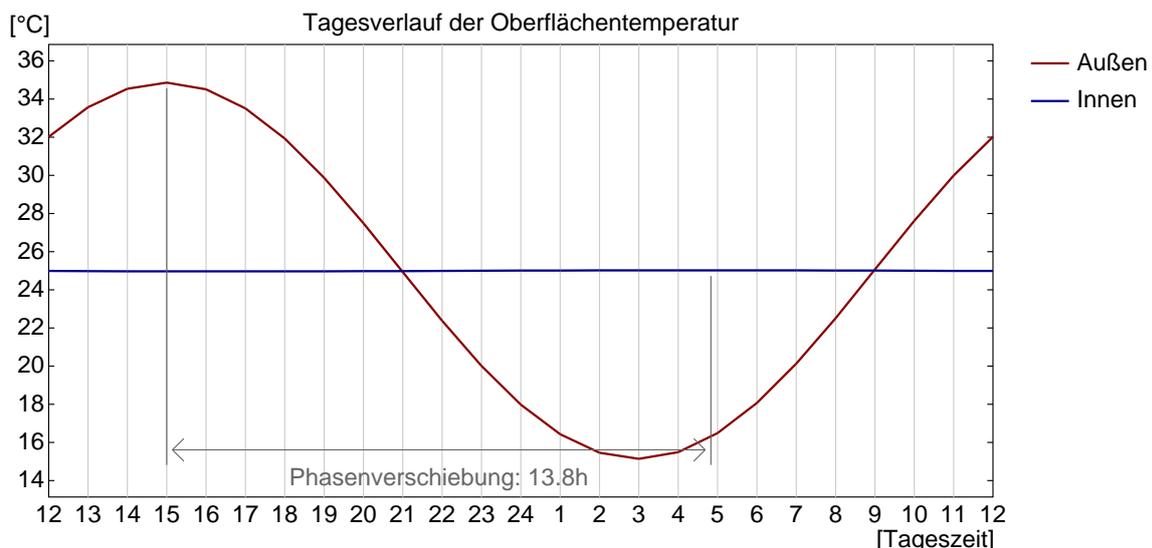
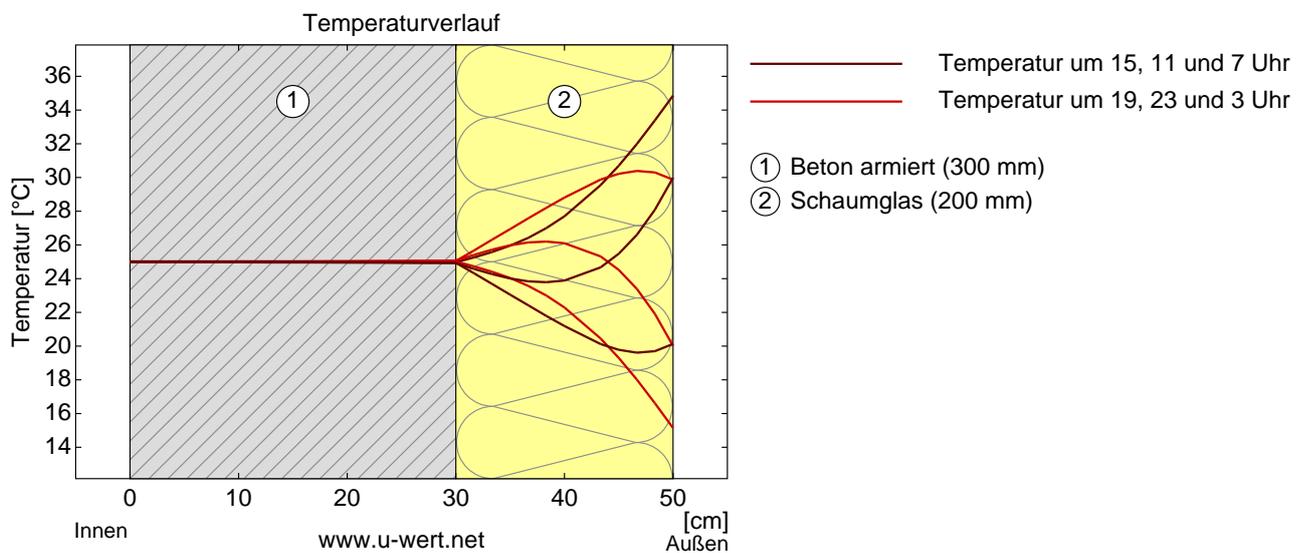


## Hitzeschutz

Für die Analyse des sommerlichen Hitzeschutzes wurden die Temperaturänderungen innerhalb des Bauteils im Verlauf eines heißen Sommertages simuliert. Folgende Tabelle enthält die Ergebnisse:

Phasenverschiebung:	13,8h	Zeitpunkt der maximalen Innentemperatur:	4:45
Amplitudendämpfung:	344,8	Temperaturdifferenz auf äußerer Oberfläche:	19,7 °C
TAV:	0,003	Temperaturdifferenz auf innerer Oberfläche:	0,1 °C

(Die Phasenverschiebung gibt die Zeitdauer in Stunden an, nach der das nachmittägliche Hitzemaximum die Bauteilinnenseite erreicht. Die Amplitudendämpfung beschreibt die Abschwächung der Temperaturwelle beim Durchgang durch das Bauteil. Ein Wert von 10 bedeutet, dass die Temperatur auf der Außenseite 10x stärker variiert, als auf der Innenseite, z.B. außen 15-35°C, innen 24-26°C. Das Temperaturamplitudenverhältnis TAV ist der Kehrwert der Dämpfung:  $TAV = 1/\text{Amplitudendämpfung}$ )



**Obere Abbildung:** Temperaturverlauf innerhalb des Bauteils zu verschiedenen Zeitpunkten. Jeweils von oben nach unten, braune Linien: um 15, 11 und 7 Uhr und rote Linien um 19, 23 und 3 Uhr morgens.

**Untere Abbildung:** Temperatur auf der äußeren (rot) und inneren (blau) Oberfläche im Verlauf eines Tages. Die schwarzen Pfeile kennzeichnen die Lage der Temperaturhöchstwerte. Das Maximum der inneren Oberflächentemperatur sollte möglichst während der zweiten Nachthälfte auftreten.

## Wärmespeicherfähigkeit

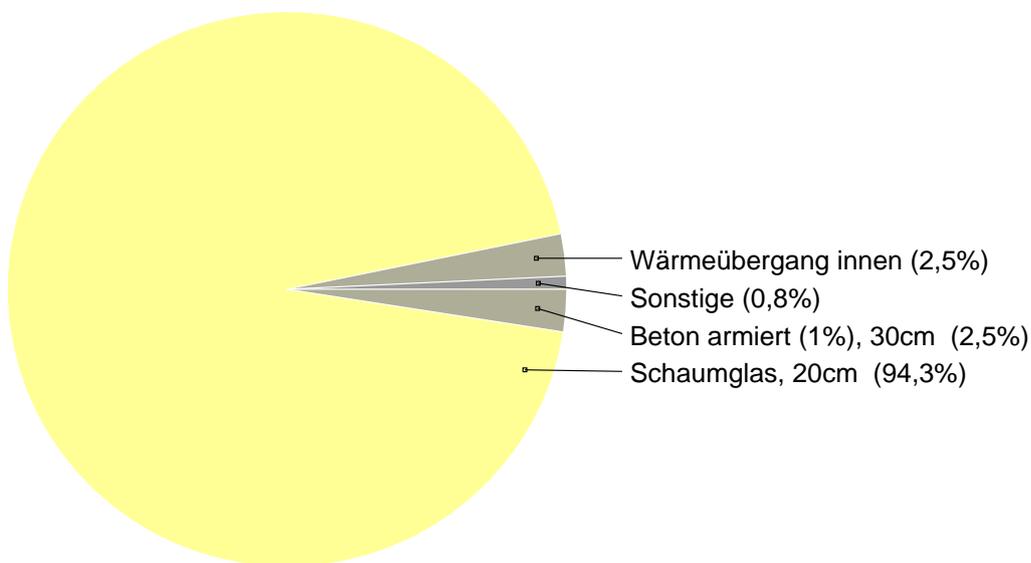
Wärmekapazität des gesamten Bauteils: 627 kJ/m<sup>2</sup>K bzw. 0.174 kWh/m<sup>2</sup>K

(Energie in kJ bzw. kWh, die ein Quadratmeter des Bauteils aufnimmt, wenn Innen- und Außentemperatur gleichzeitig um 1°C erhöht werden.)

Wärmespeicherfähigkeit der inneren Schichten: 596 kJ/m<sup>2</sup>K bzw. 0.166 kWh/m<sup>2</sup>K

(Energie in kJ bzw. kWh, die ein Quadratmeter des Bauteils aufnimmt, wenn die Innentemperatur um 1°C erhöht wird und die Außentemperatur beibehalten wird.)

## Beitrag einzelner Schichten zur Wärmedämmung



Dieses Dokument wurde vom U-Wert-Rechner auf [www.u-wert.net](http://www.u-wert.net) generiert. Der Betreiber von u-wert.net übernimmt keine Gewähr für die Richtigkeit der dargestellten Informationen und keine Haftung für unmittelbare und mittelbare Schäden, die aus den angebotenen Informationen und / oder ihrer Verwendung entstehen.

