

# LEHMHAUS IM WANDEL

## Die Sanierung eines Waldviertler Lehmbaus





TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
WIEN

DIPLOMARBEIT

## LEHMHAUS IM WANDEL

Die Sanierung eines Waldviertler Lehmbaus

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grades

Diplom-Ingenieurin

unter der Leitung von

**ao. Univ. Prof.in Dipl.-Ing.in Dr.in-phil. Andrea Rieger-Jandl**

Institut für Kunstgeschichte, Bauforschung und Denkmalpflege

Forschungsbereich Baugeschichte und Bauforschung

eingereicht an der Technischen Universität Wien

Fakultät für Architektur und Raumplanung

von

Rosa Diemling

51806368

# ABSTRACT

Diese Arbeit behandelt die ökologische Sanierung eines Lehmbaus in Elsarn, im niederösterreichischen Waldviertel, und untersucht die Möglichkeiten, alte Gebäude auf zeitgemäße Wohnstandards zu heben ohne dabei ihren historischen Charme zu verlieren.

Die steigende Bodenversiegelung für neue Bauflächen und gleichzeitig steigender Leerstand, machen das Thema des Umgangs mit alten Bausubstanzen besonders relevant.

Die Arbeit liefert Einblicke in die Eigenschaften von Lehm als Baumaterial und die historische Lehmziegelbauweise in Österreich. Weiters werden die Herausforderungen und Möglichkeiten bei einer ökologischen Sanierung von Lehmbauten beleuchtet und die passende Materialwahl evaluiert. Besonders Maßnahmen im Hinblick auf Feuchte- und Wärmeschutz werden eingehend diskutiert.

Aufgrund fehlender Baupläne wurde das Lehmgebäude in Elsarn zunächst vermessen und Bestandspläne erstellt. Auf dieser Grundlage wurden notwendige Maßnahmen definiert, wobei detaillierte Erklärungen zu den Bauteilen und erforderlichen Eingriffen gegeben werden. Ein vorgeschlagener Umbau des Gebäudes für die Wohnnutzung in mehreren Phasen einer Familie zeigt, dass zeitgemäßes Wohnen auch in älteren Gebäuden möglich ist.

*This diploma thesis addresses the ecological renovation of an adobe building in Elsarn, located in the Lower Austrian Waldviertel, and explores possibilities for upgrading old structures to contemporary living standards without losing their historical charm. The increasing sealing of soil for new construction areas, coupled with a simultaneous rise in vacancy, makes the handling of old building substances particularly relevant.*

*The thesis provides insights into the properties of clay as a building material and the historical clay brick construction in Austria. Furthermore, it illuminates the challenges and opportunities in ecologically renovating clay buildings, evaluating the appropriate choice of materials. Measures related to moisture and thermal protection are extensively discussed.*

*Due to the absence of construction plans, the clay building in Elsarn was initially measured, and existing plans were created. Based on this foundation, necessary measures were defined, with detailed explanations of the building components and required interventions. A proposed conversion of the building for residential use in multiple phases for a family illustrates that contemporary living is achievable even in older structures.*



Sommer in Elsarn, 1999

# DANKSAGUNG

Ich möchte mich besonders bei Andrea Rieger-Jandl für die wunderbare Betreuung bedanken. Danke für die motivierenden Gespräche, spannenden Anregungen und der ansteckenden Begeisterung für Lehm.

Dank gilt außerdem meinen Eltern und meinen Schwestern, die mich bei dieser Arbeit und im Studium immer unterstützt und bestärkt haben.

Danke an Familie Jobst, die mir ihren Hof und Zeit zur Verfügung gestellt haben.

Außerdem möchte ich mich bei meinen Freundinnen und Freunden bedanken, die mich im Studium begleitet haben und es mit allen Hoch und Tiefs zu einer unvergesslichen Zeit gemacht haben.

Besonderer Dank gilt meinem Freund für den frischen Blick, wissenschaftlichen Input und unermüdlichen Korrekturlesen der Arbeit. Danke für deine Motivation und Unterstützung.

Danke!



Die abgebildete gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar.  
The provided original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

# INHALTSVERZEICHNIS

EINLEITUNG	10
1. ÜBER LEHM UND HISTORISCHE BAUWEISEN IM WALDVIERTEL	15
1.1. Baustoff Lehm	15
1.2. Historische Hofformen in Niederösterreich	18
1.3. Historische Lehmbauweise	25
2. SANIERUNGSMASSNAHMEN IM LEHMBAU	27
2.1. Feuchteschutz	28
2.2. Wärmedämmung	32
2.3. Sanierungsmaßnahmen an den Bauteilaufbauten	41
2.4. Technischer Ausbau in der Bausubstanz Lehm	43
2.5. Sanierung beschädigter Bauteile	44
3. BESTANDSANALYSE	47
3.1. Umgebung	47
3.2. Vorgehen bei der Bestandsanalyse	47
3.3. Gelände und Geologie	51
3.4. Aufmessung des Bestands	52
3.5. Erkundung der Bauteile und Aufbauten	57
3.5.1. Wände	57
3.5.2. Böden	65
3.5.3. Decke	67
3.5.4. Dachstuhl	69
3.5.5. Fenster und Türen	71
3.5.6. Keller	73
3.5.7. Haustechnik	73
4. ENTWURF	75
4.1. Überlegungen zu der Erhaltung des Bestands	77
4.2. Sanierungsmaßnahmen	79
4.2.1. Allgemeine Maßnahmen an Wänden, Dächern und Böden	79
4.2.2. Maßnahmen im ehemaligen Stall	83
4.2.3. Punktueller Sanierungsbedarf	85
4.3. Fenster und Türen	86
4.4. Heizsystem und Energiegewinnung	87
4.5. Entwurfspläne und Skizzen	88
5. DISKUSSION	131
LITERATURVERZEICHNIS	134
ANHANG	140

# EINLEITUNG

Im Jahr 2019 war der Gebäudesektor für 16 % der weltweiten Treibhausgasemissionen (THG) verantwortlich. Dabei sind jedoch nicht alle Emissionen berücksichtigt, die tatsächlich beim Bauen entstehen. Unter anderem wird die Herstellung von Baustoffen nicht mit einberechnet, wobei allein bei der Zementproduktion 2,6 % der gesamten Treibhausgasemissionen entstehen (Dhakal et al., 2022).

In Österreich wurden die Emissionen in den letzten Jahren durch Umstellungen des Energiesystems und energetische Sanierungen der Gebäudehülle reduziert (Schieder, 2022).

Durch sinkenden THG Ausstoß in der Nutzungsphase eines Gebäudes steigt die Relevanz der Verwendung ökologischer Baustoffe, da sie dadurch im Lebenszyklus des Gebäudes einen immer größeren Anteil ausmachen (WWF, 2019).

Als ökologischer Baustoff und durch sein hohes Vorkommen wird hier auch Lehm wieder relevant.

Aufgrund des geringen Aufwands bei der Herstellung, der hohen Verfügbarkeit und der guten Recyclingfähigkeit weisen Lehmteile eine deutlich geringere Umweltbelastung auf. So beträgt der Primärenergieinhalt (PEI) von Stampflehm nur 1/40 des PEI eines Hochlochziegels. Weiters liegt das Global Warming Potential (GWP) von Stampflehm bei 1/20 von Ortbeton (Schroeder, 2019).

Zu dem Thema der Umweltbelastung durch Neubauten kommt auch noch der Leerstand und die Bodenversiegelung hinzu. Allein im Jahr 2020 wurden in Österreich 42 km<sup>2</sup> Bodenfläche neu verbraucht, das entspricht etwa der Größe von Eisenstadt. Mit 23 m<sup>2</sup> pro Jahr nehmen Bauflächen davon den größten Anteil ein (Umweltbundesamt, 2021).

Trotz der wachsenden Bevölkerung steht etwa jede siebte Wohnung leer, neu gebaut wird aber trotzdem noch (Standard, 2023). Rund 47.000 Wohnungen wurden 2022 neu bewilligt; mehr als die Hälfte davon sind Ein- und Zweifamilienhäuser (Statistik Austria, 2023).

Um die Sanierung bestehender Bausubstanzen attraktiv zu machen, bedarf es Vorschläge und Beispiele, wie eine ökologische Sanierung funktionieren kann und wie alte Gebäude den heutigen Anforderungen gerecht werden können. Exemplarisch werden in dieser Arbeit die Möglichkeiten der Sanierung eines Lehmbaus mit umweltfreundlichen Materialien untersucht.

## Problemstellung

Trotz seiner weit zurückreichenden Geschichte ist der Lehm- und Ziegelbau in Österreich fast in Vergessenheit geraten. Es lässt sich beobachten, dass das Wissen zum Umgang mit diesen Baustoffen, welches über viele Generationen erarbeitet wurde, zunehmend in Vergessenheit gerät. Als ökologisches Baumaterial erlebt Lehm zwar derzeit wieder einen Aufschwung, Hürden sind allerdings die Unsicherheit im Umgang mit diesem. Wasserlöslichkeit, geringere Tragfähigkeit als andere Baustoffe und ein Umdenken in den Aufbauten fordern ein gewisses Maß an Wissen und Verständnis für Lehm.

Um dies zu erleichtern, wird in Österreich derzeit an technischen Richtlinien und in weiterer Folge an einer Norm zum Lehm- und Ziegelbau gearbeitet, die es im Gegensatz zu Deutschland, derzeit noch nicht gibt (A. Rieger-Jandl, persönliche Kommunikation, 2024).

Obwohl es in Österreich viele leerstehende Höfe gibt, wird oft lieber neu gebaut, als bestehende Gebäude zu sanieren. Diese entsprechen meist nicht den modernen Vorstellungen von einem Wohnraum.

Dies trifft auch auf Lehm- und Ziegelbauten zu, die oft über hundert Jahre alt sind und zu Zeiten gebaut wurden, als andere Anforderungen galten: Sie bestehen aus kleinen Zimmern, einem zentralen Raum, der beheizt wird und wenigen kleinen Fensteröffnungen. Speziell in landwirtschaftlichen Betrieben war dies eine einfache und kostengünstige Wohnform und wurde meist von den Bewohner:innen selbst mit Lehm vom Baugrund erbaut (Kräftner, 1981).

Bei der Sanierung dieser Bauten ist es wichtig, sich mit der alten Substanz und Bauweise auseinanderzusetzen, da falsche Maßnahmen zu feuchten Räumen, Schimmel und zerstörten Mauersubstanzen führen können. Fehlende Literatur und Erfahrung auf diesem Gebiet führt dazu, dass lieber am Ortsrand neue Siedlungen aus dem Boden gestampft und neue Flächen versiegelt werden, als die alten, langsam verfallenden Gebäude im Ortszentrum zu sanieren.

## Zielsetzung

Ziel dieser Arbeit ist es, einen Hof im Waldviertel zu sanieren und einen den aktuellen Anforderungen entsprechenden Wohnraum zu schaffen.

Der Fokus liegt dabei auf dem Umgang mit Lehmbauten in Kombination mit nachhaltigen Baustoffen. Die Untersuchung der notwendigen Maßnahmen zur Sanierung und erneuten Nutzung als Wohngebäude wird unter ökologischen Aspekten betrachtet. Dabei spielt natürlich auch die Erhaltung der bestehenden Substanz und Charakteristik des Hofes eine entscheidende Rolle.

Im Entwurf wird außerdem auch die Adaptierbarkeit des Gebäudes an sich ändernde Bedürfnisse einer Familie untersucht und in Varianten erprobt.

Daraus lassen sich folgende Forschungsfragen ableiten:

Wie kann der Hof in Elsbarn saniert werden, um den Ansprüchen einer zeitgemäßen Wohnnutzung zu entsprechen?

Welche Maßnahmen sind dabei aus ökologischer und denkmalpflegerischer Perspektive notwendig?

Kann ein saniertes Lehmgebäude flexibel genug sein, um sich den laufend ändernden Nutzungsansprüchen einer Familie anzupassen?



Abb. 1 Herstellung von Lehmziegeln (© C. Hörburger).

# 1. ÜBER LEHM UND HISTORISCHE • BAUWEISEN IM WALDVIERTEL

## 1.1. Baustoff Lehm

Lehm kommt weltweit in unterschiedlichen Formen vor und ist eine bindige Mischung aus Kies, Sand, Schluff und Ton, wobei die feinen Tonmaterialien das Bindemittel zwischen den gröberen Bestandteilen bilden (Schroeder, 2019).

Die selbst mit einfachen Mitteln ausführbare Bearbeitung, das hohe Vorkommen von Lehmböden, sowie die positiven Eigenschaften von Lehmbauteilen haben in der Vergangenheit in einer weit verbreiteten Verwendung von Lehm als Baustoff resultiert. Nahezu weltweit wurde Lehm zum Bau von Behausungen, Denkstätten, aber auch für Großprojekte wie die Herstellung von Anschnitten der Chinesischen Mauer verwendet. Im 19. Jahrhundert führte die Industrialisierung und damit einhergehende Veränderungen in der Bauindustrie zu einer Verdrängung der Lehmbaustoffe durch Beton, Stahl und gebrannte Ziegel (Schroeder, 2019).

Seit Ende des 20. Jahrhunderts zeichnet sich jedoch ein verstärktes Umweltbewusstsein und somit ein Streben nach klimafreundlichen und ökologischen Bausystemen und Materialien ab. Dadurch erlebt Lehm als Naturbaustoff, durch sein hohes Vorkommen, seine Recyclingfähigkeit und seine gesundheitlich unbedenklichen Eigenschaften einen Aufschwung (Dachverband Lehm e.V., 2004).

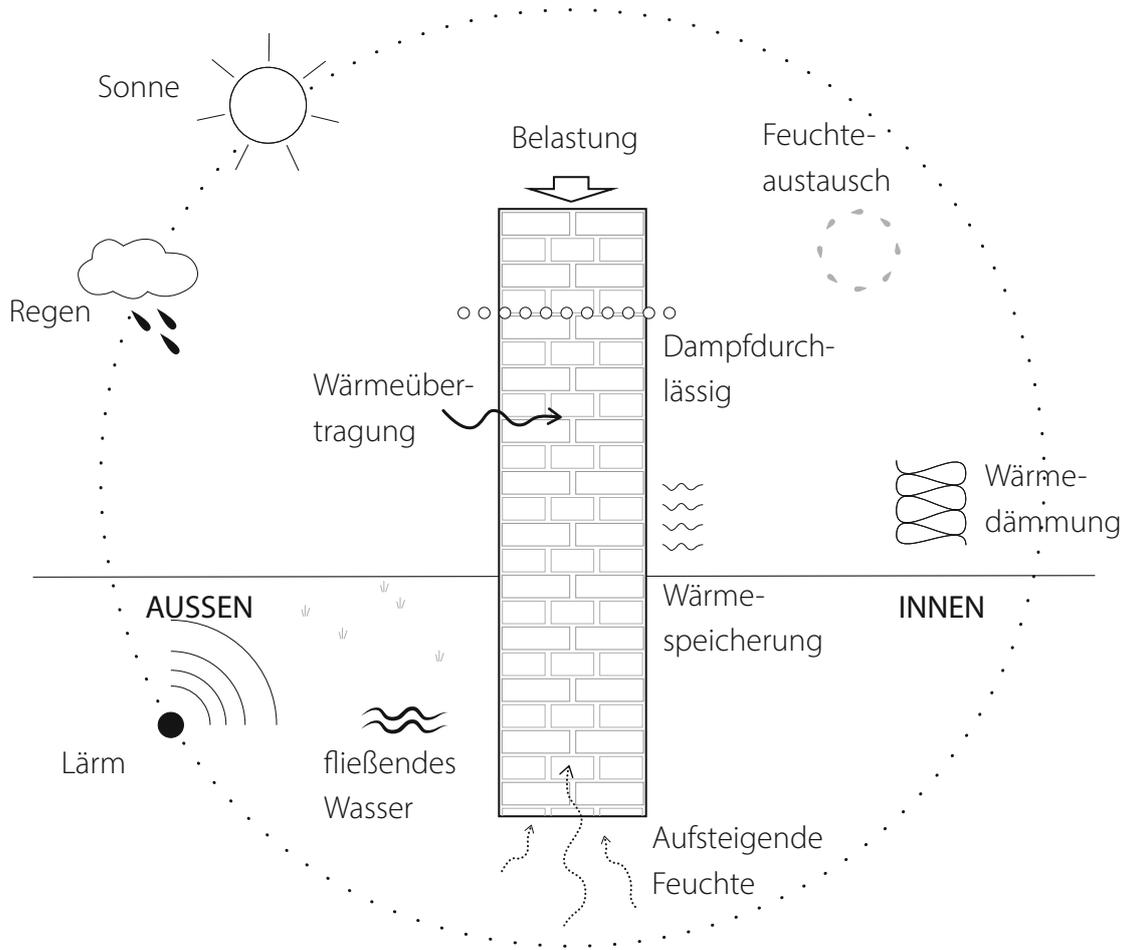


Abb. 2 Anforderungen an Lehmbauteile (angelehnt an: Dachverband Lehm e.V., 2004).

In der Planung müssen die speziellen Eigenschaften von Lehm als Baustoff berücksichtigt werden:

### **Wasserempfindlich**

Durch das Hinzufügen von Wasser wird Lehm formbar und kann durch Verdichten und anschließendes Trocknen die notwendige Festigkeit zur Verwendung als Baumaterial erreichen. Bei erneutem Kontakt mit Wasser werden getrocknete Lehmelemente wieder plastisch, wodurch sie empfindlich gegenüber Feuchte sind und vor dieser geschützt werden müssen. Diese Eigenschaft macht Lehmteile jedoch auch mit geringem Aufwand recycelbar (Schroeder, 2019).

### **Feuchteregulierend**

Ein gutes Diffusionsvermögen von Lehm führt dazu, dass Lehmteile Feuchtigkeit schnell aufnehmen, aber auch wieder abgeben können. Dadurch regulieren sie die Innenluftfeuchtigkeit und wirken wie ein Luftfilter (Schönburg et al., 2017).

### **Wärmespeichernd**

Durch eine gute Wärmespeicherfähigkeit speichert Lehm die aufgenommene Wärmeenergie über längere Zeit und gibt sie langsam wieder an den Raum ab. Umgekehrt können so auch im Sommer Hitzewellen abgepuffert werden. Lehmteile haben somit eine ausgleichende Wirkung auf die Raumtemperatur (Schönburg et al., 2017).

### **Feuerfest**

Auch bei hohen Temperaturen behalten massive Lehmteile ihre Standfestigkeit. Aus diesem Grund wird Lehm auch auf der obersten Geschossdecke als Schutz der Wohnräume bei einem Brand des Dachstuhls sowie zum Ofen- und Kaminbau eingesetzt (Schönburg et al., 2017).

## 1.2. Historische Hofformen in Niederösterreich

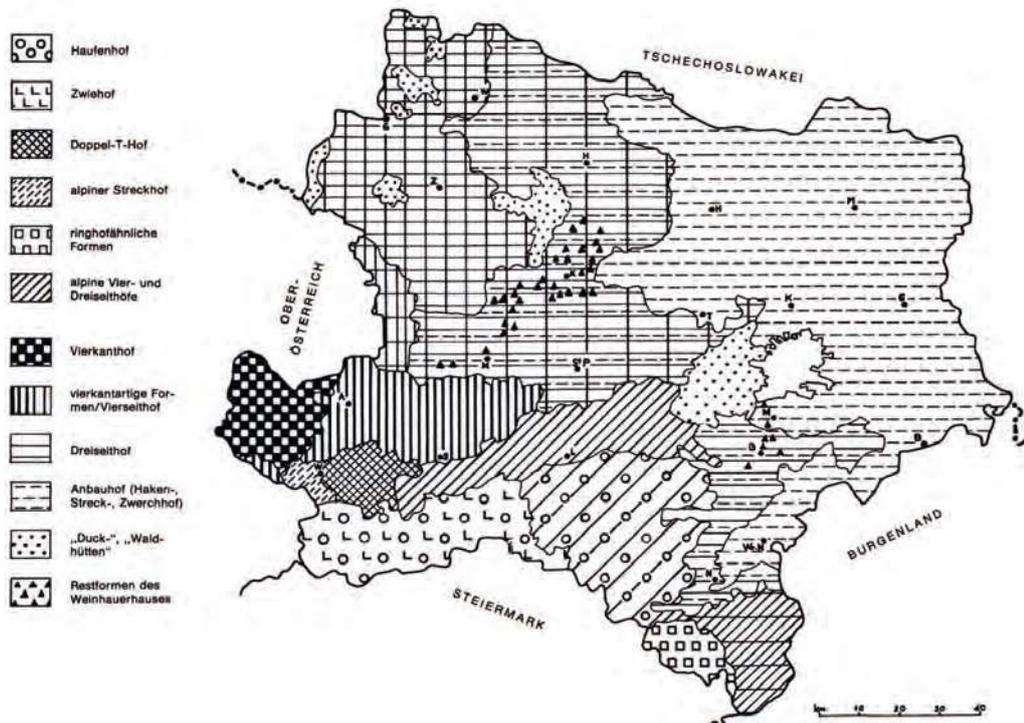


Abb. 3 Hofformen in Niederösterreich (Tomasi, 1984).

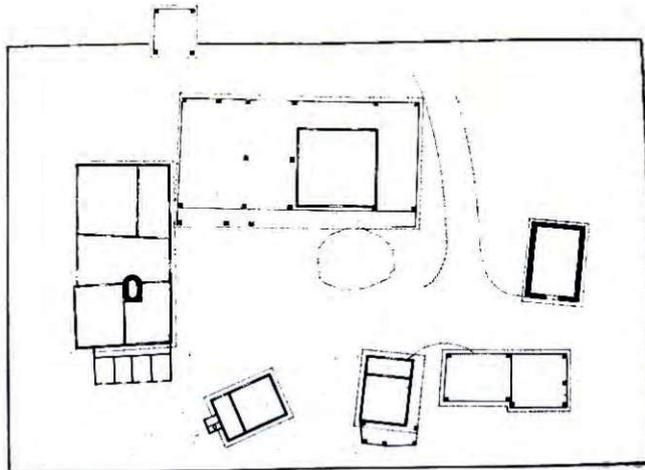


Abb. 4 Haufenhof (Kräftner, 1987).

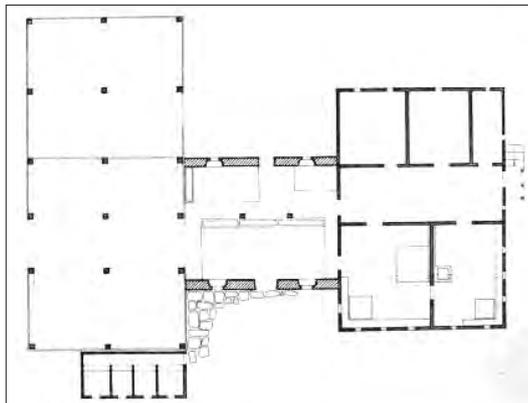


Abb. 6 Doppel-T-Hof (Kräftner, 1987).

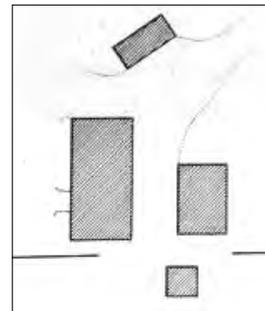


Abb. 5 Paarhof (Kräftner, 1987).

Die Bauernhäuser Niederösterreichs bestehen immer aus den grundlegenden Bausteinen Wohnhaus, Stall und Scheune. Wie diese zueinander angeordnet sind, hängt unter anderem von dem Grundstück, Topografie und der Nutzung ab und hat sich über die Jahre hinweg entwickelt (Kräftner, 1981).

Bei der Typisierung österreichischer Bauernhöfe unterscheidet A. Klaar Strehöfe und Gruppenhöfe. Die wichtigsten Hofformen in Niederösterreich und ihre Entwicklung werden im Folgenden zusammengefasst (Klaar, 1930).

### **Strehöfe**

Strehöfe oder Haufenhöfe bezeichnen Gehöfte, bei denen die einzelnen Bestandteile wie Haus, Scheune, Stall zueinander ungeordnet und locker stehen. In Niederösterreich sind Strehöfe vor allem im Süden, an der Grenze zur Steiermark, in hügeligen Gebieten zu finden (Klaar, 1930).

### **Gruppenhöfe**

#### **Paarhof**

Der Paarhof entwickelte sich aus den Strehöfen und besteht aus zwei parallel stehenden, etwa gleich großen Gebäuden: dem Wohn-Speicherhaus und der Stall-Scheune. Die zwei Bauten sind beim Paarhof nicht verbunden (Kräftner, 1987).

#### **Doppel-T-Hof**

Ähnlich wie beim Paarhof findet man auch beim Doppel-T-Hof zwei parallele Bauteile, die hier allerdings durch den Stall verbunden werden. Eine zentrale Wegachse verbindet Wohnhaus, Stall und Scheune (Kräftner, 1987).

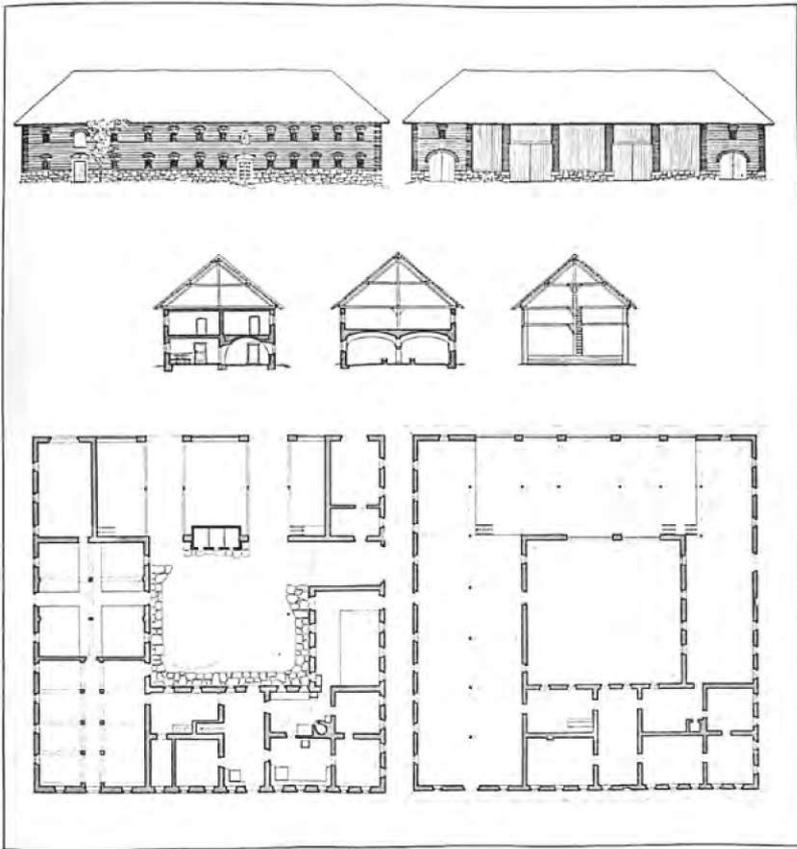


Abb. 7 Vierkanthof (Kräftner, 1987).

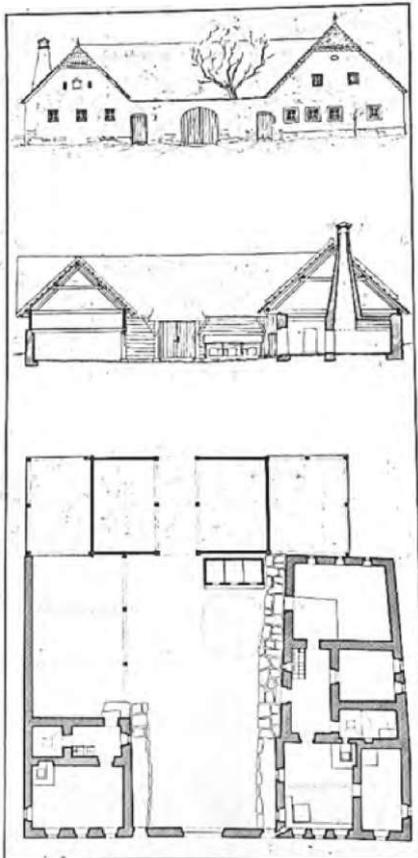


Abb. 8 Dreiseithof (Kräftner, 1987).

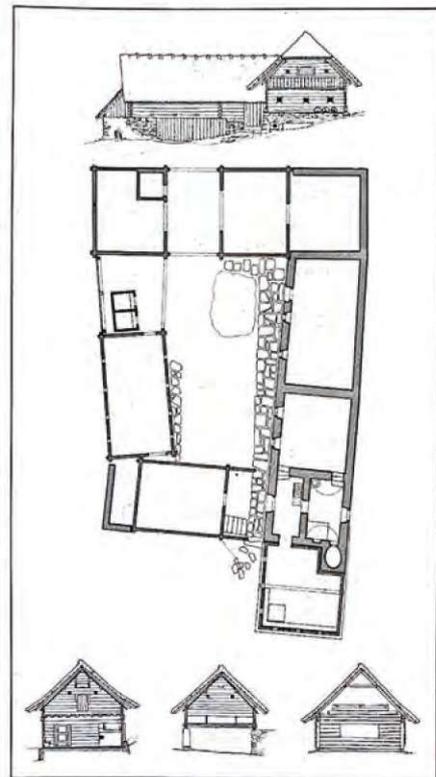


Abb. 9 Vierseithof (Kräftner, 1987).

## Vierkanthof

Der Vierkanthof ist die größte und imposanteste Form der Höfe. Der einheitliche, geschlossene Baukörper ist oft zweigeschossig und umschließt einen zentralen Wirtschaftshof. Kernstück bildet das gemauerte Wohnhaus mit einer gegliederten Fassade. Im gegenüber liegenden Teil des Hofes bilden Scheune und Stallung den Abschluss. Der Vierkanthof ist in Niederösterreich vorwiegend im westlichen Mostviertel zu finden (Kräftner, 1987).

## Drei- und Vierseithof

Diese Hofformen zeichnen sich durch dreiseitig zusammenhängende Gebäude rund um einen Innenhof aus, der beim Dreiseithof durch eine Tormauer, beim Vierseithof durch einen Speicher über oder neben der Einfahrt geschlossen wird.

Der Ursprung dieser Form liegt meist im Strehof, weswegen die Gebäudeteile oft nicht zusammenhängend wirken. Kräftner nennt hier, neben den Höfen im Südosten, besonders die Vierseithöfe im Waldviertel. Diese bestehen am Anfang an aus vier lockeren, um den Innenhof angeordneten Gebäuden - Wohnhaus, Scheune, Stall und Wagenremise - die erst später zu einem geschlossenen Hof verbunden wurden.

Im Gegensatz zu den bisher genannten Hofformen liegen die Dreiseithöfe nördlich und südlich der Donau meist in dicht bebauten Siedlungsgebieten, sodass sich die Grundrisse den meist rechteckigen Parzellen anpassen müssen (Kräftner, 1987).



Abb. 12 Arkadengang (Kräftner, 1987).

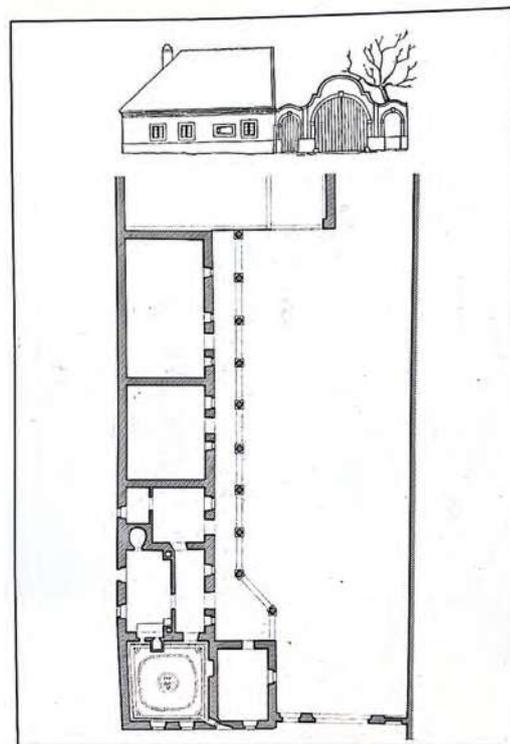


Abb. 10 Hakenhof (Kräftner, 1987).

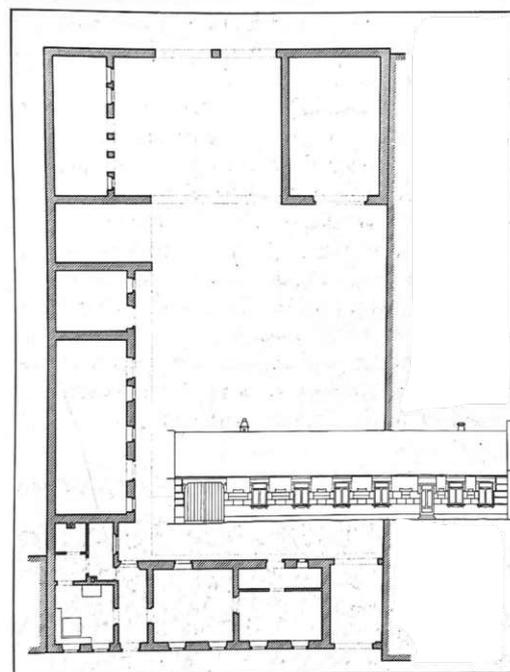


Abb. 11 Gassenfrontheus (Kräftner, 1987).

### **Streck - und Hakenhof**

Aufgrund sehr schmaler und langer Grundstücke in Siedlungsgebieten ist die Form des Streckhofes entstanden, bei der sich die einzelnen Gebäudeteile aneinander reihen. An der Straßenseite liegt das Wohnhaus, dahinter schließen Wirtschaftsräume und Stallungen an. Den Abschluss des Hofes bildet die Scheune, die beim Hakenhof im rechten Winkel zu dem Gebäude angeordnet ist. In den Innenhöfen entwickelten sich aus dem überdachten Verbindungsweg, den „Gredn“, am Haus entlang häufig Arkadengänge und Lauben (Kräftner, 1987).

### **Zwerchhof**

Der Zwerchhof entstand aus Streckhöfen durch die Eingliederung der Hofeinfahrt in den Gebäudeverbund, um mehr Wohn- oder Speicherfläche zu schaffen. Der Zugang zu dem Wohngebäude erfolgte aber weiterhin über den Hof und nicht von der Straße aus (Kräftner, 1987).

### **Gassenfronthaus**

Das Gassenfronthaus ist die Weiterentwicklung der Höfe, bei dem das Wohnhaus erstmals von der Straße aus erschlossen wird. Alle Wohnräume liegen nun an der Straßenseite, die Küche dient als Verbindung zu dem rückseitigen Stall. Die Straßenfassade wird wichtiger als die Hofseite und zu repräsentativen Zwecken mit Stuck verziert (Kräftner, 1987).



This e-paper is a reproduction of a thesis from the TU Wien Bibliothek. The original thesis is available in print at the TU Wien Bibliothek.

### 1.3. Historische Lehmbauweise

Die Gehöfte wurden meist aus den vor Ort zu findenden Materialien gebaut: Holz, Ziegel und auch Lehm kamen zum Einsatz. Die unterschiedlichsten Bauweisen hängen somit stark vom Standort, Lehmvorkommen, Topografie und dem Wohlstand der Erbauer:innen ab. Die heute noch bestehenden Bauten sind oft ein Produkt aus altem, durch Versuche entstandenem Wissen, das von Generation zu Generation weitergegeben wurde (Kräftner 1981).

Das im betrachteten Hofe angewandte Lehmziegel-System ist in vielen niederösterreichischen Bauernhäusern oder Keller-gassen zu finden: Dicke Lehmziegelmauern stehen auf Fundamenten aus Steinen oder gebrannten Ziegeln, um den feuchteempfindlichen Baustoff vom Boden wegzubringen. Der hölzerne Dachstuhl mit Dachüberstand sowie ein Kalkanstrich schützen die Wände vor dem Niederschlag. Abhängig von dem, meist vor Ort vorhandenen Lehm, wurde Dung, Stroh oder andere organische Zusätze untergemischt.

Die verwendeten Baustoffe sind alle diffusionsoffen und kapillar leitfähig. Es gibt keine Gebäudeabdichtungen in den Wänden oder Fundamenten, wodurch Feuchte unge-

hindert in das Gebäude eindringen kann und dort vom Lehm auf- und auch wieder abgegeben wird. Dadurch entsteht kein Schimmel und auch Holzelemente verfaulen nicht (lightspect, 2020).

Wie man an dem Hof sieht, funktioniert dieses System meist ohne große Eingriffe über mehrere Jahrzehnte hinweg. Aus diesem Grund stellt sich die Frage, wie man in diese Struktur eingreifen soll, ohne dieses abgestimmte System zu zerstören.

Dem gegenüber stehen aktuelle bautechnische Grundlagen und Normen, die hier zwar durch den Bestandsschutz nicht angewendet werden müssen, aber dennoch die Bauweise nach aktuellem Wissen und Forschung widerspiegeln. Bei ÖNORMEN und OIB Richtlinien gilt, eine möglichst luftdichte, hoch wärmegeämmte und energieeffiziente Bauweise umzusetzen, wie man an Beispielen der Passivhäuser sieht (OIB RL 6, 2023).



## 2. SANIERUNGSMASSNAHMEN IM LEHMBAU

Diese Arbeit betrachtet die Sanierung zu einem ganzjährig genutzten Wohngebäude, woraus sich gewisse, zeitgemäße Anforderungen an die Behaglichkeit im Innenraum ergeben. Außerdem darf auch die Energiegewinnung und die dadurch naheliegende Reduktion des Heizwärmebedarfs durch zusätzliche Maßnahmen nicht außer Acht gelassen werden.

Weiters muss bei diesem ökologischen Aspekt auch die Herstellung und daraus resultierende Energie- und Rohstoffaufwände von zusätzlichen Baumaterialien beachtet werden.

Die authentische Erhaltung des Bestands, der in dieser Form seit über 200 Jahren funktioniert und auch bewohnt wurde, spricht allerdings auch für möglichst geringe Änderungen und Eingriffe am Gebäude.

In diesem Kapitel sollen Maßnahmen definiert werden, die diese beiden Aspekte der Erhaltung des ursprünglichen Systems und des gegenwärtigen Wissens und Wohnstandards kombinieren und daraus eine umsetzbare Sanierung eines Lehmziegelgebäudes ableiten. Dabei soll der bei Lehmbauten besonders wichtige Feuchteschutz und die Wärmedämmung genauer betrachtet werden.

## 2.1. Feuchteschutz

Lehm ist im Vergleich zu anderen Baustoffen sehr feuchteempfindlich, weswegen empfohlen wird, Lehmteile auf ein Fundament und Sockel aus Beton, Stein oder Ziegel zu stellen und mit einer horizontalen Abdichtung zu trennen. Dies schützt einerseits vor Erosion durch Regen und fließendem Wasser, andererseits vor kapillar aufsteigender Feuchte, die zur Versalzung der Lehmwände und dadurch zu einem Verlust der Festigkeit des Lehms führt (Schroeder, 2019).

Bei Sanierungen sind diese Empfehlungen allerdings nachträglich meist schwer umzusetzen und können stark in die Stabilität des Gebäudes eingreifen. Hier gilt jedoch zu beachten, dass beim Bau alter Strukturen diese Eigenschaften bereits bekannt waren und die Lehmwände oft schon auf einem Sockel aus Bruchsteinen oder Ziegeln gestellt wurden.

### Diffusionsoffen

Es ist bei der Sanierung darauf zu achten, dem Lehm weiterhin die Möglichkeit zu geben, die Feuchtigkeit aufzunehmen und auch wieder abzugeben, um so die Feuchte im Gebäude zu regulieren (lightaspect, 2020).

Aus diesem Grund wäre ebenfalls davon abzusehen, eine Abdichtung oder Feuchtigkeitssperre bei einem bestehenden Lehmgebäude einzubringen. Dies bedeutet ebenso, dass sämtliche Aufbauten diffusionsoffen sein sollten, worauf auch bei der Materialwahl zu achten ist.

### Baustoffe

Werden Änderungen an Lehmgebäuden vorgenommen, sollten Baustoffe vermieden werden, die nicht bereits im Gebäude verwendet wurden und die Diffusionsfähigkeit der Bauteile einschränken, wie zement- oder bitumenhaltige Stoffe, oder nicht gut auf Feuchte reagieren, wie Gipskartonplatten (Schönburg et al., 2017).

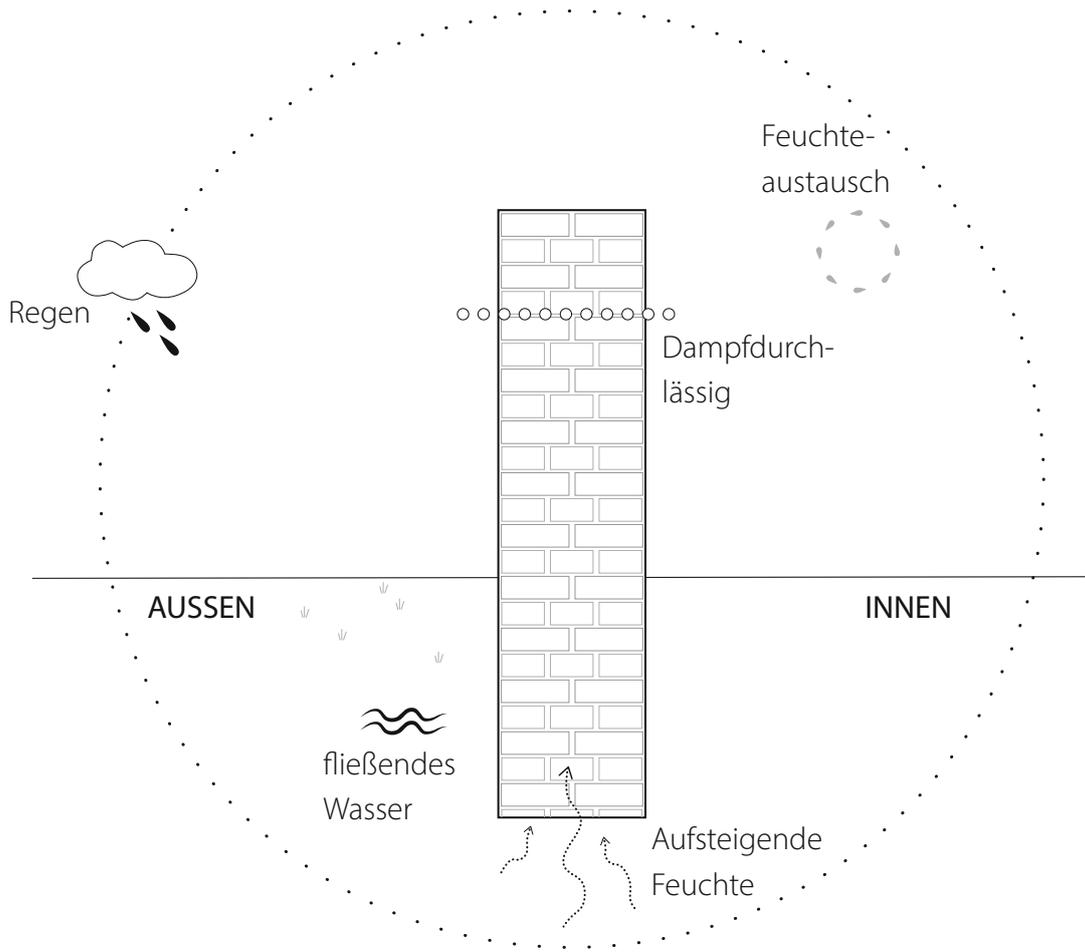


Abb. 13 Feuchtetechnische Anforderungen an Lehmbauteile  
(angelehnt an: Dachverband Lehm e.V., 2004).

**Fundament** Um das Fundament auch ohne Abdichtung vor Wasser schützen zu können, wurde von A. Breuss fetter Lehm, ein Lehm mit hohem Tonanteil, eingesetzt (Abb. 14). Dazu empfiehlt es sich entlang der Außenwand einen Streifen bis zur Fundamentunterkante auszuheben. Zunächst muss die freigelegte Wand von Erdresten und losen Elementen gesäubert werden. Anschließend wird die Wand mit einer Mischung aus Sumpfkalk und Quarzsand bestrichen, damit sich der Lehm gut mit dem Mauerwerk verzahnen kann. Aufgefüllt wird der Graben mit einem fetten Lehm, welcher mit einer Rüttelplatte verdichtet wird. Hierbei ist auf ein Gefälle von der Außenwand weg, mit etwa  $10^\circ$  zu achten, damit das Wasser gut abrinnen kann (A. Breuss, Interview am 29.11.2023).

**Dachüberstand** Als Schutz der Außenwände wird ein Dachüberstand von mindestens 30 bis 40 cm empfohlen. Dabei ist auch darauf zu achten, dass das Dachwasser durch Regenrinnen aufgefangen, und in deutlichem Abstand zum Gebäude in den Boden oder den Kanal geleitet wird. Außerdem sollte bei der Sanierung die Vollständigkeit und der Zustand der Dachdeckung kontrolliert werden (Schönburg et al., 2017).

