



architektur +
raumplanung

DIPLOMARBEIT

(Diploma Thesis)

Nachhaltige und zukunftsorientierte Sanierung eines Vierkant-Bauernhofes in ein Mehrparteien-Wohngebäude mit Holzbau-Erweiterung

Sustainable and future-oriented retrofit of a farmhouse into a multi-apartment residential building
with a wooden extension

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grades
eines Diplom-Ingenieur / Diplom-Ingenieurin eingereicht an der TU Wien,
Fakultät für Architektur und Raumplanung

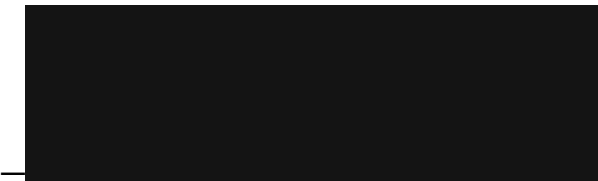
Submitted in satisfaction of the requirements for the degree of Diplom-Ingenieur / Diplom-Ingeneurin
at the TU Wien, Faculty of Architecture and Planung

von

Karina Ahrer
01631360

Betreuer: Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Alireza Fadai
Institut für Architektur und Entwerfen
Forschungsbereich Tragwerksplanung und Ingenieurholzbau
Technische Universität Wien
Karlsplatz 13, 1040 Wien, Österreich

Wien, am 1.10.2024



KURZFASSUNG

Immer mehr Bauernhöfe in Österreich stehen leer. Dafür gibt es verschiedene Gründe wie fehlende Nachfolge, kaum wirtschaftlich oder Landflucht. Bauernhöfe haben als lokale Versorger der Bevölkerung gedient, und die leerstehenden Ställe zeigen, dass dies nicht mehr der Fall ist, seitdem Produkte aus der ganzen Welt konsumiert werden können. Der Bauernhof meiner Großeltern steht aufgrund der fehlenden Nachfolge leer. Es gibt Erben, die jedoch keinen Bauernhof übernehmen möchten, weil viel Zeit, Geld und Arbeit in eine Revitalisierung gesteckt werden müsste.

Leerstehende Gebäude haben ein großes Potenzial für eine nachhaltige Nutzung. Die Hauptstruktur ist vorhanden, somit muss nicht von Grund neu begonnen werden. Im Jahr 2024 haben wir genug Boden versiegelt, um Schutz für Menschen und Tiere zu geben, und trotzdem wird weitergebaut, statt alte Gebäude zu nutzen. Die Bauindustrie ist der größte Verbraucher von CO_{2e}, und das muss sich ändern, um unsere Klimaziele erreichen zu können.

In dieser Arbeit werden nachhaltige Möglichkeiten und Strategien untersucht und angewendet, um eine neue Nutzung von leerstehenden Bauernhöfen zu ermöglichen. Durch die optimale Lage für einen Wohnbau durch die Nähe an der Stadt Steyr wird eine Sanierung und Aufstockung geplant.

Es werden State of the Art Lösungen für ein nachhaltiges Bauen und im Zusammenhang mit der zukünftigen OIB 7 Richtlinie und Zertifikaten aufgearbeitet. Es wird über die derzeitigen Normen hinaus recherchiert, um den Baumüll zu reduzieren und die Recyclingquote zu erhöhen. Dabei spielt auch die zukünftige Nutzung und ein möglicher Abbruch eine entscheidende Rolle, da das Gebäude noch viele weitere Jahre den Menschen nutzen soll. Themen wie sortenreines Bauen, Vorfertigung und generationsübergreifendes Wohnen werden aufgegriffen, da diese sehr wichtige Themen sind für ein nachhaltiges und zukunftsfähiges Gebäude.

Der Bauernhof meiner Großeltern wird als Beispiel für einen nachhaltigen Entwurf einer Sanierung und Aufstockung genutzt, der alle wichtigen Themen eines nachhaltigen Bauens beinhaltet. Durch durchdachte Pläne, Aufbauten und Konzepte dient der Entwurf als ein Musterbeispiel für zukünftige Renoverierungen von Vierkanthöfen. Es wird behutsam in die Struktur eingegriffen und diese verbessert beziehungsweise die landwirtschaftlich-genutzten leerstehenden Flächen werden umgebaut, um eine neue Nutzung zu ermöglichen.

ABSTRACT

More and more farms in Austria are empty. There are various reasons for this, such as a lack of successors, no longer being economically viable or rural exodus. Farms have served as local suppliers to the population and the empty stables show that this is no longer the case since products from all over the world can be consumed. My grandparents' farm is empty due to the lack of successors. There are heirs who do not want to take over a farm, because a lot of time, money and work would have to be put into revitalization.

Empty buildings have great potential for sustainable use. The main structure is there, so there is no need to start from scratch. In 2024, we will have sealed enough ground to provide protection for people and animals, and yet construction will continue instead of using old buildings. The construction industry is the largest consumer of CO_{2e} and this must change in order to achieve our climate goals.

In this work, sustainable options and strategies are examined and applied to enable new uses of empty farms. Due to the optimal location for a residential building due to the proximity to the city of Steyr, a renovation and extension is planned. State-of-the-art solutions for sustainable construction are being worked on and brought into connection with the future OIB 7 guidelines and certificates. Research is being carried out beyond the current standards in order to reduce construction waste and increase the recycling rate. Future use and possible demolition also play a decisive role, as the building is intended to be of use to humanity for many more years to come. Topics such as pure construction, prefabrication and intergenerational living are taken up, as these are very important topics for a sustainable and future-proof building.

My grandparents' farm is being used as an example of a sustainable design for a renovation and extension, which includes all the important topics of sustainable construction. Through well-thought-out plans, structures and concepts, the design serves as a model example for future renovations of square farms. The structure will be carefully modified and improved, and the vacant agricultural areas will be converted to enable new use.

INHALTSVERZEICHNIS

KURZFASSUNG

II

ABSTRACT

III

INHALTSVERZEICHNIS

IV

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

VII

1. EINLEITUNG

1

2. NACHHALTIGES BAUEN

3

2.1 OIB-Richtlinie 7

3

2.2 EU Green Deal

4

3. SORTENREINES BAUEN

5

3.1 Recycling

5

3.2 Das Schichtenmodell

7

3.3 Urbane Mine und Digitalisierung

8

3.4 Ganzheitliche Planung

8

4. ZUKUNFTSORIENTIERTES BAUEN

9

4.1 Betrachtung des ganzen Lebenszyklus

9

4.2 Zertifizierungssysteme

11

5. HOLZBAU

15

5.1 Regionales Vorkommen

15

5.2 Sortenreine Benutzung

15

5.3 Vorfertigung

18

6. NACHHALTIGES SANIEREN	19	⋮
6.1 Revitalisierung	19	⋮
6.2 Mehrfamilienhäuser	19	⋮
6.3 Energieeffizienz	20	⋮
7. DER BAUERNHOF	21	⋮
7.1 Geschichte	23	⋮
7.2 Eigenschaften	24	⋮
8. DER ENTWURF	25	⋮
8.1 Schlussfolgerung aus Recherche	25	⋮
8.2 Entwurfsentwicklung	25	⋮
8.3 Materialien	29	⋮
8.4 Gemeinschaftsräume	30	⋮
8.5 Bestandspläne	34	⋮
8.6 Umbaupläne	39	⋮
8.7 Entwurfspläne	42	⋮
8.8 Wohnungen	49	⋮
8.9 Tragwerkspläne	54	⋮
8.10 Aufbauten	57	⋮
8.11 Details	59	⋮
8.12 Visualisierungen	61	⋮
9. ANALYSE	64	⋮
9.1 Energieausweis	64	⋮
9.2 Lichtstudien	67	⋮
9.3 Sommerliche Überwärmung	69	⋮
9.4 Vorhandene Materialien wiederverwenden	70	⋮
9.5 CO _{2e} Einsparung	71	⋮
10. RESUMÉE	73	⋮

VERZEICHNISSE	75
Quellenverzeichnis	75
Abbildungsverzeichnis	78
Diagrammverzeichnis	82
 ANHANG A: ENERGIEAUSWEIS-AUSWERTUNGEN BESTAND	 84
 ANHANG B: ENERGIEAUSWEIS-AUSWERTUNGEN NEUBAU	 100
 ANHANG C: BESTANDSPLÄNE	 118

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

3D	Dreidimensional
BIM	Building Information Modelling
BGF	Bruttogrundfläche
BREEAM	Building Research Establishment Environmental Assessment Method
BSP	Brettsperrholz
CO _{2e}	Kohlendioxid Äquivalente
EN	Europäische Norm
EU	Europäische Union
GWP	Globales Erwärmungspotenzial
HWB	Heizwärmebedarf
LCA	Lebenszyklusanalyse
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design
NOCMAT	Non-conventional Materials and Technologies
OI3-Index	Ökoindex OI3
OIB	Österreichisches Institut für Bautechnik
ÖNORM	Österreichische Norm
Oö.	Oberösterreichische
Top	Wohnungsnummer
URL	Uniform Resource Locator
U-Wert	Wärmedurchgangskoeffizient
WD	Wärmedämmung
XPS	Extrudierter Polystyrol-Hartschaum

In dieser Arbeit verwendete Größen basieren auf das internationale Einheitensystem SI.

1. EINLEITUNG

Immer mehr Bauernhäuser in Österreich stehen leer oder werden nicht mehr als wirtschaftlicher Betrieb geführt. Die Gebäude sind meist über 100 Jahre alt und haben eine lange Tradition. Es ist wichtig, eine neue Nutzung und neue Funktionen zu finden, bevor gut erhaltene Höfe dem Verfall überlassen werden. Es gibt bereits viele erfolgreiche Projekte wie ein Hotel, Wohnungen, Urlaub am Bauernhof und andere wirtschaftliche Nutzungen.

Dies ist der Ausgangspunkt dieser Masterarbeit. Der Bauernhof in St. Ulrich bei Steyr befindet sich seit mehr als 100 Jahren im Familienbesitz, hat eine gute Lage mit Blick über Steyr und einer 10-minütigen Autofahrt in das Zentrum. Der Hof war bis vor 15 Jahren ein Betrieb mit mehr als 20 Tieren in der Mutterkuhhaltung, circa 5 Schweine und bis jetzt noch circa 20 Hühner. Wie bei vielen Bauernhäusern in Österreich führte die fehlende Übernahme der nächsten Generation zu einem betrieblichen Stillstand. Meine Großeltern wohnen noch im Wohntrakt des Gebäudes im unteren Stockwerk, doch mit über 80 Jahren können sie sich immer weniger um den Hof kümmern. Der Rest des 915 m² Gebäudes steht leer und wird teils als Lagerraum, Garage oder Stall für die Hühner genutzt.

Als herangehende Architekt/innen beschäftigt man sich mit dem Thema Nachhaltigkeit, da dies ein sehr wichtiges Thema für die Zukunft ist. Unsere Arbeit ist zu bauen, jedoch brauchen wir keine Neubauten mehr. Es ist bereits genug Fläche verbaut. Dadurch wird die Sanierung von Bestandsbauten ein wichtiger Teil meiner zukünftigen Arbeit sein, um Bauernhäuser wie das meiner Großeltern oder Einfamilienhäuser umzubauen, zu sanieren und zu renovieren.

Es steht viel Potenzial in alten Gebäuden, die nicht abgerissen werden müssen, um wieder nutzbare Flächen zu werden. Wie man auch bei diesem Projekt sieht, sind die Substanz, die Materialien und das Tragwerk meist noch in sehr gutem Zustand, was genutzt werden kann, um eine zukunftsfähige Nutzung zu ermöglichen. Diese Arbeit beschreibt nicht nur die Sanierung des Gebäudes, sondern untersucht die nachhaltigsten Möglichkeiten ein Haus wie dieses zu erweitern. Dabei werden nicht nur die derzeitigen Normen und Zertifizierungen herangezogen, sondern auch auf den ganzen Lebenszyklus, zukünftige Funktionalität und die Materialität geachtet. Nachhaltiges Sanieren umfasst viele Bereiche, die in der Planung zusammenspielen und sich gegenseitig unterstützen sollen. Dabei wird zum Beispiel die vorhandene Mauerwand mit einem nachhaltigen Material gedämmt, anstatt diese abzureißen und einen bauphysikalisch besseren Holzbau zu errichten.

Bei einer Sanierung ist es wichtig, den bereits vorhandenen Bestand zu nutzen und Abfall zu vermeiden, da dieser meist aufgrund von irreversiblen Verbindungen nicht weiterverwendbar ist. Man plant so, dass ein zukunftsorientiertes und möglichst nachhaltiges Gebäude am Ende entsteht, das im ganzen Lebenszyklus (auch beim Abbruch) so wenig CO_{2e} und Müll wie möglich verbraucht. Diese Anforderung ist nicht die einzige, die ein zukunftsfähiges Haus haben sollte. Diese sind auch teils in den neuen OIB-Richtlinie 7 und in den Nachhaltigkeitszertifikaten beschrieben, jedoch sind diese nicht genug. Die Anwendung dieser sollte ein Muss für alle zukünftigen Gebäude sein, und Nachhaltigkeit muss darüber hinausgehen.

Der Bauernhof wird mit einer gewissen Flexibilität geplant, die der Holzbau und das vorhandene Tragwerk ermöglichen. Ein Wohnbau mit 4-5 Einheiten wie dieser muss, um als zukunftsfähig zu gelten und auch flexibel umbau- und erweiterbar sein. Dieses Bauernhaus steht seit über 100 Jahren, und es wurde immer wieder umgebaut, erweitert und umgenutzt. Das soll auch für die nächsten mehr als 100 Jahre möglich sein. Das am wenigsten nachhaltigste Gebäude ist, das nach 20 Jahren wieder abgerissen und neu gebaut wird, weil es nicht saniert oder umgenutzt werden kann. Die Möglichkeit, hier flexibel 4 weitere Wohneinheiten einzubauen, ist nicht selbstverständlich, doch durch die großen Stallräume mit einem gut erhaltenen Tragwerk ist das möglich.

Ein Gegenargument, um Bauernhöfe nicht zu sanieren, ist die Landflucht, und diese betrifft auch die Region um Steyr. Jedoch ist der Standort des Bauernhofes ideal gelegen, da das Zentrum der Stadt nur 10 Minuten mit dem Auto zu erreichen ist. Der Ort St. Ulrich bei Steyr ist beliebt, da dieser direkt an die Stadt grenzt und trotzdem im Grünen liegt. Somit kann das Schaffen von Wohnen im Bauernhof einige Einfamilienhäuser verhindern, da man alle Vorteile deren hat, ohne ein Haus bauen zu müssen.

Das Kapitel „Sortenreines Bauen“ ist ein wichtiger Punkt dieser Arbeit, da das Thema noch sehr wenig angesprochen und in der Ausführung mit einbezogen wird. Das Ziel ist es, dass man alle Bauteile wieder in Einzelteile zerlegen kann, um diese recycelbar zu machen. Viel zu oft wird dieses Thema missachtet und günstige und neue Lösungen wie Kleben, Schweißen, Brennen genutzt, die dann zu Sondermüll führen. Sortenreines Bauen kann mit nachhaltigen Materialien wie Holz sehr gut erreicht werden und muss nicht teurer sein. Die Planung der Details ist aufwendiger und die Arbeiter/innen vor Ort müssen geschult sein, jedoch ist das eine große Möglichkeit der zukünftigen Generation keinen Müllberg zu hinterlassen.

Im Kapitel „Analyse“ werden einzelne Punkte der Planung wie die Wiederverwendung der Fassade, der Energieausweis, sommerliche Überwärmung und Lichtsimulationen erklärt, die ein wichtiger Teil des nachhaltigen Entwurfes waren. Durch die noch nicht vorhandenen Wände im Heustall (nur Holzplatten als Regenschutz) kann mit einer großen Flexibilität gespielt werden. Die Lichtsimulationen ergeben die besten Positionen der Fenster, die im Sommer wenig Hitze abbekommen und im Winter die Sonne nutzen.

Recherchen haben ergeben, dass bereits viel über Nachhaltigkeit in Normen, Zertifizierungen und Bauordnung eingearbeitet wird, jedoch oft noch nicht in der Bauindustrie angekommen ist. Dazu gibt es auch keine Richtlinien, um Sanierungen zu fördern und Neubauten zu verhindern. Egal wie nachhaltig ein Neubau ist, eine Sanierung ist immer noch nachhaltiger, und das soll dieses Projekt auch zeigen.

Zusätzlich wurden weitere Qualitätsparameter beim Entwurf berücksichtigt, die auf die Bewohner/innen abgestimmt sind, wie zum Beispiel Gemeinschaftsräume, private und offene Freiräume für alle Wohneinheiten, und zur guten Durchlüftung war hier eine zweiseitige Anordnung der Fenster wichtig. Dadurch, dass das Gebäude im Familienbesitz bleibt und an die nächsten Generationen weitergegeben werden soll, wurden hier Möglichkeiten des generationsübergreifenden Wohnens geschaffen. Eine barrierefreie 1-Zimmer Wohnung soll die Flexibilität ermöglichen, dass die ältere Generation nicht ausziehen muss. So ist eine Privatsphäre für beide Generationen gegeben und trotzdem ein gemeinsames Leben möglich.

Somit soll diese Arbeit Lösungen bieten, wie ein Bauernhof zukunftsorientiert und nachhaltig saniert werden kann und zusätzlich eine sinnvolle Weiternutzung ermöglicht. Der Entwurf dient als Beispiel für eine Erweiterung auf mehrere Wohneinheiten, die nicht bei allen Bauernhöfen zukunftsorientiert ist. Dabei spielen die Lage, Anbindung, Infrastruktur, der Bestand und auch die flexible Nachnutzung eine wichtige Rolle. Mit den bereits vorhandenen Normen und Zertifizierungen ist ein Grundstein für ein nachhaltiges Bauen gelegt, aber es benötigt zusätzlich noch ein Umdenken der Bauherren, Firmen und Förderungen, um es in der Praxis großflächig umzusetzen.

2. NACHHALTIGES BAUEN

Nachhaltige Entwicklung wurde 1987 von den United Nations spezifiziert, die alle Bedürfnisse der Gegenwart deckt, ohne Kompromisse für die Deckung der Bedürfnisse der zukünftigen Generationen zu schaffen. Das bedeutet für die Bauindustrie eine Verwendung von Materialien für neue Gebäude in dem Maß, dass auch zukünftige Generationen noch genug haben, um bauen zu können.¹

Dabei geht es nicht nur um den nachhaltigen Schutz von Umwelt und Ressourcen, sondern umfasst auch die 3 vorgestellten Säulen aus dem Brundtland-Report¹:

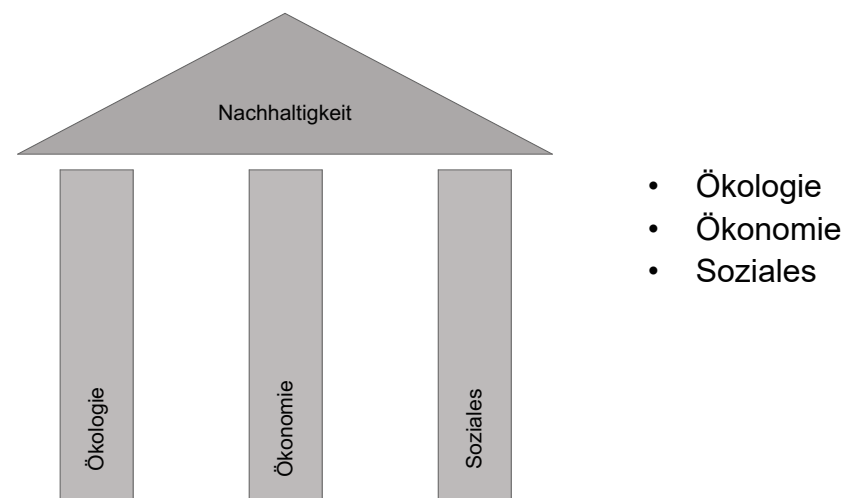


Abbildung 1: 3 Säulen der Nachhaltigkeit, eigene Darstellung nach UN Sustainability Report¹

In diesem Kapitel wird zuerst der Begriff Nachhaltigkeit erklärt und dann aufgezeigt, welche Richtlinien und Normen es bereits gibt oder in Planung sind, die die Umsetzung im Bau vorgeben.

Der Begriff „Nachhaltigkeit“ wurde ursprünglich in der Forstwirtschaft verwendet und erstmals 1713 schriftlich festgehalten. Es war ein rein wirtschaftliches Prinzip zur dauerhaften Sicherung kontinuierlicher Holzlieferungen. So sollte immer nur so viel Holz geschlagen werden, wie durch planmäßige Aufforstung nachwachsen konnte. Seit der ersten internationalen Umweltschutzkonferenz in Stockholm 1972 wird dieses Prinzip übertragen.²

Es gibt bereits Rahmenbedingungen, die in den letzten Jahren geschaffen wurden, um den Einsatz von energiesparenden Techniken, ressourcenschonenden Energiequellen und nachhaltigen Produkten in der Bauwirtschaft zu unterstützen. Dabei sind nationale und internationale Gesetze und Normen die Grundlage, um Standards vorzugeben. Sie beschreiben Mindeststandards für den thermischen, visuellen Komfort oder die Luftqualität. Das Problem ist, dass jedes Land seine eigenen Ansätze und Gesetze hat, die nicht unmittelbar vergleichbar sind. Diese Standards werden in diesen Ländern durch Förderungen unterstützt, wie zum Beispiel für Photovoltaik, Geothermie oder Sanierungen von Altbauten. Durch die hohe Lebensdauer von Gebäude- und Anlagentechnik wirken sich die heutigen Entscheidungen langfristig auf die zukünftigen Emissionen aus.³

2.1 OIB-Richtlinie 7

Im Mai 2023 erschien das OIB-Grundlagendokument zur Ausarbeitung einer OIB-Richtlinie 7 „Nachhaltige Nutzung der natürlichen Ressourcen“.

Das Österreichische Institut für Bautechnik (OIB) gibt die OIB-Richtlinien vor um eine Vereinheitlichung der bautechnischen Anforderungen in den Bauordnungen der verschiedenen Bundesländer zu ermöglichen.⁴

¹ (Environment, 1987)

² (Friedrichsen, 2018)

³ (Bauer et al, 2013)

⁴ (Österreichisches Institut für Bautechnik, 2023)

Die OIB-Richtlinie 7 geht von der 7. Grundanforderung der EU-Verordnung Nr. 305/2011 aus:

„7. Nachhaltige Nutzung der natürlichen Ressourcen

Das Bauwerk muss derart entworfen, errichtet und abgerissen werden, dass die natürlichen Ressourcen nachhaltig genutzt werden und insbesondere Folgendes gewährleistet ist:

- a) Das Bauwerk, seine Baustoffe und Teile müssen nach dem Abriss wiederverwendet oder recycelt werden können;
- b) das Bauwerk muss dauerhaft sein;
- c) für das Bauwerk müssen umweltverträgliche Rohstoffe und Sekundärbaustoffe verwendet werden.“⁵

2.2 EU Green Deal

Auf europäischer Ebene erstellt die EU den europäischen Green Deal, der sich den ökologischen Herausforderungen wie Ressourcenknappheit und Klimawandel stellt. Ein wichtiger Teil davon ist auch das nachhaltige Bauen. Die Europäische Union möchte dadurch den Übergang zu einer Wirtschaft schaffen, die bis 2050 keine Netto-Treibhausgase mehr ausstößt, ihr Wachstum von der Ressourcennutzung abkoppelt und niemanden, weder Mensch noch Region im Stich lässt.⁶

Zusätzlich dazu wird die Bauprodukteverordnung überarbeitet, die eine Deklaration des Umweltverhaltens von Bauprodukten inkludieren soll und die als Datengrundlage für die in Zukunft obligatorische Berechnung von Umwelt-Indikatoren wie das globale Erwärmungspotenzial (global warming potential - GWP) dienen soll. Die Ausweisung des GWP ist bereits jetzt Teil der geltenden Vorschriften in einigen europäischen Ländern wie den Niederlanden, Frankreich, Schweden, Dänemark und Norwegen.⁵

Laut OIB-Richtlinie 7 sind folgende Punkte die zukünftigen Kriterien für nachhaltiges Bauen⁵:

- Dokumentation von Materialien und Ressourcen: Materialaufstellung mit einer Datenbasis
- Bauabfälle und Abbruchmaterialien: Vermeidung, Wiederverwendung, Recycling oder Verwertung sollen forciert werden. Dabei sind eine systematische Planung von getrennter Sammlung von Abfällen, möglichst wenig Schadstoffe, leichte Trennbarkeit wichtig.
- Nutzungsdauer, Anpassungsfähigkeit, Dauerhaftigkeit: In die Planung bereits die Dauerhaftigkeit, Lebensdauer, Folgenutzungen und leichte Adaptierbarkeit mit einbeziehen.
- Rückbau: Bereits in der Planung die Rückgewinnung von Bauwerksteilen, -produkten und -stoffen zur Wiederverwendung und ein Rückbaukonzept inkludieren.

Diese Kriterien, die in der Zukunft in der Bauordnung festgehalten werden, werden als Ausgangslage für die nachhaltige Sanierung des Projektes genommen.

- Dokumentation: Das Projekt wird in 3D modelliert, und darin werden die Materialien wie in einer Datenbank dokumentiert.
- Bauabfälle: Bereits in der Entwurfsphase stehen Vermeidung, Wiederverwendung und Recycling an oberster Priorität. Wenn etwas abgebrochen wird, dann wird es bei der Sanierung wiederverwendet oder in einem Altstoffsammelzentrum getrennt und recycelt.
- Nutzungsdauer, Anpassungsfähigkeit: Durch die Sanierung des Bauernhofes wird die Lebensdauer des Gebäudes fortgesetzt, eine Folgenutzung geplant und eine leichte Adaptierbarkeit berücksichtigt.
- Rückbau: Durch die Verwendung von nachhaltigen Materialien und ein sortenreines Bauen kann das Gebäude rückgebaut werden.

⁵ (Österreichisches Institut für Bautechnik, 2023)

⁶ (Europäische Kommission, 2023)

3. SORTENREINES BAUEN

Sortenreines Bauen ist ein wichtiger Teil von der zukünftigen Bauindustrie und wird noch kaum angewendet. Dieses Kapitel beginnt mit der Einführung in die Begriffe Kreislaufwirtschaft und wieso die derzeitige Wirtschaft linear angelegt ist. Sortenreines Bauen ist hier eine Möglichkeit Baumaterialien wieder im Kreislauf einzufügen, statt am Sondermüll zu landen. Dazu werden der Begriff "Recycling" und dessen untergeordnete Kategorien erklärt. Um ein sortenreines Bauen in eine ganzheitliche Planung einzuführen, wird das Schichtenmodell erklärt und das Gebäude als digitales Materialdepot angelegt.

2020 stellte die Europäische Kommission ihren Aktionsplan für die Einführung einer umfassenden Kreislaufwirtschaft bis zum Jahr 2050 vor. Das Ziel ist, alle Güter und Produkte so herzustellen und in Umlauf zu bringen, dass sie sich zu 100% wiederverwenden oder wiederverwerten lassen. Die Idee ist ein Wirtschaftssystem ohne Abfall und dessen Deponierung oder Verbrennung, sowie es unser Planet bereits seit Milliarden von Jahren als natürlicher Kreislauf praktiziert.⁷

Jedoch sind wir davon weit entfernt. Rohstoffe, die in der Bauindustrie benutzt werden, sind meistens Bestandteil eines linearen Systems (siehe Abbildung 2). Nur teils können Stoffe wie zum Beispiel Zement zerkleinert werden und durch Downcycling wiederverwendet werden. Da kann jedoch auch nicht von einem Kreislauf gesprochen werden.⁷ Das Video "The Story of Stuff", in dem Abbildung 2 erklärt wird, wurde 2007 veröffentlicht und zeigt das lineare System unserer Produktion und Konsummuster. Es zeigt sehr gut die Verbindung zwischen unseren ökologischen und sozialen Problemen und zeigt auf, dass man so keine nachhaltige Welt haben kann.⁸

Der Gedanke der Kreislaufwirtschaft ist Rohstoffe so zu verwenden, dass ihr weiterer Einsatz in einer Verbrauchskette über viele Lebenszyklen möglich bleibt. Die Ellen MacArthur Foundation (Abbildung 3) schlägt vor die Materialien in parallelen Kreisläufen zu belassen, ähnlich dem Cradle-to-Cradle-Prinzip nach McDonough und Braungart. Dabei entstehen auch unterschiedlich lange Zyklen aufgrund der Lebensdauer der Materialien. Dabei sollte der Kreislauf auch durch eine regenerative Energiequelle angetrieben werden. Zum Beispiel die Energie für das erneute Einschmelzen von Stahl kommt von Windenergie.⁷

Die ökologische Verantwortung so zu planen, um einen Wiedereinsatz zu ermöglichen, liegt bei den Architekten, Architektinnen, Planern und Planerinnen.

Ein Materialkreislauf ohne Qualitätsverlust ist die Grundvoraussetzung für zukünftiges Bauen. Dabei müssen der Begriff "Recycling" und dessen Unterbegriffe erklärt werden, da diese verschiedene Strategien darstellen.⁷

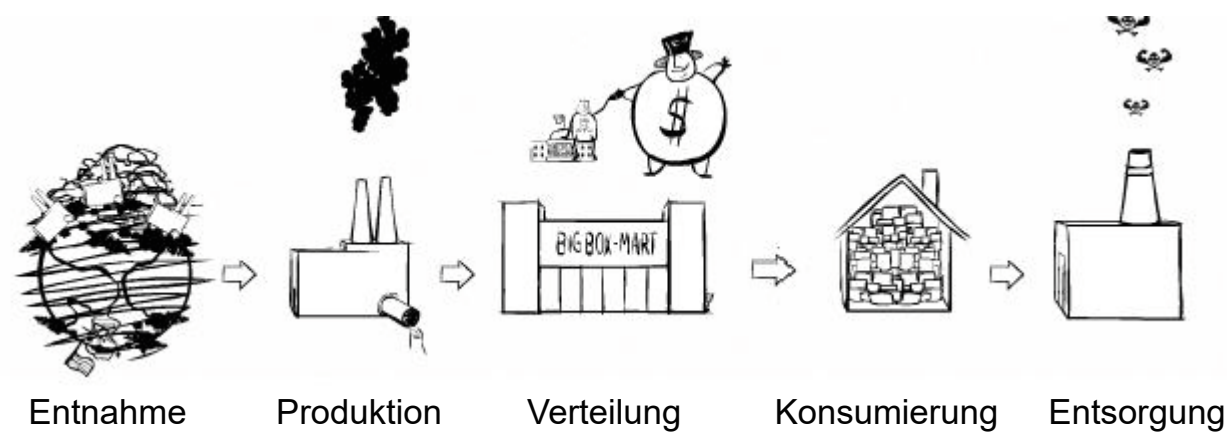


Abbildung 2: Lineares System „The Story of Stuff“ (Leonard, 2009)⁸

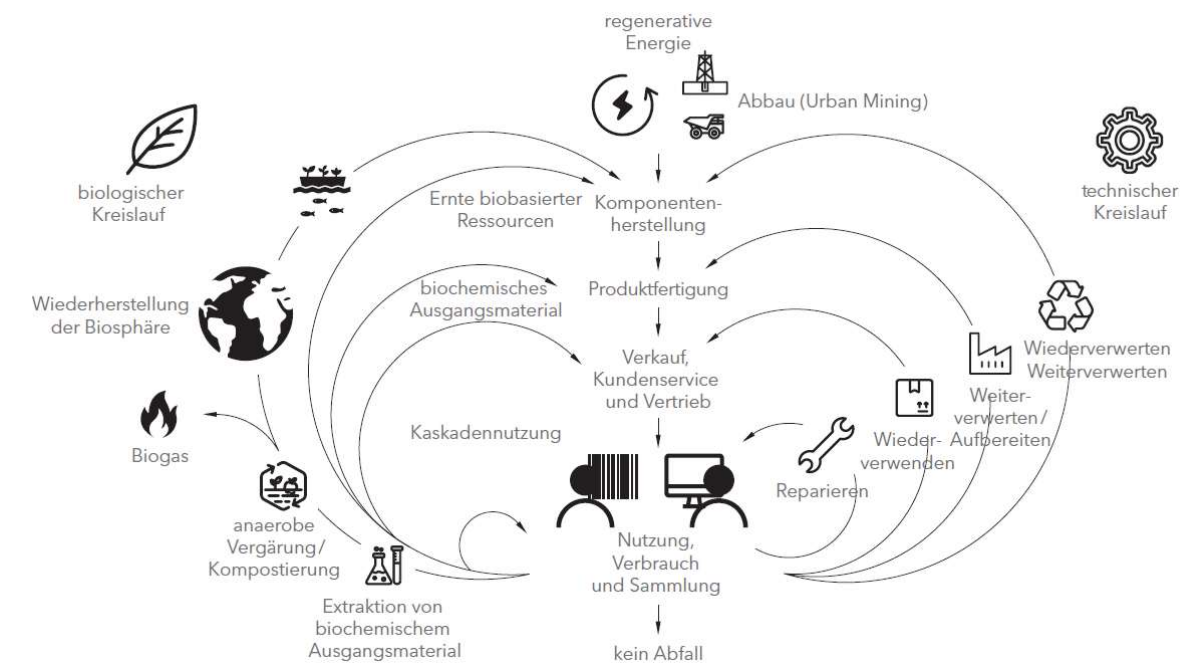


Abbildung 3: Butterfly-Diagramm der Kreislaufwirtschaft der Ellen MacArthur Foundation²⁹

⁷ (Hebel, 2023)

⁸ (Leonard, 2009)

²⁹ (Kreiter, 2019)

3.1 Recycling

Wiederverwendung

Das erneute Einsetzen von Materialien, bei denen die Gestalt, Funktion und stoffliche Komposition unverändert erhalten bleiben, nennt sich Wiederverwendung. Zum Beispiel wird ein Türblatt in einem anderen Gebäude als Türblatt zum Einsatz kommen.⁷

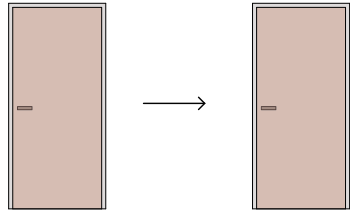


Abbildung 4: Wiederverwendung, eigene Darstellung

Weiterverwendung

Wenn die Gestalt und die stoffliche Komposition bestehen bleiben, aber sich die Funktion des Materials ändert, dann spricht man von Weiterverwendung. Ein Beispiel wäre hier das Türblatt, das als Unterkonstruktion in einen Wandaufbau integriert wird.⁷

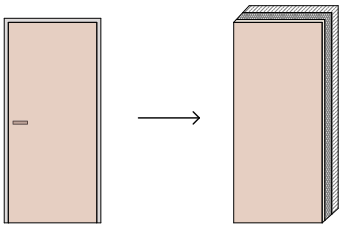


Abbildung 5: Weiterverwendung, eigene Darstellung

Weiterverwertung

Wenn die Gestalt eines Materials durch einen mechanischen Prozess verändert wird, jedoch die Funktion und die stoffliche Komposition behält, dann spricht man von Weiterverwertung. Zum Beispiel wird ein Kunststoffjoghurtbecher zu einem Plattenwerkstoff für eine Küchenfront.⁷

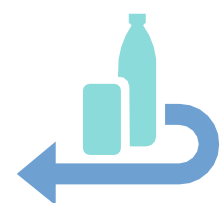


Abbildung 6: Weiterverwertung,
eigene Darstellung nach DPG Deutsche Pfandsystem
GmbH (2024)³⁶

⁷ (Hebel, 2023)

³⁶ (DPG, 2024)

Wiederverwertung

Wenn das Material seine Gestaltung ändert, aber die stoffliche Komposition und Funktion erhalten bleibt, dann spricht man von Wiederverwertung. Ein Beispiel ist, wenn der Joghurtbecher einen weiteren Zyklus als Aufbewahrungsbehälter für Lebensmittel antritt.⁷

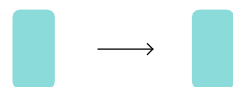


Abbildung 7: Wiederverwertung, eigene Darstellung

Die verschiedenen Möglichkeiten des Recyclings ergeben sich nicht nur durch die Planung des Gebäudes, sondern sind auch abhängig von den Eigenschaften des Materials.

Zum Beispiel ist Kupfer ein Material, das sich sehr gut wieder- und weiterverwerten lässt. Es gibt qualitativ keinen Unterschied zwischen dem 1. und 2. Kreislauf. In Europa sind 50 % der Kupferproduktion rückgewonnene Mengen.⁷

Um das Recycling von Materialien zu ermöglichen, ist die konstruktive Systematik und die Variabilität der Füge-techniken ausschlaggebend. Durch werkstoffgerechte Füge-techniken lassen sich Materialschichten und -komponenten lösen und können in den oben genannten Varianten recycelt werden. Dabei muss bereits in der Planungsphase an die Verbindungstechniken, Eigenschaften und Funktionen gedacht werden. Man soll dabei nicht davon ausgehen, dass bei der Produktentwicklung dies bedacht wird, weil das nicht an erster Stelle der Kriterien der Hersteller steht. Das lineare Modell des Produzierens, Nutzens und Wegwerfens dominiert weiterhin. Daher ist das sortenreine Planen und Konstruieren immer noch kein selbstverständlicher Teil der Planung. Die Herausforderung und Chance besteht darin, sämtliche Konstruktionsprinzipien, Materialien, Detailplanungen, Schichtaufbauten, technische Anlagen bis hin zu Tragwerkskonzepten von Anfang an unter dem Konzept der Kreislaufgerechtigkeit über alle FachplanerInnen hinweg zum Ziel zu machen.⁷

3.2 Das Schichtenmodell

Um ein sortenreines Bauen zu ermöglichen, muss das Gebäude als Schichtenmodell betrachtet werden. Der britische Architekt Francis Duffy hat nach Untersuchungen darauf hingewiesen, dass die Ausgaben für Veränderungen die Errichtungskosten um ein Mehrfaches übersteigen und dadurch der Umbau weitaus wichtiger sein sollte als die Erstellung. Er definiert das Gebäude als Schichtenmodell von Bauelementen mit unterschiedlicher Dauerhaftigkeit. Der Faktor Zeit ist im Entwurf entscheidend. Dabei gibt es 6 Schichten (in Abbildung 8 ersichtlich):⁷

- Ort (Site)
Baugrundstück und geografische Verortung
- Tragwerk (Structure)
30-300 Jahre
Gründung und Tragstruktur
- Hülle (Skin)
20 Jahre
Fassade und thermische Hülle
- Gebäudetechnik (Services)
7-15 Jahre
Alle Medien einschließlich Leitungen und Installationen
- Räumliche Konfiguration (Space Plan)
3-30 Jahre
Grundriss- und Raumlayout mit Innenwänden, Decken, Türen...
- Ausstattung, Möbel (Stuff)
täglich bis monatlich

⁷ (Hebel, 2023)

Durch die unterschiedlichen Schichten und dessen Dauerhaftigkeit ergeben sich Schnittstellen, die im Entwurf zu berücksichtigen sind, um weniger Abfall zu verursachen. Zum Beispiel kann die Gebäudetechnik gut zugänglich geplant werden um diese ohne viel Aufwand auswechseln oder verbessern zu können.⁷

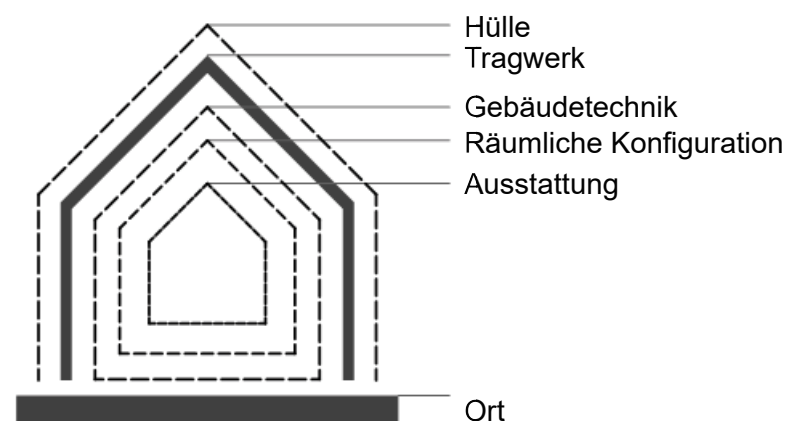


Abbildung 8: Schichtenmodell, eigene Darstellung nach Hebel, Dirk et al. (2023)⁷

3.3 Urbane Mine und Digitalisierung

Bestehende Gebäude werden als Materiallager bzw. als urbane Mine beschrieben. Die Idee ist Bestehendes zu nutzen, um beim Abriss Baustoffe für die Weiterverwendung wieder herzustellen. Das, was schon existiert und nicht mehr gebraucht wird, wird wieder benutzt. Um dadurch eine Kreislaufwirtschaft einzuführen, ist es nötig, dass die bereits bestehenden Gebäude sortenrein gebaut wurden, was meist nicht der Fall ist.⁷

Dabei hilft auch die Weiterentwicklung der digitalen Möglichkeiten. Wenn durch einen geringen Mehraufwand zu Beginn ein 3D-Modell im BIM-Format (Building Information Modelling) aufgebaut wird, und das durch Informationen von allen FachplanerInnen gefüttert wird, dann entsteht ein digitaler Zwilling des Projektes, der alle Informationen dokumentiert. Somit hat man eine Auflistung aller vorhandenen Baustoffe, deren Qualität, Hersteller und Produktionszeit an einem Ort. Die Ressourcen können so in der Zukunft verwaltet werden und für die Weiternutzung bereitgestellt werden. Leider gibt es für bereits gebaute Projekte 2024 leider kaum digitale Zwillinge oder eine Dokumentation der genutzten Baustoffe. Um dies in Zukunft zu verhindern, wird die Erstellung eines digitalen Zwillings eine Voraussetzung sein um die Weiterverwendung und -verwertung ermöglichen zu können, dies ist jedoch im Moment noch aufwendig und kostenintensiv. Es gibt bereits Plattformen, die eine Dokumentation durch einen sogenannten Materialpass ermöglichen. Dadurch kann auch bereits in der Entwurfsphase ein funktionierender Kreislauf und die sortenreine Verwendung des Materials in Entscheidungen miteinbezogen werden.⁷

3.4 Ganzheitliche Planung

Um einen sortenreinen Bau zu ermöglichen, muss in allen Leistungsphasen eine Qualitätssicherung erfolgen, die prüft, ob die Qualitätsanforderungen eingehalten werden. Dafür wird eine qualifizierte Person aus dem Fachbereich Bauökologie oder Materialgesundheit den Prozess begleiten.⁷

Stufe 1 besteht darin ein projektspezifisches Materialkonzept bereits in der Vorentwurfsphase zu erstellen. Dies beschreibt die allgemeinen Anforderungen an die Herkunft der Materialien, die Ressourcenschonung und Umgang mit Bauabfällen. Es werden auch die relevanten Materialtypen inklusive Umweltauswirkungen für den Entwurf festgelegt. In der Entwurfsphase werden Materialien ausgewählt, und deren Obergrenzen festgelegt. Dabei werden auch Qualitätskriterien festgelegt, basierend auf Inhaltsstoffe, Gütesiegel, Grenzwerte,...⁷

In der weiteren Planung wird der Entwurf detaillierter und mehr Informationen liegen vor, die bewertet werden. Im Vergabeprozess bzw. in der Ausschreibung werden die Qualitätskriterien überprüft, indem Nachweisverfahren, Informationen zu den Produkten mit Datenblättern angefordert werden. Dabei soll eine durchgängige Dokumentation aller Produkte gemacht und erhalten werden. Während der Ausführung bzw. nach der Fertigstellung ist die Bemessung der Innenluft Teil des Qualitätsprozesses.⁷

Am Ende soll eine umfangreiche Dokumentation der genutzten Materialien zum Beispiel in einem Gebäudematerialpass vorhanden sein, der bei Umbauten verändert werden kann und beim Abbau für die Nachnutzung relevant ist.⁷

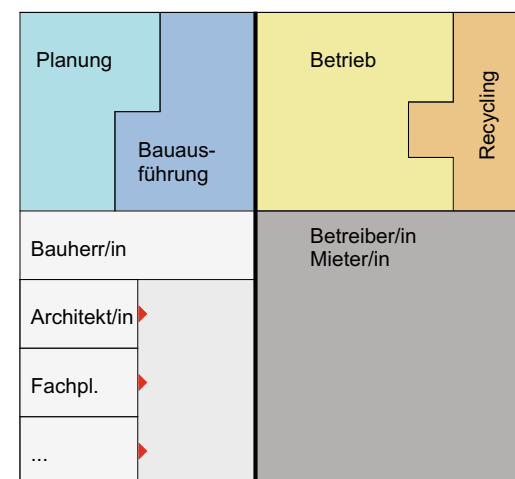
⁷ (Hebel, 2023)

4. ZUKUNFTSORIENTIERTES BAUEN

Zukunftsorientiertes Bauen bedeutet nachhaltig zu bauen, um den Klimawandel zu minimieren, und dazu gehört auch die CO_{2e}-Emissionen zu reduzieren. 2005 haben sich 39 Industriestaaten verpflichtet den Ausstoß um 5 % bis 2012 zu verringern. Dabei spielt die Bauindustrie eine wichtige Rolle, da diese weltweit ca. 40 % der CO_{2e}-Emissionen (Stand 2017) ausmacht. Dabei werden 28% durch die Nutzung der Gebäude und 12 % durch die Konstruktion verbraucht.⁹ Statt jedoch den Ausstoß zu verringern, haben wir 2019 50% mehr CO_{2e} emittiert als 2000.¹⁰ Als Architekt/innen haben wir die Chance dagegen etwas zu unternehmen. In diesem Kapitel werden Systeme und Zertifizierungssysteme erläutert, die Planer/innen helfen ein zukunftsorientiertes Gebäude zu bauen.

Zukunftsorientierte Gebäude werden Green Buildings sein, bei denen bewusst mit den natürlichen Ressourcen umgegangen wird. Und die Kriterien dazu sind in der OIB-Richtlinie 7 gut zusammengefasst. Um diese zu erreichen, ist ein ganzheitlicher Ansatz mit allen Gewerken schnittstellenfrei erforderlich. Planungs- und Simulationswerkzeuge sollen standardmäßig genutzt werden. Eine integrale Planung und Life-Cycle-Engineering ist notwendig. Dabei werden die ganze Planung und deren Auswirkungen und Konzepte auf den gesamten Lebenszyklus des Gebäudes bewertet. Das bedeutet, dass Auswirkungen von Planungsentscheidungen ab Beginn des Entwurfs auch in Bezug auf Betrieb, Wartungen, Recycling und nachhaltigen Umgang mit Ressourcen betrachtet werden müssen. So entsteht eine vernetzte Planung mit allen betroffenen Parteien von Beginn an statt der altmodischen sequenziellen Planung, in der die PlanerInnen von den Betreibern bzw. Mietern getrennt sind. Dies ist im Diagramm 1 sichtbar.³

Sequenzielle Planung



Vernetzte Planung

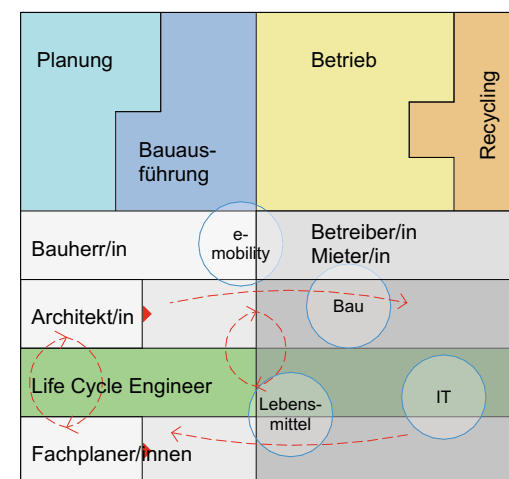


Diagramm 1: Varianten der Planung, eigene Darstellung nach Bauer et al. (2013)³

4.1 Betrachtung des ganzen Lebenszyklus

Um die Nachhaltigkeit eines Gebäudes im ganzen Lebenszyklus zu bewerten, gibt es die Lebenszyklusanalyse (LCA). Dabei werden folgende Stadien der Bauelemente und des Gebäudes betrachtet:¹¹

- Rohstoffgewinnung
- Herstellung
- Verarbeitung
- Transport
- Nutzung
- Nachnutzung
- Entsorgung

³ (Bauer et al, 2013)

¹⁰ (World Resources Institute, 2022)

¹¹ (Hegger, 2007)

Es wird der Materialinput durch Eigengewicht und die genutzten Ressourcen zur Herstellung berechnet.

Die gebäudebasierte LCA hat laut EN 15978 folgende Stufen:¹²

- Herstellungsphase A1-A3
- Errichtungsphase A4-A5
- Nutzungsphase B1-B7
- Entsorgungsphase C1-C4
- Jenseits der Systemgrenze D

Das Diagramm 2 zeigt die einzelnen Bereiche der Phasen nochmals genauer. Die EN 15978 will damit Regeln für die Bewertung der Umweltqualität eines Gebäudes zur Verfügung stellen. Diese Bereiche decken alle Phasen eines Gebäudezyklus ab und schließen alle im Verlauf des Lebens eines Gebäudes verwendeten Bauprodukte, -prozesse und -dienstleistungen mit ein.¹² Die Bewertung der Nachhaltigkeit durch die Lebenszyklus-Analyse (LCA) schließt alle Bereiche eines Gebäudes ein und nicht nur die Nutzungsphase, die laut mehreren Studien 85 bis 95 % des Energieverbrauchs ausmacht. Diese können durch Verbesserungen verringert werden, und so kann bei Low-Energy Gebäuden die „embodied carbon“ (verbaute Energie) schon 40 bis 60 % ausmachen. Da, je nachdem welches Material verwendet wird, bei der Produktion und beim Transport viel Kohlenstoff verbrannt wird.¹³

Die Berechnung des LCA ist dadurch sehr wichtig, aber auch um die Energie am Ende des Lebenszyklus mit einzuberechnen. Damit werden auch das Recycling-Potenzial und die Lebensdauer mit kalkuliert. Mehrere Studien und Berechnungen von Projekten zeigen, dass es ein großes Einsparpotenzial gibt durch rezyklierbare Baustoffe.¹⁴

Die Lebenszyklus-Analyse beginnt mit der A1-Phase, die das rohe Material, deren Extraktion, Produktion, Prozess und Zusatzstoffe beinhaltet, und endet mit der C4-Phase, die die Entsorgung abbildet. Die verbaute Energie (embodied carbon) inkludiert alle Phasen von A und B, exklusive B6 und B7, die den betrieblichen Verbrauch darstellen. In der Zukunft werden diese Werte wichtig werden, da Gebäude immer besser gebaut werden, um den Energieverbrauch zu verringern.

Die Berechnung der Phase A wird immer einfacher, weil die Hersteller die Informationen zu ihren Produkten digitalisieren und veröffentlichen. Dadurch können diese Daten auch in ein BIM-Modell eingearbeitet und analysiert werden. In den weiteren Phasen können teilweise nur Schätzungen gemacht werden, da man zu Beginn eines Projektes nicht vorhersehen kann, wie viel wirklich im Betrieb verbraucht wird oder wie schnell das Gebäude abgenutzt wird. Dies ist auch vom Benutzer bzw. vom Betreiber abhängig.

