



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN

DIPLOMARBEIT
MASTER THESIS

Werkstatt 'Stroh'
Werkstattengebäude für die LFS in Tamsweg

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademisches Grades
eines Diplom-Ingenieurs

unter der Leitung von
Ass.Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Karin Stieldorf
E253/4
Institut für Architektur und Entwerfen
Abteilung für Hochbau und Entwerfen

eingereicht an der technischen Universität Wien
Fakultät für Architektur und Raumplanung

von

Johannes Sacherl
Matrikelnummer: 00126469

Wien, am 27.10.2019

Werkstatt 'Stroh'
Werkstattengebäude für die LFS in Tamsweg

ABSTRACT DEUTSCH

In Zeiten von globaler Klimaerwärmung, ungebremstem Ressourcenabbau, Zurückdrängen von Naturraum, Abnahme der Biodiversität etc. kann sich kaum noch ein Industriezweig aus der Verantwortung ziehen. Dies inkludiert auch die Baubranche. Welche Auswirkungen das Bauen auf die Umwelt hat wird anhand dreier Themenfelder aufgezeigt. Das Wissen um diese Probleme ist wichtig, da sich nur so Lösungen finden lassen bzw. ein Umdenken bewirken lässt.

Es folgt eine Diskussion zum Thema *Nachhaltiges Bauen*. Genauer gesagt werden unterschiedliche Ansichten und Strategien von ArchitektInnen beschrieben, wie sie unterschiedlicher nicht sein könnten. Da es de facto kein Patentrezept dafür gibt, ist es immens schwierig zwischen den einzelnen Herangehens- und Sichtweisen abzuwägen oder zu beurteilen, welche die Besten sind. Methodisch wurden diese Inhalte mithilfe von Literaturrecherche aufbereitet und dargelegt.

Die Frage, die sich stellt und für die auch diese Arbeit keine Antwort bereit hält, ist, wie nachhaltig Bauen in Anbetracht heutiger, mittlerweile weltumspannender Umweltprobleme und des hohen Lebensstandards tatsächlich sein kann. Die Beantwortung fällt vor dem Hintergrund der Schilderungen in den einführenden Kapiteln äußerst schwer. Letzten Endes müssen die ProtagonistInnen des Bauens - nicht nur jene, die sich schon jetzt mit dem Thema *Nachhaltiges Bauen* auseinandersetzen - abwägen bzw. entscheiden, welchen (ökologischen) Fußabdruck sie mit ihren gebauten Werken hinterlassen wollen.

Mit dem abschließenden Entwurf eines Werkstättegebäudes für die LFS Tamsweg soll zumindest der Versuch einer Beantwortung unternommen werden. Das Ergebnis ist, vor dem Hintergrund eines Low-Impact-Ansatzes, als engagierte Befürwortung des Bauens mit nachwachsenden Rohstoffen unter Verwendung von weitestgehend lokal vorhandenen Ressourcen (Baustoffe und Handwerksbetriebe) und Rücksichtnahme auf lokale Bautraditionen zu verstehen.

ABSTRACT ENGLISH

In times of global warming, unchecked depletion of resources, pushback of natural space, decline in biodiversity, etc., practically every industry must take responsibility. This also applies to the construction industry. The impact of building on the environment is illustrated by three thematic areas. Knowledge of these problems is important, because this is the only way to find solutions and create a shift in our way of thinking.

A discussion on *sustainable construction* follows. More specifically, different views and strategies of architects are described as they cannot be more different. There is basically no de facto panacea for this, which makes it immensely difficult to weigh up between the different points of view or to say which one is the better approach. Methodologically, this content was prepared and presented in the course of literature research.

The question that arises, and for which this work has no answer either, is how the construction business can in any way be sustainable in view of today's meanwhile global environmental problems and high standard of living. Against the background of the descriptions in the introductory chapters, it is extremely difficult to answer this question. Ultimately, the protagonists of building - not only those who are already dealing with the topic of sustainable building - have to weigh up or decide which (ecological) footprint they want to leave behind with their built works.

With the final design of a workshop building for the LFS Tamsweg, at least an attempt should be made to answer this question. The result is, with the simplicity of a low-impact approach, the use of renewable raw materials, as well as locally available resources (building materials and handicraft enterprises) while maintaining a respect for local building traditions, a project that challenges itself to rethink how we build.

INHALTSVERZEICHNIS	
EINLEITUNG	8
TEIL 1	11
UNSER GEMEINSAMES HAUS	12
VERANTWORTUNG DES BAUSEKTORS	14
Zement / Beton	17
Sand / Kies	20
Flächenverbrauch / Bodenversiegelung	21
UMWELTINDIKATOREN VON BAUMATERIALIEN	24
Primärenergieinhalt	25
Treibhauspotenzial	26
Versauerungspotenzial	27
NACHHALTIGE ARCHITEKTUR - ANSICHTEN & STRATEGIEN	30
BAUEN MIT NAWARO - STROHBALLENBAU: EIN STECKBRIEF	38
Geschichte	39
Konstruktionssysteme	40
Primärenergiegehalt von Strohballen	41
Bauphysikalische Eigenschaften	43
<i>Wärmeleitfähigkeit und Wärmedurchgangskoeffizient</i>	43
<i>Spezifische Wärmekapazität und Wärmespeicherfähigkeit</i>	45
Brandschutz	46
Schallschutz	49
Strohballenbau-Netzwerke: national und international	49
TEIL 2	51
DER LUNGAU - GEOGRAFIE, GESCHICHTE, BAUKULTUR	52
TAMSWEG	58
LFS TAMSWEG & STANDLHOF	60

ARCHITEKTURWETTBEWERB 2018	66
Funktionsbereiche	68
Werkstattbereich Holztechnik	68
Werkstattbereich Metalltechnik	69
Produktveredelung	70
Raumprogramm	74
Wettbewerbsgebiet	76
Fotodokumentation	78
Bestandspläne	84
TEIL 3	101
REFERENZPROJEKTE	102
Tischlerei design.s	103
Sworders Fine Art Auctioneers Salerooms	104
Smart Wood House	105
ENTWURF: WERKSTATT “Stroh”	106
Entwurfskonzept / Entwurfsphilosophie	106
Gebäudekonzept / Baubeschreibung	106
<i>Lageplan, Grundrisse, Axonometrische Darstellungen,</i>	108
<i>Schnitte, Ansichten, Fassadenschnitte, Details,</i>	<i>bis</i>
<i>Wand-/Dach-/Decken-Aufbauten</i>	163
Tragwerkskonzept / Konstruktionsprinzip	164
Lüftungskonzept	175
Materialkonzept	176
Perspektivische Darstellungen	178
Modellfotos	186
ENERGIEAUSWEIS	194
OI3-Index	195
GEBÄUDEBEWERTUNG klimaaktiv	196
QUELLENVERZEICHNIS	200
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	202

EINLEITUNG

Die vorliegende Arbeit gliedert sich in drei Teile. In TEIL 1 wird in aller Kürze auf die prekäre Situation hingewiesen, in der sich unser Planet Erde derzeit befindet. Es wird u.a. auf die Verantwortung der Baubranche im Allgemeinen bzw. die Auswirkungen des Bauens auf die Umwelt eingegangen. Darauf folgend werden die erstaunlich differenzierten Zugänge und Ansichten von ArchitektInnen darüber, was *Nachhaltiges Bauen* ist bzw. für jene bedeutet, erörtert. Den Abschluss bildet ein kurzes Kapitel über das Bauen mit nachwachsenden Rohstoffen (NAWARO), genauer gesagt ein Steckbrief über das Bauen mit Stroh.

TEIL 2 eröffnet ein Portrait des Salzburger Lungaus. Danach geht es in dessen Bezirkshauptstadt Tamsweg. Dort befindet sich die, für die Region bzw. bäuerliche Jugend wichtige Landwirtschaftliche Fachschule (LFS Tamsweg). Im Zuge eines bereits im Frühjahr 2018 abgeschlossenen Architekturwettbewerbs sollen auf dem Gelände des Standlhofs, dem Versuchshof der genannten Schule, ein neues Werkstättengebäude sowie Räumlichkeiten für die Produktveredelungsbereiche Fleisch, Milch und Käse sowie Obst entstehen. Es wird sowohl auf Geografie, Geschichte und Bautradition der Region eingegangen. Es folgt eine Beschreibung der Schule, des Wettbewerbsstandortes sowie der Wettbewerbsaufgabe. Zudem werden die einzelnen Funktionsbereiche zusammenfassend abgehandelt und die dazugehörigen Funktionsdiagramme dargestellt. Auch das Siegerprojekt des Wettbewerbes wird gezeigt. TEIL 3 dieser Arbeit ist schließlich dem (Alternativ-)Entwurf für das Werkstättengebäude mit dem Titel *Werkstatt 'Stroh'* gewidmet, der auf Grundlage der Wettbewerbsauslobung (TEIL 2) sowie auf Basis der Schilderungen in TEIL 1 ausgearbeitet wurde. Hauptaugenmerk

galt dabei dem Bauen mit nachwachsenden, regional verfügbaren Rohstoffen.

Internetrecherche bzw. Zufall brachten den Durchbruch hinsichtlich der Themenfindung für die Abschlussarbeit aus dem Masterstudium Architektur an der TU Wien. Die Vielseitigkeit der Aufgabenstellung sowie unterschiedlichste Nutzungen am besagten Ort zu vereinen weckten Interesse, obgleich des bereits vor einiger Zeit abgeschlossenen Architekturwettbewerbs, dennoch einen (Alternativ-)Entwurf für den Versuchshof der LFS Tamsweg, mit dem eigens gesetzten Ziel dabei auf *weitestgehende* Ressourcenschonung zu achten, zu erarbeiten.

Die Motivation bzw. Bewegünde für die Ausführungen, speziell in TEIL 1, und der dadurch beeinflussten Entwurfsarbeit fußt zum einen auf einem ausgeprägten Umweltbewusstsein und zum anderen auf dem Schmerz über die vorherrschende und, so wie es scheint, weiter fortschreitende Zerstörung unserer natürlichen Umwelt. Wir wissen heute um die, durch uns hervorgerufenen Veränderungen auf unserem Planeten. Vor 200-300 Jahren dachte darüber noch niemand nach. Wie auch wäre dies möglich gewesen (ohne all die kulturellen, wissenschaftlichen und technischen Errungenschaften)? Die Auswirkungen, denen wir uns heute gegenüberstehen, gab es damals noch nicht.

Wohlwissend, dass diese Arbeit nur einen winzigen Beitrag - wenn überhaupt - an einer Veränderung der derzeitigen Situation bewirken kann, so möge sie dennoch als Plädoyer für ein VERSTÄRKTES BEWUSSTSEIN für das wichtigste Thema unserer Zeit, den Erhalt unserer !natürlichen! Umwelt, unsere Lebensgrundlage, verstanden werden.



TEIL 1

UNSER GEMEINSAMES HAUS

Das Klima der Erde ändert sich derzeit schneller als an irgendeinem anderen Zeitpunkt in der Geschichte unserer modernen Zivilisation. Beobachtungen sowie Messungen rund um den Globus liefern klare Beweise, dass das derzeitige weltweite Temperaturmittel viel höher und rascher im Steigen begriffen ist als es je eine andere moderne Zivilisation erfahren hat. Dass diese Veränderungen auf menschliches Treiben zurückzuführen sind, steht für WissenschaftlerInnen außer Frage. Die Auswirkungen sind bereits auf vielen Teilen dieser Erde deutlich spürbar, und auch die Vorhersagen zeigen klar in Richtung Intensivierung und Beschleunigung der momentanen Entwicklung. Der Klimawandel verändert wie und wo Menschen in Zukunft leben werden und bringt zunehmende Herausforderungen für den menschlichen Lebensraum, die menschliche Gesundheit, das Wirtschaftssystem (insb. in den Industriestaaten) und die Umwelt. Die Stärke der prophezeiten Veränderungen variiert je nach Region. Eine schnelle Trendumkehr ist bitter nötig und muss in allen Bereichen des Lebens Widerhall finden¹. Die im Oktober 2018 herausgegebene Warnung der Vereinten Nationen ist unmissverständlich. Demnach bleiben nur mehr 12 Jahre Zeit um den globalen Treibhausgasausstoß drastisch zu reduzieren und verheerende Folgen der globalen Klimaveränderung zu verhindern. Auch das Oberhaupt der römisch-katholischen Kirche, Papst Franziskus, äußert in der von ihm verfassten *Enzyklika Laudato Si'* seine Sorge für das gemeinsame Haus.

¹ <https://www.nasa.gov/subject/3127/climate/> [07.04.2019]



VERANTWORTUNG DES BAUSEKTORS

So wie das Weltklima – im vorigen Kapitel beschrieben – erfährt auch der Bausektor derzeit eine Reihe fundamentaler Veränderungen. So sieht es zumindest die Londoner Denkfabrik Chatham House in einer veröffentlichten Studie. Es betrifft Baumaterialien und deren Herstellung, Bau- und Planungstechnologien (bspw. BIM), damit einhergehend, Geschäftsmodelle von Bauunternehmen sowie die Art und Weise wie die Menschen in Zukunft leben und bauen werden².

Tiefgreifend und deutlich erkennbar sind die Konsequenzen des Bauens auf die Umwelt seit geraumer Zeit. Speziell die heutige Art des Bauens hat bspw. Dietmar Steiner, Architekt und ehemaliger Direktor am Architekturzentrum Wien (AZW), heftig kritisiert. Er hat in einem Interview mit der *Wiener Zeitung* mit der Aussage: „Wir bauen heute [...] den größten Sondermüll der Baugeschichte.“, für Aufsehen gesorgt. Damit bezog er sich insb. auf die heutzutage von der Baubranche bevorzugten Materialien.

Man muss hier sogleich anmerken, dass der, sich seit 2016 in Pension befindliche, AZW-Direktor Zeit seines Schaffens als Architekturtheoretiker/-historiker/-publizist tätig war. Er hat im Zuge seiner beruflichen Laufbahn selbst nie eine Gebäude errichtet, also nie mit dem praktischen, tatsächlichen Bauen zu tun gehabt. Er musste folglich nie zwischen ökonomischen und ökologischen Gesichtspunkten hinsichtlich Materialauswahl, Gebäudeform, Art der Konstruktion etc. abwägen und entscheiden. Seine Aussage ist

² <https://www.chathamhouse.org/event/reinventing-building> [07.04.2019]

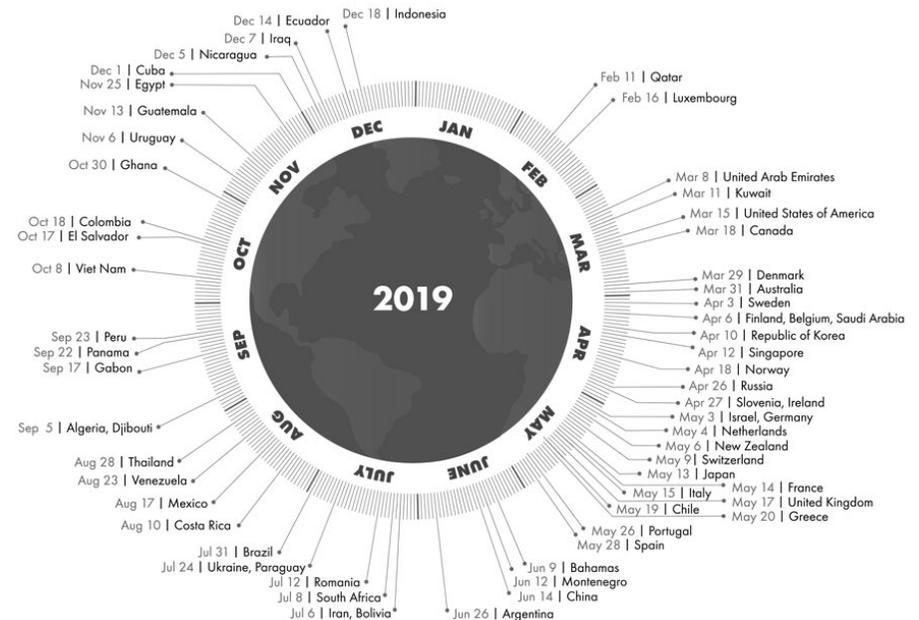
definitiv mutig, polemisch und sorgt für Gesprächsstoff. Man kann sie aber auch als Beleidigung eines gesamten Berufsstandes werten. Der Architekt und Universitätslehrbeauftragte, Hans Drexler, sieht im Bauen die „*umweltschädlichste Aktivität des Menschen überhaupt*“ (DREXLER, 2012, S.44). Er betrachtet dabei die Eingriffe des Menschen auf die ökologischen Stoffkreisläufe auf globaler und lokaler Ebene. Allorts findet ein Zurückdrängen, eine Transformation von unberührtem Naturraum in einen Kulturraum statt. Rohstoffabbau und Flächenverbrauch für Straßen- und Siedlungsbau etc. sind wesentliche Ursachen davon. Dass dies die Lebensgrundlage für Flora und Fauna sowie den Menschen dauerhaft und unwiederbringlich zerstört ist äußerst problematisch. Die Regenerationsfähigkeit der Natur kann mit dem Tempo, mit dem diese Zerstörung voranschreitet nicht mithalten. Der sog. Welterschöpfungstag (World Overshoot Day) markiert jenen Tag an dem die Menschheit das Jahresbudget der von der Natur zur Verfügung gestellten Ressourcen aufgebraucht hat. Dieser Tag wird seit den 1970er-Jahren vom *Global Footprint Network* festgelegt. Anfangs fiel dieser noch auf den 29. Dezember. Im Jahr 2018 war dieser schon am 1. August erreicht³. Dies markiert den weltweiten Durchschnittswert. In Abhängigkeit von der wirtschaftlichen Entwicklung und dem Lebensstandard ergibt sich für jeden Staat ein anderer Erschöpfungstag, wie die nebenstehende Abbildung illustriert.

Dass mit der Ausbeutung bzw. Zerstörung der Ökosysteme die Biodiversität abnimmt, natürliche Kreisläufe gestört und somit

³ <https://www.footprintnetwork.org/our-work/earth-overshoot-day/> [06.04.2019]

Country Overshoot Days 2019

When would Earth Overshoot Day land if the world's population lived like...



die Selbstheilungskraft der Natur stark gemindert ist, betrachtet Architekt DREXLER (2012, S44f.) mit Sorge. Er erwähnt auch, dass der Ressourcenverbrauch allein mit der Fertigstellung eines Gebäudes nicht beendet ist. Man benötigt weiterhin Energie für dessen Betrieb, d.h. für Heizung und Kühlung sowie Material für Wartungs- und Reparaturarbeiten. In weiterer Folge kann es zu Umbau- oder Sanierungsarbeiten kommen. Auch der letztendliche Abbruch ist oftmals mit erheblichem Aufwand verbunden.

Zur vorhin angeführten Aussage von Architekt Drexler muss noch festgehalten werden, dass der Mensch seit jeher versucht sich mit seinen Behausungen nicht zuletzt vor Umwelteinflüssen zu schützen. Bauen bleibt für den Menschen unverzichtbar, und wenn dieser nicht wieder in die Höhle zurück will, wovon auszugehen ist, dann wird er ohne irgendeinen Akt der Zerstörung keine Häuser errichten können, egal auf welche Art oder mit welchen Mitteln diese auch gebaut sein mögen. Dies wird man selbst bei der Betrachtung der vitruvianischen *Urhütte* (allegorische Illustration von Charles Eisen (französischer Maler im 18.Jhdt.), publiziert in *Essai sur l'Architecture* von dem Architekturtheoretiker Marc-Antoine Laugier (1755)) erkennen können.

An dieser Stelle sei nochmals der hohe Ressourcen- und Rohstoffverbrauch der (momentan weltweit boomenden) Bauindustrie erwähnt. Speziell die Prozesse zur Herstellung der wichtigen und häufig verwendeten Baumaterialien Stahl, Aluminium und andere Metalle, Glas, gebrannte Mauerwerksziegel und Zement, dem Bindemittel in Beton, sind immens energieintensiv. Hinzu kommt



weiterer Energieeinsatz durch Abbau und Transport. Zudem sind laut UNEP (2019, S.1) die ökologischen Folgen des unbedachten Abbaus von Sand, dem wichtigsten Rohstoff für die Bauindustrie, immens .

Anhand der Beispiele Zement/Beton, Sand/Kies und Flächenverbrauch/Bodenversiegelung sollen Problemfelder aufgezeigt werden, und auf die Verantwortung der Baubranche hinweisen. Ganz unrecht hat Architekt Drexler mit seiner Aussage nicht.

Zement / Beton

Laut der bereits vorhin erwähnten Studie der Denkfabrik Chatham House produziert die Zementindustrie global gesehen jedes Jahr mehr als 4 Mrd. Tonnen Zement. Dies ergibt einen Anteil an den weltweiten CO₂-Emissionen von 8 Prozent, unter Berücksichtigung aller Stationen während des Herstellungsprozesses. Mengemäßig ergeben sich daraus 2,8 Mrd. Tonnen CO₂. Wäre die Zementindustrie ein Staat, dann würde dieser im Ranking der größten CO₂-Emittenten nach den USA und China an dritter Stelle rangieren. Bezogen auf das Material folgt Zement hinter Kohle, Öl und Gas, den größten Quellen für Treibhausgase.

Das Hauptproblem beim Zement liegt in seiner Herstellung bzw. beim Brennen des Kalksteins (Kalziumcarbonat, CaCO₃). Dieser bildet den Hauptbestandteil, neben Hüttensand, Silicastaub, Puzzolanen u.a. (vgl. PECK, 2013, S.27). Als Daumenregel gilt, dass für jede Tonne Zement etwa eine Tonne (klimaschädliches) CO₂ freigesetzt wird. Dies erfolgt zunächst durch die Erzeugung der benötigten Prozesswärme im Brennofen, welche bei über 1400°C liegt. In weiterer Folge durch die

Entsäuerung des Kalksteins im Drehrohrofen unter Hitzeeinwirkung.
Die chemische Formel dafür lautet:

Kalziumkarbonat (Kalk) + Hitze » Kalziumoxid + Kohlenstoffdioxid
$$\text{CaCO}_3 + \text{Hitze} \gg \text{CaO} + \text{CO}_2$$

Moderne Brennöfen arbeiten zwar schon effizienter, in Summe liegt dort die Freisetzung von CO_2 aber immer noch bei 800 Kilogramm pro erzeugter Tonne Zement. Allein die chemische Reaktion ist zumindest für die Hälfte der Emissionen verantwortlich. Da die Aufspaltung des Kalziumkarbonats prozessimmanent für die Zementherstellung ist, kann das freiwerdende CO_2 hier nicht reduziert werden.

Im Zuge des Pariser Klima-Abkommens haben sich die Stellvertreter der Zementindustrie aber dazu verpflichtet bis 2030 jährlich 16 % der Emissionen zu reduzieren. Um diese Reduktionsziele einzuhalten verfolgt die Industrie mehrere Strategien.

Zum einen sollen in Zukunft vermehrt Zementmischungen zum Einsatz kommen, in denen Zement, allen voran Portlandzement, ganz oder teilweise durch andere Stoffe oder Abfallprodukte, wie bspw. Schlacke (Verbrennungsrückstand mit teils hohem Schadstoffanteil) oder Flugasche (Rückstand, der bei der Verbrennung von Kohle entsteht), ersetzt wird. Dies passiert auch schon seit einiger Zeit.

Eine andere Strategie besteht darin anstelle von Kalkstein andere Stoffe einzusetzen. Bleibt immer noch das Problem mit der notwendigen Prozesswärme, was durch effizientere Brennöfen oder den Einsatz erneuerbarer Energieträger, anstelle fossiler, erreicht werden soll.

Inwieweit diese Strategien Wirkung zeigen bleibt abzuwarten. Letztlich könnte man ebenso versuchen weniger Zement zu erzeugen und zu verbauen (vgl. MITCHELL CROW, 2008, S.65f.). Letzteres geschieht in Form von Beton.

Neben Gesteinskörnung (Kies und Sand) und Wasser gehört das Bindemittel Zement zu den Hauptbestandteilen des Baustoffes Beton. Dieser ist heutzutage aufgrund seiner Vielseitigkeit der am häufigsten eingesetzte Baustoff. Die weltweit produzierte Menge an Zement lässt erkennen, dass jährlich weltweit zig Milliarden Tonnen Beton verbaut werden.

Bevölkerungswachstum, ungebrochener Zuzug in die Ballungsräume (die UNO schätzt, dass bis zum Jahr 2050 mehr als zwei Drittel der Weltbevölkerung in Städten leben werden (vgl. IRP, 2018, S.8)), damit verbunden weiterer Ausbau der Infrastruktur usw. sind nur ein paar Herausforderungen, die in den kommenden Jahrzehnten anstehen werden.

Vor diesem Hintergrund wird es äußerst schwierig werden die von der Industrie gesetzten Reduktionsziele zu erreichen, wenn trotz aller wohlgemeinten Strategien auf der anderen Seite noch mehr Zement bzw. Beton hergestellt werden muss, um den weltweit steigenden Bedarf zu decken. Zumal der größte Teil unserer Infrastruktur (Brücken, Straßen, Abwasseranlagen, Tunnel, Gebäude, Häfen usw.) ohne den Einsatz von Beton gar nicht möglich wäre. Ganz zu schweigen von den technischen Errungenschaften und Ingenieursleistungen die damit verbunden sind.

Dass Beton auch weiterhin in diversen Bereichen absolut notwendig sein wird steht außer Zweifel. Es gibt gewichtige Vorteile die dessen Verwendung absolut rechtfertigen. Dazu zählen u.a. hohe Druckfestigkeit und Dauerhaftigkeit, gute Schalldämmung, Brandbeständigkeit, Recycelbarkeit, Wasserundurchlässigkeit, beliebige Formbarkeit etc. (vgl. PECK, 2013, S. 22ff.).

Sand / Kies

Sand ist, ohne dass man sich dessen bewusst ist, in unserm Alltag allgegenwärtig. Weltweit liegt der Sandverbrauch bei etwa 50 Mrd. Tonnen jährlich (vgl. UNEP, 2019, S.1). Das entspräche einer, um den Äquator verlaufenden, 35 Meter breiten und 35 Meter hohen Mauer. Neben Gegenständen des täglichen Gebrauchs (Kosmetika, Elektrogeräte etc.) ist Sand in Glas, Gehsteigen, Straßen, Brücken, Gebäuden usw. enthalten⁴. Sand ist der meist gebrauchte Rohstoff der Welt, nach Wasser. Zwei Drittel aller Gebäude auf der Erde bestehen aus Beton bzw. Stahl-Beton, wiederum zwei Drittel davon aus Sand. Den größten Sandbedarf hat der Bausektor. Für ein Einfamilienhaus durchschnittlicher Größe, welches vornehmlich aus Stahl-Beton besteht, werden ca. 200 Tonnen Sand benötigt. Wüstensand ist für die Bauindustrie bzw. die Betonproduktion ungeeignet, weil dieser zu fein ist bzw. die Einzelkörner durch Windverfrachtung zu rund geschliffen sind.

⁴ <https://www.unenvironment.org/news-and-stories/story/search-sustainable-sand-extraction-beginning> [05.05.2019]

Sand entsteht durch Verwitterung und Erosion von Gestein durch Eis, Wasser und Wind. Dieser Prozess ist langwierig und wird von der Art des Festgesteins beeinflusst. Momentan wird Sand schneller abgebaut als er durch natürliche Prozesse reproduziert werden kann⁵.

Ein Blick in die Zukunft lässt darauf schließen, dass der Sandabbau in den kommenden Jahren weiter steigen wird. Nicht zuletzt durch die ungebremsste Nachfrage in aufstrebenden Ländern wie China, Indien sowie vielen afrikanischen und lateinamerikanischen Staaten, sondern auch einhergehend mit der Intensivierung der Effekte des Klimawandels. Das IPCC schätzt, dass der Meeresspiegel bis zum Jahr 2100 um einen ganzen Meter steigen wird. Sand wird speziell beim Schutz großer Küstenstädte und -regionen durch den Bau von Dämmen, Deichen u.a. Schutzmaßnahmen gegen Küstenerosion eine wichtige Rolle spielen. Die ökologischen Folgen des Sandabbaus sind schon jetzt enorm, wurden aber bislang weitgehend ignoriert⁶.

Flächenverbrauch/Bodenversiegelung

Der Flächenverbrauch (durch Bodenversiegelung) ist eine mit der menschlichen Aktivität des Bauens untrennbar verbundene Entwicklung. Gebäude, Straßen und Parkplätze werden für so gut wie alle Tätigkeiten des Alltags benötigt. Oft passiert dies außerhalb der Ballungsräume auf der Grünen Wiese. Passend zum übermäßigen Konsumverhalten der Gesellschaft – speziell in den Industrienationen - und dem aktuellen Bauboom ist von einer Abkehr dieser Trends

⁵ <https://www.engineeringforchange.org/news/ocean-without-sand-construction-industry-may-driving-sand-crisis/> [04.05.2019]

⁶ <http://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/8665> [04.05.2019]

nicht auszugehen, und das obwohl bereits im Jahr 1992 in der Agenda 21, einem Aktionsprogramm der Vereinten Nationen für das 21. Jahrhundert, über die Wichtigkeit der Ressource Boden hingewiesen und vor den Folgen des ungehinderten Verbrauchs gewarnt wurde:

“Land is a finite resource, while the natural resources it supports can vary over time and according to management conditions and uses. Expanding human requirements and economic activities are placing ever increasing pressures on land resources, creating competition and conflicts and resulting in suboptimal use of both land and land resources. If, in the future, human requirements are to be met in a sustainable manner, it is now essential to resolve these conflicts and move towards more effective and efficient use of land and its natural resources.”

Rio-Konvention 1992, Agenda 21, Kapitel 10, Abs. 1⁷

Innerhalb der EU werden jährlich ca. 1000 km² Fläche verbraucht. In Österreich ist der Bodenverbrauch seit einigen Jahren rückläufig, befindet sich aber immer noch auf einem hohen Niveau, wie es Zahlen des Umweltbundesamtes zeigen. In der Nachhaltigkeitsstrategie des Bundes und der Länder (ÖSTRAT) sind 2,5 ha pro Tag das erklärte Ziel. Der Durchschnitt der Jahre 2016 – 2018 lag hingegen liegt bei 10,5 ha pro Tag und damit deutlich über dem gewünschten Wert. Der größte Anteil dabei entfällt auf Verkehrsflächen gefolgt von Bau- und Betriebsflächen. Insgesamt gelten 41,2 % der in Österreich als Verkehrs-

⁷ <http://www.un.org/documents/ga/conf151/aconf15126-2.htm> [06.04.2019]

und Siedlungszwecken ausgewiesenen Flächen als versiegelt⁸. Das bedeutet, dass die Böden mit einer wasserundurchlässigen Schicht abgedeckt sind. Einige ökonomische sowie ökologische Effekte von versiegelten Böden seien an dieser Stelle kurz angeführt⁹:

- Gefährdung der biologischen Artenvielfalt
- Verlust der pedogenetischen Prozesse und Funktionen
- Verlust der Produktivität
- Gesteigertes Hochwasserrisiko
- Verlust der Staubbindung
- Hitzeeffekte

Angesichts dieser Tatsachen sind nicht nur die ProtagonistInnen des Bauens dazu angehalten ihr Tun zu hinterfragen und andere Lösungen auf den Weg zu bringen, möchten wir die Erde aus dem *Emergency Room*, wie es CZAJA (2019, S.8) sehr trefflich formuliert, herausholen:

„Architektur ist nicht nur Schöpfung [...], sondern [...] auch schöpferische Reparatur an unserem Planeten.“

8 http://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/raumordnung/rp_flaecheninanspruchnahme/bodenversiegelung/ [07.05.2019]

9 http://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/raumordnung/rp_flaecheninanspruchnahme/ [07.05.2019]

UMWELTINDIKATOREN VON BAUSTOFFEN

Die zuvor geschilderten Ausführungen sollen Aufschluss darüber liefern, welche umweltbedingten Folgen der Abbau und die Produktion von Materialien u.a. für das Bauwesen und folglich deren Verwendung mit sich bringen.

Wer nachhaltig bauen möchte kommt nicht umhin sich neben ästhetisch-formalen Überlegungen auch Gedanken über die Wahl der Baustoffe, die Art ihrer Herstellung, ihre Herkunft und Zusammensetzung zu machen. Diese Entscheidung ist fundamental in Bezug darauf wie viel Energie und Ressourcen für die Errichtung von Gebäuden tatsächlich gebraucht wird.

Wichtige Werkzeuge die bei der Auswahl von Baustoffen helfen sind bspw. Ökobilanzen. Darin sind Daten zu Baustoffen und Bauprodukten enthalten, die Aufschluss über deren Auswirkungen auf die Umwelt von der Herstellung bis hin zur Entsorgung geben. Ein wesentlicher Vorteil dieser Bilanzen ist, dass es sich bei den Inhalten um wissenschaftlich fundierte Erkenntnisse handelt. Auf Basis dieser Daten können ArchitektInnenen Baustoffe vergleichen und gewonnene Erkenntnisse in ihre Planungen einfließen lassen.

Die Ökobilanz von Baustoffen wird u.a. durch folgende Kategorien festgelegt (vgl. HEGGER u.a., 2008, S.167):

- Primärenergieinhalt erneuerbar / nicht erneuerbar, PEI
[MJ]
- Treibhausgaspotenzial (Global Warming Potential – GWP 100)
[kg CO₂-Äq.]

- Ozonzerstörungspotenzial (Ozone Depletion Potential – ODP)
[kg CCL3F-Äq.]
- Versauerungspotenzial (Acidification Potential – AP)
[kg SO₂-Äq.]
- Entrophierungspotenzial (Entrophication Potential – EP)
[kg PO43-Äq.]
- Photochemisches Oxidanzienbildungspotenzial (Photochemical Ozone Creation Potential – POCP)
[kg C₂H₄-Äq.]

Die Anforderungen an Ökobilanzen sowie Anleitungen für deren Erstellung sind in Österreich durch die ÖNORM EN ISO 14044 bestimmt. Das Österreichische Institut für Bauen und Ökologie (IBO) berücksichtigt jene drei Umweltindikatoren¹⁰, die nachfolgend kurz beschreiben werden.

Primärenergieinhalt PEI [MJ], erneuerbar / nicht erneuerbar

Der Primärenergieinhalt, auch als „Graue Energie“ bezeichnet, weist den gesamten Bedarf energetischer Ressourcen aus, die für die Herstellung eines Baustoffes benötigt werden. Man unterscheidet zwischen Energieträgern aus erneuerbaren und nicht erneuerbaren Quellen.

Grundsätzlich benötigt jedes Material, welches zum Bauen eingesetzt wird Energie während des Herstellungsprozesses. Je künstlicher und

¹⁰ <https://www.ibo.at/materialoekologie/lebenszyklusanalysen/ibo-richtwerte-fuer-baumaterialien/treibhauspotenzial-primaeenergieverbrauch-versauerungspotenzial/> [05.05.2019]

höher verarbeitet ein Material ist, desto mehr. Auf das Materialgewicht bezogen bedeutet dies, dass Metalle, Glas, Kunststoffe etc. sehr viel Energie bei der Herstellung benötigen, Lehm oder Gips hingegen sehr wenig und deshalb als energiearm gelten. Der PEI wird in MJ angegeben. 100 MJ entsprechen einem Heizwert von 2,8 Liter Heizöl (vgl. HEGGER u.a., 2007, S.160 u. 259). In Anbetracht dessen stellt die Rücksichtnahme auf den Primärenergieinhalt von Baustoffen einen gewichtigen Beitrag zur energieoptimierten Planung von Gebäuden dar.

Treibhauspotenzial (Globales Erwärmungspotential – GWP)

Treibhausgase erwärmen die Erde indem sie Energie absorbieren. Sie verlangsamen damit das Maß, mit der diese Energie wieder in den Weltraum entweichen kann. Sie funktionieren wie eine isolierende (Dämm)Schicht. Verschiedene Gase haben unterschiedlich starke Wirkungen auf die Erderwärmung. Sie kennzeichnen sich durch zwei Eigenschaften. Zum einen durch ihre Fähigkeit Energie zu absorbieren (Strahlungseffizienz) und zum anderen durch ihre Verweildauer in der Atmosphäre (Lebenszeit.)

Das Treibhauspotential gibt an welchen Beitrag ein Treibhausgas an der globalen Erwärmung hat. Damit lassen sich die verschiedenen Gase vergleichen. Genauer gesagt wird gemessen wie viel Energie bspw. eine Tonne eines Gases über eine bestimmte Zeitperiode absorbiert relativ zu den Emissionen einer Tonne CO₂. Die Angabe erfolgt in [kg CO₂-Äq.]. Je größer das Treibhauspotential, desto mehr erwärmt ein bestimmtes Gas die Erde verglichen mit CO₂ über denselben

Zeitraum. Für gewöhnlich werden 100 Jahre als Vergleichsrahmen herangezogen. Beispielsweise hat eine Tonne Methan (CH_4) auf 100 Jahre gesehen das gleiche Erwärmungspotential wie 25 Tonnen CO_2 (vgl. KAPPAS, 2009, S.284 & HEGGER u.a., 2007, S.259).

Versauerungspotenzial (Acidification Potential – AP)

Versauerung (Senkung des pH-Werts) entsteht durch emittierte (Luft)Schadstoffe, die bei diversen Verbrennungs- und Herstellungsprozessen entstehen. Hauptverursacher sind u.a. Stickoxide (NO_x) und Schwefeldioxid (SO_2). Diese Substanzen gelangen in die Atmosphäre und lagern sich folglich in der Umwelt ab. Betroffen sind Pflanzen und andere Organismen, insb. in Gewässern und Böden. An Gebäuden kommt es zu Schäden durch das Korrodieren von Metallen oder das Zersetzen von Natursteinen. Die gängigste und wohl bekannteste Form der Deposition ist Saurer Regen. Die damit verbundenen Probleme halten sich heute, zumindest in den westlichen Industrienationen, in Grenzen.

Das Versauerungspotenzial beschreibt die Eigenschaft einer Substanz in Relation zum Säurebildungspotential von Schwefeldioxid versauernd auf die Umwelt einzuwirken. Obgleich auch natürliche Quellen existieren (z.B. Vulkane), werden in der Bewertung nur anthropogene Quellen berücksichtigt. Angegeben wird das Versauerungspotenzial in der Einheit [$\text{kg SO}_2\text{-Äq.}$] (vgl. HEGGER u.a. 2005, S.99).

Die nachfolgende Tabelle zeigt die Umweltindikatoren, PEI, GWP und AP, einiger weniger ausgewählter Baustoffe (vgl. HEGGER, 2005, S.100f., HEGGER, 2007, S.160f., LIEBLANG, 2013, S.121, ZEUMER, 2011, S.129).

	Bezugs- einheit	PEI _{n.em.} /PEI _{em.} [MJ] / [MJ]	GWP [kg CO ₂ -Äq.]	AP [kg SO ₂ -Äq.]
Zement	1 t	2050 / -	587	0,75
Ortbeton C25/30 2340 kg/m ³	1 m ³	1.024 / 19,3	196,3	0,356
Ortbeton C35/45 2360 kg/m ³	1 m ³	1.327 / 25	265	0,46
Hochlochziegel 670 kg/m ³	1 m ³	1.485 / 638	95	0,31
Vollklinker 1600 kg/m ³	1 m ³	4.776 / 39	301	0,79
Bewehrungsstahl ca. 7850 kg/m ³	1 kg	12,4 / 0,985	0,874	0,00164
Edelstahl ca. 7850 kg/m ³	1 kg	53,8 / 6,29	4,84	0,037115
Aluminiumblech ca. 2700 kg/m ³	1 kg	271 / 38	22	0,069
Floatglas 2500 kg/m ³	1 kg	14 / 0,08	0,88	0,006408
Gipsplatte 850 kg/m ³	1 m ³	2655 / 251	150	0,41
Zementestrich 2250 kg/m ³	1 m ³	2161 / 27	389	0,85
Lehmsteine 1200 kg/m ³	1 m ³	1257 / 4	74	0,12
Stampflehm 2200 kg/m ³	1 m ³	158 / 1	9,7	0,068
OSB-Platte 620 kg/m ³	1 m ³	4593 / 16479	- 839	1,52
MDF-Platte 725 kg/m ³	1 m ³	9767 / 12495	- 515	1,48



NACHHALTIGE ARCHITEKTUR – ANSICHSTEN & STRATEGIEN

Eine Definition darüber, was Nachhaltige Architektur ist, sucht man vergebens. Schlagwörter, die in Verbindung mit diesem Begriff immer wieder auftreten sind bspw. Niedrigenergie-, Passiv- und Plusenergiehaus, Bauen mit NAWAROS, Low-Tech-Architektur, Öko-(Tech)-Architektur, Minimum Impact, Solares Bauen, usw. Strategien für „nachhaltiges“, „grünes“, „umweltgerechtes“, „energieoptimiertes“, „ressourcenorientiertes“ Bauen oder „ökologisches“ Bauen gibt es unzählige, aber kein Patentrezept. Zu individuell sind die Zugänge der einzelnen AkteurInnen.

Auf den vorherrschenden Klimawandel, die Umweltzerstörung infolge des Bauens und die Verantwortung der Baubranche angesprochen reagieren viele ArchitektInnen mitunter verschnupft, nicht zuletzt weil sie sich dadurch in ihrer kreativen Freiheit eingeschränkt fühlen. Viele zeigen wenig Interesse an der Materie, einige lehnen sie vollkommen ab (vgl. EL KHOULI & DREXLER, 2012, S. 147 & HOSEY, 2012, S.2). Zu ihnen zählt bspw. der Stararchitekt Peter Eisenman, bekannt für seine großmaßstäblichen Bauten in den Bereichen Wohnbau, Städtebau, Bildung etc. Er ist der Ansicht, dass die Ausdrücke *green* und *sustainability* nichts mit Architektur zu tun haben. Er wird in mehreren Publikationen u.a. wie folgt zitiert (KALTENBRUNNER, 2007, S.18):

“To talk to me about sustainability is like talking to me about giving birth. Am I against giving birth? No. But would I like to spend my time doing it? Not really. I'd rather go to a baseball game.”

Dem Schweizer Architekten Peter Zumthor ist die Problematik zwar bekannt, er meint aber, dass er nicht viel dazu beitragen könne. U.a. darum, weil dies seine Fähigkeiten bzw. die eines Architekten übersteige. Für ihn liegt die Nachhaltigkeit seiner Gebäude in ihrer Einfachheit und Langlebigkeit. Dadurch würden sie in 100-200 Jahren noch immer funktionieren¹¹.

Ein anderer Star der Szene, Frank Gehry sieht nachhaltiges Bauen gar als politische Fehde. Außerdem kritisiert er bspw. das Gebäudezertifizierungssystem LEED harsch. Mit den Worten *bogus stuff* (frei übersetzt: schwachsinniges Zeug) bezeichnet er Teile der Bewertungskriterien, weil er die Sinnhaftigkeit dahinter nicht erkennt bzw. anerkennen will¹².

Gebäudezertifizierungssysteme dienen dazu die Nachhaltigkeit beim Bauen zu fördern. Die Bewertung wird auf Grundlage ökonomischer, ökologischer und soziologischer Kriterien vorgenommen. Das von Gehry kritisierte LEED kommt aus dem US-amerikanischen Raum, BREEAM aus Großbritannien. DGNB wurde in Deutschland entwickelt, KLIMA:AKTIV und TQB in Österreich. Weitere Systeme gibt es in Frankreich, der Schweiz sowie auf EU-Ebene. Zwar verfolgen alle das gleiche Prinzip, dennoch gibt es wesentliche Unterschiede in Hinblick auf die Schwerpunktsetzungen. (vgl. HEGGER et al., 2007, S.191 & STEIGER, 2005, S.19 & LIEBLANG, 2013, S.126).

11 <https://www.dezeen.com/2018/10/29/peter-zumthor-environment-climate-change-architecture/> [22.06.2019]

12 <https://www.archdaily.com/61209/gehry-vs-sustainability>

Grundsätzlich bieten Zertifizierungssysteme eine wertvolle Motivation sich schon am Beginn der Planung mit der Thematik Nachhaltigkeit im Bauen und damit welche Auswirkungen ein Gebäude auf die Umwelt hat auseinanderzusetzen.

Für den deutschen Architekten Werner Sobek gehört die Thematik jedenfalls zum Berufsethos. Seine Projekte zeichnen sich durch ihr minimalistisches Design, bei äußerst geringem Material- aber hohem Technikeinsatz, aus. In seinem Privatgebäude, das unter dem Namen *R128* bekannt ist, funktioniert alles vollautomatisch. Das viergeschoßige Gebäude ist energieautark und nach allen Seiten verglast. Photovoltaikmodule erzeugen Strom für die komplexe Haus- und Regelungstechnik. Nanotechnik sorgt für eine Verbesserung der Wärmeisolation der Glasfassaden. Das Problem der Überhitzung im Sommer wird ebenso mit Technik gelöst. Die Decken werden mit kaltem Wasser durchflossen, das Haus wird dadurch gekühlt. Im Winter funktioniert das System umgekehrt. Wichtig ist die richtige Dimensionierung des Pufferspeichers (vgl. SCHITTICH et al., 2006, S.230).

Diesem High-Tech-Ansatz diametral entgegen steht der englische Architekt Bill Dunster. Er ist davon überzeugt, dass zu komplexe Technik (Sensorik, Elektronik) aufgrund von Veralterung früher oder später versagen bzw. an Funktion einbüßen wird. Nicht selten ist das bereits nach zehn bis zwanzig Jahren der Fall, je nach Beanspruchung (vgl. STEIGER, 2005, S.20). Aufgrund von Umweltproblemen und des vorherrschenden Klimawandels brauchen wir robuste Gebäude die auch schwierigen, wechselhaften Bedingungen standhalten können. Dunster plädiert daher für unkomplizierte Lösungen bzw. einfache

Dinge, die lange halten und nicht kaputt gehen können (vgl. JENKS & DEMPSEY, 2005, S. 432).

In eine ähnliche Kerbe schlägt der Univ.-Prof. DI Dr. Wolfgang Streicher von der Universität Innsbruck, der einen integralen Planungsansatz auf Low-Tech-Basis verfolgt. Hohe Investitions- und Wartungskosten sowie zunehmend automatisierte Haustechnik bzw. kurze Lebensdauer der Steuerungssysteme werden von ihm als sehr nachteilig erachtet. Gebäude sollten so geplant und gebaut werden, dass nur das Nötigste an Haus- und Regelungstechnik zum Einsatz kommt. Verwendung lokal vorhandenen Ressourcen, Rückgriff auf historisches Wissen und traditionelle Baustoffe, niedriger Heizwärmebedarf durch gute Dämmung und Fenster in Passivhausqualität sowie sommerlicher Wärmeschutz zählen zu den Anforderungen, die Prof. Steiner an Low-Tech-Gebäude stellt¹³.

Ähnlich sieht das der auf das Bauen mit Naturstoffen spezialisierte Architekt Eike Roswag aus Deutschland (ROSWAG, 2012, S. 235):

„Unsere hoch entwickelte Wirtschaft und Gesellschaft sucht Lösungen meist in komplexerer Technologie und weiteren Regeln. Ziel sollte unter Anwendung unseres hohen Wissensstandes die Vereinfachung und das Suchen nach schlankeren und intelligenteren Lösungen sein, die bemüht sind, Technik nur im notwendigen Maße und dort einzusetzen, wo sie wirkliche Verbesserung zur Folge hat.“

¹³ <https://www.gat.st/news/low-tech-gebaeude-hirm-schlaegt-elektronik> [01.05.2019]

Ein Pionier des „energieoptimierten“ Bauens ist der Architekt Dietmar Eberle aus Vorarlberg, dessen Ansichten sich nach über drei Jahrzehnten Berufserfahrung markant gewandelt haben. Er wird wie folgt zitiert (WOJCIECH CZAJA, 2013, S.8):

“[...] ich habe in meinem Leben schon so viele Passivhäuser gebaut, und meine Erkenntnis nach mehr als 30 Jahren in diesem Beruf ist: Das ist alles sinnlos. Denn einerseits verbraucht man zwar weniger Energie, andererseits aber buttert man so viel Geld in die anfällige und regelmäßig zu wartende Haustechnik-Hardware, dass man unterm Strich keinen einzigen Cent eingespart hat. Mein Credo lautet daher: Back to the roots! Ich will keine Smart Houses und keine Smart Cities. Ich will einfach nur Stupid Buildings, die funktionieren.”

Seine Erkenntnisse ließ er in das Bürohaus 2226 einfließen. Das Gebäude kommt quasi komplett ohne konventionelles Heizsystem und komplizierte Technik aus. Die Trägheit der fast 80 cm dicken, ungedämmten Außenwände aus Ziegel und die Wärmequellen im Inneren (Personen, Computer etc.) reichen aus, um die Raumtemperatur das ganze Jahr hindurch zwischen 22 und 26 Grad Celsius zu halten (vgl. WIDERIN, 2016, S. 62).

Für den bekannten Architekten Michael Kaufmann aus Schwarzach in Vorarlberg beinhaltet nachhaltiges Bauen u.a. die Rückbesinnung auf traditionelle Baustoffe wie Holz oder Lehm, ohne aber die Vergangenheit verklären zu wollen. Zugleich muss eine Gebäude, dass nach Grundsätzen der Nachhaltigkeit geplant und gebaut wurde, nutzungsneutrale Grundrisse bieten und räumlich großzügig

gestaltet sein, weil damit eine etwaige Umnutzung zu einem späteren Zeitpunkt erleichtert wird (vgl. SCHWAB, 2012, S.6). Von ihm stammt folgende Aussage:

„Das Billig-Öl war das Opium, das uns blöd gemacht und dazu geführt hat, dass wir die Konzepte für energieeffizientes Bauen vergessen haben – nun müssen wir die alten Prinzipien wieder entdecken und für unsere Zeit interpretieren.“¹⁴

Auch Architekt DREXLER (2012, S.36) plädiert dafür, sich traditionelle Bauweisen wieder in Erinnerung zu rufen, da sich daraus wichtige Aspekte für eine nachhaltige Architektur ableiten lassen. Die verstärkte Verwendung lokaler Baumaterialien führt zu kürzeren Transportwegen, was einen geringen Energieeinsatz und die Reduktionen von Emissionen zur Folge hat. Zugleich wird eine Verbindung zwischen der modernen, neuen Architektur und den ortsspezifischen, alten Gebäudetypen hergestellt. Des Weiteren erhöht das Einbinden lokaler Bau- und Handwerksbetriebe die Akzeptanz und hat eine identitätsstiftende Wirkung. Ökonomisch vorteilhaft ist die Stärkung lokaler Wirtschaftsstrukturen.

Ökonomische Fragen stellen sich beim Bauen im Bestand immer wieder für BauherrInnen, ArchitektInnen, PlanerInnen etc. wenn abzuwägen ist, ob Abriss und Neubau oder Sanierung und Umbau die sinnvollere Variante darstellt. Ungeachtet ökonomischer Überlegungen plädiert der Planer und Universitätslehrbeauftragte Martin Prominski beim

¹⁴ <https://www.bundesstiftung-baukultur.de/presse/baukultur-im-klimawandel-diskutiert-nachhaltiges-modernes-bauen> [12.04.2019]

Transformieren von Orten aus Gründen der Nachhaltigkeit mit dem Bestand zu arbeiten und damit den Verbrauch von Ressourcen möglichst gering zu halten (vgl. PROMINSKI, 2012, S.95).

Dass die Materialwahl ein nicht zu vernachlässigendes Kriterium für Nachhaltiges Bauen darstellt haben die Schilderungen im vorigen Kapitel versucht zu untermauern. Dies wird auch von vielen ArchitektInnen anerkannt. Ein anderes wichtiges Kriterium – auch wenn es trivial erscheint – ist die Gebäudeform. Man schätzt, dass ein Großteil (bis zu neunzig Prozent) der Auswirkungen eines Gebäudes auf die Umwelt durch Entscheidungen, die am Beginn der Entwurfsphase zu treffen sind, bestimmt wird. Dies beeinflusst in weiter Folge Bau, Betrieb und Entsorgung. Anders ausgedrückt: Entscheidungen sowohl formeller wie auch materieller Natur sind essentiell für die Nachhaltigkeit von Architektur (vgl. HOSEY, 2012, S. 6).



BAUEN MIT NAWARO - STROHBALLENBAU: EIN STECKBRIEF

Nachwachsende Rohstoffe (NAWARO) sind per Definition *“land- und forstwirtschaftlich erzeugte Produkte, die einer Verwendung im Nichtnahrungsbereich zugeführt werden”*¹⁵.

Im Gegensatz zu fossilen Rohstoffen sind NAWARO, in Anhängigkeit vom Aufwand der Erzeugung der (Bau-)Produkte, sowie deren Verarbeitungsgrad, weitgehend CO₂-neutral, da bei einer späteren Zersetzung bzw. anderweitigen Verwertung (z.B. durch Verbrennung) nur jenes CO₂ freigesetzt wird, das zuvor durch das Wachstum aus der Atmosphäre entnommen wurde. Endliche fossile Rohstoffe (Öl, Gas, Kohle) werden durch ihren Gebrauch geschont. Stoff- und Energiekreisläufe können geschlossen gestaltet werden. Zu den Baustoffen aus nachwachsenden Rohstoffen zählt man: Holz und die in erster Linie zu Dämmstoffzwecken verwendeten Rohstoffe Stroh, Hanf, Flachs Kork, Baumwolle, Schafwolle und Zellulose.

Der wichtigste nachwachsende Rohstoff für die Bauindustrie ist Holz. Baugeschichtlich gesehen war Holz lange Zeit das wichtigste konstruktive Baumaterial. Insbesondere in einem Land wie Österreich (insgesamt sind 48 % der Staatsfläche mit Wald bedeckt) ist Holz reichlich vorhanden¹⁶.