Perma-Link zu dieser Berechnung im Internet:

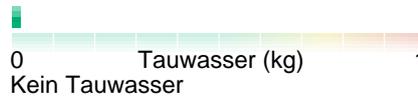
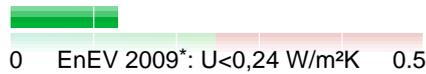
[http://www.u-wert.net/berechnung/u-wert-rechner/?d0=30&mid0=11&d1=20&mid1=24&bt=0&T\\_j=20&RH\\_j=50&T\\_e=-10&RH\\_e=80&outside=0&name=Bauteil+8%2C+Außenwand+unter+Terrain](http://www.u-wert.net/berechnung/u-wert-rechner/?d0=30&mid0=11&d1=20&mid1=24&bt=0&T_j=20&RH_j=50&T_e=-10&RH_e=80&outside=0&name=Bauteil+8%2C+Außenwand+unter+Terrain)

Bauteil 4, Dachaufbau: Dachkonstruktion,  $U=0,13 \text{ W/m}^2\text{K}$ 

(erstellt am 27.3.2012 22:36)

 **$U = 0,13 \text{ W/m}^2\text{K}$**   
 (Wärmedämmung)

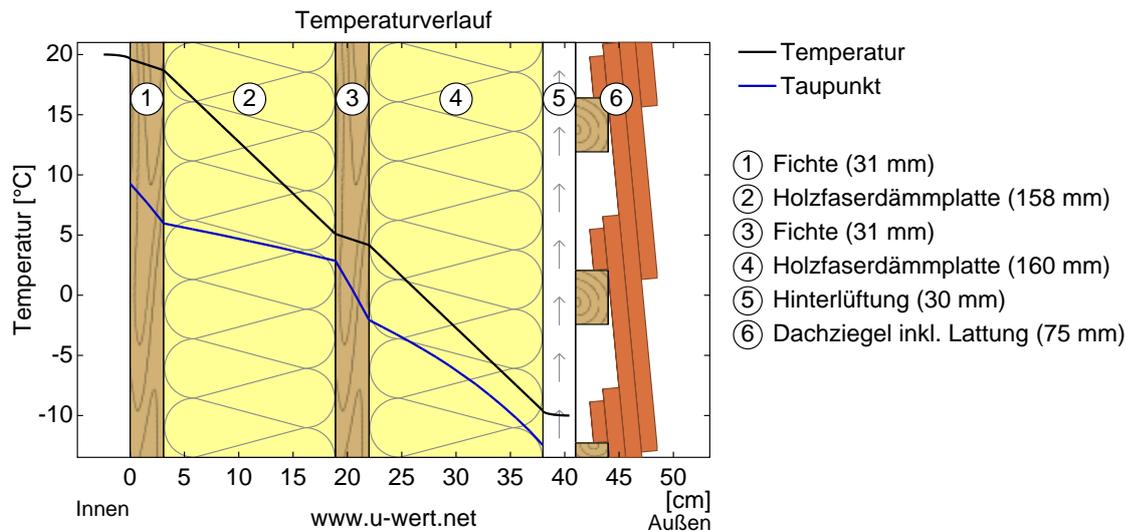
**Kein Tauwasser**  
 (Feuchteschutz)

**TA-Dämpfung: 400.0**  
 (Hitzeschutz)

 Raumluft:  $20^\circ\text{C} / 50\%$   
 Außenluft:  $-10^\circ\text{C} / 80\%$ 

 Tauwasser:  $0.00 \text{ kg/m}^2$   
 sd-Wert: 2.5 m

 Gewicht:  $148 \text{ kg/m}^2$   
 Dicke: 48.5 cm

## Temperaturverlauf / Tauwasserzone



Verlauf von Temperatur und Taupunkt innerhalb des Bauteils. Der Taupunkt kennzeichnet die Temperatur, bei der Wasserdampf kondensieren und Tauwasser entstehen würde. Solange die Temperatur der Konstruktion an jeder Stelle über der Taupunkttemperatur liegt, entsteht kein Tauwasser. Falls sich die beiden Kurven berühren, fällt an den Berührungspunkten Tauwasser aus.

## Schichten (von innen nach außen)

Folgende Tabelle enthält die wichtigsten Daten aller Schichten der Konstruktion:

#	Material	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	Temperatur [°C]		Gewicht [kg/m <sup>2</sup> ]	Tauwasser [Gew%]
				min	max		
	Wärmeübergangswiderstand		0,100	19,6	20,0		
1	3,1 cm Fichte	0,130	0,238	18,7	19,6	13,9	0,0
2	15,8 cm Holzfaserdämmplatte	0,045	3,511	5,1	18,7	25,3	0,0
3	3,1 cm Fichte	0,130	0,238	4,2	5,1	13,9	0,0
4	16 cm Holzfaserdämmplatte	0,045	3,556	-9,6	4,2	25,6	0,0
	Wärmeübergangswiderstand		0,100	-10,0	-9,6		
5	3 cm Hinterlüftung (Außenluft)			-10,0	-10,0	0,0	
6	7,5 cm Dachziegel inkl. Lattung			-10,0	-10,0	70,0	
	48,5 cm Gesamtes Bauteil		7,746			148,8	

## Feuchteschutz

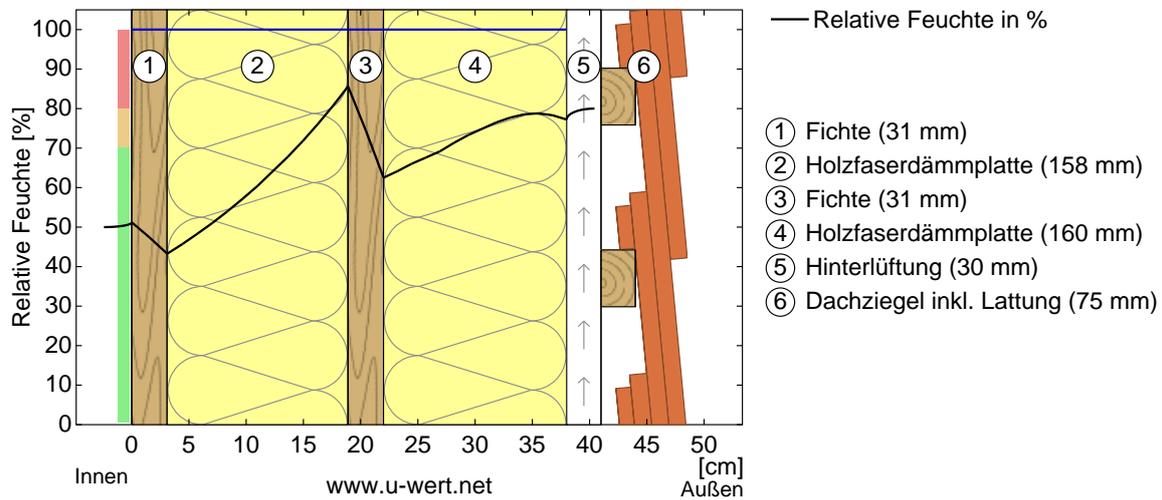
Unter den angenommenen Bedingungen bildet sich kein Tauwasser.

#	Material	sd-Wert [m]	Tauwasser		Trocknungsdauer Tage	Gewicht [kg/m <sup>2</sup> ]
			[kg/m <sup>2</sup> ]	%		
1	3,1 cm Fichte	0,62	-	0,0		14,0
2	15,8 cm Holzfaserdämmplatte	0,47	-	0,0		25,3
3	3,1 cm Fichte	0,62	-	0,0		14,0
4	16 cm Holzfaserdämmplatte	0,80	-	0,0		25,6
	48,5 cm Gesamtes Bauteil	2,51	0,000		0	148,8

## Relative Feuchte / Luftfeuchtigkeit

Die Oberflächentemperatur der Wandinnenseite beträgt 19,6°C was zu einer relativen Luftfeuchtigkeit an der Oberfläche von 51% führt. Unter diesen Bedingungen sollte nicht mit Schimmelbildung zu rechnen sein.

Das folgende Diagramm zeigt die relative Feuchte innerhalb des Bauteils. Außerhalb des Bauteils entspricht diese Größe der relativen Luftfeuchtigkeit.

