

DIPLOMARBEIT

Wein.Stadl

Zubau und Erweiterung eines Weingutes
mit Baumaterialien aus nachwachsenden Rohstoffen

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung
des akademischen Grades Diplom-Ingenieurin

unter der Leitung von
Ass.Prof.Dr.tech. Dipl.-Ing. Mladen Jadric

E-253-4 Hochbau und Entwerfen
Institut für Architektur und Entwerfen

eingereicht an der Technischen Universität Wien
Fakultät für Architektur und Raumplanung

von Barbara Jatschka
01006754
Hauptstraße 47, 2100 Stetten

Wien, Oktober 2018

Abstract

From the beginning of human existence, man use building materials from surrounding areas. In awareness of limited resources and the impact of climate change on the environment, this project will have its focus on the use of climate-neutral and regrowing raw materials as building materials.

This diploma thesis deals with construction of a tasting and sales building as well as an adjoining building of the winery Jatschka in the Weinviertel. The characteristics of the existing building structures should be preserved as far as possible, the extensions were integrated in the urbanistic atmosphere of the street. The existing wooden skeleton construction will be preserved.

Straw bales from the surrounding strawproduction of the fields are used for isolation. With the appearance of the wooden slatted facades, the annexes blend into its surroundings. Clay plaster completes the material concept with its vapour permeable and breathable properties and creates a pleasant indoor climate in the rooms. Through the targeted use of ecological building materials, this approach also corresponds to the concept of the building owner, who lives as a winemaker of, in and with the nature.

Zusammenfassung

Der Mensch nutzte von Anbeginn seines Daseins ihn unmittelbar umgebende Materialien als Baustoff. Mit dem Bewusstsein von endlichen Ressourcen und den Auswirkungen des Klimawandels auf die Umwelt, soll dieses Projekt sein Hauptaugenmerk auf die Nutzung von klimaneutralen und nachwachsenden Baustoffen legen.

Diese Diplomarbeit befasst sich mit dem Zubau eines Verkost- und Verkaufsbäudes, sowie eines Nebengebäudes des Weingutes Jatschka im Weinviertel. Die Charakteristika der Bestandsstrukturen sollen weitestgehend erhalten bleiben, die Erweiterungen fügen sich in die städtebauliche Atmosphäre des Straßenzuges ein. Die vorhandene Holzskelettkonstruktion des Hauptgebäudes wird bewahrt.

Aus der Strohproduktion der umliegenden Felder werden die Strohballen als Dämmung genutzt. Mit dem Erscheinungsbild der Holzlattenfassaden fügen sich die Zubauten in seine Umgebung ein. Lehmputz rundet das Materialkonzept mit seinen diffusionsoffenen und atmungsaktiven Eigenschaften ab und schafft im Inneren der Räume ein angenehmes Raumklima. Durch den gezielten Einsatz von ökologischen Baustoffen entspricht dieser Ansatz ebenso dem Konzept des Bauherrn, der als Winzer von, in und mit der Natur lebt.

Danksagung

Mein besonderer Dank gilt meinem Betreuer Ass.Prof.Dr.tech. Dipl.-Ing. Mladen Jadric für die Begleitung und konstruktive Kritik.

Meinen Eltern und meiner Familie danke ich, für das Vertrauen und die Unterstützung in all den Jahren. Danke auch an alle meine Freunde, die stets an mich glaubten und immer an meiner Seite waren.

Ein besonderes Danke geht an meinen Partner, Bernhard, für seine unglaubliche Geduld, den Zuspruch und die Motivation, mit der er mich durch diese Arbeit begleitet hat. Und für jedes Lachen, das er mir in verzweifelten Momenten entlocken konnte!

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung/Abstract
Danksagung

09 Überblick Baumaterialien

10 Allgemein
11 Geschichte der Baumaterialien
13 Aufgliederung der Baustoffe

15 Baumaterialien aus nachwachsenden und ökologischen Rohstoffen

16 Allgemein
17 Konstruktion
18 Dämmung

21 Fokus Stroh

22 Überblick
23 Geschichte von Stroh(ballen)
25 Herstellung
26 Stroh(ballen) und seine Eigenschaften
28 Strohballenkonstruktionen

31 Fokus Lehm

32 Überblick
33 Geschichte von Lehm
35 Aufbereitung
37 Eigenschaften
39 LehmBaustoffe und Konstruktionen

45 Bestandsanalyse

46 Weinbaugbiet Weinviertel
49 Der Ort
57 Das Weingut
58 Bestandspläne
60 Fotodokumentation Bestand

69	Der Entwurf
70	Die Grundstücke
72	Städtebaulicher Ansatz und Konzept
76	Funktionsbereiche
77	Bewegungsströme
78	Materialität
80	Konstruktionen
82	Lageplan
86	Erdgeschoss_Wein.Stadl
90	Erdgeschoss_Halle
94	Obergeschoss_Wein.Stadl
98	Ansichten
106	Schnitte
114	Fassadenschnitt
116	Schaubilder
118	Quellenverzeichnis
120	Abbildungsverzeichnis

Überblick Baumaterialien

Allgemein

Das Grundbedürfnis des Menschen seinen eigenen Bereich zu schaffen war und ist in jeder klimatischen oder kulturellen Region vorhanden. Zum Schutz vor Gefahren und Wettersituationen sowie zur Aufbewahrung von Nahrung, dient der Bau des eigenen Heimes. So hat sich der Mensch schon von Beginn an seines Daseins die Natur zu Nutze gemacht. Aus den vorhandenen Materialien, mit dem sich angeeigneten Wissen, haben unsere Vorfahren Baugeschichte geschrieben. Sie entwickelten Techniken und Fähigkeiten, mit den ihnen zur Verfügung stehenden Rohstoffen, die schließlich Konstruktionstraditionen entstehen ließen.

So alt wie das Bauwesen, ist auch die Auseinandersetzung mit den genutzten Materialien. Der technische Fortschritt ist immer präsent und darauf bedacht Baustoffe und deren Eigenschaften zu optimieren. Jedoch ist nicht zu vergessen welcher hohen Energieverbrauch für die Produktion aus fossilen Rohstoffen notwendig ist. Im Vergleich dazu können ökologische Rohstoffe mit nur wenig Aufwand für die Nutzung zum Bau verwendet werden. In den folgenden Kapiteln möchte ich auf die Geschichte der Baustoffe eingehen. Sie zeigt mit welchen Materialien schon vor Jahrhunderten gebaut wurde und wie sich diese in der Zeit verändert haben.

Weiters soll das Hauptaugenmerk auf Baumaterialien aus umweltneutralen und nachhaltigen Ressourcen aufgezeigt werden. Wie vielfältig und vorteilhaft diese eingesetzt werden können und welche positiven Eigenschaften sie aufweisen.

Den Fokus lege ich schließlich auf Stroh und Lehm, die beiden Hauptmaterialien, mit denen ich im Zuge meiner Projektarbeit plane.

Geschichte der Baumaterialien

„Man wird am besten zu einer Erkenntnis gelangen, wenn man die Dinge vom Ursprung her in ihrem Werden und Wachsen betrachtet“

(Aristoteles, 384-322 v. Chr. In: Politik 1,2)



Abb 01: Urhütte

Aus Holz und Gräsern wurden erste Unterstände und Überdachungen gebaut. Flechtwerke aus dünnen Ästen, die in die Erde gesteckt wurden. Gräser und Rinde dienten als Abdeckmaterial. Bambus kam genauso zum Einsatz wie Schilf und Reisig. Erste Fachwerke wurden aus den Flechtwerken weiterentwickelt und mit Lehm beworfen. (Cziesielski; 1997)

Auch massive Hölzer bildeten aus Stämmen Wände, Decken und Böden. In Deutschland wurden um 1300 vermehrt Häuser aus Fachwerk gebaut. Holzständerkonstruktionen aus den vorhandenen Nadelhölzern bildeten die Tragstruktur. Flechtwerke wurden eingebracht und mit Lehm versiegelt. Das Riegel-Streben-Schwellen-System bleibt an der Außenfassade sichtbar. Schon damals wurde Lehm als brandhemmendes Material erkannt. (Cziesielski; 1997)

Genauso wie Holz ist auch Stein beinahe überall vorhanden und wurde zum Bau verwendet. Als eine der ältesten Formen der Steinwände gilt das Zyklopenmauerwerk. Rohe, hauptsächlich große Steinblöcke aus Kalk, Sand, Quarz oder ähnlichem, werden ohne Bindemittel aufeinander gestapelt. Die steine haben meist polygonartige Formen und bilden keine regelmäßige Struktur. Im Unterschied dazu bestehen Bruchsteinmauern aus quaderförmigen Steinen, die in horizontalen Fugen geschichtet werden. (wikipedia „Zyklopenmauerwerk“, Stand 28.09.2018) Das regelmäßige Aussehen der Steine wird durch Herausschlagen und Spalten des Rohgesteins erreicht. (Cziesielski; 1997)



Abb 02: Zyklopenmauerwerk

Die Römer entwickelten den Mauerwerksbau weiter. Sie fügten zur ihren Steinmauern das Bindemittel Mörtel hinzu. Dieser agierte als Fugenausbildung oder auch als Füllmaterial zwischen Steinmauerschalen. Lehm wurde schon früh in verschiedensten Ausführungsformen eingesetzt. Ob als Stampflehm, Ausfachungsmaterial oder luftgetrocknete Lehmziegel die zu Wänden oder Gewölben geformt wurden.

Der gebackene Ziegel wurde als Ersatz von unförmigen Natursteinen verwendet. Große Beliebtheit erfuhr der Ziegelstein bei den Griechen und Römern. Es entstanden verschiedene Verbandstechniken die eine höhere gestalterische Flexibilität ermöglichten. (Cziesielski; 1997)

Als Geburtsstunde von Beton wird oft das Jahr 1867 angegeben, als der Franzose Monier seine berühmten, betongegossenen und mit Drahtgewebe bewehrten, Pflanzentöpfe auf der Pariser Weltausstellung vorstellte. Doch Beton kam auch davor schon in der Natur vor, durch das Verkitten von Zement und gebranntem Ton, Kalk, Sand, Kies, Schotter und Wasser. Die Griechen und Römer nutzten ihn zuerst als Fugen- und Füllmaterial von Mauerwerk. (Cziesielski; 1997)

Durch das Einbringen von Ziegelplatten in die umschließende Mörtelschicht wurde die Festigkeit erhöht. Marmorplatten oder Stuck und Putz dienten als Verblendungsmittel. Ebenso wurde bereits von den Römern eine Art Armierung in den Beton eingefügt, durch Eiseneinlagen. Sie machten sich die Idee des Vorfabrikierens von Betonteilen zum Vorteil und konnten Gewichteinsparungen durch Hohlkörper erlangen. (Cziesielski; 1997)

Trotz all dieser unglaublichen Vorentwicklungen und Entdeckungen kann Beton erst in den Jahren 1945 – 1960 seinen Durchbruch verzeichnen. Die Zerstörungen des Zweiten Weltkrieges führten Wohnraumnot und Baumaterialmangel herbei. Durch Erfindungen aus Skandinavien und Frankreich kamen vorgefertigte Betonbauteile auf den Markt und revolutionierten unter dem Namen „Plattenbauweise“ den Wohnbau. Neue Gestaltungs- als auch neue Konstruktionsmöglichkeiten verhalfen Beton zu einem Höhenflug. (Cziesielski; 1997)

Stützen und Pfeiler aus Gusseisen wurden mit des 19. Jahrhunderts verwendet. Die Möglichkeit ab nun an größere Stückzahlen in einem optimierten Produktionsprozess herzustellen leitete den Einzug von Metall in das Bauwesen ein. Stahl verdrängte Eisen schließlich und der gewalzte I-Träger wurde in Deutschland gefertigt. Ab 1930 wird durch das Verschweißen von Stahlbauteilen eine höhere Tragfähigkeit als bei Mauerwerk erreicht. Als die Feuerbeständigkeit von Seiten der Baupolizei größere Aufmerksamkeit erlangte, wurden Stahlstützen von Beton ummantelt. (Cziesielski; 1997)



Abb 03: Crystal Palace, London

Baustrukturen aus Glas hatten ihre Anfänge im Gewächshausbau und waren schließlich mit dem Kristallpalast von J. Paxton auf der Weltausstellung in London 1851 auf der großen Bühne angelangt. Eisene Stützen, Fachwerkträger und Zugstangen bildeten das Gerüst für die Tafelglasplatten, die größten Formate die damals herstellbar waren. Die Entwicklung führt weiter bis zu den „curtain walls“, die eine vorgesetzte nicht tragende Glasfassade bildeten. Wie so vieles andere hatten auch erste Wärmedämmsysteme im 19. Jahrhundert ihre Anfänge. Zuerst als Schutz vor starker Wärmestrahlung von Heizkesseln gedacht, wurden mit Anfang des 20. Jahrhunderts Dämmstoffe auf ihre Eigenschaften untersucht. Zu den wärmedämmenden Aspekten wurden die Schallschutzfunktionen mit der Abnahme der Bauteildicken ein wichtigeres Thema. (Cziesielski; 1997)

Die Urform des Daches bildeten Astflechtwerke mit Gras- und Blattdeckung. In weiten Teilen Europas war das Bild des Strohgedeckten Holzdaches seit 200 v. Chr. ein typisches. Schindel, Schiefer- und Holzeindeckungen folgten angebracht an unterschiedlichen Holzdachkonstruktionen. Im 19. Jahrhundert wurde erst hauptsächlich auf Dachziegel-, Betonstein- oder Wellblechdeckung gesetzt. Später folgte die teilweise Abkehr von hölzernen zu metallischen Dachkonstruktionen. Sie ermöglichte Gewichtersparnis und das Überbrücken von höheren Spannweiten. (Cziesielski; 1997)

Aufgliederung der Baustoffe

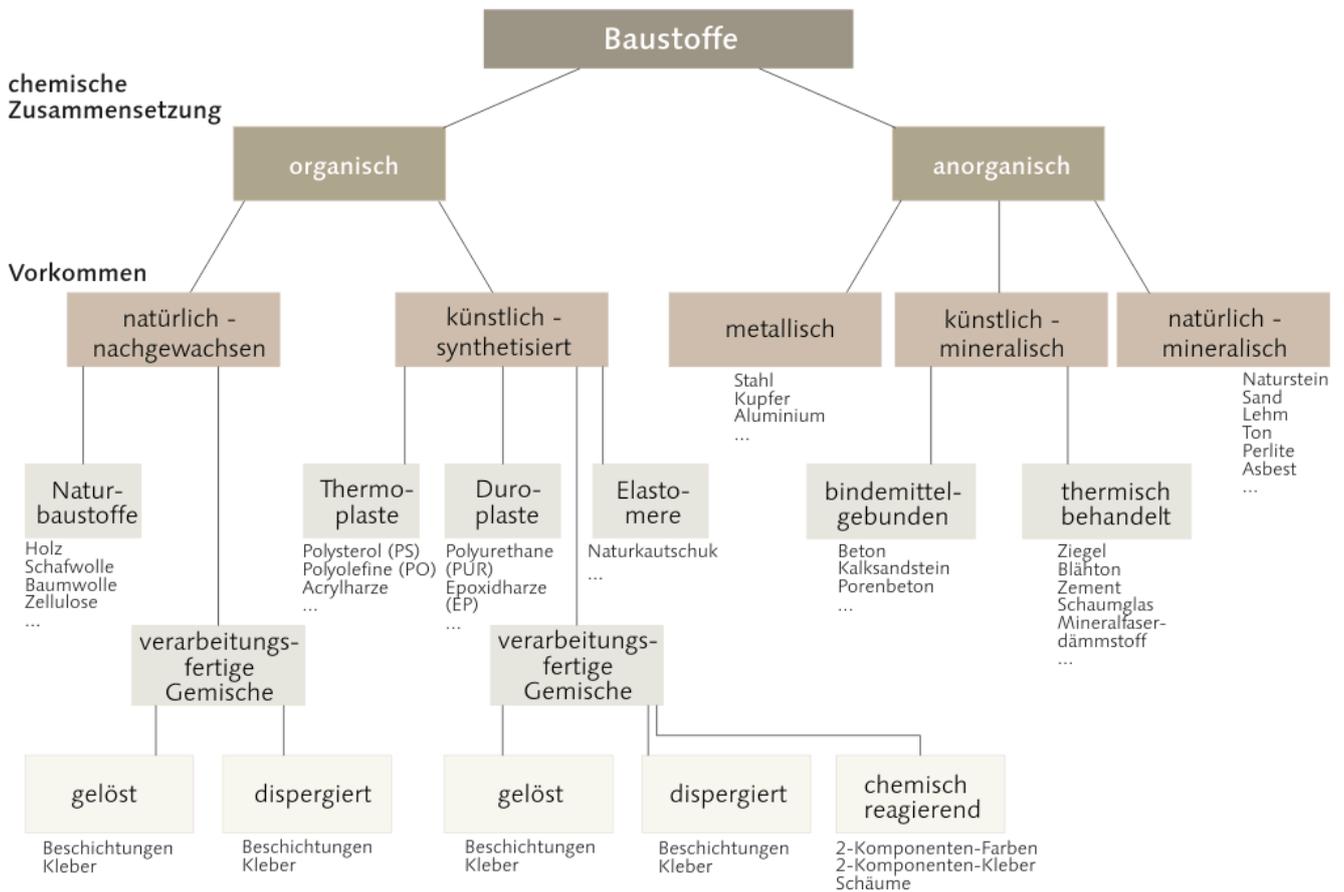


Abb 04: Baustoffaufgliederung

Baustoffe lassen sich generell nach ihrer chemischen Zusammensetzung in organisch und anorganisch unterteilen. **Organische** Stoffe können natürlich entstehen, indem sie aus nachwachsenden Rohstoffen gewonnen werden. Dies trifft auf Materialien wie Holz, Stroh, Baumwolle und Schafwolle zu, um nur einige zu nennen. Da diese Stoffe komplett biologisch abbaubar sind ist hier darauf zu achten, dass durch Behandlung mit Zusatz- oder Hilfsstoffen diese Abbaubarkeit nicht beeinträchtigt wird. Oft benötigen nachwachsende Rohstoffe einen vergleichsweise geringen Energieverbrauch zur Produktion und Aufbereitung zu Baustoffen. Lokale Verfügbarkeit und dadurch geringe Transportwege können den CO₂-Ausstoß gering halten. Natürliche Materialien neigen bei ungünstigen Feuchteverhältnissen und nicht sorgfältigem Einbau zu Schimmelbefall. Wird die Montage jedoch vorschriftsmäßig durchgeführt, kann der Baustoffe eine genauso lange Lebensdauer aufweisen wie andere Materialien. (Glücklich; 2005)

Im Gegensatz zu nachwachsenden Stoffen werden **synthetische** Stoffe aus endlichen fossilen Rohstoffen, größtenteils Erdöl, gewonnen. Für ihre Produktion und Herstellung sind meist sehr energiefressende Prozeduren und aufwändige Prozesse notwendig, wobei auch umweltschädliche Nebenprodukte entstehen können, die nicht entsorgbar sind. Während der Nutzungsphase können sich Zusammensetzung und Struktur verändern, sodass die Lebensdauer stark verkürzt wird. Teilweise können Stoffe recycelt werden, allerdings sind Logistik und Wiederverwertung oft nicht geklärt oder teurer als die Erzeugung und Verwendung neuer Produkte. Durch Verbrennung gelangen Schadstoffe in die Luft, in Mülldeponien können belastende Substanzen bis zum Grundwasser sickern. (Glücklich; 2005)

Metalle kommen in der Natur vor, allerdings müssen für ihren Abbau große Eingriffe in die Natur vorgenommen werden. Durch die regionale Begrenzung ihrer Vorkommnisse ist mit großen Transportaufwendungen zu rechnen. Der Abbau selbst benötigt hohe Energieressourcen. Beispielsweise fallen bei der Gewinnung von Erz große Schlackenmengen an, die sich problematisch in der Entsorgung auswirken. Genauso können Metallstaub oder Schwermetalle einen hohen negativen Effekt auf Umwelt und Mensch haben. Rostbildung bei Stahl kann durch das Aufbringen von Schutzlacken verhindert werden, die jedoch umweltschädliche Emissionen verursachen können. Aluminium selbst benötigt in seiner Herstellung einen sehr hohen Energiebedarf und erzeugt giftige Nebenprodukte. Metalle sind nicht abbaubar. (Glücklich; 2005)

Der Abbau von **mineralischen** Baustoffen erfolgt im Tagebau, unter oft hoher Staubbelastung für die dort Arbeitenden. Generell ist die Ressource des mineralischen Stoffes ausreichend vorhanden. Sobald mineralische Stoffe baulich verarbeitet wurde entstehen in der Regel keine schädlichen Emissionen mehr. Die Recyclebarkeit dieser Stoffe ist sehr hoch und gebräuchlich. Gebrannte Baustoffe benötigen einen höheren Energieverbrauch als Natursteine. Allerdings können einige von ihnen eine erhöhte Radioaktivität aufweisen, wie zum Beispiel Granit. Beton jedoch besteht aus mehreren Komponenten, die jeweils unterschiedliche schädliche Eigenschaften aufweisen können. Zement kann durch seinen erhöhten Chromgehalt zu Hautreaktionen führen. (Glücklich; 2005)

Baumaterialien aus ökologischen und nachwachsenden Rohstoffen

„Ökologisches Bauen soll den Menschen ein Leben und Arbeiten sowie die Befriedigung ihrer sozialen und kulturellen Bedürfnisse ermöglichen, ohne dabei die Umwelt langfristig aus dem notwendigen Gleichgewicht zu bringen.“

(Glücklich, Detlef „Ökologisches Bauen – Von Grundlagen zu Grundkonzepten“; Deutsche Verlagsanstalt München, München, 2005)

Die Nutzung von ökologischen Baustoffen folgt den Leitgedanken der Ökologie, Ökonomie und Soziologie. Im Sinne der Nachhaltigkeit soll Ressourcenschonend mit unseren Rohstoffen umgegangen werden, im Hinblick auf derzeit präsenter und nachfolgender Generationen.

Die Baubranche ist der Bereich mit dem größten Ressourcen- und Energieverbrauch und ist verantwortlich für das höchste Abfallaufkommen. Ein Großteil dieser Abfallprodukte setzt sich aus Bauschutt und Baustellenabfällen zusammen. (GrAT; 2006)

Nachwachsende Rohstoffe lassen sich nach Verwendung, also am Ende der Lebensdauer eines Hauses, von anderen Baustoffen trennen und können wieder in den ökologischen Kreislauf eingebracht werden. Der Biologische Fußabdruck berechnet wie viel Fläche beispielsweise ein Land benötigt, um seine gesamten verbrauchten Ressourcen wieder herzustellen bzw zu entsorgen. Würde die gesamte Weltbevölkerung so viel Energie verbrauchen wie alle industrialisierten Länder zusammen, würden wir mit einer Erde nicht mehr auskommen. Drei Erden wären erforderlich um unseren derzeitigen Konsum zu decken. (GrAT; 2006)

Unser Wirtschaftssystem beruht auf der Nutzung von Materialien aus hauptsächlich endlichen fossilen Rohstoffen. Nur durch die unverhältnismäßige Verteilung von Kapital und Rohstoffverbrauch lässt unseren Wohlstand zu. Das alles erfolgt auf Kosten von Nicht-Industrielländern und der Gesundheit unseres Planeten.

Die Besinnung auf Rohstoffe, die lokale Produktion und geringer Energieverbrauch zur Herstellung erfordern ist dringend notwendig. Außerdem hat die Bauweise mit ökologischen Baumitteln Auswirkung auf unsere Lebensqualität. Mit Konstruktionen, die sich bestmöglich an nachwachsende Rohstoffe anpassen, können technisch und biologisch einwandfreie Ergebnisse erzielt werden. Diese vermeiden die Produktion von toxischen Stoffen, schaffen ein gesundes Raumklima und optimieren die Betriebskosten des Gebäudes. (GrAT; 2006)

Unter Einsatz von Konstruktions- und Dämmelementen, mit Farben und Putzen, die alle aus nachwachsenden Rohstoffen entstehen, kann ein Gebäude bebildet werden, das die perfekt Kombination aus Funktionalität, Lebensqualität und Umweltneutralität darstellt.

Holz

Holz wird als konstruktiver Baustoff schon seit Jahrhunderten verwendet und es kann auf umfangreiches Wissen und Erfahrung zurückgegriffen werden. Lokale Holzbautraditionen entwickelten sich über die Zeit. Innovationen und neue Techniken erweitern das Spektrum des Holzbauwesens. Durch maschinelle Sortierungs- und Prüfverfahren wird eine bessere Qualitätssicherheit ermöglicht.