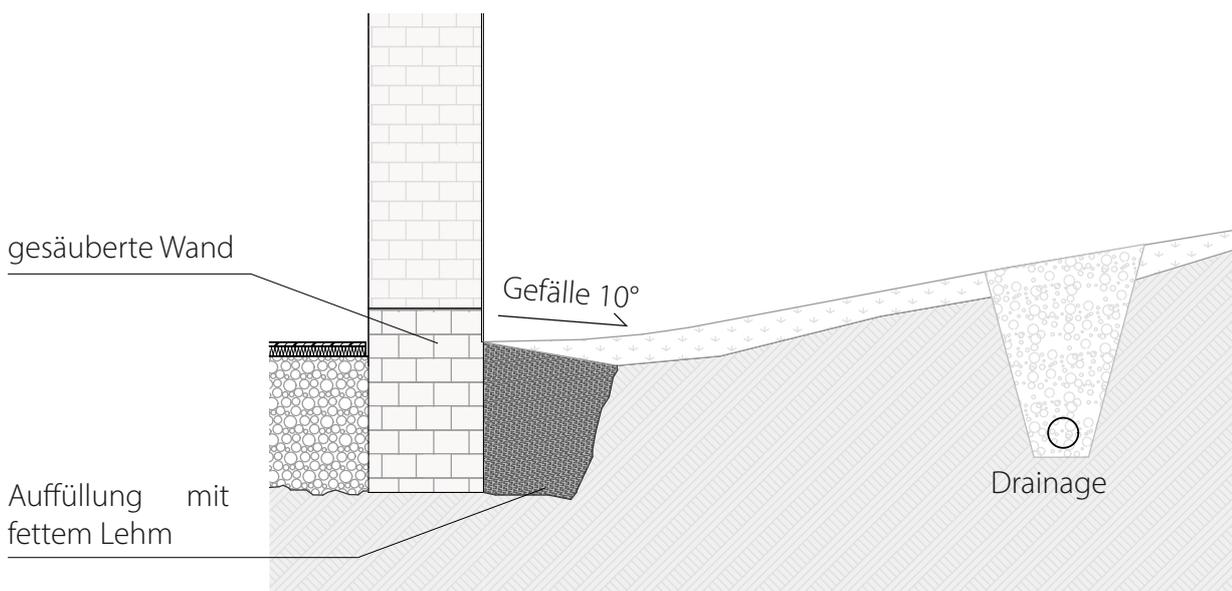


Abb. 14 Systemskizze zum Schutz vom Fundament und Abfangen von rinnendem Wasser mittels Drainage.

Dort, wo Schäden durch Wasser sichtbar sind, müssen Maßnahmen ergriffen werden, um die Bauteile zukünftig davor zu schützen, allerdings ist auch hier wichtig, im bestehenden System zu bleiben. Zum Beispiel können durch rinnendes Oberflächenwasser oder schlecht sickerfähigen Grund Auswaschungen an den Außenwänden entstehen. Hier kann mit Drainagen das Oberflächenwasser vom Gebäude weg geleitet werden (Abb. 14). Dabei ist zu beachten, dass diese mindestens 3 m vom Gebäude entfernt verlaufen, um ein weiteres Einleiten von Wasser in das Gebäude zu vermeiden (A. Breuss, Interview am 29.11.2023).

## Rinnendes Wasser

An der Außenseite schützt ein Kalk- oder Lehmputz die Wand zusätzlich vor der Witterung.

## Putz

Bei der Sanierung sollte der vorhandene Putz abgeschlagen werden, um auch den eventuell vorhandenen Zementputz zu entfernen, die Wand von losen Teilen zu reinigen und versteckte Schäden zu erkennen

Fugen und kleiner Risse in der Wand können mit Lehm mit einem Kalk Zusatz von 8 - 20 % ausbessert werden. Hier könnte nach Prüfung, der Lehm vom Baugrund verwendet werden, da dieser von den Eigenschaften zu der bestehenden Struktur passen sollte. Wichtig ist, dass der Putz rissfrei bleibt, damit kein Wasser in die darunterliegend Schicht eindringen kann (Minke, 2022).

Die oberste Geschossdecke sollte die Konstruktion darunter zusätzlich vor der Witterung schützen für den Fall, dass die Dachkonstruktion nicht dicht ist. Hierfür eignet sich Lehm-schlag, der auf die Holzdecke oder Dämmung mit einer Stärke von mindestens 5 cm aufgetragen wird. Diese zusätzliche Lehmschicht schützt die Holzkonstruktion nicht nur vor Wasser, sondern stellt auch einen Brandschutz für die darunterliegenden Bauteile dar (lightaspect, 2020).

## Oberste Geschossdecke

## 2.2. Wärmedämmung

Bei einer Sanierung stellt sich die Frage, ob das Gebäude ausreichend gedämmt ist und welche Maßnahmen der Verbesserung ergriffen werden sollen.

Betrachtet man die Notwendigkeit einer zusätzlichen Wärmedämmschicht aus bauphysikalischer Sicht, würde man zuerst den U-Wert zur Bewertung der bestehenden Aufbauten heranziehen:

**U-Wert** Die bauphysikalischen Werte von Lehmbauteilen hängen stark von der Zusammensetzung des Materials ab. Hierbei spielt das Verhältnis von Ton, Sand und Schluff sowie Zusätze wie Stroh oder Dung eine entscheidende Rolle, wodurch nur Richtwerte für Lehmbauteile angegeben werden. G. Minke geht zum Beispiel von einer Dichte von 1800 bis 2000 kg/m<sup>3</sup> für Lehmziegel aus; für die Wärmeleitfähigkeit wird 0,9 bis 1 W/m<sup>2</sup>K angegeben (Minke, 2022).

Berechnet man mit diesen Kennwerten den U-Wert einer Lehmwand mit etwa 55 cm Dicke, liegt dieser bei etwa 1,3 W/m<sup>2</sup>K. Bei derselben Wandstärke erreicht eine Stahlbetonwand einen Wert von 2,51 W/m<sup>2</sup>K.

*Berechnung:*  
$$U = \sum (1 / R_{\tau})$$

U: U-Wert [W/m<sup>2</sup>K]

R<sub>τ</sub>: [m<sup>2</sup>K/W] Summe der Wärmedurchlasswiderstände der Bauteilschichten, inklusive Wärmeübergangswiderstände der Luft

Hier ist zu beachten, dass unterschiedliche Literaturen verschiedene Werte für die Dichte und Wärmeleitfähigkeit angeben. Dadurch kann der U-Wert auch unter oder über dem errechneten Wert liegen, wie zum Beispiel bei Schönberg, bei dem die Wärmeleitfähigkeit mit 0,65 W/mK angegeben wird, was zu einem U-Wert von 1,03 W/m<sup>2</sup>K führen würde (Schönburg et al., 2017).

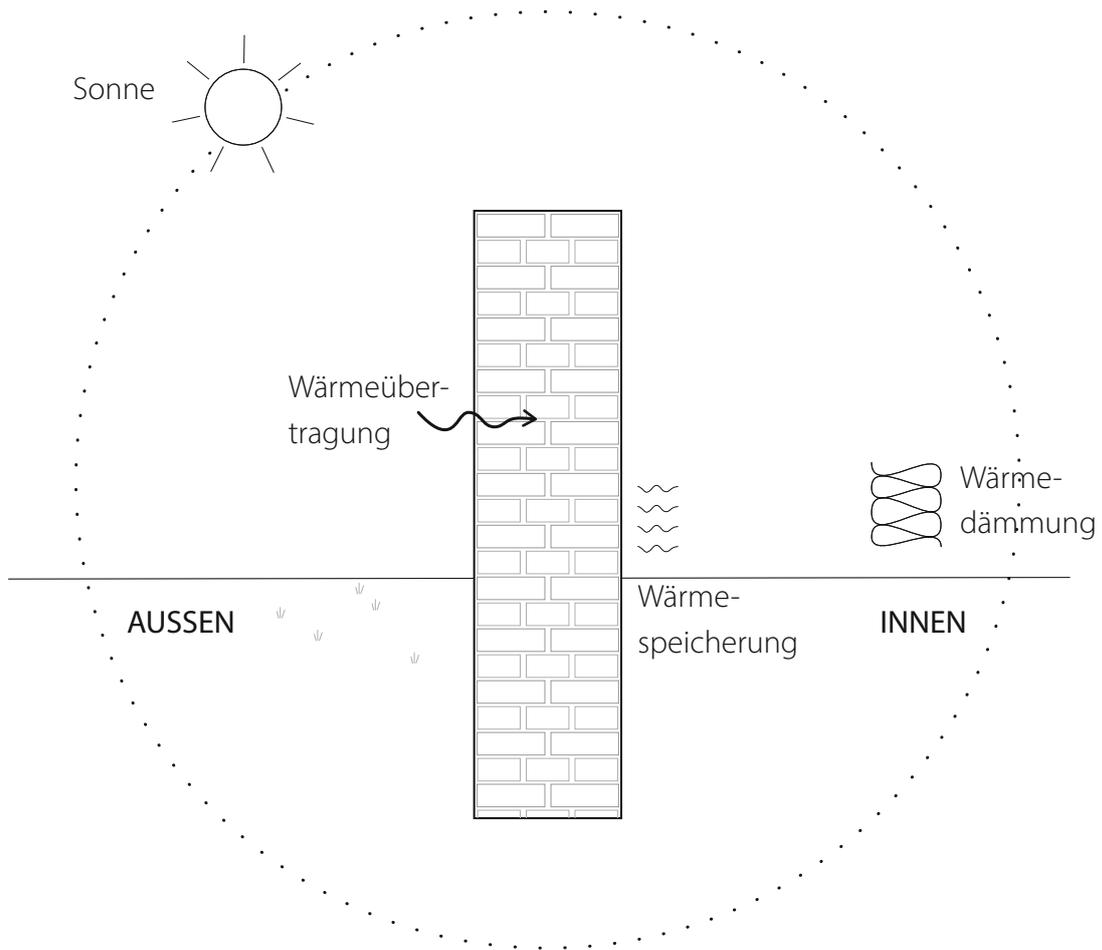


Abb. 15 Wärmetechnische Anforderungen an Lehmbauteile (angelehnt an: Dachverband Lehm e.V., 2004).

Es wird deutlich, dass aufgrund der unterschiedlichen Bauweisen, Materialzusammensetzungen und Aufbauten es nicht möglich ist, bei Lehmbauteilen einen allgemeinen Dämmwert anzugeben, sondern das verwendete Material vor Ort geprüft werden muss, um exakte Angaben machen zu können.

Zu beachten ist, dass die erreichten Werte dennoch nicht den Anforderungen eines Neubaus entsprechen, der in der OIB Richtlinie mit einer Obergrenze von  $0,35 \text{ W/m}^2\text{K}$  festgelegt wird (OIB RL 6, 2023).

A. Breuss gibt bei der Sanierung des Lehmhauses ebenfalls einen U-Wert zwischen  $0,9$  und  $1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$  an und dämmt das Gebäude nicht. Hier handelt es sich allerdings auch um ein Ferienhaus, das nicht das ganze Jahr über genutzt wird (lightaspect, 2020).

Die U-Wert-Berechnung ist eine stationäre Berechnung, da sie von einem Zeitpunkt und definierten Temperaturunterschied ausgeht. Sie ist eine theoretische Annahme, die in der Realität nicht zu finden ist, da immer auch Temperaturschwankungen, solare Einstrahlungen und Speicherfähigkeiten von Bauteilen die Innenraumtemperatur beeinflussen. Fischer schreibt, dass, über einen längeren Zeitraum gesehen, diese Werte aber vernachlässigt werden können, da sie insgesamt gegen null gehen und somit beim jährlichen Heizwärmebedarf nicht relevant sind (Fischer et al., 2008).

### Wärmespeicherung

Eine dieser beim U-Wert nicht einfließenden Größen ist das Wärmespeichervermögen. Die Speicherfähigkeit des Baustoffes führt dazu, dass die unter Tags im Stoff gespeicherte Wärme über Nacht, wenn es kühler wird an den Innenraum abgegeben wird und der Baustoff somit eine temperaturausgleichende Wirkung hat. Lehmbauteile haben, als massiver Baustoff, eine gute Wärmespeicherfähigkeit, die speziell in den Übergangszeiten starke Temperaturspitzen abdämp-

fen kann. Im Winter, wenn die Außentemperatur, wie in Österreich, mehrere Monate unter einer komfortablen Raumtemperatur liegt, reicht diese Speichermasse meist nicht aus und eine Wärmedämmung ist nach Fischer bei einer ganzjährigen Wohnnutzung notwendig (Fischer et al., 2008).

Bei einer zusätzlichen Dämmschicht ist allerdings auch zu bedenken, dass die Wärmeaufnahme und Speicherung durch diese gedämpft, und Wärmegewinne im Innenraum, ausgelöst durch zum Beispiel starke Sonneneinstrahlung auf die Wandaußenseite, vermindert werden (Schroeder, 2019). Aus diesem Grund betont auch A. Breuss keine Dämmung bei seinen Sanierungen einzusetzen, da seiner Erfahrung nach bei Wandstärken zwischen 50 und 60 cm die Speichermasse ausreichend ist (A. Breuss, Interview am 29.11.2023).

Betrachtet man die Behaglichkeit der Innenräume, muss ebenfalls beachtet werden, dass auch die Oberflächentemperatur der umgebenden Bauteile das Empfinden der Innenraumlufttemperatur beeinflusst. Kalte Bauteiloberflächen müssen durch höhere Raumtemperaturen ausgeglichen werden, um eine behagliche Temperatur zu erreichen, was bei massiven Lehmteilen im Winter ohne ausreichender Dämmwirkung ebenfalls zu einem erhöhten Heizwärmebedarf führt (Fischer et al., 2008).

## Behaglichkeit

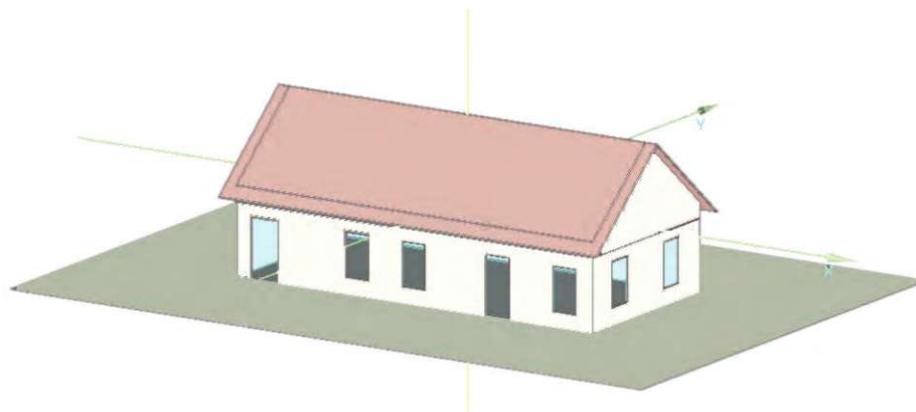


Abb. 16 Simuliertes Gebäude (Wufi®Plus).

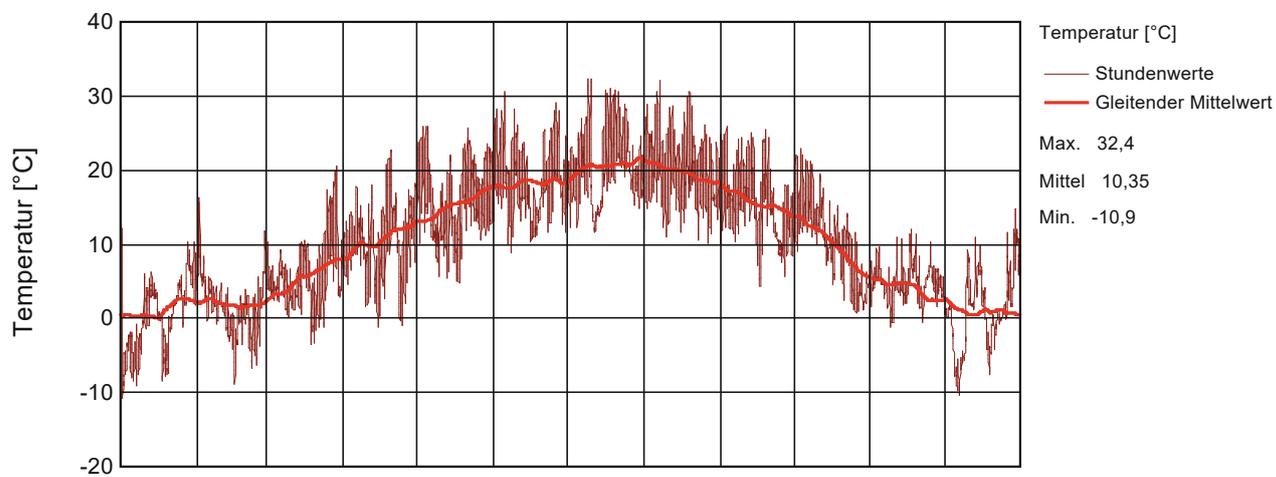


Abb. 17 Jahrestemperaturverlauf Wien (Wufi®Plus).

Es zeigt sich, dass sich hier in der Literatur die Meinungen auseinandergehen, weswegen für eine realitätsnahe Berechnung des Heizenergiebedarfs eine Gebäudesimulation mit dem Programm **WUFI® Plus** erstellt wurde.

Dabei wurde ein Gebäudeabschnitt herangezogen und über ein Jahr mit und ohne Innendämmung simuliert. Dabei gehen, im Unterschied zu einer U-Wert Berechnung, auch Interne Gewinne, Speichermasse, Solare Erträge und Temperaturschwankungen mit ein. Die Küche und das Wohnzimmer des in dieser Arbeit betrachteten Gebäudes wurden in das Programm eingespeist. Fensteröffnungen wurden wie im erfolgten Entwurf gesetzt.

Auch die Lehminnenwand wurde als Speichermasse in die Simulation eingefügt.

Als Grundlage für die Berechnung dienen die Bauphysikalische Werte von Lehm aus der Literatur (Schroeder, 2019).

Die gewünschte Innenraumtemperatur liegt bei 20 °C, mit einer Nachtabsenkung auf 17 °C. Interne Gewinne werden aus der Wohnnutzung einer Familie ermittelt, Solare Gewinne aufgrund der realen Ausrichtung des Gebäudes und der Klimadaten. Hierbei wurde als Standort Wien, hohe Werte, als nächster verfügbarer Messpunkt gewählt.

Den jährlichen Temperaturverlauf, der hier als Grundlage für die Berechnung dient, ist in Abbildung 17 dargestellt.

## Gebäudesimulation

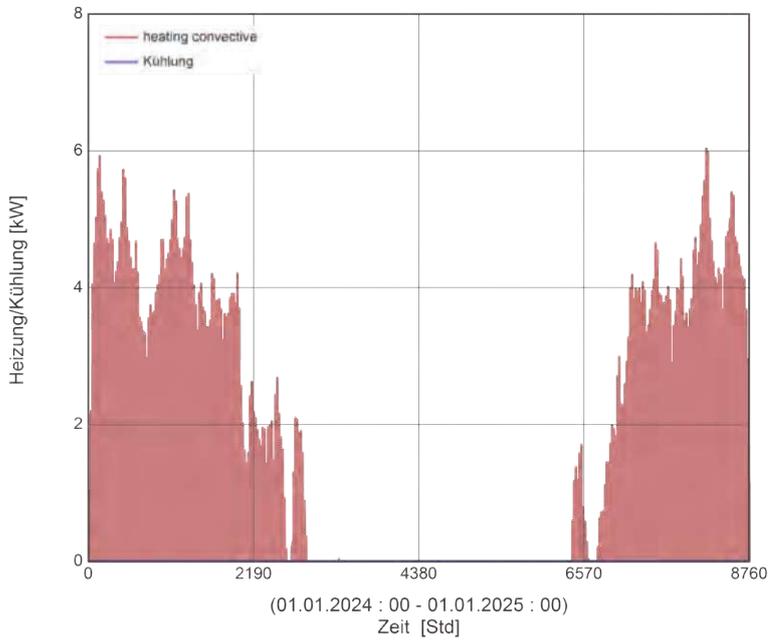


Abb. 18 Jährlicher Heizbedarf ohne Innendämmung (Wufi®Plus).

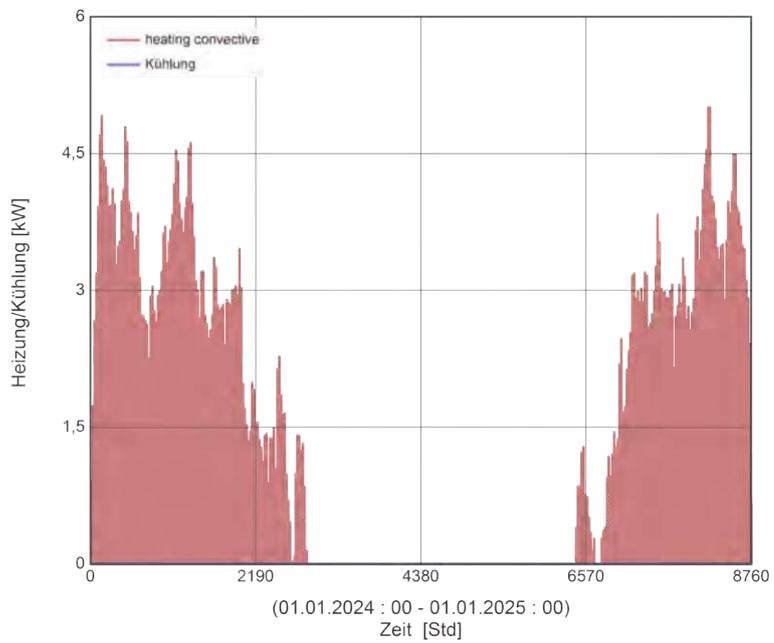


Abb. 19 Jährlicher Heizbedarf mit Innendämmung (Wufi®Plus).

Die Abbildungen 18 und 19 zeigen den Heizenergiebedarf des simulierten Gebäudes stündlich über ein Jahr simuliert. Es ist deutlich die Heizperiode von Oktober bis April zu erkennen. Die Spitzen spiegeln hier den erhöhten Heizbedarf an kalten Tagen wider. Während das obere Diagramm den Heizenergiebedarf einer Lehmziegelwand ohne Dämmung zeigt, wird im unteren der Bedarf mit Innendämmung dargestellt. Bei beiden Szenarien wurde eine 55 cm dicke Außenwand aus Lehmziegeln angenommen. Sie unterschieden sich nur in der 5 cm Dämmschicht, die im 2. Fall hinzugefügt wurde. Alle anderen Aufbauten und Parameter bleiben unverändert (Anhang D).

Wie deutlich zu erkennen ist, sinkt durch Hinzufügen einer Innendämmung der jährliche Heizenergiebedarf. Es ergibt sich aus der Simulation ein jährlicher Heizenergiebedarf von 7199 kWh ohne und 4778 kWh mit Innendämmung (Anhang D).

Bei den Ergebnissen der Simulation ist zu beachten, dass die bauphysikalischen Werte der Aufbauten aufgrund der Varianz im Lehmbau abweichen können und hier von den wärmetechnisch ungünstigeren Richtwerten ausgegangen wurde.

Geht man von einem zu sanierenden Gebäude in der gemäßigten Klimazone mit einer ganzjährigen Wohnnutzung aus, lässt sich aus den Ergebnissen die Notwendigkeit einer zusätzlichen Dämmung ableiten. Dadurch wird der Heizbedarf reduziert und eine behagliche Raumtemperatur erreicht. Die hohe Speicherfähigkeit der massiven Lehmbauteile kann dennoch eine Reduktion der Heizzeiten in den Übergangszeiten und einen positiven Effekt auf den sommerlichen Hitzeschutz bewirken.



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar.  
The approved printed version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

### 2.3. Sanierungsmaßnahmen an den Bauteilaufbauten

Bauphysikalisch wird für den Wandaufbau meist eine Außendämmung empfohlen. Bei Sanierungen ist diese allerdings oft nicht möglich oder würde zu Änderungen des Fassadenbildes führen.

In diesem Fall ist eine Innendämmung eine Option. Diese sollte, aufgrund des Taupunktes und dadurch möglicher zusätzlicher Feuchte in die Lehmwand, aber auch um den Innenraum nicht zu stark zu verkleinern, nicht zu dick ausgeführt werden.

Als Material der Innendämmung an der Außenwand eignen sich zum Beispiel Schilfrohrdämmmatten. Diese sind diffusionsoffen und nachwachsende, natürliche Dämmstoffe, die zusätzlich auch gute Putzträger sind. Die Matten werden aufgrund dieser Eigenschaften gerne als Innendämmung auf Lehmuntergrund eingesetzt. Der darüber in einer dicken Schicht aufgebraute Lehmputz hat ebenfalls eine dämmende Wirkung und bietet zusätzliche Speichermasse. Außerdem kann hier einfach eine Wandheizung integriert werden. Dadurch wird auch die natürliche Speichermasse des Lehms durch eine Bauteilaktivierung genutzt (Volhard, 2021).

Eine weitere Option, die das Wärmespeichervermögen von Lehm weniger reduziert, ist eine Innenschale aus Leichtlehm. Dieses Lehmgemisch, mit einem geringeren Wärmedurchlasswert als tragende Lehmteile, verbessert die Wärmedämmung der Wand, sorgt für eine angenehmere Oberflächentemperatur und bringt trotzdem alle Vorteile des Lehms in den Innenraum. Weiters ist sie, wie die Außenwand, ebenfalls vollkommen recycelbar. Diese innere Schale kann bis zu 15 cm dick vor die Außenwand gestampft werden. Allerdings hat sie den Nachteil, dass bei einem bereits kleinen Innenraum nur eine geringe Dicke möglich ist und somit nur eine geringe Verbesserung der Wärmedämmung erreicht werden kann. In diesem Fall sind Schilfrohrdämmplatten deutlich effizienter. (Volhard, 2021).

### Außenwände

Eine weitere Möglichkeit Leichtlehm einzusetzen ist in Form einer Vorsatzschale aus Leichtlehmsteinen mit einem gedämmten Zwischenraum zu der bestehenden Wand. Als Dämmung kann hier Glasschaumgranulat oder auch Holzleichtlehmschüttung eingesetzt werden (Schroeder, 2019).

**Dach** In den meisten alten Lehmhäusern ist der Dachstuhl nicht ausgebaut und auch nicht gedämmt. Eine einfache Maßnahme zur Verbesserung der Wärmedämmung, sollte das Dach nicht komplett saniert werden, ist die Dämmung der Decke zum Dachstuhl. Dadurch wird weder der Wohnraum verkleinert, noch ändert sich die Fassade des Gebäudes. Auf der, oft schon bestehende Schicht Lehmschlag, wird die neue Dämmung aufgebracht. Als Dämmmaterial bietet sich eine Strohdämmung an, ein Dämmstoff der nachwächst, geringe Transportwege hat und auch im Lebenszyklus nach der Nutzung wieder natürlich abbaubar ist. Darüber sollte erneut eine Schicht Lehmschlag aufgebracht werden, um die Dämmung und die Deckenkonstruktion wieder zu schützen (lightspect, 2020).

**Bodenaufbau** Da auch ein erheblicher Teil der Wärmeverluste eines Wohnhauses über den Boden gehen, sollte auch der Fußboden gedämmt werden. Sollte, wie in vielen Lehmgebäuden üblich, der Fußboden direkt auf gestampften Lehmuntergrund liegen, muss zunächst Platz für eine Dämmebene geschaffen werden. Aufgrund der oft niedrigen Raumhöhen ist das Abgraben des Untergrundes empfehlenswert. Hierbei muss darauf geachtet werden, dass die Fundamentunterkante nicht untergraben werden soll um die Stabilität des Gebäudes nicht zu gefährden. Als Dämmstoff eignet sich feuchteunempfindliches Glasschaumgranulat, auf das anschließend Polsterhölzer mit Perlit Zwischenfüllung aufgebracht werden, die als Befestigung des neuen Holzfußbodens dienen (A. Breuss, Interview am 29.11.2023). Um eine gute Dampfdiffusion zu garantieren, sollten nur geseifte Holzdielen verwendet werden, eine Lasur und auch Öl würden die Offenheit reduzieren. Außerdem sollen keine Sesselleisten angebracht, sondern eine Fuge zwischen Wänden und Bodenbelag gelassen werden (lightspect, 2020).

## 2.4. Technischer Ausbau in der Bausubstanz Lehm

Aufgrund der oft bereits sehr alten Bausubstanz findet sich in vielen Lehmhäusern keine Heizung, sondern ein oder zwei Öfen, mit denen gezielt einzelne Räume geheizt werden. Um einem zeitgemäßen Anspruch eines ganzjährig nutzbaren Wohnraumes zu entsprechen, ist das Nachrüsten eines passenden Heizsystems notwendig. Hierbei muss auch die Frage gestellt werden, wie die benötigte Heizenergie gewonnen wird.

Auch die Art der Energie- und Wärmegewinnung muss bedacht werden. Rohstoffknappheit sowie Umweltverschmutzung durch Energieerzeugung erfordern alternative Systeme aus erneuerbaren Ressourcen.

Mithilfe einer Wärmepumpe kann Luft- oder Erdwärme zum Heizen verwendet werden. Eine Tiefenbohrung oder flächige Erdwärmegewinnung speist die Wärmepumpe, die am besten mit einer Photovoltaikanlage kombiniert wird, um den Strombedarf der Maschine ebenfalls aus erneuerbaren Quellen zu beziehen.

Dieses Heizsystem funktioniert am effektivsten mit einer Niedrigtemperaturheizung (Glaesmann, 2022).

Kombiniert mit den beschriebenen Maßnahmen bietet sich eine Bauteilaktivierung der Lehm Masse an. Dies kann entweder in den Wänden, eingelegt im Innenputz, oder bei einem Stampflehmboden auch in Form einer Fußbodenheizung erfolgen.

Wird direkt auf dem Glasschaumschotter die Fußbodenheizung verlegt, ist darauf zu achten, dass anschließend das Verdichten des Stampflehmbodens nicht die Leitungen zerstört, weswegen A. Breuss hier eine Schicht Sand eingebracht hat (A. Breuss, Interview am 29.11.2023).

Bei dem wassergefüllten System der Wandheizung werden Heizschlangen in den Lehmunterputz eingelegt, darüber folgt eine weitere Schicht Lehmputz, die die Wärme in Form von Strahlungswärme gleichmäßig an den Raum abgibt. Hier wird eine Dämmung der Außenwände empfohlen, um die Wärmeleitung nach außen zu reduzieren. Außerdem muss beachtet werden, dass die Möblierung nicht die Wandheizung verstellt und somit die Wärmeabgabe an den Raum verhindert (Schroeder, 2019).

### Wärmegewinnung

### Heizsystem

## 2.5.Sanierung beschädigter Bauteile

**Versalzung** Mit aufsteigender Feuchte in Mauerwerken werden auch Salze in die Bauteile transportiert, die deren Festigkeit vermindern. Besonders in Bauwerken mit einer Stallnutzung treten durch die Fäkalien der Tiere erhöhte Nitratbelastungen der Mauern auf.

Um den Salzgehalt des Bauteiles auf ein unschädliches Maß zu reduzieren, werden Opferputze eingesetzt.

Zunächst muss der bestehende Putz von den Wänden geschlagen werden und auch das lose Material aus den Fugen herausgekratzt werden. Anschließend wird durch das Auftragen eines 1,5 bis 2 cm dicken, feuchten Putzes auf die versalzten Fläche Salze gelöst und in den trocknenden Opferputz gezogen (A. Breuss, Interview am 29.11.2023).

Weißer Salzablagerungen oder feuchte Stellen zeigen Versalzungen an. Nach 1 bis 2 Wochen wird der Opferputz abgeschlagen und der Prozess so lange wiederholt, bis keine Versalzungen mehr sichtbar sind.

Als Opferputz eignen sich Lehmputze und sind eine günstige Alternative zu anderen Salzreduktionsprodukten (Rocher et.al., 2020).

Wenn auch nach dem dritten bis vierten Mal noch immer Stellen feucht bleiben, ist die Versalzung so stark, dass man den Ziegel oder den ganzen Verband herausklopfen und ersetzen sollte (A. Breuss, Interview am 29.11.2023).

Um die Versalzung auch aus dem Bodenaufbau zu bekommen, sollte im Stall 70 bis 80 cm tief abgegraben werden. Wenn die Fundament Unterkante weiter oben liegt, kann hier in einer Böschung von 60 ° weg vom Mauerwerk bis zur gewünschten Tiefe abgetragen werden (A. Breuss, Interview am 29.11.2023).

Beschädigtes Mauerwerk oder Bauteile, die aufgrund von Versalzung oder sonstigen Schäden ausgebessert werden müssen, sollten baustoffgerecht mit Lehm wiederhergestellt werden.

Kleinere Flächen können mit Lehm aufgefüllt und glatt abgezogen werden.

Bei größeren Fehlstellen eignen sich vorgefertigte, trockene Materialien wie Lehmsteine, da aufgrund des Schwindens von Lehm beim Trocknen mit feuchten Baustoffen keine kraftschlüssige Verbindung zur bestehenden Wand hergestellt werden kann (Ziegert, 2003).

Speziell in bodennahen Bereichen, in denen die Lehmziegel bereits geschädigt sind, kann es auch ratsam sein, diesen gegen gebrannte Ziegel zu ersetzen. Als Mörtel sollte hier reiner Kalkmörtel eingesetzt werden (A. Breuss, Interview am 29.11.2023).

## Ausbesserungen

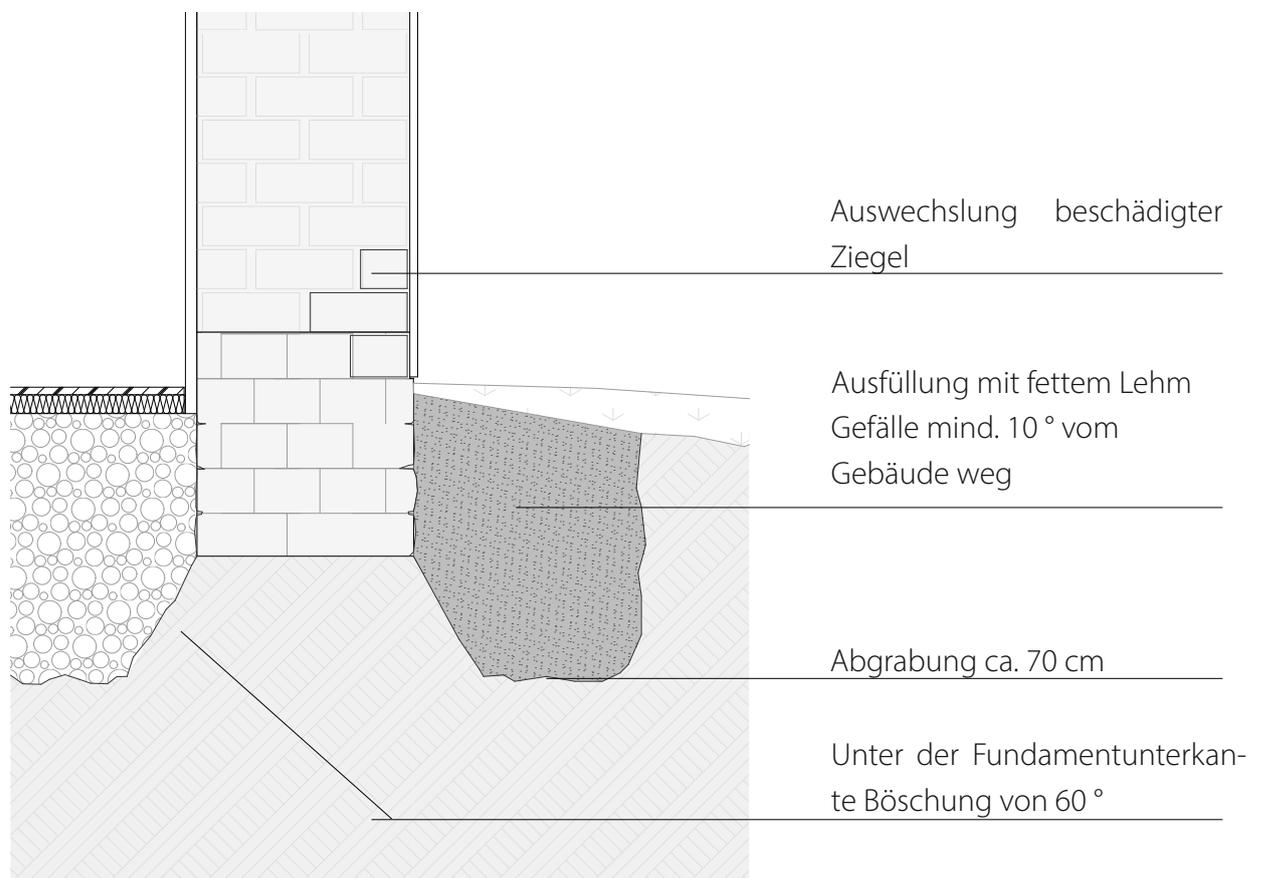


Abb. 20 Systemskizze. Sanierung versalzter Bodenaufbau.

## Elsarn im Straßertal

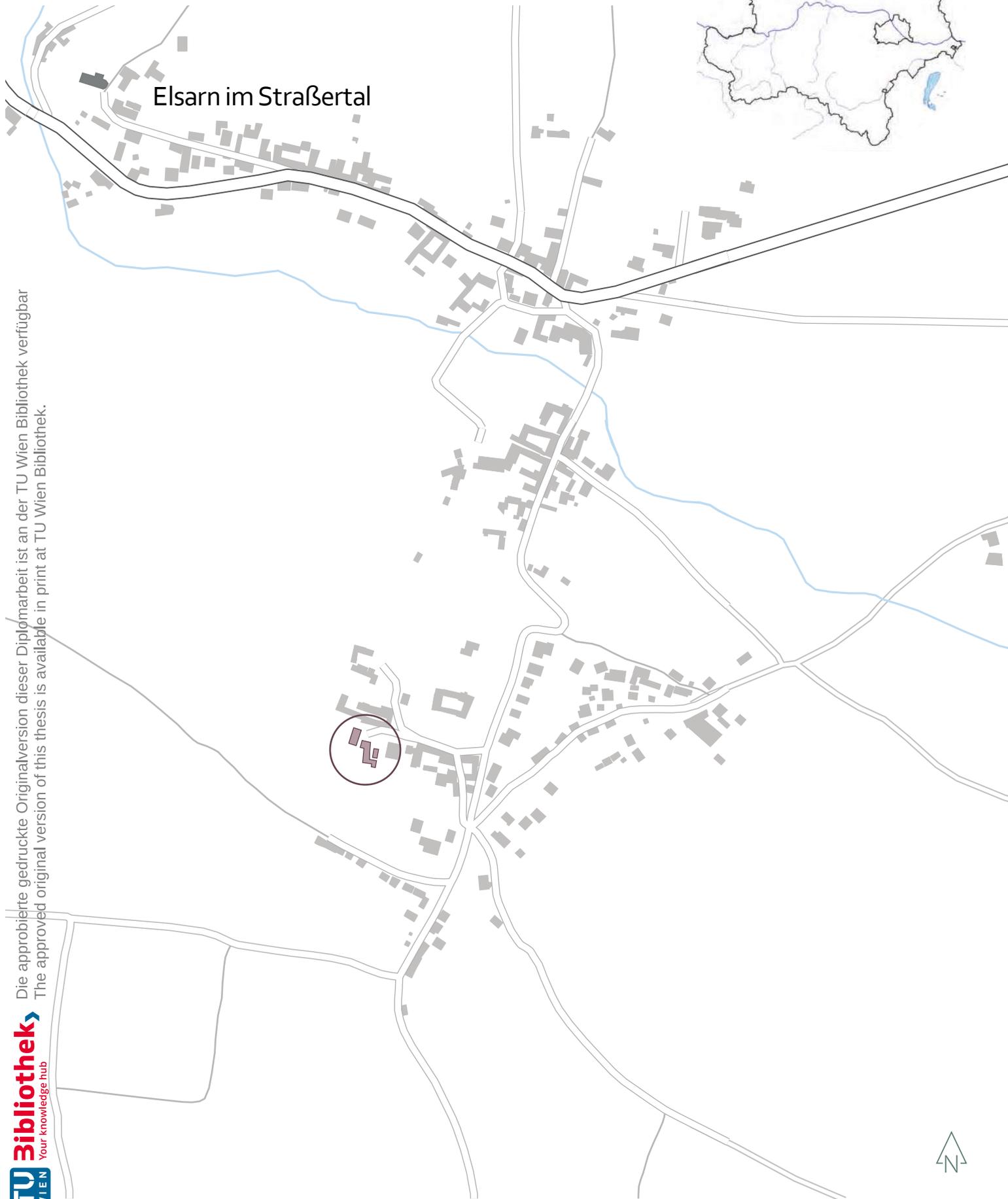


Abb. 21 Verortung Projektgebiet.

# 3. BESTANDSANALYSE

Der Hof in Elsarn im Straßertal ist seit 1877 in Familienbesitz. Er wurde einst aus Lehmziegeln gebaut, die auf dem Grundstück hergestellt wurden (B. Jobst, persönliche Kommunikation, 2022).

An das Wohngebäude grenzt der ehemalige Stall. Daneben liegen der Stadl und die „Ausnahm“, auch Auszugshaus genannt. Die Tochter der Besitzerin möchte das seit einiger Zeit leerstehende Wohngebäude nun wieder mit ihrer Familie bewohnen.

## 3.1. Umgebung

Das Projektgebiet befindet sich in Niederösterreich, im südöstlichen Waldviertel, im Bezirk Krems. Die Marktgemeinde Straß im Straßertal grenzt an das Weinviertel und ist geprägt vom Weinbau.

Zu dieser Gemeinde gehört auch der Ort Elsarn im Straßertal. Oberhalb des Gassengruppendorfes Unter-Elsarn liegt, getrennt durch den Gschienzbach, Ober-Elsarn (Marktgemeinde Straß im Straßertal, o.D.).

Am Rande dieser Siedlung liegt der in dieser Arbeit betrachtete Hof. Südlich und westlich der Gebäude beginnen Felder und Weingärten.

## 3.2. Vorgehen bei der Bestandsanalyse

Um die notwendigen Sanierungsmaßnahmen und Entwurfsgrundlagen zu definieren, wurde im ersten Schritt die bestehende Struktur samt Aufbauten und Tragstruktur analysiert.

Zunächst wurde in einem Gespräch mit den Eigentümer:innen weitere Informationen zu nachträglichen Zubauten und Ausbesserungen eingeholt. Die Ahnenforschung der Familie bietet Einblicke in die Geschichte des Hofes, wobei hier nichts über die bauliche Substanz festgehalten wurde. Von den Gebäuden liegen keine Bestandspläne vor (B. Jobst, persönliche Kommunikation, 2022).

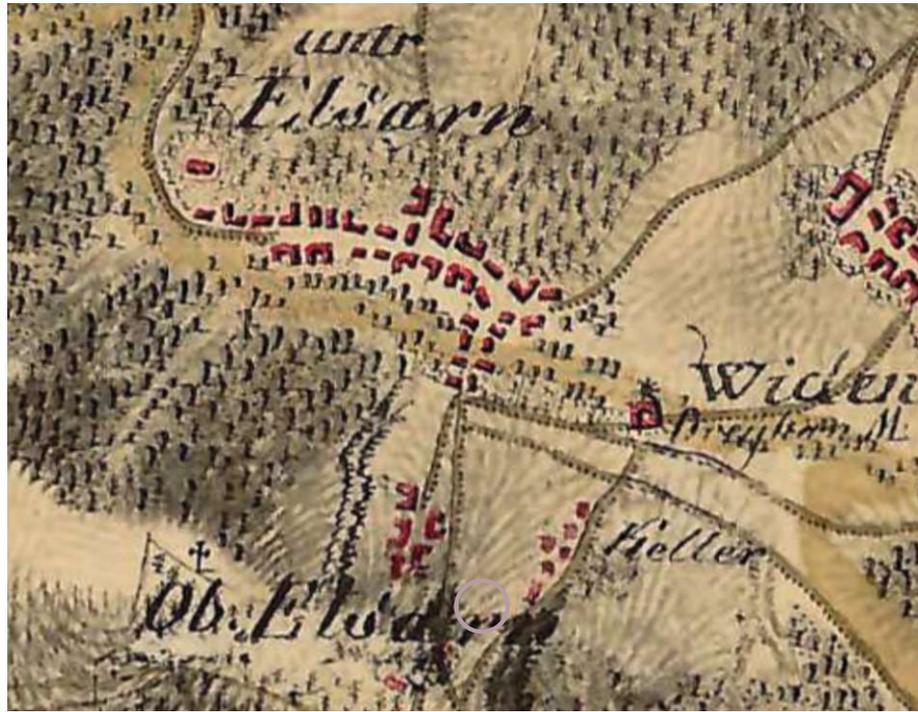


Abb. 22 Josephinische Landesaufnahme 18. JH (Arcanum Maps, 2023).



Abb. 23 Franziszeischer Kataster 1830 (Arcanum Maps, 2023).

Die Recherche in alten Landvermessungskatastern bietet Aufschluss über das ungefähre Alter des Hofes. Die Josephinischen Landesaufnahmen aus dem späten 18. Jahrhundert zeigen eine Bebauung in diesem Gebiet, allerdings kann der Hof durch die darüberliegende Schrift nicht ausgemacht werden. Im Franziszeischen Kataster hingegen, in den Elsam 1823 aufgenommen wurde, sind die Gebäude des Hofes eindeutig zu erkennen. Da die Lage und Anordnung der Bauten mit aktuellen Luftbildern übereinstimmt, und es nicht üblich war, Gebäude abzutragen, kann davon ausgegangen werden, dass die bestehende Substanz zumindest auf diese Zeit zurückgeht (Arcanum Maps, 2023).

Vergleicht man den Hof mit den beschriebenen Gehöftformen, lässt sich kein eindeutiger Typ feststellen. Aufgrund des schmalen Hofes ließe sich die Form eines Streckhofes ableiten, der über die Jahre erweitert und umgebaut wurde. Die Scheune scheint in dem Franziszeischen Kataster noch nicht auf und wurde vermutlich erst später dem Hofverband hinzugefügt.

Da es keine Pläne der Gebäude gibt, wurden die Bauten erst vermessen, und auf dieser Grundlage ein Bestandsplan gezeichnet.

Am 20.10.2022 wurde das, für den Entwurf relevante Wohngebäude und der Stall vermessen. Dies erfolgte durch Aufmessen mittels eines Distometers, wobei zuerst die Außenmaße aufgenommen wurden. Anschließend wurden die Seitenlängen und Diagonalen der Innenräume, sowie Wandstärken und Abmessungen und Lage der Öffnungen vermessen.

Für die Analyse der Aufbauten war es notwendig stellenweise den Putz abzuschlagen und Bodendielen zu entfernen. Für die Festlegung des Niveaus wurde in der Küche das Projekt 0,00 angenommen und mit dieser Grundlage die anderen Höhen aufgenommen.