¹² (International Austrian Standards, 2012)

¹³ (Thormark, 2006)

LEED

LEED wurde 1998 veröffentlicht und vom U.S. Green Building Council entwickelt und beschreibt einen freiwilligen internationalen Standard zur Bewertung von umweltfreundlichen Gebäuden. Es ist das weltweit am weitesten verbreitete Zertifizierungssystem. Es gibt 7 Kategorien: ³

- 1: Sustainable Sites (Standort und Außenraum)
- 2: Water Efficiency (Wasserbedarf während Nutzung)
- 3: Energy und Atmosphere (Energiebedarf während Nutzung)
- 4: Materials und Resources (verwendete Baumaterialien)
- 5: Indoor Environmental Quality (Gesundheit und Behaglichkeit)
- 6: Innovation in Design Process (Besonderheiten und LEED AP)
- 7: Regional Priority (Förderung lokaler, umweltrelevanter Aspekte)

Die Anforderungen sind für Bürogebäude aufgestellt worden. Diese können auf jede Nutzungsart angewandt werden, aber das ist nicht zielführend.³

BREEAM

Das britische BREEAM-System (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) ist das älteste Zertifizierungssystem. Je nach Nutzung werden die Kriterien zusammengestellt und in 8 Kategorien sortiert:³

- Management (Prozesse am Bau)
- Health and Wellbeing (Gesundheit und Behaglichkeit)
- Energie (Energiebedarf während Nutzung)
- Transport (Infrastruktur im und zum Gebäude)
- Water (Wasserbedarf während Nutzung)
- Materials and Waste (verwendete Baumaterialien und Abfall)
- Land Use (Inanspruchnahme von Naturraum)
- Pollution (Schadstoffemissionen während Nutzung)

Die Kriterien werden an die Nutzungsart und auch an lokale länderbezogene Normen angepasst und sind somit international das System mit den vielfältigsten Systemvarianten nach Nutzungsart.³

klimaaktiv

Klimaaktiv ist eine Initiative des Bundesministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie. Es entwickelt und stellt unter anderem Qualitätsstandards zur Verfügung.¹⁶

³ (Bauer et al, 2013)

¹⁶ (klimaaktiv, 2024)

Dabei kann das Gebäude in der Planung, Fertigstellung oder Nutzung zertifiziert werden. Allgemein gibt es folgende 4 Bewertungskategorien, die insgesamt 1000 Punkte erreichen können¹⁷:

- A Standort
 - Infrastruktur
 - Umweltfreundliche Mobilität
 - Mikroklima und Grünraum
- B Energie und Versorgung
 - Energie
 - Innovative Effizienztechnologien
 - Betrieb und Qualitätssicherung
- C Baustoffe und Konstruktion
 - Ausschluss von besorgniserregenden Substanzen
 - Vermeidung von besorgniserregenden Substanzen
 - Einsatz von klimafreundlichen Bauprodukten und Komponenten
- D Komfort und Gesundheit
 - Thermischer Komfort
 - Raumlufthqualität
 - Tageslichtversorgung

Kategorie A, C und D erreichen jeweils maximal 150 Punkte, und Kategorie B ist mit maximalen 550 Punkten ausschlaggebend. In der Kategorie A Standort sind die Infrastruktureinrichtungen und die umweltfreundliche Mobilität vor Ort wichtige Kriterien. Als Soll-Kriterium wird auch das Thema Mikroklima und Grünraum bewertet. In der Kategorie B Energie und Versorgung sind ein niedriger Energiebedarf, geringerer Primärenergieeinsatz und geringe CO_{2e}-Emissionen ausschlaggebend. Auch innovative Effizienztechnologien werden positiv bewertet. In der Kategorie C Baustoffe steht die ökologische Optimierung von der Herstellung des Gebäudes bis zur Entsorgung bewertet. Vor allem besorgniserregende Substanzen sollen ausgeschlossen werden. In der Kategorie D Komfort und Gesundheit sind die Themen Sommertauglichkeit, emissionsarme Baustoffe im Innenraum und eine optimierte Tageslichtversorgung von zentraler Bedeutung. Eine gute Raumlufthqualität und Behaglichkeit soll damit gesichert werden.¹⁷

¹⁷ (klimaaktiv 2023)

5. HOLZBAU

Ein wichtiger Bestandteil des nachhaltigen Bauens ist das Material Holz. Es ist ein natürlicher Organismus mit zahlreichen technisch vorteilhaften Eigenschaften. Holz ist eine nachwachsende Ressource, die im Vergleich zu Beton, Stahl oder Mauerwerk nicht durch chemische Verbindungen oder Verbrennung entsteht. Zu der möglichen Aufnahme von Druck- und Zugkräften hat Holz auch gute Wärmedämmeigenschaften aufgrund des porigen Aufbaus. Der Nachteil besteht darin, dass das Material Wasser aufnehmen kann bzw. einen gewissen Feuchtegehalt aufweist. Dadurch kann nicht nur die Tragfähigkeit abnehmen, sondern das Holz verändert sich und die Gefahr für holzschädigende Pilze und Insekten nimmt zu. Doch durch vorherige Trocknung und angemessene Nutzung kann dies verhindert werden.¹⁸

Durch die Photosynthese nimmt der Baum CO_{2e} auf und speichert dies. Die Verarbeitung, Transport und Trocknung von Holz machen etwa 15 % der gespeicherten Energie eines Fichtenschnittholzes aus. Somit verbraucht die Produktion eines Holzbaustoffs viel weniger Energie und CO_{2e} als andere Materialien wie Beton, Stahl oder Ziegel, da kein chemischer oder technischer Prozess notwendig ist.¹⁸

Das Material Holz wird schon seit der Schaffung primitiver Schutzdächer und Hütten als Baumaterial verwendet. Dadurch kann auf eine lange Tradition der Holzbauweise zurückgegriffen werden. Frühe Holzbauweisen sind zum Beispiel die Stabbauweise, die Pfahlbauweise, der Pfostenbau oder der Ständer-Fachwerkbau. Bis zur industriellen Entwicklung im 19. Jahrhundert war es undenkbar ohne Holz zu bauen, und erst dann wird das Material durch den Baustoff Stahlbeton verdrängt.¹⁹

In diesem Kapitel wird erläutert, welche Baumarten in Österreich regional sind, wie diese sortenrein benutzt werden können und wie sich Vorfertigung auf die Zukunft auswirken wird.

5.1 Regionales Vorkommen

In Österreich wachsen 65 verschiedene Baumarten, und diese bieten verschiedene Einsatzmöglichkeiten. 80 % der Bäume sind Nadelbäume, davon sind Fichte, Tanne, Lärche und Kiefer die häufigsten. 20 % sind Laubbäume wie Buche, Eiche, Esche oder Ahorn. Fichte ist das wichtigste Bau- und Konstruktionsholz, und auch die häufigste Baumart in Österreich mit 48 %. Das Holz ist leicht und weich, trocknet schnell und ist einfach zu bearbeiten. Es nimmt relativ wenig Feuchtigkeit auf im Vergleich zu anderen Holzarten und verformt sich daher kaum, was ideal ist für die Verwendung im Bau. Buche ist mit einem Anteil von 10,8 % der häufigste Laubbaum in Österreich. Das Holz ist schwer, hart und besitzt eine hohe Zug- und Druckfestigkeit. Es wird vor allem für Möbel und Parkettböden eingesetzt. Es werden vermehrt auch Holzwerkstoffe aus Buche entwickelt, und erste Projekte mit Buchenholz sind entstanden. Aufgrund der höheren Festigkeit können schlankere Konstruktionen gebaut werden.²⁰

Die weiteren wichtigen Nadelbäume Kiefer, Lärche und Tanne werden je nach Eigenschaften für verschiedene Dinge eingesetzt. Die Tanne ist der Fichte ähnlich und wird für gleiche Verwendungen eingesetzt. Die Kiefer wird bei Inneneinrichtungen verwendet, da es viele eingewachsene Äste hat. Die Lärche dient seit Jahrhunderten als Fassadenholz und als hoch beanspruchte Konstruktionsteile zum Beispiel bei Brücken. Die Eiche wird für Möbel und Parkettböden eingesetzt und ist eines der wertvollsten heimischen Nutzhölzer. Die Esche ist zäh und elastisch, daher wird sie gerne für Sportgeräte, Bugholzmöbel und Werkzeugstiele verwendet. Ahorn ist eine der hellsten heimischen Holzarten und wird für Furniere, Möbel und Fußböden eingesetzt.²⁰ Es gibt in Österreich eine große Auswahl an heimischen Holzarten. Bei diesem Projekt besteht die Konstruktion aus Fichtenholz, und dies wird auch für den Ausbau verwendet. Die bereits vorhandenen Holzplatten aus Fichte werden als Fassade verwendet.

5.2 Sortenreine Benutzung

Zimmermannsmäßig hergestellte Holzverbindungen, die ohne andere Hilfsmittel wie Nägel und Stahlplatten auskommen, können heutzutage sehr genau und wirtschaftlich mit Bearbeitungsmaschinen hergestellt werden. Somit kann die Verbindung beim Abbau wieder sortenrein auseinandergenommen werden. Der Nachteil ist, dass eine hohe Genauigkeit gefordert ist und die Verbindung das Holz schwächt und dadurch die Kraftübertragung nur gering ist.¹⁸

¹⁸ (Herzog, 2003)

¹⁹ (Lißner Rug, 2018)

²⁰ (pro:Holz Austria, 2022)

Dabei gibt es folgende Möglichkeiten der Zimmermannsverbindungen:

- Blockverbindung
- Zapfenverbindung
- Versatzverbindung
- Blattverbindung

Blockverbindung

Diese Verbindung ist eine sehr alte Tradition. Die Rundhölzer bzw. Kanthölzer werden verkämmt oder verschränkt ineinander gelegt.

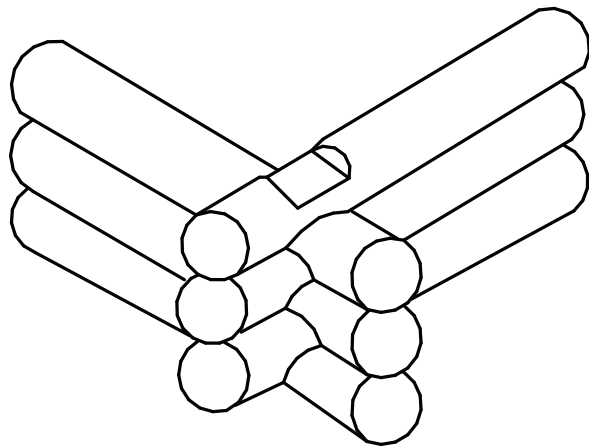


Abbildung 9: Blockverbindung, eigene Darstellung

Zapfenverbindung

Diese Verbindung ist die häufigste Querverbindung. Es gibt ein Zapfenloch, über das eine druckfeste Verbindung hergestellt wird. Sie wird bei Pfosten mit Schwellen, Kopfbändern mit Pfosten oder bei einem Wechsel mit Deckenbalken genutzt.

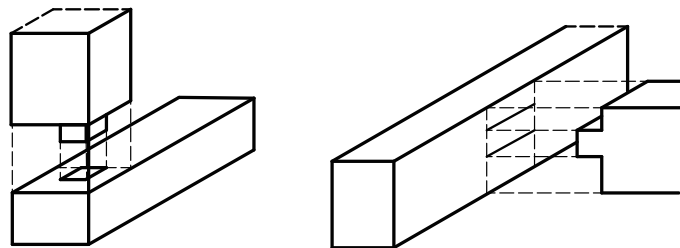


Abbildung 10: Zapfenverbindung, eigene Darstellung

Versatzverbindung

Diese Verbindung wird für Druckanschlüsse verwendet, vor allem bei Strebenanschlüssen an Schwellen. Es gibt verschiedene Typen wie Stirnversatz, Fersenversatz, usw...

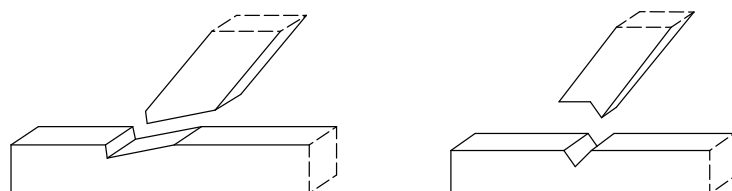


Abbildung 11: Versatzverbindung, eigene Darstellung

Blattverbindung

Diese Verbindung wird für das Verlängern und Aneinanderstoßen von Bauhölzern verwendet. Es wird hauptsächlich eine Druckverbindung ermöglicht.

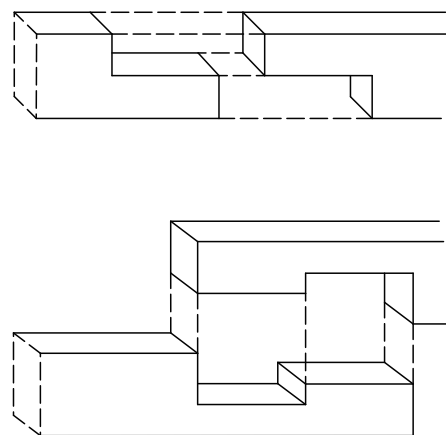


Abbildung 12: Blattverbindung, eigene Darstellung

5.3 Vorfertigung

In den letzten Jahren hat sich die Vorfertigung von Holzbauelementen kontinuierlich erhöht und verbessert. Der Elementbau ermöglicht nicht nur ein rationales Bauen mit hoher Qualität, sondern verringert den Abfall und vereinfacht die Verwertung. Eine Holzständerwand wird in einer Fabrik unter geschützten Bedingungen hergestellt und hat dadurch folgende Vorteile:¹⁸

- hohe Qualität der Arbeiten
- Kostenoptimierung
- wenig Abfall
- entstehender Abfall kann wieder verwendet werden
- Reduktion der Montagekosten und Baustellenzeit vor Ort
- keine Baufeuchtigkeit bei der Montage
- Exakte Ablauforganisation
- mögliche Serienfertigung

Durch die Wiederholung der Arbeitsschritte von einem Fachpersonal erhöht sich die Qualität. Dabei werden die Wände als Einzelemente vorgefertigt. Der Ablauf ist Produktion ist organisiert und ist dadurch schneller und günstiger. Die Planungszeit erhöht sich durch die vermehrte Zusammenarbeit zwischen PlanerInnen, IngenieurInnen und ausführenden Firmen, da die Ausführungspläne bis ins kleinste Detail durchdacht und gezeichnet werden müssen. Es gibt dazu noch Restriktionen des Transportes, der nur eine gewisse Größe aufgrund der Breite und Höhe von Straßen aufnehmen kann. Dadurch ergeben sich einstöckige Wände als Einzelemente mit einer maximalen Höhe von 4 Meter, wobei diese auch das transportierende Lastkraftfahrzeug inkludiert.¹⁸

Das Tragwerk ist bei diesem Projekt schon vorhanden und es werden die Außen- bzw. Innenwände als Holzständerwände vorgefertigt. Die Elementverbindungen müssen genauer durchdacht werden, da bereits einzelne Teile vorhanden sind und mit diesen eine thermische Hülle geschaffen werden muss. Eine geschossweise Einzelmontage wird vorbereitet, wie in der Abbildung 13.

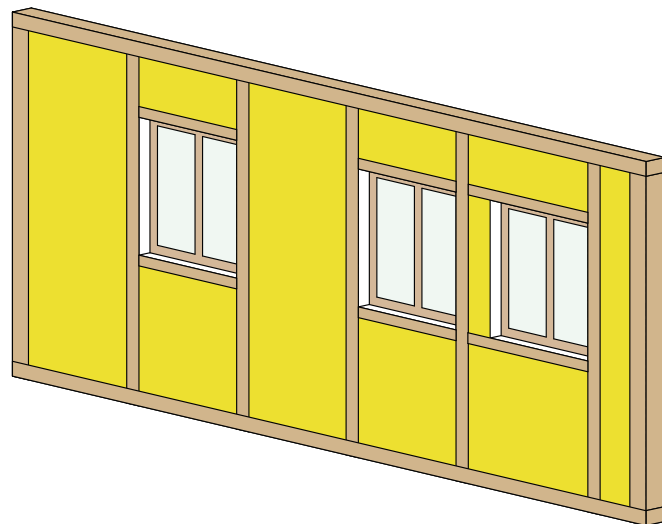


Abbildung 13: Vorfertigung, eigene Darstellung

¹⁸ (Herzog, 2003)

6. NACHHALTIGES SANIEREN

Das Sanieren von Bestand wird in der Zukunft ein wichtiger Teil der Bauindustrie sein, da nur durch klimaneutral neu errichteten Gebäude die Ziele der Emissionseinsparung nicht erreicht werden können. Das Problem besteht darin, dass in den letzten Jahrzehnten nicht auf Nachhaltigkeit und Sortenreinheit geachtet wurde und dadurch eine Sanierung sehr spezifisch oder nur mit unangemessenem Aufwand realisiert werden kann. Ein Umbau hat oft Probleme, die im Neubau nie entstehen würden. Dies hat auch ein Potenzial für Innovationen im Bauwesen.⁷ Im Umbau besteht ein großes Potenzial, da 75% der gesamten Bestandsgebäude in der Europäischen Union als nicht energieeffizient einzustufen sind. Jährlich werden aber lediglich 1% des Bestands durch Renovierungen auf den neuesten Stand gebracht, und das soll durch eine neue EU-Taxonomie gefördert werden.²²

Die Renovierungsnovelle soll die Energieeffizienz von Gebäuden verbessern. Die Renovierungsquote soll in den nächsten zehn Jahren mindestens verdoppelt werden. Dadurch werden die Treibhausgasemissionen verringert und die Wiederverwendung und das Recycling von Werkstoffen gefördert. Eines der Ziele ist, dass Beleuchtung, Heizung oder Kühlung der eigenen vier Wände kein Luxus sein soll.²²

In diesem Kapitel werden verschiedene Ansätze erläutert, die Sanieren nachhaltig machen und in diesem Projekt angewendet werden.

6.1 Revitalisierung

Die Revitalisierung von alten Gebäuden wird ein wichtiger Bestandteil der zukünftigen Bauindustrie sein, da viel Bestand bereits da ist und der Neubau aus Gründen der Nachhaltigkeit nicht mehr vertretbar wird, vor allem der Neubau von Einfamilienhäusern. Eine Kreislaufwirtschaft, nicht nur bei Produkten und Materialien, sondern auch bei Gebäuden wird angestrebt. Die bereits verwendeten Ressourcen sollen so lange wie möglich erhalten bleiben.²¹

Die Dauerhaftigkeit einer Sanierung ist nicht nur von substanzerhaltenden Elementen wie Konstruktion, Baustoffqualität oder Instandhaltung abhängig, sondern auch von den Umweltbedingungen und Anforderungen an künftige Bauteileigenschaften.¹⁹ Um eine Revitalisierung zu ermöglichen, muss nicht nur wie im Schichtenmodell im Kapitel „Sortenreines Bauen“ dargestellt unabhängig gebaut werden, sondern auch die Nutzung flexibel änderbar sein. In der Planungsphase ist kaum absehbar, welche Nutzungen sich in der Zukunft ergeben, und so sollten die Struktur und Funktionen nicht nur auf die Erstnutzung ausgerichtet werden. Eine bauliche Umgestaltung ist bei kleinen, unflexiblen Grundrissen nur sehr aufwendig möglich. Dabei sollte nicht nur auf die unterschiedliche Dauerhaftigkeit der Schichten geachtet werden, sondern auch eine anpassungsfähige Raumstruktur geplant werden. Diese Nutzungsflexibilität kann durch einen großen Gebäuderaster, -tiefen und Geschosshöhen berücksichtigt werden. Zum Beispiel arbeitet das Amt für Grundstücke und Gebäude des Kantons Bern in der Schweiz für die Planung öffentlicher Gebäude mit einer Raumhöhe von 3,6 m.²³

Durch die Anforderung der langfristigen flexiblen Nutzung ergeben sich höhere Anforderungen als bei einer Planung für eine Nutzung. Zum Beispiel müssen verschiedene Nutzlasten beachtet werden und so ergeben sich insgesamt höhere Materialdicken. Für die Zukunft ist diese Berücksichtigung in der Planung eines Neubaues sehr relevant, da nicht vorhersehbar ist, ob in ein paar Jahrzehnten weniger oder mehr Büroflächen benötigt werden.²³

Dieses Problem zeigt sich schon jetzt in Dublin, wo eine Wohnkrise 2024 herrscht. Es wurden zu wenig Wohnbauten gebaut, beziehungsweise alte Gebäude in der Stadt zu Büros umgenutzt, die jetzt durch die vermehrte Homeoffice-Nutzung leerstehen.

6.2 Mehrfamilienhäuser

Geschichtlich ist der Bauernhof immer ein Mehrfamilienhaus der Besitzer/innen mit den Familien der Arbeiter/innen gewesen. Der Hof wurde an die nächste Generation übergeben und diese übernimmt die Wirtschaft und den Hauptwohntrakt mit ihrer Familie. Die Eltern bleiben und helfen mit bzw. werden gepflegt. Laut Statistik Austria hat sich die durchschnittliche Wohnfläche pro Person in Oberösterreich von 41 m² in 2004 zu 46,7 m² in 2023 mehr als 13% erhöht.²⁴ Als mein Großvater aufwuchs, wohnten 8 Personen auf einer Wohnfläche von ca. 120 m². Die Generation danach hatte 4 Kinder und der Wohntrakt wurde erweitert zu den jetzigen ca. 190 m². Im Moment bewohnen meine Großeltern diese Wohnfläche zu zweit, wobei sie das 1. Obergeschoss nicht mehr nutzen, da sie in ihrer Beweglichkeit eingeschränkt sind.

⁷ (Hebel, 2023)

²² (Europäische Kommission, 2024)

²³ (John, 2016)

²⁴ (Statistik Austria, 2023)

Aber nicht nur wegen Nachhaltigkeitsgründen sollte ein Mehrfamilienhaus angestrebt werden, sondern auch aufgrund der vorhandenen Vorsorge der älteren Generation bzw. deren Hilfe mit der jüngsten.

6.3 Energieeffizienz

Grundsätzlich dienen Gebäude dem Aufenthalt von Menschen und dem Schutz vor der Außenwitterung. Somit bestand auch der Anspruch ein gewünschtes Raumklima sicherzustellen, das von den örtlichen Umständen abhängig war. Somit gibt es verschiedene Bauarten von offener, leichter Bauweise für tropisches Klima bis zu wärmespeicherfähigen Bauweisen für starke Temperaturwechsel. Die technische Gebäudeausrüstung bietet die Möglichkeit unabhängig von gut angepassten Bauprinzipien ein funktionierendes Gebäude zu erstellen, jedoch können dadurch erhöhte Betriebskosten oder eine Unbehaglichkeit entstehen. Somit ist es in der Zukunft relevant, sich wieder auf traditionelle Bauorden zu besinnen, und bindet diese in die moderne Planung ein. Dabei sollte hier nicht nur auf die nötige Wärmedämmung geachtet werden, sondern abhängig von der Umgebung auch die Fassade, die Geometrie oder die Materialität mitgedacht werden.²⁵

Durch eine Mehrzahl an Energiekrisen seit den 1970er Jahren wurden die Anforderungen an den Gebäudewärmeschutz immer wieder verschärft.²⁵ Somit ist die Sanierung von Altbauten ein wichtiger Teil, um den Energiebedarf zu verringern. Während der Bestand mit einem 45 cm Mauerwerk einen U-Wert von 0,82 W/m²K besitzt, wird bei einem Neubau bereits 0,35 W/m²K vorausgesetzt. Somit stellt sich gar nicht die Frage, ob das Mauerwerk gedämmt wird, denn es ist eine wichtige Voraussetzung, um den Energiebedarf zu verringern und auch die Wohnqualität zu erhöhen. Somit ergibt sich bei dem Hinzufügen einer 0,20 cm Wärmedämmung aus Stroh ein U-Wert von 0,17 W/m²K.

Generell wurde die Gesetzeslage so verändert, dass der winterliche Wärmeschutz erhöht wurde. Dies wurde durch erhöhte Dämmqualität und zusätzliche Dichtheit erreicht. Unkontrollierte Lüftungsverluste und dadurch die Heizlast wurden reduziert. Dadurch wurden auch die Fenster von einem Doppelfenster Standard von 2,8-3,0 W/m²K zu einer Dreifachverglasung mit 1,4-1,6 W/m²K verändert. Dadurch ergaben sich mehr Möglichkeiten für Architekt/innen mehr Verglasung im Rahmen der Regeln zu bauen, was dazu führte, dass die Sonneneinstrahlung im Sommer mitbedacht werden musste, da die verbesserten Bedingungen im Winter mehr Kühlung und Sonnenschutz im Sommer bedeuteten. Somit entstanden auch Regelungen zum Sonnenschutz wie zum Beispiel die Berechnung der sommerlichen Überwärmung.²⁵

Bei einer Sanierung muss beachtet werden, dass eine höhere Dämmstärke nicht unbedingt immer bessere Eigenschaften bietet. Bereits ab kleinen Dämmstärken ist der Erfolg spürbar, nimmt aber ab einer Grenzdicke kaum noch zu. Somit müssen bei einem Altbau die Materialwahl und das Optimum der Dämmstärke gefunden werden, da es sonst unwirtschaftlich und nicht nachhaltig wird.²⁵

Auch die Raumqualität spielt eine immer wichtigere Rolle bei der Planung, da Neubauten so dicht wie möglich gebaut werden. Hier kann jedoch ein Sick-Building-Syndrom entstehen, da die natürliche Durchlüftung wegfällt. Dabei wird nach 3 Parametern bewertet:²⁵

- thermische und hygrische Qualität
- optische Qualität
- akustische Qualität

Ersteres beschäftigt sich damit thermische Ungleichmäßigkeiten zu verhindern. Dabei soll das Empfinden an allen Stellen im Raum gleich sein, und das bedeutet, dass es im Sommer einen Sonnenschutz gibt und im Winter keine kalten Fenster. Zweiteres beschäftigt sich mit dem Bezug nach Außen und dem Tageslicht, und der künstlichen Beleuchtung. Letzteres beschäftigt sich mit dem Schalldruck und der ausreichenden Schalldämpfung im Raum. Diese Qualitäten sind nutzungsabhängig und auch hier gibt es teils bestimmte Grenzwerte aus den Normen.²⁵

Um eine nachhaltige und langlebige Sanierung zu planen, müssen energetische Bedürfnisse und Raumqualitäten mit einbezogen werden. Dafür werden in diesem Projekt der Bestandsbau gedämmt und die Fenster erneuert. In den neu geschaffenen Wohneinheiten werden die derzeitigen Normen eingehalten und es wird auf die räumliche Qualität mit Materialien wie Holz und Lehm, und die Anordnung der Fenster wertgelegt.

²⁵ (Herzog, 2003)

7. DER BAUERNHOF



Abbildung 14: Luftbildaufnahme Bauernhof, eigene Aufnahme

Laut Statistik Austria hat sich die Anzahl der land- und forstwirtschaftlichen Betriebe in Oberösterreich seit 1995 von 45.749 auf 29.200 verringert, was ein Rückgang von 26% bedeutet, und diese Flächen stehen nun alle leer.²⁶ Frau Gerlind Weber, Professorin für Raumplanung, erklärte auf der Leerstandskonferenz 2017, dass pro Tag 6 Bauernhöfe in Österreich ihre Nutzung verlieren. Jeder davon war Teil der Wirtschaft und das Einkommen einer Familie.²⁷

Diesen Leerstand sieht man auch am Bauernhof meiner Großeltern. Vor 25 Jahren hatten sie noch einen landwirtschaftlichen Betrieb mit einer Mutter-Kind-Kuhhaltung von 20 Tieren, 10 Schweinen und 40 Hühner, und nur letztere sind noch erhalten.

Der Bauernhof mit dem Namen „Gutjahrhof“ wurde im 19. Jahrhundert errichtet, und hatte wie damals üblich eine Landwirtschaft mit Hilfsarbeitern und Tieren, die alle unter einem Dach lebten. Der Hof wurde mehrmals erweitert und umgebaut und nach Übergabe an meinen Großvater 1967 mit landwirtschaftlichen Maschinen aufgestockt. Es wurde Getreide angebaut, Schweine gezüchtet, eine Mutter-Kind-Kuhhaltung erhalten und Hühner gehalten.

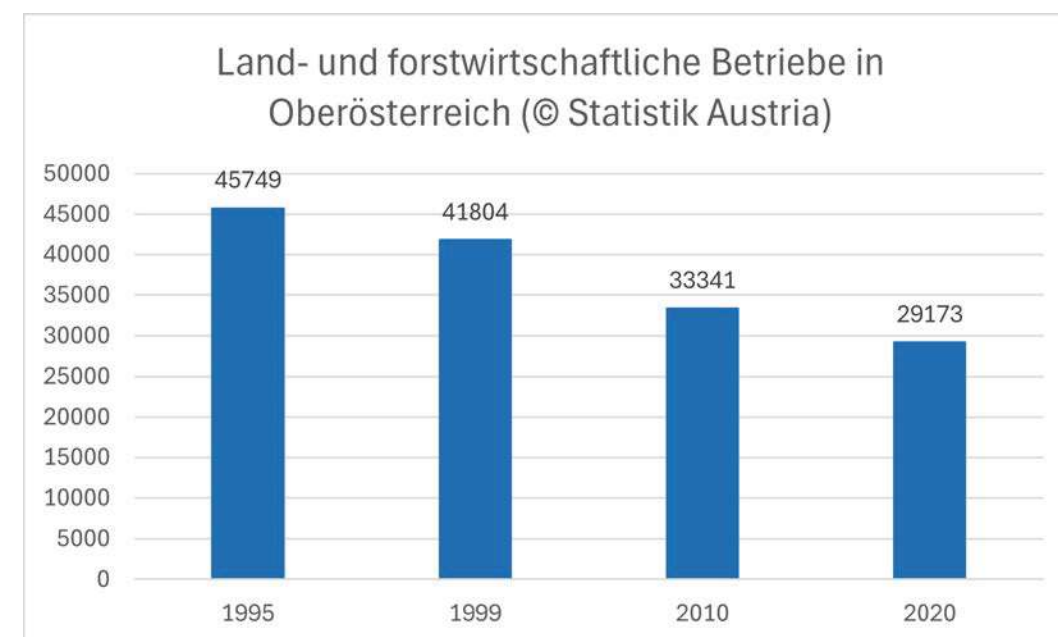


Diagramm 3: Land- und forstwirtschaftliche Betriebe, eigene Darstellung mit Werten der Statistik Austria²⁶

Der Leerstand nimmt besonders in ländlichen Gebieten ständig zu. Viele Dörfer sterben beinahe aus, weil die Bewohner/innen in die Städte abwandern. Bei Bauernhöfen stellt sich oft die Frage der Nachfolge. Es gibt für die Höfe keine Standardlösung, da der Altbestand und der Standort die wichtigsten Faktoren sind. Neue Nachnutzungen müssen gefunden werden, da der wirtschaftliche Nutzen sich nicht mehr rentiert. Dazu ist der Standort am Land gleichzeitig ideal für Familien und Erholung, hat jedoch Nachholbedarf im Infrastrukturausbau. Es muss anders als bei städtischen Entwürfen bedacht werden. Es gibt jedoch viele erfolgreiche Nachnutzungsprojekte in Österreich von „Urlaub am Bauernhof“, Hotel, Co-Working, Hofladen bis zur Wohnnutzung.²⁷

Bei einer Studie, die auf der 6. Leerstandskonferenz 2017 vorgestellt wurde, wurden 3 zentrale Veränderungen in bäuerlichen Familien aufgezeigt:²⁷

1. Steigender Anspruch auf Privatsphäre: Mehrere Generationen wohnen auf einem Hof, aber es benötigt klar getrennte Wohnbereiche.
2. Trend zu egalitären Beziehungen: das soziale Klima hat sich verbessert und die Hofleitung wird öfter von Mann und Frau gemeinsam übernommen.
3. Trend von verpflichtender zur freiwilligen Hofübernahme: Betriebe werden nur noch dann übernommen, wenn der Betrieb ökonomisch überlebensfähig ist und die Kinder den Beruf übernehmen möchten.

Eines der größten Themen ist die Landflucht der jungen Menschen. Hier spielt die Wirtschaftslage eine wichtige Rolle. Es finden sich keine Arbeitsplätze am Land bzw. erst in der nächsten größeren Stadt, die als Versorger für das Landleben dient. Dabei spielt Erreichbarkeit und Mobilität auch eine Rolle. Junge Familien zieht es aufgrund der Lebensqualität und eines persönlichen Versorgungsnetzwerkes wieder zurück, wenn die wirtschaftliche Lage das erlaubt.²⁷

²⁶ (Statistik Austria, 2024)

²⁷ (Nonconform, 2017)

In St. Ulrich bei Steyr, wo das Projekt sich befindet, ergibt sich ein etwas anderes Bild, da die Stadt direkt vor der Tür ist, und dadurch sehr beliebt ist bei jungen Paaren und Familien, die ein Haus im Grünen haben möchten. Es gibt hier keine Landflucht. Laut Statistik Austria ist die Bevölkerung seit 2001 um 5,7% gewachsen. Wenn man das mit der Nachbargemeinde Laussa vergleicht: dort ist Bevölkerung um 4% geschrumpft.²⁶

Die Statistik zeigt, dass St. Ulrich bei Steyr ein guter Standort ist um neuen Wohnraum zu schaffen. Der Bauernhof ist nahe an der Stadt mit 10 Minuten Fahrtzeit und hat trotzdem keine unmittelbaren Nachbarn und viel Natur.²⁶

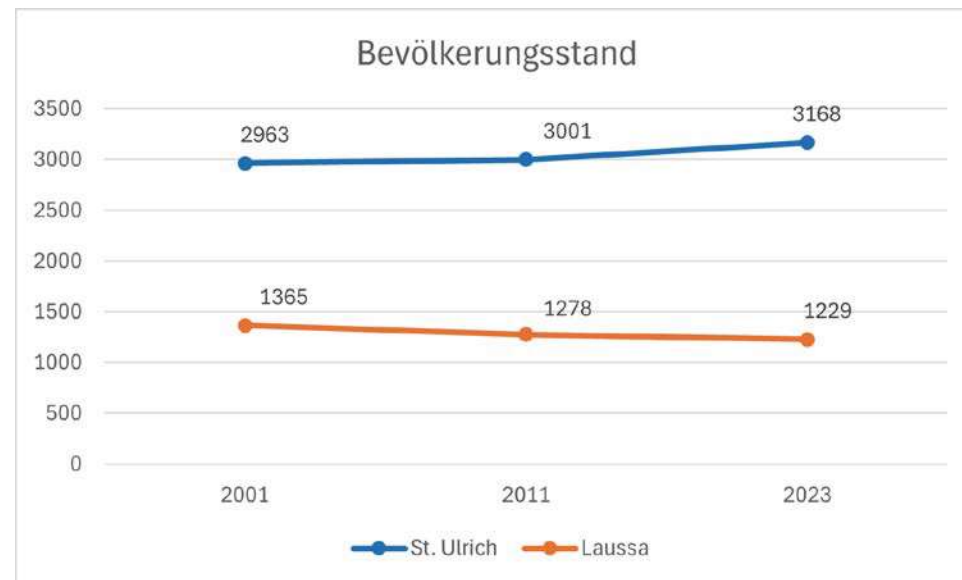


Diagramm 4: Bevölkerungsstand 2001-2023, eigene Darstellung mit Werten der Statistik Austria²⁶

7.1 Geschichte

St. Ulrich in Steyr befindet sich im Alpenvorland in Oberösterreich an der Grenze zu Niederösterreich, und gehört geografisch zum Traunviertel, aber wird durch das Mostviertel sehr beeinflusst. Die Region ist bekannt für ihren Most, den meine Großeltern durch Mostbirnen selbst herstellen.

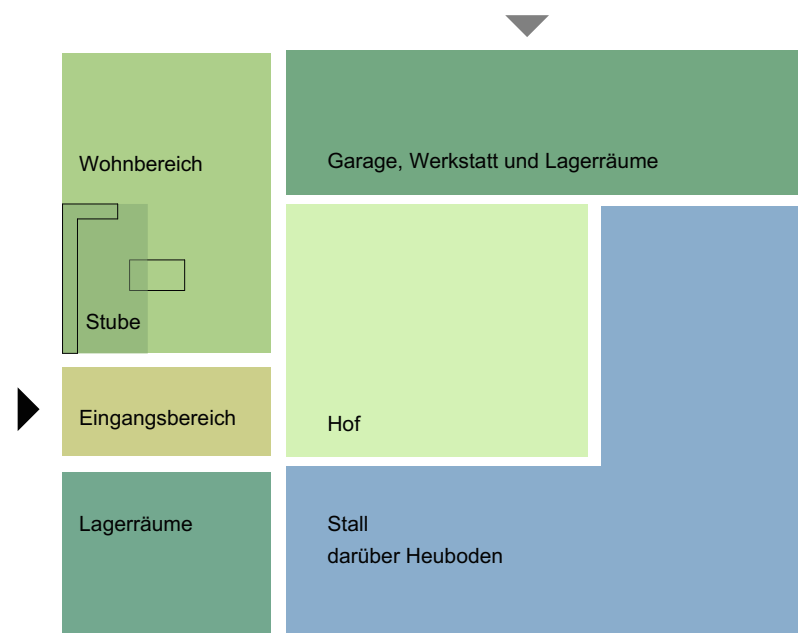


Abbildung 15: Raumanordnung Vierkanthof, eigene Darstellung

²⁶ (Statistik Austria, 2024)

Der Bauernhof Gutjahr steht bereits seit über 100 Jahre an dieser Stelle und wurde bereits mehrmals erweitert und umgebaut. Wie für diese Region üblich ist es ein Vierkanthof. Traditionelle Eigenschaften davon wie eine einfache, weiße Loch-Fassade mit großen Dachflächen, eine große Stube mit Ofen und langer Sitzbank entlang der Wand, und ein Eingangsbereich, der durchgesteckt bis zum Hof ist, sind auch hier vorhanden. Auch die typische Anordnung der Nutzungen und Räume eines Vierkanthofes ist hier vorhanden (siehe Abbildung 15). Der Eingang ist beim Wohnbereich mit Lagerräumen (bzw. vor 100 Jahren Wohnräume der Knechte und Mägde), durch den Hof kommt man zu den Ställen, die im 1. Obergeschoss als Lagerung für Heu genutzt werden. In der Garage ist Platz für alle technischen Geräte.

7.2 Eigenschaften

Durch die lange Geschichte des Bauernhofes ergibt sich auch eine große Variation von Materialien im Bestand. Der Hof wurde ursprünglich aus den regionalen Materialien wie Kalkstein und Holz gebaut. Durch Erweiterungen und Umbauten besteht die Wohneinheit hauptsächlich aus Ziegelwänden, und der ehemalige Kuhstall aus Betonziegeln. Durch die Vergrößerung der Familie, Hilfsarbeiter/innen wurde der Wohntrakt immer wieder vergrößert, zuletzt in den 1970er Jahren. Das Fundament und der Keller wurde aus Steinen aus der Region gebaut.

Die bestehende Wohneinheit hat eine Stube, eine Küche, ein Badezimmer, ein WC im Eingangsbereich, fünf Schlafzimmer (wobei vier davon als Schlafzimmer genutzt wurden) und zwei Durchgangszimmer.

Die Stallungen haben sich auch im Laufe der Jahre verändert, da mit Übernahme durch meinen Großvater in den 1960er Jahre technische Maschinen statt Pferde zum Einsatz kamen. Pferde gibt es lange nicht mehr, dafür wurden Kühe und Schweine gehalten. Hühner sind die einzigen noch vorhandenen Tiere. Die Grundfläche wird für eine Mutter-Kind-Kuhhaltung als Weide und Futter an einen Bauer verpachtet. Für die technischen Maschinen wurde eine externe Garage aus Betonblöcken gebaut.

Die Decken über dem Erdgeschoss sind hauptsächlich Holztramdecken mit Ausnahme der Betondecken über den ehemaligen Kuh- und Schweineställen. Es ist keine Trittschalldämmung vorhanden (siehe Aufbauten im Kapitel "Der Entwurf"). Das Holztragwerk in den Ställen ist aus Fichte und besteht aus Stützen mit Diagonalstreben am oberen Ende, Längs- und Querbalken. Darüber liegen Holzbretter als Boden für die Aufbewahrung von Stroh. Die Decke vom 1. Obergeschoss der Wohneinheit zum Dachboden ist auch eine Holztramdecke, jedoch wurde darüber eine Schüttung gelegt.

Keine Wand ist wärmegeklämt. Die Fenster sind teilweise vor einigen Jahren erneuert worden, und sind zweifachverglast. Das Dach ist nicht wärmegeklämt und besteht aus roten Ziegeln auf einem Untertragwerk aus Holz.



Abbildung 16: Altes Foto des Bauernhofes (mein Großvater rechts), eigene Aufnahme

8. DER ENTWURF

Der derzeitige Wohnbereich wurde in den 1970er mit einer Ziegelkonstruktion ausgebaut und hat keine Wärmedämmung. Der Rest des Bauernhofes ist im Moment nur Lagerfläche bzw. Stall für die Hühner. Die ehemaligen Kuh- und Schweineställe sind aus massivem Betonziegel und einer Betondecke ohne Wärmedämmung gebaut. Das Holztragwerk im Heustall ist in einem sehr guten Zustand, da es immer trocken war. Da der Bauernhof teils bei den Lagerräumen im Untergrund einsinkt, gibt es hier massive Steinwände von mehr als 70 cm Dicke, die nur verputzt sind.

Um den Platz im Bauernhof komplett für das Wohnen zu nutzen werden benötigte Parkplätze in die zwei vorhandenen Nebengebäude ausgelagert, die bereits als Garage genutzt werden, aber im Moment noch für landwirtschaftliche Geräte.

Die Front-Fassade wird weiß verputzt erhalten, da dies ein wichtiges Merkmal eines Vierkanthofes ist. Auch der vorhandene Kachelofen im Wohnbereich und die lange Eckbank werden als Designelemente erneuert aber erhalten bleiben.

8.1 Schlussfolgerung aus Recherche

Der wichtigste Aspekt meines Entwurfs ist den Abriss zu vermeiden. Es wird mit dem gearbeitet, das vorhanden ist, dies wird erhalten und verbessert. Die vorhandene Konstruktion bleibt erhalten, und wird als Hülle für neue Wohneinheiten verwendet. Das vorhandene Mauerwerk und die Steinwände bleiben erhalten, und werden den Richtlinien entsprechend gedämmt. Das Ziel ist so wenig Abfall wie möglich zu generieren, da dies zum größten Teil nicht wiederverwendbar oder -verwertbar ist und im Sondermüll landet. Dabei wird auch auf sortenreines Bauen viel Wert gelegt, damit am Ende der Lebenszeit oder bei einer erneuten Renovierung des Gebäudes kaum Sondermüll anfällt. Die Aufbauten der neuen Wände sind bis zur Entsorgung bzw. Renovierung durch individuelle Schichten durchdacht.

Das offene Holz-Dachtragwerk in den Ställen ist in gutem Zustand und bleibt erhalten. Es wird teils offen im Wohnraum sichtbar sein, und teils in Wänden verschwinden. Das Dach ist im guten Zustand, muss jedoch gedämmt werden. Die Dachziegel und deren Unterkonstruktion werden abgenommen, eine Dämmung wird angebracht, und dann wird das Dach wieder verlegt. Somit ergibt sich eine Erhöhung des Daches durch die Dämmung ohne Materialien zu verbrauchen.

Die eingesetzten Materialien werden aufgrund ihres CO_{2e}-Ausstoßes und ihrer Regionalität ausgewählt. Dabei ist die Wahl auf Fichtenholz aus Österreich für die Konstruktion, Stroh aus Österreich als Dämmung der Wände, Holzfaserdämmplatten als weitere Dämmung, Lehmputz mit Lehmplatten für den Putz und Kork für die Trittschalldämmung gefallen. Leider gibt es noch keine zufriedenstellenden nachhaltigen Möglichkeiten der Dämmung von Kellerwänden und -decken, deshalb wird hier Schaumglas als rezyklierbares Material ausgewählt.

Die neuen Außenwände werden als Holzständerbauweise vorgefertigt und vor das vorhandene Holztragwerk gestellt. So wird die Konstruktion nicht dem Wetter ausgesetzt. Im Innenraum wird auf Flexibilität gesetzt, da dies ein entscheidender Punkt ist für die Weiterverwendung von Gebäuden.

8.2 Entwurfsentwicklung

Aufgrund des guten Standortes und des stetigen Bevölkerungswachstums in der Gemeinde werden hier familienfreundliche Wohnungen mit privaten und halb-privaten Freiräumen geschaffen. Dabei wird die sinkende Anzahl der Kinder beachtet, und auch die wachsende ältere Generation.

Es gibt insgesamt 5 Wohneinheiten, wobei eine davon für die Eigentümer des Bauernhofes gedacht ist. Es gibt eine behindertengerechte 1-Zimmer Wohnung, die für Großeltern einer Familie gedacht ist, oder als Gästewohnung. Es war wichtig, einen flexiblen Raum für generationsübergreifendes Wohnen zu schaffen, damit die ältere Generation nicht ausziehen muss, wenn jemand Neuer den Bauernhof übernimmt.

Zusätzlich gibt es Gemeinschaftsräume, die alle Bewohner/innen nutzen können und frei gestaltet werden können. Es gibt einen Innenhof mit Grillmöglichkeit, eine Werkstatt bei der Hofeinfahrt und einen großen Gemeinschaftsraum im ehemaligen Heustall, der flexibel in ein Atelier, Coworking-Space oder Spielraum transformiert werden kann. Dazu gibt es auch viel Stauraum im großen Keller, wo früher alles Mögliche gelagert wurde.

Jede Wohneinheit hat einen eigenen Freiraum, der jedoch auch offen gestaltet werden kann, da das Grundstück rundherum viel Platz bietet.

Die erste Idee war das vorhandene Dachholztragwerk für alle Wohneinheiten sichtbar bzw. zugänglich zu machen, jedoch befindet sich dieses in Bezug auf die Geschoßhöhen auf verschiedenen Höhen in den Wohneinheiten. Dadurch wurde dies teils nicht freigelegt, sondern als begehbare Lagerräume zur Verfügung gestellt. Top 4 und 5 nutzen die Dachhöhe und erhalten ein Loft für den Wohnbereich mit bis zu 5,8 m. Im Top 3 wird das Holztragwerk im Wohnbereich sichtbar und hat somit Raumhöhen von bis zu 8 m.

Dadurch ergibt sich in diesen Wohnungen eine einzigartige Raumqualität, die der Umbau eines Bauernhofes zur Verfügung stellt.



Abbildung 17: Fotoaufnahme von Frontfassade und Eingang, eigene Aufnahme

Start des Entwurfs war es den aktuellen Status quo zu überprüfen und analysieren. Dabei wurde festgestellt, dass die Raumhöhe im Wohnbereich im 1. Obergeschoss nur 2,15 m beträgt, und dadurch die Fenster eine Parapethöhe von 0,5 m haben. Beides ist zu gering um den Richtlinien zu entsprechen. Das Dach, das Tragwerk und die Wände sind in sehr gutem Zustand. Dadurch ergeben sich vor allem im vorhandene Wohnbereich nur geringe Adaptierungen, was auch aus nachhaltigen Gründen angestrebt wurde.

Für die neu hinzugefügten Wohnungen in den derzeitigen Stallbereichen wurden zuerst das vorhandene Tragwerk und die Höhen gemessen, da diese die Möglichkeiten einschränken. Aufgrund des großen Höhenunterschiedes von 1,8 m von den Räumen des Wohntraktes zu der Hofeinfahrt im Norden wurden die Wohnungen oben angeordnet, und die Community-Räume sind von unten zugänglich. Es wird die vorhandene, nicht sichere Rampe durch Plattformen und Stiegen ersetzt. Der Hof ist ein großes Loch mit Erschließung rundherum, da hier der Misthaufen war. Diesen aufzuschütten ist nachhaltig nicht vertretbar und somit wird es eine gemeinschaftliche Terrasse, die von unten zugänglich ist. Die Bestandspläne basieren auf eigenen Ausmessungen und den vorhandenen Pläne, die als Anhang C inkludiert sind.

Durch den großen Geländeunterschied von ca. 1,80 m gibt es auch unterschiedliche Größen der Geschoße in den Ställen. Dies hat dazu beigetragen, dass über dem Top 3 (ehemaliger Kuhstall) keine weitere nutzbare Fläche geplant werden kann, da hier die Balken des Daches bereits auf 1,95 m liegen.

Es wurden mehrere Optionen für Wohnflächen und Gemeinschaftsflächen durchgedacht, inklusive einem Pool im Hof. Der barrierefreie Eintritt in die Top 3 und 4 wurde über den Hof geschaffen, und dies ist ein zusätzlicher Grund inklusive Nachhaltigkeit um keinen Pool zu planen.

Da in der Region Events und Hochzeiten in Bauernhöfen beliebt sind, wurde zu Beginn eine Eventlocation im derzeitigen Heustall geplant, jedoch wird dadurch die Wohnqualität an jedem Wochenende von Frühling bis Herbst gestört und deshalb wird der große Raum nun als Co-Working/Atelier und Besprechungsraum angedacht.

Auch die thermische Hülle war ein wichtiger Teil des Entwurfsprozesses, da dies die räumliche und bauphysikalische Qualität beeinflusst, ob das Holz-Tragwerk sichtbar ist. Dies wird auf den weiteren Seiten näher analysiert.

Das Oö. Raumordnungsgesetz 1994 § 30 definiert Grenzen, was am Bauernhof gebaut werden darf, da er sich auf Grünland befindet. § 30 Absatz 6a besagt: "Der Abbruch und der Neubau von Gebäuden bzw. Gebäudeteilen ist nur einmalig und im untergeordneten Umfang jeweils bezogen auf die Hofstelle zulässig. Eine Vergrößerung der ursprünglich allseits über Gelände liegenden Gesamtkubatur ist nur zulässig, soweit zeitgemäße Raumhöhen hergestellt werden und damit keine Vergrößerung der Nutzfläche verbunden ist. Sämtliche Baumaßnahmen oder Nutzungen sind nur innerhalb und unter Beibehaltung der bisherigen ursprünglichen und klassischen Hofform zulässig."³⁷ Ein Zubau ist laut Absatz 6b nicht zulässig, da die bebaute Fläche einschließlich des Zubaus das Ausmaß von 300 m² überschreitet. Man kann argumentieren, dass bei Wiederaufnahme des wirtschaftlichen Betriebs kein Platz für eine weitere Wohneinheit für die Familie der Übernehmer/innen ist und somit darf laut Bauordnung ein Auszugshaus errichtet werden.³⁸

Das Gesetz schafft somit klare Bedingungen für das Wohnen im Grünland, damit die Natur und der Bestand erhalten bleiben, Wohngebäude nicht irgendwo gebaut werden, wo es keine Straßen und Anschlüsse an die Infrastruktur gibt. Somit gibt es ausgewiesenes Bauland, das von der Gemeinde und Raumplanern strategisch geplant wurde, und keine ungeplanten Einfamilienhäuser, wo es keine Infrastruktur gibt.