Holz schafft wie alle anderen nachwachsenden Baustoffe ein behagliches Wohngefühl und ein ausgeglichenes Raumklima. Feuchtespitzen und extreme Trockenheit der Außenverhältnisse können durch die natürliche Feuchteregulierung ausgeglichen werden. (Ludger Dederich; 2018)

Zur Produktion von Holz wird vergleichsweise ein nur geringer Teil von Energie verbraucht. Außerdem können sämtliche Abfallprodukte, wie zum Beispiel Holzwole oder Sägespäne, zu weiteren Bau- und Dämmstoffen verarbeitet werden. Darüber hinaus hat Holz die Eigenschaft im Wald, sowie auch im verbauten Zustand, CO₂ aufzunehmen und zu speichern. (Ludger Dederich; 2018)

Konstruktive Vorteile bietet Holz mit seinem geringen Eigengewicht und kann trotzdem eine sehr hohe Tragfähigkeit aufweisen. Im Gegensatz zu Beton verfügt Holz nicht nur über eine gute Druckfestigkeit, sondern kann auch auf Zug hoch belastet werden.

Das Brandverhalten von Holz ist berechen- und vorhersehbar. Das Risiko zur Entstehung eines Brandes in einem Holzhaus ist nicht höher als bei anderen Gebäuden. Ein plötzlicher Zusammenbruch eines Holzhauses bei Brandbelastung ist im Normalfall nicht zu befürchten. Durch die natürliche Bildung einer Holzkohleschicht an der Brandoberfläche wird das Zukommen von Sauerstoff zum Brandherd unterbunden. Das Feuer kann sich ohne Sauerstoff nicht weiter ausbreiten und erstickt. Wie weit das Holz verkohlt und verbrennt, ist durch vorherige Dimensionierung berechenbar, womit die Standfestigkeit der Konstruktion gesichert werden kann.

Holz ist durch seine Struktur naturgemäß ein guter Dämmstoff. In Kombination mit Dämmmaterial aus nachwachsenden Rohstoffen kann die Feuchteregulierung erhalten, jedoch der Dämmwert noch verbessert werden.

Holz ist ein Baustoff, der durch seine Flexibilität in der Anwendung gestalterisch viele Möglichkeiten bietet. Die Holzbausysteme Rahmen-, Skelett- und Massivbau bieten vielseitige Konstruktions- und Verarbeitungsmöglichkeiten, sowie Vorfertigungsgrade. Holzhäuser sind langlebige Investitionen, die eine durchschnittliche Lebensdauer von 80-100 Jahren aufweisen. Tatsächlich sind an noch heute bestehenden Beispielen weit länger existierende Bestände belegbar. (Ludger Dederich; 2018)

Strohballen und Lehm

... werden detailliert in den folgenden beiden Hauptkapiteln behandelt.

Dämmstoffe

Folgende Dämmstoffe werden lokal produziert oder angebaut. Sie entstehen aus nachwachsenden oder tierischen Rohstoffen und benötigen nur geringe Energieaufwendungen um für den Einsatz als Baustoff hergestellt zu werden. Bei ihrer Produktion, Verarbeitung, Nutzung oder Wiederverwertung werden im besten Fall keine oder nur geringe Mengen an umwelt- oder gesundheitsbelastenden Stoffen abgegeben. Die Nutzung von nachwachsenden Baustoffen trägt zu einem angenehmen und gesunden Wohn- und Raumklima, sowie zur Stabilisierung des Ökosystems bei.



Abb 05: Dämmstoff Flachs

Flachs

Flachs erfährt hohe Verwendung in der Produktion von Textilien, in Form von Leinen. Hierfür werden die Langfasern benutzt. Die Kurzfasern werden nach der Ernte gesondert aufbereitet. Nach dem Auftragen einer flammenbeständigen Beschichtung werden die Fasern maschinell unter Hinzugabe von Kartoffelstärke, als Bindemittel, zu einem Faservlies weiter verarbeitet. Die Flachsbahn wird zu Dämmplatten zugeschnitten. Die Nutzung als Dämmstoff besteht erst seit den 1990er Jahren, hat aber seitdem keine große Verwendung gefunden.

Durch die Zugabe des flammenhemmenden Zusatzes Borsalz sind Flachsdämmplatten nur bedingt kompostierbar. Die Wiederverwendung ist jedoch problemlos möglich. Flachs weist einen guten Dämmwert auf und wirkt feuchteausgleichend. Die Fasern bestehen aus Zellulose und sind somit gut beständig gegen Feuchtigkeit und Schimmelbefall. Als Dämmmaterial wird Flachs hauptsächlich in Wänden, Decken und Dächern angewendet. Beim Einbringen der Dämmplatten ist das Tragen eines Mundschutzes zu empfehlen. Ab dem fachgerechten Einbau sind keinerlei gesundheitliche Einflüsse mehr zu befürchten.

Flachs ist eine heimische Anbaupflanze und wird hauptsächlich im Waldviertel produziert. Sie benötigt nur geringe Mengen an Dünger und stellt eine gute Fruchtfolgepflanze dar. (Pfundstein et al; 2008) (Österr. Energieagentur; 2014)



Abb 06: Dämmstoff Hanf

Hanf

Als eine der ältesten heimischen Kulturpflanzen wächst Hanf schnell und ist durch seine hohe Resistenz gegen Schädlingsbefall unkompliziert anzubauen. Es können sämtliche Komponenten der Pflanze zu Dämmstoff verarbeitet werden. Während aus den Fasern Dämmvlies produziert wird, können die verholzten Schäben als Schüttdämmung verwendet werden. Zur Verbesserung der Formstabilität der Platten werden Stützfasern aus Polyester in das Vlies mit eingearbeitet.

Hanf glänzt durch seine hohe Reißfestigkeit und Feuchtebeständigkeit. Die Fasern können einen hohen Anteil an Wasser aufnehmen und diesen ohne Beschädigung oder Schimmelbefall der Struktur wieder abgeben und austrocknen. Durch seine guten Schall- und Dämmwerte lassen sich Hanfmatten gut durch Dämmung von Außenwänden und Dächern anwenden, außerdem als Schüttung von Zwischendecken.



Abb 07: Holzfaerplatten

Holzfaserplatten

Holzfaserplatten entstehen aus Abfallprodukten der heimischer Nadel- und teilweise Laubhölzer, die in der Holzverarbeitungsindustrie anfallen. Die Fasern werden zerkleinert und gemahlen und anschließend entweder im Trocken- oder Nassverfahren gebunden und getrocknet. Je nach Produktionsart wirken beigefügte Zusatzstoffe oder das eigene Harz als Bindemittel für die Plattenpressung.

Die Platten weisen eine hohe Wasserdampfdurchlässigkeit auf, arbeiten Feuchteregulierend und ermöglichen eine diffusionsoffene Bauweise. Durch ihre hohen Speicherkapazitäten können Holzfaserdämmplatten sehr gut in der Dämmung von Dachausbauten angewendet werden. Zur erweiterten Brand- und Feuchtebeständigkeit können Zusatzstoffe hinzugefügt werden.

Ihre Verarbeitung ist so handzuhaben wie klassische Holzplatten, jedoch ist durch die hohe Staubbelastung bei Sägearbeiten eine Schutzmaske und -brille zu tragen. Generell ist die Verwendung von Holzfaserplatten gesundheitlich unbedenklich. Auch die Produktion mit heimischen Hölzern ist vorteilhaft. Unbehandelte noch funktionstüchtige Platten können wieder verwendet werden. Platten, die im Trockenverfahren hergestellt wurden, als auch Bitumenbehandelte Stücke benötigen spezielle Entsorgung. (Pfundstein et al; 2008) (Österr. Energieagentur; 2014)

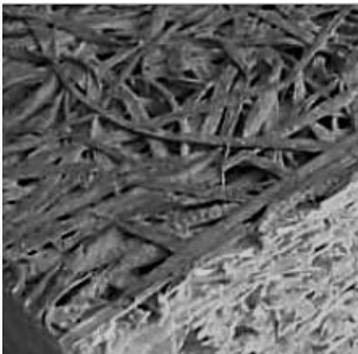


Abb 08: Holzwolleplatten

Holzwolledämmplatten

Holzwolle wird aus heimischen Nadelhölzern gewonnen. Die langfasrigen Wollfäden werden mit Hilfe von mineralischen Bindemitteln, wie Portlandzement, zu Platten gepresst und anschließend auf Maß geschnitten. Da Holzwolledämmplatten nur geringe Wärmedämmeigenschaften aufweisen können werden sie nicht selten mit anderen Platten kombiniert angewendet. Beispiele hierfür sind Polystyrol und Mineralwolle. Die Wärmespeicherung von Holzwolleplatten ist hoch einzuordnen, sie sind formstabil und resistent gegen Ungeziefer- und Schimmelbefall. Zur Anwendung kommen sie als Putzträger von Innen- und Außenwänden und Decken oder aufgrund ihrer hohen Brandbeständigkeit und Schallabsorption in Tiefgaragen und ähnlichem. Durch die Beimengung von mineralischen Stoffen und die Verarbeitung mit Beton und Putz ist die Wiederverwendung oft schwer. (Pfundstein et al; 2008) (Österr. Energieagentur; 2014)



Abb 09: Schafwolle

Schafwolle

Schafwolle wird nicht ausschließlich zur Produktion von Dämmstoffen erzeugt, sondern fällt jährlich als Nebenprodukt der landwirtschaftlichen Viehhaltung an und wird ebenso zu Textilprodukten weiterverarbeitet.

Dämmstoff wird bereits aus teilweise recycelter Schurwolle hergestellt. Nach der Reinigung und Klärung der Wolle von jeglichen organischen Fremdstoffen wird die Wolle in ihre Einzelfasern aufgelöst. Die anschließende maschinelle Verarbeitung näht daraus verdichtete Vliesbahnen. Das Wolmies weist gute Dämmeigenschaften, Feuchte- und Fäulnisresistenz auf. Durch seine flexible Struktur eignet es sich zum Einbringen in Gefachen und Fugen sowie zur Anwendung als Trittschallschutz.

Aufgrund der hohen Gefahr des Mottenbefalls ist hier eine zusätzliche Behandlung mit chemischen Mitteln erforderlich. Da Wolle hauptsächlich in der Textilindustrie verwendet wird kann der große Bedarf der Dämmstoffproduktion nicht abgedeckt werden. Trotz der Schafwirtschaft in Österreich und Deutschland, werden große Mengen von Schafwolle aus Neuseeland angeliefert, was zu erhöhten Emissionsbelastungen führt. (Pfundstein et al; 2008) (Österr. Energieagentur; 2014)



Abb 10: Schilfrohr

Schilfrohr

Der Anbau von Schilfrohr kommt in Österreich hauptsächlich im Gebiet des Neusiedler Sees vor. Das Gewächs bildet den Lebensraum für zahlreiche Pflanzen und Tiere. Die Pflanze erreicht eine Höhe von 4 m und erstreckt sich 2 m in den Boden. Nach der Aberntung werden die Halme mechanisch gepresst und mit verzinktem Draht zu Matten gebunden. Angebracht an Wand- und Deckenkonstruktionen agieren Schilfrohrmatten als Putzträger mit verbessernder Dämmfunktion. In bevorzugter Kombination mit Lehm hat Schilf eine lange Tradition. Aufgrund der luftgefüllten Hohlräume der Halme haben sie eine lärm- und schallhemmende Wirkung. Dadurch, dass keinerlei Zusatzstoffe in die Mattenproduktion eingebracht werden, kann Schilf jederzeit wiederverwertet werden. Das durch den Anbau entstandene Ökosystem erfordert nachhaltige und schonende Nutzung zu Erhaltung der Flora und Fauna. (Pfundstein et al; 2008) (Österr. Energieagentur; 2014)

Stroh

Auf dieses Material wird detailliert im nächsten Hauptkapitel eingegangen.



Abb 11: Zellulosefasern

Zellulosefasern

Zellulosefasern werden aus Papier hergestellt. Papier ist somit das am meisten verwendete Recyclingprodukt. Die Fasern entstehen durch das Zerreißen und Zermahlen von Altpapier und durch anschließende Behandlung mit Borsalz gegen Brand, Ungeziefer und Nagetieren geschützt. Die Fasern werden in loser Form als Hohlraumfüllung von Holzbalkendächern und -decken sowie bei Holzständerwänden eingeblasen. Zu beachten ist der Schutz der Flocken vor Feuchtigkeit. Sie weisen gute Wärmedämmeigenschaften und sind diffusionsoffen.

Dämmflocken können am Ende ihrer Nutzung abgesaugt und wieder eingeblasen werden. Die Kompostierbarkeit ist durch die Behandlung mit Borsalz nicht gegeben. (Pfundstein et al; 2008) (Österr. Energieagentur; 2014)

Folgende Liste führt weitere Dämmstoffe an, die ebenfalls aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt werden. Aufgrund ihrer nicht-heimischen bzw. nicht-regionalen Verfügbarkeit wird hier nicht näher darauf eingegangen.

Expandierter Kork

Baumwolle

Getreidegranulat

Kokosfaser

Seegras

Holzspäne

Torf

...

(Pfundstein et al; 2008) (Österr. Energieagentur; 2014)

Fokus Stroh

Allgemein

Ein Rohstoff, der als Nebenprodukt der Landwirtschaft in vielen Ländern vorkommt und durch seine großen Mengen einen niedrigen Preis aufweisen kann. Er kann mit nur geringem Energieaufwand in Form gebracht werden, um als Baustoff leicht verarbeitet zu werden. Das ist Stroh.

Schon vor Jahrhunderten wurde Stroh zur Dachdeckung oder zur Ausfachung von Fachwerksbauten verwendet. Später wurden ganze Wände aus den gepressten Strohbällen gebaut.

In all diesen Situationen konnte Stroh durch seine Vorteile bestechen. Durch die lokale Verfügbarkeit und dem geringen Weiterverarbeitungsaufwand ist nur ein vergleichend kleiner Energieverbrauch notwendig. Das ökologische Material kann nach Ende der Gebäudenutzung von anderen Baumaterialien getrennt und in den natürlichen Kreislauf eingebracht werden.

Die lange Lebensdauer von Strohballehäusern ist an noch intakten Beispielen aus den USA ersichtlich. Schon damals waren die ökonomischen Aspekte maßgebend für den Bau der Häuser. Jedoch sollten positive Eigenschaften wie die Verbesserung des Raumklimas, sowie seine Brandbeständigkeit nicht vergessen werden.



Abb 12: Strohballewand

Geschichte von Stroh(ballen)

Die USA, ein Land der Agrarwirtschaft. Als um 1800 die erste Strohballenpresse zum Einsatz kam, war es für die Bewohner der Region Nebraska nicht mehr weit, erste Häuser aus eben diesen zu bauen. Zuerst entstanden die Gebäude im Gedanken der temporären Unterkünfte für Arbeiter. Die überdimensionalen „Ziegel“ konnten unter wenig Zeit- und Arbeitsaufwand aufeinandergestapelt werden und stellten sich als langlebige Behausungen heraus. Auch die hohen Temperaturunterschiede von Sommer und Winter in Nebraska stellten keine besondere Beeinträchtigung für die Häuser dar. (Gruber et al; 2000)



Abb 13: Burke-Haus

Das heute noch existierende Burke-Haus, erbaut 1903, wurde aus selbsttragenden Strohballen konstruiert. Das Dach ruht direkt auf den Strohballenwänden. (Gruber et al; 2000) In den folgenden Jahren wurden nicht nur Wohnbauten, sondern ebenso Schulen und Kirchen errichtet.

Ab 1938 veränderte sich die Konstruktion und Holzständerwände dienten als primäres Tragwerk. Dadurch war es von nun an auch möglich zwei- und mehrgeschossige Gebäude hochzuziehen. Die Strohballen wurden vorwiegend als Wandbau- und Dämmstoff angewendet. (Minke; 2009)

Ab den 1970er Jahren war der Strohballenbau vor allem in der alternativen Szene Amerikas ein großes Thema, nachdem die Bauweise durch industriell gefertigte Baustoffe verdrängt wurde. Der eigentliche Bauboom in den USA begann mit der Publikation eines Strohhauses in Holzständerbauweise des kalifornischen Architekten Jon Hammond 1984. In den meisten Teilen der USA, speziell in den südlichen Staaten, ebenso wie in Kanada, wurden Gebäude aus Strohballen errichtet. Magazine propagierten die Bauweise und machten sie durch regelmäßige Ausgaben, die sich auf dieses Thema spezialisierten, noch berühmter. Zu dieser Zeit wurde das Bauen mit Stroh in die Bauordnung übernommen und Richtlinien erlassen. (Gruber et al; 2000)

Da bislang keinerlei Studien und belegbare Erfahrungsberichte vorhanden waren, begann man in dem Gebiet des Strohbau zu forschen. Untersuchungen zu Wärmedämmwirkung, Feuchteverhalten sowie Sicherheit im Brand- oder Erdbebenfall wurden eingeleitet. Es bildete sich schließlich ein Netzwerk, das von den USA bis nach Europa reichte und Veranstaltungen, Konferenzen und Workshops zur Weiterbildung organisierte.

Von der großen Aufmerksamkeit, die Stroh in den USA bekam, konnte man in Europa nur träumen. Hier weitestgehend noch immer als landwirtschaftliches Abfallprodukt bezeichnet, wurden die Mengen, die für die ohnehin zurückgehende Viehwirtschaft nicht benötigt wurden, auf den Feldern verbrannt, später in Biomassewerken „thermisch verwertet“. Die Fachwerksbauweise war nicht mehr gebräuchlich und Sanierungsarbeiten verbrauchten Strohmaterial nur noch in geringer Menge.

Europa hatte jedoch ein anderes Problem. In den hoch technisierten und industrialisierten Ländern Europas findet Experimentierfreudigkeit mit Baumaterialien, wie Stroh und Lehm keinen fruchtbaren Boden. An ihnen heftet ein Image von minderwertigen Baustoffen, die in Zusammenhang mit Low-tech- und Low-cost-Bauweisen stehen. Dies scheint nicht kompatibel mit den technisch hoch entwickelten europäischen Ländern, die hauptsächlich auf ihre „traditionellen“ Baustoffe wie Ziegel, Beton und Stahl setzen. Mit den letzten Jahren, in denen nachhaltiges, ökologisches und ressourcenschonendes Bauen auf größeres Interesse trifft, findet auch der Strohballenbau mehr Beachtung. In Österreich kommt es immer wieder zu Zusammenarbeiten von Netzwerken und Forschungsteams, die das gemeinsame Ziel verfolgen, Wissen und Erfahrungen über den Baustoff Strohballen zu bündeln und repräsentative Forschungsergebnisse zu liefern. (Gruber et al; 2000)

Die junge Geschichte des Strohballenhauses begann in Österreich in den 1997er Jahren. Mit dem „Haus der Zukunft“ in Gars am Kamp wurde das erste Strohballenhaus in Österreich erbaut. Um nur einige zu nennen folgte das „S-House“ in Böheimkirchen, das auch die Möglichkeit zur Besichtigung bietet und Pionierarbeit leistet. Das erste selbsttragende Strohballenhaus folgte 2013 in Ebergassing, als Musterhaus der Firma Strohplus GmbH. (Rollnitz; 2015)

Herstellung

Als Stroh werden getrocknete Halme von Getreide und Gras, ohne jeglicher Wurzel oder Ähre, bezeichnet. Stroh kann aus ziemlich jeder Grasart hergestellt werden. Es ist ein nachwachsender Rohstoff, der im landwirtschaftlichen Anbau entsteht und nach Aberntung des Getreides am Feld zurück bleibt.

Zur Herstellung von rechteckigen Strohballen wird das Stroh, das auf dem Feld in länglichen Haufen zurückgelassen wurde, von Ballenpressen aufgenommen und in Form gepresst. Dabei werden die Halme schichtweise komprimiert und anschließend mit Schnüren zusammengebunden.

Die Abmessungen der Ballen werden von der Maschine bestimmt. Die unterschiedlichen Maße gliedern sich in Kleinballen mit einem Breiten-/Höhen-/Längenverhältnis von ca 36/46/40-110 cm, als Standardgröße in unserem Breitengrad, mittelgroße bis große mit Varianten von 80-120/50-70/70-300 cm (GrAT; 2001) und Rundballen mit einem Durchmesser von 120-180 Zentimeter. (wikipedia Ballenpresse Stand 21.09.2018 11:52)

Im Bauwesen kommen hauptsächlich Kleinballenformate zum Einsatz, die eine Dichte von 120g/m² aufweisen. Rundgepresste Strohballen können umgepresst werden, um ebenso zum Einsatz im Bau zu kommen. Bevorzugt werden aufgrund ihrer erhöhten Stabilität Getreidearten wie Weizen, Dinkel und Roggen. (Minke; 2009)

Stroh besteht aus Lignin, Zellulose und Kieselerde und kann durch seine röhrenartige Form eine hohe Elastizität und Reißfestigkeit aufweisen. Weiters haben Luft einschließen in den Hohlräumen eine positive Auswirkung auf das Wärmedämmvermögen. (Gruber et al; 2000)

Zu beachten gibt es vor und bei der Pressung einige Punkte, die allerdings maßgebend für die Langlebigkeit des Gebäudes sein können. Wichtig ist der Feuchtegehalt des Strohs vor der Verarbeitung, aber auch bei der Lagerung. Das Stroh vom Feld sollte einen relativen Feuchtegehalt von maximal 15% aufweisen. Auch im Zuge der Lagerung ist Schutz vor Regen und feuchter Erde das oberste Credo um Schimmelbefall zu vermeiden. (Minke; 2009)

Der Ballen selbst muss eine gewisse Festigkeit aufweisen, die einer Dichtepressung von mindestens 110g/m² entspricht. Bestimmte Drescharten ermöglichen eine schonende Trennung von Ähre und Halm und erhalten eine intakte Struktur der Strohhalme, welche für den Hausbau bevorzugt wird. Nachteilig für die Qualität des Baumaterials kann ein erhöhter Anteil an Unkraut und Grünzeug im Strohballen sein. Vor der Verarbeitung der Ballen geben visuelle und haptische Prüfungen, sowie Festigkeits- und Feuchtigkeitstests Aufschluss über die Eignung des Materials. Jedenfalls sollten augenscheinlich nicht-intakte Ballen nicht zum Bau verwendet werden um Bauschäden zu vermeiden. (Minke; 2009)

Stroh und seine Eigenschaften

Verfügbarkeit und CO₂-Reduktion

Im Vergleich zu industriell hergestellten Baustoffen benötigt man für die Erzeugung von Strohballen nur eine geringe Menge an Energie. Stroh entsteht als Nebenprodukt der Landwirtschaft und benötigt für sein Wachstum Wasser und Sonne. Es ist beinahe überall auf der Welt regional verfügbar und benötigt für seine weiteren Verarbeitungsschritte zu Ballen keinen großen Aufwand, da die Ursprungsstruktur erhalten bleibt. Am Ende seiner Nutzung können Häuser aus Stroh in seine Einzelmaterialien demontiert und wieder in den ökologischen Kreislauf eingebracht werden. Auch nicht zu unterschätzen sind die geringen Transportkosten und -emissionen durch die regionale Verfügbarkeit.

Wärmeleitung und Wärmedämmung

Die beste Dämmwirkung weist Stroh auf, wenn die Strohballen hochgestellt in der Wand ausgerichtet sind. Wenn eine zusätzliche Dichte von mindestens 112g/m² und eine Ballendicke von 40 bis 50 Zentimeter verwendet wird kann ein U-Wert von 0,14-0,15 W/m²K erreicht werden. (Gruber et al; 2000) Dieser Wert bezeichnet den Wärmedurchgangskoeffizienten. Er beschreibt wie viel Wärmeenergie pro Grad Kelvin Temperaturunterschied durch die Fläche von einem m² Bauteil transportiert wird.

Außerdem positiv wirken die Lufteinschlüsse in den Hohlräumen der Strohhalme auf die Wärmeleitfähigkeit. Diese beschreibt den Wärmeverlust eines Körpers. Bei hoher Dichte ist die Leitfähigkeit hoch, bei geringer Dichte, wie sie Stroh aufweisen kann, ist sie niedrig.

Feuchtebeständigkeit

Die Lagerung von Strohballen in vor Feuchte geschützten Bereichen wurde oben schon erwähnt. Jedoch muss auch nach der Verarbeitung ein gewisser Feuchtschutz gewährleistet werden. Da Stroh selbst die Eigenschaft der Feuchteregulierung besitzt, sind diffusionsoffene Putze und Wandsysteme zu wählen. Dies schaffen Putze aus beispielsweise Lehm und Kalk, oder hinterlüftete Fassaden.