Eine Bauart die insbesondere hinsichtlich Primärenergieverbrauch und Ressourcenschonung gegenüber herkömmlichen bzw.

15 <https://www.nicht-fossil.de/15/nachwachsende-rohstoffe.htm> [03.07.2019]

16 <http://www.proholz.at/co2-klima-wald/waldflaeche-und-vorrat/waldflaeche-und-waldvorrat-in-oesterreich/> [27.06.2019]

vorherrschenden Baumethoden vorteilhaft ist und trotz des Engagements einiger weniger ArchitektInnen und BaumeisterInnen nach wie vor nur eine kleine Nische innerhalb des Bauens einnimmt, ist der Strohballenbau.

Geschichte

Die Geschichte der Strohballenhäuser begann im späten 19. Jahrhundert in den für Getreidebau prädestinierten Ebenen des US-amerikanischen Bundesstaates Nebraska, etwa zeitgleich mit der Erfindung der pferde- bzw. dampfbetriebenen Strohballenpresse. Damit war es ein leichtes Spiel das Stroh in Ballen zu pressen. Das Bauen mit Stroh entstand aus der Not heraus, da Bauholz in den waldarmen Regionen, aber auch Steinmaterial, kaum verfügbar war. Die europäischen Siedler verwendeten die Strohballen wie überdimensionale Baublöcke. Viele der errichteten Behausungen waren mehr temporär, als für einen längeren Zeitraum gedacht. Man erkannte aber schnell, dass sich die, zunächst noch unverputzten Gebäude im Wechsel der heißen Summer und kalten Winter Nebraskas als äußerst robust und behaglich erwiesen. Dies führte dazu, dass mehr, für permanente Wohnzwecke gedachte Gebäude errichtet wurden, was sich insbesondere in deren Größe niederschlug. Die ältesten, bis zum heutigen Tag existierenden und noch immer bewohnten Nur-Stroh-Strukturen entstanden in den ersten Jahren des 20. Jahrhunderts. Sie sind, entsprechende Nutzung und Instandhaltung vorausgesetzt, Beweis für die lange Lebensdauer von Strohballenhäusern.

Einer Kombination aus Kriegswirren und zunehmender Verwendung von Beton war es geschuldet, dass es in 1940er Jahren zu einem rapiden Abflauen der Popularität der Strohbauweise kam. In Europa wurde ohnedies nur ganz vereinzelt, so etwa in Frankreich, mit Stroh gebaut. Eine Art Wiederentdeckung bzw. Wiederbelebung erfolgte in den späten 1970er Jahren. Neue Bautechniken wurden entwickelt, und mittlerweile sind Strohhallenhäuser in vielen Ländern zu finden. In Österreich gibt es derzeit etwas mehr als 120 Strohhallenhäuser (vgl. MINKE, 2014, S.12). Eines der bekanntesten unter ihnen ist das unter der Leitung der *Gruppe für angepasste Technologien (GRAT)* errichtete *S-House* in Böheimkirchen, bei dem Kleinballen zum Einsatz kamen und ein Holzgerüst die tragende Funktion übernimmt. Eigens für dieses Projekt - im Spritzgussverfahren! - angefertigte Schrauben aus dem Holzstoff Lignin halten die hinterlüftete Holzfassade in Position¹⁷. Atelier SCHMIDT plante in Langtaufers (Südtirol) das Strohhaus *Fliri*. Das dreigeschoßige Strohhallenhaus besitzt kein tragendes Gerüst. Hier übernehmen die aus Großballen errichteten, 120 Zentimeter dicken Außenwände die Lasten von Decken und Dach. Letzteres ist mit 70 Zentimeter dicken Strohhallen bedeckt bzw. gedämmt¹⁸.

Konstruktionssysteme

Es gibt im Wesentlichen zwei von einander zu unterscheidende Konstruktionsmethoden. Die lasttragende sowie die nicht-lasttragende Bauweise. Bei ersterer wird das Gewicht von Dächern

¹⁷ <http://www.s-house.at/BSgalerie.htm#gal11> [01.06.2019]

¹⁸ <https://www.atelierwernerschmidt.ch/strohhaus-fliri> [01.06.2019]



und Decken teilweise oder gänzlich von den Strohballen getragen, die Strohballen haben sowohl tragende als auch dämmende Funktion. Bei der nicht-lasttragenden Bauweise übernimmt ein Gerüst, meist aus Holz, die Tragfunktion. Strohballen werden zum Ausfüllen der Konstruktionszwischenräume verwendet, oder sie werden vor der Tragkonstruktion angebracht. Die Ballendichte bei der lasttragenden Bauweise beträgt in etwa 110 kg/m^3 , bei der nicht-lasttragenden Bauweise variiert sie zwischen 80 und 100 kg/m^3 .

Die Hauptfunktion der Strohballen liegt in ihrer wärmedämmenden Wirkung. Dies macht sie zu einer interessanten Alternative bei der thermischen Sanierung von Gebäuden. Hierzu werden die Strohballen vor die zu dämmenden Wände gesetzt, unter der Voraussetzung, dass der benötigte Platz vorhanden ist (vgl. MINKE, 2014, S.37).

Primärenergiegehalt von Stroh

Bei Stroh handelt es sich um ein landwirtschaftliches Nebenprodukt, das aus getrockneten Halmen unterschiedlichster Getreidepflanzen gewonnen wird. Diese nehmen, wie alle anderen Pflanzen auch, während ihres Wachstums CO_2 aus der Atmosphäre auf. Der Kohlenstoff wird in die Pflanzenstruktur eingebaut, der Sauerstoff wieder abgegeben. Beim Verrottungsvorgang des pflanzlichen Organismus wird jene Menge an Kohlenstoff frei, welche zuvor im Zuge des Wachstums aufgenommen wurde. Deshalb gelten nachwachsende Rohstoffe als CO_2 -neutral.

Durch den Einsatz von Stroh als Dämmstoff wird der darin gebundene Kohlenstoff aus dem System herausgehalten. Häuser

aus Stroh oder anderen nachwachsenden Rohstoffen fungieren dann als Kohlenstoffsenken. Stroh besitzt einen Kohlenstoffgehalt von 42%, das bedeutet, dass in einer Tonne Stroh 420 kg Kohlenstoff gebunden sind. Solange dies der Fall ist, sind der Atmosphäre 1540kg Kohlendioxid entzogen (vgl. MINKE, 2014, S.29). Zum Vergleich: der Kohlenstoffgehalt von Holz beträgt 50 %¹⁹.

Von allen im Bauen eingesetzten Dämmstoffen hat eine Strohballedämmung den geringsten Primärenergiebedarf. Großformatige Quaderballen, wie sie etwa beim zuvor erwähnten Haus Fliri verwendet wurden, haben einen Primärenergieinhalt von 180 MJ/t, Kleinballen einen PEI von 226,8 MJ/t (zur Erinnerung: 100 MJ entsprechen einem Heizwert von 2,8 l Erdöl). In diese Zahlen gehen die Aufwendungen für folgende Prozesse ein (vgl. MINKE, 2014, S.29):

- Ballenpressen
- PEI des Ballengarns
- Laden, Transport zum Hof und Entladen
- Art der verwendeten Erntemaschinen sowie anteilig deren Herstellungsaufwand

Vergleicht man verschiedene Dämmstoffe in Bezug auf einen U-Wert von 0,11 W/(m².K), dann stellt sich heraus, dass bei Verwendung einer Holzweichfaserplatte ein PEI von 952 MJ zu Buche schlägt. Bei einer Strohdämmung wären es nur 12,24 MJ. Dazwischen liegen EPS-Dämmplatten mit 498 MJ, Hanfplatten mit 339 MJ, Steinwolle mit 280 MJ und Zellulose mit 90 MJ. Der niedrige Wert bei Stroh ergibt sich allerdings daher, dass Stroh als Abfallprodukt gilt und der

¹⁹ <http://www.proholz.at/holz-ist-genial/co2-neutral/kohlenstoffspeicher/> [25.05.2019]

Aufwand für den Anbau des Getreides nicht in die Bilanz eingeht. Wenn dem so wäre, dann käme die Strohballendämmung hinsichtlich des Primärenergieinhalts etwas unterhalb der Zellulosedämmung zu liegen. Was die Zahlen auch zeigen ist, dass Dämmmaterialien aus nachwachsenden Rohstoffen nicht automatisch geringe Primärenergieinhalte aufweisen, sondern teilweise ein hoher Aufwand in ihrer Herstellung vorausgeht.

Das Ergebnis aus dem Vergleich verschiedener Außenwandkonstruktionen lässt MINKE (2014, S.30) festhalten, dass sich der Primärenergiebedarf durch die Verwendung von Stroh bzw. Strohballen als Dämmmaterial erheblich reduzieren lässt.

Bauphysikalische Eigenschaften

Wärmeleitfähigkeit / Wärmedämmung und Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmeleitfähigkeit und Bauteildicke geben Aufschluss über wärmedämmenden Eigenschaften eines Bauteils. Die Wärmeleitfähigkeit *Lambda* (λ) ist eine Stoffeigenschaft, sie hat die Einheit W/(m.K). Damit wird der Wärmeenergie (Watt) angegeben, die durch eine 1 m² große und 1 m dicke Materialschicht bei einem Temperaturunterschied von 1 Kelvin (K) durchdringt. Je kleiner die Wärmeleitfähigkeit ist, desto besser ist das Dämmvermögen.

Bei der Wärmeleitfähigkeit von Strohballen ist die Ausrichtung der Halme gegenüber der Richtung des Wärmestroms zu berücksichtigen. Erfolgt der Wärmestrom parallel zur Halmrichtung, dann ergibt dies ein λ von 0,080 W/(m.K) und ein λ von 0,052 W/(m.K) quer zur

Halmrichtung. Daraus ergibt sich, dass der Strohballeneinbau insb. bei der nicht-lastragenden Bauweise hochkant stehend oder hochkant liegend erfolgen sollte (vgl. MINKE, 2014, S. 18).

Dämmstoffe aus synthetischen Rohstoffen (z.B. EPS, XPS und PUR) weisen λ -Werte von 0,025 bis 0,045 W/(m.K) auf. Bei anderen, natürlichen Dämmmaterialien, wie Baumwolle, Holzfaserdämmplatten, Schafwolle, Zellulosefaser etc. liegen die λ -Werte zwischen 0,035 und 0,090 W/(m.K) (vgl. HEGGER, 2005, S.136).

Demnach sind die dämmenden Eigenschaften synthetischer Dämmmaterialien günstiger als jene von Stroh. In Anbetracht des weitaus geringeren Primärenergiebedarfs bei der Herstellung von Stroh im Vergleich zu den synthetischen Dämmstoffen erscheint diese Tatsache vernachlässigbar.

Ein Maß für den Wärmedurchgang durch ein Bauteil, z.B. eine Außenwand, ist der Wärmedurchgangskoeffizient U (U-Wert). Dieser Wert hat die Einheit W/(m².K) und wird zur Berechnung der Transmissionswärmeverluste herangezogen. Der U-Wert beschreibt jene Wärmemenge, welche durch 1 m² eines Bauteils hindurchgeht, wenn der Temperaturunterschied der an beiden Seiten angrenzenden Luftschichten 1 K beträgt. Wärmeübergangswiderstände zwischen Luftschichten und Schichtdicke des jeweiligen Bauteilmaterials werden berücksichtigt. Je geringer der U-Wert eines Bauteils, desto weniger Wärme gelangt hindurch und desto niedriger sind letzten Endes die Heizkosten (vgl. MINKE, 2014, S. 18 & HEGGER, 2005, S.265).

Laut MINKE (2014, S.19) ergibt sich bspw. für eine lasttragende Strohballenwand (Aufbau von innen nach außen: 4 cm Lehmputz,

36 cm Strohballen, 2 cm Lehmputz, hinterlüftete Schalung) ein U-Wert von $0,14 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$. Bei - wohlgermerkt - gleicher Schichtdicke mit konventionellen Dämmstoffen (z.B. Polystyrol oder Mineralfaser) erhält man einen U-Wert von $0,11 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$.

Spezifische Wärmekapazität und Wärmespeicherfähigkeit

Die *spezifische Wärmekapazität* c ist eine Materialkonstante. Sie hat die Einheit $\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ und gibt an, wie viel Wärme 1 kg eines bestimmten Baustoffs aufnehmen kann, sodass seine Temperatur um 1 K ansteigt. Ein Baustoff erwärmt sich umso langsamer, je größer seine spezifische Wärmekapazität ist.

Von der spezifischen Wärmekapazität und der Rohdichte des Bauteils hängt dessen (volumenbezogene) *Wärmespeicherfähigkeit* Q ab. Sie hat die Einheit $\text{kJ}/(\text{m}^3\cdot\text{K})$. Je dichter ein Baustoff ist, desto höher ist sein Vermögen Wärme zu speichern und weiterzuleiten und desto geringer ist dessen wärmedämmende Eigenschaft. Umgekehrt gilt dieses Prinzip für leichte Baustoffe.

Geringe Wärmespeicherfähigkeit kann zu raschen Temperaturschwankungen in Innenräumen führen. Diese können von Baumaterialien mit hoher Wärmespeicherfähigkeit zeitweise ausgeglichen werden. Zudem können diese zum Schutz vor sommerlicher Überhitzung beitragen (vgl. HEGGER, 2007, S. 158).

Hohe Wärmespeichereigenschaften haben mineralischen Stoffe (z.B. Naturstein oder Beton) aufgrund ihres Gewichtes. Im Vergleich dazu können organische Materialien aufgrund ihrer höheren spezifischen Wärmekapazität in der Regel mehr Wärmeenergie pro Kilogramm aufnehmen. So z.B. Holz.

Verglichen mit anderen Dämmstoffen besitzt Stroh eine sehr gute Wärmespeicherfähigkeit. Das Speichervermögen einer strohgedämmten Holzständerwand mit einem U-Wert von $0,15 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ist zehnmal höher als eine vergleichbare Wand mit Mineralwolle als Dämmstoff. Ein Vergleich mit massiven Baustoffen hingegen erscheint trivial. Erheblich geringer ist, bei gleichem U-Wert, die Wärmespeicherfähigkeit einer strohgedämmten Holzständerwand im Gegensatz zu einer massiven Ziegelwand. Deshalb ist es, zur Verbesserung der Wärmespeicherfähigkeit von Strohballewänden, ratsam an der Innenseite Lehmputz aufzubringen. Dies ist förderlich für das Raumklima indem es die Raumfeuchte reguliert und eine puffernde Wirkung bei Temperaturschwankungen hat (vgl. MINKE, 2014, S.20).

Brandschutz

Bauprodukte werden hinsichtlich ihres Brandverhaltens gemäß ÖNORM EN 13501-1 in sieben Klassen eingeteilt (A1 - kein Beitrag zum Brand, A2, B, C, D, E, F - keine Leistung im Hinblick auf Flammwidrigkeit feststellbar). Bei Bauteilen erfolgt die Einteilung in Brandwiderstandsklassen nach den europäischen REI-Klassen gemäß ÖNORM EN 13501-2. Die Mindestwiderstandsdauer wird in Minuten angegeben (30, 60 und 90 Minuten). Während der Einwirkungsdauer müssen die Bauteilfunktionen Tragfähigkeit, Raumabschluss und Wärmedämmung erhalten bleiben (vgl. TEIBINGER, 2015, S. 3f.).

Stroh ist in losem, nicht verdichtetem Zustand sehr leicht zu entzünden. Bei dichter Pressung hingegen ist ein Entflammen durch mangelnde Sauerstoffversorgung deutlich gehemmt. In der



Literatur wird Stroh als *normalentflammbarer* Dämmstoff bezeichnet. Insbesondere während der Bauphase sind loses Stroh und Strohballen vor Brand und Funkenflug zu schützen. Nach der Fertigstellung der Strohballenwände empfiehlt es sich diese zügig mit einer Putzschicht zu versehen und/oder eine Beplankung zu montieren. Das Aufbringen einer Putzschicht - innen und/oder außen - reicht in den meisten Fällen aus um die notwendige bzw. geforderte Widerstandsdauer gegen Brand zu erreichen. Diverse Brandschutztests, nicht zuletzt in Österreich und Deutschland, haben gezeigt, dass das Erreichen einer Widerstandsdauer von 90 Minuten und mehr möglich ist. Dazu wurden lasttragende und nicht-lasttragende Strohballenwände mit unterschiedlichen Putzarten, vornehmlich Lehm- und Kalkputz, getestet.

Die Widerstandsfähigkeit bzw. Feuerhemmung ergab sich durch die sauerstoffabschließende Putzschicht sowie die hohe Strohballenpressung, die dazu führt, dass nicht genügend Sauerstoff für eine Brandausbreitung zur Verfügung steht. Auch bei einer gerissenen Putzschicht führt die dahinter entstehende oberflächliche Verkohlung des Strohs - ähnlich wie bei Holz - dazu, dass die Zufuhr von Sauerstoff behindert ist und ein Brand nur schwer entstehen kann (vgl. MINKE, 2014, S. 27f.).

Schallschutz

Hinsichtlich Schallschutz kann festgehalten werden, dass Strohhallenhäuser herkömmlichen Bauweisen in nichts nachstehen. Strohhallenwände zeichnen sich durch ein hervorragendes Schalldämmmaß, hervorgerufen durch die Federwirkung der Strohhallen sowie der Schallabsorption im Ballen, aus (vgl. MINKE, 2014, S26f.).

Strohhallenbau- Netzwerke: national und international

Der engagierten Arbeit diverser europäischer Netzwerke ist es zu verdanken, dass der Strohhallenbau in den letzten Jahren eine kleine Renaissance erfährt. Nationale Netzwerke haben sich mittlerweile in ganz Europa gebildet. In Österreich ist dies das *Austrian Straw Bale Network* (ASBN), in Deutschland der *Fachverband Strohhallenbau* (FASBA) und in Großbritannien und Nordirland das Netzwerk *Straw Building United Kingdom* (SBUK). Darüber hinaus gibt es Netzwerke u.a. in Ungarn, Polen, Spanien, Frankreich, Italien, Holland und Belgien. Als Dachverband wurde vor wenigen Jahren die *European Straw Bale Association* (ESBA) gegründet²⁰.

Für detailliertere, vertiefendere Informationen zum Thema Strohhallenbau sei an dieser Stelle auf die zitierten Quellen verwiesen.

20 <http://baubiologie.at/strohhallenbau/esba-european-straw-building-association-in-venedig-gegruendet/> [27.06.2019]



TEIL 2

DER LUNGAU – GEOGRAFIE, GESCHICHTE, BAUKULTUR

Der Lungau ist der südöstlichste Gau bzw. Bezirk des Bundeslandes Salzburg. Die naturräumlichen Grenzen bilden die Radstädter und Schladminger Tauern im Norden, die Hohen Tauern bzw. deren Ausläufer im Westen sowie die Gurktaler Alpen im Süden. Im Osten ist der Lungau über das Murtal mit der Steiermark verbunden. Er bildet ein ca. 1000 km² großes Hochplateau, das durch zahlreiche kleinere Seitentäler und Flussläufe (Mur, Taurach etc.) gegliedert ist. Neben der Bezirkshauptstadt Tamsweg zählen Mauterndorf und Sankt Michael im Lungau zu den wichtigsten Städten bzw. Gemeinden des Lungaus²¹.

Einzelne archäologische Funde belegen, dass der Mensch seit der Jungsteinzeit in dem Gebiet anwesend ist. Norikum hieß das keltische Königreich, Teil dessen der Lungau bis ins 2.Jhdt. v. Chr war. Danach, d.h. etwa um das Jahr Null übernahmen die Römer die Herrschaft über das Gebiet, die etwa vier Jahrhunderte anhielt. Meilensteine, die noch heute entlang der Gebirgsstraße, die über die Radstädter Tauern führt, zu finden sind, zeugen von dieser Zeit. Es folgte die zwischenzeitliche Besiedelung durch die Alpenlawen von Osten her ehe die Karolinger das Gebiet Ende des achten Jahrhunderts, nach der Beendigung des bayrischen Einflusses, in das Fränkische Reich eingliederten. Ab dem 13.Jhdt. bis ins Jahr 1803 gehörte der Lungau dem Erzbistum Salzburg an. Bescheidenen Wohlstand erlangte die geografisch abgeschiedene Region im Verlauf dieser Zeit durch den Abbau und den Handel mit Gold, Silber, Eisen und Salz. 1816 kam Salzburg und somit der Lungau zu Österreich. Mit dem Ende des Bergbaus 1880 erfolgte der wirtschaftliche Niedergang der Region. Entspannung brachten der Ausbau des Radstädter

²¹ <http://tirolatlas.uibk.ac.at/places/show.py/index?lang=de;id=151>



Tauernpasses sowie der Bau der Muraltbahn in den letzten Jahren des 19. Jahrhunderts. Spätestens aber mit dem Bau der Tauernautobahn (1974 – 1976) war die wirtschaftliche Bedeutung wieder hergestellt. Heute zählen Tourismus, sowohl im Winter als auch im Sommer, sowie das Dienstleistungsgewerbe und die Industrie, allen voran die Forst- und Holzindustrie zu den wichtigsten Wirtschaftszweigen^{22,23}.

Gleichwohl ist der Salzburger Lungau nicht erst seit der Besiedelung durch die Slawen stark landwirtschaftlich geprägt. Ackerbau und Viehzucht waren die vorherrschenden Wirtschaftsformen in der Landwirtschaft. So wie in allen landwirtschaftlich und alpin beeinflussten Regionen Österreichs, haben sich teils über Jahrhunderte regionstypische (Bauern-)Haustypen entwickelt. So auch im Lungau. Entgegen den Bedürfnissen und Ansprüchen an das heutige, moderne Wohnen, stand die damalige Bauweise und innere Raumaufteilung spiegelbildlich für die damalige Lebens-, Arbeits- und Wirtschaftsweise. Als Baustoffe verwendete man Material, das in der Gegend reichlich vorhanden war. Steinmauern bildeten vielerorts den Gebäudesockel. Darauf entstand der zimmermannsmäßig gefertigte Holzbau²⁴.

Die Autorin und Museumspädagogin, des Salzburger Freilichtmuseums, BRUNNER-GAUREK schreibt in Ihren Artikeln und Buchbeiträgen von der Lungauer Hauslandschaft, die durch Ein- und Gruppenhöfe geprägt ist. Eine exakte Abgrenzung bleibt allerdings schwierig. Für die Entstehung der Haustypen im Lungau waren die Nähe zu den Nachbarregionen in Kärnten und der Steiermark und der gegenseitige Austausch nicht unwesentlich.

22 <https://www.sn.at/wiki/Lungau> [07.04.2019]

23 <https://www.lungau.at/de/dein-lungau/geschichte-lungau> [07.04.2019]

24 https://www.sn.at/wiki/Geschichte_des_Lungaus [07.04.2019]



Die Gruppenhöfe konnten sowohl als Paarhöfe als auch Haufenhöfe ausgebildet sein. Bei ersteren stehen die Firste der beiden Gebäude parallel zueinander. Beim Haufenhof sind die Nebengebäude ohne erkenntliches Muster um das Wohngebäude arrangiert. Es existierte kein Landschaftsbild, das nur von einem der genannten Hoftypen geprägt war, da sich die Regionen gegenseitig beeinflussten und sich viele Mischformen bildeten. Die Frage ob Einzel- oder Gruppnhof wurde durch die Größe des Landbesitzes bestimmt.

Mit Beginn des 20. Jahrhunderts kamen im Lungau sowie in den Nachbarländern Steiermark und Kärnten Steildächer auf. In anderen Regionen, wie etwa dem Pinzgau oder dem Pongau, waren Dächer mit flacherem Neigungswinkel weiter vorherrschend. Die steilen Dächer hatten einige Vorteile. Zum einen war es möglich im erweiterten Dachraum zusätzliches Material zu lagern und zum anderen konnte im Winter die Schneelast leicht abrutschen. Nachteilig war, dass die Brettschindel mit, für die damalige Zeit teuren und handgeschmiedeten Eisennägeln befestigt werden mussten. Im Gegensatz dazu wurden in Gebieten mit flachgeneigten Dächern die Holzschindel auf die Dachkonstruktion gelegt und mit Gewichten (insb. Steinen) beschwert um sie vor Abrutschen und Verwehen zu schützen. Nichts desto trotz ist das regionsspezifische Lungauer Brettschindeldach eine bis heute, nicht selten ausgeführte Dachdeckung, mit Schindellängen von bis zu 1,6 Metern und einer doppelten bis dreifachen Deckung. Außerdem typisch für Lungauer Dachform ist der Krüppelwalm, der sog. Schopf. Tatsächlich originalgetreue Zeugen Lungauer Baukultur findet man heutzutage allerdings nur noch selten (vgl. BRUNNER-GAUREK, S.91f.).



TAMSWEG

Bundesland: Salzburg (Österreich)
Politische Verwaltungseinheit: Tamsweg (TA)
Einwohner (Stand 01.01.2018): 5.717
Geografische Länge: 13° 48'
Geografische Breite: 47° 07'
Seehöhe: 1024 m
Katastralfläche: 117,4 km²
Dauersiedlungsraum: 22,2 km²
Bauflächen: 0,53 km²
Landwirtschaftliche Nutzfläche: 18,6 km²
Gärten: 1,15 km²
Alpen: 19,50 km²
Wald: 71,56 km²

Die Bezirkshauptstadt des Lungaus wurde um etwa 1165 erstmals urkundlich erwähnt. Insbesondere im 15. Jahrhundert gewann Tamsweg mit der Errichtung der Kirche St. Leonhard, erbaut 1428 – 1433, als Wallfahrtsort überregionale Bedeutung.

Das heutige Gemeindegebiet setzt sich seit 1939 aus sieben, ehemals selbstständigen Kleingemeinden zusammen. Einst zählte die Agrarwirtschaft zur vorherrschenden Wirtschaftsform. Der wirtschaftliche Strukturwandel der vergangenen Jahrzehnte führte aber auch in Tamsweg dazu, dass heute Dienstleistungen und Industrie zu den wichtigsten Wirtschaftszweigen zählen.

Mit in Summe acht bestehenden Schultypen trägt Tamsweg den Namen Schulstadt nicht zu unrecht. Eine Schule, nämlich die Landwirtschaftliche Fachschule (LFS) Tamsweg, wird nachfolgend Gegenstand genauerer Betrachtung sein²⁵.

²⁵ <https://www.tamsweg.info/de/chronologie-tamsweg-lungau.html> [07.04.2019]



LFS TAMSWEG & STANDLHOF

Die Landwirtschaftliche Fachschule Tamsweg ist eine wichtige Ausbildungsstätte für die bäuerliche Jugend aus der Region. Die Schule kann von Mädchen und Burschen gleichermaßen besucht werden, wobei letztere deutlich in der Überzahl sind. Die Unterbringung der SchülerInnen erfolgt im Internat.

Ursprünglich für zwei Klassen gebaut, werden heute sechs Klassen – zwei pro Jahrgang – unterrichtet. Die AbsolventInnen bzw. HofübernehmerInnen erhalten eine Ausbildung zum Landwirtschaftlichen Facharbeiter. Zusätzlich wird nach bestandenen Schulabschluss die Ausbildung zum Forst- Facharbeiter angeboten. Generell werden grundlegende Kenntnisse in folgenden Fächern vermittelt:

- Tierhaltung
- Pflanzen- und Obstbau
- Produktveredelung und Vermarktung
- Haushaltsführung und Ernährung
- Forstwirtschaft
- Baukunde
- Landmaschinenteknik
- Unternehmensführung
- Holzbearbeitung
- Metallbearbeitung



Die praktischen Unterrichtseinheiten, die ein Drittel der Gesamtstunden ausmachen, finden am Standlhof in Tamsweg Wölting, dem schulzugehörigen Lehrhof, nur 300 Meter oberhalb des Schulstandortes der LFS, statt. Er ist für die SchülerInnen fußläufig gut zu erreichen.

Der Standlhof ist ein biologisch bewirtschafteter Landwirtschaftsbetrieb, der im Eigentum des Landes Salzburg steht. Es befindet sich auf einer Seehöhe von 1.030 – 1.100 Metern. Auf dem Areal befinden sich Personal- und Werkstättengebäude und Bereiche für die Produktveredelung sowie diverse Ställe für Rinder, Pferde, Schafe und Schweine. Die Betriebsgröße setzt sich wie folgt zusammen:

- Ackerfläche 8,7 ha
- Grünlandfläche 20,8 ha
- Wald/Lehrforst 15,4 ha

Hinzu kommt die gepachtete Gspandl Alm mit einer Almfläche von 139,6 ha. Genaue Zahlen hinsichtlich der jeweiligen spezifischen Nutzungen, Flächen in Eigenbesitz und Pachtflächen sowie Angaben zu den Nutztieren sind auf der Website der LFS Tamsweg ersichtlich²⁶.

Baugeschichte LFS Tamsweg und Lehrbetrieb Standlhof

Die Entscheidung, dass der Salzburger Lungau eine Ausbildungsstätte für die bäuerliche Jugend bekommen soll, fiel in den frühen 1950er Jahren. Baustart war im Jahr 1955. Die Fertigstellung konnte 1957 gefeiert werden. Der Schulbetrieb begann am Ende desselben Jahres. 1959/1960 wurde für den landeseigenen Standlhof ein Wirtschaftsgebäude errichtet. Ein neues Bauern- und Personalhaus

²⁶ <https://www.lfs-tamsweg.at/standlhof/> [17.04.2019]



folgten 1966/67. In den Jahren 1980/81 wurde das Ensemble mit neuen Werkstätten erweitert. Es dauerte bis zum Jahr 2002 ehe die beiden Werkstättengebäude für Forst- und Landtechnik hinzukamen. Deren Dächer wurden 2005 mit einer Photovoltaikanlage ausgestattet. Noch im Jahr zuvor, 2004, folgte ein Freiluft-Schweinstall. 2007 begann die Erweiterung des Rinderstalls, dessen Fertigstellung im Jahr 2008 gelang. Zusätzlich wurde die fußläufige Erreichbarkeit des Standlhofs entlang der Prebersee Landesstraße durch den Bau eines Fußgängerwegs erleichtert²⁷. Ein Architekturwettbewerb, abgehalten im Jahr 2010, war die Basis für die Erweiterung des Schulgebäudes mit dem Neubau eines Internatsgebäudes und eines Turnsaals²⁸. Fertigstellung und Bezug folgten 2012.

Die nächste wichtige bauliche Maßnahme wird den Neubau von Werkstätten und Räumlichkeiten für die Produktveredelung auf dem Areal des Standlhofs betreffen. Ein dazu abgehaltener Architekturwettbewerb ging am 20.04.2018 zu Ende.

Die nachfolgend zusammengefasste Aufgabenstellung bzw. Wettbewerbsauslobung bildet mit Hinblick auf die Ausführungen in TEIL 1 die Basis für die erarbeitete Entwurfsarbeit in TEIL 3. Die Auslobung steht zum Download bereit auf: <http://www.architekturwettbewerb.at/competition.php?id=2160> [21.06.2019].

²⁷ <https://www.lfs-tamsweg.at/geschichte/> [25.03.2019]

²⁸ http://www.schwarzenbacherstruber.com/erweiterung-landwirtschaftsschule-i-tamsweg-i-2012_p68.htm [25.03.2019]



ARCHITEKTURWETTBEWERB 2018

Die auslobende Stelle, das Amt der Salzburger Landesregierung Immobilienmanagement / Referat 6.05, sucht für das Bauvorhaben „LFS – Landwirtschaftliche Fachschule Tamsweg, Neubau Werkstätten und Produktveredelung“ im Zuge eines Realisierungswettbewerbs eine außergewöhnliche Planungslösung. Das Ziel des Wettbewerbs ist es, baukünstlerische Vorentwürfe zu erhalten in denen die Neukonzipierung der Werkstattbereiche Holz und Metall, sowie der Räumlichkeiten für die Produktveredelungsbereiche Fleisch, Obst, Milch und Käse, ersichtlich sind.

Ort des Wettbewerbs ist das Gelände des Standlhofs in Wölting, einer Katastralgemeinde von Tamsweg, Die Räumlichkeiten für die Werkstätten und die Produktveredelung sind in die Jahre gekommen und sollen neu errichtet werden. Drei, dem Ensemble des Standlhofes zugehörige Gebäude, zwei Werkstattgebäude und ein kleines Lagergebäude, können abgerissen werden.

Nachhaltigkeit und Einfachheit in Hinblick auf Form und Aufbau des neuen Baukörpers, die verwendeten Baumaterialien sowie die bau- und haustechnischen Lösungen und Anlagen sollen die neuen Werkstätten und Produktveredelungsbereiche charakterisieren. Als präferiertes Baumaterial wird Holz gewünscht, weil damit nicht zuletzt der forstwirtschaftliche Ausbildungsschwerpunkt der Schule unterstrichen werden soll. Zudem soll durch das Zusammenspiel von industriellem Holzbau und traditionellem Holzhandwerk

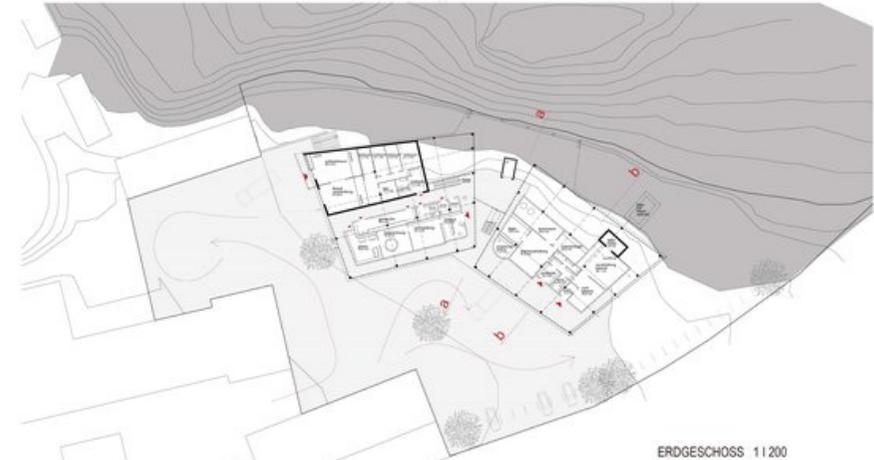
Realisierungswettbewerb LFS Tamsweg –Werkstätten und Produktveredelung

17 11 67

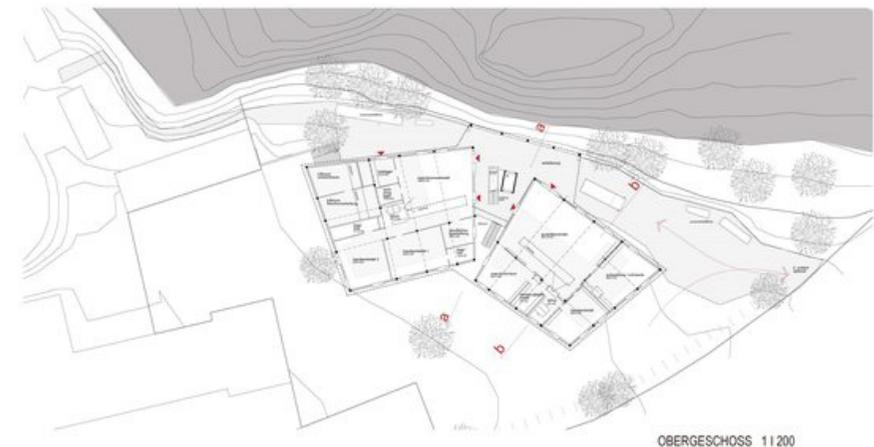
BLATT 1



Blick von der Straße - Höhe "Wölting"



ERDGESCHOSS 1:1200



OBERGESCHOSS 1:1200

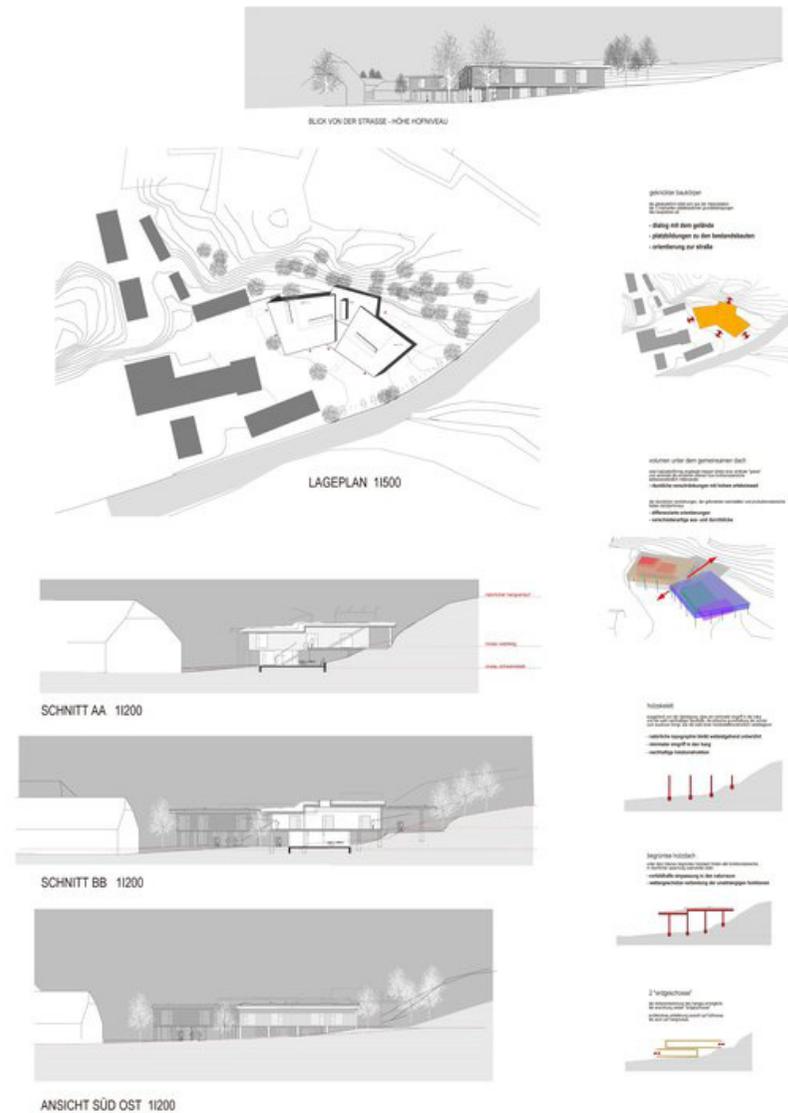
eine Anbindung an die regionale Baukultur und –tradition erreicht werden. Für den laufenden Betrieb und anfallende Wartungen sind für die Haustechnikanlagen einfache, leicht zu betreibende und wartende Systeme vorzusehen. Die Möglichkeit der Verwendung von Solarthermie und Photovoltaik zu Zwecken der Wärme- und Stromerzeugung soll von den PlanerInnen berücksichtigt werden.

Des Weiteren wird in den Unterlagen der Wettbewerbsauslobung der Wunsch geäußert, den Neubau/Umbau derart zu planen bzw. zu errichten, dass dieser gemäß dem klimaaktiv Gebäudestandard mit der Stufe klimaaktiv GOLD ausgezeichnet werden kann.

Ein dem Auslober wichtiges Anliegen ist es den Bereich der Produktveredelungen als genossenschaftlichen Betrieb zu führen. Die zur Verfügung gestellten Räumlichkeiten und Ressourcen sollen es den künftig beteiligten LandwirtInnen ermöglichen in Gemeinschaft ihre eigenen Produkte herzustellen bzw. zu verarbeiten. Die Erzeugnisse sollen dann in einem repräsentativen Verkaufsraum veräußert werden können.

Als Sieger aus dem Architekturwettbewerb ging ein Büro aus Salzburg hervor. Der Wettbewerbsbeitrag ist auf der vorigen Seite sowie nebenstehend gezeigt²⁹.

²⁹ <http://www.architekturwettbewerb.at/competition.php?id=2160&part=preistraeger> [27.06.2019]



FUNKTIONSBEREICHE

Nachfolgend werden die einzelnen Funktionsbereiche der Werkstätten und Produktveredelung kurz beschrieben sowie einige wichtige planerische Anforderungen, die an sie gestellt werden, aufgezählt.

Werkstattbereich Holztechnik:

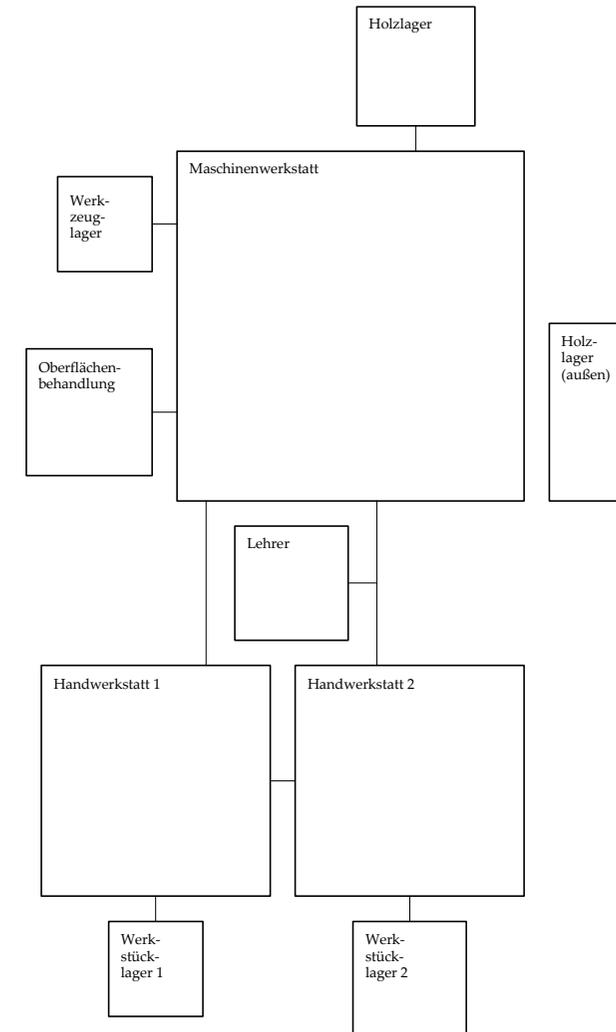
Im Zuge ihrer Ausbildung an der LFS Tamsweg können sich die SchülerInnen in den Bereichen Tischlerei, Zimmerei, Drechslerei sowie Holz- und Sägetechnik vertiefen. Hierzu ist es wichtig die handwerklichen Fähigkeiten zu trainieren als auch den sicheren Umgang mit den notwendigen Maschinen zu erlernen.

Schränke, Wanduhren und Bauerntruhen stehen beispielhaft für jene Werkstücke, welche die SchülerInnen in der Tischlerei fertigen werden, in der Drechslerei sind dies u.a. Eisstöcke und Holzschüsseln.

Grundlegende Kenntnisse des Zimmereihandwerks werden bspw. beim Bau von Garten- oder Bienenhütten vermittelt.

Räumliche Anforderungen:

- Maschinenwerkstatt und zwei Handwerkstätten (je 11+1 Arbeitsplätze) sind die wesentlichen Unterrichtsbereiche zur praktischen sowie theoretischen Wissensvermittlung.
- Die bestehende Späneabsauganlage des Ausweichquartiers soll im Neubau/Umbau Wiederverwendung finden. Die Späneabsaugung erfolgt in der Maschinenwerkstatt bei jeder Bearbeitungsmaschine (Abrichtobelmaschine, (Dicken) Hobelmaschine, Breitband-/Langbandschleifmaschine, Format-/Tischkreissäge etc.)



Holztechnik
Funktionsdiagramm

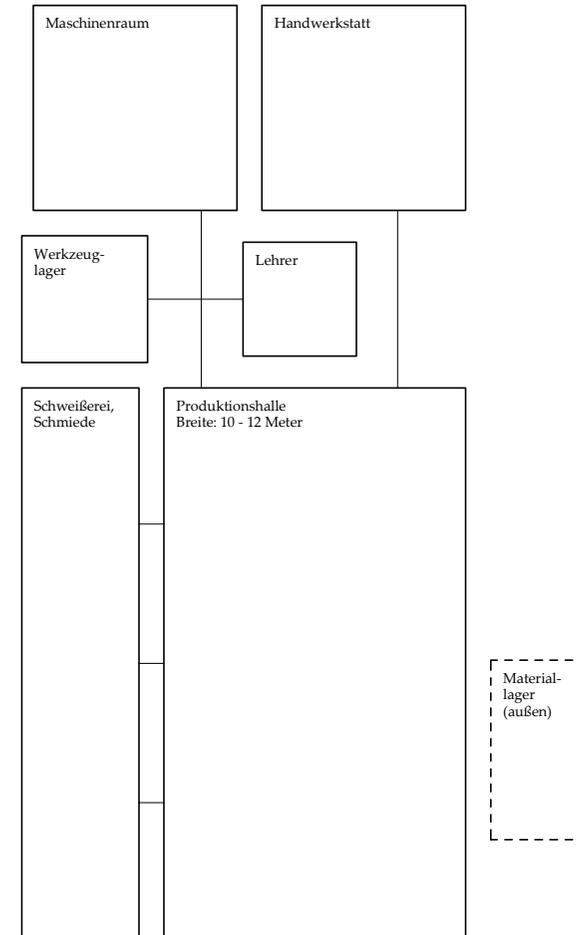
- Ein innenliegendes Holzlager ist in der Nähe der Anlieferung (Torabmessungen: mind. 4 m Breite, Höhe gemäß bestehender Landtechnikwerkstatt) vorzusehen, ebenso ein abgedecktes Holzlager im Außenbereich.

Werkstattbereich Metalltechnik

Die Projekte, die im Zuge der metalltechnischen Ausbildung umgesetzt werden, können durchaus umfangreich ausfallen. Einen wichtigen Teil der Ausbildung im Bereich der Metalltechnik bildet das Schweißen. Auf dem Lehrplan stehen die verschiedenen Schweißtechniken, wie etwa das Schutzgas-, das Elektroden- sowie das Autogenschweißen.

Räumliche Anforderungen:

- Die Produktionshalle (Spannweite 10 Meter) bildet den zentralen Bereich für die Ausbildung.
- Der Maschinenraum und die Schweißerei/Schmiede sollen direkt, ohne Trennwand miteinander verbunden sein.
- Ein innenliegendes Metalllager ist in der Nähe der Anlieferung (Torabmessungen: gleich wie bei Holztechnik) vorzusehen, ebenso ein abgedecktes Metall- und Materiallager im Außenbereich für eine Materiallänge von bis zu 6 Metern
- Aufgrund von Explosionsgefahr ist das Lager für die, für das Schweißen benötigten Gasflaschen ebenfalls im Außenbereich vorzusehen.



Produktveredelung

Regionalität bei Erzeugung und Verkauf der hergestellten Lebensmittel hat auf der LFS Tamsweg einen hohen Stellenwert, und steht somit als klarer Gegensatz zur heutigen globalisiert-industrialisierten Lebensmittelproduktion. Regionalproduzierte Lebensmittel gewinnen auch beim Endverbraucher immer mehr an Bedeutung.

Nicht bloß das reine Bewirtschaften von land- oder forstwirtschaftlich genutzten Flächen soll von den SchülerInnen erlernt werden, sondern auch Fertigkeiten wie die Fleisch- und Milchverarbeitung, d.h. das Herstellen unterschiedlichster Fleischwaren und Milchprodukte. Außerdem werden Kenntnisse im Obst- und Pflanzenbau vermittelt.

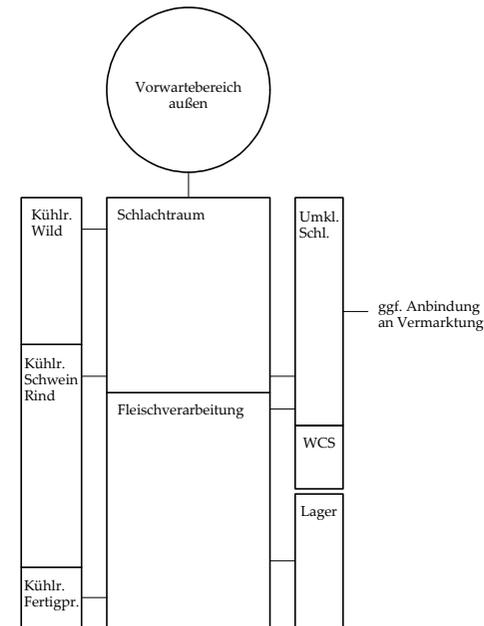
Produktveredelungsbereich Fleischverarbeitung

Das Erlernen der handwerklichen Fähigkeiten sowie die Wichtigkeit der Qualitätssicherung stehen im Vordergrund. Lehrinhalte sind bspw. das Betreuen und Schlachten unterschiedlicher Nutztiere, deren Zerlegung nach der Schlachtung sowie das Wissen über die Verwendung und Verwertung der verschiedenen Körperteile. Außerdem werden die SchülerInnen Kenntnis über die unterschiedlichen Arten der Lagerung erlangen.

Räumliche Anforderungen:

Abfolge bei der Tierverarbeitung: Vorwartebereich (im Freien) - Schlachtraum mit Tötungsbox – Kühlräume (Vor- und Reifekühlung) – Verarbeitungsraum – Kühl- und Gefrierraum für die fertigen Produkte.

- Gute Anlieferung der Tiere gewährleisten. Der Treibweg für die Tiere soll kurz und ohne Anstrengung möglich sein.



Produktveredelung Fleisch
Funktionsdiagramm

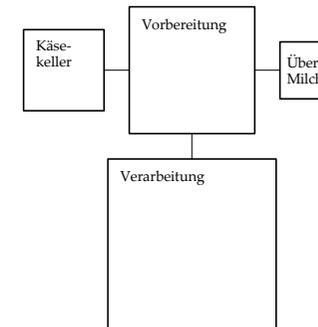
- Schlacht- und Zerlegebereich sollen voneinander getrennt sein.
- Ein von außen zugänglicher, gekühlter Raum (Konfiskatraum) für die kurzfristige Aufbewahrung von Schlachtabfällen ist vorzusehen.
- Der Raum für die Fleischverarbeitung unterteilt sich in einen Zerlege- und Veredelungsbereich. Die Zerlegung geschieht an einem für 10 Personen ausgelegten Arbeitstisch. Ausreichend Platz für Fleischereigeräte wie Kutter, Fleischwolf, Selche, Füller udgl. muss vorhanden sein.
- Aus hygienischen Gründen müssen der Schlachtraum (unrein) und der Fleischverarbeitungsraum (rein) unabhängig voneinander über eine Schleuse betreten werden können.

Produktveredelungsbereich Milch/Käse

Milch ist ein wertvolles Nahrungsmittel. Erfahrung und Geschick sind Voraussetzung für dessen Veredelung zu hochwertigen Lebensmitteln. Zu diesem Zweck ist es notwendig den SchülerInnen der LFS die biologischen und biotechnischen Prozesse bei der „Umwandlung“ von Milch zu vermitteln. Zu den Lehrinhalten zählen u.a. das Herstellen von Sauerrahm- und Süßrahmbutter, verschiedenen Arten von Topfen sowie Joghurt und Frischkäse.

Räumliche Anforderungen:

- Die Milchanlieferung zur Käserei erfolgt über einen kleinen Raum oder eine überdachte Schleuse.
- Über einen Garderobenraum, der als Schmutzschleuse funktionieren soll, betreten die SchülerInnen den Vorbereitungsraum der Käserei.



Produktveredelung Milch/Käse
Funktionsdiagramm

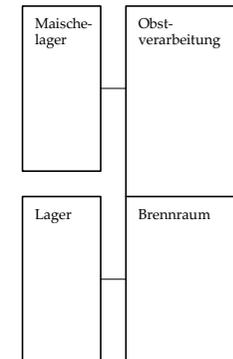
- Wichtig für den Verarbeitungsraum ist eine gute Belüftung (Querlüftung).
- Der Reifekeller bzw. Lagerraum (kühle Raumtemperatur, hohe Raumluftfeuchtigkeit, keine Fensteröffnung) für die hergestellten Produkte soll in Verbindung zum Verarbeitungsraum stehen.

Produktveredelungsbereich Obst

Obstbaumpflege und –schnitt sowie das Veredeln von Obstbäumen zählen ebenso zu den Lehrinhalten wie das Erzeugen von Edelbränden in einer Kolonnenbrennerei und diversen Säften.

Räumliche Anforderungen:

- Die Zerkleinerung des Brennguts (ausgereifte Früchte) und die Befüllung der Maischefässer sollen nach Möglichkeit im selben Raum stattfinden.
- Für den Brennvorgang werden die Maischefässer in den Brennraum gebracht. Hier werden die Fässer zudem gewaschen und getrocknet.
- In einem getrennten Raum erfolgt die - teilweise jahrelange - Lagerung der fertigen Brände. Zudem soll es möglich sein dort Flaschen und Etiketten sowie diverses Handwerkzeug aufbewahren zu können.



