



**SUMMER SCHOOL  
2023 - ROMANIA**

# Vorwort

Diese Broschüre zeigt die Ergebnisse des theoretischen Workshops in Bukowina/Rumänien. Dieser Workshop fand im Rahmen der Summerschool des Studiengangs „Energieeffizientes Planen und Bauen, E2D“ der Technischen Hochschule Augsburg und der Universität Suceava im Juli 2023 statt.

## Um was geht es?

Am Ortsrand eines Dorfes in der Region Bukowina gelegen, befindet sich auf einer Erhebung mit Blick in die hügelige, wald- und wiesenreiche Landschaft eine kleine Hofstelle, die es zu sanieren, anzupassen und als Seminar- und Gästehaus umzunutzen gilt.

Das Hauptgebäude dieser Hofstelle ist ein traditionelles Bukowinahaushaus, das mittels traditioneller Techniken saniert werden soll. Es dient uns somit als Forschungsobjekt für konkrete Anwendungen. Es wurde in den vergangenen Jahren erweitert, da es zu einem Seminar- und Gästehaus umgenutzt werden soll. Die angrenzende kleine Scheune fand kaum Beachtung, sie diente zur Lagerung von Möbel, Holz und Werkzeugen – zunächst war der Plan sie abzureisen und das Holz wieder zu verwenden. Doch bei genauerer Betrachtung des Gebäudes war schnell klar: sie soll erhalten bleiben. Nicht nur das Gebäude an sich, auch die Position auf dem Grundstück mit der Hof- und Zugangssituation sind prägend für das Gesamtkonzept.

Der angrenzende hügelige Garten mit Obstbäumen, einer Wasserquelle und viel Blumenwiese soll für Aktivitäten im Freien wie zum Beispiel Theateraufführungen, Handwerksseminare, Sport, Malen, etc. sowie als Zeltplatz genutzt und in das Gesamtkonzept integriert werden

## Was sind die konkreten Aufgaben?

In der Summerschool sind die Aufgaben in einen praktischen Teil und einen theoretischen Teil gegliedert. Im praktischen Teil wurden die Techniken des Verputzens mit Lehm in verschiedenen Mischungen erlernt. Darüber hinaus wurden Drainagen für die Gebäude konzipiert und gebaut, sowie die alte Scheune stabilisiert.

Im theoretischen Teil untersuchten die Studierenden in kleinen Themengruppen verschiedene Aspekte des Gesamtkonzepts wie zum Beispiel Bauteilaufbauten in Anlehnung an traditionelle Techniken, Umgang mit Holzschindeln für die Dachdeckung, Grundriss- und Nutzungskonzeptionen, Umgang mit Wasser, Außenraumbeziehung und -gestaltung, energetische und ökologische Konzepte etc. Die Ergebnisse des Workshops – der in einem Seminarhaus in den Karpaten stattfand – finden Sie in dieser Broschüre.

Organisiert und begleitet wurde die Summerschool von Prof. PhD. Carmen Chasovschi - Universität Suceava, Prof. Dr. Daniela Moisa – Universität von Quebec, Arch. Liliana Cazacu, Violeta Enea - Bukowina-Museum, Pascal Garnier – Verein für kommunale Entwicklung Putna, Simona Zhang – Amt des Oberarchitekten Landkreis Suceava, Magda Gradinariu – IaBucovina, sowie von Prof. Susanne Runkel und M.Eng. Sabina Marhao von der Technischen Hochschule Augsburg.

Ein besonderer Dank geht an Bezirk Schwaben, der die Bereitschaft zeigte, unser Projekt ohne Weiteres wohlwollend zu fördern.

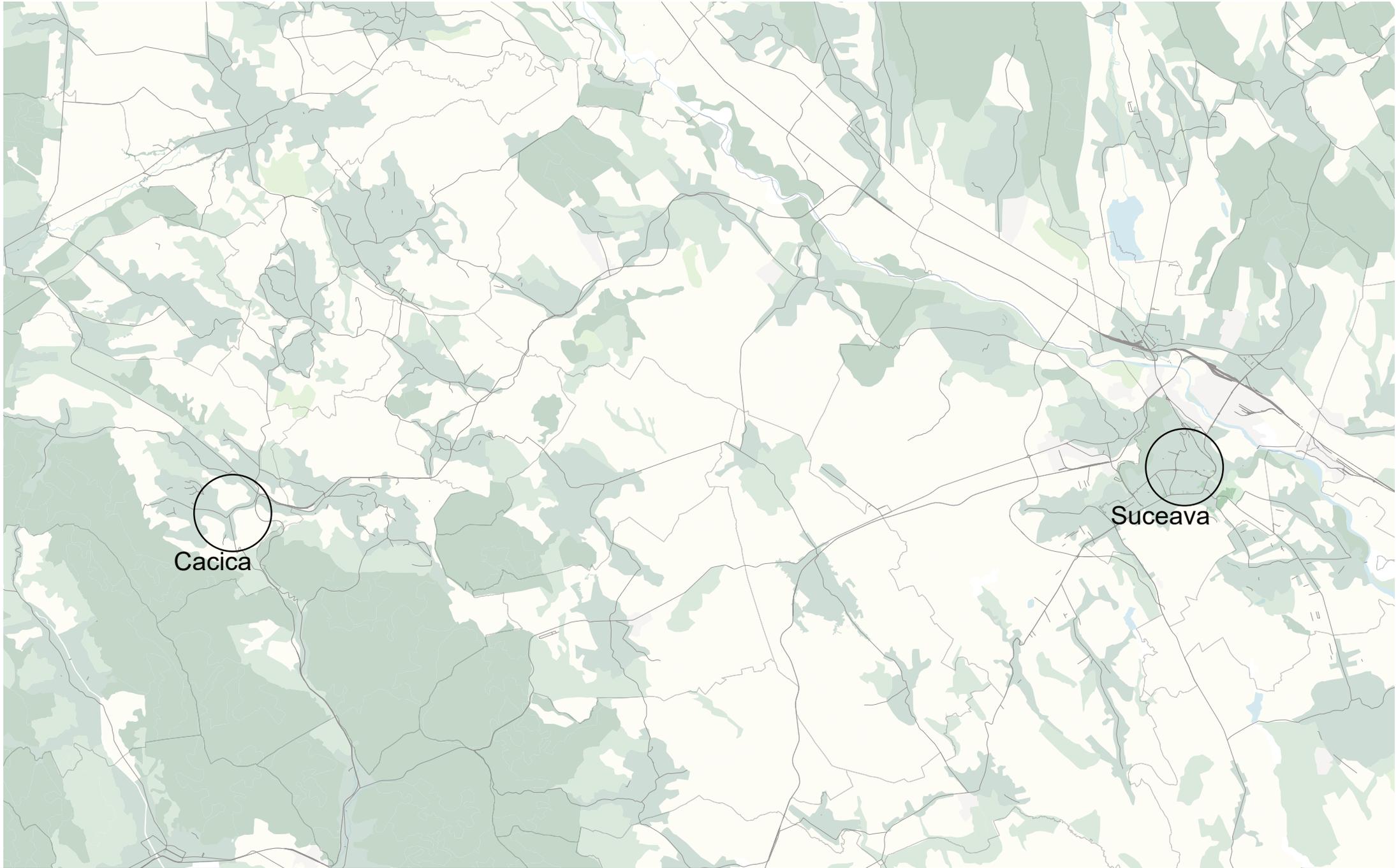
Ein ganz herzlicher Dank gilt all denjenigen, die zum Gelingen der Summerschool beigetragen haben sowie insbesondere unseren engagierten E2D-Studierenden!

Prof. Susanne Runkel / Sabina Marhao



# INHALTSVERZEICHNIS

- I. Freiraumgestaltung
- II. Konzept Seminarhaus und Sommerküche
- III. Drainage und Abwasser
- IV. Bauteilaufbauten
- V. Dachkonstruktionen
- VI. Energiekonzept und Simulation
- VII. Nachhaltigkeit



Cacica

Suceava

# ÜBERBLICK

Mitte Juli 2023 fuhren wir im Rahmen der Exkursion, organisiert durch Sabina Marhao, in die Region Bukowina im Norden Rumäniens.

Ziel was das Dorf Cacica, in der Nähe von Suceava, wo wir in Form eines praktischen Workshops die traditionellen Bauweisen und Handwerkstechniken der ursprünglichen Bukowina Architektur erlernen durften.

Vor Ort wurden wir sehr herzlich von Dr. Carmen Chasovschi, einer Professorin an der Universität von Suceava, in Empfang genommen. Sie ist die Eigentümerin des Grundstückes in Cacica, auf dem wir die meiste Zeit der kommenden zwei Wochen verbringen durften. Außerdem war Sie unsere erste Ansprechpartnerin vor Ort und für die Mitorganisation verantwortlich.

Im folgenden Bericht werden unsere Arbeiten und Erkenntnisse im Bezug auf das zu renovierende Ensemble dargestellt und sollen auch als Anhaltspunkt für zukünftige Planungen und Arbeiten an dem Areal dienen.

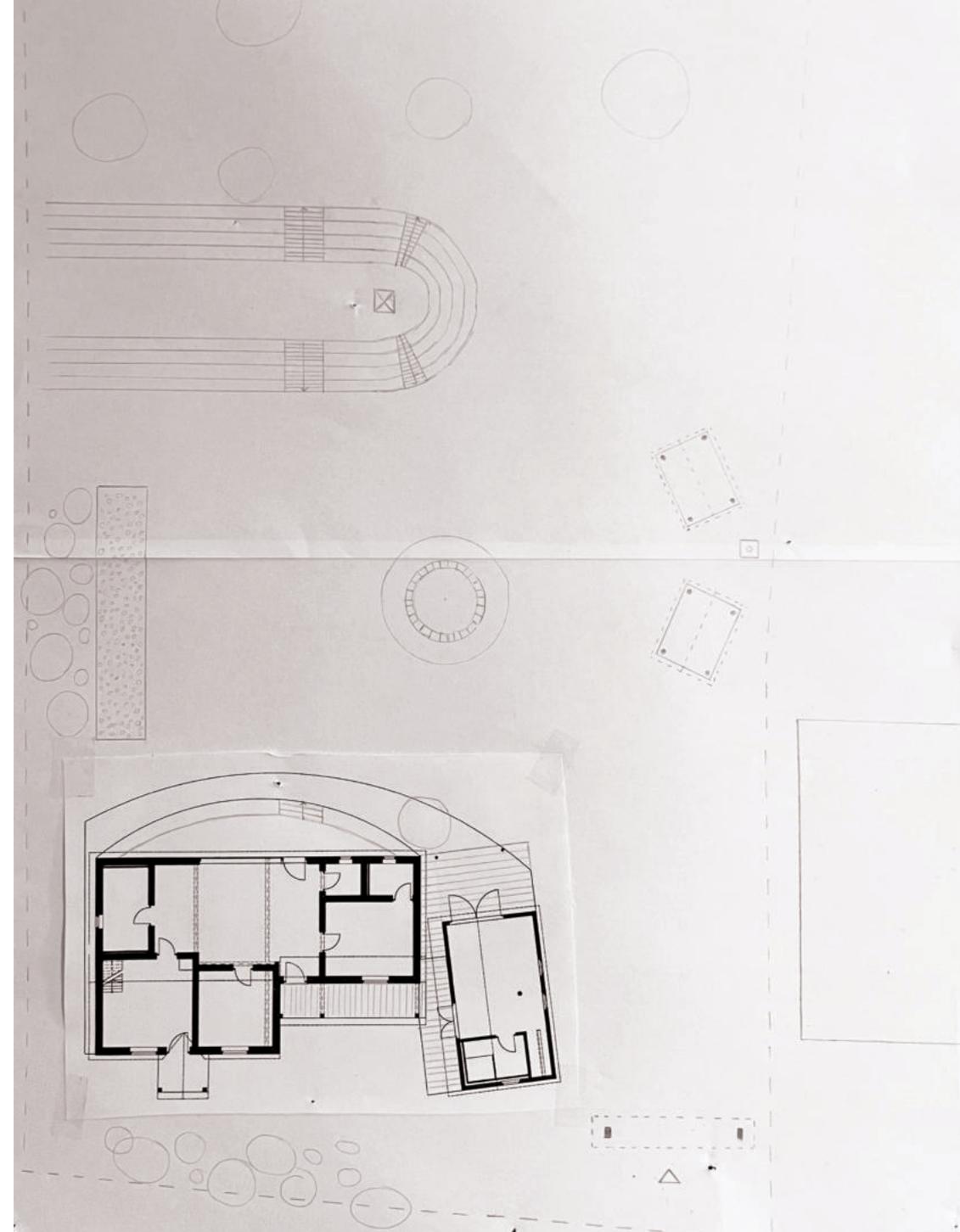
Die Gruppe: Sabina Marhao, Susanne Runkel, Manuel Kaul, Lena Hörmann, Linda Schwabl, Nico Bosch, Taru Schramm, Hannah Schmidl, Manuel Marx, Adriana Espejo, Eva Wittmann, Marina Nieberle, Patrick Ganser, Michael Göbl, René Kromer, Dominik Amann, Lea Neubrech, Samer Bahayeh, Alicia Jahn



# I. Freiraumgestaltung

Manuel Kaul | Hannah Schmiedl | Eva Wittmann

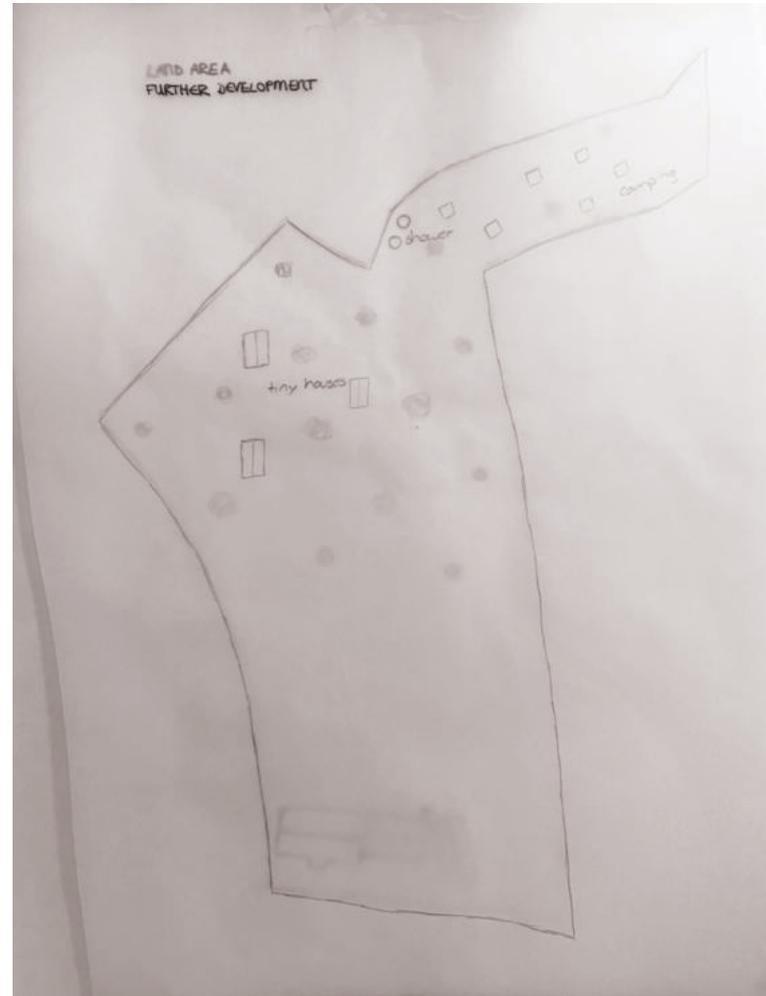
Die Aufgabe der Freiraumgestaltung war es, neue Nutzungen auf dem Gelände unterzubringen und definierte Räume zu schaffen. Wir haben uns verschiedenen Bereichen des Grundstücks gewidmet. Angefangen mit dem hinteren abgelegenen Teil, auf dem mit Tiny Houses experimentiert werden soll und die Möglichkeit für Studierende zum Camping geschaffen werden können. Vor dem Haus soll eine Hofsituation entstehen, die bereits durch das Ensemble der bestehenden Gebäude definiert wird, aber durch weitere Eingriffe zu einem klaren Zentrum werden soll. Der Zugang zu dem Hof soll durch ein traditionelles Tor klar gezeigt werden. Ein Eingriff ist das "Amphitheater", ein Outdoor-Auditorium, das in eine bestehende Senke in dem Gelände gebaut werden soll. Auf den großen Stufen können Studierende oder andere Gäste Vorträge hören oder halten. In dieser Senke befindet sich auch ein Brunnen auf den das traditionelle Brunnenhäuschen gesetzt werden soll. Diese Stufen werden im kleineren Maßstab in der Senke vor dem Haus wiederholt. Das Zentrum wird des weiteren durch eine Pflanzenkläranlage und dem Ofen mit umliegenden überdachten Sitzgelegenheiten begrenzt. Auch die geplante Terasse der Scheune ist zum Hofzentrum gewandt und ist Teil des Zentrums. In der Mitte des Zentrums befindet sich noch eine Feuerstelle, an der man Abends zusammen sitzen kann.