Die Umgebung des Hofes wurde abgegangen und sämtliche Schäden am Gebäude fotografisch festgehalten.



### 3.3. Gelände und Geologie

Weiters soll das Gelände und die Umgebung des Hofes genauer betrachtet werden, da diese einen Einfluss auf die Aufbauten und auch Schäden der Gebäude haben.

Wie im Schnitt 01 zu sehen ist, befindet sich das Gebäude in Hanglage, wodurch sich zwischen Südseite und Hof ein Höhensprung von rund 2,5 m ergibt. Aufgrund dieses Höhenunterschiedes liegen beinahe alle Zimmer des Hauses auf einem anderen Niveau und sind, speziell auf der Südseite, auch in den Hang hinein gebaut. Das abfallende Gelände spiegelt sich auch in den bestehenden Aufbauten sowie den Schadensbildern wider, wie im nächsten Kapitel genauer analysiert wird.

Der verbaute Lehm stammt, nach Aussage der Besitzerin, vom eigenen Grundstück und wurde direkt vor Ort zu Lehmziegeln verarbeitet (B. Jobst, persönliche Kommunikation, 2022).

Auf der „Digitalen Bodenkarte Österreichs“ (eBOD) ist in diesem Gebiet lehmiger Schluff und ein geringer Hummus Anteil verzeichnet. Wie auf der Abbildung 24 zu sehen ist, zeigt eine Probeanalyse aus der Nähe des Abbauortes, dass der Tongehalt zwischen 16 - 18 %, der Schluff Gehalt zwischen 62 - 74 % und der Sandgehalt zwischen 10 - 20 % liegt. Somit kann der Boden als ein schluffiger Lehm klassifiziert werden (Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft, 2023).

Nach Minke liegt das Verhältnis für handgefertigte Lehm- bausteine etwa bei 14 % Ton - 22 % Schluff - 62 % Sandgehalt sowie 2 % Kies. Damit wäre der Boden in diesem Gebiet zu tonhaltig, was zu einem starken Schwinden beim Trocknen und somit Schwindrissen führen würde, dies kann aber durch Zugabe von Sand ausgeglichen werden. Sollte der Lehm vor Ort verwendet werden, müsste eine Bodenprobe der Abbaustelle zum Beispiel durch die Kugelfallprobe überprüft werden (Minke, 2022).

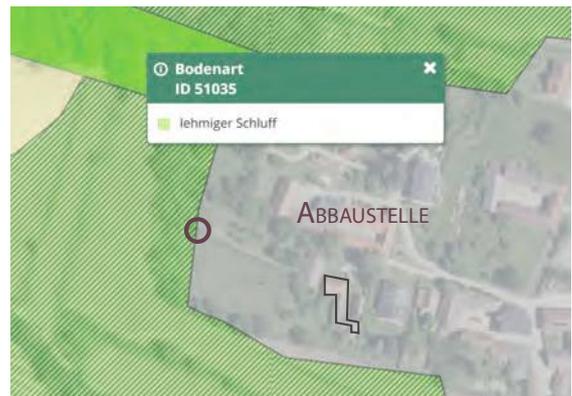
**Anmerkung**

Der im Bv-Horizont analytisch festgestellte Humus ist visuell nicht erkennbar

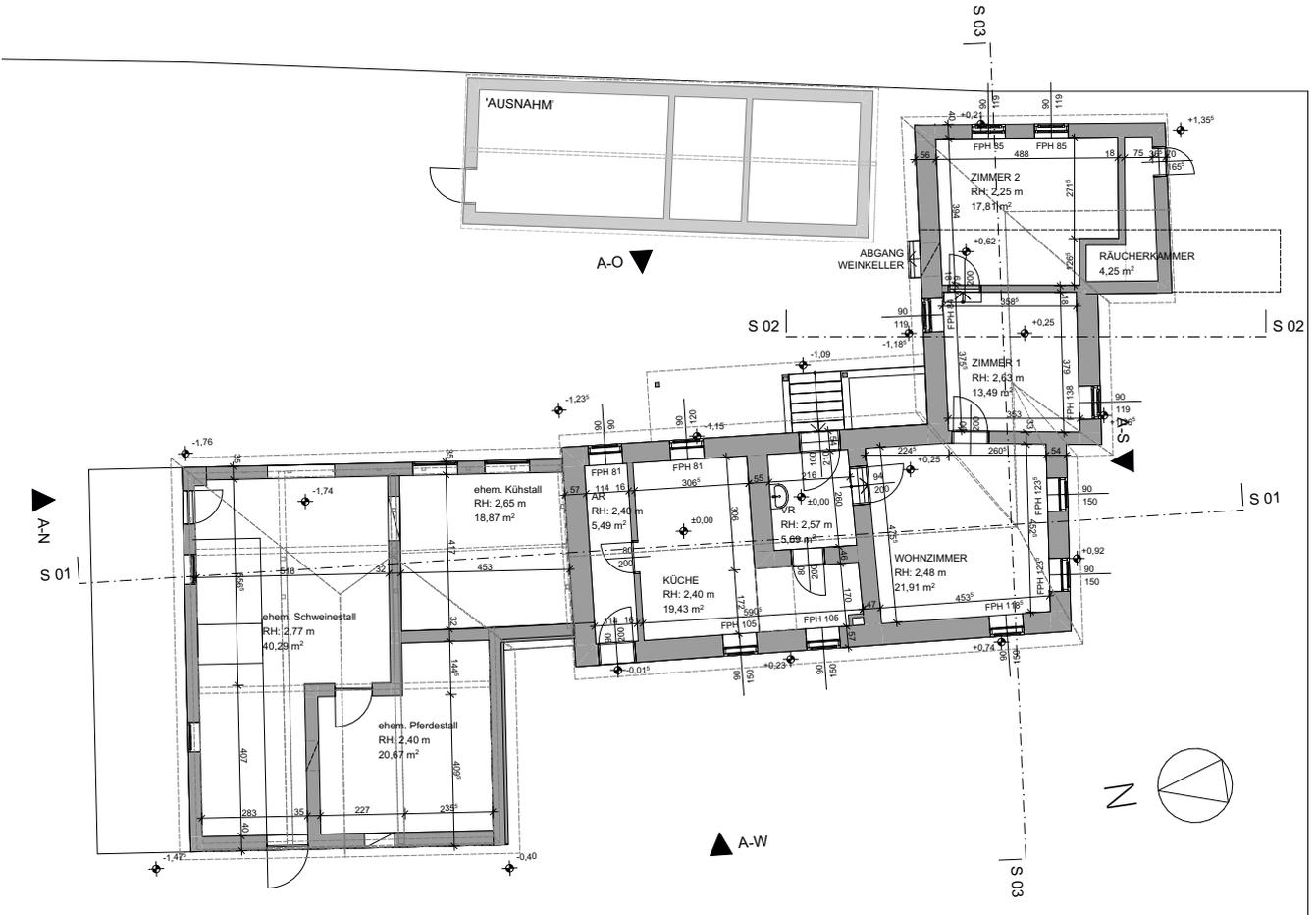
**Analyseergebnisse**

Entnahmetiefe cm	Zusammensetzung des Feinbodens in %			Humus (Walkley) %	Kalk (Scheibler) %	pH in 0,01 m CaCl <sub>2</sub>
	2,000 - 0,060 mm	0,060 - 0,002 mm	unter 0,002 mm			
15	20	62	18	1.3	13.2	7.5
45	15	64	21	1.2	16.1	7.6
75	10	74	16	0.4	30.2	7.7

Abb. 24 Bodenprofil (Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft, 2023).

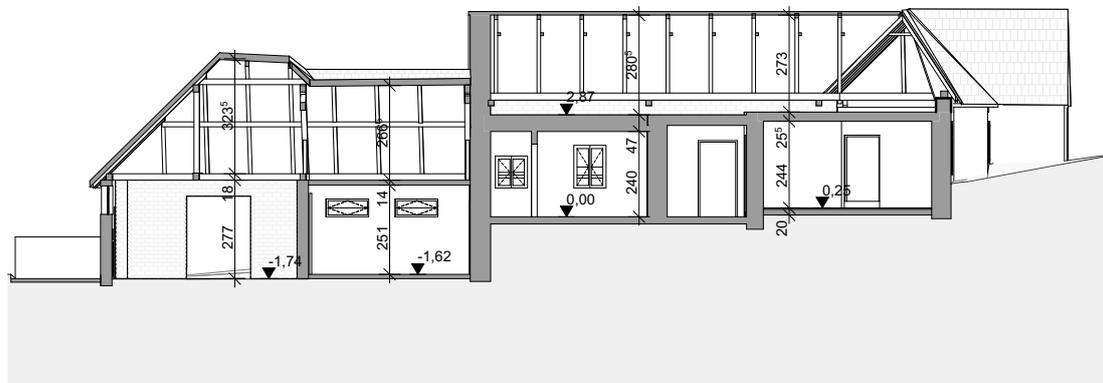


### 3.4. Aufmessung des Bestands

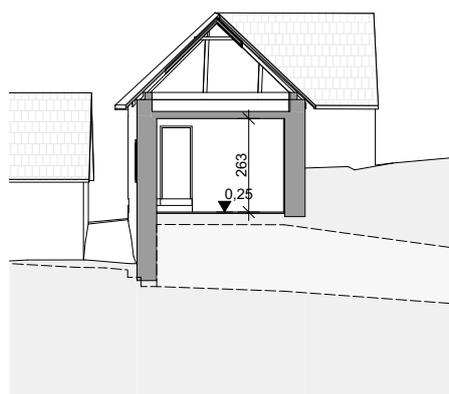


Grundriss Erdgeschoss

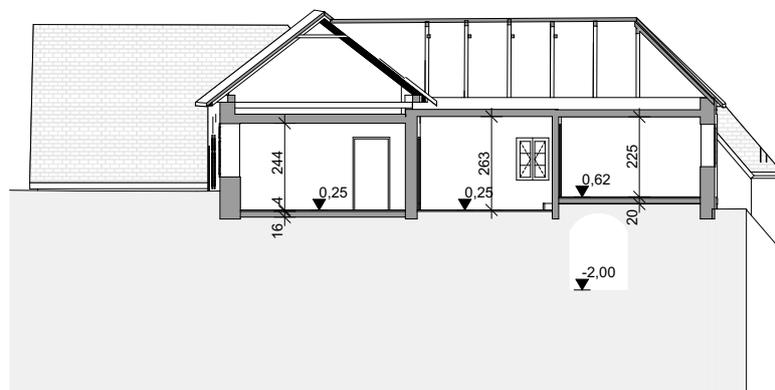
1:200



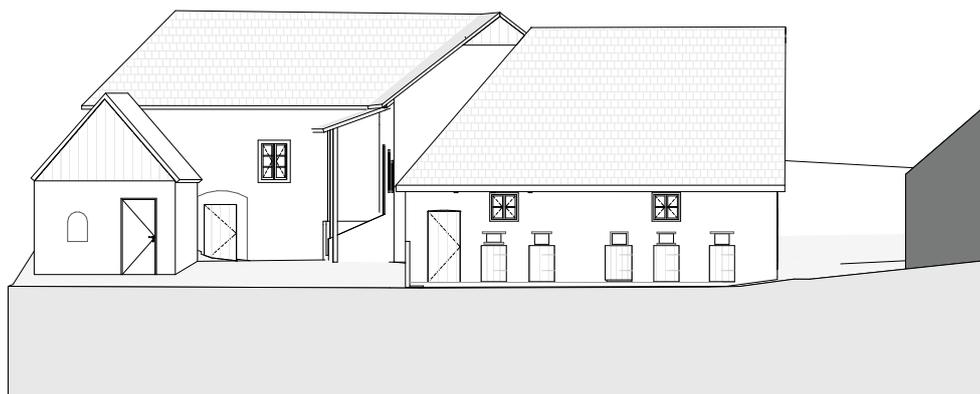
Schnitt 01  
1:200



Schnitt 02  
1:200



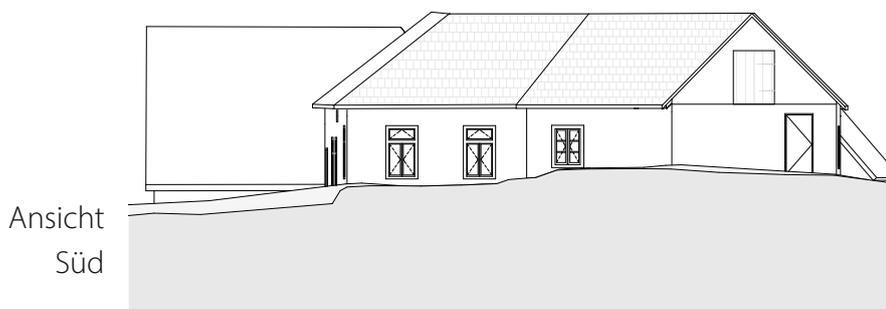
Schnitt 03  
1:200



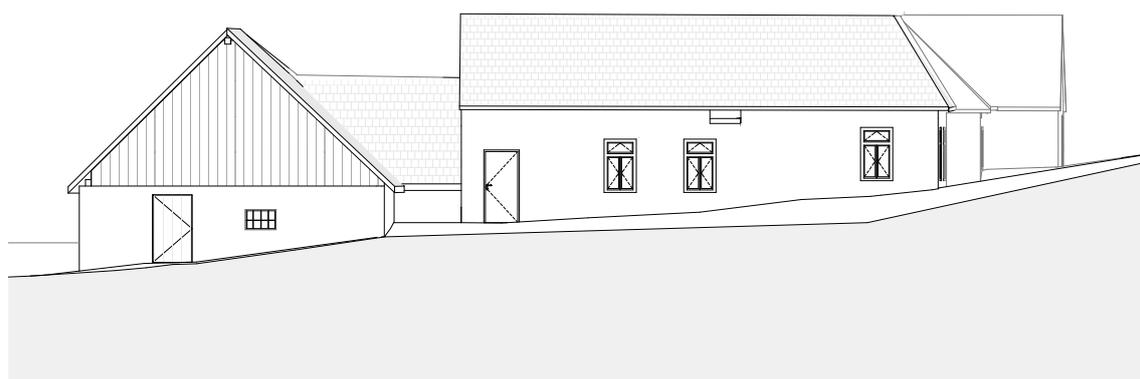
Ansicht  
Nord



Ansicht  
Ost



Ansicht  
Süd



Ansicht  
West



Original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek



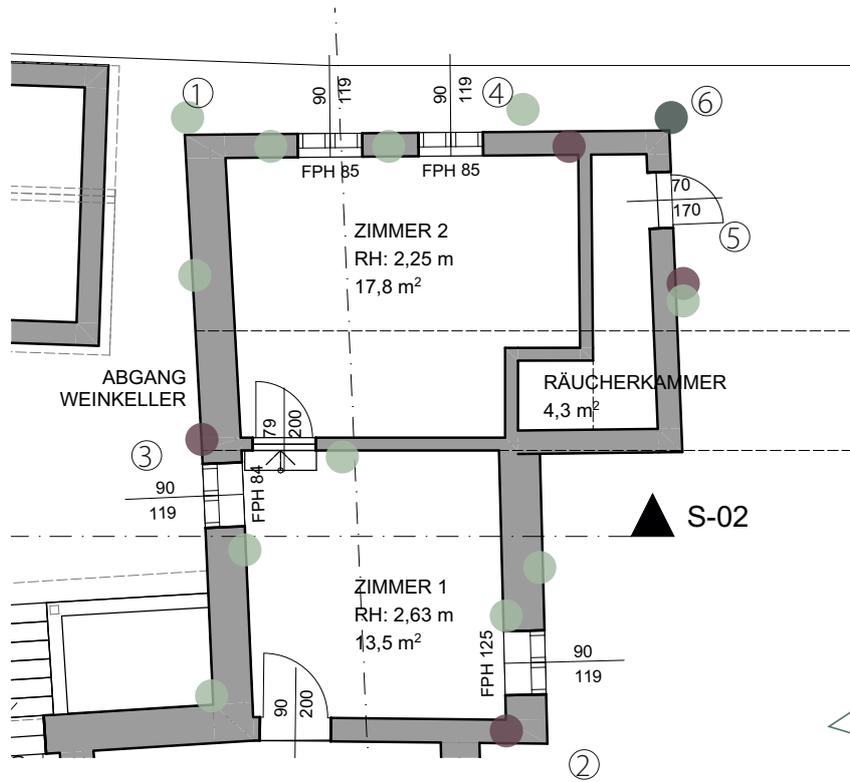
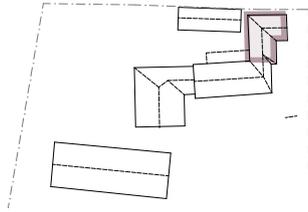
## 3.5. Erkundung der Bauteile und Aufbauten

### 3.5.1. Wände

Ein zentraler Teil der Bestandsaufnahme ist die Untersuchung der Bauteile und die Analyse der verwendeten Materialien. Zunächst wurden die Wände genauer betrachtet. Auf den ersten Blick war bereits deutlich sichtbar, dass öfter ausgebessert, zugebaut und adaptiert wurde, weswegen kein homogenes Wandbild zu erkennen war.

Dies hat sich auch bei der genaueren Betrachtung bewiesen: Aufgrund der Hanglage und teils unter dem Außen-niveau liegender Räume, sowie witterungsbedingter Abtragungen, waren Nachbesserungen zu späteren Zeitpunkten unumgänglich, wobei nach wie vor der Großteil der oberirdisch liegenden Wände aus Lehmziegeln besteht.

Dies erkennt man eindeutig unter dem an der Außenseite abblätternden Putz, der viele Jahre nicht mehr erneuert wurde und einen guten Blick auf die darunterliegende tragende Struktur freigibt.



- Lehmziegel
- Gebrannte Ziegel und Steine
- Zement



## Erster Gebäude-Abschnitt

Ein großer Teil der südlichen Wand liegt unter dem Außen-niveau, die nördliche Wand hingegen grenzt an den 1,5 m tiefer liegenden Hof.

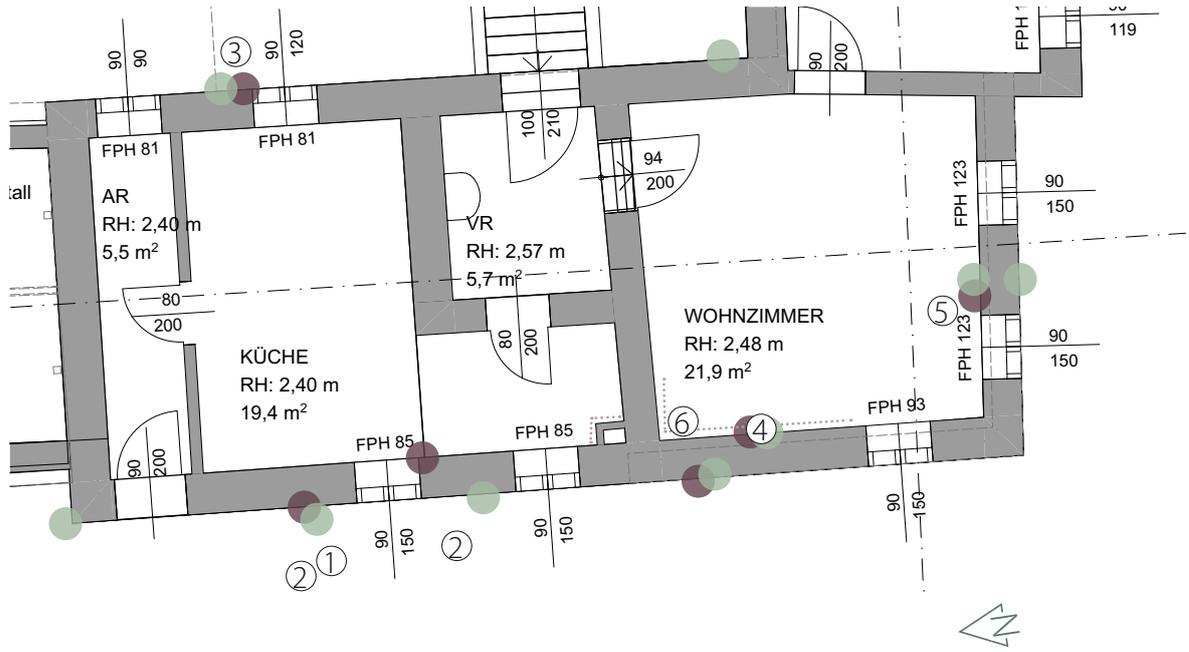
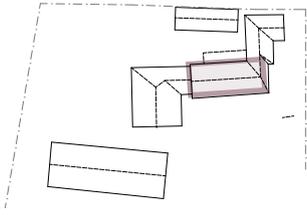
Von Außen sind eindeutig (1), (4) die Lehmziegel unter dem Putz zu erkennen. In der Sockelzone der Ost- und Süd-wand sind die Folgen der Erosion sichtbar. Hier hat vermutlich durch die Hanglage das herab rinnende Wasser die Lehm-wand ausgeschwemmt. Die gebrannten Ziegel wurden als Schutz vor weiteren Abtragungen vor der Wand positioniert. (5) Ebenfalls zu erkennen ist hier aber auch, dass die Wand stellenweise auch aus Bruchsteinen besteht. Die Hausecke wurde im unteren Bereich mit Beton verstärkt. (6)

Das zeigt sich auch deutlich bei der Analyse von Innen: Im unteren Wandbereich, der auch teilweise unter der Erde liegt, wurden vorwiegend Steine und gebrannte Ziegel ver-baut, bis das Material kurz über dem Gelände zu Lehmzie-geln wechselt.

Der untere Teil der Nordwand ist, soweit ersichtlich, aus ge-brannten Ziegeln gemauert, da sie hinterfüllt mit Erdreich ist.(3)

Auch der Drem-pel und die Giebelwand bestehen großteils aus gebrannten Ziegeln.





- Lehmziegel
- Gebrannte Ziegel und Steine
- Zement
- ..... Risse



## Zweiter Gebäude-Abschnitt

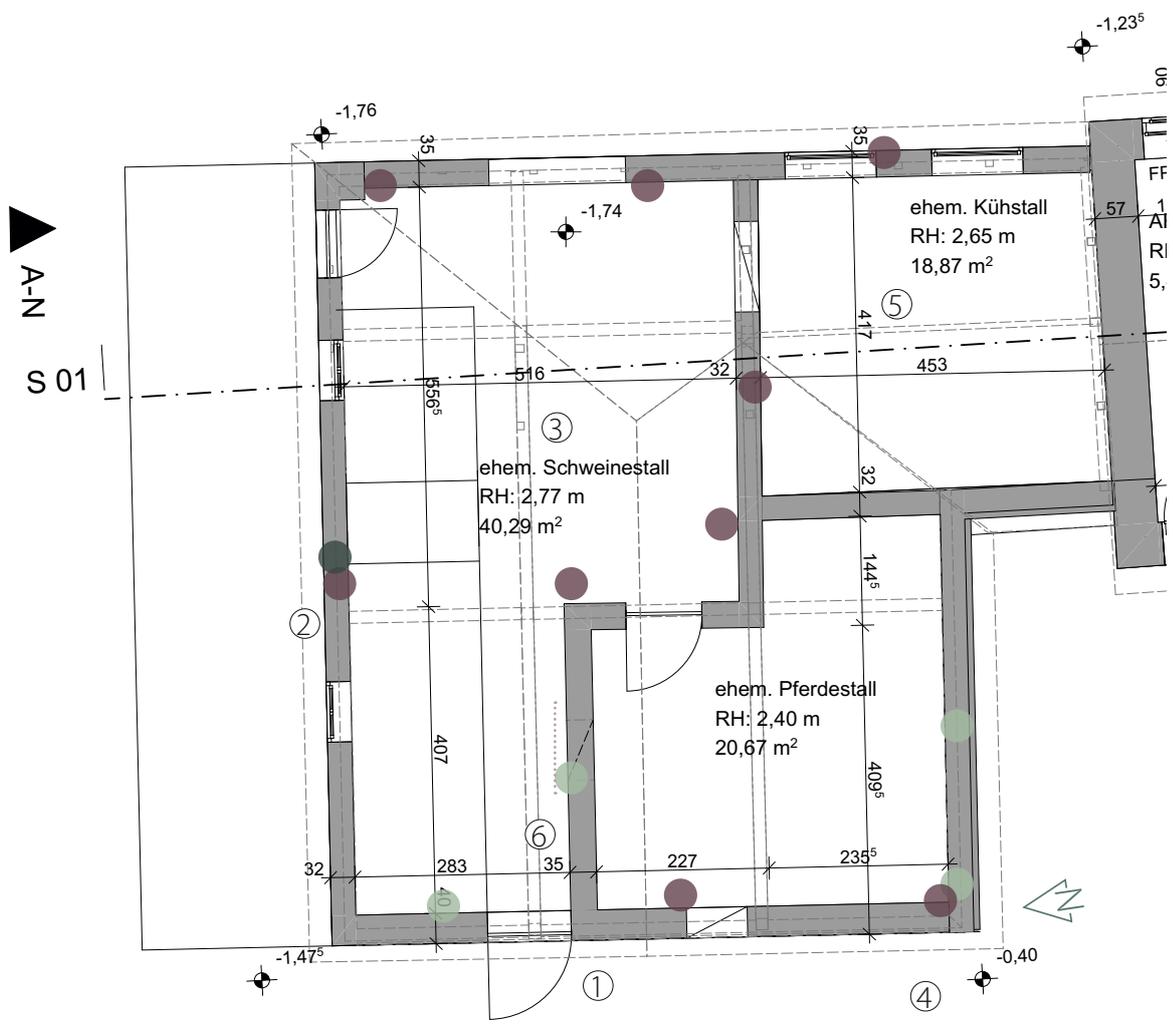
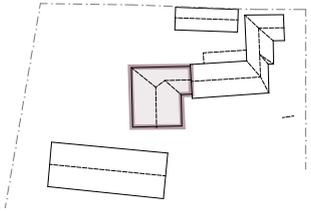
An der Westwand ist deutlich erkennbar, dass es sich um die Wetterseite handelt: Der Putz, der ohne Sockelzone bis zur angrenzenden Wiese reicht, ist an vielen Stellen abgegangen und zeigt das Mauerwerk darunter (1). Vor allem gebrannte Ziegel sind dabei sichtbar, doch bei genauerer Inspektion ist auch die Lehmstruktur hinter den Ziegeln zu entdecken. (2) Schlägt man allerdings den Putz oberhalb ab, kommt direkt das Lehmmauerwerk zum Vorschein.

An einer anderen Stelle dieser Wand wurden flache Dachziegel im Sockelbereich vor die Lehmziegelwand gestellt. Die Eigentümerin Brigitte Jobst berichtet, dass an die Küche früher ein Ofen angebaut war, der später abgerissen und zugemauert wurde. Dies und die Tatsache, dass die Westseite besonders stark der Witterung ausgesetzt ist, erklärt den hohen Anteil an gebrannten Ziegeln, die vermutlich nachträglich eingebaut wurden, um die Lehmwand zu schützen und zu stabilisieren (B. Jobst, persönliche Kommunikation, 2022).

An der Ostseite zeigt sich die Wandstruktur am später eingebauten Stromkasten: Bruchsteine wurden in der Sockelzone, im oberen Bereich Lehmziegel verwendet. (3)

Im Wohnzimmer sind die gebrannten Ziegel im unteren Wandabschnitt, der teilweise ebenfalls unter dem Außenniveau liegt, sowie die Lehmziegel darüber deutlich erkennbar. (4) An einigen Stellen wurde hier der Putz erneuert, wobei die gräuliche Färbung auf Zementputz hinweist. (5) In der Ecke zum Kamin sind Risse im Putz, die auch in der Küche an der Kaminwand erkennbar sind. (6)





- Lehmziegel
- Gebrannte Ziegel und Steine
- Zement
- ..... Risse

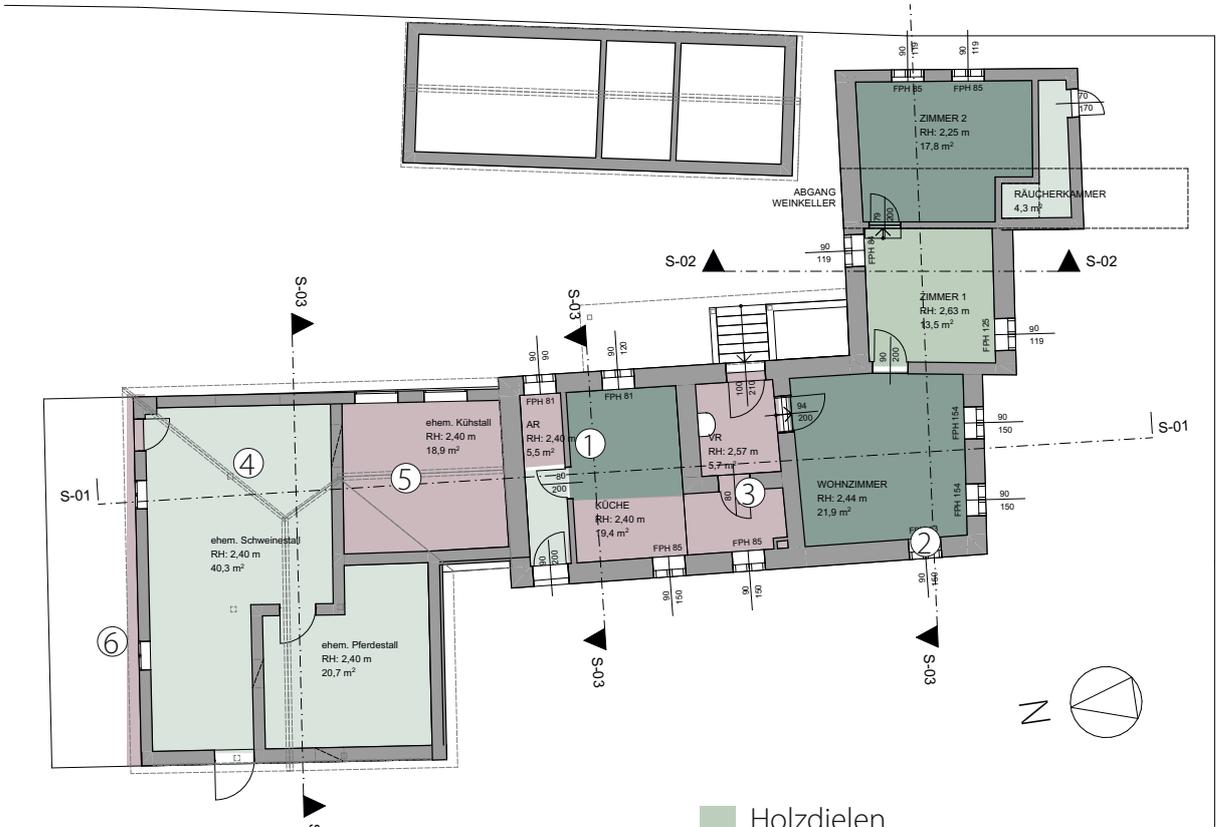
## Stall

Im ehemaligen Stall waren Kühe, Pferde und Schweine untergebracht. Man erkennt noch die Verschläge und Tröge der Schweine sowie die Öffnungen zum Auslauf. Zwischen den Schweineställen ist das Plumpsklo untergebracht, das auch bis vor wenigen Jahren noch verwendet wurde.

Nachdem die Westwand bei einem Unwetter weggewaschen und mit gebrannten Ziegeln wieder aufgebaut wurde, findet man nur noch wenige Mauerstücke aus Lehm. (1) Ein Teil der südseitigen Wand liegt unter dem Geländeniveau und ist ebenfalls mit Steinen und gebrannten Ziegeln gemauert; der obere Teil besteht nach wie vor aus Lehm. (4)

Auch im Inneren wurden diverse Wände nachträglich eingezogen oder neu aufgebaut, wie der Kuhstall, der vermutlich erst relativ spät abgemauert wurde. (5) Nur die Wand zum ehemaligen Pferdestall besteht größtenteils noch aus Lehmziegeln, wobei sie an einigen Stellen bereits auseinanderfällt. (6)





- Holzdielen  
direkt auf Lehm
- Holzdielen  
auf Schüttung
- gestampfter Lehm
- Fliesen im Mörtelbett / Betoniert



### 3.5.2. Böden

Der Fußbodenaufbau variiert von Raum zu Raum, und es ist auch hier zu erkennen, dass in späteren Etappen immer wieder Teile des Fußbodens erneuert oder verändert wurden.

Vorwiegend liegen in den Räumen breite Holzdielen, welche auf Polsterhölzern, in einer Schüttung, liegen (2).

In der Küche hat man später einen PVC-Boden darüber gelegt, dennoch ist das Holz darunter noch intakt. Die Höhe der Schüttung lässt sich nicht einheitlich feststellen, liegt in den untersuchten Bereichen aber bei etwa 10 cm.

Im Zimmer 2 liegt das Holz direkt auf dem gestampften Lehm Boden, weswegen schon morsche Stellen zu sehen sind.

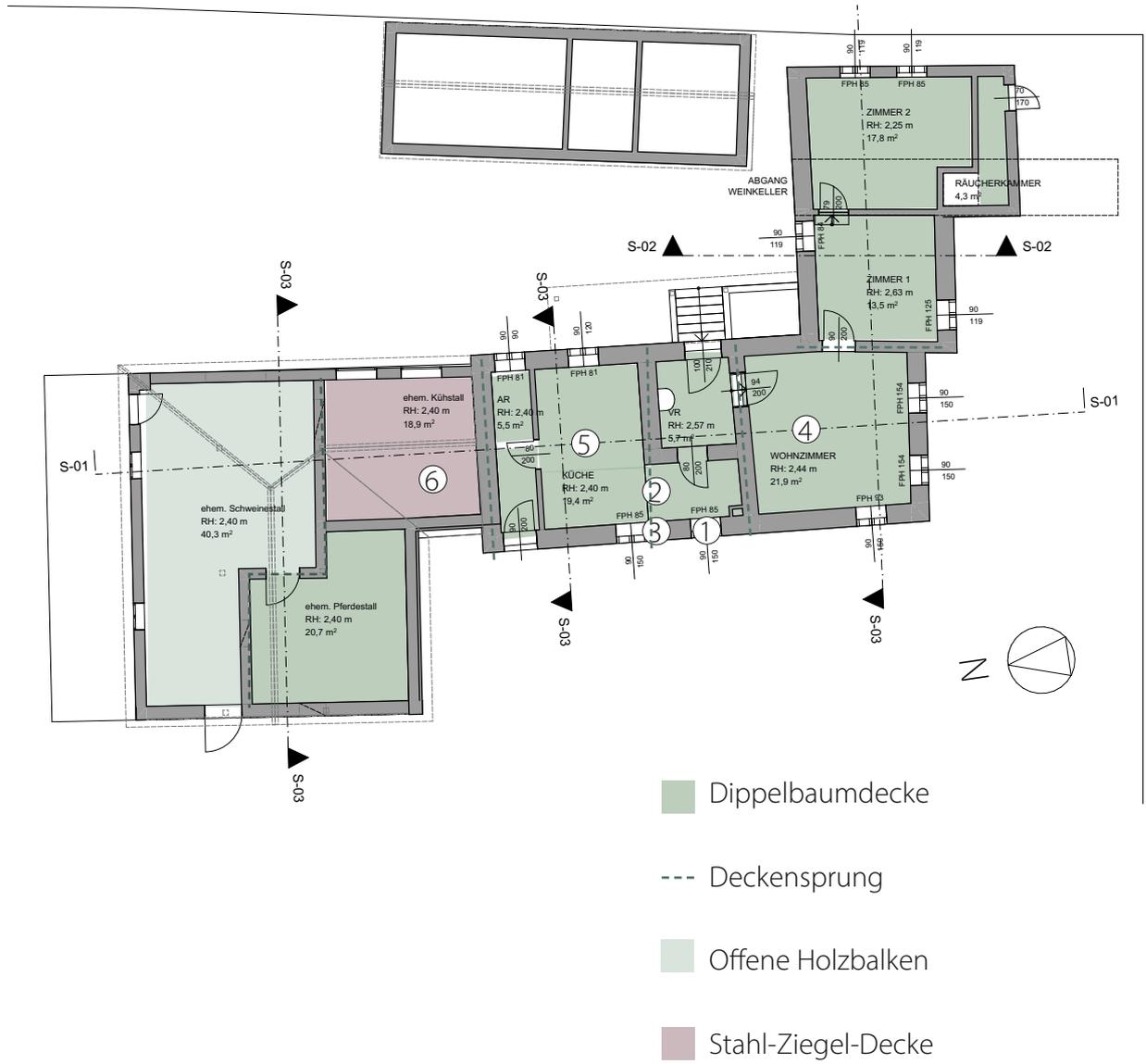
Weiters wurden in der Küche und dem Vorraum Fliesen im Mörtelbett verlegt (3).

Im Stall wurde großteils kein Boden verlegt, man steht hier direkt auf dem Lehmuntergrund, mit Ausnahme vom Kuhstall, der gefliest und betoniert wurde (4) (5).

Der Auslauf des Schweinestalles wurde ebenfalls betoniert, wobei nicht zu erkennen ist, wie weit der Beton unter das Fundament der Nordwand reicht (6).

Zu beachten ist, dass im Stall ebenfalls die Fäkaliengrube des Plumpsklos war, das auch bis vor kurzem verwendet wurde.





### 3.5.3. Decke

Der Aufbau der Decke über dem Erdgeschoss zum Dachstuhl ist deutlich von oben zu erkennen: unter dem, teilweise schon abgetragenen Lehmschlag, kommen die Holzstämme einer Dippelbaumdecke hervor, die sich vermutlich über das gesamte Wohnhaus zieht und über die Breitseite auf den Außenwänden aufliegt. (1) (2)  
Im Innenraum kommen unter dem Putz Schilfmatten zum Vorschein, die auf der tragenden Deckenkonstruktion befestigt sind. (4) (5)

Die Hanglage und die daraus resultierenden unterschiedlichen Fußbodenniveaus spiegeln sich auch in der Decke durch diverse Deckensprünge wider. (3)

Die einzige sichtbare Ausnahme ist die Decke aus Stahlträgern und Ziegelementen über dem Kuhstall, die erst später im bestehenden Stall eingezogen wurde. (6)



①



②



③



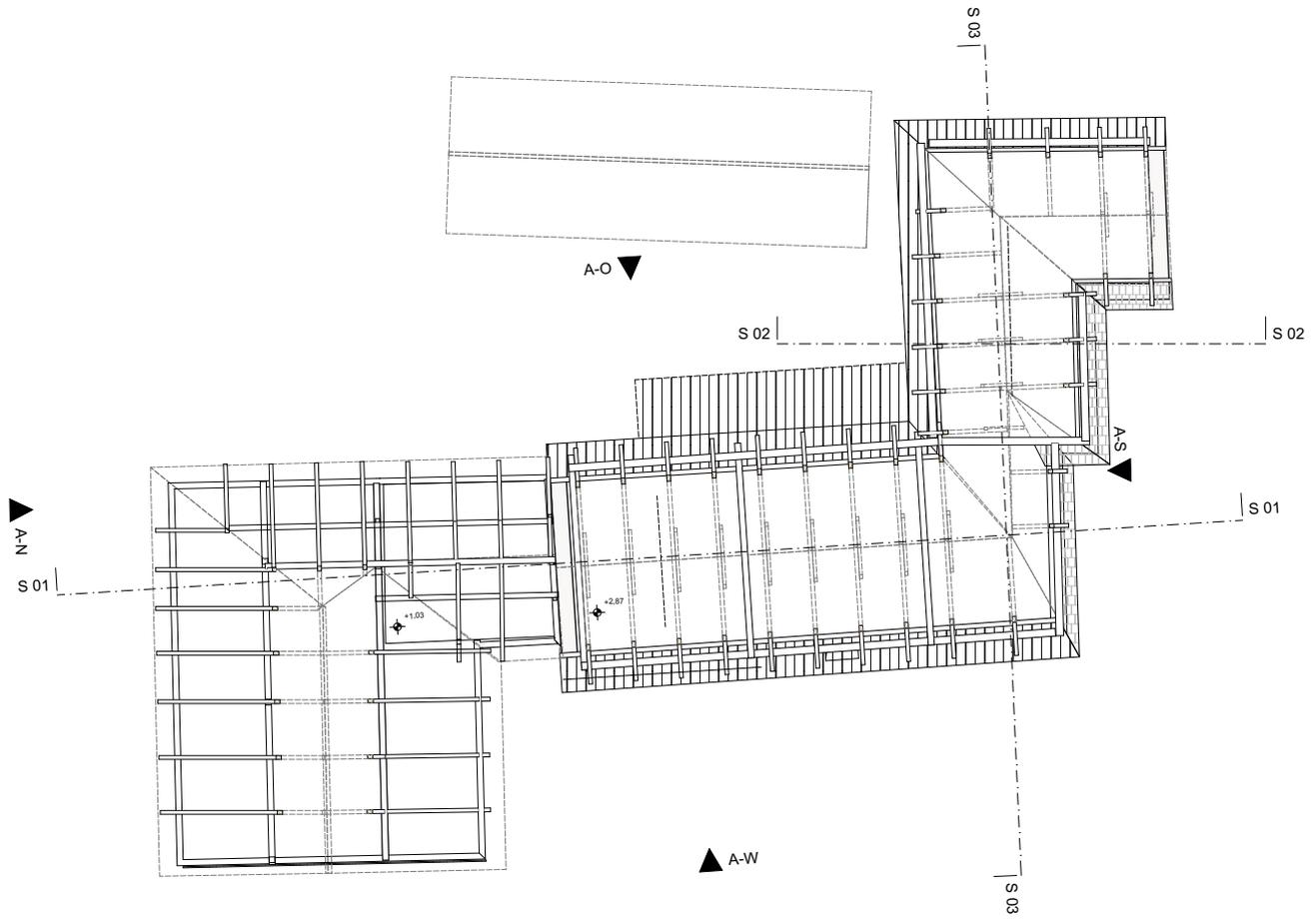
④



⑤



⑥



### 3.5.4. Dachstuhl

Das Sparrendach des Haupthauses wurde erst vor wenigen Jahren ausgebessert, morsche Balken ersetzt und Bundtränne eingesetzt, um das Auseinanderwandern der Mauern zu verhindern. (1)

Die Mauerbank besteht, wie die Giebelwände, großteils aus gebrannten Ziegeln, nur teilweise sieht man noch ungebrannte Lehmziegel. (2)

Es gibt einen gemauerten Kamin in der Küche, der, dem Rissbild nach zu urteilen, sich vermutlich nach außen geneigt hat. (3) (4)

Die Rauchküche im hinteren Gebäudeabschnitt hat auch einen gemauerten Abzug aus gebrannten Ziegeln, der keine Risse aufweist. Hier sind zwei Sparren, durch die Öffnung zwischen den Dachziegeln, dem Wetter ausgesetzt und weisen dadurch morsche Stellen auf; statisch sind diese Teile allerdings nicht relevant. (5)

Im Stall befindet sich ein Pfettendach welches nicht erneuert, aber trotzdem noch gut erhalten ist. Es sind keine morschen Balken oder, durch fehlende Dachziegel verwitterte Holzstücke zu sehen. (6)





### 3.5.5. Fenster und Türen

Die im Wohnhaus verbauten Fenster sind Alt-Wiener- und Wiener Holz-Kastenfenster. Diese beiden Fensterarten unterscheiden sich in der Ausrichtung der äußeren Fensterflügel.

Die Alt-Wiener-Kastenfenster zeichnen sich durch nach außen aufgehende Außenflügel aus und wurden etwa in der Barockzeit, ab 1780, verbaut. Ab der Gründerzeit kamen die Wiener Kastenfenster auf, die zwei nach Innen öffnende Flügelreihen besitzen (2).

Aufgrund dieser zeitlichen Differenzierung kann vermutet werden, dass die verschiedenen Fensterarten auch zu unterschiedlichen Zeiten eingebaut wurden.

Die Fenster sitzen außen bündig an der Fassade, wobei einige von ihnen grün oder weiß gestrichen sind (1), andere wurden jedoch unbehandelt gelassen oder nicht regelmäßig gestrichen, sodass nur noch die Holzstruktur sichtbar ist (3).

Wegen dieser unterschiedlichen Arten und Behandlungen variiert auch der Zustand der Fenster: Die gestrichenen Fenster sind relativ gut erhalten, abgesehen von abbröckelnder Farbe. Die nicht oder selten gestrichenen Fenster weisen bereits morsche und stark verzogene Elemente auf, teilweise fehlt auch das Glas oder ist gesprungen.

Alle Türen und Türstöcke sind noch gut erhalten, weder morsch noch verzogen.

Die Türe von der Speis in den Garten wurde sichtlich erst später, vermutlich etwa in den 60er Jahren, eingesetzt.

Im Stall sind die Klappen des Schweineauslaufs zu erkennen. Die Fenster haben nur eine Glasebene oder bestehen nur aus einem Gitter. Die Türen des Stalls sind einfache Tore aus Holzlatten, von denen auch schon Teile fehlen oder auseinanderfallen (6).



### 3.5.6. Keller

Vom Hof aus führt eine Türe in den ehemaligen Weinkeller. Die Kellerröhre wird im ersten Abschnitt, der unter dem Wohnhaus liegt, von einem Gewölbe aus gebrannten Ziegeln gestützt. Der hintere Teil ist ohne Verstärkung in den Lehm Boden gegraben.