Produktveredelung Obst
Funktionsdiagramm



RAUMPROGRAMM

Gruppen	Bereiche	NF Soll m ²
1 Werkstätten	Holztechnik	471,00
	Metalltechnik	526,00
	Allgemeinflächen Werkstätten	63,00
2 Produktveredelung	Fleischverarbeitung	199,00
	Obstverwertung	110,00
	Milch/Käse	85,00
	Allgemeinflächen Produktveredelung	75,00
3 Gemeinsame Flächen	Gemeinsame Flächen	155,00
	Außenanlagen	
Gesamt:		1.684,00

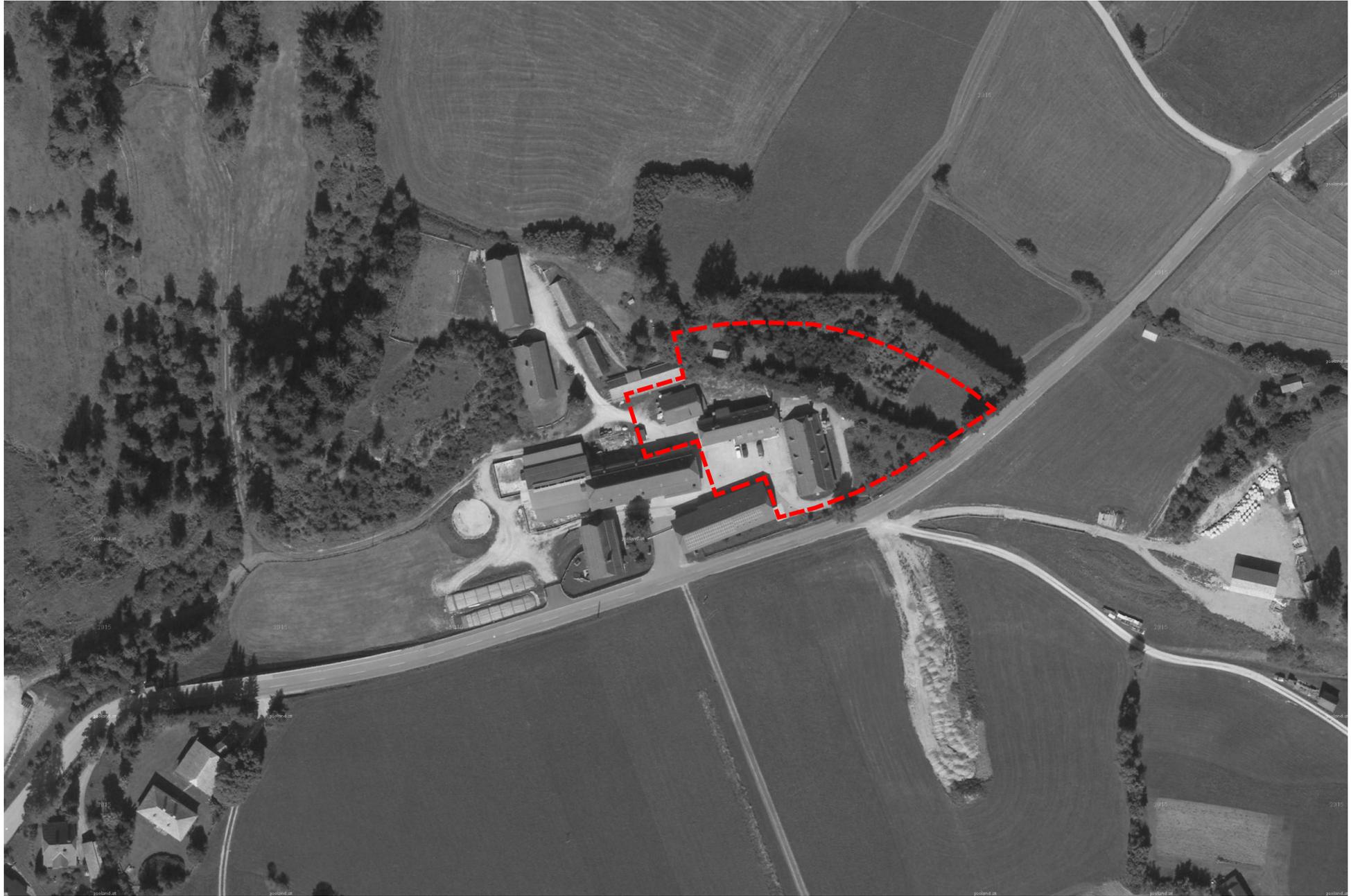
1 Wertstätten		
Holztechnik	Nutzung	NF m ²
	Maschinenwerkstatt	190,00
	Handwerkstatt 1	83,00
	Werkstücklager (für Handwerkstatt 1)	14,00
	Handwerkstatt 2	83,00
	Werkstücklager (für Handwerkstatt 2)	20,00
	Oberflächenbehandlung	25,00
	Werkzeuglager Holz	14,00
	Lehrerbüro mit Spinden	20,00
	Holzlager	22,00
	Holzlager im Außenbereich (überdacht)	
Gesamt:		471,00
Metalltechnik	Nutzung	NF m ²
	Maschinenwerkstatt	261,00
	Schweißerei/Schmiede	90,00
	Maschinenraum	65,00
	Handwerkstatt	65,00
	Lehrerbüro mit Spinden	20,00
	Lager für Gasflaschen (im Außenbereich)	
	Werkzeuglager Metall	25,00
	Materiallager im Außenbereich (überdacht)	
Gesamt:		526,00
Allgemeinflächen Werkstätten	Nutzung	NF m ²
	Ausstellungsbereich für Werkstücke	10,00
	Garderobe	30,00
	WC Herren	10,00
	WC Damen und barrierefrei	5,00
	Abstellraum/Putzkammer Ebene 1	4,00
	Abstellraum/Putzkammer Ebene 2	4,00
Gesamt:		63,00

2 Produktveredelung		
Fleischverarbeitung	Nutzung	NF m ²
	Vorartebereich (event. überdacht)	
	Schlachtraum (Tötungsbereich)	50,00
	Fleischverarbeitung (Arbeitstisch 10 Pers.)	60,00
	Kühlräume (Reifekühlung, Gefrierraum, Kühlraum Fertigprodukte, Kadaver/Abfälle, Reiferaum)	60,00
	Lager/Abstellraum	10,00
	Umkleide (Schmutzschleusenprinzip), 14offeneSpinde	14,00
	WC Herren (von der Umkleide begehbar)	2,50
	WC Damen (von der Umkleide begehbar)	2,50
Gesamt:		199,00
Obstverarbeitung	Nutzung	NF m ²
	Obstverarbeitung	40,00
	Maischelager (kühler Raum)	20,00
	Brennraum	30,00
	Lager (Obst, Flaschen, Saft und Schnaps)	20,00
Gesamt:		110,00
Milch-Käse	Nutzung	NF m ²
	Anlieferung/Übergabestation Milch	5,00
	Vorbereitung Käserei	25,00
	Verarbeitung Käserei	45,00
	Käsekeller/Käsereifung	10,00
Gesamt:		85,00
Allg.-fl. Produktveredelung	Nutzung	NF m ²
	Vermarktung/Verarbeitung (Direktvermarktung)	5,00
	Verkaufsraum	
	Umkleide Lehrer	
	Umkleide Obst/Milch (Schmutzschleusenprinzip)	25,00
	WC Herren (von der Umkleide begehbar)	45,00
	WC Damen (von der Umkleide begehbar)	10,00
Gesamt:		85,00

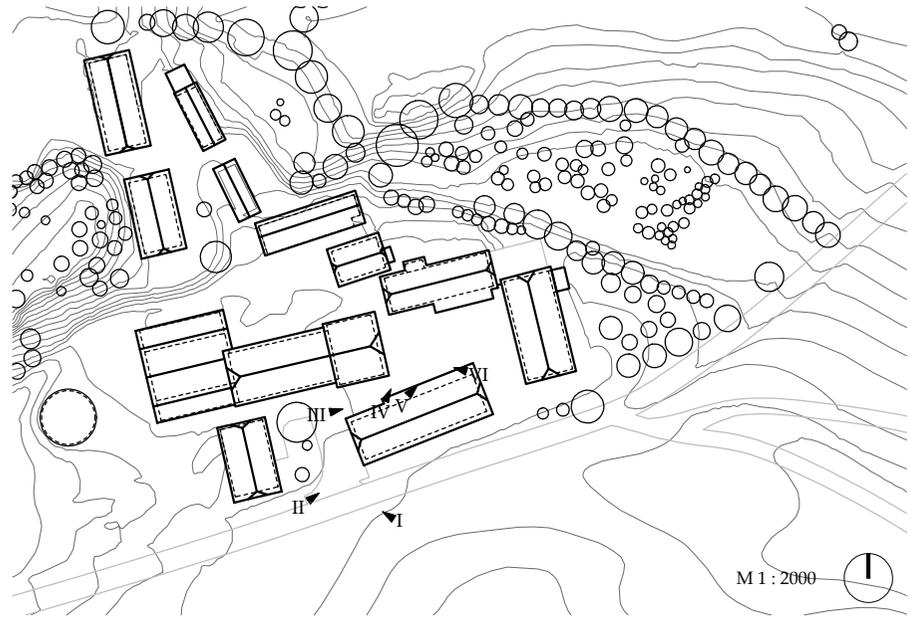
3 Gemeinsame Flächen / für Werkstätten und Produktveredelung		
Gemeinsame Flächen	Nutzung	NF m ²
	Pausenraum	30,00
	Gruppenraum/Besprechungsraum	25,00
	Lift barrierefrei	
	Lüftungszentrale	50,00
	Technikzentrale	50,00
Gesamt:		155,00
Außenanlagen	Nutzung	NF m ²
	PKW-Stellplätze (20 Parkplätze)	
	Freiflächen befestigt (Straßen, Wege, Hof o.ä.)	
	Freiflächen unbefestigt (Wiese, Garten o.ä.)	
Gesamt:		---

WETTBEWERBSGEBIET

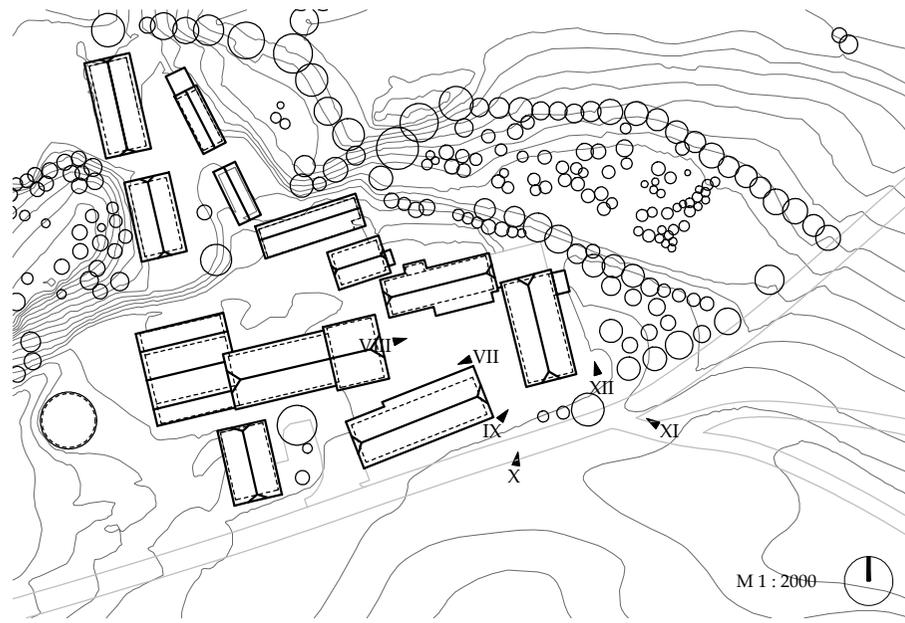
Das Wettbewerbsgebiet, es befindet sich im nord-östlichen Bereich des Betriebsareals, ist in der nebenstehenden Abbildung umrandet. Die innerhalb der Umrandung liegenden Gebäude, die bestehenden Werkstätten sowie ein Lagergebäude, können bei Bedarf zur Gänze abgebrochen werden.



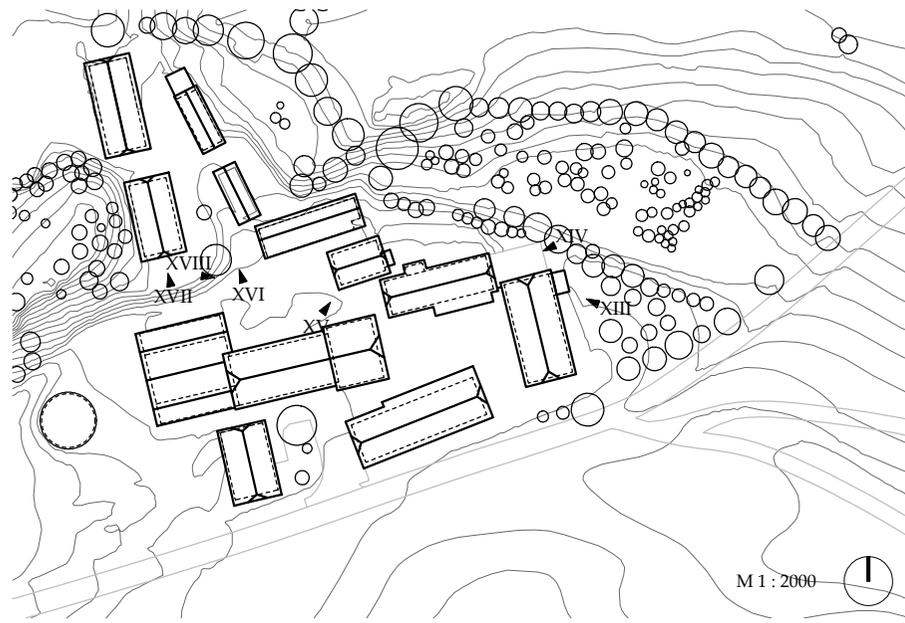
FOTODOKUMENTATION - BESTAND







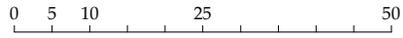




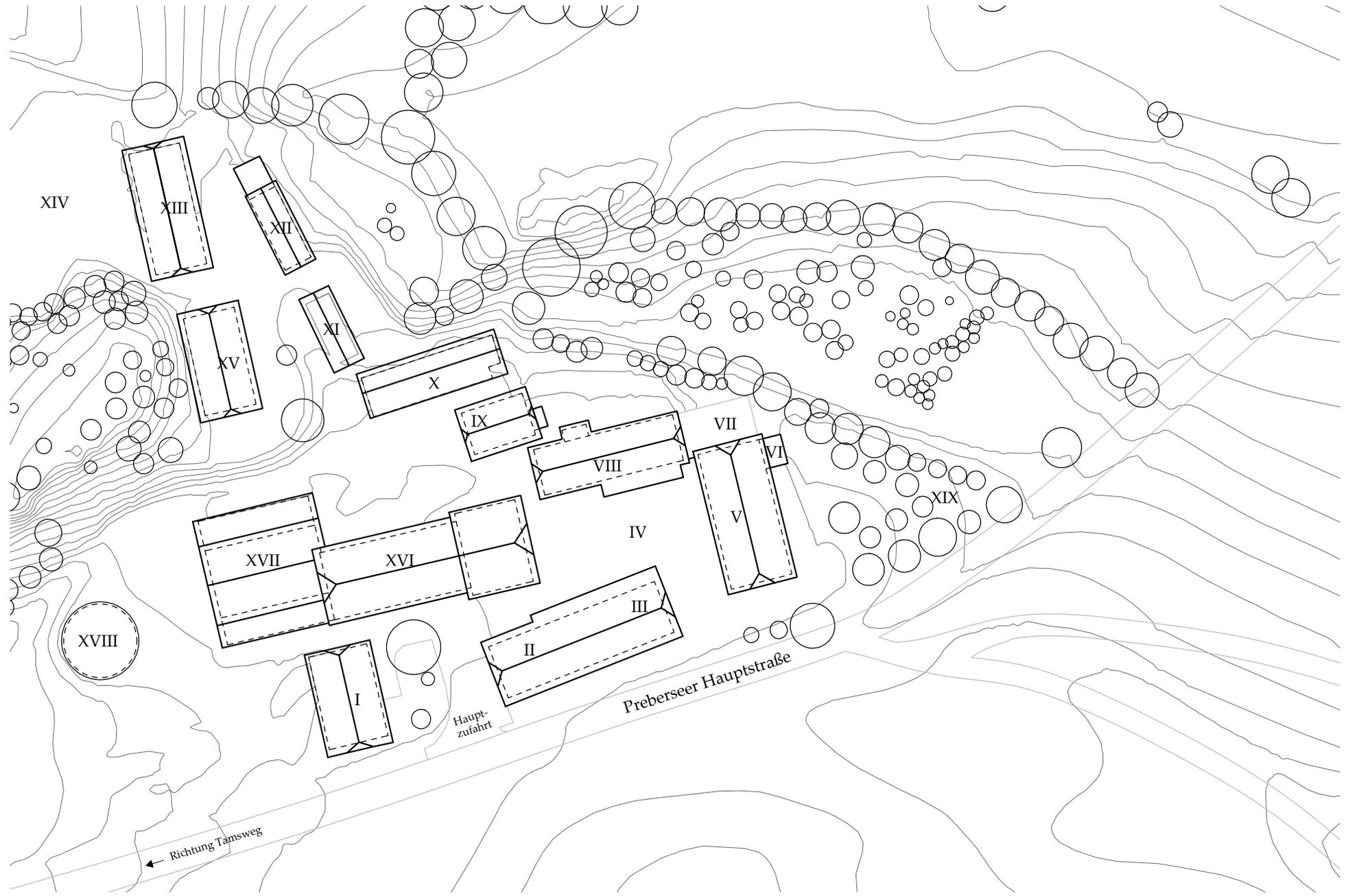


LAGEPLAN, BESTAND

M 1 : 1000



I	.....	Leitung Versuchshof / Wohngebäude	XI	.....	Lagerscheune / landw. Gerät
II	.....	Forstwirtschaft	XII	.....	Lagerscheune / landw. Gerät
III	.....	Wertstätte Landtechnik	XIII	.....	Lagerscheune / landw. Gerät
IV	.....	Hof	XIV	.....	Hengstkoppel / Auslaufplatz
V	.....	Holz- / Metalltechnik	XV	.....	Hengststation (Noriker) / Pferdezucht
VI	.....	Spanabsauganlage	XVI	.....	Fleckvieh- / Schafzucht
VII	.....	Werkstattvorplatz / Gasflaschenlager	XVII	.....	Liegeboxenlaufstall
VIII	.....	Fleischverarbeitung / Metalltechnik	XVIII	.....	Güllegrube
IX	.....	Lagergebäude	XIX	.....	Obstgarten
X	.....	Schweinehaltung			

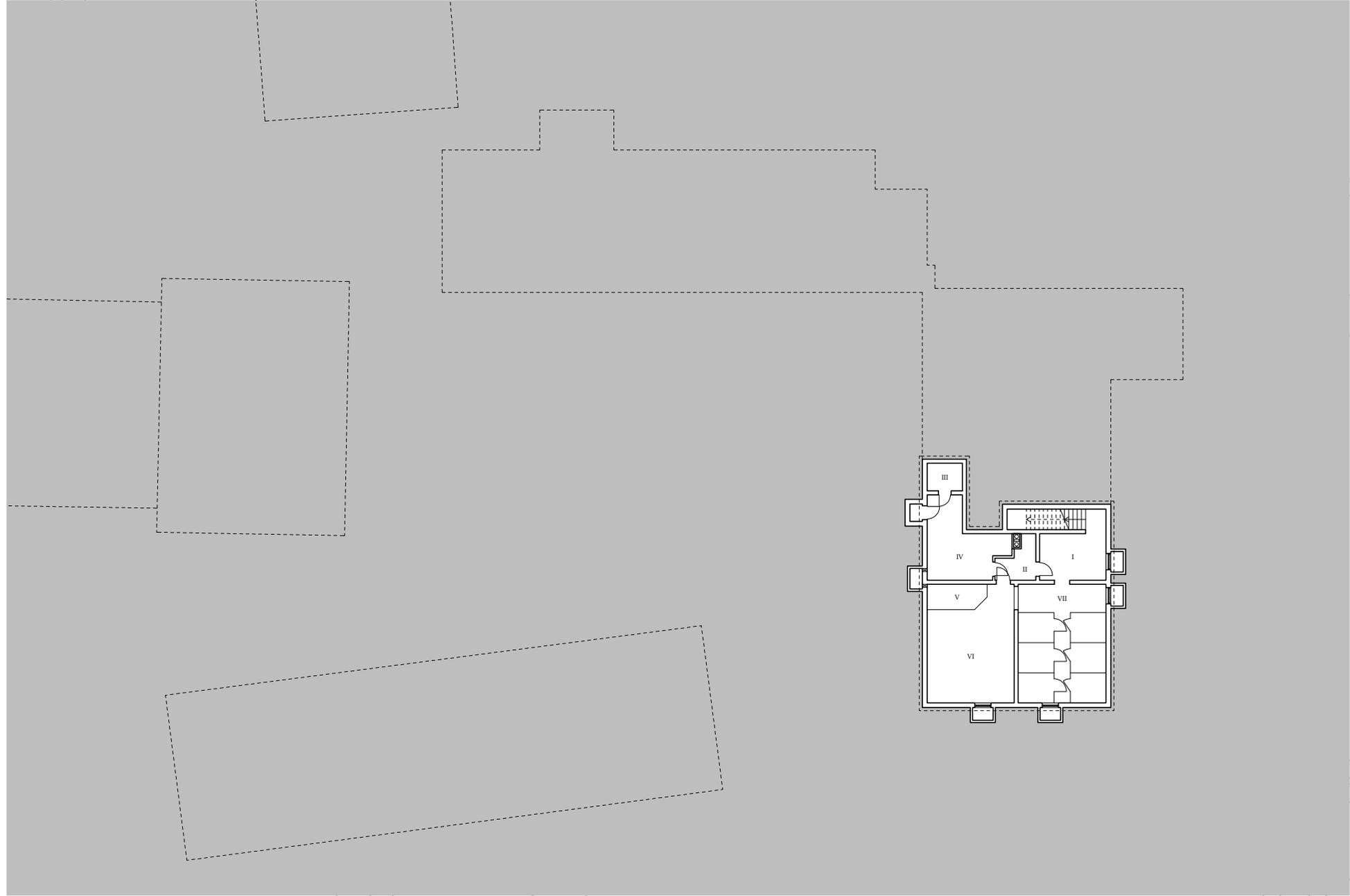


GRUNDRISS UG, BESTAND

M 1 : 333



- I Stiegenhaus
- II Vorraum
- III Sägespäne
- IV Heizraum
- V Puffer
- V Holzlager
- VII..... Werstücklager

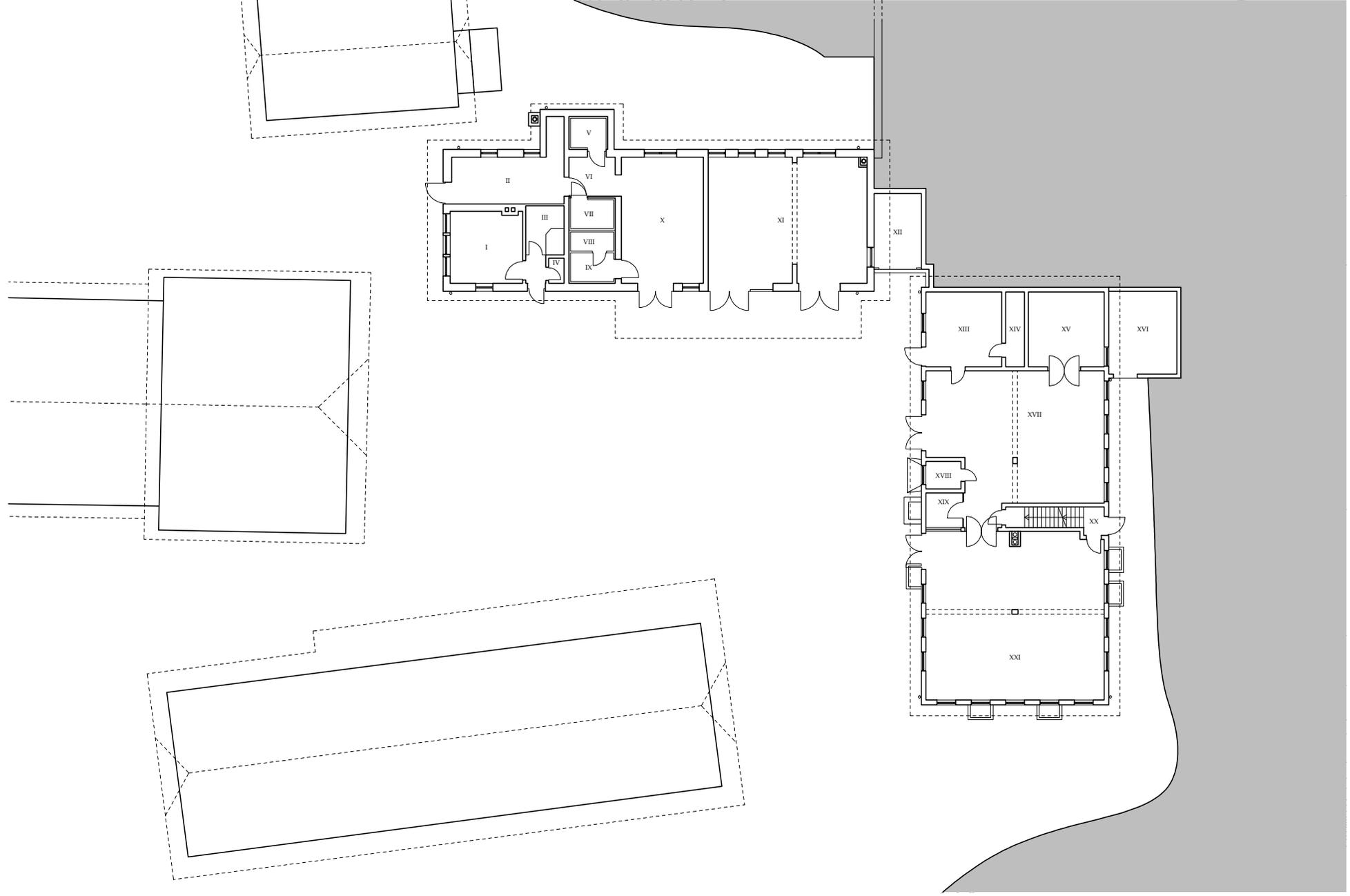


GRUNDRISS EG, BESTAND

M 1 : 333



I	.....	Abstellraum	XII	.....	Plattenlager
II	.....	Schlachthaus	XIII	.....	Lager
III	.....	Abstellraum	XIV	.....	Lager
IV	.....	WC	XV	.....	Furnierraum
V	.....	Tiefkühlung	XVI	.....	Holzlager
VI	.....	Vorraum	XVII	.....	Maschinenraum
VII	.....	Kühlraum	XVIII	.....	Sägespäne
VIII	.....	Tiefkühlung	XIX	.....	Lehrer
IX	.....	Kühlraum	XX	.....	Stiegenhaus
X	.....	Fleischverarbeitung	XXI	.....	Handwerkstätte
XI	.....	Zimmerei			



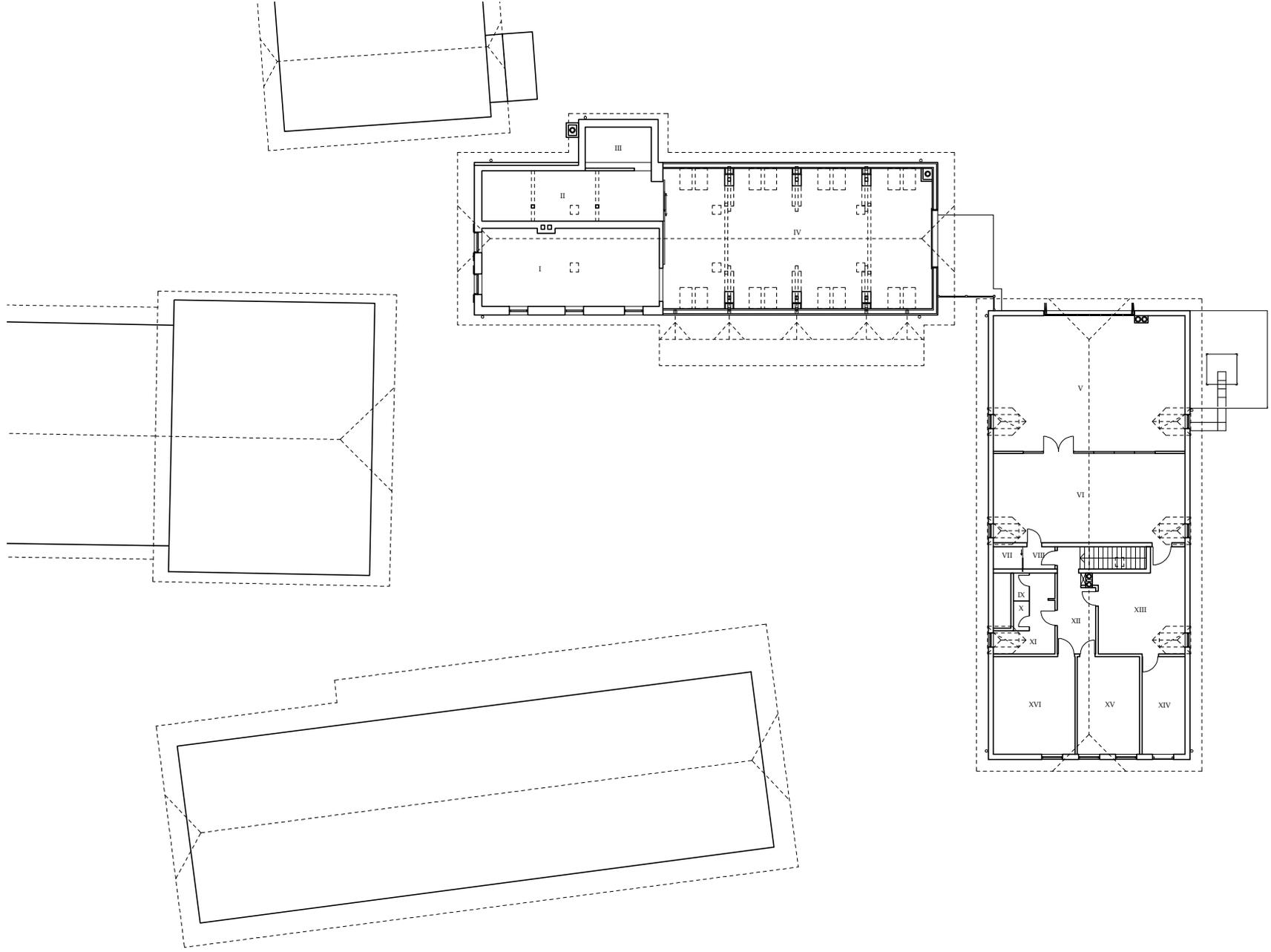
GRUNDRISS OG, BESTAND

M 1 : 333

0 2 5 10 15



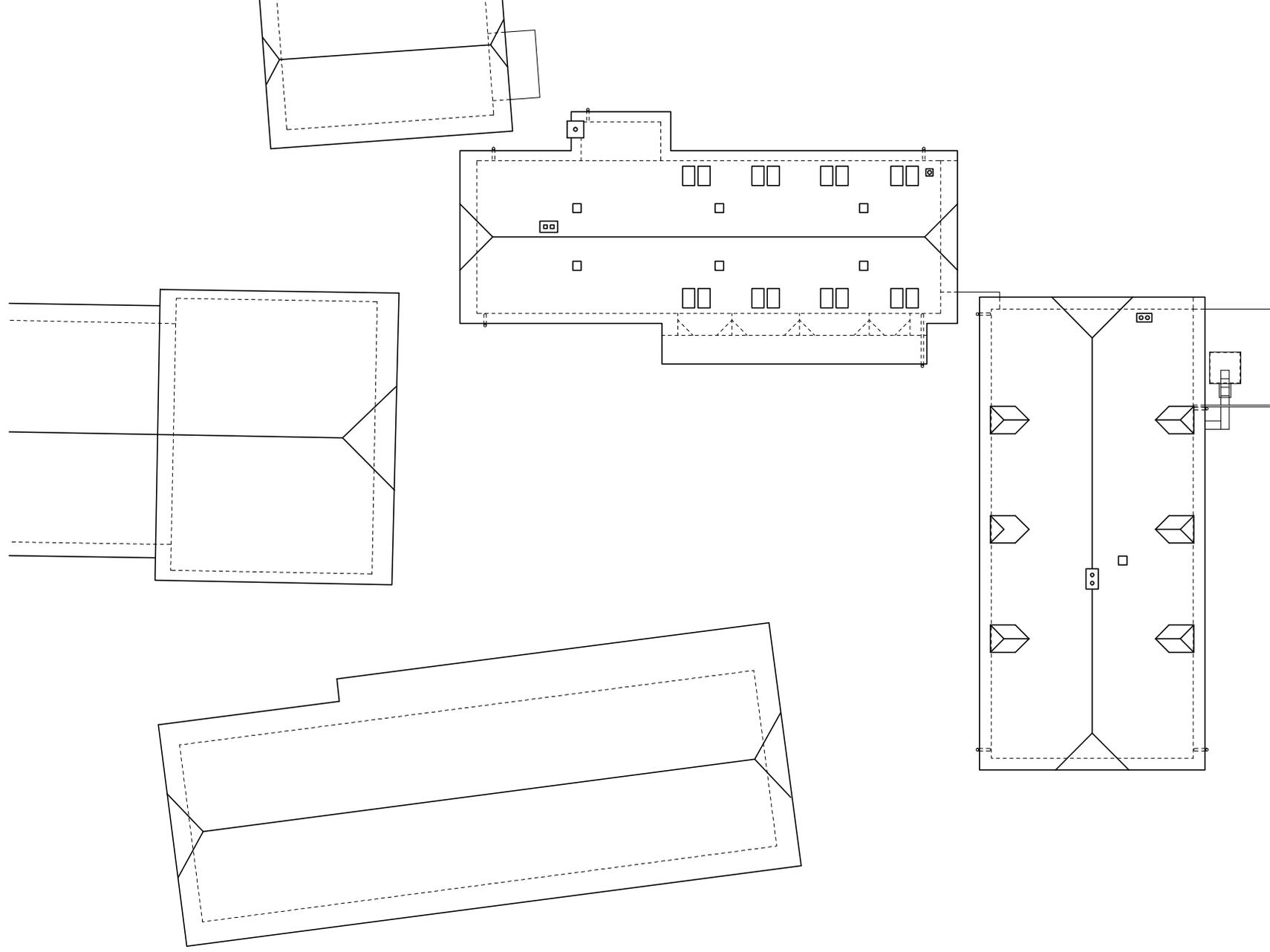
I	.....	Schweißen	IX	.....	WC
II	.....	Lager	X	.....	WC
III	.....	Lager	XI	.....	Waschraum
IV	.....	Schlosserei	XII	.....	Stiegenhaus
V	.....	Metallverarbeitung	XIII	.....	Lager
VI	.....	Metallverarbeitung	XIV	.....	Lager
VII	.....	Putzkammer	XV	.....	Lehrer
VIII	.....	Schleuse	XVI	.....	Aufenthaltsraum



DACHDRAUFSICHT, BESTAND

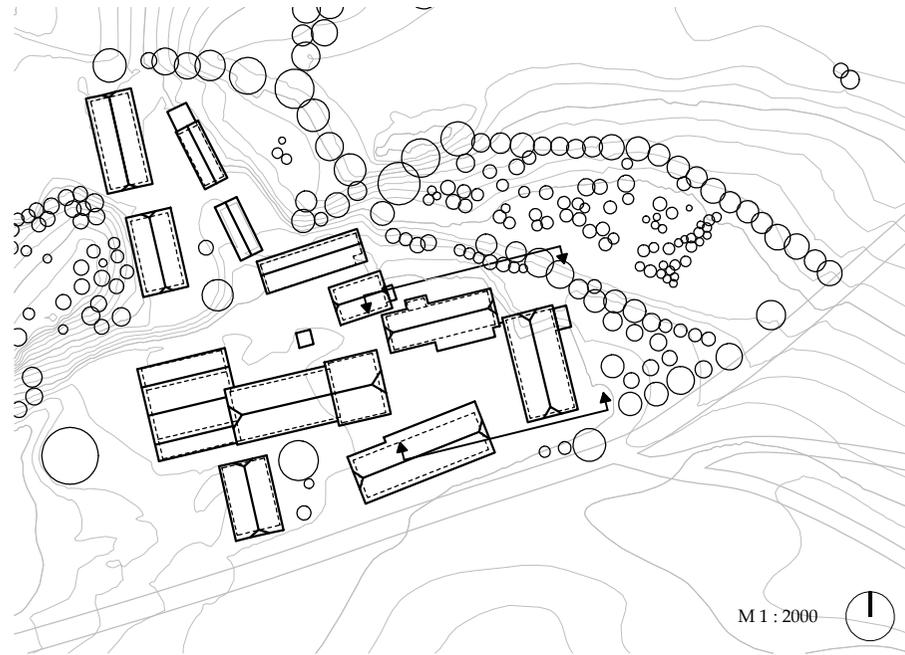
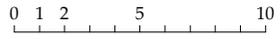
M 1 : 333



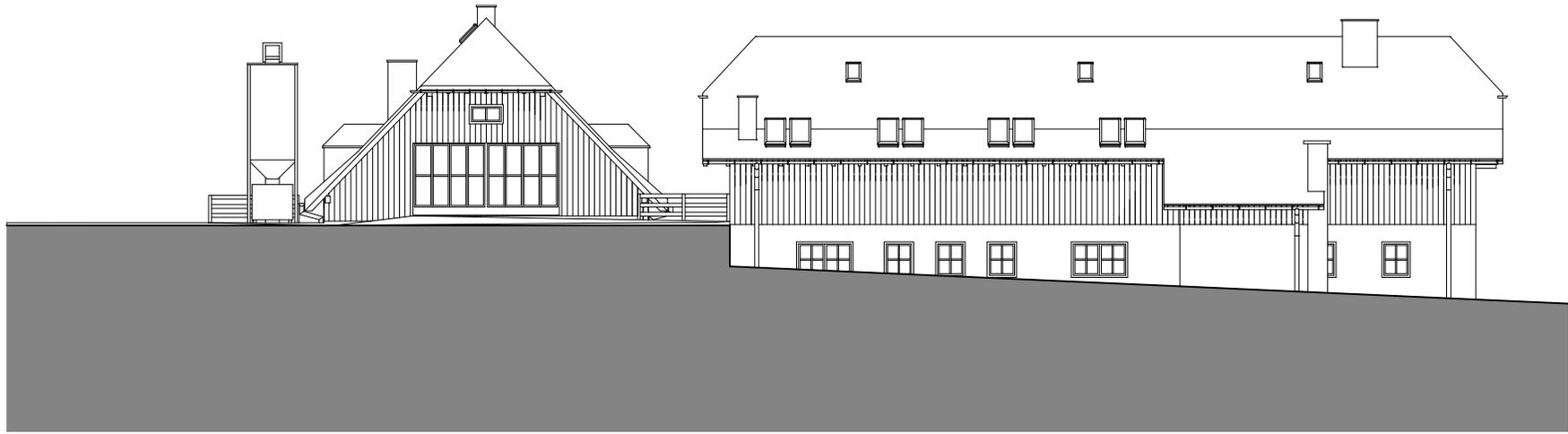


ANSICHT SÜD & ANSICHT NORD, BESTAND

M 1 : 333

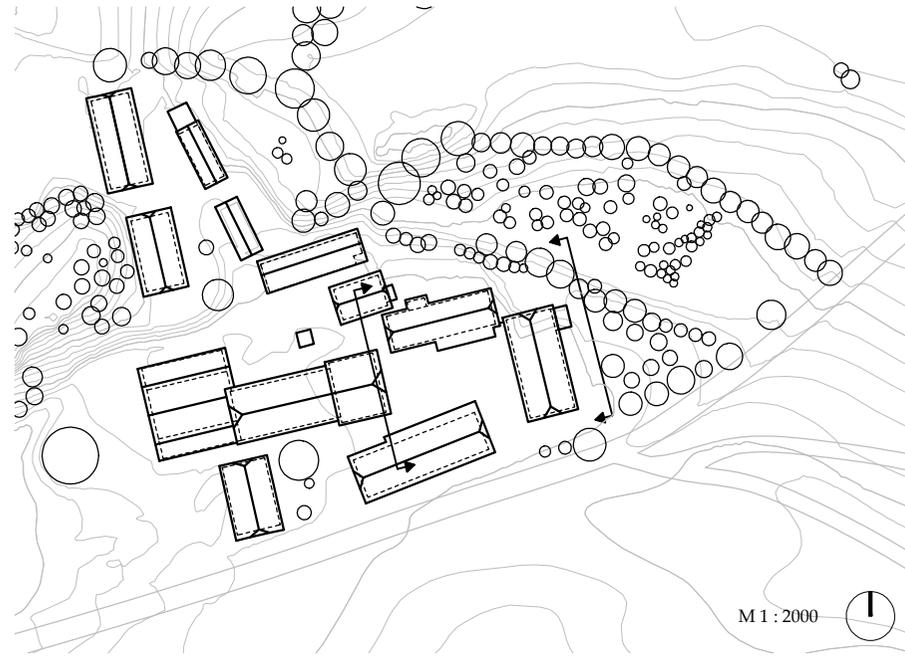
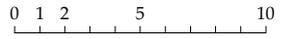


M 1 : 2000 

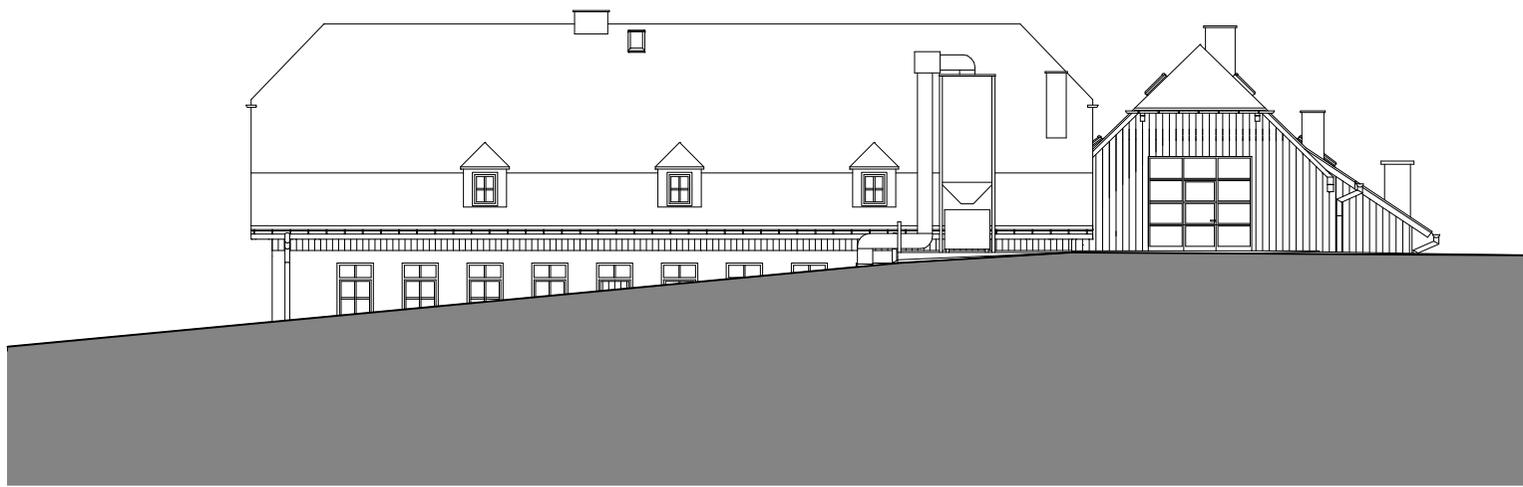
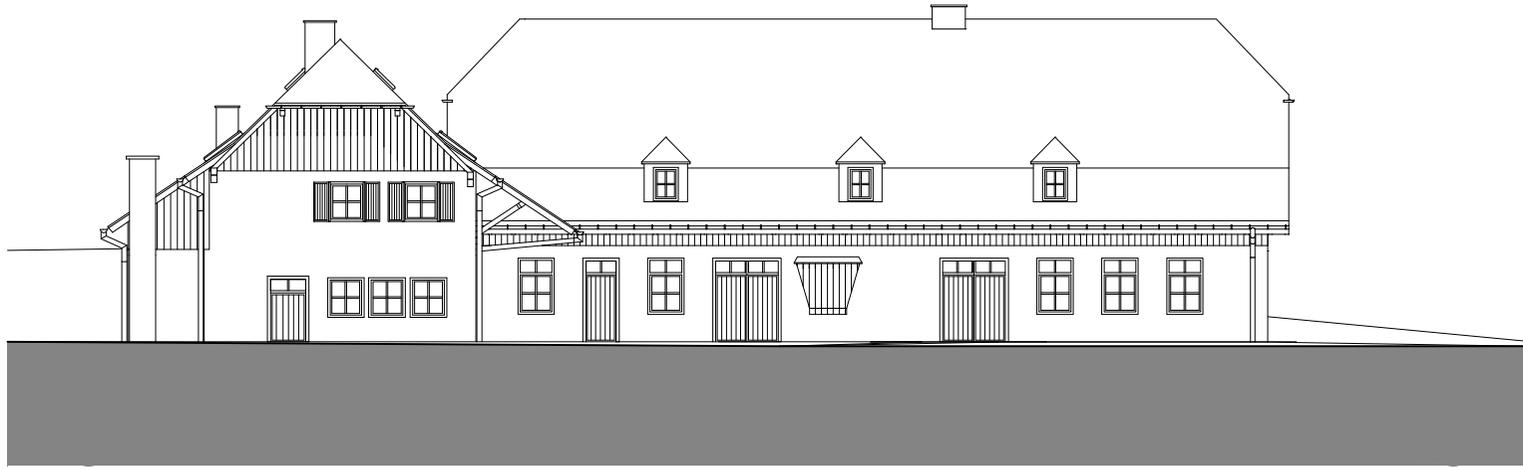


ANSICHT OST & ANSICHT WEST, BESTAND

M 1 : 333

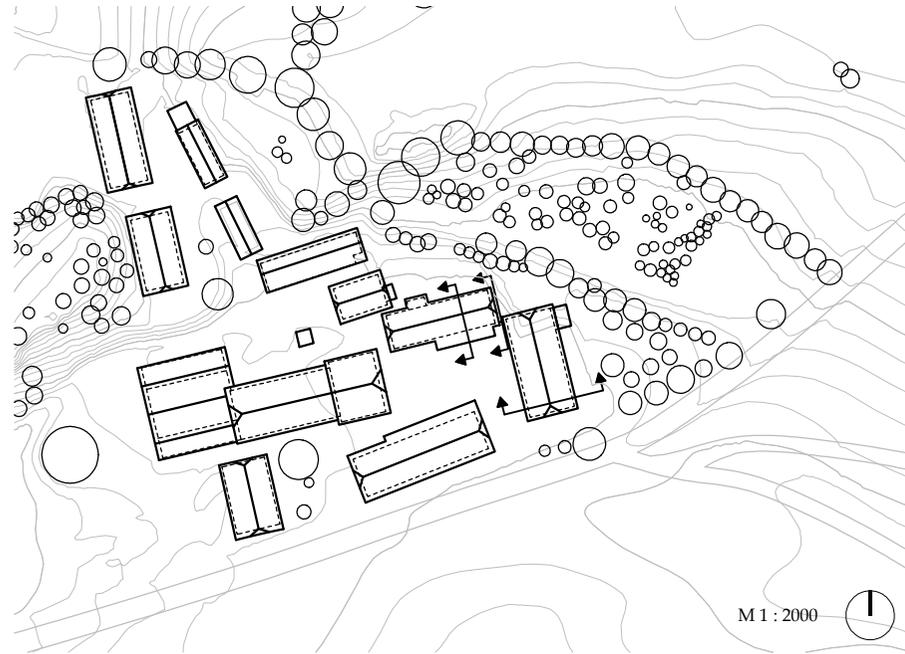
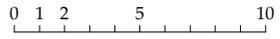


M 1 : 2000

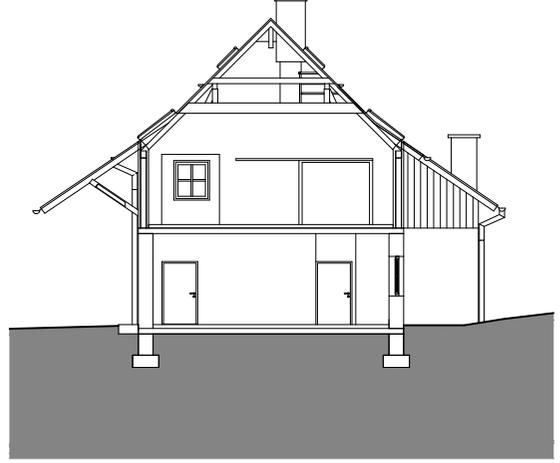
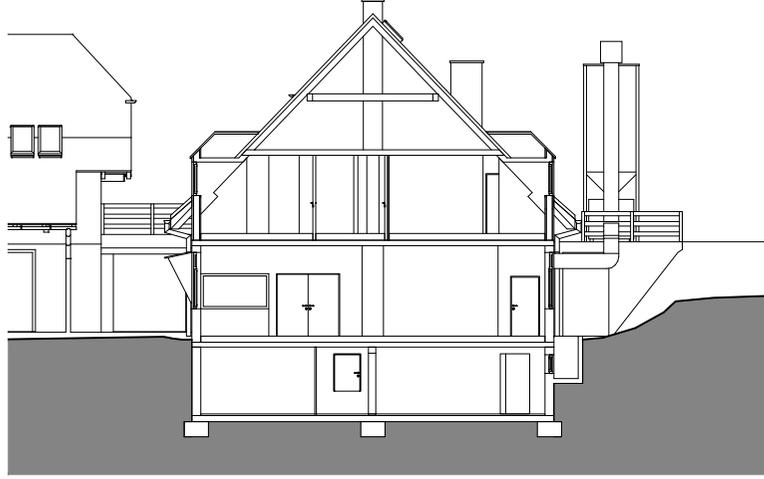


SCHNITT 1, 2 & 3 - BESTAND

M 1 : 333



M 1 : 2000





TEIL 3

REFERENZPROJEKTE

Materialität, Bauform (Einfachheit / Kompaktheit) und Funktionalität (offene Grundrisse) waren u.a. die Gründe für die Auswahl der im folgenden kurz beschriebenen Referenzprojekte für den eigenen Entwurf. Dazu zählen:

- Schreinerei Design.S, Pulling
- Sworders Fine Art Auctioneers Salerooms, Stansted
- Smart Wood House, Tamsweg

Schreinerei Design.s

Ort: Freising-Pulling (D)
Fertigstellung/Bauzeit: 2010
Architekt/Planung: Deppisch Architekten, Freising (D)
Bauherr: Design.s
Nutzfläche: 1.128 m²

Beschreibung:

Die asymmetrische Form des Baukörpers ist der inneren Funktionsverteilung geschuldet. Nebenräume befinden sich unter dem niedrigeren Süddach. Der hohe Werkraum erstreckt sich über die gesamte Gebäudelänge, der Grundriss ist offen und erlaubt flexibles Arbeiten.

Ein Holzskelettbau aus Fichtenholz bildet die Konstruktion. Diese ist mit vorgefertigten Dach- und Wandelementen ausgefacht. Die Knoten Stütze/Träger sind mit Verbindungsstücken aus Stahlblech verstärkt. Einen Dachüberstand gibt es nicht. Ost-, Süd- und Westfassade sind zur Gänze mit Holz verkleidet. Ein schwarzer Lasuranstrich schützt das Holz. Die Belichtung der Halle erfolgt in erster Linie über die mit transluzenten Polycarbonatplatten verkleidete Lichtwand der Nordfassade. Das Tageslicht gelangt blendfrei in den Innenraum und sorgt für die perfekte Beleuchtung am Arbeitsplatz.

Das Projekt besticht zudem durch seine Energieversorgung. Strom und Wärme werden lokal produziert. Am Dach installierte Photovoltaikmodule mit einer Gesamtfläche von 1200 m² liefern etwa 70.000 kWh/Jahr und übersteigen damit den Bedarf der Werkstatt. Eine Pelletheizung sorgt für die gewünschte Wärme. Die dafür notwendigen Pellets werden aus den in der Werkstatt anfallenden Holzspänen gewonnen (vgl. HOFMEISTER, 2012, S. 6f.).



Sworders Fine Art Auctioneers Salerooms, Stansted Mount Fitchet

Ort: Stansted, Essex (UK)
Fertigstellung/Bauzeit: 2008
Architekt/Planung: amazonails, Bee Rowan, Barbara Jones
Bauherr: Sworders
Nutzfläche: 1.100 m² (1.600 m²)
Baukosten: 950 £/m² (Kosten für die Strohballen: 4000 £)

Beschreibung:

Unter der Leitung von amazonails, einem ehemaligen Team aus Strohbau-Spezialisten, wurde dieses Gebäude errichtet. Im Jahr seiner Fertigstellung 2007 war die Verkaufshalle des Auktionshauses Sworders in Stansted das flächenmäßig größte Gebäude Europas, bei dem Strohballen als Dämmmaterial Verwendung fanden. Eine Erweiterung auf 1600 m² folgte 2012.

Die Skelettkonstruktion besteht aus Eichenholz, das Dach ist mit Zedernholzschindeln gedeckt. Die Außenwände sind mit Kalkputz versehen, der durch den Dachüberstand vor übermäßiger Abwaschung geschützt ist.

Die zum Erreichen der gewünschten Raumtemperatur nötige Energie wird in den Büroräumlichkeiten produziert. Dafür sorgen zu einem gewissen Teil die Angestellten durch Abgabe von Körperwärme sowie die Abwärme von Computern und anderen technischen Geräten. Die erwärmte Luft wird bei Bedarf in den Verkaufsraum geblasen. Zusätzliche Heizenergie wird nur in seltenen Fällen benötigt. Warmwassererzeugung erfolgt über am Dach montierte Solarkollektoren. Anfallendes Regenwasser wird gesammelt und für die Toilettenspülung genutzt^{30,31,32}.