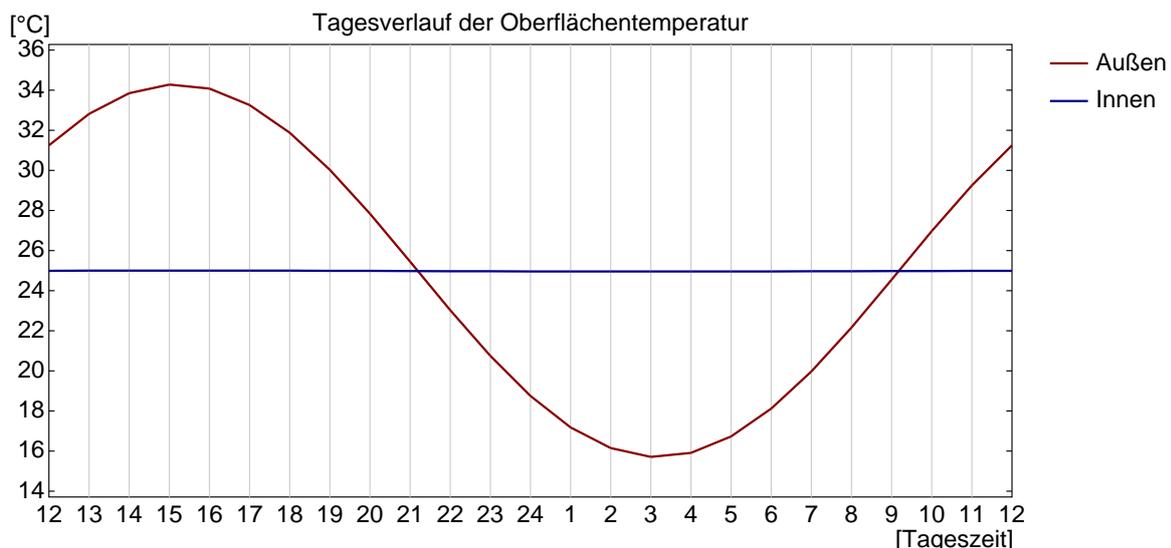
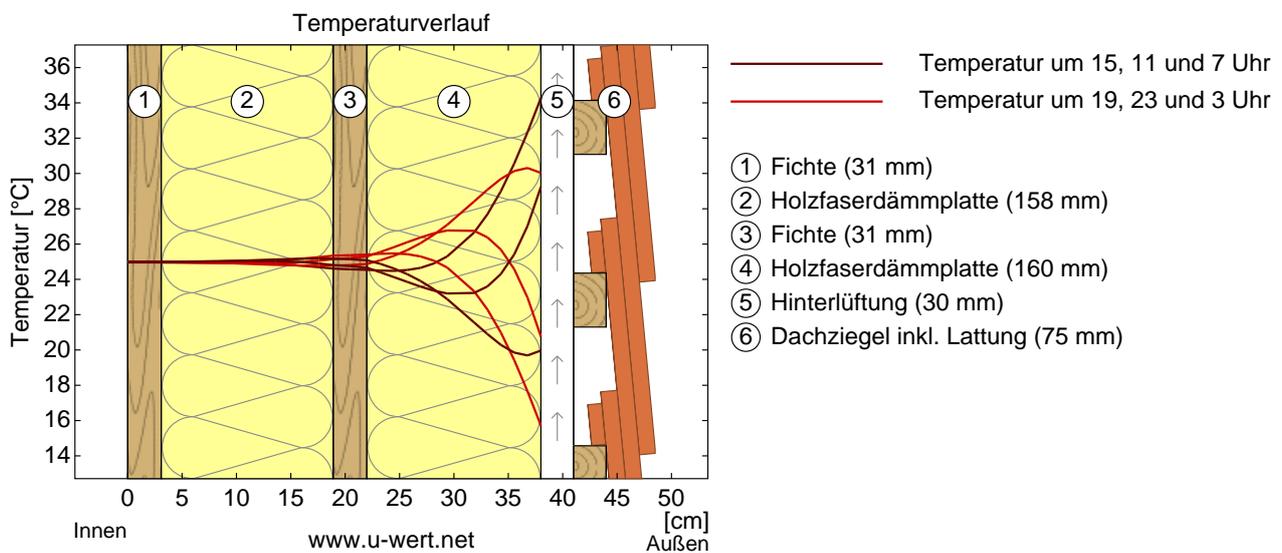


## Hitzeschutz

Für die Analyse des sommerlichen Hitzeschutzes wurden die Temperaturänderungen innerhalb des Bauteils im Verlauf eines heißen Sommertages simuliert. Folgende Tabelle enthält die Ergebnisse:

Phasenverschiebung:	23,8h	Zeitpunkt der maximalen Innentemperatur:	15:00
Amplitudendämpfung:	400,0	Temperaturdifferenz auf äußerer Oberfläche:	18,6 °C
TAV:	0,003	Temperaturdifferenz auf innerer Oberfläche:	0,0 °C

(Die Phasenverschiebung gibt die Zeitdauer in Stunden an, nach der das nachmittägliche Hitzemaximum die Bauteilinnenseite erreicht. Die Amplitudendämpfung beschreibt die Abschwächung der Temperaturwelle beim Durchgang durch das Bauteil. Ein Wert von 10 bedeutet, dass die Temperatur auf der Außenseite 10x stärker variiert, als auf der Innenseite, z.B. außen 15-35°C, innen 24-26°C. Das Temperaturamplitudenverhältnis TAV ist der Kehrwert der Dämpfung:  $TAV = 1/\text{Amplitudendämpfung}$ )



**Obere Abbildung:** Temperaturverlauf innerhalb des Bauteils zu verschiedenen Zeitpunkten. Jeweils von oben nach unten, braune Linien: um 15, 11 und 7 Uhr und rote Linien um 19, 23 und 3 Uhr morgens.

**Untere Abbildung:** Temperatur auf der äußeren (rot) und inneren (blau) Oberfläche im Verlauf eines Tages. Die schwarzen Pfeile kennzeichnen die Lage der Temperaturhöchstwerte. Das Maximum der inneren Oberflächentemperatur sollte möglichst während der zweiten Nachthälfte auftreten.

## Wärmespeicherfähigkeit

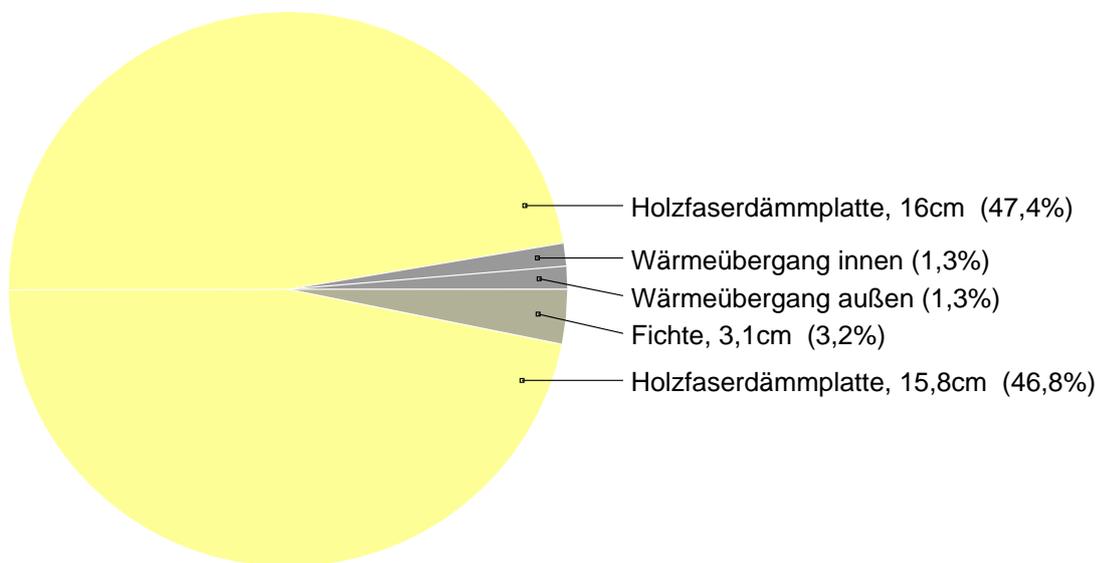
Wärmekapazität des gesamten Bauteils: 151 kJ/m<sup>2</sup>K bzw. 0.042 kWh/m<sup>2</sup>K

(Energie in kJ bzw. kWh, die ein Quadratmeter des Bauteils aufnimmt, wenn Innen- und Außentemperatur gleichzeitig um 1°C erhöht werden.)

Wärmespeicherfähigkeit der inneren Schichten: 87 kJ/m<sup>2</sup>K bzw. 0.024 kWh/m<sup>2</sup>K

(Energie in kJ bzw. kWh, die ein Quadratmeter des Bauteils aufnimmt, wenn die Innentemperatur um 1°C erhöht wird und die Außentemperatur beibehalten wird.)

## Beitrag einzelner Schichten zur Wärmedämmung



Dieses Dokument wurde vom U-Wert-Rechner auf [www.u-wert.net](http://www.u-wert.net) generiert. Der Betreiber von u-wert.net übernimmt keine Gewähr für die Richtigkeit der dargestellten Informationen und keine Haftung für unmittelbare und mittelbare Schäden, die aus den angebotenen Informationen und / oder ihrer Verwendung entstehen.

Perma-Link zu dieser Berechnung im Internet:

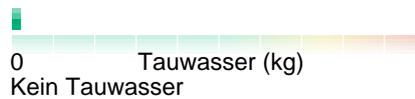
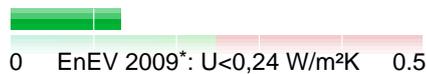
[http://www.u-wert.net/berechnung/u-wert-rechner/?d0=3.1&mid0=36&d1=15.8&mid1=19&d2=3.1&mid2=36&d3=16&mid3=19&d4=3&mid4=90&d5=7.5&mid5=219&bt=1&T\\_i=20&RH\\_i=50&T\\_e=-10&RH\\_e=80&outside=0&name=Bauteil+4%2C+Dachaufbau](http://www.u-wert.net/berechnung/u-wert-rechner/?d0=3.1&mid0=36&d1=15.8&mid1=19&d2=3.1&mid2=36&d3=16&mid3=19&d4=3&mid4=90&d5=7.5&mid5=219&bt=1&T_i=20&RH_i=50&T_e=-10&RH_e=80&outside=0&name=Bauteil+4%2C+Dachaufbau)

Bauteil 7, Aussenwand über Terrain: Außenwand,  $U=0,13 \text{ W/m}^2\text{K}$ 

(erstellt am 27.3.2012 22:38)