³⁷ § 30 Absatz 6a Oö. Raumordnungsgesetz

³⁸ § 30 Absatz 6b Oö. Raumordnungsgesetz

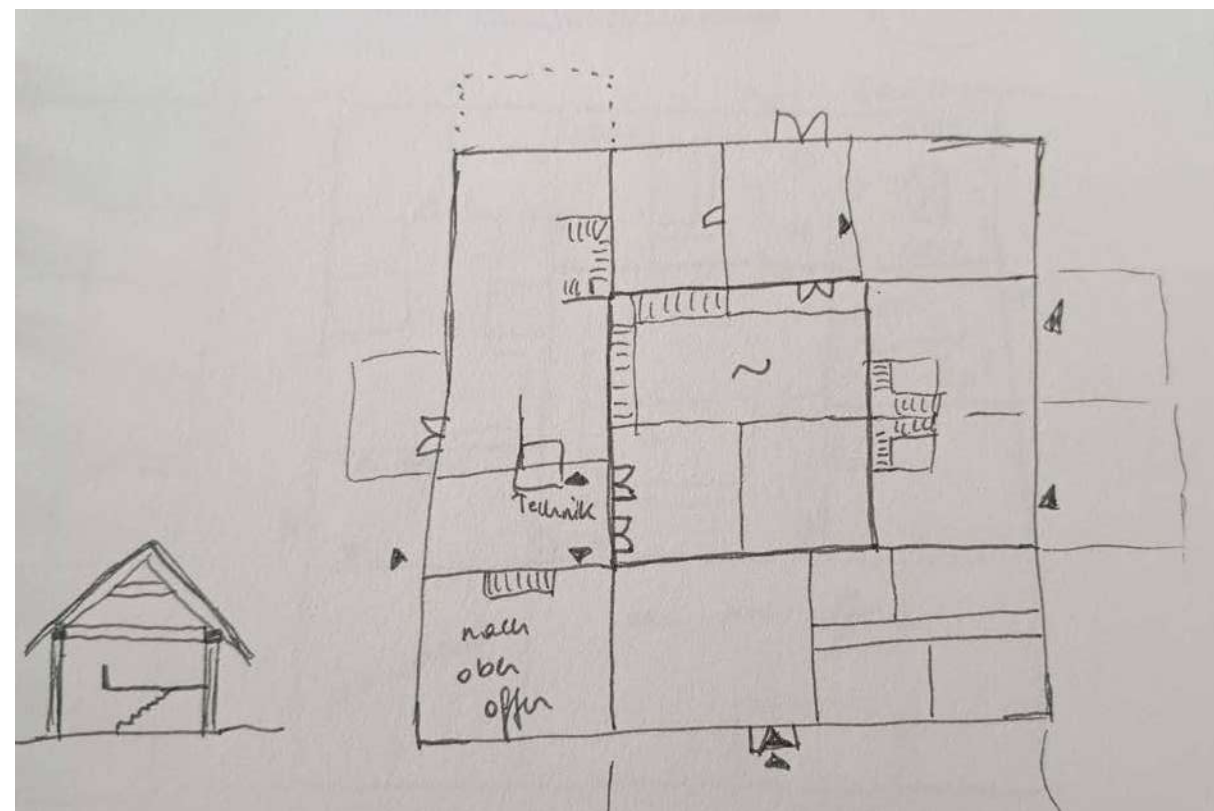


Abbildung 18: Skizze 1 - Erdgeschoss, eigene Darstellung

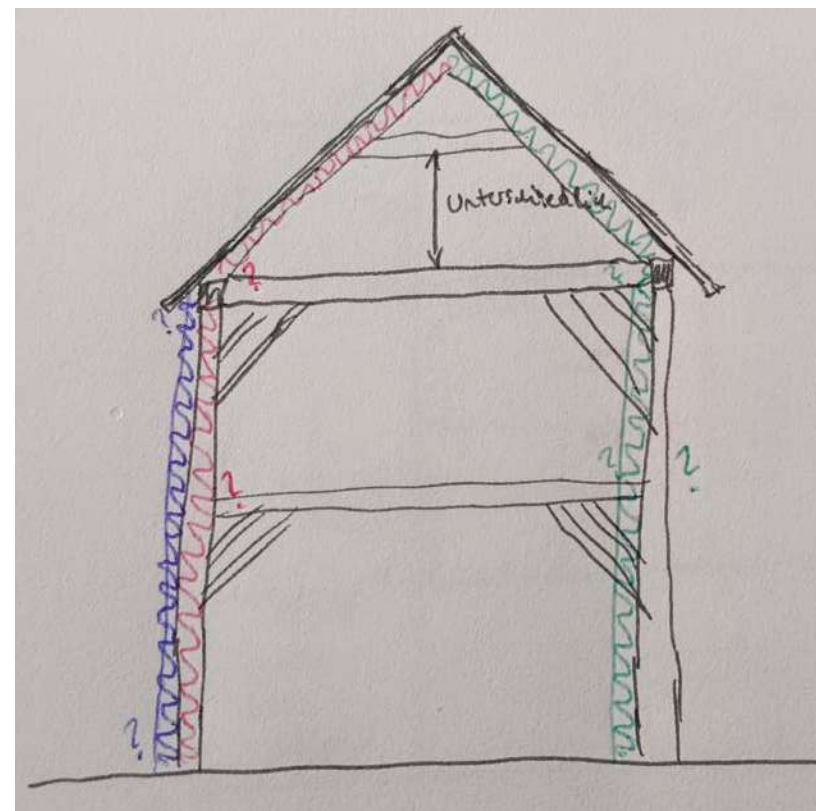


Abbildung 19: Skizze 2 - Schnitt thermische Hülle, eigene Darstellung

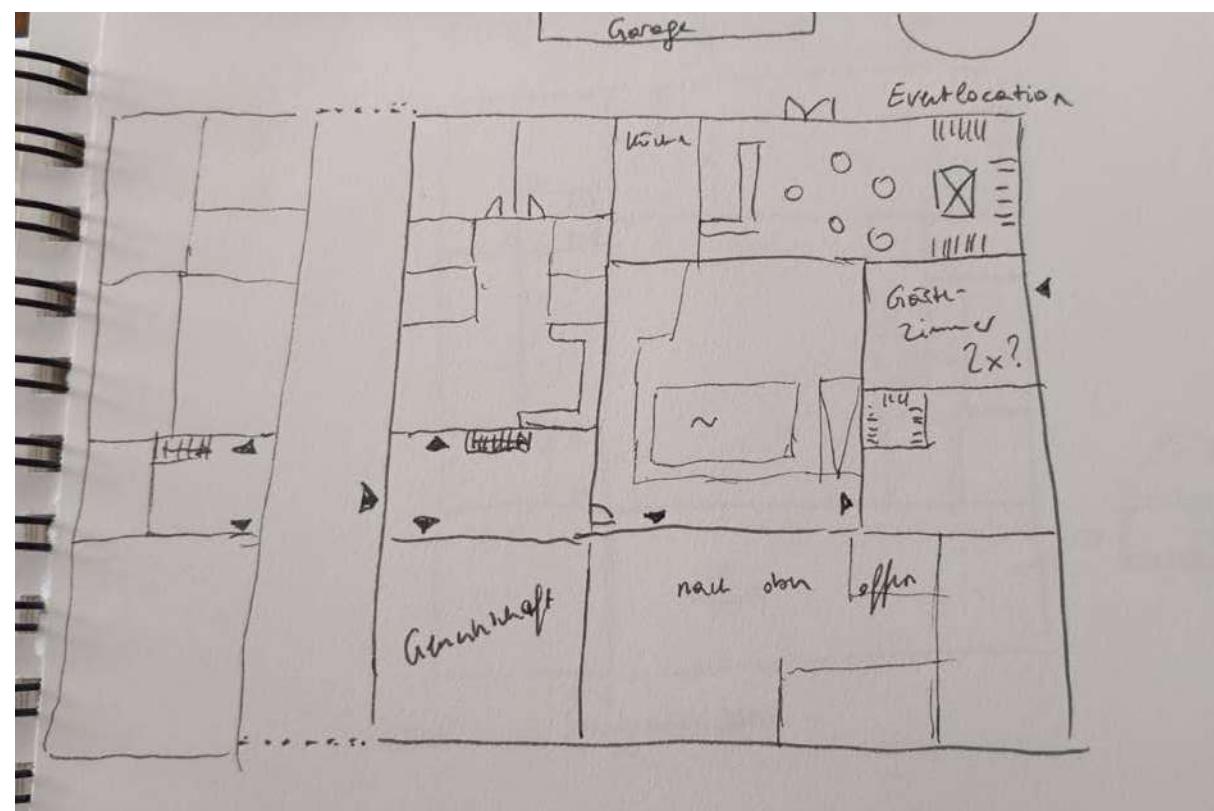


Abbildung 20: Skizze 3 - Erdgeschoss, eigene Darstellung

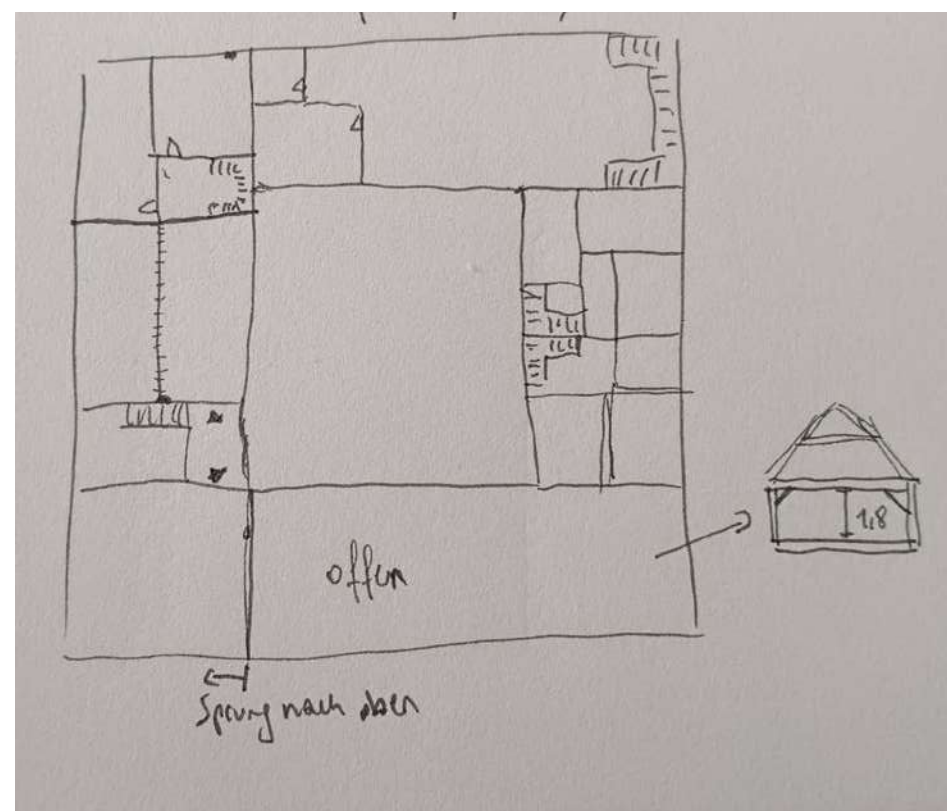


Abbildung 21: Skizze 4 - 1. Obergeschoss, eigene Darstellung

8.3 Materialien

Holz - Fichte

Als regionales Material ist die Wahl auf die Fichte als Konstruktionsholz gefallen.
Es wird für die Holzständerwände genutzt und wird nachhaltig ohne Klebstoffe hergestellt.

Stroh

Als Hommage an den ehemaligen Heustall wird als Wärmedämmung Stroh eingeblasen.
Das ist nicht nur ein regionales Material, sondern kann zu 100 % wiederverwendet werden.
Es wird sortenrein ein- und wieder ausgebaut.
Es wird aus der Region geerntet und bietet hervorragenden Dämmschutz.

Holzfaserdämmplatte

Holzfaserdämmplatten werden bei kleineren Zwischenräumen als Dämmung genutzt wie zum Beispiel in der Installationsebene oder als Trittschalldämmung.
Die Platten können und sollen bei sortenreiner Anwendung danach wiederverwendet werden, sonst gelten sie als Sondermüll.

Schaumglas

Der Keller bzw. die Erdgeschossdecke wird unterdämmt und benötigt somit eine feuchtigkeitsresistente Perimeterdämmung.
Schaumglas ist hier die beste Lösung, obwohl dies kein nachhaltiges Material ist.
Bei richtiger sortenreiner Anwendung können die Platten jedoch bei Abbruch wiederverwendet werden.



Abbildung 22: Fichtenholz
(Schneider, 2024)³⁰



Abbildung 23: Stroh
(Muharrem Zengin | Dreamstime.com)³¹



Abb. 24: Stroh in Holzständerwand
(C.A.R.M.E.N eV, 2020)³²



Abbildung 25: Holzfaserdämmplatte
(Bischoff+Schäfer, 2024)³³



Abbildung 26: Schaumglas
(BauNetz Wissen, 2024)³⁴

³⁰ © Holzwerk Gebr. Schneider GmbH, 2024

³¹ © Muharrem Zengin dreamstime.com, 2024

³² © C.A.R.M.E.N. eV, 2024

³³ © Bischoff + Schäfer, 2024

³⁴ © BauNetz Wissen, 2024

Lehmputz und Lehmplatte

Lehm ist nicht nur als regionales Produkt eine gute Wahl für den Innenputz, sondern schafft auch ein angenehmes Raumklima.

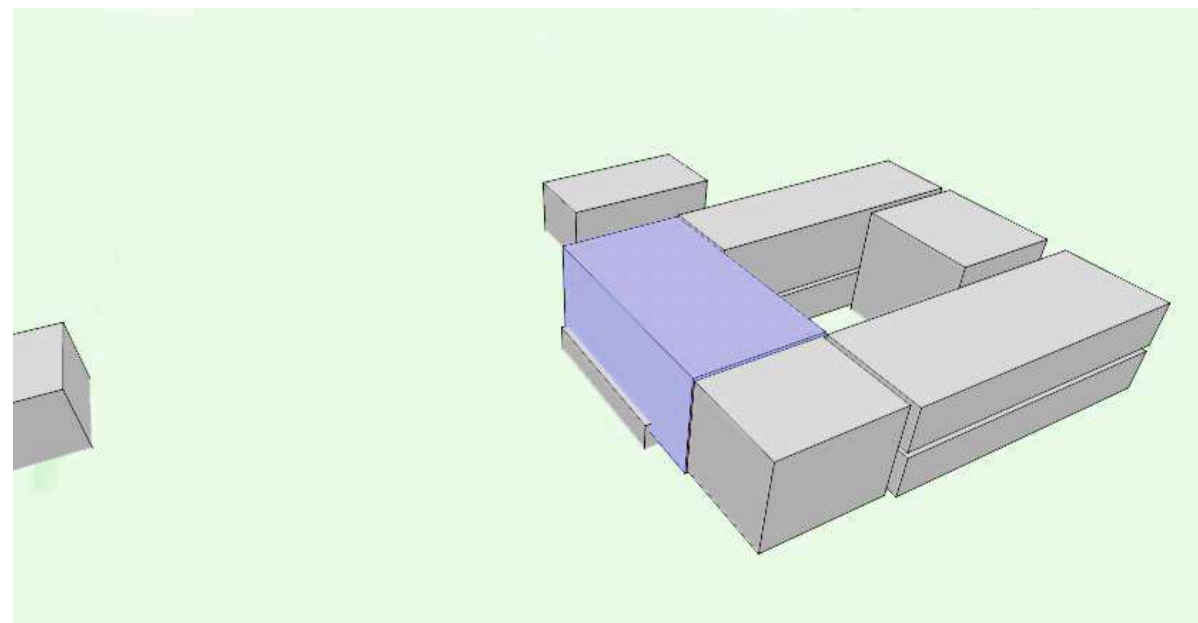
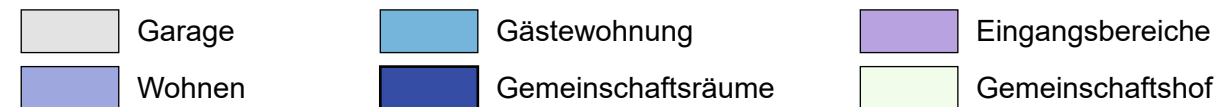
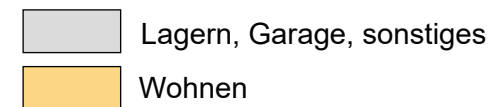


Abbildung 27: Lehmputzplatten
(conluto, 2024)³⁵

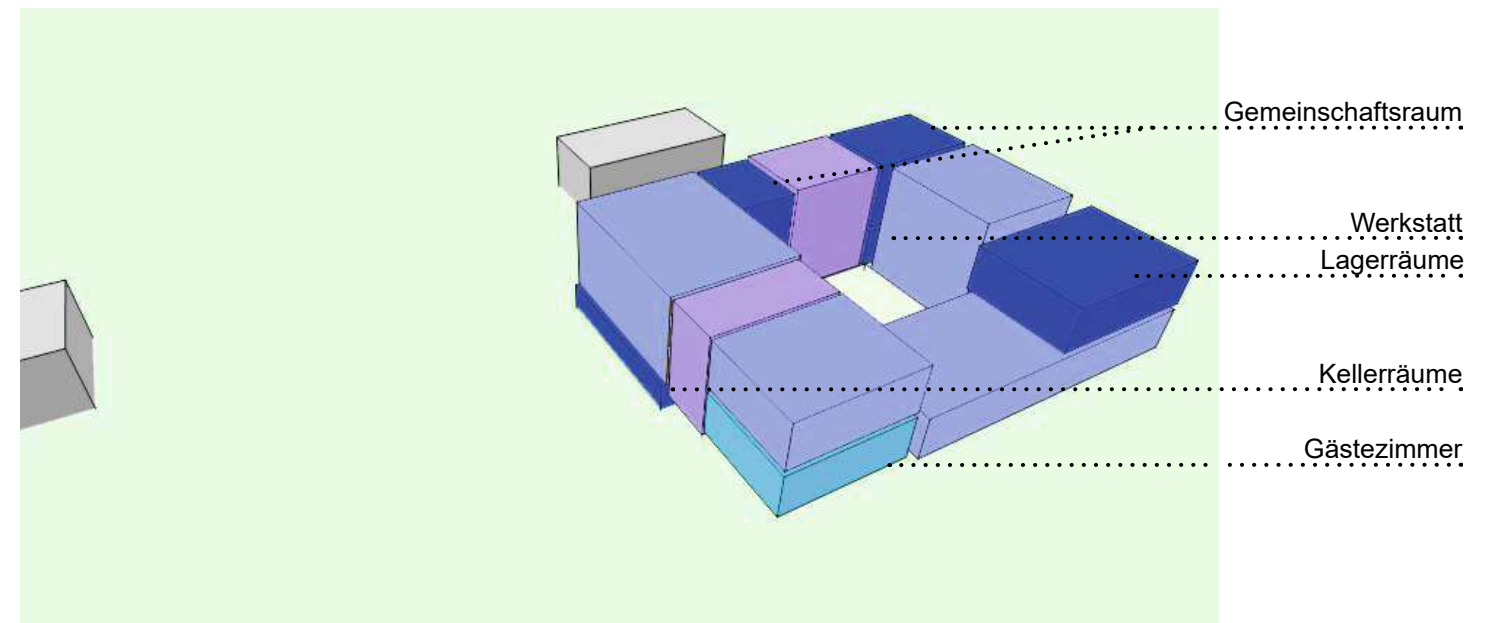
8.4 Gemeinschaftsräume

Durch die großzügigen nutzbaren Flächen des Bauernhofes können gemeinschaftlich nutzbare Räume entstehen, die normalerweise auch bei Einfamilienhäusern zur Verfügung stehen wie:

- Werkstatt
- Grüne Außenflächen und Garten
- Grillplatz
- Garagen
- Gemeinschaftsraum für Büro, Atelier oder Coworking
- Gästezimmer



Abbildungen 28: Funktionen Bestand, eigene Darstellung



Abbildungen 29: Funktionen nach Umbau, eigene Darstellung

Elemente, die oft in einer Wohnung vermisst werden, stehen hier zusätzlich zur Verfügung. Die 1-Zimmer Wohnung kann als Klein-Wohnung für die Eltern der Hausbesitzer/innen oder als Gästezimmer für die Bewohner/innen dienen.

In der Abbildung 29 ist dargestellt, wo sich die Gemeinschaftsflächen des Entwurfs befinden im Vergleich zur Abbildung 28, die die Funktionen des Bestandes zeigt. Dabei wird ein Teil des ehemaligen Heustalls zu einem großen Gemeinschaftsraum, der ideal zum Arbeiten und Kreativsein ausgerichtet ist, und dadurch, dass er von Außen zugänglich ist, kann er auch als eigenständiges Büro dienen. Dafür ist auch ein Bereich mit Küchenzeile, WC und Meetingraum geplant. Die bereits vorhandenen Garagen, in denen mehr als fünf Kraftfahrzeuge Platz finden, und Gartenflächen können von allen genutzt werden. Auch für die Werkstatt gibt es einen idealen Platz im ehemaligen Stall, der direkt Zugang nach Außen und in den Keller hat.

Schichtenstruktur und Fügetechnik

Da bereits im Kapitel „Sortenreines Bauen“ (S. 5 ff) erkannt wurde, dass Schichten eines Gebäudes ein wichtiger Teil des Entwurfes sein sollen, um nicht nur Umbaukosten zu reduzieren, sondern auch den Abfall, wird hier besonders darauf geachtet. Abbildung 30 zeigt nochmals die Theorie des Schichtenmodells, und in den Abbildung 31-33 diese übertragen an das praktische Beispiel dieses Entwurfs. Dabei sind auch die Schnittstellen gut durchdacht, um ein sortenreines Zerlegen zu ermöglichen. Weitere Details können im Kapitel „Details“ (S. 57ff) den Plänen entnommen werden.

Durch die Erhaltung des Holztragwerkes und den Ausbau des nicht-konditionierten Stalles ergaben sich verschiedene Optionen, wo die thermische Hülle entstehen soll. Dabei muss nicht nur auf die Geschlossenheit geachtet werden, sondern auch auf Sortenreinheit, bauphysikalische Sicherung des Tragwerkes, Schnittstellen und räumliche Qualität. In den Abbildungen 31 bis 33 sind die möglichen Varianten außenliegend, innenliegend und in der Flucht des Tragwerkes dargestellt. Die Vorteile überwiegen bei der außenliegenden thermischen Hülle und das Projekt wird mit dieser Variante geplant.

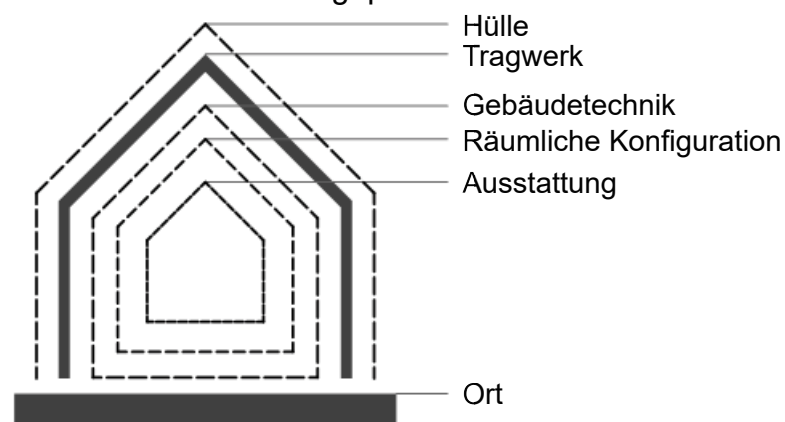
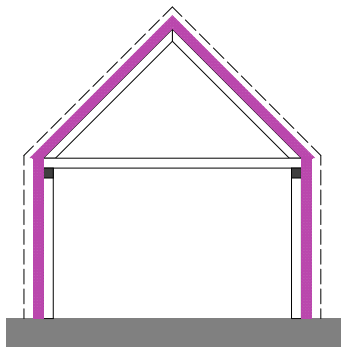


Abbildung 30: Schichtenmodell,
eigene Darstellung nach Hebel, Dirk et al.(2023)⁷

⁷ (Hebel, 2023)

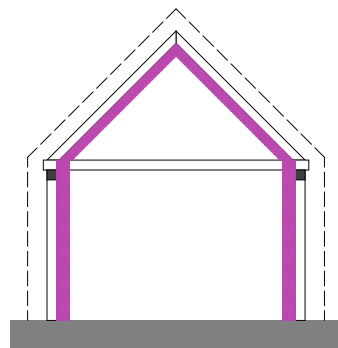


Außenliegend:

- + durchgehende Geschlossenheit
- + räumliche Qualität mit sichtbarem Tragwerk
- + Tragwerk geschützt
- + gut sortenrein gebaut

- mehr Wärmedämmung benötigt
- Veränderung der äußeren Hülle

Abbildung 31: Variante thermische Hülle außenliegend, eigene Darstellung

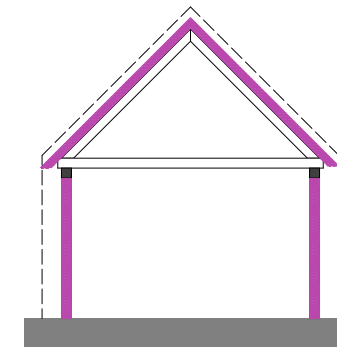


Innenliegend:

- + durchgehende Geschlossenheit
- + keine Veränderung der äußeren Hülle
- + gut sortenrein gebaut
- + weniger Wärmedämmung benötigt

- Wärmebrücken bei Tragwerk
- Tragwerk innen kaum sichtbar
- kleinere Räume

Abbildungen 32: Variante thermische Hülle innenliegend, eigene Darstellung



in tragender Schicht:

- + einschichtig
- + glatte Oberflächen
- + teils geschütztes Tragwerk
- + am wenigsten Material benötigt

- Wärmebrücken bei Tragwerk
- Tragwerk kaum sichtbar
- keine geschlossene thermische Hülle
- komplizierte Knotenpunkte

Abbildungen 33: Variante thermische Hülle in tragender Schicht, eigene Darstellung

Außenansichten

Die Ansichten auf der Seite 47 zeigen die Anordnung der Fenster und die zwei verschiedenen Fassadenmaterialien. In den Bestandswänden wurden die meisten Fenstergrößen so erhalten und teils vergrößert, um mehr Licht in die Innenräume zu bringen. Die reguläre Frontansicht ist bei Vierkanthöfen eine wichtige Eigenschaft, und deshalb wurden hier die Größen so behalten, und Wärmedämmung wurde hinzugefügt.

Die Fenster in den neuen Wänden können durch die Verwendung von Holzständerwänden flexibel eingesetzt werden. Dabei waren folgende Kriterien ausschlaggebend:

- Funktional
- Vermeidung sommerlicher Überwärmung
- Nutzung von Wärmegewinnung im Winter
- Privatsphäre
- Licht nutzen

Aus Nachhaltigkeitsgründen sind Fenster ein wichtiger bauphysikalischer Bestandteil der thermischen Hülle. Sie müssen im Winter die warme Luft in den Räumen halten und im Sommer so wenig Hitze und Sonnenstrahlen nach innen lassen. Es werden dreifach-verglaste Fenster genutzt, die eine bauliche Beschattung durch den Dachvorsprung und außenliegende weiße Jalousien bieten. Abhängig von der Richtung der Fenster wurden diese kleiner oder größer geplant. Im gemeinschaftlichen Co-Working Raum sind die großen Fenster Richtung Norden. So hat man viel Licht bei kreativen Tätigkeiten und einen schönen Ausblick über Steyr.

Dadurch, dass die Fenster das wenigste nachhaltige Baumaterial des Projektes sind, wurde auf große Glasfronten in den Wohnungen verzichtet. Bei der Hofeinfahrt wurde der Zwischenraum mit einer Glasfront ausgestattet, um den Hof offener zu gestalten und die ursprüngliche Struktur zu zeigen.

Die zwei unterschiedlichen Fassadenstrukturen sollen die ursprüngliche Anordnung des Wohntrakts und der Ställe zeigen.

Lageplan - 1:500

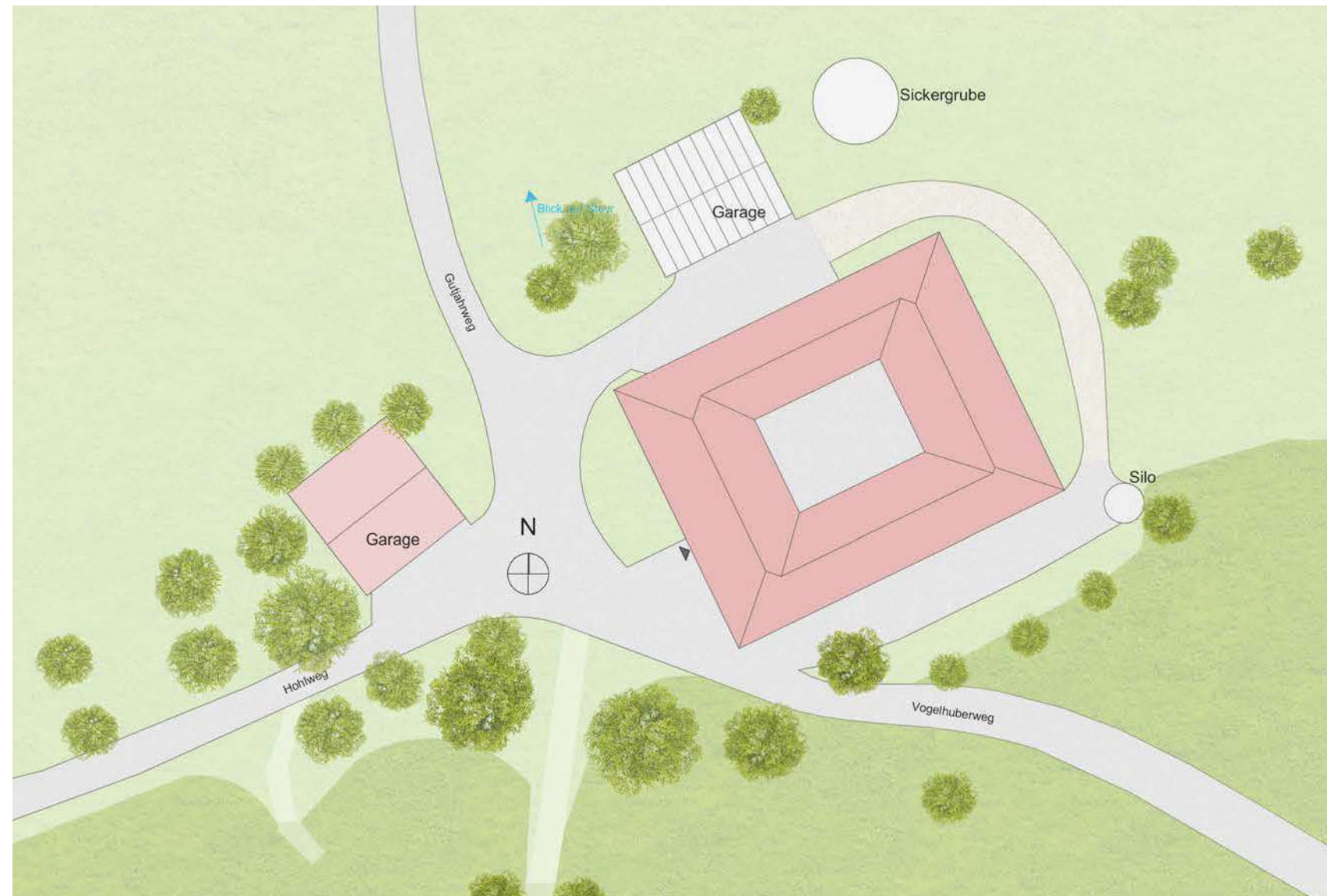


Abbildung 34: Lageplan, eigene Darstellung

8.5 Bestandspläne

Grundriss Erdgeschoss - 1:200

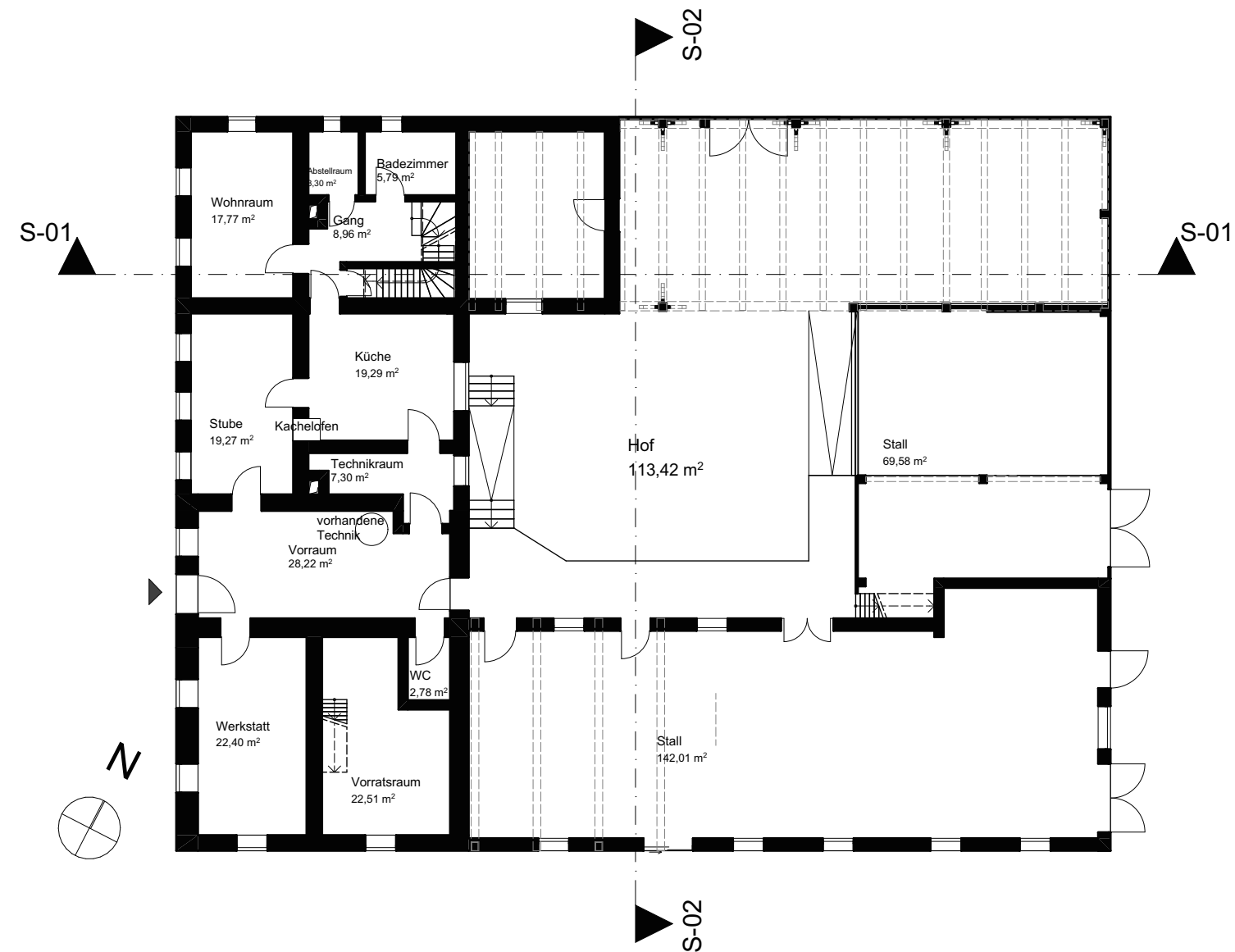


Abbildung 35: Grundriss Erdgeschoss Bestand, eigene Darstellung



Grundriss Untergeschoss - 1:200

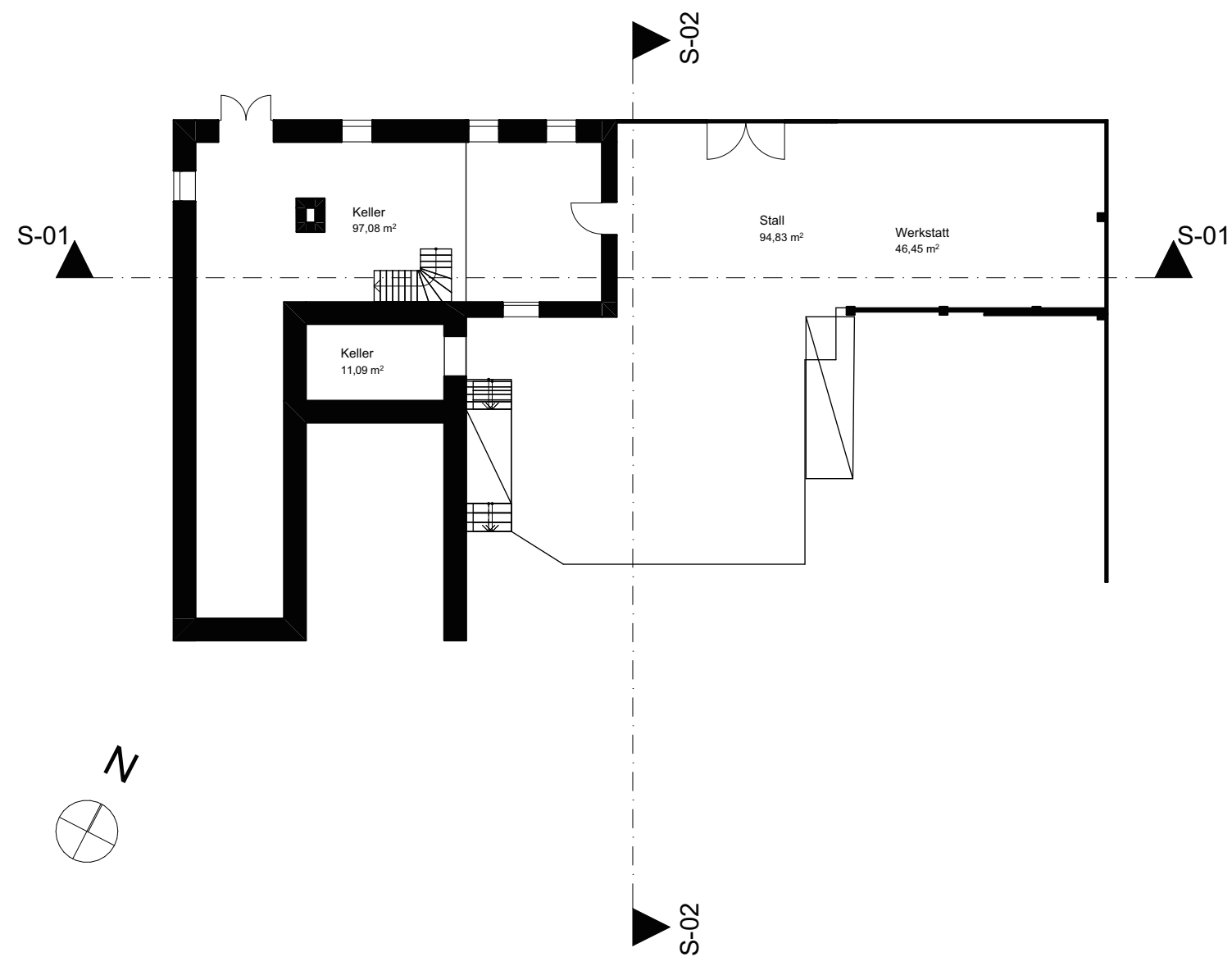
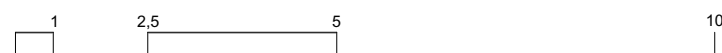


Abbildung 36: Grundriss Untergeschoss Bestand, eigene Darstellung



Grundriss 1. Obergeschoss - 1:200

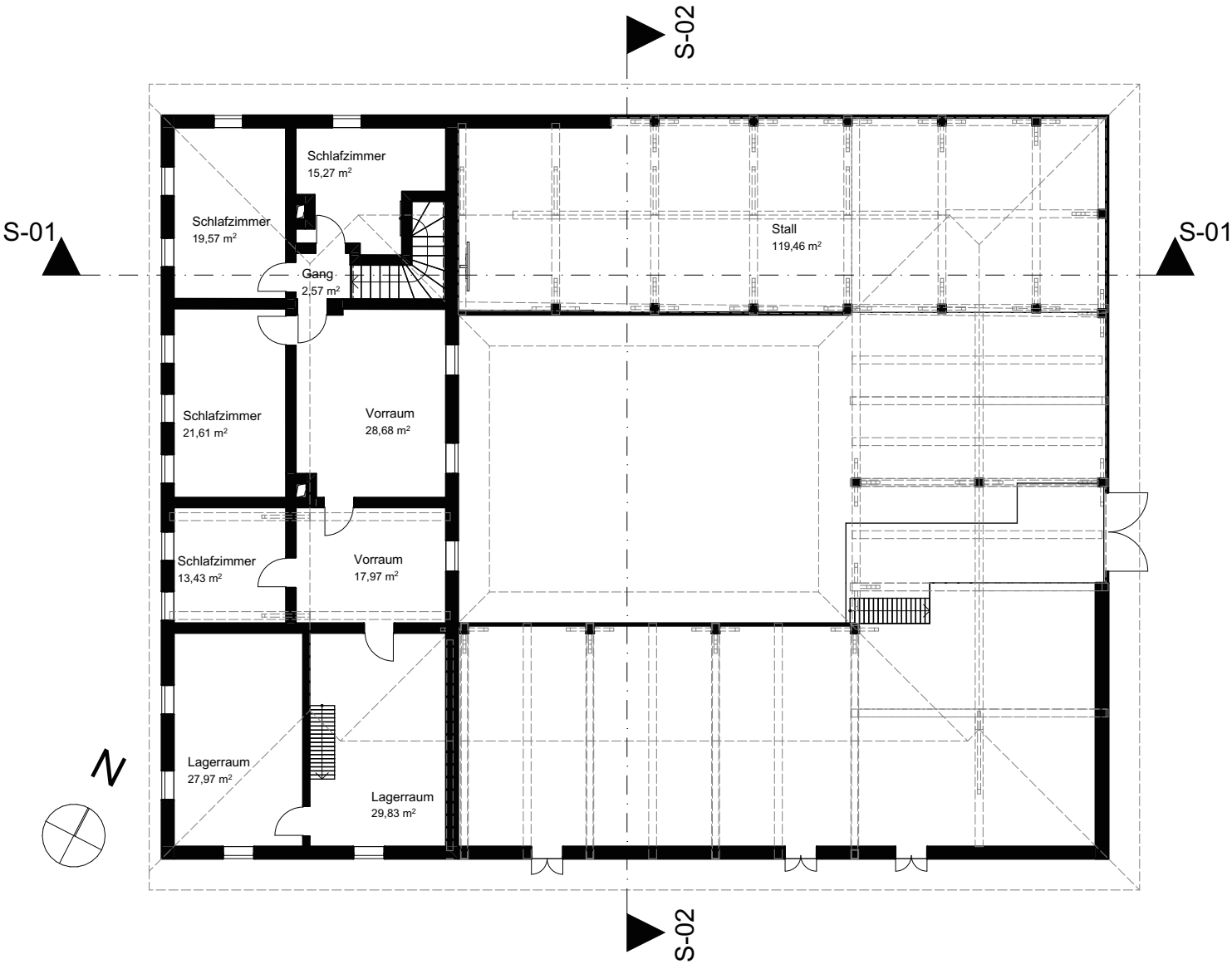
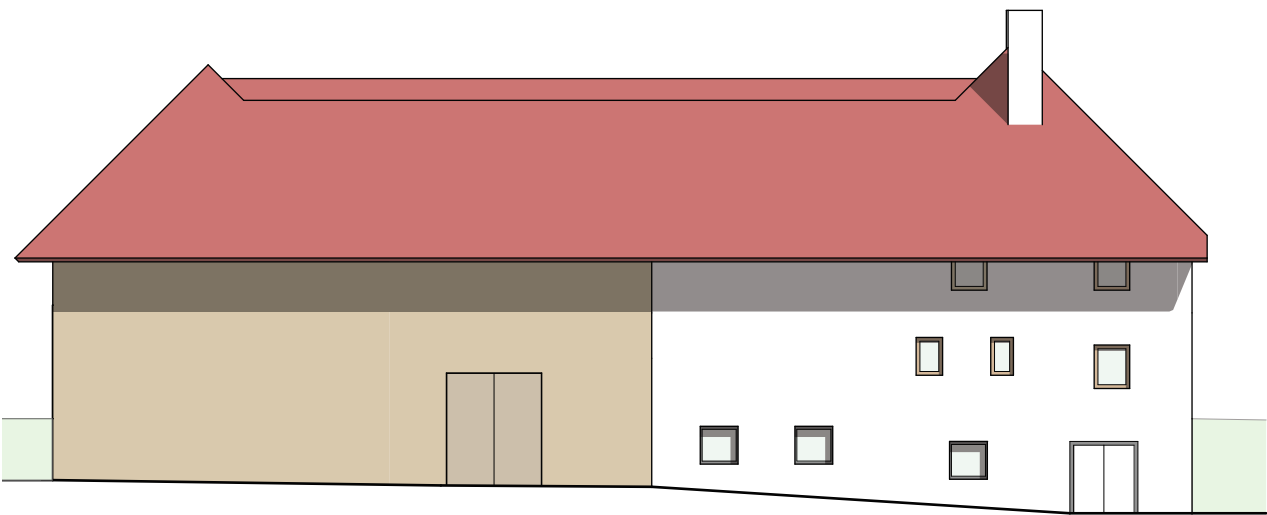


Abbildung 37: Grundriss 1. Obergeschoss Bestand, eigene Darstellung

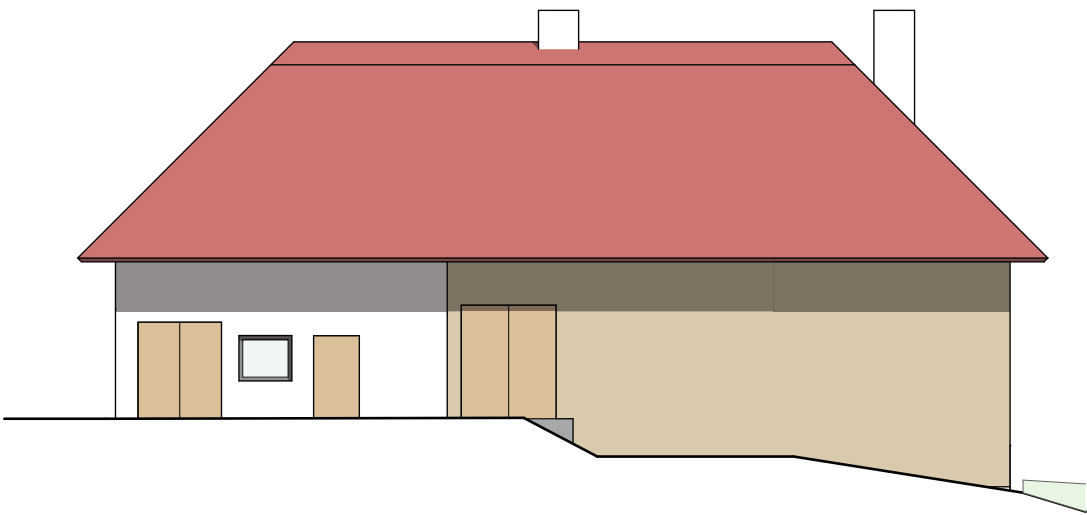


Ansichten - 1:200



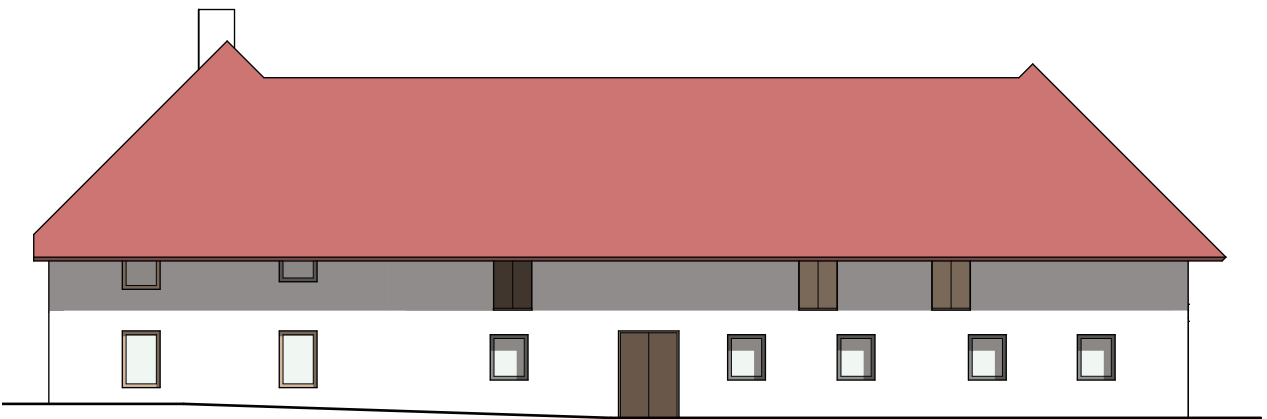
Ansicht Nord-West

Abbildung 38: Bestand Ansicht Nord-West, eigene Darstellung



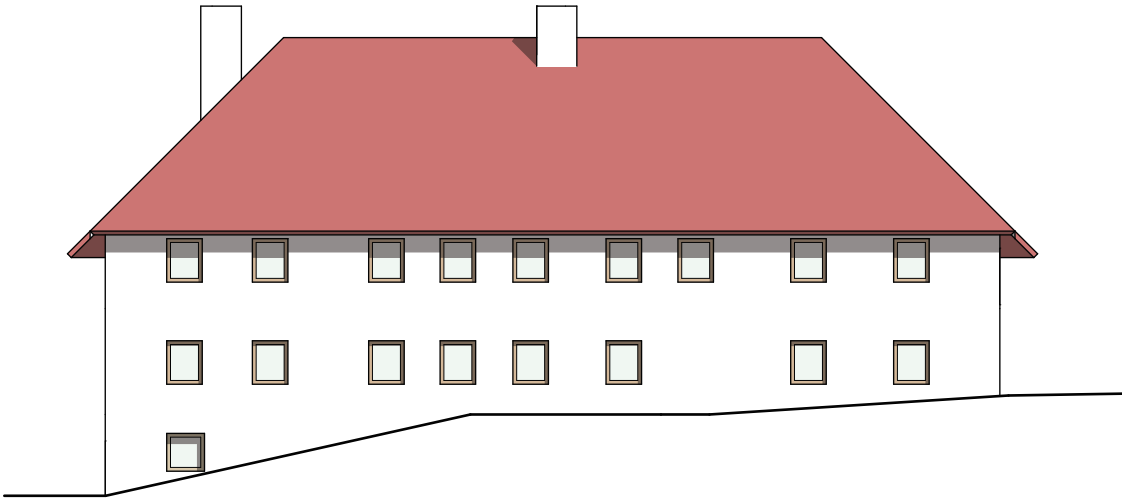
Ansicht Nord-Ost

Abbildung 39: Bestand Ansicht Nord-Ost, eigene Darstellung



Ansicht Süd-Ost

Abbildung 40: Bestand Ansicht Süd-Ost, eigene Darstellung

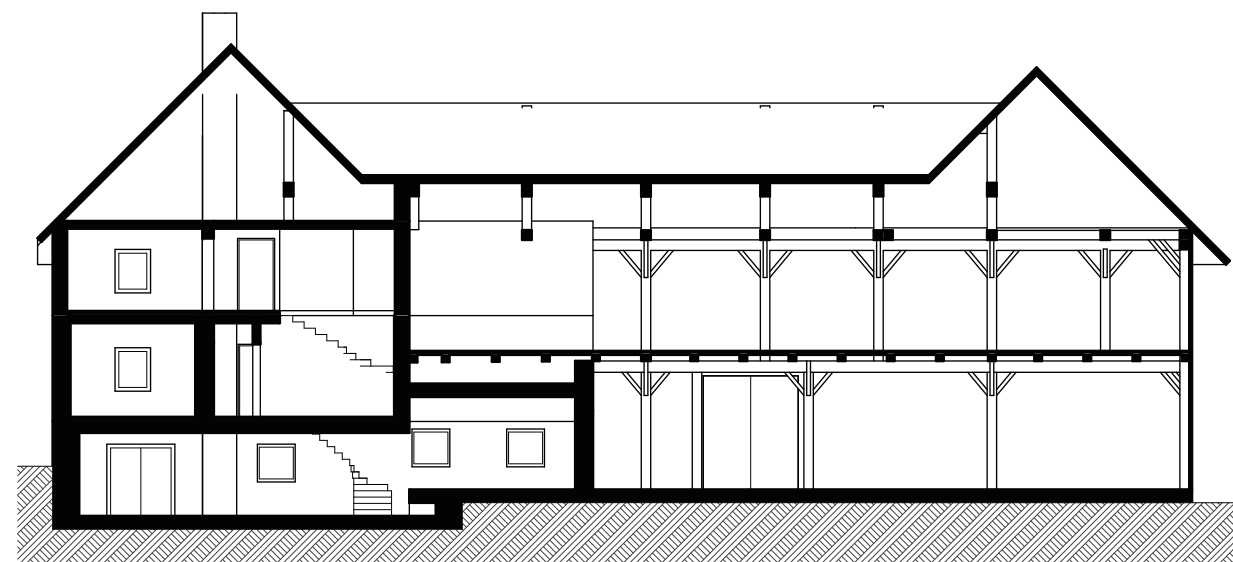


Ansicht Süd-West

Abbildung 41: Bestand Ansicht Süd-West, eigene Darstellung

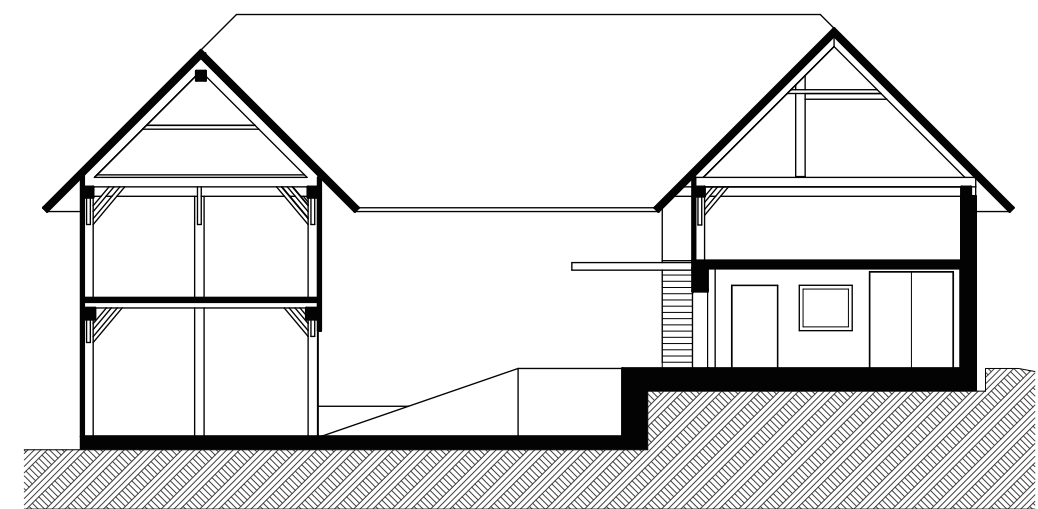


Schnitte - 1:200



Schnitt 1

Abbildung 42: Bestand Schnitt 1, eigene Darstellung



Schnitt 2

Abbildung 43: Bestand Schnitt 2, eigene Darstellung



8.6 Umbaupläne

Grundriss Erdgeschoss - 1:200

In den Umbauplänen sieht man die wenigen Eingriffe in die bestehende, massive Tragstruktur. Es wird hauptsächlich durch angebrachte Wärmedämmung bauphysikalisch aufgewertet. Außerhalb der bestehenden Tragkonstruktion aus Holz im Stall werden die Wände neu gesetzt um eine dichte, vollumfassende Hülle entsteht.