30 <http://baubiologie.at/strohballenbau/auktionshaus-sworders-3/> [07.04.2019]

31 <http://strawworks.co.uk/commercial/> [07.04.2019]

32 <https://www.sworder.co.uk/award-winning-saleroom> [07.04.2019]



Smart Wood House, Tamsweg

Ort: Tamsweg (Ö)

Fertigstellung/Bauzeit: Juni 2016 – Juni 2017

Architekt/Planung/Bauherr: Herwig Zöhner, Graz (Ö)

Nutzfläche: 160 m²

Baukosten: 2000 €/m²

Beschreibung:

Das SWH in Tamsweg ist formal an einen *Troadkasten* angelehnt. Dies sind kleine, einfache, in Blockbauweise errichtete Landwirtschaftsgebäude, die früher der Lagerung von Getreide dienten.

Der Sockel des sehr kompakt gebauten SWH besteht aus Stahlbeton. Darauf wurde der Holzbau errichtet. Die ca. 90 cm dicken Wände sind mit Stroh gedämmt. Der dafür verwendete, bekannte Lungauer Tauernroggen stammt von einem Biobauern aus der Region. Etwa 1200 kleinformatische Strohballen wurden gepresst und verbaut. Sowohl Holzfassade als auch Holzschindeldeckung sind aus unbehandelter Lungauer Gebirglärche.

Aus energetischer Sicht ist zudem eine thermisch aktivierte Bodenplatte (Stärke 20 cm) relevant, welche die durch eine solarthermische Anlage am Dach gewonnene Energie drei bis vier Tage speichern und langsam wieder abgeben kann. Als Backup für Perioden mit wenig Sonnenschein dienen zwei Pufferspeicher mit je 1500 Liter. Im Falle sehr kalter und langer Winterphasen, kann ein mit Holz beheizbarer Koch- und Kaminofen die Speicher wieder auffüllen. Die Frischluftzufuhr erfolgt mittels kontrollierter Wohnraumlüftung. Allerdings wurde im Gegensatz zu konventionellen Systemen auf Lüftungsleitungen und Ventilatoren verzichtet. Öffnungen in Decken und Wänden sorgen dafür, dass sich die mittels Erdwärmetauscher erwärmte Frischluft nach dem Prinzip der Konvektion im gesamten Haus verteilt (vgl. FORENBACHER, 2018, S.18ff.).



ENTWURF: WERKSTATT "STROH"

Entwurfskonzept / Entwurfsphilosophie

Die Schlagwörter für das Konzept lauten: nachwachsende Rohstoffe, kurze Transportwege, lokale Ressourcen, Regionalität, Bautradition, geringer Primärenergieverbrauch, Kompaktheit, Einfachheit.

Das daraus abgeleitete Konzept für den nachfolgenden Entwurf verfolgt einen Low-Impact-Ansatz, setzt sich also geringstmögliche Auswirkungen auf die Umwelt zum Ziel.

Die Umsetzung soll durch die Verwendung von überwiegend natürlichen Materialien bzw. nachwachsenden Rohstoffen, die von weitestgehend lokalen Quellen bezogen werden, erfolgen. Dadurch sollen die Lieferketten bzw. Transportwege sowie der ökologische Fußabdruck so gering wie möglich gehalten werden. Durch die Hinwendung zu regionaler Formensprache und Bautradition soll das neue Gebäude eine identitätsfördernde Wirkung entfalten.

Gebäudekonzept / Baubeschreibung

Mit dem vorliegenden Entwurf soll u.a. dem in der Wettbewerbsausschreibung geäußerten Wunsch des Auslobers nach einem kompakten und zweckmäßigen Gebäude nachgekommen werden. Abgesehen davon war es wichtig, dass sich der neue Baukörper gut in das Ensemble des Standlhofes einfügt. Außerdem wurde mit dem Entwurf darauf Bedacht genommen, entgegen dem Entwurf des Siegerprojektes des Wettbewerbs, die charakteristische Hofsituation des Bestandes zu respektieren und zu erhalten.

Obwohl die bestehenden Gebäude weder hohen bautechnischen noch

baugeschichtlichen Wert aufweisen (Einschätzung des Verfassers), war es aus Gründen der Nachhaltigkeit bzw. Ressourcenschonung ein Anliegen mit dem Bestand zu arbeiten. Insbesondere aufgrund der Tatsache, dass die laut Wettbewerbsausschreibung zum Abbruch freigegebenen Gebäude (die beiden Werkstätten- und das kleine Lagergebäude) erst zu Beginn der 1980er Jahre errichtet worden waren.

Laut der zur Verfügung gestellten Bestandspläne bilden 45 cm dicke Außenwände aus Stahlbeton die Erdgeschoßzone. Daher wurden im vorliegenden Entwurf die Erdgeschoße samt teilweiser Unterkellerung erhalten. Die Obergeschoße, die vornehmlich aus Holz konstruiert sind und einen Gutteil der Werkstätten beherbergen, werden abgetragen, weil diese nicht mehr den Anforderungen, die vonseiten des Bauherrn daran gestellt werden, entsprechen. Das kleine Lagergebäude wird vollständig abgebrochen.

Ein Vergleich der Nutzfläche der bestehenden Erdgeschoße mit den im Raumprogramm geforderten Flächen für die Bereiche der Produktveredelung ergab, dass sich die bestehenden Erdgeschoße flächenmäßig sehr gut dafür eignen dort die neuen Produktveredelungsbereiche (Fleisch, Obst, Milch/Käse) sowie den Verkaufs-/Vermarktungsraum unterzubringen. Auch die dafür notwendigen Raumhöhen können eingehalten werden. Die neuen Bereiche befinden sich in direkter Verbindung zum Hof.

Gleichzeitig mit der Aufbereitung der Erdgeschoße für die Produktveredelung erfolgt die Verschmelzung der beiden Baukörper um Raum für die Gemeinschaftsflächen zu gewinnen. Auf den vervollständigten bzw. erweiterten Boden- und Deckenplatten

werden die Metall- und Holzwerkstatt neu errichtet. Letztere ruht auf im Erdboden verankerten Stützen, um den Versiegelungsgrad vor Ort so gering wie möglich zu halten. Im eingezogenen Galeriegeschoß der Holzwerkstatt befinden sich zwei Handwerkstätten, ein Lehrerbüro sowie ein Werkstücklager. Die Hauptrichtung des Werkstättentraktes ist von Ost nach West (Längstrakt) und kann an mehreren Stellen betreten werden. Dort wo beide Hofgebäude zuvor über das Plattenlager miteinander verbunden waren befindet sich der Haupteingang vom Hof. Von dort gelangt man über eine Treppe oder einen (Transport-)Lift direkt in die Werkstättenvorhalle. Weitere Zutrittsmöglichkeiten gibt es über den Werkstattevorplatz sowie das Holzdeck am Ostende, von wo aus man auch direkt in den Obstgarten gelangen kann.

In den Ausschreibungsunterlagen wird auf die Option, eine zweite Zufahrt zu schaffen, hingewiesen. Von dieser Möglichkeit wurde Gebrauch gemacht, damit der Betrieb im Hofbereich so ungehindert wie möglich ablaufen kann. Die neue Zufahrt befindet sich entlang der Preberseer Hauptstraße, von der aktuellen Zufahrt 150 Meter entfernt, in nord-östlicher Richtung. Über diese Zufahrt gelangt man zur Anlieferung bzw. zum Werkstattevorplatz (Nordseite des Längstraktes) und den außenliegenden Lagergebäuden für Metall und Gasflaschen sowie Holz.

Die bestehende Holzspanabsauganlage wird weiterverwendet. Sie wird ebenfalls auf der Nordseite platziert. Das gleiche gilt für zehn PKW-Stellplätze.

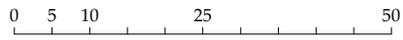
Der Obstgarten bleibt am jetzigen Ort bestehen und wird bis zur neuen Zufahrt erweitert. Zudem kann eine Vergrößerung in Richtung

Quertrakt erfolgen, da die ehemalige Zufahrt zur Metallwerkstatt entfällt.

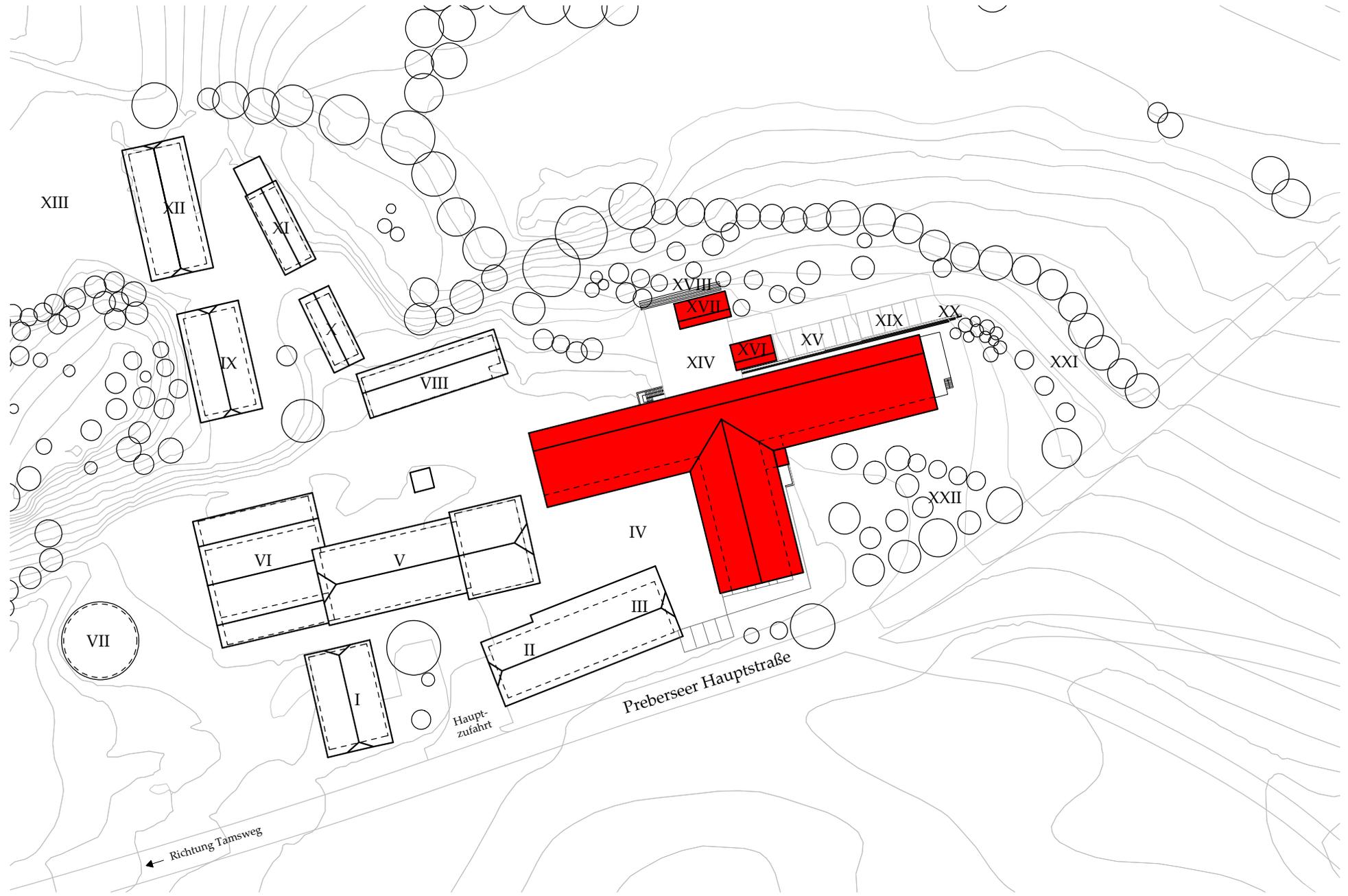
Es sei an dieser Stelle auf den im Raumprogramm zwar nicht ausgewiesenen, aber im Entwurf eingeplanten Vortrags-/Seminarraum hingewiesen. Wie in den Ausschreibungsunterlagen angeführt sollen die Produktveredelungsbereiche genossenschaftlichen genutzt werden können. Der Vortrags-/Seminarraum soll die gemeinschaftsfördernde Wirkung zusätzlich bereichern. Hier könnten bspw. Kurse und Vorträge zu landwirtschaftlichen Themen stattfinden oder Theorieeinheiten zu angebotenen Produktveredelungs- oder Handwerkskursen abgehalten werden. Die KursleiterInnen könnten sowohl externe ExpertInnen oder der Genossenschaft angehörige LandwirtInnen sein. Auch das künftige Kursangebot könnte etwa von den Mitgliedern der Genossenschaft erarbeitet und je nach Bedarf und Interessenslage angepasst werden.

LAGEPLAN - ENTWURF

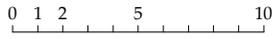
M 1 : 1000



I	.....	Leitung Versuchshof / Wohngebäude	XII	.....	Lagerscheune / landw. Gerät
II	.....	Forstwirtschaft	XIII	.....	Hengstkoppel / Auslaufplatz
III	.....	Wertstätte Landtechnik	XIV	.....	Werkstättenvorplatz
IV	.....	Hof	XV	.....	Spanabsauganlage
V	.....	Fleckvieh- / Schafzucht	XVI	.....	Holzlager
VI	.....	Liegeboxenlaufstall	XVII	.....	Metall- / Gasflaschenlager
VII	.....	Güllegrube	XVIII	.....	Krainerwand
VIII	.....	Schweinehaltung	XIX	.....	PKW-Stellplätze
IX	.....	Hengststation (Noriker) / Pferdezucht	XX	.....	Krainerwand
X	.....	Lagerscheune / landw. Gerät	XXI	.....	Zufahrt / Anlieferung Neu
XI	.....	Lagerscheune / landw. Gerät	XXII	.....	Obstgarten



GRUNDRISS UG M 1 : 333



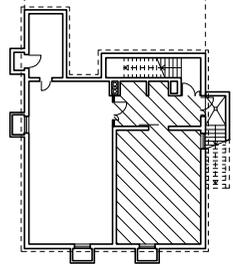
- I Stiegenhaus
- II Reifekammer
- III Technikraum
- IV Lager

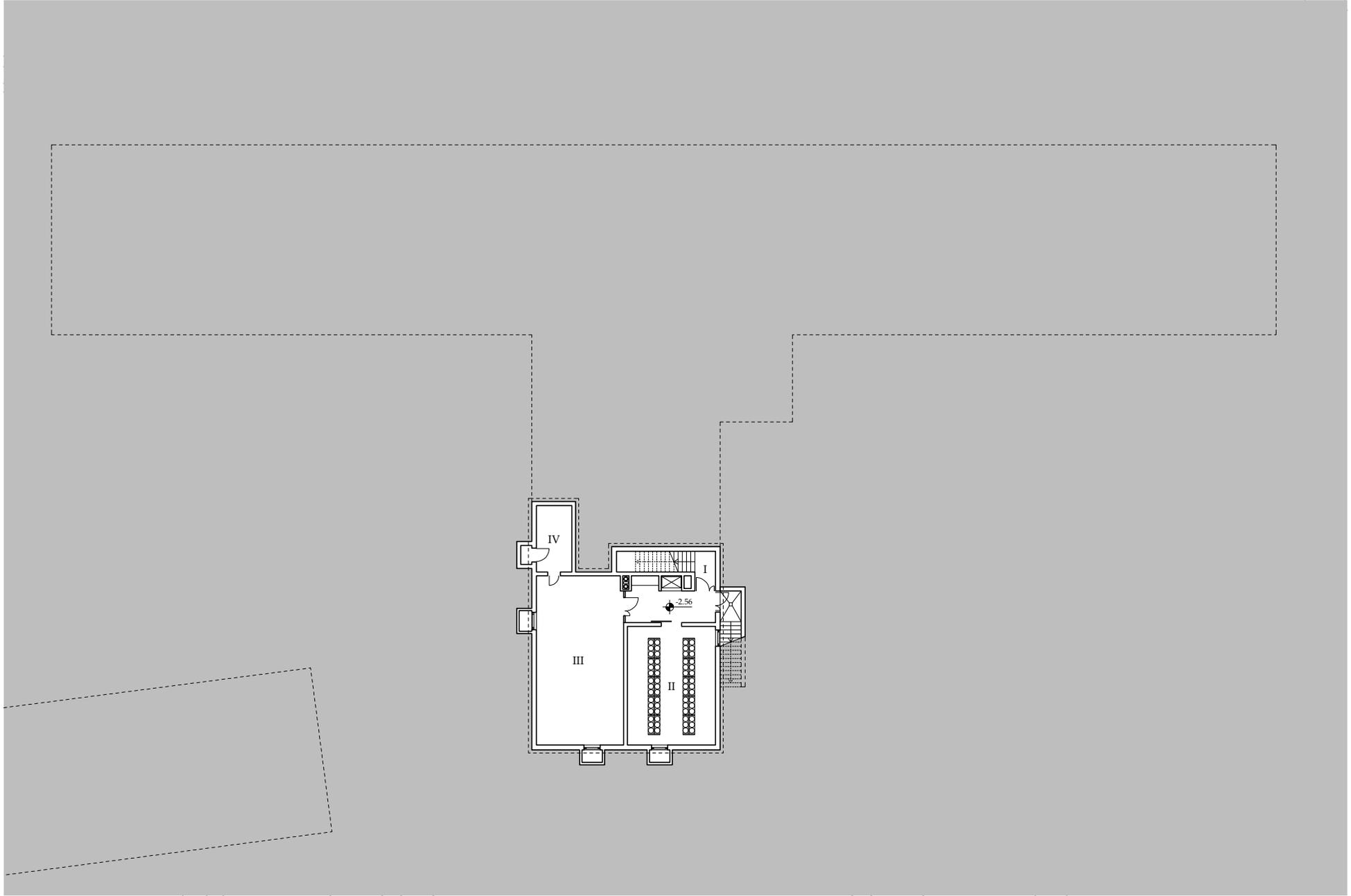


 PV Milch/Käse (54 m²)



UG Produktveredelungsbereich M 1 : 500



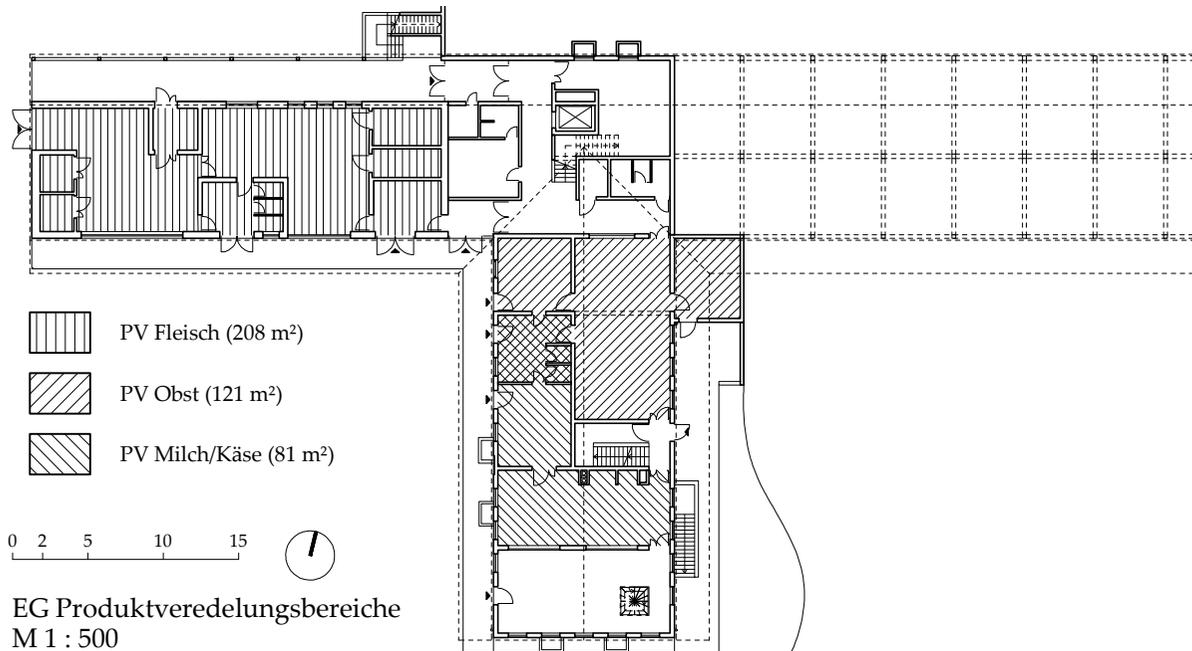


GRUNDRISS EG

M 1 : 333



I	.....	Kühlraum	XIII	.....	Haustechnik
II	.....	Kühlraum	XIV	.....	WC Damen (barrierefrei)
III	.....	Schlachtraum	XV	.....	WC Herren
IV	.....	Abfälle/Kadaver	XVI	.....	Lager (Flaschen/Obst/Schnaps/Saft)
V	.....	Schleuse (Umkleide/WC)	XVII	.....	Brennerei / Obstverarbeitung
VI	.....	Fleischverarbeitung	XVIII	.....	Maische-/Fasslager
VII	.....	Kühlraum	XIX	.....	Schleuse (Umkleide/WC)
VIII	.....	Tiefkühlung	XX	.....	Anlieferung Milch / Vorbereitung Käserei
IX	.....	Lager	XXI	.....	Stiegenhaus
X	.....	Putzkammer	XXII	.....	Verarbeitung Käserei
XI	.....	Dusche	XXIII	.....	Vermarktung
XII	.....	Umkleide			

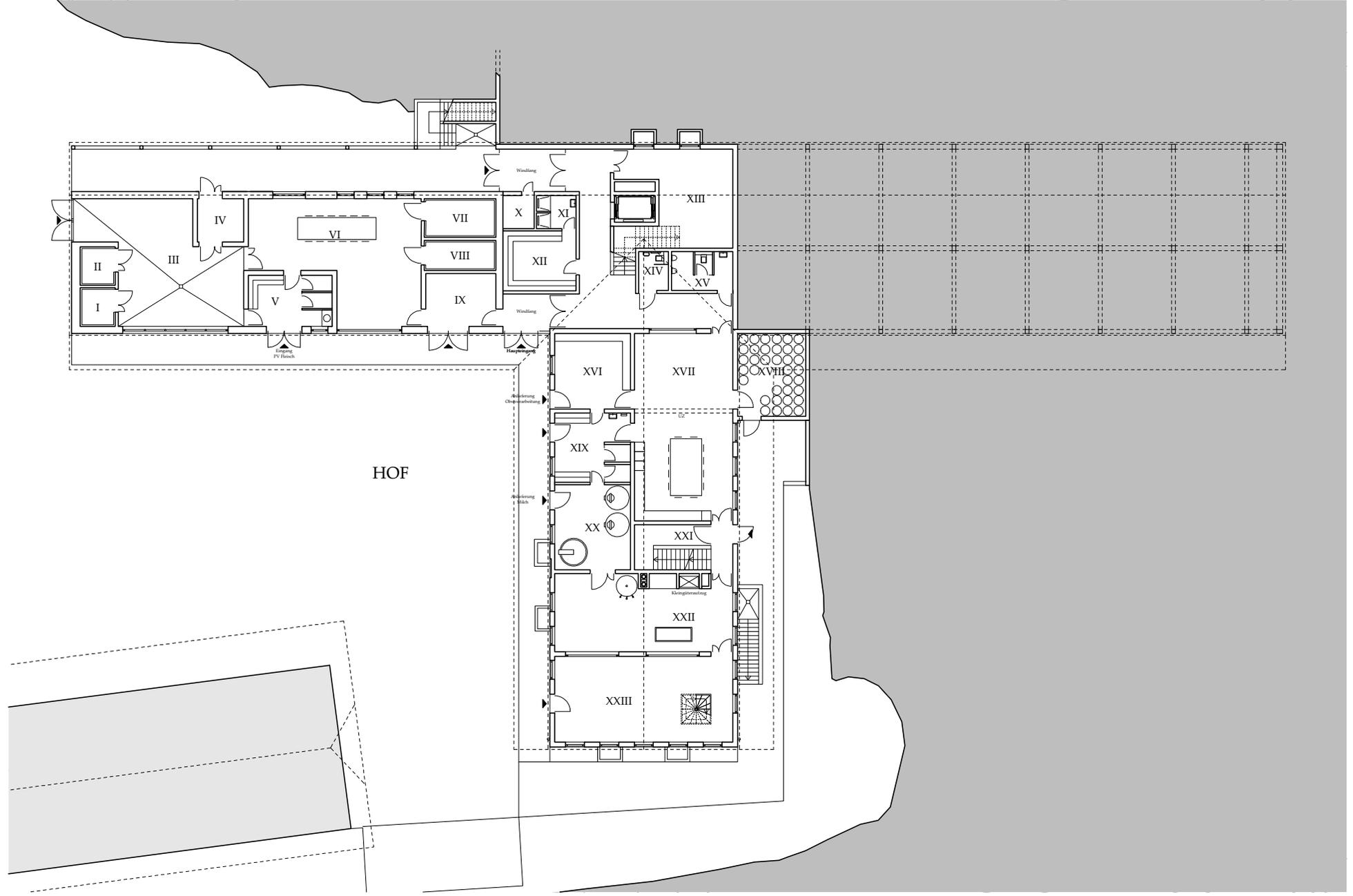


-  PV Fleisch (208 m²)
-  PV Obst (121 m²)
-  PV Milch/Käse (81 m²)



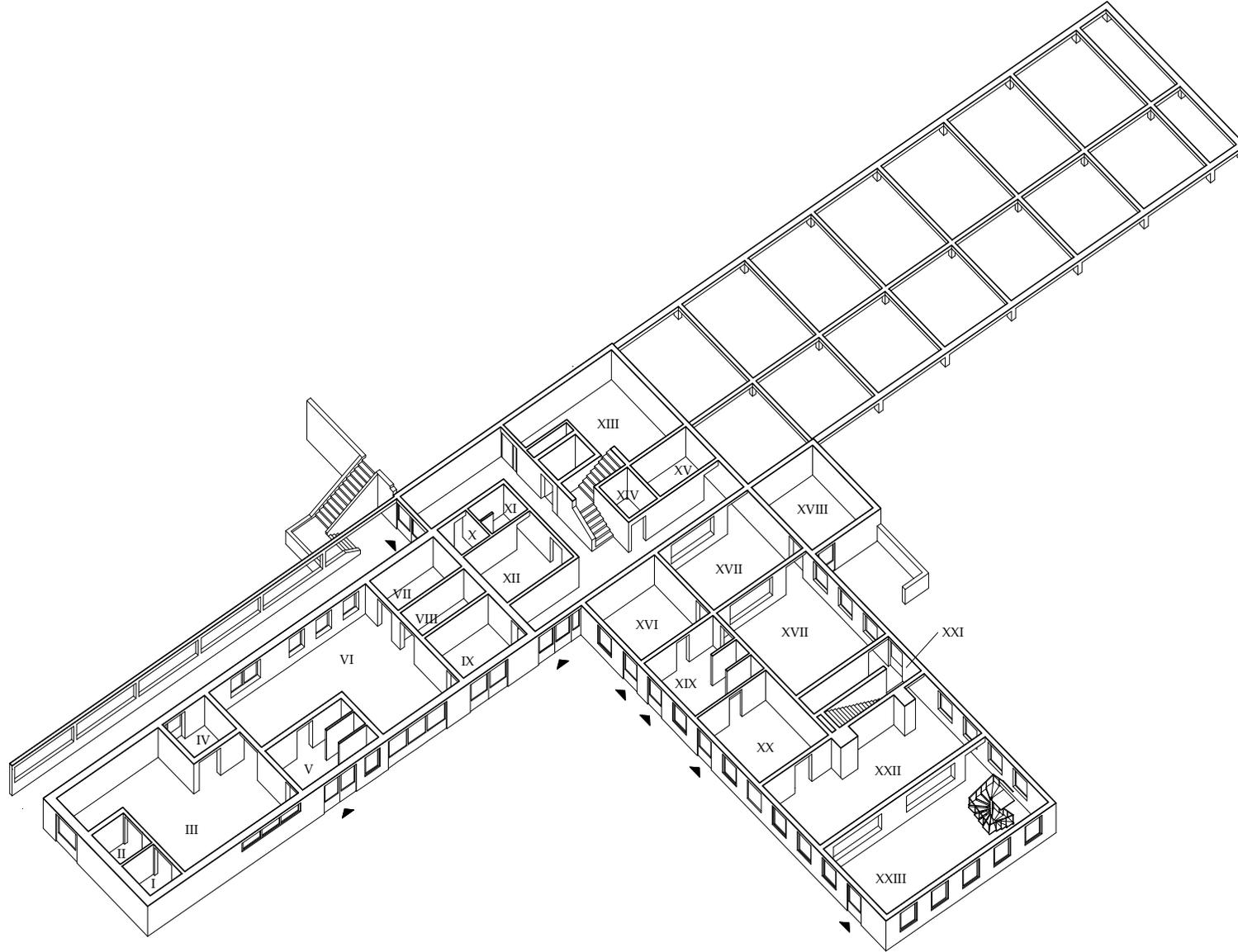
EG Produktveredelungsbereiche

M 1 : 500



AXONOMETRIE EG o. M.

I	.....	Kühlraum	XIII	.....	Haustechnik
II	.....	Kühlraum	XIV	.....	WC Damen (barrierefrei)
III	.....	Schlachtraum	XV	.....	WC Herren
IV	.....	Abfälle/Kadaver	XVI	.....	Lager (Flaschen/Obst/Schnaps/Saft)
V	.....	Schleuse (Umkleide/WC)	XVII	.....	Brennerei / Obstverarbeitung
VI	.....	Fleischverarbeitung	XVIII	.....	Maische-/Fasslager
VII	.....	Kühlraum	XIX	.....	Schleuse (Umkleide/WC)
VIII	.....	Tiefkühlung	XX	.....	Anlieferung Milch / Vorbereitung Käserei
IX	.....	Lager	XXI	.....	Stiegenhaus
X	.....	Putzkammer	XXII	.....	Verarbeitung Käserei
XI	.....	Dusche	XXIII	.....	Vermarktung
XII	.....	Umkleide			



GEGENÜBERSTELLUNG UG - BESTAND/ENTWURF
 M 1 : 500

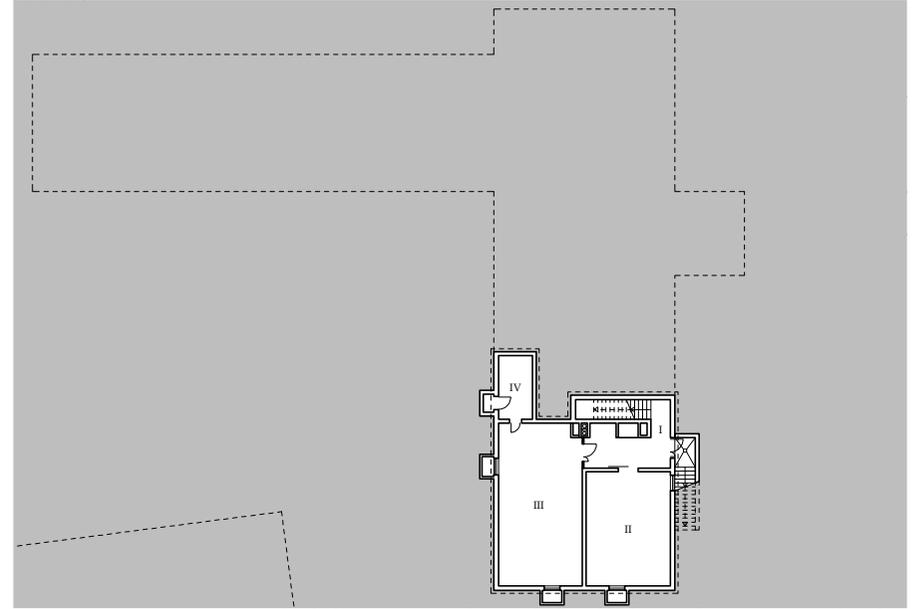
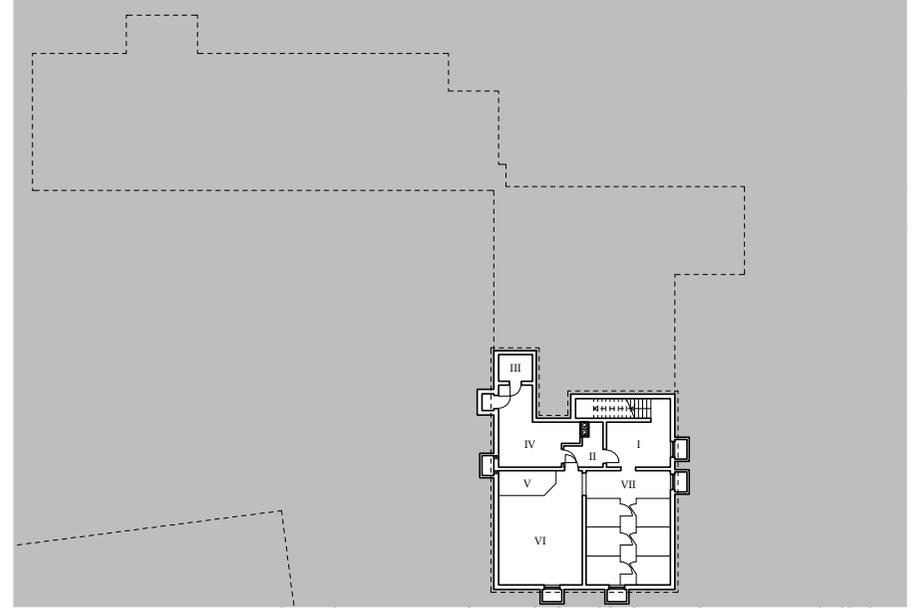


UG BESTAND

- I Stiegenhaus
- II Vorraum
- III Sägespäne
- IV Heizraum
- V Puffer
- V Holzlager
- VII..... Werstücklager

UG ENTWURF

- I Stiegenhaus
- II Reifekammer
- III Technikraum
- IV Lager



GEGENÜBERSTELLUNG EG - BESTAND/ENTWURF

M 1 : 500

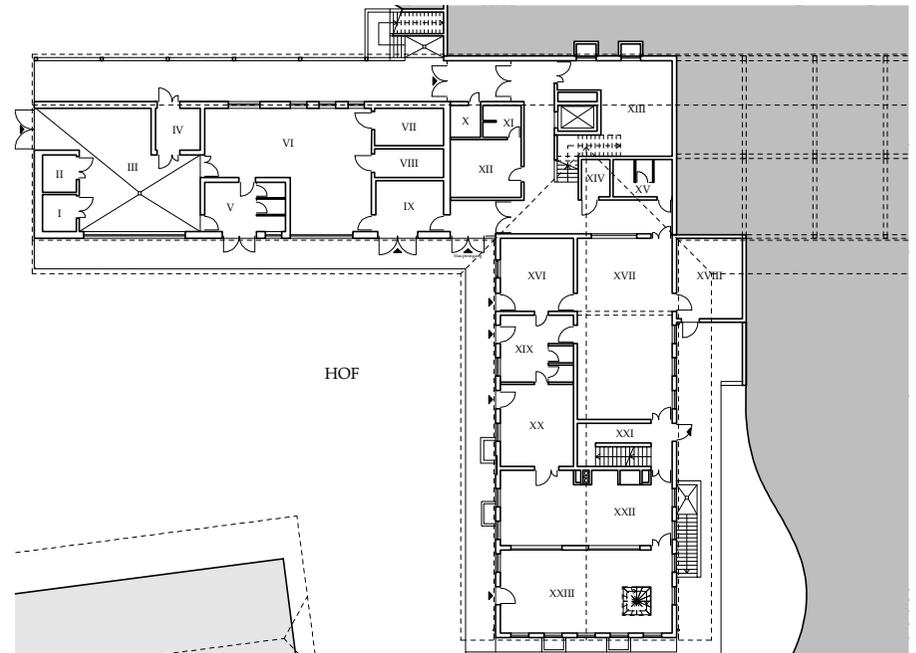
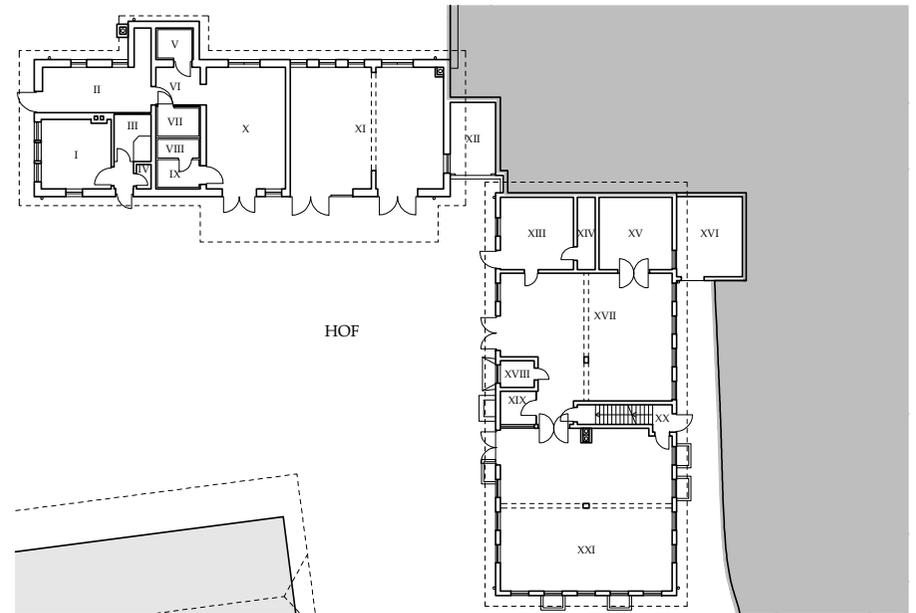


EG BESTAND

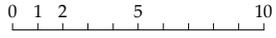
I	Abstellraum	XII	Plattenlager
II	Schlachthaus	XIII	Lager
III	Abstellraum	XIV	Lager
IV	WC	XV	Furnierraum
V	Tiefkühlung	XVI	Holzlager
VI	Vorraum	XVII	Maschinenraum
VII	Kühlraum	XVIII	Sägespäne
VIII	Tiefkühlung	XIX	Lehrer
IX	Kühlraum	XX	Stiegenhaus
X	Fleischverarbeitung	XXI	Handwerkstätte
XI	Zimmerei		

EG ENTWURF

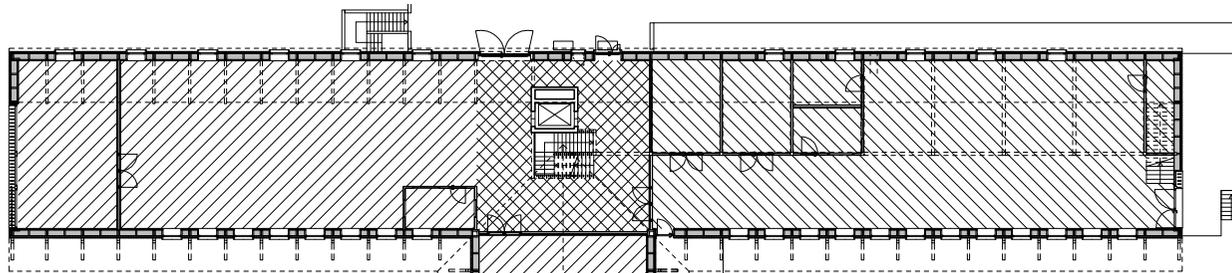
I	Kühlraum	XIII	Haustechnik
II	Kühlraum	XIV	WC Damen (barrierefrei)
III	Schlachtraum	XV	WC Herren
IV	Abfälle/Kadaver	XVI	Lager (Flaschen/Obst/Schnaps/Saft)
V	Schleuse (Umkleide/WC)	XVII	Brennerei / Obstverarbeitung
VI	Fleischverarbeitung	XVIII	Maische-/Fasslager
VII	Kühlraum	XIX	Schleuse (Umkleide/WC)
VIII	Tiefkühlung	XX	Anlieferung Milch / Vorbereitung Käserei
IX	Lager	XXI	Stiegenhaus
X	Putzkammer	XXII	Verarbeitung Käserei
XI	Dusche	XXIII	Vermarktung
XII	Umkleide		



GRUNDRISS O1
M 1 : 333



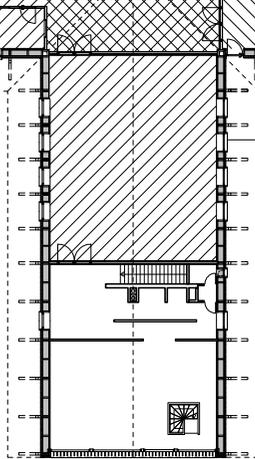
- | | | | |
|------------|-----------------------------------|------------|-------------------------------------|
| I | Handwerkstatt | IX | Seminar- / Vortragsraum |
| II | Maschinenraum (Drehen und Fräsen) | X | Ausstellungsbereich |
| III | Lehrerbüro | XI | Holzlager |
| IV | Anlieferung | XII | Oberflächenbehandlung / Lackiererei |
| V | Schweißerei / Schmiede | XIII | Werkzeuglager |
| VI | WC | XIV | Lehrerbüro |
| VII | Kleinküche | XV | Maschinenwerkstatt |
| VIII | Pausenbereich | XVI | Holzdeck |

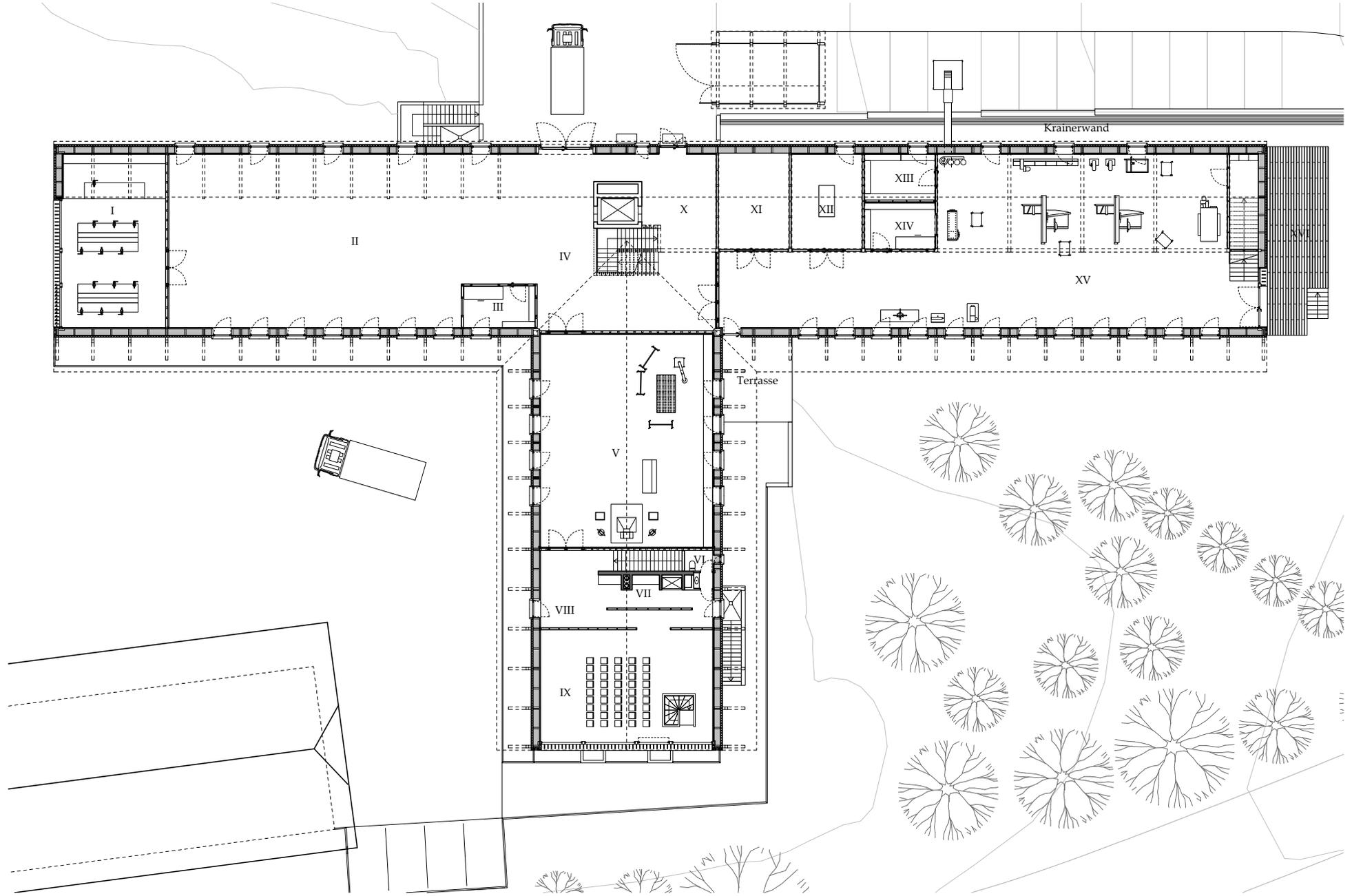


- Metalltechnik (533 m²)
- Holztechnik (416 m²)



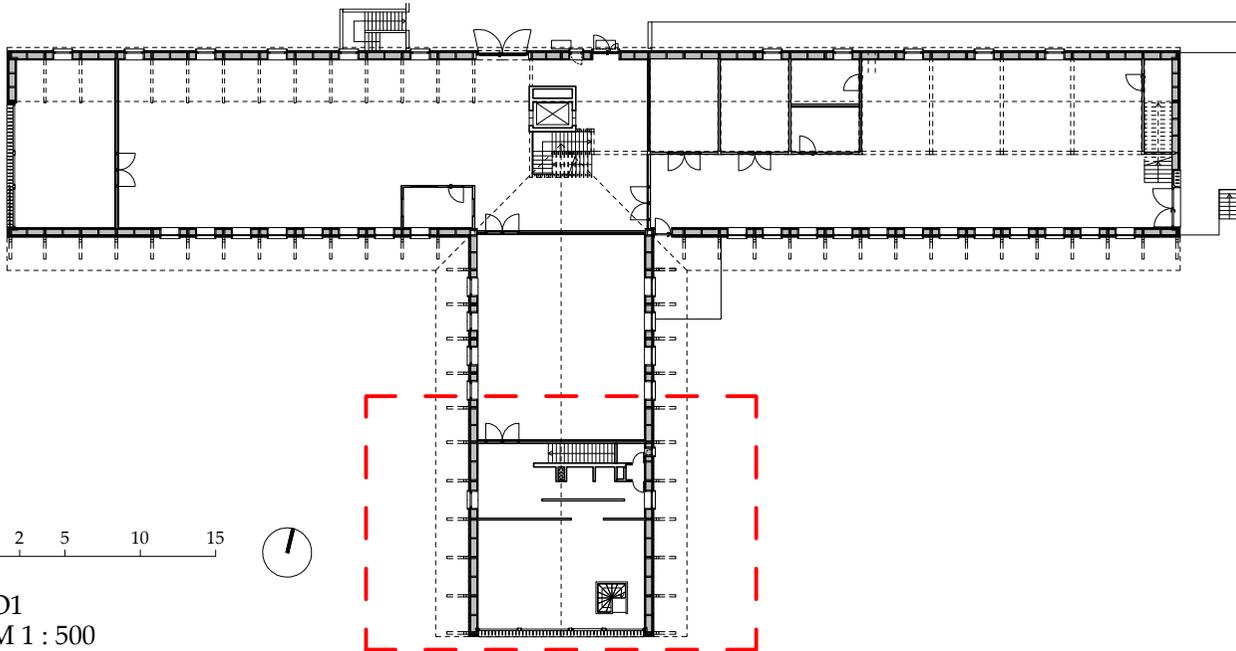
O1 Werkstättenbereiche
M 1 : 500



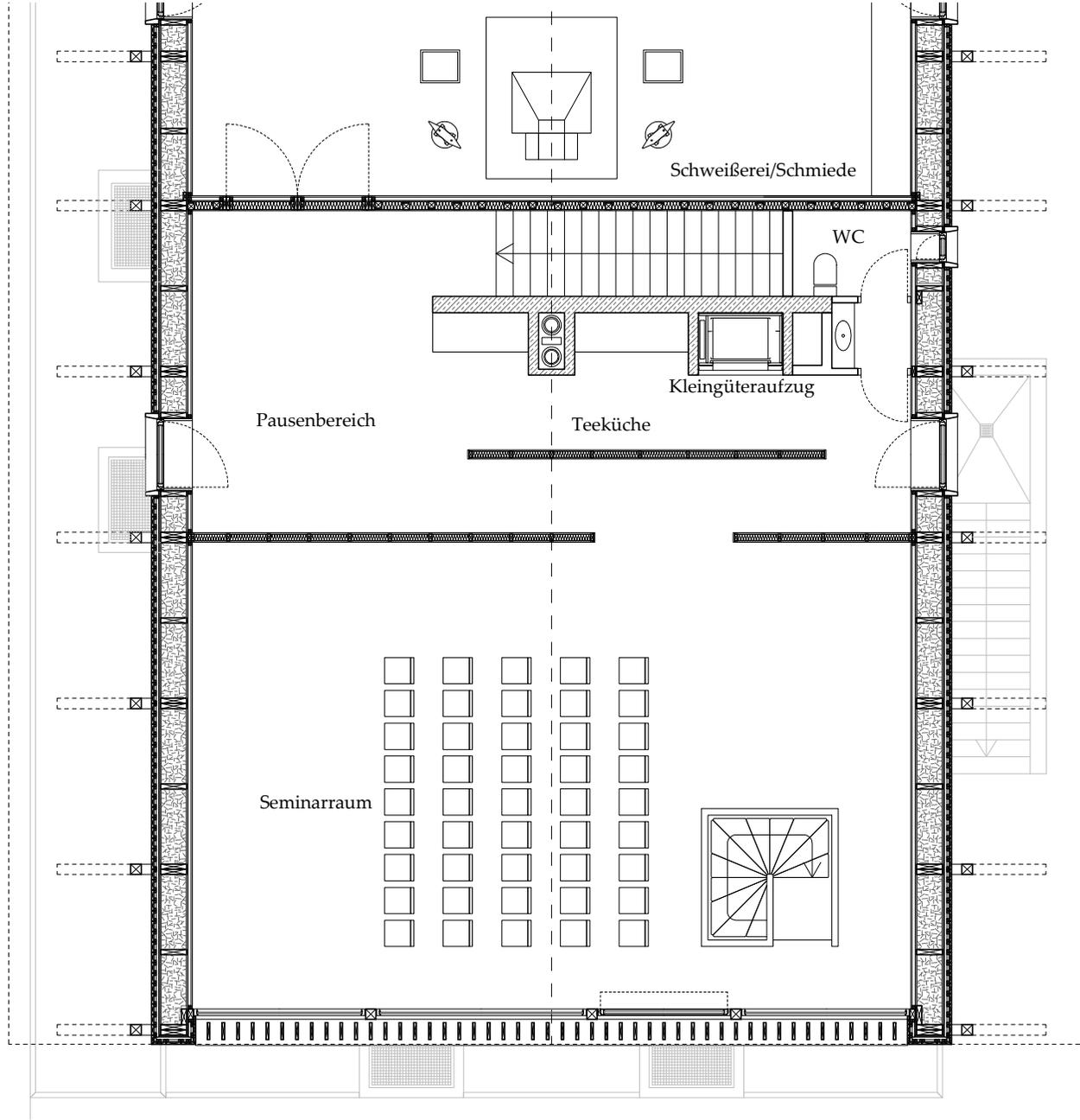


GRUNDRISS O1 - AUSCHNITT SEMINARRAUM

M 1 : 100



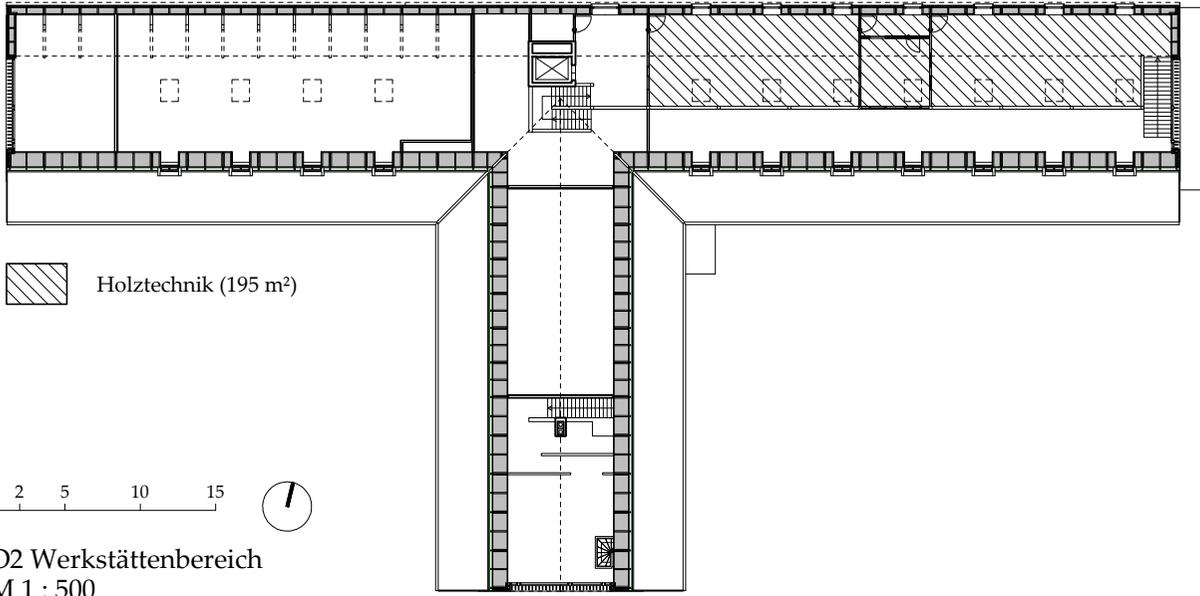
O1
M 1 : 500



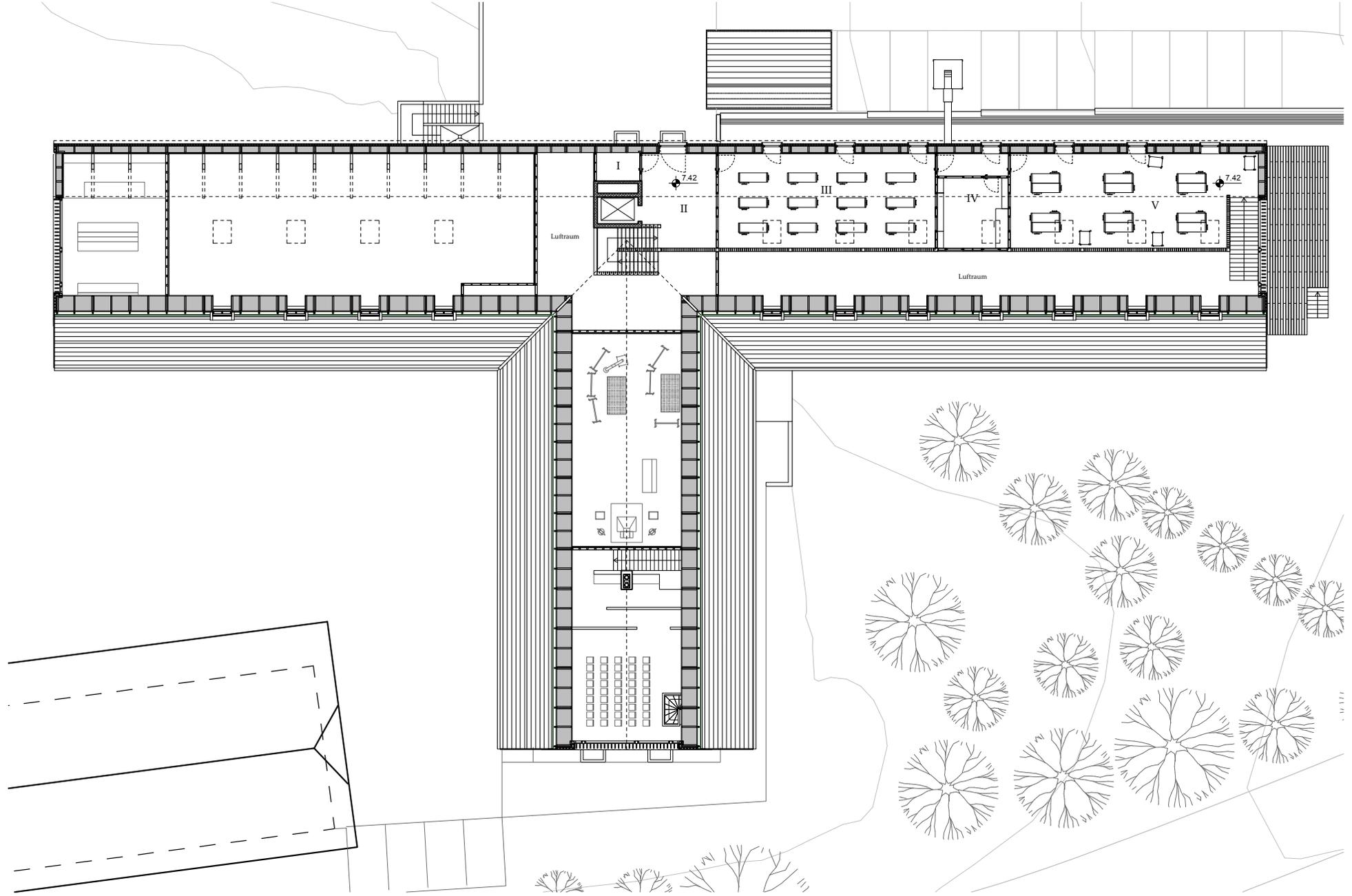
GRUNDRISS O2 M 1 : 333



- I Putzkammer
- II Stiegenhaus
- III Handwerksstatt 1
- IV Lehrerbüro / Werkstücklager
- V Handwerksstatt 2