Um das Aufsteigen von Feuchtigkeit aus dem Boden zu verhindern, sind horizontale Sperrern aus Bitumen oder Ähnlichem an dem Übergang von Fundament zu Wandkonstruktion anzubringen. Von der Geländeoberkante ausgehend ist außerdem ein Spritzwasserschutz von 30 Zentimetern zu empfehlen. Wetterfeste Außenputze oder hinterlüftete Verschalungen schützen das Stroh schließlich vor Witterungseinflüssen. (Minke; 2009)

Brandbeständigkeit

Dass lose Strohhalme und Feuer eine höchst brennbare Mischung ausmachen ist weitreichend bekannt. Jedoch ist die Situation mit dicken, dicht gepressten Strohballenwänden inklusive Putzummhüllung eine ganz andere. Da die Zugabe von Sauerstoff maßgeblich für die Entfackung von Feuer verantwortlich ist, verhindert die dichte Pressung der Strohballen diese. Die zusätzliche Verkohlung der äußeren Schicht hemmt außerdem die Ausbreitung.

Tests in Österreich zur Feuerbeständigkeit belegen die Einstufung von Strohballenwänden mit einer Lehmputzschicht von einem Zentimeter in F30. Vergleichbare Überprüfungen lieferten ein Ergebnis von F90 mit Lehminnen- und Kalkaußenputz. (Minke; 2009)

Schallschutz

Dem Schallschutz liegen hauptsächlich Erfahrungswerte zu Grunde. Jedoch kann davon ausgegangen werden, dass eine zweiseitig verputzte Strohballenwand einen höheren Schalldämmwert aufweist als eine gleichschwere einschalige Wand. Den Ballen wird eine gewisse Federwirkung, sowie Absorptionsfähigkeit zugeschrieben. (Minke; 2009)

Nagetier-, Insekten- und Schimmelbefall

Als die weit verbreitetsten Vorurteile und Ängste gelten der Befall von Nagetieren, Insekten oder Schimmel. Jedoch ermöglicht die dichte Pressung von Strohballen für den Hausbau keinerlei Behausungsmöglichkeit für Getiere. Die aufgetragene Putzschicht erschwert das Einnisten in die Ballen auch den kleinsten Insekten. Sobald die Ähre restlos von den Strohhalmen getrennt wurde gibt es keinerlei nahrhafte oder verdauungsfähige Stoffe für die Tiere.

Um die Gefahr der Schimmelbildung zu minimieren, sollten vor der Verarbeitung der Strohballen Überprüfungen zur Strohfeuchte durchgeführt werden. Wird die Strohwand anschließend fachgerecht verputzt, stellt sie kein Allergiepotential mehr da. (Gruber et al; 2000)

Ökonomie

Der geringe Materialpreis und die einfache Handhabung der Strohballen, lassen ein hohes Einsparungspotential beim Hausbau zu. Die technisch einfache Stapelung der Ballen kann mit der nötigen maschinellen Unterstützung selbst erledigt werden. Auch durch die Gewinnung von Lehm für den Putz aus dem Aushub der Baugrube können weitere Kosten verringert werden.

Strohballenkonstruktionen

Lasttragend

Als „Nebraska“-Technik bekannt, werden Strohballen als überdimensionale Ziegel versetzt übereinander gestapelt, wobei die gesamte Last des Daches über die Wände in das Fundament übertragen wird. Dazu werden die Ballen auf am Fundament befestigte Stangen gespießt, um ausreichend Aussteifung zu gewährleisten. Aussparungen wie Fenster und Türen werden von Anfang an ausgelassen. Durch einen Ringbalken als oberer Abschluss werden die Lasten des Daches gleichmäßig auf die Wände übertragen. (Minke; 2009) (Gruber et al; 2000)

Wichtig sind die Verwendung von sehr dicht gepressten Strohballen und eine Vorspannung der Wand. Was bedeutet, dass der oben abschließende Ringbalken durch zusätzliche Gewindestangen oder Abspannungen mit dem Fundament auf Zug verbunden wird. Der Feuchtegehalt der Strohballen ist während des Baus ständig zu kontrollieren, um Schimmelbefall und Festigkeitsverlust zu vermeiden. Der Verputz kann erst nach der vollständigen Setzung des Gebäudes aufgebracht werden. (Minke; 2009) (Gruber et al; 2000)

Eindeutig sind hier Einschränkungen in Formgebung und Geschosshöhen zu erkennen. Ein lasttragendes Strohballenhaus beschränkt sich meist auf einfache Grundrisse, mit einer maximalen Gebäudehöhe von 2 Stockwerken. Weiters bleibt bei der Wanddicke wenig Spielraum. Mit einer minimalen Wanddicke von 36 cm ist grundlegend zu rechnen. Generell ist mit Wanddicken von einem Sechstel der Wandhöhe zu rechnen. (Minke; 2009) (Gruber et al; 2000)

Nicht-lasttragende Strohballenwände

Im Vergleich zu lasttragenden Strohballenhäusern haben die Strohballen hier keinerlei statische Funktion. Sie dienen hauptsächlich als Füll- und Dämmmaterial zwischen der tragenden Holzkonstruktion, die als Skelett- oder Rahmenbau ausgeführt wird. Die Stützen können in den einzelnen Systemen innerhalb oder außerhalb der Strohdämmung liegen. Die Strohballen agieren somit entweder als Ausfachung zwischen der Ständerkonstruktion oder als durchgehende Scheibe vor oder hinter den Holzstützen. Besteht die tragende Konstruktion rein aus Stützen ist eine zusätzliche Aussteifung gegen Wind erforderlich.

Die Loslösung der tragenden Strohballen ermöglicht eine höhere Flexibilität in der Gestaltung, sowie in der Anordnung und Dimensionierung der Wandöffnungen. Ebenso stellen mehrgeschossige Bauten keine Schwierigkeiten mehr dar. (Minke; 2004)

Strohballendächer

Die Strohdämmung des Daches folgt dem selben System wie das der Strohballenwand. Erforderlich ist hier eine Zwischenraumhöhe von 36 cm, für die Einbringung der Strohballen. Die Dachsparren weisen entweder bereits diese Dicke auf, oder bieten gegebenenfalls durch Aufdopplung den notwendigen Hohlraum.

Witterungsschutz bedingt ist auf die Dämmung eine horizontale Feuchtigkeitssperre anzubringen. Darauf folgt Konterlattung und Lattung bzw Dachdeckung. Im Innenbereich ist ein F30 Brandschutz zu gewährleisten, der durch das Anbringen einer Nut-Feder Holzverschalung oder einer Gipskartonplatte gegeben ist. Die Strohballen werden von oben zwischen die Sparren und auf die Untersichtsplatte eingebracht. Der Schutz vor Feuchtigkeit sollte dauerhaft gegeben sein. (Gruber et al; 2012)

Fundament

Das Fundament muss den Bodenumständen nach gewählt werden. Frosttiefe sowie die Tragfähigkeit des Bodens sind ausschlaggebend für die Wahl der Fundamentart. Eine Strohballenwand weist zumeist eine größere Dicke auf und benötigt daher ein breiteres Fundament.

Das Streifenfundament wird direkt unter der Strohballenwand bis in die frostfreie Zone des Bodens eingebracht. Um Beton und damit Kosten zu sparen, können Hohllochziegel den oberen Rand bilden. (Gruber et al; 2012)

Eine andere Möglichkeit ist die Errichtung von Punktfundamenten auf denen die Bodenplatte ruht. Weiters können alte ausgediente Autoreifen mit Schotter oder Erde gefüllt werden um als Fundament zu dienen. Diese Methode, sowie der Gebrauch von Europlatten um daraus eine hinterlüftete Ebene zu schaffen, eignen sich hauptsächlich für die Errichtung eines kleinen Gebäudes und erfordern einen festen und verdichteten Boden.

Der Anschluss der Strohballenwand zu Fundament ist so auszuführen, dass eine horizontale Sperre die Feuchtigkeit nicht aufsteigen lässt. Außerdem ist die Wand 30 cm von der Geländekante abzuheben, um Schäden durch Spritzwasserschutz zu vermeiden. (Gruber et al; 2012)

Fokus Lehm

Allgemein

Lehm als Baumaterial hat nicht nur in heißen klimatischen Gebieten eine lange Tradition, sondern kann diese auch in Nord- und Mitteleuropa aufweisen. Ein Material, das in vielen verschiedenen Zusammensetzungen in den Böden vorkommt und dadurch unterschiedliche Eigenschaften hat. So entwickelten sich vielfältige Methoden das Baumaterial einzusetzen. (Volhard; 2013)

Auch heute lebt ein Drittel der Menschheit in Lehmgebäuden. In den Entwicklungsländern herrscht nach wie vor Wohnraumnot, die mit Baumaterialien aus der industrialisierten Welt nicht abdeckbar wäre. Da Lehm in beinahe allen Gebieten der Erde vorkommt, eignet er sich als ideale Ressource. Er kann selbst abgebaut und verarbeitet werden. (Minke; 2017)

Als Baustoff weist Lehm eine hohe Atmungsaktivität auf, die das Raumklima nachweislich verbessert. Seine Masse lässt einen guten Schalldämm- sowie Wärmespeicherwert messen. Ebenso kann Baustellenaushub, mit der geeigneten Lehmbauqualität, direkt weiterverwendet werden, und muss nicht als Abfallprodukt abtransportiert werden.

In den Zeiten von endenden fossilen Rohstoffen und energieintensiver Produktion gewinnen Erzeugnisse aus nachwachsenden Rohstoffen immer größere Bedeutung. Im Baubereich besinnt man sich verstärkt auf die positiven Eigenschaften dieser Materialien.



Abb 14: rissiger Lehmboden

Geschichte von Lehm

Die Anwendung von Lehm als Baumaterial reicht in der Geschichte weit zurück. Aufzeichnungen belegen 9.000 Jahre alte Lehmbautechniken der alten Hochkulturen. Es handelte sich nicht rein um Wohnbauten, sondern ebenso wurden Kult- und Befestigungsbauten aus Stampflehm errichtet. (Minke; 2017)

Die chinesische Mauer, als die „große steinerne Mauer“ bekannt, wurde ursprünglich mit Hilfe von in Form gestampftem Lehm errichtet und erst später mit seinem namensgebenden Gestein verkleidet. In den Gebieten wo Holz als Baustoff gänzlich fehlte, entstand die Technik des Lehmgewölbebaus, der ganz ohne Schalung und überspannender Holzbalken auskommt.

Archäologische Funde aus dem 6. bis 5. Jahrhundert vor Christus belegen Befestigungsmauern aus der Bronzezeit in Europa, wo Lehm als Füllmaterial von Flechtwerkwänden verwendet wurde. Auch Stampflehmbauten für Festungsanlagen wurden Ende des 1. Jahrhunderts vor Christus zugeordnet. Ab dem Mittelalter wurde Lehm in Deutschland, und den umliegenden Ländern, hauptsächlich als Ausfachung und Verputzmaterial von Fachwerkhäusern genutzt. (Minke; 2017)

Allmählich wurde der Fachwerksbau ab dem 17. Jahrhundert von Mauerwerk aus Natur- und Ziegelsteinen verdrängt. Der beträchtliche Holzverbrauch des Fachwerksbaus führte unter anderem zu einer Holzknappheit. Die immer dichter besiedelten und verbauten Städte setzten vermehrt auf feuerbeständige Baustoffe wie Stein und Ziegel. (Volhard; 2013)

Für das kurze Aufleben des massiven Stampflehmbaus sorgten die Umstände des wiederum hohen Holzverbrauches bei der Produktion der Ziegelsteine, sowie das allgemeine Unbehaglichkeitsgefühl der Bewohner der Steinhäuser. Der von Frankreich aufkommende Hausbautrend mit Stampflehm, als „Pisé-Bau“ bezeichnet, schwappte nach Deutschland über. Es entstanden noch heute intakte mehrgeschossige Gebäude, die ebenso feuerfeste als auch gesunde und gemütliche Wohnungen versprachen. (Volhard; 2013)

Anders als in Frankreich konnte sich diese Bauweise in Deutschland und Österreich nicht lange behaupten. In Österreich, besonders im Burgenland und Weinviertel, kam der Bau mit Lehmsteinen auf. Seinen typischen Charakter erhielten die Gebäude durch die aufgetragene Kalkschlämme. Vor allem sichtbar sind diese Gebäudeensembles in den Kellergassen der Regionen. (Volhard; 2013)

Für Jahre nicht existent, erinnert man sich nach dem ersten und zweiten Weltkrieg wieder an Lehm. Zertrümmerte Städte, zerstörte Infrastruktur und Wohnungsnot erforderten einen schnellen Wiederaufbau. Die Knappheit von Baumaterial und Kapital, sowie beschränkte Transportmöglichkeiten führten dazu, dass in Deutschland wieder Lehmbauten, sogar ganze Siedlungen, errichtet wurden. Lehmbaunormen wurden in den 50er Jahren eingeführt, später wieder zurückgezogen. Seit den 80er und 90er Jahren kommt ein verstärktes ökologisches Bewusstsein auf. Der Begriff „Nachhaltigkeit“ wird neu geprägt. War es zunächst beinahe unmöglich geschulte Fachkräfte für ökologische Bauweisen zu finden, werden ab den 90er Jahren professionelle Ausbildungen angeboten. (Volhard; 2013)

Die Denkmalpflege hat einen großen Beitrag geleistet, alte Lehmbauwerke fachgerecht zu sanieren und nicht zu demontieren oder verkommen zu lassen. Initiativen in vielen Ländern entstehen und informieren über Lehm und andere Baustoffe aus ökologischen Rohstoffen.

Bestandteile

Lehm ist ein Verwitterungsprodukt aus Ton mit feinsandigen bis steinartigen Bestandteilen. Er unterscheidet sich durch seine Zusammensetzung.

Berglehm kommt an Berghängen vor und entsteht aus der Verwitterung von Ur- oder Sedimentärgestein. Er enthält kleine als auch große Gesteinsteile. Ist der Tonanteil ausreichend vorhanden kann er sehr gut als Stampflehm genutzt werden.

Geschiebe- oder Schwemmelehm besteht aus älteren Lehmen und Auslagerungen aus der Eiszeit. Er ist hauptsächlich im europäischen Flachland zu finden. Die darin enthaltene Menge Kalk reduziert die Bindekraft massiv. Geschiebelehm ist daher als Baulehm oft nicht geeignet. (Volhard; 2013)

Der bräunlich, gelbe Lösslehm entstand durch Stürme in der Eiszeit und hat einen hohen schluffhaltigen Anteil. Durch seinen geringen Tongehalt weist er eine niedrige Bindekraft auf. (Volhard; 2013)

Als Baulehm geeignete Lehmarten sind weniger abhängig von ihrer Herkunft als von den Eigenschaften, die sie aufweisen können. Bindekraft und Korngrößen des Mineralgerüsts sind entscheidend.

Die Korngrößen unterteilen die Bestandteile von Lehm in Gesteinspartikeln. Schluff weist den kleinsten Körnungsdurchmesser auf. Die Steigerung folgt in Sandkorn. Kies wird als die größte Körnung bezeichnet, die als Bestandteil von Lehm vorkommen kann. (Minke; 2013)

Als Bindemittel von Lehm wirkt Ton, der alle anderen Partikel miteinander verbindet. Schluff, Sand und Kies füllen also die Zwischenräume mit ihren unterschiedlichen Korngrößen aus. (Minke; 2013)

Ist der Tonanteil hoch, wird der Baulehm als „fett“ bezeichnet. Er ist geeignet für Leichtlehm und weist eine gute Klebekraft auf. Je fetter der Lehm ist, desto weniger wird von ihm benötigt um seine Leichtzuschläge zu umhüllen und fest zu trocknen. Ist in der Lehmerde nur wenig Tongehalt messbar, spricht man von magerem Lehm. Er darf nur nicht stark verflüssigt verarbeitet werden und kommt oft in Verbindung mit Fasern und Stroh zum Einsatz. (Minke; 2013)

Um festzustellen, ob Lehm als Baumaterial geeignet ist, stehen unterschiedliche Lehmprüfungsverfahren zur Verfügung. Hauptsächlich wird kontrolliert, ob genügend Bindekraft vorhanden ist. Ergänzend kann erwogen werden wie es um die weitere Aufbereitung zu einem geeignetem Baulehm steht. (Volhard; 2013)

Aufbereitung

Baulehm muss frei von Humus, Wurzeln und anderen organischen Verunreinigungen sein. (Minke; 2013) Es muss daher beim Abbau darauf geachtet werden tief genug zu graben. An seiner Farbe und seinem Geruch lässt sich feststellen, ob organische Fasern enthalten sind.

Beim Abbau ist gleich erkennbar, in welchem Zustand sich der Lehm befindet und ob er weitere Verarbeitungsschritte benötigt, um verwendet zu werden. Für die direkte Weiterverarbeitung zu Stampflehm eignet sich ein magerer, krümeliger und erdfeuchter Lehm. Ist er allerdings zu trocken kommt das „Einsumpfen“ zum Einsatz. Hier werden die Lehmklumpen in Wasser eingeweicht und zwei bis vier Tage später zu einer weichen Masse unter Zugabe von Zuschlagstoffen verknetet.

Kommt fetter und klumpiger Lehm zum Vorschein, muss dieser erst gut vermischt und verkleinert, teilweise auch abgemagert werden. Bei der Methode des „Auswintertlassens“ wurden die Lehmklumpen über den Winter aufgebracht, zersetzten sich durch den Frost und trockneten anschließend etwas aus. Bei modernen Varianten dieser Arbeit kommen Fräs-, Misch- und Walzmaschinen zum Einsatz. (Volhard; 2013)

Wenn für die Verarbeitung fetter Lehm benötigt wird, gibt es die Möglichkeit mageren Lehm „aufzuschlämmen“. Man benötigt hierfür eine dünnflüssige Lehmschlämme, die sich aus einem pulverförmigen Lehm-Wasser-Gemisch herstellen lässt. Auch Leichtlehm wird mit diesem Verfahren hergestellt.

Ist Lehm wiederum zu fett, dh er enthält zu viel Ton, kann er durch Zugabe von grobkörnigem Zuschlag abgemagert werden. Alternativ dazu können Haare, Sägemehl, Stroh oder ähnliche Zuschlagstoffe eingearbeitet werden, um eine beispielsweise bessere Wärmedämmfähigkeit zu generieren.

Generell sollte Baulehm vor seiner Verarbeitung 12 bis 48 Stunden feucht gelagert werden. Dieser Vorgang wird als „Mauken“ bezeichnet und erhöht die Bindekraft des Tons. (Volhard; 2013)

Lehm und seine Eigenschaften

Feuchteregulierung - Raumklima und Gesundheit

Lehmstoffe sind feinporig und haben eine hohe kapillare Leitfähigkeit. Lehm kann also Feuchtigkeit schnell aufnehmen und diese bei Bedarf auch wieder abgeben. Dadurch reguliert er den Feuchtegehalt der Raumluft maßgebend. (Volhard; 1999) Wir befinden uns zu einem Großteil in Räumen. Daher ist ein angenehmes, gesundes Raumklima für unsere Gesundheit sehr wichtig. Unsere Atemwege benötigen eine Luftfeuchtigkeit von 40 – 60%.

Ein Wert darunter kann zu einer Austrocknung der Schleimhäute führen. Dadurch besteht eine höhere Anfälligkeit für Erkältungen. Befindet sich die Luftfeuchtigkeit im Raum über 70% wird dies als unangenehm empfunden und darüber hinaus ein hervorragender Nährboden für Schimmelpilze geboten. Eine hohe relative Luftfeuchte in diesem Rahmenwert führt zu einem behaglichen Raumklima, das den Feinstaubgehalt der Luft reduziert und Abwehrkräfte aktiviert.

Insbesondere in den Wintermonaten herrscht in geschlossenen Räumen oft eine zu niedrige Luftfeuchtigkeit. Um den Feuchtegehalt des Raumklimas wieder anzupassen, sind Raumboflächen mit der Fähigkeit der Feuchtigkeitsabgabe zu bevorzugen. Lehm kann hier einen Wert aufweisen, der sich in seiner Geschwindigkeit der Feuchteabgabe auszeichnet. (Minke; 2017)

Wärmeschutz und -speicher

Der hohe Wärmeschutz von Lehm beruht auf seiner feinporigen Beschaffenheit, in dessen Hohlräumen Luft eingeschlossen wird. Ähnlich wie andere massive, schwere Baustoffe speichert Lehm Wärme und trägt dadurch zu einem angenehmen Raumklima bei. Bei direkter Sonneneinstrahlung kann diese Wärmespeicherung auch zu Energieeinsparungen beitragen. (Minke; 2017)

pH-Wert und Hautverträglichkeit

Lehm weist pH-Werte zwischen 7 und 8,5 auf. Es handelt sich somit um alkalische Werte, die in der Regel Schimmelpilzbildung verhindern. Natürlich kann der Einfluss von saurem Regen und anderem auf die obersten Schichten der Lehmentnahme Auswirkungen haben. Die Werte von Lehmmaterial sind stets vor Verwendung zu prüfen. (Minke; 2017)

CO₂-Reduktion:

Die Aufbereitung von Lehm benötigt im Vergleich zu anderen (industrialisierten) Baumaterialien wenig Energieaufwand. Oft kann Lehmstoff direkt aus dem Aushub der Baugrube gewonnen werden. Weist die Erde geeignete Eigenschaften zur Weiterverarbeitung auf, wird der Abtransport des Materials hinfällig. Ist kein geeigneter Lehm auf der Baustelle vorhanden, besteht meist die Möglichkeit für eine kostengünstige und nahegelegene Beschaffungsmöglichkeit.

Wasserfestigkeit

Lehm ist gegen Wassereinfluss nicht resistent. Bauliche Vorkehrungen müssen geschaffen werden um das Baumaterial vor der Witterung zu schützen. Während direkte Wassereinwirkung Lehm aus seiner Form löst und ihn wiederverwendbar macht, wird Wasserdampf ohne jeglicher Verformung des Materials aufgenommen.

Konserviert Holz

Wenn Lehm Holz oder andere organische Stoffe komplett umschließt, hält er diese trocken und geschützt vor Pilz- und Schimmelbefall. Man kann von einer Art Konservierung durch Lehm sprechen.



Abb 15: Stampflehm

Stampflehm

Erdfeuchter Lehm wird zwischen zwei Holzschalungsformen in 10 bis 15 cm dicken Schichten gefüllt. Anschließend wird dieser durch Stampfen verdichtet. Die Arbeit ist generell sehr kraft- und zeitintensiv. Durch große Lehmrohstoffvorkommenisse und passende klimatische Verhältnisse werden Stampflehmwände nach wie vor zu einem großen Teil in Entwicklungsländern gebaut. Im Vergleich zur Nasslehmverarbeitung weisen Stampflehmwände eine hohe Lebensdauer auf. (Minke; 2017) (Volhard; 1999)

Klimatische Umgebungen, wie sie oft in Entwicklungsländern herrschen, sind ideal für die Errichtung und den Trocknungsprozess der massiven Lehmwände. Auch die weitere Verarbeitung der Wandoberfläche ist nicht notwendig. Jedoch hat man mit einem massiven zeitlichen Aufwand bei der Errichtung zu rechnen. Um dem entgegen zu wirken, sind bereits elektrisch- und pneumatisch betriebene Stampfer in den USA und Australien im Einsatz. Für diese Art der Verdichtung sind jedoch weiterentwickelte Schalentechniken erforderlich. (Minke; 2017) (Volhard; 1999)

Ursprünglich wurden die seitlichen Schaltafeln durch Traversen zusammengehalten. Weiterentwicklungen lassen ebenso abgerundete Ecken und gebogene Wände zu. Generell ist bei Schalungsbrettern beachtet werden, dass die Befestigung so stabil ist, dass der eingefüllte Lehm die Bretter beim Verdichten nicht durchbiegen lässt. Sie sollten transportabel und nachjustierbar sein, sowie den Ausgleich von Wandstärketoleranzen zulassen.

Bei der Herstellung ist zu beachten, dass die Lehmwand durchgehend feucht in feucht nachgefüllt wird um so ein Schwinden während der Trocknung zu verhindern. Auch nachdem die Schalplatten entfernt werden, weist die Wand weiterhin eine hohe Feuchtigkeit auf. Dies lässt ein einfaches Einschlagen von Nägeln und Nachformen der Wand zu. (Minke; 2017) (Volhard; 1999)

Wellerlehm

Wellerlehm besteht aus einem Gemisch aus Lehm und Stroh, wobei der Strohanteil hier größer ist als bei Stampflehm. Er wird heutzutage hauptsächlich für die Sanierung und Instandhaltung von Wellerlehmgebäuden angewendet. In der Herstellung von Wänden werden keine Schalungstafeln genutzt. Das Lehmgemenge, mit geringem Steinanteil, wird in Schichten aufeinander gesetzt. Die Überlappungen werden anschließend zu einer geraden Kante abgestochen. (Minke; 2017) (Volhard; 1999)

Ausfachung

Im Fachwerksbau wird seit Jahrhunderten Lehm zum Ausfüllen der Felder zwischen den Ständern, Riegeln und Verstreben genutzt. Dies wird als „Ausfachen“ bezeichnet. Für diese Art der Lehmverwendungen gibt es verschiedene Fülltechniken.