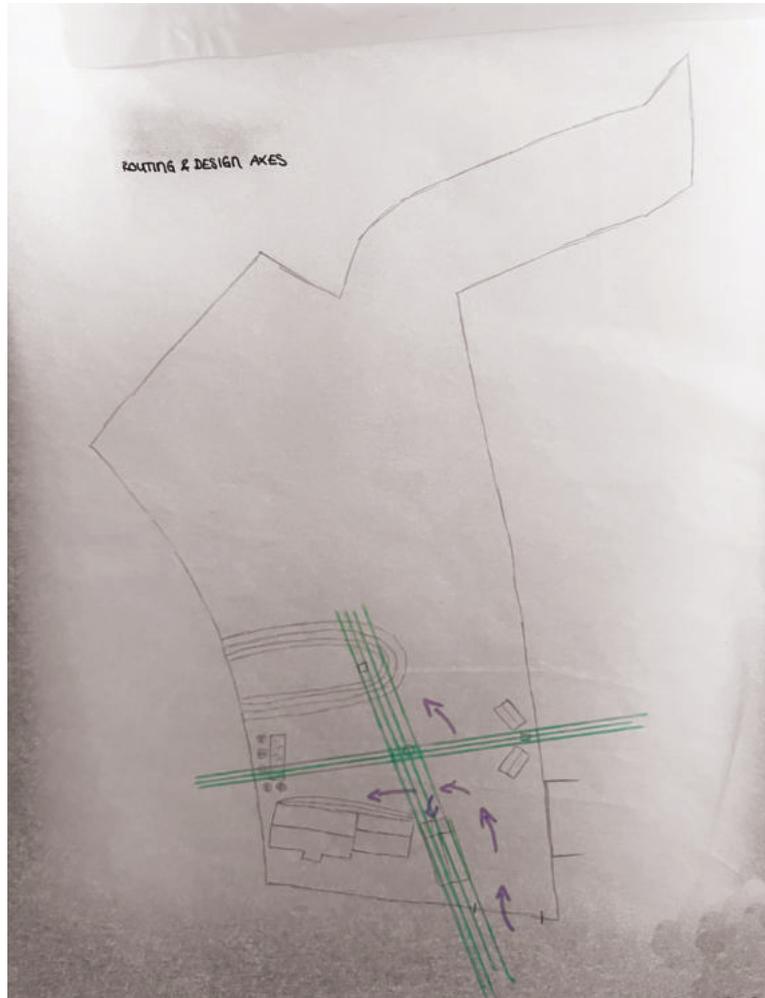


Grundstück Ist-Zustand

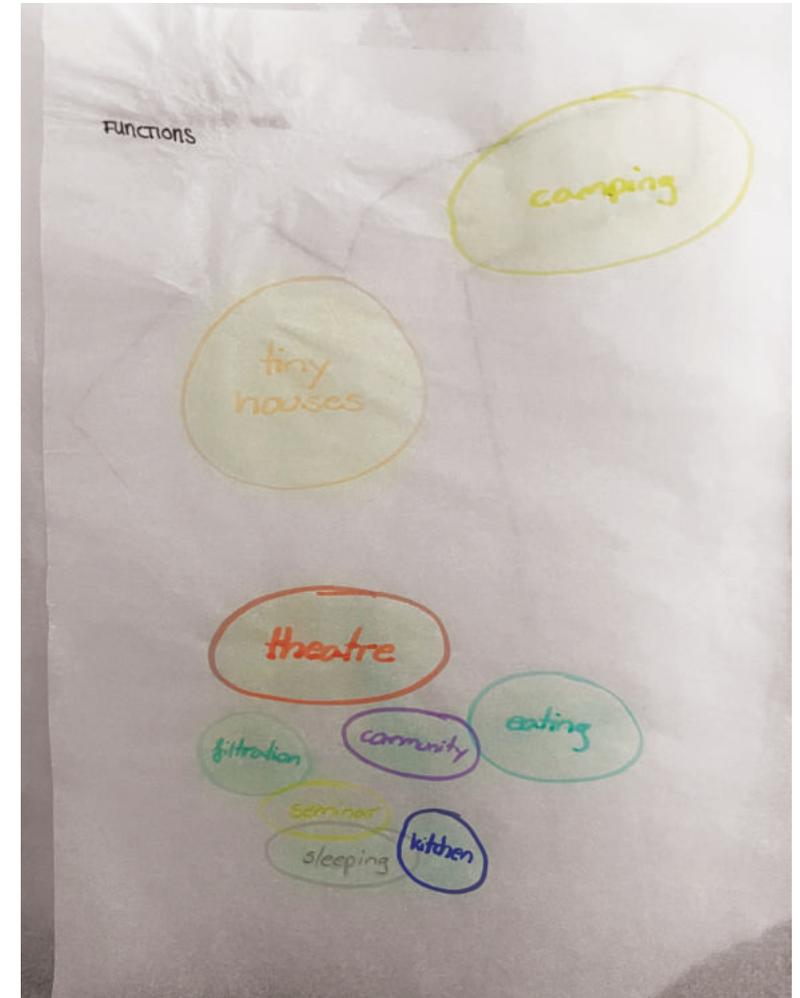


Positionierung Tiny Houses und Camping

Zentrum des Hofes



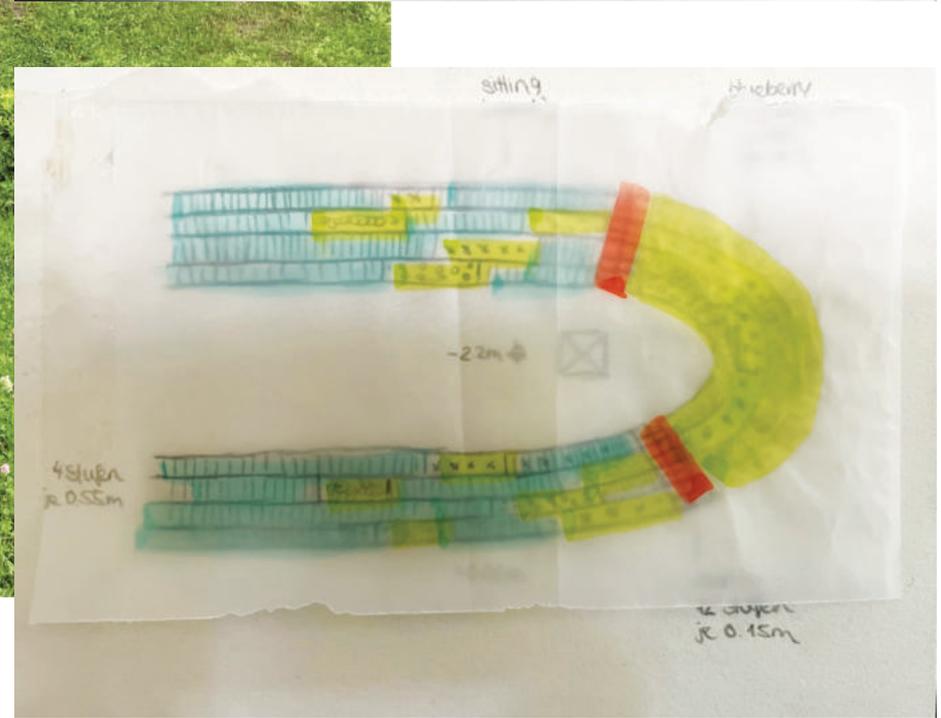
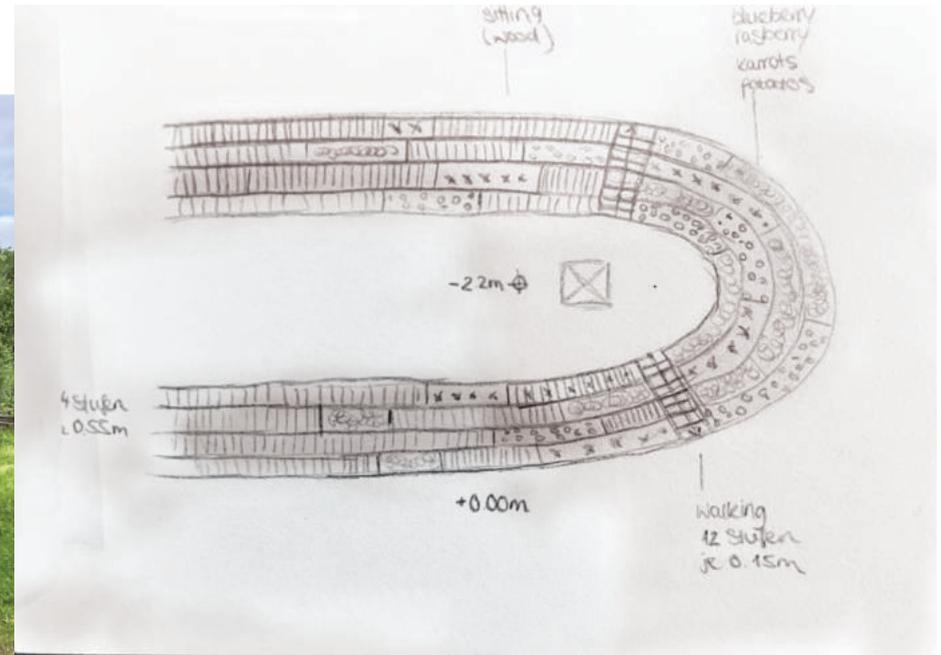
Sichtachsen und Wegeführung



Funktionen

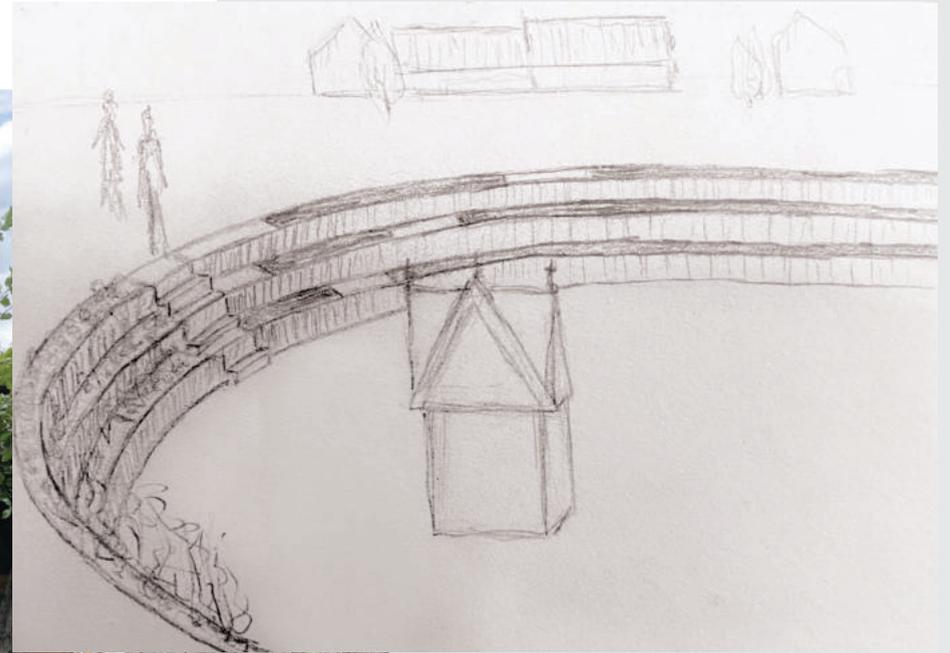


“Amphitheater“, Outdoor-Auditorium





Historischer Brunnen im Kontext "Amphitheater"





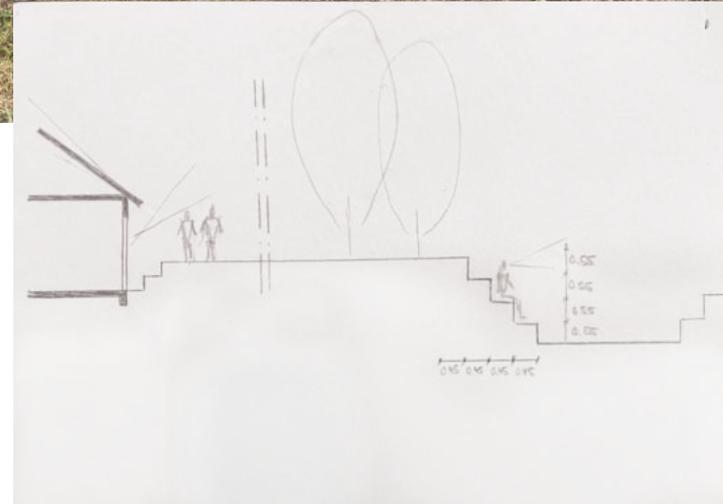
Hofeingang mit historischem Tor



Ofen mit überdachter Sitzgelegenheit



Landschaftsbilder



Stufen zum Hauseingang



## II. Konzept Seminarhaus und Sommerküche

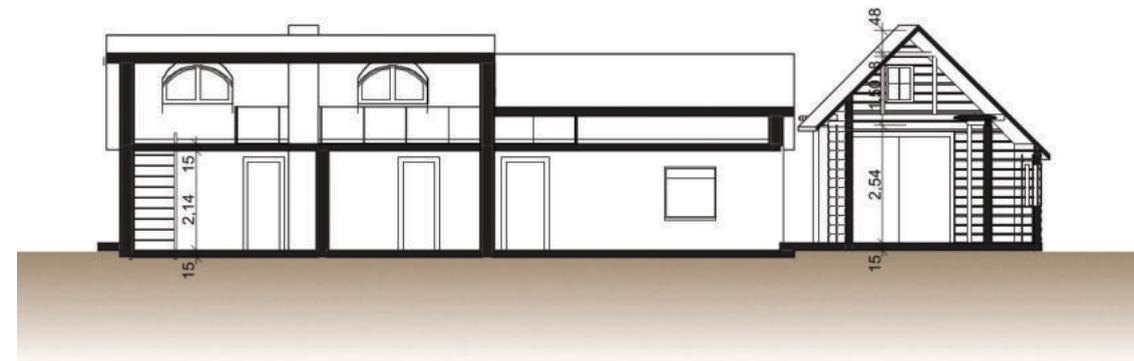
René Kromer | Lena Hörmann | Marina Nieberle

Um das Ensemble aus der ehemaligen Scheune und dem traditionellen Haus für die zukünftige Bespielung als Seminarkomplex für Schüler- und Studentengruppen optimal nutzen zu können, wurden zwei Varianten ausgearbeitet.

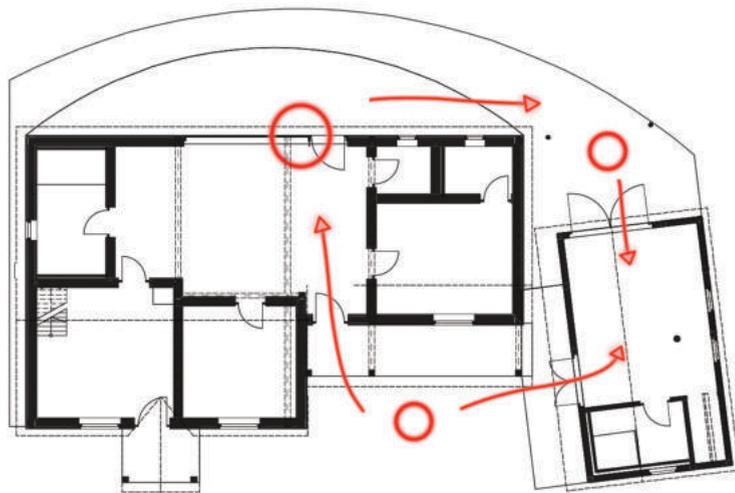
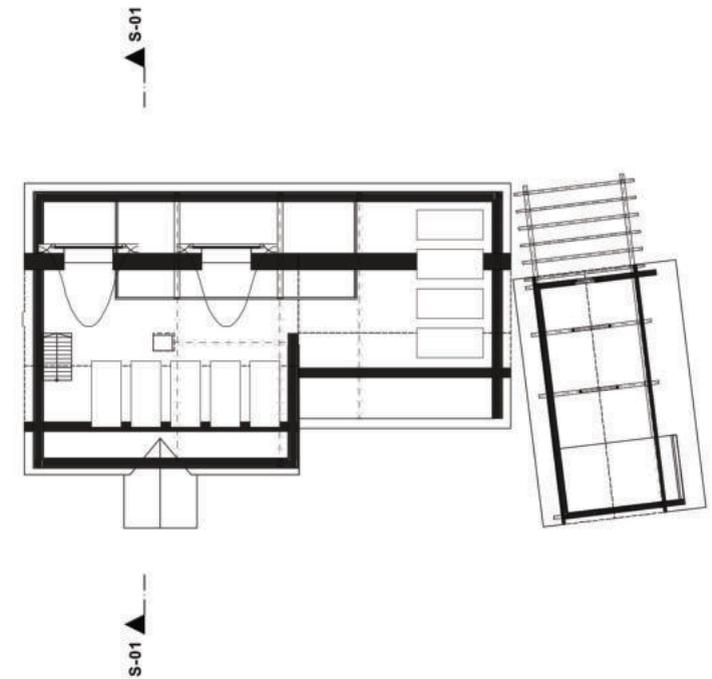
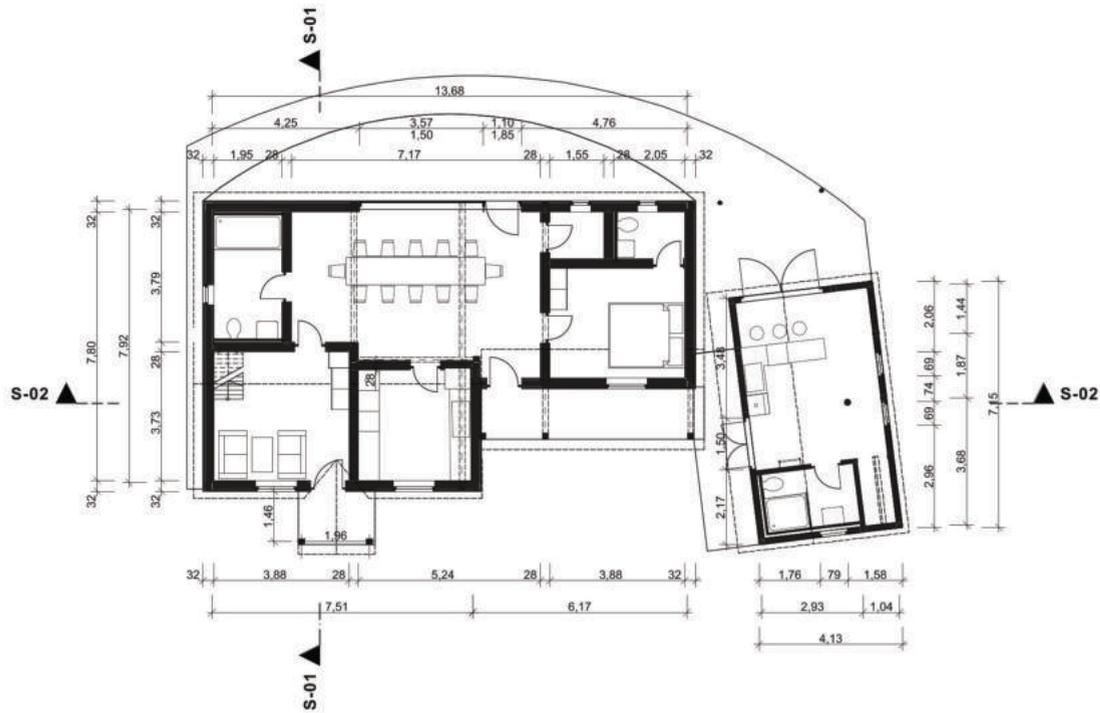
Die folgenden Grundrisse, Schnitte und Darstellungen zeigen unsere Ideen für die Aufteilung der Räumlichkeiten.

Noch zu erwähnen gilt, dass das Seminarhaus mit der Sommerküche überwiegend in den Sommermonaten genutzt werden soll, sodass der Außenbereich meistens für Workshops mitgenutzt werden kann. Die Gebäude sollen nur Schutz vor Witterung und Hitze bieten.

Das Seminarhaus soll als zentraler Treffpunkt fungieren. Neben einem großen Seminarraum, der sich zentral im Gebäude befindet, ist auch eine Küche, ein kleiner Abstellraum, ein Aufenthaltsraum sowie ein Badezimmer mit WC und Dusche vorhanden. Des Weiteren befinden sich ein Schlafraum mit kleinem Sanitärbereich für Lehrer/Professoren/Betreuer im Erdgeschoss und ein Matratzenlager mit Schlafmöglichkeiten für ca. 9 Studenten/Schüler im Dachgeschoss. Das Dachgeschoss ist dabei offen konstruiert, sodass im Seminarraum eine Galerie entsteht. Um mehr Tageslicht in die Dachräume zu bringen, wurden im Entwurf traditionelle Fledermausgauben vorgesehen, die sowohl dem Dachraum als auch dem Seminarraum zu gute kommen.