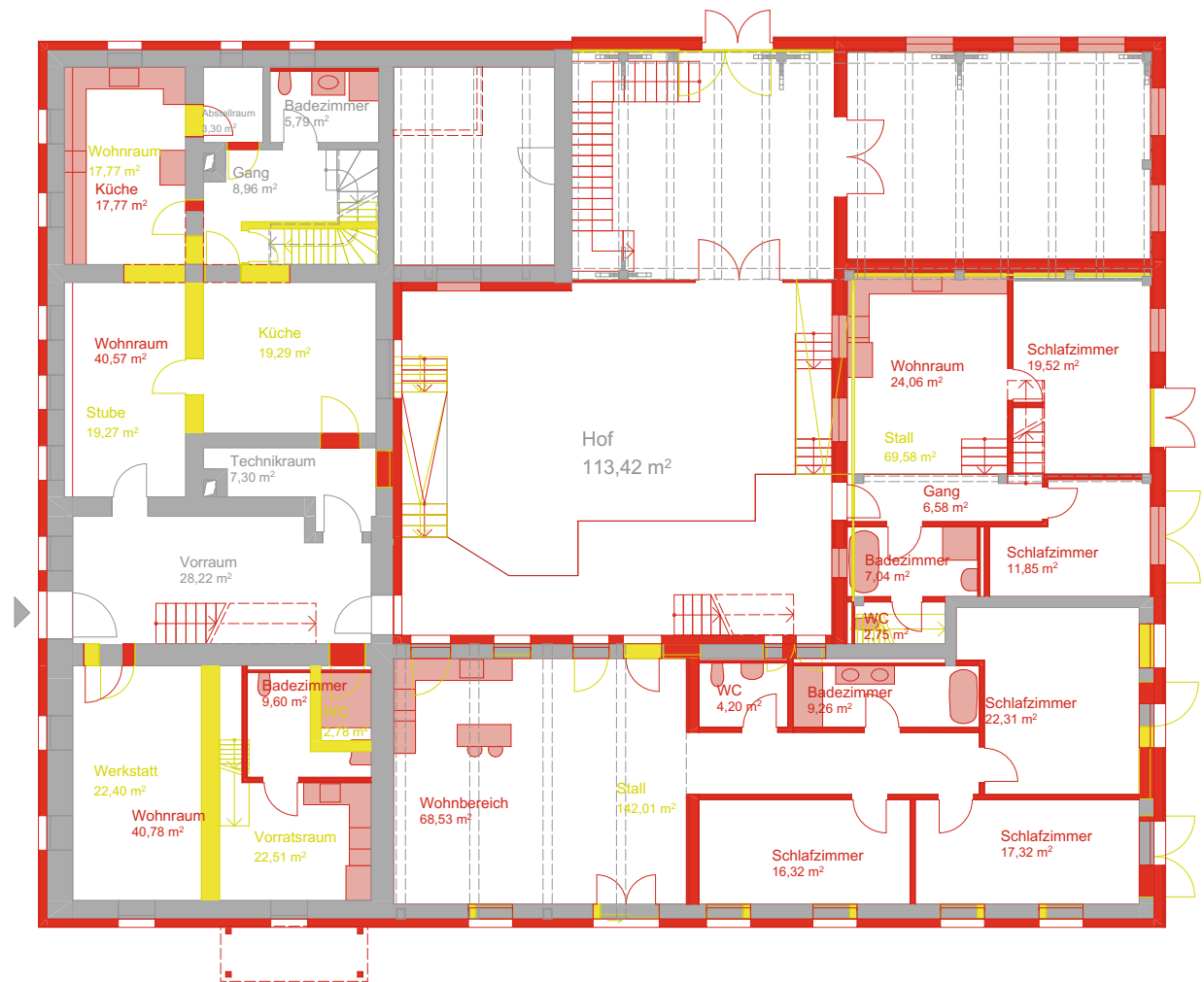


Abbildung 44: Grundriss Untergeschoss Umbau, eigene Darstellung

Grundriss 1. Obergeschoss - 1:200

Im 1. Obergeschoss werden die vorhandenen Schlafzimmer umstrukturiert und ein Bad in den vorhandenen Wohntrakt eingefügt, da davor keines oben vorhanden war. Auch der große Durchgangsraum wird geteilt um ein richtiges Schlafzimmer zu schaffen.

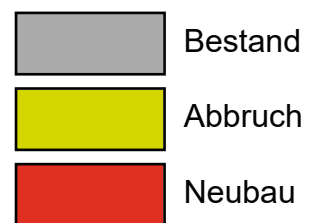
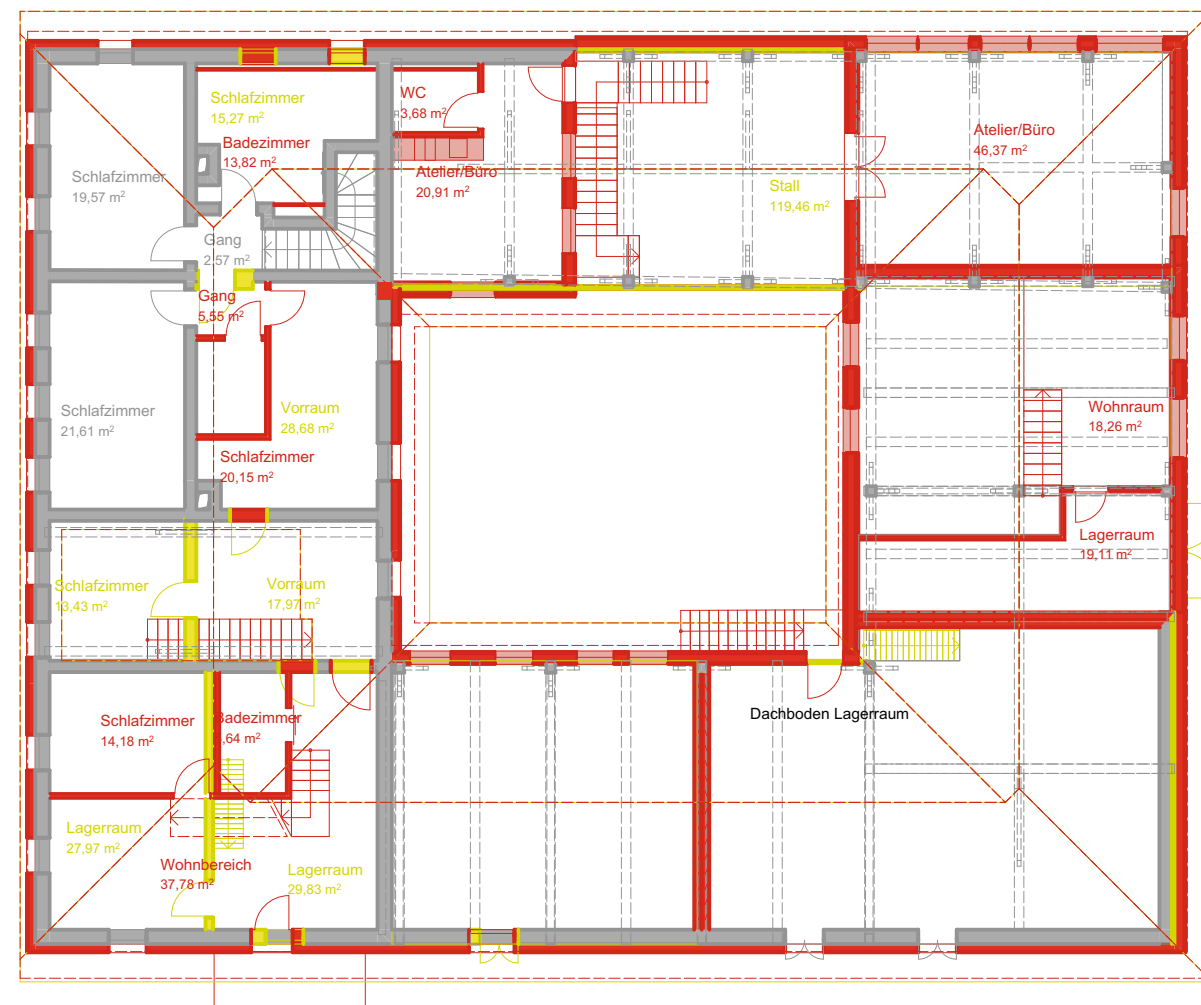


Abbildung 45: Grundriss 1. Obergeschoss Umbau, eigene Darstellung



Grundriss Untergeschoss - 1:200

Im Untergeschoss werden die Kellerräume nicht umgenutzt, jedoch wird die Stiege nach oben entfernt um mehr Platz im Erdgeschoss zu schaffen. Bei der Hofeinfahrt wird die Erschließung zu den Gemeinschaftsflächen im 1. Obergeschoss eingefügt.

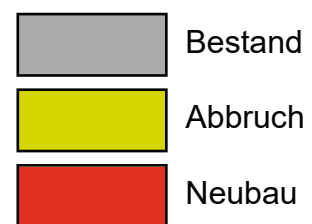
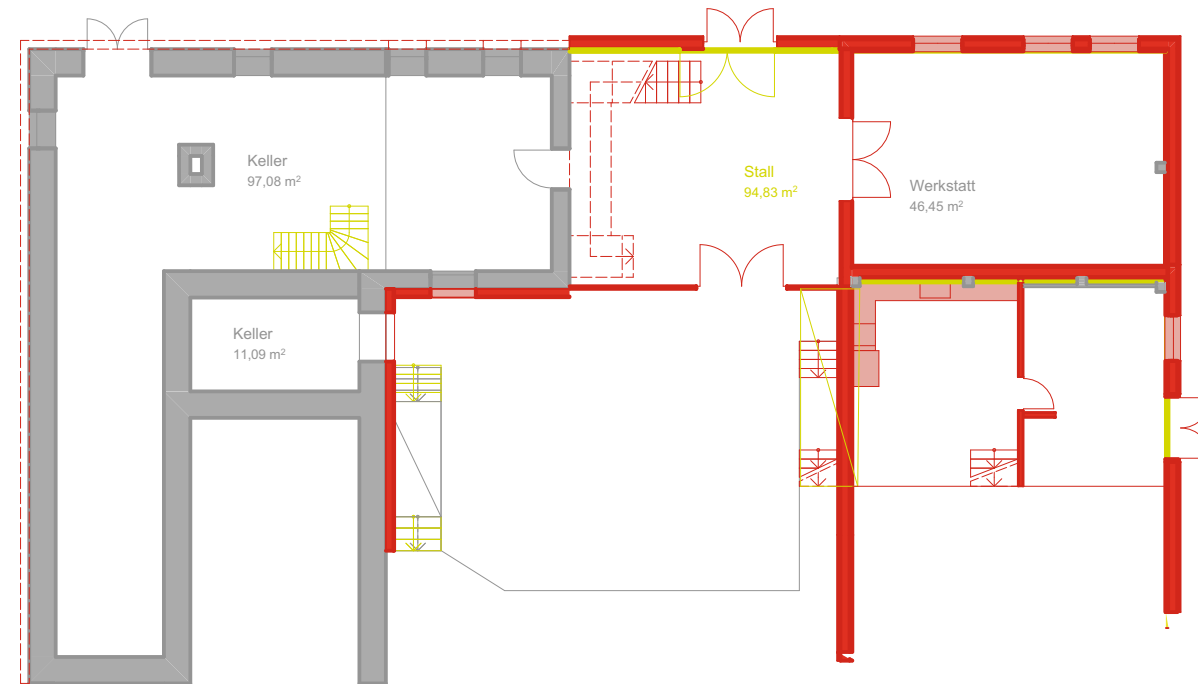
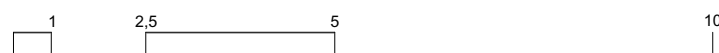


Abbildung 46: Grundriss Untergeschoss Umbau, eigene Darstellung



8.7 Entwurfspläne
Grundriss Erdgeschoss - 1:200



- Gipskartonwand
- Holzständerwand
- Wärmedämmung
- Mauerwerk

Abbildung 47: Grundriss Erdgeschoss Entwurf, eigene Darstellung



Grundriss Untergeschoss - 1:200

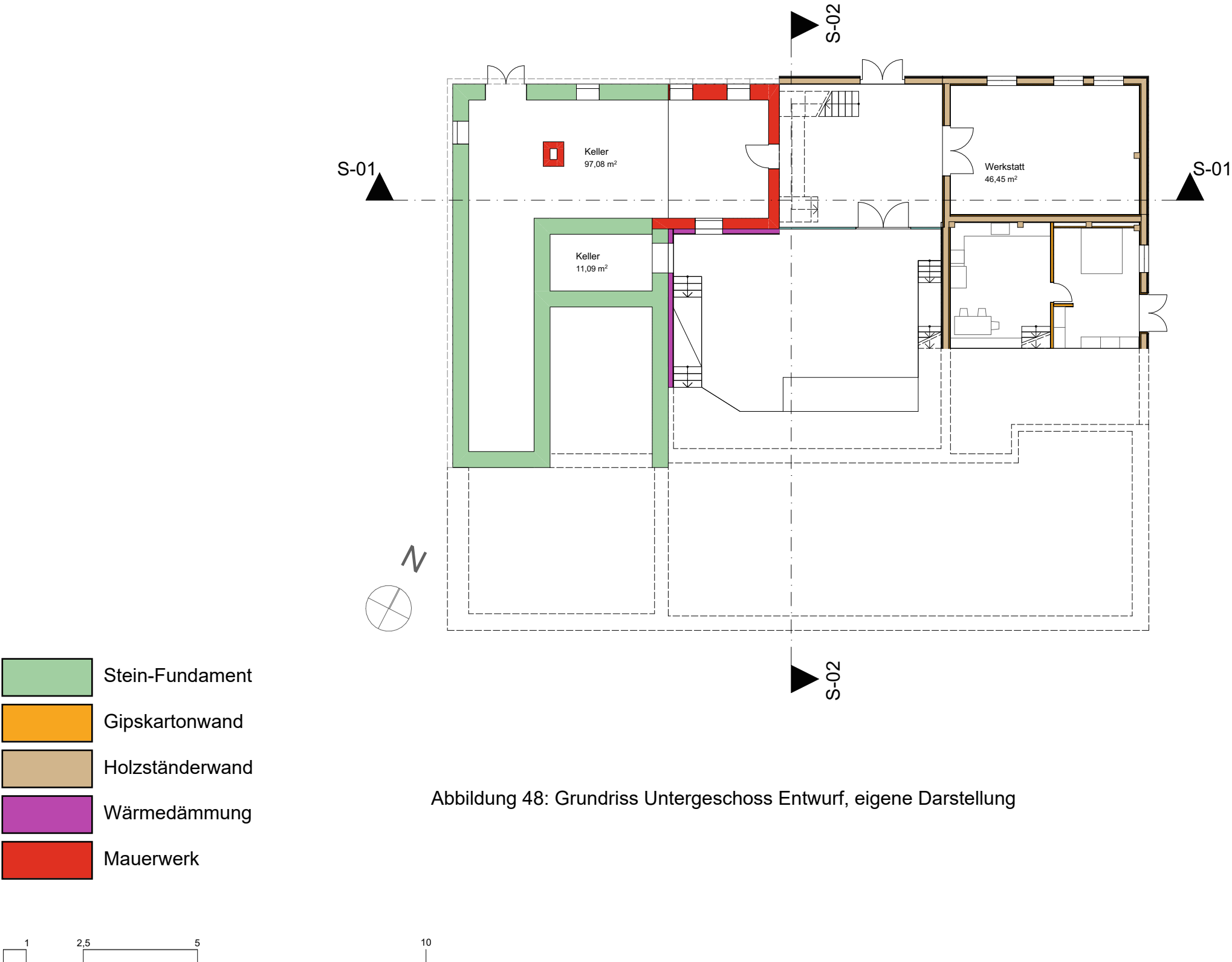
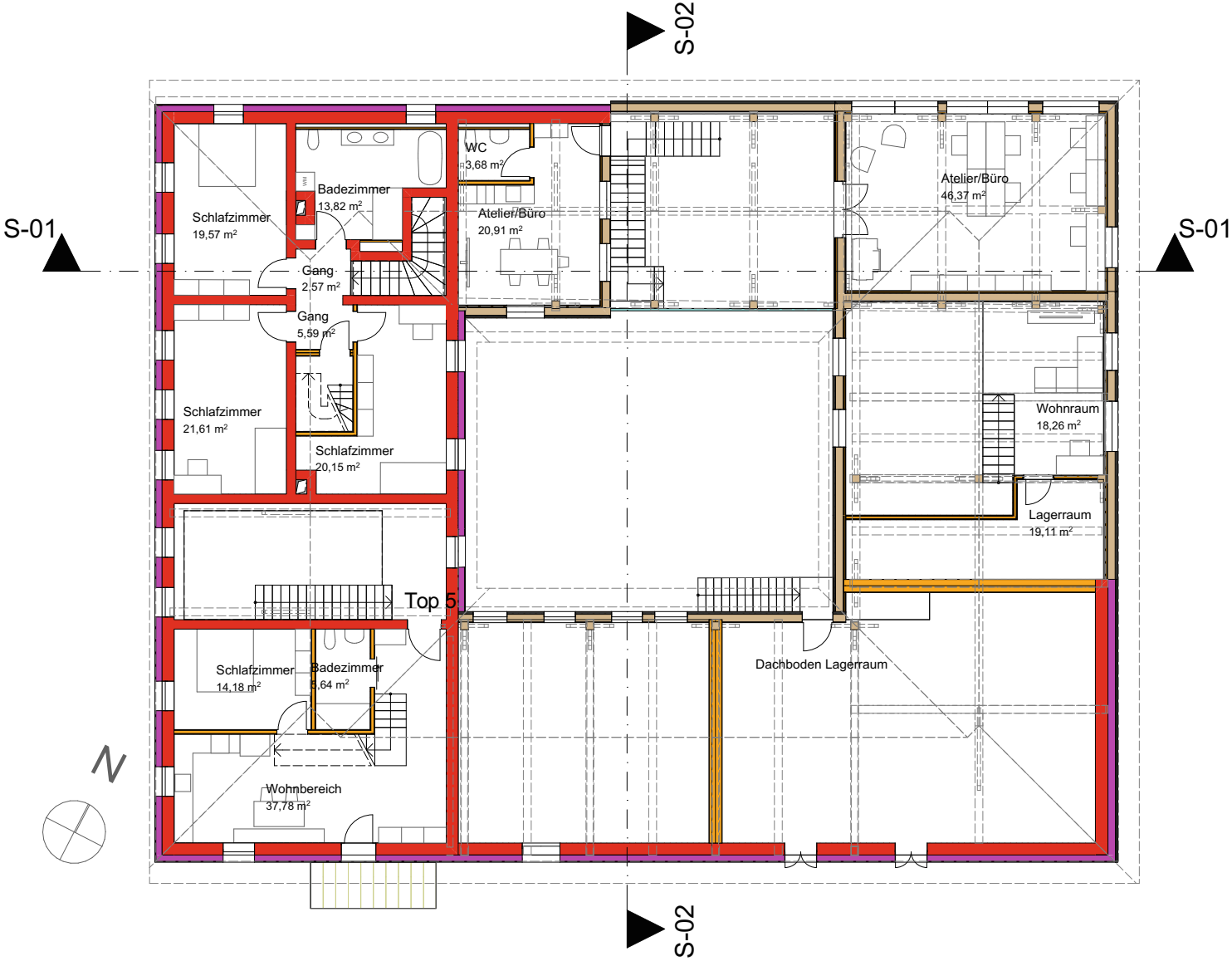


Abbildung 48: Grundriss Untergeschoss Entwurf, eigene Darstellung

Grundriss 1. Obergeschoss - 1:200



- Gipskartonwand
- Holzständerwand
- Wärmedämmung
- Mauerwerk

Abbildung 49: Grundriss 1. Obergeschoss Entwurf, eigene Darstellung



Grundriss Dachdraufsicht - 1:200

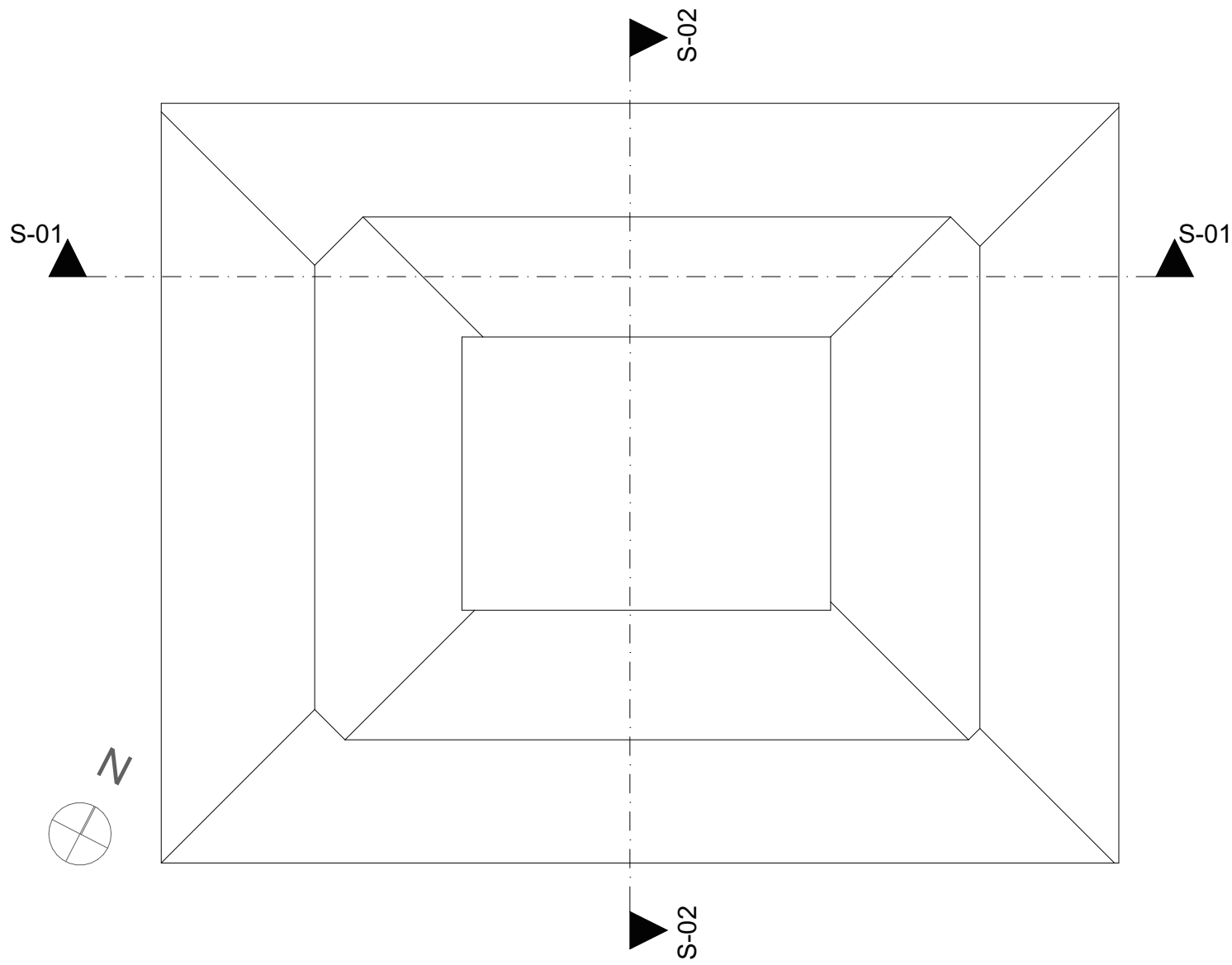
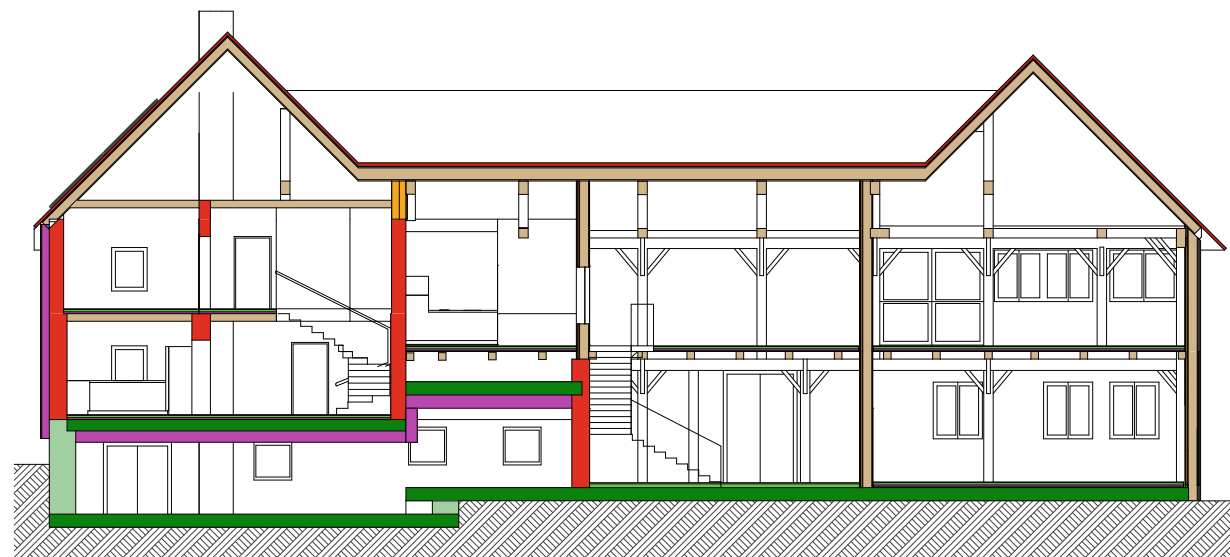


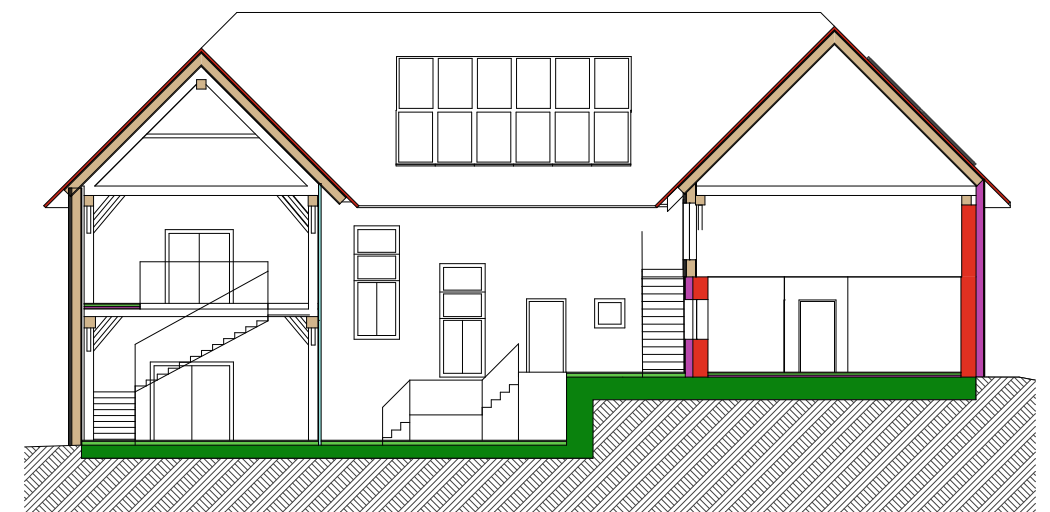
Abbildung 50: Dachdraufsicht Entwurf, eigene Darstellung



Schnitte - 1:200

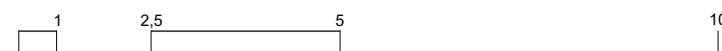


Schnitt 1
Abbildung 51: Entwurf Schnitt 1, eigene Darstellung

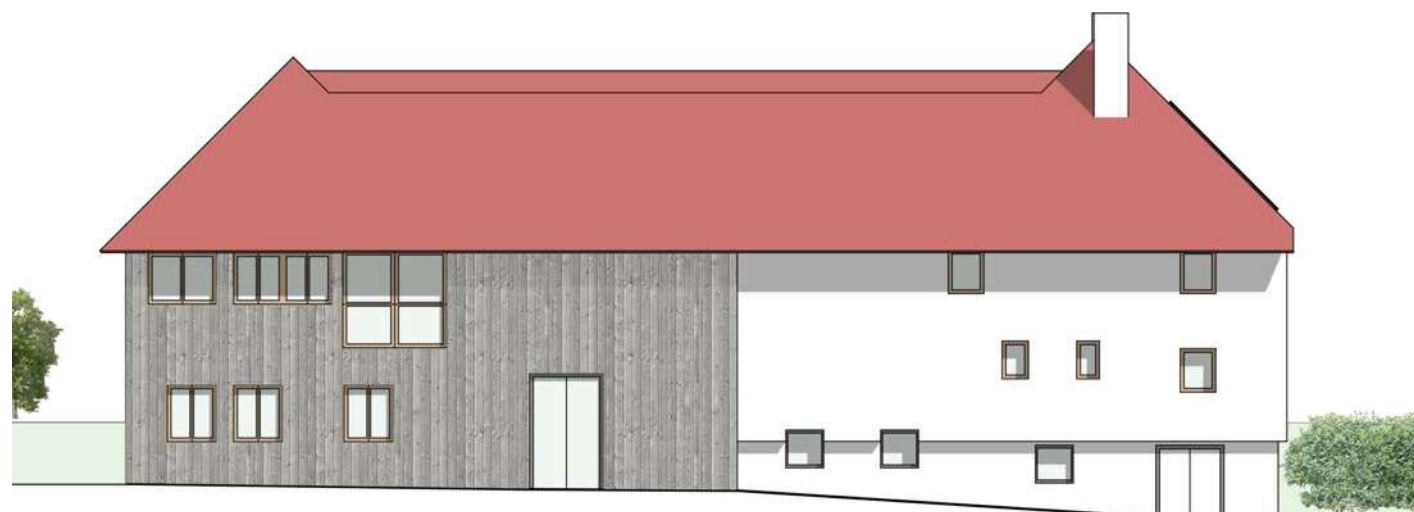


Schnitt 2
Abbildung 52: Entwurf Schnitt 2, eigene Darstellung

	Stahlbeton
	Stein-Fundament
	Gipskartonwand
	Holz/-ständerwand
	Wärmedämmung
	Mauerwerk

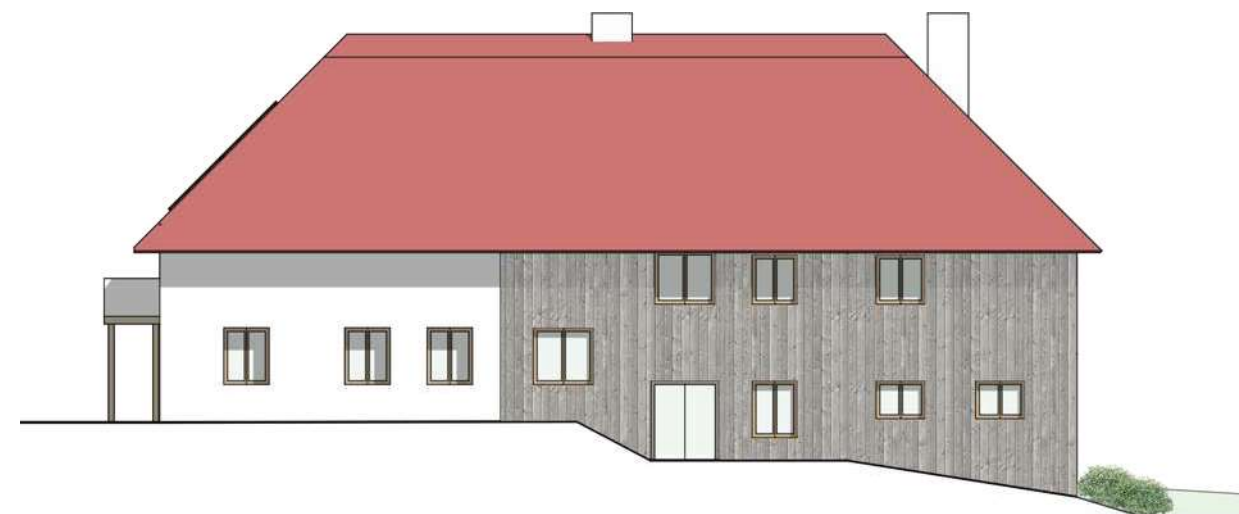


Ansichten - 1:200



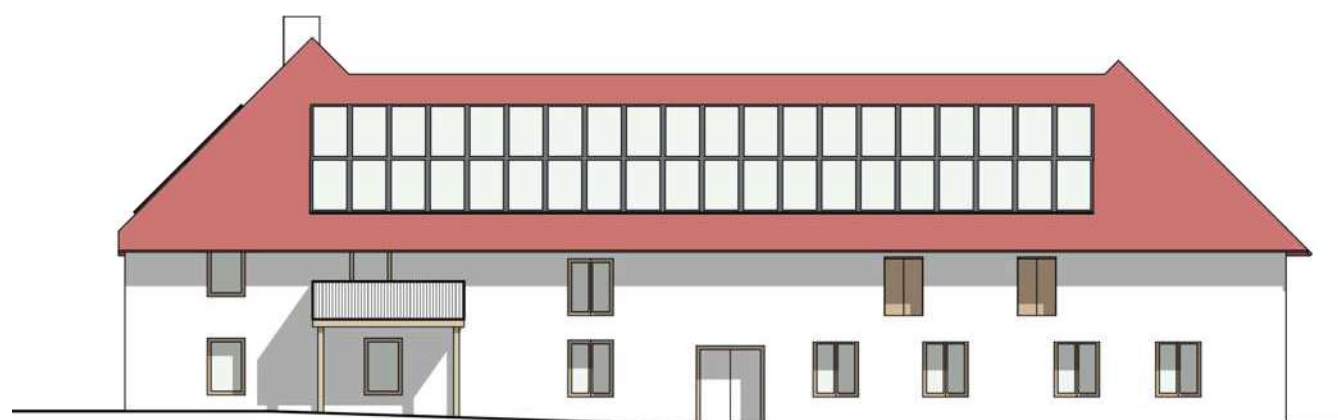
Ansicht Nord-West

Abbildung 53: Ansicht Nord-West, eigene Darstellung



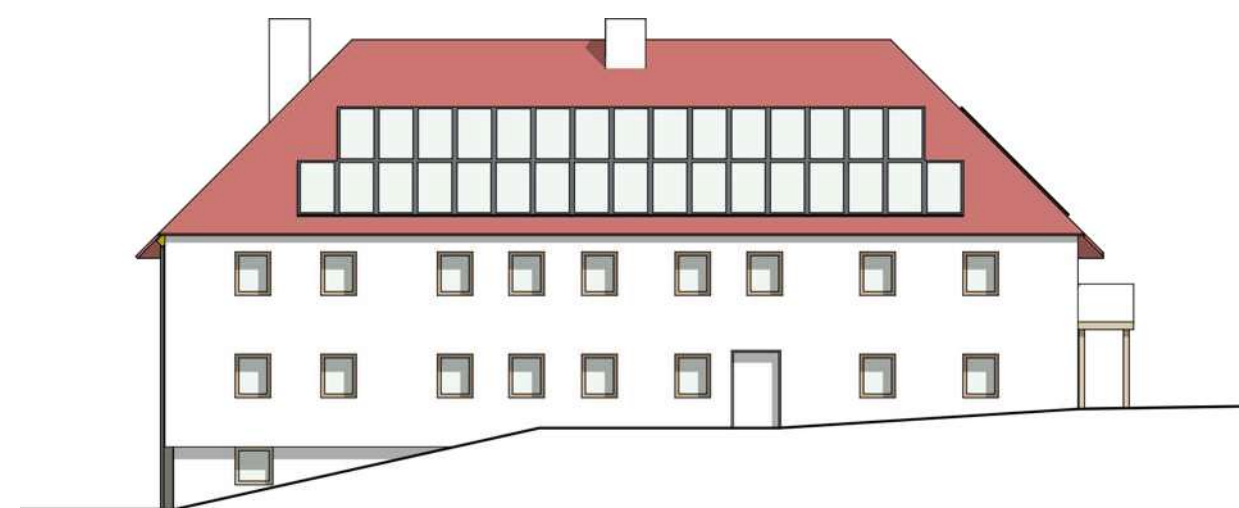
Ansicht Nord-Ost

Abbildung 54: Ansicht Nord-Ost, eigene Darstellung



Ansicht Nord-West

Abbildung 55: Ansicht Nord-West, eigene Darstellung

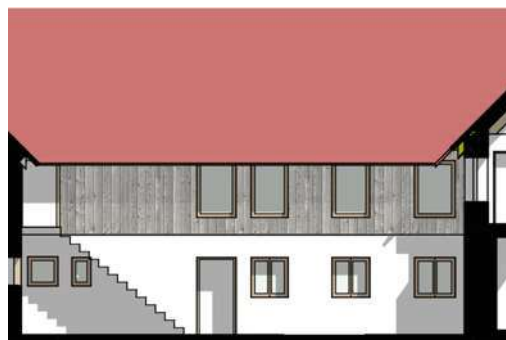


Ansicht Nord-West

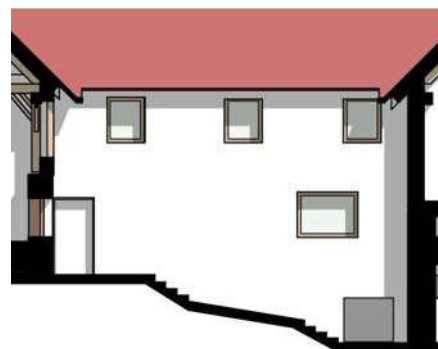
Abbildung 56: Ansicht Nord-Ost, eigene Darstellung



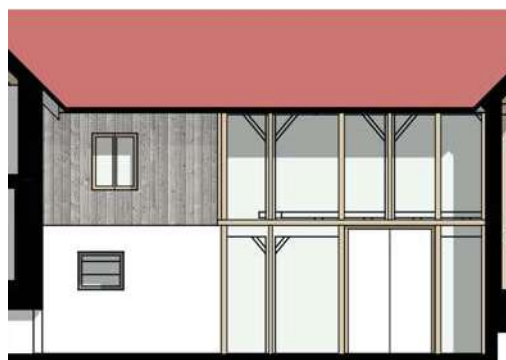
Hofansichten - 1:200



Hofansicht Nord-West
Abbildung 57: Hofansicht Nord-West,
eigene Darstellung



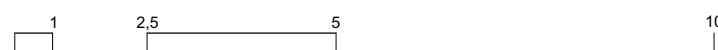
Hofansicht Nord-Ost
Abbildung 58: Hofansicht Nord-Ost,
eigene Darstellung



Hofansicht Süd-Ost
Abbildung 59: Hofansicht Süd-Ost,
eigene Darstellung



Hofansicht Süd-West
Abbildung 60: Hofansicht Süd-West,
eigene Darstellung



8.8 Wohnungen

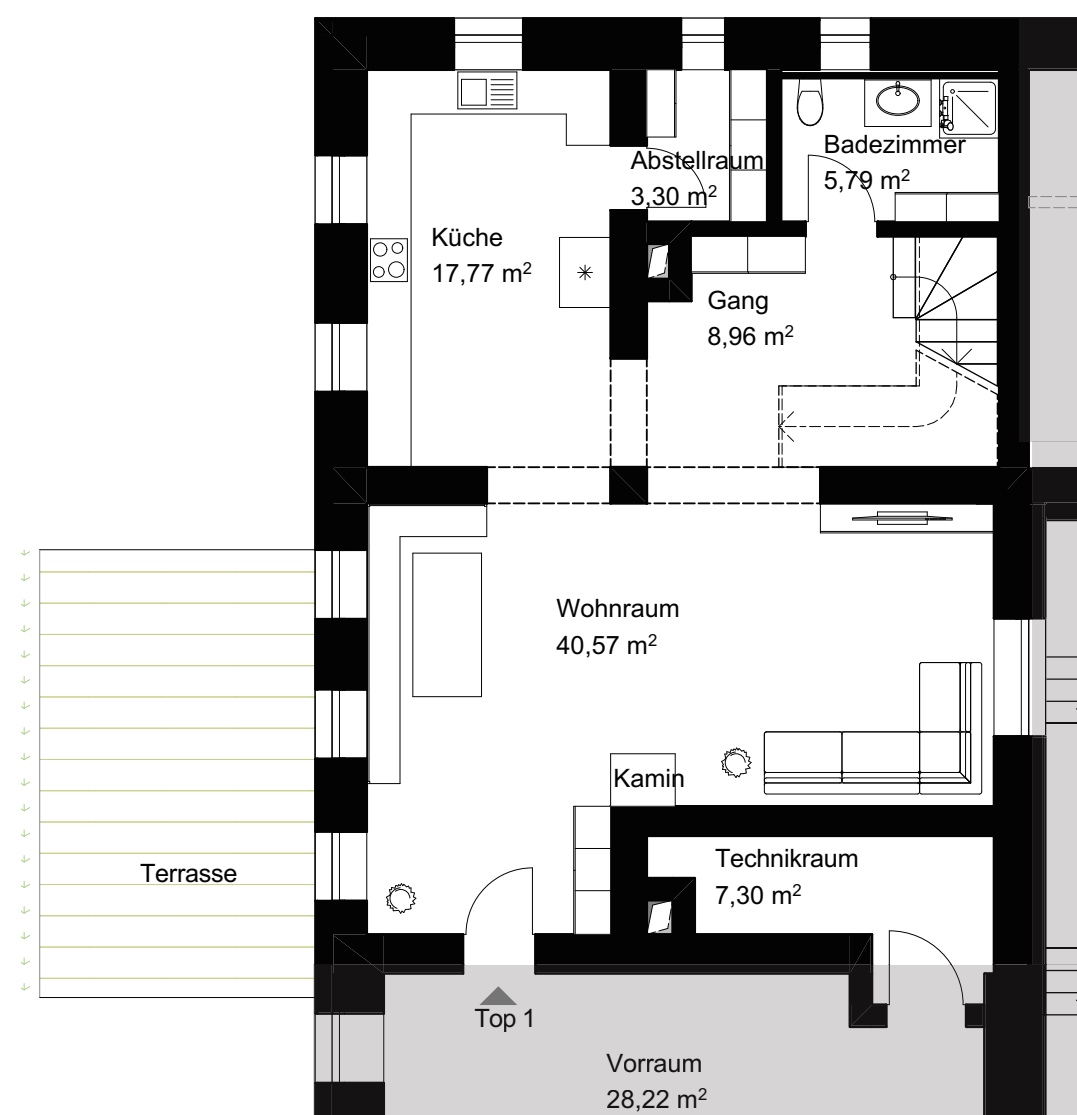
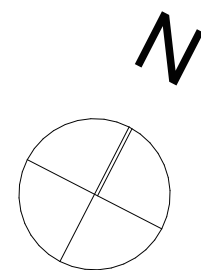
Top 1 - 1:100

Der vorhandene Wohnbereich wird adaptiert und optimiert. Dabei werden neue Durchbrüche für einen großen Wohnbereich geschaffen. Die Küche wird verlegt um sie zu vergrößern und einen direkten Zugang zum Vorratsraum zu haben. Ein wichtiger Aspekt ist, dass die vorhandene Kellerstiege entfernt wird. Der Keller ist auch vom Hof begehbar, und kann so von allen genutzt werden.

Traditionelle Eigenschaften eines Bauernhofes wie der Ofen im Wohnbereich und die lange Sitzbank entlang der Wand in der Stube bleiben erhalten, und werden erneuert. Um den Wohnbereich in eine geschlossene Einheit zu verwandeln wird der Zugang zur ehemaligen Küche geschlossen, und das WC am Gang entfernt und in das vorhandene Bad eingefügt. Dafür muss die Waschmaschine im Erdgeschoss weichen, jedoch gibt es für diese Platz im neuen Badezimmer im 1. Obergeschoss.

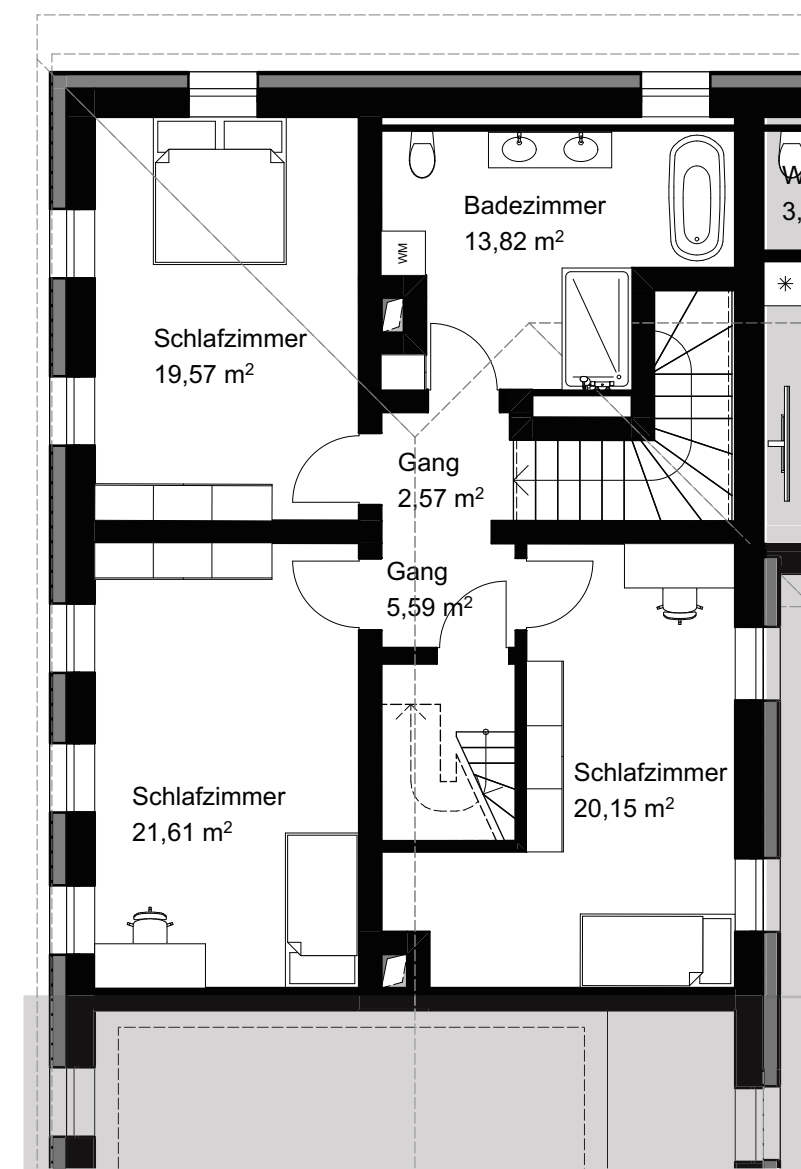
Es wird die vorhandene Wohnfläche optimiert, und dadurch wird wenig abgerissen, sondern sinnvoll adaptiert. Dadurch fallen 2 Schlafzimmer weg, die für die Küche und das Badezimmer weichen müssen, jedoch sind immer noch 3 große Schlafzimmer vorhanden. Die vorhandene Terrasse wird ausgebaut um als Außenfläche für das Top 1 zu dienen.

Die Wohnung hat nun 98,77 m², im Vergleich davor mit 192,70 m². Zusätzlich gibt es nun einen Aufgang zu einem Dachboden, der nicht in der Fläche inkludiert ist.



Erdgeschoss - 1:100

Abbildung 61: Top 1, Erdgeschoss, eigene Darstellung



1. Obergeschoss - 1:100

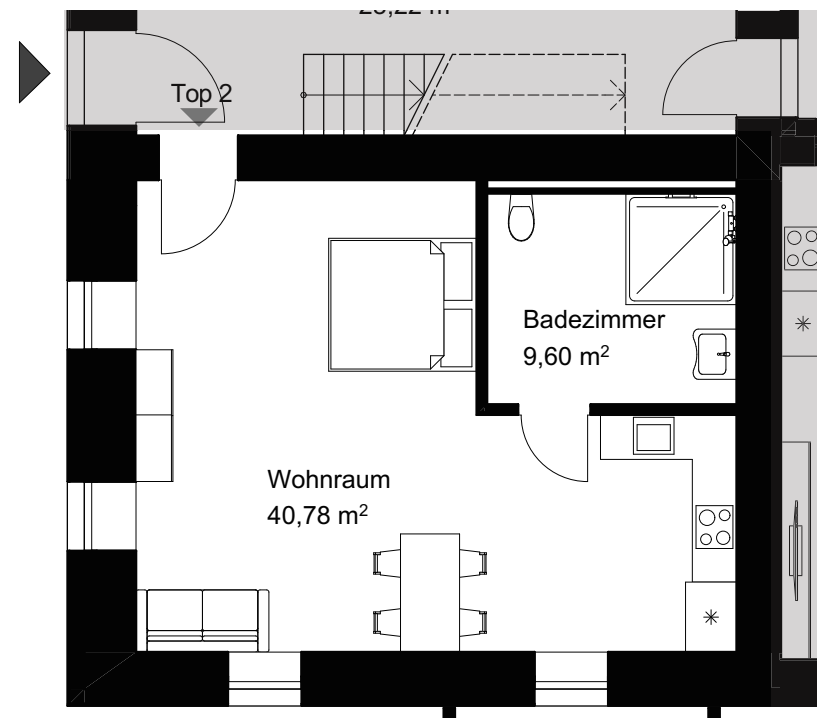
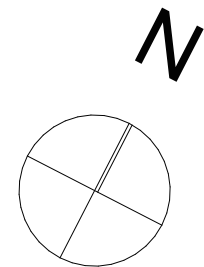
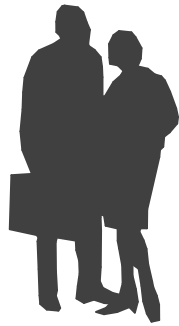
Abbildung 62: Top 1, 1. Obergeschoss, eigene Darstellung

Top 2 - 1:100

Das Top 2 ist eine behindertengerechte 1-Zimmer-Wohnung, die direkt neben dem Haupteingang liegt. Diese 50 m² sollen den Bewohner/innen eine flexible Nutzung ermöglichen. Die Idee ist, dass die vorhandenen Besitzer/innen das Gebäude der nächsten Generation übergeben können ohne selbst ausziehen zu müssen. Die Großeltern bleiben im Gebäude und haben ihre eigenen vier Wände, und sind jedoch in das Familienleben der Kinder und Enkelkinder miteinbezogen. Das Top 2 hat keinen privaten Freiraum.

Wenn dies nicht der Fall ist, dann können die Räume als Gästewohnung von allen Bewohner/innen genutzt werden.

Die Wohnung hat 50 m².



Erdgeschoss - 1:100

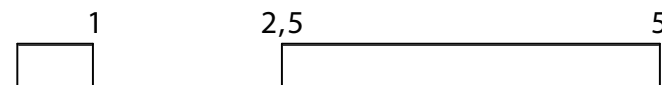
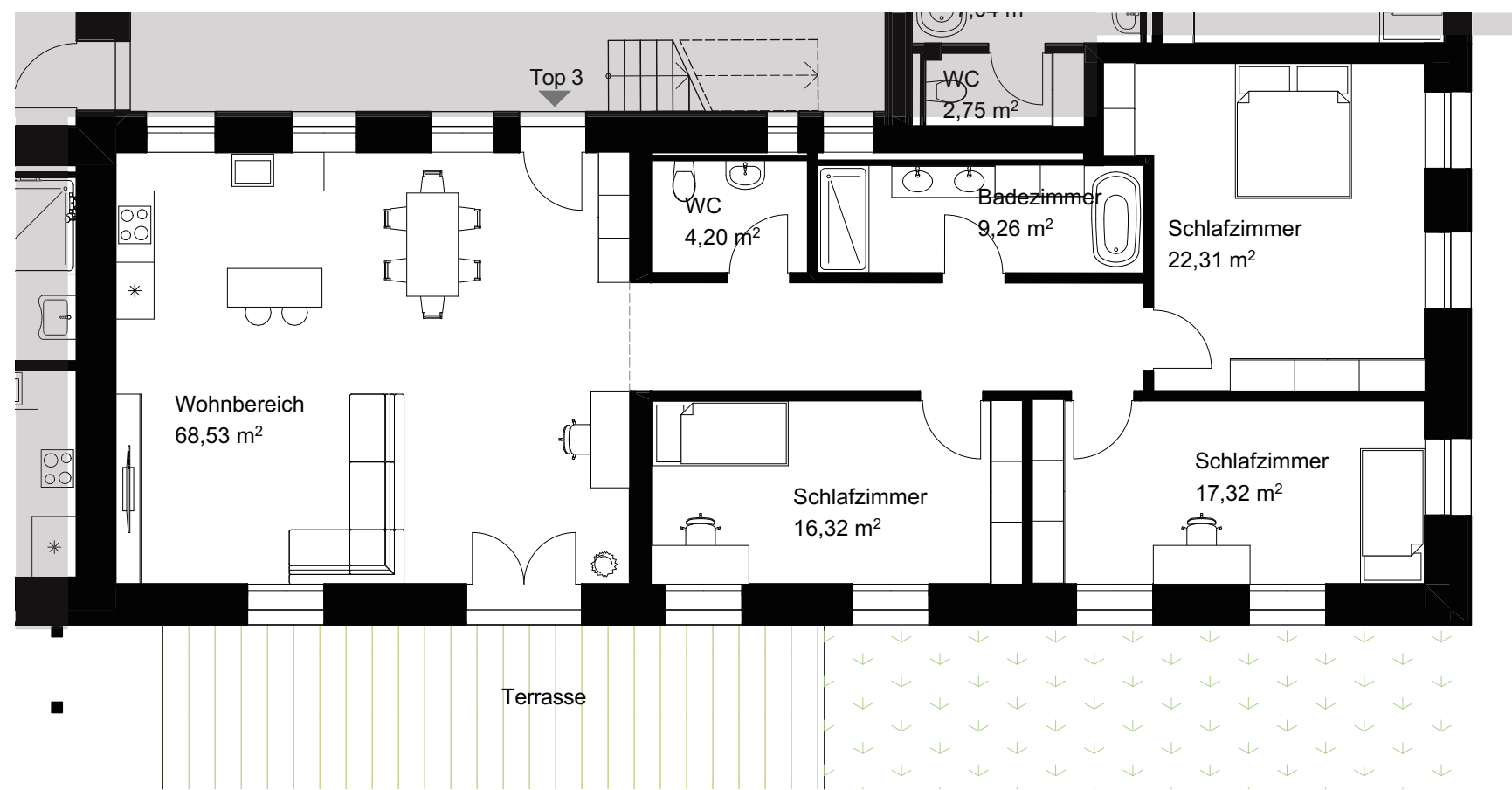
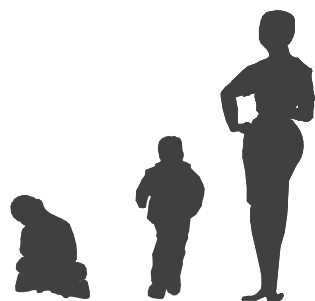


Abbildung 63: Top 2, Erdgeschoss, eigene Darstellung

Top 3 - 1:100

Das Top 3 befindet sich im ehemaligen Kuhstall. Der große längliche Raum wird in eine 4-Zimmer Wohnung umgenutzt. Der Wohnraum ist nach oben bis zum Tragwerk des Daches geöffnet, hat eine Raumhöhe bis zu 8 m und wird von 2 Seiten belichtet. 3 Schlafzimmer, 1 Bad und 1 WC werden durch einen Gang erschlossen und sind nicht nach oben zum Dach geöffnet. Der privater Teil wird durch die niedrigere Decke definiert, und besser konditionierbar. Die Wohnung hat Zugang zu einer großzügigen Terrasse Richtung Süd-Ost. Die Wohnung hat 137,54 m².