 **$U = 0,13 \text{ W/m}^2\text{K}$**   
 (Wärmedämmung)

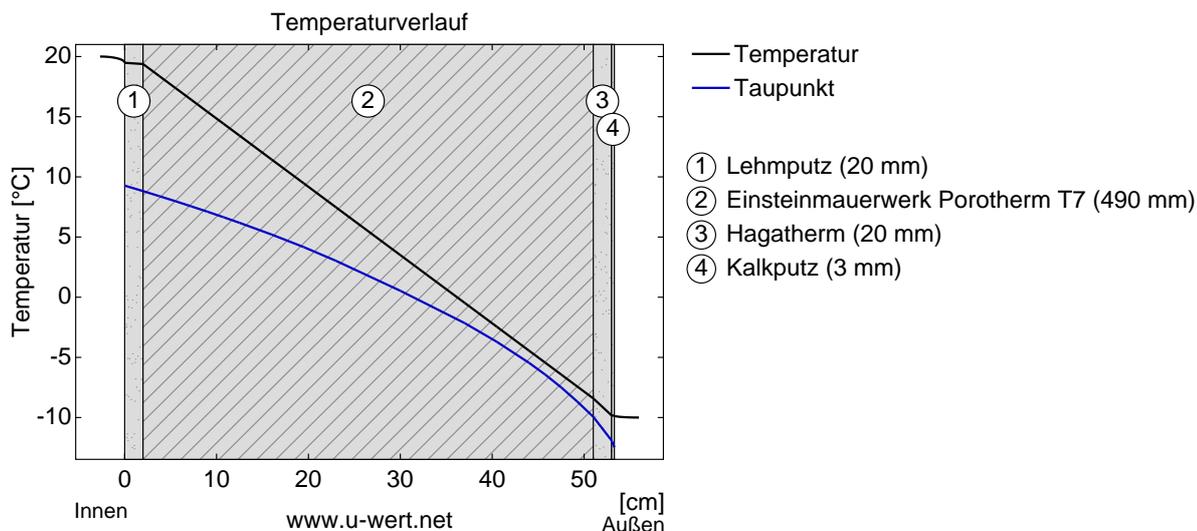
**Kein Tauwasser**  
 (Feuchteschutz)

**TA-Dämpfung: 18.4**  
 (Hitzeschutz)

 Raumluft:  $20^\circ\text{C} / 50\%$   
 Außenluft:  $-10^\circ\text{C} / 80\%$ 

 Tauwasser:  $0.00 \text{ kg/m}^2$   
 sd-Wert: 2.7 m

 Gewicht:  $312 \text{ kg/m}^2$   
 Dicke: 53.3 cm

## Temperaturverlauf / Tauwasserzone



Verlauf von Temperatur und Taupunkt innerhalb des Bauteils. Der Taupunkt kennzeichnet die Temperatur, bei der Wasserdampf kondensieren und Tauwasser entstehen würde. Solange die Temperatur der Konstruktion an jeder Stelle über der Taupunkttemperatur liegt, entsteht kein Tauwasser. Falls sich die beiden Kurven berühren, fällt an den Berührungspunkten Tauwasser aus.

## Schichten (von innen nach außen)

Folgende Tabelle enthält die wichtigsten Daten aller Schichten der Konstruktion:

#	Material	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	Temperatur [ $^\circ\text{C}$ ]		Gewicht [kg/m <sup>2</sup> ]	Tauwasser [Gew%]
				min	max		
	Wärmeübergangswiderstand		0,130	19,5	20,0		
1	2 cm Lehmputz	0,800	0,025	19,4	19,5	34,0	0,0
2	49 cm Einsteinmauerwerk Porotherm T7	0,070	7,000	-8,4	19,4	269,5	0,0
3	2 cm Hagatherm	0,056	0,357	-9,8	-8,4	4,4	0,0
4	0,3 cm Kalkputz	0,870	0,003	-9,8	-9,8	4,2	0,0
	Wärmeübergangswiderstand		0,040	-10,0	-9,8		
	53,3 cm Gesamtes Bauteil		7,553			312,1	

## Feuchteschutz

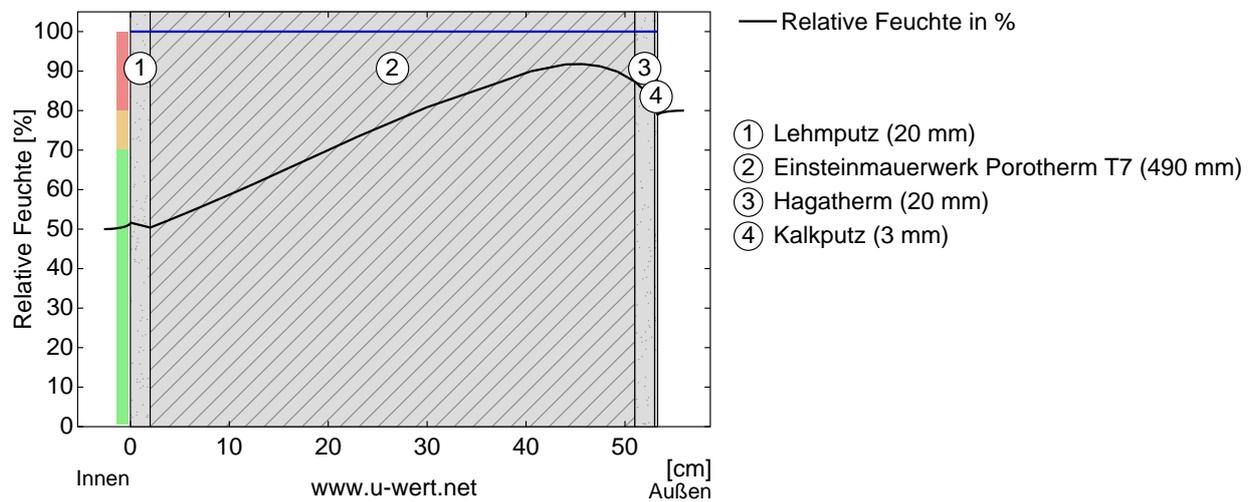
Unter den angenommenen Bedingungen bildet sich kein Tauwasser.

#	Material	sd-Wert [m]	Tauwasser [kg/m <sup>2</sup> ]		Trocknungsdauer Tage	Gewicht [kg/m <sup>2</sup> ]
1	2 cm Lehmputz	0,10	-	0,0		34,0
2	49 cm Einsteinmauerwerk Porotherm T7	2,45	-	0,0		269,5
3	2 cm Hagatherm	0,12	-	0,0		4,4
4	0,3 cm Kalkputz	0,03	-	0,0		4,2
	53,3 cm Gesamtes Bauteil	2,70	0,000		0	312,1

## Relative Feuchte / Luftfeuchtigkeit

Die Oberflächentemperatur der Wandinnenseite beträgt 19,5°C was zu einer relativen Luftfeuchtigkeit an der Oberfläche von 52% führt. Unter diesen Bedingungen sollte nicht mit Schimmelbildung zu rechnen sein.

Das folgende Diagramm zeigt die relative Feuchte innerhalb des Bauteils. Außerhalb des Bauteils entspricht diese Größe der relativen Luftfeuchtigkeit.

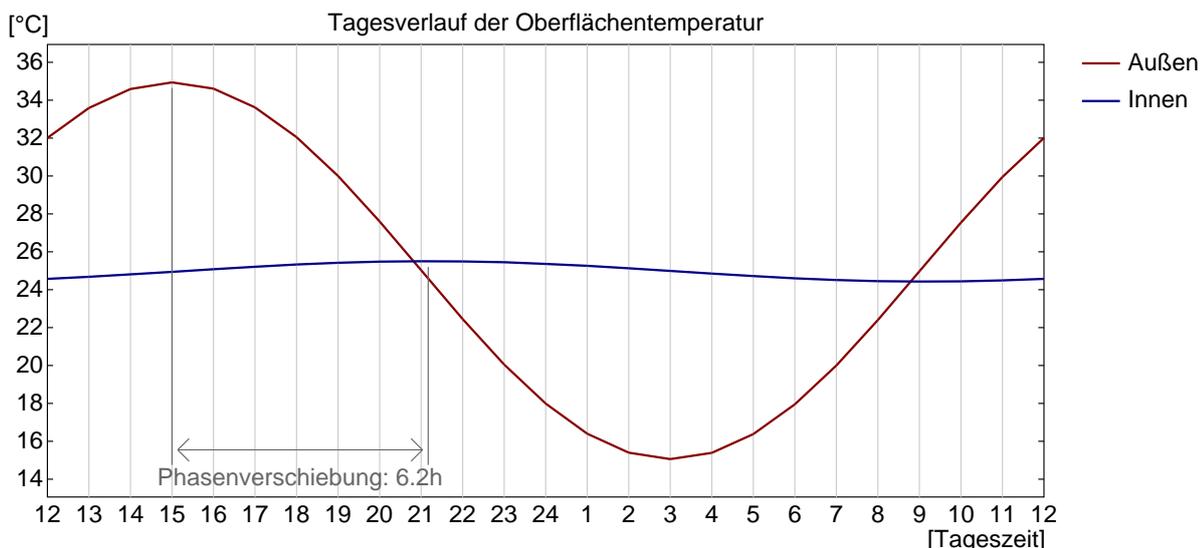
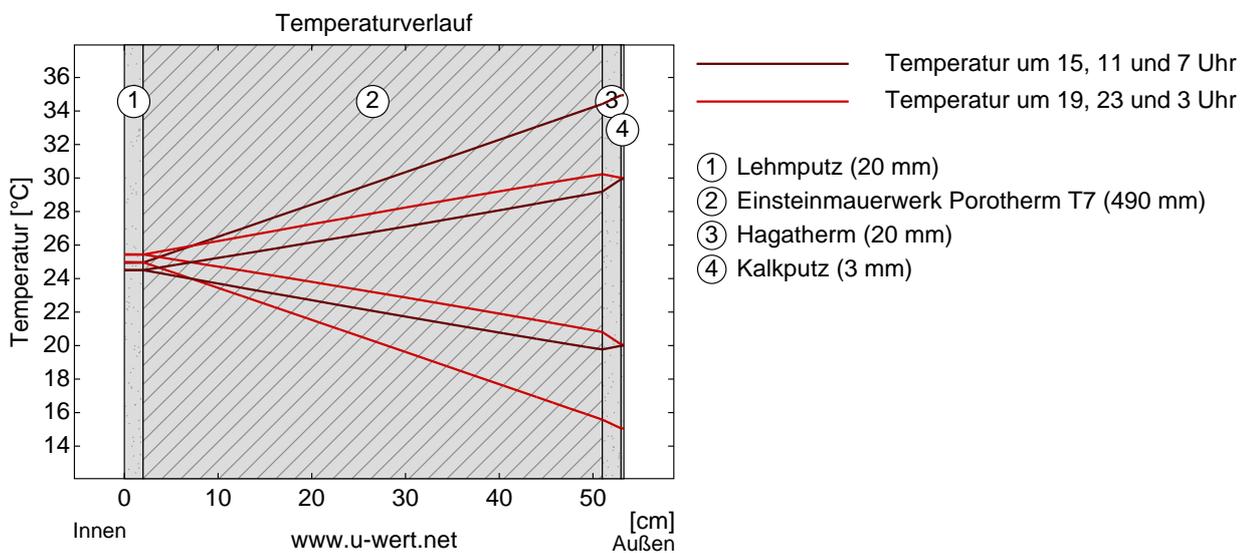