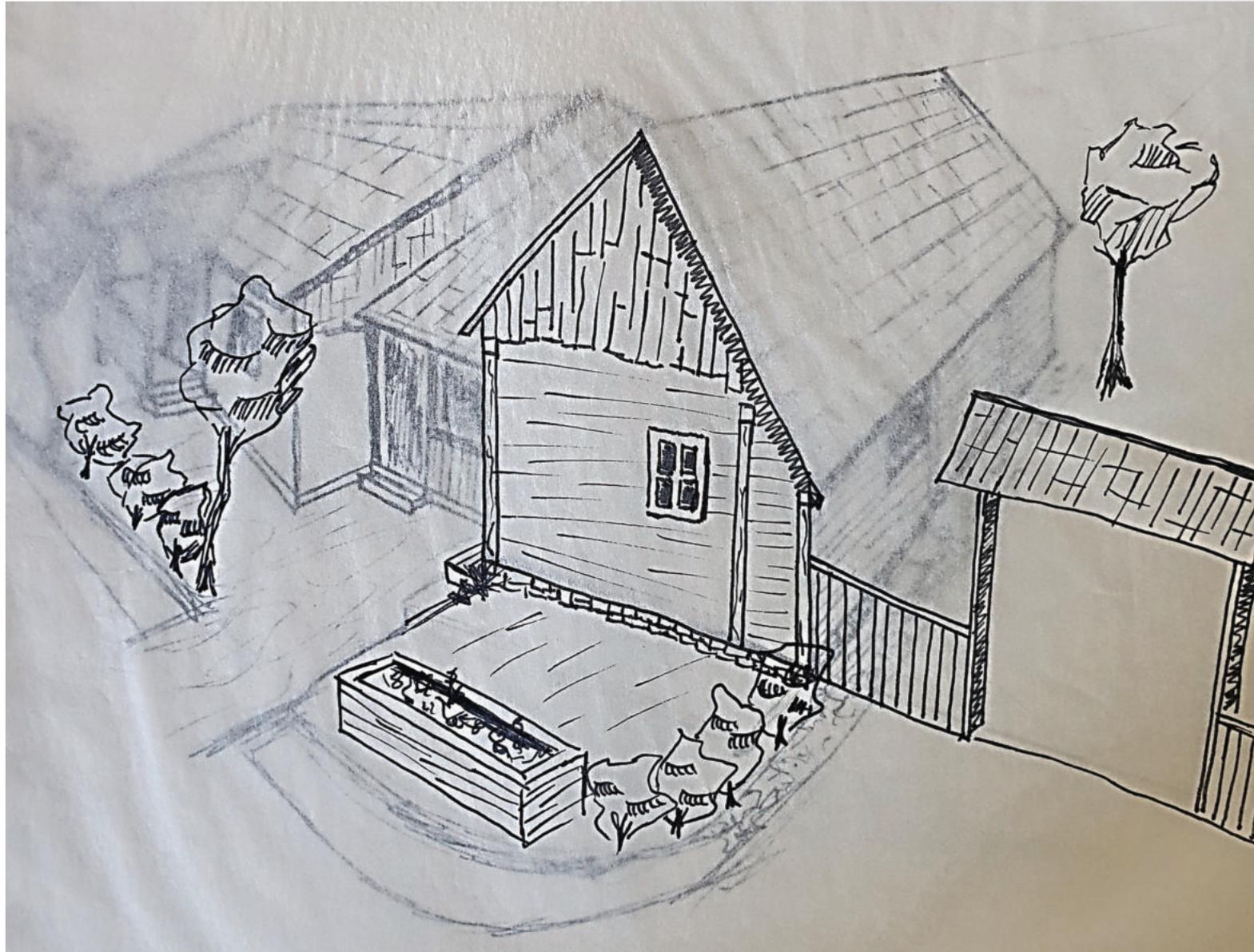


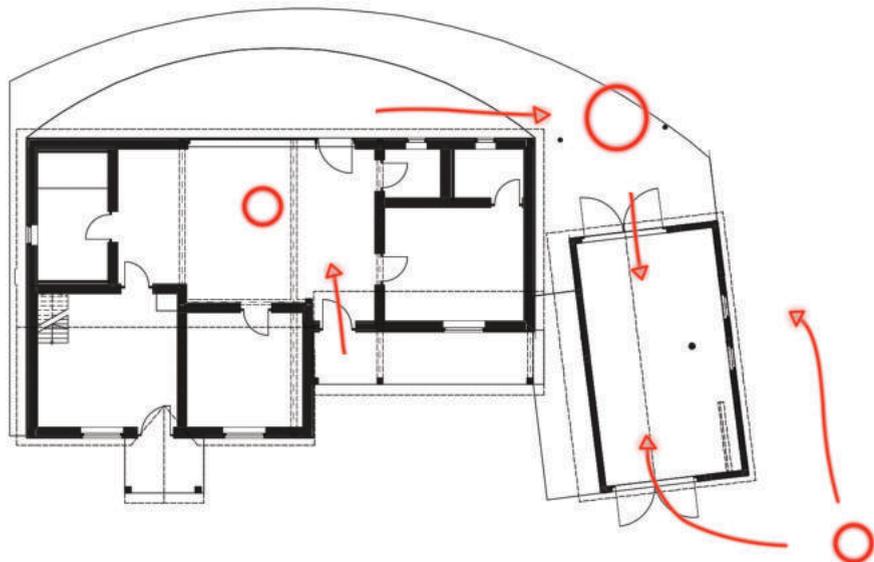
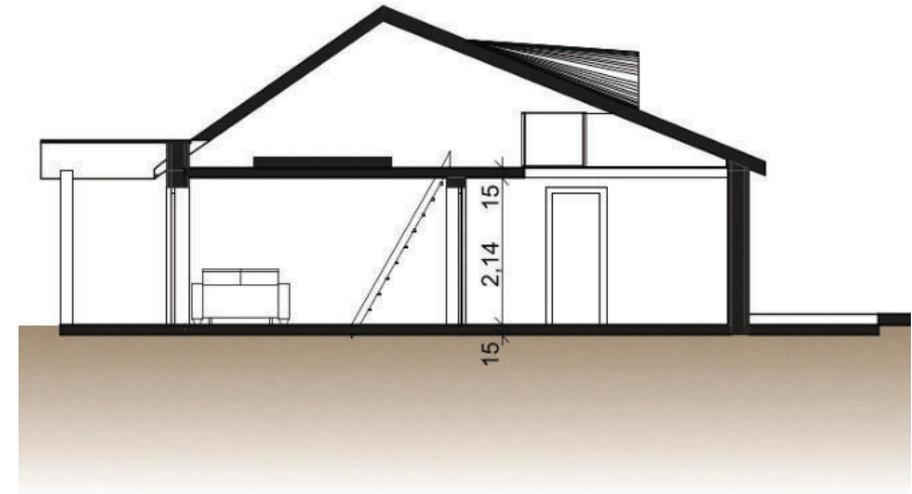
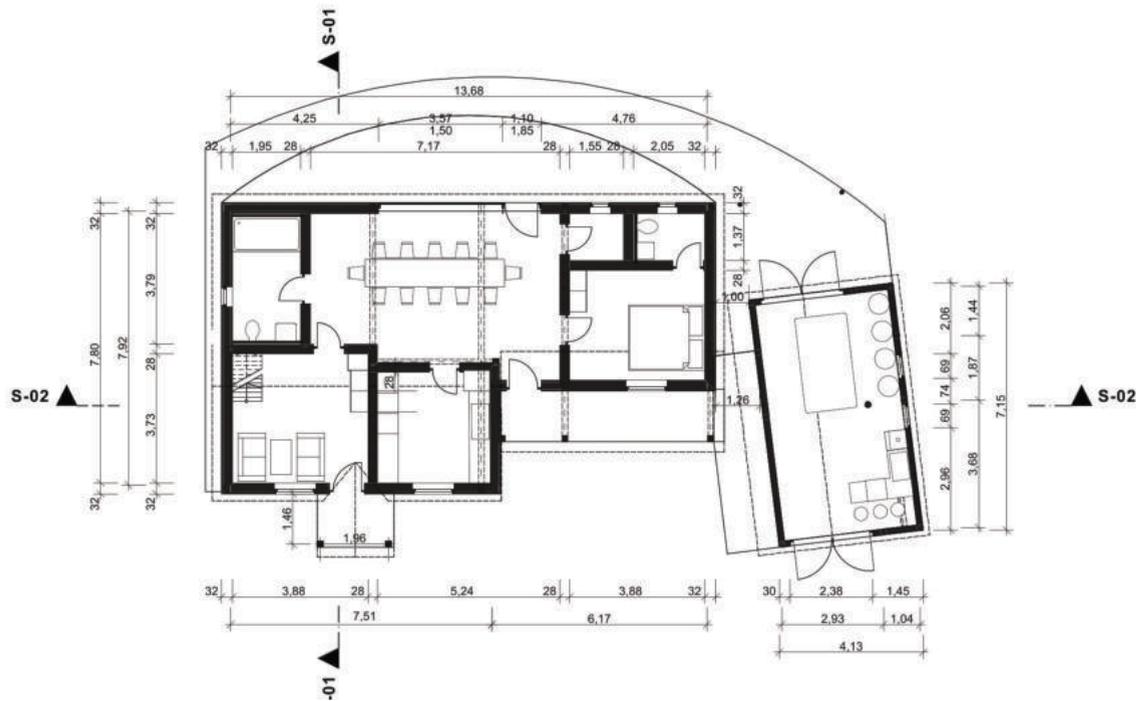




## II. Idee 1

Die Idee in diesem Konzept ist, neben dem Badezimmer im Seminarhaus einen weiteren Sanitärbereich zu schaffen. Die Vorderseite der alten Scheune ist dabei geschlossen gehalten. Der Haupteingang befindet sich in der Mitte des Ensembles. Ebenfalls in der ehemaligen Scheune befindet sich die Sommerküche mit Abstellkammer. Außerdem gibt es im Dachraum, oberhalb der Nasszelle, weitere Schlafmöglichkeiten, die über eine Leiter erreicht werden können. Auf der Rückseite, Richtung Freiraum, befindet sich eine teilweise überdachte Konstruktion, die durch ein großes Scheunentor erschlossen wird und als schattiger Essbereich genutzt werden kann.





## II. Idee 2

In diesem Konzept sollte ein Durchweg durch die Sommerküche geschaffen werden. Hierbei befindet sich der Haupteingang auf der Vorderseite der ehemaligen Scheune. Auf der Rückseite ist eine weitere große Öffnung, zum überdachten Außenbereich, sodass man durch das Gebäude hindurch schauen kann. Im Inneren gibt es eine kleine Küche und einen Aufenthaltsbereich, den man gegebenenfalls mit einem Billardtisch und Sitzplätzen ausstatten kann.





## II. Eindrücke



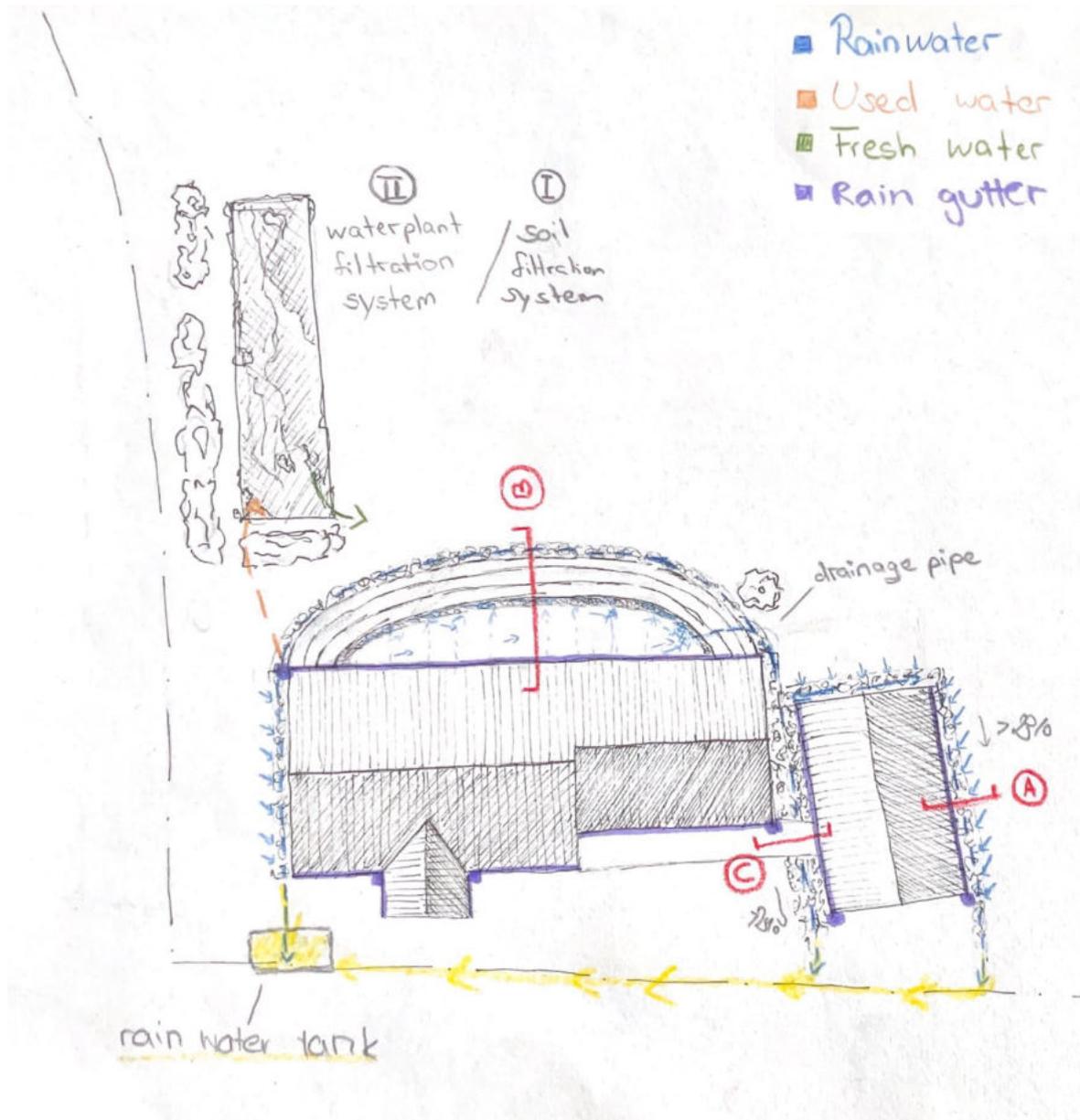
# III. Drainage und Abwasser

Linda Schwabl | Jara-Taru Schramm

Auf dem Grundstück waren bisher keine Vorkehrungen gegen stehendes Wasser und aufsteigende Feuchtigkeit getroffen. Bei einem starken Regenfall während unseres Besuchs wurde auch deutlich, dass das Wasser aktuell direkt in das Seminargebäude läuft. Auch stehen die Sockel der Gebäude, die aus Holzbalken bestehen, bei stärkerem Regen längere Zeit unter Wasser, was der Konstruktion schadet. Aus diesem Grund war es unsere Aufgabe ein Entwässerungskonzept für den Bereich um die beiden Gebäude zu entwickeln.

Ein Schwerpunkt dabei waren die unmittelbar notwendigen Aktionen, damit die Gebäude bei Regenfällen nicht in ihrer Bausubstanz beschädigt werden. Hierfür wurden Detail- und Schemazeichnungen angefertigt, die die nötigen Schritte aufzeigen. Darunter sind anbringen von Regenrinnen an allen Traufen und anlegen von Drainageschichten und -rohren, um das Wasser von den Gebäuden fernzuhalten sowie Angaben zur Ausführung des Gefälles auf dem Grundstück. Am wichtigsten ist dabei das Wasser immer vom Gebäude wegzuleiten und den Sockel auch vor Spritzwasser zu schützen. Mit Lehm können die Holzbauteile am und im Gebäude vor aufsteigender Feuchtigkeit geschützt werden. Für die Drainage wird die Erde am Sockel vorsichtig abgegraben und das entstehende Loch mit Kies gefüllt. Dadurch kann das Wasser, das auf das Gebäude zufließt im Kies versickert und wird dann abgeleitet.





### MUST HAVE'S

Wasser von Gebäude weg leiten

Drainagerohre um das Wasser zu leiten

Das Holz vor allen Arten von Wasser schützen

Wasserleitsysteme mit Hilfe von:

Kies > Wasserdurchlässigkeit

Lehm > Wasserundurchlässigkeit

### NICE TO HAVE'S

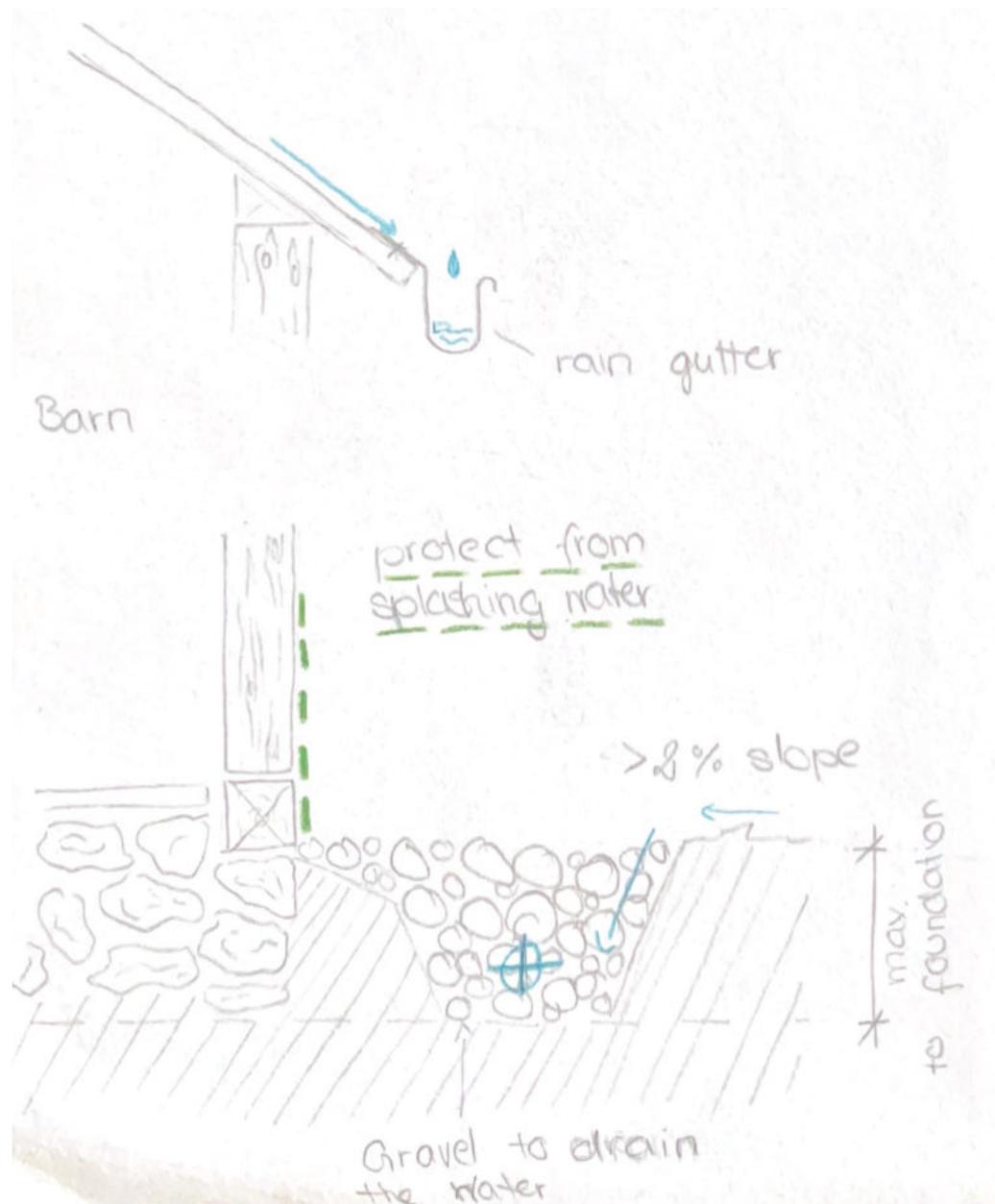
Das Wasser aus Regenrinne auffangen

Benutztes Wasser vom Duschen und Waschen aufbereiten

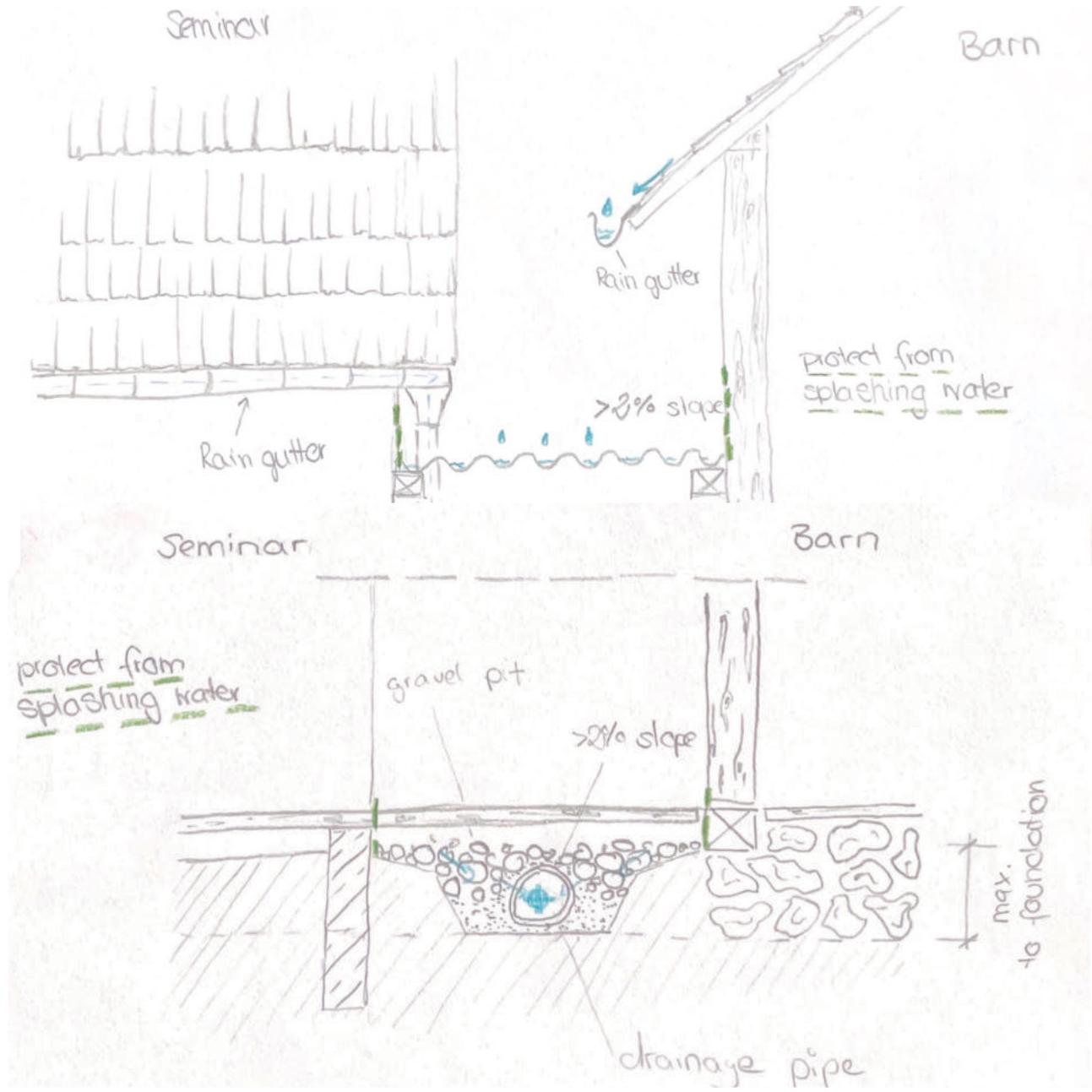
Kompostiertoilette benutzen und feste sowie flüssige Bestandteile als Dünger verwenden

### III.I. Details Regenwasserführung

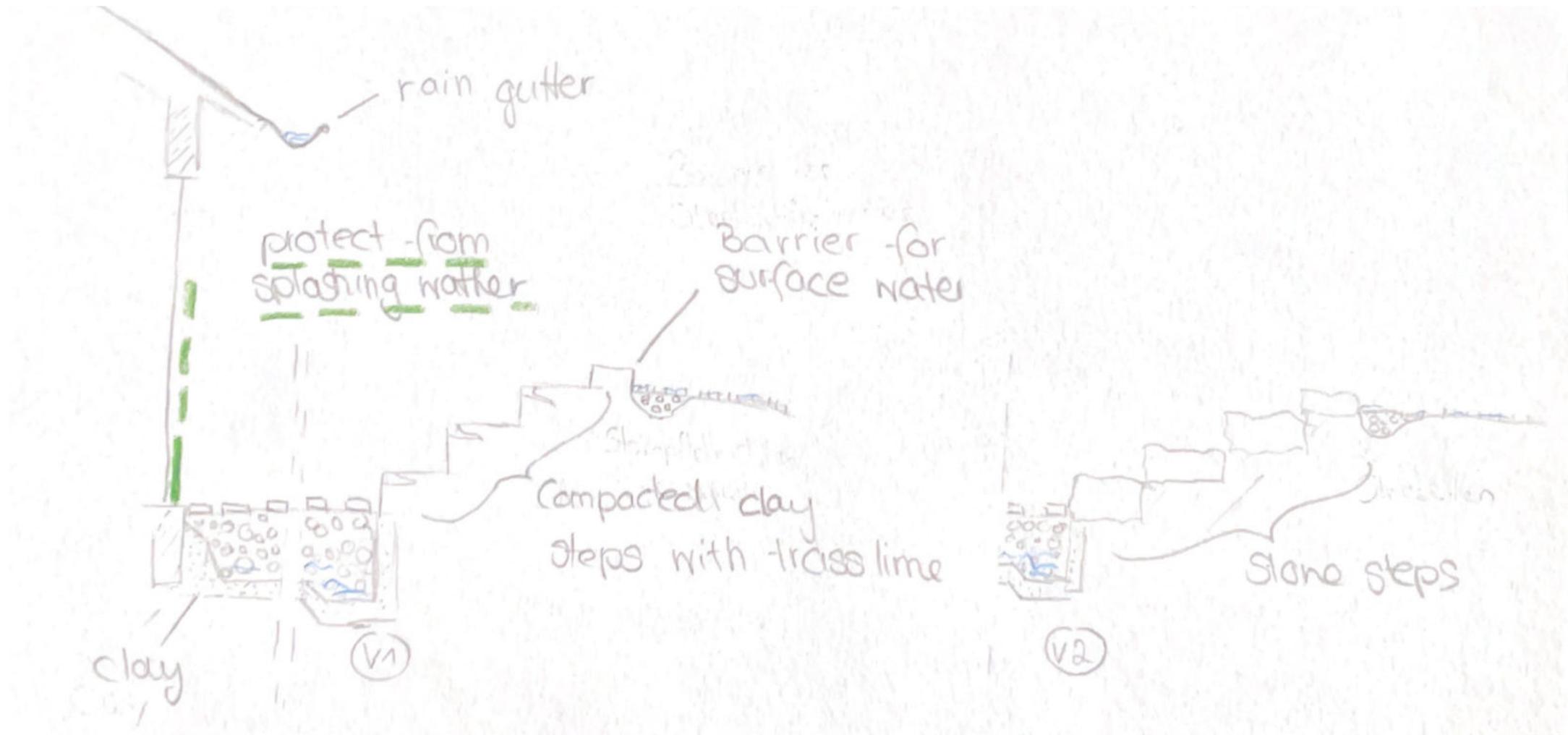
#### Schnitt A-A



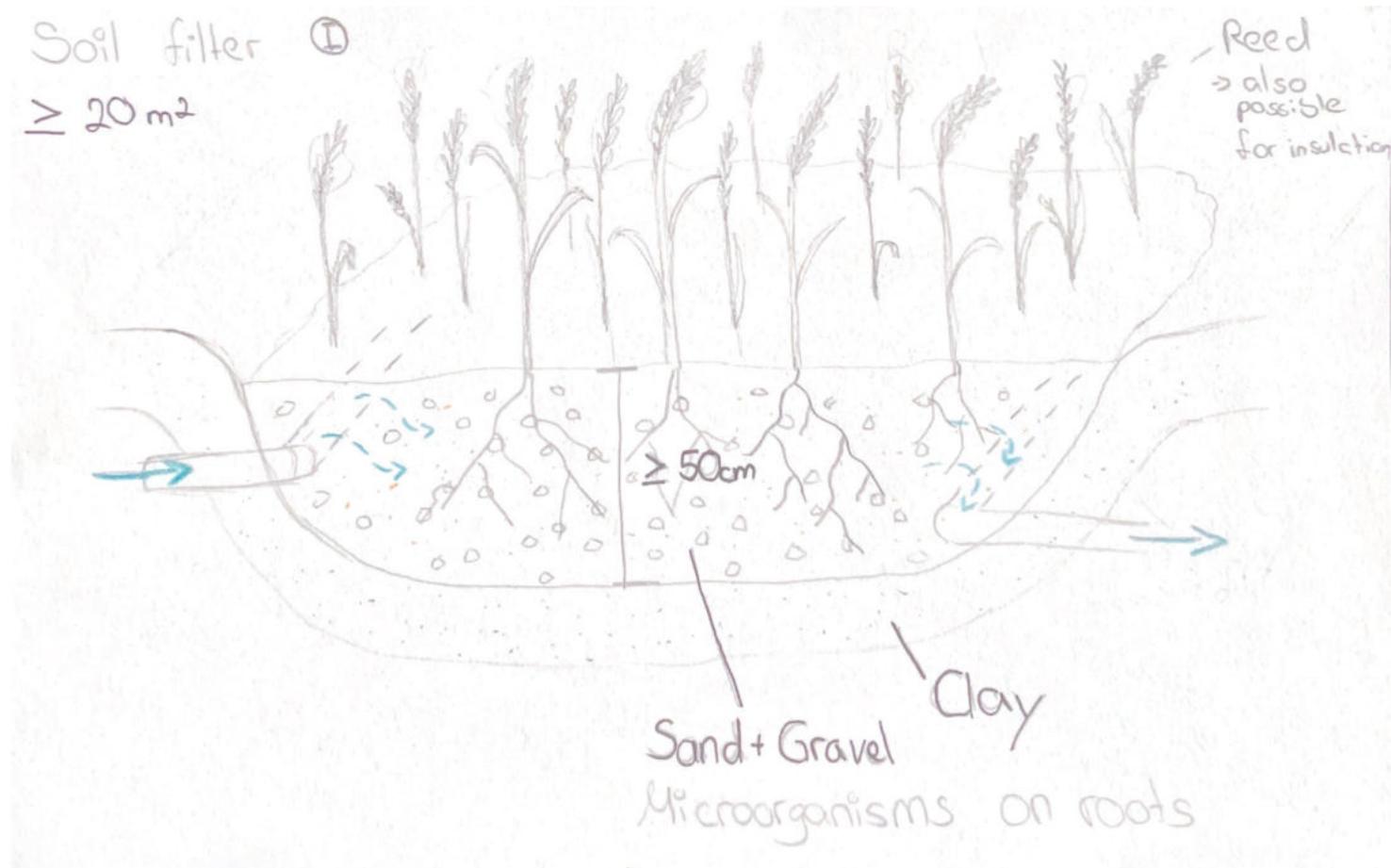
Schnitt C-C

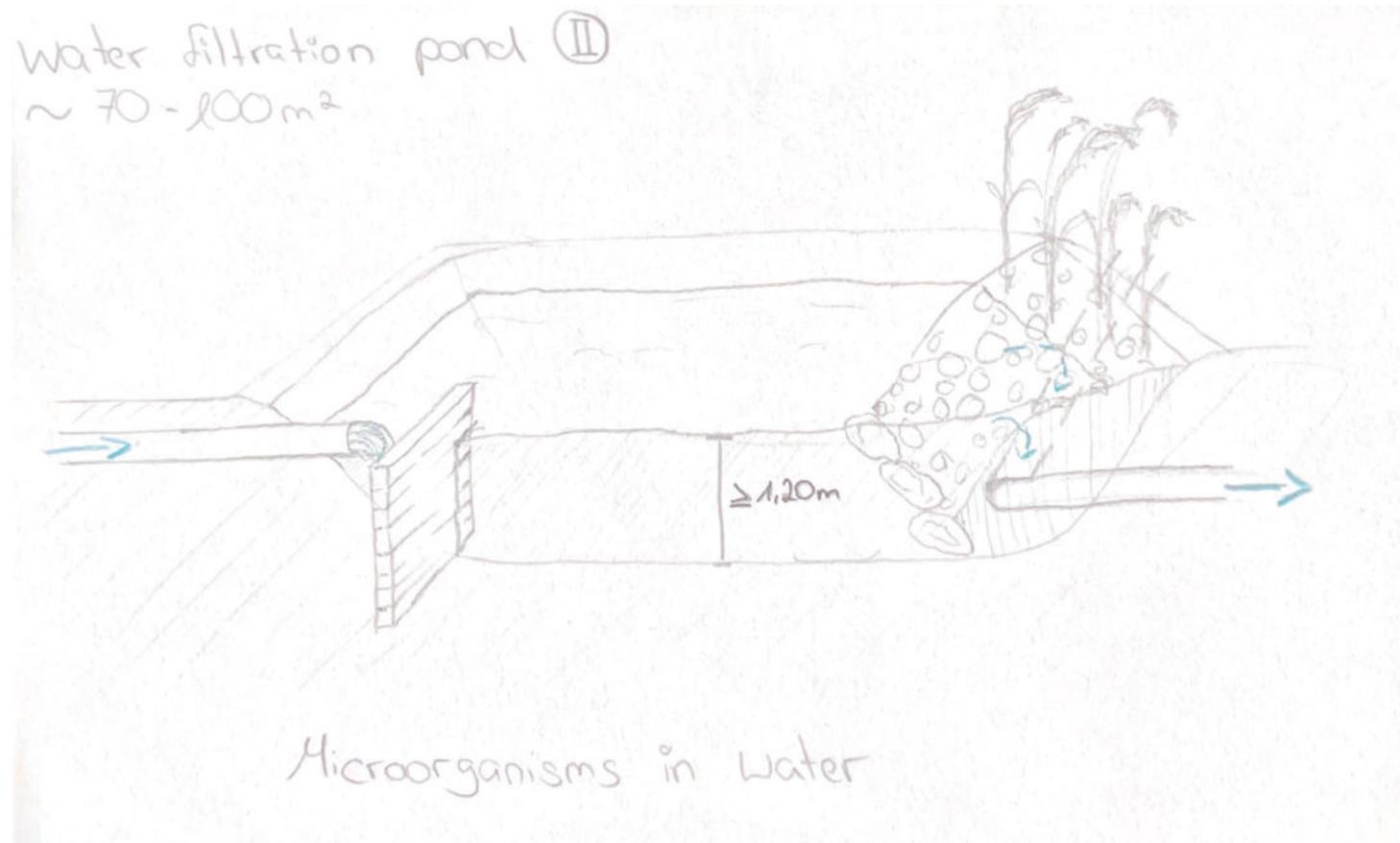


Schnitt B-B

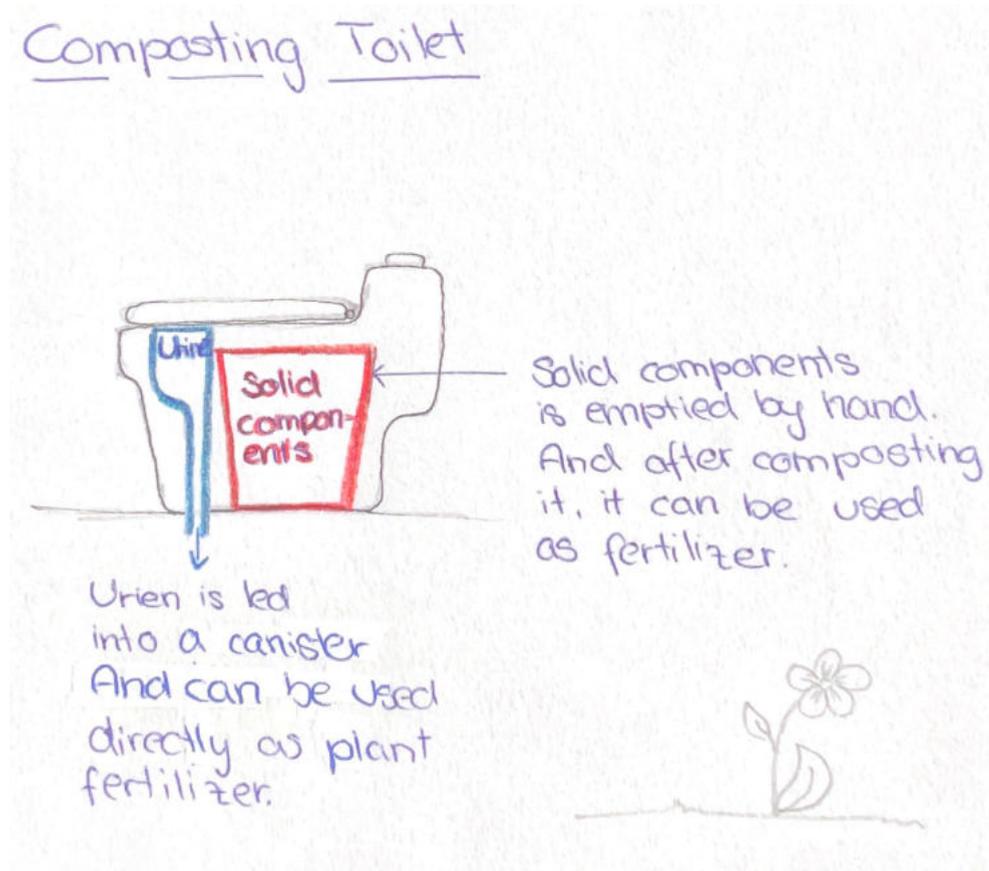


### III.II. Wasseraufbereitung





Darüber hinaus sollten auch Konzepte zur Speicherung, Nutzung und Wiederaufbereitung des Wassers vorgelegt werden, um möglichst einen Wasserkreislauf zu erzeugen. Dazu wurden verschiedene Wasserfiltersysteme recherchiert und hier beispielhaft 2 Versionen aufgezeigt. Grundlegend für die Wiederaufbereitung von Wasser ist die Trennung von Grauwasser vom Waschen und Kochen und Schwarzwasser aus der Toilette. Deshalb ist auch ein Kompost-Trenn-Toilette zentraler Bestandteil des Wasserkonzepts. Damit können die Fäkalien getrennt gesammelt und als Dünger verwendet werden. Das Grauwasser kann dann entweder durch einen Bodenfilter oder einen Filtrationsteich geleitet werden. Diese müssen an den Rändern mit einer dicken Lehmschicht abgedichtet werden, um nicht das noch verunreinigte Wasser an den Boden abzugeben. Das Regenwasser, welches von den Regenrinnen abgefangen wird, soll in Tanks gespeichert werden, damit es zum Kochen und Bewässern verwendet werden kann.