Wandkonstruktionen bestehen im Fachwerksbau aus tragenden vertikalen Stützen in einem regelmäßigen Raster, die horizontal von Balken begrenzt werden. Zwischen diesem primären Gerüst werden dünnere Holz- und Rohrprofile eingefügt, die sich zu einem Flechtwerk formen. Durch das Anbringen von Lehmputzen werden die Hohlräume aufgefüllt und anschließend glatt gestrichen. Die Aufgabe des Lehmputzes ist es die sekundäre Konstruktion komplett zu umhüllen und zu konservieren. Durch das Aufspritzen von Lehm auf das Geflecht kann diese sehr zeitintensive Arbeit umgangen werden. Allerdings liegt der Nachteil dieser Technik in dem sehr flüssigen Lehmgemisch, das durch seine geringe Masse zu verstärkter Rissbildung bei der Trocknung führen kann. Durch das Beimengen von bestimmten Zuschlägen soll dieses Problem umgangen werden. (Minke; 2017)



Abb 16: lufttrocknende Lehmsteine

Lehmsteine und Grünlinge

Aus Lehmsteinen wurden bereits 8.000 vor Christus erste Gebäude errichtet. Ihre Verwendung zog sich durch die Hochkulturen und alle klimatischen Regionen bis in die Zeit der Besiedelung der USA, sowie bis in unsere Gebiete.

Lehmsteine können in zwei Arten hergestellt werden. Durch das in-Form-Stampfen von erdfeuchten, mageren Lehm oder durch das Einwerfen von Lehmputzen in eine dafür vorgesehene Holzform. Die zweite Variante wird noch heute in Entwicklungsländern angewendet. Unter Zusetzung von gehäckseltem Stroh wird der Lehmbrei in die Holzformen geworfen und am Boden unter der Sonne getrocknet. Zur weiteren Verwendung können Lehmsteine und Leichtlehmsteine für Wandausfachungen, Deckenauflagen, Vorsatzschalen und ebenso für tragende Mauerwerke eingesetzt werden. (Minke; 2017) (Volhard; 1999)

Lt. DIN 18951 §8, Abschnitt 1 werden Lehmsteine folgend benutzt: „Lehmsteinwände werden aus Lehmsteinen mit dünnflüssigem Lehmmörtel, Kalkmörtel oder hydraulischem Kalkmörtel in ordnungsgemäßem Verbands handwerksgerecht gemauert“. (Minke; 2017)

Reiner Zement- oder Kalk-Zementmörtel sollte allerdings nicht verwendet werden, da die Rissgefahr hier sehr hoch ist. Zur Auftragung des Mörtels ist zu beachten, dass er nicht zu dick aufgetragen wird, sonst entziehen die Lehmsteine dem Mörtel die Feuchtigkeit. Ein mit Sand stark abgemagerter Mörtel ist hier zu bevorzugen.

Da Grünlinge aus stark tonhaltigem Lehm geformt und nicht getrocknet werden, ist für die weitere Verarbeitung kein Mörtel notwendig. Voraussetzung hierfür ist, die vorherige Lagerung in einem Wasserbad, bis die Oberfläche der Steine weich und schmierig ist. Durch Druckausübung bei der Verlegung, sind die Steine nach ihrer Austrocknung miteinander verbunden. Da die Verlegung von Grünlingen nur wenig Ausgleichstoleranz zulässt, wird von dieser Technik nur selten Gebrauch gemacht. Da sie in keiner Form ausgetrocknet wurden, sind sie stark wasser- und frostempfindlich. Sie dürfen für tragendes Mauerwerk und Außenwänden nicht verwendet werden. (Minke; 2017) (Volhard; 1999)

Um die positiven Eigenschaften der Feuchtigkeitsregulierung von Lehmsteinwänden nicht zu beeinträchtigen, ist von einer weiteren Behandlung der Oberfläche, durch jeglichen Putz oder ähnlichem, abzusehen. (Minke; 2017)

Lehmplatten

Lehmplatten werden für den Innenausbau hergestellt. Sie können ähnlich wie Gipskartonplatten auf Innenwandkonstruktionen geklebt oder geschraubt werden. Die Fugen zwischen den Einzelteilen werden anschließend flächig verspachtelt und verputzt. Der Zwischenraum der Konstruktion wird mit Dämmung ausgefüllt. (Volhard; 1999)

Ebenso gibt es dickere Varianten der Platten, die selbsttragend in den Raum gestellt werden können. Die Verbindungen zueinander werden durch ein Nut-Feder-System geschaffen. Für die Erhöhung der Biegefestigkeit kann Bewehrung aus Schilfmatten eingearbeitet werden.

Auch im Fußbodenaufbau können hierfür eigens hergestellte Lehmplatten genutzt werden. Sie werden in Lehmörtel verlegt und haben gegenüber von Stampflehm-böden den Vorteil, keine Trockenschwindrisse aufkommen zu lassen.

Lehmmörtel und -putz

Lehmputz besteht aus einem Gemisch aus vorwiegend Sand und Schluff sowie aus Ton. Der Tonanteil soll hier eher gering sein, sodass von einem mageren Lehm gesprochen werden kann. Ein zu fettes Lehmgemisch kann zu Rissbildung bei der Austrocknung durch ein hohes Schwindmaß führen. Eine genaue Aussage über die geeignete Zusammensetzung der einzelnen Komponenten zu treffen ist schwer. Am besten wäre es, mehrere Gemische herzustellen und diese für eine Probeanwendung aufzutragen. Einige Tage später können die Resultate verglichen werden, und die am geeignetste Variante angewendet werden. (Minke; 2017)

Die Oberfläche, auf die der Lehmputz aufgetragen werden soll, muss folgende Eigenschaften aufweisen können. Zum einen erhärtet Lehmputz durch Austrocknung. Dafür muss der vorhandene Untergrund genügend rau sein. Zum Aufrauen der Oberflächen können mit der Kelle oder mit Nageleisen regelmäßige Unebenheiten in die Wand eingebracht werden. (Moderner-Lehmbau; Stand Sept 2018)

Weiters ziehen verschiedene Untergründe unterschiedlich schnell Wasser aus dem Putz. Dazu sollten stark saugende Oberflächen vor dem Auftragen des Putzes genässt werden. Dies trifft auf Beton-, Ziegel- und Natursteinuntergründe zu, um eine gleichmäßige Austrocknung des Lehmputzes zu gewährleisten. (Minke; 2017)

Bei vorhandenen Lehmuntergründen oder labilen Stellen, kann zur besseren Haftvermittlung ein Putzträger, wie Schilfrohmatten, angebracht werden, der vollständig durch den Unterputz abgedeckt wird.

Lehmputze werden in der Regel in gleicher Art und mit gleichen Werkzeugen wie Kalkputze aufgetragen. Sie werden angeworfen, aufgezogen, mit der Kartätsche abgezogen und gerieben. Lehmputze mit einer Dicke von einem Zentimeter oder mehr, werden in mehreren Schichten aufgetragen, um Rissbildungen bei der Trocknung zu verhindern.

Dem Lehmputz können auch Zusätze in Form von Haaren, Altpapierflocken oder andere Fasern hinzugefügt werden. Diese bewirken eine bessere Verarbeitung des Mörtels, sowie eine höhere Zugfestigkeit bei der Austrocknung.

Die positive Eigenschaft der Wiederverwertung von Lehm durch die Zugabe von Wasser birgt auch einige Probleme. Um Lehmaußenputz vor der Witterung zu schützen, können bauliche Vorkehrungen getroffen werden, die einen ausreichend ausladenden Dachvorsprung oder eine geeignete Sockelausbildung mit 30 bis 50 cm hoher Ausbildung über Geländehöhe gewährleisten. Für einen stabilen Lehmaußenputz sind Zusätze wie Kalk, Zement, Gips, Kuhdung und ähnliches notwendig. Sie sind nach dem Aushärten nicht mehr durch Wasser auflösbar. Sie können an Außenwänden mit gemäßigttem Witterungseinfluss aufgebracht werden. Hierbei zu beachten ist allerdings die ausreichende Dampfdiffusionsoffenheit von Außenputz und Anstrich, um Tauwasser und kondensierten Wasserdampf nach außen ableiten zu können. (Minke; 2017) (Moderner-Lehmbau; Stand Sept 2018)

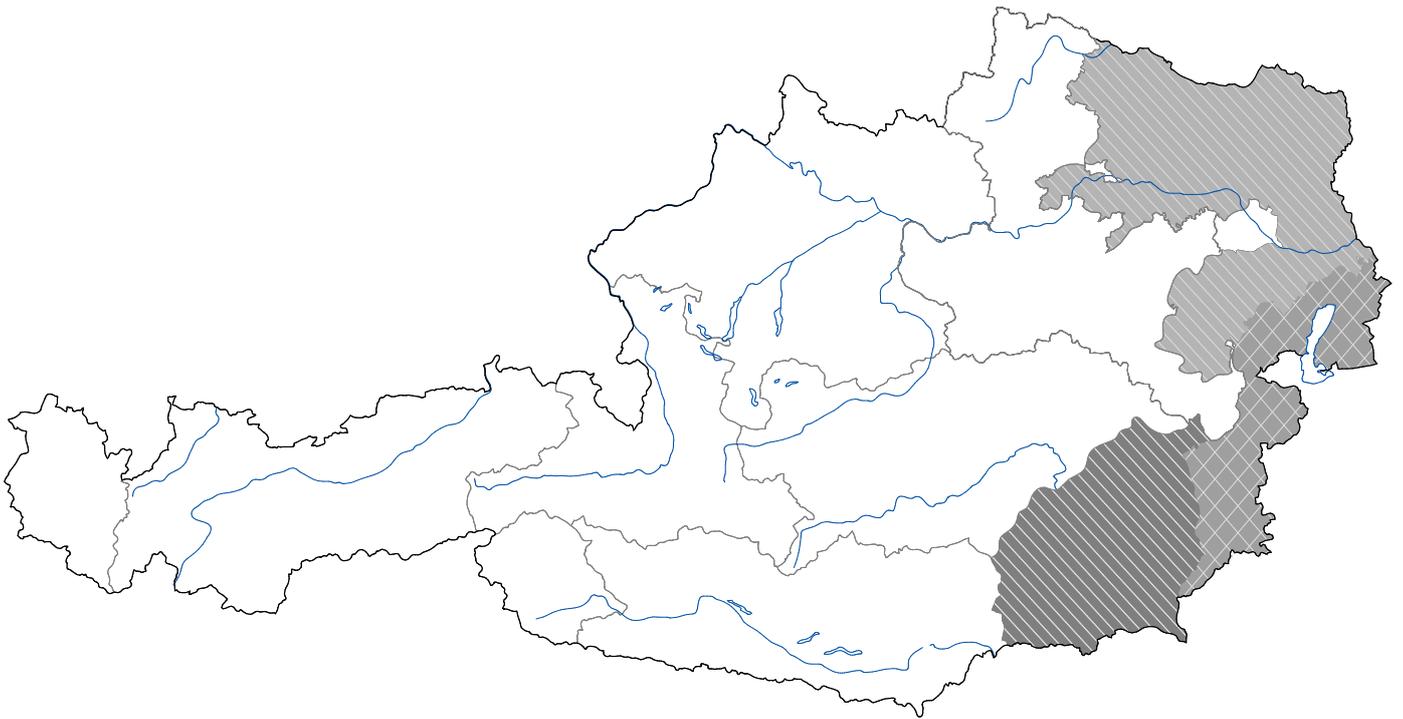
Lehmputze zeichnen sich nicht nur durch ihre energiesparende Beschaffung und positiven Auswirkungen auf das Raumklima aus. Sie können auch gestalterisch eine große Varianz aufweisen.

Ob als Abdrücke und Einkerbungen direkt in den noch feuchten Putz oder Aufkleben von ornamentartigem Lehmstück. In Japan werden beispielsweise Putze hergestellt, die mit speziellen Zusätzen wie Eisenspänen zwar eine geglättete Oberfläche entstehen lassen, allerdings eine gewisse Lebendigkeit ausstrahlen.

Die Einfärbung von Putzen lässt sich ganz einfach durch die Zugabe von bunter Erde herstellen. Auch eine glänzende, milchige Oberfläche, die an Marmor erinnert, kann durch eine besondere Technik aus Japan mit Kalkanstrichen hergestellt werden. (Moderner-Lehmbau; Stand Sept 2018)

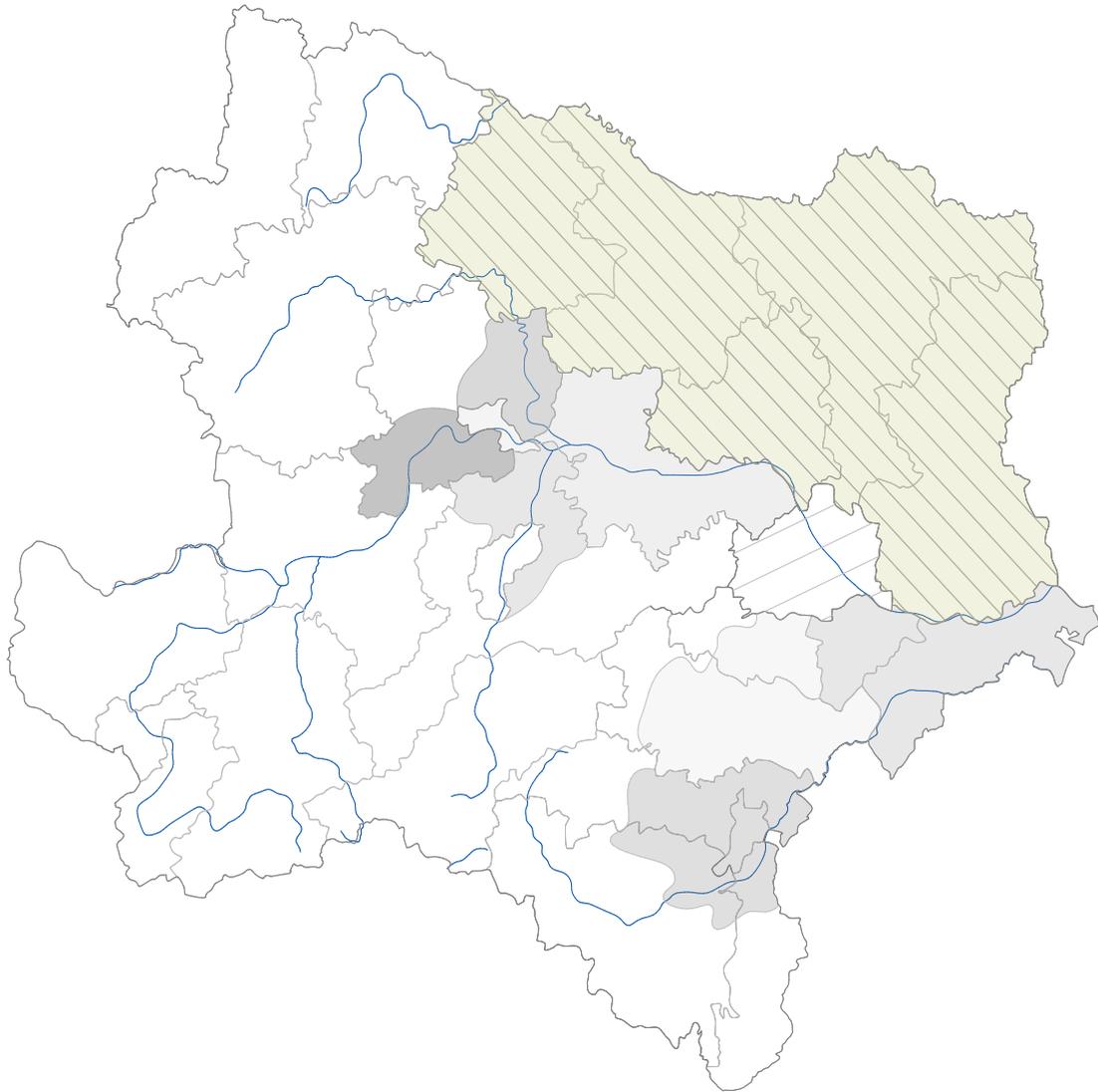
Bestandsanalyse

Weinanbau in Österreich

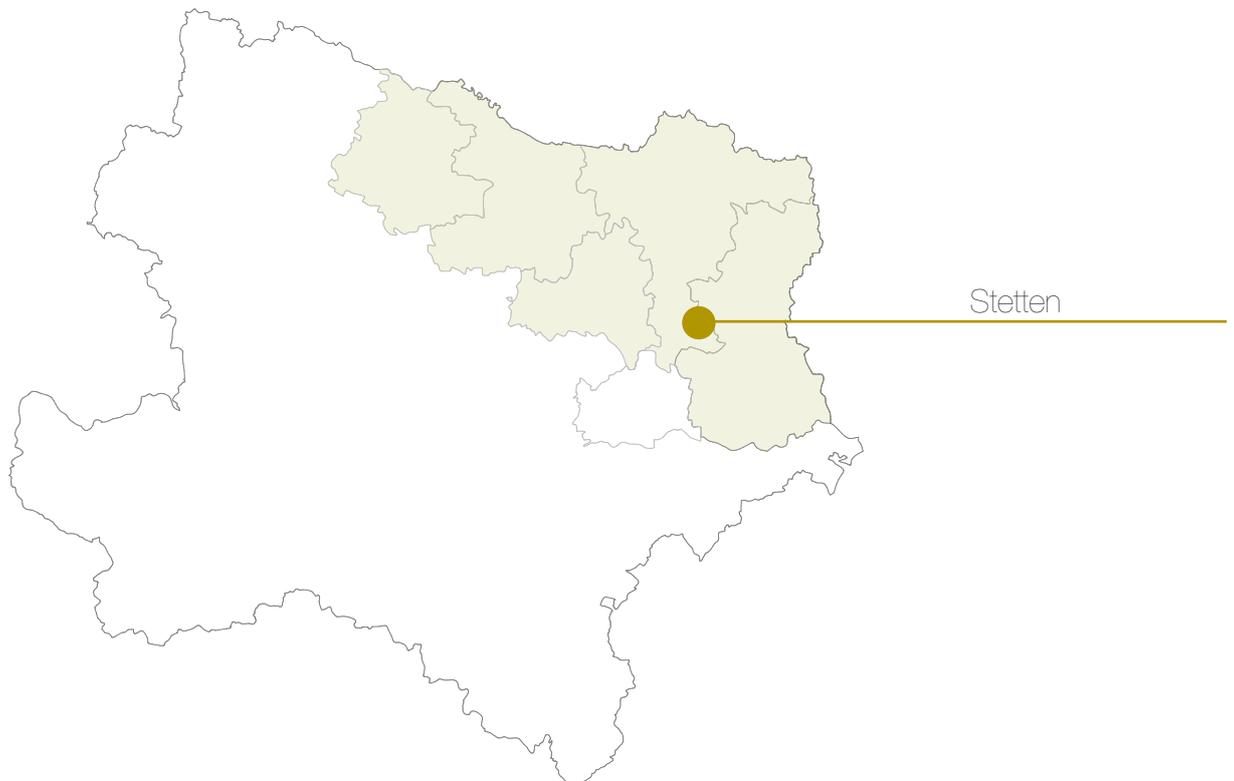


-  Weinbauggebiet Niederösterreich
-  Weinbauggebiet Burgenland
-  Weinbauggebiet Steiermark

Weinbaugebiete in Niederösterreich



Das Weinviertel



Niederösterreich teilt sich in vier Teile auf. Diese sind im südlichen Teil das Most- und Industrieviertel und im nördlichen das Wald- und Weinviertel. Der Name „Weinviertel“ wird seit etwa einem Jahrhundert gebraucht und beschreibt das Gebiet sehr gut. Es benennt mit seinen 13.585 ha Weinbaufläche das größte Weinbaugebiet Österreichs.

Umrahmt wird das Weinviertel durch die Flussbiegungen der Thaya, March und Donau, sowie im Westen durch die Erhebung des Manhartsberges.

Durch die ausgesprochen guten Bodenverhältnisse und das günstige Klima ließen sich bereits früher als in anderen Teilen Österreichs Siedler in dieser Gegend nieder. Gebietstypisch für das Weinviertel ist der Anbau des Grünen Veltlinsers. Seit 2003 wurde die Marke Weinviertel DAC eingeführt und beschreibt eben diese würzig-pfeffrige Würze, die in den Böden dieses Weinbaugebietes seine idealen Nährstoffe findet. Jedoch sind auch viele andere Sorten, hauptsächlich Weißwein, in den weitläufigen und unterschiedlichen Gebieten des Weinviertels zu finden. (<http://www.weinviertel-360grad.at/geschichte/>; Stand September 2018)

Neben der Wein- und großflächigen Agrarwirtschaft bilden touristische und kulturelle Veranstaltungen einen wichtigen Einkommenszweig. Die gut ausgebaute Infrastruktur schafft eine enge Bindung mit dem unmittelbar angrenzenden Wien.

Topographie

Der Ort Stetten befindet sich im südlichen Teil des Weinviertels, welcher dem politischen Bezirk Korneuburg zugeordnet wird. Stetten bildet eine eigene Katastralgemeinde mit einer Fläche von 7,5 km². Die Gemeinde verzeichnet nach aktuellem Stand 1.387 Einwohner (Stand 1. Jänner 2018) ([https://de.wikipedia.org/wiki/Stetten_\(Niederösterreich\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Stetten_(Niederösterreich)); Stand Sept 2018). Situiert auf den Ausläufern des Bisamberges erhält man auf den höher gelagerten Bereichen einen Ausblick auf das Wiener Becken, sowie nach Klosterneuburg mit dem angrenzenden Kahlenberg. Umringt ist Stetten von den Orten Tresdorf, Seebar, Flandorf und in direkter Nachbarschaft zur Bezirkshauptstadt Korneuburg. Die Gemeinde Stetten beteiligt sich mit kulinarischen und kulturellen Veranstaltungen an dem Tourismusnetzwerk „10 vor Wien“.

Architektur

Die städtebauliche Struktur entspricht der eines Angerdorfes. Die Ausbreitung des Ortes erfolgte von dem heute noch erhaltenen Zentrumsplatz, weiter über die Hauptachsen die nordsüdlich und ostwestlich verlaufen. Die geschlossenen Gebäudefronten ziehen sich entlang genau dieser Hauptstraßen, in den neuer erschlossenen Gebieten haben sich hauptsächlich alleinstehende Einfamilienhäuser angeordnet. Einen wichtigen wirtschaftlichen Aspekt des Ortes macht der Wein- und Ackerbau aus. Dadurch sind auch heute noch die alten Bauernhof und -hausstrukturen erhalten, welche maßgebend das Ortsbild prägen.

Weinanbau beeinflusst nicht nur das Erscheinungsbild des Dorfes, sondern hat großen Einfluss auf das kulturelle und gastronomische Geschehen vor Ort. Heurigen und Buschenschänke haben ganzjährig geöffnet und vertreiben den lokal angebauten und produzierten Wein. Das Dorf ist östlich von Weingärten begrenzt, welche sich hauptsächlich in den höheren Gebieten, entlang des sogenannten Himmelweges und Neubergs anordnen.

Infrastruktur

Die unmittelbare Nähe zu Wien schafft entlang des Speckgürtels eine hohe Wohnungsnachfrage und lies in den letzten Jahren die Grundstückspreise in die Höhe schnellen. Eine gute öffentliche Anbindung, sowie die direkte Lage entlang der S1 und A22 ermöglichen ein schnelles Erreichen Wiens, als auch Tulln, Krems und St. Pölten. Durch diese Begünstigungen pendelt ein Großteil der Bewohner in die umliegenden Städte. Durch die optimale Lage der Gemeinde ist die Ansiedlung von größeren Firmen in den letzten Jahren stark angestiegen.