## Hitzeschutz

Für die Analyse des sommerlichen Hitzeschutzes wurden die Temperaturänderungen innerhalb des Bauteils im Verlauf eines heißen Sommertages simuliert. Folgende Tabelle enthält die Ergebnisse:

Phasenverschiebung:	6,2h	Zeitpunkt der maximalen Innentemperatur:	21:15
Amplitudendämpfung:	18,4	Temperaturdifferenz auf äußerer Oberfläche:	19,9 °C
TAV:	0,054	Temperaturdifferenz auf innerer Oberfläche:	1,1 °C

(Die Phasenverschiebung gibt die Zeitdauer in Stunden an, nach der das nachmittägliche Hitzemaximum die Bauteilinnenseite erreicht. Die Amplitudendämpfung beschreibt die Abschwächung der Temperaturwelle beim Durchgang durch das Bauteil. Ein Wert von 10 bedeutet, dass die Temperatur auf der Außenseite 10x stärker variiert, als auf der Innenseite, z.B. außen 15-35°C, innen 24-26°C. Das Temperaturamplitudenverhältnis TAV ist der Kehrwert der Dämpfung:  $TAV = 1/\text{Amplitudendämpfung}$ )



**Obere Abbildung:** Temperaturverlauf innerhalb des Bauteils zu verschiedenen Zeitpunkten. Jeweils von oben nach unten, braune Linien: um 15, 11 und 7 Uhr und rote Linien um 19, 23 und 3 Uhr morgens.

**Untere Abbildung:** Temperatur auf der äußeren (rot) und inneren (blau) Oberfläche im Verlauf eines Tages. Die schwarzen Pfeile kennzeichnen die Lage der Temperaturhöchstwerte. Das Maximum der inneren Oberflächentemperatur sollte möglichst während der zweiten Nachthälfte auftreten.

## Wärmespeicherfähigkeit

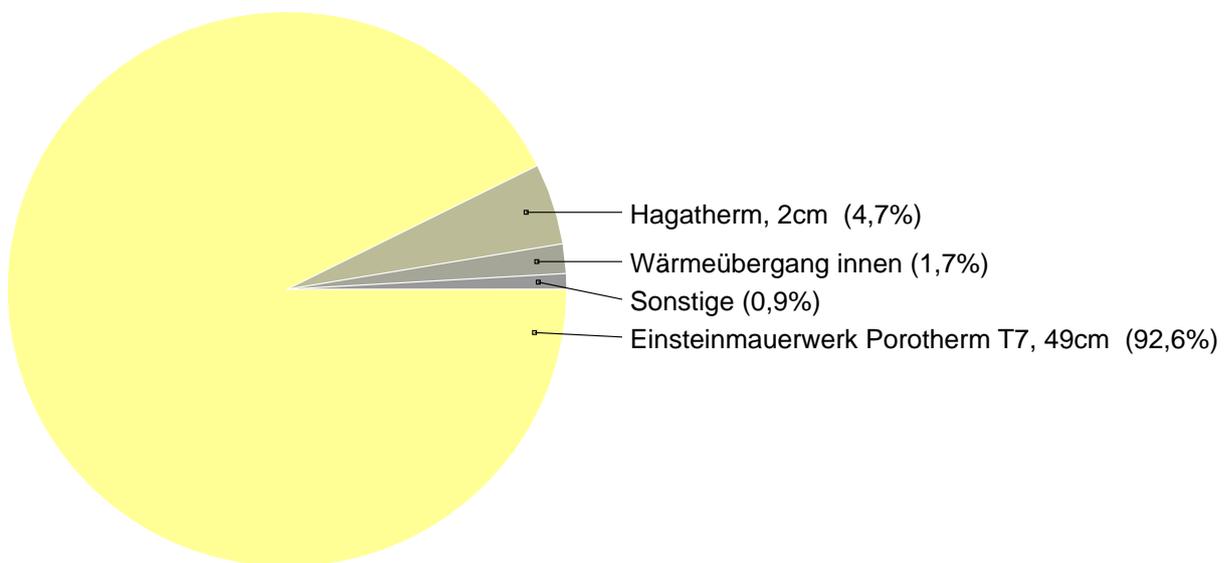
Wärmekapazität des gesamten Bauteils: 43 kJ/m<sup>2</sup>K bzw. 0.012 kWh/m<sup>2</sup>K

(Energie in kJ bzw. kWh, die ein Quadratmeter des Bauteils aufnimmt, wenn Innen- und Außentemperatur gleichzeitig um 1°C erhöht werden.)

Wärmespeicherfähigkeit der inneren Schichten: 34 kJ/m<sup>2</sup>K bzw. 0.009 kWh/m<sup>2</sup>K

(Energie in kJ bzw. kWh, die ein Quadratmeter des Bauteils aufnimmt, wenn die Innentemperatur um 1°C erhöht wird und die Außentemperatur beibehalten wird.)

## Beitrag einzelner Schichten zur Wärmedämmung



Dieses Dokument wurde vom U-Wert-Rechner auf [www.u-wert.net](http://www.u-wert.net) generiert. Der Betreiber von u-wert.net übernimmt keine Gewähr für die Richtigkeit der dargestellten Informationen und keine Haftung für unmittelbare und mittelbare Schäden, die aus den angebotenen Informationen und / oder ihrer Verwendung entstehen.

Perma-Link zu dieser Berechnung im Internet:

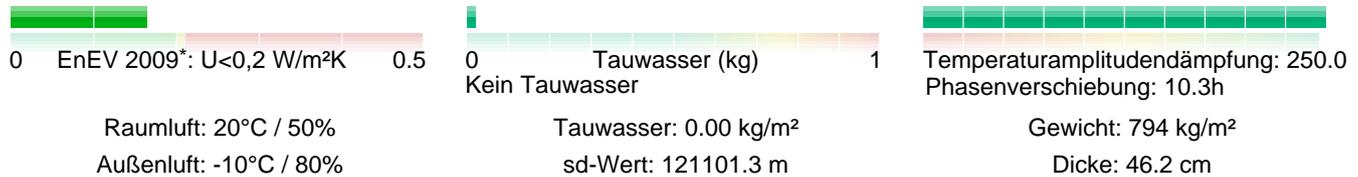
[http://www.u-wert.net/berechnung/u-wert-rechner/?d0=2&mid0=4034&d1=49&mid1=8247&d2=2&mid2=4117&d3=0.3&mid3=75&bt=0&T\\_i=20&RH\\_i=50&T\\_e=-10&RH\\_e=80&outside=0&name=Bauteil+7%2C+Aussenwand+%C3%BCber+Terrain](http://www.u-wert.net/berechnung/u-wert-rechner/?d0=2&mid0=4034&d1=49&mid1=8247&d2=2&mid2=4117&d3=0.3&mid3=75&bt=0&T_i=20&RH_i=50&T_e=-10&RH_e=80&outside=0&name=Bauteil+7%2C+Aussenwand+%C3%BCber+Terrain)

Bauteil 5, EG Boden Balkon: Flachdach,  $U=0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$ 