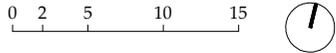
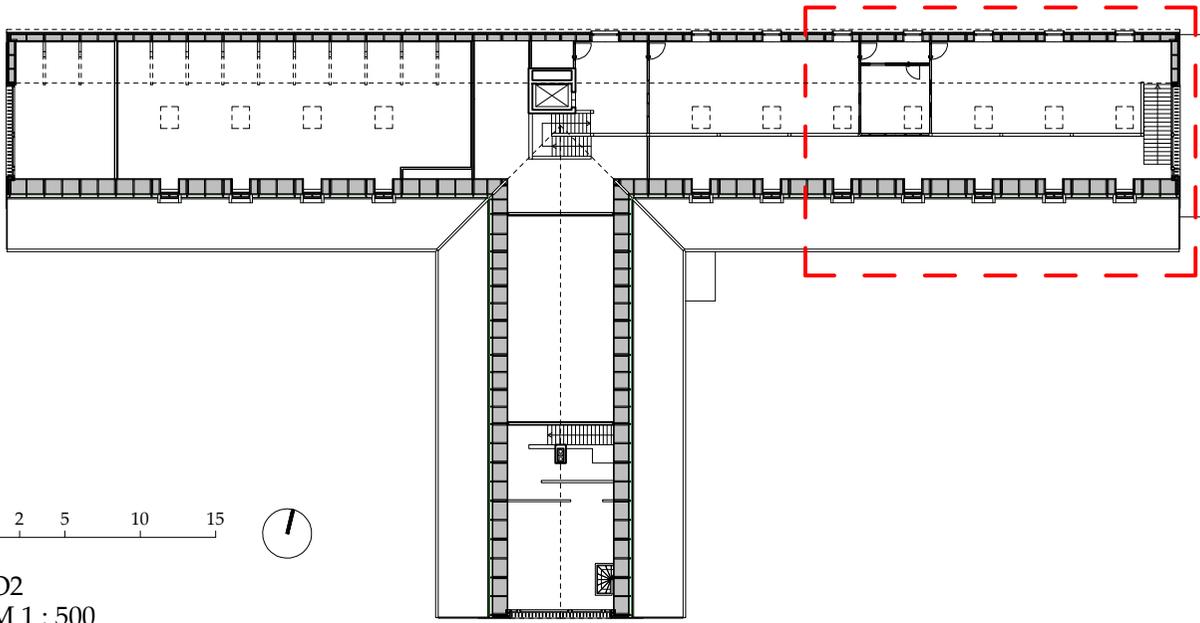


O2 Werkstättenbereich
M 1 : 500

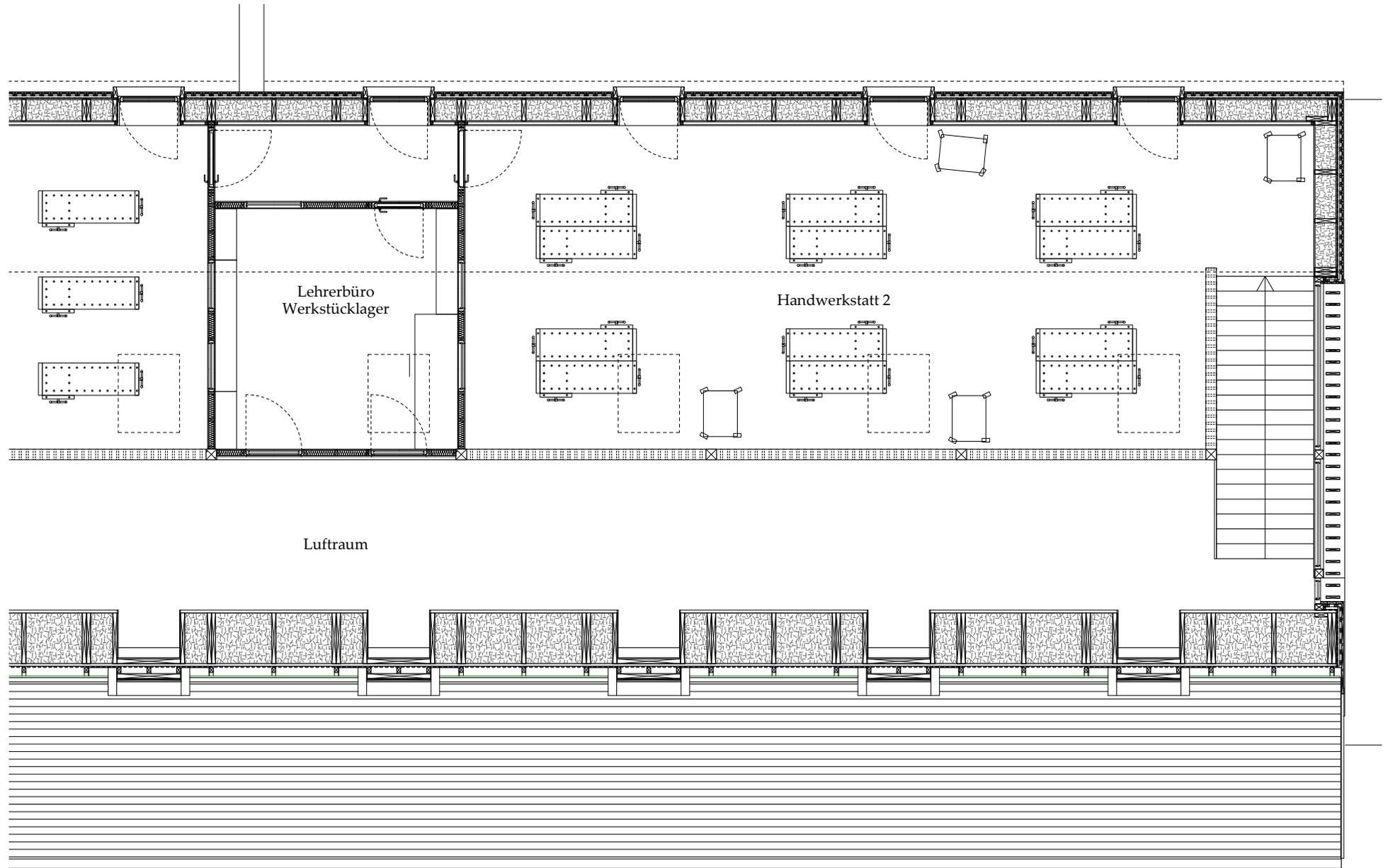


GRUNDRISS O2 - AUSCHNITT HANDWERKSTATT

M 1 : 100



O2
M 1 : 500



AXONOMETRIE O1 (Werkstättengeschoß) & O2 (Galeriegeschoß)

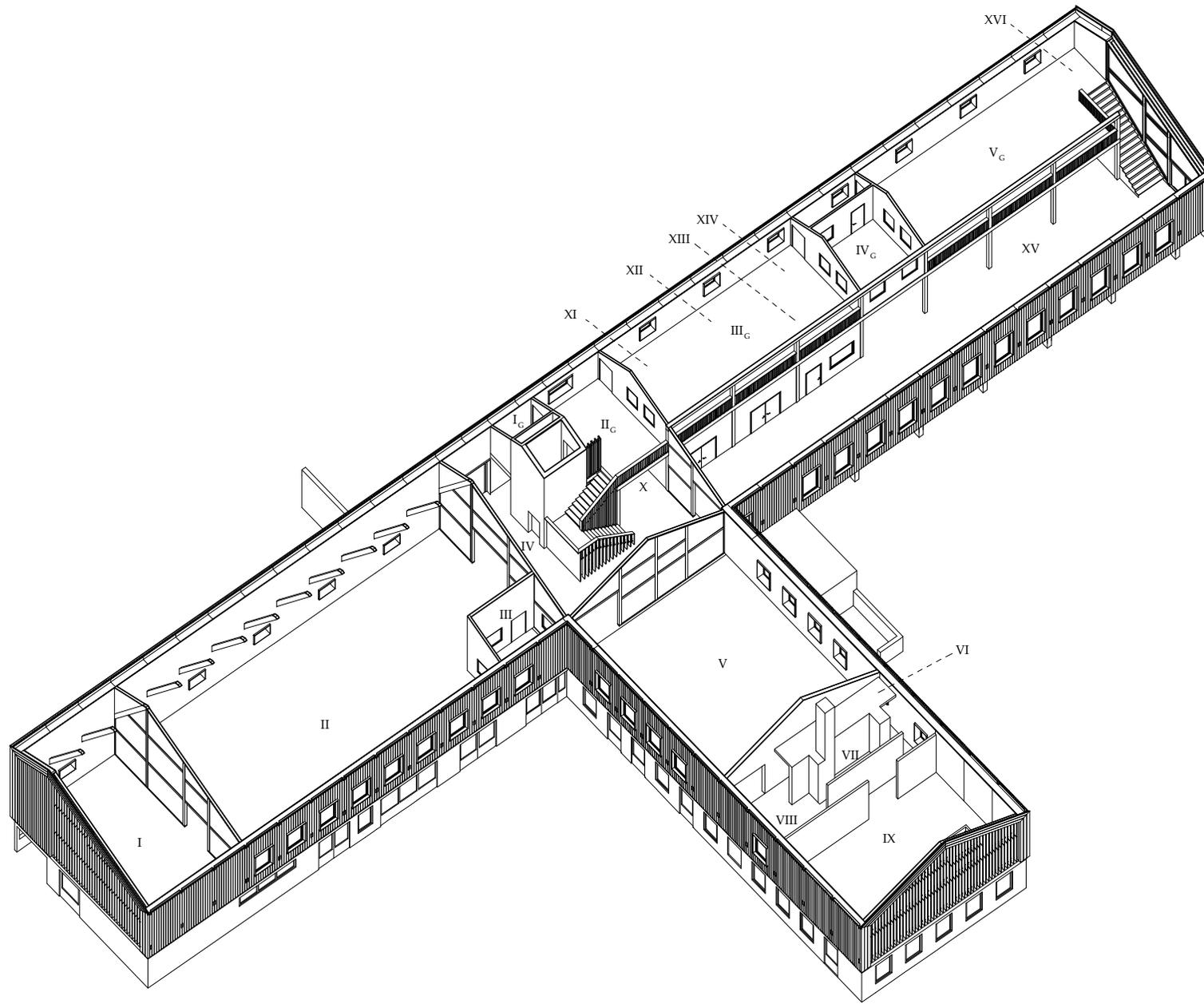
o. M.

O1 (Werkstättengeschoß)

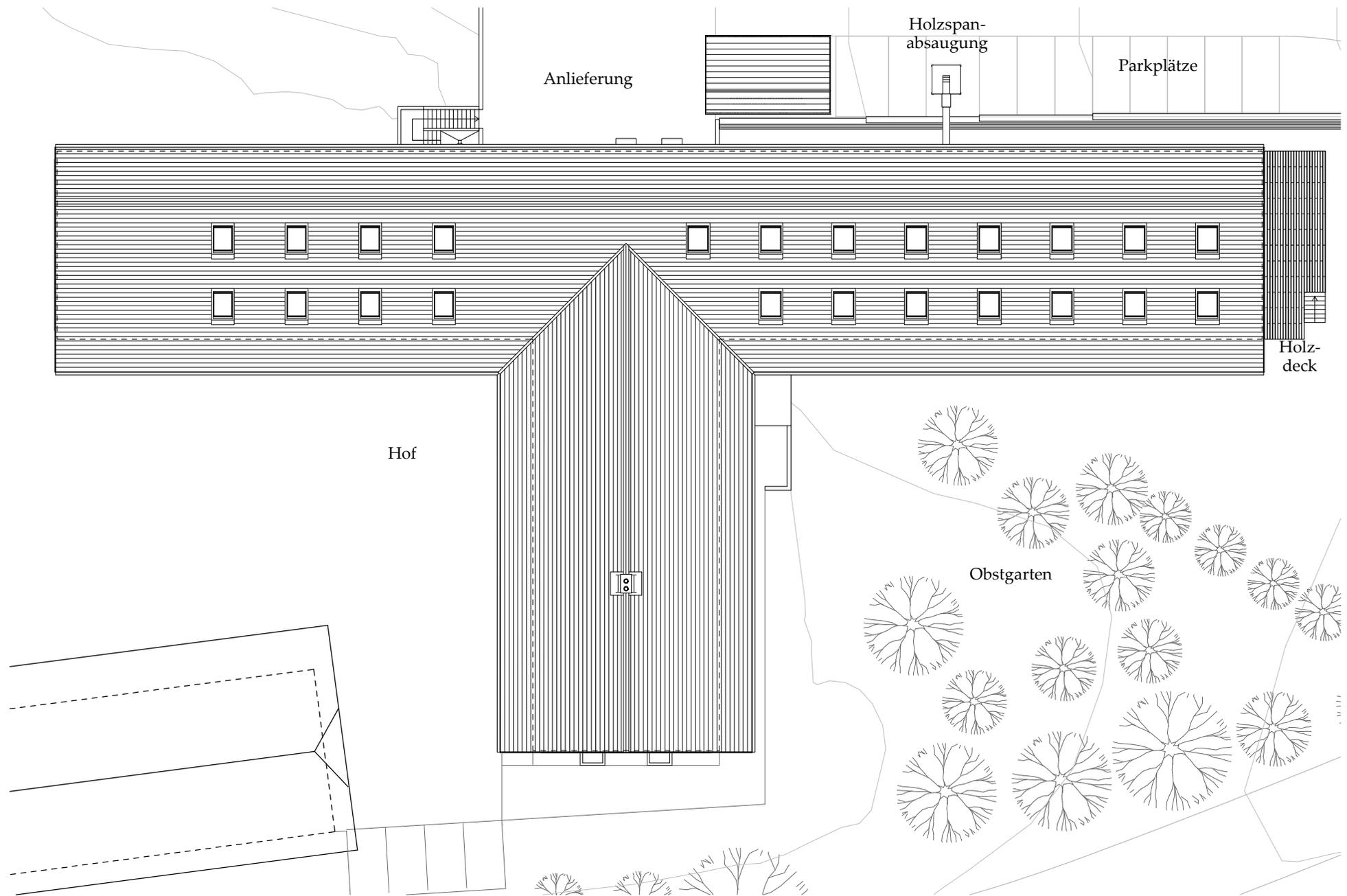
I	.....	Handwerkstatt	IX	.....	Seminar- / Vortragsraum
II	.....	Maschinenraum (Drehen und Fräsen)	X	.....	Ausstellungsbereich
III	.....	Lehrerbüro	XI	.....	Holzlager
IV	.....	Anlieferung	XII	.....	Oberflächenbehandlung / Lackiererei
V	.....	Schweißerei / Schmiede	XIII	.....	Werkzeuglager
VI	.....	WC	XIV	.....	Lehrerbüro
VII	.....	Kleinküche	XV	.....	Maschinenwerkstatt
VIII	.....	Pausenbereich	XVI	.....	Holzdeck

O2 (Galeriegeschoß)

I _G	.....	Putzkammer
II _G	.....	Stiegenhaus
III _G	.....	Handwerkstatt 1
IV _G	.....	Lehrerbüro / Werkstücklager
V _G	.....	Handwerkstatt 2

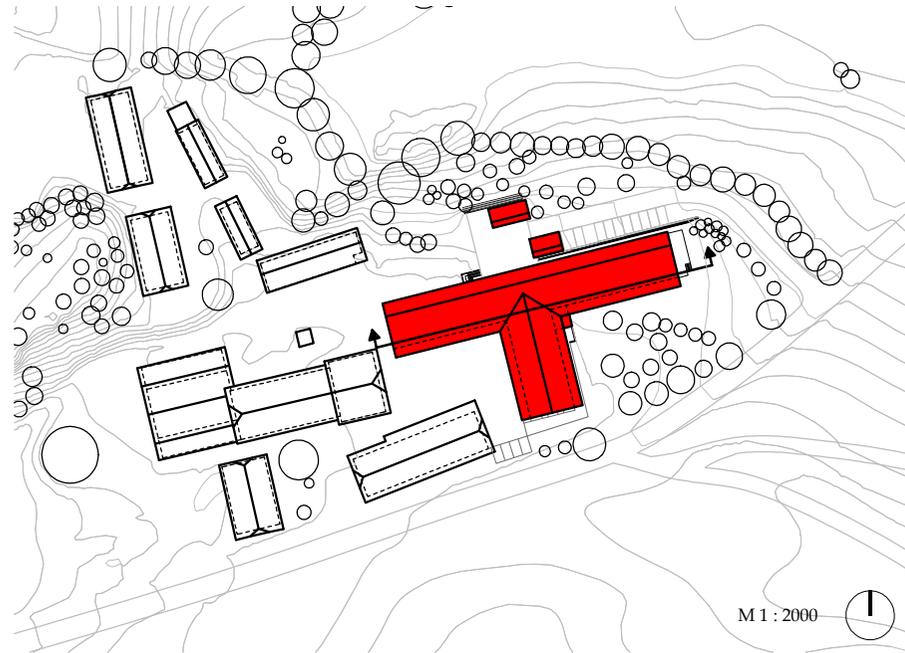
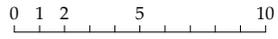


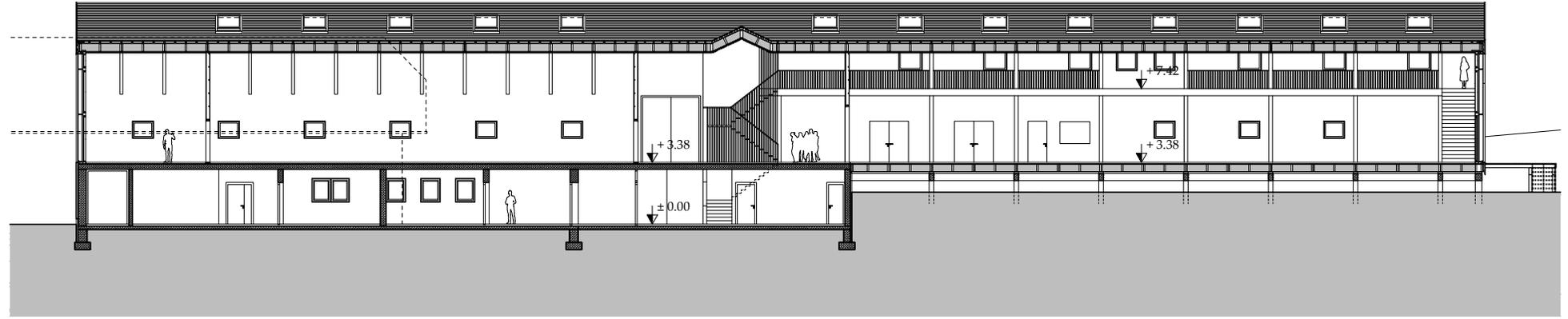
DACHDRAUFSICHT
M 1 : 333



LÄNGSSCHNITT 1

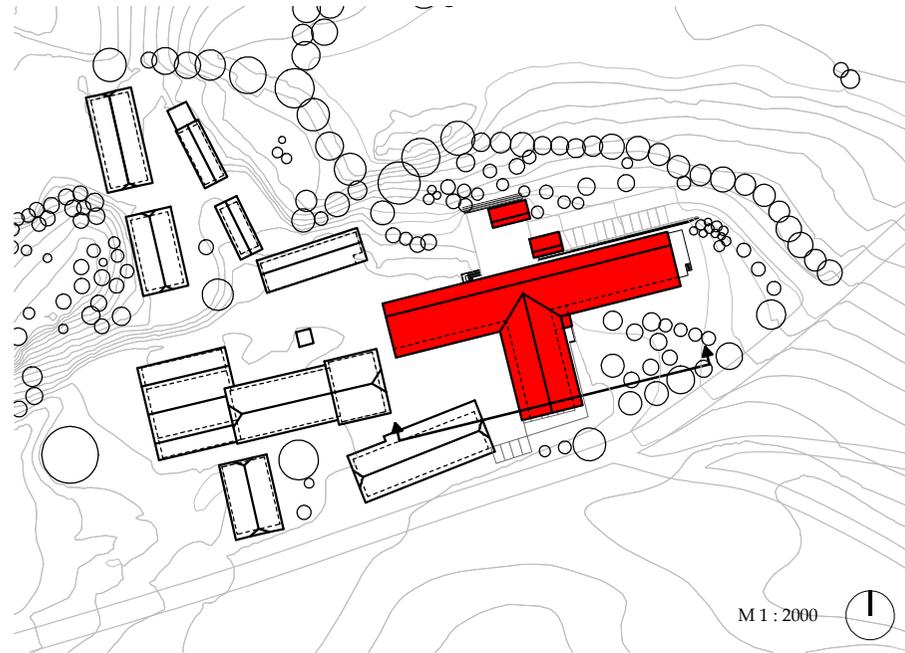
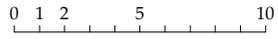
M 1 : 333

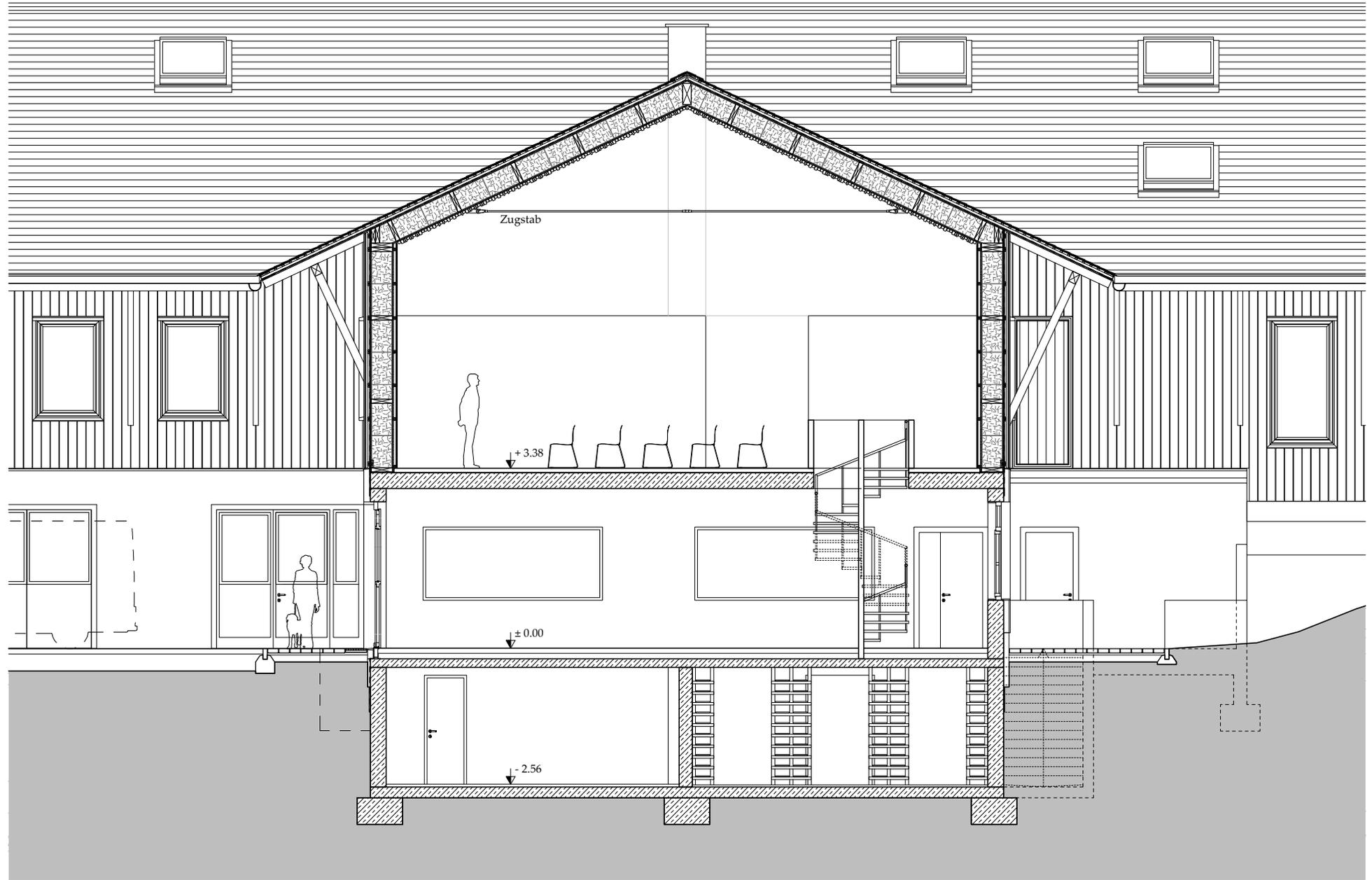




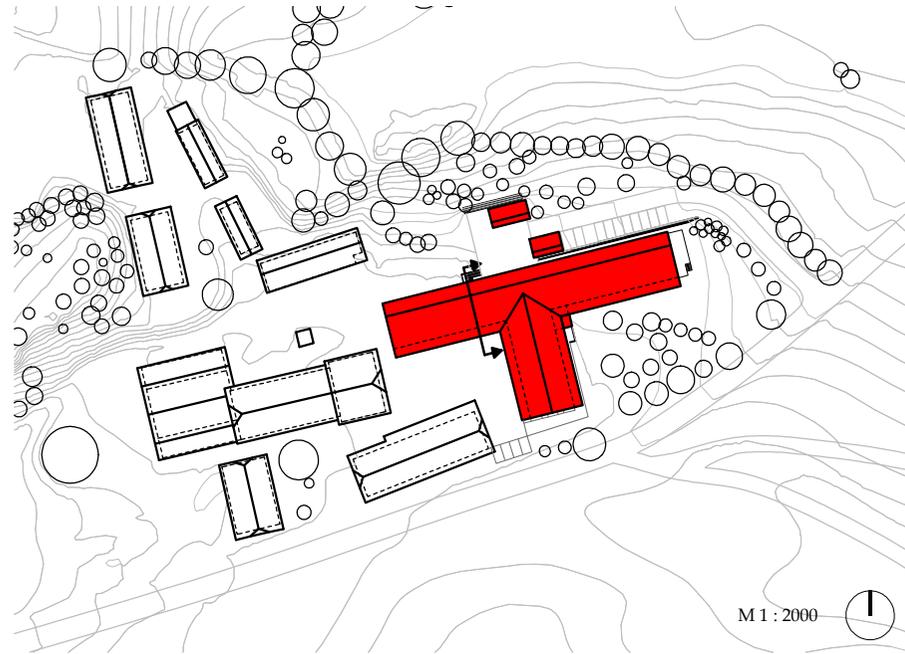
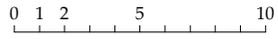
LÄNGSSCHNITT 2

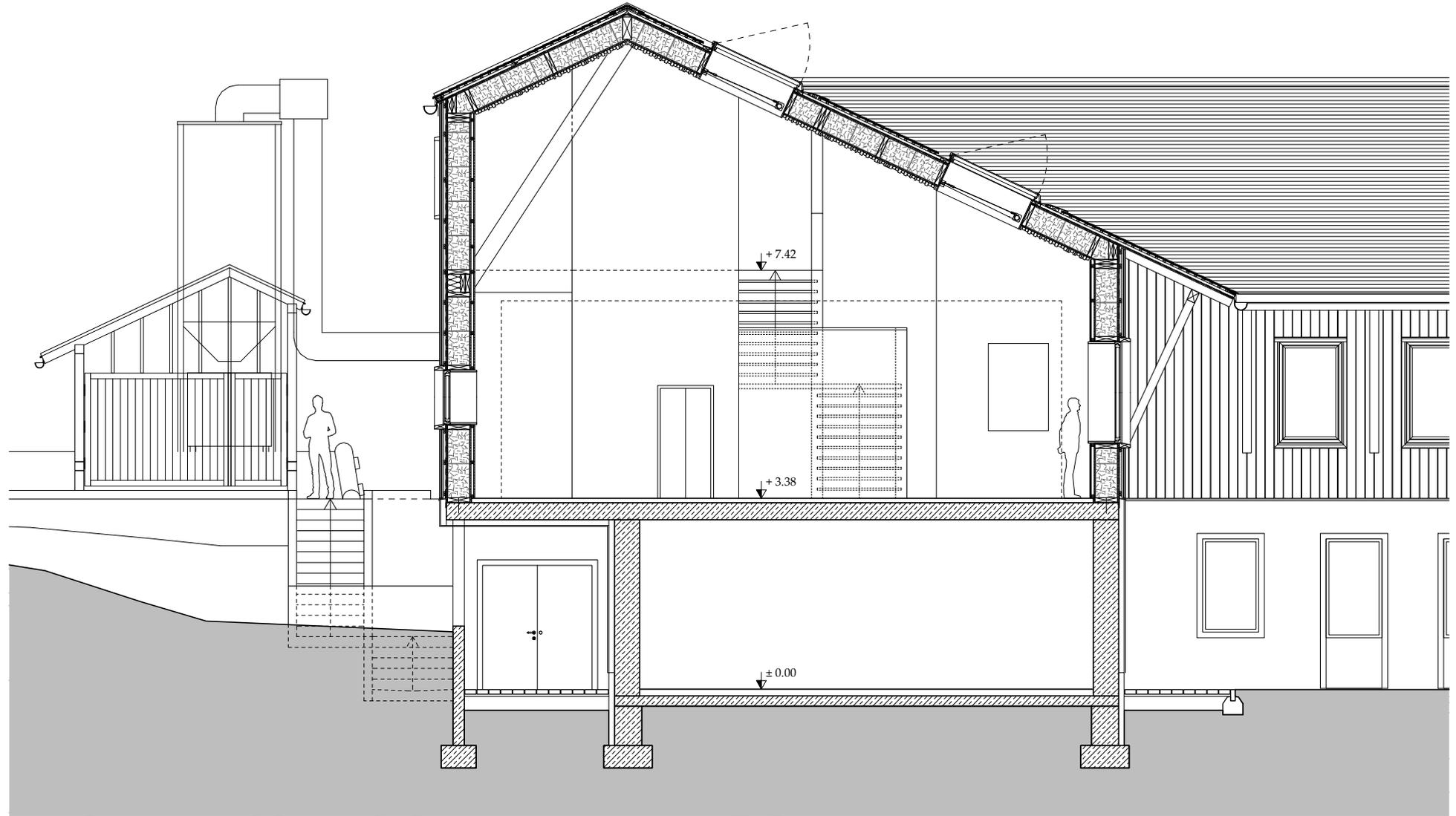
M 1 : 100



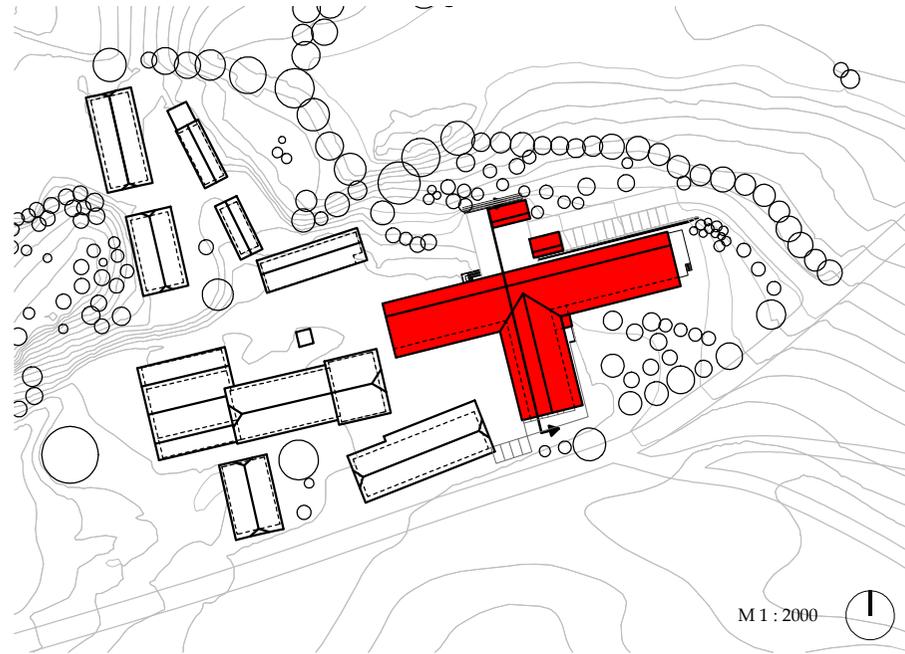
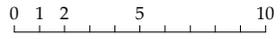


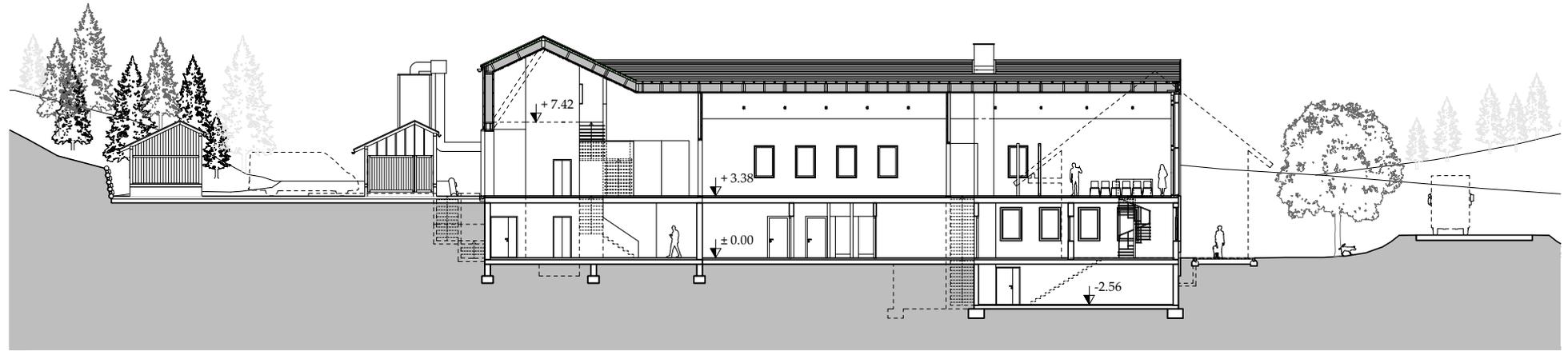
QUERSCHNITT 1 M 1:100



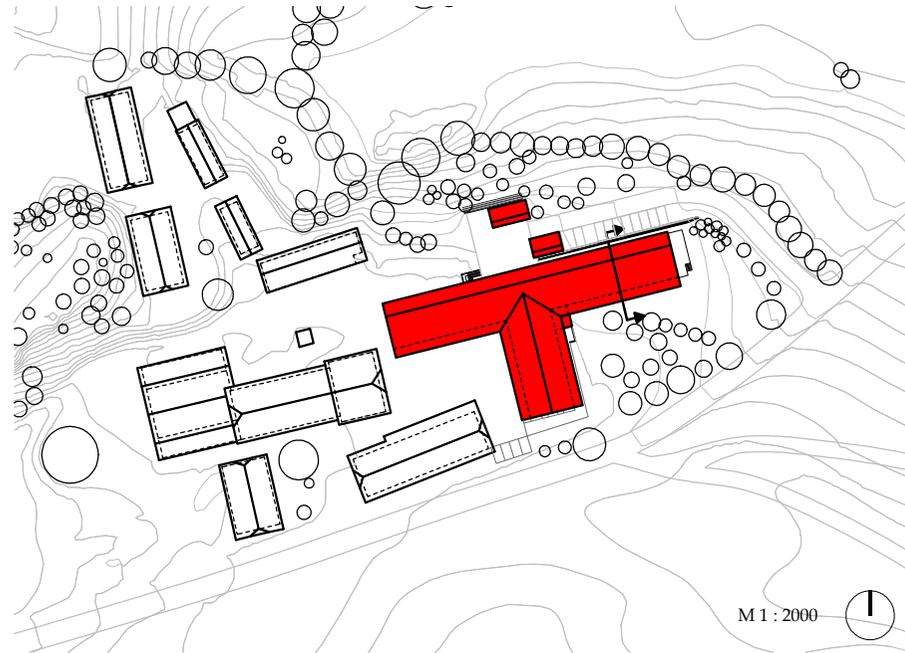
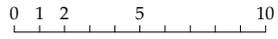


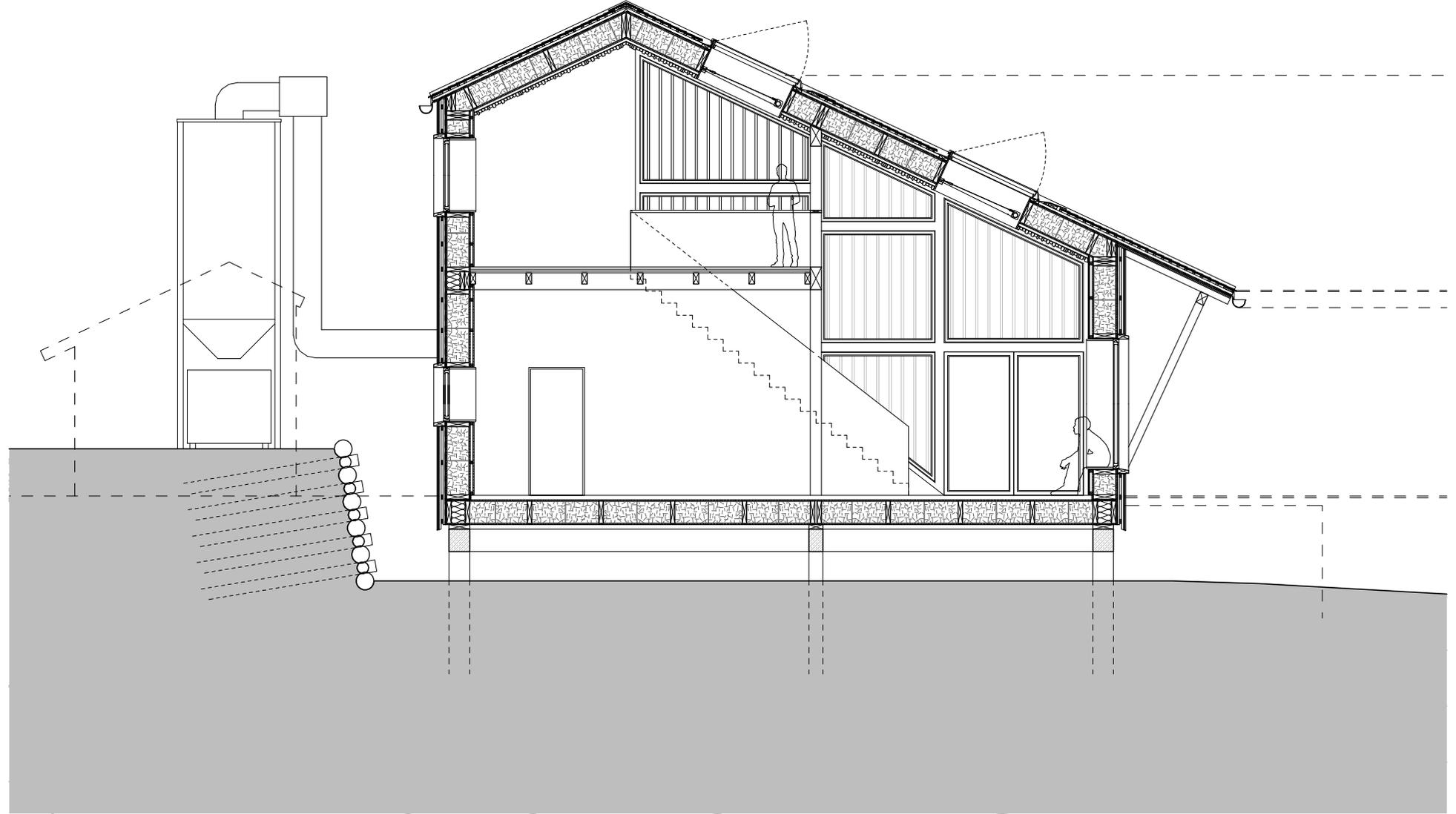
QUERSCHNITT 2 M 1 : 333



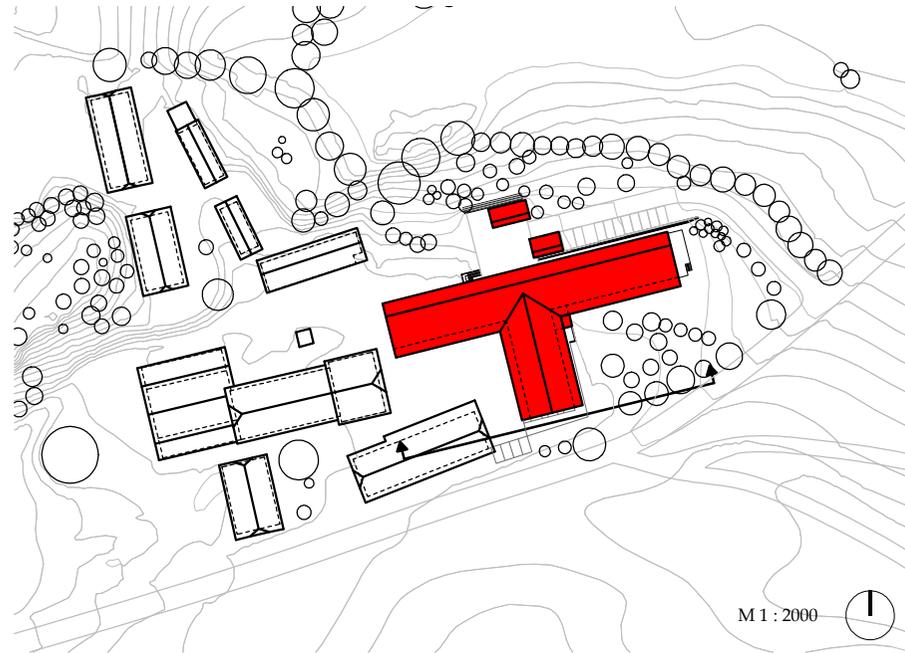
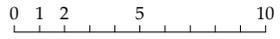


QUERSCHNITT 3 M 1 : 100





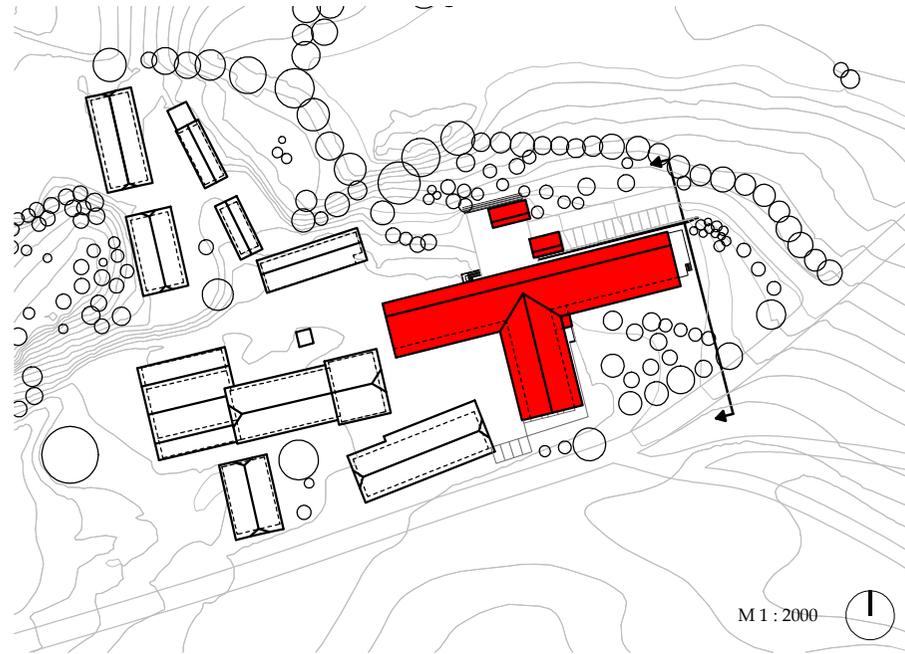
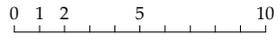
ANSICHT SÜD
M 1 : 333



M 1 : 2000 



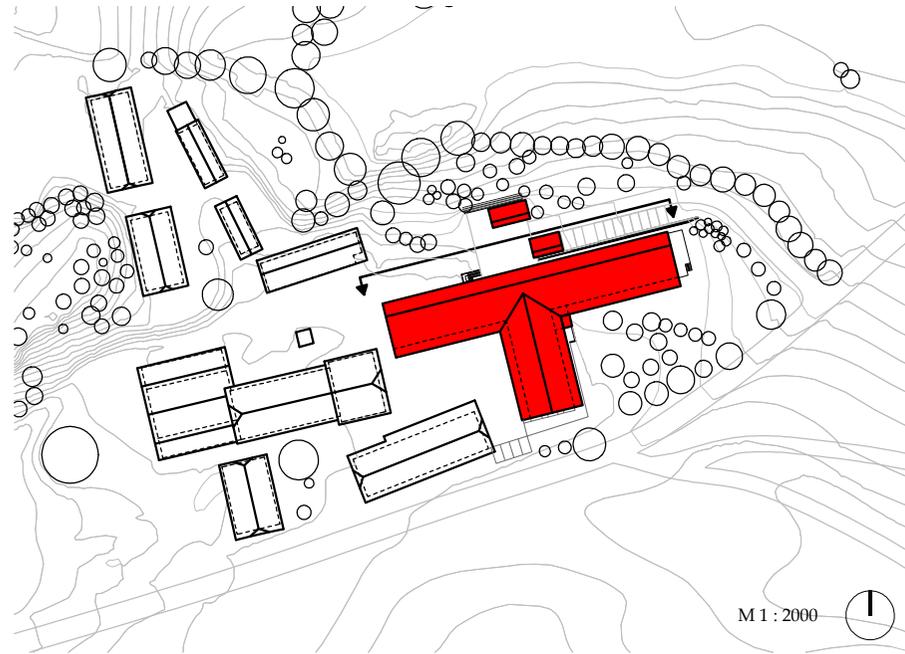
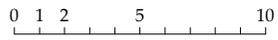
ANSICHT OST
M 1 : 333



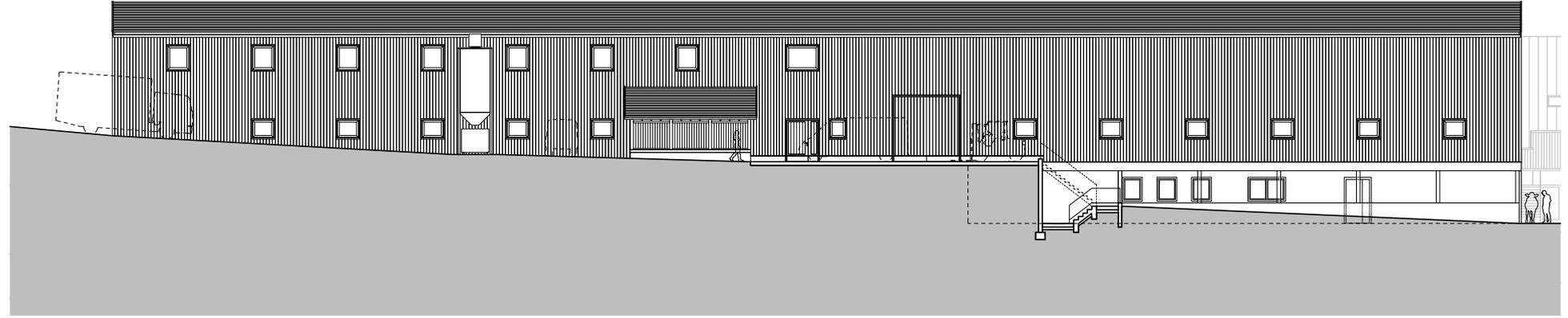
M 1 : 2000



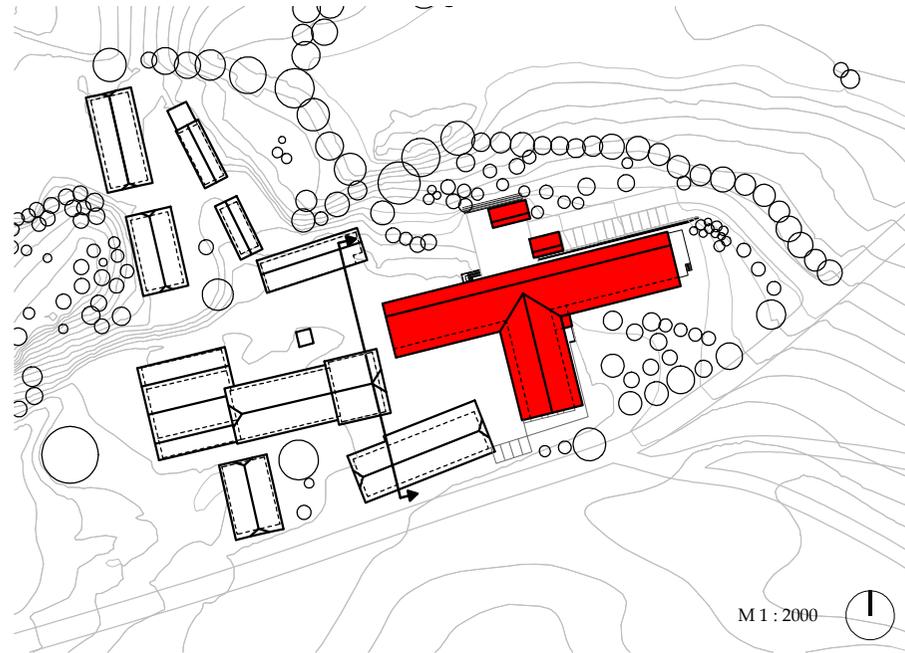
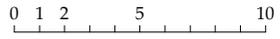
ANSICHT NORD
M 1 : 333