Erdgeschoss - 1:100

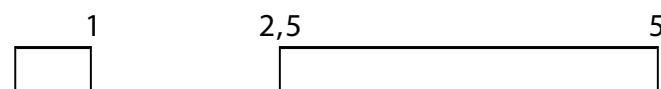
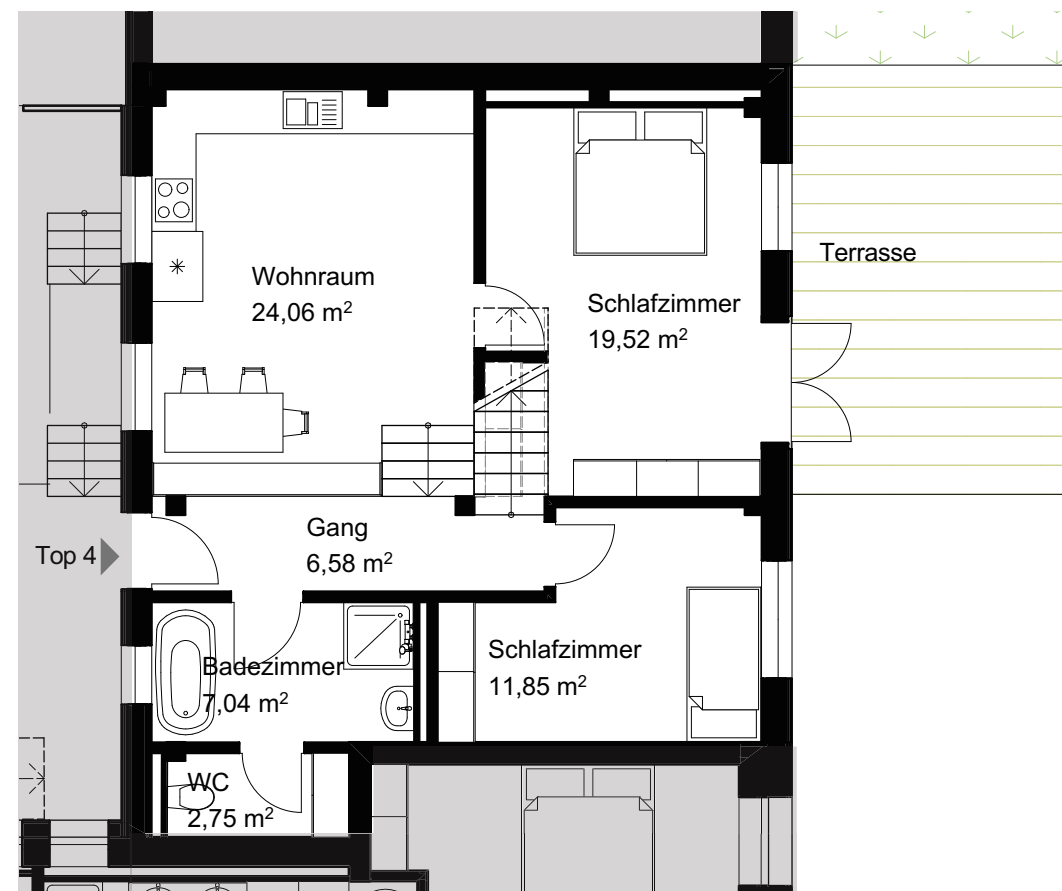
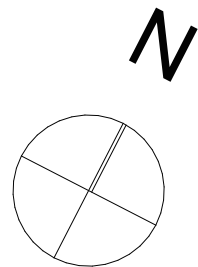


Abbildung 64: Top 3, Erdgeschoss, eigene Darstellung

Top 4 - 1:100

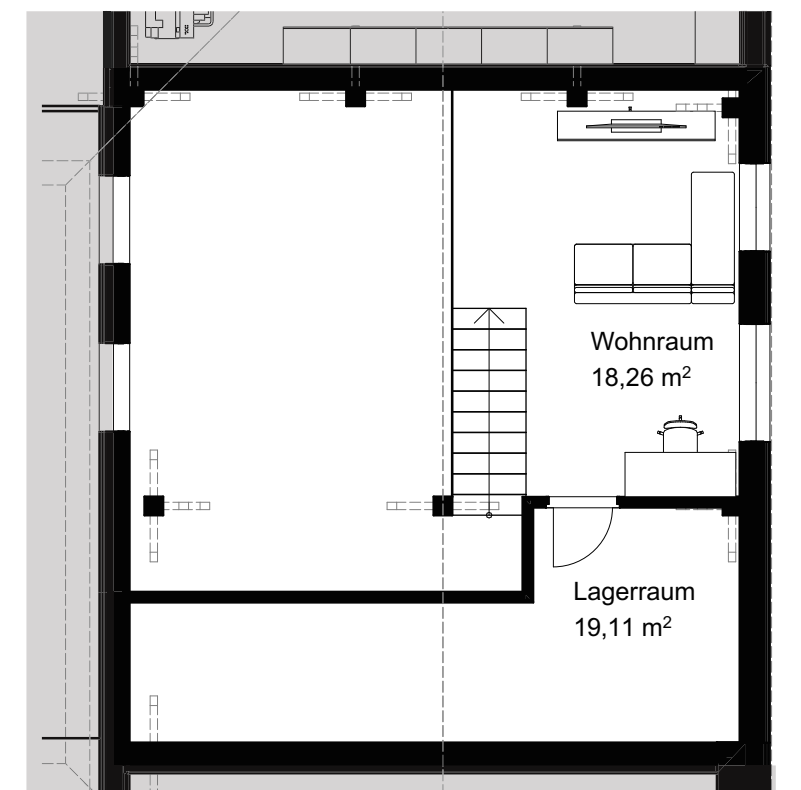
Das Top 4 ist eine Loft-Wohnung mit 3 Zimmer. Der Eingang findet über den Hof statt, und führt direkt in den großen Wohnbereich, der 3 Ebenen hat, die durch die vorhandene Topografie definiert wird. Die Eingangsebene beinhaltet ein Schlafzimmer und das Bad mit WC. In der untersten Ebene mit einem Meter Höhenunterschied befindet sich die Küche mit Essbereich und ein Schlafzimmer. Über dem Wohnbereich öffnet sich der Raum bis zum Dach, und hat einen Wohn-Loftbereich über dem Schlafzimmer mit Zugang zu einem Lagerraum. Die Wohnung hat Zugang zu einer Terrasse.

Die Wohnung hat 72,44 m².



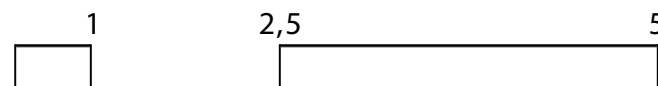
Erdgeschoss - 1:100

Abbildung 65: Top 4, Erdgeschoss, eigene Darstellung



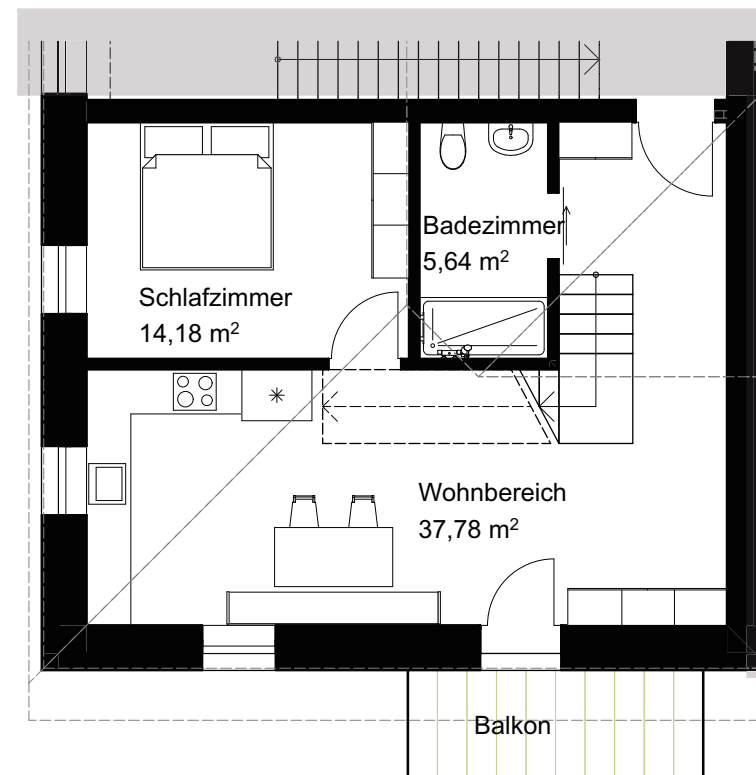
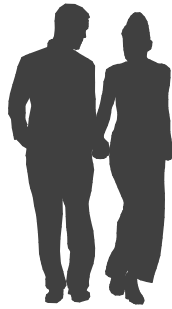
1. Obergeschoss - 1:100

Abbildung 66: Top 4, 1. Obergeschoss, eigene Darstellung

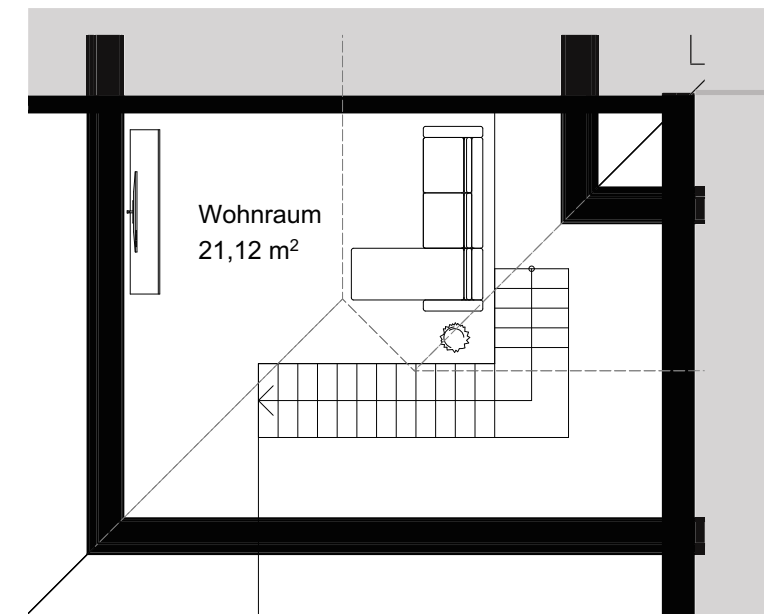


Top 5 - 1:100

Das Top 5 befindet sich im 1. Obergeschoss und wird von einer Stiege im Eingangsbereich erschlossen. Es ist eine 2-Zimmer Loft-Wohnung mit Balkon. Der Wohnbereich wird bis zum Dach geöffnet und hat einen Wohn-Loftbereich über dem Schlafzimmer und Badezimmer. Die Wohnung hat Zugang zu einem Balkon mit 5 m² Fläche. Die Wohnung hat 78,72 m².



1. Obergeschoss - 1:100
 Abbildung 67: Top 5, 1. Obergeschoss,
 eigene Darstellung



2. Obergeschoss - 1:100
 Abbildung 68: Top 5, 2. Obergeschoss,
 eigene Darstellung

8.9 Tragwerkspläne

Erdgeschoss und Obergeschoss - 1:200

Die bereits vorhandenen Ziegelwände tragen die hauptsächliche Last des Wohntraktes und des ehemaligen Kuhstalls. Der ehemalige Heuboden hat ein vorhandenes Tragwerk, das erhalten bleibt und somit nur eine nicht-tragende Erweiterung aus Holzständerwänden und Zwischenwänden erhält.

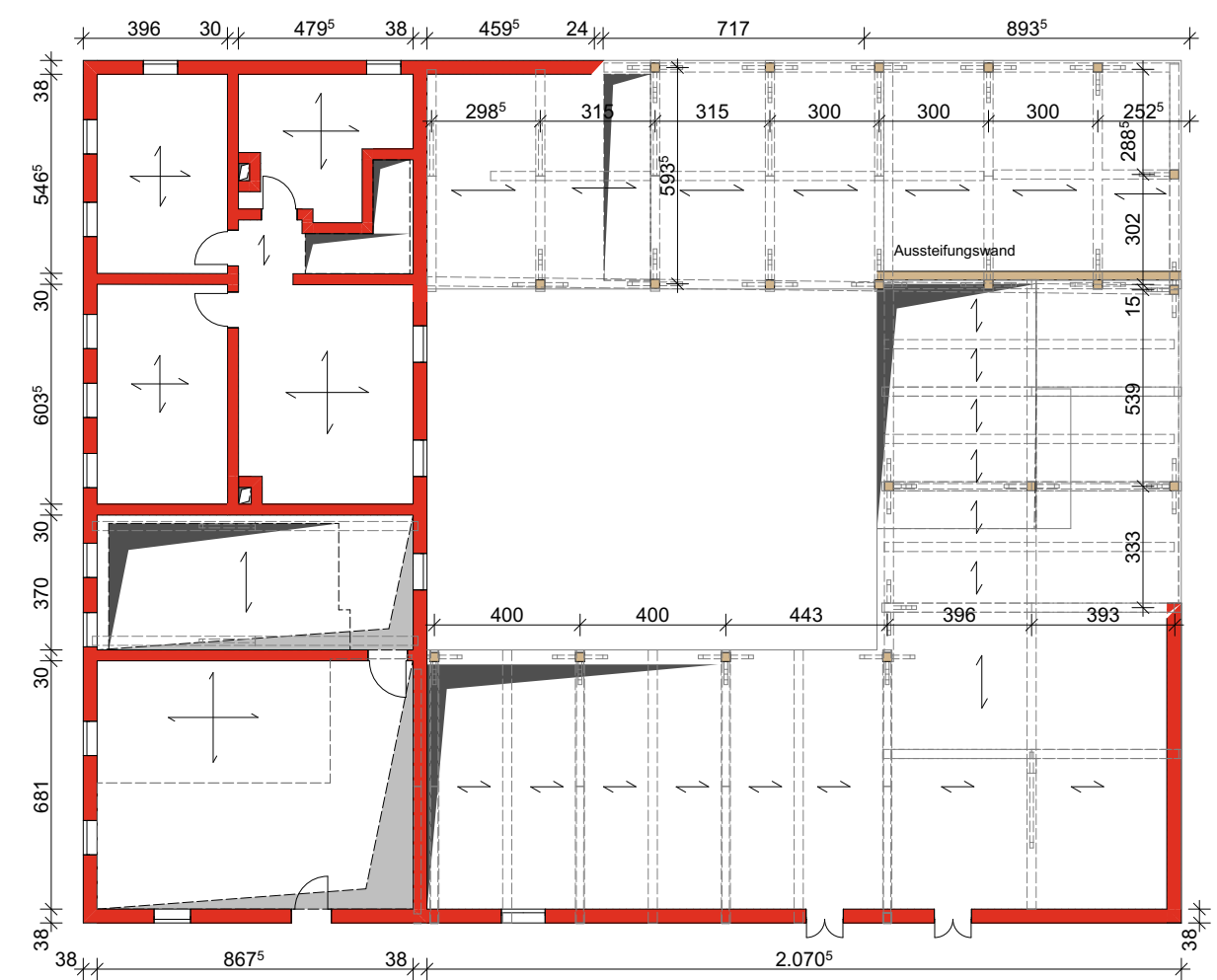
Auch die neuen Deckendurchbrüche in das 1. Obergeschoss können ohne statische Unterstützung durchgeführt werden, da dies Holzdecken waren. Beziehungsweise im ehemaligen Kuhstall gibt es eine Betondecke, die im neuen Wohnbereich durchbrochen wird. Um dies statisch zu ermöglichen wird die Zwischenwand verstärkt und bis zum Dach gezogen.

In den anderen Stallbereichen gibt es Holztragwerk mit einer Spannweite der Träger von 6 bis 8 m, wobei dies teilweise von Stützen in der Mitte des Balkens auch getragen werden mit einen Rasterabstand von 1,6 bis 3 m.



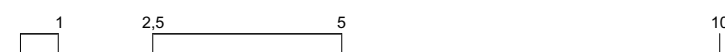
Erdgeschoss - 1:200

Abbildungen 69: Tragwerksplan Erdgeschoss, eigene Darstellung



1. Obergeschoss - 1:200

Abbildungen 70: Tragwerksplan 1. Obergeschoss, eigene Darstellung



Mauerwerk

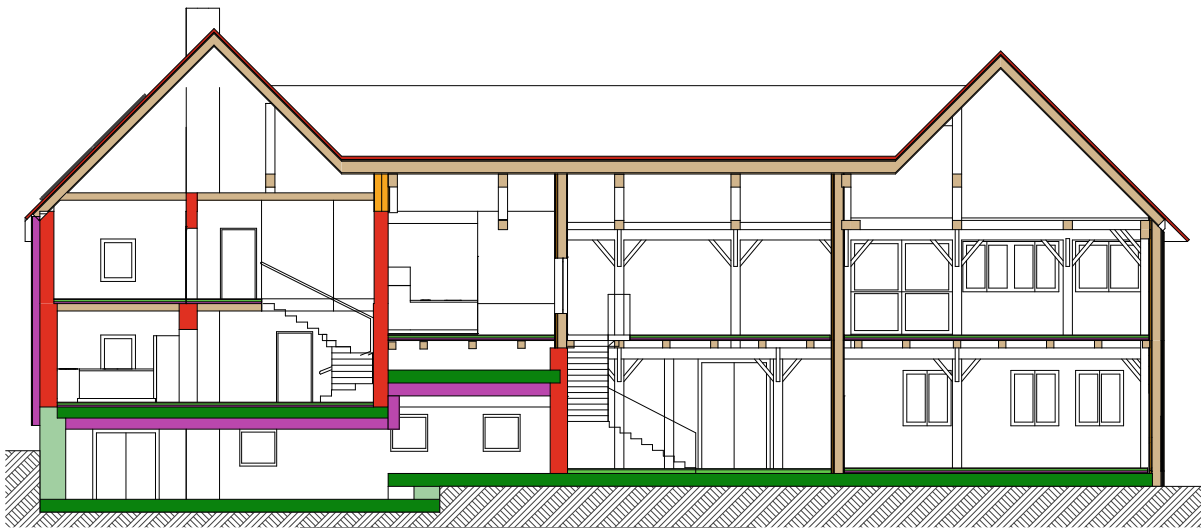


Gipskartonwand



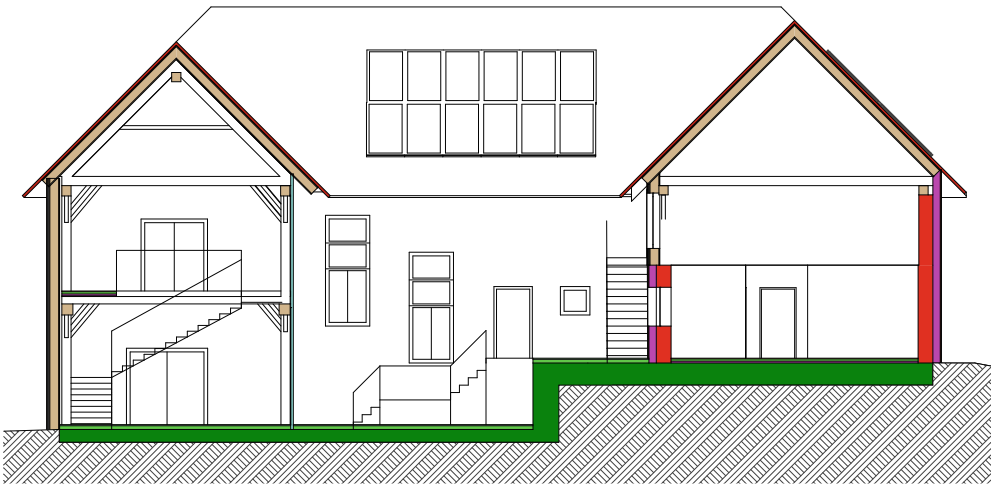
Holztragwerk

Schnitte - 1:200



Schnitt 1

Abbildung 71: Tragwerksplan Schnitt 1, eigene Darstellung



Schnitt 2

Abbildung 72: Tragwerksplan Schnitt 2, eigene Darstellung

- Stahlbeton
- Stein-Fundament
- Holztragwerk
- Gipskartonwand
- Mauerwerk



Holztragwerk Stallräume

Das Holztragwerk in den Stallräumen besteht wie in der Abbildung 75 dargestellt aus Stützen, Deckenbalken, Sparren und Zange. In den Abbildungen 73 und 74 sieht man Aufnahmen des derzeitigen Zustandes.

Durch den großen Geländeunterschied von ca. 1,80 m gibt es auch unterschiedliche Größen der Geschoße in den Ställen. Dies hat dazu beigetragen, dass über dem Top 3 (ehemaliger Kuhstall) keine weitere nutzbare Fläche geplant werden kann, da hier die Balken des Daches bereits auf 1,95 m Höhe liegen und dadurch kein nutzbarer Wohnraum geschaffen werden kann. Das Tragwerk wurde gut vor Bewitterung und durch die trockene Luft der Strohlagerung geschützt. Um das auch weiter zu ermöglichen wird die thermische Schicht außerhalb des Tragwerkes angebracht. Somit bleiben die Balken, Stützen und Dachstrukturen erhalten.

Die Balken haben eine Spannweite von 6 bis 7 m und liegen im Abstand von 1,30 bis 2 m. Die Stützen tragen die Last in den Abständen von 3 bis 5 m nach unten (abhängig von den Spannweiten und Öffnungen).



Abbildung 73: Foto des derzeitigen Tragwerks, eigene Aufnahme



Abbildung 74: Holztragwerk-Knoten, eigene Aufnahme

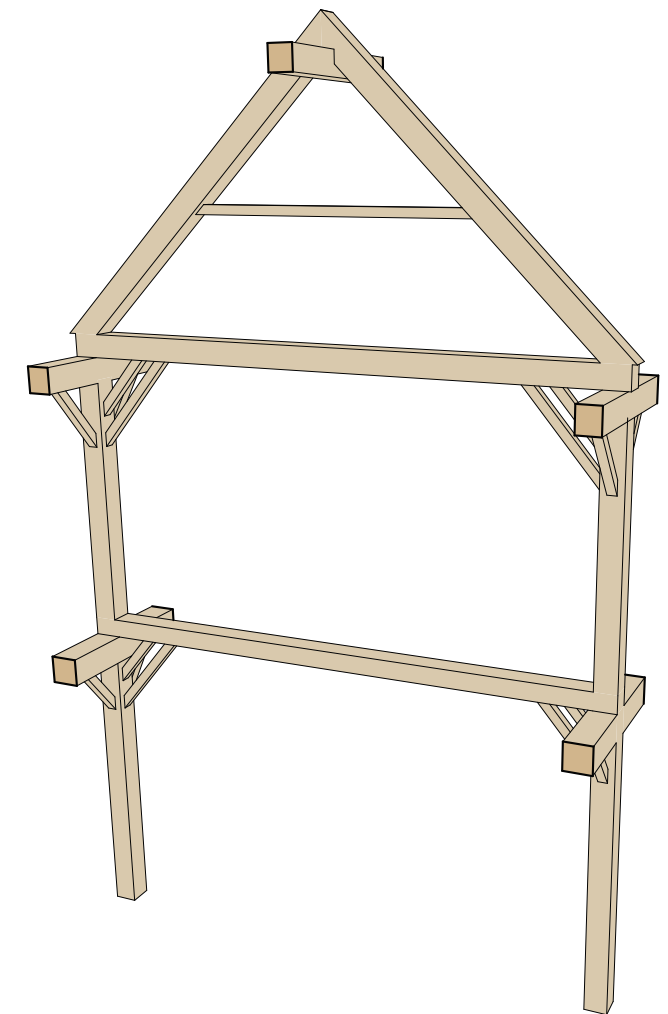
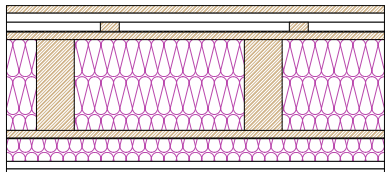


Abbildung 75: 3D-Ansicht des Tragwerkes, eigene Darstellung

8.10 Aufbauten
Außenwände - 1:20

Neubau Holzständerwand
U-Wert: 0,179 W/m²K



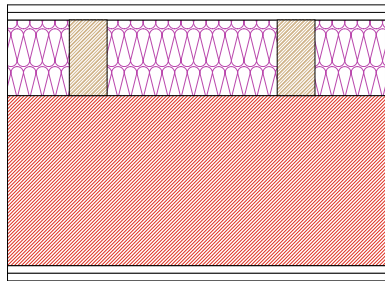
cm	Material
2	Holzfassade vertikal
2,4	Hinterlüftung waagrecht
2,4	Hinterlüftung senkrecht
-	Windschutz
2	Holzplatte
24	Wärmedämmung zwischen Holzständer - Stroh
2	Holzplatte
4	Wärmedämmung Installationsebene - Holzfaser
1,6	Lehmplatte
0,8	Lehmputz

Schichten-Lebensdauer
in Jahren:

80
80
80
25
50
50
50
50
35

Abbildung 76: Aufbau Neubau Holzständerwand,
eigene Darstellung

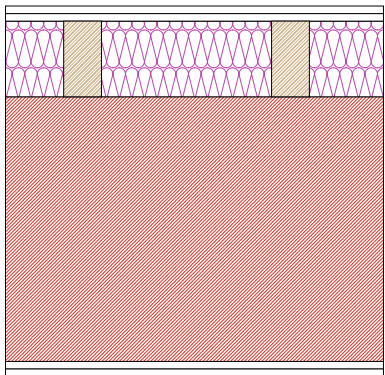
Bestand Ziegelwand 0,45 cm mit Wärmedämmung
U-Wert: 0,169 W/m²K



2	Putz	100
2	Unterputz	100
20	Wärmedämmung zw. Holzständer - Holzwolleplatten	35
45	Ziegel	50
2	Unterputz	100
2	Putz	100

Abbildung 77: Aufbau Bestand Ziegelwand 0,45 mit WD,
eigene Darstellung

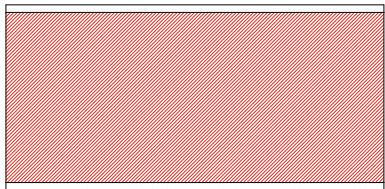
Bestand Ziegelwand 0,70 cm mit Wärmedämmung
U-Wert: 0,155 W/m²K



2	Putz	100
2	Unterputz	100
20	Wärmedämmung zw. Holzständer - Holzwolleplatten	35
70	Ziegel	50
2	Unterputz	100
2	Putz	100

Abbildung 79: Aufbau Bestand Ziegelwand 0,70 mit WD, eigene Darstellung

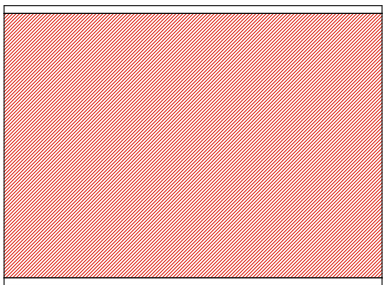
Bestand Ziegelwand 0,45 cm mit Putz
U-Wert: 0,822 W/m²K



2	Putz
2	Unterputz
45	Ziegel
2	Unterputz
2	Putz

Abbildung 78: Aufbau Bestand Ziegelwand 0,45 mit Putz,
eigene Darstellung

Bestand Ziegelwand 0,70 cm mit Putz
U-Wert: 0,564 W/m²K



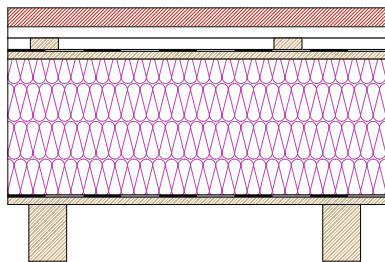
2	Putz
2	Unterputz
70	Ziegel
2	Unterputz
2	Putz

Abbildung 80: Aufbau Bestand Ziegelwand 0,70 mit Putz,
eigene Darstellung

Decken - 1:20

Dachaufbau

U-Wert: 0,145 W/m²K



cm	Material
5	Dachziegel
3	Hinterlüftung
5	Hinterlüftung
-	Windschutz
2,2	Holzplatte
36	Wärmedämmung
-	Dampfbremse
2	Holzplatte
-	Holztragwerk (variiert)

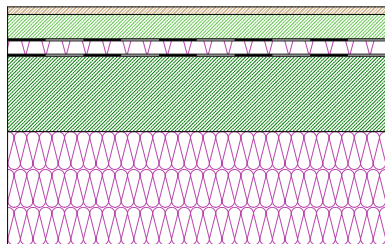
Schichten-Lebensdauer
in Jahren:

100
100
100
25
50
50
35
50

Abbildung 81: Dachaufbau, eigene Darstellung

Kellerdecke saniert

U-Wert: 0,154 W/m²K



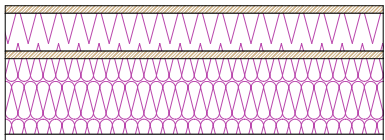
2	Parkettboden
6,5	Estrich
-	Folie
4,5	Trittschalldämmung - Kork
-	Folie
20	Beton
30	Wärmedämmung - Schaumglas

25
50
35
50
35
100
50

Abbildung 82: Aufbau Kellerdecke saniert, eigene Darstellung

Decke über Hofeinfahrt

U-Wert: 0,168 W/m²K



2	Holzboden
10	Trittschalldämmung
2	Holzplatte
20	Wärmedämmung
2	Holzplatte
-	Tragwerk variiert

25
50
50
50
50

Abbildung 83: Aufbau Decke über Hofeinfahrt, eigene Darstellung

8.11 Details

Holzständerwände zu altem Tragwerk und Dach - 1:20

Im Detail wird noch deutlich wie die Sortenreinheit ausgeführt wird.

Die hinterlüftete Fassade bestehend aus einer vertikalen Holzschalung ist sichtbar mit der Lattung darunter verschraubt. Die winddichte Unterspannbahn ist überlappend verlegt. Die Lehm-
bauplatte ist armiert und verschraubt. Die Dachziegel sind in der Lattung eingehängt. Das Stroh als Wärmedämmung ist als Strohballen gebunden und lose verlegt, dazwischen ist Konstruk-
tionsvollholz, das verschraubt wird. Die Vollholzschalung wird verschraubt, und die Holzdämmplatte in der Installationsebene wird zwischen der Lattung geklemmt.

Das Dach wird von der vorhandenen Holz-Tragkonstruktion getragen und darauf wird der neue Dachaufbau inklusive Wärmedämmung geschraubt.

Die Dachziegel (und wenn möglich die vorhandene Dachziegel-Unterkonstruktion) werden wieder verwendet.

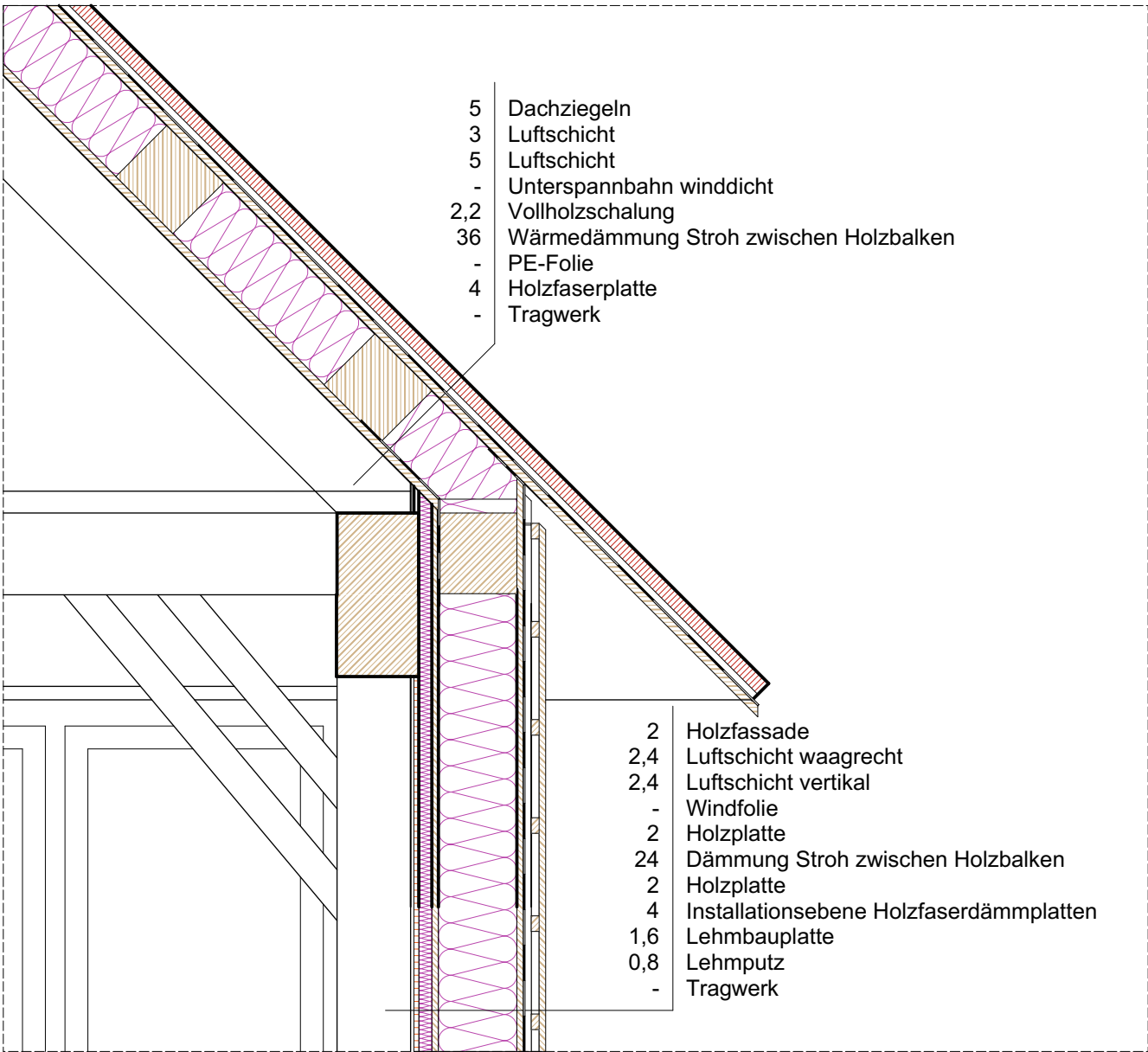


Abbildung 84: Detail Anschluss Dach, eigene Darstellung

Bestand außen und unterdämmt - 1:20

Zurzeit gibt es noch keine nachhaltige Perimeterdämmung und deshalb wird wie oben beschrieben Schaumglas genutzt. Die Platten können bei richtigen Abbruch wiederverwendet werden. Die Holzwoolplatten werden mit Dübel sortenrein an das vorhandene Mauerwerk geschraubt. Im Keller wird unter der Erdgeschoss-Decke unterdämmt und außen wird die Wärmedämmung 50 cm nach unten über die Steinfundament-Wände gezogen um Wärmebrücken zu verringern.

Da es ein Bestandsgebäude ist kann nicht der Idealaufbau eines Kellers gemacht werden, daher wird im Keller eine 30 cm dicke Schaumglas-Schicht eingezogen und außen entlang den Wänden aufgedrückt um 50 cm Perimeterdämmung einzufügen.

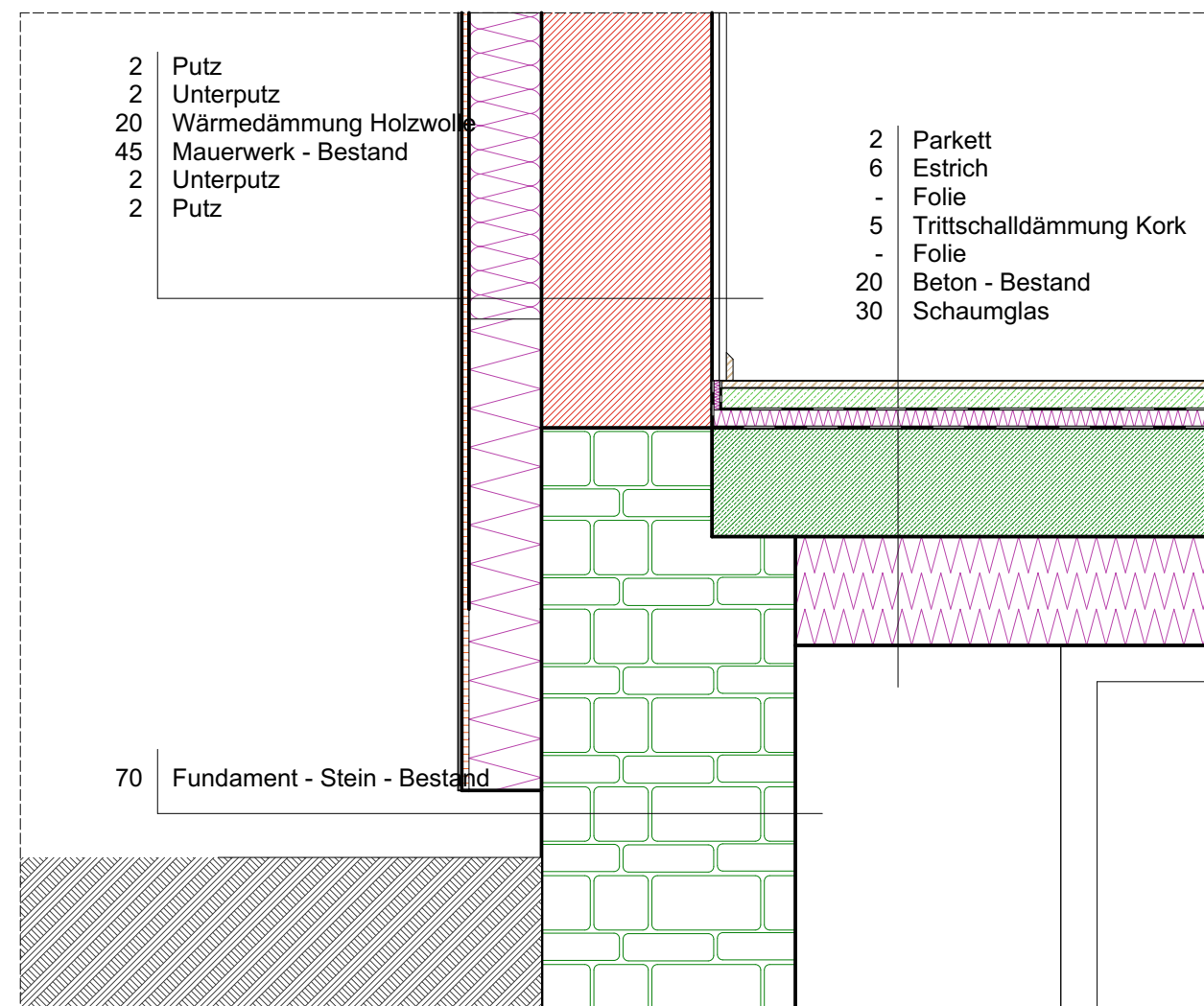


Abbildung 85: Detail Anschluss Keller, eigene Darstellung

8.12 Visualisierungen

Top 3



Abbildung 86: Perspektive Top 3, eigene Darstellung

Gemeinschaftsraum



Abbildung 87: Perspektive Community-Raum, eigene Darstellung



Abbildung 88: Ausblick auf Steyr (Richtung Norden), eigene Aufnahme

9. ANALYSE

In diesem Kapitel wird das Projekt anhand von Diagrammen, Simulationen und State of the Art Tools analysiert. Dabei wird festgestellt, wie das Gebäude nachhaltig gebaut werden und erhalten bleiben kann. Die bereits in der Recherche besprochenen Themen wie Recycling, Energieeffizienz und sortenreines Bauen werden in dem Projekt angesprochen und in diesem Kapitel erklärt.

Es wurden die Energieausweise des Altbaus und des neusanierten und angebauten Projektes erstellt, dazu auch die sommerliche Überwärmung geprüft. In den Resultaten spiegelt sich die thermische Verbesserung der Außenhülle wider. Da das Gebäude als Form nicht kompakt ist und viele Außenwände hat, ist der Heizwärmebedarf höher als bei einem neu gebauten Einfamilienhaus.

Anhand der Lichtstudie wird festgestellt, wie viel Sonnenlicht das Gebäude erhält und zeigt, wo die Fenster platziert sind, um die Sonnenwärme im Winter zu nutzen, aber auch dass sie vor sommerlicher Einstrahlung geschützt sind. Dabei sind auch der Dachvorsprung und der neu angebrachte Sonnenschutz an den Fenstern wichtig.

Die Fassadenstudie zeigt, dass 260 m² Holztäfelung vorhanden sind und wiederverwendet werden können.

Zum Schluss werden noch die Strategien zur CO_{2e}-Einsparung vorgestellt und analysiert.

Als Tools werden ArchiPHYSIK 20 und ArchiCAD 27 mit Hilfe von baubook.at und dataholz.eu genutzt. Die genauen Berechnungen und Dokumentationen sind im Anhang A und B nachzulesen.

9.1 Energieausweis

Der Vergleich der Energieausweise vor und nach der Renovierung zeigt, wie viel Energie und CO_{2e} gespart werden kann. Genau so wie dieses alte Bauernhaus gibt es viele Gebäude, die nicht gedämmt sind und einen hohen Heizwärmebedarf haben.

Der CO_{2e}-Anteil war bereits vor der Renovierung niedrig, da mit einer nachhaltigen Pelletsheizung geheizt wurde. Zusätzlich kommt jetzt der gute Heizwärmebedarf-Wert dazu, der zusätzliches CO_{2e} einspart, das nicht mehr verheizt wird.

In dem Diagramm 5 werden die wichtigsten Kennzeichen gegenübergestellt. Der Heizwärmebedarf wurde von 98,7 kWh/m²a auf fast ein Drittel davon auf 37,3 kWh/m²a verbessert. Hier wird jedoch ein Einfamilien-Wohngebäude mit einem Mehrparteienhaus verglichen. Der vorhandene Wohntrakt hat eine Nettonutzfläche von 220,39 m², im Vergleich dazu haben alle Wohneinheiten nach der Aufstockung und Renovierung eine Fläche von 545,10 m². Der Gesamtenergieeffizienz-Faktor wurde von 1,08 auf 0,56 verbessert. Der Endenergiebedarf wurde von 206,4 kWh/m²a halbiert auf 103,3 kWh/m²a. Der Bedarf hat sich von einer Wohneinheit zu fünf erhöht, jedoch aufgrund von natürlichen Materialien und wassersparenden neuen Leitungen hat sich der Heizwärmebedarf gedrittelt. Wie in der Tabelle sichtbar hat sich die genutzte Fläche und Hüllfläche mehr als verdoppelt, was nur aufgrund von Ausbau der bereits vorhandenen Stallflächen passiert ist. Es gibt keine Erweiterungen oder Dachgaupen.

Durch die vorhandene Pelletsheizung, die für mehrere Einheiten dimensioniert ist, kann viel Geld und Produktion von CO_{2e} gespart werden. Aus ökologischen Gründen gibt es bessere Optionen wie zum Beispiel eine Wärmepumpe oder Geothermie. Jedoch ist die Anschaffung einer neuen Anlage, obwohl bereits eine fast neue vorhanden ist, ist nicht nachhaltig, da mehr graue Energie und CO_{2e} verbraucht wird.

Der Energieausweis wurde anhand der gezeigten Pläne und Aufbauten in ArchiPHYSIK berechnet. Im Anhang befindet sich die vollständige Dokumentation.

	Bestand	Sanierung und Erweiterung	Einheiten
Wohneinheiten	1	5	
Nettonutzfläche	220,39	545,1	m ²
Brutto-Grundfläche	307,6	474,7	m ²
Gebäude-Hüllfläche	641,8	1444,3	m ²
Heizung	Pellets	Pellets	
HWB	98,7	37,3	kWh/m ² a
charakt. Länge	0,74	0,95	m
äquiv. CO2-Emission	7,5	5,2	kg/m ² a
Gesamtenergieeffizienz-Faktor (f)	1,09	0,54	
Photovoltaik	nein	ja	

Diagramm 5: Vergleich Bestand und Sanierung, eigene Darstellung

Energieausweis für Wohngebäude

OiB
ÖSTERREICHISCHES
INSTITUT FÜR BAUTECHNIK

OiB-Richtlinie 6
Ausgabe: April 2019

GEBÄUDEKENNDATEN

Brutto-Grundfläche (BGF)	474,7 m ²	Heiztage	231 d	Art der Lüftung	Fensterlüftung
Bezugsfläche (BF)	379,8 m ²	Heizgradtage	4097 Kd	Solarthermie	- m ²
Brutto-Volumen (V _B)	1.374,6 m ³	Klimaregion	NF	Photovoltaik	16,8 kWp
Gebäude-Hüllfläche (A)	1.444,3 m ²	Norm-Außentemperatur	-14,7 °C	Stromspeicher	7,0 kWh
Kompaktheit (A/V)	1,051/m	Soll-Innentemperatur	22,0 °C	WW-WB-System (primär)	kombiniert
charakteristische Länge (ℓ _c)	0,95 m	mittlerer U-Wert	0,180 W/m ² K	WW-WB-System (sekundär, opt.)	-
Teil-BGF	- m ²	LEK _T -Wert	18,57	RH-WB-System (primär)	Kessel, Hacks
Teil-BF	- m ²	Bauweise	mittelschwer	RH-WB-System (sekundär, opt.)	-
Teil-V _B	- m ³				

EA-Art:

WÄRME- UND ENERGIEBEDARF (Referenzklima)

Ergebnisse			Nachweis über den Endenergiebedarf	
			Anforderungen	
Referenz-Heizwärmebedarf	HWB _{Ref,RK} =	37,3 kWh/m ² a entspricht	HWB _{Ref,RK,zul} =	68,8 kWh/m ² a
Heizwärmebedarf	HWB _{RK} =	37,3 kWh/m ² a		
Endenergiebedarf	EEB _{RK} =	103,3 kWh/m ² a entspricht	EEB _{RK} =	169,7 kWh/m ² a
Gesamtenergieeffizienz-Faktor	f _{GEE,RK} =	0,56		
Erneuerbarer Anteil	-	entspricht	Punkt 5.2.3 a, b, c	

WÄRME- UND ENERGIEBEDARF (Standortklima)

Referenz-Heizwärmebedarf	Q _{h,Ref,SK} =	21.55 kWh/a	HWB _{Ref,SK} =	45,4 kWh/m ² a
Heizwärmebedarf	Q _{h,SK} =	21.12 kWh/a	HWB _{SK} =	44,5 kWh/m ² a
Warmwasserwärmebedarf	Q _{tw} =	4.851 kWh/a	WWWB =	10,2 kWh/m ² a
Heizenergiebedarf	Q _{H,Ref,SK} =	48.03 kWh/a	HEB _{SK} =	101,2 kWh/m ² a
Energieaufwandszahl Warmwasser			e _{AWZ,WW} =	3,28
Energieaufwandszahl Raumheizung			e _{AWZ,RH} =	1,49
Energieaufwandszahl Heizen			e _{AWZ,H} =	1,82
Haushaltsstrombedarf	Q _{HHSB} =	10.81 kWh/a	HHSB =	22,8 kWh/m ² a
Endenergiebedarf	Q _{EEB,SK} =	54.65 kWh/a	EEB _{SK} =	115,1 kWh/m ² a
Primärenergiebedarf	Q _{PEB,SK} =	65.35 kWh/a	PEB _{SK} =	137,7 kWh/m ² a
Primärenergiebedarf nicht erneuerbar	Q _{PEBn.ern.,SK} =	12.15 kWh/a	PEB _{n.ern.,SK} =	25,6 kWh/m ² a
Primärenergiebedarf erneuerbar	Q _{PEBern.,SK} =	53.20 kWh/a	PEB _{ern.,SK} =	112,1 kWh/m ² a
äquivalente Kohlendioxidemissionen	Q _{CO2eq,SK} =	2.456 kg/a	CO _{2eq,SK} =	5,2 kg/m ² a
Gesamtenergieeffizienz-Faktor			f _{GEE,SK} =	0,54
Photovoltaik-Export	Q _{PVE,SK} =	10.71 kWh/a	PVE _{EXPORT,SK} =	22,6 kWh/m ² a

Abbildung 89: Resultat Energieausweis Neubau
eigene Auswertung aus ArchiPHYSIK

Energieausweis für Wohngebäude

OiB
ÖSTERREICHISCHES
INSTITUT FÜR BAUTECHNIK

OiB-Richtlinie 6
Ausgabe: April 2019

GEBÄUDEKENNDATEN

Brutto-Grundfläche (BGF)	191,5 m ²	Heiztage	321 d	Art der Lüftung	Fensterlüftung
Bezugsfläche (BF)	153,2 m ²	Heizgradtage	4097 Kd	Solarthermie	- m ²
Brutto-Volumen (V _B)	472,7 m ³	Klimaregion	NF	Photovoltaik	- kWp
Gebäude-Hüllfläche (A)	641,8 m ²	Norm-Außentemperatur	-14,7 °C	Stromspeicher	- kWh
Kompaktheit (A/V)	1,361/m	Soll-Innentemperatur	22,0 °C	WW-WB-System (primär)	kombiniert
charakteristische Länge (ℓ _c)	0,74 m	mittlerer U-Wert	0,380 W/m ² K	WW-WB-System (sekundär, opt.)	-
Teil-BGF	- m ²	LEK _T -Wert	41,57	RH-WB-System (primär)	Kessel, Hacks
Teil-BF	- m ²	Bauweise	schwere	RH-WB-System (sekundär, opt.)	-
Teil-V _B	- m ³				

EA-Art:

WÄRME- UND ENERGIEBEDARF (Referenzklima)

Ergebnisse			Nachweis über den Endenergiebedarf	
			Anforderungen	
Referenz-Heizwärmebedarf	HWB _{Ref,RK} =	98,7 kWh/m ² a entspricht nicht	HWB _{Ref,RK,zul} =	83,9 kWh/m ² a
Heizwärmebedarf	HWB _{RK} =	98,7 kWh/m ² a		
Endenergiebedarf	EEB _{RK} =	206,4 kWh/m ² a entspricht nicht	EEB _{RK} =	174,7 kWh/m ² a
Gesamtenergieeffizienz-Faktor	f _{GEE,RK} =	1,08		
Erneuerbarer Anteil	-	entspricht	Punkt 5.2.3 a, b	

WÄRME- UND ENERGIEBEDARF (Standortklima)

Referenz-Heizwärmebedarf	Q _{h,Ref,SK} =	22.94 kWh/a	HWB _{Ref,SK} =	119,9 kWh/m ² a
Heizwärmebedarf	Q _{h,SK} =	24.23 kWh/a	HWB _{SK} =	126,6 kWh/m ² a
Warmwasserwärmebedarf	Q _{tw} =	1.468 kWh/a	WWWB =	7,7 kWh/m ² a
Heizenergiebedarf	Q _{H,Ref,SK} =	42.76 kWh/a	HEB _{SK} =	223,3 kWh/m ² a
Energieaufwandszahl Warmwasser			e _{AWZ,WW} =	5,27
Energieaufwandszahl Raumheizung			e _{AWZ,RH} =	1,53
Energieaufwandszahl Heizen			e _{AWZ,H} =	1,75
Haushaltsstrombedarf	Q _{HHSB} =	2.660 kWh/a	HHSB =	13,9 kWh/m ² a
Endenergiebedarf	Q _{EEB,SK} =	45.42 kWh/a	EEB _{SK} =	237,2 kWh/m ² a
Primärenergiebedarf	Q _{PEB,SK} =	52.93 kWh/a	PEB _{SK} =	276,4 kWh/m ² a
Primärenergiebedarf nicht erneuerbar	Q _{PEBn.ern.,SK} =	7.484 kWh/a	PEB _{n.ern.,SK} =	39,1 kWh/m ² a
Primärenergiebedarf erneuerbar	Q _{PEBern.,SK} =	45.44 kWh/a	PEB _{ern.,SK} =	237,3 kWh/m ² a
äquivalente Kohlendioxidemissionen	Q _{CO2eq,SK} =	1.444 kg/a	CO _{2eq,SK} =	7,5 kg/m ² a
Gesamtenergieeffizienz-Faktor			f _{GEE,SK} =	1,09
Photovoltaik-Export	Q _{PVE,SK} =	0 kWh/a	PVE _{EXPORT,SK} =	0,0 kWh/m ² a

Abbildung 90: Resultat Energieausweis Bestand
eigene Auswertung aus ArchiPHYSIK

Energieausweis für Wohngebäude

OiB
ÖSTERREICHISCHES
INSTITUT FÜR BAUTECHNIK

OiB-Richtlinie 6
Ausgabe: April 2019

BEZEICHNUNG	Vierkanthof Diplomarbeit	Umsetzungsstand	Sanierung
Gebäude(-teil)	Wohnen	Baujahr	1880
Nutzungsprofil	Wohngebäude mit 3 bis 9 Nutzungseinheiten	Letzte Veränderung	2024
Straße	Gutjahrweg 1	Katastralgemeinde	Kleinraming
PLZ/Ort	4451St. Ulrich bei Steyr	KG-Nr.	49213
Grundstücksnr.		Seehöhe	510 m

SPEZIFISCHER REFERENZ-HEIZWÄRMEBEDARF, PRIMÄRENERGIEBEDARF,
KOHLEN-DIOXIDEMISSIONEN und GESAMTENERGIEEFFIZIENZ-FAKTOR jeweils unter STANDORTKLIMA-(SK)-Bedingungen

	HWB _{Ref, SK}	PEB _{SK}	CO _{2eq, SK}	f _{GEE, SK}
A ++			A++	A++
A +				
A				
B	B	B		
C				
D				
E				
F				
G				

HWB_{Ref}: Der **Referenz-Heizwärmebedarf** ist jene Wärmemenge, die in den Räumen bereitgestellt werden muss, um diese auf einer normativ geforderten Raumtemperatur, ohne Berücksichtigung allfälliger Erträge aus Wärmerückgewinnung, zu halten.