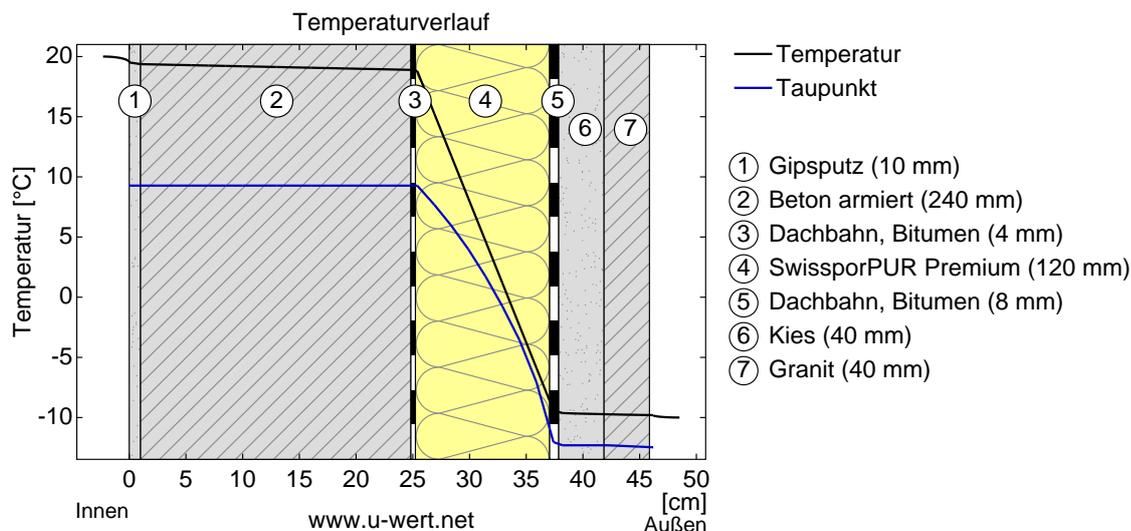
(erstellt am 27.3.2012 22:37)

 **$U = 0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$**   
 (Wärmedämmung)

**Kein Tauwasser**  
 (Feuchteschutz)

**TA-Dämpfung: 250.0**  
 (Hitzeschutz)


## Temperaturverlauf / Tauwasserzone



Verlauf von Temperatur und Taupunkt innerhalb des Bauteils. Der Taupunkt kennzeichnet die Temperatur, bei der Wasserdampf kondensieren und Tauwasser entstehen würde. Solange die Temperatur der Konstruktion an jeder Stelle über der Taupunkttemperatur liegt, entsteht kein Tauwasser. Falls sich die beiden Kurven berühren, fällt an den Berührungspunkten Tauwasser aus.

## Schichten (von innen nach außen)

Folgende Tabelle enthält die wichtigsten Daten aller Schichten der Konstruktion:

#	Material	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	Temperatur [ $^\circ\text{C}$ ]		Gewicht [kg/m <sup>2</sup> ]	Tauwasser [Gew%]
				min	max		
	Wärmeübergangswiderstand		0,100	19,5	20,0		
1	1 cm Gipsputz	0,350	0,029	19,4	19,5	10,0	0,0
2	24 cm Beton armiert (2%)	2,500	0,096	18,9	19,4	576,0	0,0
3	0,4 cm Dachbahn, Bitumen	0,170	0,024	18,8	18,9	4,2	0,0
4	12 cm SwissporPUR Premium	0,021	5,714	-9,4	18,8	3,6	0,0
5	0,8 cm Dachbahn, Bitumen	0,170	0,047	-9,6	-9,4	8,4	0,0
6	4 cm Kies	2,000	0,020	-9,7	-9,6	88,0	0,0
7	4 cm Granit	2,800	0,014	-9,8	-9,7	104,0	0,0
	Wärmeübergangswiderstand		0,040	-10,0	-9,8		
	46,2 cm Gesamtes Bauteil		6,083			794,2	

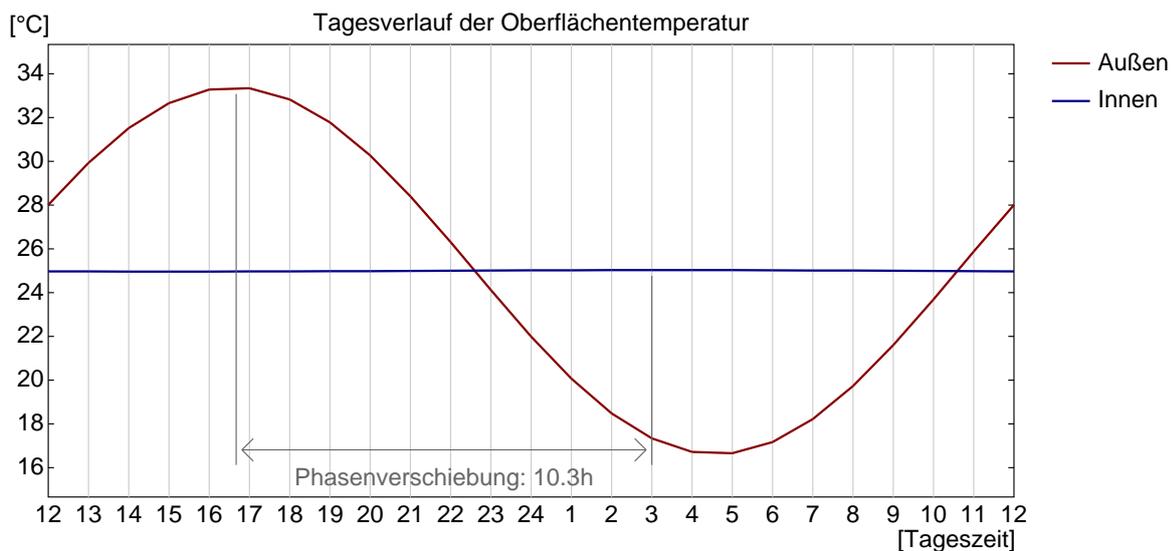
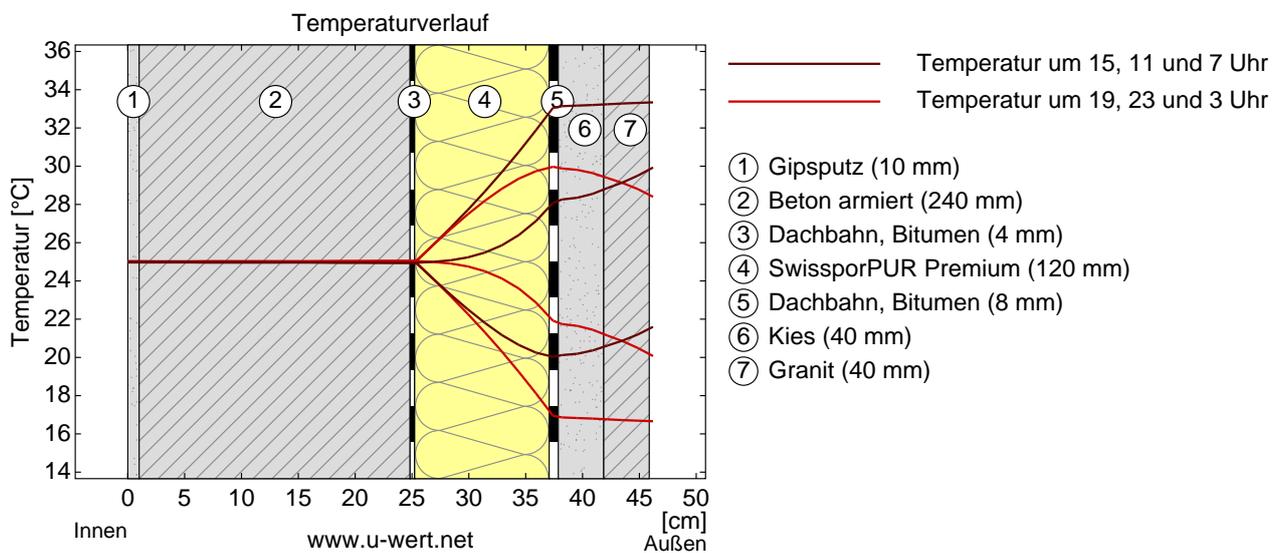


## Hitzeschutz

Für die Analyse des sommerlichen Hitzeschutzes wurden die Temperaturänderungen innerhalb des Bauteils im Verlauf eines heißen Sommertages simuliert. Folgende Tabelle enthält die Ergebnisse:

Phasenverschiebung:	10,3h	Zeitpunkt der maximalen Innentemperatur:	3:00
Amplitudendämpfung:	250,0	Temperaturdifferenz auf äußerer Oberfläche:	16,8 °C
TAV:	0,004	Temperaturdifferenz auf innerer Oberfläche:	0,1 °C

(Die Phasenverschiebung gibt die Zeitdauer in Stunden an, nach der das nachmittägliche Hitzemaximum die Bauteilinnenseite erreicht. Die Amplitudendämpfung beschreibt die Abschwächung der Temperaturwelle beim Durchgang durch das Bauteil. Ein Wert von 10 bedeutet, dass die Temperatur auf der Außenseite 10x stärker variiert, als auf der Innenseite, z.B. außen 15-35°C, innen 24-26°C. Das Temperaturamplitudenverhältnis TAV ist der Kehrwert der Dämpfung:  $TAV = 1/\text{Amplitudendämpfung}$ )



**Obere Abbildung:** Temperaturverlauf innerhalb des Bauteils zu verschiedenen Zeitpunkten. Jeweils von oben nach unten, braune Linien: um 15, 11 und 7 Uhr und rote Linien um 19, 23 und 3 Uhr morgens.

**Untere Abbildung:** Temperatur auf der äußeren (rot) und inneren (blau) Oberfläche im Verlauf eines Tages. Die schwarzen Pfeile kennzeichnen die Lage der Temperaturhöchstwerte. Das Maximum der inneren Oberflächentemperatur sollte möglichst während der zweiten Nachthälfte auftreten.