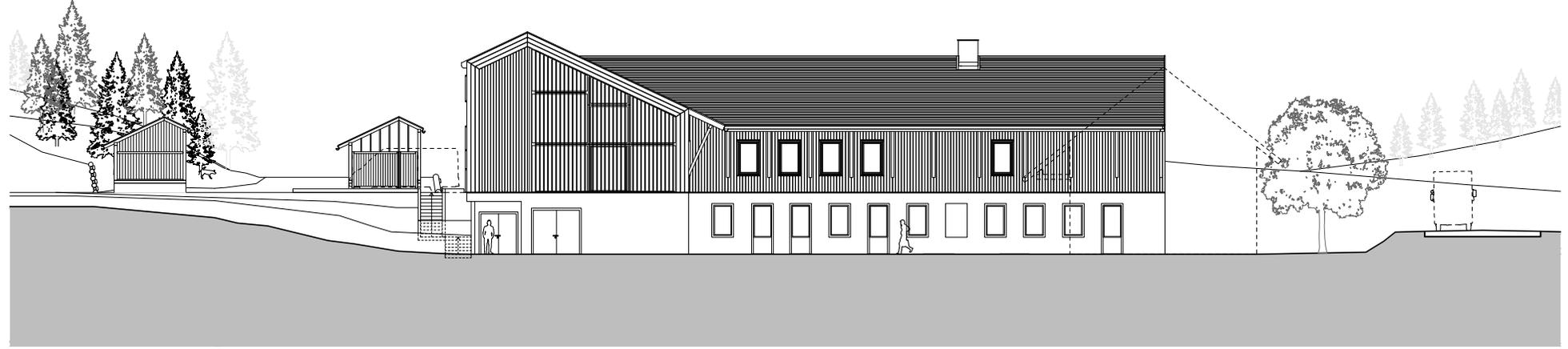
M 1 : 2000



ANSICHT WEST
M 1 : 333

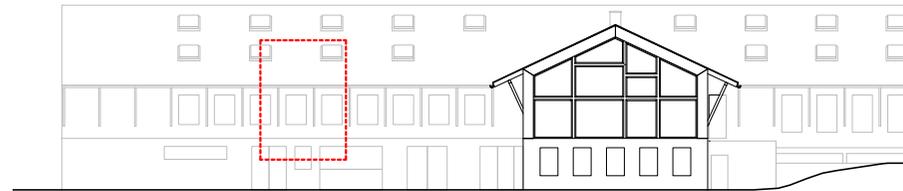
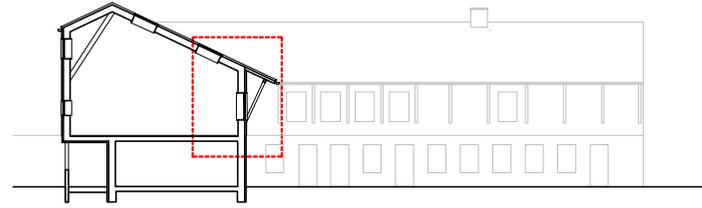
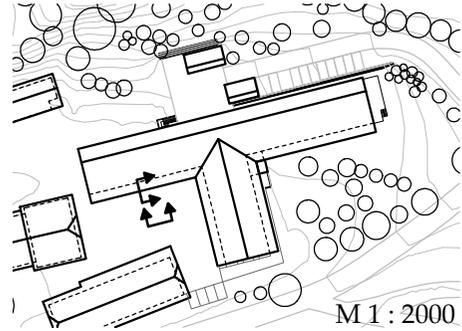


M 1 : 2000

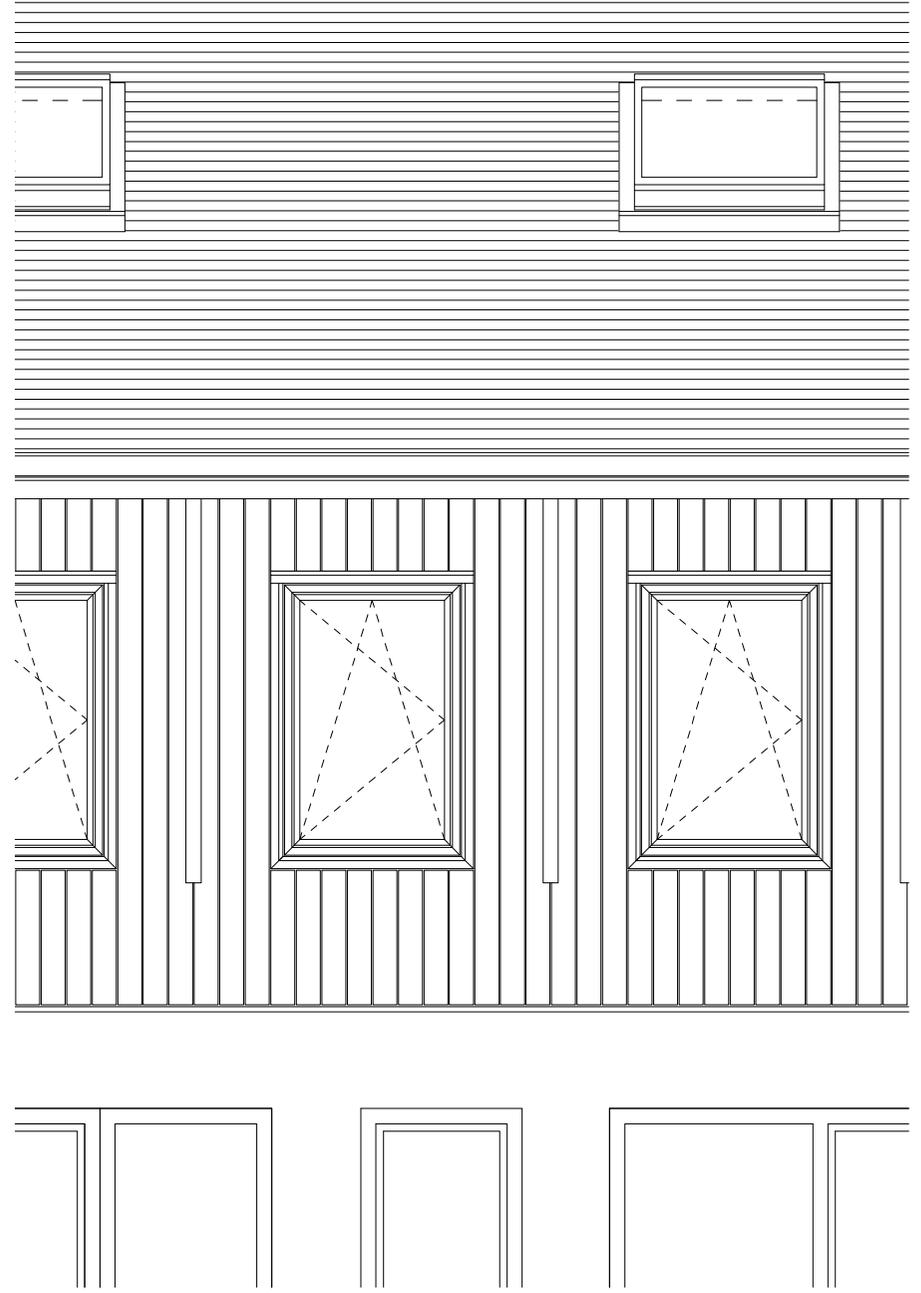
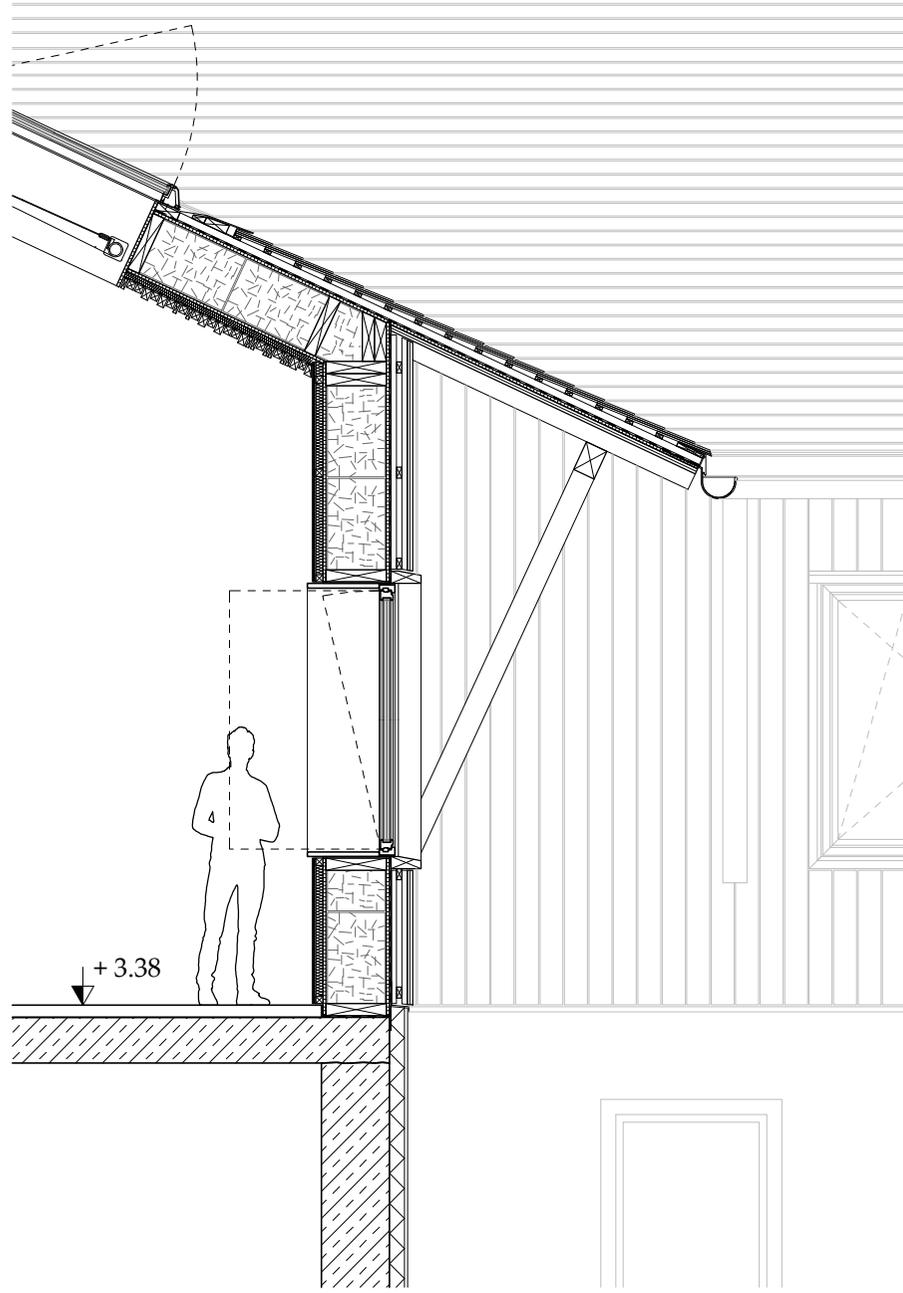


FASSADENSCHNITT & -ANSICHT 1

M 1 : 50

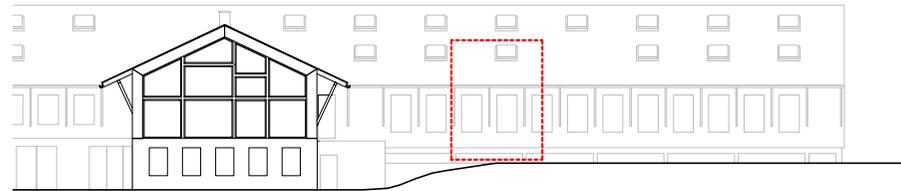
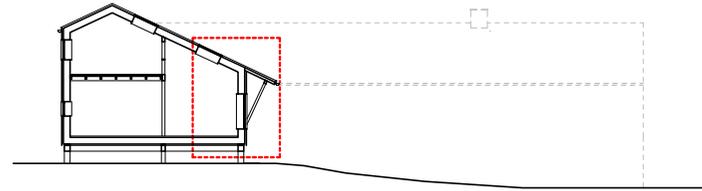
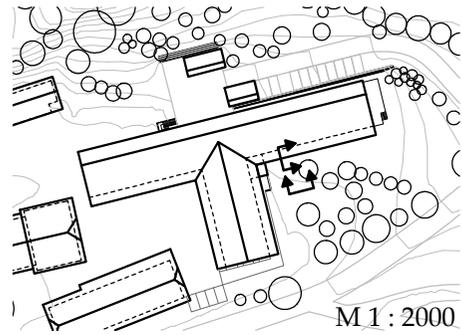


Fassadenausschnitt, M 1 : 500

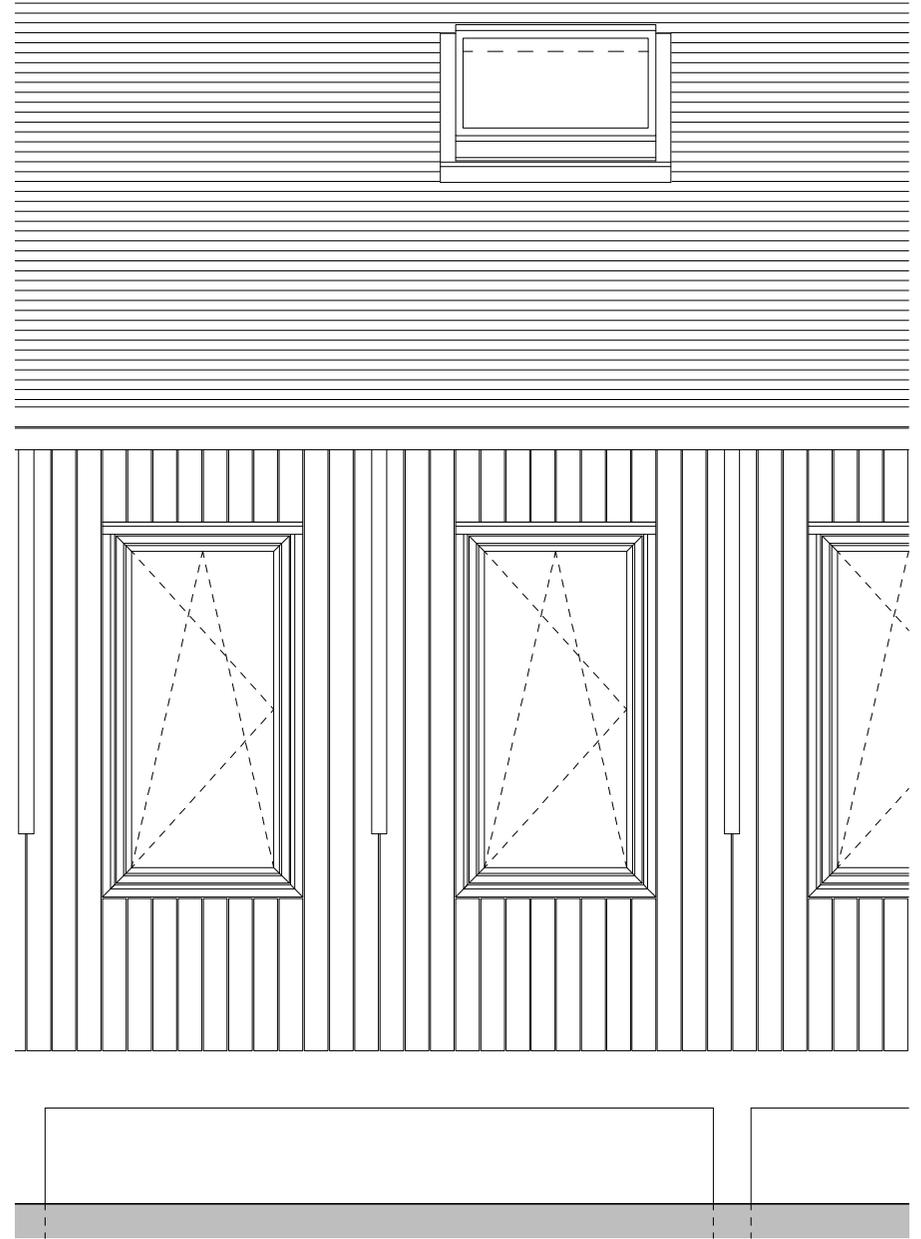
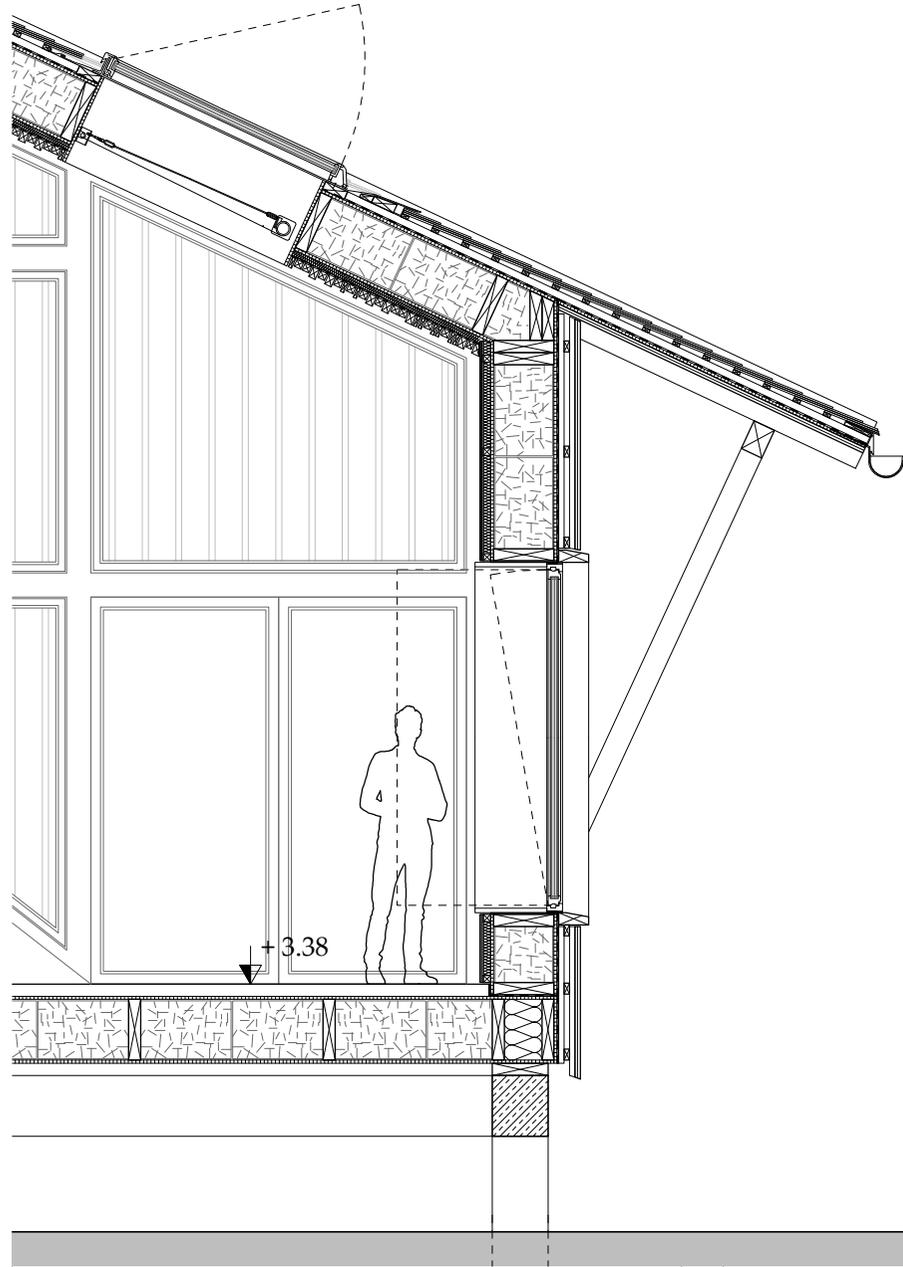


FASSADENSCHNITT & -ANSICHT 2

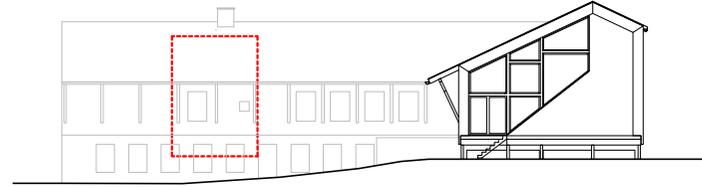
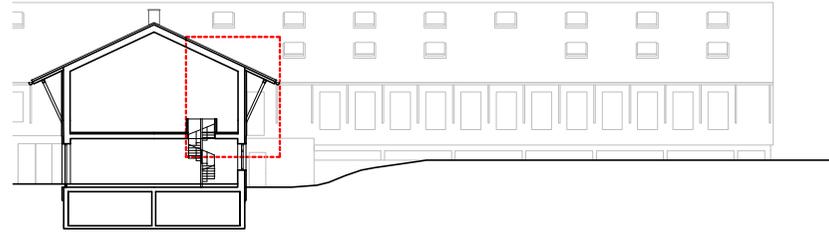
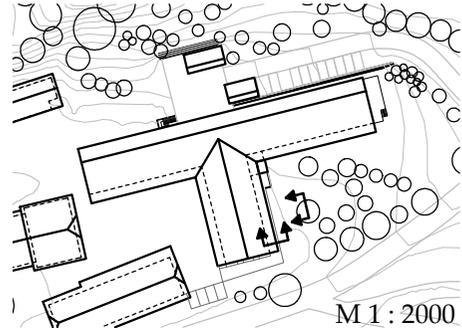
M 1 : 50



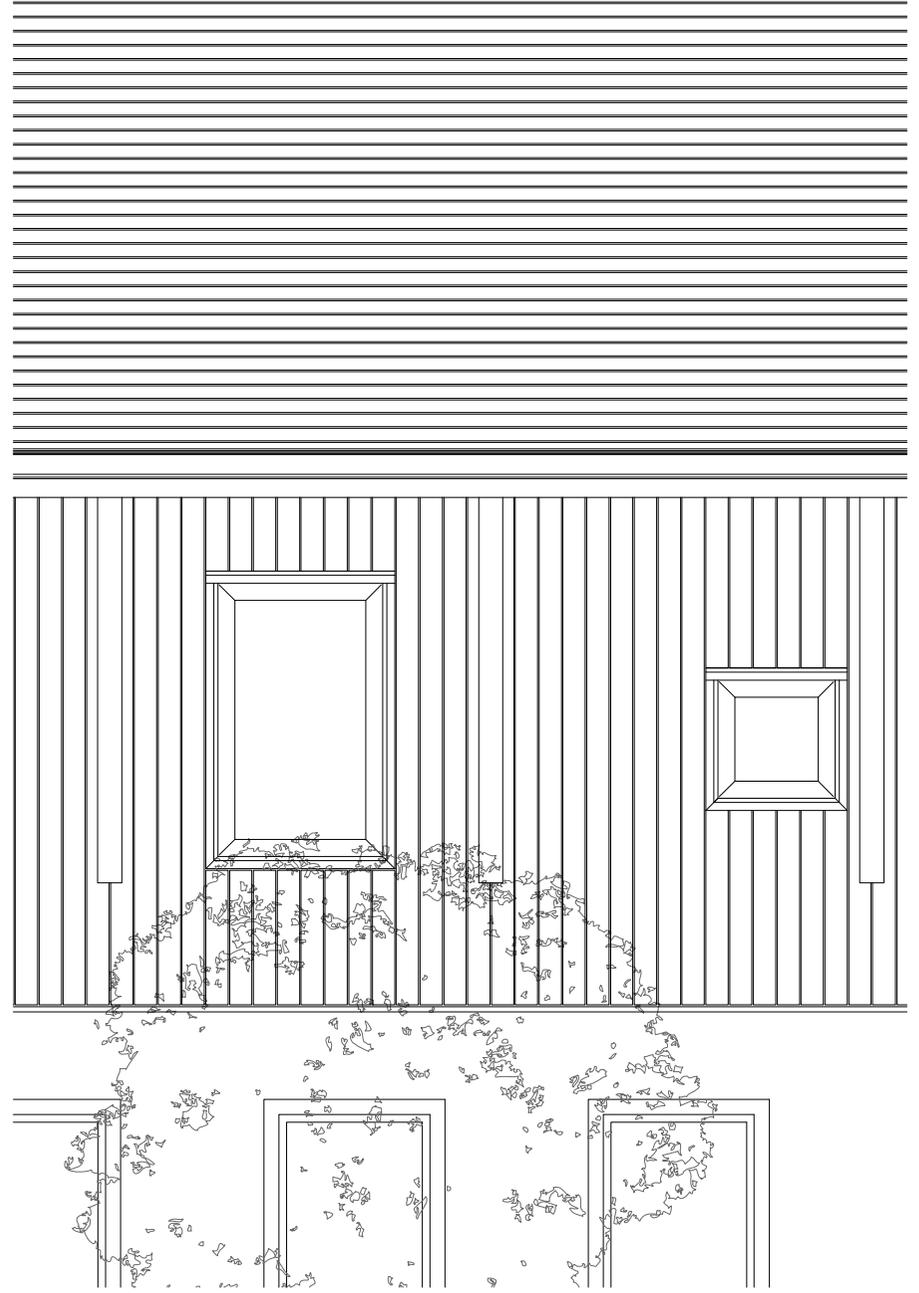
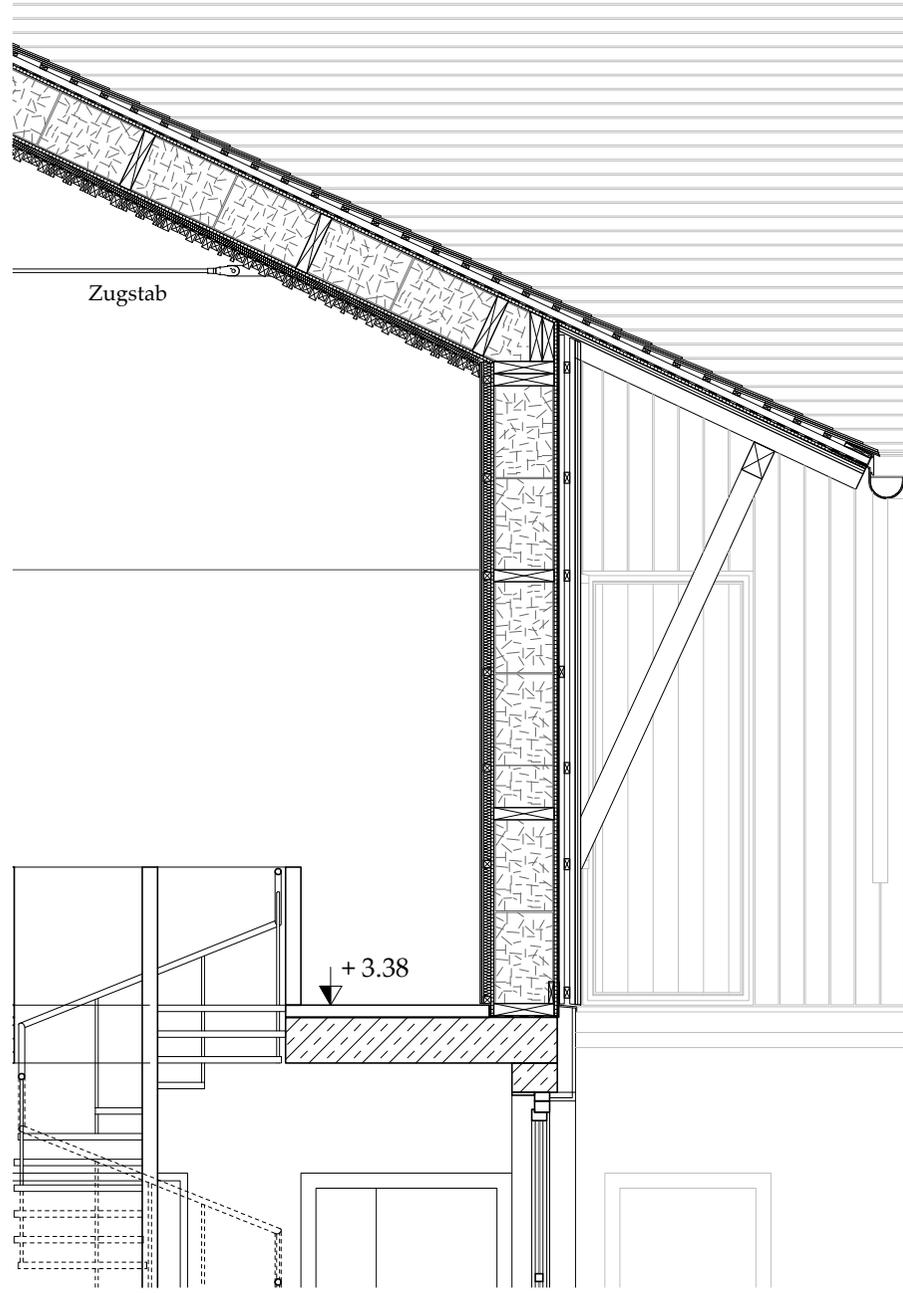
Fassadenausschnitt, M 1 : 500



FASSADENSCHNITT & -ANSICHT 3 M 1 : 50

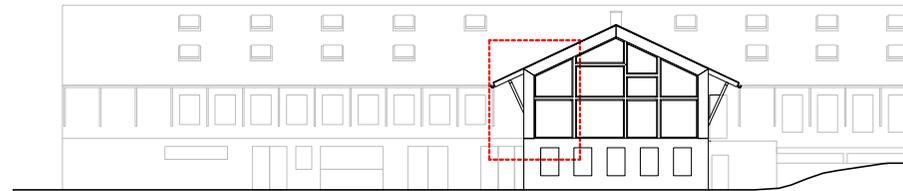
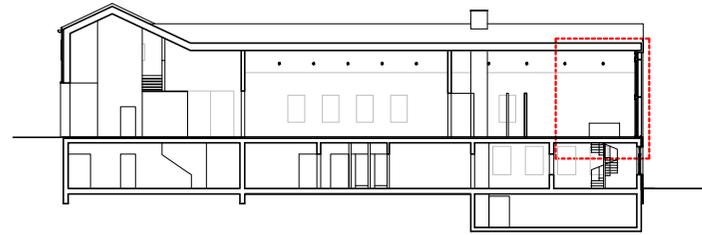
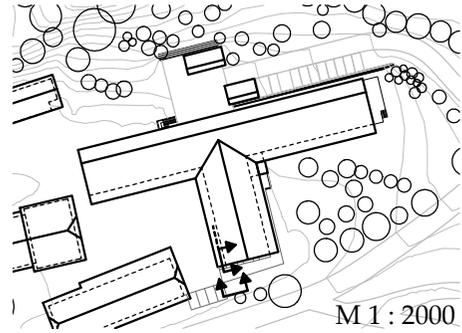


Fassadenausschnitt, M 1 : 500

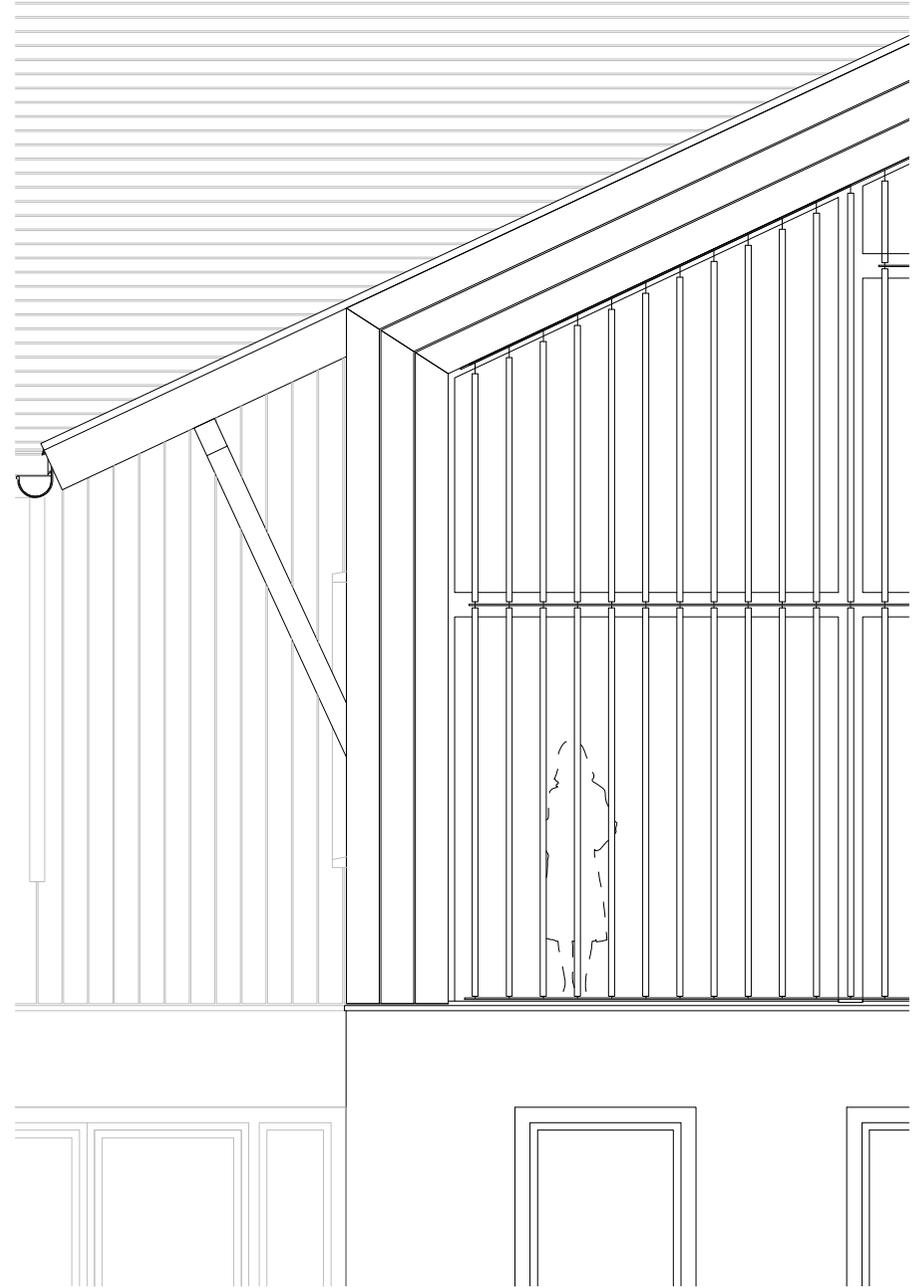
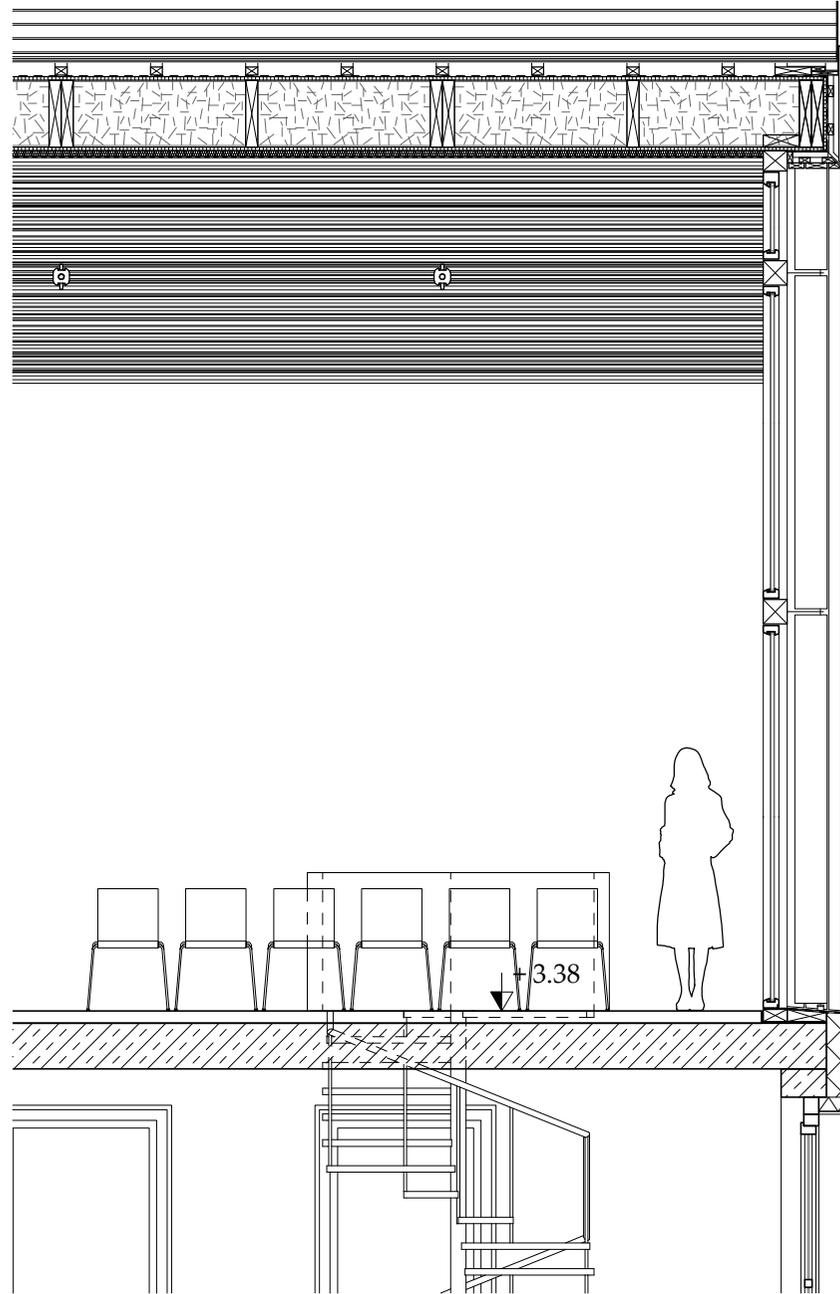


FASSADENSCHNITT & -ANSICHT 4

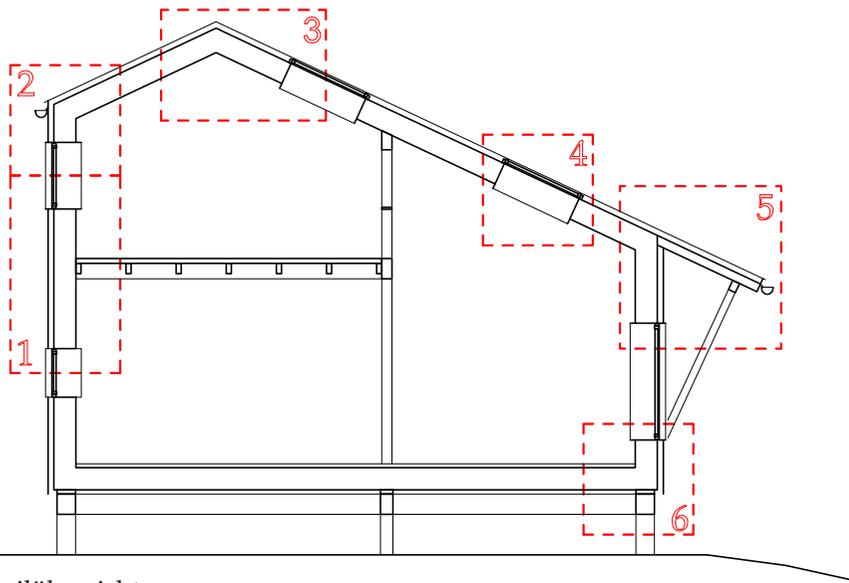
M 1 : 50



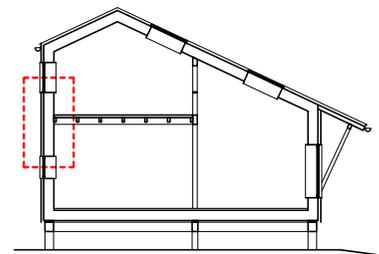
Fassadenausschnitt, M 1 : 500



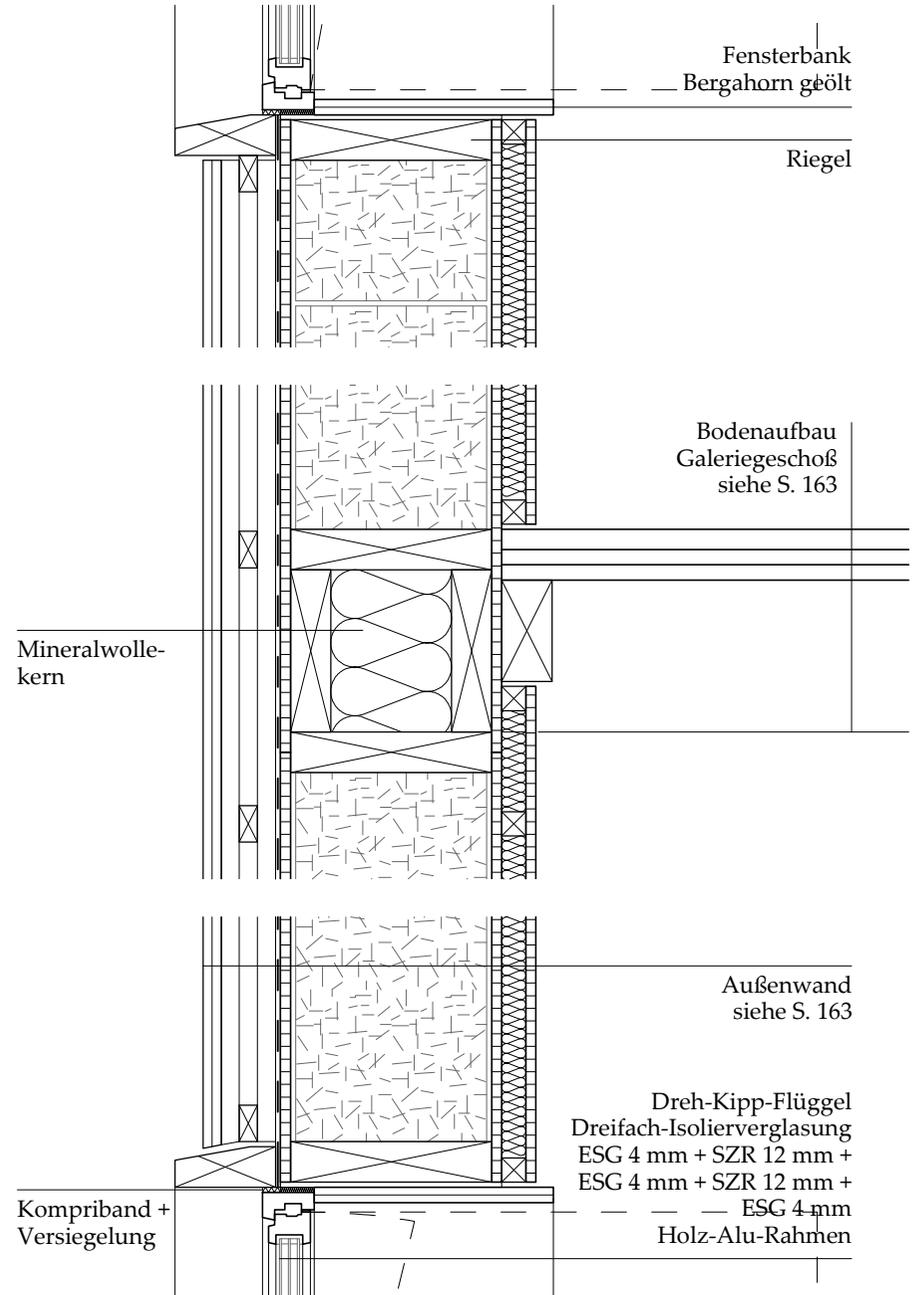
DETAILS



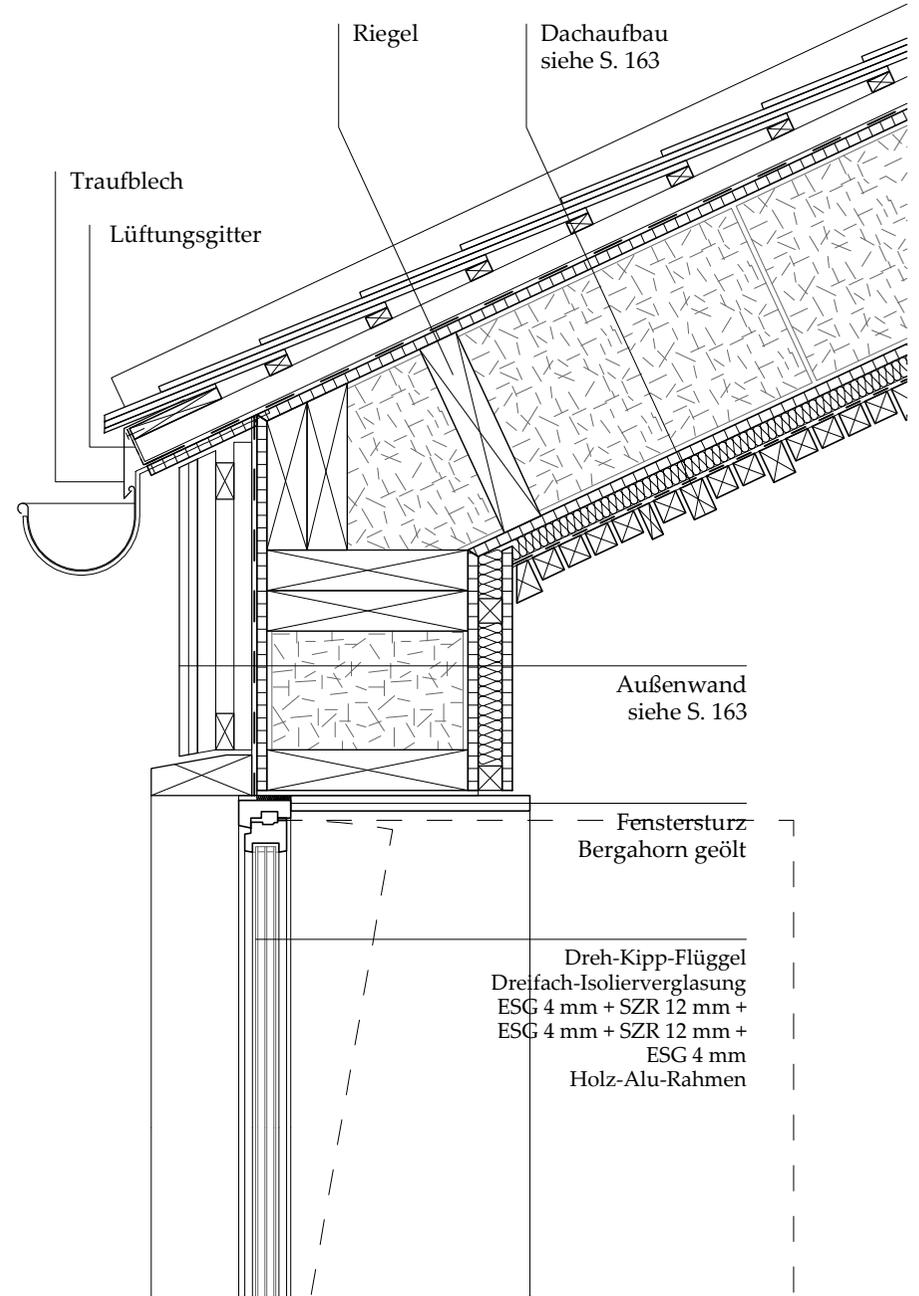
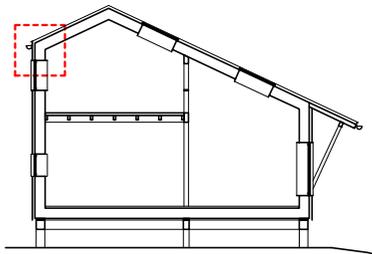
Detailübersicht



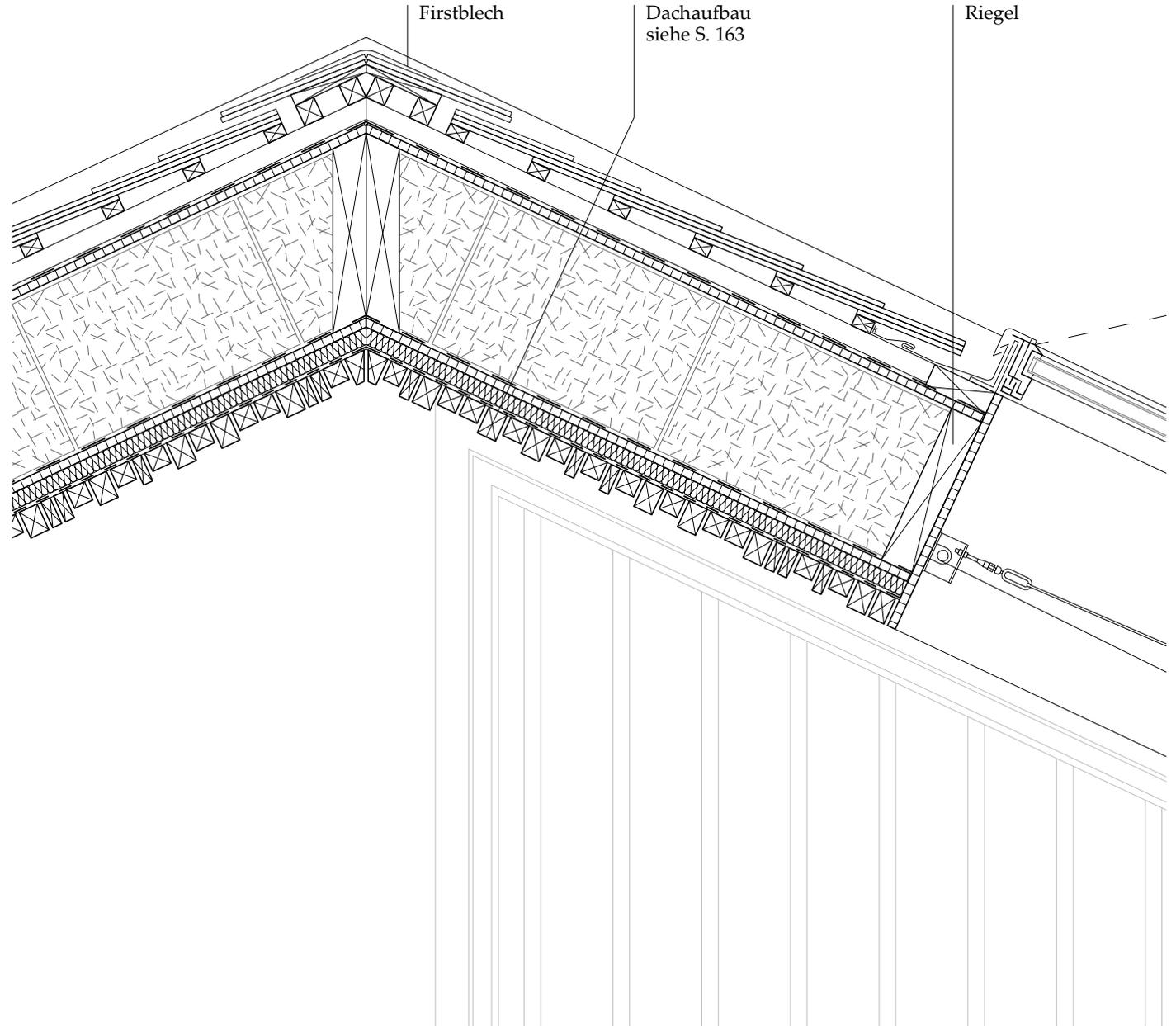
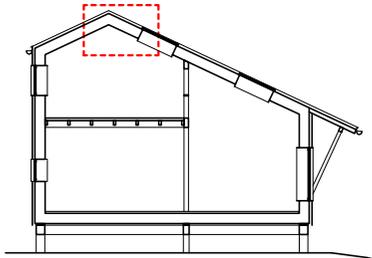
Detail 1 - Anschluss Außenwand - Decke Galeriegeschoß M 1 : 15