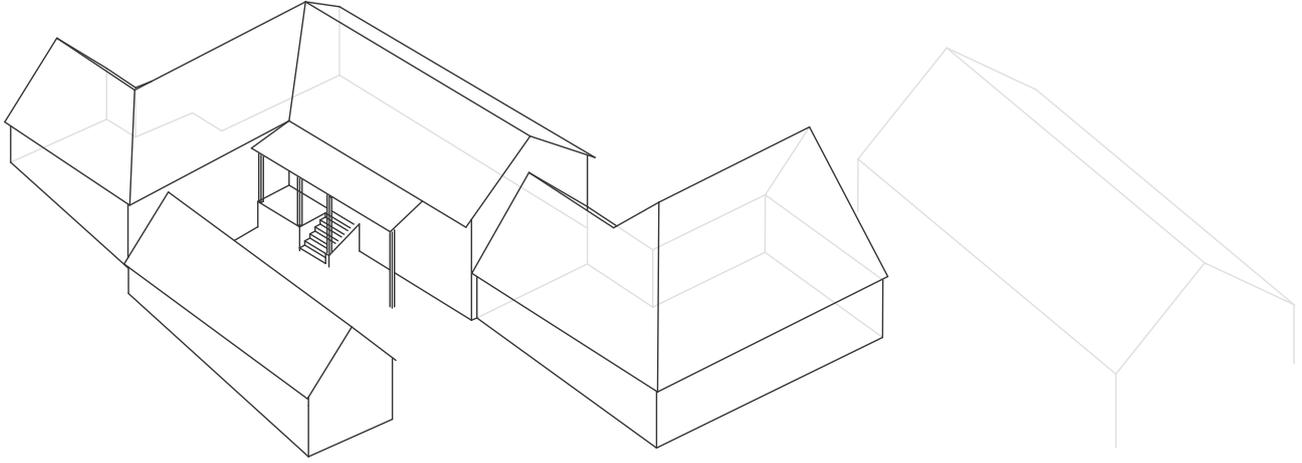
### 3.5.7. Haustechnik

Das Wohnhaus verfügt über einen Wasseranschluss an den hauseigenen Brunnen. Es gibt keine Warmwasseraufbereitung; geheizt wurde über den Ofen in Küche und Wohnzimmer.

Die Wasserleitung in der Küche wurde vermutlich beim Frost im Winter gesprengt und aus der Wand gedrückt.

Die Installationen sowie sämtliche elektrische Leitungen wurden später eingebaut, was man an den im Putz nachträglich eingearbeiteten Leitungen erkennt.

Als Toilette diente das Plumpsklo im Stall, ohne fließendes Wasser.



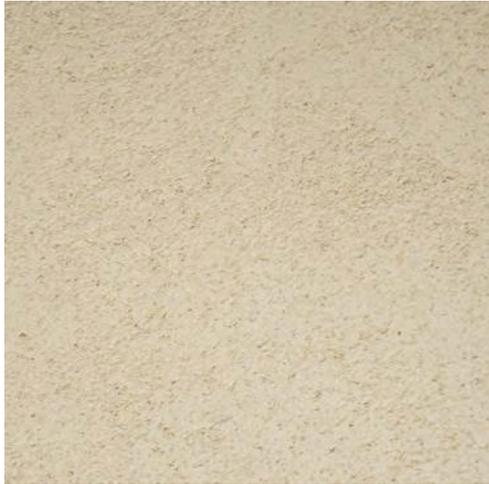
## 4. ENTWURF

Nach langer Nutzung als Sommerhaus und anschließendem Leerstand möchte nun die Tochter der Besitzerin mit ihrer Familie den Hof in Elsarn sanieren und ganzjährig als Wohnhaus verwenden.

Es soll ausreichend Platz für die sechsköpfige Familie geschaffen werden unter der Berücksichtigung der aktuellen Anforderungen an einen Wohnraum: Helle Wohnräume, die ineinander fließen und einen Bezug zu der umgebenden Natur haben, sollen geschaffen werden. Der Wunsch nach einem ökologischen Bau setzt eine Dämmung der Bauteile kombiniert mit einer Energie- und Wärmegewinnung aus erneuerbaren Quellen voraus. Trotzdem sollen die positiven Einflüsse von Lehm als Baustoff sowie der alte Charme des Hofes erhalten bleiben.

Weiters müssen auch die sich verändernden Bedürfnisse einer Familie über die Jahre hinweg mit eingeplant werden und eine einfache Adaptierung möglich sein.

Lehmoberflächen



Neues Holz



Weißer Kalk Putz



Altes, Verwittertes Holz

Abb. 25 Materialien.

## 4.1. Überlegungen zu der Erhaltung des Bestands

Auch wenn das Gebäude nicht unter Denkmalschutz steht, ist es ein Zeugnis alter Bauweisen und Wohnformen. Aus diesem Grund müssen auch Überlegungen aus denkmalpflegerischer Sicht zu dem Umgang mit der historischen Bausubstanz getroffen werden.

Im ersten Schritt wurde bereits eine genaue Analyse des Bestands erstellt. Diese ist die Grundlage für alle weiteren Maßnahmen (Eidgenössische Kommission für Denkmalpflege, 2007).

Materialität und Oberflächen sind in der Denkmalpflege entscheidende Punkte, die das Erscheinungsbild der Bauwerke prägen. Bei diesem Projekt muss hier besonders der Lehm und die historische Bauweise beachtet werden. Alle geplanten Eingriffe sollen die Lehmteile schützen und die Erneuerungen auf diesen abgestimmt werden. Aus diesem Grund wird für die Sanierung in erster Linie Lehm und Holz verwendet. Materialien, die für die Dämmung zum Einsatz kommen, müssen davor auf die Verträglichkeit mit Lehm geprüft werden. Auch die Ausbesserung von Schäden und Behebung deren Ursachen soll, soweit möglich, mit bereits verwendeten Baustoffen erfolgen (Bundesdenkmalamt, 2014).

Elemente wie Dachziegel, Fenster und Türen werden erhalten oder renoviert und nur in Ausnahmefällen, sollten sie nicht mehr zu retten sein, ausgetauscht werden.

Da auch Veränderungen am Gebäude geplant sind, stellt sich die Frage, wie diese in den Bestand integriert werden. Diese Neuerungen sollen sensibel erfolgen und einerseits dezent zeigen, was neu ist, andererseits den Bestand respektieren und sich gestalterisch diesem unterordnen.



## 4.2. Sanierungsmaßnahmen

### 4.2.1. Allgemeine Maßnahmen an Wänden, Dächern und Böden

Die im ersten Kapitel beschriebenen Maßnahmen sollen nun auf die Sanierung des Hofes in Elsbarn angewendet werden.

Die bestehende Bauweise erfüllt schon viele der genannten zu beachtenden Punkte eines Lehmbaus: die Außenwände stehen auf einem Sockel aus gebrannten Ziegeln oder Bruchsteinen, ein Dachüberstand und intakte Regenrinnen leiten das Wasser vom Gebäude weg. Es gibt weder eine horizontale Feuchtigkeitssperre noch andere Abdichtungen an Fundament, Dach oder Wänden.

Wie in der Bestandsanalyse festgehalten, sind die Bauteile großteils in einem guten Zustand und tragfähig.

Das erst vor wenigen Jahren renovierte Dach soll erhalten bleiben. Die Dippelbaumdecke über dem Erdgeschoss soll, wie im ersten Kapitel beschrieben, mit einer Strohdämmung gedämmt und darüber zum Schutz der Konstruktion eine neue Lehmschlagschicht aufgebracht werden.

Der Putz an der Decke ist vorwiegend noch gut erhalten, teilweise erkennt man allerdings die darunter liegenden Elektroleitungen sowie die Schilfmatten als Putzträger. Bei der Erneuerung dieses Putzes, sollte wie im Bestand vorgegangen werden und der Lehmputz auf der, auf der Holzdecke befestigten Schilfstuckatur aufgebracht werden.

Da es sich bei der zukünftigen Nutzung um eine Wohnnutzung mit einem gewissen, zeitgemäßen Anspruch an die Innenraumtemperatur handelt und auch aus Gründen der Ökologie und Energieeffizienz, soll eine zusätzliche Dämmung eingebracht werden.

Durch die fassadenbündige Lage der Fensterrahmen würde bei einer Außendämmung das Fassadenbild geändert werden. Daher soll bei diesem Projekt eine Innendämmung zur Anwendung kommen. Aufgrund der kleinen Raumgrößen ist eine Schilfmattendämmung eine praktikable Lösung. Ein starker Lehmputz darüber ist einerseits Untergrund für die

#### Dach

#### Außenwände

Wandheizung, bietet andererseits Speichermasse. Zusätzlich sollen beim Entwurf die massiven Lehminnenwände zumindest teilweise erhalten bleiben, da diese ebenfalls eine temperatenausgleichende Wirkung haben. Neu entstehende Wände werden in Trockenbau aus Leichtlehmplatten auf einer Holzunterkonstruktion errichtet. Durch das Hinzufügen einer 5 cm starken Schilfrohrdämmmatte, kann der U-Wert auf  $0,61 \text{ W/m}^2\text{K}$  reduziert werden. Die Putzoberflächen lösen sich im Bestand bereits von den Wänden und müssen erneuert werden. Auf der Wandaußenseite wird zunächst der bestehende Putz abgeschlagen. Risse und Fugen können mit einem Lehmörtel ausgebessert werden, ein Kalkputz schützt die Wand zukünftig vor Erosion.

An der Wandinnenseite muss ebenso zunächst der bestehende Putz abgeschlagen werden, um den teilweise verwendeten Zementputz zu entfernen. Der, auf die Schilfdämmung aufgebrauchte Lehmputz ist Untergrund für Lehmfarben und kann nach den Wünschen der Bauherr:innen gestaltet werden.

**Boden** Der Bodenaufbau aus Glasschaumgranulat und Holzdielen kann in den meisten Räumen einfach umgesetzt werden. Die Raumhöhen des Bestands reichen aus, weswegen keine Absenkung des Fußbodens vorgenommen werden muss. Die Fundamente sind tief genug, dass für die Dämmung abgegraben werden kann und trotzdem das aktuelle Fußbodenniveau erhalten wird, da in einigen Räumen bereits eine Schüttung unter dem Holzboden vorhanden ist. Schwieriger wird es im Zimmer 1, in dem derzeit die Bretter direkt auf dem Lehm Boden liegen. Richtung Süden konnte hier bei der Bestandsaufnahme die Fundamenttiefe nicht festgestellt werden, außerdem könnte hier ein Abgraben die Stabilität des schräg darunter liegenden Weinkeller beeinflussen. Aus diesem Grund ist es wahrscheinlich, dass das Niveau dieses Raumes um 37 cm, auf die Höhe des Zimmers 2 angehoben werden muss, wodurch ausreichend Dämmung unter dem Fußboden eingebracht werden könnte. Zudem ist der Untergrund unter den Fliesen nicht bekannt, die Fundamenttiefe stellt hier aber, aufgrund des Höhen sprunges im Gelände kein Problem dar, weswegen auch hier abgegraben werden kann.

Oberste Geschossdecke

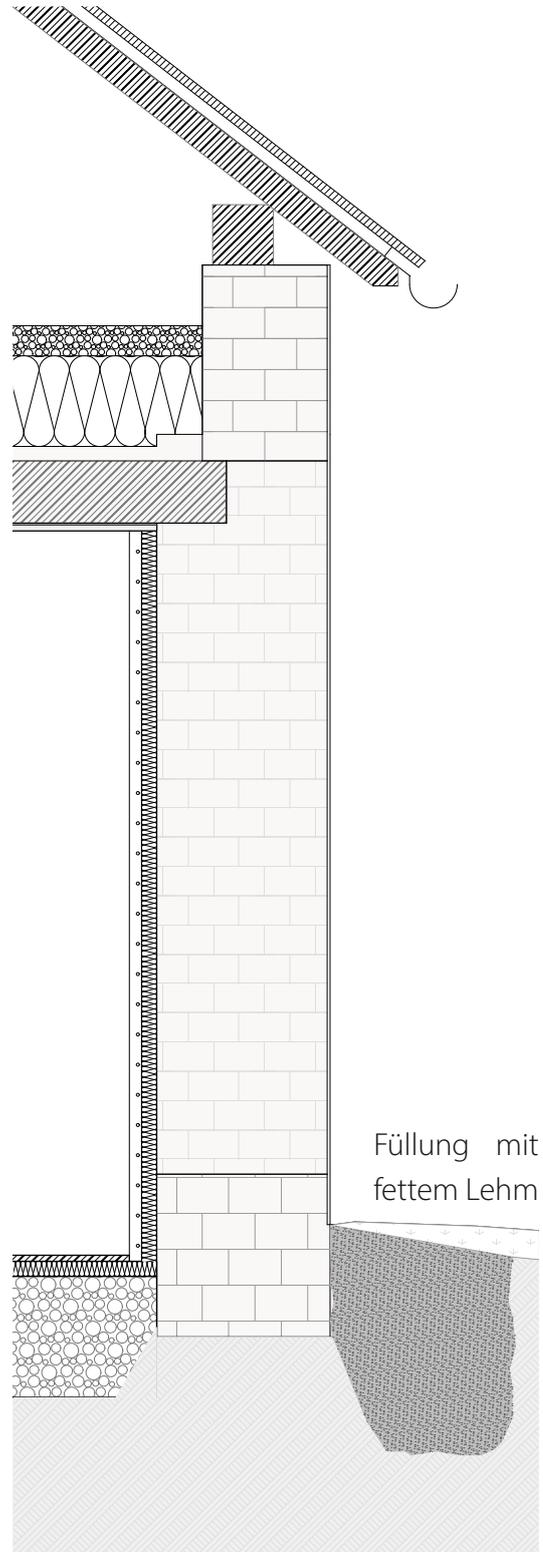
5 cm	Lehmschlag	<i>erneuern</i>
30 cm	Strohdämmung	<i>neu</i>
	Doppelbaumdecke	<i>Bestand</i>
	Schilfrägermatten	<i>Bestand</i>
	Lehmputz	<i>stellenweise auszubessern</i>

Außenwandaufbau

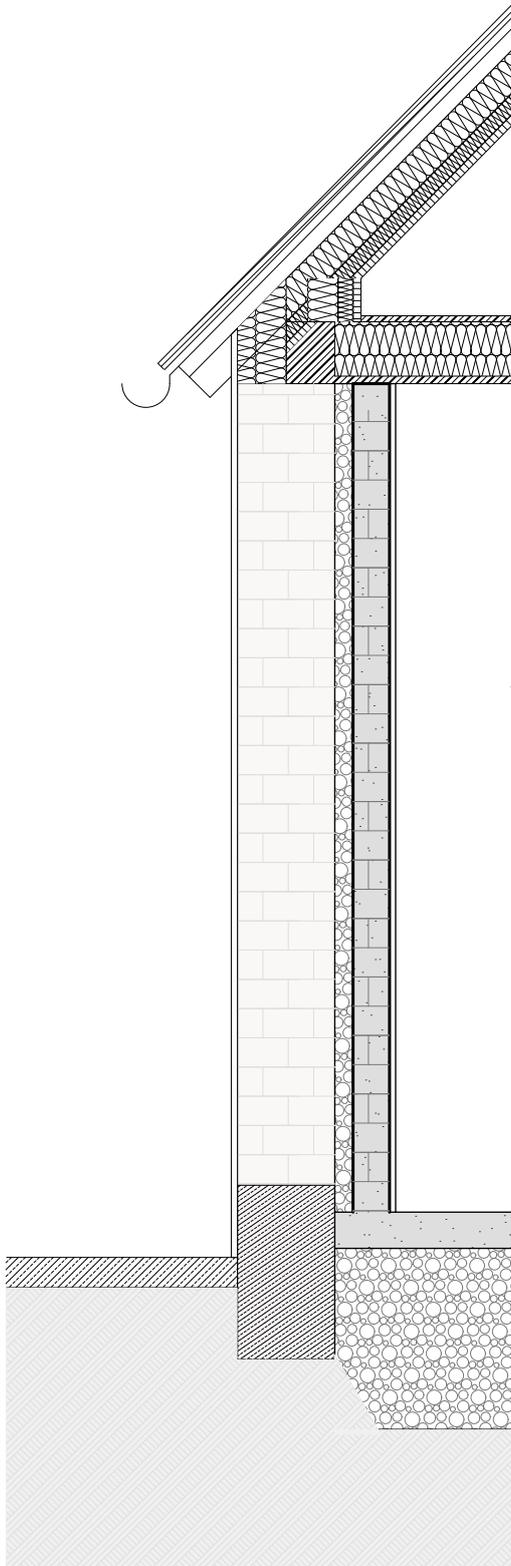
2 cm	Außenputz	<i>erneuern</i>
	Lehm mit Kalkanstrich	
ca. 55 cm	Lehmziegelwand	<i>Bestand / stellenweise auszubessern</i>
5 cm	Schilfdämmplatten	<i>neu</i>
4 cm	Lehminnenputz mit Wandheizung	<i>neu</i>

Fußbodenaufbau

2 cm	Holzdielen	<i>erneuern</i>
5 cm	Polsterhölzer	<i>erneuern/neu</i>
	dazwischen Perlitschüttung	
ca. 40 cm	Glasschaumgranulat	<i>neu</i>
	Erdreich	



Fassadenschnitt  
 Wohngebäude  
 1:25



Fassadenschnitt  
 Stallgebäude  
 1:25

### Dachaufbau

	Dachdeckung	<i>Bestand</i>
10 cm	Sparren	<i>Bestand</i>
-	Holzfaserdämmung	<i>neu</i>
5 cm	Holzfaserdämmung	<i>neu</i>
1,4 cm	Lehmplatten	<i>neu</i>
	Lehmputz	<i>neu</i>

### Oberste Geschossdecke

	Parkett Boden	<i>neu</i>
18 cm	Balken	<i>Bestand</i>
-	Holzfaserdämmung mit Fußbodenheizung	<i>neu</i>
1,6 cm	Lehmplatten	<i>neu</i>
	Lehmputz	<i>neu</i>

### Außenwandaufbau

2 cm	Außenputz	<i>erneuern</i>
	Lehm mit Kalkanstrich	
ca. 35 cm	Lehmziegelwand	<i>Bestand / stellenweise</i>
	- teilweise gebrannte Ziegel / STB	<i>auszubessern</i>
6 cm	Glasschaumgranulat	<i>neu</i>
12 cm	Leichtlehmsteine	<i>neu</i>
4 cm	Lehmputz	<i>neu</i>
	mit Wandheizung	

### Fußbodenaufbau

12 cm	Stampflehm	<i>neu</i>
ca. 50 cm	Glasschaumgranulat	<i>neu</i>
	Erdreich	

#### 4.2.2. Maßnahmen im ehemaligen Stall

Um ausreichend Platz für die Familie zu schaffen, soll das Stallgebäude ebenfalls bewohnbar gemacht werden.

Durch Unwetter und diverse Umbauten wurden einige Lehmwände hier durch gebrannte Ziegel ersetzt. Die Nutzung als Stallgebäude für Schweine, Pferde und Kühe führte außerdem zu einer Versalzung der Wände durch die Ausscheidungen der Tiere.

Um die bestehenden Wände vor diesen Versalzungen und Schadstoffen zu befreien, wird ein Opferputz aufgebracht.

Ob dadurch alle Schadstoffe aus den Lehm- und Ziegelwänden entfernt werden können, muss vor Ort getestet werden. Weiters ist zu beachten, dass die Stallwände um einiges dünner sind als die des Wohngebäudes, weswegen weitere Maßnahmen für den Wärmeschutz getroffen werden müssen.

Aus diesem Grund wird eine Vorsatzschale geplant, damit die äußere Hülle des Stalles bestehen bleibt, im Inneren aber eine neue, schadstofffreie Hülle für den Wohnraum aufgezogen wird.

Hierfür wird eine Wand aus Leichtlehmsteinen an der Innenseite aufgezogen und der Zwischenraum mit Glasschaumgranulat aufgefüllt.

Der Dachstuhl des Stalles wird bei Bedarf ebenfalls zum Wohnraum ausgebaut. Dazu wird zwischen den Sparren eine Dämmung eingebracht, die Konstruktion des Dachstuhls bleibt teilweise sichtbar. Durch eine Öffnung der Giebelseite kommt Licht in den Dachraum, eine Terrasse verbindet den Wohnraum mit dem Garten.

Der bestehende Boden aus gestampften Lehm muss, um die Versalzung zu entfernen, 70 cm abgegraben werden. Darauf wird eine Dämmung aus Glasschaumgranulat und anschließend ein Stampflehm Boden mit Fußbodenheizung eingebracht. Auf dem Glasschaumgranulat werden dafür die Leitungen der Heizung verlegt und die Zwischenräume mit Sand befüllt, um beim späteren Stampfen diese nicht zu beschädigen. Darauf kommt der Lehm, der mit einer Rüttelplatte verdichtet, mit Schlemme eingelassen und zum Schluss für eine staubfreie Oberfläche mit einer Schleifmaschine mit Carnaubawachs gewachst wird (A. Breuss, Interview am 29.11.2023).

Versalzung

Wände

Dachstuhl

Boden



### 4.2.3. Punktueller Sanierungsbedarf

Eine Schwachstelle, an der Schäden durch rinnendes Wasser entstanden sind, ist die Südwand, die durch die Hanglage gelockerte Ziegel und ausgewaschene Lehmsteine aufweist. Durch eine Drainage, 3 m vor dem Gebäude, soll hier das Wasser von den Außenwänden weggeleitet werden. Die ausgewaschenen Lehmsteine werden durch gebrannte Ziegel ersetzt.

Der Riss an der Innenwand zwischen Küche und Wohnzimmer deutet auf ein Auseinanderwandern der Außenwände beziehungsweise des Kamins, der an dieser Stelle steht, hin. Hier müsste untersucht werden, ob mit den bei der Renovierung des Dachstuhls eingebrachten Bundträmen dieser Prozess gestoppt wurde oder ob der Kamin zusätzlich abgestützt werden muss.

Im Dachstuhl, im Bereich des Kamins der Räucherammer, sind die Lattungen morsch und Dachziegel müssen teilweise ausgebessert werden.

Bei der Vergrößerung von Mauerdurchbrüchen ist immer auf den Erhalt der statischen Tragfähigkeit zu achten. Viele Innenwände sind nicht tragend und können somit einfach verändert werden. Bei den Außenwänden ist auf eine ausreichende Auflagerfläche bei Überzügen zu achten. Dabei muss vor Ort die Zusammensetzung der Wände analysiert und bewertet werden.



### 4.3.Fenster und Türen

Die bestehenden Kastenfenster sollen erhalten bleiben und renoviert werden. Um eine zusätzliche Wärmedämmung zu erhalten, kann das Einscheibenglas der inneren Flügelebene gegen Isolierglasscheiben ausgetauscht werden. Zusätzlich kann eine Dichtung der Fugen ebenfalls in der inneren Scheibenebene eingefügt werden, um den Luftzug durch die Ritzen zu vermindern.

Die zusätzliche Dämmung an der Wandinnenseite bewirkt auch eine Reduzierung der Breite der Fensterlaibung, wodurch auch der Lichteinfall reduziert wird. Dies wird durch ein Abschrägen der Laibung ausgeglichen.

Im Stall werden ebenfalls die vorhandenen Fenster und Türöffnungen größtenteils erhalten und an der inneren Vorsatzschale mit neuen Fenstern ergänzt. Dadurch bleiben die ursprünglichen Öffnungen des Stalles erhalten und sind im Innenraum nach wie vor erkennbar. Die Holztore und Fensterläden der Schweineställe werden saniert und wieder eingesetzt und dienen als außen liegender Sicht- und Sonnenschutz.

Um den Eingriff in die tragenden Außenwände möglichst gering zu halten, wird im Entwurf größtenteils mit den schon bestehenden Stürzen gearbeitet.

#### 4.4. Heizsystem und Energiegewinnung

Da das Gebäude lange nicht mehr als dauerhafter Wohnsitz genutzt wurde und die Anschlüsse veraltet sind, sollten sämtliche elektrische und sanitäre Leitungen neu gelegt werden.

Auch ein Anschluss an den Kanal muss hergestellt werden.

Über eine Wärmepumpe wird Warmwasser und Heizwärme geliefert. Die Speisung der Wärmepumpe erfolgt mit Erdwärme über eine Tiefenbohrung. Auch ein Flächenkollektor ist aufgrund der Grundstücksgröße möglich. Der Energiebedarf der Wärmepumpe wird zukünftig durch eine Photovoltaikanlage auf dem Dach gedeckt. Hier muss geprüft werden, ob die Tragfähigkeit des Daches für die Paneele ausreichend ist. Alternativ kann angedacht werden, diese auf dem Stadl oder den brachliegenden Flächen hinter dem Haus zu positionieren. Auch eine Mischnutzung mit zum Beispiel Schafweiden wären in diesem Fall als Möglichkeit zu betrachten.

Das Niedrigtemperatur-Heizsystem speist die Wandheizung. In Bereichen, in denen Stampflehböden eingebracht werden, wird diese durch eine Fußbodenheizung ergänzt.

#### 4.5. Entwurfspläne und Skizzen

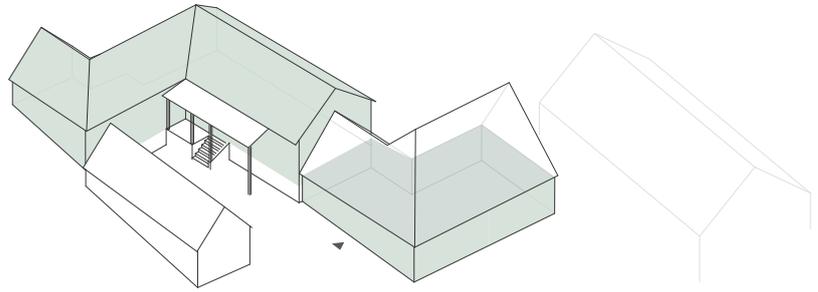
Der Entwurf soll die Adaptierung des Gebäudes in späteren Nutzungsphasen miteinbeziehen. Zunächst sieht er eine Nutzung des Gebäudes als Wohnhaus mit den Anforderungen der Familie mit 4 kleinen Kindern vor. Im weiteren Schritt wird ein Ausbau bei einem erhöhten Platzbedarf sowie eine Abtrennung einer Wohneinheit angedacht. So kann der Wohnraum stets an die Anforderungen der Bewohner:innen angepasst werden.

Die Planung der möglichen Umbaumaßnahmen vor der ersten Sanierung hat den Vorteil, dass sämtliche Anschlüsse und Leitungen bereits zu Beginn vorgesehen werden können. Dadurch fallen aufwendige Umbauten oder Verlegungen von Rohren in den späteren Phasen weg. Die Entwürfe sind außerdem so ausgelegt, dass die Sanitärräume bereits in der ersten Ausbaustufe vollständig gebaut werden und so in den weiteren Schritten nicht mehr angepasst werden müssen.

Auch die Dimensionierung der Haustechnikanlage sollte bereits zu Beginn auf die vollständig ausgebaute Variante ausgelegt werden.

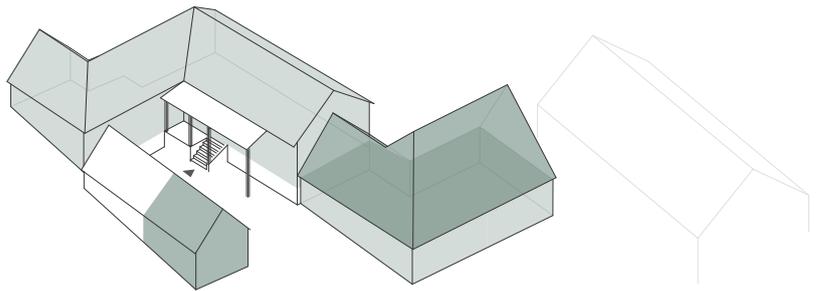
### 1. PHASE

In der ersten Phase wird das alte Wohngebäude mit Teilen des Stalles erweitert und bietet so der Familie mit Kleinkindern ausreichend Platz.



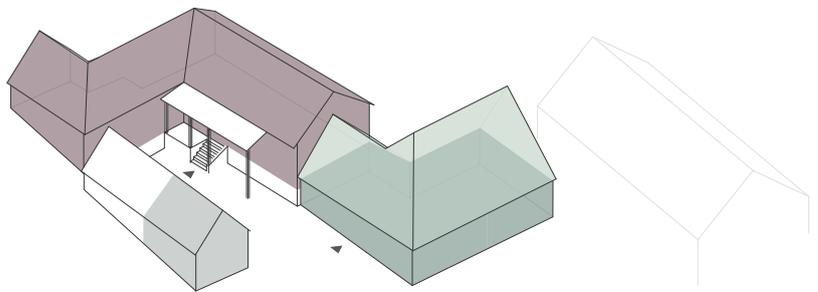
### 2. PHASE

Ein Home-Office-Arbeitsplatz oder der Wunsch nach größeren Jugendzimmern kann zu einem höheren Bedarf an Wohnfläche führen. Durch den Ausbau des Dachgeschosses, des Stallgebäudes oder des Auszugshauses entsteht mehr Platz für die Familie.



### 3. PHASE

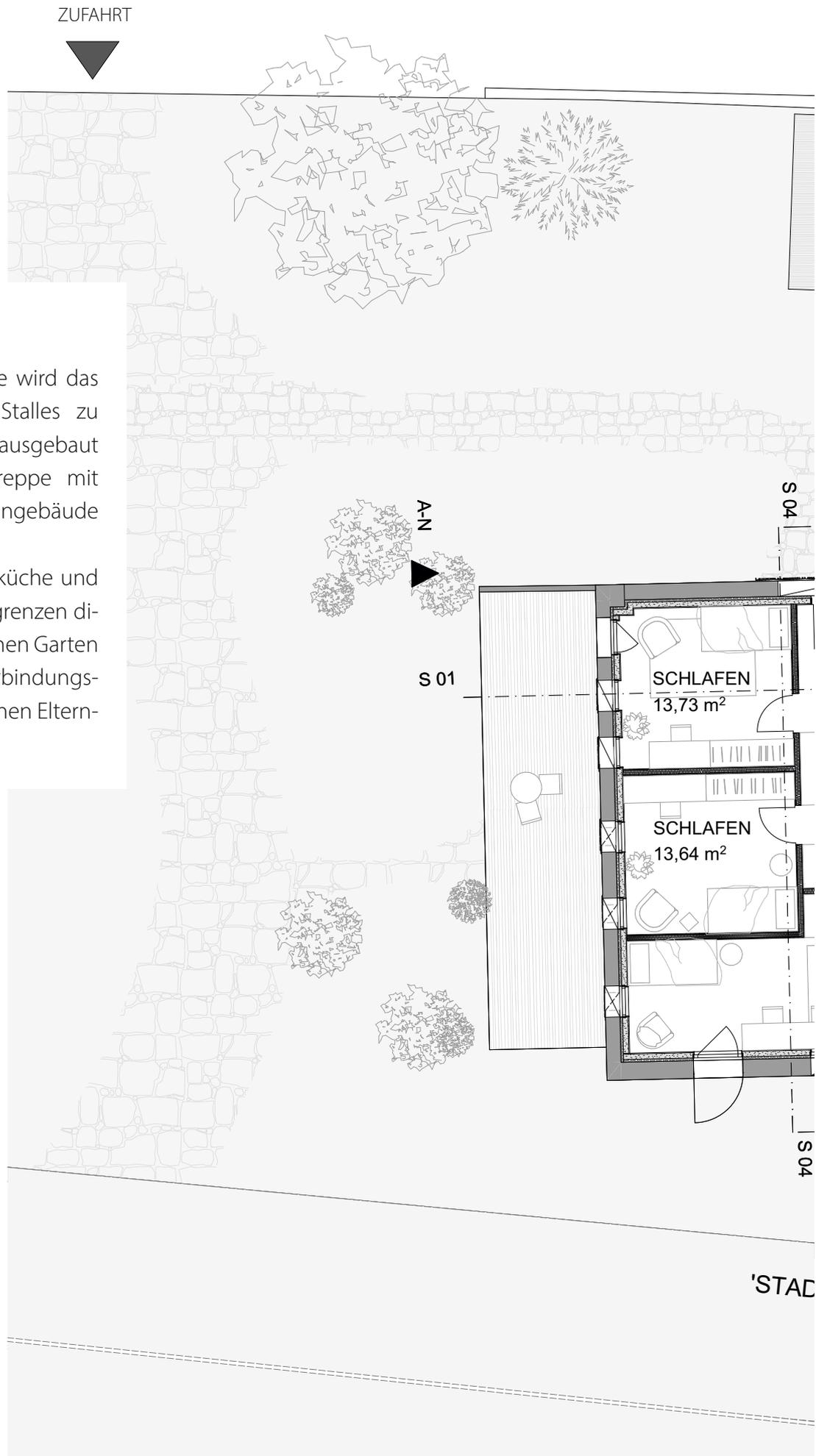
Ziehen die Kinder aus oder gründen eine eigene Familie, kann das Gebäude in zwei unabhängige Wohneinheiten getrennt werden.



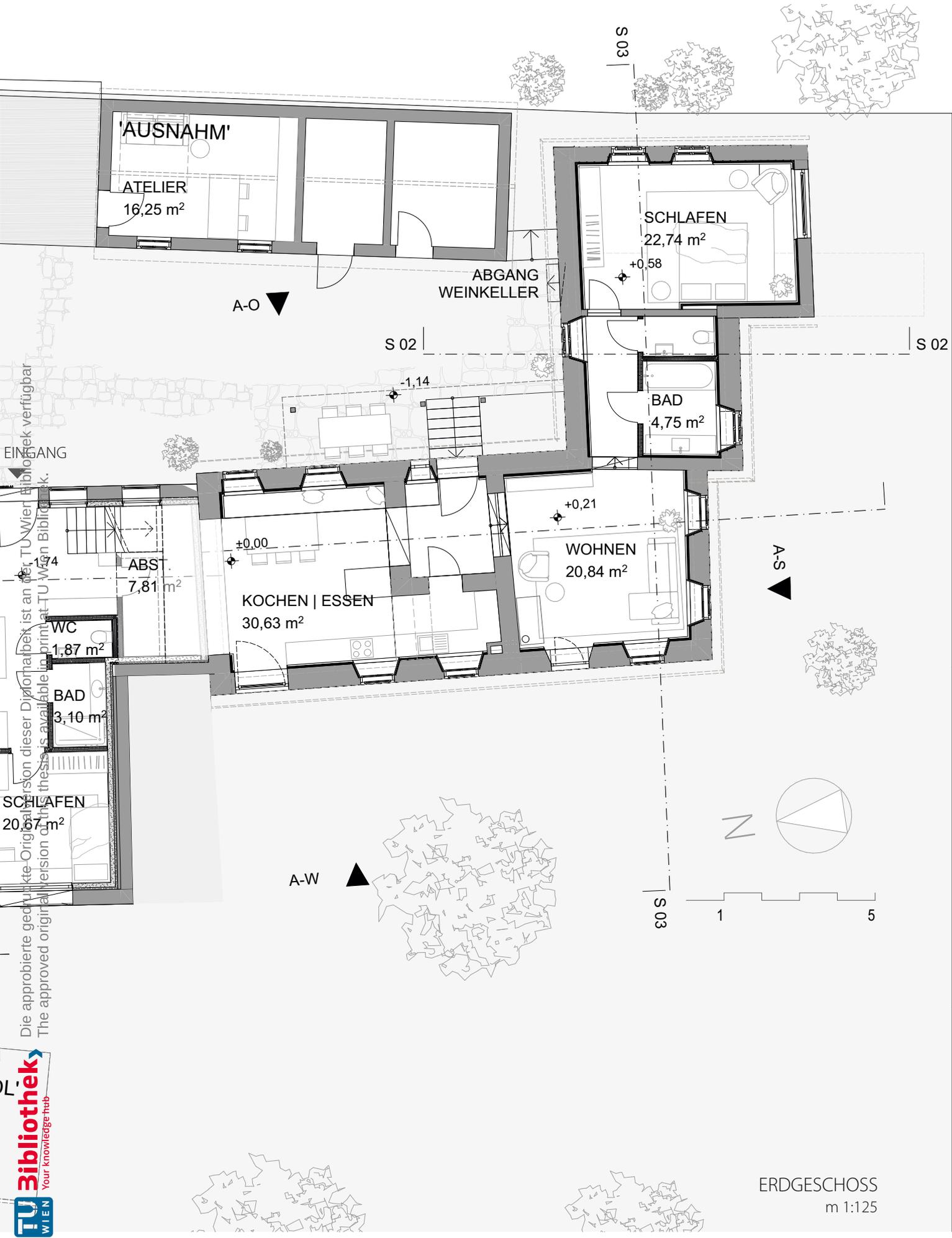
## 1. PHASE

In der ersten Phase wird das Erdgeschoss des Stalles zu Kinderzimmern ausgebaut und über eine Treppe mit dem alten Wohngebäude verbunden.

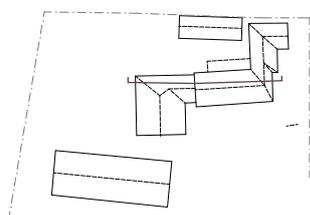
Die zentrale Wohnküche und das Wohnzimmer grenzen direkt an den westlichen Garten und sind das Verbindungsglied zu dem östlichen Elternschlafzimmer.



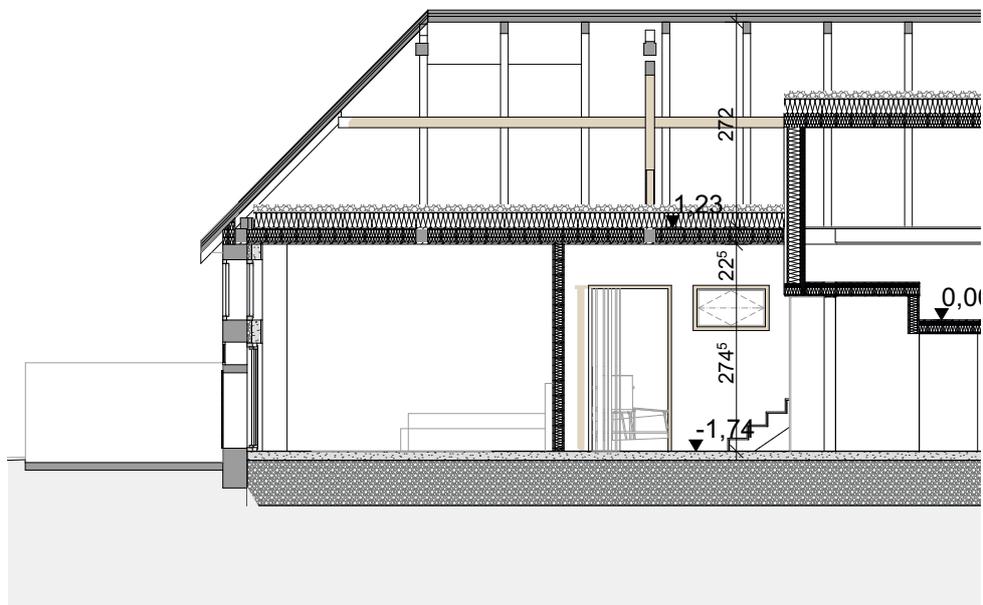
Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Dissertation ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar. The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.



ERDGESCHOSS  
m 1:125



SCHNITT 01  
m 1:100



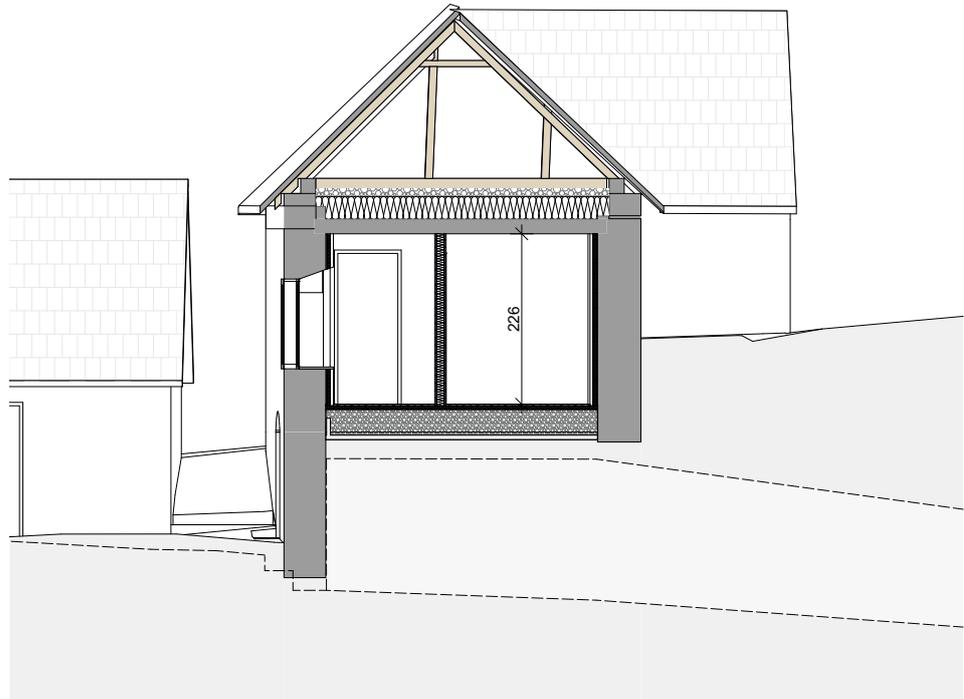
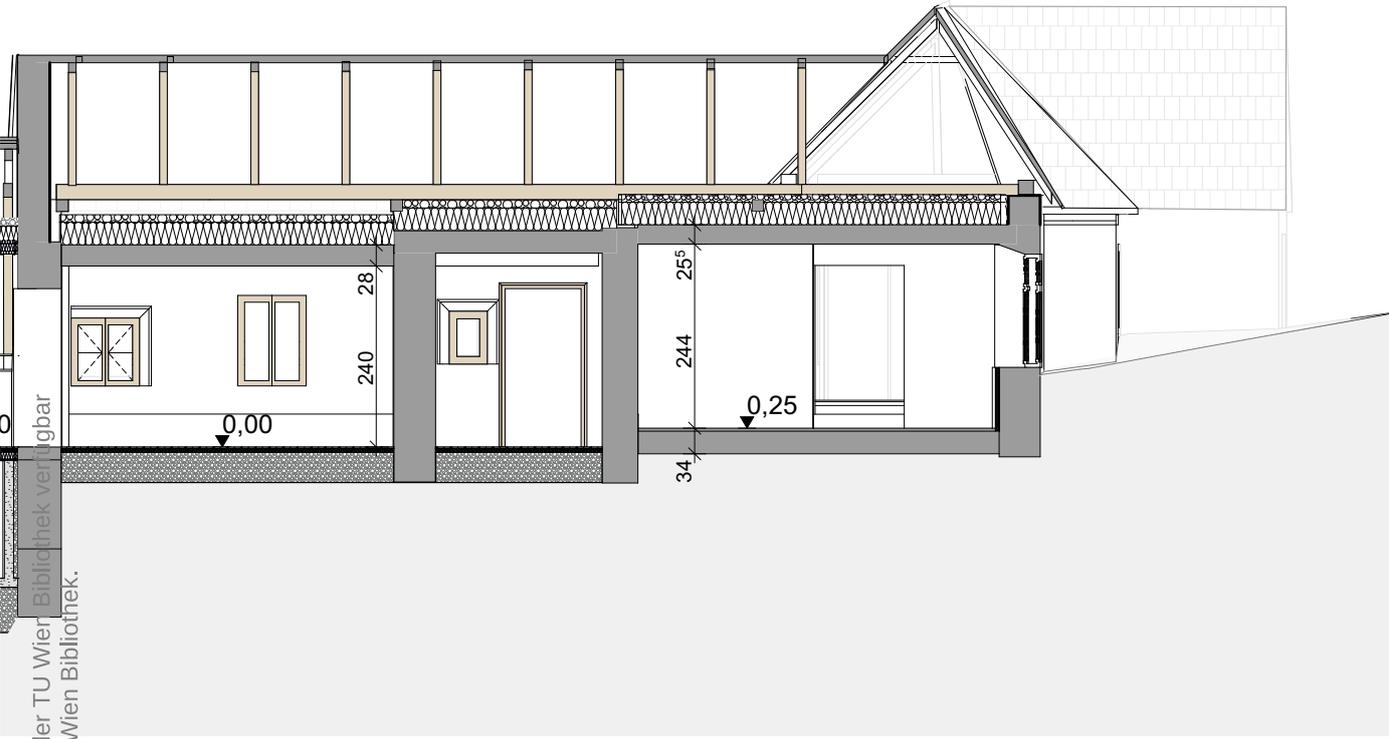
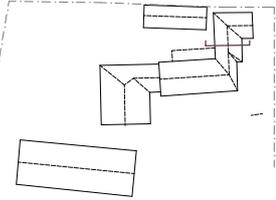
## 1. PHASE SCHNITTE

Der Höhengsprung im Gelände zeichnet sich auch in den Schnitten deutlich ab.

Die Kinderzimmer liegen einen Halbstock tiefer auf der Höhe des Hofes. Der Bereich der Eltern über dem Weinkeller befindet sich fast einen Meter höher.

Die Raumhöhen des Bestands sind mit etwa 2,40 m nicht hoch, entsprechen aber sogar der OIB Richtlinie (OIB RL 3, 2023).

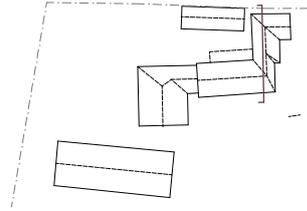
SCHNITT 02  
m 1:100



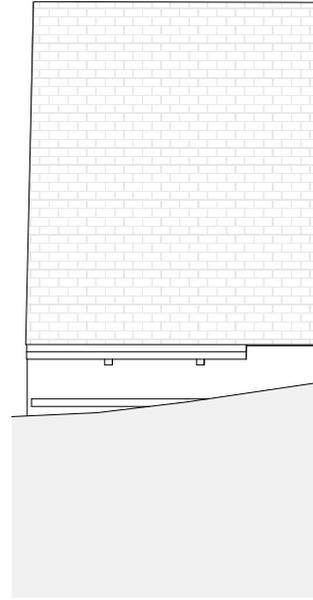
Nur im Bad und Schlafzimmer im alten Wohnhaus wird die lichte Raumhöhe noch weiter unterschritten, hier liegt allerdings der Weinkeller darunter, weswegen nicht tiefer abgegraben werden kann.

Der Eingangsbereich und die Zimmer im ehemaligen Stall haben mit 2,75 m eine deutlich großzügigere Raumhöhe. Dies ist auch durch die Fensteröffnungen an der Nordseite bedingt, die in unterschiedlichen Höhen sitzen.