## Wärmespeicherfähigkeit

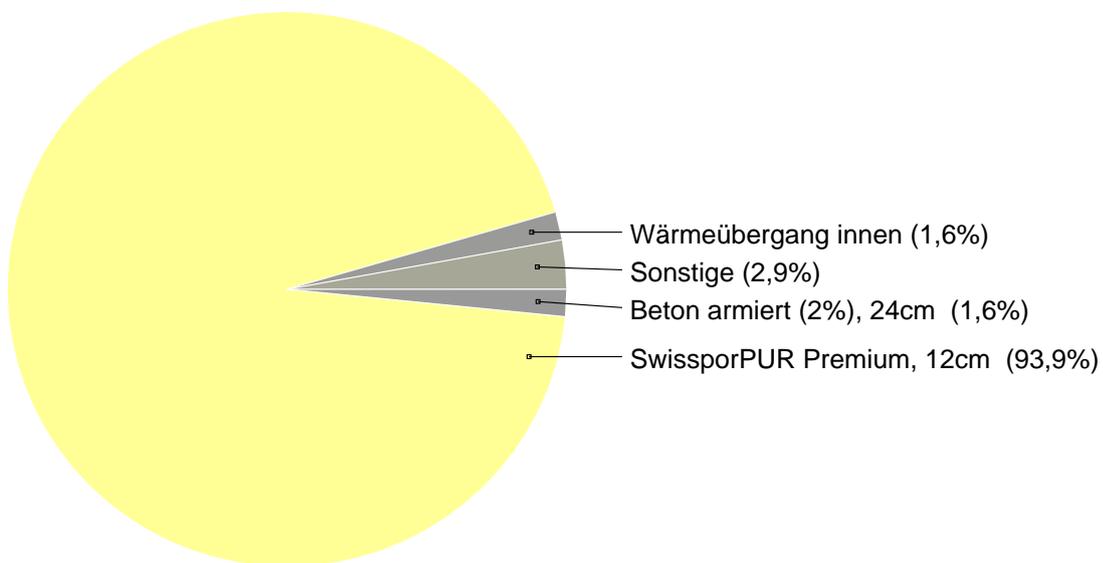
Wärmekapazität des gesamten Bauteils: 706 kJ/m<sup>2</sup>K bzw. 0.196 kWh/m<sup>2</sup>K

(Energie in kJ bzw. kWh, die ein Quadratmeter des Bauteils aufnimmt, wenn Innen- und Außentemperatur gleichzeitig um 1°C erhöht werden.)

Wärmespeicherfähigkeit der inneren Schichten: 512 kJ/m<sup>2</sup>K bzw. 0.142 kWh/m<sup>2</sup>K

(Energie in kJ bzw. kWh, die ein Quadratmeter des Bauteils aufnimmt, wenn die Innentemperatur um 1°C erhöht wird und die Außentemperatur beibehalten wird.)

## Beitrag einzelner Schichten zur Wärmedämmung



Dieses Dokument wurde vom U-Wert-Rechner auf [www.u-wert.net](http://www.u-wert.net) generiert. Der Betreiber von u-wert.net übernimmt keine Gewähr für die Richtigkeit der dargestellten Informationen und keine Haftung für unmittelbare und mittelbare Schäden, die aus den angebotenen Informationen und / oder ihrer Verwendung entstehen.

Perma-Link zu dieser Berechnung im Internet:

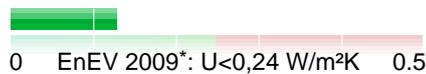
[http://www.u-wert.net/berechnung/u-wert-rechner/?d0=1&mid0=74&d1=24&mid1=12&d2=0.4&mid2=3&d3=12&mid3=1854&d4=0.8&mid4=3&d5=4&mid5=231&d6=4&mid6=40&bt=3&T\\_i=20&RH\\_i=50&T\\_e=-10&RH\\_e=80&outside=0&name=Bauteil+5%2C+EG+Boden+Balkon](http://www.u-wert.net/berechnung/u-wert-rechner/?d0=1&mid0=74&d1=24&mid1=12&d2=0.4&mid2=3&d3=12&mid3=1854&d4=0.8&mid4=3&d5=4&mid5=231&d6=4&mid6=40&bt=3&T_i=20&RH_i=50&T_e=-10&RH_e=80&outside=0&name=Bauteil+5%2C+EG+Boden+Balkon)

Bauteil 9, Aussenwand Lukarne: Außenwand, U=0,13 W/m²K

(erstellt am 16.4.2012 18:51)

**U = 0,13 W/m²K**  
 (Wärmedämmung)

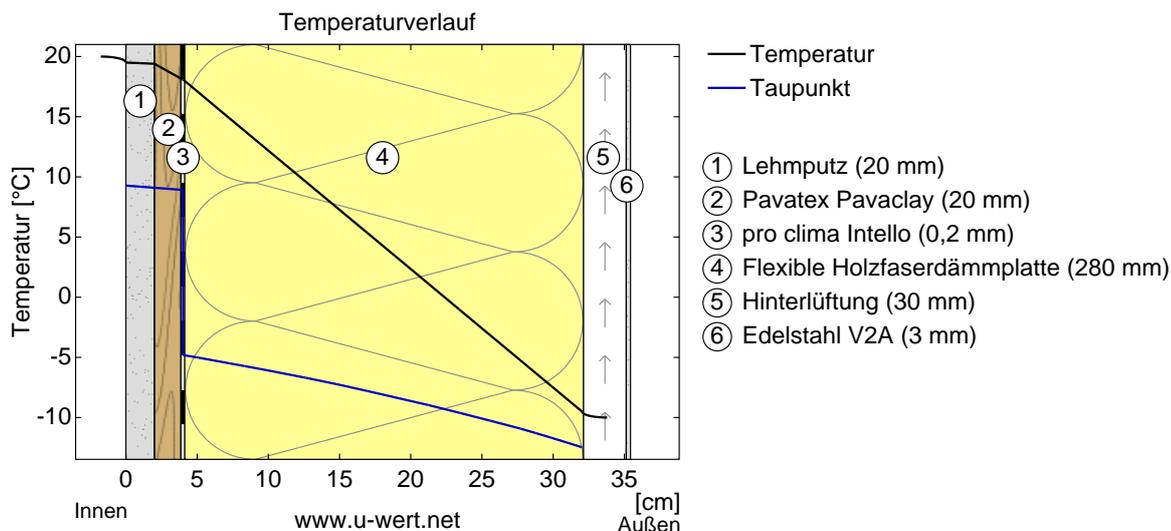
**Kein Tauwasser**  
 (Feuchteschutz)

**TA-Dämpfung: 61.0**  
 (Hitzeschutz)

 Raumluft: 20°C / 50%  
 Außenluft: -10°C / 80%

 Tauwasser: 0.00 kg/m²  
 sd-Wert: 6.7 m

 Gewicht: 78 kg/m²  
 Dicke: 35.32 cm

## Temperaturverlauf / Tauwasserzone



Verlauf von Temperatur und Taupunkt innerhalb des Bauteils. Der Taupunkt kennzeichnet die Temperatur, bei der Wasserdampf kondensieren und Tauwasser entstehen würde. Solange die Temperatur der Konstruktion an jeder Stelle über der Taupunkttemperatur liegt, entsteht kein Tauwasser. Falls sich die beiden Kurven berühren, fällt an den Berührungspunkten Tauwasser aus.

## Schichten (von innen nach außen)

Folgende Tabelle enthält die wichtigsten Daten aller Schichten der Konstruktion:

#	Material	λ [W/mK]	R [m²K/W]	Temperatur [°C]		Gewicht [kg/m²]	Tauwasser [Gew%]
				min	max		
	Wärmeübergangswiderstand		0,130	19,5	20,0		
1	2 cm Lehmputz	0,800	0,025	19,4	19,5	34,0	0,0
2	2 cm Pavatex Pavaclay	0,058	0,345	18,1	19,4	7,0	0,0
3	0,02 cm pro clima Intello	0,170	0,001	18,1	18,1	0,1	0,0
4	28 cm Flexible Holzfaserdämmplatte	0,039	7,179	-9,5	18,1	14,0	0,0
	Wärmeübergangswiderstand		0,130	-10,0	-9,5		
5	3 cm Hinterlüftung (Außenluft)			-10,0	-10,0	0,0	
6	0,3 cm Edelstahl V2A			-10,0	-10,0	23,7	
	35,32 cm Gesamtes Bauteil		7,812			78,8	