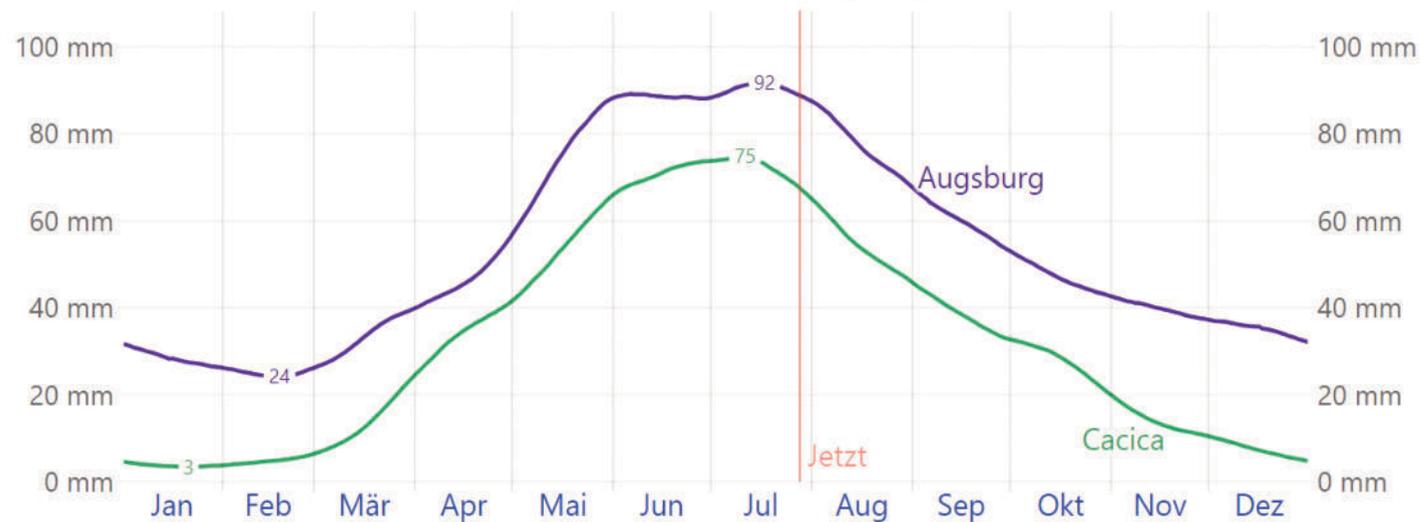


# III. Drainage und Abwasser Teil 2

Adriana Paola Espejo Diaz

Wasser ist eine wertvolle Ressource für unser Überleben. Wir kommen täglich mit ihm in Kontakt, sei es zum Trinken, Duschen, Waschen oder Geißen von Pflanzen. Allerdings wird diese Ressource aufgrund des Klimawandels mit der Zeit knapper. In Cacica, Rumänien, am Standort des Projekts, regnet es in die Regel im Sommer viel mehr als im Winter. Das Maximum wird im Juli mit 75 Liter pro Quadratmeter erreicht, wohingegen im Januar durchschnittlich nur 3 Liter pro Quadratmeter fallen. Zum Vergleich: In Augsburg fallen maximal 92 Liter pro Quadratmeter im Sommer und minimal 24 Liter pro Quadratmeter im Winter.

## Durchschnittliche montliche Niederschlagsmenge vergleich Augsburg zu Cacica



Die durchschnittliche Niederschlagsmenge, die sich über ein gleitendes Zeitfenster von 31 Tagen angesammelt hat, die jeweils um den betreffenden Tag zentriert sind

Source © WeatherSpark.com

Angesichts dieses Vergleichs und der drohenden Wasserknappheit durch die Klimawandel ist es wichtig, dass Maßnahmen zum Schutz der Wasserressourcen zu ergreifen. Daher ist wichtig eine Regenwasser und Entwässerungskonzept für das Projekt zu entwickelt, das nicht nur den Schutz des Gebäudes vor Überschwemmungsgefahren oder Feuchtigkeitsschäden zum Ziel hat, sondern auch die nachhaltige Nutzung von Regenwasser ermöglichen.



*Blick auf der versenkten Lage der Umgebung*



*Überschwemmung des Lochs am Eingang*

### Strategie zur der Entwicklung von Regenwasserkonzept

- Versickerungssystem
- Entwässerungssystem
- Dachabflusssystem
- Regenwasserzisternesystem

Diese Regenwasserkonzept sollten so weit wie möglich passive Systeme mit wenig oder gar keine Hilfe von elektronischen Geräten sein.

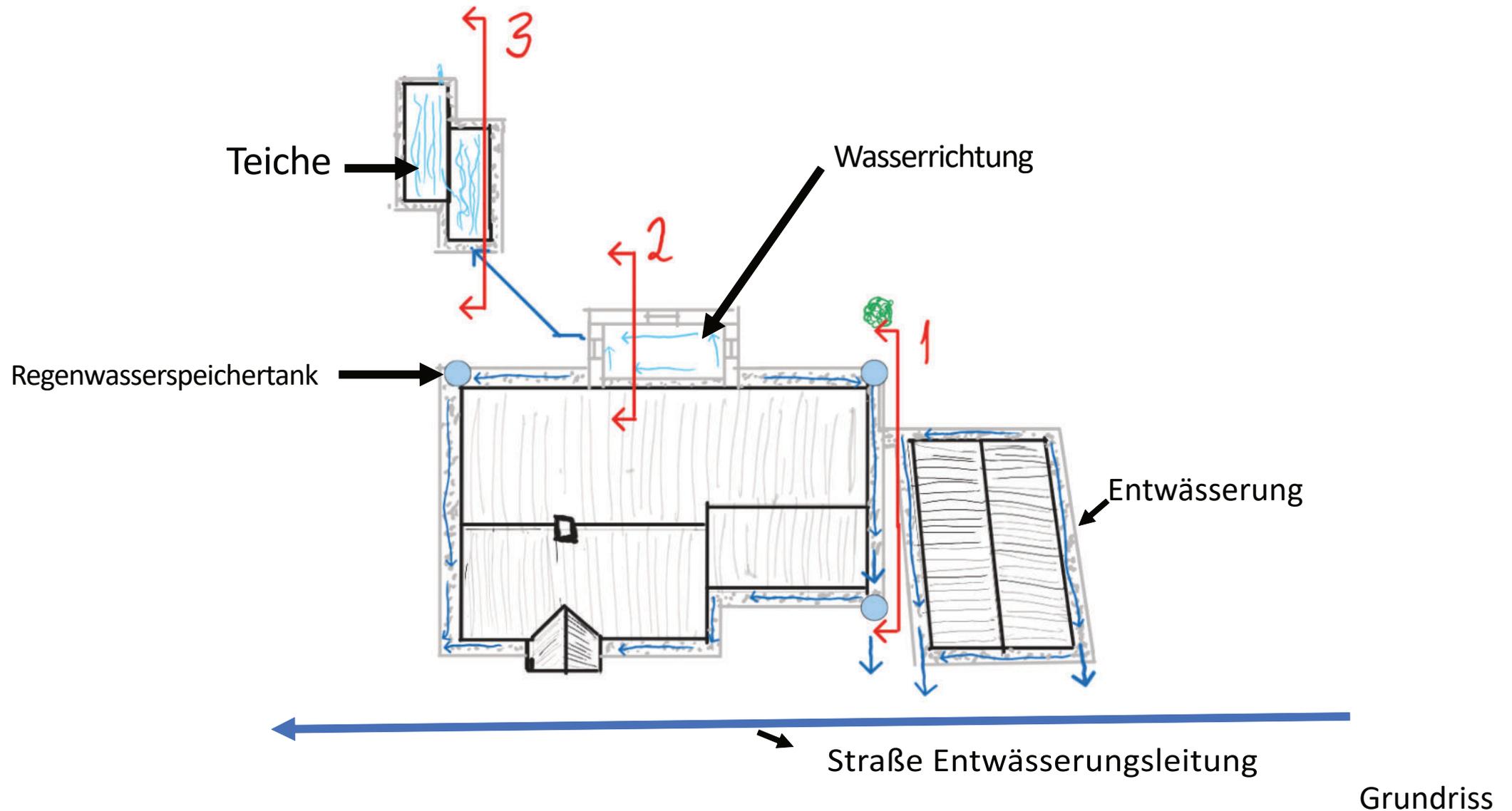


*Lage des Gebäude. Blick vom Innenhof aus*

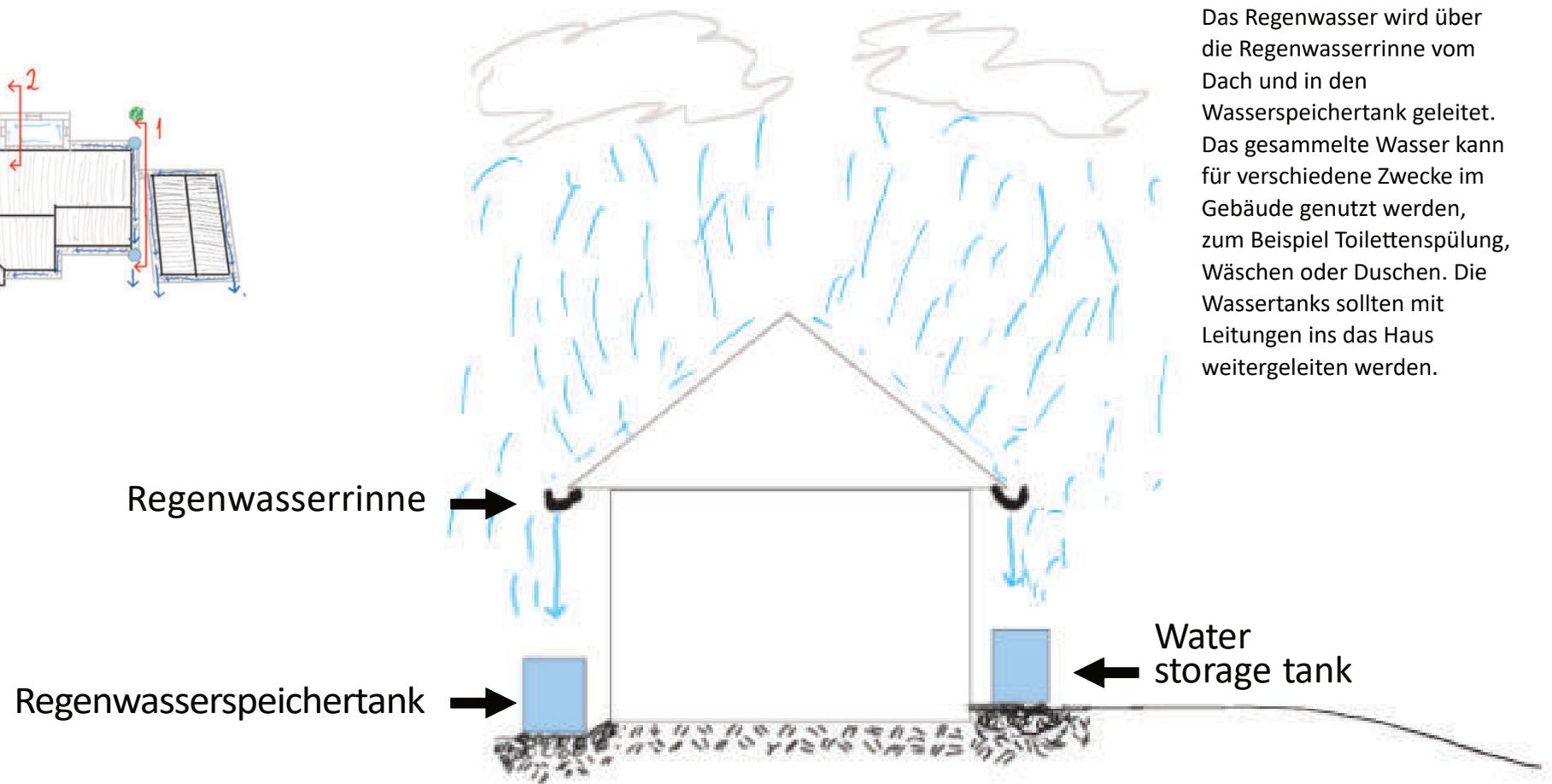
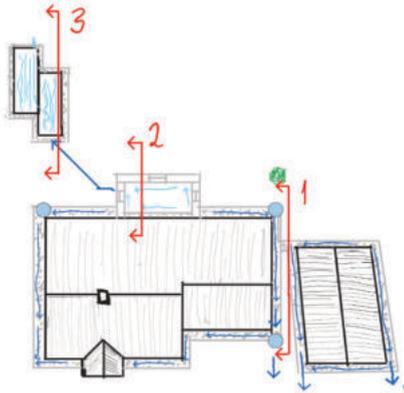


*Blick von der Straße aus*

## Regenwassernutzung Vorschlag

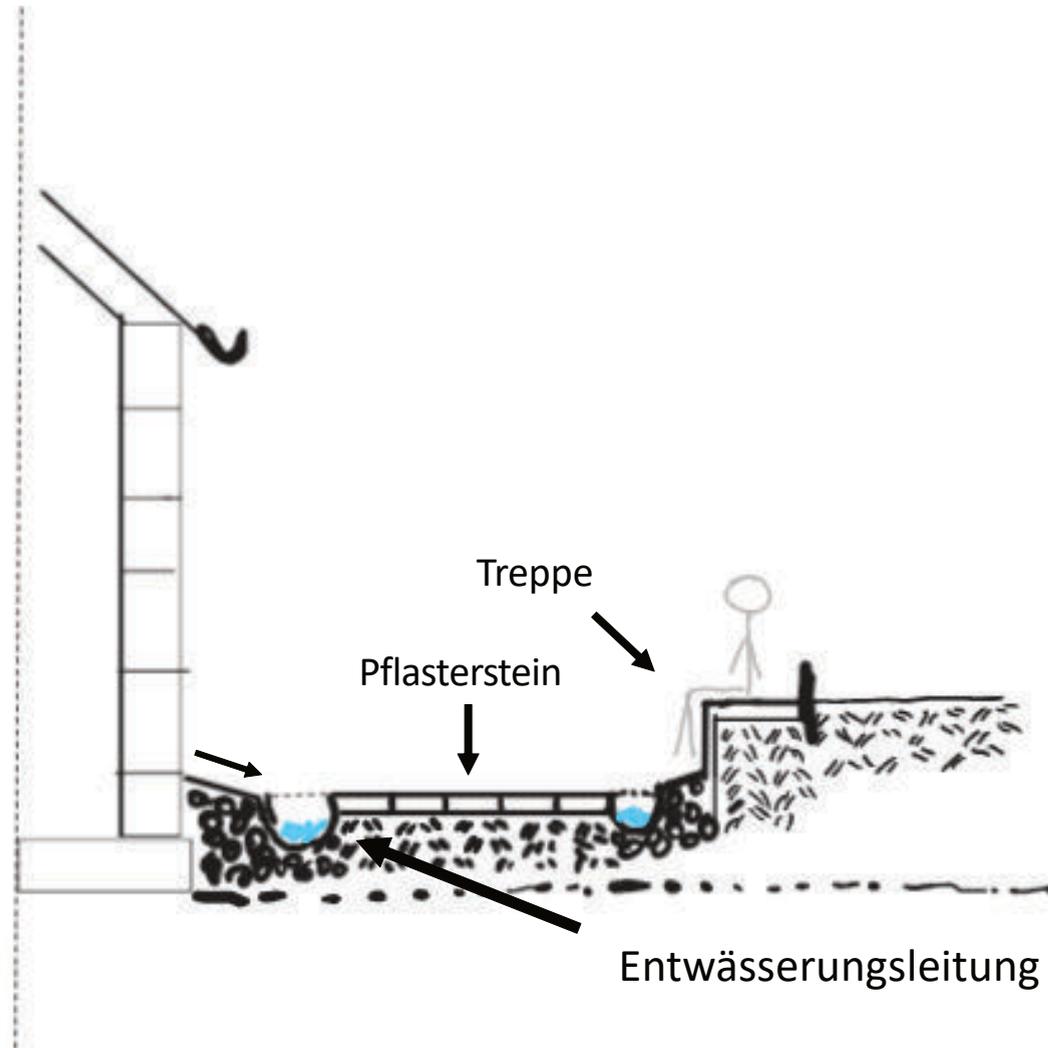
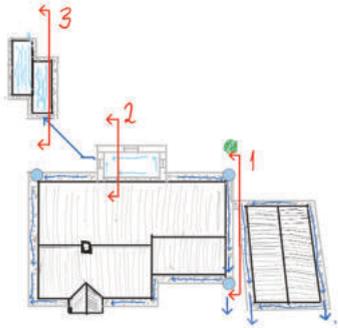


## Schnitt 1-1



Das Regenwasser wird über die Regenwasserrinne vom Dach und in den Wasserspeichertank geleitet. Das gesammelte Wasser kann für verschiedene Zwecke im Gebäude genutzt werden, zum Beispiel Toilettenspülung, Wäschen oder Duschen. Die Wassertanks sollten mit Leitungen ins Haus weitergeleitet werden.