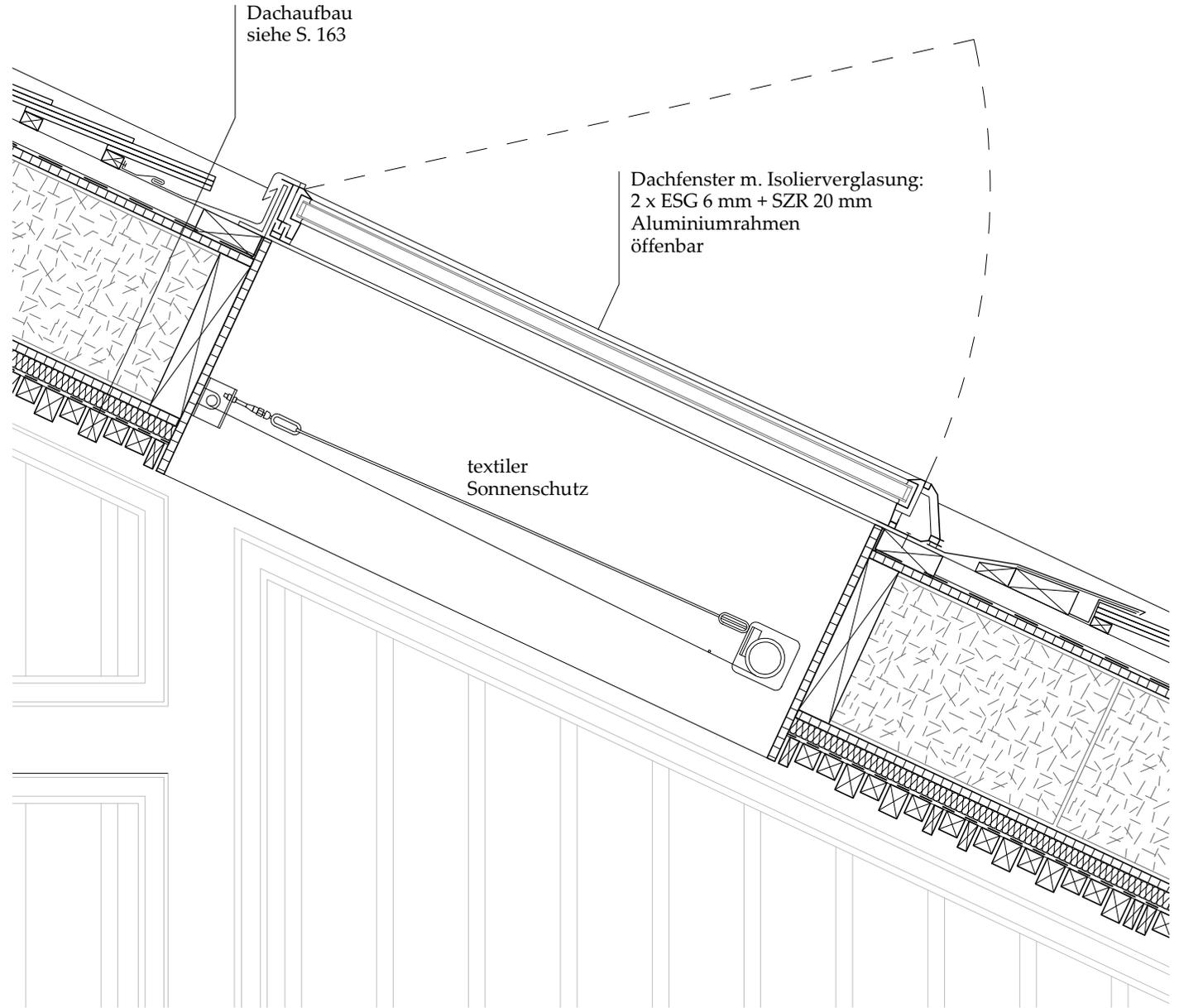
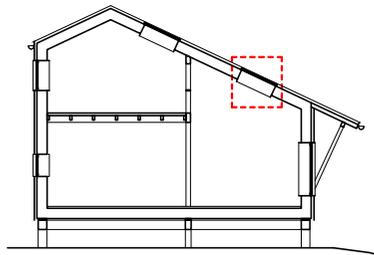
Detail 2 - Traufe Nordseite
M 1 : 15



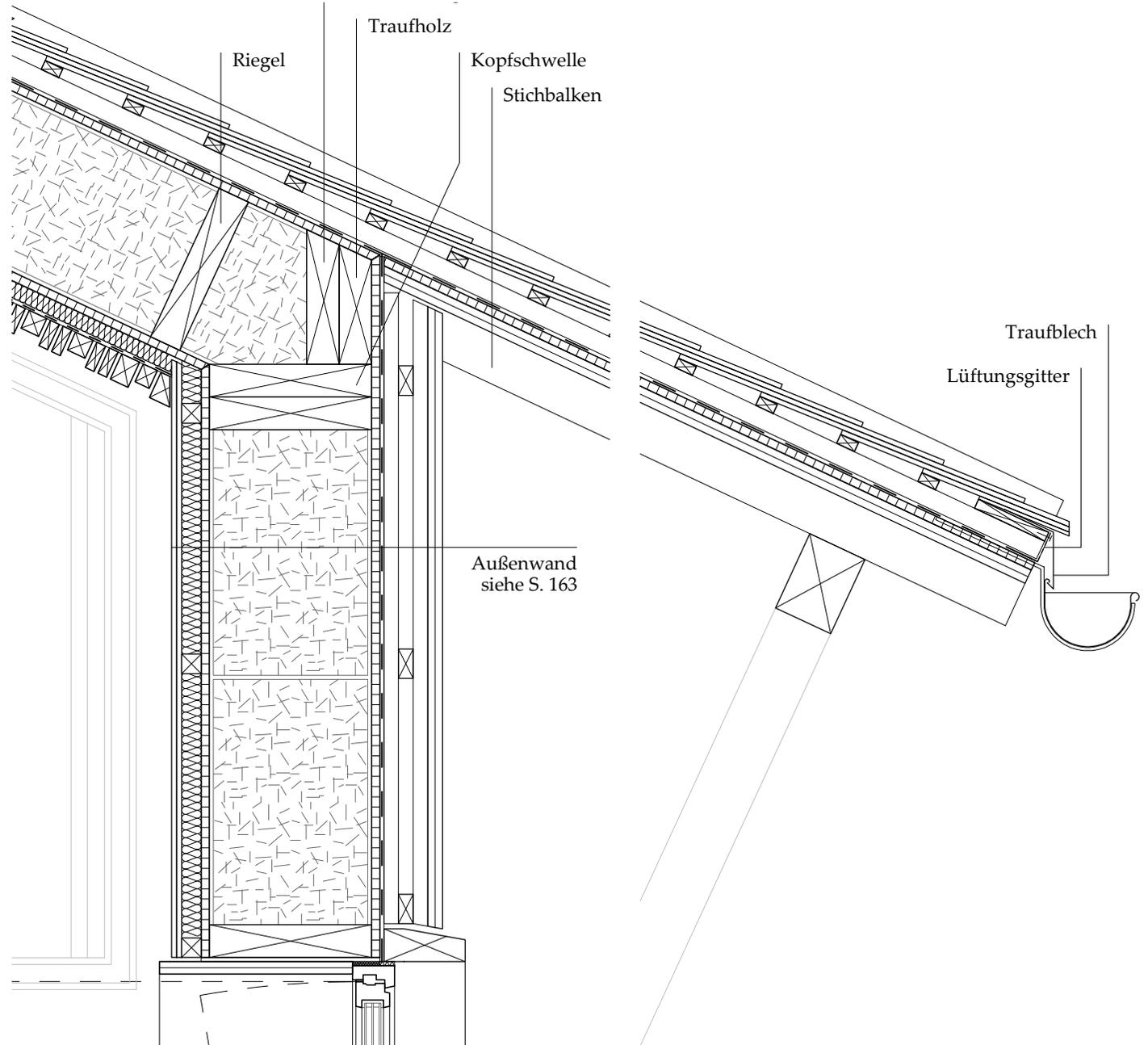
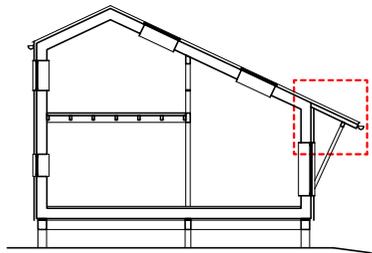
Detail 3 - First
M 1 : 15

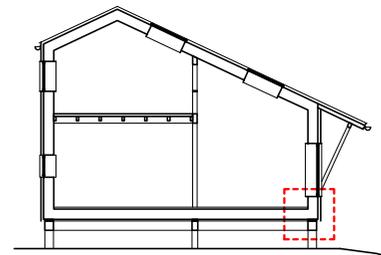


Detail 4 - Dachflächenfenster
M 1 : 15

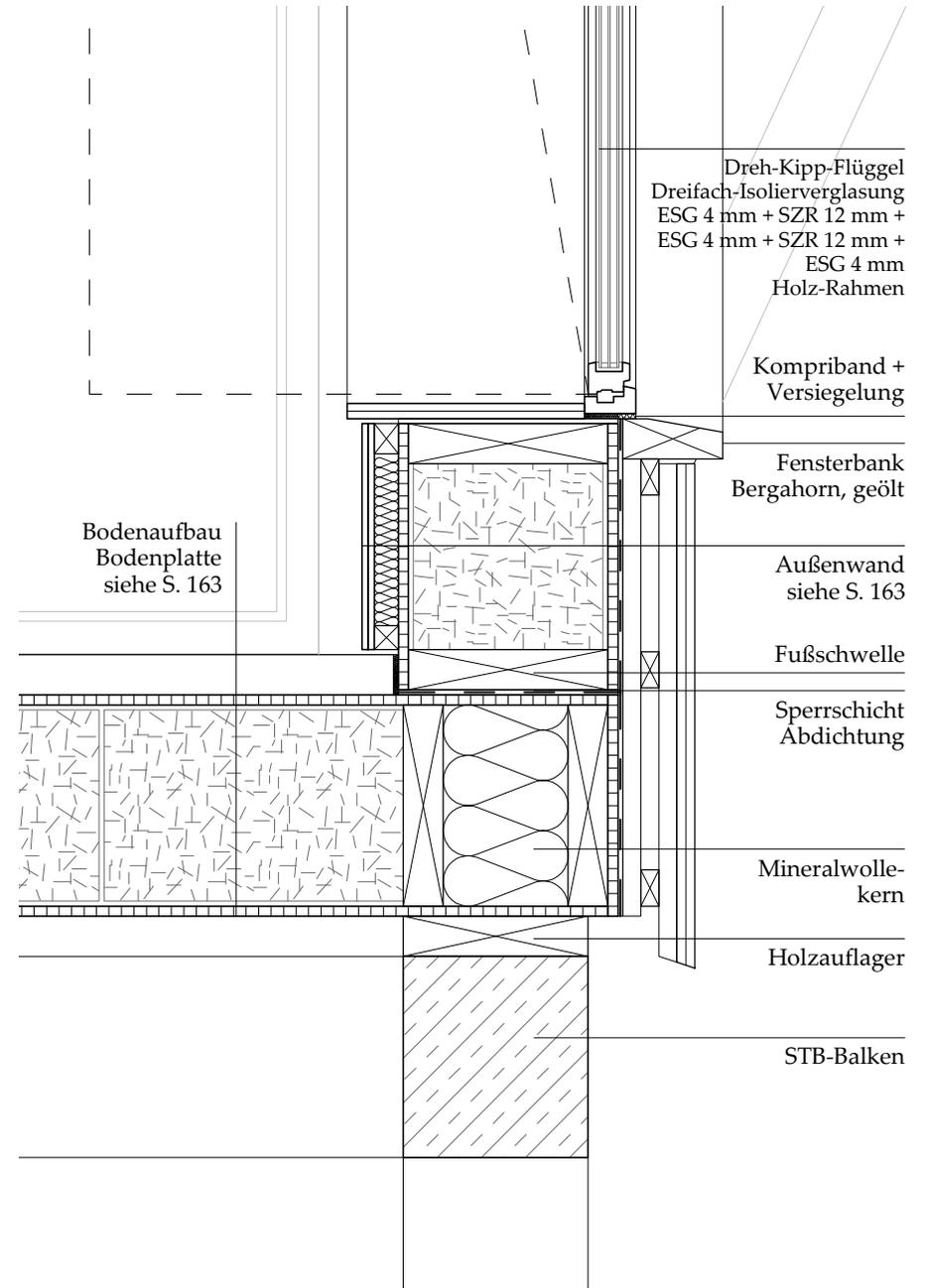


Detail 5 - Traufe/Dachvorsprung Südseite
M 1 : 15





Detail 6 - Sockelbereich Südseite
M 1 : 15

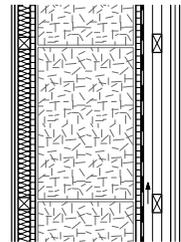


Wand-/Dach-/Decken-Aufbauten

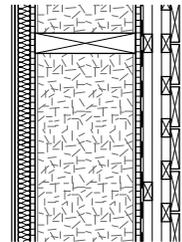
M 1 : 30

Außenwandaufbau (von außen nach innen)

- Holzbohlen (Leisten-Deckel-Schalung), Lärche, sägerauh
- Traglattung, 30 mm
- Konterlattung (Hinterlüftung), 30 mm
- Fassadenbahn / Winddichtung
- diffusionsoffene Holzwerkstoffplatte (Holzweichfaserplatte), 20 mm; (Alternative: Lehmputz)
- Ständerwerk / Strohhallendämmung, 360 mm
- luftdichte und dampfbremsende Holzwerkstoffplatte, 15 - 20 mm; Aussteifung
- Lattung (Installationsebene / Dämmung), 50 mm
- innenseitige Brandschutzbekleidung, Gipsfaserplatte 2-fach (2 x 1,25 cm)



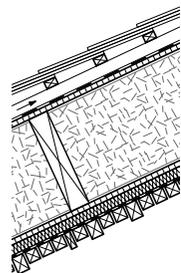
Vertikalschnitt



Horizontalschnitt

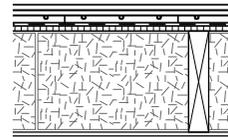
Dachaufbau (von außen nach innen)

- Lungauer Holzbohlen-Deckung, 3-fach, Lärche, gesägt (12 - 15 mm / Lage)
- Traglattung, 30 mm
- Konterlattung (Hinterlüftung), 50 mm
- Unterdachbahn (Fassadenbahn)
- äußere Beplankung (diffusionsoffen), 20 mm; (Alternative: Lehmputz)
- Konstruktion / Strohdämmung, 360 mm
- innere Beplankung (luftdicht), 20 mm
- Lattung / Dämmung, 50 mm
- Akustikvlies (Hanf)
- Akustikdecke aus variierenden Holzplatten, 36 - 68 mm



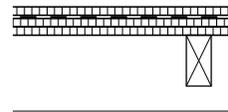
Bodenplatte (Tafelement auf Betonstützen) (von oben nach unten)

- Industrieparkett (Hochkantlamellenparkett), 22 mm (Alternative: OSB-Platte, 30 mm)
- Gipsfaser Trockenestrich-Element, 20 mm
- Wärmedämmplatte (inkl. Wärmeleitblech) + Heizrohr, 30 mm (ggf. Zusatzdämmung, 30 mm)
- Trennlage
- Holzwerkstoffplatte-Platte (OSB), 30 mm
- Konstruktion / Strohdämmung, 360 mm
- zementgebundene Faserplatte, 15 mm



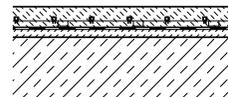
Zwischendecke Galerie (von oben nach unten)

- OSB-Platte, 30 mm
 - Trennlage
 - OSB-Platte, 30 mm
 - OSB-Platte, 30 mm
 - Holzkonstruktion / Holzbalken, 100 x 200, 160 x 300 mm
- Alternative: Brettsperrholzplatte, 90 mm



Bodenaufbau Metallwerkstatt (von oben nach unten)

- Verbundestrich (Zement-/Industriestrich), 80 mm
- Bewehrung auf Abstandshalter + Heizungsrohr
- Trenn- / Gleitschicht
- Abdichtung
- Sauberkeitsschicht, 30 mm
- STB-Decke, 250 mm
- Innenputz, 20 mm

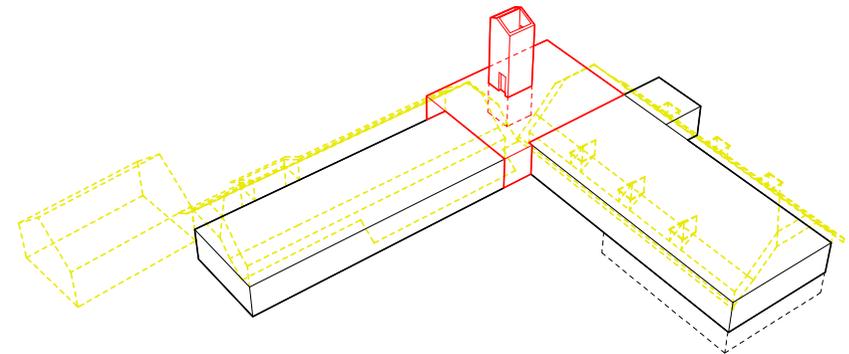
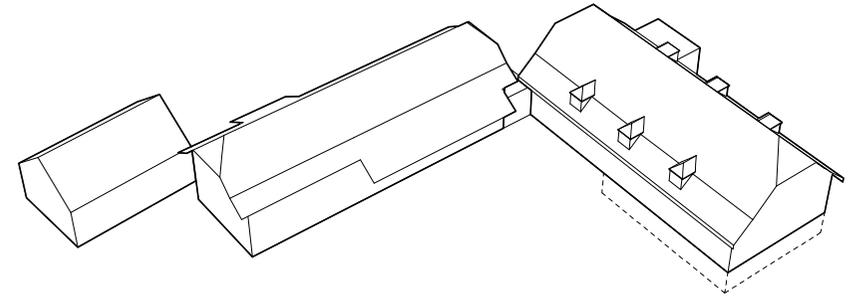


TRAGWERKSKONZEPT / KONSTRUKTIONSPRINZIP

Das Konstruktionsprinzip des Gebäudeentwurfs entspricht dem eines Holzrahmenbaus/Holztafelbaus. In Anbetracht des vorliegenden Entwurfs bietet sich diese Bauweise nicht zuletzt aufgrund der Kompaktheit des Baukörpers sowie der sich wiederholenden Konstruktionsdetails an. Dies bietet die Möglichkeit zur ökonomisch günstigen Vorfertigung der Einzelteile. Fichtenholzbalken bilden das tragende Gerüst des Gebäudes. Die jeweiligen Rahmen für die Außenwände und das Dach sind innen wie außen mit Holzwerkstoffplatten beplankt. Die innere Beplankung übernimmt die Aufgabe der Dampfbremse. In die Hohlräume wird das Stroh eingebracht. Jedes Tafелеlement ist selber tragend. Die Beplankung ist statisch wirksam (aussteifend). Die Fertigung der sog. Tafeln kann witterungsunabhängig, d.h. unter kontrollierten und geschützten Bedingungen in einer (nahegelegenen) Produktionshalle erfolgen. Dies ist insbesondere beim Bauen mit Stroh von Vorteil, da dieses während des Bauprozesses unbedingt trocken bleiben muss. Die Wand-, Decken und Dachtafeln sind untereinander mit mechanischen Verbindungsmitteln (Verschraubungen, Stahlbleche/-winkel etc.) verbunden. Vor dem finalen Ausbau werden aus Gründen der Luftdichtheit die Stoßfugen der einzelnen Wand- und Dachelemente mit Klebeband verschlossen.

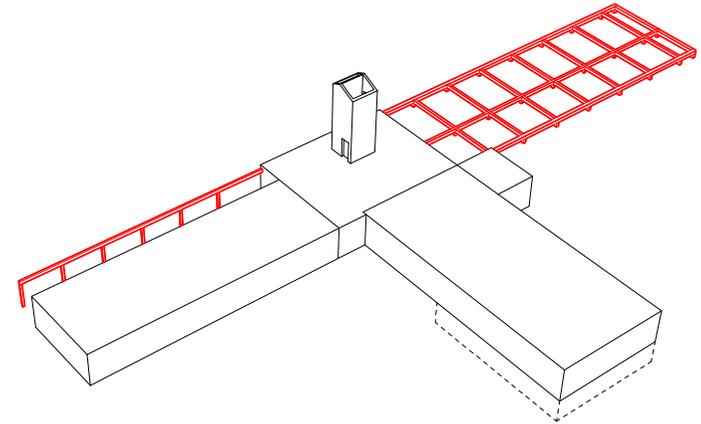
Die folgenden axonometrischen Darstellungen spiegeln nicht den Bauablauf wieder. Sie zeigen lediglich wichtige bauliche Elemente des Gebäudeentwurfs. Danach werden die einzelnen Bauteilschichten eines Wand- sowie Dachelementes dargestellt.

Bestand

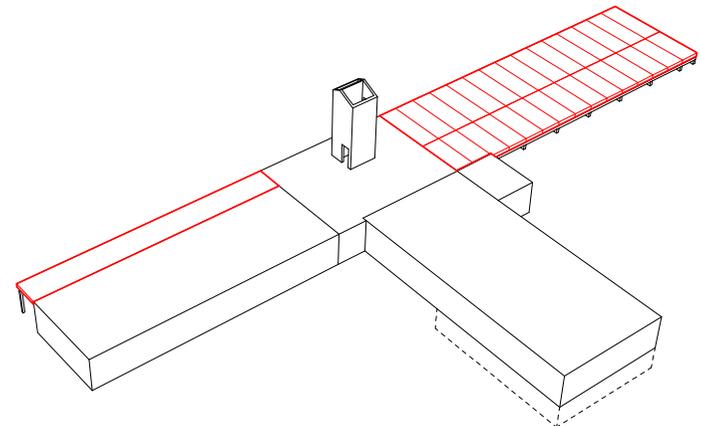


Abbruch Obergeschoße und Lagergebäude, Verschmelzung der Erdgeschoße (Erweiterung für Gemeinschaftsflächen)

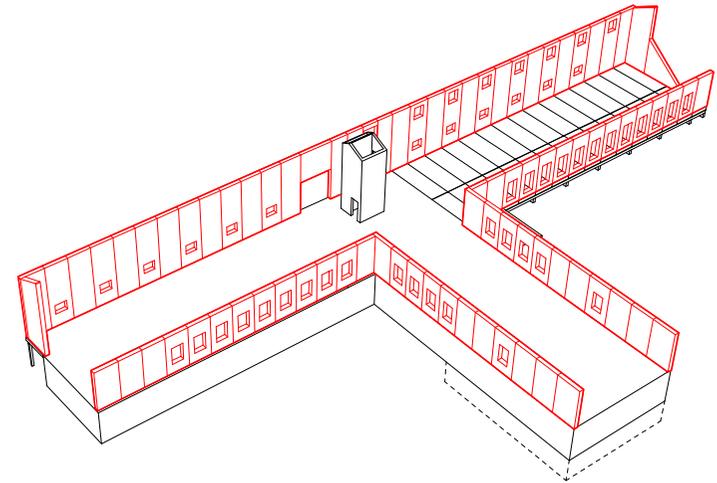
Unterkonstruktion für Deckenerweiterung und Bodenplatte



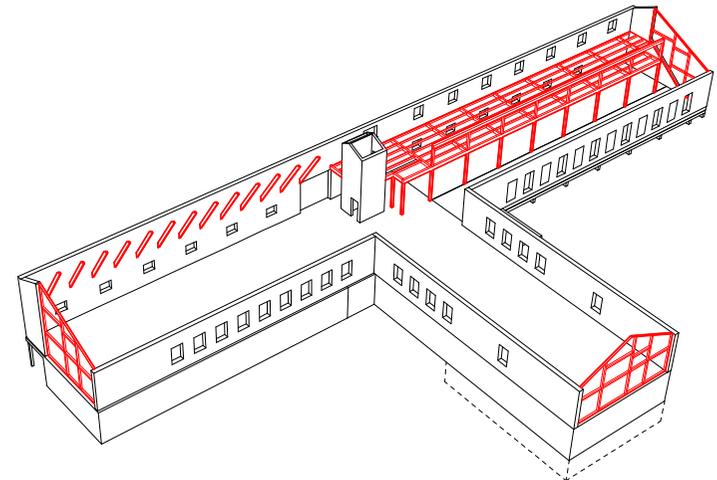
Deckenerweiterung und Fußbodenelemente/-tafeln



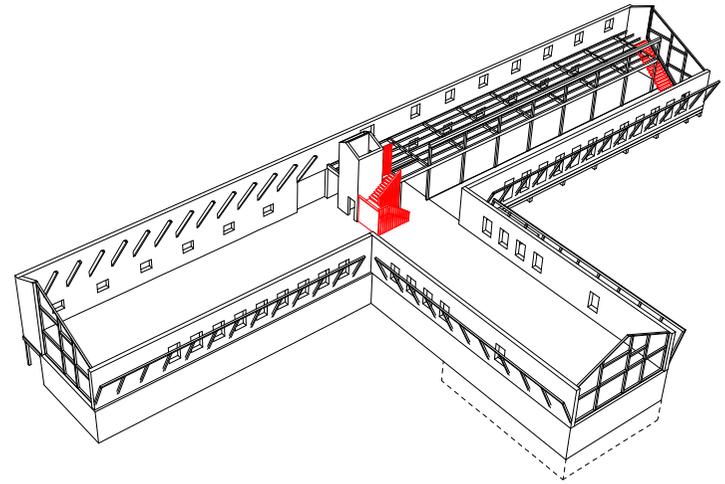
Außenwandelemente/-tafeln



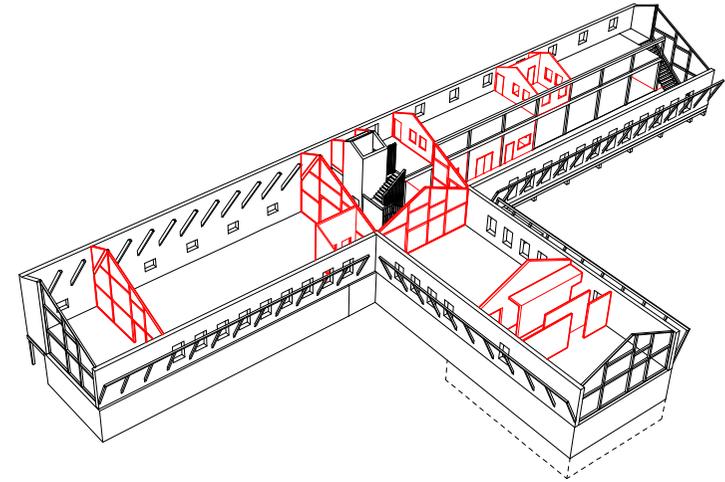
Dachstreben, Pfosten-Riegel-Konstruktion verglaste Fassaden,
Holzkonstruktion Galerie



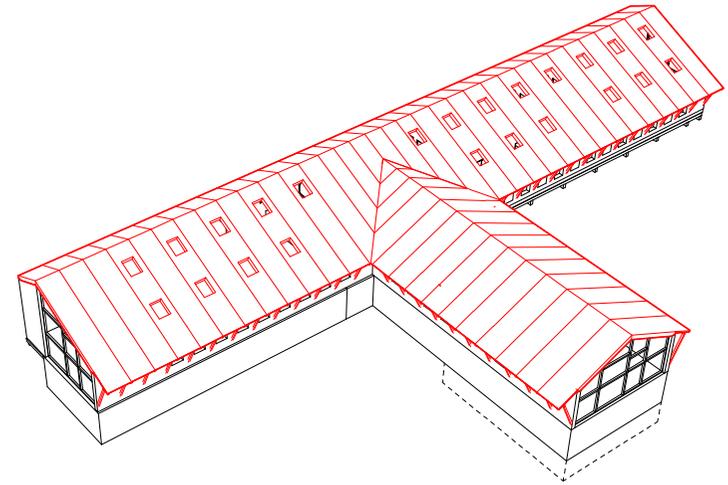
Treppenläufige Erschließung Galerie



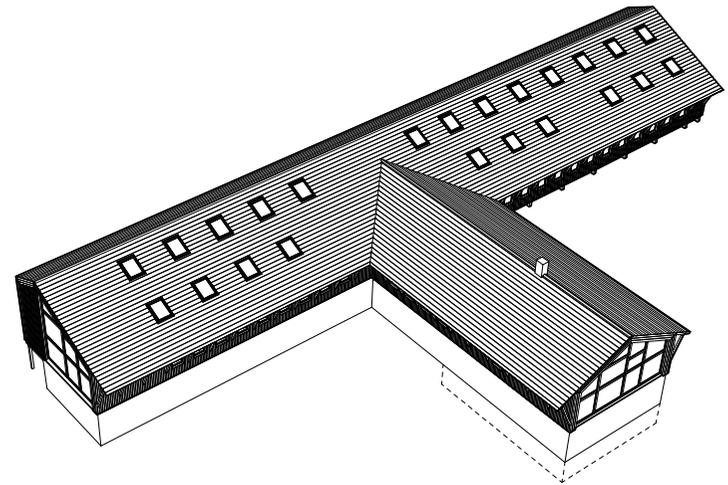
Innenwandkonstruktionen



Dachelemente/-tafeln

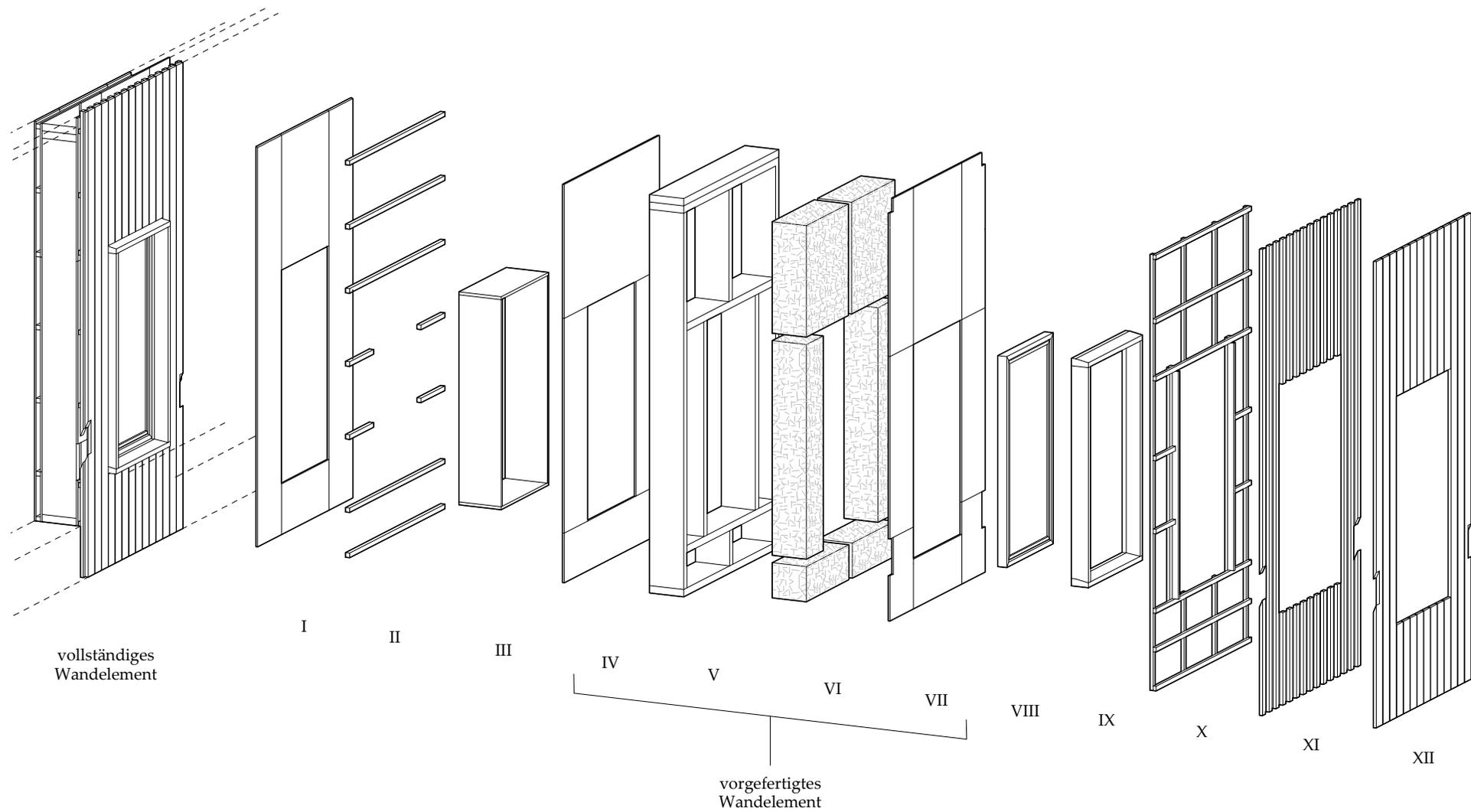


Neuer/fertiger Baukörper



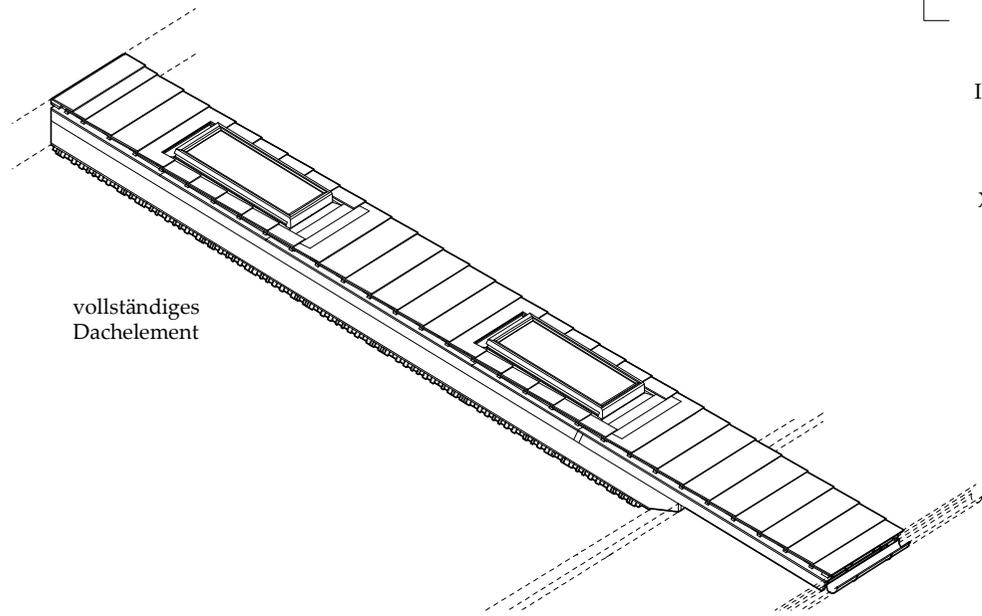
Wandelement o. M.

I	.....	Verkleidung innen
II	.....	Lattung (Insatallationsebene)
III	.....	Verkleidung Fensterlaibung/-sturz/-bank
IV	.....	Beplankung innen (OSB-Platte)
V	.....	Ständerwerk (tragendes Gerüst aus Holzbalken)
VI	.....	Strohdämmung
VII	.....	Beplankung außen (Holzfaserplatte mit diffusionsoffener Fassadenbahn (Windsperre))
VIII	.....	Dreh-Kipp-Fenster mit Dreifach-Isolierverglasung
IX	.....	Fensterumrandung
X	.....	Lattung (Konterlattung (Hinterlüftung) und Traglattung)
XI	.....	Leisten-Deckel-Bekleidung, innere Lage
XII	.....	Leisten-Deckel-Bekleidung, äußere Lage

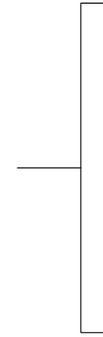


Dachelement o. M.

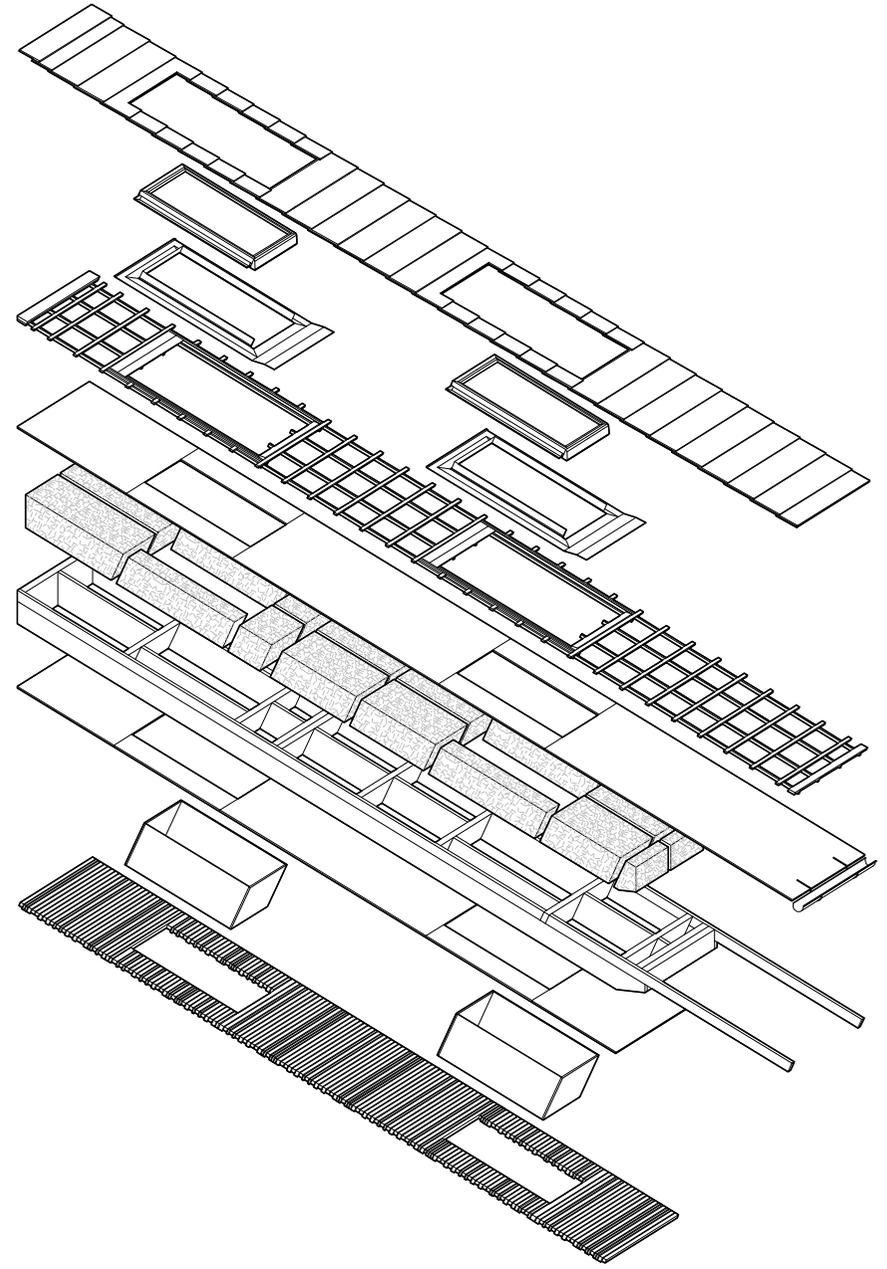
I	.....	Lungauer Holzbrett-Deckung, Lärche, gesägt
II	.....	Dachflächenfenster, Aluminium
III	.....	Eindeckrahmen
IV	.....	Lattung (Konterlattung (Hinterlüftung) und Traglattung)
V	.....	Beplankung außen (Holzfaserplatte mit diffusionsoffener Fassadenbahn (Windsperre))
VI	.....	Strohdämmung
VII	.....	Ständerwerk (tragendes Gerüst aus Holzbalken)
VIII	.....	Beplankung innen (OSB-Platte)
IX	.....	Verkleidung Dachflächenfensteröffnung
X	.....	Akustikdecke aus Holzlatten unterschiedlicher Abmessungen auf Akustikvlies



vorgefertigtes
Dachelement

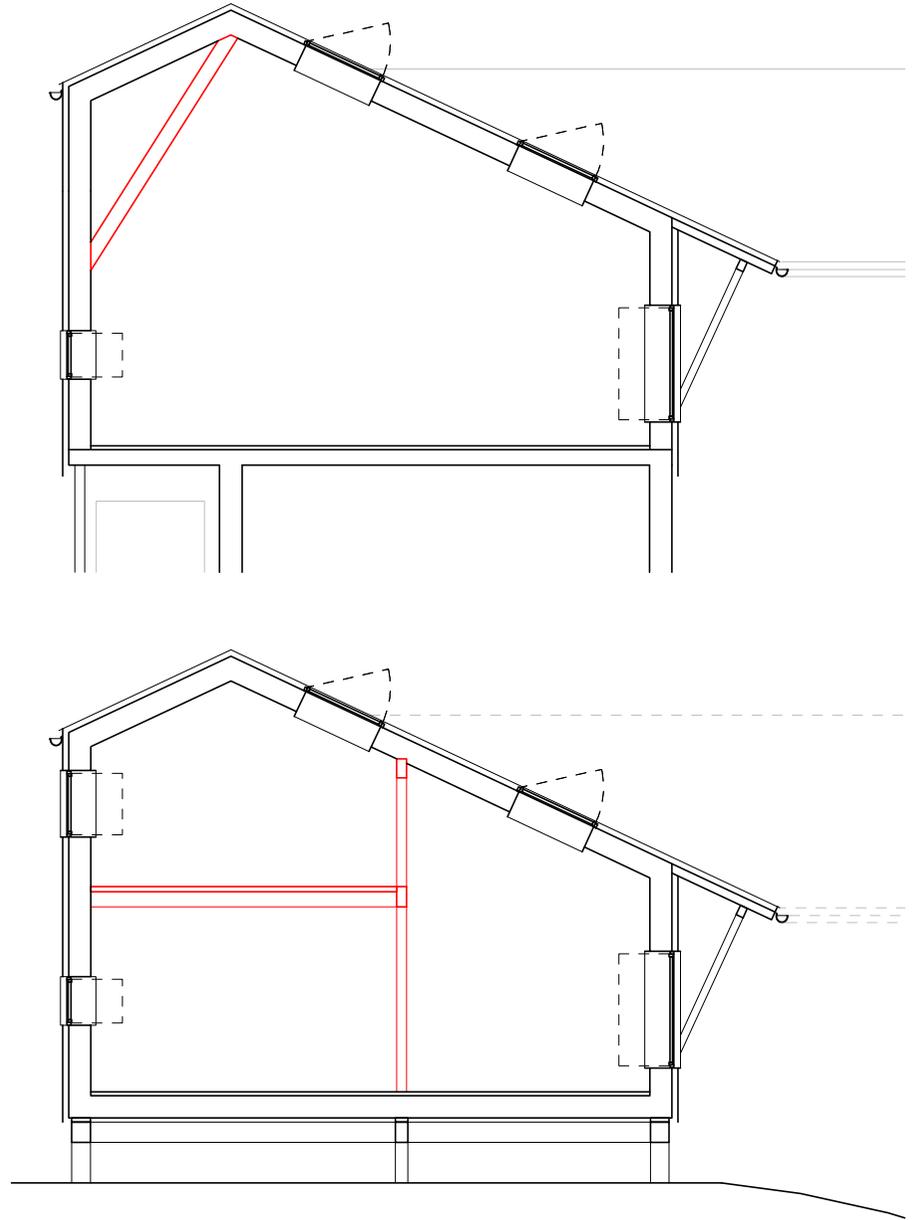
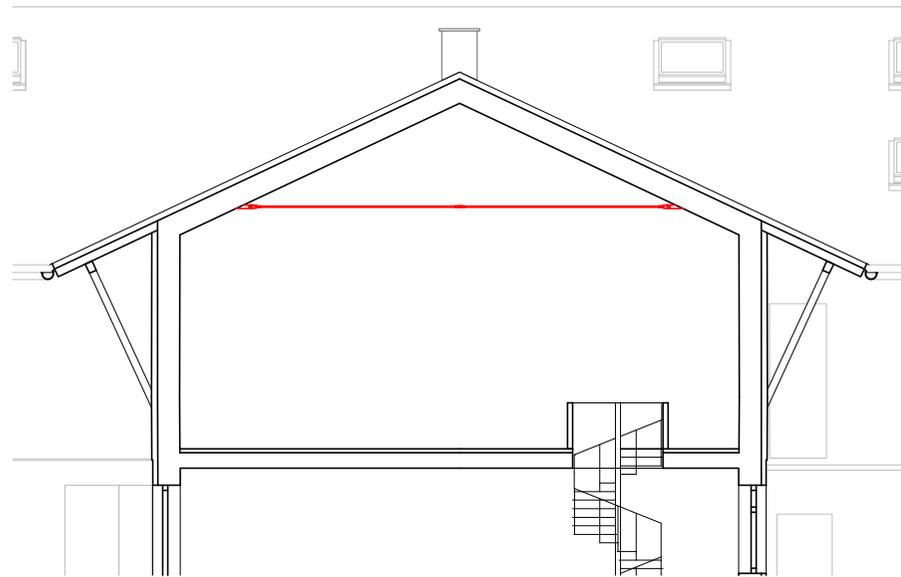


- I
- II
- III
- IV
- V
- VI
- VII
- VIII
- IX
- X



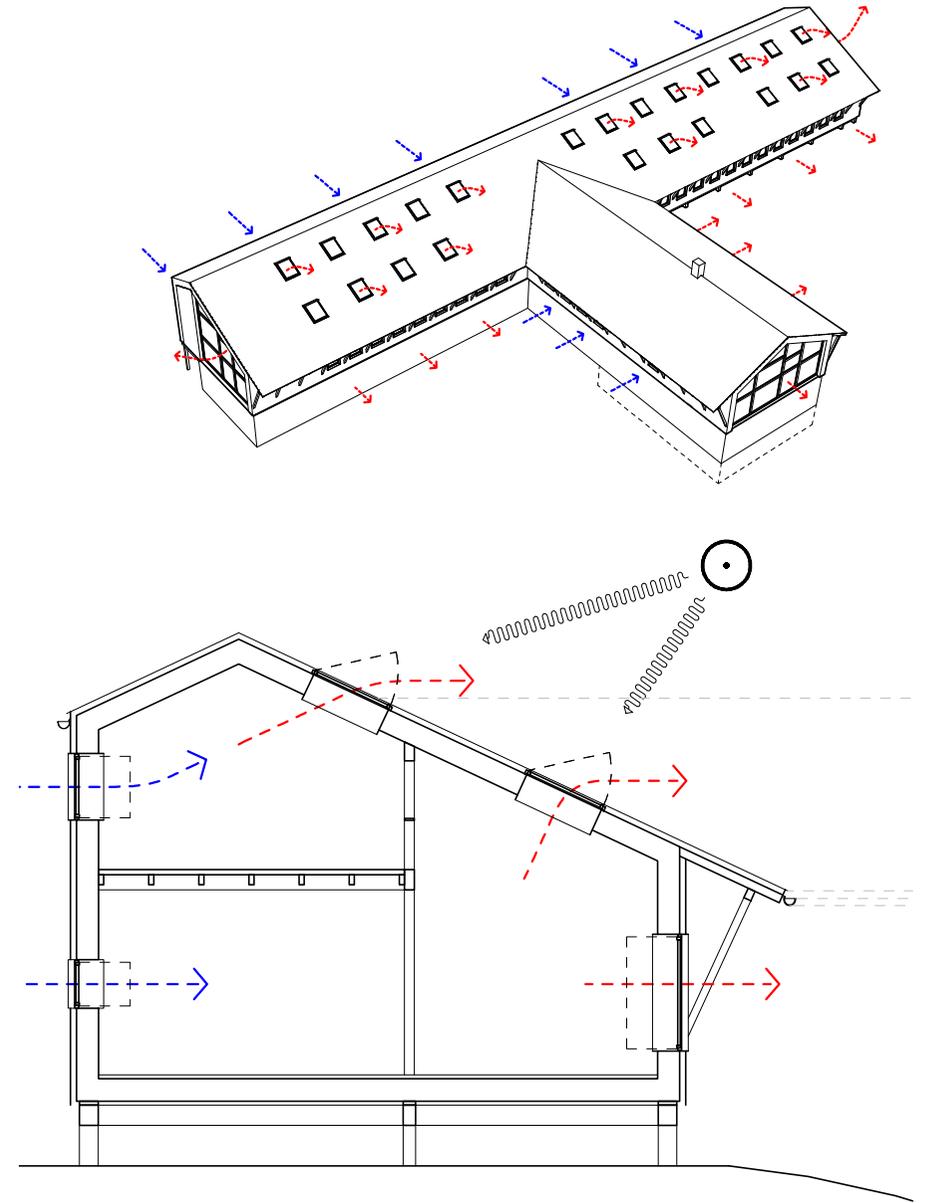
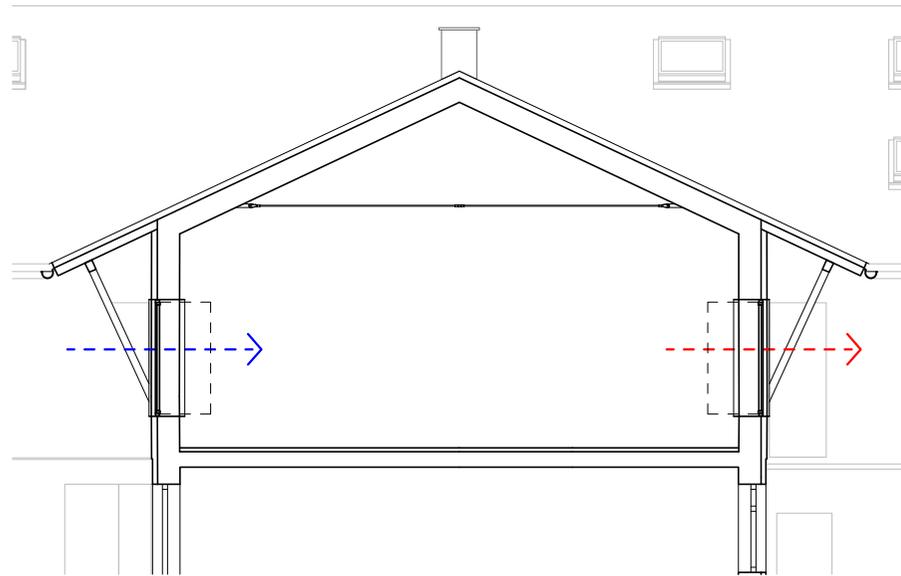
Queraussteifung

Zusätzliche statische bzw. aussteifende Elemente bilden Dachstreben in der Maschinenhalle der Metallwerkstatt, Zugbänder in der Schmiede/Schweißerei und dem Seminarraum inklusive den angeschlossenen Gemeinschaftsräumlichkeiten sowie Pfosten bzw. Stützen in der Holzwerkstatt. In der Werkstattvorhalle unterstützt zudem der Liftkern aus Stahlbeton.



LÜFTUNGSKONZEPT

Die Be-/Entlüftung erfolgt manuell durch Quer- bzw. Stoßlüften, weil dafür keine (aufwendigen) technischen Gerätschaften benötigt werden und der Wartungsaufwand dadurch auf ein Minimum reduziert werden kann. Auch zum Öffnen der Dachflächenfenster sollen nach Möglichkeit mechanische Fensteröffner zum Einsatz kommen.

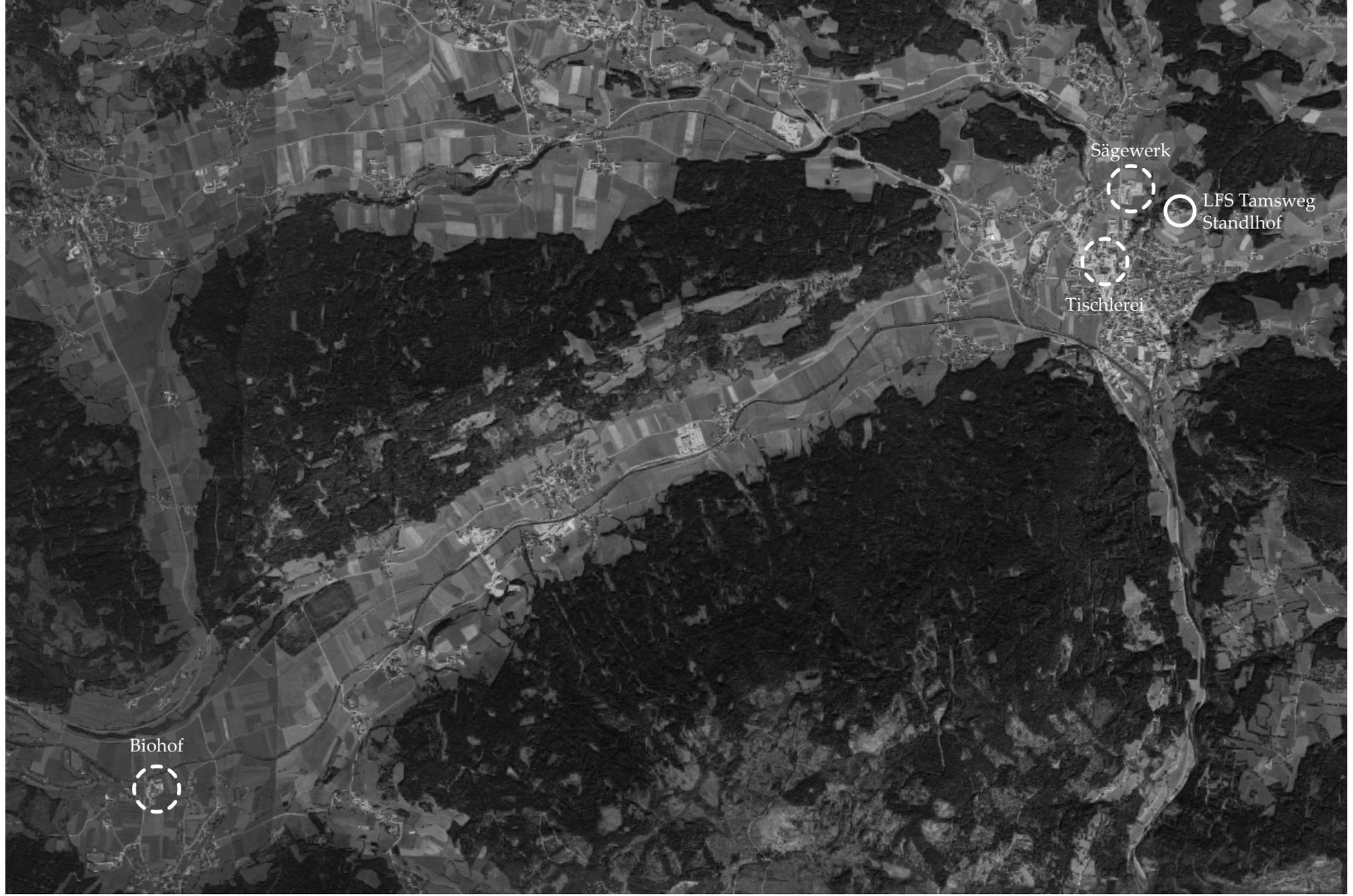


MATERIALKONZEPT

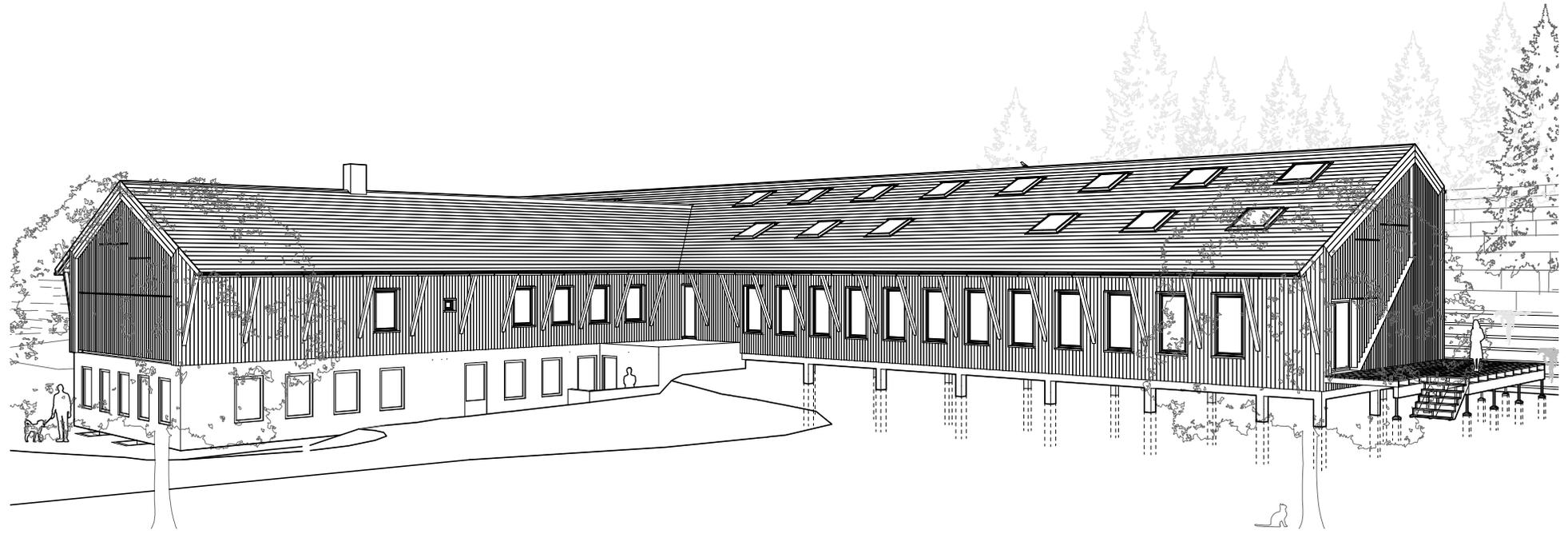
Um den Baumaterialtransport so gering wie möglich zu halten beruht das Materialkonzept auf dem Prinzip der kurzen Wege bzw. Regionalität. Durch die Verwendung von nachwachsenden Rohstoffen aus lokalen Quellen, was zudem kurze Transportwege zur Folge hat, soll eine erhebliche Menge an CO₂ eingespart bzw. der Primärenergieverbrauch erheblich gesenkt werden.