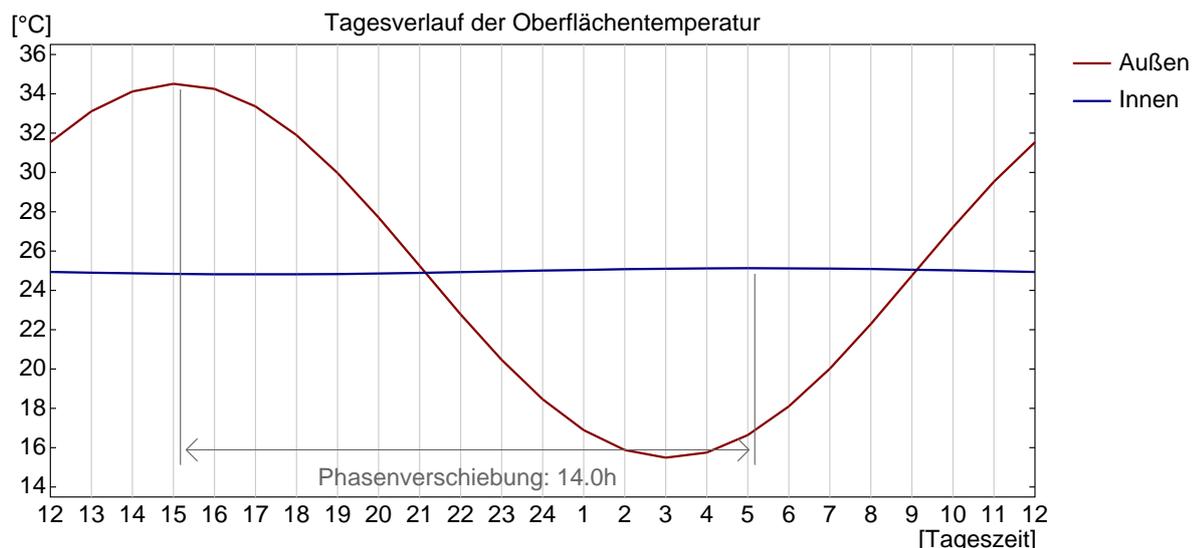
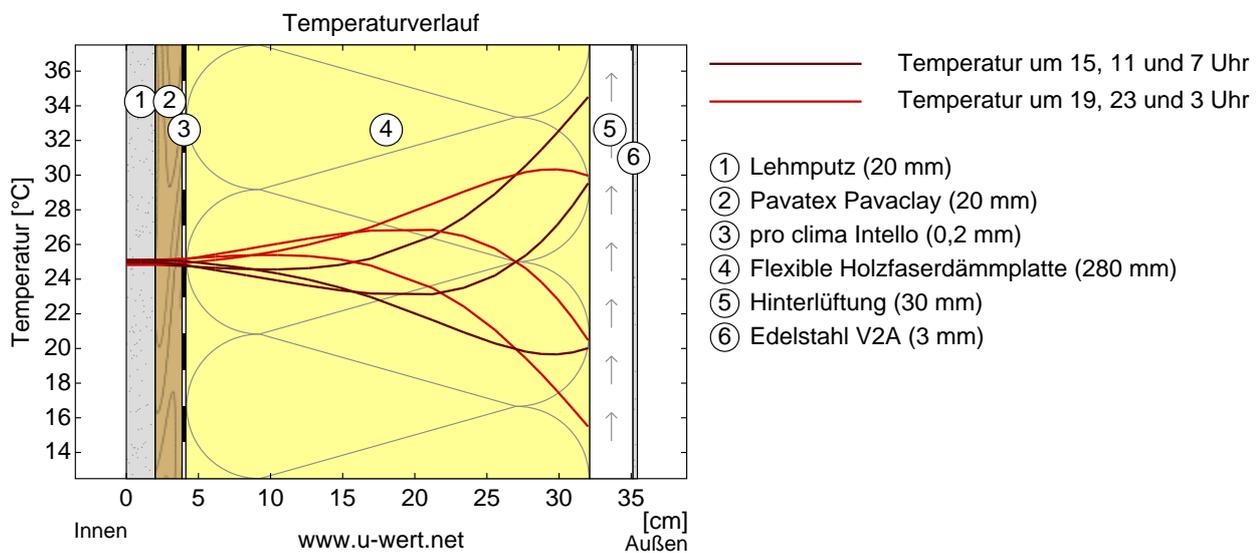


## Hitzeschutz

Für die Analyse des sommerlichen Hitzeschutzes wurden die Temperaturänderungen innerhalb des Bauteils im Verlauf eines heißen Sommertages simuliert. Folgende Tabelle enthält die Ergebnisse:

Phasenverschiebung:	14,0h	Zeitpunkt der maximalen Innentemperatur:	5:15
Amplitudendämpfung:	61,0	Temperaturdifferenz auf äußerer Oberfläche:	19,0 °C
TAV:	0,016	Temperaturdifferenz auf innerer Oberfläche:	0,3 °C

(Die Phasenverschiebung gibt die Zeitdauer in Stunden an, nach der das nachmittägliche Hitzemaximum die Bauteilinnenseite erreicht. Die Amplitudendämpfung beschreibt die Abschwächung der Temperaturwelle beim Durchgang durch das Bauteil. Ein Wert von 10 bedeutet, dass die Temperatur auf der Außenseite 10x stärker variiert, als auf der Innenseite, z.B. außen 15-35°C, innen 24-26°C. Das Temperaturamplitudenverhältnis TAV ist der Kehrwert der Dämpfung:  $TAV = 1/\text{Amplitudendämpfung}$ )



**Obere Abbildung:** Temperaturverlauf innerhalb des Bauteils zu verschiedenen Zeitpunkten. Jeweils von oben nach unten, braune Linien: um 15, 11 und 7 Uhr und rote Linien um 19, 23 und 3 Uhr morgens.

**Untere Abbildung:** Temperatur auf der äußeren (rot) und inneren (blau) Oberfläche im Verlauf eines Tages. Die schwarzen Pfeile kennzeichnen die Lage der Temperaturhöchstwerte. Das Maximum der inneren Oberflächentemperatur sollte möglichst während der zweiten Nachthälfte auftreten.

## Wärmespeicherfähigkeit

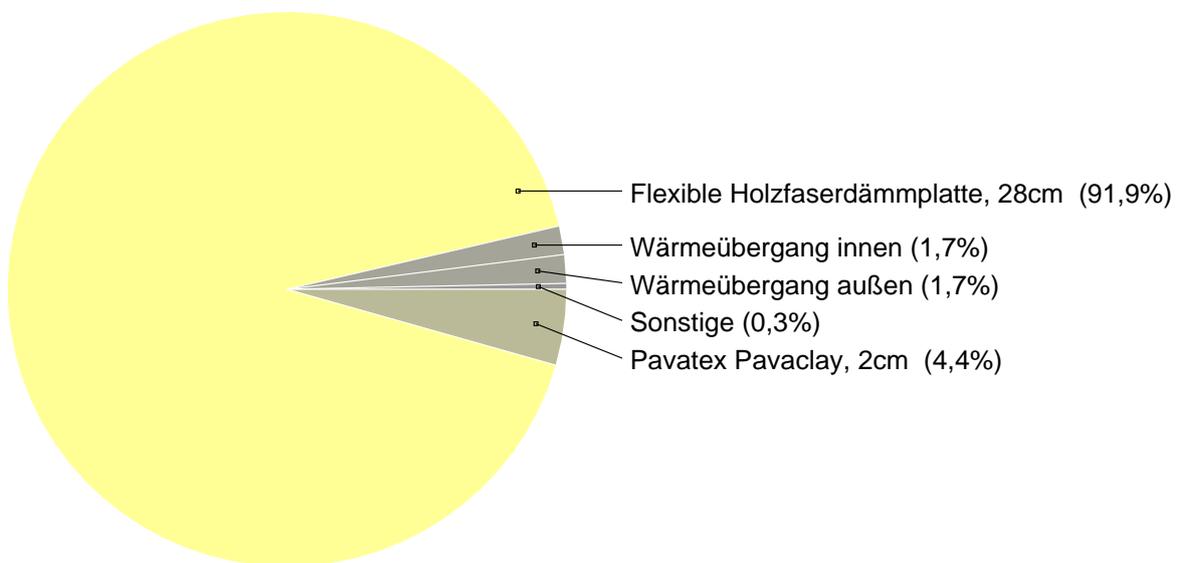
Wärmekapazität des gesamten Bauteils: 76 kJ/m<sup>2</sup>K bzw. 0.021 kWh/m<sup>2</sup>K

(Energie in kJ bzw. kWh, die ein Quadratmeter des Bauteils aufnimmt, wenn Innen- und Außentemperatur gleichzeitig um 1°C erhöht werden.)

Wärmespeicherfähigkeit der inneren Schichten: 61 kJ/m<sup>2</sup>K bzw. 0.017 kWh/m<sup>2</sup>K

(Energie in kJ bzw. kWh, die ein Quadratmeter des Bauteils aufnimmt, wenn die Innentemperatur um 1°C erhöht wird und die Außentemperatur beibehalten wird.)

## Beitrag einzelner Schichten zur Wärmedämmung



Dieses Dokument wurde vom U-Wert-Rechner auf [www.u-wert.net](http://www.u-wert.net) generiert. Der Betreiber von u-wert.net übernimmt keine Gewähr für die Richtigkeit der dargestellten Informationen und keine Haftung für unmittelbare und mittelbare Schäden, die aus den angebotenen Informationen und / oder ihrer Verwendung entstehen.

Perma-Link zu dieser Berechnung im Internet:

[http://www.u-wert.net/berechnung/u-wert-rechner/?d0=2&mid0=4034&d1=2&mid1=8074&d2=0.02&mid2=622&d3=28&mid3=1489&d4=3&mid4=90&d5=0.3&mid5=84&bt=0&T\\_i=20&RH\\_i=50&T\\_e=-10&RH\\_e=80&outside=0&name=Bauteil+9%2C+Aussenwand+Lukarne](http://www.u-wert.net/berechnung/u-wert-rechner/?d0=2&mid0=4034&d1=2&mid1=8074&d2=0.02&mid2=622&d3=28&mid3=1489&d4=3&mid4=90&d5=0.3&mid5=84&bt=0&T_i=20&RH_i=50&T_e=-10&RH_e=80&outside=0&name=Bauteil+9%2C+Aussenwand+Lukarne)