WWWB: Der **Warmwasserwärmebedarf** ist in Abhängigkeit der Gebäudekategorie als flächenbezogener Defaultwert festgelegt.

HEB: Beim **Heizenergiebedarf** werden zusätzlich zum Heiz- und Warmwasserwärmebedarf die Verluste des gebäudetechnischen Systems berücksichtigt, dazu zählen insbesondere die Verluste der Wärmebereitstellung, der Wärmeverteilung, der Wärmespeicherung und der Wärmeabgabe sowie allfälliger Hilfsenergie.

HHSB: Der **Haushaltsstrombedarf** ist als flächenbezogener Defaultwert festgelegt. Er entspricht in etwa dem durchschnittlichen flächenbezogenen Stromverbrauch eines österreichischen Haushalts.

RK: Das **Referenzklima** ist ein virtuelles Klima. Es dient zur Ermittlung von Energiekennzahlen.

EEB: Der **Endenergiebedarf** umfasst zusätzlich zum Heizenergiebedarf den Haushaltsstrombedarf, abzüglich allfälliger Endenergieerträge und zuzüglich eines dafür notwendigen Hilfsenergiebedarfs. Der Endenergiebedarf entspricht jener Energiemenge, die eingekauft werden muss (Lieferenergiebedarf).

f_{GEE}: Der **Gesamtenergieeffizienz-Faktor** ist der Quotient aus einerseits dem Endenergiebedarf abzüglich allfälliger Endenergieerträge und zuzüglich des dafür notwendigen Hilfsenergiebedarfs und andererseits einem Referenz-Endenergiebedarf (Anforderung 2007).

PEB: Der **Primärenergiebedarf** ist der Endenergiebedarf einschließlich der Verluste in allen Vorketten. Der Primärenergiebedarf weist einen erneuerbaren (PEB_{ern}) und einen nicht erneuerbaren (PEB_{n,ern}) Anteil auf.

CO_{2eq}: Gesamte dem Endenergiebedarf zuzurechnenden **äquivalenten Kohlendioxidemissionen** (Treibhausgase), einschließlich jener für Vorketten.

SK: Das **Standortklima** ist das reale Klima am Gebäuestandort. Dieses Klimamodell wurde auf Basis der Primärdaten (1970 bis 1999) der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik für die Jahre 1978 bis 2007 gegenüber der Vorfassung aktualisiert.

Alle Werte gelten unter der Annahme eines normierten BenutzerInnenverhaltens. Sie geben den Jahresbedarf pro Quadratmeter beheizter Brutto-Grundfläche an.

Dieser Energieausweis entspricht den Vorgaben der OiB-Richtlinie 6 „Energieeinsparung und Wärmeschutz“ des Österreichischen Instituts für Bautechnik in Umsetzung der Richtlinie 2010/31/EU vom 19. Mai 2010 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden bzw. 2018/844/EU vom 30. Mai 2018 und des Energieausweis-Vorlage-Gesetzes (EAVG). Der Ermittlungszeitraum für die Konversionsfaktoren für Primärenergie und Kohlendioxidemissionen ist für Strom: 2013-09 – 2018-08, und es wurden übliche Allokationsregeln unterstellt.

Abbildung 91: Resultat Energieausweis Neubau
eigene Auswertung aus ArchiPHYSIK

Energieausweis für Wohngebäude

OiB
ÖSTERREICHISCHES
INSTITUT FÜR BAUTECHNIK

OiB-Richtlinie 6
Ausgabe: April 2019

BEZEICHNUNG	Vierkanthof Diplomarbeit Bestand	Umsetzungsstand	Sanierung
Gebäude(-teil)	Wohnen	Baujahr	1976
Nutzungsprofil	Wohngebäude mit einer oder zwei Nutzungseinheiten	Letzte Veränderung	
Straße	Gutjahrweg 1	Katastralgemeinde	Kleinraming
PLZ/Ort	4451St. Ulrich bei Steyr	KG-Nr.	49213
Grundstücksnr.		Seehöhe	510 m

SPEZIFISCHER REFERENZ-HEIZWÄRMEBEDARF, PRIMÄRENERGIEBEDARF,
KOHLEN-DIOXIDEMISSIONEN und GESAMTENERGIEEFFIZIENZ-FAKTOR jeweils unter STANDORTKLIMA-(SK)-Bedingungen

	HWB _{Ref, SK}	PEB _{SK}	CO _{2eq, SK}	f _{GEE, SK}
A ++			A++	
A +				
A				
B				
C				C
D	D	D		
E				
F				
G				

HWB_{Ref}: Der **Referenz-Heizwärmebedarf** ist jene Wärmemenge, die in den Räumen bereitgestellt werden muss, um diese auf einer normativ geforderten Raumtemperatur, ohne Berücksichtigung allfälliger Erträge aus Wärmerückgewinnung, zu halten.

WWWB: Der **Warmwasserwärmebedarf** ist in Abhängigkeit der Gebäudekategorie als flächenbezogener Defaultwert festgelegt.

HEB: Beim **Heizenergiebedarf** werden zusätzlich zum Heiz- und Warmwasserwärmebedarf die Verluste des gebäudetechnischen Systems berücksichtigt, dazu zählen insbesondere die Verluste der Wärmebereitstellung, der Wärmeverteilung, der Wärmespeicherung und der Wärmeabgabe sowie allfälliger Hilfsenergie.

HHSB: Der **Haushaltsstrombedarf** ist als flächenbezogener Defaultwert festgelegt. Er entspricht in etwa dem durchschnittlichen flächenbezogenen Stromverbrauch eines österreichischen Haushalts.

RK: Das **Referenzklima** ist ein virtuelles Klima. Es dient zur Ermittlung von Energiekennzahlen.

EEB: Der **Endenergiebedarf** umfasst zusätzlich zum Heizenergiebedarf den Haushaltsstrombedarf, abzüglich allfälliger Endenergieerträge und zuzüglich eines dafür notwendigen Hilfsenergiebedarfs. Der Endenergiebedarf entspricht jener Energiemenge, die eingekauft werden muss (Lieferenergiebedarf).

f_{GEE}: Der **Gesamtenergieeffizienz-Faktor** ist der Quotient aus einerseits dem Endenergiebedarf abzüglich allfälliger Endenergieerträge und zuzüglich des dafür notwendigen Hilfsenergiebedarfs und andererseits einem Referenz-Endenergiebedarf (Anforderung 2007).

PEB: Der **Primärenergiebedarf** ist der Endenergiebedarf einschließlich der Verluste in allen Vorketten. Der Primärenergiebedarf weist einen erneuerbaren (PEB_{ern}) und einen nicht erneuerbaren (PEB_{n,ern}) Anteil auf.

CO_{2eq}: Gesamte dem Endenergiebedarf zuzurechnenden **äquivalenten Kohlendioxidemissionen** (Treibhausgase), einschließlich jener für Vorketten.

SK: Das **Standortklima** ist das reale Klima am Gebäuestandort. Dieses Klimamodell wurde auf Basis der Primärdaten (1970 bis 1999) der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik für die Jahre 1978 bis 2007 gegenüber der Vorfassung aktualisiert.

Alle Werte gelten unter der Annahme eines normierten BenutzerInnenverhaltens. Sie geben den Jahresbedarf pro Quadratmeter beheizter Brutto-Grundfläche an.

Dieser Energieausweis entspricht den Vorgaben der OiB-Richtlinie 6 „Energieeinsparung und Wärmeschutz“ des Österreichischen Instituts für Bautechnik in Umsetzung der Richtlinie 2010/31/EU vom 19. Mai 2010 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden bzw. 2018/844/EU vom 30. Mai 2018 und des Energieausweis-Vorlage-Gesetzes (EAVG). Der Ermittlungszeitraum für die Konversionsfaktoren für Primärenergie und Kohlendioxidemissionen ist für Strom: 2013-09 – 2018-08, und es wurden übliche Allokationsregeln unterstellt.

Abbildung 92: Resultat Energieausweis Bestand
eigene Auswertung aus ArchiPHYSIK

9.2 Lichtstudien

Die Sonnenaufgang und -untergang Daten:

21. März: 6:00 bis 18:17 Uhr

21. Juni: 5:02 bis 21:05 Uhr

21. Dezember: 7:49 bis bis 16:11 Uhr

Südansichten 3D



Abbildung 93: Südansicht Dezember, 8 Uhr



Abbildung 96: Südansicht Dezember, 12 Uhr



Abbildung 99: Südansicht Dezember, 18 Uhr



Abbildung 94: Südansicht März, 8 Uhr



Abbildung 97: Südansicht März, 12 Uhr



Abbildung 100: Südansicht März, 18 Uhr



Abbildung 95: Südansicht Juni, 8 Uhr



Abbildung 98: Südansicht Juni, 12 Uhr



Abbildung 101: Südansicht Juni, 18 Uhr

Die Lichtstudien zeigen, dass die Nord-West-Fassade sehr wenig Sonnenlicht erhält, und somit werden hier die Fenster etwas größer, damit der große Gemeinschaftsraum viel Licht erhält und trotzdem keine sommerliche Überwärmung passiert.
Alle Wohnungen haben mindestens 2 Außenseiten um viel Licht zu erhalten und um ein Durchlüften zu ermöglichen, was aufgrund vermehrt erhöhte Temperatur in der Zukunft wichtig ist. Im Hof (siehe Ansichten auf Seite 46) werden größere Öffnungen geplant, da hier wenig Licht vorhanden ist.

Nordansicht 3D



Abbildung 102: Nordansicht Dezember, 8 Uhr



Abbildung 105: Nordansicht Dezember, 12 Uhr



Abbildung 108: Nordansicht Dezember, 18 Uhr



Abbildung 103: Nordansicht März, 8 Uhr



Abbildung 106: Nordansicht März, 12 Uhr

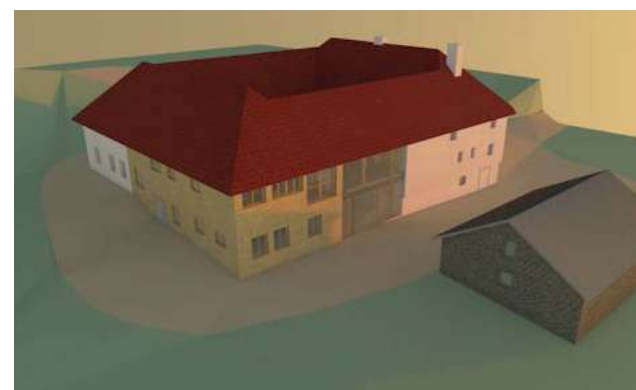


Abbildung 109: Nordansicht März, 18 Uhr



Abbildung 104: Nordansicht Juni, 8 Uhr

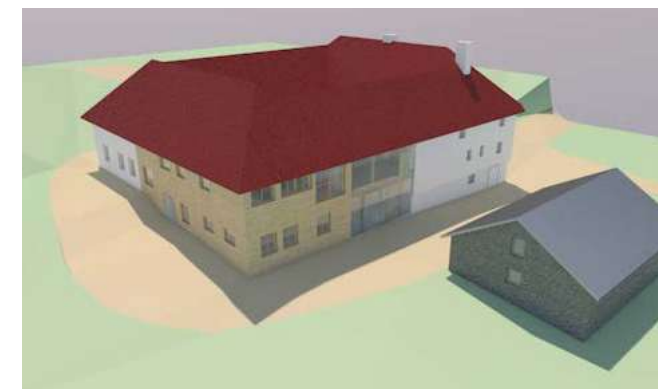


Abbildung 107: Nordansicht Juni, 12 Uhr



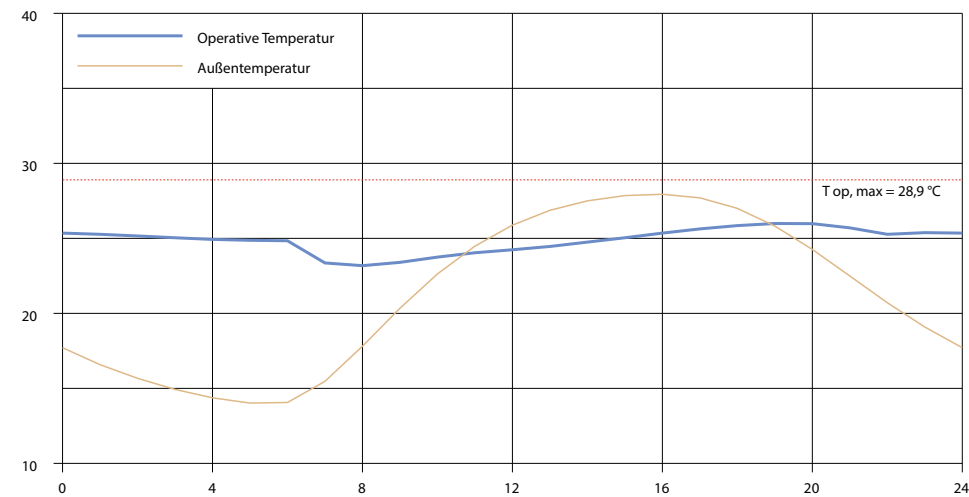
Abbildung 110: Nordansicht Juni, 18 Uhr

9.3 Sommerliche Überwärmung

Die sommerliche Überwärmung wurde für die Wohneinheit 5 überprüft, da sich der große Loft-Wohnraum Richtung Süden befindet und viel Dachfläche aufweist. Die Berechnung fand in ArchiPHYSIK statt und ergibt eine gute sommerliche Tauglichkeit mit ca. 26 °C bei außenliegenden Rollläden und einer möglichen nächtlichen Durchlüftung durch gekippte Fenster, da keine Lärmbehinderung vorhanden ist. Es wurde angenommen, dass die Wände und die Deckenflächen eine helle Farbe haben und der Parkettboden ein mittleres Braun. Durch die neue Dämmung der Dachflächen ergibt sich eine gute Raumtemperatur trotz vieler Dachflächen und einem großen Luftraum.

Report

Tagesgang T a und operative Temperatur



Tagesmittelwert der Aussentemperatur

21,30 °C

h	T e °C	T op °C	T air °C	T rad °C
0	17,71	25,35	25,17	25,54
1	16,58	25,27	25,09	25,45
2	15,67	25,16	24,97	25,36
3	14,93	25,04	24,83	25,26
4	14,37	24,93	24,69	25,17
5	14,02	24,87	24,57	25,18
6	14,06	24,84	24,55	25,14
7	15,47	23,36	21,86	24,87
8	17,81	23,18	21,84	24,52
9	20,34	23,40	22,47	24,33
10	22,63	23,75	23,19	24,30
11	24,48	24,04	23,74	24,35
12	25,88	24,24	24,03	24,46
13	26,87	24,46	24,26	24,66
14	27,50	24,75	24,58	24,91
15	27,85	25,04	24,93	25,16
16	27,94	25,35	25,27	25,43
17	27,70	25,63	25,59	25,66
18	27,00	25,85	25,86	25,84
19	25,82	25,99	26,03	25,96
20	24,26	25,98	25,97	25,99
21	22,49	25,70	25,49	25,92
22	20,71	25,27	24,75	25,78
23	19,09	25,38	25,12	25,64

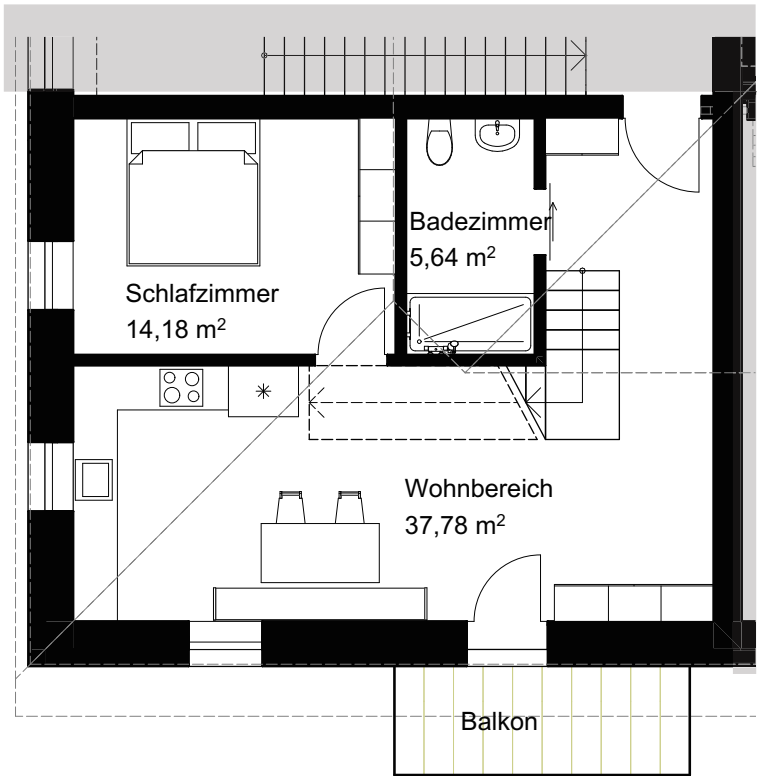
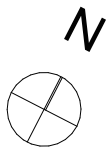


Abbildung 111: Grundriss Top 5, eigene Darstellung

Diagramm 6: Resultat-Diagramm aus ArchiPHYSIK

9.4 Vorhandene Materialien wiederverwenden

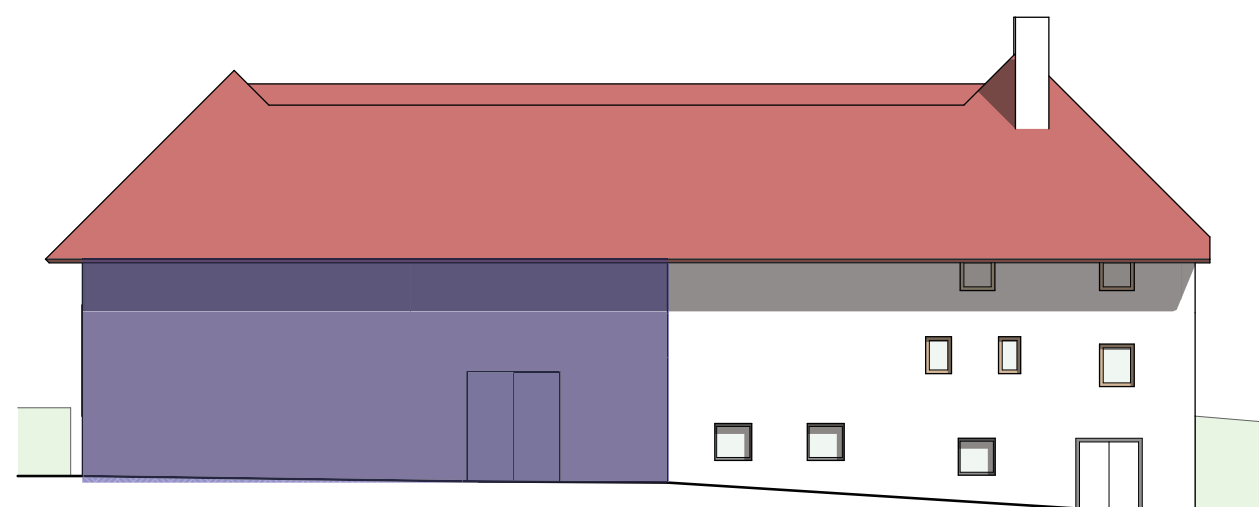
Der wichtigste Punkt zum Thema Nachhaltigkeit und Sanierung ist Abfall. Davon soll so wenig wie möglich entstehen. Um dies zu ermöglichen, wurde in dem Projekt darauf geachtet, Materialien und Elemente so abzubauen, um sie wiederverwenden zu können. Der erste Schritt beginnt bereits beim Konzept, das so angelegt wird, dass so wenig wie möglich entfernt wird. Dadurch, dass das Holztragwerk des Stalles und auch die Wände des Haupthauses fast überall erhalten bleiben, wird hier wenig Abfall erzeugt.

Um das Haus energetisch zu sanieren, werden jedoch die Fenster ausgetauscht, die teils in den Lager- und Stallräumen nur einschichtig waren. Die Tür- und Fensteröffnungen bleiben größtenteils erhalten. Wenn nicht, dann kann der produzierte Abfall von Mauerwerk und Steinen als Granulat für neuen Beton genutzt werden. Die meisten vorhandenen Türen können nicht erhalten bleiben, weil diese zu niedrig sind. Die Tür zur Abstellkammer kann jedoch erhalten bleiben.

Die Holztäfelung an den Stallwänden ist der größte Teil des Abbruchs mit 260 m² und soll als Fassade weiterverwendet werden. Das Holz hat die natürliche Schutzschicht der Bewitterung und wird so als Designelement der Lamellenholzfassade gut zum Ausdruck gebracht. Durch die Weiterverwendung erhält man nicht nur weniger Abfall, sondern spart sich auch die teure Anschaffung der Holzfassade. Wichtig ist, dass der Abbruch sorgfältig durchgeführt wird, was bei recycelbaren Materialien Standard sein sollte.

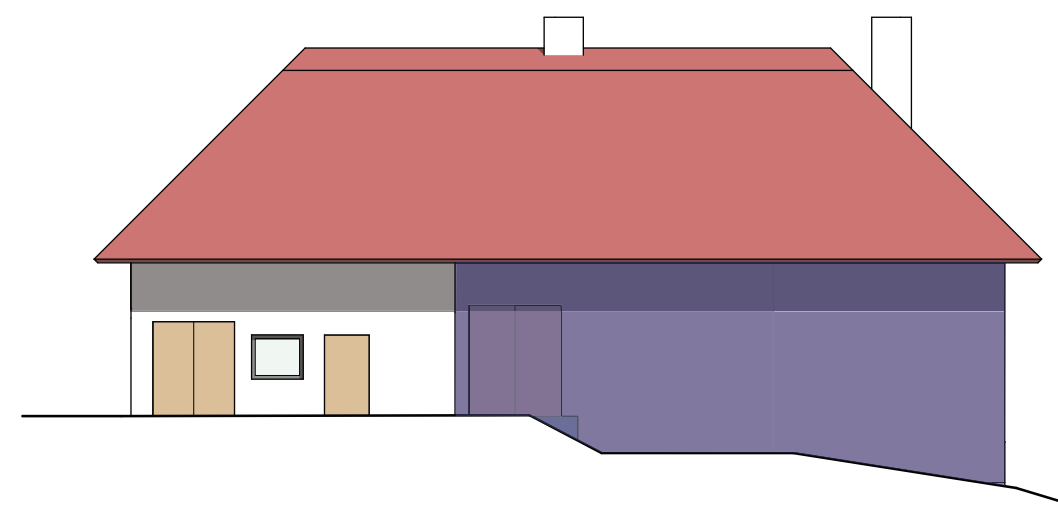


Abbildung 112: Bestandsfassade, eigene Aufnahme



Ansicht Nord-West

Abbildung 113: Vorhandene Holzfassade in der Ansicht Nord-West, eigene Darstellung



Ansicht Nord-Ost

Abbildung 114: Vorhandene Holzfassade in der Ansicht Nord-Ost, eigene Darstellung

9.5 CO_{2e} Einsparung

Eine Sanierung und dabei Schaffung neues Wohnraumes spart im Vergleich zu einem Neubau viel CO_{2e} ein. Dabei geht es nicht nur um die Nutzung vorhandenen Raumes, sondern auch um die Wiederverwendung von Materialien und den nachhaltigen Umgang mit dem vorhandenen Gebäude. Der Bauernhof steht bereits seit über 100 Jahren und hat mehrere Generationen Wohnen und Arbeiten ermöglicht. Das soll auch mit dieser Sanierung noch länger möglich sein.

- nachhaltige Materialien
- schonender Umgang mit der vorhandenen Struktur
- Recycling der vorhandenen Elemente
- flexible Weiternutzung bei Veränderungen
- Sortenreines Bauen für zukünftigen reibungslosen Abbruch und Recycling

All diese Punkte sollen bei jedem nachhaltigen Bauprojekt wie bei diesem von Anfang an beachtet werden.

Vor allem folgende Maßnahmen haben viel CO_{2e} eingespart:

- Recycling von Elementen
- sorgfältiger Umgang mit vorhandener Struktur
- Verwendung von nachhaltigen Materialien aus der Region

Recycling von Elementen

Wie in den Abbildungen 113 und 114 sichtbar, kann ein sehr großer Teil der vorhanden Holzvertäfelung für die Fassade genutzt werden. Somit kann 260 m² an Fassadenmaterial eingespart werden. Auch die Dachziegel sind noch in gutem Zustand und können wiederverwendet werden. Das Dach muss jedoch gedämmt werden, und somit werden die Ziegel abgenommen, aufbewahrt und wiederverwendet. Dies kann bei der Planung schon berücksichtigt werden und der Aufbau darauf aufgebaut werden. Auch die Holzvertäfelung wird abgenommen für den Umbau und dann als Fassade wiederverwendet.

Somit können Dachziegel für 1020 m² Dachfläche wiederverwendet werden, die in der Herstellung laut ÖKOBAU-Datenbank auf 15,61 kgCO_{2e} globales Erwärmungspotenzial kommen.

Durch die Analyse des vorhandenen Gebäudes vor der Planung kann Recycling von Anfang an eingebunden sein und auch als Designelement und Inspiration dienen.

Die beste Art von Recycling ist die Wiederverwendung, da Bauteile ohne Änderung neu genutzt werden können. Obwohl es einige Durchbrüche und Änderungen im Grundriss des bestehenden Wohntraktes gibt, können die vorhandenen Innentüren eins zu eins wiederverwendet werden.

Das Recycling und Belassen von Bauelementen gibt dem Gebäude Charakter, da es nicht wie ein Neubau aussehen wird, sondern das Alter widerspiegelt.

Sorgfältiger Umgang mit vorhandener Struktur

Die vorhandene Struktur der Wände, Decken und Dachflächen ist in gutem Zustand und soll nur, wenn nötig abgebrochen werden. Im derzeitigen Wohntrakt wird der größte Abbruch stattfinden, da die Durchbrüche in den Zwischenwänden erheblich vergrößert werden, um einen offeneren Wohnbereich zu schaffen. Im 1. Obergeschoss werden teils neue Zwischenwände eingezogen, um eine bessere Anordnung der Schlafzimmer zu erhalten.

Die größte Änderung der Struktur ist der neue große Eingangsbereich mit Stiege in das 1. Obergeschoss. Somit ist es möglich eine weitere Wohneinheit zu schaffen.

Vorhandene Durchbrüche in den Betonwänden im Stall werden vergrößert etwas vergrößert, aber so, dass die Tragkraft der Wand erhalten bleibt. Durch die teilweise offene Gestaltung durch große Lufträume bis zum Dach ist der Raum trotz kleinere Fensteröffnungen hell und großzügig.

Nachhaltige Materialien

Wie bereits in den Aufbauten im letzten Kapitel sichtbar ist, wurde sehr viel Wert auf die Verwendung von nachhaltigen Materialien gesetzt. Dabei waren vor allem die sortenreine Nutzung und Wiederverwendbarkeit ausschlaggebend. Da es noch keine nachhaltige Perimeterdämmung gibt, wurden hier Schaumglasplatten verwendet, die wiederverwendet werden können. Auf Kleber wird durch gut genutzte Alternativen wie Verschraubung und Mehrfachbelegung verzichtet, das ist vor allem für die Sondermüllvermeidung beim Abriss wichtig. Verklebte Materialien können kaum mehr sortenrein getrennt werden und landen somit auf dem Sondermüll. Das Projekt besinnt sich zurück auf traditionelle Bindemittel, die zwar teurer in der Beschaffung und der Herstellzeit sind, aber wieder vom Material trennbar sind. Es gibt Möglichkeiten von Verschrauben, Nageln, mehrfache Schichtung und die dargestellten Knoten bei Holz im Kapitel ... Als Wärmedämmung wurden Stroh, Holzwolleplatten, Holzdämmplatten und Kork abhängig von ihren Vorteilen in den jeweiligen Aufbauten genutzt. Vor allem die Verwendung von Stroh soll eine Hommage an den ehemaligen Stall sein, und ist auch regional vorhanden.

Die Regionalität von Materialien spielt eine große Rolle bei Nachfrage und Angeboten, und dadurch hat sie einen großen Einfluss auf die CO_2e -Emissionen, die bei der Herstellung und beim Transport anfallen. Zusätzlich gibt es in Europa bereits einen großen Häuserbestand wie dieses Projekt, und dadurch ist eine Sanierung umweltfreundlicher als ein Neubau, da durch den Betrieb die Emissionen um ein Vielfaches verringert werden können ohne hohen Herstellungsaufwand. Ein zusätzlicher Vorteil von Stroh ist, dass dieses Material in Unmengen vorhanden ist, und produziert wird, da es auch für die Fütterung von Tieren genutzt wird. Dadurch wird keine Biodiversität, Forstwirtschaft oder landwirtschaftliche Nutzung durch den Anbau geschädigt, was bei der Bestellung von Holzmaterialien genauer beachtet werden muss, da manche Firmen mit Abrodungen und Monokulturen mehr Gewinn erwirtschaften möchten.

In der International Conference on Non-conventional Materials and Technologies (NOCMAT 2022)²⁸ wurde eine Studie aus der Schweiz vorgestellt, die Life-Cycle Assessments von Wärmedämm-Materialien untersucht, unter anderem Stroh, Glaswolle und Holzfasern. Das Resultat ergibt die CO_2e -Bilanz der Materialien von Cradle to gate, was bedeutet, dass die Herstellungsphasen A1-3 untersucht wurden. Die organisch-basierten Materialien haben ein Umwelteinsparpotenzial von 76 % im Vergleich zu Glaswolle und 90 % im Vergleich zu XPS. Stroh und alle anderen organisch-basierten Materialien sind CO_2e -negativ wenn sie innerhalb von 400 km verfügbar sind. Der Transport hat bei diesen Dämmstoffen einen großen Einfluss auf die CO_2e -Emissionen. Bei der Studie ergibt sich, dass Stroh die beste CO_2e -Bilanz hat, da es viel CO_2e speichert.²⁸ Somit beginnt die Herstellung eines Gebäudes mit einem nachhaltigen Dämmmaterial bereits mit einer negativen CO_2e -Bilanz und hat trotzdem einen äquivalenten U-Werte wie mit XPS oder Glaswolle.

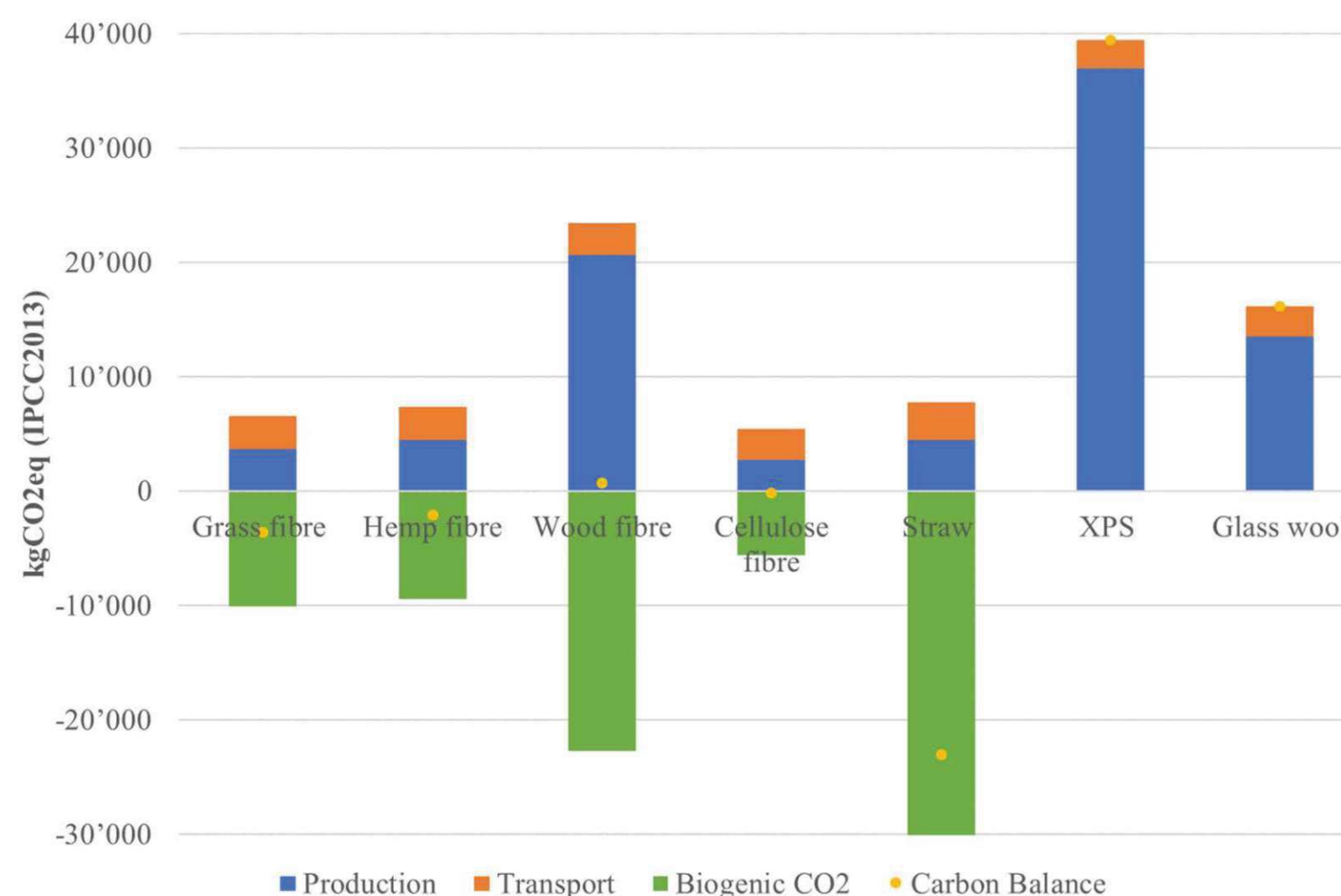


Diagramm 7: LCA Resultat Biogener Kohlenstoff und CO_2e -Bilanz bei angenommener 60-jähriger Nutzungsdauer²⁸

²⁸ (Hafstad & Habert, 2022)

10. RESUMÉE

Die Recherchen zu nachhaltigen Bauen haben gezeigt, dass schon viele Möglichkeiten vorhanden sind und diese auch messbar sind mit Tools wie der Lebenszyklus-Analyse. Es gibt auch schon viele Lösungen zu Holzbau und sortenreinem Bauen, die bereits umsetzbar sind und es daher keinen Grund gibt diese nicht zu nutzen.

Diese Arbeit zeigt eine Möglichkeit wie man einen Bauernhof nachhaltig sanieren kann. Vor allem wurde viel Wert auf Sortenreinheit, wenige Eingriffe und Recycling gelegt. Somit ergibt sich eine schöne Symbiose aus Altem und Neuem, die in jeder Wohnung spürbar ist.

Jeder bestehende Bauernhof hat sehr viel Potenzial und dieses kann und soll für verschiedene Zwecke genutzt werden statt leerzustehen. Es ist schade, wenn alte Häuser verfallen aufgrund von mangelnder Pflege oder Geld. Dieser Entwurf ist nicht das kostengünstigste, da vor allem bei Sortenreinheit und behutsamen Abriss viele Stunden Arbeit hineinfließen. Aber auch wenn ein Bauernhof nicht so nachhaltig renoviert wird, lohnt es sich für die weitere Nutzung von vorhandenem Raum, und das ist die wichtigste Erkenntnis. Die Nutzung von bereits vorhandenem Raum sollte zur Norm werden, damit weniger Neubau nötig ist.

Die Richtlinien und Zertifikate richten sich an Neubauten, Materialnutzung, bauphysikalische Werte und Recycling, aber den meisten Einfluss hätte eine Förderung von Renovierungen. Somit ist zwar der richtige Ansatz da, aber sie betreffen nicht das was den meisten Unterschied machen würde. Auch wenn der Bauernhof dieser Diplomarbeit nicht öffentlich angebunden ist und ein privates Fahrzeug benötigt wird, kann eine nachhaltige Nachnutzung erzielt werden.

Bauernhöfe werden auch in der Zukunft ein wichtiger Bestandteil in der Produktion von Nahrungsmitteln sein, jedoch in größeren Betrieben statt als kleine Familienunternehmen. Die Möglichkeit des Selbstanbaus besteht hier und wird in der Zukunft ein Pluspunkt für die Wohnungssuchenden sein.

Somit ergibt sich mit diesem Gebäude eine sehr gute Möglichkeit nachzuverdichten und die Lebensqualität eines Einfamilienhauses zu schaffen. Auch die Raumqualität wird durch die nachhaltigen Materialien sehr gut sein, da die sommerliche Überwärmung nicht erreicht wird, und Holz und Lehm eine angenehme Atmosphäre schaffen.

Die Zielgruppe für das Leben am Land war hier die Kleinfamilie bzw. Paare, die mehr Platz als in der Stadt haben möchten. Wichtig war es auch, dass der bereits vorhandene Wohnraum nur wenig adaptiert wird und für die zukünftigen Generationen der Eigentümer/innen geeignet ist. Somit war auch die flexible, behindertengerechte 1-Zimmer-Wohnung ein wichtiger Punkt für ein generationsübergreifendes Zusammenleben.

Der Entwurf ist einer von vielen Möglichkeiten wie ein Bauernhof weitergenutzt werden kann. Die nachhaltige Sanierung ist hier mehr als nur State of the Art, da viel Wert auf Sortenreinheit und regionale Produkte gelegt wurde. Jede Weiternutzung eines vorhandenen Gebäudes ist nachhaltig, da dadurch Neubau und Materialverbrauch verhindert werden können. Diese Arbeit erläuterte noch zusätzliche Tools und Systeme, die das Bauen zukunftsorientierter machen, mit Wiederverwendung, behutsames Abreißen, Berechnungen der CO_{2e}-Emissionen im ganzen Lebenszyklus bis zu Zertifizierungssystemen, die das bestätigen. Durch die Umdenken von einer linearen Wirtschaft zu einer Kreislaufwirtschaft wird viel Müll verhindert werden. So kann in der Planung wie in diesem Entwurf festgehalten, bereits mit vorhandenen Materialien entworfen werden. Die Wiederverwendung von Türen, ganzen Bauteilen wie ein Dach und das Weiterverwenden und Holzplatten zeigen wieviel möglich ist wenn man kreativ neue Lösungen sucht.

Das Projekt ist der erste Schritt für die Nachnutzung des Bauernhofes meiner Großeltern. Mit einer zusätzlichen Ausarbeitung der Details bis zur Polierplanung und Überprüfung der Statik ist diese Sanierung und Aufstockung realistisch. Im Moment sieht es leider nicht so aus wie wenn jemand den Bauernhof übernehmen möchte und eine Renovierung finanzieren möchte. Somit bleibt nur die Hoffnung, dass es in den nächsten Jahr nicht zu einem leerstehenden Gebäude wird oder nicht weiter vererbt werden kann.

Danke an:

- meine Eltern für die jahrelange Unterstützung
- an meinen Freund Jan für die Unterstützung
- an meine Geschwister
- an meine Großeltern für das Suchen von alten Plänen und Fotos
- an IAESTE und meine Freunde für die wertvolle Zeit an der TU Wien
- an alle motivierten Professoren und Professorinnen
- an Herrn Fadai für die Betreuung meiner Diplomarbeit

VERZEICHNISSE

Quellenverzeichnis

- 1 Environment, WCED World Commission on und (Hrsg), Development. „Our Common Future“. In: Zugriffen am 22.9.2024. 1987.
URL: <http://www.un-documents.net/ocf-02.htm#l>
- 2 Friedrichsen, Stefanie. Nachhaltiges Planen, Bauen und Wohnen: Kriterien für Neubau und Bauen im Bestand. eng. Springer Berlin Heidelberg, 2018.
- 3 Bauer, Michael, Möse, Peter und Schwarz, Michael. Green Building: Leitfaden für nachhaltiges Bauen. ger. 2. Aufl. 2013. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2013.
- 4 Österreichisches Institut für Bautechnik. Über uns. 2023. Zugriffen am 8.6.2024. URL: <https://www.oib.or.at/de/ueber-uns>
- 5 Österreichisches Institut für Bautechnik. OIB-Grundlagendokument zur Ausarbeitung einer OIB-Richtlinie 7 Nachhaltige Nutzung der natürlichen Ressourcen. 2023.
- 6 Europäische Kommission. Der europäische Grüne Deal. Erster klimaneutraler Kontinent werden.
Zugriffen am 22.9.2024. 2023. URL: https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_de
- 7 Hebel, Dirk E. et al. Sorterein Bauen. Detail Business Information GmbH München, 2023.
- 8 Leonard, Annie. The Story of Stuff. Zugriffen am 22.9.2024. 2009. URL: <https://www.storyofstuff.org/movies/story-of-stuff/>
- 9 UN Environment and International Energy Agency (2017). Towards a zero-emission, efficient, and resilient buildings and construction sector. Global Status Report 2017. 2017.
- 10 World Resources Institute. Climate Watch Historical Country Greenhouse Gas Emissions Data. Washington, DC, 2022. Zugriffen am 22.9.2024.
URL: <https://www.climatewatchdata.org/ghg-emissions>
- 11 Hegger, Manfred. Energie-Atlas : nachhaltige Architektur. ger. 1. Aufl. Edition Detail. München: Institut für Internationale Architektur-Dokumentation, 2007.
- 12 International, Austrian Standards. ÖNORM EN 15978 Nachhaltigkeit von Bauwerken - Bewertung der umweltbezogenen Qualität von Gebäuden - Berechnungsmethode. Wien, 2012.
- 13 Thormark, C. „The effect of material choice on the total energy need and recycling potential of a building“. Building and Environment 41.8 (2006), S. 1019–1026.

- 14 Gardner, Haley u. a. „Materials life cycle assessment of a living building“. eng. Procedia CIRP 80 (2019), S. 458–463.
- 15 One Click LCA Ltd. Life Cycle Stages. Zugriffen am 22.9.2024. 2023. URL: <https://oneclicklca.zendesk.com/hc/en-us/articles/360015064999-Life-Cycle-Stages>
- 16 klimaaktiv. Über uns. 2024. Zugriffen am 22.9.2024. URL: <https://www.klimaaktiv.at/ueber-uns.html>
- 17 klimaaktiv. Die Bewertungskategorien 2020 im Überblick. 2023. Zugriffen am 22.9.2024.
URL: <https://www.klimaaktiv.at/bauen-sanieren/gebaeudedeklaration/bewertungskategorien.html>
- 18 Herzog, Thomas u. a. „Holzbau Atlas“. ger. In: 4., neu bearb. Aufl. München: DE GRUYTER, 2003
- 19 Lißner, Karin und Rug, Wolfgang. Holzbausanierung beim Bauen im Bestand. ger. 2. Aufl. 2018. VDI-Buch. Berlin Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg
Imprint: Springer Vieweg, 2018.
- 20 pro:Holz Austria. Fichte, Tanne, Buche Co. Zugriffen am 22.9.2024. 2022. URL: <https://www.proholz.at/wald-holz-klima/fichte-tanne-buche-co>
- 21 Digital Findet Stadt GmbH und Dipl. Ing. Wilhelm Sedlak Ges.m.b.H. Zirkuläre Sanierung - Projektbericht. 2023
- 22 Europäische Kommission. Renovierungswelle: Verdoppelung der Renovierungsquote zur Senkung von Emissionen, zur Ankurbelung der wirtschaftlichen Erholung und zur Verringerung von Energiearmut. Zugriffen am 22.9.2024. 2020. URL: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/de/IP_20_1835
- 23 John, Viola. Höhere Fügung. Systemtrennung - die Grundlagen. Zugriffen am 22.9.2024. 2016. URL: <https://www.espazium.ch/de/aktuelles/hoehere-fuegung>
- 24 Statistik Austria. Mikrozensus Wohnen 2023. 2024.
Zugriffen am 22.9.2024. URL: <https://www.statistik.at/statistiken/bevoelkerung-und-soziales/wohnen/ohnsituation>
- 25 Fitzner, Klaus. „Raumklimatechnik: Band 4: Physik des Gebäudes“. ger. VDI-Buch. Germany: Springer Berlin / Heidelberg, 2013
- 26 Statistik Austria. Agrarstrukturerhebung. 2024.
Zugriffen am 22.9.2024. URL: <https://www.statistik.at/statistiken/land-und-forstwirtschaft/betriebsstruktur/betriebsdaten/betriebe>
- 27 Nonconform. „Leerstand ab Hof! - 6. Leerstandskonferenz“. In: Innervillgraten/Osttirol, 2017.

- 28 Hafstad, P., Zea Escamilla, E., & Habert, G. 2022. Where do buildings come from? Prospective life cycle assessment of fast-growing bio-based insulation materials and their transport. 18th International Conference on Non-conventional Materials and Technologies (NOCMAT 2022)
- 29 Zeichnung: Sebastian Kreiter, nach Ellen MacArthur Foundation: Circular economy systems diagram, 2019.
- 30 © Holzwerk Gebr. Schneider GmbH. "best wood KVH". Zugegriffen am 22.9.2024. URL: <https://www.schneider-holz.com/de/produkte/holz/konstruktionsvollholz/kvh/>
- 31 © Muharrem Zengin | dreamstime.com. Zugegriffen am 22.9.2024. URL: <https://www.dreamstime.com/stock-image-hay-image12012191>
- 32 © C.A.R.M.E.N. eV. "Bauen mit Stroh". Zugegriffen am 22.9.2024. 2020. URL: <https://www.carmen-ev.de/2020/08/23/bauen-mit-stroh/>
- 33 © Bischoff + Schäfer. "Holzfaserdämmplatten". Zugegriffen am 22.9.2024. URL: <https://www.bischoff-schaefer.de/daemmung/holzfaserdaemmplatten.html?L=0>
- 34 © BauNetz Wissen. "Schaumglas". Zugegriffen am 22.9.2024. URL: <https://www.baunetzwissen.de/glossar/s/schaumglas-4365327>
- 35 © conluto. "Lehmbauplatte". Zugegriffen am 22.9.2024. URL: <https://www.conluto.de/produkt/lehmbauplatte-22/>
- 36 © DPG Deutsche Pfandsystem GmbH. 2024.