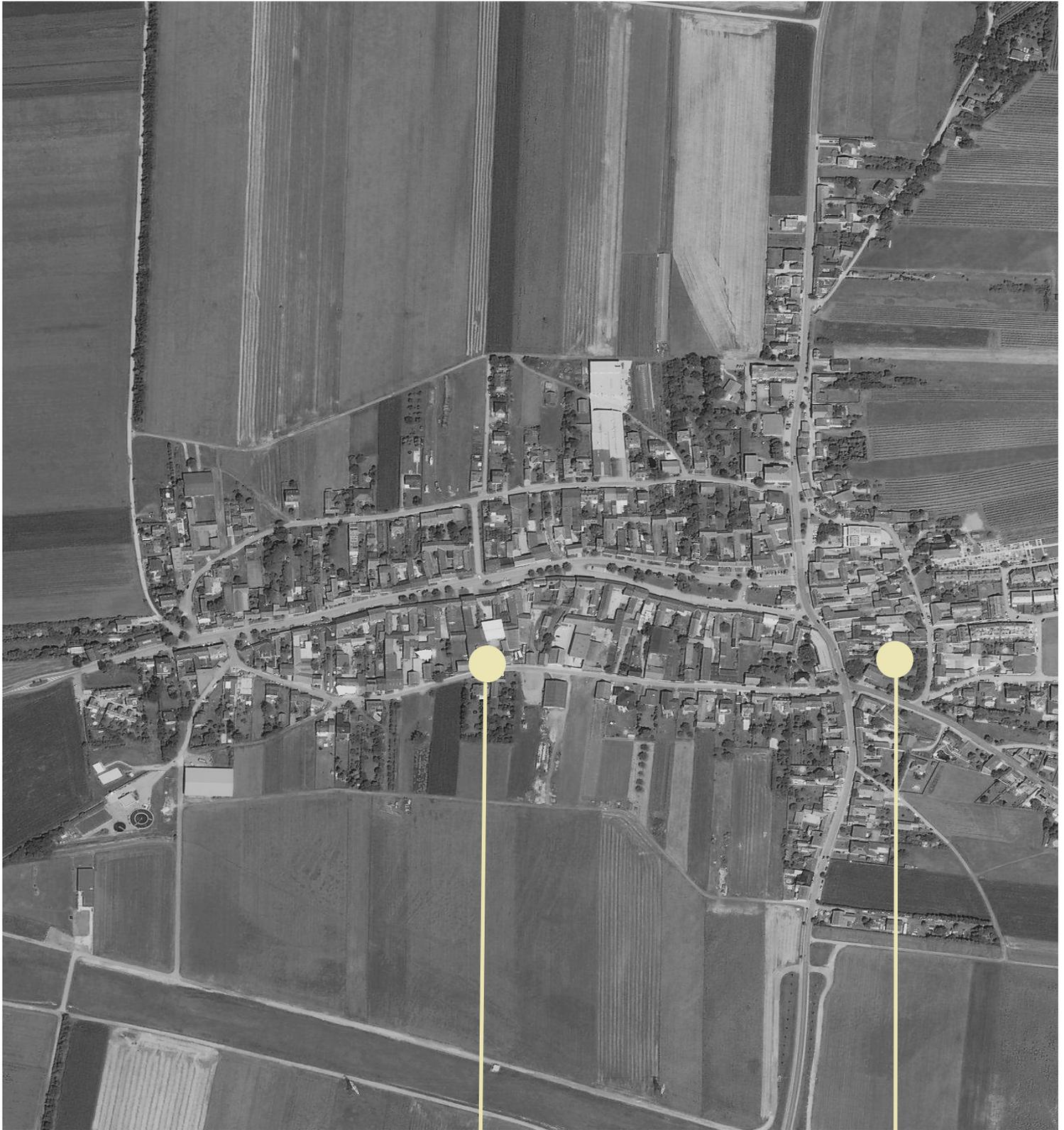
Kultur

In Zusammenarbeit mit Weinviertel Tourismus entstanden entlang der Weingärten Weinwander- und radwege. Der jährliche Weintag, sowie das „Tafeln im Weinviertel“, bieten Weinliebhabern über die Buschenschänke hinaus einen Anlass zu einem Besuch. Das Leben in der Gemeinde wird gestärkt durch den Erhalt des örtlichen Kindergartens, der Volksschule und der regen Teilnahme an kirchlichen Aktivitäten.





Stetten



Weingut

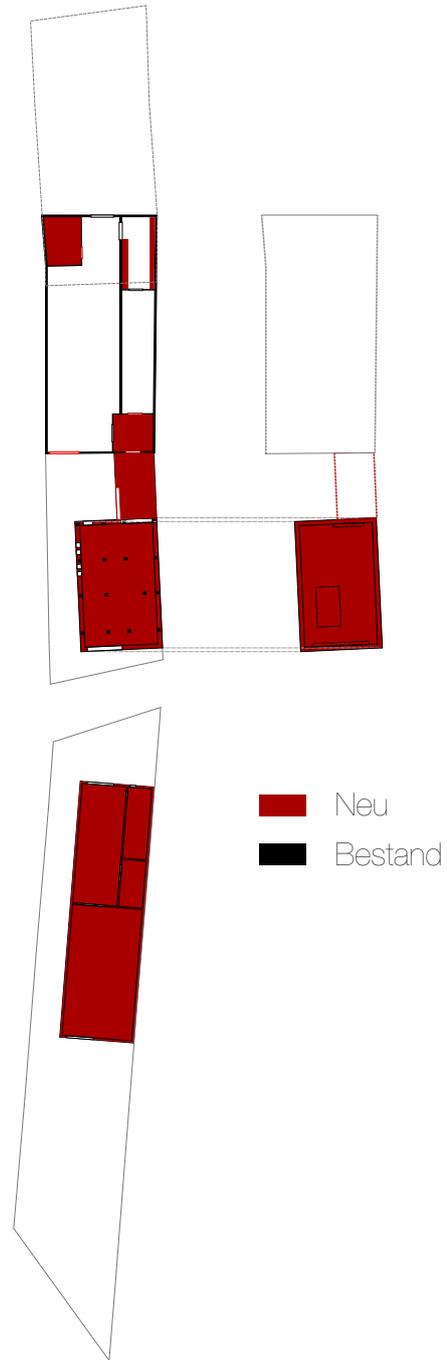
Buschenschank





 Weinarbau





Geschichte des Weingutes

Das Weingut Jatschka wird in dritter Generation von Sebastian Jatschka geführt. Sein Großvater, Franz Jatschka sen, hat 1922 mit dem Setzen des ersten Weinstockes den Grundstein für das Familienunternehmen gelegt. Franz Jatschka führte das Weingut Jahre später weiter und schaffte durch den Bau eines Buschenschanklokales, welches 1997 umgebaut und in einen zeitlosen Bauernstil umgestaltet wurde, sich in der Gastronomie und im Weinverkauf zu etablieren.

Mit der Übernahme durch Sebastian wurde schließlich ein weiterer Schritt in die Revitalisierung des Weingutes und der Marke gemacht. Mit der Umgestaltung der Flaschenercheinung und Neustrukturierung der Arbeit im Weingarten und Keller werden neue Qualitätsstufen erreicht. Was bei all den Neuerungen jedoch nicht vergessen wird, ist das Feingefühl und die Handarbeit, die jeder Weinrebe zuteil wird. Generationenübergreifendes Wissen, fruchtbare Böden und ein gesundes Ökosystem bilden die Zutaten eines unverfälschten und guten Weines. So die Philosophie des Winzers. Abgesehen vom Weingut wird ein Buschenschanklokal auch heute noch betrieben und trägt zu einem Großteil zum Vertrieb des Weines bei. Wie in den Karten auf vorigen Seiten eingezeichnet befindet sich die Gastronomie etwa 700 m weiter östlich, in direkter Nachbarschaft der Kirche.

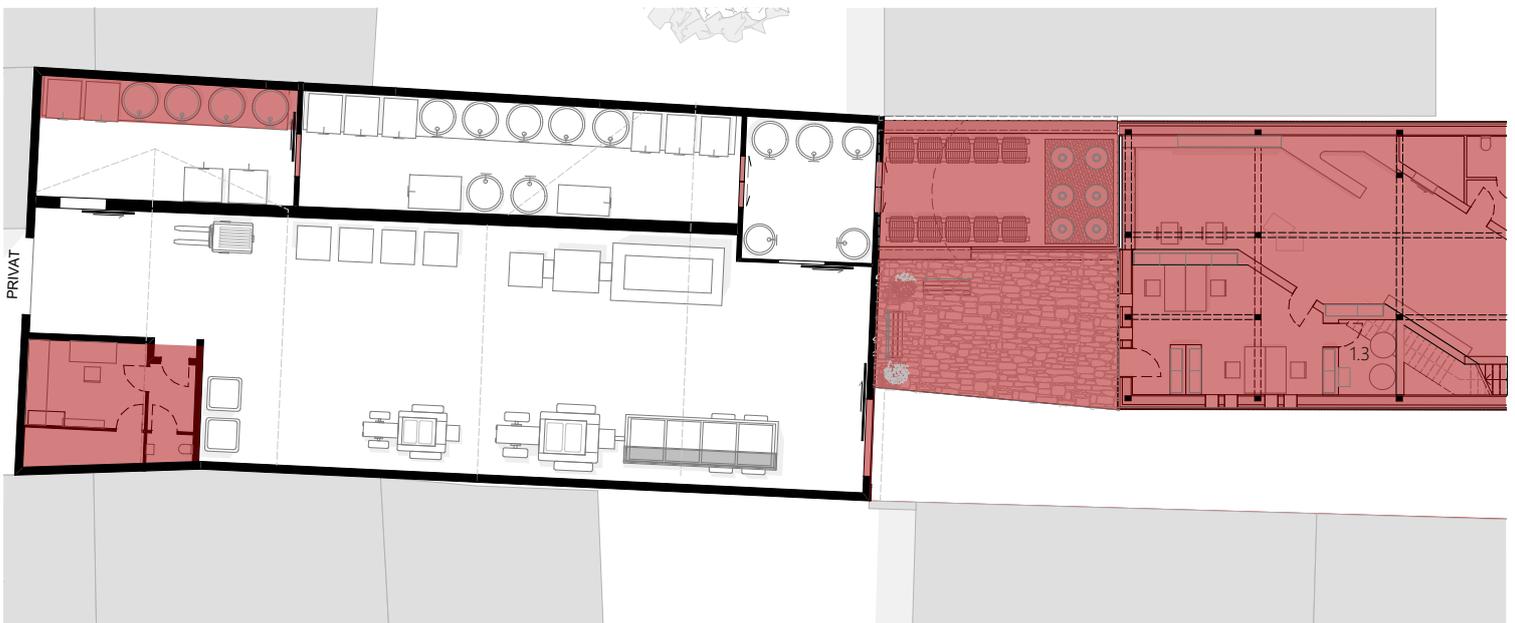
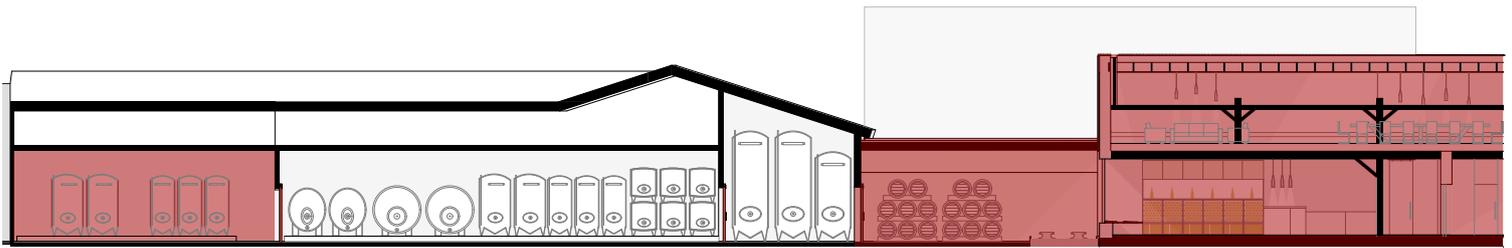
Bestand und Neubau

Der Bauplatz, der in dieser Projektarbeit bearbeitet wird, setzt sich aus zwei Grundstücken zusammen. Das Nördliche teilt sich seine Gebäude mit einem weiterem Grundstück. Auf der Hauptstraße gelegen besteht seit über hundert Jahren das private Wohnhaus der Familie. Davon abgesetzt reihen sich die Weinkeller und der Arbeitsbereich der Weinproduktion Richtung Süden auf. Der Weinkeller bleibt in seinen Grundmauern bestehen, erlangt allerdings durch die Zubauten mehr Möglichkeit zur Ausbreitung und Optimierung.

Der bestehende Stadl, der hauptsächlich als Lagerplatz von Maschinen diente, soll in seiner Tragkonstruktion und seinem Standort weitestgehend erhalten bleiben. Direkt anschließen soll sich ein neues Weinlager, ein Kellergewölbe, das direkten Einblick in die Lagerung der Holzfässer ermöglicht.

Auf dem brach gelegenen Grundstück 2 entsteht ein kompletter Neubau, der Platz für Lagerung von Flaschen und Maschinen ermöglicht und gleichzeitig Gemeinschaftsfläche für Arbeiter und Mitthelfer bieten soll.

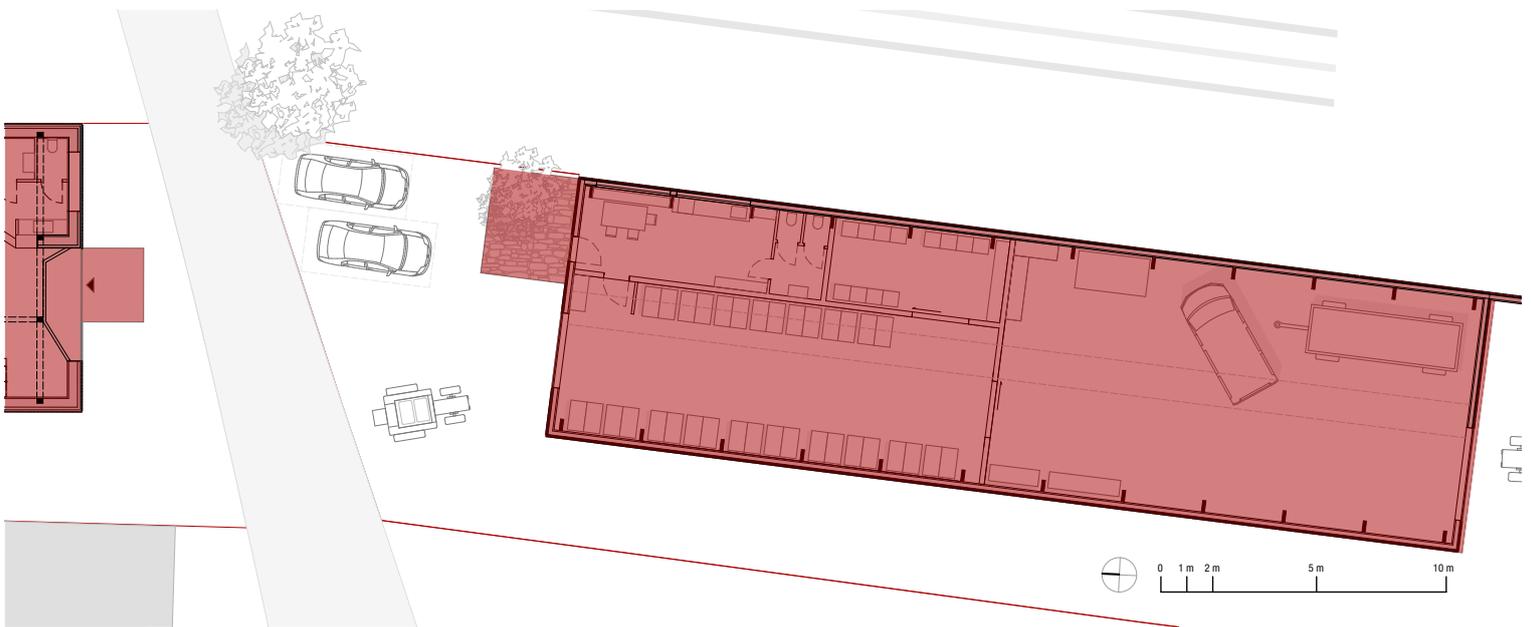
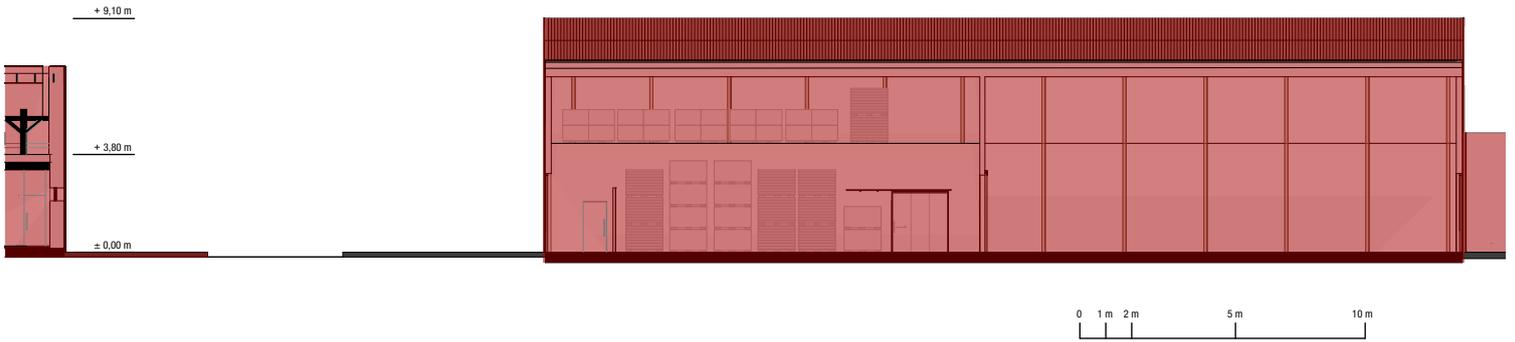
Bestandspläne



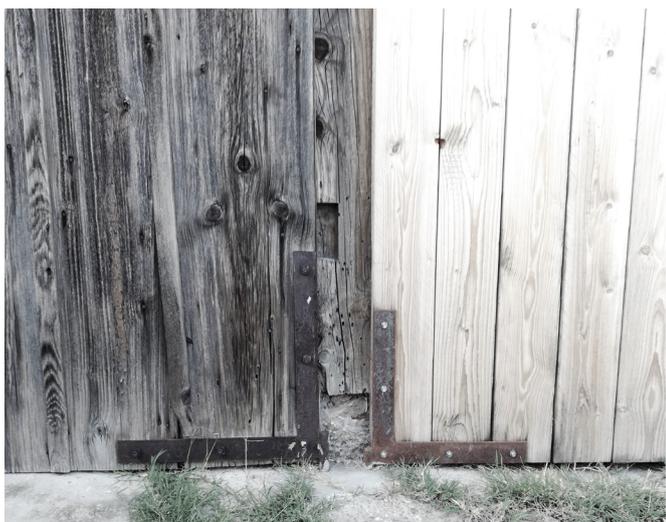
Neu



Bestand

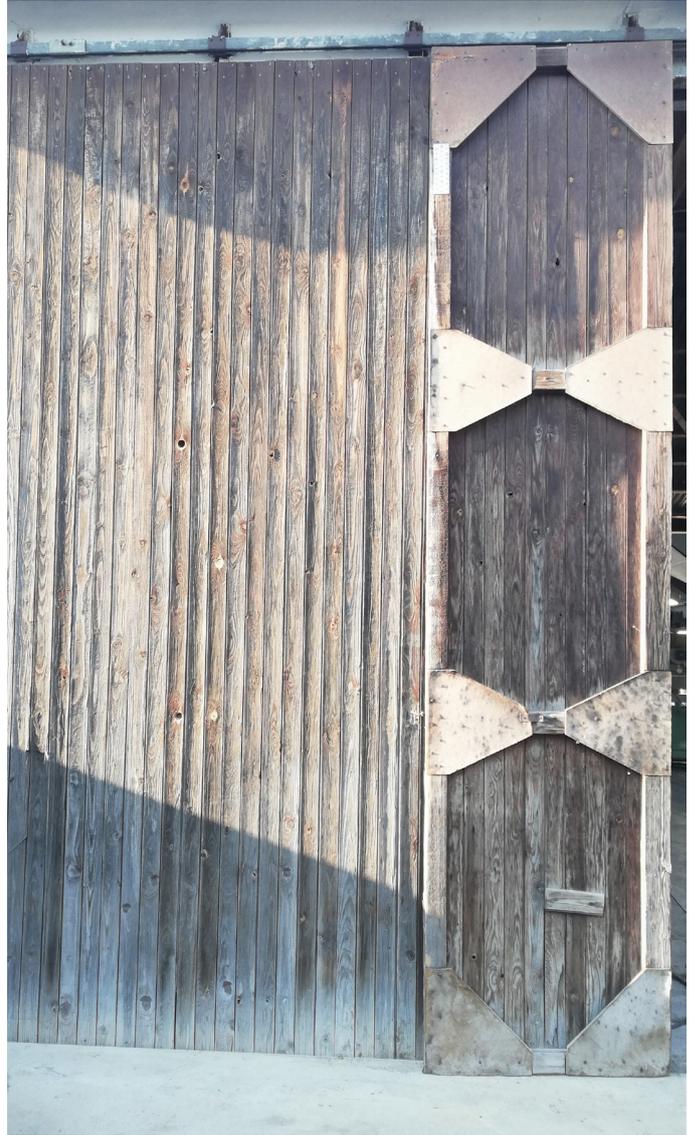
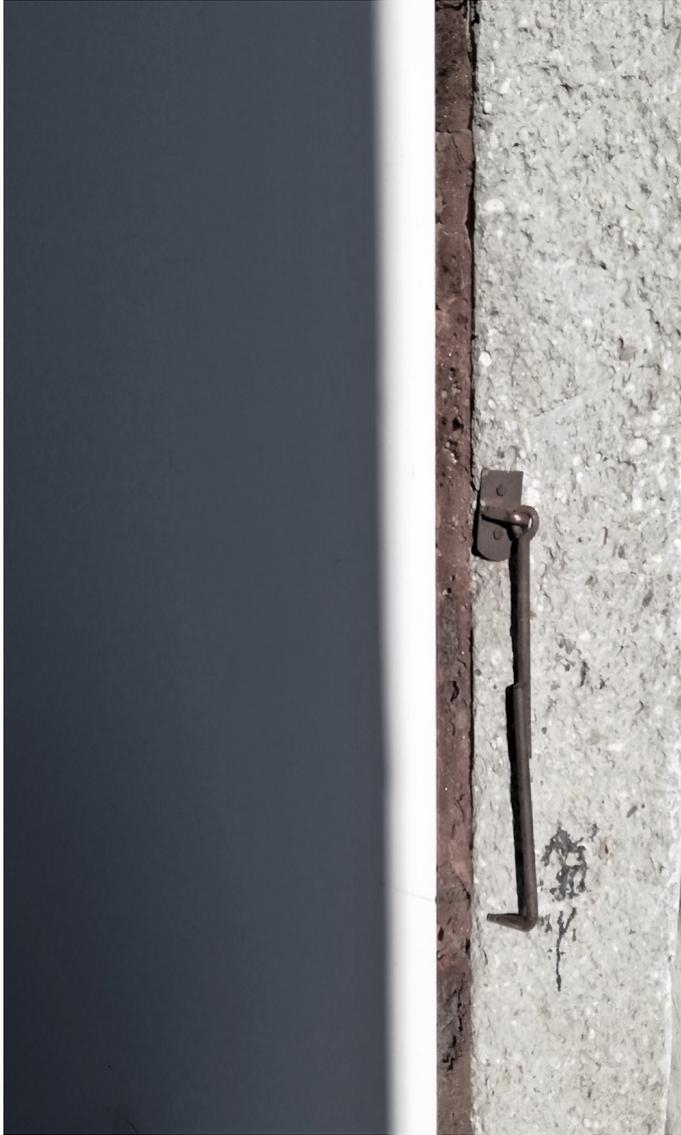