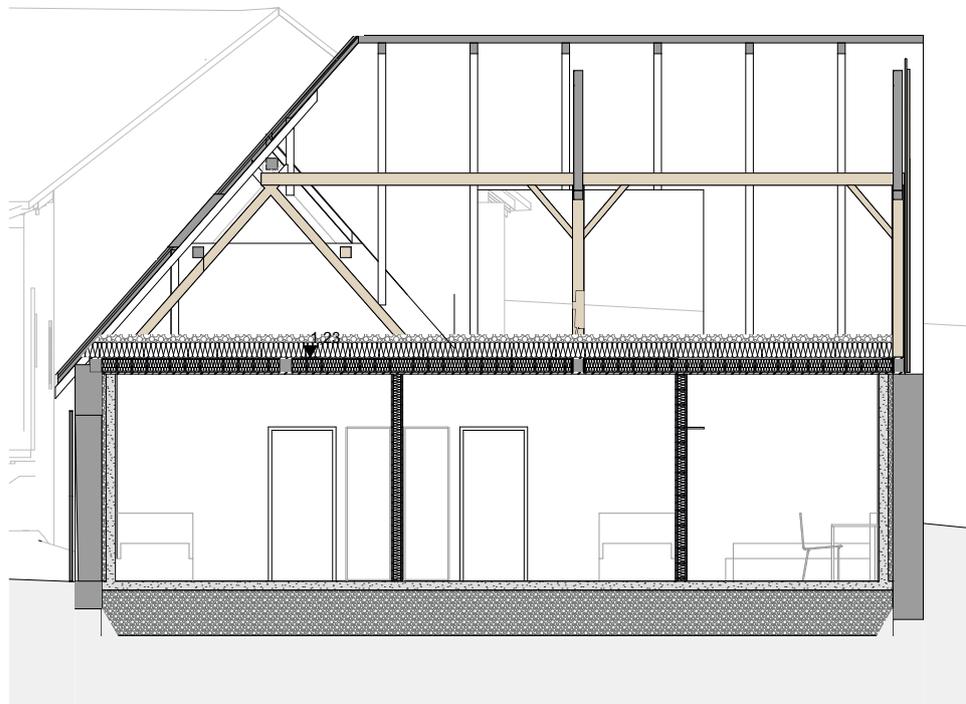
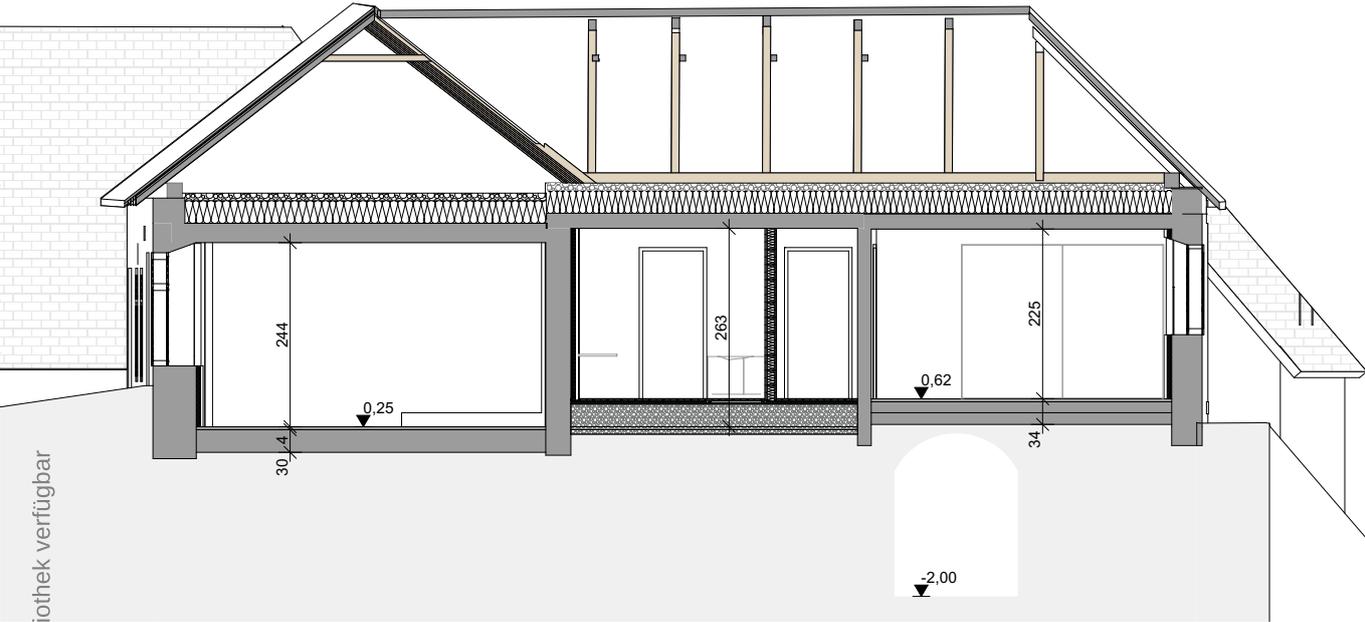
Der Dachstuhl ist in dieser Phase nicht ausgebaut und die oberste Geschossdecke ist gedämmt.



SCHNITT 03  
m 1:100



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar  
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.



## 1. PHASE - ANSICHTEN

In den Ansichten zeigt sich deutlich, dass der Charakter des Hofes erhalten bleibt. Sensible Maßnahmen an den Öffnungen differenzieren sich vom Bestand, ohne als Fremdkörper aufzufallen.



Fenster und Türen werden, sofern es möglich ist, renoviert.



Das Vordach schafft Platz für einen geschützten Essplatz.



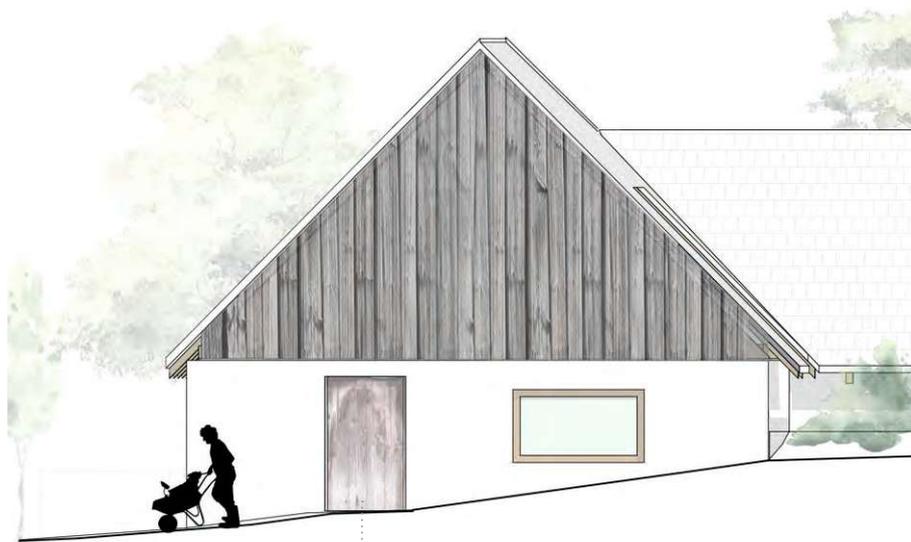
ANSICHT NORD  
m 1:100

Die ehemaligen Schweinestall-Türen werden saniert und dienen als öffentbare Verdunkelung der dahinter liegenden Schlafräume.

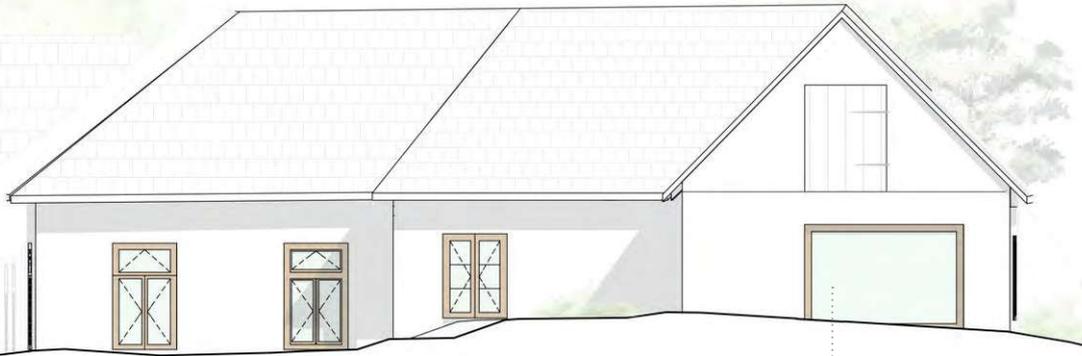


ANSICHT OST  
m 1:100

Das Stalltor wird zum Schiebetor als Sichtschutz vor der gläsernen Eingangstüre.

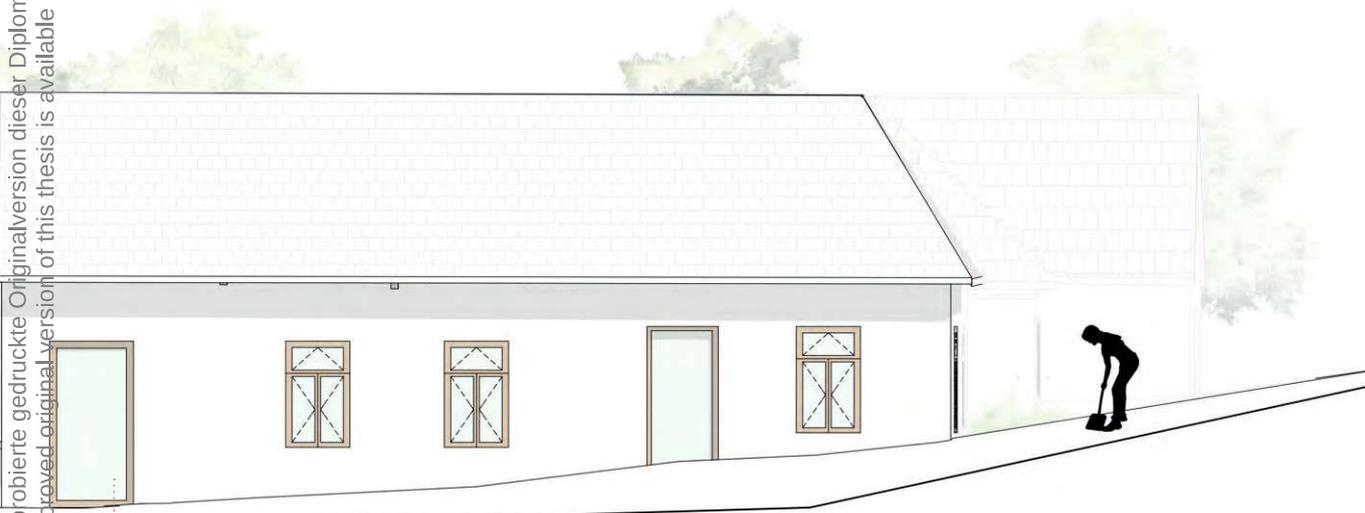


Die zweite Stalltüre wird ebenfalls zum Fensterladen und Sichtschutz des Schlafzimmerfensters.



Die neue Fensteröffnung Richtung Süden holt Licht in das Schlafzimmer.

ANSICHT SÜD  
m 1:100

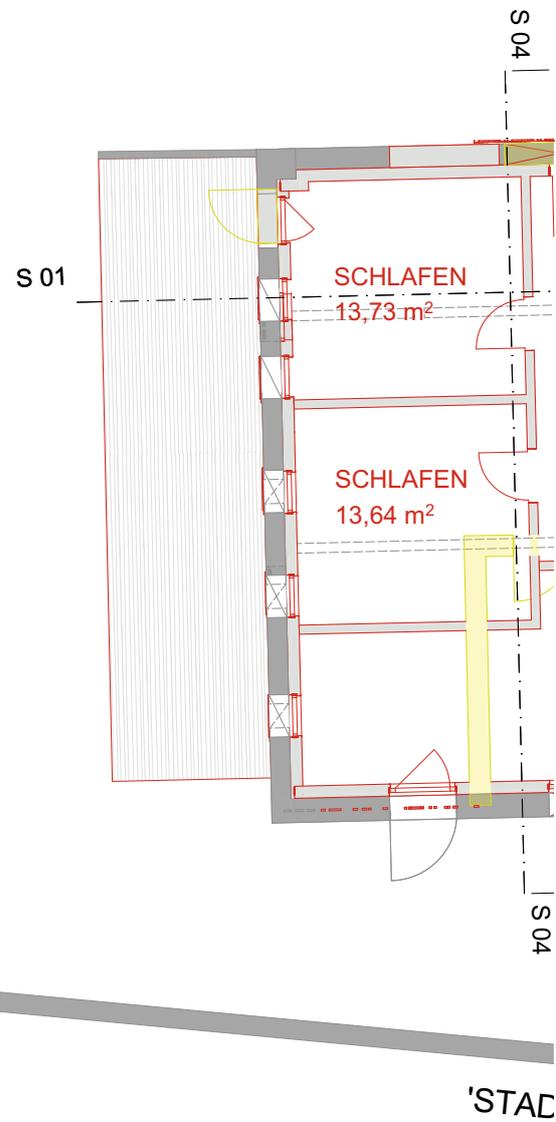


Vergößerte Fenster heben sich optisch durch ihre klaren, einfachen Linien ohne Sprossen oder zweiter Fensterebene vom Bestand ab. Die Holzrahmen stellen dennoch einen Bezug zu den bestehenden Fenstern her.

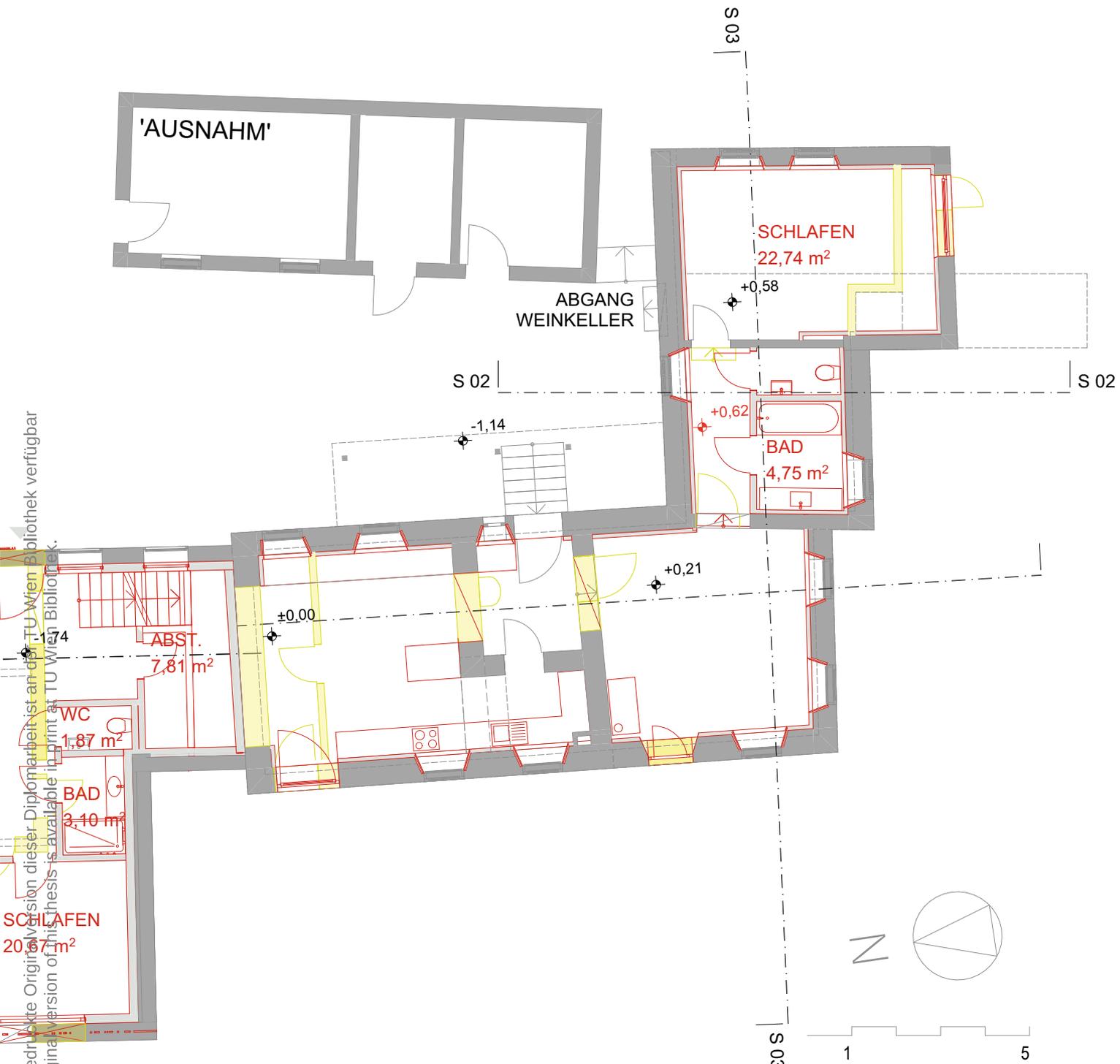
ANSICHT WEST  
m 1:100

## 1. PHASE - UMBAU

In dieser Phase sollen die Umbaumaßnahmen gering gehalten werden. Durch gezielte Eingriffe wird mehr Licht in die Räume gelassen und ein fließender Raumverbund der Wohnräume hergestellt.



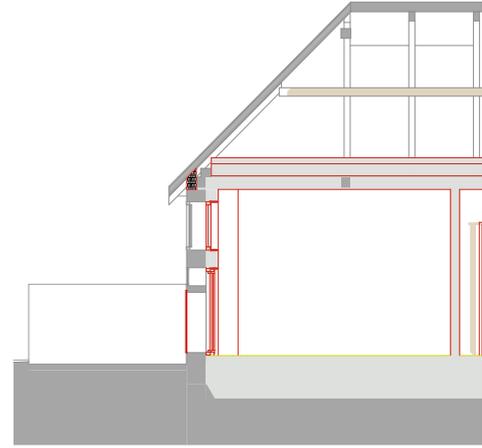
Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar  
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.



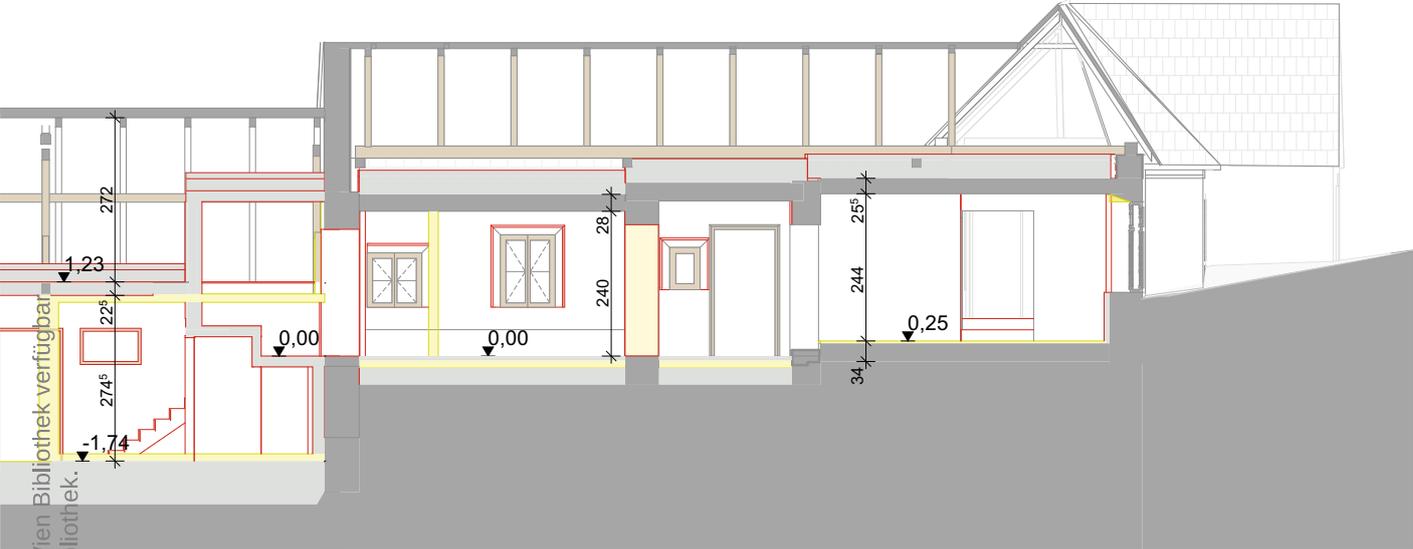
ERDGESCHOSS  
m 1:125



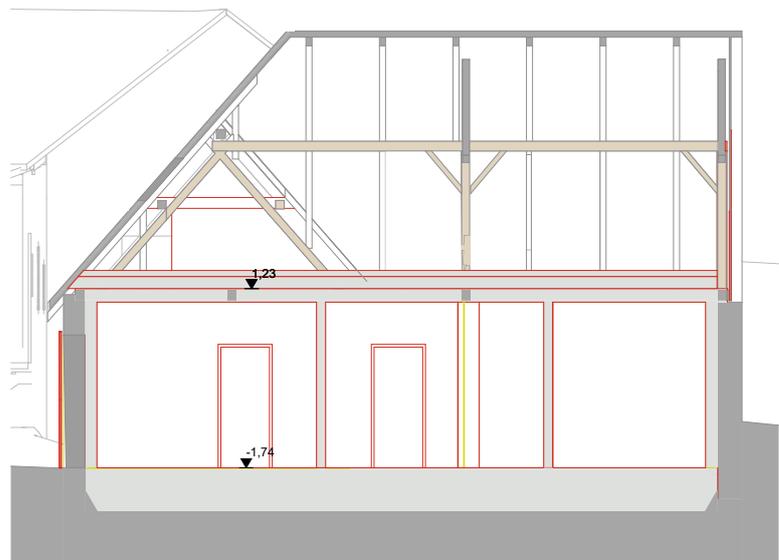
SCHNITT 02  
m 1:125



SCHNITT 03  
m 1:125



SCHNITT 01  
m 1:125



SCHNITT 04  
m 1:125

## 1. PHASE - INNENRAUM

Der Innenraum gestaltet sich zurückhaltend. Die Hauptrollen spielen hier die natürlichen Oberflächen von Lehm und Holz.

WOHNZIMMER



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar  
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Die alten Kastenfenster bleiben erhalten. Durch die Abschrägung der Laibung fällt mehr Licht in den Innenraum.

Stellenweise werden neue oder größere Fenster ergänzt, die auch den Zugang zum Garten ermöglichen.

## SCHLAFZIMMER IM EHEMALIGEN STALL



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar  
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

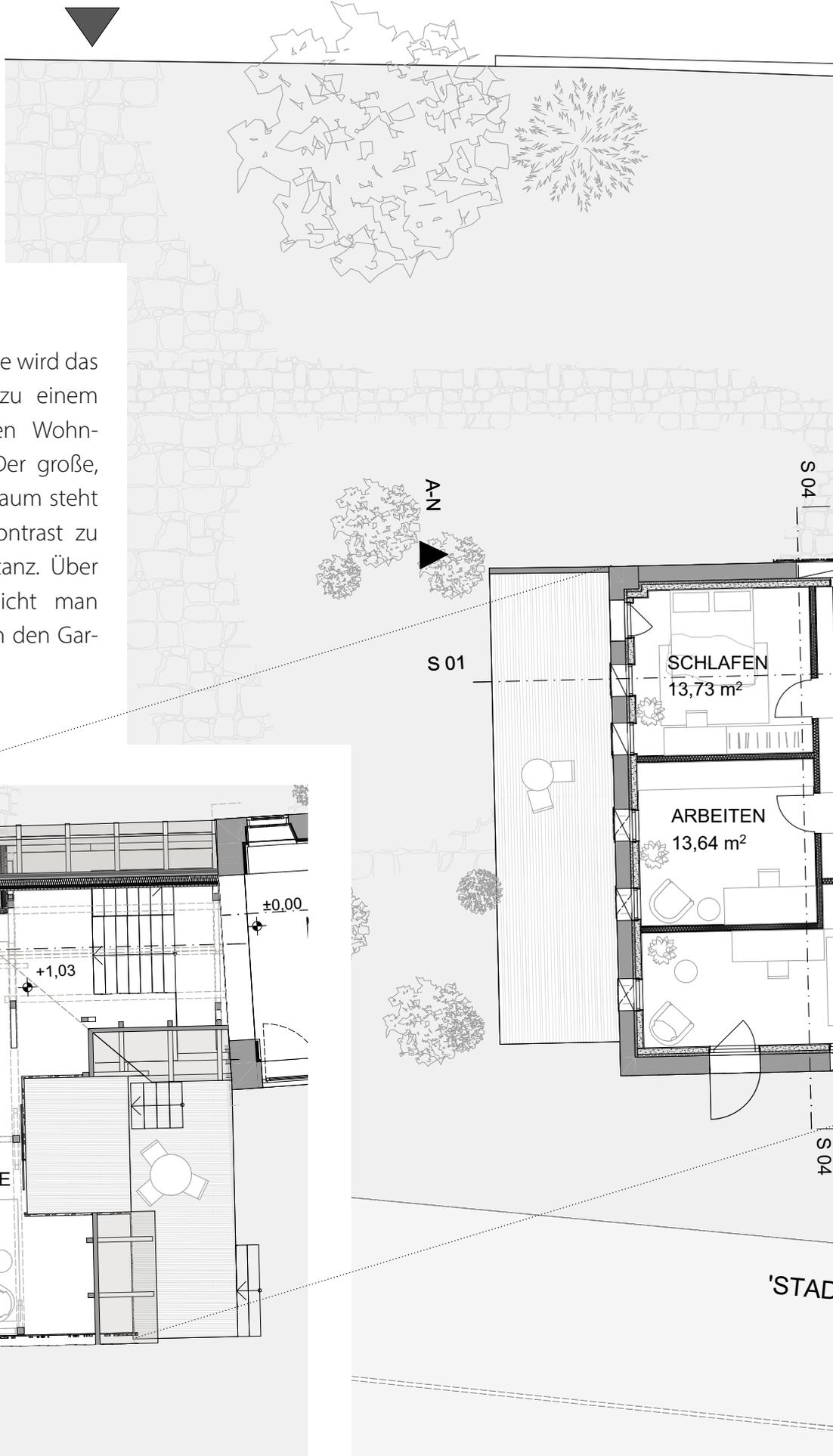
Der Stampflehmfußboden mit Fußbodenheizung bringt die Wärme und Struktur des Lehms in die Zimmer.

Auch im Innenraum sind die alten Öffnungen des Stalles noch sichtbar und definieren die Lage der neuen Fenster.

## 2. PHASE

In der zweiten Phase wird das Dach des Stalles zu einem großzügigen, hellen Wohnraum ausgebaut. Der große, neu entstandene Raum steht im spannenden Kontrast zu der alten Bausubstanz. Über eine Terrasse erreicht man über wenige Stufen den Garten.

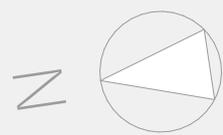
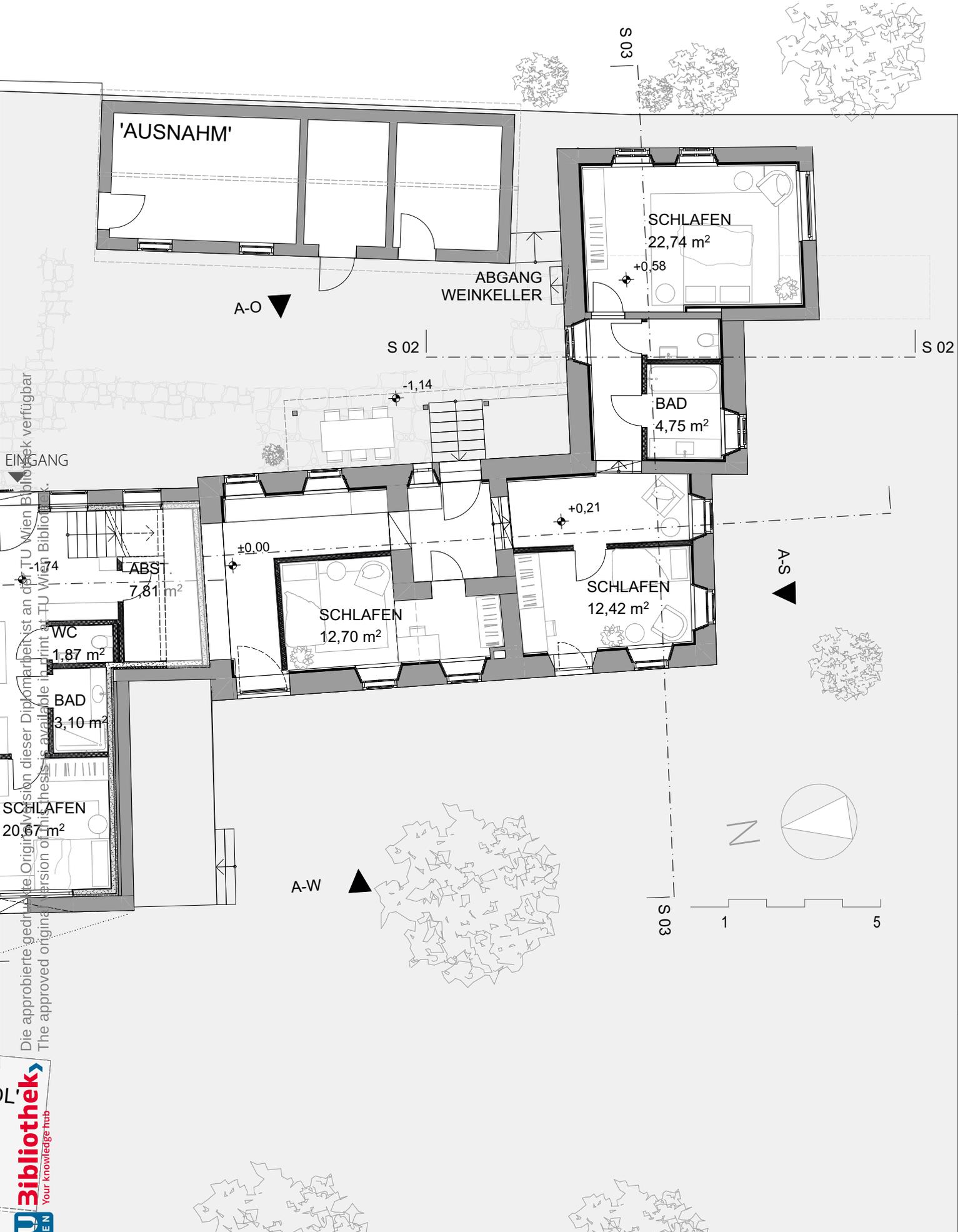
ZUFAHRT

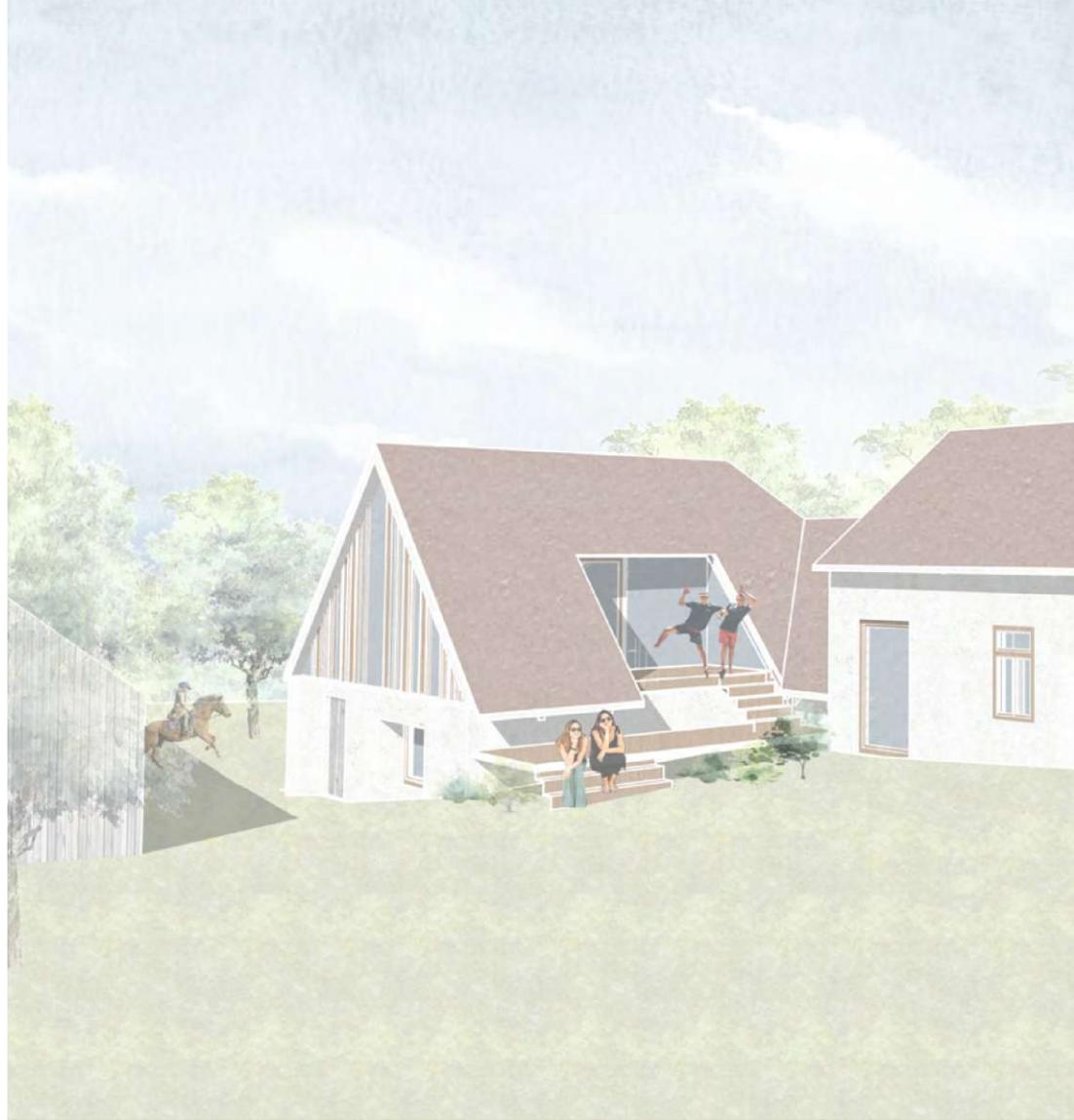


OBERGESCHOSS

ERDGESCHOSS  
m 1:125

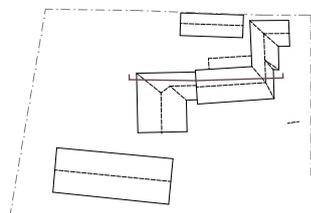
Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar.  
The approved original version of this thesis is available for print at TU Wien Bibliothek.



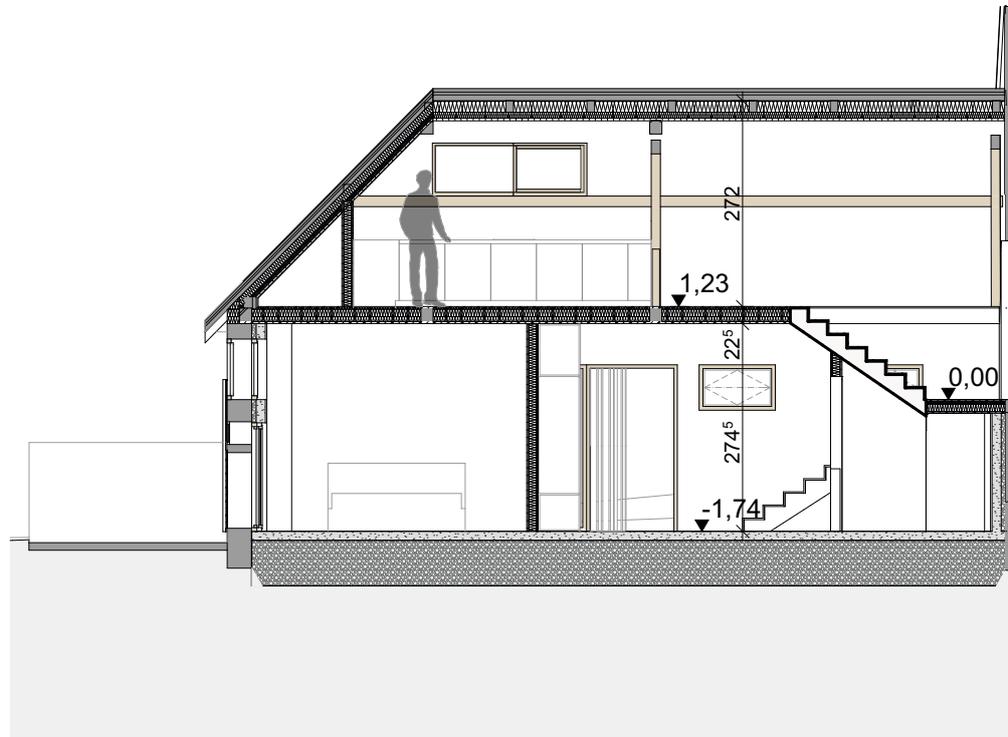




BLICK VON DER GARTENSEITE



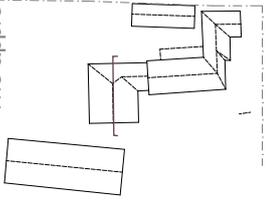
SCHNITT 01  
m 1:100



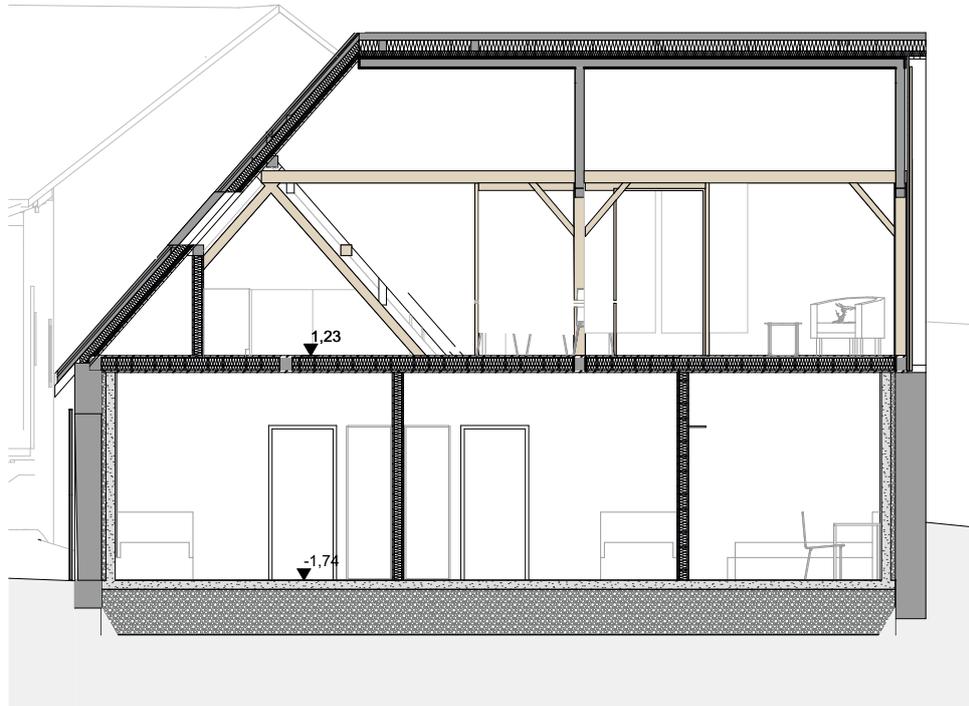
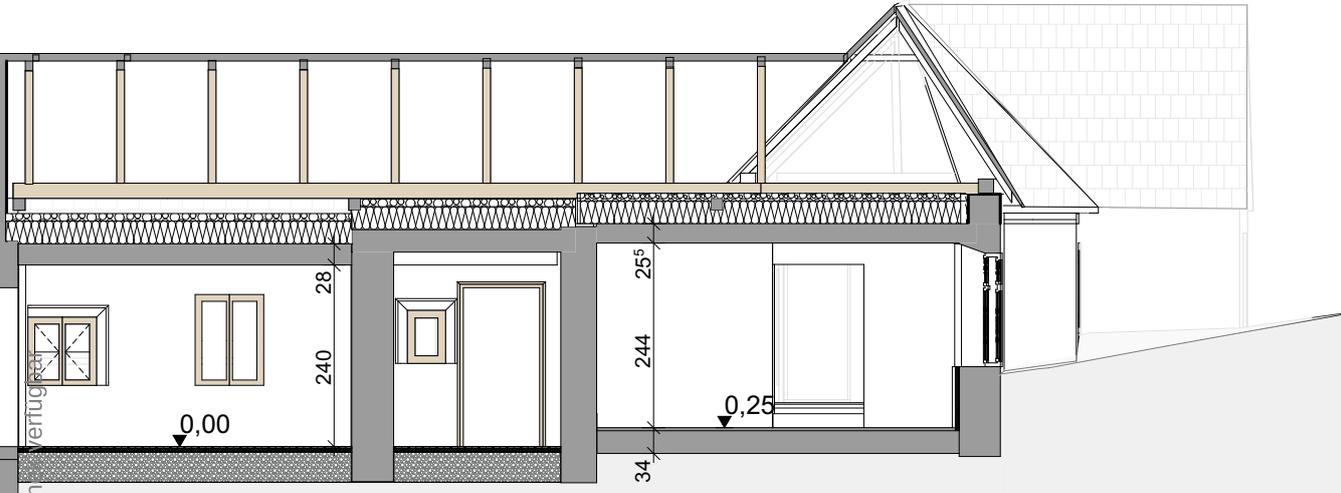
## 2. PHASE - SCHNITTE

Durch das ansteigende Gelände des Grundstückes entsteht in der zweiten Phase eine Split-Level-Situation, die Sichtachsen zwischen den Geschossen ermöglicht.

Im Dach bleiben die Balken des Dachstuhles sichtbar. Die Giebelfläche öffnet den Raum großzügig zu den Feldern im Westen. Hier ist eine große Raumhöhe möglich, die durch das niedrigere alte Wohngebäude nochmal betont wird.



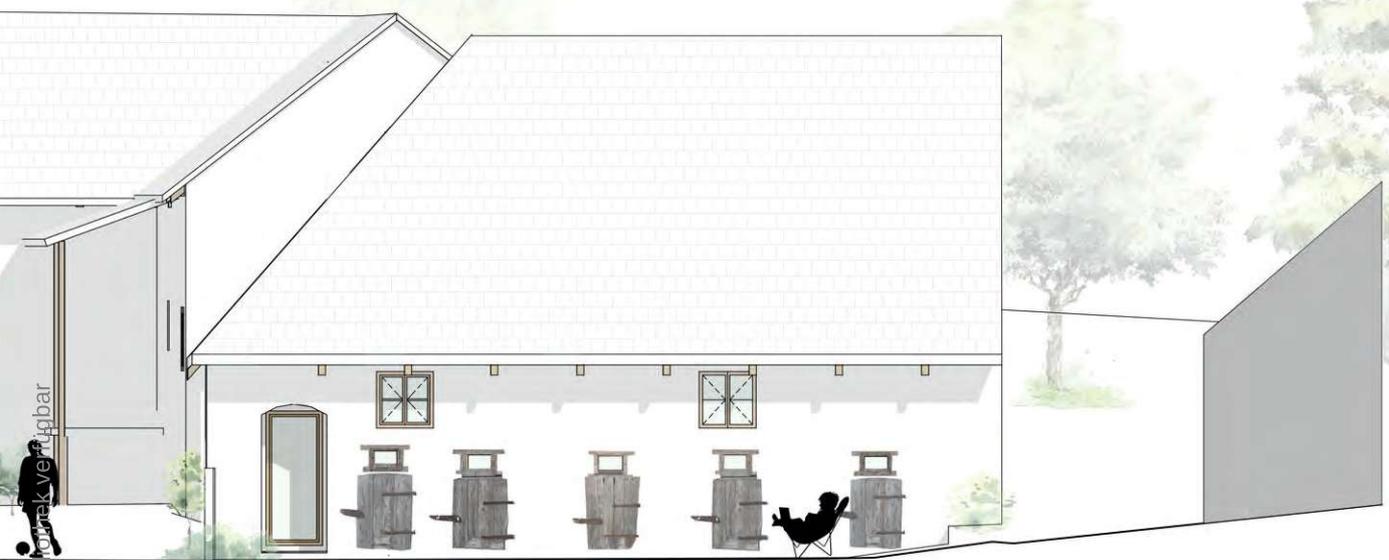
CHNITT 04  
1:100





Fenster und Türen werden, wo es möglich, ist renoviert.





Die ehemaligen Schweinestall  
Türen werden saniert und dienen  
als Verdunkelung der dahinter  
liegenden Schlafräume

ANSICHT NORD  
m 1:100

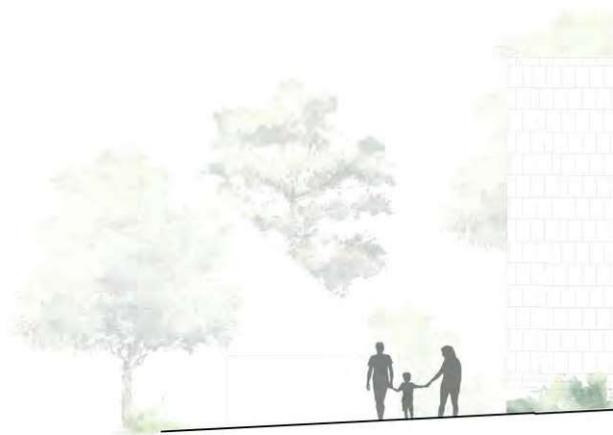


ANSICHT OST  
m 1:100

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar.  
 The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Die Holzlattung des alten Stalles dient nun in aufgelöster Form als Verschattung vor der Verglasung des Wohnzimmers.