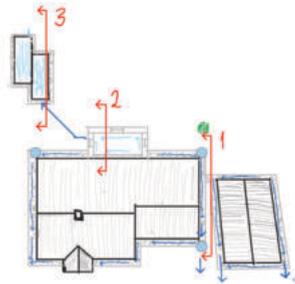
## Schnitt 2-2



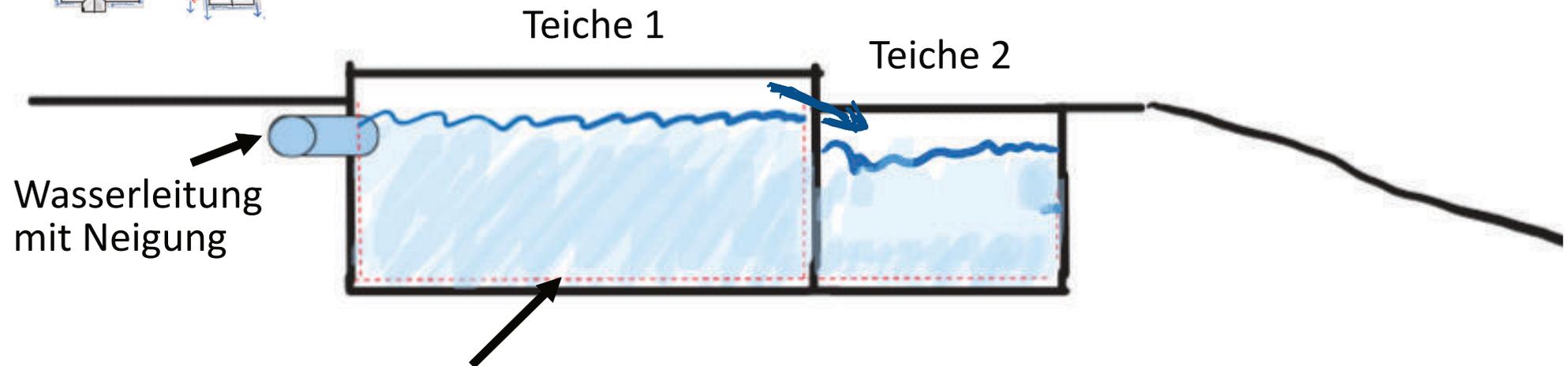
Am Eingang des Hauses befindet sich ein Loch. Wenn es regnet, füllt sich dieses mit Regenwasser, was ein Problem für das Gebäude darstellt. Derzeit gibt es an diesem Platz keine Entwässerungssystem, daher es ist dringend erforderlich, das Wasser dort zu entwässern. Um das Problem zu lösen, wird vorgeschlagen, eine Entwässerungsleitung um das Loch zu führen, um das Wasser in den Teich zu leiten. Für die Nutzung des Platzes wird der Bau einer Treppe vorgeschlagen, die als Sitzgelegenheit dienen kann.

\*Das Wassersystem soll geprüft werden

### Schnitt 3-3



Für mehr Wassersammlung sind zwei Teiche



Wasserleitung  
mit Neigung

Folie oder natürlicher Lehm  
zur Vermeidung von Infiltration

Wenn das Wasser in dem ersten Teich gesammelt wird, wird es von diesem in den zweiten Teich weitergeleitet und dann weiter an die versenkte Lage der Umgebung, um diese zu bewässern.

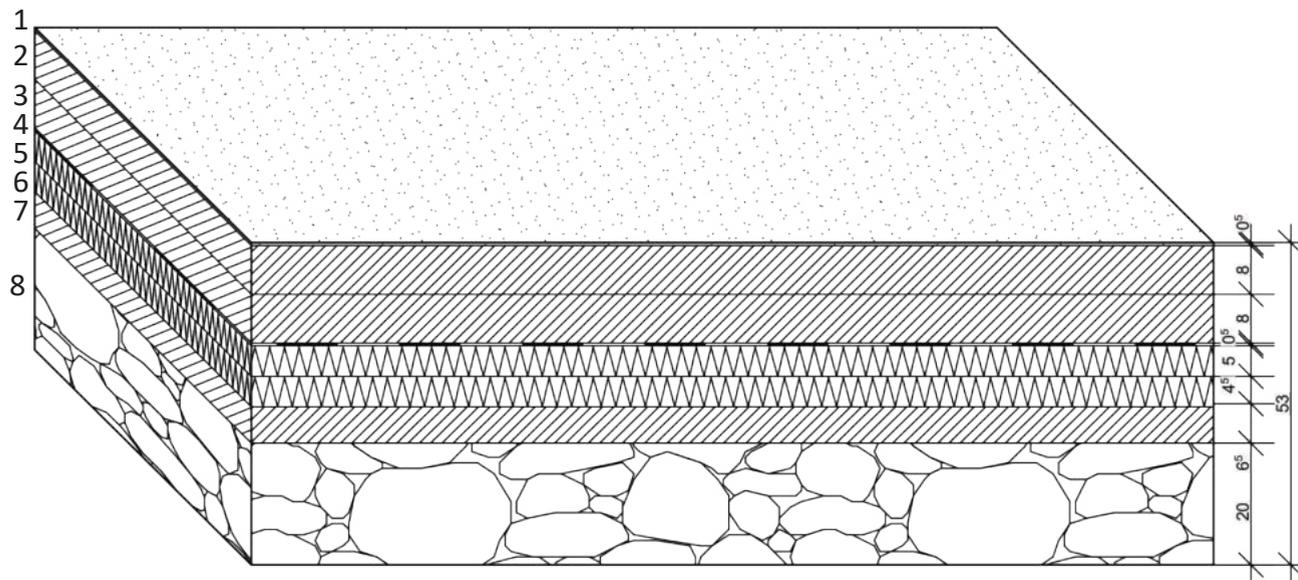
Der Teich sollte ein Versickerungssystem bieten, um die Qualität des Wassers zu verbessern



# IV. Bauteilaufbauten

Göbl Michael | Ganser Patrick

## Bodenkonstruktion Option 1

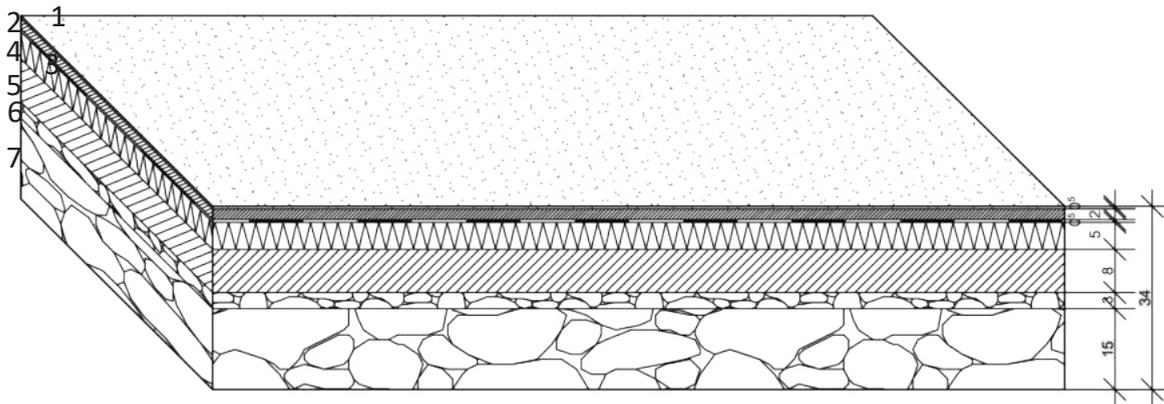


1. Leinölversiegelung
2. Stampflehm 80mm
3. Lehm-Kork-Trass Mischung 80mm
4. PE-Folie
5. Schilfdämmung 50mm
6. Schilfdämmung 50mm
7. Fetter Lehm 60mm
8. Kies 200mm

U-Wert:

0,240 W/m<sup>2</sup>K

# Bodenkonstruktion Option 2

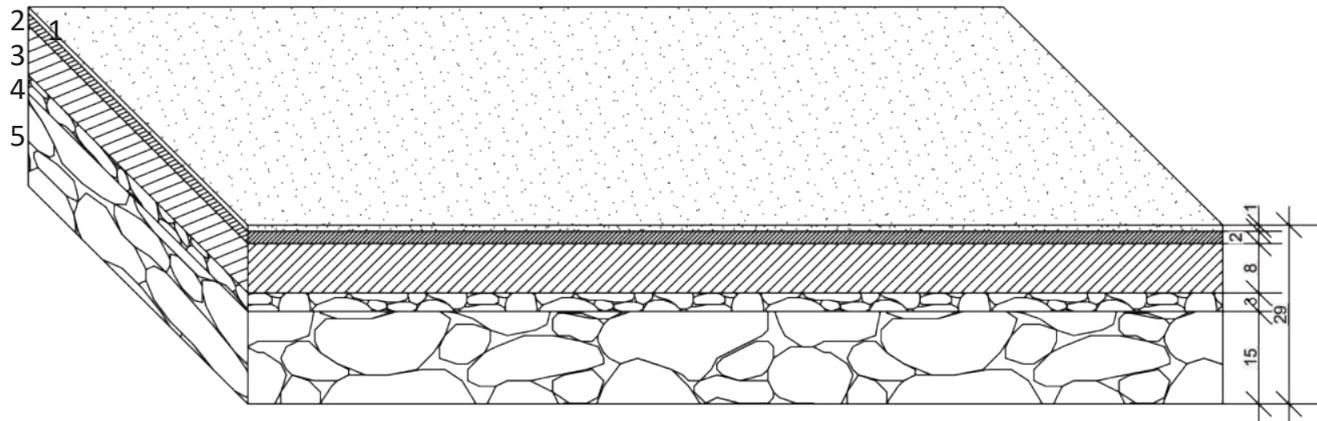


1. Leinölversiegelung
2. Lehmperdemistgemisch 20mm
3. PE-Folie
4. Schilfdämmung 50mm
5. Strohlehm 80mm
6. Feiner Kies 30mm
7. Grober Kies 150mm

U-Wert:

0,770 W/m<sup>2</sup>K

# Bodenkonstruktion Option 3

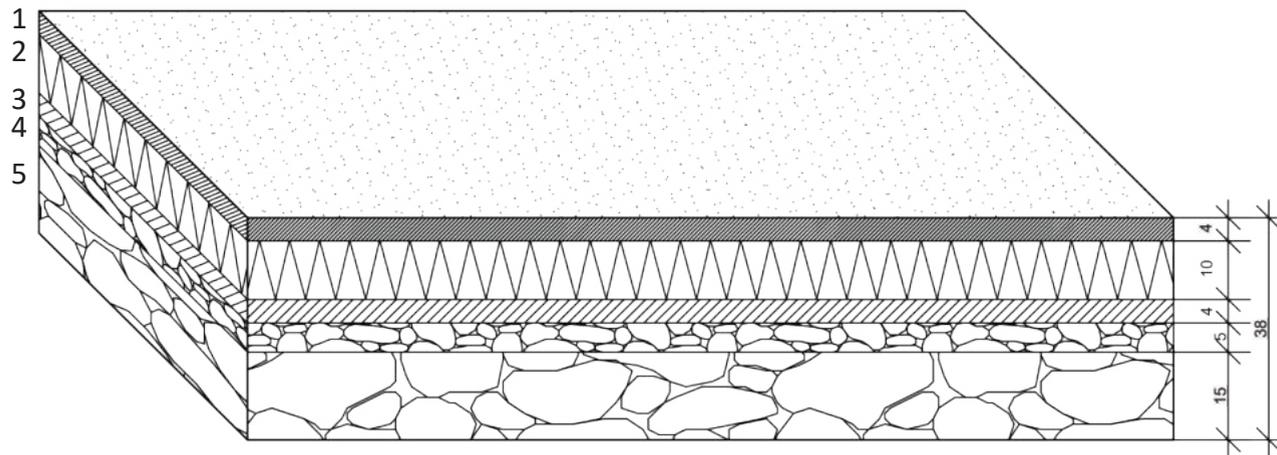


1. Leinölversiegelung
2. Lehmferdemistgemisch 20mm
3. Strohlehm 80mm
4. Feiner Kies 30mm
5. Grober Kies 150mm

U-Wert:

2,290 W/m<sup>2</sup>K

# Bodenkonstruktion Option 4



1. Lehm-Terrazzo 40mm
2. Strohlehm 100mm
3. Lehm-Ölabdichtung 40mm
4. Feiner Kies 30mm
5. Grober Kies 150mm

U-Wert:

0,520 W/m<sup>2</sup>K

# Außenwände

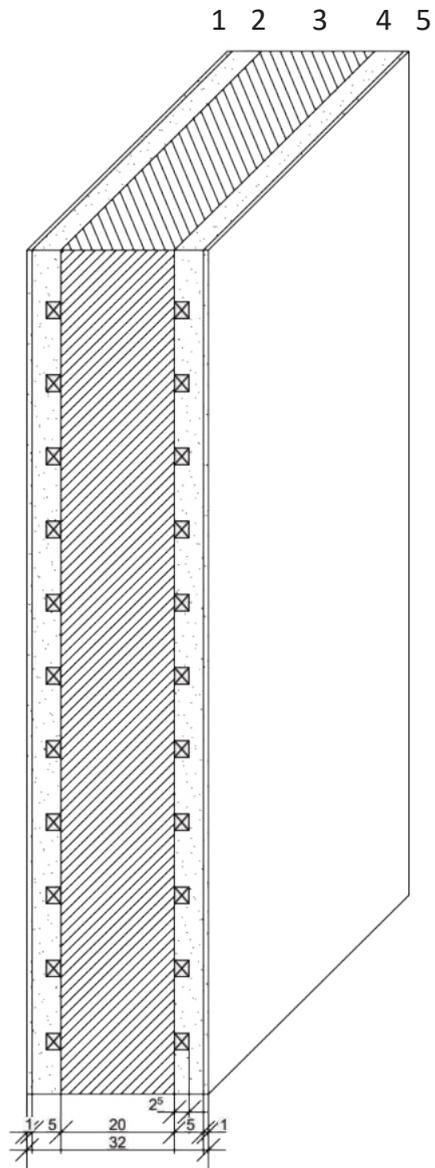
## Ausgangssituation

Die Außenwände der beiden bereits existierenden Häuser bestehen aus Blähton und Vollholz und geben die äußere Hülle und die Tragstruktur vor.

Wie auf den gezeigten Bildern schnell ersichtlich wird, wirken die Gebäude noch unfertig und benötigen weitere Sanierungsmaßnahmen um für ein besseres Raumklima und einen besseren Wärmedurchgangskoeffizienten zu sorgen.



# Wandkonstruktion Option 1

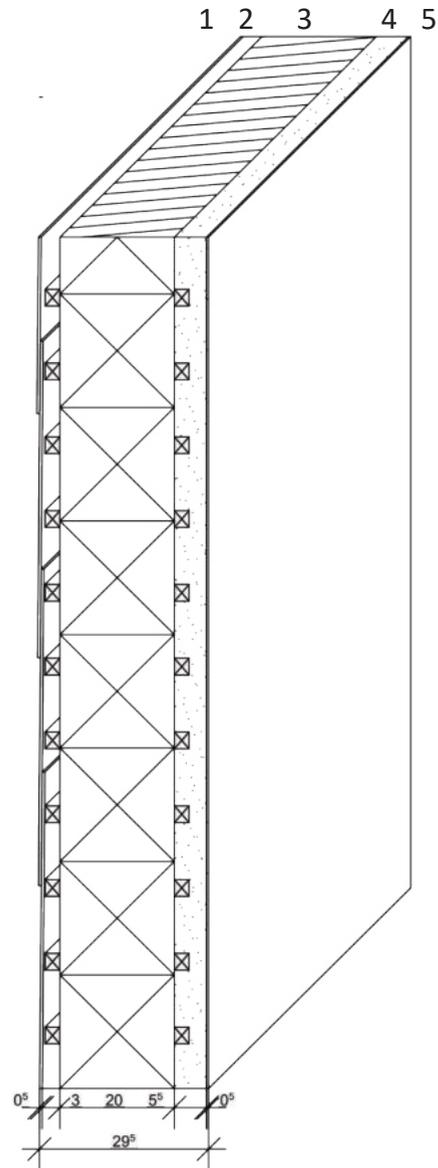


1. Pferdemist + Lehm + Wasser 10mm
2. Lehmstrohgemisch 50mm
3. Blähtonziegel 200mm
4. Strohlehm 50mm
5. Pferdemist + Lehm + Wasser 10mm

U-Wert:

0,437 W/m<sup>2</sup>K

# Wandkonstruktion Option 2

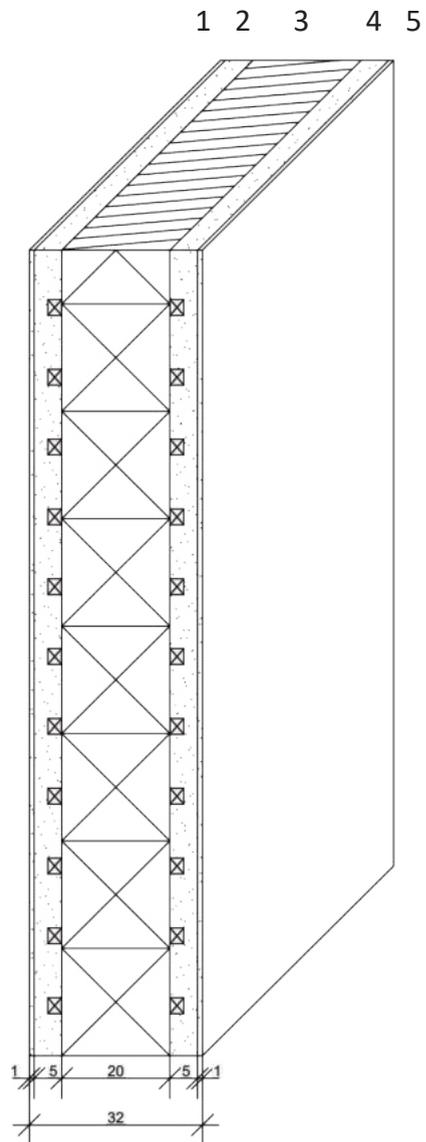


1. Holzschindel 5mm
2. Hinterlüftung 30mm
3. Vollholz 200mm
4. Strohlehm 50mm
5. Pferdemist + Lehm + Wasser 10mm

U-Wert:

0,426 W/m<sup>2</sup>K

# Wandkonstruktion Option 3

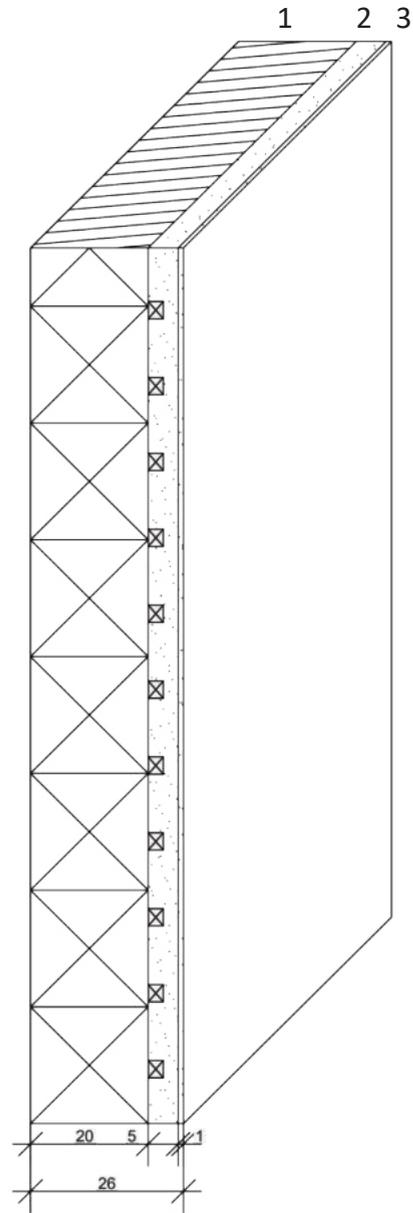


1. Pferdemist + Lehm + Wasser 10mm
2. Strohlehm 50mm
3. Vollholz 200mm
4. Strohlehm 50mm
5. Pferdemist + Lehm + Wasser 10mm

U-Wert:

0,420 W/m<sup>2</sup>K

# Wandkonstruktion Option 4

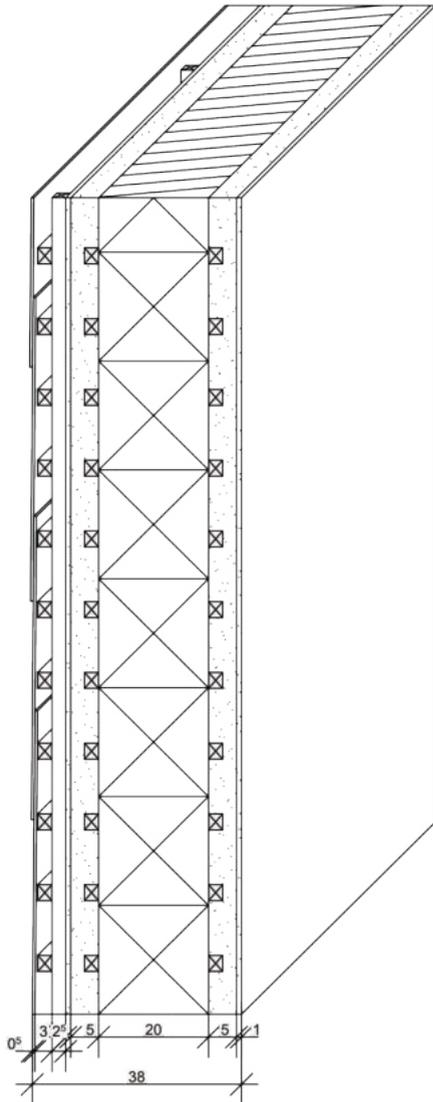


1. Vollholz200mm
2. Strohlehm 50mm
3. Pferdemist + Lehm + Wasser 10mm

U-Wert:

0,500 W/m<sup>2</sup>K

# Wandkonstruktion Option 5



1. Holzschindel 5mm
2. Hinterlüftung 50mm
3. Pferdemist + Lehm + Wasser 10mm
4. Strohlehm 50mm
5. Vollholz 200mm
6. Strohlehm 50mm
7. Pferdemist + Lehm + Wasser 10mm

U-Wert:  
0,420 W/m<sup>2</sup>K

# V. Dachkonstruktion

Nico Bosch | Manuel Marx | Dominik Amann

## Ausgangssituation

Das Dach des Seminarhauses besteht aus Holzschindeln, die im vergangenen Jahr geteert wurden. Hierdurch sollte eine dichte Dachhaut entstehen.