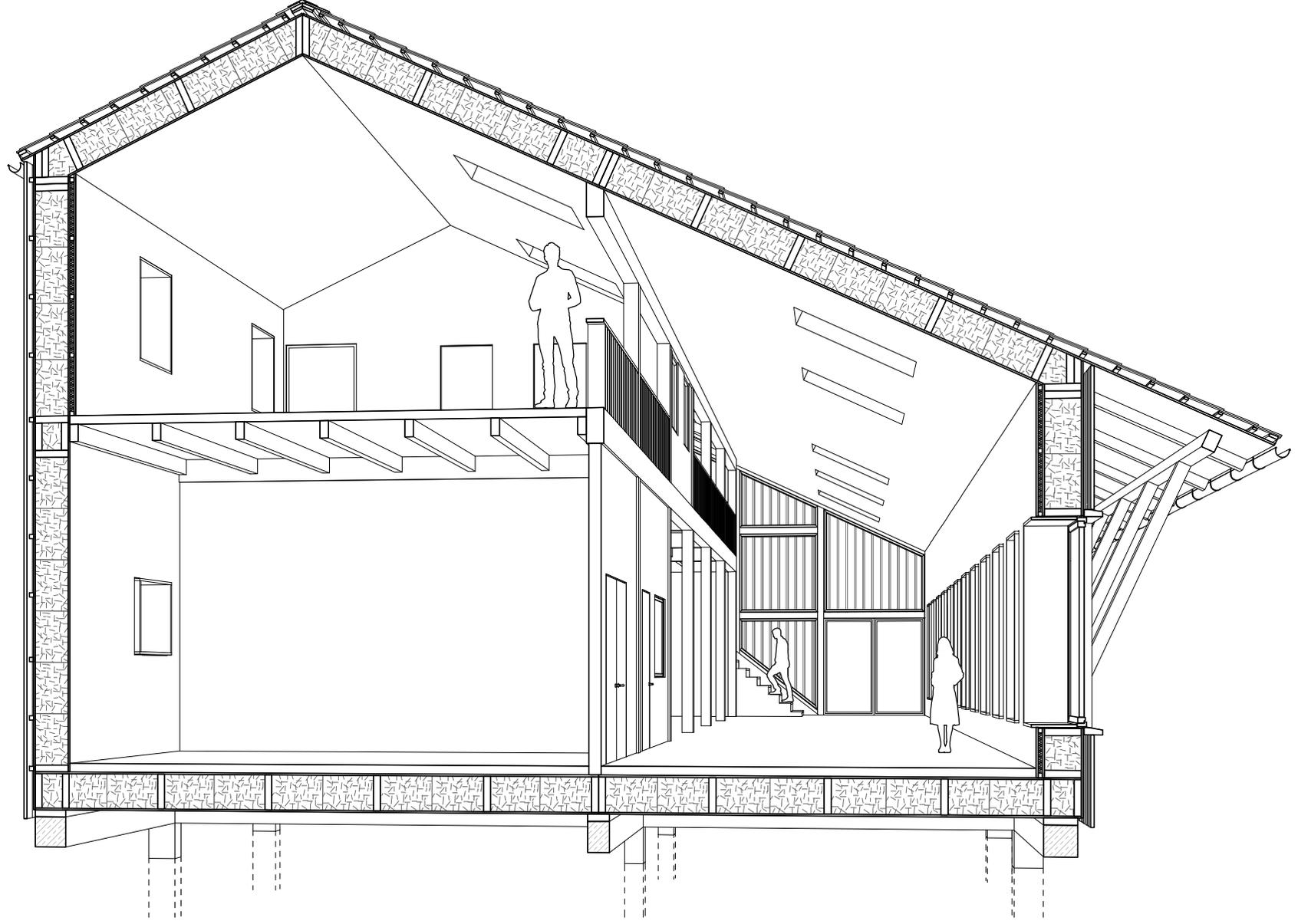
Diese Charakteristika (lokal verfügbar und nachwachsend) mussten insbesondere auf die wesentlichen Baumaterialien, die im Entwurf Verwendung finden, zutreffen. Aufgrund der Tatsache, dass der Lungau bzw. das Gemeindegebiet von Tamsweg sehr walddreich sind, viel die Wahl zum einen auf Holz (Konstruktion, Fassadenschalung, Dachdeckung etc.) und zum anderen auf Stroh (Dämmstoff). Beide lassen sich problemlos von lokalen/regionalen Firmen und Produzenten beziehen. Dass die Region bekannt ist für ihre Holzbautradition und die lokalen Firmen über das nötige Know-How verfügen ist von nicht minderer Wichtigkeit für die Materialauswahl.

Das Stroh bzw. der bekannte Tauernroggen stammt, ebenso wie beim Referenzprojekt S-House, von einem zirka 12 km entfernten Biohof. Ein in Tamsweg ansässiges Sägewerk ist in der Lage die benötigten Holzquerschnitte anzufertigen, die Fenster und Pfosten-Riegel-Konstruktion für verglasten Fassaden und den benötigten Sonnenschutz eine regional anerkannte und verlässliche, ebenfalls in Tamsweg ansässige Tischlerei. Die - in Anlehnung an die Lungauer Brettschindeldeckung - angedachte Holzschindeldeckung wird von einem Handwerksbetrieb aus der Region hergestellt.

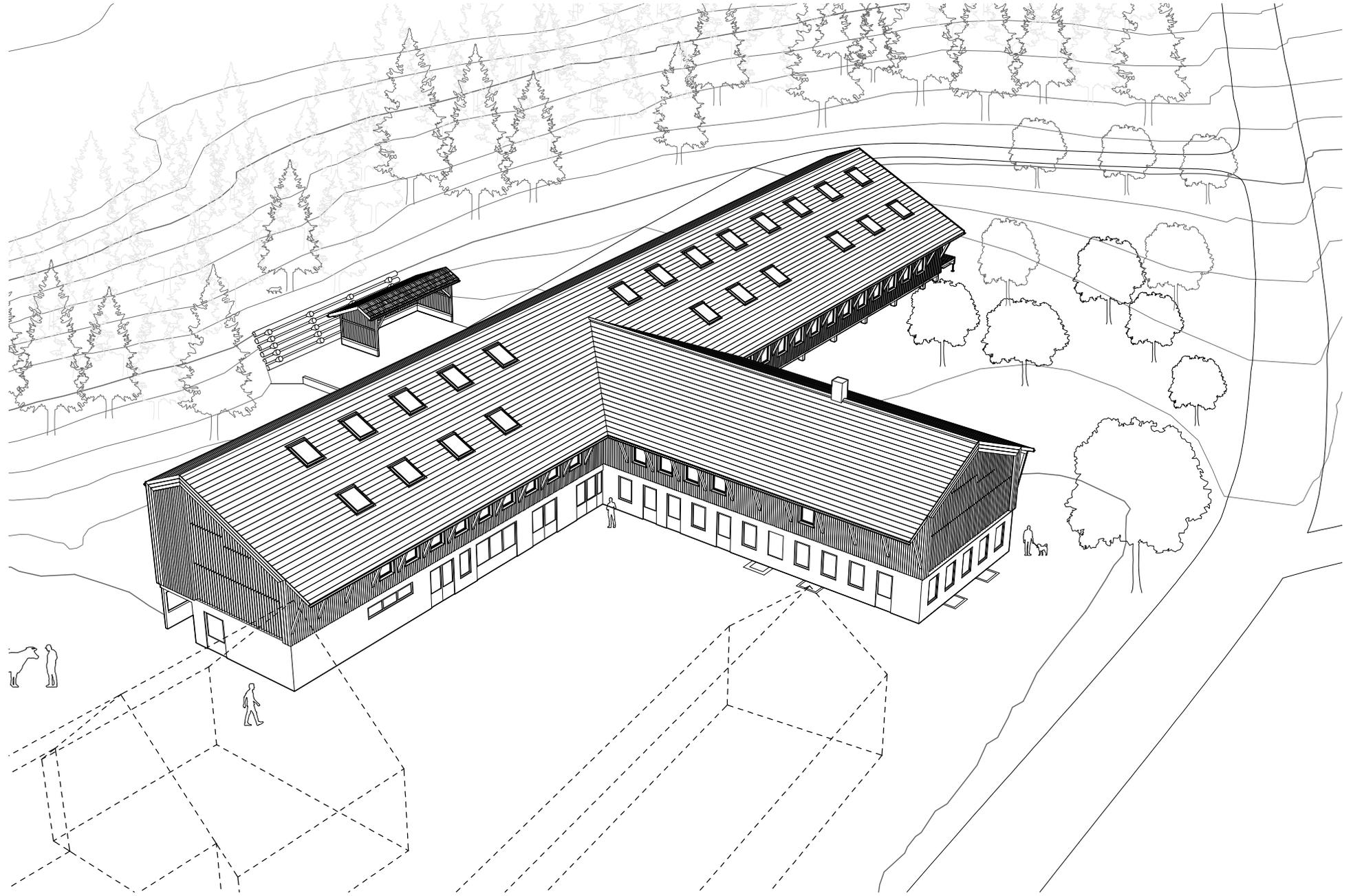


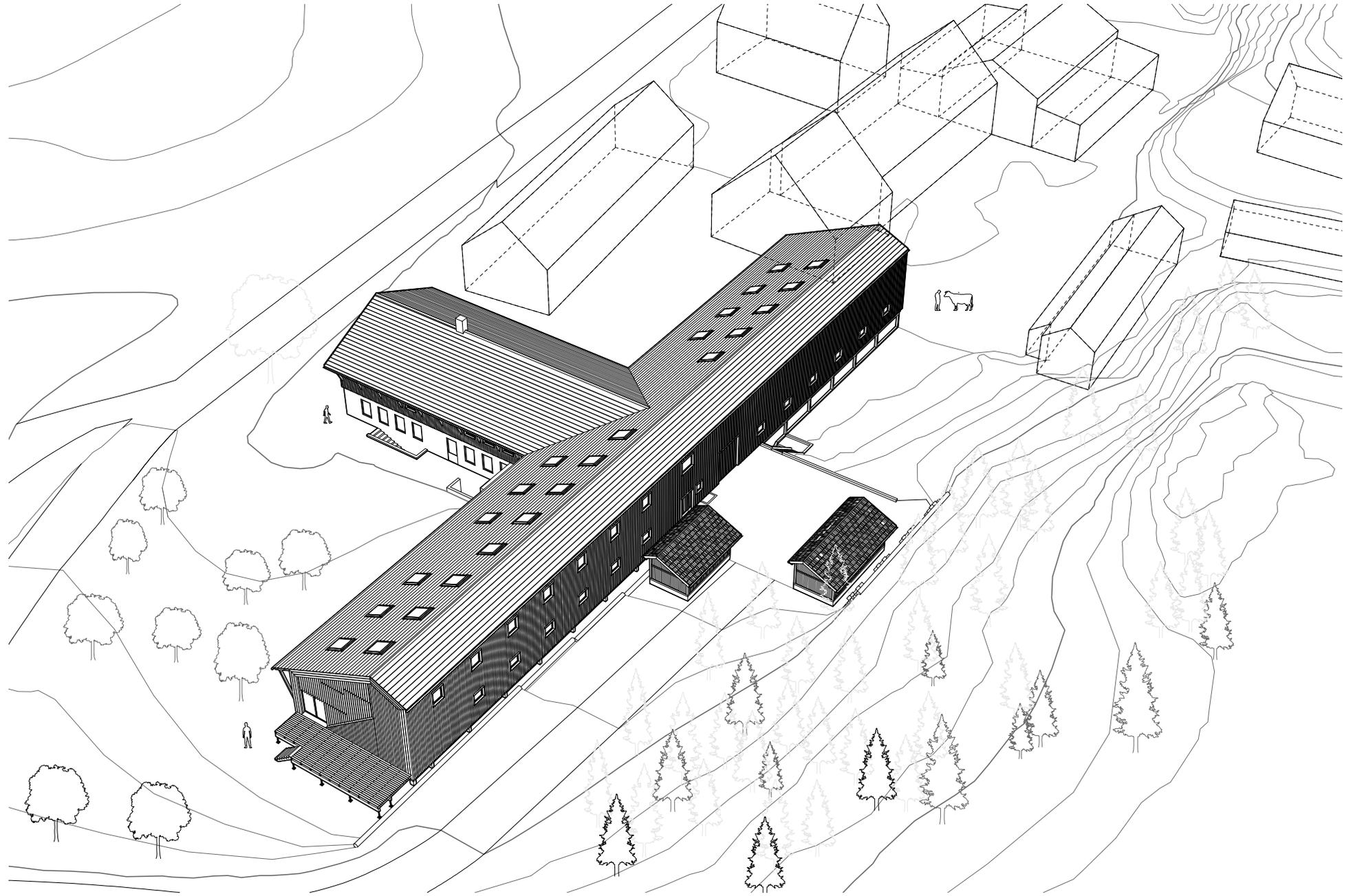
PERSPEKTIVISCHE DARSTELLUNGEN



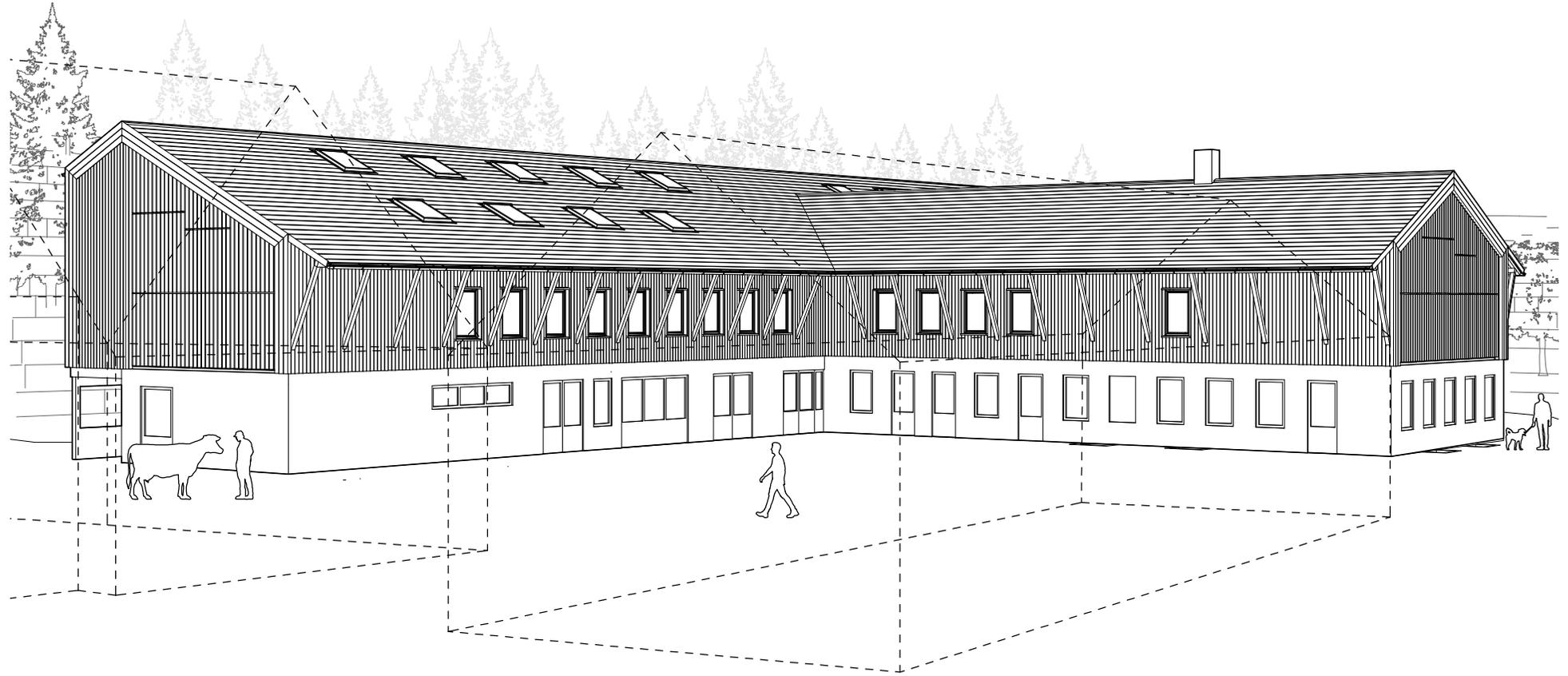






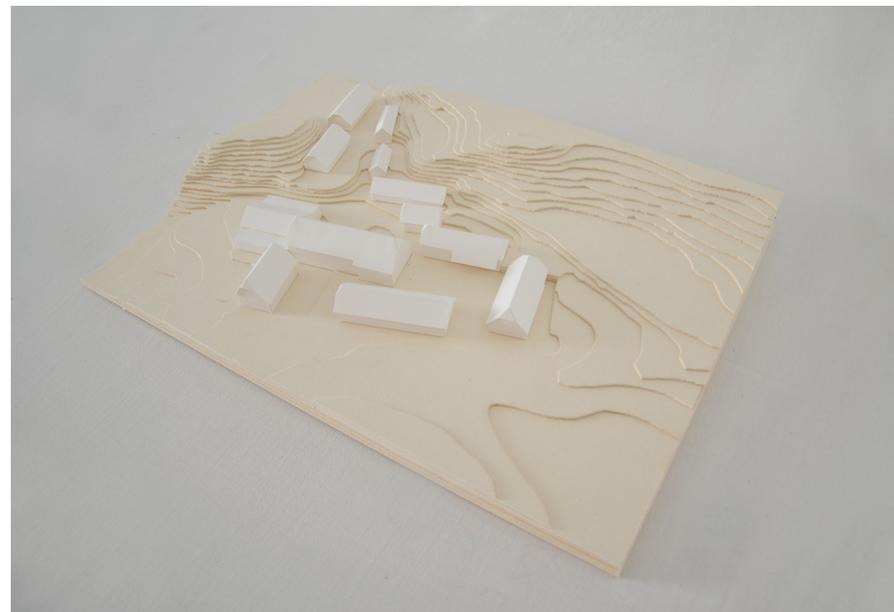






MODELLFOTOS

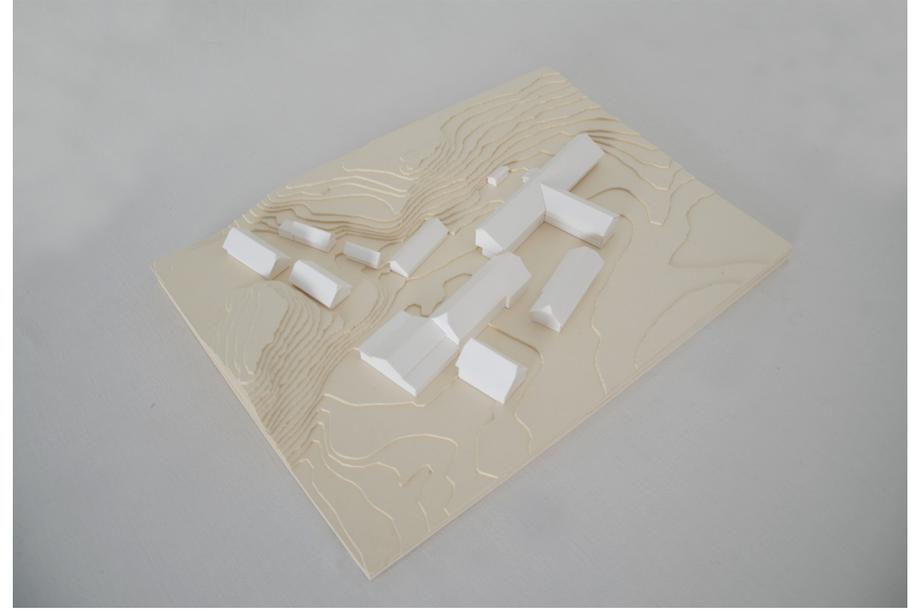
Bestand

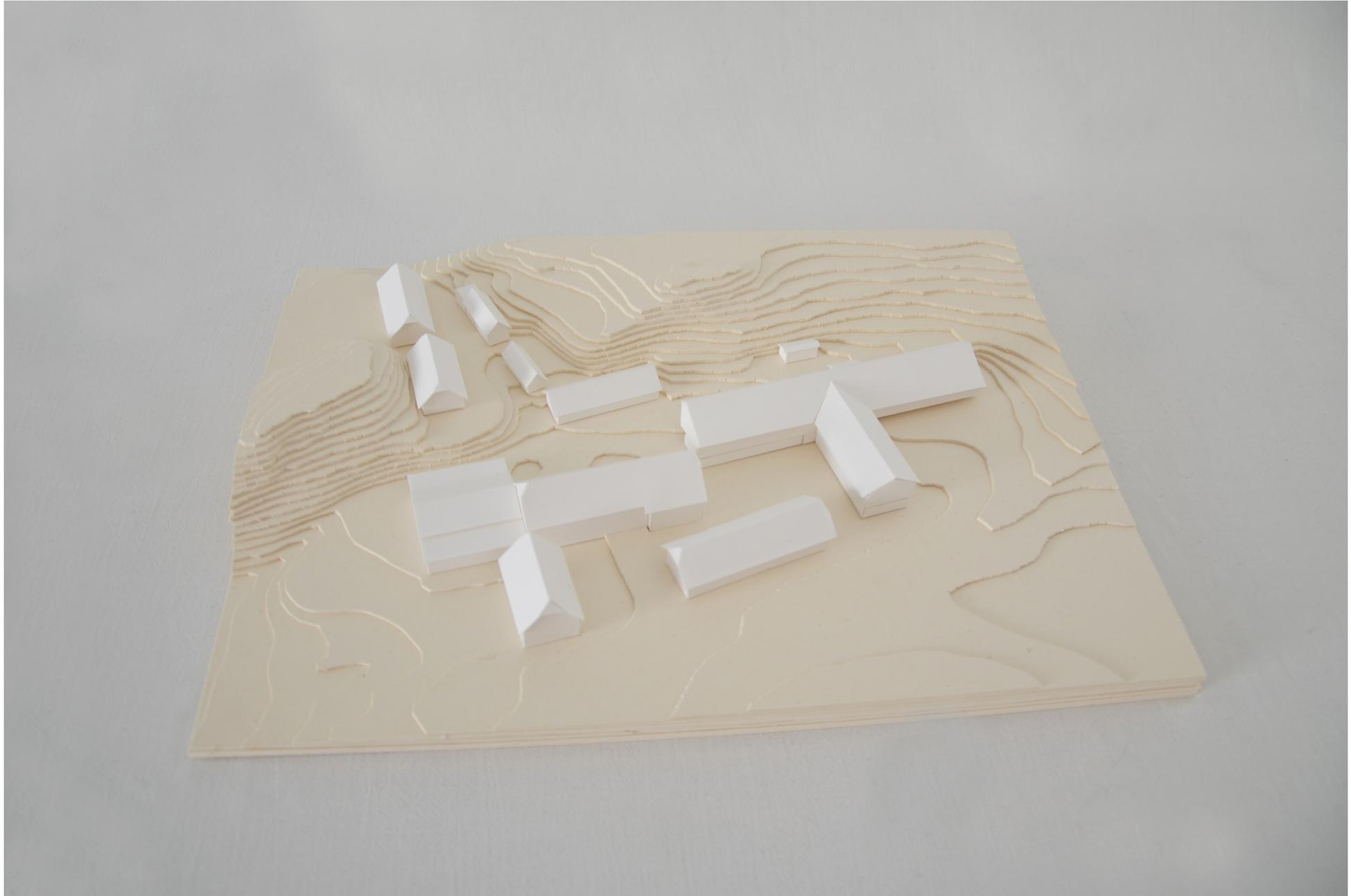




MODELLFOTOS

Entwurf





MODELLFOTOS

Entwurf (Schnittmodell)







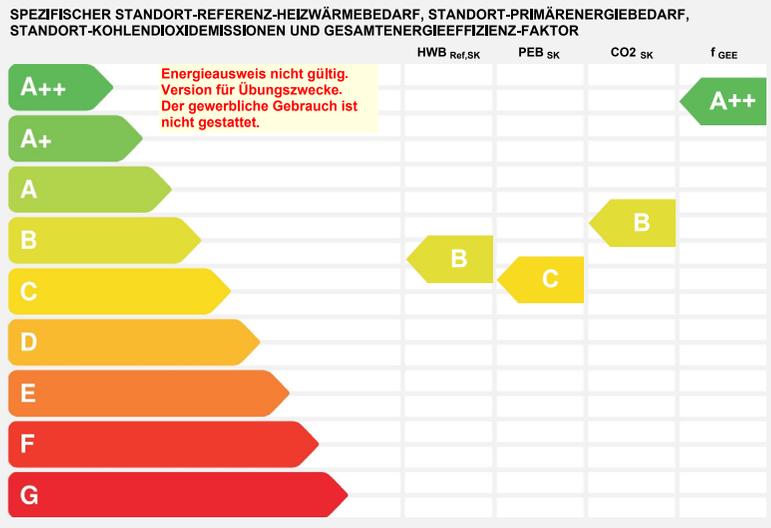


ENERGIEAUSWEIS

Energieausweis für Nicht-Wohngebäude

OiB ÖSTERREICHISCHES INSTITUT FÜR BAUTECHNIK
OIB-Richtlinie 6
Ausgabe: März 2015

BEZEICHNUNG	Werkstatt_Stroh_20190830		
Gebäude(-teil)	Baujahr	2020	
Nutzungsprofil	Höhere Schule	Letzte Veränderung	
Straße	Preberstraße 7A	Katastralgemeinde	Wötting
PLZ/Ort	5580 Tamsweg	KG-Nr.	58038
Grundstücksnr.	146	Seehöhe	1020 m



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

PEB_{SK}: Der Primärenergiebedarf ist der Endenergiebedarf einschließlich der Verluste in allen Vorketten. Der Primärenergiebedarf weist einen erneuerbaren (PEB_{em,SK}) und einen nicht-erneuerbaren (PEB_{non-em,SK}) Anteil auf.

CO_{2,SK}: Gesamte dem Endenergiebedarf zuzurechnende Kohlendioxidemissionen, einschließlich jener für Vorketten.

f_{GEE}: Der Gesamtenergieeffizienz-Faktor ist der Quotient aus dem Endenergiebedarf und einem Referenz-Endenergiebedarf (Anforderung 2007).

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

KB_{SK}: Der Kühlbedarf ist jene Wärmemenge, welche aus den Räumen abgeführt werden muss, um unter der Solltemperatur zu bleiben. Er errechnet sich aus den nicht nutzbaren inneren und solaren Gewinnen.

KB_{SK}: Der Kühlbedarf ist jene Wärmemenge, welche aus den Räumen abgeführt werden muss, um unter der Solltemperatur zu bleiben. Er errechnet sich aus den nicht nutzbaren inneren und solaren Gewinnen.

BeEB_{SK}: Der Beleuchtungsenergiebedarf wird der allfällige Energiebedarf zur Beleuchtung dargestellt.

BeEB_{SK}: Der Beleuchtungsenergiebedarf wird der allfällige Energiebedarf zur Beleuchtung dargestellt.

KB_{SK}: Beim Kühlenergiebedarf werden zusätzlich zum Kühlbedarf die Verluste des Kühlsystems und der Kältebereitstellung berücksichtigt.

KB_{SK}: Beim Kühlenergiebedarf werden zusätzlich zum Kühlbedarf die Verluste des Kühlsystems und der Kältebereitstellung berücksichtigt.

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

Dieser Energieausweis entspricht den Vorgaben der OIB-Richtlinie 6 "Energieeinsparung und Wärmeschutz" des Österreichischen Instituts für Bautechnik in Umsetzung der Richtlinie 2010/31/EU über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden und des Energieausweis-Vorlage-Gesetzes (EAVG). Der Ermittlungszeitraum für die Konversionsfaktoren für Primärenergie und Kohlendioxidemissionen ist 2004 - 2008 (Strom: 2009 - 2013), und es wurden übliche Allokationsregeln unterstellt.

Energieausweis für Nicht-Wohngebäude

OiB ÖSTERREICHISCHES INSTITUT FÜR BAUTECHNIK
OIB-Richtlinie 6
Ausgabe: März 2015

GEBÄUDEKENNDATEN

Brutto-Grundfläche	1.962 m ²	charakteristische Länge	2,40 m	mittlerer U-Wert	0,22 W/m ² K
Bezugsfläche	1.570 m ²	Heiztage	223 d	LEK _T -Wert	15,2
Brutto-Volumen	10.918 m ³	Heizgradtage	4725 Kd	Art der Lüftung	Fensterlüftung
Gebäude-Hüllfläche	4.550 m ²	Klimaregion	ZA	Bauweise	mittelschwer
Kompaktheit (AV)	0,42 1/m	Norm-Außentemperatur	-16,8 °C	Soll-Innentemperatur	20 °C

ANFORDERUNGEN (Referenzklima)

Referenz-Heizwärmebedarf	k.A.	HWB _{Ref,RK}	36,4 kWh/m ² a
Außeninduzierter Kühlbedarf	k.A.	KB _{Ref,RK}	0,8 kWh/m ² a
End-/Lieferenergiebedarf	k.A.	E/LEB _{RK}	103,5 kWh/m ² a
Gesamtenergieeffizienz-Faktor	k.A.	f _{GEE}	0,44
Erneuerbarer Anteil	k.A.		

WÄRME- UND ENERGIEBEDARF (Standortklima)

Referenz-Heizwärmebedarf	92.847 kWh/a	HWB _{Ref,SK}	47,3 kWh/m ² a
Heizwärmebedarf	84.898 kWh/a	HWB _{SK}	43,3 kWh/m ² a
Warmwasserwärmebedarf	9.236 kWh/a	WWWB	4,7 kWh/m ² a
Heizenergiebedarf	109.420 kWh/a	HEB _{SK}	55,8 kWh/m ² a
Energieaufwandszahl Heizen		e _{AWZ,H}	1,16
Kühlbedarf	44.101 kWh/a	KB _{SK}	22,5 kWh/m ² a
Kühlenergiebedarf		KEB _{SK}	
Energieaufwandszahl Kühlen		e _{AWZ,K}	
Befeuchtungsenergiebedarf		BeEB _{SK}	
Beleuchtungsenergiebedarf	48.658 kWh/a	BeEB	24,8 kWh/m ² a
Betriebsstrombedarf	80.565 kWh/a	BSB	41,1 kWh/m ² a
Endenergiebedarf	226.841 kWh/a	EEB _{SK}	115,6 kWh/m ² a
Primärenergiebedarf	343.857 kWh/a	PEB _{SK}	175,3 kWh/m ² a
Primärenergiebedarf nicht erneuerbar	163.701 kWh/a	PEB _{non-em,SK}	83,4 kWh/m ² a
Primärenergiebedarf erneuerbar	180.156 kWh/a	PEB _{em,SK}	91,8 kWh/m ² a
Kohlendioxidemissionen	33.308 kg/a	CO _{2,SK}	17,0 kg/m ² a
Gesamtenergieeffizienz-Faktor		f _{GEE}	0,44
Photovoltaik-Export		PV _{Export,SK}	

ERSTELLT

GWR-Zahl		ErstellerIn	
Ausstellungsdatum	01.09.2019	Unterschrift	
Gültigkeitsdatum	Energieausweis nicht gültig. Version für Übungszwecke. Der gewerbliche Gebrauch ist nicht gestattet.		

Die Energiekennzahlen dieses Energieausweises dienen ausschließlich der Information. Aufgrund der idealisierten Eingangsparameter können bei tatsächlicher Nutzung erhebliche Abweichungen auftreten. Insbesondere Nutzungseinheiten unterschiedlicher Lage können aus Gründen der Geometrie und der Lage hinsichtlich ihrer Energiekennzahlen von den hier angegebenen abweichen.

OI3-INDEX

OI3-Klassifizierung - Ökologie der Bauteile Übungsversion_Werkstatt_Stroh_20190830

Datum BAUBOOK: 02.05.2019

V_B	10.917,71 m ³	I_c	2,40 m
A_B	4.549,89 m ²	KOF	5.275,89 m ²
BGF	1.962,00 m ²	U_m	0,22 W/m ² K

Bauteile		Fläche A [m ²]	PEI [MJ]	GWP [kg CO2]	AP [kg SO2]	Δ OI3
AW01	Außenwand EG	417,0	152.384,5	-7.312,5	39,2	21,8
AW02	Außenwand OG	1.151,9	497.653,2	-96.715,4	161,2	19,1
DD01	Außendecke, Wärmestrom nach unten (Metallwerkstatt)	90,0	166.631,0	13.028,1	36,4	139,8
DD02	Außendecke, Wärmestrom nach unten (Holzwerkstatt)	420,0	448.984,5	-15.950,7	127,4	69,8
DS01	Dachschräge nicht hinterlüftet	1.363,8	692.724,0	-189.065,	233,1	16,6
EB01	erdanliegender Fußboden	726,0	795.710,1	48.239,1	159,3	76,9
ZD01	warme Zwischendecke	726,0	857.973,9	60.068,2	232,3	95,8
FE/TÜ	Fenster und Türen	381,3	315.432,6	8.209,0	127,2	75,7
Summe			3.927.494	-179.500	1.116	

PEI (Primärenergieinhalt nicht erneuerbar)	[MJ/m² KOF]	744,42
Ökoindikator PEI	OI PEI Punkte	24,44
GWP (Global Warming Potential)	[kg CO2/m² KOF]	-34,02
Ökoindikator GWP	OI GWP Punkte	7,99
AP (Versäuerung)	[kg SO2/m² KOF]	0,21
Ökoindikator AP	OI AP Punkte	0,62

OI3-Ic (Ökoindikator)	7,51
------------------------------	-------------

OI3-Berechnungslaufdaten Version 3.0, 2013



Diese Version dient nur zu Übungszwecken, der gewerbliche Gebrauch ist mit dieser Version nicht gestattet.

Übungsversion GEQ von Zehentmayer Software GmbH

p2019,061504 REPGWP2 o1517 - Salzburg

01.09.2019 12:04

Seite 1

GEBÄUDEBEWERTUNG KLIMAAKTIV

Gebäude, die bei der Bewertung gemäß klimaaktiv mehr als 900 Punkte erreichen, werden mit der Qualitätsstufe klimaaktiv GOLD ausgezeichnet.

Im vorliegenden Fall konnten diese nicht erreicht werden, da einige Kriterien erst nach der Fertigstellung des Gebäudes eruiert bzw. bewertet werden können.

Die Bewertung bzw. Vergabe der Punkte bei den einzelnen Kriterien erfolgte, in Absprache mit der Diplomarbeitbetreuerin Ass.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Karin Stieldorf, nach eigenem Ermessen sowie bestem Wissen und Gewissen.

Letztlich konnten 832 Punkte erreicht werden, was der Qualitätsstufe klimaaktiv SILBER (ab 750 Punkten) entspricht.

AUSWAHL DES BEWERTUNGSSYSTEMS ✓

Objekttyp*

- Bürogebäude, Verwaltungsbau
- Bildungsbau (Kindergarten, Schule, Universität)
- Geriatriezentrum, Pflegeheim
- Hotel
- Pension
- Krankenhaus
- Veranstaltungsstätte
- Sportstätte
- Gebäude des Groß- und Einzelhandels:
Lebensmittelsupermarkt
- Hallenbad
- Sonstige Gebäude

A	STANDORT UND QUALITÄTSSICHERUNG ▲	M 175	130	<input type="checkbox"/>
A.1	INFRASTRUKTUR UND UMWELTFREUNDLICHE MOBILITÄT ▲	M	60	60 <input type="checkbox"/>
A.1.1	INFRASTRUKTUR IN STANDORTNÄHE ▼	M	30	30 <input type="checkbox"/>
A.1.2	UMWELTFREUNDLICHE MOBILITÄT ▼		50	50 <input type="checkbox"/>
A.2	QUALITÄTSNACHWEISE FÜR PLANUNG UND AUSFÜHRUNG ▲	M	130	70 <input type="checkbox"/>
A.2.1	WIRTSCHAFTLICHKEIT ▼		30	30 <input type="checkbox"/>
A.2.2	QUALITÄTSSICHERUNG ENERGIEBEDARFSBERECHNUNG UND VERBRAUCHSPROGNOSE ▼		60	40 <input type="checkbox"/>
A.2.3	GEBÄUDEHÜLLE LUFTDICHT ▼	M	30	0 <input type="checkbox"/>
A.2.4	ENERGIEVERBRAUCHSMONITORING ▼	M	40	0 <input type="checkbox"/>
A.2.5	UMWELTZEICHEN ▲		30	0 <input checked="" type="checkbox"/>

Dieses Kriterium kann nur für Beherbergungsbetriebe und Veranstaltungsstätten gewählt werden.

B	ENERGIE UND VERSORGUNG ▲	M▼	500	412	<input type="checkbox"/>
B.0	AUSWAHL DES ENERGIENACHWEISVERFAHRENS ▼				<input type="checkbox"/>
B.1	REFERENZ-HWB (OIB) / HEIZWÄRMEBEDARF (PHPP) ▼	M	100	88	<input checked="" type="checkbox"/>
B.2	KÜHLBEDARF (AUSSENINDUZIERT) / NUTZKÄLTEBEDARF ▼	M	75	75	<input checked="" type="checkbox"/>
B.3	PRIMÄRENERGIEBEDARF ▼	M	75	16	<input checked="" type="checkbox"/>
B.4	CO2-EMISSIONEN ▼	M	150	88	<input checked="" type="checkbox"/>
B.5A	GESAMTENERGIEEFFIZIENZ-FAKTOR FGEE OIB ▼		50	50	<input checked="" type="checkbox"/>
B.5B	ERZEUGUNG PV-STROM PHPP ▼		50	0	<input checked="" type="checkbox"/>
B.6	WEITERE BESONDERE ENERGIEEFFIZIENZMASSNAHMEN ▲	M	145	95	<input type="checkbox"/>
B.6.1	TAGESLICHTVERSORGUNG/ BELEUCHTUNG ▼		75	75	<input type="checkbox"/>
B.6.2	ENERGIEEFFIZIENTE LÜFTUNG ▼	M	50	0	<input checked="" type="checkbox"/>
B.6.3	NATÜRLICHE NACHTKÜHLUNG (SOMMER) ▼		20	20	<input type="checkbox"/>
B.6.4	WEITERE MASSNAHMEN ▲	M	145	0	<input checked="" type="checkbox"/>
Weitere Maßnahmen nur für Gebäudetypen Hotel, Pension, Lebensmittelsupermarkt, Pflegewohnheim und Krankenhaus					

C	BAUSTOFFE UND KONSTRUKTION ▲	M▼	150	150	<input type="checkbox"/>
C.1	BAUSTOFFE ▲	M▼	90	90	
C.1.1	AUSSCHLUSS VON KLIMASCHÄDLICHEN SUBSTANZEN ▼	M	5	5	<input type="checkbox"/>
C.1.2	AUSSCHLUSS VON BESONDERS BESORGNISERREGENDEN SUBSTANZEN (SVHC) ▼		5	5	<input type="checkbox"/>
C.1.3	VERMEIDUNG VON PVC UND ANDEREN HALOGENORGANISCHEN VERBINDUNGEN ▼	M	60	60	<input type="checkbox"/>
C.1.4	EINSATZ VON PRODUKTEN MIT UMWELTZEICHEN ▼		40	40	<input type="checkbox"/>
C.2	KONSTRUKTION UND GEBÄUDE ▲	M▼	100	100	
C.2.1	OEKOINDEX ▼	M	75	75	<input type="checkbox"/>
C.2.2	ENTSORGUNGSINDIKATOR ▼		50	50	<input type="checkbox"/>

D	KOMFORT UND RAUMLUFTQUALITÄT ▲	M▼	175	140	<input type="checkbox"/>
D.1	THERMISCHER KOMFORT IM SOMMER ▼		50	50	<input type="checkbox"/>
D.2	KOMFORTLÜFTUNG MIT WÄRMERÜCKGEWINNUNG ▼		40	10	<input type="checkbox"/>
D.3	EINSATZ SCHADSTOFF- UND EMISSIONSARMER BAUPRODUKTE / BEI SANIERUNG INKL. SCHADSTOFFUNTERSUCHUNG ▼		80	80	<input type="checkbox"/>
D.4	MESSUNG DER QUALITÄT DER INNENLUFT ▼	M	40	0	<input type="checkbox"/>

832
 von 1000 möglichen
 Punkten



DANKSAGUNG

Mein Dank gilt

meinen Eltern für ihre unermessliche Geduld und Unterstützung,
meinen Freunden Flo, Lukas, Loui, Mathias, Theresa, Christine, Stefan, Hannes, Thomas, Javi und Florian,
Frau Ass.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Karin Stieldorf für die Betreuung der Diplomarbeit.

QUELLENVERZEICHNIS

BRUNNER-GAUREK, M. (2018): Mittelflurhaus und Pfettenstuhldach – eine typologische Betrachtung im Spiegel der Lungauer Hauslandschaft. In: BRUNNER-GAUREK, M., WAITZBAUER, H.: Die Rainerkeusche : ein mittelalterliches Klein-bauernhaus aus dem Lungau. Eigenverlag des Salzburger Freilichtmuseums, Großmain, S.91-104

BURBÖCK, H.J. (2014): Stroh in der Hütten. In: Holzbaumagazin, Jg.1(01), S. 32-34

CZAJA, W. (2013): Mit menschlicher Wärme. In: derStandard. Jg. 24(7545), Wochenendausgabe 23./24.11.2013, Beilage: Album, S.8

CZAJA, W. (2013): Krisenmodus - Der Planet im Emergency-Room. In: derStandard. Jg. 30(9179), Wochenendausgabe 27./28.04.2019, Beilage: Album, S.8

DREXLER, H. & EL KHOULI, S. (2012): Nachhaltige Wohnkonzepte - Entwurfsmethoden und Prozesse. DETAIL, München

EL KHOULI, S. & DREXLER, H. (2012): Drei Strategien für ganzheitliche Wohnkonzepte. In: DREXLER, H. & SEIDEL, A.: Building the Future - Maßstäbe des nachhaltigen Bauens. jovis, Berlin; S. 145-162

FORENBACHER, M. (2018): Kompakt+Smart. In: Holzbaumagazin, Jg.5(33), S. 18-21

HAAS, M. (2012): Die vielschichtigen Aspekte nachhaltiger Architektur. In: DREXLER, H. & SEIDEL, A.: Building the Future - Maßstäbe des nachhaltigen Bauens. jovis, Berlin; S. 267-281

HEGGER, M. et al. (2005): Baustoff Atlas. Institut für internationale Architektur-Dokumentation, München

HEGGER, M. et al. (2007): Energie Atlas. Institut für internationale Architektur-Dokumentation, München

HILLEBRANDT, A. (2012): Verbindung(s)lösung. In: DREXLER, H. & SEIDEL, A.: Building the Future - Maßstäbe des nachhaltigen Bauens. jovis, Berlin; S. 236-249

HOFMEISTER, S. (2012): Warmdach mit Zwischensparrendämmung und Photo-voltaik - Tischlerei in Bayern. In: Zuschnitt, Jg.12(47); S. 6-7

HOSEY, L. (2012): The Shape of Green. Island Press, 3.Auflage, Washington/Covelo/London

IRP (2018): The Weight of Cities - Resource Requirements of Future Urbanization. SWILLING, M., HAJER, M., BAYNES, T., BERGESEN, J., LABBÉ, F., MUSANGO, J.K., RAMASWAMI, A., ROBINSON, B., SALAT, S., SUH, S., CURRIE, P., FANG, A., HANSON, A. KRUIT, K., REINER, M., SMIT, S., TABORY, S. A Report by the International Resource Panel. United Nations Environment Programme, Nairobi, Kenya.

JENKS, M. & DEMPSEY, N. (2005): Future Forms and Design for Sustainable Cities. Elsevier.Architectural Press, Oxford

JONES, B. (2009): Building with Straw Bales: A Practical Guide for the UK and Ireland. Green Books, Dartington

KAPPAS, M. (2009): Klimatologie. Klimaforschung im 21. Jahrhundert - Herausforderung für Natur- und Sozialwissenschaften. Springer Spektrum, Heidelberg

LEHNE, J. & PRESTON, F. (2018): Making Concrete Change - Innovation in Low-carbon Cement and Concrete. Chatham House, London

LIEBLANG, P. (2013): Nachhaltiges Bauen mit Beton. In: PECK, M. et al.: Atlas Moderner Betonbau. Institut für internationale Architektur-Dokumentation, München; S. 116-129

MINKE, G. & KRICK, B. (2014): Handbuch Strohballenbau - Grundlagen, Konstruktionen, Beispiele. ökobuch, Staufeu bei Freiburg

MINKE, G. & MAHLKE, F. (2005): Building with Straw - Design and Technology of a Sustainable Architecture. Birkhäuser, Basel/Berlin/Boston

MITCHELL CROW, J. (2008): The concrete conundrum. In: Chemistry World, März 2008, S.62.66

PECK, M. (2013): Baustoff und Produkte. In: PECK, M. et al.: Atlas Moderner Betonbau. Institut für internationale Architektur-Dokumentation, München; S. 22-45

PROMINSKI, M. (2012): Die Zeit im Raume mitdenken. In: DREXLER, H. & SEIDEL, A.: Building the Future - Maßstäbe des nachhaltigen Bauens. jovis, Berlin; S. 93-103

ROSWAG, E. (2012): Lehm und Naturbaustoffe - Grundlage ökologischer Gebäude-konzeption. In: DREXLER, H. & SEIDEL, A.: Building the Future - Maßstäbe des nachhaltigen Bauens. jovis, Berlin; S. 221-235

SCHITTICH, CH. et al. (2006): Glasbau Atlas. Institut für internationale Architektur-Dokumentation, München

SCHWAB, N. (2012): Dämmen – nur eine Übergangstechnologie? Sechs Thesen der Bundesstiftung über Baukultur im Klimawandel. In: Wohnungswirtschaft heute, Jg.5(45); S. 4-6

STEIGER, P. (2005): Der kritische Weg zur nachhaltigen Bauweise. In: HEGGER, M. et al.; Baustoff Atlas, Institut für internationale Architekturdokumentation, München; S. 18- 21

TEIBINGER, M. (2015): Brandschutzvorschriften in Österreich, Anforderungen nach OIB-Richtlinie 2. proHolz Austria, Wien

WIDERIN, P. (2016): Die Steuerung 2226. In: EBERLE, D. & AICHER, F.: be 2226 - Die Temperatur der Architektur. Birkhäuser, Basel; S.55-68

SWENTZELL STEEN, A. (1996): The Straw Bale House. Chelsea Green Publishing Company, White River Junction

UNEP (2019): Sand and sustainability - Finding new solutions for environmental governance of global sand resources. GRID-Geneva, United Nations Environment Programme, Geneva, Switzerland.

ZEUMER, M. et al. (2011): Stahl und Nachhaltigkeit. In: BOLLINGER, K. et al.: Atlas Moderner Stahlbau. Institut für internationale Architektur-Dokumentation, München; S. 126-139

ZOTTMANN, H. (2017): Dämmen wie Josef und Maria. In: Holzbaumagazin, Jg.4(32), S.44-47

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

<u>Seite</u>	<u>Position</u>	<u>Bezeichnung und Quelle</u>		
Seite 10	-	Foto des Verfassers	Seite 65	Foto des Verfassers
Seite 13	-	Planet Erde <i>https://visibleearth.nasa.gov/view.php?id=57723 [07.04.2019]</i>	Seite 66	- Wettbewerb LFS Tamsweg, siegreicher Beitrag, 1.Bild <i>http://www.architekturwettbewerb.at/competition.php?id=2160&cid=22233 [27.06.2019]</i>
Seite 15	-	Nationaler Welterschöpfungstag <i>https://www.overshootday.org/newsroom/country-overshoot-days/ [25.06.2019]</i>	Seite 67	- Wettbewerb LFS Tamsweg, siegreicher Beitrag, 2.Bild <i>http://www.architekturwettbewerb.at/competition.php?id=2160&cid=22233 [27.06.2019]</i>
Seite 16	-	Vitruvianische Urhütte <i>https://www.themorgan.org/printed-books/278126 [22.06.2019]</i>	Seite 73	- Foto des Verfassers
Seite 29	-	Foto des Verfassers	Seite 77	- Wettbewerbsgebiet/Standlhof (Orthophoto) <i>https://www.basemap.at/application/index.html [22.06.2019]</i>
Seite 37	-	Foto des Verfassers	Seite 78	oben Foto des Verfassers unten Foto des Verfassers
Seite 40	oben	S-House in Böhheimkirchen (AUT) <i>https://www.klimaaktiv.at/bauen-sanieren/staatspreis/staatspreis2006/nominierungen2006/shouse.html [22.07.2019]</i>	Seite 79	o. links Foto des Verfassers u. links Foto des Verfassers o. rechts Foto des Verfassers u. rechts Foto des Verfassers
	unten	Haus Fliri in Graun (ITA) <i>https://www.atelierwernerschmidt.ch/strohhaus-fliri [22.07.2019]</i>	Seite 80	oben Foto des Verfassers unten Foto des Verfassers
Seite 47	-	loses Stroh <i>https://www.atelierwernerschmidt.ch/oekologie [22.07.2019]</i>	Seite 81	o. links Foto des Verfassers u. links Foto des Verfassers o. rechts Foto des Verfassers u. rechts Foto des Verfassers
Seite 50	-	Foto des Verfassers	Seite 82	oben Foto des Verfassers unten Foto des Verfassers
Seite 55	-	Foto des Verfassers	Seite 83	o. links Foto des Verfassers u. links Foto des Verfassers o. rechts Foto des Verfassers u. rechts Foto des Verfassers
Seite 57	-	Foto des Verfassers		
Seite 61	-	LFS Tamsweg und Standlhof (Orthophoto) <i>https://www.basemap.at/application/index.html [22.06.2019]</i>		
Seite 63	-	Foto des Verfassers		

Seite 100 -	Foto des Verfassers
Seite 103 oben	Design.S-Werkhalle von außen http://design-s.de/standorte/ [22.06.2019]
unten	Design.S-Werkhalle Innenraum http://design-s.de/standorte/ [22.06.2019]
Seite 104 oben	Auktionshaus Swards von außen http://strawworks.co.uk/commercial/ [22.06.2019]
unten	Auktionshaus Swards Innenraum während Bauphase http://baubiologie.at/strohballenbau/auktionshaus-swards-3/ [22.06.2019]
Seite 105 oben	Smart Wood House: Südseite https://smartwoodhouse.at/das-haus/ [22.06.2019]
unten	Smart Wood House im Winter https://smartwoodhouse.at/das-haus/ [22.06.2019]
Seite 177 -	Tamsweg und süd-westliche Umgebung (Orthophoto) https://www.basemap.at/application/index.html [22.06.2019]
Seite 186 bis Seite 193	Modellfotos des Verfassers
Seite 194 links rechts	Energieausweis Teil1 Energieausweis Teil2
Seite 195 -	OI3-Index
Seite 198	Foto des Verfassers
-	