Die Terrasse verbindet das höherliegende Wohnzimmer mit dem Garten.

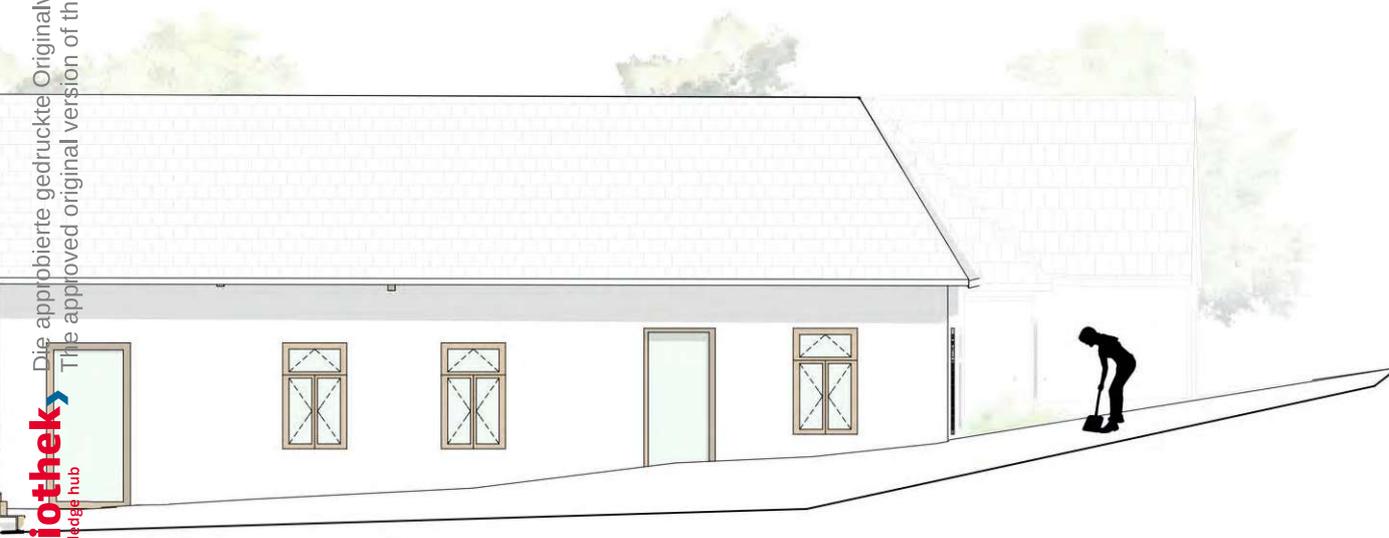


Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar.  
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.



Die Öffnung des Dachstuhls Richtung Süden lässt Licht in das Wohnzimmer und stellt die Verbindung zum Garten her.

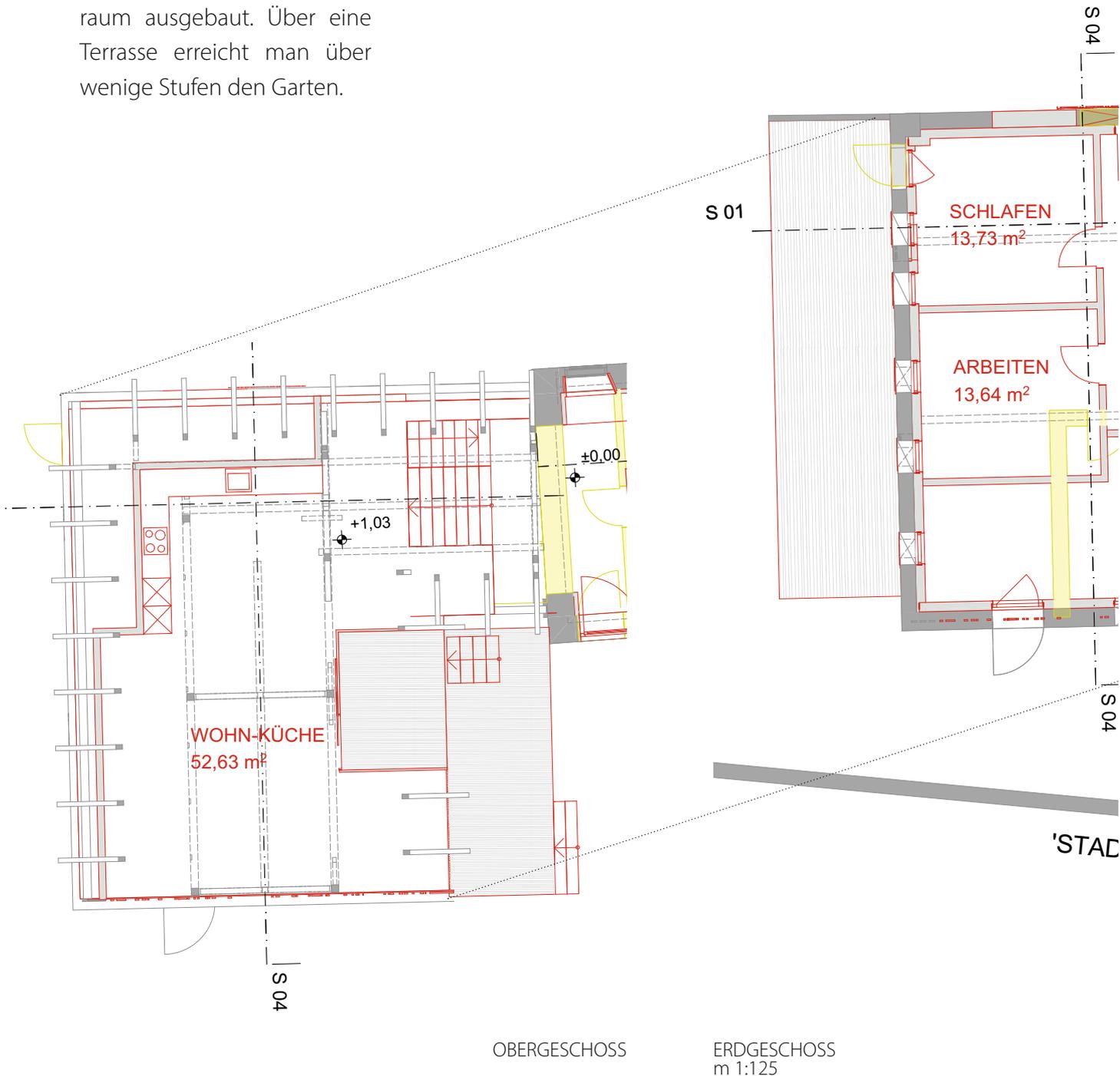
ANSICHT SÜD  
m 1:100



ANSICHT WEST  
m 1:100

## 2. PHASE - UMBAU

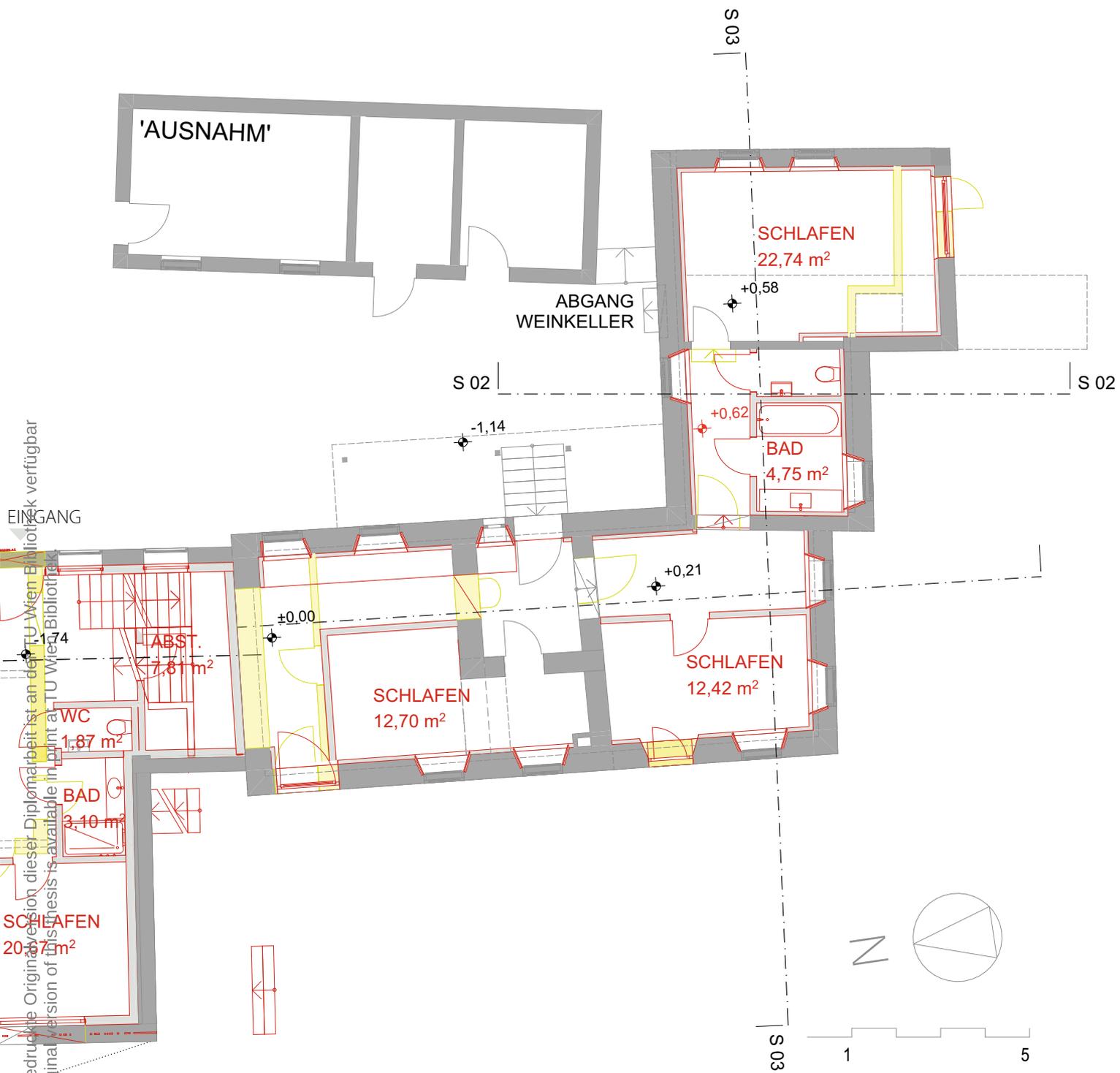
In der zweiten Phase wird das Dach des Stalles zu einem großzügigen, hellen Wohnraum ausgebaut. Über eine Terrasse erreicht man über wenige Stufen den Garten.



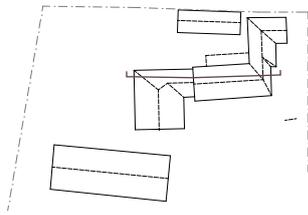
OBERGESCHOSS

ERDGESCHOSS  
m 1:125

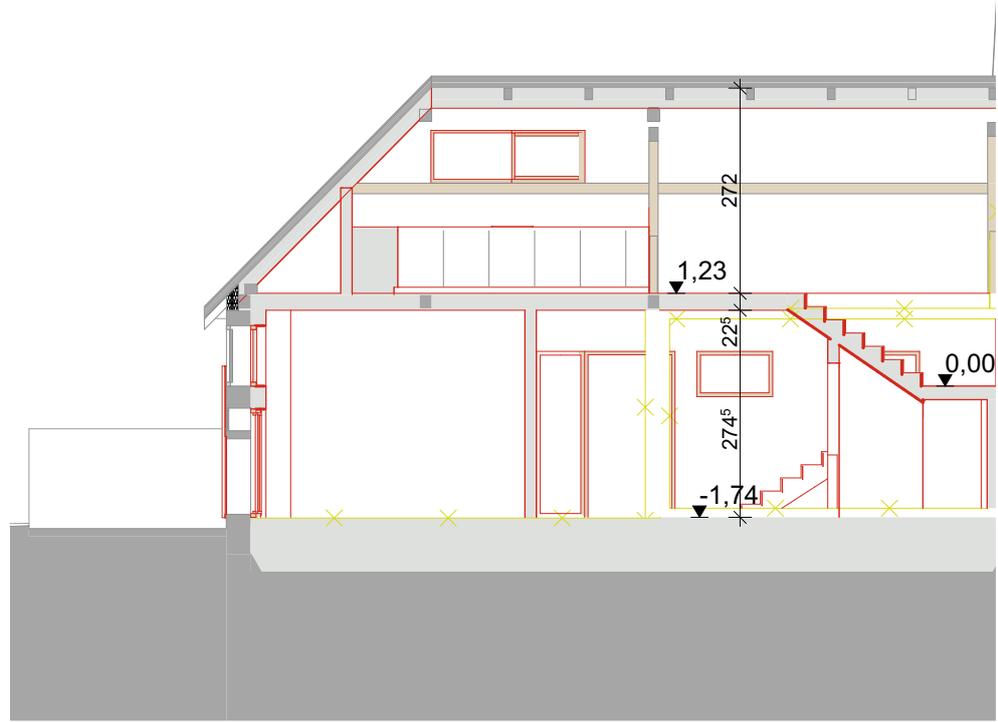
Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar  
 The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek



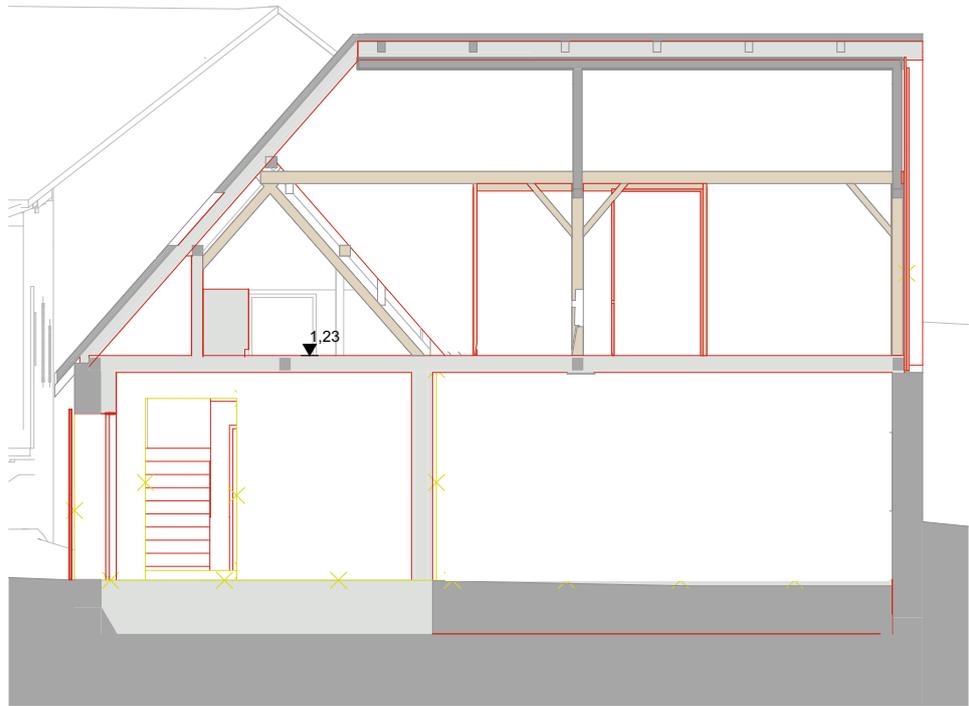
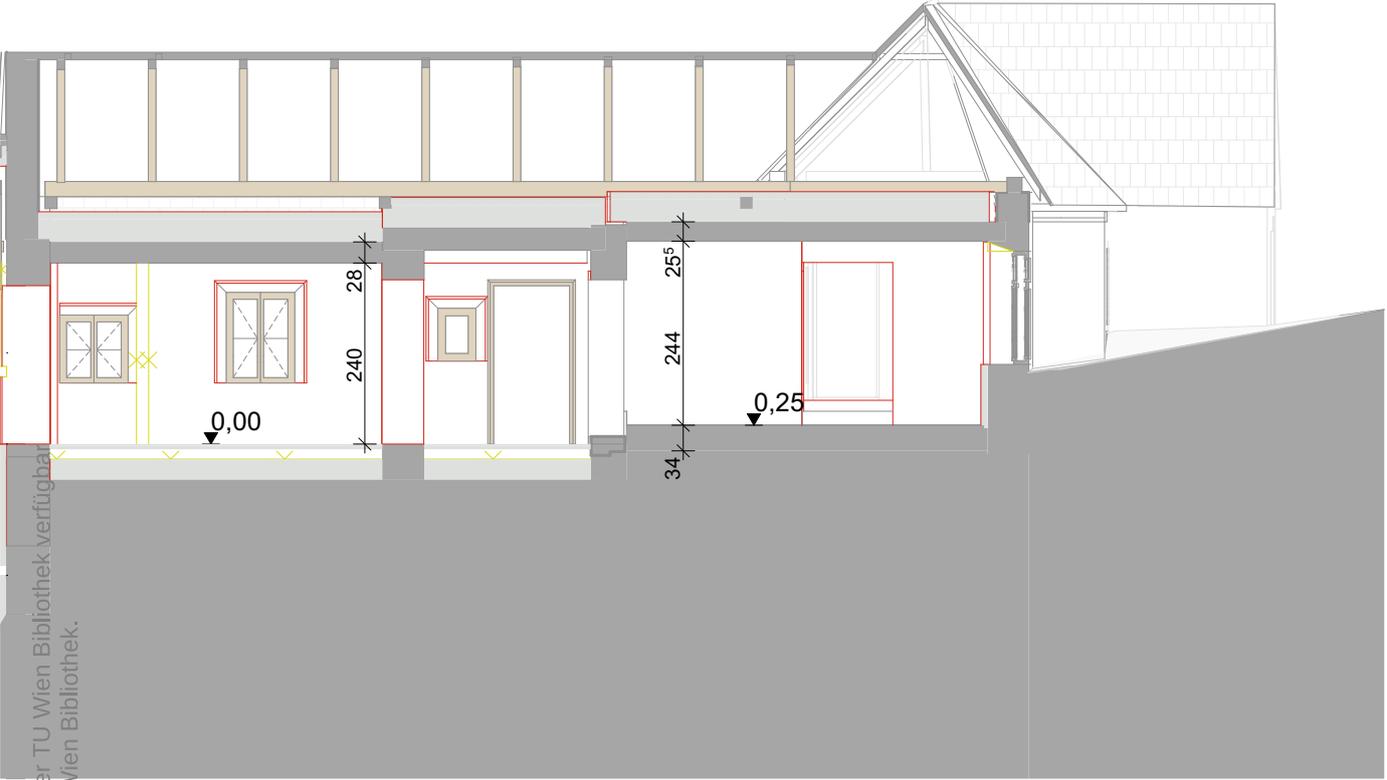
 ABBRUCH  
 NEUBAU



SCHNITT 01  
m 1:100



SCHNITT 04  
m 1:100



## SICHTACHSE ZWISCHEN DEN EBENEN



## AUSGEBAUTER DACHSTUHL



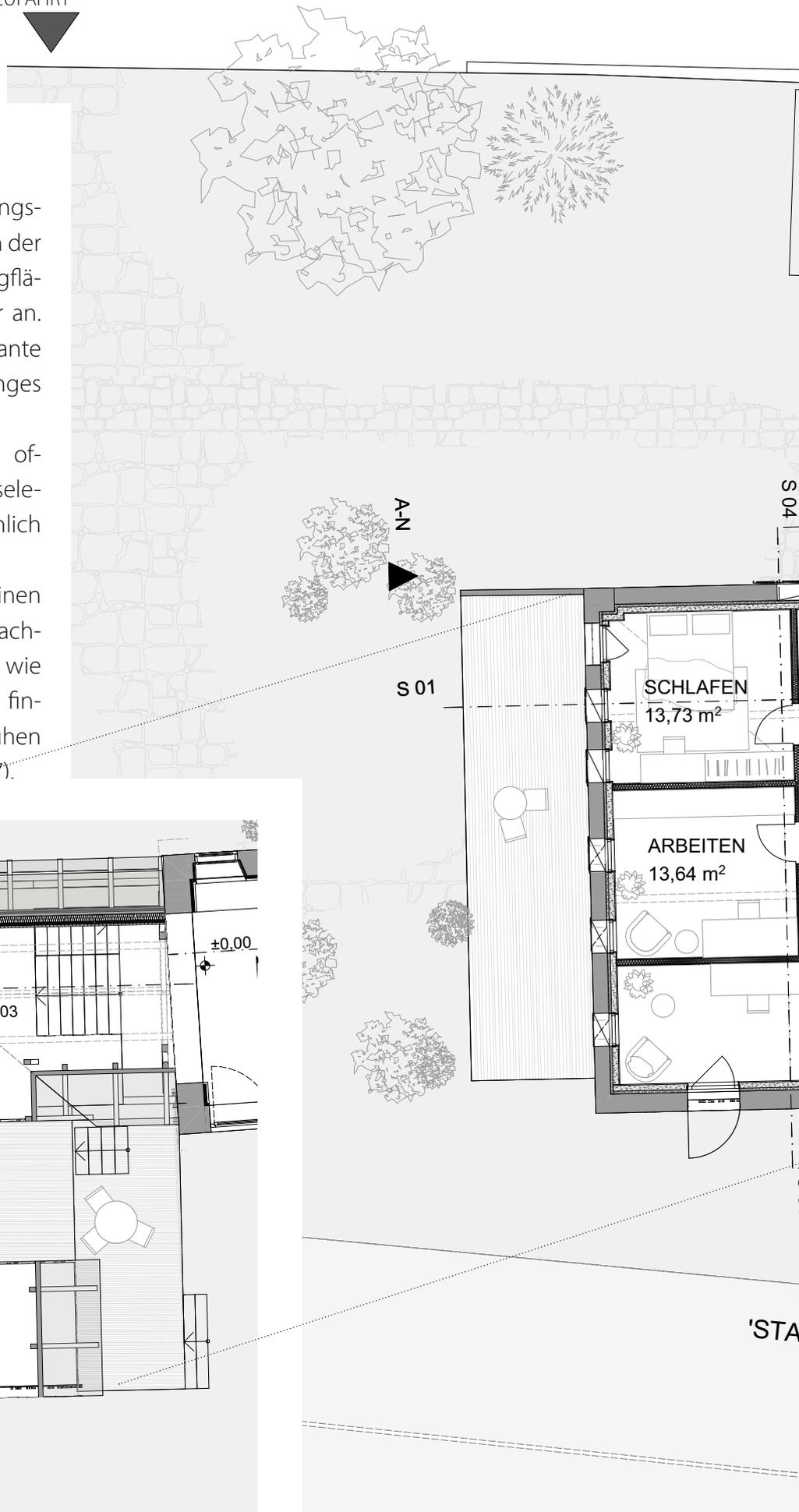
ZUFAHRT

## VARIANTE VORGESETZTER GANG

Durch die vielen Durchgangszimmer im Bestand fällt in der zweiten Phase viel Gangfläche zulasten der Zimmer an. Dies kann mit der Variante eines vorgesetzten Ganges umgangen werden.

Die bereits bestehende, offene Laube wird mit Glaselementen geschlossen, ähnlich einem Wintergarten.

Die Erschließung über einen außen geführten, überdachten Bereich, den „Gredn“, wie in Kapitel 1 beschrieben, findet man bereits in frühen Hofformen (Kräftner, 1987).



OBERGESCHOSS

ERDGESCHOSS  
m 1:125

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar.  
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.





LAUBE IM BESTAND

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar  
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

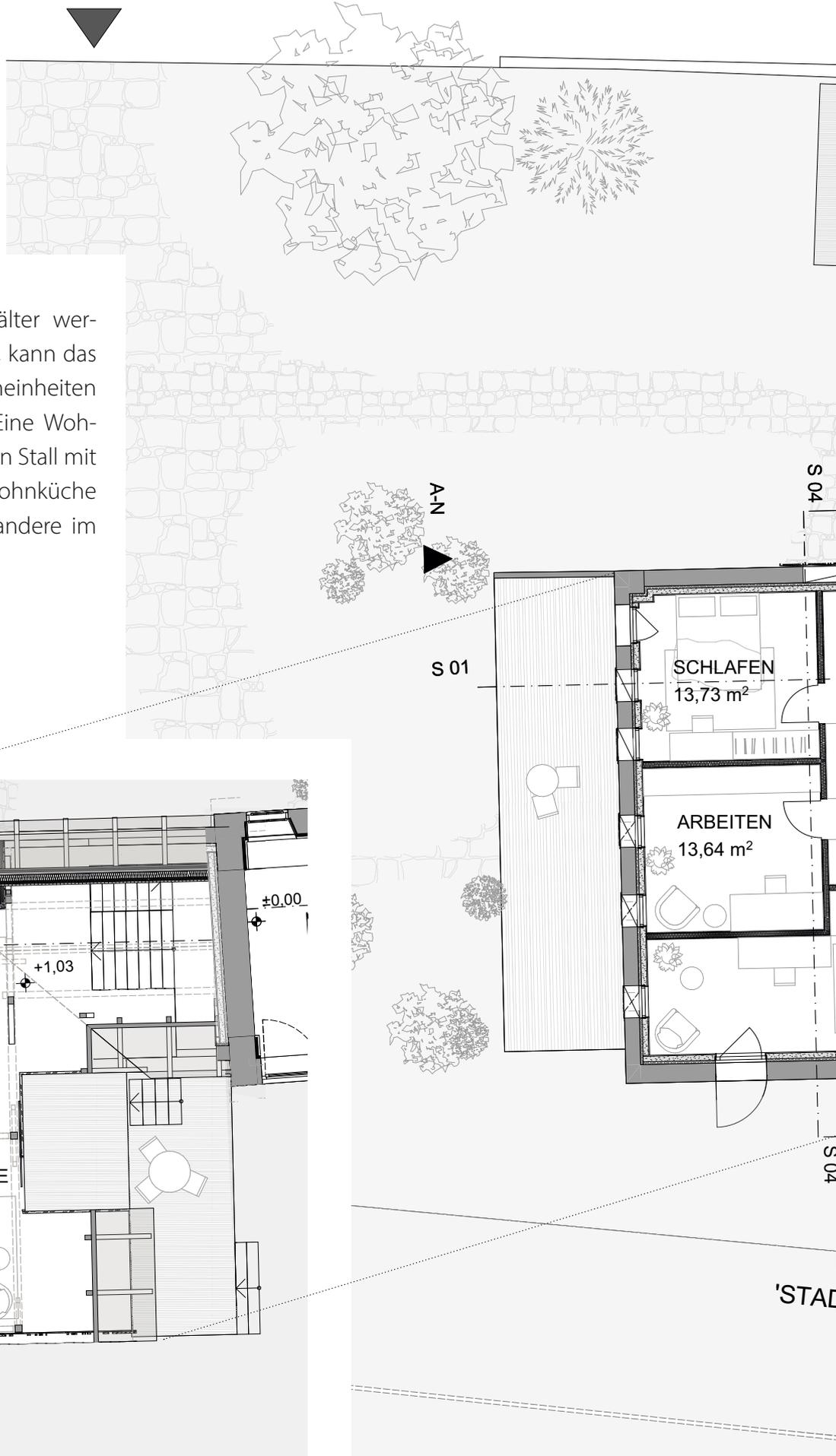


## AUSBAU DES ERSCHLIESSUNGSGANGES

### 3. PHASE

Wenn die Kinder älter werden und ausziehen, kann das Haus in zwei Wohneinheiten getrennt werden. Eine Wohnung im ehemaligen Stall mit der großzügigen Wohnküche im Dachstuhl, die andere im alten Wohnhaus.

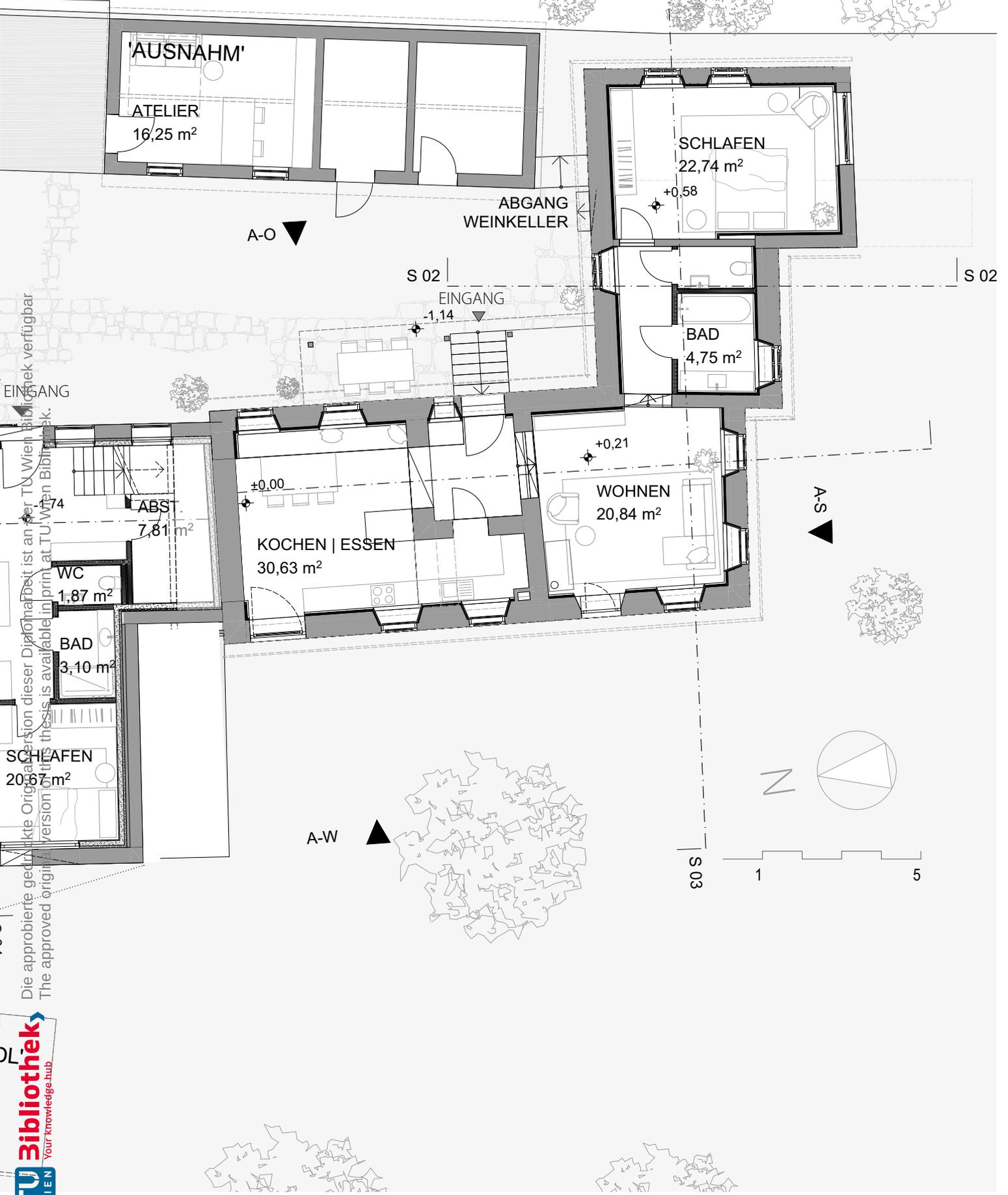
ZUFAHRT



OBERGESCHOSS

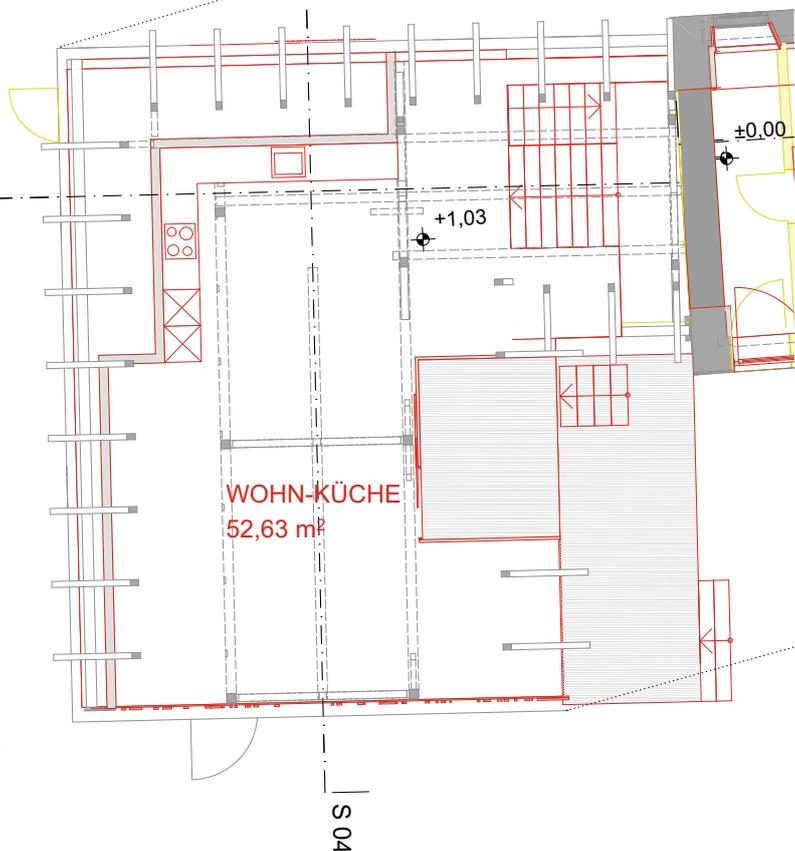
ERDGESCHOSS  
m 1:125

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Dissertation ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar. The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

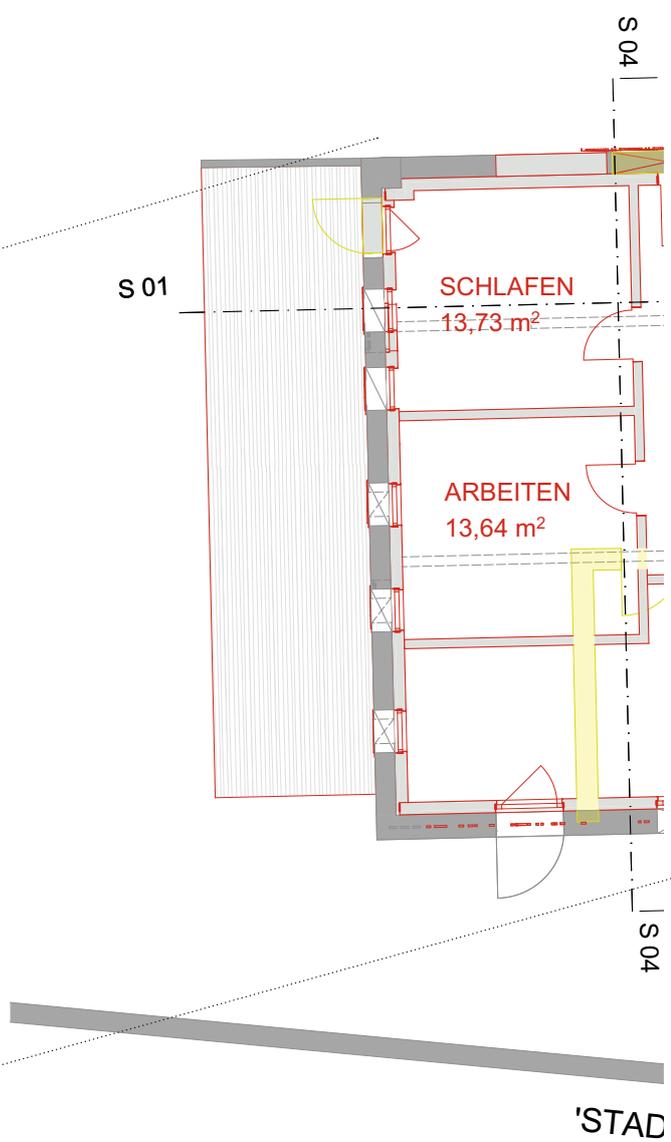


### 3. PHASE

Die Umbaumaßnahmen sind hier ähnlich wie die der letzten Phasen. Durch das Einziehen der Wand werden die Wohnungen getrennt; der eigene Eingang, Gartenzugang und getrennte Sanitärräume sind bereits in den Etappen davor vorhanden.



OBERGESCHOSS



ERDGESCHOSS  
m 1:125

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar.  
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.





Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist im TU Wien Bibliothek-Vertrieb  
The approved original version of this thesis is available in the TU Wien Bibliothek

## 5. DISKUSSION

Ein altes Lehmhaus, wie es hier betrachtet wird, bringt oft niedrige Raumhöhen, kleine Zimmer und wenige Fensteröffnungen mit sich. Dies entspricht nicht unbedingt dem Bild eines zeitgemäßen Wohnens. Bei einer Sanierung müssen außerdem tragende Wände und Decken und die bestehende, erhaltenswerte Substanz in den Entwurf mit einbezogen werden.

Durch gezielte Maßnahmen können diese Gebäude aber dennoch einen zeitgemäßen Wohnstandard erreichen. Durch Abbrechen des Parapets können die Fensteröffnungen ohne Eingriff in die tragende Struktur vergrößert und so ein Bezug zum Garten hergestellt werden. Ein Abschrägen der Fensterlaibungen kompensiert den verminderten Lichteinfall durch die hohen Mauerstärken.

Durchgangszimmer können durch einen vorgelagerten Erschließungsgang umgangen und durch Verbreiterungen der Türöffnungen zu Räumen verbunden werden. Bei diesen Maßnahmen müssen immer auch die statischen Auswirkungen überprüft werden.

Durch den Ausbau landwirtschaftlich genutzter Gebäude kann der Wohnraum vergrößert werden. Oft ist hier auch durch die weiter gespannten Decken eine größere Variabilität in der Grundrissgestaltung möglich.

Durch ein Abgraben des Fußbodens werden geringe Raumhöhen ausgeglichen. In diesem konkreten Fall war dies nicht notwendig, da einerseits die Räume ausreichend hoch sind, andererseits auch in späteren Ausbaustufen hohe Räume im ausgebauten Stall geschaffen werden und so einen Kontrast zu dem alten Wohnhaus herstellen.

Wie kann der Hof in Elsnarn saniert werden, um den Ansprüchen einer zeitgemäßen Wohnnutzung zu entsprechen?

### Welche Maßnahmen sind dabei aus ökologischer und denkmalpflegerischer Perspektive notwendig?

Ökologische Sanierungen sind durch geschickte Materialauswahl und gezielte Nachbesserungen realisierbar. Im Vordergrund muss dabei der Umgang mit dem Baustoff Lehm stehen, um die alte Bausubstanz nicht zu schwächen. Dabei ist es wichtig, den konstruktiven Schutz der Bauteile zu verbessern, Schadensursachen zu beseitigen und bei neuen Materialien auf Diffusionsoffenheit zu achten. Zur Verbesserung des Wärmeschutzes und zur Reduzierung des Heizenergiebedarfs kann eine Innendämmung eingesetzt werden. Eine umfassende Haustechniksanierung mit Wärmepumpe und Photovoltaik kann in den Bestand integriert werden und ermöglicht die Energiegewinnung aus erneuerbaren Quellen. Auch hier muss die Tragfähigkeit des Daches zuvor bewertet und eventuell alternative Aufstellflächen einer Photovoltaikanlage gefunden werden. Bei der durchgeführten Simulation mit dem Programm **WUFI® Plus** zur Abschätzung der Notwendigkeit einer zusätzlichen Dämmung ist zu beachten, dass hier allgemeine Bauteilwerte für den Lehmbau aus der Literatur angenommen wurden und diese in der Realität abweichen können. Auch die abschnittsweise Betrachtung des Gebäudes ist nicht eins zu eins auf den gesamten Hof übertragbar und dient hier eher der Veranschaulichung als einer realitätsgetreuen Simulation.

Bei der Sanierung ist natürlich einen sensiblen Umgang mit dem Bestand und die Erhaltung des Hofes bei allen Maßnahmen zu beachten. Die Materialwahl der zu sanierenden, als auch der neuen Objekte orientiert sich an den bestehenden Oberflächen.

Elemente wie die Türen der Schweinestallverschläge werden erhalten und bekommen als Sicht- und Sonnenschutz eine neue Funktion. Alle Erneuerungen passen sich zurückhaltend dem Gebäude an und lassen die alte Struktur deutlich hervorstehen. Obwohl die neuen Fenster das Material der bestehenden Kastenfenster aufnehmen, ist trotzdem durch die Größe, das Fehlen von Sprossen und der zweiten Fensterebene, alt von neu zu unterscheiden.

Trotz der baulichen Einschränkungen in der bestehenden Struktur lässt diese eine gewisse Flexibilität in der Sanierung zu. Eine Familie befindet sich ständig im Wandel und so muss auch im Entwurf eines Wohnraumes der Ausbau zu verschiedenen Phasen mitgedacht werden. Die Maßnahmen gehen von einer kleinen ersten Sanierung über einen vollständigen Ausbau der verfügbaren Flächen bis hin zu der erneuten Verkleinerung und Teilung der Wohneinheit. So kann in dem Gebäude sowohl Platz für eine junge Familie als auch für Pensionist:innen ohne unnötig leerstehenden Wohnraum geschaffen werden.

Durch vorausschauende Planung können bereits in der ersten Ausbauphase Anschlüsse so geschaffen werden, damit die Umbaumaßnahmen in den nächsten Phasen gering bleiben.

Auch der Ausbau von ehemaligen Stallgebäuden sowie kleine Erweiterungen schaffen ausreichend Wohnraum und können in den Hofkomplex eingefügt werden. Durch die Aufnahme von historischen Elementen wie dem Laubengang und der Umfunktionierung zu einem Erschließungsgang bleibt die Struktur und Authentizität des Hofes erhalten, ohne auf gebrauchte Fläche im Wohnraum verzichten zu müssen.

Ein Umdenken im Bausektor ist schon lange überfällig und ein wichtiger Teil zur Aufhaltung der Erderwärmung. Neben anderen ökologischen Maßnahmen kann hier in Zukunft auch Lehm eine Rolle spielen. Durch das Wiederaufleben alten Wissens können Wohnräume geschaffen werden, die nicht nur aus ökologischen Baustoffen bestehen, sondern sich auch positiv auf die Wohngesundheit auswirken.

Die in dieser Arbeit erläuterten Sanierungsmaßnahmen sind auf viele weitere Lehmgebäude in Österreich anwendbar und sollen dazu animieren, diese erhaltungswürdigen Bauten wieder zu bewohnen.

Kann ein saniertes Lehmgebäude flexibel genug sein, um sich den laufend ändernden Nutzungsansprüche einer Familie anzupassen?

Ausblick

## LITERATURVERZEICHNIS

- Arcanum Maps, 2023  
Arcanum Maps. (o. D.) *Habsburgermonarchie - Franziszeischer Kataster*. Abgerufen am 23.11.2023, von <https://maps.arcanum.com/de/map/cadastral/?bbox=1752875.3859752845%2C6188826.827649877%2C1753760.9806076824%2C6189207.818462736&map-list=1&layers=3%2C4>
- Bundesdenkmalamt, 2014  
Bundesdenkmalamt. (2014). *ABC - Standards der Baudenkmalpflege*. (1.Aufl.). Bundesdenkmalamt.
- Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft, 2023  
Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft (BFW). 2023. „eBOD“. *Digitale Bodenkarte Österreichs*. Abgerufen 17. Januar 2023, von <https://bodenkarte.at>
- Dachverband Lehm e.V., 2004  
Dachverband Lehm e.V..(2004). *Lehmbau Info - Verbraucherinformationen*. Dachverband Lehm e.V..
- Dhakal et al., 2022  
Dhakal, S., J.C. Minx, F.L. Toth, A. Abdel-Aziz, M.J. Figueroa Meza, K. Hubacek, I.G.C. Jonckheere, Yong-Gun Kim, G.F. Nemet, S. Pachauri, X.C. Tan, T. Wiedmann, 2022: Emissions Trends and Drivers. In IPCC, 2022: *Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [P.R. Shukla, J. Skea, R. Slade, A. Al Khourdajie, R. van Diemen, D. McCollum, M. Pathak, S. Some, P. Vyas, R. Fradera, M. Belkacemi, A. Hasija, G. Lisboa, S. Luz, J. Malley, (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA. Abgerufen am 31.01.2024, von [https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_WGIII\\_Chapter02.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/downloads/report/IPCC_AR6_WGIII_Chapter02.pdf)
- Eidgenössische Kommission für Denkmalpflege, 2007  
Eidgenössische Kommission für Denkmalpflege. (2007). *Leitsätze zur Denkmalpflege in der Schweiz = Principes pour la conservation du patrimoine culturel bâti en Suisse = Principi per la tutela dei monumenti storici in Svizzera = Guidelines for the preservation of built heritage in Switzerland*. vdf, Hochsch.-Verl. an d. ETH.