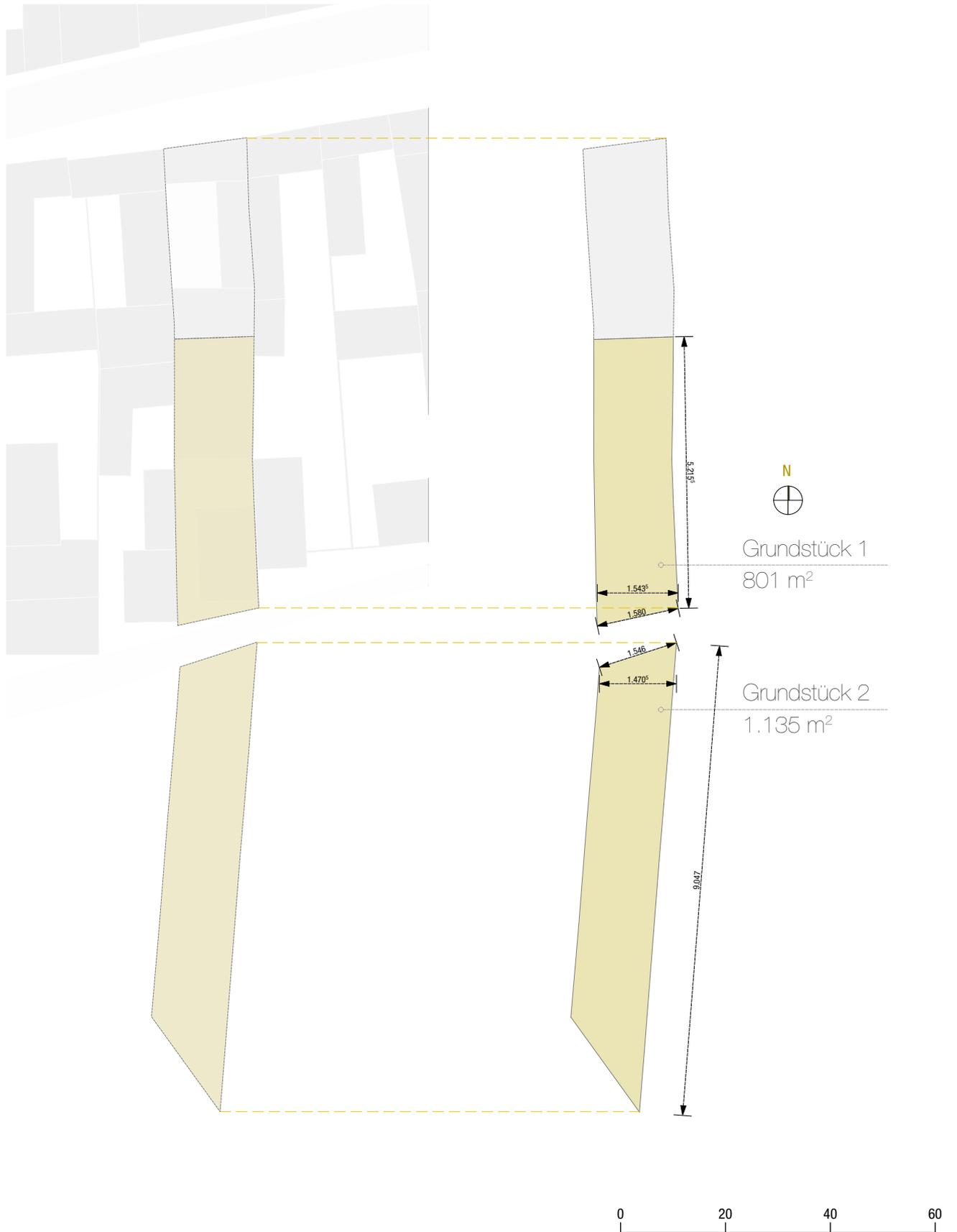




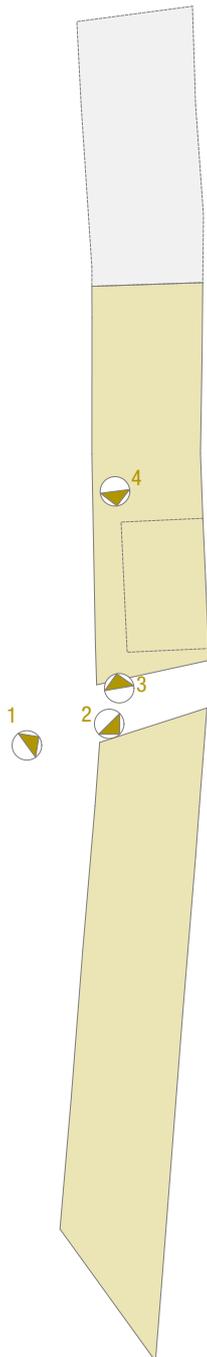


Der Entwurf

Das Grundstück



Ausblicke



1. Blick in Feldgasse - Norden



2. Blick auf Bauplatz Süd



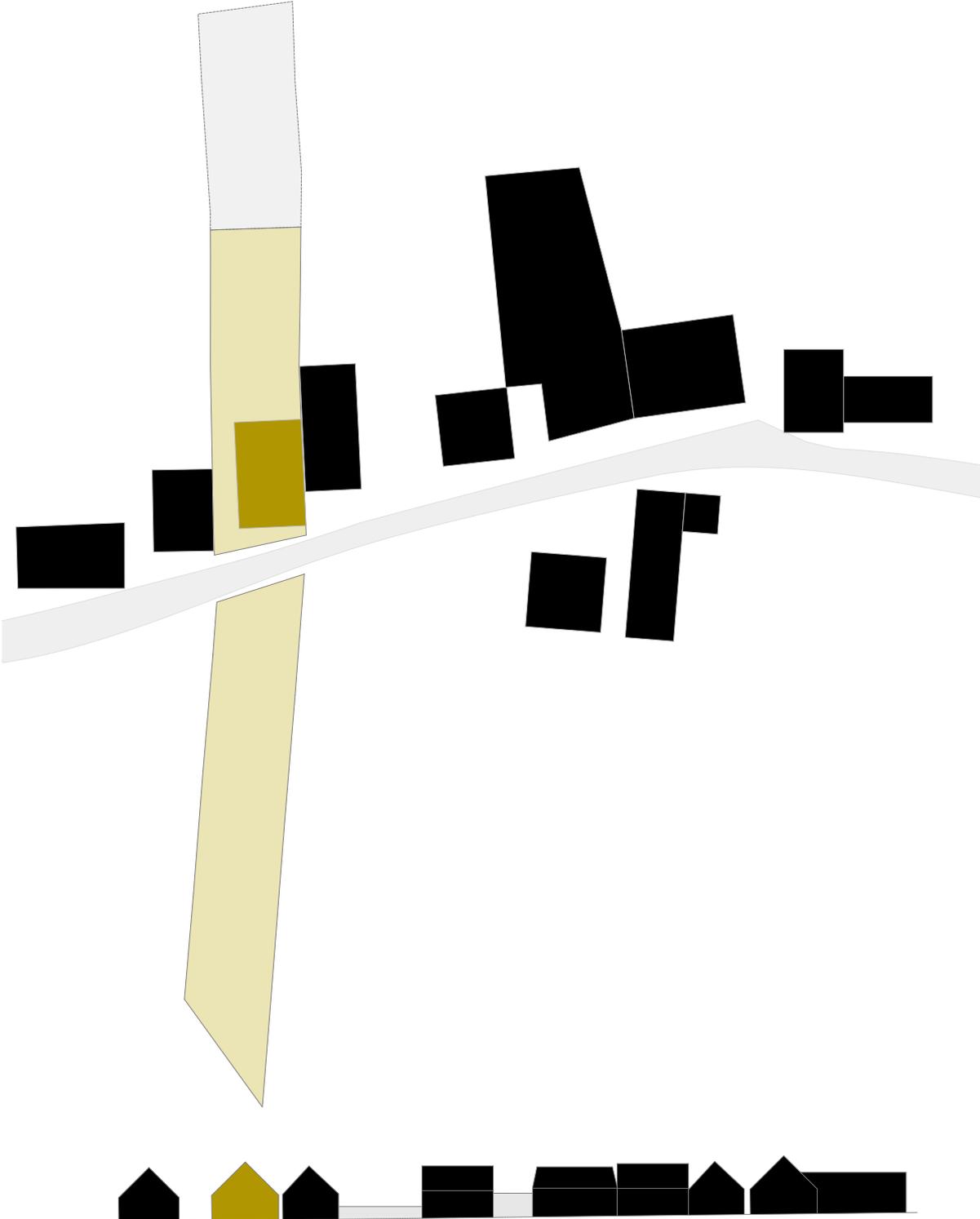
3. Blick Richtung Süden



4. Blick in Feldgasse - Westen



Städtebaulicher Ansatz



Leitidee

Mit der Weingutübernahme durch Sebastian Jatschka ging ein Erneuerungs- und Adaptierungsprozess der bestehenden Strukturen einher. Der Bezug zur Natur wurde allerdings gestärkt, ganz nach dem Leitsatz des Winzers: „Die Natur ist unser Arbeitgeber, unsere Heimat und unsere Begeisterung“. So wird kontrollierte Landwirtschaft betrieben mit fokussiertem Blick auf die Erhaltung des Ökosystems. Begrünungen und Baumpflanzungen werden bewusst gesetzt um den Lebensraum für Tier- und Pflanzenwelt zu erhalten. Denn ihr Vorkommen stärkt die Qualität des Bodens und schließlich, die des Produktes, dem Wein.

Ganz in diesem Sinne näherte ich mich der Aufgabenstellung dieser Projektarbeit. Ein Verkauf- und Verkostgebäude, sowie eine Erweiterung der bestehenden Weingutstrukturen sollen den modernen Arbeitsbedürfnissen angepasst werden und den Betrieb in geeigneter Form repräsentieren. Jedoch sollen mit der Gestaltung und der Materialauswahl ganz klar ökologische Baustoffe zur Anwendung kommen. So wird Stroh als Baumaterial eine tragende Rolle spielen, welches ein typisches landwirtschaftliches Nebenprodukt des Weinviertels darstellt. Genauso wie Lehm, der in den Böden zu Häufst vorkommt. Holz in seiner rohen Form, wird gestalterisch dazu beitragen, dass sich die Gebäude in ihre Umgebung einfügen.

Städtebaulicher Ansatz

Der Straßenzug der Feldgasse wird gesäumt durch landwirtschaftliche Gebäude, die immer wieder durch neue Wohnbauten ergänzt werden. Der Charme der Straße geht dadurch allerdings nicht verloren. Auch auf dem Bauplatz ist in Stadl bestehend, der in seinen Grundstrukturen erhalten bleiben soll. Das gegenüber liegende brache Grundstück soll sich in seiner Gebäudegestaltung an die Stadlform anlehnen, allerdings durch eine etwas andere Formensprache seine Funktion unterstreichen. Ein zentraler städtebaulicher Grundgedanke war es, eine architektonische Form zu finden, die sich ideal in die vorhandene Topographie einfügt. Die neuen Bauten sollen in ihrer Umgebung der Feldgasse, keine Fremdkörper darstellen.

Konzept

Hauptaugenmerk wurde auf das Verkost- und Verkaufsgebäude gelegt, durch das das Weingut repräsentiert und abgegrenzt vom Buschenschankbetrieb seine eigene Lokalität erhält. Die Holzlattenfassade erhält im Eingangsbereich einen materiellen Einschnitt und soll die Zutrittsmöglichkeit kennzeichnen. Im Inneren öffnet sich ein großzügiger und offener Raum, der den Altbestand des Stadls in seinen Stützen und Balken unterstreicht. Hier werden die Flaschenweine präsentiert und können mit Blick in den Schauweinkeller verkostet werden.

In der gleichen Ebene wie der Verkostraum befinden sich Büroräumlichkeiten, die mit ihrer Positionierung Nähe zu Verkaufs- und Arbeitsbereich bieten und dadurch eine wichtige Schlüsselfunktion erledigen.

Das obere Stockwerk des Wein.Stadls bietet genügend Platz für ausgedehnte Weinverkostungen. Das Satteldach erhält in der Innenansicht, genauso wie die Wände, eine Putzlehmoberfläche. Die Dachkonstruktion wird durch eine große Öffnung in der Dachfläche freigelegt und liefert großzügig Lichteinfall zur Belichtung des Raumes.

Mit der Aufnahme der Blickachse in den Rotweinkeller wird Bezug zu der Arbeit der Weinproduktion- und -lagerung hergestellt. Im neuen Lehmziegelgewölbe reihen sich Rotweinfässer und Amphoren auf.

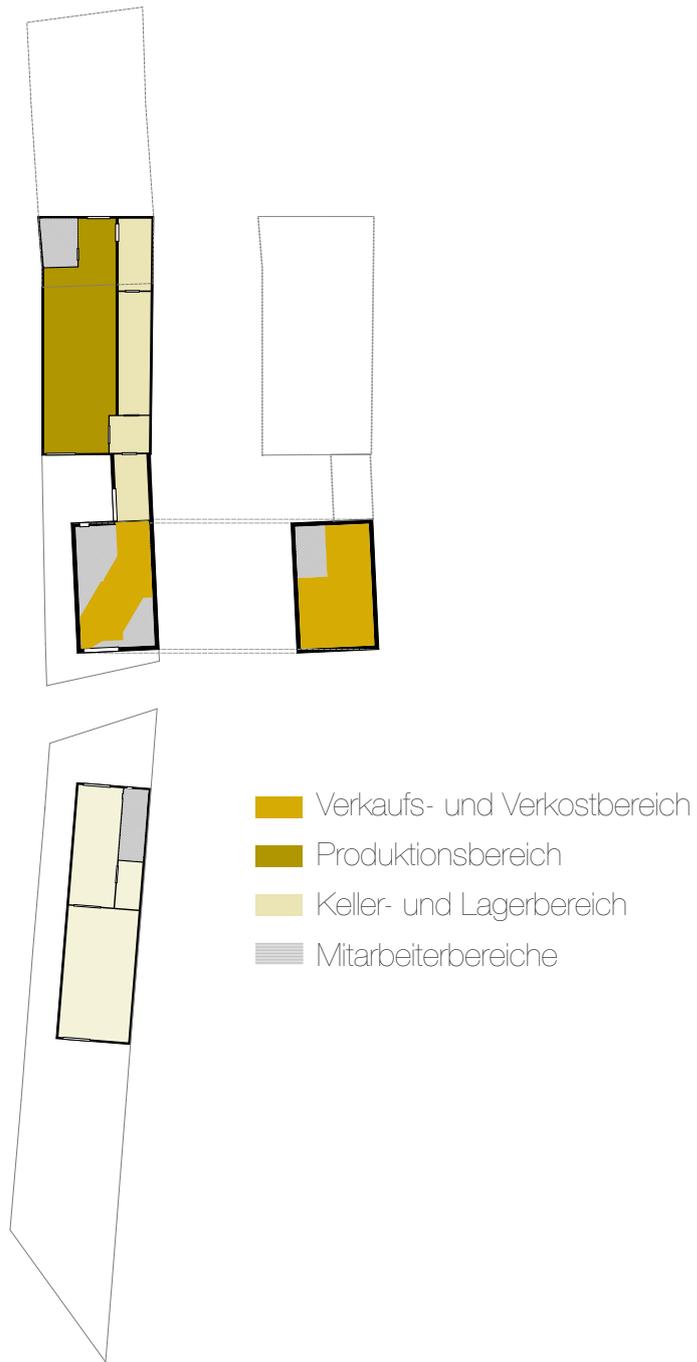
Als Aufenthaltsbereich zwischen Stadl und Weinkellerei bietet ein kleiner Vorplatzbereich Sitz- und Verweilmöglichkeiten. Die dort verlegten Sandsteinplatten fügen sich in das Material- und Farbkonzept der Gebäude ein.

Im Bestandskeller selbst kann durch Funktionsumstrukturierung neuer Platz für Weintanks suggeriert werden. Der multifunktionale Arbeitsbereich wird optimiert, da Maschinen- und Geräteaufbewahrung in einen Neubau verlagert wird. Die alte Werkstatt wird zu einem Weinlabor umgestaltet.

Am südlichen Grundstück wird ein kompletter Neubau errichtet, der mit seiner Holzlattenfassade die Gestalt des Verkostgebäudes aufnimmt. Eine durchgehende Oberlichte durchbricht das Satteldach und bringt natürliches Licht bis auf den Fußboden.

Die großzügigen Räumlichkeiten ermöglichen die Lagerung der Weinflaschen in geregelten klimatischen Verhältnissen. Andere Lagerräume, sowie eine große überdachte Abstellfläche für Maschinen und Geräte schließen an. Ein Gemeinschaftsraum mit Umzieh- und Kochmöglichkeit wird ebenso eingeplant.

Funktionsbereiche - Konzept der Anordnung



Bewegungsströme



Materialität

Die Erscheinung der Feldgasse wird stark geprägt durch alte Stadlgebäude. Entlang der Straße werden die neuen Wohnhäuser stetig durch die landwirtschaftlichen Nutzbauten unterbrochen. Das oberflächlich verwitterte Holz besteht seit Jahrzehnten und verlangt nur geringe Instandhaltungsarbeiten.

Zur Eingliederung in die bestehenden Strukturen, soll diese Materialität maßgebend aufgenommen werden. Das neue Verkostgebäude behält seine typische Steildachform und erhält zum Schutz der Strohballenwände eine Eichenlattung. Die Jahre werden der Oberfläche eine silbergraue Patina verleihen. Die klar übergehende Linie zwischen Wand- und Dachlattung hebt jedoch das neue Gebäude von den traditionellen Formen ab.

Im Inneren zeigt sich der Lehmputz in seiner lebendigen Form. Jeder Strich und jede Fuge soll das organische Material zeigen und betonen. Dass die Wände atmen können, und zum gesunden Raumklima beitragen, soll jederzeit spür- und sichtbar sein.

Der Blick in den neuen Schauweinkeller, der nur abgetrennt durch eine Glaswand, direkt an den Verkostraum anschließt, zeigt nicht nur die Lagerung der Eichenfässer. Das Gewölbe formt sich aus Lehmziegeln, das dem Raum seine ganz besondere Atmosphäre gibt.

Vom Einblick in den Schauweinkeller öffnet sich eine Sichtachse in Richtung Vorplatz. Hier wird zum Verweilen und Erkunden eingeladen. Seine Oberfläche spiegelt ein typisches Bodenmaterial wieder, das in den umliegenden Weinbergen zu Hauf zu finden ist. Platten aus Sandstein fügen sich mit ihren warmen Gelbschattierungen in das Farbkonzept ein.

Das neugebaute Lagergebäude nimmt die Materialität des Verkostgebäudes auf. Auch hier werden Eichenlatten für die Fassade benutzt, jedoch setzt sich die funktionelle Dachform von den anderen Gebäude ab. Auch am Vorplatz ist der verlegte Sandstein wieder zu finden.



Holz

Eichenlattung

Fasaden- und Dachhülle Stadl

Fassadenhülle Halle

Fassade Bestand



Lehm

Lehmschlemme an Strohdämmung

Lehmputz im Innenbereich Stadl



Lehmziegel

Wand- und Gewölbemauerung

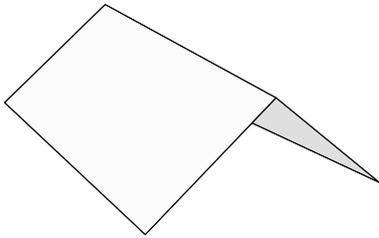
Rotweinkeller



Sandsteinplatten

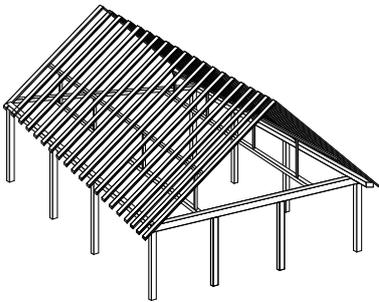
Außenbereiche für Platzgestaltung

Konstruktion -Stadl-



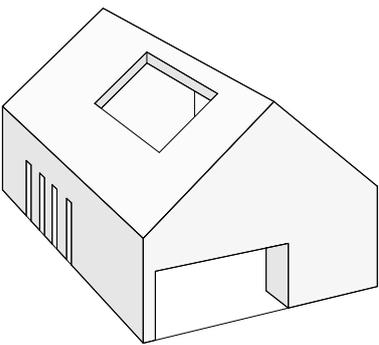
Dach

bestehende Satteldachkonstruktion
mit Strohballen gedämmte



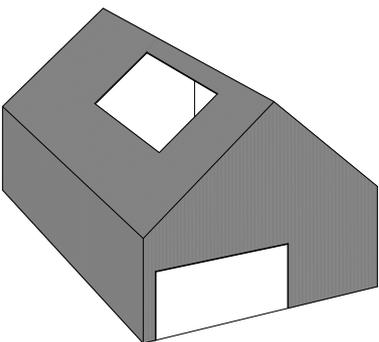
Tragwerk

Holzskelettstruktur aus Bestand



Hülle

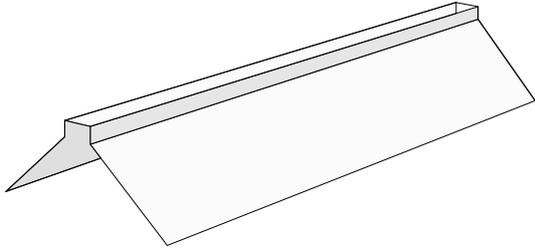
Strohballendämmung zwischen
Tragstruktur
Lehmputz



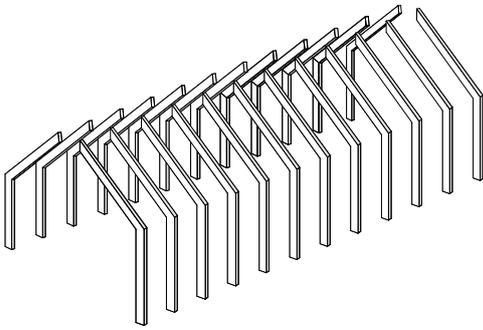
Fassade

Holzschalung aus Lärche

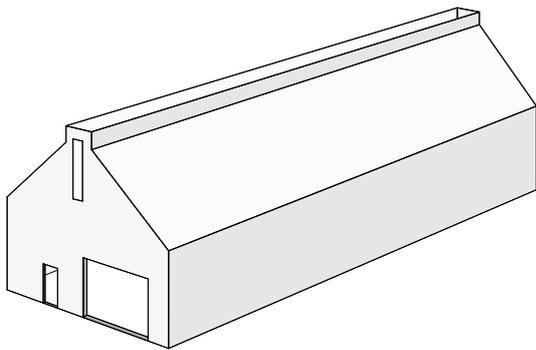
Konstruktion -Halle-



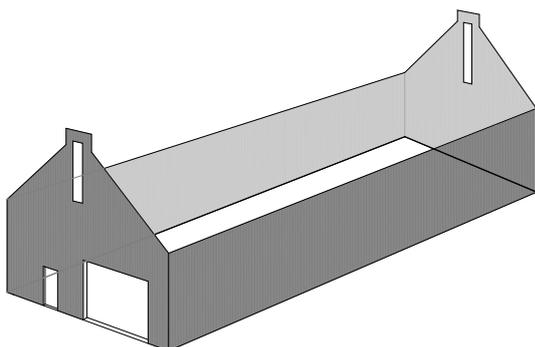
Dach
Satteldach
Dachpanel, grau beschichtet