Wie auf dem Foto rechts zu sehen weist das bestehende Dach jedoch undichte Stellen auf, durch die Regenwasser in den Innenraum eindringt. Mögliche Ursachen hierfür sind u.A. nachträgliche thermische und hygroskopische Verformungen der Schindeln oder Verarbeitungsfehler. Zusätzlich ist es bei niedrigen Dachneigungen wie bei der bestehenden, etwa 30° geneigten nördlichen Dachfläche üblich, eine dritte Schicht Schindeln hinzuzufügen.

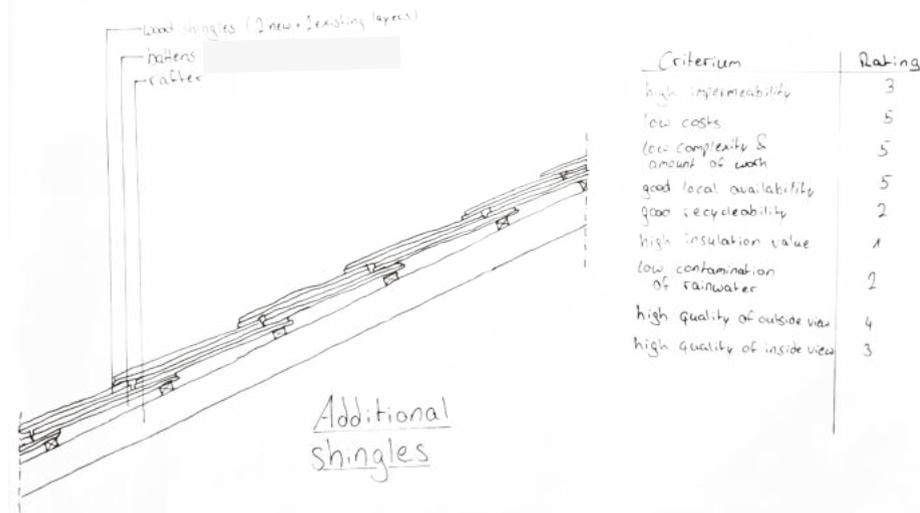
Da die dritte Schicht nicht realisiert wurde, das Regenwasser genutzt werden soll und idealerweise zusätzlich ein gewisses Maß an Wärmeschutz erreicht werden soll, machten wir uns Gedanken zu verschiedenen Optionen mit dem Dach umzugehen.



## Zusätzliche Schindeln

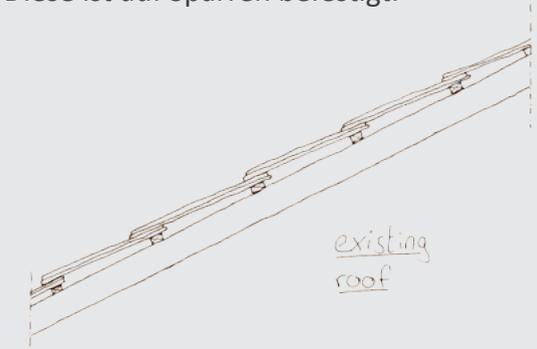
Als einfachste und kostengünstigste Variante schlagen wir zusätzliche Schindeln auf der Dachhaut vor. Hierzu werden Undichtheiten bestmöglich ausgebessert und durch eine dritte Schindel-schicht ergänzt.

Nachteile sind hier insbesondere der fehlende Wärmeschutz und die Unsicherheit, ob die nachgebesserte Konstruktion langfristig ihre Dichtheit beibehält.



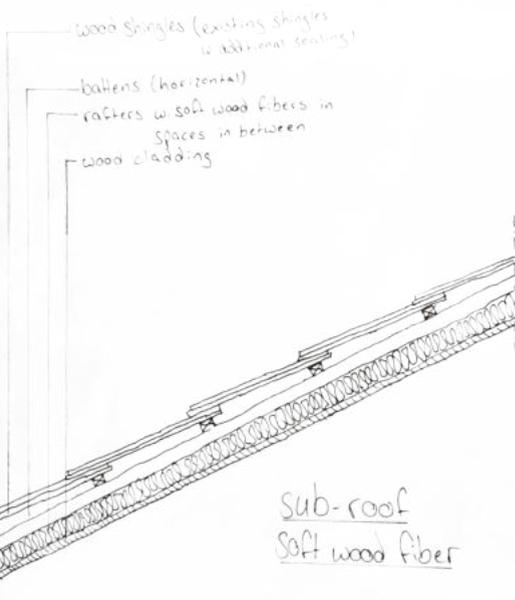
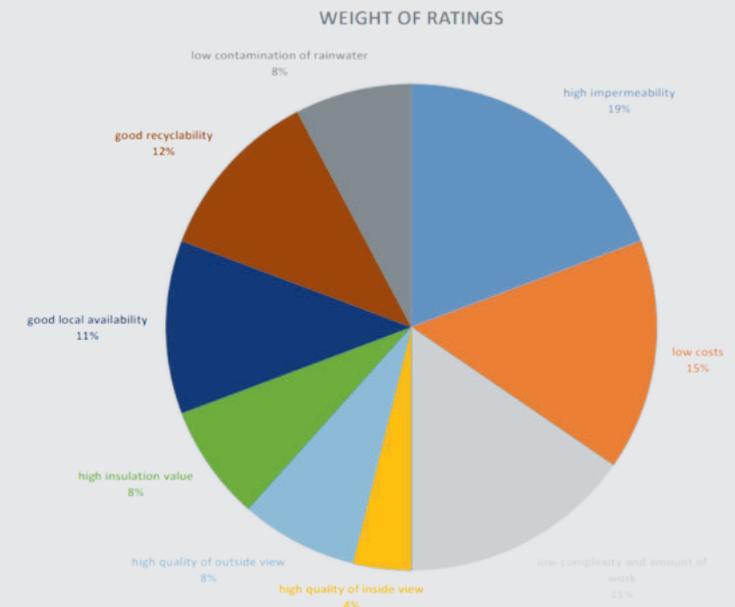
## Bestehendes Dach

Die geteerten Schindeln liegen 2-lagig auf der Lattung auf. Diese ist auf Sparren befestigt.



## Bewertungskriterien

Um die verschiedenen Varianten bewerten zu können verwendeten wir 9 verschiedene, gewichtete Kriterien. Für jedes Kriterium bewerteten wir die einzelnen Varianten von 1 (wenig Übereinstimmung) bis 5 (sehr hohe Übereinstimmung)

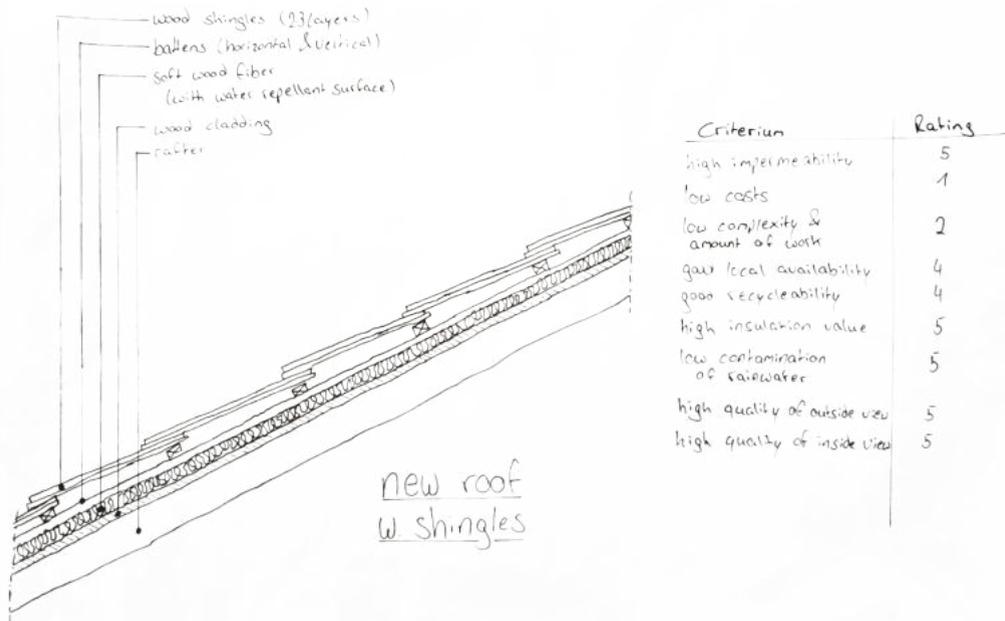


Criterion	Rating
high impermeability	1
low costs	4
low complexity & amount of work	2
good local availability	1
good recyclability	3
high insulation value	3
low contamination of rainwater	1
high quality of outside view	3
high quality of inside view	3

## Zweite wasserführende Ebene auf Holzweichfaser

Um eine wärmedämmende Wirkung zu erzielen, gleichzeitig aber die bestehende Dachhaut beizubehalten, ließe sich zwischen den Sparren eine beschichtete Holzweichfaserplatte einbringen, die als wasserführende Ebene dient.

Hier sehen wir jedoch ein großes Risiko, dass eindringendes Wasser zu lange in der hinterlüftenden Ebene verbleibt, die Sparren durchfeuchtet und damit deren Tragfähigkeit gefährdet.



## Neuer Schindeldachaufbau auf bestehenden Sparren

Bei einem neuen Dachaufbau schlagen wir vor, die traditionelle Deckung mit Holzschindeln wiederherzustellen. Da die bestehenden Schindeln sich aller Wahrscheinlichkeit nach nicht wiederverwenden lassen, bietet es sich an, die neue Deckung 3-lagig und teerfrei umzusetzen. Für langlebige Dichtheit der Dachhaut ist die Verwendung thermo- oder Leinöl-behandelter Schindeln denkbar.

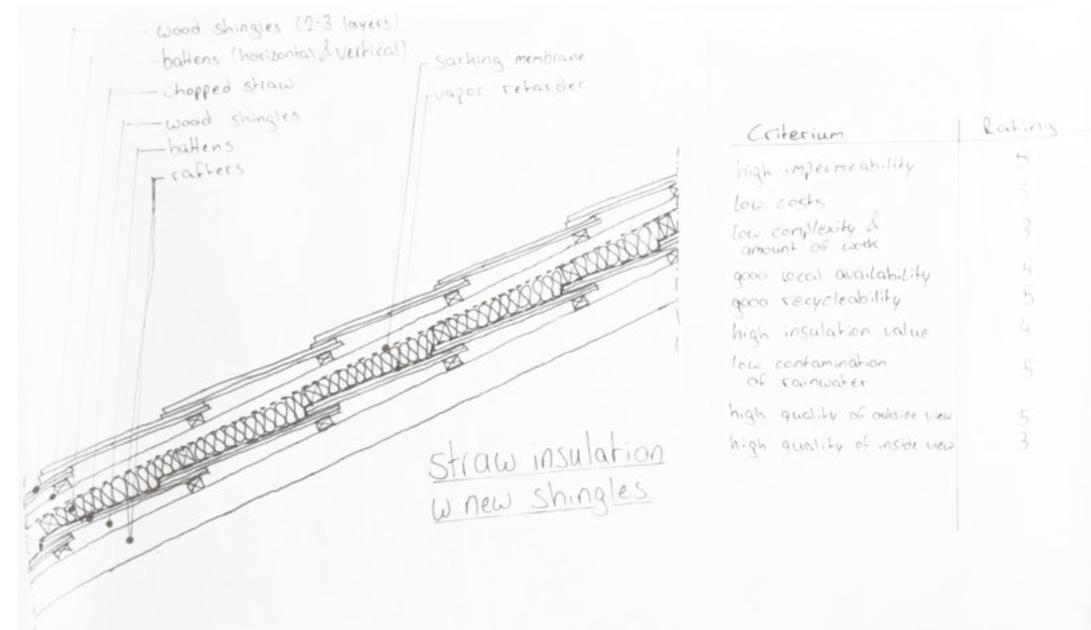
Darunter besteht die nebenstehende Konstruktion (von oben nach unten) aus Lattung und Konterlattung, wasserführender Holzweichfaserdämmplatten und einer Holzverschalung als Untersicht.

Vorteile sind die hohe Flexibilität und Gestaltungsfreiheit, Nachteile u.A. der hohe Aufwand und der notwendige Abbruch der vorhandenen Dachhaut.

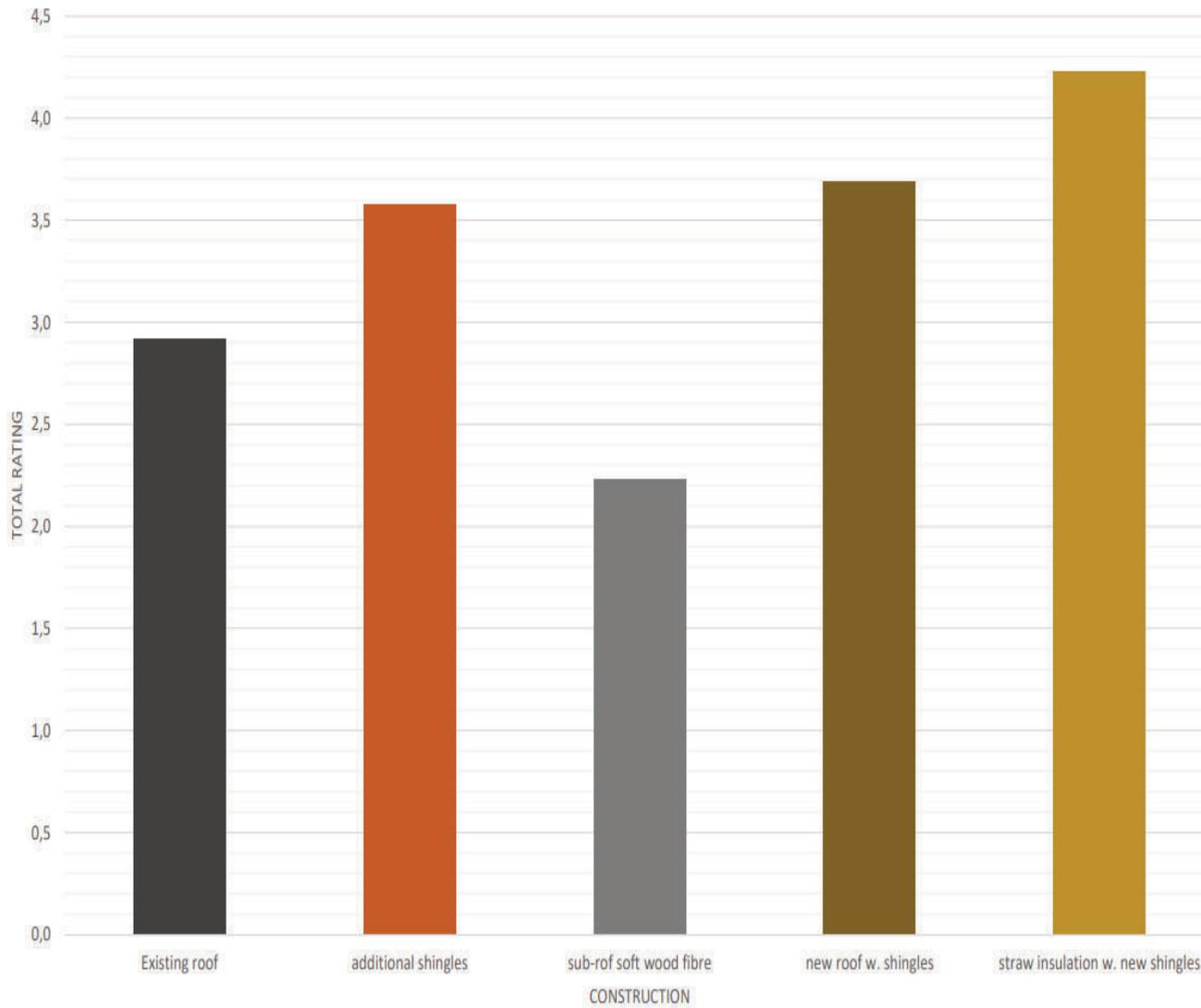
## Dachaufbau mit Strohdämmung und neuen Schindeln

Als Kombination vom Erhalt des Bestands, der Verwendung lokal verfügbarer Materialien, verbessertem Wärmeschutz und traditionellem Handwerk ist es möglich, auf die bestehenden Schindeln weitere Schichten aufzubringen.