- Fischer et al., 2008 Fischer, H., Freymuth, H., Häupl, P., Homann, M., Jenisch, R., Richter, E., & Stohrer, M. (2008). *Lehrbuch der Bauphysik: Schall - Wärme - Feuchte - Licht - Brand - Klima* (6., aktualisierte und erw. Aufl.). Vieweg + Teubner.
- Glaesmann, 2022 Glaesmann, N. (2022). *Wärmepumpenheizungen: Planungshilfe und Ratgeber für Neubauten und Bestandsgebäude* (1Aufl.). Springer.
- Klaar, 1930 Klaar, A. (1930). *Siedlungsformen in Niederösterreich. : Jahrbuch für Landeskunde von Niederösterreich*. 1930. Band 23. S. 37-75. Abgerufen am 05.01.2024, von [https://www.zobodat.at/pdf/Jb-Landeskde-Niederosterreich\\_23\\_0037-0075.pdf](https://www.zobodat.at/pdf/Jb-Landeskde-Niederosterreich_23_0037-0075.pdf)
- Kräftner, 1981 Kräftner, J. (1981). *Naive Architektur in Niederösterreich* (3. Aufl.). Verl. Niederösterr. Pressehaus.
- Kräftner, 1987 Kräftner, J. (1987). *Naive Architektur: 2. Zur Ästhetik ländlichen Bauens in Niederösterreich i* (1. Aufl.). Verl. Niederösterr. Pressehaus.
- lightaspect, 2020 lightaspect. (10.04.2020). *Sanierung eines alten Lehmhauses*. Abgerufen am 04.10.2023, von <https://lightaspect.net/sanierung-lehmhaus/>
- Marktgemeinde Straß im Straßertal, o.D. Marktgemeinde Straß im Straßertale. (o. D.). *Über unsere Gemeinde*. Abgerufen am 23.11.2023, von <https://www.strassertal.at/katastralgemeinden>
- Minke, 2022 Minke, G. (2022). *Handbuch Lehm- und Ziegelbau: Baustoffkunde, Techniken, Lehmarchitektur* (10. überarbeitete und erweiterte Auflage). Ökobuch Verlag.
- Netzwerk Lehm, o. D. Netzwerk Lehm. (o. D.) *Ist Lehm ein normierter Baustoff?*. Abgerufen am 05.06.2023, von <http://netzwerklehm.at/lehm/faqs/>

- OIB RL 3, 2023 OIB Richtlinie 3. (2023). *Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz*. Österreichisches Institut für Bautechnik.
- OIB RL 6, 2023 OIB Richtlinie 6. (2023). *Energieeinsparung und Wärmeschutz*. Österreichisches Institut für Bautechnik.
- Rocher et al., 2020 Rocher, Yuffa, Ziegert. (2020). *Einsatz von Lehmputz zur Salzreduktion historischer Ziegel- und Natursteinwände – Theoretische Grundlagen, Wirkungsmechanismus und Erfahrungsberichte*. Eigenverlag Dachverband Lehm e.V.
- Schieder, 2022 Schieder, W. (2022) *Treibhausgasreduktions-Maßnahmen im Gebäudesektor Österreichs 2009 bis 2021 (Kurzfassung)* . Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie, Wien.
- Schönburg et al., 2017 Schönburg, & DIN Deutsches Institut für Normung e. V. (2017). *Lehmbauarbeiten: Aktualität der herkömmlichen Lehmbauarbeiten, wirtschaftliche und technische Vorteile, Lehm und Lehmbaustoffe, Neubau und Sanierung von Lehmbauten, Lehm-Gestaltungsarbeiten, Schäden an Lehmbauten* (2., überarbeitete und ergänzte Auflage). Beuth Verlag GmbH.
- Schroeder, 2019 Schroeder. (2019). *Lehmbau : Mit Lehm ökologisch planen und bauen* (3. Aufl. 2019). Springer.
- Standard, 2023 Der Standard. (19.09.2023). *Wohnstatistik: Fast jede siebte Wohnung ohne Meldung*. Abgerufen am 23.01.2024, von <https://www.derstandard.at/story/3000000187570/wohnstatistik-fast-jede-siebte-wohnung-ohne-meldung>
- Statistik Austria, 2023 Statistik Austria. (2023) *Baubewilligungsstatistik*. Abgerufen am 23.10.2023, von <https://www.statistik.at/statistiken/bevoelkerung-und-soziales/wohnen/baubewilligungen>
- Tomasi,1984 Tomasi, Elisabeth. (1984). *Die traditionellen Gehöftformen in Niederösterreich*. 1. Aufl. Wissenschaftliche Schriftenreihe Niederösterreich 75/76. Verl. Niederösterr. Pressehaus.

- Umweltbundesamt, 2023** Umweltbundesamt. (2023). *KLIMASCHUTZBE RICHT 2023*. Umweltbundesamt, Wien. Abgerufen am 05.01.2024, von <https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/rep0871.pdf>
- Umweltbundesamt, 2021** Umweltbundesamt. (2021). *Bodenverbrauch in Österreich*. Umweltbundesamt, Wien. Abgerufen am 04.10.2023, von <https://www.umweltbundesamt.at/news210624>
- United Nations Environment Programme, 2020** United Nations Environment Programme. (2020). *2020 GLOBAL STATUS REPORT FOR BUILDINGS AND CONSTRUCTION Towards a zero-emissions, efficient and resilient buildings and construction sector*. UN Environmental Programme. Abgerufen am 05.01.2024, von [https://globalabc.org/sites/default/files/inline-files/2020%20Buildings%20GSR\\_FULL%20REPORT.pdf](https://globalabc.org/sites/default/files/inline-files/2020%20Buildings%20GSR_FULL%20REPORT.pdf)
- Volhard, 2021** Volhard. (2021). *Bauen mit Leichtelem : Handbuch für das Bauen mit Holz und Lehm* (9., aktualisierte Aufl.). Birkhäuser Verlag.
- WUFI® Plus** WUFI® Plus. Fraunhofer-Institut für Bauphysik: WUFI Plus, Version 3.5.0.1.
- WWF, 2019** WWF. (2019). *Klimaschutz in der Beton und Zementindustrie- Hintergrund und Handlungsoptionen*. WWF Deutschland. Abgerufen am 31.01.2024, von [https://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/Publikationen-PDF/WWF\\_Klimaschutz\\_in\\_der\\_Beton-\\_und\\_Zementindustrie\\_WEB.pdf](https://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/Publikationen-PDF/WWF_Klimaschutz_in_der_Beton-_und_Zementindustrie_WEB.pdf)
- Ziegert, 2003** Ziegert. (2003). *Lehmwellerbau: Konstruktion, Schäden und Sanierung*. Frauenhofer IRB Verlag.

## ABBILDUNGEN

Abb. 1 Herstellung von Lehmziegeln (© C. Hörburger).	14
Abb. 2 Anforderungen an Lehmbauteile (angelehnt an: Dachverband Lehm e.V., 2004).	16
Abb. 3 Hofformen in Niederösterreich (Tomasi, 1984).	18
Abb. 4 Haufenhof (Kräftner, 1987).	18
Abb. 6 Doppel-T- Hof (Kräftner, 1987).	18
Abb. 5 Paarhof (Kräftner, 1987).	18
Abb. 7 Vierkanthof (Kräftner, 1987).	20
Abb. 8 Dreiseithof (Kräftner, 1987).	20
Abb. 9 Vierseithof (Kräftner, 1987).	20
Abb. 12 Arkadengang (Kräftner, 1987).	22
Abb. 10 Hakenhof (Kräftner, 1987).	22
Abb. 11 Gassenfronthaus (Kräftner, 1987).	22
Abb. 13 Feuchtetechnische Anforderungen an Lehmbauteile (angelehnt an: Dachverband Lehm e.V., 2004).	29
Abb. 14 Systemskizze zum Schutz vom Fundament und Abfangen von rinnendem Wasser mittels Drainage.	30
Abb. 15 Wärmetechnische Anforderungen an Lehmbauteile (angelehnt an: Dachverband Lehm e.V., 2004).	33
Abb. 16 Simuliertes Gebäude (Wufi®Plus).	36
Abb. 17 Jahrestemperaturverlauf Wien (Wufi®Plus).	36
Abb. 18 Jährlicher Heizbedarf ohne Innendämmung (Wufi®Plus).	38
Abb. 19 Jährlicher Heizbedarf mit Innendämmung (Wufi®Plus).	38
Abb. 20 Systemskizze. Sanierung versalzter Bodenaufbau.	45
Abb. 21 Verortung Projektgebiet.	46

Abb. 22 Josephinische Landesaufnahme 18. JH  
(Arcanum Maps, 2023). 48

Abb. 23 Franziszeischer Kataster 1830  
(Arcanum Maps, 2023). 48

Abb. 24 Bodenprofil  
(Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Na-  
turfahren und Landschaft, 2023). 51

Abb. 25 Materialien. 76

Pläne, Fotos und Grafiken, außer anders gekennzeichnet,  
von Rosa Diemling.

Visualisierungen von Rosa Diemling

Personen der Collagen stammen teilweise von  
[www.skalgubbar.se](http://www.skalgubbar.se),

Texturen von <https://architextures.org/about>

## PERSÖNLICHE KOMMUNIKATION

A. Breuss

Interview am 29.11.2023

Anhang C

B. Jobst

Gespräch am 20.10.2022

Anhang A

A. Rieger-Jandl

Email „Diplomarbeit Diemling“ am 12.02.2023

## ANHANG

### ANHANG A

Auszüge aus den Gesprächen mit der Besitzerin Brigitte Jobst und ihrer Tochter Viktoria

#### **B. Jobst:**

Der Lehm kommt vom eigenen Grundstück. Dahinten gab es eine Lehmgrube die man immer noch erkennen kann (*zeigt an das westliche Ende des Grundstückes*). Der Boden enthält viel Ton, wir verwenden ihn auch um mit den Kindern zu töpfeln - im Weinkeller sieht man, wo wir ihn abbauen. Die Ziegel wurden hier am Hof hergestellt. Leider sind die Formen zu Ziegelschlagen irgendwann verschwunden. Wofür die Prägung steht weiß ich nicht.

*Weißt du, von wann die Gebäude stammen oder ob Teile erst später angebaut wurden?*

#### **B. Jobst:**

Wann was gebaut wurde weiß ich nicht, das war vor meiner Zeit. Es gibt eine Ahnenforschung laut der das Anwesen 1693 das erste Mal erwähnt wurde. Die Ausnahm ist erst später dazugekommen, neben dem Hühnerstall, der ist schon älter. Ursprünglich war noch ein Zimmer dran, das haben wir aber weggerissen. Das hintere Zimmer (*Zimmer 2*) ist glaube ich auch erst später dran gebaut worden.

*Habt ihr etwas umgebaut oder erneuert?*

#### **B. Jobst:**

Ja die Westwand vom Stallgebäude. Die wurde innerhalb von einem Tag vom Regen komplett weggeschwemmt und wir haben sie mit Ziegeln wieder aufgebaut.

Das Dach des Wohnhauses wurde erst vor wenigen Jahren neu gedeckt und ausgebessert. Teile des Dachstuhles haben wir erneuert, der hat die Wände auseinander gedrückt und manche Balken mussten erneuert werden.

Hier (*zeigt auf die Westseite des Hauses*) war früher ein Ofen in der Wand eingebaut, der wurde weggerissen und die Öffnung zugemauert.

#### **Viktoria:**

Wir würden das alte Haus gerne erhalten und drinnen wohnen, aber man müsste noch etwas dazu nehmen, vielleicht den Stall. Wir haben 3 Kinder und das 4. ist unterwegs, da braucht man Platz.

## Zur Häusergeschichte von Elsarn, Am Berg Nr. 43

Im Haus-, Hof- und Staatsarchiv in Wien befindet sich auch des Archiv der Herrschaft Grafenegg. Zu dieser Herrschaft gehörten unter anderem (bis zum Ende der Patrimonialzeit im Jahre 1848) auch die Dörfer Elsarn, Wiedendorf, Obernholz, Diendorf am Walde, Bösendürnbach und Ronthal. In diesem überaus reichhaltigen Archiv befinden sich auch viele Unterlagen zur Häusergeschichte. Die aktuellen Unterlagen sind seit dem Jahr 1992 mittels Computer erfasst und all jene Aufzeichnungen, die vor 1992 gemacht wurden, befinden sich im Archivraum des Landesgerichtes in Krems in mächtigen und überaus schweren Folianten.

Nun zum Haus Elsarn, Am Berg Nr. 43:

Im Jahr 1691 wurde dieses Anwesen bereits erwähnt, das 1703 an Simon Eder verkauft wurde. Nach dessen Tod 1714 gelangte es 1721 an Michl Waldschütz und nach dessen Absterben 1743 kam es an die Familie Figl. 1802 war Joseph Figl der Besitzer. Das „Straßer Heimatbuch 1978“ listet weiter auf: 1849: Bußjäger Johann, 1861 Bußjäger Johann und Theresia, 1863 Bußjäger Theresia; Im Grundbuch (vor 1991) scheinen als Besitzer auf: Bußjäger Heinrich und Maria (Geschwister) ab Mai 1873, Heinrich Bußjäger ab April 1876, Heinrich und Barbara Bußjäger besitzen ab Juni 1877 das Anwesen jeweils zur Hälfte; im Oktober 1908 sind Johann und Barbara Auer jeweils zur Hälfte die Besitzer und ab November 1947 sind Otto und Hilda Auer jeweils zur Hälfte Besitzer dieses Hauses, das am 18. Juni 1985 laut Übergabvertrag an Brigitte Jobst geborene Auer zur Besitzerin hat.

Das direkt neben dem Haus Nr. 43 befindliche Anwesen Nr. 44 kam 1953 in den Besitz von Otto und Hilda Auer. Die vorherigen Hausbesitzer waren (laut Heimatbuch 1978): 1787 Winner Philipp, 1823 Ulzer Johann und Theresia, 1860 Ulzer Leopold, 1864 Ulzer Leopold und Johanna, 1915 Leopold Ulzer, 1915 Bezirksarmenrat Langenlois, 1915 Hazon Josef und Theresia, 1942 Hazon Josef, 1943 Bucher Maria.

Information zur Familie Hazon (siehe auch im Bildteil, ältestes Foto der Familie Auer): Im Sterbebuch der Pfarre Elsarn von 1899 bis 1956 (Folio 97) findet sich

beim Sterbeeintrag von Josef Hazon folgender Text: „*Gestorben am 1.6.1943, um 17 Uhr, Sommerzeit, wohnhaft gewesen in Elsarn Nr. 44; Hazon Josef Anton, Inhaber eines Wirkwarengeschäftes in Wien VI, wohnhaft gewesen in Wien VII, Seidengasse 23, Witwer seit dem 24.2.1942; geboren am 23.10.1870 in Preßburg (= Bratislava, Republik Tschechien), Pfarre St. Martin, deutscher Staatsangehöriger (= Nationalsozialismus: Österreich gehörte seit dem „Anschluss“ im Frühjahr 1938 als „Ostmark“ zum Deutschen Reich); 72 Jahre alt, gestorben an Herzlähmung, begraben im Wiener Penzinger Friedhof am 7.6.1943; er starb hier (= in Elsarn) unerwartet und wurde nach Wien überführt.*“

In den Unterlagen im Haus-, Hof- und Staatsarchiv sind vermerkt: 1709 verkauft an Michl Walckerstorfer; 1716 durch Niclas Wallner gekauft und nach dessen Absterben 1738 (vermutlich) an die Familie Winner. 1802 scheint Johann Ulzer als Besitzer auf. – Laut Eintragungen im Grundbuch vor 1991 scheinen folgende Besitzer auf: März 1865 Leopold und Johanna Ulzer; im Februar 1915 Leopold Ulzer; im März 1915 Bezirksarmenrat Langenlois; im September 1915 laut Kaufvertrag an Josef und Theresia Hazon jeweils zur Hälfte; Juni 1942 Josef Hazon allein und ab November 1943 Maria Bucher als alleinige Besitzerin. Im Februar 1952 scheinen laut Kaufvertrag Otto und Hilda Auer (jeweils zur Hälfte) als Besitzer des Hauses Nr. 44 auf und nach dem Übergabsvertrag vom Juni 1985 ist Brigitte Jobst geborene Auer alleinige Besitzerin dieses Anwesens. Das Haus **Elsarn Nr. 44** wurde (nach 1975) geschliffen.

\*

Auer

Mastaller

Pfarre Eggendorf am Walde

**Johann Kar** OO Barbara

22.11.1864

Sohn des **Michael** Auer und der Franziska geb Ertl aus Mollands; geb 26.12.1831 in Zemling 13.  
+ 20.3.1876 in Olbersdorf 7; 44 Jahre alt, Holzförster bei der Gutsinhabung Mühlbach. Todesursache war Gehirnlähmung.

Tochter des Johann Mastaller und der Maria geborene Burger, Bauer in Eg/Walde 2.  
geb am 3.12.1833 in Eg/Walde 2.  
+

---

Beistände: Wenzel Jelinek, freiherrlicher Revierförster in Mühlbach; Josef Schrammel, Bauer in Grubern.

---

Anton geb 6.1.1866 in Olbersdorf 7; Pate Georg Mastaller, behauster Bauer in Eggendorf am Walde  
OO 9.7.1897 in der Pfarre Elsarn mit Maria Herz aus Elsarn; (= er war Postdiener in Krems, Ob-Landstraße 1)  
+

Maria geb 13.8.1867 in Olbersdorf 7; Pate Theresia Mastaller, Bäuerin in Eg/Walde  
OO  
+

**Johann** geb 9.10.1874 in Olbersdorf 7; Pate Georg Mastaller, behauster Bauer in Eg/Walde  
OO am 16.6.1908 in der Pfarre Häitzendorf mit Barbara Primmer aus Sittendorf  
+ 27.5.1956 in Elsarn 43; Landwirt in Ruhe, starb an Altersbrand (= Gangraena senilis, Gewebsnekrose)  
--

**Anmerkungen:** Wie schon seinem Vater und seinem Großvater, war auch **Johann Kar** Auer kein langes Leben beschieden, er wurde nur 44 Jahre alt. Seine Witwe Barbara geborene Mastaller aus Eggendorf am Walde, hat am 17.4.1877 den in Elsarn 43 wohnhaft gewesenen Schlossermeister Heinrich Bußjäger geheiratet, einen behausten 42-jährigen Wirtschaftsbesitzer; hier wuchsen auch die drei Kinder Anton (11 Jahre), Maria (10 Jahre) und Johann (3 Jahre) auf; das Ehepaar Bußjäger hatte keine eigenen Kinder, denn Barbara Auer geborene Mastaller war bei ihrer zweiten Eheschließung bereits 43 Jahre alt.

Das Ehepaar Heinrich und Barbara Bußjäger besaß und bewohnte das Haus in Elsarn Am Berg 43. Heinrich Bußjäger (geb 4.7.1834 in Straß) ist am 18.7.1909 in Elsarn 43 an Altersschwäche gestorben; seine Witwe Barbara Bußjäger geborene

Mastaller, verstarb als Private in Elsarn 15 an Altersschwäche und wurde 85 Jahre alt.

Der älteste Sohn Anton Auer wuchs in Elsarn 43 auf und wurde später Postdiener in Krems. Obere Landstraße 1 wohnhaft. Er führte am 9.2.1897 seine Braut Maria Herz aus Elsarn Nr. 42 wohnhaft, in der Pfarrkirche Elsarn vor den Traualtar. Von seiner Schwester Maria (geb 1876) ist das weitere Schicksal nicht bekannt und der jüngere Bruder **Johann** (geb 1874) führte den „Familienstamm“ weiter. – Dazu nun ein weiteres „Familienblatt“.

Auer

Primmer

Pfarre Haitzendorf

**Johann** OO Barbara

16.6.1908

*Gezeichnet*

Sohn des **Johann Karl** Auer und der Barbara geborene Mastaller; geboren in Olbersdorf am 9.10.1874; 34 Jahre alt  
+ 27.5.1956 in Elsarn, 81 Jahre alt

Tochter des Anton Primmer und der Anna geborene Lang aus Sittendorf 9; geboren am 25.9.1878 in Sittendorf.  
+ 27.10.1954 in Elsarn, 76 Jahre alt

Beistande: Anton Pichler, Hausbesitzer in Elsarn; Franz Füll, Hufschmied in Sittendorf.

Karl geb 27.3.1909 in Elsarn 43; Pate Anton Pichler, Wirtschaftsbesitzer in Elsarn 37  
OO 19.11.1935 in der Pfarre Kirchberg/Wagram, WB in Elsarn 43, mit Aloisia Waldschutz aus Elsarn 3  
+ 4.5.1990 in Elsarn 37, Landwirt in Ruhe, Witwer nach Aloisia Auer geborene Waldschutz

–  
Maria geb 25.1.1910 in Elsarn 43; Pate (= wie oben)  
OO 29.4.1936 in der Pfarre Elsarn mit Josef Klein aus Straß 123  
OO 13.9.1958 in Wien-Ottakring mit Otto Pribitz  
+ 18.10.1990 im Krankenhaus Krems

–  
Mathilde geb 7.12.1910 in Elsarn 43; Pate (= wie oben)  
+ 4.4.1911 in Elsarn 43, 4 Monate alt, an den Fraisen (= Fieberkrämpfe)

–  
totgeborenes Mädchen am 5.5.1912 in Elsarn 43; notgetauft

–  
Josef Anton geb 19.3.1913 in Elsarn 43; Pate (= wie oben)  
+ 28.4.1914 in Elsarn 43, an Bronchialkatarrh

–  
Barbara geb 5.11.1914 in Elsarn 43; Pate (= wie oben)  
OO 19.5.1940 in der Pfarre Elsarn mit Josef Braun aus Elsarn Nr. 25  
OO 4.2.1947 in der Pfarre Elsarn mit Leopold Berger aus Elsarn Nr. 5  
+ 25.3.1997 in Elsarn Nr. 25

## ANHANG C

Interview mit Mag. Andreas Breuss, MSc am 29.11.2023

*Welche Erfahrungen haben Sie mit Opferputz gemacht? Haben Sie auch die Anwendung auf Mischmauerwerk aus gebrannten Ziegeln, Lehm und Beton getestet?*

**A. Breuss:** Mit gebrannten Ziegeln funktioniert es, mit Beton habe ich es noch nicht getestet, aber ich nehme an, dass es auch funktioniert. Wenn man Lehmputz auf die Wand gibt, werden die Salze aktiviert, blühen wieder aus und werden vom Lehmputz herausgezogen. Am besten ist es, den Lehmputz einfach großflächig aufzutragen und dann trocknet er dort, wo keine Schäden sind. Wo die Salze aktiviert werden, bleibt er feucht. Dann klopft man ihn ab und trägt neuen auf, bis keine feuchten Stellen mehr vorhanden sind. Es kann auch sein, dass hartnäckige Stellen bleiben, die nach dem 3 bis 4 Mal immer noch feucht sind, dann würde ich den Ziegelverband an der Stelle austauschen, weil er zu kontaminiert ist.

*Ein Ansatz wäre, da die Wand im Stall sowieso dünner ist, innen noch eine Wand davor zu setzen. Vielleicht mit Lehmsteinen um der Versalzung zu entgehen und zusätzlich zu dämmen.*

**A. Breuss:** Ja, das macht Sinn. Trotzdem sollte die Versalzung entfernt werden, da sie wahrscheinlich wieder auftauchen wird. Es kann zwar lange dauern, aber es besteht die Möglichkeit, dass sie durch die neue Wand wieder durchschlägt. Man kann natürlich mit einer Kerndämmung arbeiten. Dabei wird eine zweite Schicht mit einem Abstand von 10-15 cm errichtet und mit einem feuchtigkeitsunempfindlichen Material wie Glasschaum oder Perlit gefüllt. Dadurch wird die Wand gedämmt, was im Vergleich zu einer Innendämmung sicher eine bessere Lösung darstellt.

*Natürlich ist auch der Feuchteschutz ein großes Thema. Mein Ansatz wäre, im System zu bleiben und keine horizontale Abdichtung vorzunehmen, sondern dampfdiffusionsoffen zu bleiben. Das Fundament besteht größtenteils aus Natursteinen und gebrannten Ziegeln, darauf liegen die Lehmsteine. Man erkennt teilweise, dass die Lehmsteine relativ weit hinuntergehen und nur noch ein kleiner Sockel übrig bleibt. Haben Sie Erfahrung damit, das Fundament zusätzlich mit fettem Lehm zu schützen? Wie kann man sich das vorstellen? Wie wirkt das?*

**A. Breuss:** Ich halte die horizontale Abdichtung auch für wenig sinnvoll. Es ist schwierig, sie zwischen Stein und Lehm zu realisieren und es ist unwahrscheinlich, dass sie dicht wird. Das Zweite ist die vertikale Abdichtung außen, die von den meisten empfohlen wird. Diese kann man zwar machen, ist aber bei einem Steinsockel relativ schwierig.

Ich habe bei meinen Sanierungen darauf verzichtet und stattdessen Außen und Innen bis zur

Fundamentunterkante abgegraben. Wichtig ist natürlich der Stallboden, da muss man mindestens 70 bis 80 Zentimeter ausheben, damit man wirklich die gesamten Urinausscheidungen rausbekommt. Wenn die 70-80 Zentimeter am Rand nicht ausreichen, um unter die Fundamentunterkante zu gelangen, kann man dort eine 60 Grad Böschung am Fundament lassen. So wird ein Fundamentbruch vermieden und der Rest kann tiefer abgegraben werden.

Es ist wichtig, auch außen bis zur Fundamentunterkante abzugraben. Um einen Bruch zu vermeiden habe ich zuerst außen und dann innen gearbeitet. Ich habe die Erde etwa 40-60 Zentimeter breit entlang der Mauer abgetragen und dann einen relativ fetten Lehm hineingeben. Dieser wurde direkt vom Aushub genommen, ohne Sand oder anderen Zusätzen. Anschließend wurde er schichtweise mit einer Rüttelplatte verdichtet.

Zunächst muss die Mauer aber ausgekratzt werden, da sich darin viel Erde und Humus befindet. Anschließend wird das Mauerwerk mit einer breiigen Masse aus Sumpfkalk und Quarzsand bestrichen. Dadurch entsteht eine Verkrallung zwischen dem Lehm und dem Ziegelmauerwerk. Anschließend sollte das Gelände mit einer Rüttelplatte gut verdichtet werden und ein Gefälle von mindestens 10 Grad vom Haus weg hergestellt werden. Die Abdichtung zum Gebäude hin haben Sie so meiner Meinung nach gut im Griff. Wichtig ist, dass das Wasser schnell und weit vom Haus wegfließen kann. Dadurch können Sie sich in der Regel horizontale und vertikale Abdichtungen ersparen.

*Wenn der Hang auf das Gebäude zuläuft und die Wand bereits vom Hangwasser ausgewaschen wurde, wäre es da ratsam, eine Drainage vor der Wand einzusetzen?*

**A. Breuss:** Ja, die Drainage aber nur nicht direkt beim Gebäude verlegen. Ich mache sie im Regelfall mindestens drei Meter weg. Das heißt, ich habe am Gebäude direkt den Lehmschlag, das Hangwasser kommt in die Drainage 3 Meter weiter weg, verschwindet und wird ums Gebäude herum weggeleitet. Drainagen am Gebäude sind bei der Sanierung ganz schlecht, weil dadurch das Wasser eigentlich zum Gebäude hin geholt wird. Man verschlechtert dadurch nur den Zustand.

*Wie gehen Sie damit um, wenn teilweise aus Zement Verstärkungen gemacht wurden oder nachträglich mit Beton gearbeitet wurden? Entfernen Sie diese Teile?*

**A. Breuss:** Das würde ich lassen. Den Zement zu entfernen macht wenig Sinn und schwächt das Mauerwerk nur. Meist ist es ja bereits ein Mischmauerwerk. Im Regelfall belasse ich es so, wie ich es vorfinde.

*Wenn schon starke Auswaschungen vorhanden sind, wie schließen Sie diese? Auch mit Lehmziegeln oder mit einer anderen Technik?*

**A. Breuss:** Bei einigen Gebäuden sind die Lehmziegel auch im Erdreich drinnen, da das Fundament tiefer liegt. Es ist wichtig, beschädigte Ziegel auszutauschen, da sie die Tragfähigkeit des Gebäudes beeinträchtigen können. Die beschädigte Ziegelreihe kann durch eine neue ersetzt werden, indem man die alten Ziegel herausklopft und neue einsetzt. Um beschädigte Ziegel zu erkennen, kann man sie mit einem Hammer abklopfen. Wenn sie zerbröseln, sollten sie ausgetauscht werden. Wenn es sich um kleine Flächen handelt, können Sie diese einfach mit Lehm verschließen. Das Gleiche gilt natürlich auch für die Lehmsteine. Kleine Flächen können einfach mit Lehm ausgebessert werden oder, wenn Sie Lehmsteine zur Verfügung haben mit diesen austauschen. Wenn die Lehmsteine bereits kaputt sind, könnte man sie bei einem Mischbauwerk auch durch gebrannte Ziegel ersetzen. Besonders im Feuchtbereich, wie in Bodennähe oder schon im Boden drinnen, ist es ratsam, den kaputten Lehmziegel durch einen normalen Ziegel, die meist ein ähnliches Format haben, zu ersetzen. Beim Abbruch hat man oft eine große Menge an Ziegeln übrig, die man verwenden kann, ohne neue kaufen zu müssen.

*Da gibt es kein Problem, dass sich der Ziegel dann mit dem Lehmziegel auch verbindet, von der Tragfähigkeit her? Machen Sie das mit Lehmmörtel?*

**A. Breuss:** Man kann Lehmmörtel verwenden oder auch Kalkmörtel, der Lehm verträgt sich gut mit Kalk. Ich würde im erdgebundenen Bereich eher mit einem Kalkmörtel arbeiten. Da wird mit reinem Kalkmörtel angeworfen und dann der Ziegel in die Wand gesteckt. Ich hab einen ehemaligen Ochsen- und Pferdestall saniert, deswegen kann ich das alles so genau sagen. Der ist jetzt schon seit knapp vier Jahren bewohnt und es ist keine Versalzung mehr rausgekommen.

*Wie viele Schichten Opferputz musste man da aufbringen?*

**A. Breuss:** Bei manchen Mauern musste man an bestimmten Stellen drei- oder viermal den Putz abklopfen, aber nur dort, wo der Lehm nicht trocknet. Wenn der Lehm trocken wird, liegt dort keine Versalzung mehr vor.

Zuerst muss alles entfernt werden, indem man die Wand abschabt und die Fugen auskratzt, um sicherzustellen, dass sie vollständig frei ist. Anschließend kann der Opferputz aufgetragen werden.

Es gab dann hartnäckige Stellen an der Wand, bei denen ich nicht erfolgreich war. Die Wand wurde immer wieder nass. Da habe ich auch mit der Beimengung von kleinen Mengen an Kuhdung in den Opferputz experimentiert. Bei den Stellen, die nicht getrocknet sind und ein feuchter, abgedruckter Ziegel im Mauerwerk zu sehen war, habe ich den ganzen Ziegel ausgetauscht. Am Ende wurde auf der Wand eine Wandheizung installiert.

*Haben Sie auch Stampflehm Böden in Ihren Gebäuden eingebaut?*

**A. Breuss:** Ja, ich habe auch schon mit Stampflehm Böden gearbeitet.

In einem Stallgebäude wurde zunächst der Boden bis zur Fundamentunterkante komplett abgegraben. Dann wurde Geotextil und Glasschaumschotter eingebracht. Auf den Glasschaumschotter wurde direkt die Fußbodenheizung verlegt und dann ein Stampflehm-Boden aufgebracht. Vorher muss man die Heizleitungen mit Sand abdecken, damit man sie beim Einstampfen des Stampflehms nicht beschädigt. Danach wird der Stampflehm-Boden aufgebracht. Er war zunächst etwa 15 cm hoch und wurde dann mit der Rüttelplatte auf 12 cm oder 11 cm verdichtet. Anschließend müssen auch von Hand die ausgebrochenen Stellen und offenen Bereiche ausgefüllt und der Rand mit den Platten abgeklopft werden. Danach wird das Ganze mit einer Schlemme, die aus dem Lehm gewonnen wird, versiegelt. Zum Schluss wird eine Emulsion aus Carnaubawachs aufgetragen, damit es staubfrei ist und man den Boden aufwaschen kann. Das Einlassen mit Carnaubawachs erfolgt mithilfe von Einscheiben-Schleifmaschinen.

Der ehemalige Stall ist jetzt ein Wohngebäude. Es gibt eine Holzdecke und eine Lehmwand mit Wandheizung, was das Wohnen dort äußerst angenehm macht. Die Wandheizung strahlt eine angenehme Wärme ab und der Boden ist durch die Fußbodenheizung warm genug, um barfuß auf dem Lehm Boden zu gehen.

*Und der Stampflehm Boden ist auch im Badezimmer? Zieht er sich durch das ganze Haus. Ist das kein Problem mit der Feuchte?*

**A. Breuss:** Ja der ist im ganzen Haus. Nein, da gibt es kein Problem mit der Feuchte.

*Zuletzt noch eine Frage zum Wärmeschutz. Sie haben in einem Projekt von Ihnen keine zusätzliche Innendämmung gemacht. Wie funktioniert da der Wärmeschutz?*

**A. Breuss:** Wenn man das Ganze bei der Behörde einreicht und aus einem alten Wohnraum einen neuen Wohnraum macht, dann muss ein Energieausweis abgegeben werden und dann muss natürlich irgendeine Form von Dämmung angegeben werden, sonst geht der Energieausweis nicht. In der Regel handelt es sich dabei um eine Innendämmung, da bei einem alten Gebäude wie einem Lehmhaus keine Außendämmung möglich ist. Ich mache dann keine Innendämmung, weil die bautechnisch enorme Probleme bereiten würde. Erstens nimmt man eine große Speichermasse im Raum weg. Zum Zweiten ist die kalte Wand sehr knapp an der warmen Wand dran, da kann es mitunter zu Kondensat kommen. Das kann dieser offene Aufbau, der kapillaraktive Aufbau mit Lehmputz, Holzfaserdämmung und dann wieder Lehmputz auch nicht auffangen. Also ich finde es relativ riskant, eine Innendämmung zu machen.

Ich mache, wie gesagt, diese Innendämmung nicht, sondern verwende, auch bei diesem Stallgebäude, eine Wandheizung. Das mache ich bei Wänden, die 50-60 cm dick sind. Das ist wichtig zu unterscheiden. Bei Wänden die nur 30 oder 40 cm stark sind, wird es vermutlich nicht funktionieren weil sie einfach zu dünn sind.

Eine 60 cm dicke Wand hat eine enorme Speichermasse die in den U-Wert nicht eingeht. Das müsste simuliert werden um sich anzuschauen, wie viel Energie man ohne Innendämmung wirklich mehr braucht. Wenn einmal die Wand gewärmt ist, braucht man nur noch wenig Temperatur. Ich fahre mit 24 bis 26 Grad in die Wandheizung, wenn die Wand einmal warm ist. So kann man auf 19 Grad heizen. Auch in einem großen Raum mit 100 Quadratmeter Grundfläche und 4 Metern Höhe reichen 19 Grad aus, weil die Abstrahlwärme von den Wänden und vom Boden derartig groß ist. Mit 19 Grad kann man hier auch im Winter barfuß auf dem Lehm Boden gehen.

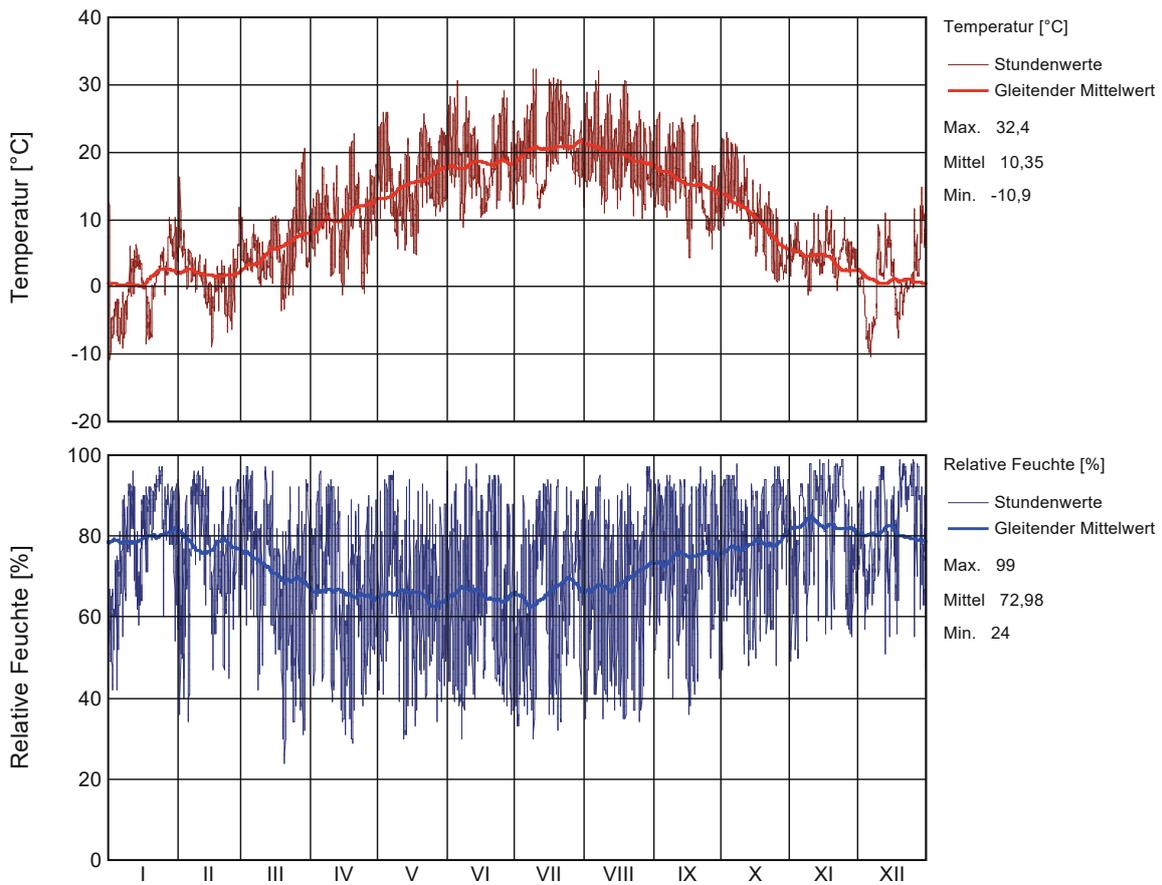
In einer Simulation könnte man kontrollieren, ob das wirklich Sinn macht, ein bautechnische schwierige, mit vielen Wärmebrücken behaftete Innendämmung zu machen. Ob da der Energieverbrauch wirklich um so viel geringer ist.

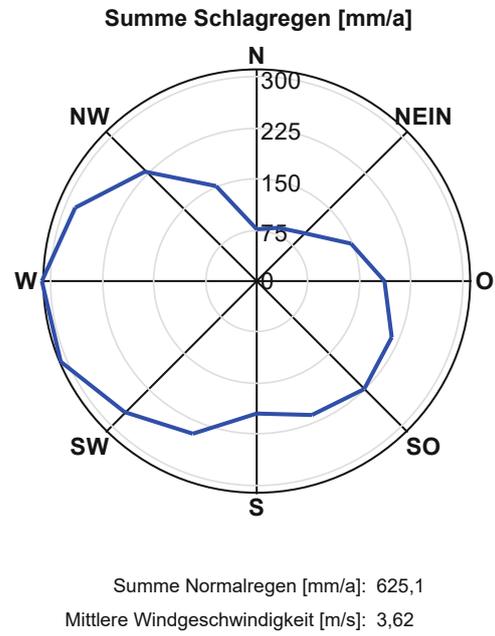
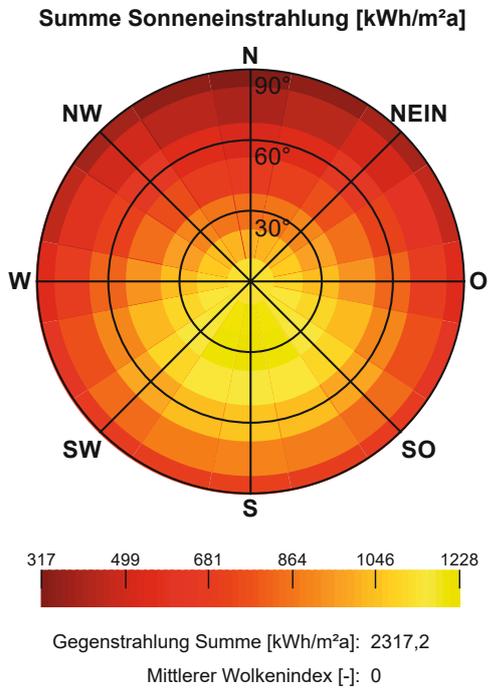
WUFI®Plus

Klima

Fall 1: Hauptklima

Wien (Wien, Hohe Warte)	
Breitengrad [°]	48,3
Längengrad [°]	16,4
Meter über NN [m]	198
Zeitzone [Stunden Unterschied zu UTC]	1
Weitere Daten	
Albedo	Standardwert
Terrestrischer Reflexionsgrad kurzwellig	0,2
Terrestrischer Reflexionsgrad langwellig	0,1
Terrestrischer Emissionsgrad langwellig	0,9
Bewölkungsgrad (nur WET-Datei)	0,7
CO2-Konzentration [mg/m³]	350





## Fall 1 - Ungedämmte Außenwand

## Konditionierte Zonen

## Fall 1/Zone 1: Allgemeine Daten

Name	Simulierte Zone
Geometrie	
Bruttorauminhalt (Aus visualisiertem Volumen and Bauteilen) [m <sup>3</sup> ]	187,2
Nettorauminhalt (Aus visualisiertem Volumen and Bauteilen) [m <sup>3</sup> ]	66,64
Bodenfläche (Aus visualisierter Geometrie) [m <sup>2</sup> ]	78
Weitere Parameter	
Anfangstemperatur [°C]	20
Anfangsfeuchte [%]	55
Anfangskonzentration CO2 [ppmv]	400
Verteilung Solarstrahlung auf innere Oberfläche	Proportional zur Fläche
Solarstrahlung direkt an Innenluft [-]	0,1

## Fall 1/Zone 1: Auslegungsbedingungen

## Fall 1/Zone 1: Lasten/Belegung

## Fall 1/Zone 1: Bauteile

## Fall 1/Zone 1/Bauteil 1: Allgemeine Daten

Name	Bodenaufbau
Typ	Opak
Innenseite	Zone 1: Simulierte Zone
Außenseite	Erdreich
Konstruktion	Konstruktion (Id.4): Boden Holz auf granulat
U [W/m <sup>2</sup> K]	0,1772
Geometrie	
Fläche [m <sup>2</sup> ]	78
Neigung [°]	180
Ausrichtung	Horizontal (100 %)
Oberfläche	
Wärmeübergangskoeffizient, konvektiv, außen [W/m <sup>2</sup> K]	99999
Wärmeübergangskoeffizient, strahlend, außen [W/m <sup>2</sup> K]	0
Wärmeübergangskoeffizient, konvektiv, innen [W/m <sup>2</sup> K]	2,5
Wärmeübergangskoeffizient, strahlend, innen [W/m <sup>2</sup> K]	3,38235
Rse / Rsi (Gemäß Bauteiltyp) [-]	0 / 0,17
Absorption / Emission (Benutzerdef.) [-]	0,4 / 0,9
sd-Wert - außen (Keine Beschichtung) [m]	----
sd-Wert - außen (Keine Beschichtung) [m]	----
Regenlast R1/R2 (Keine Regenlast) [-]	0 / 0
Regenabsorption (Keine Regenabsorption) [-]	0
Verschattungsfaktor, konstant [-]	1
Solarstrahlung auf innere Oberflächen [-]	0,277
Höhe über Grund (Aus visualisierter Geometrie) [m]	0

## Fall 1/Zone 1/Bauteil 2: Allgemeine Daten

Name	Decke zu unbeh. Dachraum
Typ	Opak
Innenseite	Zone 1: Simulierte Zone
Außenseite	Nachbarzone 1: Unbeh. Dachraum
Konstruktion	Konstruktion (Id.2): Dach_bis1948_Lehmschlag
U [W/m²K]	0,107
Geometrie	
Fläche [m²]	78
Neigung [°]	0
Ausrichtung	Horizontal (100 %)
Oberfläche	
Wärmeübergangskoeffizient, konvektiv, außen [W/m²K]	5,5
Wärmeübergangskoeffizient, strahlend, außen [W/m²K]	4,5
Wärmeübergangskoeffizient, konvektiv, innen [W/m²K]	5,5
Wärmeübergangskoeffizient, strahlend, innen [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (Gemäß Bauteiltyp) [-]	0,1 / 0,1
Absorption / Emission (Benutzerdef.) [-]	0,4 / 0,9
sd-Wert - außen (Keine Beschichtung) [m]	----
sd-Wert - innen (Keine Beschichtung) [m]	----
Regenlast R1/R2 (Keine Regenlast) [-]	0 / 0
Regenabsorption (Keine Regenabsorption) [-]	0
Verschattungsfaktor, konstant [-]	1
Solarstrahlung auf innere Oberflächen [-]	0,277
Höhe über Grund (Benutzerdef.) [m]	

**Fall 1/Zone 1/Bauteil 3: Allgemeine Daten**

Name	Außenwand
Typ	Opak
Innenseite	Zone 1: Simulierte Zone
Außenseite	Außenluft
Konstruktion	Konstruktion (Id.1): Lehm Ziegel Wand Basis Wufi
U [W/m²K]	1,1796
Geometrie	
Fläche [m²]	78,2
Neigung [°]	90
Ausrichtung	Süd (15 %), Ost (37 %), West (30 %), Nord (18 %)
Oberfläche	
Wärmeübergangskoeffizient, konvektiv, außen [W/m²K]	18,5
Wärmeübergangskoeffizient, strahlend, außen [W/m²K]	6,5
Wärmeübergangskoeffizient, konvektiv, innen [W/m²K]	3,19231
Wärmeübergangskoeffizient, strahlend, innen [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (Gemäß Bauteiltyp) [-]	0,04 / 0,13
Absorption / Emission (Putz normal hell) [-]	0,4 / 0,9
sd-Wert - außen (Keine Beschichtung) [m]	----
sd-Wert - innen (Keine Beschichtung) [m]	----
Regenlast R1/R2 (Keine Regenlast) [-]	0 / 0
Regenabsorption (Keine Regenabsorption) [-]	0
Verschattungsfaktor, konstant [-]	1
Solarstrahlung auf innere Oberflächen [-]	0,278
Höhe über Grund (Benutzerdef.) [m]	0

**Fall 1/Zone 1/Bauteil 4: Allgemeine Daten**

Name	Fenster
Typ	Transparent
Innenseite	Zone 1: Simulierte Zone
Außenseite	Außenluft
Fensterart	Fensterart (Id 1): Glazing: Clear 3 Layers, Frame: Wood/Vinyl - Operable
Sonnenschutz	
Uw -montiert [W/m²K]	1
Geometrie	
Fläche [m²]	6,1
Neigung [°]	90
Ausrichtung	West (100 %)
Oberfläche	
Wärmeübergangskoeffizient, konvektiv, außen [W/m²K]	18,5
Wärmeübergangskoeffizient, strahlend, außen [W/m²K]	6,5
Wärmeübergangskoeffizient, konvektiv, innen [W/m²K]	3,19231
Wärmeübergangskoeffizient, strahlend, innen [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (Gemäß Bauteiltyp) [-]	0,04 / 0,13
Verschattungsfaktor, konstant [-]	1
Solarstrahlung auf innere Oberflächen [-]	0,022
Höhe über Grund (Benutzerdef.) [m]	