Tragwerk
Leimbinder



Hülle
Holzrahmenbau
mit Hanfdämmstoff

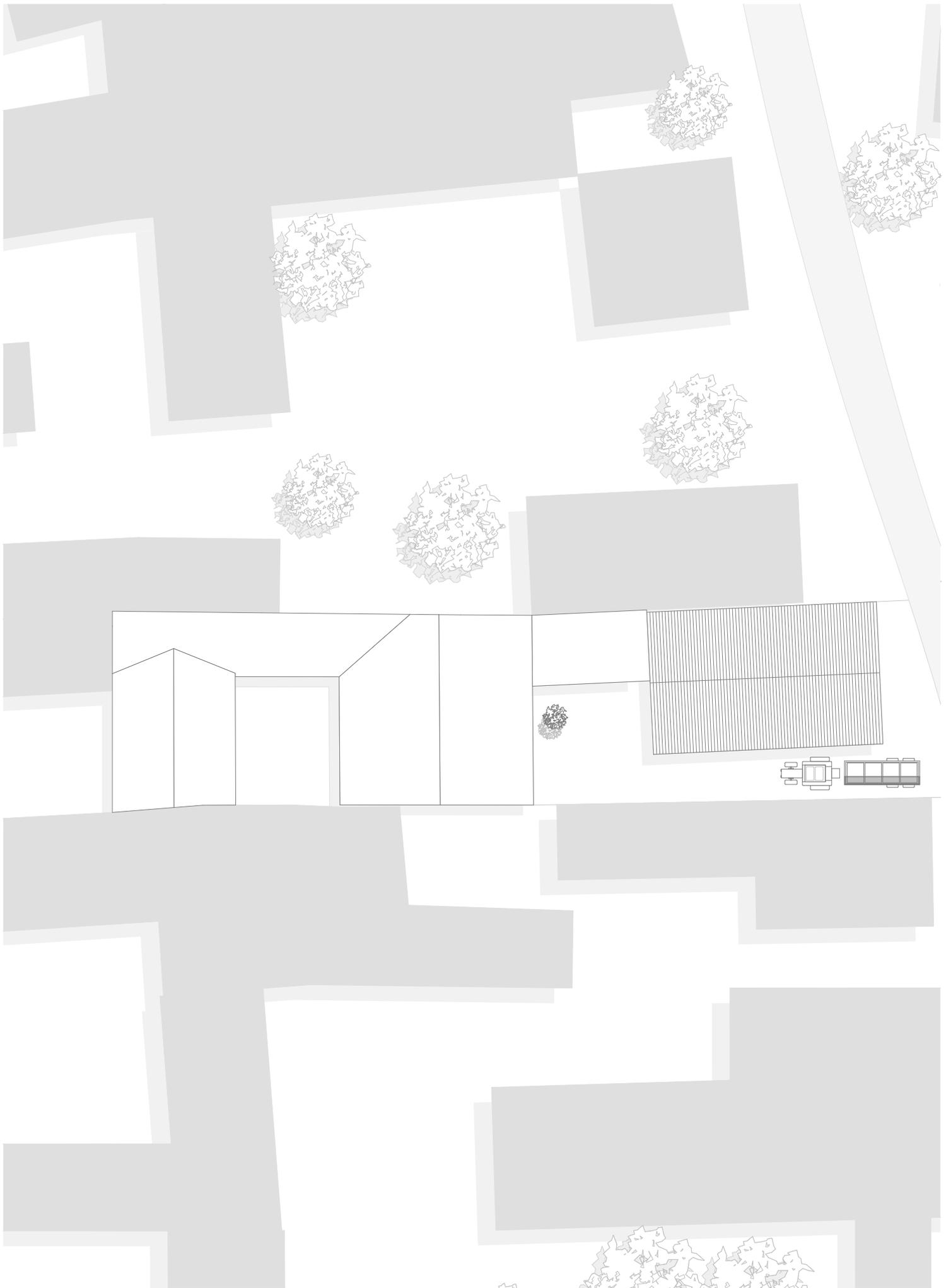


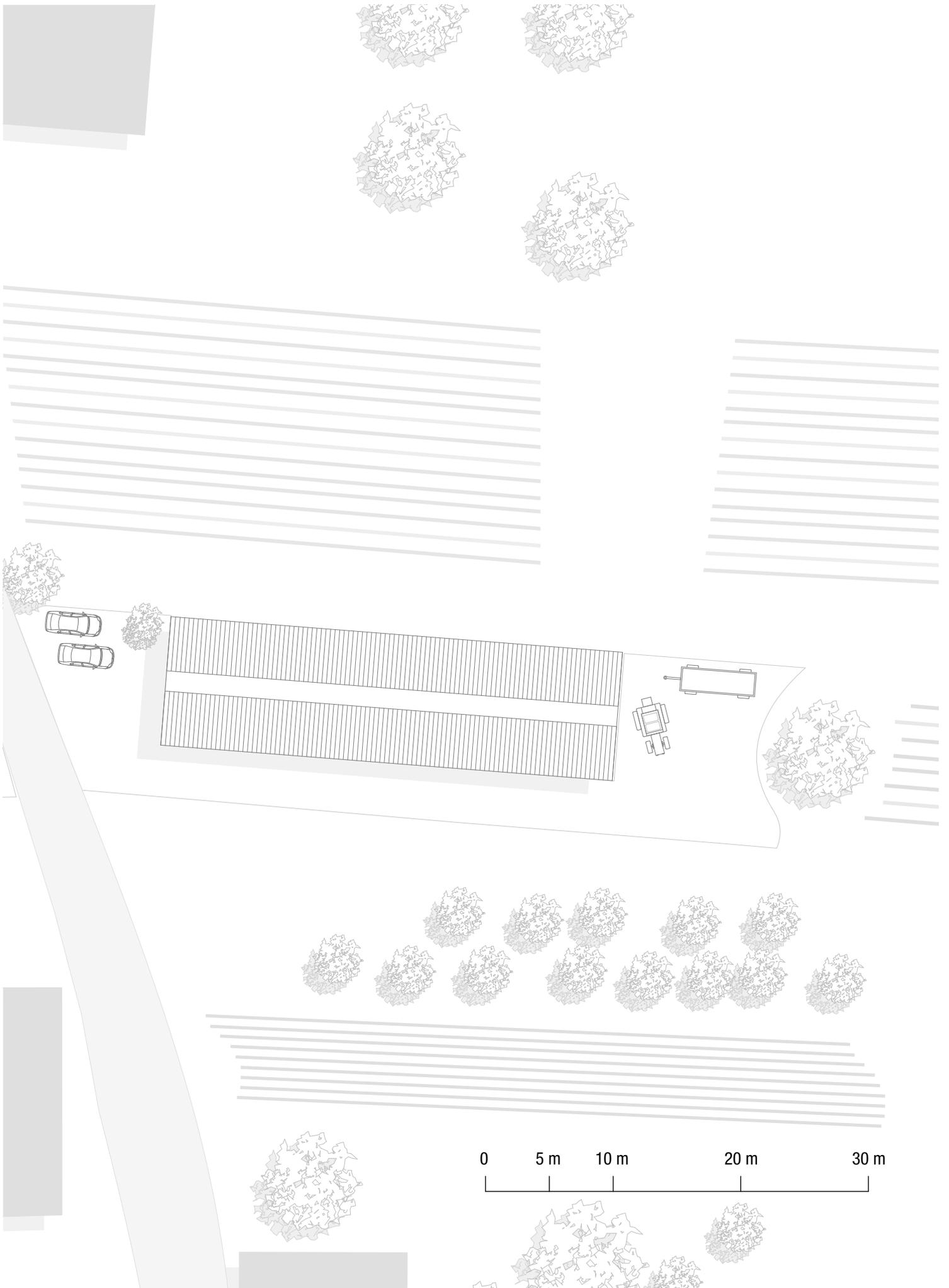
Fassade
Holzschalung aus Lärche

Lageplan





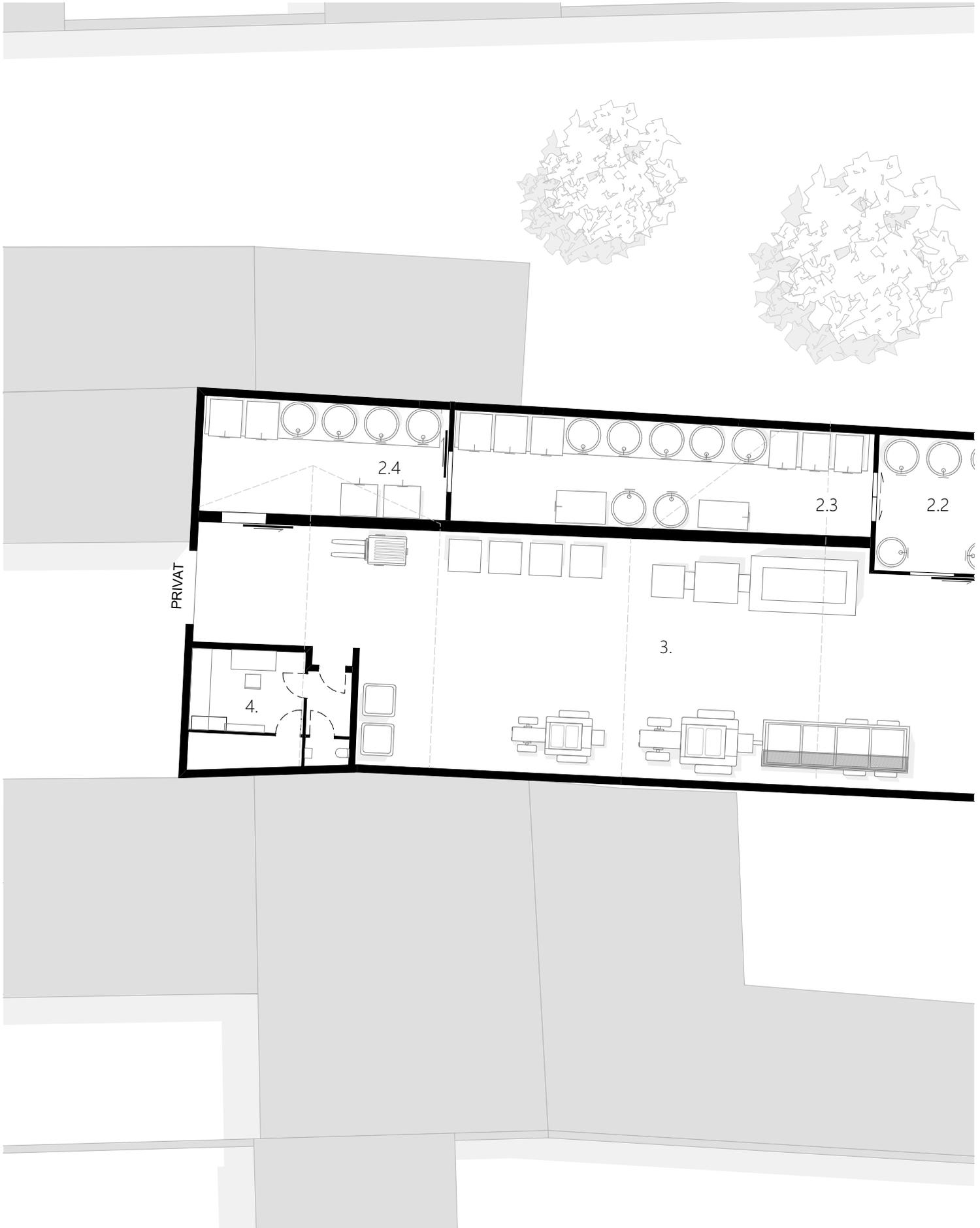


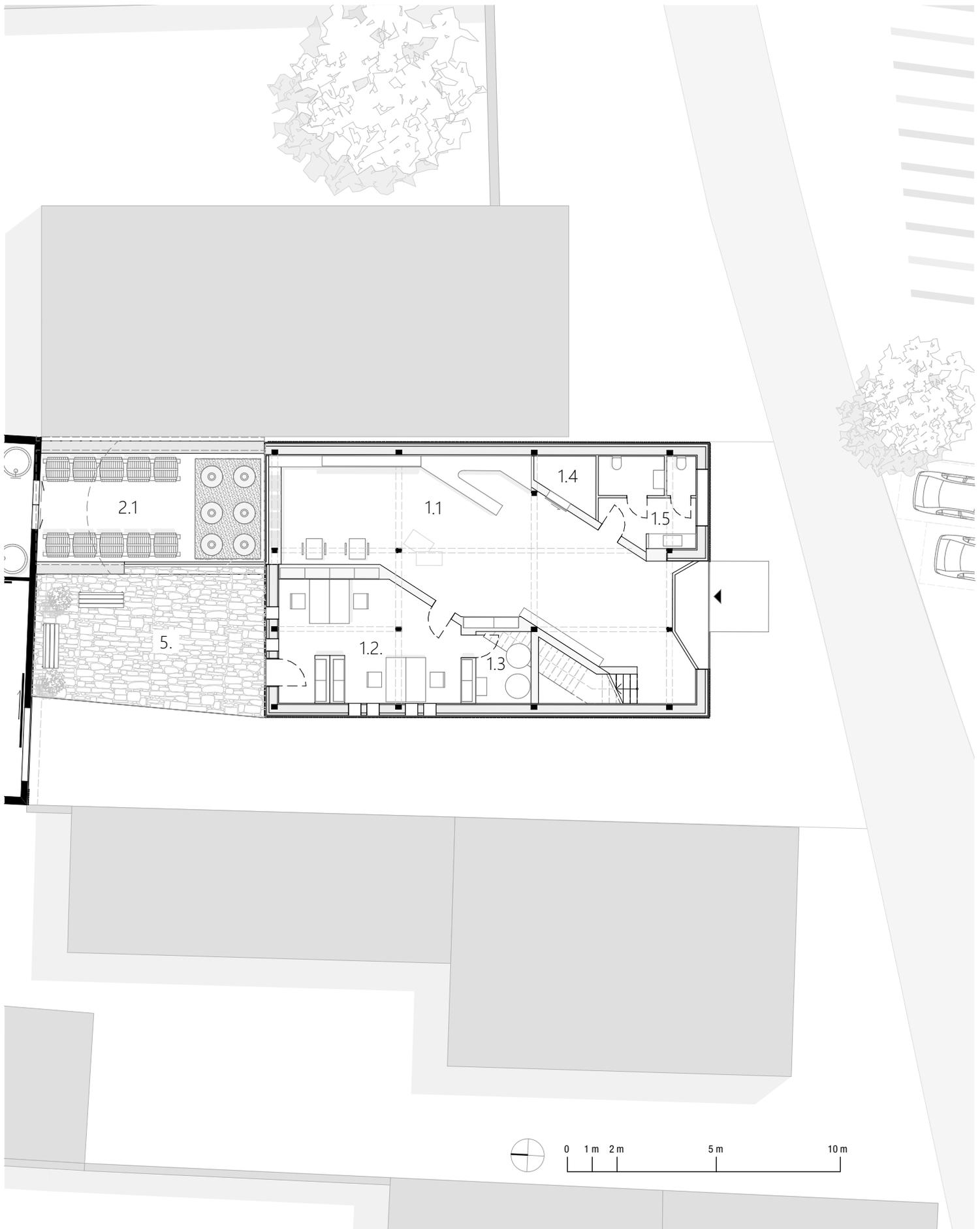


Erdgeschoss _ Wein.Stadl

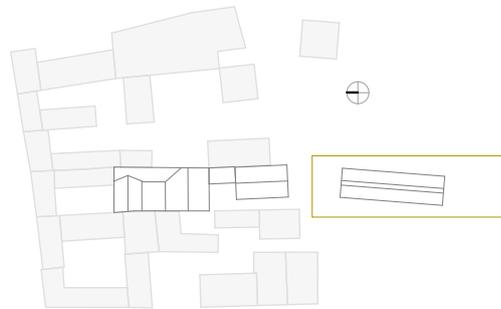


- | | |
|-----|---|
| 1.1 | Verkauf- und Verkostraum, Weinpräsentation |
| 1.2 | Office |
| 1.3 | Technikraum |
| 1.4 | Lager |
| 1.5 | Toiletten |
| 2.1 | Schauweinkeller „Terra“
Rotweinfässer und Amphoren |
| 2.2 | Weinkeller Hochtanks |
| 2.3 | Weinkeller Tanks I |
| 2.4 | Weinkeller Tanks II |
| 3. | Multifunktionsfläche Verarbeitung |
| 4. | Labor |
| 5. | Vorplatz |

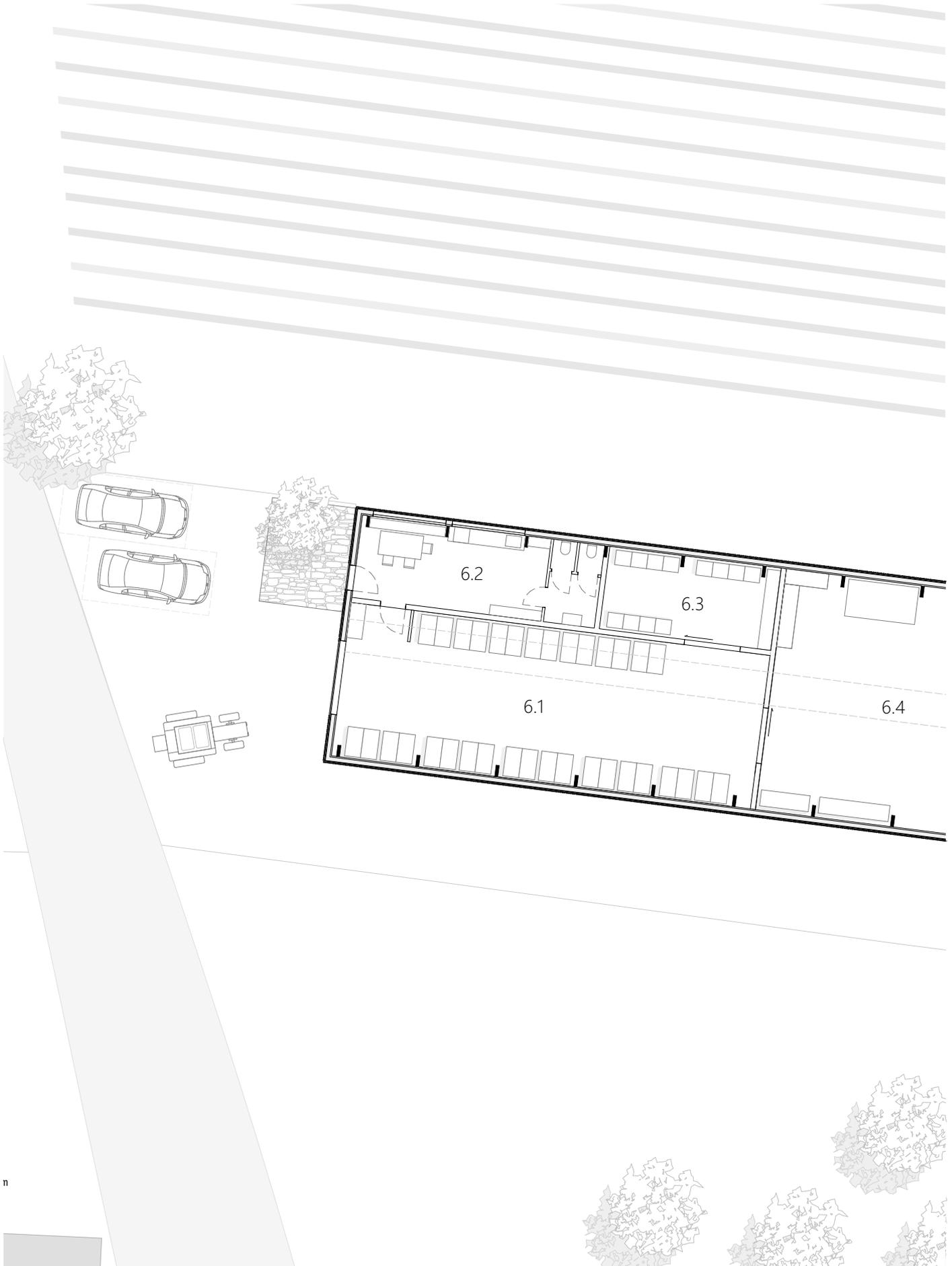


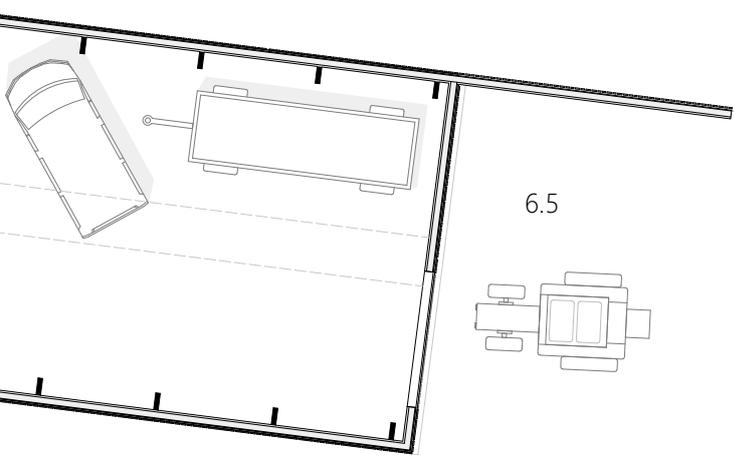


Erdgeschoss _ Halle

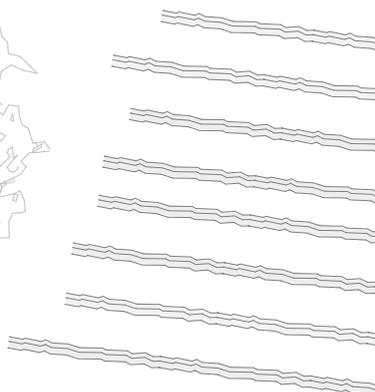


- | | |
|-----|-------------------------------|
| 6.1 | Flaschenlager (klimatisiert) |
| 6.2 | Mitarbeiter-Gemeinschaftsraum |
| 6.3 | Trockenlager |
| 6.4 | Maschinenhalle |
| 6.5 | Abstellfläche |





6.5

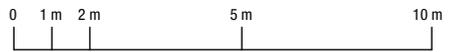
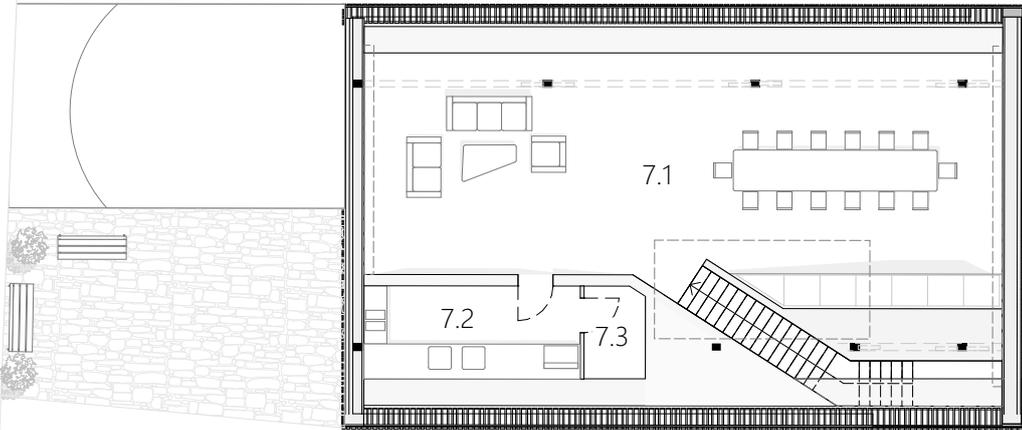