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Die 3 Säulen der Nachhaltigkeit, eigene Darstellung nach UN Sustainability Report ¹
Abb. 2:	Lineares System „The Story of Stuff“ (Leonard, 2009) ⁸
Abb. 3:	Butterfly-Diagramm der Kreislaufwirtschaft der Ellen MacArthur Foundation (Kreiter, 2019) ²⁹
Abb. 4:	Wiederverwendung, eigene Darstellung
Abb. 5:	Weiterverwendung, eigene Darstellung
Abb. 6:	Weiterverwertung, eigene Darstellung nach DPG Deutsche Pfandsystem GmbH (2024) ³⁶
Abb. 7:	Wiederverwertung, eigene Darstellung
Abb. 8:	Schichtenmodell, eigene Darstellung nach Hebel, Dirk et al.(2023) ⁷
Abb. 9:	Blockverbindung, eigene Darstellung
Abb. 10:	Zapfenverbindung, eigene Darstellung
Abb. 11:	Versatzverbindung, eigene Darstellung
Abb. 12:	Blattverbindung, eigene Darstellung
Abb. 13:	Vorfertigung, eigene Darstellung
Abb. 14:	Luftbildaufnahme Bauernhof, eigene Aufnahme
Abb. 15:	Raumanordnung des Hofes, eigene Darstellung
Abb. 16:	Altes Foto des Bauernhofes (mein Großvater rechts), eigene Aufnahme
Abb. 17:	Aufnahme von Frontfassade und Eingang, eigene Aufnahme
Abb. 18:	Skizze 1 - Erdgeschoss, eigene Darstellung
Abb. 19:	Skizze 2 - Schnitt thermische Hülle, eigene Darstellung
Abb. 20:	Skizze 3 - Erdgeschoss, eigene Darstellung
Abb. 21:	Skizze 4 - 1. Obergeschoss, eigene Darstellung
Abb. 22:	Fichtenholz (© Holzwerk Gebr. Schneider GmbH, 2024) ³⁰
Abb. 23:	Stroh (© Muharrem Zengin Dreamstime.com, 2024) ³¹
Abb. 24:	Stroh in Holzständerwand (© C.A.R.M.E.N eV, 2020) ³²
Abb. 25:	Holzfaserdämmplatte (© Bischoff + Schäfer, 2024) ³³
Abb. 26:	Schaumglas (© BauNetz Wissen, 2024) ³⁴
Abb. 27:	Lehmputzplatten (© conluto, 2024) ³⁵
Abb. 28:	Funktionen Bestand, eigene Darstellung
Abb. 29:	Funktionen nach Umbau, eigene Darstellung
Abb. 30:	Schichtenmodell, eigene Darstellung nach Hebel, Dirk et al.(2023) ⁷
Abb. 31:	Variante außenliegende Hülle, eigene Darstellung

Abb. 32:	Variante innenliegende Hülle, eigene Darstellung
Abb. 33:	Variante in tragender Schicht, eigene Darstellung
Abb. 34:	Lageplan, eigene Darstellung
Abb. 35:	Grundriss Erdgeschoss Bestand, eigene Darstellung
Abb. 36:	Grundriss Untergeschoss Bestand, eigene Darstellung
Abb. 37:	Grundriss 1. Obergeschoss Bestand, eigene Darstellung
Abb. 38:	Bestand Ansicht Nord-West, eigene Darstellung
Abb. 39:	Bestand Ansicht Nord-Ost, eigene Darstellung
Abb. 40:	Bestand Ansicht Süd-Ost, eigene Darstellung
Abb. 41:	Bestand Ansicht Süd-West, eigene Darstellung
Abb. 42:	Bestand Schnitt 1, eigene Darstellung
Abb. 43:	Bestand Schnitt 2, eigene Darstellung
Abb. 44:	Grundriss Untergeschoss Umbau, eigene Darstellung
Abb. 45:	Grundriss 1. Obergeschoss Umbau, eigene Darstellung
Abb. 46:	Grundriss Untergeschoss Umbau, eigene Darstellung
Abb. 47:	Grundriss Erdgeschoss Entwurf, eigene Darstellung
Abb. 48:	Grundriss Untergeschoss Entwurf, eigene Darstellung
Abb. 49:	Grundriss 1. Obergeschoss Entwurf, eigene Darstellung
Abb. 50:	Dachdraufsicht Entwurf, eigene Darstellung
Abb. 51:	Schnitt 1 Entwurf, eigene Darstellung
Abb. 52:	Schnitt 2 Entwurf, eigene Darstellung
Abb. 53:	Ansicht Nord-West, eigene Darstellung
Abb. 54:	Ansicht Nord-Ost, eigene Darstellung
Abb. 55:	Ansicht Süd-Ost, eigene Darstellung
Abb. 56:	Ansicht Süd-West, eigene Darstellung
Abb. 57:	Hofansicht Nord-West, eigene Darstellung
Abb. 58:	Hofansicht Nord-Ost, eigene Darstellung
Abb. 59:	Hofansicht Süd-Ost, eigene Darstellung
Abb. 60:	Hofansicht Süd-West, eigene Darstellung
Abb. 61:	Top 1, Erdgeschoss, eigene Darstellung
Abb. 62:	Top 1, 1. Obergeschoss, eigene Darstellung
Abb. 63:	Top 2, Erdgeschoss, eigene Darstellung
Abb. 64:	Top 3, Erdgeschoss, eigene Darstellung
Abb. 65:	Top 4, Erdgeschoss, eigene Darstellung

Abb. 66:	Top 4, 1. Obergeschoss, eigene Darstellung
Abb. 67:	Top 5, 1. Obergeschoss, eigene Darstellung
Abb. 68:	Top 5, 2. Obergeschoss, eigene Darstellung
Abb. 69:	Tragwerksplan Grundriss Erdgeschoss, eigene Darstellung
Abb. 70:	Tragwerksplan Grundriss 1. Obergeschoss, eigene Darstellung
Abb. 71:	Tragwerksplan Schnitt 1, eigene Darstellung
Abb. 72:	Tragwerksplan Schnitt 2, eigene Darstellung
Abb. 73:	Foto des derzeitigen Tragwerkes, eigene Aufnahme
Abb. 74:	Holztragwerk-Knoten, eigene Aufnahme
Abb. 75:	3D-Ansicht des Tragwerkes, eigene Darstellung
Abb. 76:	Aufbau Neubau Holzständerwand, eigene Darstellung
Abb. 77:	Aufbau Bestand Ziegelwand 0,45 mit WD, eigene Darstellung
Abb. 78:	Aufbau Bestand Ziegelwand 0,45 mit Putz, eigene Darstellung
Abb. 79:	Aufbau Bestand Ziegelwand 0,70 mit WD, eigene Darstellung
Abb. 80:	Aufbau Bestand Ziegelwand 0,70 mit Putz, eigene Darstellung
Abb. 81:	Dachaufbau, eigene Darstellung
Abb. 82:	Aufbau Kellerdecke saniert, eigene Darstellung
Abb. 83:	Aufbau Decke über Hofeinfahrt, eigene Darstellung
Abb. 84:	Detail Anschluss Dach, eigene Darstellung
Abb. 85:	Detail Anschluss Keller, eigene Darstellung
Abb. 86:	Perspektive Top 3, eigene Darstellung
Abb. 87:	Perspektive Community-Raum, eigene Darstellung
Abb. 88:	Ausblick auf Steyr (Richtung Norden), eigene Aufnahme
Abb. 89:	Resultat Energieausweis Neubau, eigene Auswertung aus ArchiPHYSIK
Abb. 90:	Resultat Energieausweis Bestand, eigene Auswertung aus ArchiPHYSIK
Abb. 91:	Resultat Energieausweis Neubau, eigene Auswertung aus ArchiPHYSIK
Abb. 92:	Resultat Energieausweis Bestand, eigene Auswertung aus ArchiPHYSIK
Abb. 93:	Südansicht Dezember 8 Uhr, eigene Darstellung
Abb. 94:	Südansicht März 8 Uhr, eigene Darstellung
Abb. 95:	Südansicht Juni 8 Uhr, eigene Darstellung
Abb. 96:	Südansicht Dezember 12 Uhr, eigene Darstellung
Abb. 97:	Südansicht März 12 Uhr, eigene Darstellung
Abb. 98:	Südansicht Juni 12 Uhr, eigene Darstellung
Abb. 99:	Südansicht Dezember 18 Uhr, eigene Darstellung

Abb. 100:	Südansicht März 18 Uhr, eigene Darstellung
Abb. 101:	Südansicht Juni 18 Uhr, eigene Darstellung
Abb. 102:	Nordansicht Dezember 8 Uhr, eigene Darstellung
Abb. 103:	Nordansicht März 8 Uhr, eigene Darstellung
Abb. 104:	Nordansicht Juni 8 Uhr, eigene Darstellung
Abb. 105:	Nordansicht Dezember 12 Uhr, eigene Darstellung
Abb. 106:	Nordansicht März 12 Uhr, eigene Darstellung
Abb. 107:	Nordansicht Juni 12 Uhr, eigene Darstellung
Abb. 108:	Nordansicht Dezember 18 Uhr, eigene Darstellung
Abb. 109:	Nordansicht März 18 Uhr, eigene Darstellung
Abb. 110:	Nordansicht Juni 18 Uhr, eigene Darstellung
Abb. 111:	Grundriss Top 5, eigene Darstellung
Abb. 112:	Bestandsfassade, eigene Aufnahme
Abb. 113:	Vorhandene Holzfassade Außenansicht Nord-West, eigene Darstellung
Abb. 114:	Vorhandene Holzfassade Außenansicht Nord-West, eigene Darstellung

Diagrammverzeichnis

Diagr. 1:	Varianten der Planung, eigene Darstellung nach Bauer et al.(2013) ³
Diagr. 2:	Lebenszyklen der LCA-Analyse, eigene Darstellung nach One Click LCA Ltd.(2023) ¹⁵
Diagr. 3:	Land- und forstwirtschaftliche Betriebe in Oberösterreich, eigene Darstellung mit Werten der Statistik Austria ²⁷ ²⁶
Diagr. 4:	Bevölkerungsstand 2001-2023, eigene Darstellung mit Werten der Statistik Austria ²⁶
Diagr. 5:	Vergleich Bestand und Sanierung, eigene Darstellung
Diagr. 6:	Resultat Sommerliche Überwärmung aus ArchiPHYSIK
Diagr. 7:	LCA Resultat Biogener Kohlenstoff und CO _{2e} -Bilanz bei angenommener 60-jähriger Nutzungsdauer ²⁸

ANHANG A: ENERGIEAUSWEIS-AUSWERTUNGEN BESTAND

Ausführliche Auswertungsunterlagen des Bestandes aus ArchiPHYSIK

Bericht

Vierkanthof Diplomarbeit Bestand

Vierkanthof Diplomarbeit Bestand

Gutjahrweg 1
4451 St. Ulrich bei Steyr

Katastralgemeinde: 49213 Kleinraming
Einlagezahl:
Grundstücksnummer:
GWR Nummer:

Unterlagen

Datum: 00.00.00
Nummer:

ErstellerIn der Unterlagen

Karina Ahrer

ErstellerIn Nummer:

Personen

Titel Vorname Firma/Nachname

Strasse

BeauftragterIn

Titel Vorname Firma/Nachname
Firma/Nachname
Strasse

EigentümerIn

Titel Vorname Firma/Nachname
Strasse

Angewandte Berechnungsverfahren

Bauteile	ON B 8110-6-1:2019-01-15
Fenster	EN ISO 10077-1:2018-02-01
Unkonditionierte Gebäudeteile	detailliert, ON ISO EN 13789:2018-02-01
Erdberührte Gebäudeteile	detailliert, ON ISO EN 13370:2018-02-01
Wärmebrücken	pauschal, ON B 8110-6-1:2019-01-15, Formel (12)
Verschattungsfaktoren	detailliert, ON B 8110-6-1:2019-01-15
Heiztechnik	ON H 5056-1:2019-01-15
Raumluftechnik	ON H 5057-1:2019-01-15
Beleuchtung	ON H 5059-1:2019-01-15
Kühltechnik	ON H 5058-1:2019-01-15

Diese Lokalisierung entspricht der OIB Richtlinie 6:2019, es werden die Berechnungsnormen Stand 2019 u. 2020 verwendet, die Anforderungen entsprechen den Höchstwerten der Richtlinie 6, 04-2019 ab dem Jahr 2021

Energieausweis für Wohngebäude

OiB
ÖSTERREICHISCHES
INSTITUT FÜR BAUTECHNIK

OIB-Richtlinie 6
Ausgabe: April 2019

BEZEICHNUNG	Vierkanthof Diplomarbeit Bestand	Umsetzungsstand	Sanierung
Gebäude(-teil)	Wohnen	Baujahr	1976
Nutzungsprofil	Wohngebäude mit einer oder zwei Nutzungseinheiten	Letzte Veränderung	
Straße	Gutjahrweg 1	Katastralgemeinde	Kleinraming
PLZ/Ort	4451 St. Ulrich bei Steyr	KG-Nr.	49213
Grundstücksnr.		Seehöhe	510 m

SPEZIFISCHER REFERENZ-HEIZWÄRMEBEDARF, PRIMÄRENERGIEBEDARF, KOHLENDIOXIDEMISSIONEN und GESAMTENERGIEEFFIZIENZ-FAKTOR jeweils unter STANDORTKLIMA-(SK)-Bedingungen

	HWB _{Ref,SK}	PEB _{SK}	CO _{2eq,SK}	f _{GEE,SK}
A ++			A ++	
A +				
A				
B				C
C				
D	D	D		
E				
F				
G				

HWB_{Ref}: Der **Referenz-Heizwärmebedarf** ist jene Wärmemenge, die in den Räumen bereitgestellt werden muss, um diese auf einer normativ geforderten Raumtemperatur, ohne Berücksichtigung allfälliger Erträge aus Wärmerückgewinnung, zu halten.

WWWB: Der **Warmwasserwärmebedarf** ist in Abhängigkeit der Gebäudekategorie als flächenbezogener Defaultwert festgelegt.

HEB: Beim **Heizenergiebedarf** werden zusätzlich zum Heiz- und Warmwasserwärmebedarf die Verluste des gebäudetechnischen Systems berücksichtigt, dazu zählen insbesondere die Verluste der Wärmebereitstellung, der Wärmeverteilung, der Wärmespeicherung und der Wärmeabgabe sowie allfälliger Hilfsenergie.

HHSB: Der **Haushaltsstrombedarf** ist als flächenbezogener Defaultwert festgelegt. Er entspricht in etwa dem durchschnittlichen flächenbezogenen Stromverbrauch eines österreichischen Haushalts.

RK: Das **Referenzklima** ist ein virtuelles Klima. Es dient zur Ermittlung von Energiekennzahlen.

EEB: Der **Endenergiebedarf** umfasst zusätzlich zum Heizenergiebedarf den Haushaltsstrombedarf, abzüglich allfälliger Endenergieerträge und zuzüglich eines dafür notwendigen Hilfsenergiebedarfs. Der Endenergiebedarf entspricht jener Energiemenge, die eingekauft werden muss (Lieferenergiebedarf).

f_{GEE}: Der **Gesamtenergieeffizienz-Faktor** ist der Quotient aus einerseits dem Endenergiebedarf abzüglich allfälliger Endenergieerträge und zuzüglich des dafür notwendigen Hilfsenergiebedarfs und andererseits einem Referenz-Endenergiebedarf (Anforderung 2007).

PEB: Der **Primärenergiebedarf** ist der Endenergiebedarf einschließlich der Verluste in allen Vorketten. Der Primärenergiebedarf weist einen erneuerbaren (PEB_{ern}) und einen nicht erneuerbaren (PEB_{n,ern}) Anteil auf.

CO_{2eq}: Gesamte dem Endenergiebedarf zuzurechnenden **äquivalenten Kohlendioxidemissionen** (Treibhausgase), einschließlich jener für Vorketten.

SK: Das **Standortklima** ist das reale Klima am Gebäudestandort. Dieses Klimamodell wurde auf Basis der Primärdaten (1970 bis 1999) der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik für die Jahre 1978 bis 2007 gegenüber der Vorfassung aktualisiert.

Alle Werte gelten unter der Annahme eines normierten BenutzerInnenverhaltens. Sie geben den Jahresbedarf pro Quadratmeter beheizter Brutto-Grundfläche an.

Energieausweis für Wohngebäude

OiB
ÖSTERREICHISCHES
INSTITUT FÜR BAUTECHNIK

OiB-Richtlinie 6
Ausgabe: April 2019

GEBÄUDEKENNDATEN

Brutto-Grundfläche (BGF)	191,5 m²	Heiztage	321 d	Art der Lüftung	Fensterlüftung
Bezugsfläche (BF)	153,2 m²	Heizgradtage	4097 Kd	Solarthermie	- m²
Brutto-Volumen (V _B)	472,7 m³	Klimaregion	NF	Photovoltaik	- kWp
Gebäude-Hüllfläche (A)	641,8 m²	Norm-Außentemperatur	-14,7 °C	Stromspeicher	- kWh
Kompaktheit (A/V)	1,36 1/m	Soll-Innentemperatur	22,0 °C	WW-WB-System (primär)	kombiniert
charakteristische Länge (ℓ _c)	0,74 m	mittlerer U-Wert	0,380 W/m²K	WW-WB-System (sekundär, opt.)	-
Teil-BGF	- m²	LEK _T -Wert	41,57	RH-WB-System (primär)	Kessel, Hacksc
Teil-BF	- m²	Bauweise	schwere	RH-WB-System (sekundär, opt.)	-
Teil-V _B	- m³				

EA-Art:

WÄRME- UND ENERGIEBEDARF (Referenzklima)

Ergebnisse			Nachweis über den Endenergiebedarf	
			Anforderungen	
Referenz-Heizwärmebedarf	HWB _{Ref,RK} =	98,7 kWh/m²a entspricht nicht	HWB _{Ref,RK,zul} =	83,9 kWh/m²a
Heizwärmebedarf	HWB _{RK} =	98,7 kWh/m²a		
Endenergiebedarf	EEB _{RK} =	206,4 kWh/m²a entspricht nicht	EEB _{RK} =	174,7 kWh/m²a
Gesamtenergieeffizienz-Faktor	f _{GEE,RK} =	1,08		
Erneuerbarer Anteil	-	entspricht		Punkt 5.2.3 a, b

WÄRME- UND ENERGIEBEDARF (Standortklima)

Referenz-Heizwärmebedarf	Q _{h,Ref,SK} =	22.949 kWh/a	HWB _{Ref,SK} =	119,9 kWh/m²a
Heizwärmebedarf	Q _{h,SK} =	24.235 kWh/a	HWB _{SK} =	126,6 kWh/m²a
Warmwasserwärmebedarf	Q _{tw} =	1.468 kWh/a	WWWB =	7,7 kWh/m²a
Heizenergiebedarf	Q _{H,Ref,SK} =	42.767 kWh/a	HEB _{SK} =	223,3 kWh/m²a
Energieaufwandszahl Warmwasser			e _{AWZ,WW} =	5,27
Energieaufwandszahl Raumheizung			e _{AWZ,RH} =	1,53
Energieaufwandszahl Heizen			e _{AWZ,H} =	1,75
Haushaltsstrombedarf	Q _{HHSB} =	2.660 kWh/a	HHSB =	13,9 kWh/m²a
Endenergiebedarf	Q _{EEB,SK} =	45.426 kWh/a	EEB _{SK} =	237,2 kWh/m²a
Primärenergiebedarf	Q _{PEB,SK} =	52.930 kWh/a	PEB _{SK} =	276,4 kWh/m²a
Primärenergiebedarf nicht erneuerbar	Q _{PEBn,ern.,SK} =	7.484 kWh/a	PEB _{n,ern.,SK} =	39,1 kWh/m²a
Primärenergiebedarf erneuerbar	Q _{PEBern.,SK} =	45.446 kWh/a	PEB _{ern.,SK} =	237,3 kWh/m²a
äquivalente Kohlendioxidemissionen	Q _{CO2eq,SK} =	1.444 kg/a	CO _{2eq,SK} =	7,5 kg/m²a
Gesamtenergieeffizienz-Faktor			f _{GEE,SK} =	1,09
Photovoltaik-Export	Q _{PVE,SK} =	0 kWh/a	PVE _{EXPORT,SK} =	0,0 kWh/m²a

ERSTELLT

GWR-Zahl		ErstellerIn	Karina Ahrer
Ausstellungsdatum	11.03.2024	Unterschrift	
Gültigkeitsdatum	10.03.2034		
Geschäftszahl			

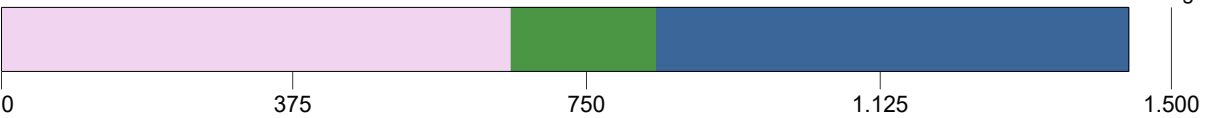
Anlagentechnik des Gesamtgebäudes

Vierkanthof Diplomarbeit Bestand

Wohnen

Nutzprofil: Wohngebäude mit einer oder zwei Nutzungseinheiten

Kohlendioxidemissionen in der Zone



Primärenergie, C02 in der Zone

		Anteil	PEB kWh/a	CO2 kg/a
RH	Raumheizung Anlage 1 Biomasse	100,0	39.273	590
TW	Warmwasser Anlage 1 Biomasse	100,0	8.445	127
SB	Haushaltsstrombedarf Strom (Liefermix)	100,0	4.335	603

Hilfsenergie in der Zone

		Anteil	PEB kWh/a	CO2 kg/a
RH	Raumheizung Anlage 1 Strom (Liefermix)	100,0	455	63
TW	Warmwasser Anlage 1 Strom (Liefermix)	100,0	420	58

Energiebedarf in der Zone

		versorgt BGF m²	Lstg. kW	PEB kWh/a
RH	Raumheizung Anlage 1	191,48	30	34.755
TW	Warmwasser Anlage 1	191,48		7.474
SB	Haushaltsstrombedarf	191,48		2.659

Konversionsfaktoren

Konversionsfaktoren zur Ermittlung des PEB (f_{PE}), des nichterneuerbaren Anteils des PEB (f_{PE,n.ern.}), des erneuerbaren Anteils des PEB (f_{PE,ern.}) sowie des CO2 (f_{CO2}).

	f _{PE}	f _{PE,n.ern.}	f _{PE,ern.}	f _{CO2} g/kWh
	-	-	-	-
Strom (Liefermix)	1,63	1,02	0,61	227
Biomasse	1,13	0,10	1,03	17

Raumheizung Anlage 1

Bereitstellung: RH-Wärmebereitstellung zentral (30,00 kW), Kessel mit Gebläseunterstützung, feste Brennstoffe, automatisch beschickt - Biomasse - Fördergebläse, Defaultwert für Wirkungsgrad, Baujahr ab 2014, (eta 100 % : 0,83), (eta 30 % : 0,00), Baujahr 2015, Aufstellungsort nicht konditioniert, nicht modulierend, , Baujahr 2015

Referenzanlage: RH-Wärmebereitstellung zentral, Defaultwert für Leistung (11,04 kW), Kessel mit Gebläseunterstützung, feste Brennstoffe, automatisch beschickt - Pellets - Fördergebläse, Defaultwert für Wirkungsgrad, Baujahr nach 2004, (eta 100 % : 0,85), (eta 30 % : 0,82), Aufstellungsort nicht konditioniert, modulierend,

Speicherung: Heizungsspeicher für händ. besch. Festbrennstoffheizungen (1994 -), Anschlusssteile gedämmt, ohne E-Patrone, Aufstellungsort nicht konditioniert, Nenninhalt, eigene Angabe (Nenninhalt: 250 l)

Wohnen

... gegen Außen	Le	128,54	
... über Unbeheizt	Lu	0,00	
... über das Erdreich	Lg	76,92	
... Leitwertzuschlag für linienförmige und punktförmige Wärmebrücken		38,21	
Transmissionsleitwert der Gebäudehülle	LT	243,68	W/K
Lüftungsleitwert	LV	37,91	W/K
Mittlerer Wärmedurchgangskoeffizient	Um	0,380	W/m²K

... gegen Außen

Bauteile gegen Außenluft	m²	W/m²K	f	f FH	W/K
--------------------------	----	-------	---	------	-----

Nord-Ost

AF	Fenster Hof o Ost	3,60	0,700	1,0	2,52
AF	Fenster Hof u Ost	1,92	0,700	1,0	1,34
AW	Außenwand Ziegel 45	43,77	0,792	1,0	34,67
		49,29			38,53

Süd-Ost

AT	Außentüren	2,00	0,900	1,0	1,80
		2,00			1,80

Süd-West

AF	Fenster Front	12,96	0,700	1,0	9,07
AW	Außenwand Ziegel 45	52,76	0,792	1,0	41,79
		65,72			50,86

Nord-West

AF	Fenster Nord 1 MW	0,60	0,700	1,0	0,42
AF	Fenster Nord 2 MW	0,70	0,700	1,0	0,49
AF	Fenster Nord MW	3,24	0,700	1,0	2,27
AW	Außenwand Ziegel 45	43,16	0,792	1,0	34,18
		47,70			37,36

... über das Erdreich

Wärmeübertragung über das Erdreich (detailliert, ON ISO EN 13370:2018-02-01)

Kellerdecke 76,92 W/K

Unkonditionierter Keller

	Perimeterlänge	P =	15,00 m		
	Lüftungsvolumen	VL =	358,53 m³		
	Luftwechselrate	n =	0,30 1/h		
		m²	W/m²K	f	f FH
DGK	Kellerdecke	318,70	0,760	0,318	1,25
AW	Außenwand Ziegel 45				Dicke [m] : 0,53
AW	Außenwand Ziegel 70		0,557		Höhe [m] : 0,50
	Summe	641,81			

... Leitwertzuschlag für linienförmige und punktförmige Wärmebrücken

Leitwerte über Wärmebrücken

Wärmebrücken pauschal 38,21 W/K

... über Lüftung

Lüftungsleitwert

Fensterlüftung 37,91 W/K

	Lüftungsvolumen	VL =	398,27 m³
	Luftwechselrate	n =	0,28 1/h

Brutto-Grundfläche und Brutto-Volumen

Wohnen	beheizt	BGF [m²]	V [m³]
		191,48	472,74

Wohnen

beheizt

	Formel	Höhe [m]	BGF [m²]	V [m³]
Erdgeschoß				
Wohnen	1 x 72,38	2,50	72,38	180,95
1. Obergeschoß				
Wohnen	1 x 119,1	2,45	119,10	291,79
Summe Wohnen			191,48	472,74

Flächen der thermischen Gebäudehülle			m²
			641,81
	Opake Flächen	96,41 %	618,79
	Fensterflächen	3,59 %	23,02
	Wärmefluss nach oben		158,40
	Wärmefluss nach unten		318,70

Andere Flächen			25,00
	Opake Flächen	100 %	25,00
	Fensterflächen	0 %	0,00

Flächen der thermischen Gebäudehülle

Wohnen	Wohngebäude mit einer oder zwei Nutzungseinheiten
--------	---

				m²
AD Betondecke zu Dachboden				158,40
	Fläche 1WE	H	1 x 16,50 * 9,60	158,40
AF Fenster Front				12,96
		SW	12 x 1,08	12,96
AF Fenster Hof o Ost				3,60
		NO	3 x 1,20	3,60
AF Fenster Hof u Ost				1,92
		NO	1 x 1,92	1,92
AF Fenster Nord 1 MW				0,60
		NW	1 x 0,60	0,60
AF Fenster Nord 2 MW				0,70
		NW	1 x 0,70	0,70
AF Fenster Nord MW				3,24
		NW	3 x 1,08	3,24
AT Außentüren				2,00
		SO	1 x 2,00	2,00
AW Außenwand Ziegel 45				139,69
	Fläche	NO	1 x 9,30 * 5,30	49,29
	Fenster Hof o Ost		-3 x 1,20	-3,60
	Fenster Hof u Ost		-1 x 1,92	-1,92
	Fläche	SW	1 x 12,40 * 5,30	65,72

Bauteilflächen

Vierkanthof Diplomarbeit Bestand - Alle Gebäudeteile/Zonen

	Fenster Nord MW	-3 x 1,08	-3,24
	Fenster Nord 2 MW	-1 x 0,70	-0,70
	Fenster Nord 1 MW	-1 x 0,60	-0,60
DGK	Kellerdecke		m² 318,70
	Fläche	H x+y 1 x 318,7	318,70

Andere Flächen

Wohnen		Wohngebäude mit einer oder zwei Nutzungseinheiten			
AW	Trennwand Ziegel 45				m ² 25,00
	Fläche	SO		1 x 5,40 * 5,00	27,00
	Außentüren			-1 x 2,00	-2,00

Bauteilliste

Vierkanthof Diplomarbeit Bestand

AD		Dachfläche		Neubau	
AD		O-U			
	Lage		d [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
1		Dachziegeln	0,0500	0,700	0,071
2.0	—	Holz (Fichte, Kiefer, Tanne) Breite: 0,10 m Achsenabstand: 1,00 m	0,0300	0,130	0,231
2.1		Luftsch. waagr. o>u 3 cm	0,0300	0,157	0,190
3.0		Holz (Fichte, Kiefer, Tanne) Breite: 0,10 m Achsenabstand: 1,00 m	0,0500	0,130	0,385
3.1		Luftsch. senkr. 3 cm	0,0500	0,166	0,300
4		Unterdeck- und Unterspannbahn Wütop 170 SK	0,0010	0,220	0,005
5		Holzfaserplatten (hart) (800)	0,0220	0,180	0,122
6.0		Holz (Fichte, Kiefer, Tanne) Breite: 0,10 m Achsenabstand: 1,00 m	0,3600	0,130	2,769
6.1		Stroh	0,3600	0,055	6,545
7		Dampfbremse Polyethylen (PE) flammgeschützt	0,0010	0,500	0,002
8		Holzfaserplatten (hart) (800)	0,0400	0,180	0,222
Wärmeübergangswiderstände					0,140
			0,5540	R _{tot} =	6,884
				U =	0,145

AF Fenster Front					Neubau
AF Holzfenster					
	Länge	ψ	g	Fläche	%
	m	W/mK	-	m ²	W/m ² K
Verglasung			0,670	0,76	70,00
Rahmen				0,32	30,00
Glasrandverbund	5,46				
			vorh.	1,08	0,70

AF		Fenster Hof gross		Neubau		
AF		Holzfenster				
	Länge	ψ	g	Fläche	%	U
	m	W/mK	-	m²		W/m²K
Verglasung			0,670	2,52	70,00	0,70
Rahmen				1,08	30,00	0,70
Glasrandverbund	5,46					
			vorh.	3,60		0,70

AF Fenster Hof kl nord		Neubau				
AF	Holzfenster	Länge	ψ	g	Fläche	%
		m	W/mK	-	m²	
						U
						W/m²K
	Verglasung			0,670	0,26	70,00
	Rahmen				0,11	30,00
	Glasrandverbund	5,46				
				vorh.	0,38	0,70

AF Fenster Hof kl Süd		Neubau				
AF	Holzfenster	Länge	ψ	g	Fläche	%
		m	W/mK	-	m²	
						U
						W/m²K
	Verglasung			0,670	0,43	70,00
	Rahmen				0,18	30,00
	Glasrandverbund	5,46				
				vorh.	0,61	0,70

AF Fenster Hof o nord		Neubau				
AF	Holzfenster	Länge	ψ	g	Fläche	%
		m	W/mK	-	m²	
						U
						W/m²K
	Verglasung			0,670	1,05	70,00
	Rahmen				0,45	30,00
	Glasrandverbund	5,46				
				vorh.	1,50	0,70

AF Fenster Hof o Ost		Neubau				
AF	Holzfenster	Länge	ψ	g	Fläche	%
		m	W/mK	-	m²	
						U
						W/m²K
	Verglasung			0,670	0,84	70,00
	Rahmen				0,36	30,00
	Glasrandverbund	5,46				
				vorh.	1,20	0,70

AF Fenster Hof u nord		Neubau				
AF	Holzfenster	Länge	ψ	g	Fläche	%
		m	W/mK	-	m²	
						U
						W/m²K
	Verglasung			0,670	0,74	70,00
	Rahmen				0,32	30,00
	Glasrandverbund	5,46				
				vorh.	1,05	0,70

AF Fenster Hof u Ost		Neubau				
AF	Holzfenster	Länge	ψ	g	Fläche	%
		m	W/mK	-	m²	
						U
						W/m²K
	Verglasung			0,670	1,54	80,00
	Rahmen				0,38	20,00
	Glasrandverbund	5,46				
				vorh.	1,92	0,70

AF Fenster Nord 1 MW		Neubau				
AF	Holzfenster	Länge	ψ	g	Fläche	%
		m	W/mK	-	m²	
						U
						W/m²K
	Verglasung			0,670	0,42	70,00
	Rahmen				0,18	30,00
	Glasrandverbund	5,46				
				vorh.	0,60	0,70

AF Fenster Nord 1 o		Neubau				
AF	Holzfenster in Holz	Länge	ψ	g	Fläche	%
		m	W/mK	-	m²	
						U
						W/m²K
	Verglasung			0,670	2,55	70,00
	Rahmen				1,09	30,00
	Glasrandverbund	5,46				
				vorh.	3,64	0,70

AF Fenster Ost 4 u kl		Neubau					
AF Holzfenster in Holz							
		Länge	ψ	g	Fläche	%	U
		m	W/mK	-	m²		W/m²K
	Verglasung			0,670	0,91	70,00	0,70
	Rahmen				0,39	30,00	0,70
	Glasrandverbund	5,46					
				vorh.	1,30		0,70

AF Fenster Ost 5 o		Neubau					
AF Holzfenster in Holz		Länge	ψ	g	Fläche	%	U
		m	W/mK	-	m²		W/m²K
Verglasung				0,670	1,58	70,00	0,70
Rahmen					0,68	30,00	0,70
Glasrandverbund		5,46					
				vorh.	2,25		0,70

AF Fenster Ost 6 o						Neubau
AF Holzfenster in Holz						
	Länge	ψ	g	Fläche	%	U
	m	W/mK	-	m²		W/m²K
Verglasung			0,670	1,18	70,00	0,70
Rahmen				0,51	30,00	0,70
Glasrandverbund	5,46					
			vorh.	1,69		0,70

AF Fenster Süd gr		Neubau					
AF Holzfenster		Länge	ψ	g	Fläche	%	U
		m	W/mK	-	m²		W/m²K
Verglasung				0,670	1,26	70,00	0,70
Rahmen					0,54	30,00	0,70
Glasrandverbund		5,46					
				vorh.	1,80		0,70

AF Fenster Süd mittel		Neubau					
AF Holzfenster		Länge	ψ	g	Fläche	%	U
		m	W/mK	-	m²		W/m²K
Verglasung				0,670	1,05	70,00	0,70
Rahmen					0,45	30,00	0,70
Glasrandverbund		5,46					
				vorh.	1,50		0,70

AT		Neubau					
Außentüren							
AT		Länge	ψ	g	Fläche	%	U
		m	W/mK	-	m²		W/m²K
Verglasung					0,10	5,00	0,80
Rahmen					1,90	95,00	0,90
Glasrandverbund		5,46					
				vorh.	2,00		0,90

2 Außenwand Holzständer		Neubau		
A-I				
Lage		d [m]	λ [W/mK]	R [m2K/W]
1	Holz (Fichte, Kiefer, Tanne)	0,0200	0,130	0,154
2.0	Holz (Fichte, Kiefer, Tanne) Breite: 0,05 m Achsenabstand: 1,00 m	0,0240	0,130	0,185
2.1	Luftsch. waagr. o>u 2 cm	0,0240	0,111	0,216
3.0	Holz (Fichte, Kiefer, Tanne) Breite: 0,05 m Achsenabstand: 1,00 m	0,0240	0,130	0,185
3.1	Luftsch. senkr. 2 cm	0,0240	0,117	0,204
4	ISOCELL FH Forte Vliesdampfbremse	0,0004	0,220	0,002
5	Vollholzschalung	0,0200	0,150	0,133
6.0	Holz (Fichte, Kiefer, Tanne) Breite: 0,10 m Achsenabstand: 0,50 m	0,2400	0,130	1,846
6.1	Stroh	0,2400	0,055	4,364
7	Vollholzschalung	0,0200	0,150	0,133
8.0	Holz (Fichte, Kiefer, Tanne) Breite: 0,05 m Achsenabstand: 1,00 m	0,0400	0,130	0,308
8.1	Holzfaserdämmpl. 040 (R=350)	0,0400	0,040	1,000
9	Lehmbauplatte	0,0160	0,140	0,114
10	Lehmputz	0,0080	0,810	0,010
Wärmeübergangswiderstände				0,170
		0,4120	R _{tot} =	5,592
			U =	0,179

Vierkanthof Diplomarbeit Bestand

AW		Außenwand Ziegel 70		Neubau	
AW		A-I, WD hinzu			
		d [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	
1	Putzmörtel (Kalk)	0,0200	0,870	0,023	
2	Putzmörtel (Kalk)	0,0200	0,870	0,023	
3	Hochlochziegel (Altbestand vor 1980) + Normalmauermörtel (1C)	0,7000	0,450	1,556	
4	Putzmörtel (Kalk)	0,0200	0,870	0,023	
Wärmeübergangswiderstände				0,170	
		0,7600	$R_{\text{tot}} =$	1,795	
			U =	0,557	

AD		Betondecke zu Dachboden		Neubau	
DGD		O-U			
		d [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	
1	Estrich (Zement-)	0,0600	1,400	0,043	
2	PP-Folie d>=0,05mm	0,0050	0,230	0,022	
3	Beton (R = 1800)	0,2000	1,100	0,182	
4	Putzmörtel (Kalk)	0,0100	0,870	0,011	
Wärmeübergangswiderstände				0,200	
		0,2750	R _{tot} =	0,458	
			U =	2,183	

Vierkanthof Diplomarbeit Bestand

Innendecke		Neubau		
IDo		U-O, f. sommerl Überwärmung		
		d [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
1	Putzmörtel (Kalk)	0,0100	0,870	0,011
2	Gipskartonplatten	0,0200	0,210	0,095
3	Holz (Fichte, Kiefer, Tanne)	0,2000	0,130	1,538
4	Korkbelag (hohe Dichte) (500 kg/m ³)	0,0400	0,065	0,615
5	Estrich (Zement-)	0,0600	1,400	0,043
6	Parkettboden	0,0200	0,170	0,118
Wärmeübergangswiderstände				0,340
		0,3500	R _{tot} =	2,760
			U =	0,362

Fassade Nord						Neubau
STBv						
	Länge	ψ	g	Fläche	%	U
	m	W/mK	-	m ²		W/m ² K
Verglasung			0,590	40,90	90,00	0,70
Rahmen				4,54	10,00	0,70
Glasrandverbund	5,46	0,060				
			vorh.	45,44		0,71

2 Trennwand Holzständer		Neubau		
WBW		A-I		
Lage		d [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
1	Lehmputz	0,0100	0,810	0,012
2	Lehmbauplatte	0,0200	0,140	0,143
3.0	— Holz (Fichte, Kiefer, Tanne) Breite: 0,05 m Achsenabstand: 1,00 m	0,0700	0,130	0,538
3.1	Holzfaserdämmpl. 040 (R=350)	0,0500	0,040	1,250
3.2	Vollholzschalung	0,0200	0,150	0,133
4.0	Holz (Fichte, Kiefer, Tanne) Breite: 0,10 m Achsenabstand: 0,50 m	0,2000	0,130	1,538

Bauteilliste

Vierkanthof Diplomarbeit Bestand

5	Vollholzschalung	0,0200	0,150	0,133
6	PE - Dichtungsbahnen	0,0002	0,250	0,001
7.0	— Holz (Fichte, Kiefer, Tanne) Breite: 0,05 m Achsenabstand: 1,00 m	0,0500	0,130	0,385
7.1	Holzfaserdämmpl. 040 (R=350)	0,0500	0,040	1,250
8	Lehmbauplatte	0,0200	0,140	0,143
9	Lehmputz	0,0100	0,810	0,012
Wärmeübergangswiderstände				0,260
		0,4000	R _{tot} =	6,121
			U =	0,163

AW WBW		Trennwand Ziegel 45			Neubau
		A-I, WD hinzu			
		d [m]	λ [W/mK]	R [m2K/W]	
1	Putzmörtel (Kalk)	0,0200	0,870	0,023	
2	Putzmörtel (Kalk)	0,0200	0,870	0,023	
3	Hochlochziegel (Altbestand vor 1980) + Normalmauermörtel (10	0,4500	0,450	1,000	
4	Putzmörtel (Kalk)	0,0200	0,870	0,023	
5	Putzmörtel (Kalk)	0,0200	0,870	0,023	
Wärmeübergangswiderstände				0,260	
		0,5300	R _{tot} =	1,352	
			U =	0,740	

Ergebnisdarstellung

Vierkanthof Diplomarbeit Bestand

Berechnungsgrundlagen

Wärmeschutz	U-Wert	ON B 8110-6-1:2019-01-15, EN ISO 10077-1:2018-02-01
Dampfdiffusion	Bewertung	ON B 8110-2: 2003
Schallschutz	R _w	ON B 8115-4: 2003
	R _{res,w}	ON B 8115-4: 2003
	L' nT,w	ON B 8115-4: 2003
	D nT,w	ON B 8115-4: 2003

Opake Bauteile

Erforderliche Werte werden in Klammer angeführt

Nummer	Bezeichnung	U-Wert W/m²K	Dampf- diffusion	R _w dB	L' nT,w dB
AD	Dachfläche	0,145 (0,20)	OK		
2	Außenwand Holzständer	0,179 (0,35)		(43)	
AW	Außenwand Ziegel 45	0,792 (0,35)		64 (43)	
AW	Außenwand Ziegel 70	0,557 (0,35)	OK	66 (43)	
AD	Betondecke zu Dachboden	2,183 (0,20)		(42)	(53)
DGD	Decke über Hofeinfahrt	0,168 (0,20)			
DGK	Kellerdecke	0,760 (0,40)		63 (58)	(48)
	Innendecke	0,362			
2	Trennwand Holzständer	0,163 (1,30)	OK	(52)	
AW	Trennwand Ziegel 45	0,740 (1,30)	OK	64 (52)	

Transparente Bauteile

Erforderliche Werte werden in Klammer angeführt

Nummer	Bezeichnung	U-Wert W/m²K	U-Wert _{PNM} W/m²K	R _w (C; C _{tr}) dB
AF	Fenster Front	0,700 (1,40)		40 (-; -) (28 (-; -))
AF	Fenster Hof gross	0,700 (1,40)		40 (-; -) (28 (-; -))
AF	Fenster Hof kl nord	0,700 (1,40)		40 (-; -) (28 (-; -))
AF	Fenster Hof kl Süd	0,700 (1,40)		40 (-; -) (28 (-; -))
AF	Fenster Hof o nord	0,700 (1,40)		40 (-; -) (28 (-; -))
AF	Fenster Hof o Ost	0,700 (1,40)		40 (-; -) (28 (-; -))
AF	Fenster Hof u nord	0,700 (1,40)		40 (-; -) (28 (-; -))
AF	Fenster Hof u Ost	0,700 (1,40)		40 (-; -) (28 (-; -))
AF	Fenster Nord 1 MW	0,700 (1,40)		40 (-; -) (28 (-; -))
AF	Fenster Nord 1 o	0,700 (1,40)		40 (-; -) (28 (-; -))
AF	Fenster Nord 1 u	0,700 (1,40)		40 (-; -) (28 (-; -))
AF	Fenster Nord 2 MW	0,700 (1,40)		40 (-; -) (28 (-; -))
AF	Fenster Nord 2 o gross	0,700 (1,40)		40 (-; -) (28 (-; -))
AF	Fenster Nord MW	0,700 (1,40)		40 (-; -) (28 (-; -))
AF	Fenster Nord o	0,700 (1,40)		40 (-; -) (28 (-; -))
AF	Fenster ost	0,700 (1,40)		40 (-; -) (28 (-; -))
AF	Fenster Ost 2 u	0,700 (1,40)		40 (-; -) (28 (-; -))
AF	Fenster Ost 3 u	0,700 (1,40)		40 (-; -) (28 (-; -))
AF	Fenster Ost 4 u kl	0,700 (1,40)		40 (-; -) (28 (-; -))
AF	Fenster Ost 5 o	0,700 (1,40)		40 (-; -) (28 (-; -))
AF	Fenster Ost 6 o	0,700 (1,40)		40 (-; -) (28 (-; -))
AF	Fenster Süd ar	0,700 (1,40)		40 (-; -) (28 (-; -))

Ergebnisdarstellung

Vierkanthof Diplomarbeit Bestand

Nummer	Bezeichnung	U-Wert W/m²K	U-Wert _{PNM} W/m²K	R _w (C; C _{tr}) dB
	Fassade Nord	0,710 (1,70)		



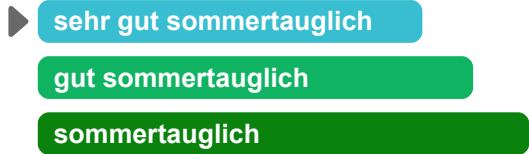
Beurteilung der Sommertauglichkeit

WE 5

Vierkanthof Diplomarbeit Bestand

Standort Gutjahrweg 1 4451 St. Ulrich bei Steyr	Nutzung Wohnung, Gästezimmer in Pensionen und Hotels
Plangrundlagen 00.00.0000	Verwendung eines Standard Raum-Nutzungsprofils aus ON B 8110-3

Klassifizierung des sommerlichen Verhaltens



Güteklasse „sehr gut sommertauglich“

Ein Gebäude gilt dann als „sehr gut sommertauglich“, wenn der Außentemperaturverlauf gegenüber den landesgesetzlichen Bestimmungen um 3 K erhöht ist.

Annahmen zur Berechnung

Berechnungsgrundlage	ÖN B 8110-3:2020-06	Hauptraum
Bauteile	ON B 8110-6-1:2019-01-15	
Fenster	EN ISO 10077-1:2018-02-01	
RLT	ON H 5057-1:2019-01-15	

Tag für die Berechnung des Nachweises

standard	15. Juli
Tagesmittelwert der Aussentemperatur	21,30 °C

Berechnungsvoraussetzung ist, dass keine wie immer gearteten Strömungsbehinderungen wie beispielsweise Insektenschutzgitter oder Vorhänge vorhanden sind. Zur Erreichung der erforderlichen Tag- und Nachtlüftung sind entsprechende Voraussetzungen für eine erhöhte natürliche Belüftung, wie offenbare Fenster, erforderlichenfalls schalldämmende Lüftungseinrichtungen u. dgl., anzustreben. Zur Sicherstellung eines ausreichenden Luftaustausches bzw. einer ausreichenden Querlüftung zwischen den betrachtn Räumen sind entsprechende planerische Maßnahmen zur Einhaltung der erforderlichen Lüftungsquerschnitte zu setzen. Die Ermittlung selbst bezieht sich auf diesen einen Raum.

ANHANG B: ENERGIEAUSWEIS-AUSWERTUNGEN NEUBAU

Ausführliche Auswertungsunterlagen des Neubaus aus ArchiPHYSIK

Bericht

Vierkanthof Diplomarbeit

Vierkanthof Diplomarbeit

Gutjahrweg 1
4451 St. Ulrich bei Steyr

Katastralgemeinde: 49213 Kleinraming
Einlagezahl:
Grundstücksnummer:
GWR Nummer:

Planunterlagen

Datum: 00.00.00
Nummer:

VerfasserIn der Unterlagen

Karina Ahrer

ErstellerIn Nummer:

PlanerIn

Titel Vorname Firma/Nachname

Strasse

AuftraggeberIn

Titel Vorname Firma/Nachname
Firma/Nachname
Strasse

EigentümerIn

Titel Vorname Firma/Nachname
Strasse

Angewandte Berechnungsverfahren

Bauteile	ON B 8110-6-1:2019-01-15
Fenster	EN ISO 10077-1:2018-02-01
Unkonditionierte Gebäudeteile	detailliert, ON ISO EN 13789:2018-02-01
Erdberührte Gebäudeteile	detailliert, ON ISO EN 13370:2018-02-01
Wärmebrücken	pauschal, ON B 8110-6-1:2019-01-15, Formel (12)
Verschattungsfaktoren	detailliert, ON B 8110-6-1:2019-01-15
Heiztechnik	ON H 5056-1:2019-01-15
Raumluftechnik	ON H 5057-1:2019-01-15
Beleuchtung	ON H 5059-1:2019-01-15
Kühltechnik	ON H 5058-1:2019-01-15

Diese Lokalisierung entspricht der OIB Richtlinie 6:2019, es werden die Berechnungsnormen Stand 2019 u. 2020 verwendet, die Anforderungen entsprechen den Höchstwerten der Richtlinie 6, 04-2019 ab dem Jahr 2021

Energieausweis für Wohngebäude

OiB
ÖSTERREICHISCHES
INSTITUT FÜR BAUTECHNIK

OiB-Richtlinie 6
Ausgabe: April 2019

BEZEICHNUNG	Vierkanthof Diplomarbeit	Umsetzungsstand	Sanierung
Gebäude(-teil)	Wohnen	Baujahr	1880
Nutzungsprofil	Wohngebäude mit 3 bis 9 Nutzungseinheiten	Letzte Veränderung	2024
Straße	Gutjahrweg 1	Katastralgemeinde	Kleinraming
PLZ/Ort	4451 St. Ulrich bei Steyr	KG-Nr.	49213
Grundstücksnr.		Seehöhe	510 m

SPEZIFISCHER REFERENZ-HEIZWÄRMEBEDARF, PRIMÄRENERGIEBEDARF, KOHLENDIOXIDEMISSIONEN und GESAMTENERGIEEFFIZIENZ-FAKTOR jeweils unter STANDORTKLIMA-(SK)-Bedingungen

	HWB _{Ref,SK}	PEB _{SK}	CO _{2eq,SK}	f _{GEE,SK}
A ++			A ++	
A +				A +
A				
B		B	B	
C				
D				
E				
F				
G				

HWB_{Ref}: Der **Referenz-Heizwärmebedarf** ist jene Wärmemenge, die in den Räumen bereitgestellt werden muss, um diese auf einer normativ geforderten Raumtemperatur, ohne Berücksichtigung allfälliger Erträge aus Wärmerückgewinnung, zu halten.

WWWB: Der **Warmwasserwärmebedarf** ist in Abhängigkeit der Gebäudekategorie als flächenbezogener Defaultwert festgelegt.

HEB: Beim **Heizenergiebedarf** werden zusätzlich zum Heiz- und Warmwasserwärmebedarf die Verluste des gebäudetechnischen Systems berücksichtigt, dazu zählen insbesondere die Verluste der Wärmebereitstellung, der Wärmeverteilung, der Wärmespeicherung und der Wärmeabgabe sowie allfälliger Hilfsenergie.

HHSB: Der **Haushaltsstrombedarf** ist als flächenbezogener Defaultwert festgelegt. Er entspricht in etwa dem durchschnittlichen flächenbezogenen Stromverbrauch eines österreichischen Haushalts.

RK: Das **Referenzklima** ist ein virtuelles Klima. Es dient zur Ermittlung von Energiekennzahlen.

EEB: Der **Endenergiebedarf** umfasst zusätzlich zum Heizenergiebedarf den Haushaltsstrombedarf, abzüglich allfälliger Endenergieerträge und zuzüglich eines dafür notwendigen Hilfsenergiebedarfs. Der Endenergiebedarf entspricht jener Energiemenge, die eingekauft werden muss (Lieferenergiebedarf).

f_{GEE}: Der **Gesamtenergieeffizienz-Faktor** ist der Quotient aus einerseits dem Endenergiebedarf abzüglich allfälliger Endenergieerträge und zuzüglich des dafür notwendigen Hilfsenergiebedarfs und andererseits einem Referenz-Endenergiebedarf (Anforderung 2007).

PEB: Der **Primärenergiebedarf** ist der Endenergiebedarf einschließlich der Verluste in allen Vorketten. Der Primärenergiebedarf weist einen erneuerbaren (PEB_{ern}) und einen nicht erneuerbaren (PEB_{nen}) Anteil auf.

CO_{2eq}: Gesamte dem Endenergiebedarf zuzurechnenden **äquivalenten Kohlendioxidemissionen** (Treibhausgase), einschließlich jener für Vorketten.

SK: Das **Standortklima** ist das reale Klima am Gebäudestandort. Dieses Klimamodell wurde auf Basis der Primärdaten (1970 bis 1999) der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik für die Jahre 1978 bis 2007 gegenüber der Vorfassung aktualisiert.

Alle Werte gelten unter der Annahme eines normierten BenutzerInnenverhaltens. Sie geben den Jahresbedarf pro Quadratmeter beheizter Brutto-Grundfläche an.

GEBÄUDEKENNDATEN

Brutto-Grundfläche (BGF)	474,7 m²	Heiztage	231 d	Art der Lüftung	Fensterlüftung
Bezugsfläche (BF)	379,8 m²	Heizgradtage	4097 Kd	Solarthermie	- m²
Brutto-Volumen (V _B)	1.374,6 m³	Klimaregion	NF	Photovoltaik	16,8 kWp
Gebäude-Hüllfläche (A)	1.444,3 m²	Norm-Außentemperatur	-14,7 °C	Stromspeicher	7,0 kWh
Kompaktheit (A/V)	1,05 1/m	Soll-Innentemperatur	22,0 °C	WW-WB-System (primär)	kombiniert
charakteristische Länge (ℓ _c)	0,95 m	mittlerer U-Wert	0,180 W/m²K	WW-WB-System (sekundär, opt.)	-
Teil-BGF	- m²	LEK _T -Wert	18,57	RH-WB-System (primär)	Kessel, Hacksc
Teil-BF	- m²	Bauweise	mittelschwere	RH-WB-System (sekundär, opt.)	-
Teil-V _B	- m³				

EA-Art:

WÄRME- UND ENERGIEBEDARF (Referenzklima)

Ergebnisse			Nachweis über den Endenergiebedarf	
			Anforderungen	
Referenz-Heizwärmebedarf	HWB _{Ref,RK} =	37,3 kWh/m²a entspricht	HWB _{Ref,RK,zul} =	68,8 kWh/m²a
Heizwärmebedarf	HWB _{RK} =	37,3 kWh/m²a		
Endenergiebedarf	EEB _{RK} =	103,4 kWh/m²a entspricht	EEB _{RK} =	154,5 kWh/m²a
Gesamtenergieeffizienz-Faktor	f _{GEE,RK} =	0,61		
Erneuerbarer Anteil	-	entspricht	Punkt 5.2.3 a, b, c	

WÄRME- UND ENERGIEBEDARF (Standortklima)

Referenz-Heizwärmebedarf	Q _{h,Ref,SK} =	21.556 kWh/a	HWB _{Ref,SK} =	45,4 kWh/m²a
Heizwärmebedarf	Q _{h,SK} =	21.130 kWh/a	HWB _{SK} =	44,5 kWh/m²a
Warmwasserwärmebedarf	Q _{tw} =	4.851 kWh/a	WWWB =	10,2 kWh/m²a
Heizenergiebedarf	Q _{H,Ref,SK} =	47.859 kWh/a	HEB _{SK} =	100,8 kWh/m²a
Energieaufwandszahl Warmwasser			e _{AWZ,WW} =	3,58
Energieaufwandszahl Raumheizung			e _{AWZ,RH} =	1,41
Energieaufwandszahl Heizen			e _{AWZ,H} =	1,81
Haushaltsstrombedarf	Q _{HHSB} =	10.812 kWh/a	HHSB =	22,8 kWh/m²a
Endenergiebedarf	Q _{EEB,SK} =	54.453 kWh/a	EEB _{SK} =	114,7 kWh/m²a
Primärenergiebedarf	Q _{PEB,SK} =	65.168 kWh/a	PEB _{SK} =	137,3 kWh/m²a
Primärenergiebedarf nicht erneuerbar	Q _{PEBn.ern.,SK} =	12.134 kWh/a	PEB _{n.ern.,SK} =	25,6 kWh/m²a
Primärenergiebedarf erneuerbar	Q _{PEBern.,SK} =	53.034 kWh/a	PEB _{ern.,SK} =	111,7 kWh/m²a
äquivalente Kohlendioxidemissionen	Q _{CO2eq,SK} =	2.453 kg/a	CO _{2eq,SK} =	5,2 kg/m²a
Gesamtenergieeffizienz-Faktor			f _{GEE,SK} =	0,60
Photovoltaik-Export	Q _{PVE,SK} =	10.681 kWh/a	PVE _{EXPORT,SK} =	22,5 kWh/m²a

ERSTELLT

GWR-Zahl		ErstellerIn	Karina Ahrer
Ausstellungsdatum	11.03.2024	Unterschrift	
Gültigkeitsdatum	10.03.2034		
Geschäftszahl			

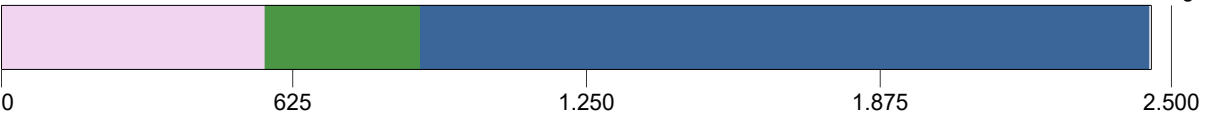
Anlagentechnik des Gesamtgebäudes

Vierkanthof Diplomarbeit

Wohnen

Nutzprofil: Wohngebäude mit 3 bis 9 Nutzungseinheiten

Kohlendioxidemissionen in der Zone



Primärenergie, C02 in der Zone

		Anteil	PEB kWh/a	CO2 kg/a
RH	Raumheizung Anlage 1 Biomasse	100,0	34.013	511
TW	Warmwasser Anlage 1 Biomasse	100,0	19.303	290
SB	Haushaltsstrombedarf Photovoltaik	36,7	0	0
SB	Haushaltsstrombedarf Strom (Liefermix)	63,2	11.153	1.553

Hilfsenergie in der Zone

		Anteil	PEB kWh/a	CO2 kg/a
RH	Raumheizung Anlage 1 Photovoltaik	36,7	0	0
RH	Raumheizung Anlage 1 Strom (Liefermix)	63,2	385	53
TW	Warmwasser Anlage 1 Photovoltaik	36,7	0	0
TW	Warmwasser Anlage 1 Strom (Liefermix)	63,2	312	43

Energiebedarf in der Zone

		versorgt BGF m²	Lstg. kW	EB kWh/a
RH	Raumheizung Anlage 1	474,70	30	30.100
TW	Warmwasser Anlage 1	474,70		17.082
SB	Haushaltsstrombedarf	474,70		10.811

Konversionsfaktoren

Konversionsfaktoren zur Ermittlung des PEB (f_{PE}), des nichterneuerbaren Anteils des PEB (f_{PE,n.ern.}), des erneuerbaren Anteils des PEB (f_{PE,ern.}) sowie des CO2 (f_{CO2}).

	f _{PE}	f _{PE,n.ern.}	f _{PE,ern.}	f _{CO2} g/kWh
	-	-	-	
Photovoltaik	0,00	0,00	0,00	0
Biomasse	1,13	0,10	1,03	17
Strom (Liefermix)	1,63	1,02	0,61	227

Raumheizung Anlage 1

Bereitstellung: RH-Wärmebereitstellung zentral (30,00 kW), Kessel mit Gebläseunterstützung, feste Brennstoffe, automatisch beschickt - Biomasse - Fördergebläse, Defaultwert für Wirkungsgrad, Baujahr ab 2014, (eta 100 % : 0,83), (eta 30 % : 0,00), Baujahr 2015, Aufstellungsort nicht konditioniert, nicht modulierend, , Baujahr 2015

Anlagentechnik des Gesamtgebäudes

Vierkanthof Diplomarbeit

Referenzanlage: RH-Wärmebereitstellung zentral, Defaultwert für Leistung (25,37 kW), Kessel mit Gebläseunterstützung, feste Brennstoffe, automatisch beschickt - Pellets - Fördergebläse, Defaultwert für Wirkungsgrad, Baujahr nach 2004, (eta 100 % : 0,86), (eta 30 % : 0,83), Aufstellungsort nicht konditioniert, modulierend,

Speicherung: Heizungsspeicher für händ. besch. Festbrennstoffheizungen (1994 -), Anschlussteile gedämmt, ohne E-Patrone, Aufstellungsort nicht konditioniert, Nenninhalt, eigene Angabe (Nenninhalt: 250 l)

Referenzanlage: Heizungsspeicher (Heizkessel) (1994 -), Anschlussteile gedämmt, ohne E-Patrone, Aufstellungsort nicht konditioniert, Nenninhalt, eigene Angabe (Nenninhalt: 634 l)

Verteilleitungen: Längen pauschal, nicht konditioniert, 3/3 gedämmt, Armaturen gedämmt

Referenzanlage: Längen pauschal, nicht konditioniert, 3/3 gedämmt, Armaturen gedämmt

Steigleitungen: Längen pauschal, nicht konditioniert, 3/3 gedämmt, Armaturen gedämmt

Referenzanlage: Längen pauschal proportional, Lage konditioniert, 3/3 gedämmt, Armaturen gedämmt

Anbindeleitungen: Längen pauschal, 2/3 gedämmt, Armaturen ungedämmt

Referenzanlage: Längen pauschal, 1/3 gedämmt, Armaturen gedämmt

Abgabe: Raumthermostat-Zonenregelung mit Zeitsteuerung, Flächenheizung, individuelle Wärmeverbrauchsermittlung, Flächenheizung (35 °C / 28 °C), gleitende Betriebsweise

Referenzanlage: Raumthermostat-Zonenregelung mit Zeitsteuerung, Kleinflächige Wärmeabgabe wie Radiatoren, Einzelraumheizer, individuelle Wärmeverbrauchsermittlung, Heizkörper (55 °C / 45 °C), gleitende Betriebsweise

	Verteilleitungen	Steigleitungen	Anbindeleitungen
Wohnen	0,00 m	0,00 m	132,92 m
unkonditioniert	25,73 m	37,98 m	

Warmwasser Anlage 1

Bereitstellung: WW- und RH-Wärmebereitstellung kombiniert, Zweileiter-System, Raumheizung Anlage 1

Referenzanlage: WW- und RH-Wärmebereitstellung kombiniert, Raumheizung Anlage 1

Speicherung: indirekt, biomassebeheizter Warmwasserspeicher (1994 -), Anschlussteile gedämmt, ohne E-Patrone, Aufstellungsort nicht konditioniert, Nenninhalt, eigene Angabe (Nenninhalt: 750 l)

Referenzanlage: indirekt, biomassebeheizter Warmwasserspeicher (1994 -), Anschlussteile gedämmt, ohne E-Patrone, Aufstellungsort nicht konditioniert, Nenninhalt, eigene Angabe (Nenninhalt: 750 l)

Verteilleitungen: Längen pauschal, konditionierte Lage in Zone Wohnen, 3/3 gedämmt, Armaturen gedämmt

Referenzanlage: Längen pauschal, nicht konditioniert, 3/3 gedämmt, Armaturen gedämmt

Steigleitungen: Längen pauschal, nicht konditioniert, 3/3 gedämmt, Armaturen ungedämmt

Referenzanlage: Längen pauschal proportional, Lage konditioniert, 3/3 gedämmt, Armaturen gedämmt

Zirkulationsleitung: mit Zirkulation, Längen und Lage wie Verteil- und Steigleitung

Referenzanlage: mit Zirkulation, Längen und Lage wie Verteil- und Steigleitung

Stichleitung: Längen pauschal, Kunststoff (Stichl.)