## Fall 1/Zone 1/Bauteil 5: Allgemeine Daten

Name	Fenster
Typ	Transparent
Innenseite	Zone 1: Simulierte Zone
Außenseite	Außenluft
Fensterart	Fensterart (Id 1): Glazing: Clear 3 Layers, Frame: Wood/Vinyl - Operable
Sonnenschutz	
Uw -montiert [W/m²K]	1
Geometrie	
Fläche [m²]	2,7
Neigung [°]	90
Ausrichtung	Süd (100 %)
Oberfläche	
Wärmeübergangskoeffizient, konvektiv, außen [W/m²K]	18,5
Wärmeübergangskoeffizient, strahlend, außen [W/m²K]	6,5
Wärmeübergangskoeffizient, konvektiv, innen [W/m²K]	3,19231
Wärmeübergangskoeffizient, strahlend, innen [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (Gemäß Bauteiltyp) [-]	0,04 / 0,13
Verschattungsfaktor, konstant [-]	1
Solarstrahlung auf innere Oberflächen [-]	0,01
Höhe über Grund (Benutzerdef.) [m]	

## Fall 1/Zone 1/Bauteil 6: Allgemeine Daten

Name	Fenster
Typ	Transparent
Innenseite	Zone 1: Simulierte Zone
Außenseite	Außenluft
Fensterart	Fensterart (Id 1): Glazing: Clear 3 Layers, Frame: Wood/Vinyl - Operable
Sonnenschutz	
Uw -montiert [W/m²K]	1
Geometrie	
Fläche [m²]	2,4
Neigung [°]	90
Ausrichtung	Ost (100 %)
Oberfläche	
Wärmeübergangskoeffizient, konvektiv, außen [W/m²K]	18,5
Wärmeübergangskoeffizient, strahlend, außen [W/m²K]	6,5
Wärmeübergangskoeffizient, konvektiv, innen [W/m²K]	3,19231
Wärmeübergangskoeffizient, strahlend, innen [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (Gemäß Bauteiltyp) [-]	0,04 / 0,13
Verschattungsfaktor, konstant [-]	1
Solarstrahlung auf innere Oberflächen [-]	0,009
Höhe über Grund (Benutzerdef.) [m]	

**Fall 1/Zone 1/Bauteil 7: Allgemeine Daten**

Name	
Typ	Transparent
Innenseite	Zone 1: Simulierte Zone
Außenseite	Außenluft
Fensterart	Fensterart (Id 1): Glazing: Clear 3 Layers, Frame: Wood/Vinyl - Operable
Sonnenschutz	
Uw -montiert [W/m²K]	1
<b>Geometrie</b>	
Fläche [m²]	1,8
Neigung [°]	90
Ausrichtung	West (100 %)
<b>Oberfläche</b>	
Wärmeübergangskoeffizient, konvektiv, außen [W/m²K]	18,5
Wärmeübergangskoeffizient, strahlend, außen [W/m²K]	6,5
Wärmeübergangskoeffizient, konvektiv, innen [W/m²K]	3,19231
Wärmeübergangskoeffizient, strahlend, innen [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (Gemäß Bauteiltyp) [-]	0,04 / 0,13
Verschattungsfaktor, konstant [-]	1
Solarstrahlung auf innere Oberflächen [-]	0,006
Höhe über Grund (Benutzerdef.) [m]	

Fall 1/Zone 1: Nicht dargestellte Bauteile

## Fall 1/Zone 1/Bauteil 1: Allgemeine Daten

Name	Innenwand
Typ	Opak
Innenseite	Zone 1: Simulierte Zone
Außenseite	Zone 1: Simulierte Zone
Konstruktion	Konstruktion (Id.3): Lehmwand Innen
U [W/m²K]	1,2718
Geometrie	
Fläche [m²]	17
Neigung [°]	90
Ausrichtung	Süd
Oberfläche	
Wärmeübergangskoeffizient, konvektiv, außen [W/m²K]	3,19231
Wärmeübergangskoeffizient, strahlend, außen [W/m²K]	4,5
Wärmeübergangskoeffizient, konvektiv, innen [W/m²K]	3,19231
Wärmeübergangskoeffizient, strahlend, innen [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (Gemäß Bauteiltyp) [-]	0,13 / 0,13
Absorption / Emission (Benutzerdef.) [-]	0,4 / 0,9
sd-Wert - außen (Keine Beschichtung) [m]	----
sd-Wert - innen (Keine Beschichtung) [m]	----
Regenlast R1/R2 (Keine Regenlast) [-]	0 / 0
Regenabsorption (Keine Regenabsorption) [-]	0
Verschattungsfaktor, konstant [-]	1
Solarstrahlung auf innere Oberflächen [-]	0,06
Solarstrahlung auf zweiter Innenoberfläche [-]	0,06
Höhe über Grund (Benutzerdef.) [m]	

Bauteile/ Fenster/ Sonnenschutz

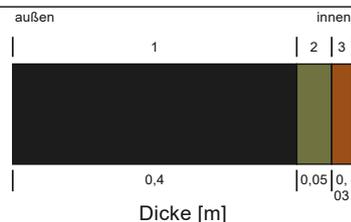
**Konstruktion (Id.4): Boden Holz auf granulat**

Homogene Schichten

Wärmedurchlasswiderstand: 5,475 m<sup>2</sup>K/W (ohne R<sub>si</sub>,R<sub>se</sub>)

Wärmeübergangskoeffizient (U-Wert): 0,177 W/m<sup>2</sup>K

Dicke: 0,48 m



Nr.	Material/Schicht (außen --> innen)	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	c [J/kgK]	$\lambda$ [W/mK]	Dicke [m]	Farbe
1	Schaumglas Granulat	150	900	0,09	0,4	
2	Perliteschüttung	165	850	0,06	0,05	
3	Eichenholz alt	740	1400	0,1522	0,03	

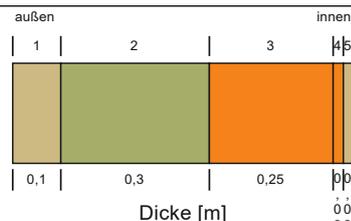
**Konstruktion (Id.2): Dach\_bis1948\_Lehmschlag**

Homogene Schichten

Wärmedurchlasswiderstand: 9,145 m<sup>2</sup>K/W (ohne R<sub>si</sub>,R<sub>se</sub>)

Wärmeübergangskoeffizient (U-Wert): 0,107 W/m<sup>2</sup>K

Dicke: 0,69 m



Nr.	Material/Schicht (außen --> innen)	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	c [J/kgK]	$\lambda$ [W/mK]	Dicke [m]	Farbe
1	dena Lehmputz	1514	1000	0,9	0,1	
2	Strohdämmung	105	1600	0,05	0,3	
3	Weichholz	400	1400	0,09	0,25	
4	Weichholz	400	1400	0,09	0,02	
5	Lehmputz	1514	1000	0,59	0,02	

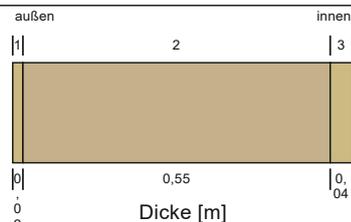
**Konstruktion (Id.1): Lehm Ziegel Wand Basis Wufi**

Homogene Schichten

Wärmedurchlasswiderstand: 0,678 m<sup>2</sup>K/W (ohne R<sub>si</sub>,R<sub>se</sub>)

Wärmeübergangskoeffizient (U-Wert): 1,18 W/m<sup>2</sup>K

Dicke: 0,61 m



Nr.	Material/Schicht (außen --> innen)	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	c [J/kgK]	$\lambda$ [W/mK]	Dicke [m]	Farbe
1	dena Lehmputz	1514	1000	0,9	0,02	
2	Wärmedämm-Lehm- Lehmziegel	1900	1000	0,9	0,55	
3	dena Lehmputz	1514	1000	0,9	0,04	

**Konstruktion (Id.3): Lehmwand Innen**

Homogene Schichten Wärmedurchlasswiderstand: 0,526 m²K/W (ohne Rsi,Rse) Wärmeübergangskoeffizient (U-Wert): 1,272 W/m²K  Dicke: 0,5 m	
---	--

Nr.	Material/Schicht (außen --> innen)	$\rho$ [kg/m³]	$c$ [J/kgK]	$\lambda$ [W/mK]	Dicke [m]	Farbe
1	Lehmziegel	1900	1000	0,95	0,5	

**Fensterart (Id 1): Glazing: Clear 3 Layers, Frame: Wood/Vinyl - Operable**

**Basic data**

Uw -montiert [W/m²K]	1
Rahmenreduktionsfaktor	0,7
Solar energy transmittance hemispherical	0,6
Langw. Strahlungsem.-grad (Mittel Verglasung/Rahmen)	0,8

**Solar radiation angle dependent data**

Angle [°]	Gesamt solar trans.
0	0,6

Ergebnis

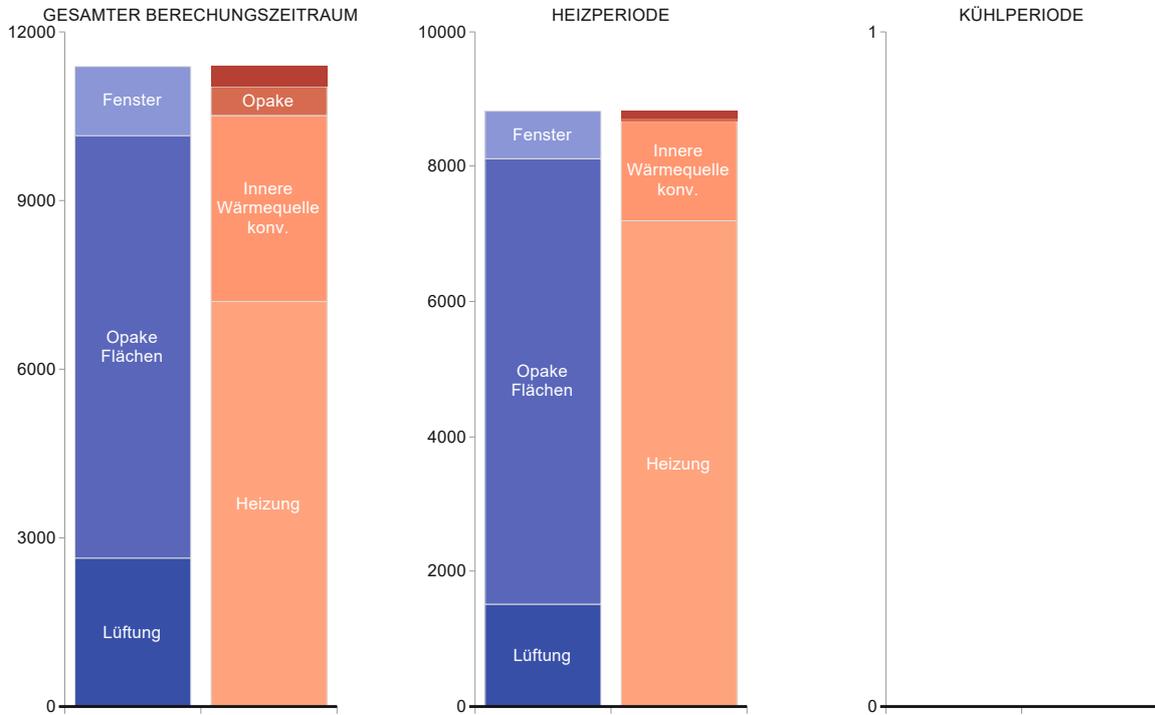
Wärmegewinn/-verlust durch Bauteile [kWh]

Nr.	Bauteil-Gruppe	Gewinn	Verlust
1	Außenwände	3	7214
2	Decke zu nicht klimatisierter Zone	1104	659
3	Fußboden auf Erdreich	275	1095
4	Innenwand	840	248
5	Fenster	3584	1228

Fall 1/Zone 1: Hauptergebnis

Spezifikation	Wert		
Heizperiode [d]	152,2		
Kühlperiode [d]	0		
Heizbedarf [kWh]	7199,2		
Kühlbedarf [kWh]	0		
Befeuchtungsbedarf [kg]	0		
Entfeuchtungsbedarf [kg]	0		
Min/Max/Mittelwert			
Spezifikation	Min	Max	Mittel
Innentemperatur [°C]	17	31,1	21,8
Rel. Feuchte innen [%]	10	100	54,3
Heizlast [kW]	0	6	0,8
Kühllast [kW]	0	0	0
Befeuchtung [kg/h]	0	0	0
Entfeuchtung [kg/h]	0	0	0

ENERGIEBILANZ / KONVEKTIVE STRÖME kWh/a



Energiebilanz [kWh/a]

Spezifikation	Gesamt Zeitraum	Heizung Zeitraum	Kühlung Zeitraum
Lüftung	8,5	0	0
Solare Wärmegewinne, gesamt	3575,3	1140,5	0
Solare Wärmegewinne, konvektiv	357,5	114	0
Fenster	8,4	0	0
Opake Flächen	517,5	29	0
Innere Wärmequelle strahl.	1666,1	746,2	0
Innere Wärmequelle konv.	3294,6	1472,2	0
Heizung	7199,2	7199,2	0
Fenster	1228,1	710,3	0
Opake Flächen	7512,3	6587,4	0
Lüftung	2645,3	1516,7	0

Fall 1/Zone 1: Inneklimaqualität in % von Zeit in vier Kategorien (prEN 15251:2006)

Prozentsatz	6	8	5	81
Thermische Umgebung	I	II	III	IV
Prozentsatz	10	36	12	42
Raumluft Qualität	I	II	III	IV

**Fall 1/Zone 1: Wärmegewinne/-verluste - gesamte Berechnungsperiode [kWh]**

Nr.	Bauteil	Gewinn	Verlust
1	Bauteil 1: Bodenaufbau	275	1095
2	Bauteil 2: Decke zu unbeh. Dachraum	1104	659
3	Bauteil 3: Außenwand	3	7214
4	Bauteil 4: Fenster	1573	572
5	Bauteil 5: Fenster	920	255
6	Bauteil 6: Fenster	622	230
7	Bauteil 7	469	170

**Fall 1/Zone 1: Wärmegewinne/-verluste - Heizperiode [kWh]**

Nr.	Bauteil	Gewinn	Verlust
1	Bauteil 1: Bodenaufbau	56	835
2	Bauteil 2: Decke zu unbeh. Dachraum	156	648
3	Bauteil 3: Außenwand	0	5225
4	Bauteil 4: Fenster	443	331
5	Bauteil 5: Fenster	365	148
6	Bauteil 6: Fenster	201	133
7	Bauteil 7	132	99

**Fall 1/Zone 1/Bauteil 1: Min/Max/Mittelwert**

Schicht	Dicke [cm]	Min. (Abst.[cm])	Max. (Abst.[cm])	Mittel
<b>Temperatur [°C]</b>				
Schaumglas Granulat	40	0,5 (0)	28,4 (39,829)	13,1
Perliteschüttung	5	16 (0,171)	29,9 (4,829)	20,6
Eichenholz alt	3	16,8 (0,171)	31 (3)	21,3
<b>Wassergehalt [kg/m³]</b>				
Schaumglas Granulat	40	0,47 (0)	0,47 (0)	0,47
Perliteschüttung	5	28 (0,171)	28 (0,171)	28,003
Eichenholz alt	3	104 (0,171)	104 (0,171)	104,012

**Fall 1/Zone 1/Bauteil 1: U-effektiv [W/m²K] (theoretischer Wert 0,177)**

Orientierung (Fläche)	Gesamte Rechenzeit	Heizperiode	Kühlperiode
horizontal (A0°, 78 m²)	0,076	0,168	

**Fall 1/Zone 1/Bauteil 1: Solarstrahlung**

Orientierung (Fläche)	Gesamtsumme [Wh/m²]	Min. [W/m²]	Max. [W/m²]	Mittel [W/m²]
<b>Innere Oberfläche (einschließlich Strahlungsquelle)</b>				
horizontal (A0°, 78 m²)	11443	0	9,9	1,3

**Fall 1/Zone 1/Bauteil 2: Min/Max/Mittelwert**

Schicht	Dicke [cm]	Min. (Abst.[cm])	Max. (Abst.[cm])	Mittel
Temperatur [°C]				
dena Lehmputz	10	-9,3 (0)	28,8 (0)	10,6
Strohdämmung	30	-8,5 (0,246)	28 (0,246)	14,6
Weichholz	25	12 (0,246)	30,4 (24,754)	20,1
Weichholz	2	17,2 (1,754)	31 (1,754)	21,7
Lehmputz	2	17,1 (2)	31,2 (2)	21,8
Wassergehalt [kg/m³]				
dena Lehmputz	10	18,8 (0)	18,8 (0)	18,802
Strohdämmung	30	5 (0,246)	5 (0,246)	5,001
Weichholz	25	60 (0,246)	60 (0,246)	60,007
Weichholz	2	60 (0,246)	60 (0,246)	60,007
Lehmputz	2	18,8 (0,246)	18,8 (0,246)	18,802

**Fall 1/Zone 1/Bauteil 2: U-effektiv [W/m²K] (theoretischer Wert 0,107)**

Orientierung (Fläche)	Gesamte Rechenzeit	Heizperiode	Kühlperiode
horizontal (A0°, 78 m²)	-0,057	0,11	

**Fall 1/Zone 1/Bauteil 2: Solarstrahlung**

Orientierung (Fläche)	Gesamtsumme [Wh/m²]	Min. [W/m²]	Max. [W/m²]	Mittel [W/m²]
Innere Oberfläche (einschließlich Strahlungsquelle)				
horizontal (A0°, 78 m²)	11443	0	9,9	1,3

**Fall 1/Zone 1/Bauteil 3: Verschattungsfaktoren (diffuse Strahlung)**

Name	Sky view factor with shading	Sky view factor no shading	Verschattungsfaktor (quotient)
Süd (A180°, 11,7 m²)	0,489	0,5	0,979
West (A270°, 23,35 m²)	0,443	0,5	0,886
Nord (A360°, 14,4 m²)	0,49	0,5	0,979
Ost (A90°, 28,77 m²)	0,45	0,5	0,899

**Fall 1/Zone 1/Bauteil 3: Min/Max/Mittelwert**

Schicht	Dicke [cm]	Min. (Abst.[cm])	Max. (Abst.[cm])	Mittel
Temperatur [°C]				
dena Lehmputz	2	-8,4 (0)	37,2 (0)	12,1
Wärmedämm-Lehm- Lehmziegel	55	-7,3 (0,218)	35 (0,218)	16,1
dena Lehmputz	4	13,3 (0,2)	30,3 (4)	20,2
Wassergehalt [kg/m³]				
dena Lehmputz	2	10 (0)	10 (0)	10,001
Wärmedämm-Lehm- Lehmziegel	55	5,79 (0,218)	5,79 (0,218)	5,791
dena Lehmputz	4	10 (0,2)	10 (0,2)	10,001

**Fall 1/Zone 1/Bauteil 3: U-effektiv [W/m²K] (theoretischer Wert 1,18)**

Orientierung (Fläche)	Gesamte Rechenzeit	Heizperiode	Kühlperiode
Süd (A180°, 11,7 m²)	0,879	1,131	
West (A270°, 23,35 m²)	0,921	1,166	
Nord (A360°, 14,4 m²)	0,951	1,178	
Ost (A90°, 28,77 m²)	0,919	1,168	

**Fall 1/Zone 1/Bauteil 3: Solarstrahlung**

Orientierung (Fläche)	Gesamtsumme [Wh/m²]	Min. [W/m²]	Max. [W/m²]	Mittel [W/m²]
<b>Gesamt einfallend</b>				
Süd (A180°, 11,7 m²)	805149,9	0	829,3	91,9
West (A270°, 23,35 m²)	582953,3	0	775,3	66,5
Nord (A360°, 14,4 m²)	424375,2	0	300,6	48,4
Ost (A90°, 28,77 m²)	589327,2	0	711,8	67,3
<b>Aborbiert</b>				
Süd (A180°, 11,7 m²)	322060	0	331,7	36,8
West (A270°, 23,35 m²)	233181,3	0	310,1	26,6
Nord (A360°, 14,4 m²)	169750,1	0	120,2	19,4
Ost (A90°, 28,77 m²)	235730,9	0	284,7	26,9
<b>Innere Oberfläche (einschließlich Strahlungsquelle)</b>				
Süd (A180°, 11,7 m²)	11443	0	9,9	1,3
West (A270°, 23,35 m²)	11443	0	9,9	1,3
Nord (A360°, 14,4 m²)	11443	0	9,9	1,3
Ost (A90°, 28,77 m²)	11443	0	9,9	1,3

**Fall 1/Zone 1/Bauteil 4: Verschattungsfaktoren (diffuse Strahlung)**

Name	Sky view factor with shading	Sky view factor no shading	Verschattungsfaktor (quotient)
West (A270°, 1,35 m²)	0,474	0,5	0,947
West (A270°, 1,35 m²)	0,469	0,5	0,938
West (A270°, 2 m²)	0,477	0,5	0,955
West (A270°, 1,35 m²)	0,47	0,5	0,939

**Fall 1/Zone 1/Bauteil 4: Solarstrahlung**

Orientierung (Fläche)	Gesamtsumme [Wh/m²]	Min. [W/m²]	Max. [W/m²]	Mittel [W/m²]
<b>Gesamt einfallend</b>				
West (A270°, 1,35 m²)	620446,1	0	800,3	70,8
West (A270°, 1,35 m²)	612851,5	0	799,5	70
West (A270°, 2 m²)	621202,1	0	800,9	70,9
West (A270°, 1,35 m²)	613744,4	0	799,6	70,1
<b>Innere Oberfläche (einschließlich Strahlungsquelle)</b>				
West (A270°, 1,35 m²)	11443	0	9,9	1,3
West (A270°, 1,35 m²)	11443	0	9,9	1,3
West (A270°, 2 m²)	11443	0	9,9	1,3
West (A270°, 1,35 m²)	11443	0	9,9	1,3

**Fall 1/Zone 1/Bauteil 5: Verschattungsfaktoren (diffuse Strahlung)**

Name	Sky view factor with shading	Sky view factor no shading	Verschattungsfaktor (quotient)
Süd (A180°, 1,35 m²)	0,491	0,5	0,982
Süd (A180°, 1,35 m²)	0,491	0,5	0,983

**Fall 1/Zone 1/Bauteil 5: Solarstrahlung**

Orientierung (Fläche)	Gesamtsumme [Wh/m²]	Min. [W/m²]	Max. [W/m²]	Mittel [W/m²]
Gesamt einfallend				
Süd (A180°, 1,35 m²)	809991,2	0	829,5	92,5
Süd (A180°, 1,35 m²)	809672,9	0	829,6	92,4
Innere Oberfläche (einschließlich Strahlungsquelle)				
Süd (A180°, 1,35 m²)	11443	0	9,9	1,3
Süd (A180°, 1,35 m²)	11443	0	9,9	1,3

**Fall 1/Zone 1/Bauteil 6: Verschattungsfaktoren (diffuse Strahlung)**

Name	Sky view factor with shading	Sky view factor no shading	Verschattungsfaktor (quotient)
Ost (A90°, 1,08 m²)	0,466	0,5	0,932
Ost (A90°, 0,81 m²)	0,465	0,5	0,931
Ost (A90°, 0,54 m²)	0,459	0,5	0,917

**Fall 1/Zone 1/Bauteil 6: Solarstrahlung**

Orientierung (Fläche)	Gesamtsumme [Wh/m²]	Min. [W/m²]	Max. [W/m²]	Mittel [W/m²]
Gesamt einfallend				
Ost (A90°, 1,08 m²)	609318,6	0	745,5	69,6
Ost (A90°, 0,81 m²)	609071,3	0	745,4	69,5
Ost (A90°, 0,54 m²)	601466,4	0	744,1	68,7
Innere Oberfläche (einschließlich Strahlungsquelle)				
Ost (A90°, 1,08 m²)	11443	0	9,9	1,3
Ost (A90°, 0,81 m²)	11443	0	9,9	1,3
Ost (A90°, 0,54 m²)	11443	0	9,9	1,3

**Fall 1/Zone 1/Bauteil 7: Verschattungsfaktoren (diffuse Strahlung)**

Name	Sky view factor with shading	Sky view factor no shading	Verschattungsfaktor (quotient)
West (A270°, 1,8 m²)	0,474	0,5	0,949

**Fall 1/Zone 1/Bauteil 7: Solarstrahlung**

Orientierung (Fläche)	Gesamtsumme [Wh/m²]	Min. [W/m²]	Max. [W/m²]	Mittel [W/m²]
Gesamt einfallend				
West (A270°, 1,8 m²)	618883,9	0	800,4	70,6
Innere Oberfläche (einschließlich Strahlungsquelle)				
West (A270°, 1,8 m²)	11443	0	9,9	1,3

## Fall 2 - Außenwand mit Innendämmung

### Bauteile/ Fenster/ Sonnenschutz

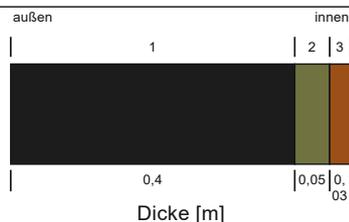
#### Konstruktion (Id.4): Boden Holz auf granulat

Homogene Schichten

Wärmedurchlasswiderstand: 5,475 m<sup>2</sup>K/W (ohne R<sub>si</sub>,R<sub>se</sub>)

Wärmeübergangskoeffizient (U-Wert): 0,177 W/m<sup>2</sup>K

Dicke: 0,48 m



Nr.	Material/Schicht (außen --> innen)	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	c [J/kgK]	$\lambda$ [W/mK]	Dicke [m]	Farbe
1	Schaumglas Granulat	150	900	0,09	0,4	
2	Perliteschüttung	165	850	0,06	0,05	
3	Eichenholz alt	740	1400	0,1522	0,03	

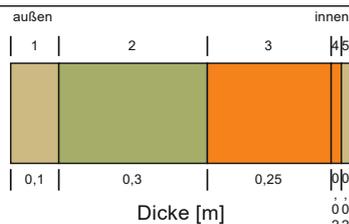
#### Konstruktion (Id.2): Dach\_bis1948\_Lehmschlag

Homogene Schichten

Wärmedurchlasswiderstand: 9,145 m<sup>2</sup>K/W (ohne R<sub>si</sub>,R<sub>se</sub>)

Wärmeübergangskoeffizient (U-Wert): 0,107 W/m<sup>2</sup>K

Dicke: 0,69 m



Nr.	Material/Schicht (außen --> innen)	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	c [J/kgK]	$\lambda$ [W/mK]	Dicke [m]	Farbe
1	dena Lehmputz	1514	1000	0,9	0,1	
2	Strohdämmung	105	1600	0,05	0,3	
3	Weichholz	400	1400	0,09	0,25	
4	Weichholz	400	1400	0,09	0,02	
5	Lehmputz	1514	1000	0,59	0,02	

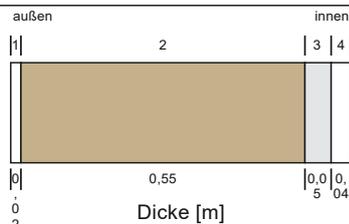
#### Konstruktion (Id.5): Lehm Ziegel Wand Innendämmung

Homogene Schichten

Wärmedurchlasswiderstand: 1,482 m<sup>2</sup>K/W (ohne R<sub>si</sub>,R<sub>se</sub>)

Wärmeübergangskoeffizient (U-Wert): 0,605 W/m<sup>2</sup>K

Dicke: 0,66 m



Nr.	Material/Schicht (außen --> innen)	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	c [J/kgK]	$\lambda$ [W/mK]	Dicke [m]	Farbe
1	Lehmputz	1514	1000	0,59	0,02	
2	Lehmziegel Bestand	1900	1000	0,9	0,55	
3	Strohdämmplatte	145	1162	0,065	0,05	
4	Lehmputz	1514	1000	0,59	0,04	

**Konstruktion (Id.3): Lehmwand Innen**

<p>Homogene Schichten</p> <p>Wärmedurchlasswiderstand: 0,526 m<sup>2</sup>K/W (ohne R<sub>si</sub>,R<sub>se</sub>)</p> <p>Wärmeübergangskoeffizient (U-Wert): 1,272 W/m<sup>2</sup>K</p> <p>Dicke: 0,5 m</p>	
--	--

Nr.	Material/Schicht (außen --> innen)	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$c$ [J/kgK]	$\lambda$ [W/mK]	Dicke [m]	Farbe
1	Lehmziegel	1900	1000	0,95	0,5	

**Fensterart (Id 1): Glazing: Clear 3 Layers, Frame: Wood/Vinyl - Operable**

**Basic data**

U <sub>w</sub> -montiert [W/m <sup>2</sup> K]	1
Rahmenreduktionsfaktor	0,7
Solar energy transmittance hemispherical	0,6
Langw. Strahlungsem.-grad (Mittel Verglasung/Rahmen)	0,8

**Solar radiation angle dependent data**

Angle [°]	Gesamt solar trans.
0	0,6

## Ergebnis

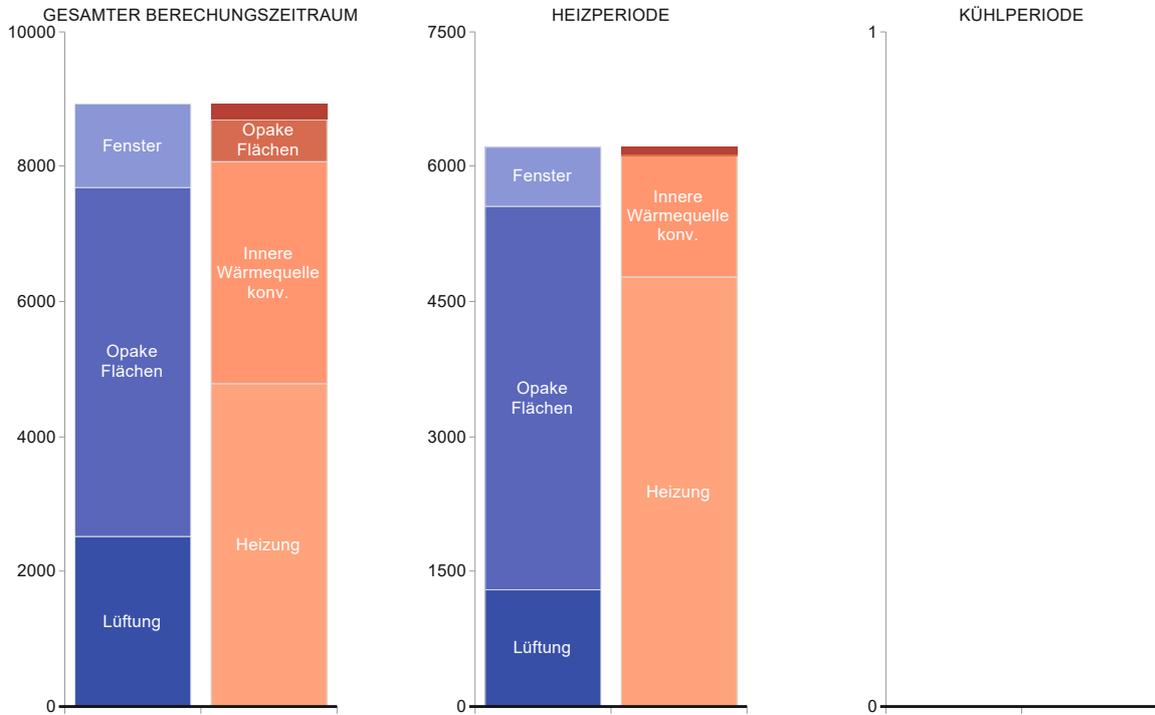
## Wärmegewinn/-verlust durch Bauteile [kWh]

Nr.	Bauteil-Gruppe	Gewinn	Verlust
1	Außenwände	3	3946
2	Decke zu nicht klimatisierter Zone	773	659
3	Fußboden auf Erdreich	136	1291
4	Innenwand	675	222
5	Fenster	2308	1255

## Fall 7/Zone 1: Hauptergebnis

Spezifikation	Wert		
Heizperiode [d]	137,8		
Kühlperiode [d]	0		
Heizbedarf [kWh]	4777,8		
Kühlbedarf [kWh]	0		
Befeuchtungsbedarf [kg]	0		
Entfeuchtungsbedarf [kg]	0		
Min/Max/Mittelwert			
Spezifikation	Min	Max	Mittel
Innentemperatur [°C]	17	30,6	22
Rel. Feuchte innen [%]	10	100	54,6
Heizlast [kW]	0	5	0,5
Kühllast [kW]	0	0	0
Befeuchtung [kg/h]	0	0	0
Entfeuchtung [kg/h]	0	0	0

ENERGIEBILANZ / KONVEKTIVE STRÖME kWh/a



Energiebilanz [kWh/a]

Spezifikation	Gesamt Zeitraum	Heizung Zeitraum	Kühlung Zeitraum
Lüftung	8,3	0,1	0
Solare Warmegewinne, gesamt	2300,1	703,5	0
Solare Warmegewinne, konvektiv	230	70,4	0
Fenster	7,4	0,1	0
Opake Flächen	613,2	21	0
Innere Wärmequelle strahl.	1666,1	680,1	0
Innere Wärmequelle konv.	3294,6	1341	0
Heizung	4777,8	4777,8	0
Fenster	1254,9	646,7	0
Opake Flächen	5145	4267,8	0
Lüftung	2531,3	1295,9	0

Fall 7/Zone 1: Inneklimaqualität in % von Zeit in vier Kategorien (prEN 15251:2006)

Prozentsatz	6	8	5	80
Thermische Umgebung	I	II	III	IV
Prozentsatz	6	40	12	42
Raumluft Qualität	I	II	III	IV

**Fall 7/Zone 1: Wärmegewinne/-verluste - gesamte Berechnungsperiode [kWh]**

Nr.	Bauteil	Gewinn	Verlust
1	Bauteil 1: Bodenaufbau	136	1291
2	Bauteil 2: Decke zu unbeh. Dachraum	773	659
3	Bauteil 3: Außenwand	3	3946
4	Bauteil 4: Fenster	1076	585
5	Bauteil 5: Fenster	480	261
6	Bauteil 6: Fenster	432	235
7	Bauteil 7	320	174

**Fall 7/Zone 1: Wärmegewinne/-verluste - Heizperiode [kWh]**

Nr.	Bauteil	Gewinn	Verlust
1	Bauteil 1: Bodenaufbau	11	838
2	Bauteil 2: Decke zu unbeh. Dachraum	44	614
3	Bauteil 3: Außenwand	1	2724
4	Bauteil 4: Fenster	328	301
5	Bauteil 5: Fenster	146	135
6	Bauteil 6: Fenster	132	121
7	Bauteil 7	98	90

**Fall 7/Zone 1/Bauteil 1: Min/Max/Mittelwert**

Schicht	Dicke [cm]	Min. (Abst.[cm])	Max. (Abst.[cm])	Mittel
Temperatur [°C]				
Schaumglas Granulat	40	0,5 (0)	27,8 (39,829)	13,1
Perliteschüttung	5	16,1 (0,171)	29,1 (4,829)	20,7
Eichenholz alt	3	16,8 (0,171)	30 (3)	21,4
Wassergehalt [kg/m³]				
Schaumglas Granulat	40	0,47 (0)	0,47 (0)	0,47
Perliteschüttung	5	28 (0,171)	28 (0,171)	28,003
Eichenholz alt	3	104 (0,171)	104 (0,171)	104,012

**Fall 7/Zone 1/Bauteil 1: U-effektiv [W/m²K] (theoretischer Wert 0,177)**

Orientierung (Fläche)	Gesamte Rechenzeit	Heizperiode	Kühlperiode
horizontal (A0°, 78 m²)	0,106	0,194	

**Fall 7/Zone 1/Bauteil 1: Solarstrahlung**

Orientierung (Fläche)	Gesamtsumme [Wh/m²]	Min. [W/m²]	Max. [W/m²]	Mittel [W/m²]
Innere Oberfläche (einschließlich Strahlungsquelle)				
horizontal (A0°, 78 m²)	7361,6	0	5,3	0,8

**Fall 7/Zone 1/Bauteil 2: Min/Max/Mittelwert**

Schicht	Dicke [cm]	Min. (Abst.[cm])	Max. (Abst.[cm])	Mittel
Temperatur [°C]				
dena Lehmputz	10	-9,3 (0)	28,8 (0)	10,6
Strohdämmung	30	-8,5 (0,246)	28 (0,246)	14,7
Weichholz	25	12,1 (0,246)	29,9 (24,754)	20,2
Weichholz	2	17,2 (1,754)	30,3 (1,754)	21,9
Lehmputz	2	17,2 (2)	30,4 (2)	22
Wassergehalt [kg/m³]				
dena Lehmputz	10	18,8 (0)	18,8 (0)	18,802
Strohdämmung	30	5 (0,246)	5 (0,246)	5,001
Weichholz	25	60 (0,246)	60 (0,246)	60,007
Weichholz	2	60 (0,246)	60 (0,246)	60,007
Lehmputz	2	18,8 (0,246)	18,8 (0,246)	18,802

**Fall 7/Zone 1/Bauteil 2: U-effektiv [W/m²K] (theoretischer Wert 0,107)**

Orientierung (Fläche)	Gesamte Rechenzeit	Heizperiode	Kühlperiode
horizontal (A0°, 78 m²)	-0,014	0,14	

**Fall 7/Zone 1/Bauteil 2: Solarstrahlung**

Orientierung (Fläche)	Gesamtsumme [Wh/m²]	Min. [W/m²]	Max. [W/m²]	Mittel [W/m²]
Innere Oberfläche (einschließlich Strahlungsquelle)				
horizontal (A0°, 78 m²)	7361,6	0	5,3	0,8

**Fall 7/Zone 1/Bauteil 3: Verschattungsfaktoren (diffuse Strahlung)**

Name	Sky view factor with shading	Sky view factor no shading	Verschattungsfaktor (quotient)
Süd (A180°, 11,7 m²)	0,489	0,5	0,979
West (A270°, 23,35 m²)	0,443	0,5	0,886
Nord (A360°, 14,4 m²)	0,49	0,5	0,979
Ost (A90°, 28,77 m²)	0,45	0,5	0,899

**Fall 7/Zone 1/Bauteil 3: Min/Max/Mittelwert**

Schicht	Dicke [cm]	Min. (Abst.[cm])	Max. (Abst.[cm])	Mittel
Temperatur [°C]				
Lehmputz	2	-8,8 (0)	33,5 (0)	11,5
Lehmziegel Bestand	55	-7,5 (0,236)	31,4 (0,236)	14
Strohdämmplatte	5	6,3 (0,236)	29,7 (4,764)	18,5
Lehmputz	4	14,8 (0,236)	30,1 (4)	21
Wassergehalt [kg/m³]				
Lehmputz	2	10 (0)	10 (0)	10,001
Lehmziegel Bestand	55	5,79 (0,236)	5,79 (0,236)	5,791
Strohdämmplatte	5	17,717 (0,236)	17,717 (0,236)	17,719
Lehmputz	4	10 (0,236)	10 (0,236)	10,001

**Fall 7/Zone 1/Bauteil 3: U-effektiv [W/m²K] (theoretischer Wert 0,605)**

Orientierung (Fläche)	Gesamte Rechenzeit	Heizperiode	Kühlperiode
Süd (A180°, 11,7 m²)	0,494	0,668	
West (A270°, 23,35 m²)	0,494	0,668	
Nord (A360°, 14,4 m²)	0,494	0,668	
Ost (A90°, 28,77 m²)	0,494	0,668	

**Fall 7/Zone 1/Bauteil 3: Solarstrahlung**

Orientierung (Fläche)	Gesamtsumme [Wh/m²]	Min. [W/m²]	Max. [W/m²]	Mittel [W/m²]
<b>Gesamt einfallend</b>				
Süd (A180°, 11,7 m²)	421913,4	0	305,3	48,2
West (A270°, 23,35 m²)	421913,4	0	305,3	48,2
Nord (A360°, 14,4 m²)	421913,4	0	305,3	48,2
Ost (A90°, 28,77 m²)	421913,4	0	305,3	48,2
<b>Aborbiert</b>				
Süd (A180°, 11,7 m²)	168765,3	0	122,1	19,3
West (A270°, 23,35 m²)	168765,3	0	122,1	19,3
Nord (A360°, 14,4 m²)	168765,3	0	122,1	19,3
Ost (A90°, 28,77 m²)	168765,3	0	122,1	19,3
<b>Innere Oberfläche (einschließlich Strahlungsquelle)</b>				
Süd (A180°, 11,7 m²)	7361,6	0	5,3	0,8
West (A270°, 23,35 m²)	7361,6	0	5,3	0,8
Nord (A360°, 14,4 m²)	7361,6	0	5,3	0,8
Ost (A90°, 28,77 m²)	7361,6	0	5,3	0,8

**Fall 7/Zone 1/Bauteil 4: Verschattungsfaktoren (diffuse Strahlung)**

Name	Sky view factor with shading	Sky view factor no shading	Verschattungsfaktor (quotient)
West (A270°, 1,35 m²)	0,474	0,5	0,947
West (A270°, 1,35 m²)	0,469	0,5	0,938
West (A270°, 2 m²)	0,477	0,5	0,955
West (A270°, 1,35 m²)	0,47	0,5	0,939

**Fall 7/Zone 1/Bauteil 4: Solarstrahlung**

Orientierung (Fläche)	Gesamtsumme [Wh/m²]	Min. [W/m²]	Max. [W/m²]	Mittel [W/m²]
<b>Gesamt einfallend</b>				
West (A270°, 1,35 m²)	421913,4	0	305,3	48,2
West (A270°, 1,35 m²)	421913,4	0	305,3	48,2
West (A270°, 2 m²)	421913,4	0	305,3	48,2
West (A270°, 1,35 m²)	421913,4	0	305,3	48,2
<b>Innere Oberfläche (einschließlich Strahlungsquelle)</b>				
West (A270°, 1,35 m²)	7361,6	0	5,3	0,8
West (A270°, 1,35 m²)	7361,6	0	5,3	0,8
West (A270°, 2 m²)	7361,6	0	5,3	0,8
West (A270°, 1,35 m²)	7361,6	0	5,3	0,8

**Fall 7/Zone 1/Bauteil 5: Verschattungsfaktoren (diffuse Strahlung)**

Name	Sky view factor with shading	Sky view factor no shading	Verschattungsfaktor (quotient)
Süd (A180°, 1,35 m <sup>2</sup> )	0,491	0,5	0,982
Süd (A180°, 1,35 m <sup>2</sup> )	0,491	0,5	0,983

**Fall 7/Zone 1/Bauteil 5: Solarstrahlung**

Orientierung (Fläche)	Gesamtsumme [Wh/m <sup>2</sup> ]	Min. [W/m <sup>2</sup> ]	Max. [W/m <sup>2</sup> ]	Mittel [W/m <sup>2</sup> ]
Gesamt einfallend				
Süd (A180°, 1,35 m <sup>2</sup> )	421913,4	0	305,3	48,2
Süd (A180°, 1,35 m <sup>2</sup> )	421913,4	0	305,3	48,2
Innere Oberfläche (einschließlich Strahlungsquelle)				
Süd (A180°, 1,35 m <sup>2</sup> )	7361,6	0	5,3	0,8
Süd (A180°, 1,35 m <sup>2</sup> )	7361,6	0	5,3	0,8

**Fall 7/Zone 1/Bauteil 6: Verschattungsfaktoren (diffuse Strahlung)**

Name	Sky view factor with shading	Sky view factor no shading	Verschattungsfaktor (quotient)
Ost (A90°, 1,08 m <sup>2</sup> )	0,466	0,5	0,932
Ost (A90°, 0,81 m <sup>2</sup> )	0,465	0,5	0,931
Ost (A90°, 0,54 m <sup>2</sup> )	0,459	0,5	0,917

**Fall 7/Zone 1/Bauteil 6: Solarstrahlung**

Orientierung (Fläche)	Gesamtsumme [Wh/m <sup>2</sup> ]	Min. [W/m <sup>2</sup> ]	Max. [W/m <sup>2</sup> ]	Mittel [W/m <sup>2</sup> ]
Gesamt einfallend				
Ost (A90°, 1,08 m <sup>2</sup> )	421913,4	0	305,3	48,2
Ost (A90°, 0,81 m <sup>2</sup> )	421913,4	0	305,3	48,2
Ost (A90°, 0,54 m <sup>2</sup> )	421913,4	0	305,3	48,2
Innere Oberfläche (einschließlich Strahlungsquelle)				
Ost (A90°, 1,08 m <sup>2</sup> )	7361,6	0	5,3	0,8
Ost (A90°, 0,81 m <sup>2</sup> )	7361,6	0	5,3	0,8
Ost (A90°, 0,54 m <sup>2</sup> )	7361,6	0	5,3	0,8

**Fall 7/Zone 1/Bauteil 7: Verschattungsfaktoren (diffuse Strahlung)**

Name	Sky view factor with shading	Sky view factor no shading	Verschattungsfaktor (quotient)
West (A270°, 1,8 m <sup>2</sup> )	0,474	0,5	0,949

**Fall 7/Zone 1/Bauteil 7: Solarstrahlung**

Orientierung (Fläche)	Gesamtsumme [Wh/m <sup>2</sup> ]	Min. [W/m <sup>2</sup> ]	Max. [W/m <sup>2</sup> ]	Mittel [W/m <sup>2</sup> ]
Gesamt einfallend				
West (A270°, 1,8 m <sup>2</sup> )	421913,4	0	305,3	48,2
Innere Oberfläche (einschließlich Strahlungsquelle)				
West (A270°, 1,8 m <sup>2</sup> )	7361,6	0	5,3	0,8