Obergeschoss _ Wein.Stadl



- 7.1 Weintafeln
- 7.2 Lounge
- 7.3 Küche





Ansicht West _ Wein.Stadl und Halle Seite





0 1 m 2 m 5 m 10 m

Ansicht Süd _ Wein.Stadl Eingang





Ansicht Nord _ Halle Zufahrt



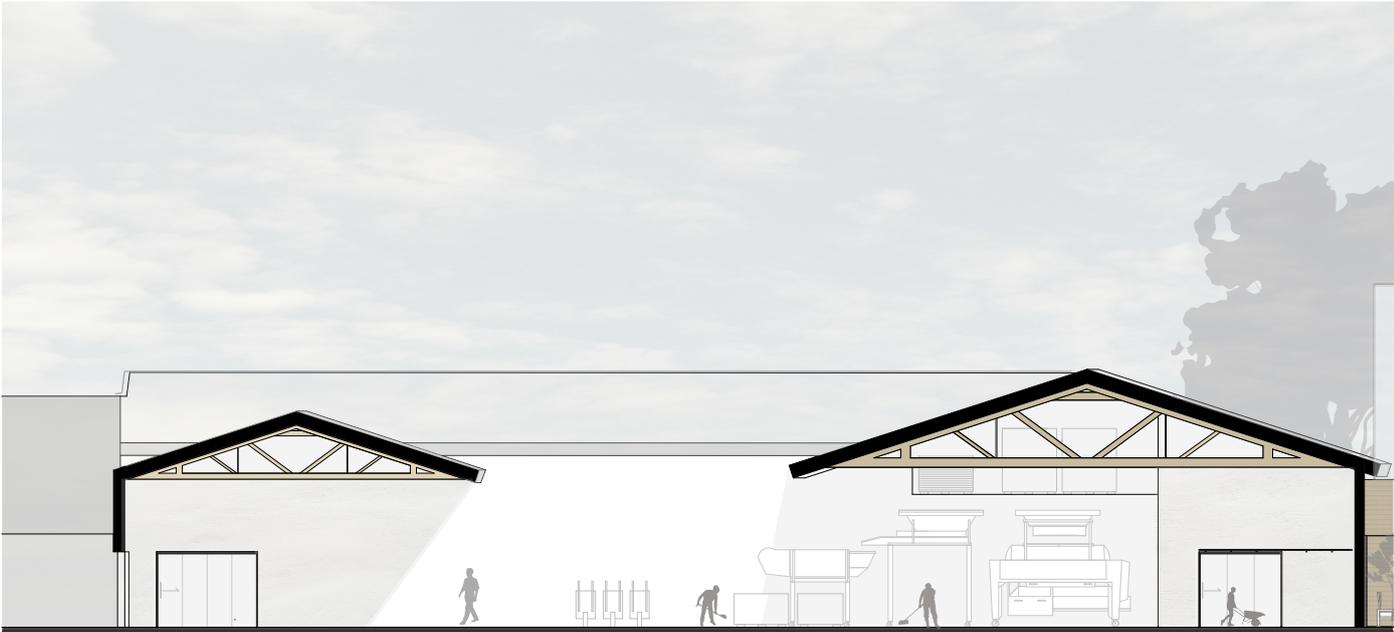


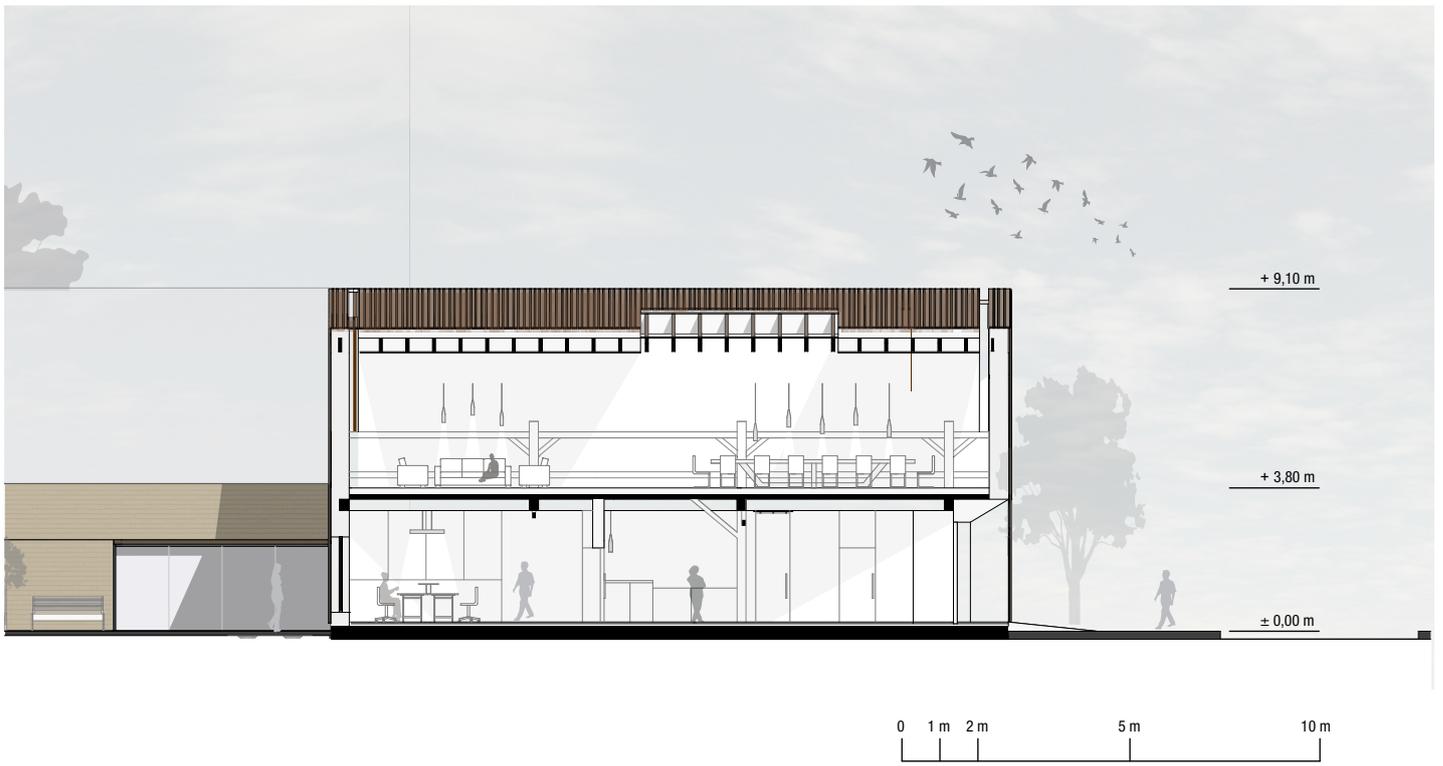
Ansicht Ost _ Wein.Stadl und Halle Seite



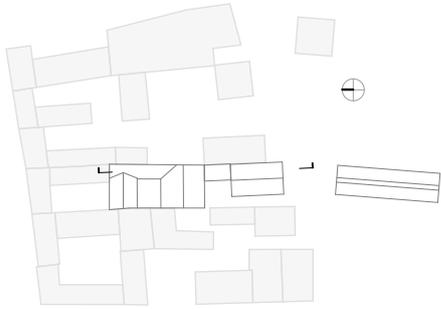


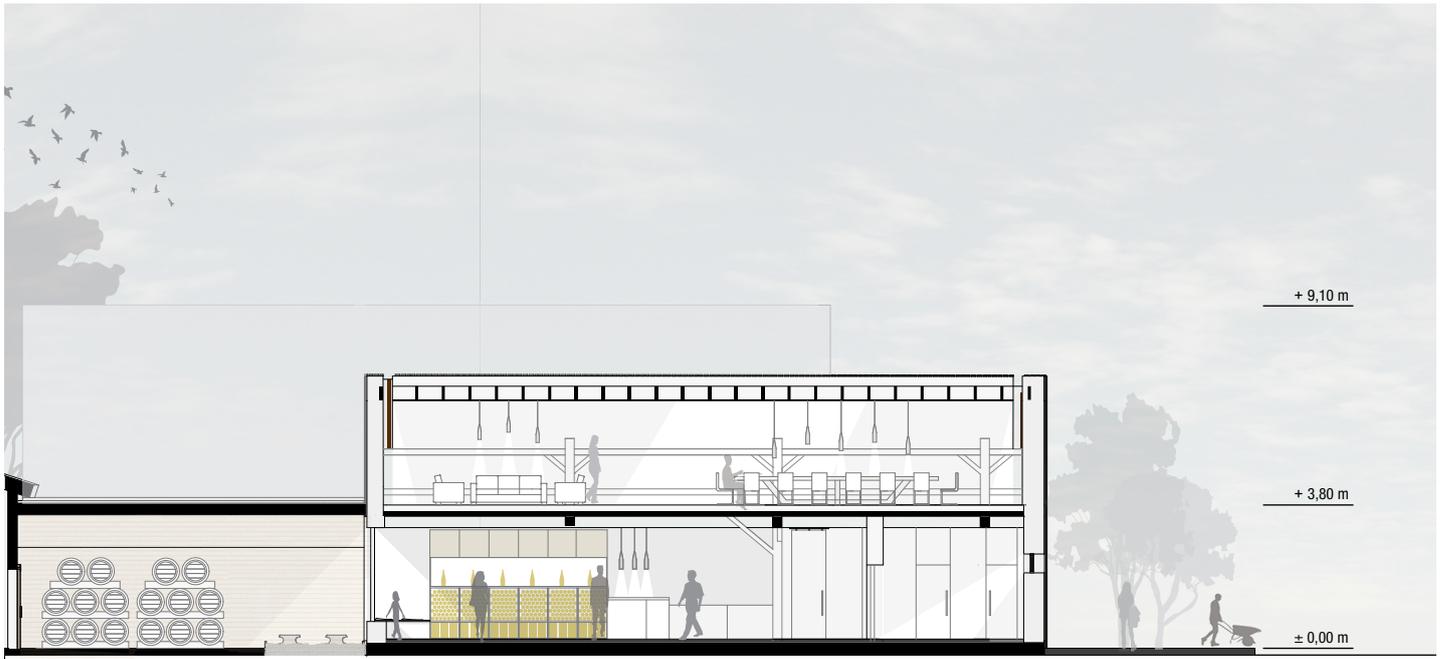
Schnitt A-A _ Wein.Stadl, Vorplatz und Verarbeitung



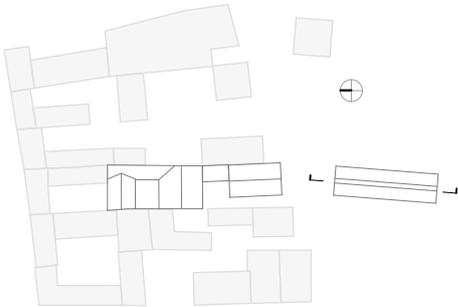


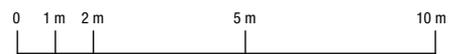
Schnitt B-B _ Wein.Stadl, Schauweinkeller, Weinkeller



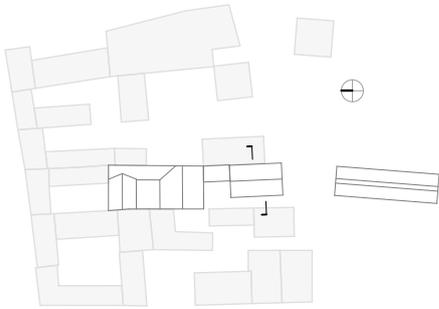


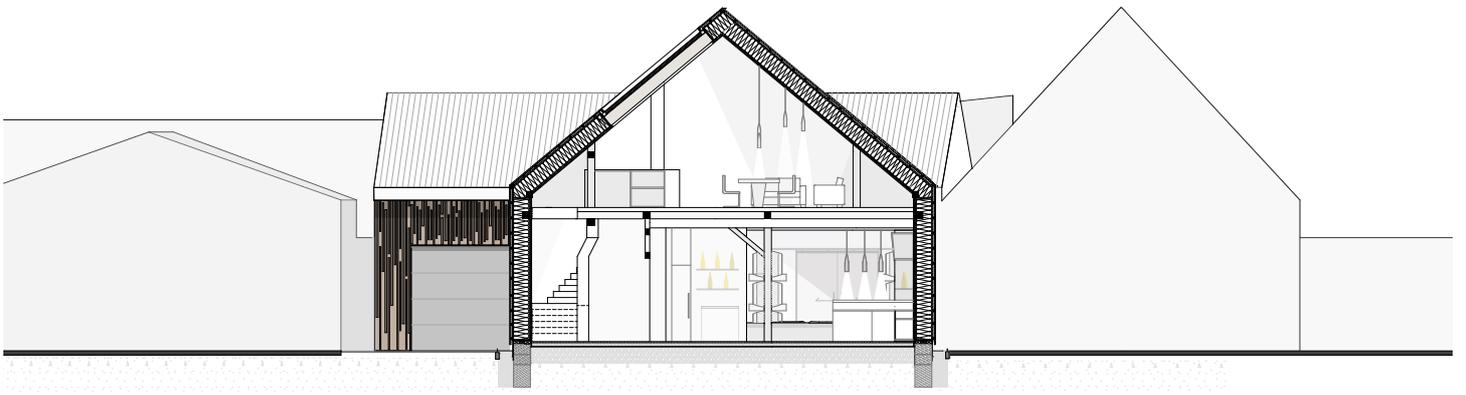
Schnitt C-C _ Halle





Schnitt D-D _ Weinstadl

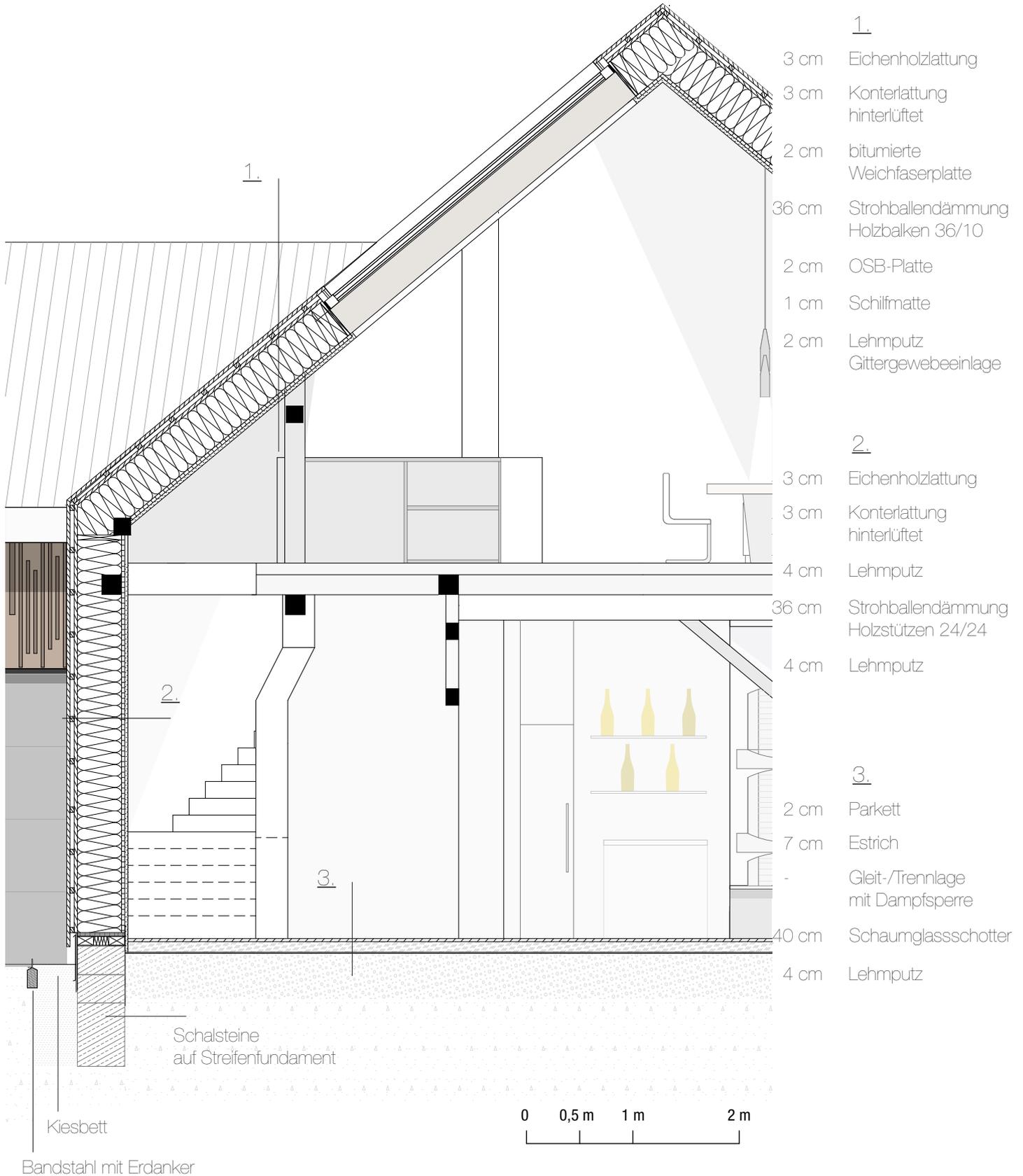


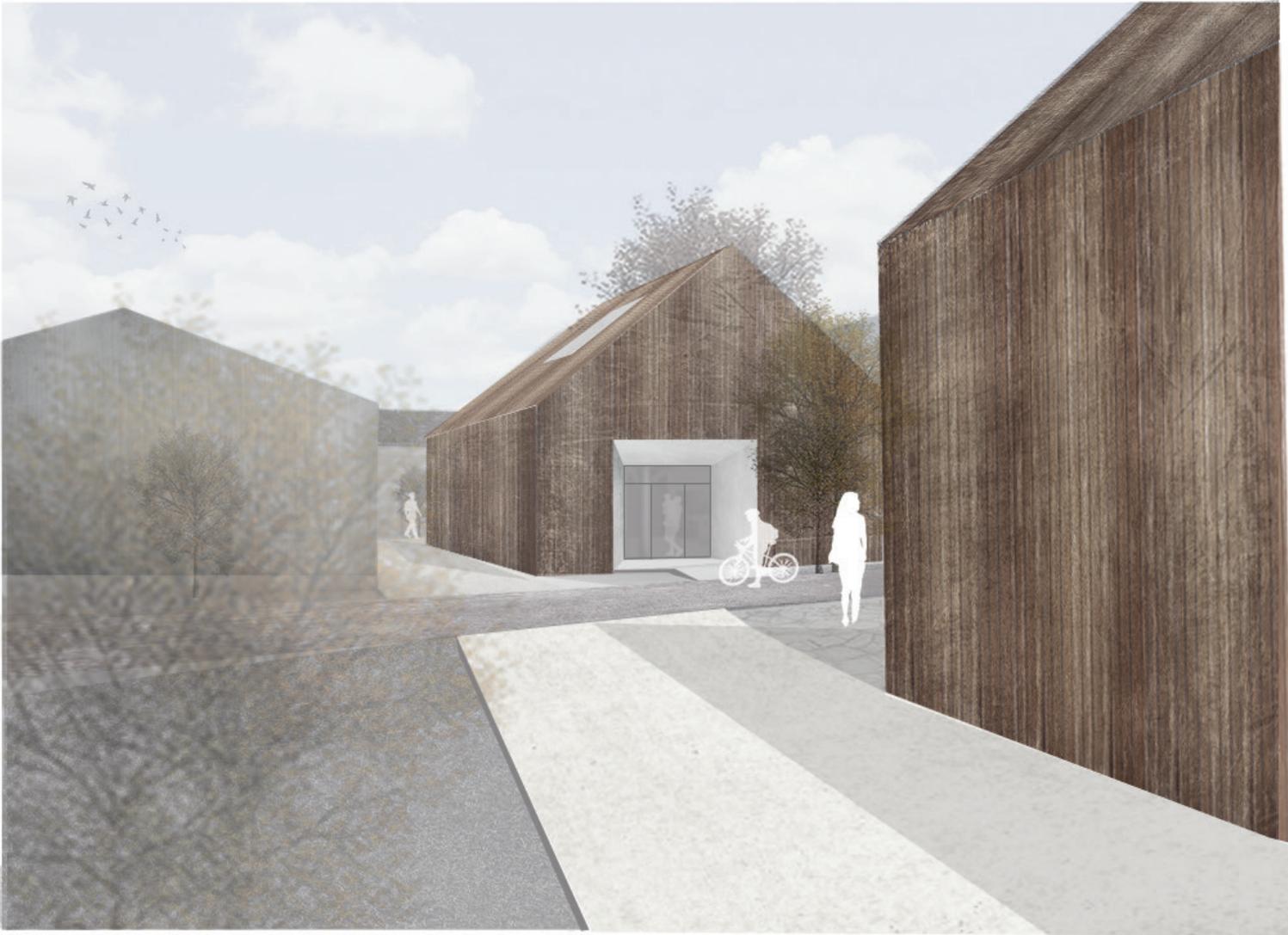


0 1 m 2 m 5 m 10 m



Fassadenschnitt _ Wein.Stadl





Innenraum _ Verkostrraum mit Blick in Schauweinkeller



Quellenverzeichnis

- Cziesielski, Erich, Lehrbuch der Hochbaukonstruktion; Teubner Verlag, Stuttgart, 1997
- Glücklich, Detlef „Ökologisches Bauen – Von Grundlagen zu Grundkonzepten“; Deutsche Verlagsanstalt München, München, 2005
- Glücklich, Detlef „Ökologisches Bauen – Von Grundlagen zu Grundkonzepten“; Deutsche Verlagsanstalt München, München, 2005
- GrAT, Das S-House – Planen und Bauen für die Zukunft; Gruppe Angepasste Technologie an der TU Wien, Wien, 2006
- GrAT, Wandsysteme aus nachwachsenden Rohstoffen, Endbericht; Gruppe Angepasste Technologie an der TU Wien, Wien, 2001
- Gruber, Herbert, Gruber, Astrid, Bauen mit Stroh; Ökobuch Verlag, Staufen bei Freiburg, 2000
- Gruber, Herbert, Gruber, Astrid, Santler, Helmut, Neues Bauen mit Stroh – in Europa; Ökobuch Verlag, Staufen bei Freiburg, 2012
- Ludger Dederich, Holzhauskonzepte; Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR) (Hrsg), Gülzow-Prüzen, 2018
- Minke, Gernot, Handbuch Lehm- und Strohballenbau – Baustoffkunde, Techniken, Lehmarchitektur; Ökobuch, Staufen bei Freiburg, 2017
- Minke, Gernot, Krick, Benjamin, Der Strohballenbau – ein Konstruktionshandbuch; Ökobuch Verlag, Staufen bei Freiburg, 2004
- Minke, Gernot, Krick, Benjamin, Handbuch Strohballenbau – Grundlagen, Konstruktionen, Beispiele; Ökobuch Verlag, Staufen bei Freiburg, 2009
- Österreichische Energieagentur, Die Umweltberatung Wien, Dämmstoffe richtig einsetzen; Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien, 2014
- Pfundstein, Margit, Gellert, Roland, Spitzner, Martin, Rudolphi, Alexander, Dämmstoffe – Grundlagen, Materialien, Anwendungen; Detail Praxis, 2008
- Thienel, K.-Ch., Werkstoffe 1 Allgemeine Grundlagen – Stoffkennwerte; Institut für Werkstoffe des Bauwesens, Universität der Bundeswehr, München, 2017
- Volhard, Franz, Bauen mit Leichtlehm – Handbuch für das Bauen mit Holz und Lehm; Springer Verlag, Wien 2013
- Volhard, Franz, Röhlen, Ulrich, Lehm- und Strohballenbau Regeln; Dachverband Lehm e. V., Vieweg Verlag, Weimar, 1999
- Schreckenbach, Hannah, Lehm- und Strohballenbau-Info - Verbraucherinformation; Dachverband Lehm e. V., Weimar, 2014

Internetquellen

www.wikipedia.at

<https://de.wikipedia.org/wiki/Zyklopenmauerwerk>
Stand September 2018

[https://de.wikipedia.org/wiki/Stetten_\(Niedersterreich\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Stetten_(Niedersterreich))
Stand September 2018

http://www.moderner-lehmbau.com/deutsch/editorial/lr_d32.htm
Stand September 2018

<http://www.weinviertel-360grad.at/geschichte/>
Stand September 2018

<https://www.schmiedhaus.de/sortiment/lehm/lehmputz/>
Stand September 2018

<http://www.s-house.at/BSinnovation.htm>

<https://baustoffe.fnr.de/>

<http://www.renewbuilding.eu/>

Abbildungsverzeichnis

- Abbildung 01: https://de.wikipedia.org/wiki/Urhütte#/media/File:Essai_sur_l%27Architecture_-_Frontispiece.jpg
- Abbildung 02: <https://de.wikipedia.org/wiki/Zyklopenmauerwerk#/media/File:Zyklopenmauerwerk.jpg>
- Abbildung 03: [https://de.wikipedia.org/wiki/Crystal_Palace_\(Gebäude\)#/media/File:Crystal_palace_1851.jpg](https://de.wikipedia.org/wiki/Crystal_Palace_(Gebäude)#/media/File:Crystal_palace_1851.jpg)
- Abbildung 04: Glücklich, Detlef „Ökologisches Bauen – Von Grundlagen zu Grundkonzepten“; Deutsche Verlagsanstalt München, München, 2005, Seite 47
- Abbildung 05: Pfundstein, Margit, Gellert, Roland, Spitzner, Martin, Rudolphi, Alexander, Dämmstoffe – Grundlagen, Materialien, Anwendungen; Detail Praxis, 2008
Seite 30
- Abbildung 06: Pfundstein, Margit, Gellert, Roland, Spitzner, Martin, Rudolphi, Alexander, Dämmstoffe – Grundlagen, Materialien, Anwendungen; Detail Praxis, 2008
Seite 32
- Abbildung 07: Pfundstein, Margit, Gellert, Roland, Spitzner, Martin, Rudolphi, Alexander, Dämmstoffe – Grundlagen, Materialien, Anwendungen; Detail Praxis, 2008
Seite 34
- Abbildung 08: Pfundstein, Margit, Gellert, Roland, Spitzner, Martin, Rudolphi, Alexander, Dämmstoffe – Grundlagen, Materialien, Anwendungen; Detail Praxis, 2008
Seite 36
- Abbildung 09: Pfundstein, Margit, Gellert, Roland, Spitzner, Martin, Rudolphi, Alexander, Dämmstoffe – Grundlagen, Materialien, Anwendungen; Detail Praxis, 2008
Seite 40
- Abbildung 10: Pfundstein, Margit, Gellert, Roland, Spitzner, Martin, Rudolphi, Alexander, Dämmstoffe – Grundlagen, Materialien, Anwendungen; Detail Praxis, 2008
Seite 42
- Abbildung 11: <https://isofloc.de/unsere-daemmprodukte/zellulosefasern/>
- Abbildung 12: FNR, Dorsch, Lutz, Marktübersicht - Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen; Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR) (Hrsg), Gülzow-Prüzen, 2017, Seite 3
- Abbildung 13: <http://www.unserstrohhaus.at/strohbau-international.html>
- Abbildung 14: <http://www.meine-mineralerde.de/lexikon/lehm>
- Abbildung 15: <http://www.lehmtonerde.at/de/produkte/produkt.php?aID=6>
- Abbildung 16: <https://www.oekologisch-bauen.info/baustoffe/lehm/baustoffe/lehmsteine.html>