Anlagentechnik des Gesamtgebäudes

Vierkanthof Diplomarbeit

Abgabe: Zweigriffarmaturen, individuelle Wärmeverbrauchsermittlung

Referenzanlage: Zweigriffarmaturen, individuelle Wärmeverbrauchsermittlung

	Verteilleitungen	Steigleitungen	Stichleitungen
Wohnen	11,94 m	0,00 m	75,95 m
unkonditioniert	0,00 m	18,99 m	

	Zirkulationsverteilleitungen	Zirkulationssteigleitungen
Wohnen	10,94 m	0,00 m
unkonditioniert	0,00 m	18,99 m

Photovoltaik

Kollektor: Erträge werden beim EAW berücksichtigt: Energieausweis (Wohngebäude mit 3 bis 9 Nutzungseinheiten), Aperturfläche: 112,00 m², Spitzenleistung: 16,80 kW, mittlerer Wirkungsgrad: η PVM = 0,15 - monokristallines Silicium, mittlerer Systemleistungsfaktor: f PVA = 0,80 - mäßig belüftete PV-Module, Geländewinkel 10°, Orientierung des Kollektors SW/SO, Neigungswinkel 45°, Stromspeicher vorhanden, Speichergröße: 7,0 kWh

Leitwerte

Vierkanthof Diplomarbeit - Wohnen

Wohnen					
... gegen Außen			Le	182,36	
... über Unbeheizt			Lu	0,00	
... über das Erdreich			Lg	33,78	
... Leitwertzuschlag für linienförmige und punktförmige Wärmebrücken				47,56	
Transmissionsleitwert der Gebäudehülle			LT	263,71	W/K
Lüftungsleitwert			LV	127,56	W/K
Mittlerer Wärmedurchgangskoeffizient			Um	0,180	W/m²K
... gegen Außen					
Bauteile gegen Außenluft					
		m²	W/m²K	f	f FH W/K
Nord-Ost					
AF	Fenster Hof o Ost	3,60	0,700	1,0	2,52
AF	Fenster Hof u Ost	1,92	0,700	1,0	1,34
AF	Fenster ost	5,40	0,700	1,0	3,78
AF	Fenster Ost 2 u	2,40	0,700	1,0	1,68
AF	Fenster Ost 3 u	1,80	0,700	1,0	1,26
AF	Fenster Ost 5 o	2,25	0,700	1,0	1,58
AF	Fenster Ost 6 o	1,69	0,700	1,0	1,18
AT	Außentüren	2,00	0,900	1,0	1,80
2	Außenwand Holzständer	95,22	0,179	1,0	17,04
AW	Außenwand Ziegel 45 mit WD	16,86	0,169	1,0	2,85
AW	Außenwand Ziegel 45 mit WD	41,77	0,169	1,0	7,06
		174,91			42,09
Nord-Ost, 45° geneigt					
AD	Dachfläche	35,40	0,145	1,0	5,13
		35,40			5,13
Süd-Ost					
AF	Fenster Süd gr	5,40	0,700	1,0	3,78
AF	Fenster Süd mittel	9,00	0,700	1,0	6,30
AW	Außenwand Ziegel 45 mit WD	91,17	0,169	1,0	15,41
		105,57			25,49
Süd-Ost, 45° geneigt					
AD	Dachfläche	97,20	0,145	1,0	14,09
		97,20			14,09
Süd-West					
AF	Fenster Front	15,12	0,700	1,0	10,58
AF	Fenster Front	3,24	0,700	1,0	2,27
AF	Fenster Hof gross	7,20	0,700	1,0	5,04
AF	Fenster Hof kl Süd	0,61	0,700	1,0	0,43
AT	Außentüren	2,00	0,900	1,0	1,80
AT	Außentüren	2,00	0,900	1,0	1,80
2	Außenwand Holzständer	54,79	0,179	1,0	9,81
AW	Außenwand Ziegel 45 mit WD	50,60	0,169	1,0	8,55
AW	Außenwand Ziegel 70 mit WD	25,56	0,155	1,0	3,96
		161,12			44,24

Leitwerte

Vierkanthof Diplomarbeit - Wohnen

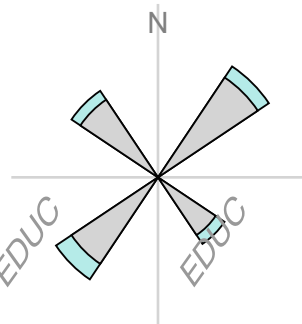
Süd-West, 45° geneigt					
AD	Dachfläche	85,35	0,145	1,0	12,38
		85,35			12,38
Nord-West					
AF	Fenster Hof kl nord	0,38	0,700	1,0	0,27
AF	Fenster Hof kl Süd	0,61	0,700	1,0	0,43
AF	Fenster Hof o nord	6,00	0,700	1,0	4,20
AF	Fenster Hof u nord	3,15	0,700	1,0	2,21
AF	Fenster Nord 1 MW	0,60	0,700	1,0	0,42
AF	Fenster Nord 2 MW	0,70	0,700	1,0	0,49
AF	Fenster Nord MW	3,24	0,700	1,0	2,27
AT	Außentüren	2,00	0,900	1,0	1,80
2	Außenwand Holzständer	21,56	0,179	1,0	3,86
AW	Außenwand Ziegel 45 mit WD	74,16	0,169	1,0	12,53
AW	Außenwand Ziegel 45 mit WD	24,86	0,169	1,0	4,20
		137,27			32,68
Nord-West, 45° geneigt					
AD	Dachfläche	43,20	0,145	1,0	6,26
		43,20			6,26
... über das Erdreich					
Wärmeübertragung über das Erdreich (detailliert, ON ISO EN 13370:2018-02-01)					
Kellerdecke					
Unkonditionierter Keller					
		Perimeterlänge	P =	15,00 m	
		Lüftungsvolumen	VL =	358,53 m³	
		Luftwechselrate	n =	0,30 1/h	
		m²	W/m²K	f	f FH
DGK	Kellerdecke	318,70	0,154	0,688	1,25
AW	Außenwand Ziegel 45 mit WD				Dicke [m] : 0,73
AW	Außenwand Ziegel 70 mit WD		0,155		Höhe [m] : 0,50
Summe		1.444,32			
... Leitwertzuschlag für linienförmige und punktförmige Wärmebrücken					
Leitwerte über Wärmebrücken					
Wärmebrücken pauschal					
					47,56 W/K

Gewinne

Vierkanthof Diplomarbeit - Wohnen

Transparente Bauteile		Anzahl	Fs -	Summe Ag m2	g -	A trans,h m2
AF	Fenster Nord 2 MW <i>Verschattung: Horizont 0°, Seitlich 0°, Überhang 0°</i>	1	1,00	0,49	0,670	0,28
AF	Fenster Nord MW <i>Verschattung: Horizont 0°, Seitlich 0°, Überhang 0°</i>	3	1,00	2,26	0,670	1,34
		14		10,27		4,59

	Aw m2	Qs, h kWh/a
Nord-Ost	19,06	3.239
Süd-Ost	14,40	3.595
Süd-West	26,17	7.221
Nord-West	14,68	2.222
	74,31	16.279



Orientierungsdiagramm

Das Diagramm zeigt die Orientierungen und Flächen von opaken und transparenten Bauteilen

opak
transparent

Strahlungsintensitäten

St. Ulrich bei Steyr, 510 m

	S kWh/m2	SO/SW kWh/m2	O/W kWh/m2	NO/NW kWh/m2	N kWh/m2	H kWh/m2
Jan.	48,40	37,72	20,74	13,20	12,25	31,43
Feb.	65,18	52,76	32,59	20,69	18,62	51,73
Mär.	81,53	71,34	53,51	34,82	28,02	84,93
Apr.	78,67	77,55	67,43	50,57	39,33	112,39
Mai	81,02	86,91	85,44	67,76	53,03	147,31
Jun.	70,52	80,60	82,03	69,08	54,69	143,92
Jul.	77,56	86,69	88,21	71,48	56,27	152,09
Aug.	84,46	88,54	81,73	61,30	44,95	136,22
Sep.	83,91	76,83	62,68	44,48	36,39	101,09
Okt.	75,64	63,14	42,09	26,31	22,36	65,77
Nov.	51,84	40,63	22,77	14,36	13,66	35,03
Dez.	40,85	31,48	16,10	10,09	9,61	24,03

Grundfläche und Volumen

Vierkanthof Diplomarbeit

Brutto-Grundfläche und Brutto-Volumen

		BGF [m²]	V [m³]
Wohnen	beheizt	474,70	1.374,62

Wohnen

beheizt

	Formel	Höhe [m]	BGF [m²]	V [m³]
Erdgeschoß				
Wohnen	1 x 18+40,5+51+137,5+7+6,5+11,7+20+2,5+24	2,60	318,70	828,62
1. Obergeschoß				
Wohnen	1 x 14,5+5,5+20+19+18,5+5,5+14,5+37,5+21	3,50	156,00	546,00
Summe Wohnen			474,70	1.374,62

Bauteilflächen					14
Vierkanthof Diplomarbeit - Alle Gebäudeteile/Zonen					
Flächen der thermischen Gebäudehülle					m² 1.444,32
		Opake Flächen	94,86 %	1.370,01	
		Fensterflächen	5,14 %	74,31	
		Wärmefluss nach oben		546,75	
		Wärmefluss nach unten		318,70	
Andere Flächen					119,40
		Opake Flächen	100 %	119,40	
		Fensterflächen	0 %	0,00	
Flächen der thermischen Gebäudehülle					
Wohnen					Wohngebäude mit 3 bis 9 Nutzungseinheiten
2 Außenwand Holzständer					m² 171,57
Fläche		NO		1 x 15,20 * 6,80	103,36
Fenster Ost 6 o				-1 x 1,69	-1,69
Fenster Ost 5 o				-1 x 2,25	-2,25
Fenster Ost 3 u				-1 x 1,80	-1,80
Fenster Ost 2 u				-1 x 2,40	-2,40
Fläche		SW		1 x 9,50 * 6,80	64,60
Fenster Hof kl Süd				-1 x 0,61	-0,61
Fenster Hof gross				-2 x 3,60	-7,20
Außentüren				-1 x 2,00	-2,00
Fläche		NW		1 x 10,60 * 2,60	27,56
Fenster Hof o nord				-4 x 1,50	-6,00
AD Betondecke zu Dachboden					m² 285,60
Fläche 1WE		H		1 x 16,50 * 9,60	158,40
Fläche WE3		H		1 x 13,00 * 7,50	97,50
Fläche WE4		H		1 x 3,30 * 9,00	29,70
AD Dachfläche					m² 261,15
Fläche		NO, 45°		1 x 6,00 * 5,90	35,40
Fläche		SO, 45°		1 x 18,00 * 5,40	97,20
Fläche		SW, 45°		1 x 7,50 * 6,70	50,25
Fläche Hof+Ecken		SW, 45°		1 x 6,50 * 5,40	35,10
Fläche Hof+Ecken		NW, 45°		1 x 8,00 * 5,40	43,20
AF Fenster Front		SW		14 x 1,08	m² 15,12
AF Fenster Front		SW		3 x 1,08	m² 3,24

Bauteilflächen					15
Vierkanthof Diplomarbeit - Alle Gebäudeteile/Zonen					
AF	Fenster Hof gross	SW	2 x 3,60		m² 7,20
AF	Fenster Hof kl nord	NW	1 x 0,38		m² 0,38
AF	Fenster Hof kl Süd	SW	1 x 0,61		m² 0,61
AF	Fenster Hof kl Süd	NW	1 x 0,61		m² 0,61
AF	Fenster Hof o nord	NW	4 x 1,50		m² 6,00
AF	Fenster Hof o Ost	NO	3 x 1,20		m² 3,60
AF	Fenster Hof u nord	NW	3 x 1,05		m² 3,15
AF	Fenster Hof u Ost	NO	1 x 1,92		m² 1,92
AF	Fenster Nord 1 MW	NW	1 x 0,60		m² 0,60
AF	Fenster Nord 2 MW	NW	1 x 0,70		m² 0,70
AF	Fenster Nord MW	NW	3 x 1,08		m² 3,24
AF	Fenster ost	NO	3 x 1,80		m² 5,40
AF	Fenster Ost 2 u	NO	1 x 2,40		m² 2,40
AF	Fenster Ost 3 u	NO	1 x 1,80		m² 1,80
AF	Fenster Ost 5 o	NO	1 x 2,25		m² 2,25
AF	Fenster Ost 6 o	NO	1 x 1,69		m² 1,69

AF	Fenster Süd gr	SO	3 x 1,80	m² 5,40
AF	Fenster Süd mittel	SO	6 x 1,50	m² 9,00
AT	Außentüren	NO	1 x 2,00	m² 2,00
AT	Außentüren	SW	1 x 2,00	m² 2,00
AT	Außentüren	SW	1 x 2,00	m² 2,00
AT	Außentüren	NW	1 x 2,00	m² 2,00
AW	Außenwand Ziegel 45 mit WD			m² 299,43
	Fläche	NO	1 x 8,40 * 2,65	22,26
	Fenster ost		-3 x 1,80	-5,40
	Fläche	NO	1 x 0,00 * 0,00	0,00
	Fläche	NO	1 x 9,30 * 5,30	49,29
	Fenster Hof o Ost		-3 x 1,20	-3,60
	Fenster Hof u Ost		-1 x 1,92	-1,92
	Außentüren		-1 x 2,00	-2,00
	Fläche	SO	1 x 21,00 * 2,65	55,65
	Fläche	SO	1 x 9,60 * 5,20	49,92
	Fenster Süd gr		-3 x 1,80	-5,40
	Fenster Süd mittel		-6 x 1,50	-9,00
	Fläche	SW	1 x 12,40 * 5,30	65,72
	Fenster Front		-14 x 1,08	-15,12
	Fläche	NW	1 x 9,00 * 5,30	47,70
	Fläche Hof	NW	1 x 11,70 * 2,65	31,00
	Fenster Nord MW		-3 x 1,08	-3,24
	Fenster Nord 2 MW		-1 x 0,70	-0,70
	Fenster Nord 1 MW		-1 x 0,60	-0,60
	Fläche	NW	1 x 11,70 * 2,65	31,00
	Fenster Hof u nord		-3 x 1,05	-3,15
	Fenster Hof kl nord		-1 x 0,38	-0,38
	Fenster Hof kl Süd		-1 x 0,61	-0,61
	Außentüren		-1 x 2,00	-2,00
AW	Außenwand Ziegel 70 mit WD			m² 25,56
	Fläche	SW	1 x 11,00 * 2,80	30,80
	Fenster Front		-3 x 1,08	-3,24
	Außentüren		-1 x 2,00	-2,00

DGK	Kellerdecke			m² 318,70
	Fläche	H	x+y	1 x 318,7
				318,70

Andere Flächen

Wohnen	Wohngebäude mit 3 bis 9 Nutzungseinheiten
--------	---

2	Trennwand Holzständer			m² 92,40
	Fläche	NW		1 x 8,40 * 11,00
				92,40
AW	Trennwand Ziegel 45			m² 27,00
	Fläche	NO		1 x 5,40 * 5,00
				27,00

AF

AF

Fenster Front

Holzfenster

Neubau

Länge	ψ	g	Fläche	%	U
m	W/mK	-	m²		W/m²K
Verglasung		0,670	0,76	70,00	0,70
Rahmen			0,32	30,00	0,70
Glasrandverbund			5,46		
		vorh.	1,08		0,70

AF

AF

Fenster Hof gross

Holzfenster

Neubau

Länge	ψ	g	Fläche	%	U
m	W/mK	-	m²		W/m²K
Verglasung		0,670	2,52	70,00	0,70
Rahmen			1,08	30,00	0,70
Glasrandverbund			5,46		
		vorh.	3,60		0,70

Bauteilliste

Vierkanthof Diplomarbeit

AF

AF

Fenster Hof u nord

Holzfenster

Neubau

Länge	ψ	g	Fläche	%	U
m	W/mK	-	m²		W/m²K
Verglasung		0,670	0,74	70,00	0,70
Rahmen			0,32	30,00	0,70
Glasrandverbund			5,46		
		vorh.	1,05		0,70

AF

AF

Fenster Hof u Ost

Holzfenster

Neubau

Länge	ψ	g	Fläche	%	U
m	W/mK	-	m²		W/m²K
Verglasung		0,670	1,54	80,00	0,70
Rahmen			0,38	20,00	0,70
Glasrandverbund			5,46		
		vorh.	1,92		0,70

AF

AF

Fenster Nord 1 MW

Holzfenster

Neubau

Länge	ψ	g	Fläche	%	U
m	W/mK	-	m²		W/m²K
Verglasung		0,670	0,42	70,00	0,70
Rahmen			0,18	30,00	0,70
Glasrandverbund			5,46		
		vorh.	0,60		0,70

AF

AF

Fenster Nord 1 o

Holzfenster in Holz

Neubau

Länge	ψ	g	Fläche	%	U
m	W/mK	-	m²		W/m²K
Verglasung		0,670	2,55	70,00	0,70
Rahmen			1,09	30,00	0,70
Glasrandverbund			5,46		
		vorh.	3,64		0,70

Energieausweis für Wohngebäude

OiB
ÖSTERREICHISCHES
INSTITUT FÜR BAUTECHNIK

OiB-Richtlinie 6
Ausgabe: April 2019

GEBÄUDEKENNDATEN

Brutto-Grundfläche (BGF)	474,7 m²	Heiztage	231 d	Art der Lüftung	Fensterlüftung
Bezugsfläche (BF)	379,8 m²	Heizgradtage	4097 Kd	Solarthermie	- m²
Brutto-Volumen (V _B)	1.374,6 m³	Klimaregion	NF	Photovoltaik	16,8 kWp
Gebäude-Hüllfläche (A)	1.444,3 m²	Norm-Außentemperatur	-14,7 °C	Stromspeicher	7,0 kWh
Kompaktheit (A/V)	1,05 1/m	Soll-Innentemperatur	22,0 °C	WW-WB-System (primär)	kombiniert
charakteristische Länge (ℓ _c)	0,95 m	mittlerer U-Wert	0,180 W/m²K	WW-WB-System (sekundär, opt.)	-
Teil-BGF	- m²	LEK _T -Wert	18,57	RH-WB-System (primär)	Kessel, Hacksc
Teil-BF	- m²	Bauweise	mittelschwere	RH-WB-System (sekundär, opt.)	-
Teil-V _B	- m³				

EA-Art:

WÄRME- UND ENERGIEBEDARF (Referenzklima)

Ergebnisse			Nachweis über den Endenergiebedarf	
			Anforderungen	
Referenz-Heizwärmebedarf	HWB _{Ref,RK} =	37,3 kWh/m²a entspricht	HWB _{Ref,RK,zul} =	68,8 kWh/m²a
Heizwärmebedarf	HWB _{RK} =	37,3 kWh/m²a		
Endenergiebedarf	EEB _{RK} =	103,4 kWh/m²a entspricht	EEB _{RK} =	154,5 kWh/m²a
Gesamtenergieeffizienz-Faktor	f _{GEE,RK} =	0,61		
Erneuerbarer Anteil	-	entspricht		Punkt 5.2.3 a, b, c

WÄRME- UND ENERGIEBEDARF (Standortklima)

Referenz-Heizwärmebedarf	Q _{h,Ref,SK} =	21.556 kWh/a	HWB _{Ref,SK} =	45,4 kWh/m²a
Heizwärmebedarf	Q _{h,SK} =	21.130 kWh/a	HWB _{SK} =	44,5 kWh/m²a
Warmwasserwärmebedarf	Q _{tw} =	4.851 kWh/a	WWWB =	10,2 kWh/m²a
Heizenergiebedarf	Q _{H,Ref,SK} =	47.859 kWh/a	HEB _{SK} =	100,8 kWh/m²a
Energieaufwandszahl Warmwasser			e _{AWZ,WW} =	3,58
Energieaufwandszahl Raumheizung			e _{AWZ,RH} =	1,41
Energieaufwandszahl Heizen			e _{AWZ,H} =	1,81
Haushaltsstrombedarf	Q _{HHSB} =	10.812 kWh/a	HHSB =	22,8 kWh/m²a
Endenergiebedarf	Q _{EEB,SK} =	54.453 kWh/a	EEB _{SK} =	114,7 kWh/m²a
Primärenergiebedarf	Q _{PEB,SK} =	65.168 kWh/a	PEB _{SK} =	137,3 kWh/m²a
Primärenergiebedarf nicht erneuerbar	Q _{PEBn.ern.,SK} =	12.134 kWh/a	PEB _{n.ern.,SK} =	25,6 kWh/m²a
Primärenergiebedarf erneuerbar	Q _{PEBern.,SK} =	53.034 kWh/a	PEB _{ern.,SK} =	111,7 kWh/m²a
äquivalente Kohlendioxidemissionen	Q _{CO2eq,SK} =	2.453 kg/a	CO _{2eq,SK} =	5,2 kg/m²a
Gesamtenergieeffizienz-Faktor			f _{GEE,SK} =	0,60
Photovoltaik-Export	Q _{PVE,SK} =	10.681 kWh/a	PVE _{EXPORT,SK} =	22,5 kWh/m²a

ERSTELLT

GWR-Zahl		ErstellerIn	Karina Ahrer
Ausstellungsdatum	11.03.2024	Unterschrift	
Gültigkeitsdatum	10.03.2034		
Geschäftszahl			

Bauteilliste

Vierkanthof Diplomarbeit

AF

Fenster Nord 1 u

Neubau

AF

Holzfenster in Holz

	Länge	ψ	g	Fläche	%	U
	m	W/mK	-	m²		W/m²K
Verglasung			0,670	1,37	70,00	0,70
Rahmen				0,59	30,00	0,70
Glasrandverbund	5,46					
			vorh.	1,95		0,70

AF

Fenster Nord 2 MW

Neubau

AF

Holzfenster

	Länge	ψ	g	Fläche	%	U
	m	W/mK	-	m²		W/m²K
Verglasung			0,670	0,49	70,00	0,70
Rahmen				0,21	30,00	0,70
Glasrandverbund	5,46					
			vorh.	0,70		0,70

AF

Fenster Nord 2 o gross

Neubau

AF

Holzfenster in Holz

	Länge	ψ	g	Fläche	%	U
	m	W/mK	-	m²		W/m²K
Verglasung			0,670	5,00	70,00	0,70
Rahmen				2,14	30,00	0,70
Glasrandverbund	5,46					
			vorh.	7,14		0,70

AF

Fenster Nord MW

Neubau

AF

Holzfenster

	Länge	ψ	g	Fläche	%	U
	m	W/mK	-	m²		W/m²K
Verglasung			0,670	0,76	70,00	0,70
Rahmen				0,32	30,00	0,70
Glasrandverbund	5,46					
			vorh.	1,08		0,70

Bauteilliste

Vierkanthof Diplomarbeit

AF		Neubau				
AF		Holzfenster in Holz				
	Länge	ψ	g	Fläche	%	U
	m	W/mK	-	m²		W/m²K
Verglasung			0,670	1,76	70,00	0,70
Rahmen				0,76	30,00	0,70
Glasrandverbund	5,46					
			vorh.	2,52		0,70

Neubau						
AF Fenster ost						
AF Holzfenster in Mauer						
	Länge	ψ	g	Fläche	%	U
	m	W/mK	-	m ²		W/m²K
Verglasung			0,670	1,26	70,00	0,70
Rahmen				0,54	30,00	0,70
Glasrandverbund	5,46					
			vorh.	1,80		0,70

AF Fenster Ost 2 u						Neubau
AF Holzfenster in Holz						
	Länge	ψ	g	Fläche	%	U
	m	W/mK	-	m²		W/m²K
Verglasung			0,670	1,68	70,00	0,70
Rahmen				0,72	30,00	0,70
Glasrandverbund	5,46					
			vorh.	2,40		0,70

AF		Fenster Ost 3 u		Neubau		
AF		Holzfenster in Holz				
	Länge	ψ	g	Fläche	%	U
	m	W/mK	-	m²		W/m²K
Verglasung			0,670	1,26	70,00	0,70
Rahmen				0,54	30,00	0,70
Glasrandverbund	5,46					
			vorh.	1,80		0,70

Bauteilliste

Vierkanthof Diplomarbeit

AF		Fenster Ost 4 u kl				Neubau
AF		Holzfenster in Holz				
	Länge	ψ	g	Fläche	%	U
	m	W/mK	-	m²		W/m²K
Verglasung			0,670	0,91	70,00	0,70
Rahmen				0,39	30,00	0,70
Glasrandverbund	5,46					
			vorh.	1,30		0,70

Fenster Ost 5 o						Neubau
AF		Holzfenster in Holz				
	Länge	ψ	g	Fläche	%	U
	m	W/mK	-	m ²		W/m ² K
Verglasung			0,670	1,58	70,00	0,70
Rahmen				0,68	30,00	0,70
Glasrandverbund	5,46					
			vorh.	2,25		0,70

Fenster Ost 6 o						Neubau
AF	Holzfenster in Holz					
	Länge	ψ	g	Fläche	%	U
	m	W/mK	-	m²		W/m²K
Verglasung			0,670	1,18	70,00	0,70
Rahmen				0,51	30,00	0,70
Glasrandverbund	5,46					
			vorh.	1,69		0,70

Fenster Süd gr						Neubau
Holzfenster						
	Länge	ψ	g	Fläche	%	U
	m	W/mK	-	m²		W/m²K
Verglasung			0,670	1,26	70,00	0,70
Rahmen				0,54	30,00	0,70
Glasrandverbund	5,46					
			vorh.	1,80		0,70

Bauteilliste

Vierkanthof Diplomarbeit

AF Fenster Süd mittel		Neubau				
AF	Holzfenster					
		Länge	ψ	g	Fläche	%
		m	W/mK	-	m²	
	Verglasung			0,670	1,05	70,00
	Rahmen				0,45	30,00
	Glasrandverbund	5,46				
			vorh.		1,50	0,70

AT Außentüren		Neubau				
AT						
		Länge	ψ	g	Fläche	%
		m	W/mK	-	m²	
	Verglasung				0,10	5,00
	Rahmen				1,90	95,00
	Glasrandverbund	5,46				
			vorh.		2,00	0,90

2 Außenwand Holzständer		Neubau				
AW	A-I					
	Lage		d [m]	λ [W/mK]	R [m2K/W]	
	1 Holz (Fichte, Kiefer, Tanne)		0,0200	0,130	0,154	
	2.0 — Holz (Fichte, Kiefer, Tanne) Breite: 0,05 m Achsenabstand: 1,00 m		0,0240	0,130	0,185	
	2.1 Luftsch. waagr. o>u 2 cm		0,0240	0,111	0,216	
	3.0 Holz (Fichte, Kiefer, Tanne) Breite: 0,05 m Achsenabstand: 1,00 m		0,0240	0,130	0,185	
	3.1 Luftsch. senkr. 2 cm		0,0240	0,117	0,204	
	4 ISOCELL FH Forte Vliesdampfbremse		0,0004	0,220	0,002	
	5 Vollholzschalung		0,0200	0,150	0,133	
	6.0 Holz (Fichte, Kiefer, Tanne) Breite: 0,10 m Achsenabstand: 0,50 m		0,2400	0,130	1,846	
	6.1 Stroh		0,2400	0,055	4,364	
	7 Vollholzschalung		0,0200	0,150	0,133	
	8.0 — Holz (Fichte, Kiefer, Tanne) Breite: 0,05 m Achsenabstand: 1,00 m		0,0400	0,130	0,308	
	8.1 Holzfaserdämmpl. 040 (R=350)		0,0400	0,040	1,000	
	9 Lehmbauplatte		0,0160	0,140	0,114	
	10 Lehmputz		0,0080	0,810	0,010	
	Wärmeübergangswiderstände				0,170	
			0,4120	R tot =	5,592	
				U =	0,179	

Bauteilliste

Vierkanthof Diplomarbeit

AW Außenwand Ziegel 45 mit WD		Sanierung				
AW	A-I, WD hinzu					
			d [m]	λ [W/mK]	R [m2K/W]	
	1 Putzmörtel (Kalk)		0,0200	0,870	0,023	
	2 Putzmörtel (Kalk)		0,0200	0,870	0,023	
	3 Holzwolle Dreischichtplatte WW-MW-WW 200 mm (10/185/5)		0,2000	0,043	4,651	
	4 Hochlochziegel (Altbestand vor 1980) + Normalmauermörtel (1C B		0,4500	0,450	1,000	
	5 Putzmörtel (Kalk)		0,0200	0,870	0,023	
	6 Putzmörtel (Kalk)		0,0200	0,870	0,023	
	Wärmeübergangswiderstände				0,170	
			0,7300	R tot =	5,913	
				U =	0,169	

B = Bestand

AW Außenwand Ziegel 70 mit WD		Sanierung				
AW	A-I, WD hinzu					
			d [m]	λ [W/mK]	R [m2K/W]	
	1 Putzmörtel (Kalk)		0,0200	0,870	0,023	
	2 Putzmörtel (Kalk)		0,0200	0,870	0,023	
	3 Holzwolle Dreischichtplatte WW-MW-WW 200 mm (10/185/5)		0,2000	0,043	4,651	
	4 Hochlochziegel (Altbestand vor 1980) + Normalmauermörtel (1C B		0,7000	0,450	1,556	
	5 Putzmörtel (Kalk)		0,0200	0,870	0,023	
	Wärmeübergangswiderstände				0,170	
			0,9600	R tot =	6,446	
				U =	0,155	

B = Bestand

AD Betondecke zu Dachboden		Sanierung				
DGD	O-U					
			d [m]	λ [W/mK]	R [m2K/W]	
	1 Estrich (Zement-)		0,0600	1,400	0,043	
	2 PP-Folie d>=0,05mm		0,0050	0,230	0,022	
	3 Holzfaserdämmpl. (R=300)		0,3000	0,060	5,000	
	4 PP-Folie d>=0,05mm		0,0050	0,230	0,022	
	5 Beton (R = 1800) B		0,2000	1,100	0,182	
	6 Putzmörtel (Kalk)		0,0100	0,870	0,011	
	Wärmeübergangswiderstände				0,200	
			0,5800	R tot =	5,480	
				U =	0,182	

B = Bestand

DGD Decke über Hofeinfahrt		Neubau				
DGD	O-U					
	Lage		d [m]	λ [W/mK]	R [m2K/W]	
	1 Holz (Buche, Eiche)		0,0200	0,200	0,100	
	2 Kork		0,1000	0,044	2,273	
	3 Holzfaserplatten hart		0,0200	0,220	0,091	
	4.0 — Holz (Fichte, Kiefer, Tanne)		0,2000	0,130	1,538	

Bauteilliste

Vierkanthof Diplomarbeit

5	Lehmbauplatte	0,0200	0,140	0,143
Wärmeübergangswiderstände				0,200
		0,3600	$R_{\text{tot}} =$	5,968
			$U =$	0,168

DGK

Kellerdecke

Sanierung

DGK

U-O, mit Fußbodenaufbau

		d [m]	λ [W/mK]	R [m2K/W]
1	Schaumglas (R = 100)	0,3000	0,059	5,085
2	Beton (R = 1800)	B 0,2000	1,100	0,182
3	PP-Folie $d \geq 0,05\text{mm}$	0,0020	0,230	0,009
4	Korkbelag (hohe Dichte) (500 kg/m³)	0,0450	0,065	0,692
5	PP-Folie $d \geq 0,05\text{mm}$	0,0020	0,230	0,009
6	Estrich (Zement-)	F 0,0650	1,400	0,046
7	Parkettboden	0,0200	0,170	0,118
Wärmeübergangswiderstände				0,340
		0,6340	$R_{\text{tot}} =$	6,481
			$U =$	0,154

B = Bestand, F = Schicht mit Flächenheizung

IDo

Innendecke

Neubau

IDo

U-O, f. sommerl. Überwärmung

		d [m]	λ [W/mK]	R [m2K/W]
1	Putzmörtel (Kalk)	0,0100	0,870	0,011
2	Gipskartonplatten	0,0200	0,210	0,095
3	Holz (Fichte, Kiefer, Tanne)	0,2000	0,130	1,538
4	Korkbelag (hohe Dichte) (500 kg/m³)	0,0400	0,065	0,615
5	Estrich (Zement-)	0,0600	1,400	0,043
6	Parkettboden	0,0200	0,170	0,118
Wärmeübergangswiderstände				0,340
		0,3500	$R_{\text{tot}} =$	2,760
			$U =$	0,362

STBv

Fassade Nord

Neubau

	Länge	ψ	g	Fläche	%	U
	m	W/mK	-	m²		W/m²K
Verglasung			0,590	40,90	90,00	0,70
Rahmen				4,54	10,00	0,70
Glasrandverbund	5,46	0,060				
				vorh.	45,44	0,71

Bauteilliste

Vierkanthof Diplomarbeit

2

Trennwand Holzständer

Neubau

WBW

A-I

	Lage	d [m]	λ [W/mK]	R [m2K/W]
1	Lehmputz	0,0100	0,810	0,012
2	Lehmbauplatte	0,0200	0,140	0,143
3.0	— Holz (Fichte, Kiefer, Tanne) Breite: 0,05 m Achsenabstand: 1,00 m	0,0700	0,130	0,538
3.1	Holzfaserdämmpl. 040 (R=350)	0,0500	0,040	1,250
3.2	Vollholzschalung	0,0200	0,150	0,133
4.0	Holz (Fichte, Kiefer, Tanne) Breite: 0,10 m Achsenabstand: 0,50 m	0,2000	0,130	1,538
4.1	Stroh	0,2000	0,055	3,636
5	Vollholzschalung	0,0200	0,150	0,133
6	PE - Dichtungsbahnen	0,0002	0,250	0,001
7.0	— Holz (Fichte, Kiefer, Tanne) Breite: 0,05 m Achsenabstand: 1,00 m	0,0500	0,130	0,385
7.1	Holzfaserdämmpl. 040 (R=350)	0,0500	0,040	1,250
8	Lehmbauplatte	0,0200	0,140	0,143
9	Lehmputz	0,0100	0,810	0,012
Wärmeübergangswiderstände				0,260
		0,4000	$R_{\text{tot}} =$	6,121
			$U =$	0,163

AW

Trennwand Ziegel 45

Neubau

WBW

A-I, WD hinzu

		d [m]	λ [W/mK]	R [m2K/W]
1	Putzmörtel (Kalk)	0,0200	0,870	0,023
2	Putzmörtel (Kalk)	0,0200	0,870	0,023
3	Hochlochziegel (Altbestand vor 1980) + Normalmauermörtel (1C	0,4500	0,450	1,000
4	Putzmörtel (Kalk)	0,0200	0,870	0,023
5	Putzmörtel (Kalk)	0,0200	0,870	0,023
Wärmeübergangswiderstände				0,260
		0,5300	$R_{\text{tot}} =$	1,352
			$U =$	0,740

Ergebnisdarstellung

Vierkanthof Diplomarbeit

Berechnungsgrundlagen

Wärmeschutz	U-Wert	ON B 8110-6-1:2019-01-15, EN ISO 10077-1:2018-02-01
Dampfdiffusion	Bewertung	ON B 8110-2: 2003
Schallschutz	R _w	ON B 8115-4: 2003
	R _{res,w}	ON B 8115-4: 2003
	L' _{nT,w}	ON B 8115-4: 2003
	D _{nT,w}	ON B 8115-4: 2003

Opake Bauteile

Erforderliche Werte werden in Klammer angeführt

Nummer	Bezeichnung	U-Wert W/m²K	Dampf- diffusion	R _w dB	L' _{nT,w} dB
AD	Dachfläche	0,145 (0,20)	OK		
2	Außenwand Holzständer	0,179 (0,35)		(43)	
AW	Außenwand Ziegel 45 mit WD	0,169 (0,35)	OK	64 (43)	
AW	Außenwand Ziegel 70 mit WD	0,155 (0,35)	OK	66 (43)	
AD	Betondecke zu Dachboden	0,182 (0,20)	OK	64 (42)	(53)
DGD	Decke über Hofeinfahrt	0,168 (0,20)			
DGK	Kellerdecke	0,154 (0,40)	OK	(58)	(48)
	Innendecke	0,362			
2	Trennwand Holzständer	0,163 (1,30)	OK	(52)	
AW	Trennwand Ziegel 45	0,740 (1,30)	OK	64 (52)	

Transparente Bauteile

Erforderliche Werte werden in Klammer angeführt

Nummer	Bezeichnung	U-Wert W/m²K	U-Wert _{PNM} W/m²K	R _w (C; C _{tr}) dB
AF	Fenster Front	0,700 (1,40)		40 (-; -) (28 (-; -))
AF	Fenster Hof gross	0,700 (1,40)		40 (-; -) (28 (-; -))
AF	Fenster Hof kl nord	0,700 (1,40)		40 (-; -) (28 (-; -))
AF	Fenster Hof kl Süd	0,700 (1,40)		40 (-; -) (28 (-; -))
AF	Fenster Hof o nord	0,700 (1,40)		40 (-; -) (28 (-; -))
AF	Fenster Hof o Ost	0,700 (1,40)		40 (-; -) (28 (-; -))
AF	Fenster Hof u nord	0,700 (1,40)		40 (-; -) (28 (-; -))
AF	Fenster Hof u Ost	0,700 (1,40)		40 (-; -) (28 (-; -))
AF	Fenster Nord 1 MW	0,700 (1,40)		40 (-; -) (28 (-; -))
AF	Fenster Nord 1 o	0,700 (1,40)		40 (-; -) (28 (-; -))
AF	Fenster Nord 1 u	0,700 (1,40)		40 (-; -) (28 (-; -))
AF	Fenster Nord 2 MW	0,700 (1,40)		40 (-; -) (28 (-; -))
AF	Fenster Nord 2 o gross	0,700 (1,40)		40 (-; -) (28 (-; -))
AF	Fenster Nord MW	0,700 (1,40)		40 (-; -) (28 (-; -))
AF	Fenster Nord o	0,700 (1,40)		40 (-; -) (28 (-; -))
AF	Fenster ost	0,700 (1,40)		40 (-; -) (28 (-; -))
AF	Fenster Ost 2 u	0,700 (1,40)		40 (-; -) (28 (-; -))
AF	Fenster Ost 3 u	0,700 (1,40)		40 (-; -) (28 (-; -))
AF	Fenster Ost 4 u kl	0,700 (1,40)		40 (-; -) (28 (-; -))
AF	Fenster Ost 5 o	0,700 (1,40)		40 (-; -) (28 (-; -))
AF	Fenster Ost 6 o	0,700 (1,40)		40 (-; -) (28 (-; -))
AF	Fenster Süd gr	0,700 (1,40)		40 (-; -) (28 (-; -))
AF	Fenster Süd mittel	0,700 (1,40)		40 (-; -) (28 (-; -))

Ergebnisdarstellung

Vierkanthof Diplomarbeit

Nummer	Bezeichnung	U-Wert W/m²K	U-Wert _{PNM} W/m²K	R _w (C; C _{tr}) dB
	Fassade Nord	0,710 (1,70)		



Beurteilung der Sommertauglichkeit

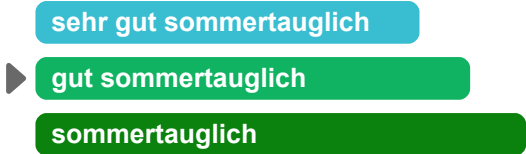
WE 5

1

Vierkanthof Diplomarbeit

Standort	Nutzung
Gutjahrweg 1	Wohnung, Gästezimmer in Pensionen und Hotels
4451 St. Ulrich bei Steyr	Verwendung eines Standard Raum-Nutzungsprofils aus ON B 8110-3
Plangrundlagen	
00.00.0000	

Klassifizierung des sommerlichen Verhaltens



Gütekategorie „gut sommertauglich“

Ein Gebäude gilt dann als „gut sommertauglich“, wenn der Außentemperaturverlauf gegenüber den landesgesetzlichen Bestimmungen um 1,5 K erhöht ist.

Annahmen zur Berechnung

Berechnungsgrundlage	ÖN B 8110-3:2020-06	Hauptraum
Bauteile	ON B 8110-6-1:2019-01-15	
Fenster	EN ISO 10077-1:2018-02-01	
RLT	ON H 5057-1:2019-01-15	

Tag für die Berechnung des Nachweises

standard	15. Juli
Tagesmittelwert der Aussentemperatur	21,30 °C

Berechnungsvoraussetzung ist, dass keine wie immer gearteten Strömungsbehinderungen wie beispielsweise Insektenschutzgitter oder Vorhänge vorhanden sind. Zur Erreichung der erforderlichen Tag- und Nachtlüftung sind entsprechende Voraussetzungen für eine erhöhte natürliche Belüftung, wie öffentbare Fenster, erforderlichenfalls schalldämmende Lüftungseinrichtungen u. dgl., anzustreben. Zur Sicherstellung eines ausreichenden Luftaustausches bzw. einer ausreichenden Querlüftung zwischen den betrachtn Räumen sind entsprechende planerische Maßnahmen zur Einhaltung der erforderlichen Lüftungsquerschnitte zu setzen. Die Ermittlung selbst bezieht sich auf diesen einen Raum.

Beurteilung der Sommertauglichkeit

Vierkanthof Diplomarbeit - 1 - WE 5

Nachweis der operativen Temperatur

$T_{op, max}$	erfüllt	25,99 °C
Anforderung: $T_{op, max, zul} \leq 28,90 \text{ °C}$		

$T_{op, min}$ (Nacht)	ohne Anforderung	24,84 °C
-----------------------	------------------	----------

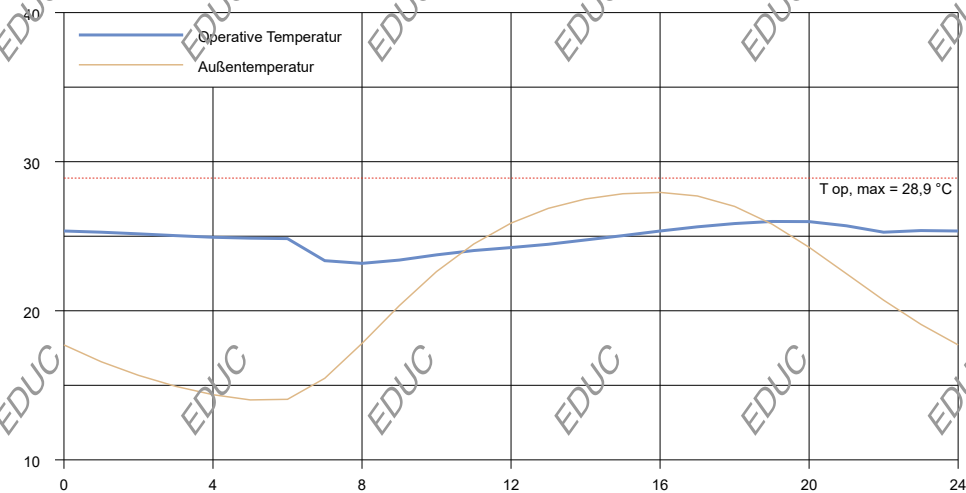
$T_{op, max}$	maximale operative Temperatur in °C
$T_{op, max, zul}$	maximal zulässige operative Temperatur (Anforderung laut OIB RL 6:2019) in °C
$T_{op, min}$ (Nacht)	minimale operative Temperatur im Nachtzeitraum (22:00 Uhr - 6:00 Uhr) in °C

Immissionsflächenbezogene speicherwirksame Masse

Immissionsfläche gesamt	0,16 m ²
Fensterfläche	5,54 m ²
Immissionsflächenbezogener stündlicher Luftvolumenstrom	1.790,23 m ³ /(h m ²)
Speichermasse der Einrichtung/Ausstattung	38,00 kg/m ²

Report

Tagesgang T a und operative Temperatur



h	T e °C	T op °C	T air °C	T rad °C
0	17,71	25,35	25,17	25,54
1	16,58	25,27	25,09	25,45
2	15,67	25,16	24,97	25,36
3	14,93	25,04	24,83	25,26
4	14,37	24,93	24,69	25,17
5	14,02	24,87	24,57	25,18
6	14,06	24,84	24,55	25,14
7	15,47	23,36	21,86	24,87
8	17,81	23,18	21,84	24,52
9	20,34	23,40	22,47	24,33
10	22,63	23,75	23,19	24,30
11	24,48	24,04	23,74	24,35
12	25,88	24,24	24,03	24,46
13	26,87	24,46	24,26	24,66
14	27,50	24,75	24,58	24,91
15	27,85	25,04	24,93	25,16
16	27,94	25,35	25,27	25,43
17	27,70	25,63	25,59	25,66
18	27,00	25,85	25,86	25,84
19	25,82	25,99	26,03	25,96
20	24,26	25,98	25,97	25,99
21	22,49	25,70	25,49	25,92
22	20,71	25,27	24,75	25,78
23	19,09	25,38	25,12	25,64

Tagesmittelwert der Aussentemperatur 21,30 °C

Lüftung und Raumluftechnik

Keine Raumluftechnische Anlage vorhanden

Fensterlüftung

Luftwechsel bei Luftdichtigkeitsprüfung (n50) 1,50 1/h

Tagesgang Luftvolumenstrom - Standard

Beurteilung der Sommertauglichkeit

Vierkanthof Diplomarbeit - 1 - WE 5

Raumgeometrie und Oberflächen

Bezugsfläche	Wohnnutzfläche	Netto-Raumvolumen	Fensteranteil
60,00 m²	60,00 m²	196,20 m³	9,23 %

Typ	Btl-Nr.	Bezeichnung	A m²	m _{w,B,A} kg/m²	Speichermasse kg
AD	AD	Dachfläche	31,62	15,10	477,46
AD	AD	Dachfläche	39,95	15,10	603,24
AD	AD	Dachfläche	16,50	15,10	249,15
AD	AD	Dachfläche	7,50	15,10	113,25
AF	AF	Fenster Front	2,16	0,00	0,00
AF	AF	Fenster Ost 6 o	1,69	0,00	0,00
AF	AF	Fenster Ost 6 o	1,69	0,00	0,00
AW	AW	Außenwand Ziegel 45 mit WD	22,50	107,87	2.427,16
AW	AW	Außenwand Ziegel 45 mit WD	18,00	64,70	1.164,74
IDo		Innendecke	60,00	85,28	5.117,01
		Einrichtung	60,00	38,00	2.280,00
			Ø	47,52	12.432,03

Bauteile mit solarem Eintrag

Transp. Bauteile Süd-Ost, 0° (Z ON: 1,14)

Anzahl	Btl-Nr.	Bezeichnung	A _{AL} m²	f _G	Höhe m	Breite m	Öff/Kippw. m	g-Wert	F _{Sc}	g _{tot}
1x	AF	Fenster Ost 6 o	1,69	0,70	1,00	1,60	K/0,10	0,67	0,93	0,06
1x	AF	Fenster Ost 6 o	1,69	0,70	1,00	1,60	K/0,10	0,67	0,93	0,06

Transp. Bauteile Süd-West, 0° (Z ON: 1,14)

Anzahl	Btl-Nr.	Bezeichnung	A _{AL} m²	f _G	Höhe m	Breite m	Öff/Kippw. m	g-Wert	F _{Sc}	g _{tot}
2x	AF	Fenster Front	2,16	0,70	1,10	0,90	K/0,10	0,67	0,93	0,06

Verschattung und Sonnenschutz

Transp. Bauteile Süd-Ost, 0°

Btl-Nr.	Bezeichnung	ε	v7h	Sonnenschutz	Verschattung		
					Fh	Fo	Ff
AF	Fenster Ost 6 o	2,50	nein	Sonnenschutz aussen, hell, Rollladen, Luft/Lichtschlitz offen	1,00	0,92	1,00
AF	Fenster Ost 6 o	2,50	nein	Sonnenschutz aussen, hell, Rollladen, Luft/Lichtschlitz offen	1,00	0,92	1,00

Transp. Bauteile Süd-West, 0°

Btl-Nr.	Bezeichnung	ε	v7h	Sonnenschutz	Verschattung		
					Fh	Fo	Ff

Beurteilung der Sommertauglichkeit

Vierkanthof Diplomarbeit - 1 - WE 5

Transp. Bauteile Süd-West, 0°

Btl-Nr.	Bezeichnung	ε	v7h	Sonnenschutz	Verschattung		
					Fh	Fo	Ff
AF	Fenster Front	2,50	nein	Sonnenschutz aussen, hell, Rollladen, Luft/Lichtschlitz offen	1,00	0,92	1,00

Legende zu den Tabellen der transp. Bauteile

Öffnungstyp:		Sonnenschutz	Verschattungsfaktor
O ... Offen, wenn außen kühler	K ... Gekippt, wenn außen kühler	v7h ... vor 7:00 Uhr aktiv	Fh ... Horizont
G ... Geschlossen	N ... Nicht öffnbar	ϵ ... Reduktion des Strahlungs-transmissionsgrads	Fo ... Überhang Ff ... seitlicher Überhang

ANHANG C: BESTANDSPLÄNE

Fotos von vorhandenen Plänen