Diese Variante erhält die vorhandenen Schindeln als Untersicht, nicht jedoch als wasserführende Ebene. Darauf aufbauend befinden sich eine Dampfbremse, eine zwischen Latten eingebrachte Dämmung aus Stroh, eine Unterdeckbahn, Lattung und idealerweise drei Schichten Holzschindeln. Auch hier sind Thermoholz, Leinöl oder eine andere nachhaltige Behandlung des Holzes denkbar.



## value-benefit analysis



## Nutzwertanalyse

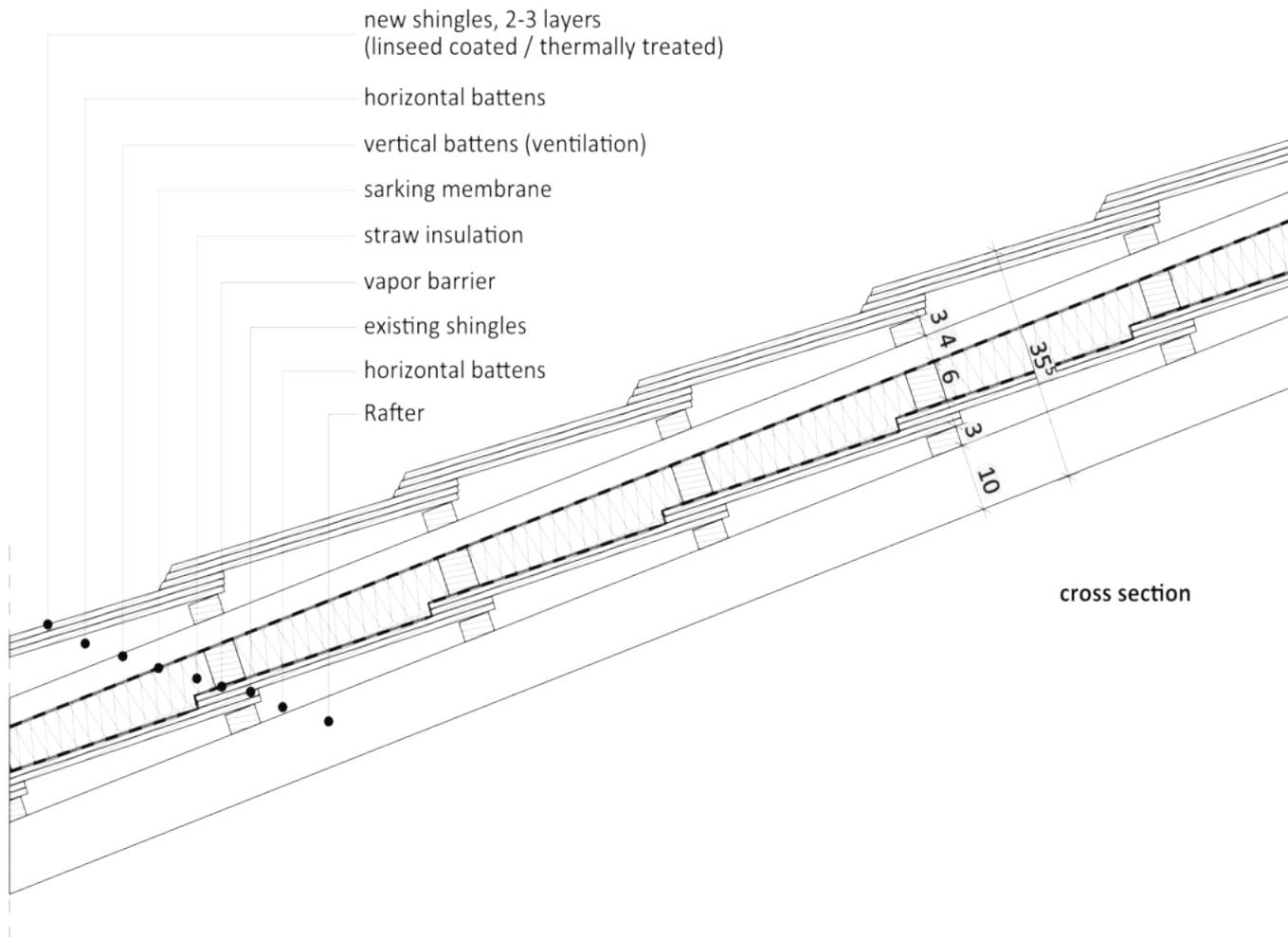
Für die verschiedenen Varianten führten wir eine Nutzwertanalyse durch, indem wir für die einzelnen Kriterien jeweils eine Wertung vergaben. Die Gewichtungen und Wertungen sind unten zusammengefasst dargestellt.

Das Ergebnis der Analyse zeigt, dass sich der Dachaufbau mit Strohdämmung und neuen Schindeln bei den festgelegten Parametern am besten eignet, da sie unter den verglichenen Varianten die höchste Gesamtwertung erzielt.

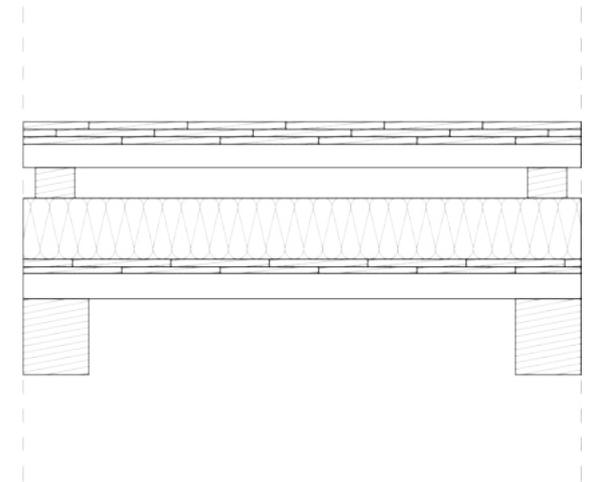
### Zusammenfassung Gewichtungen und Wertungen

Criterion	Rating		Existing Roof	Additional shingles	Sub-roof soft wood fibre	new roof with shingles	straw insulat w. new shingles
	1-5	%					
high impermeability	5	19	1	3	1	5	5
low cost	4	15	5	5	4	1	3
low complexity and amount of work	4	15	5	5	2	2	3
good local availability	3	12	5	3	3	5	3
good recyclability	3	12	1	4	3	5	5
high insulation value	2	8	1	1	3	5	4
low contamination of rain water	2	8	1	5	1	4	5
high quality of outside view	2	8	3	2	3	4	5
high quality of inside view	1	4	3	2	1	5	5
(weighted) sum	26	100	2,9	3,6	2,2	3,7	<u>4,2</u>
5 = very important / true 1 = not important / false							

## Vorgeschlagene Dachkonstruktion: Strohdämmung und neue Schindeln

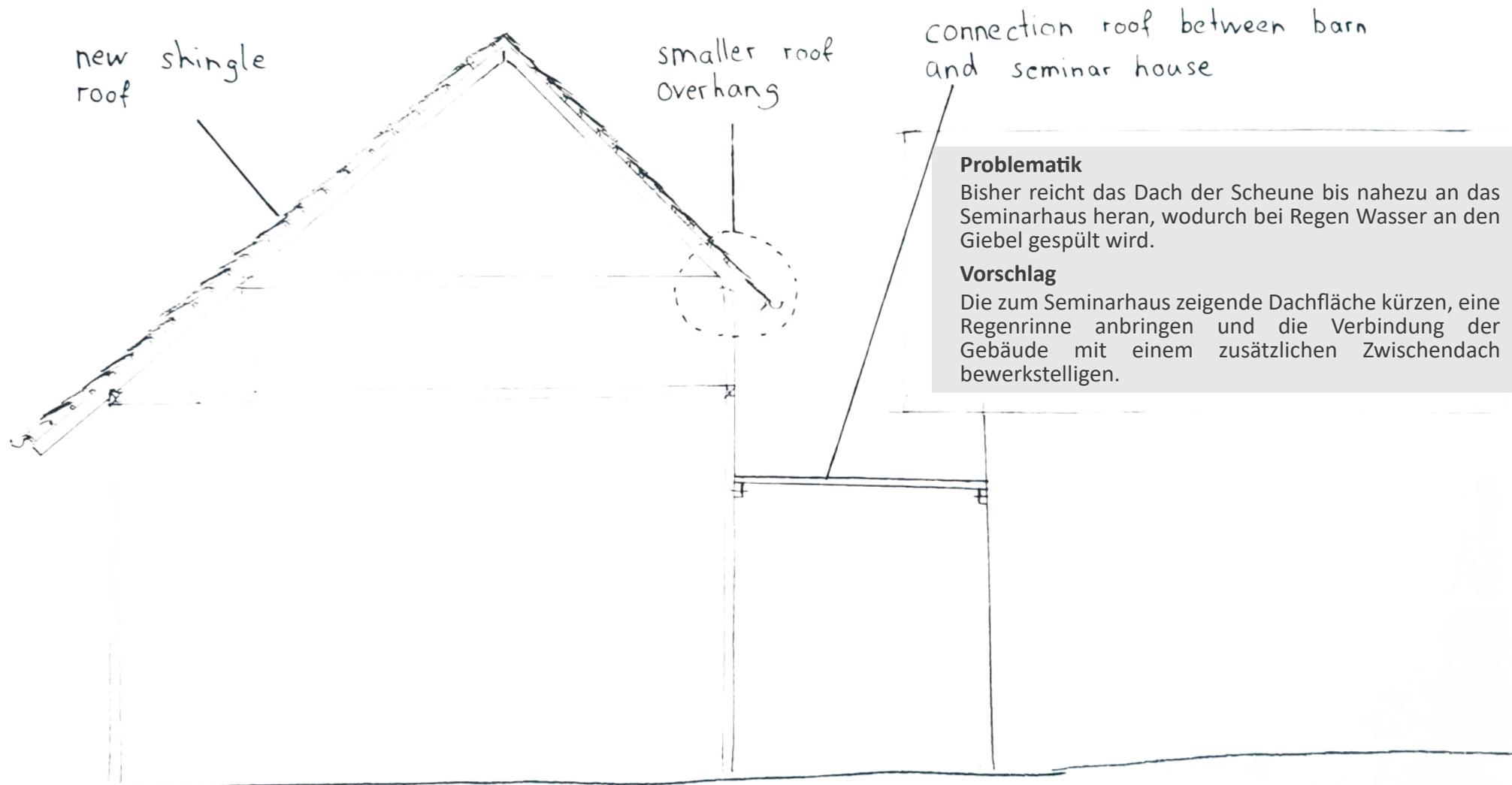


cross section



longitudinal section

# Anschluss des Seminarhauses an die Scheune



## Problematik

Bisher reicht das Dach der Scheune bis nahezu an das Seminarhaus heran, wodurch bei Regen Wasser an den Giebel gespült wird.

## Vorschlag

Die zum Seminarhaus zeigende Dachfläche kürzen, eine Regenrinne anbringen und die Verbindung der Gebäude mit einem zusätzlichen Zwischendach bewerkstelligen.

# VI. Energiekonzept und Simulation

Alicia Jahn | Lea Neubrech | Samer Bahayeh

Für die energetische Bewertung der verschiedenen ausgearbeiteten Konstruktionen wurde das Simulationsprogramm IDA ICE 4.8 verwendet, um den Endenergiebedarf und die Anzahl der Übergradtemperaturstunden im Jahr zu berechnen.

Der Endenergiebedarf ermöglicht eine Einschätzung der Gebäudedichtigkeit und des Energieverbrauchs. Angesichts der vorrangigen Nutzung des Bukowina Hauses im Sommer wurde der Zeitraum von Anfang April bis Ende September als Nutzungszeitraum festgelegt.

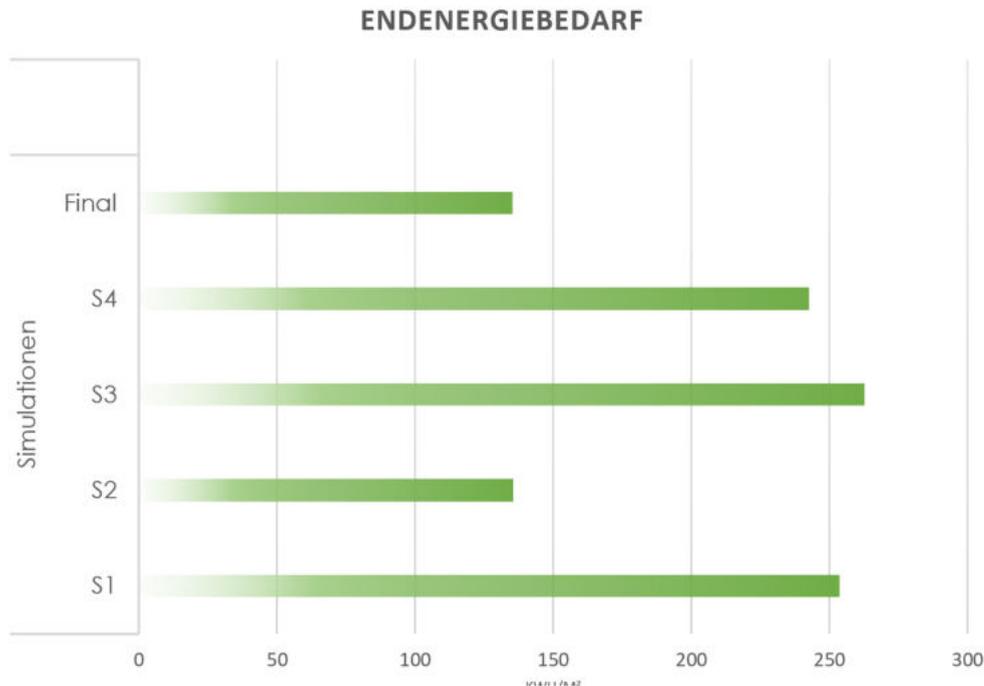
Um eine Überhitzung des Gebäudes zu verhindern, wurden die Übergradtemperaturstunden für jede Simulation basierend auf den Normwerten für ein Nichtwohngebäude von 500 Stunden pro Jahr gemäß DIN 4108-2 berechnet.

Anschließend wurde die Größe der Fenster mithilfe einer Tageslichtsimulation bewertet, und es wurden Möglichkeiten zur Verbesserung untersucht.

Um Klimaneutralität zu erreichen, muss das Gebäude genügend Energie erzeugen, um seinen eigenen Bedarf zu decken. Dank der großzügigen Dachfläche steht eine erhebliche Photovoltaik-Fläche zur Verfügung, um den Strombedarf des Gebäudes zu decken.



## VII.II. Energiesimulation der Konstruktionskombinationen



**Simulation I:** Außenwand V. I + V. II = Endenergiebedarf 253,6 kWh/m<sup>2</sup>  
 Dachaufbau V. I = Übergradtempst. 180 h/a  
 Bodenplatte V. IV

**Simulation II:** Außenwand V. III + V. I = Endenergiebedarf 135,5 kWh/m<sup>2</sup>  
 Dachaufbau V. II = Übergradtempst. 100,6 h/a  
 Bodenplatte V. III

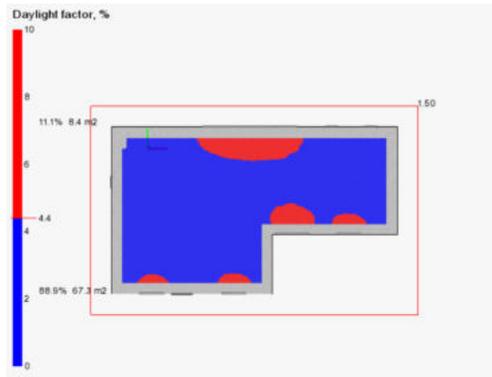
**Simulation III:** Außenwand V. I + V. IV = Endenergiebedarf 262,7 kWh/m<sup>2</sup>  
 Dachaufbau V. III = Übergradtempst. 210,2 h/a  
 Bodenplatte V. II

**Simulation IV:** Außenwand V. I + V. V = Endenergiebedarf 242,5 kWh/m<sup>2</sup>  
 Dachaufbau V. I = Übergradtempst. 123,3 h/a  
 Bodenplatte V. I

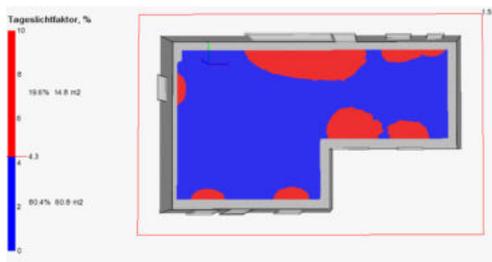
**Simulation V:** Außenwand V. I + V. III = Endenergiebedarf 135,1 kWh/m<sup>2</sup>  
 Dachaufbau V. I = Übergradtempst. 135,9 h/a  
 Bodenplatte V. IV = Finale Konstruktion

Die energetische Simulation hat ergeben, dass Variante V die besten Ergebnisse liefert und daher für den weiteren Baufortschritt empfohlen wird.

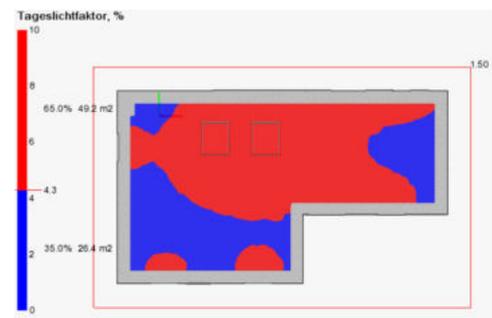
## VII.II. Tageslichtsimulation



- Die Menge an natürlichem Tageslicht, die in das Innere eines Gebäudes gelangt.
- Verhältnis der Innenbeleuchtungsstärke zur Außenbeleuchtungsstärke bei bedecktem Himmel.
- Wird als Prozentsatz oder Dezimalwert ausgedrückt (z. B. 2% oder 0,02).
- Architekten verwenden ihn, um Entwürfe für eine bessere natürliche Beleuchtung zu optimieren.
- Wird beeinflusst durch Fenstergröße, Ausrichtung, Hindernisse und Oberflächenreflexion.
- Variiert je nach Sonnenposition und Wetterbedingungen. Sonnenabschirmung ist nicht erforderlich, da das Gebäude im Sommer nicht überhitzt.



- Optimierung der kleinen Fenster von 0,6 x 0,6 m auf 1,2 x 1,0

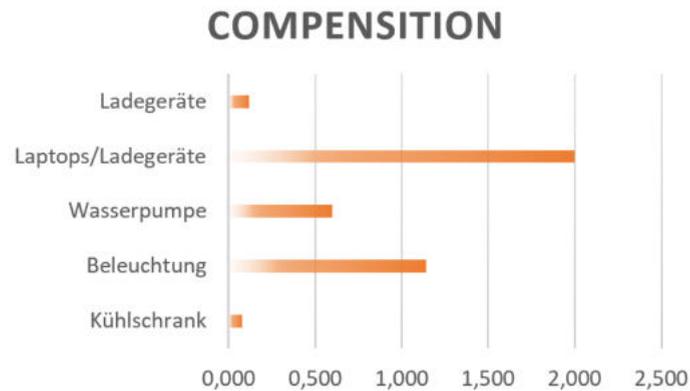
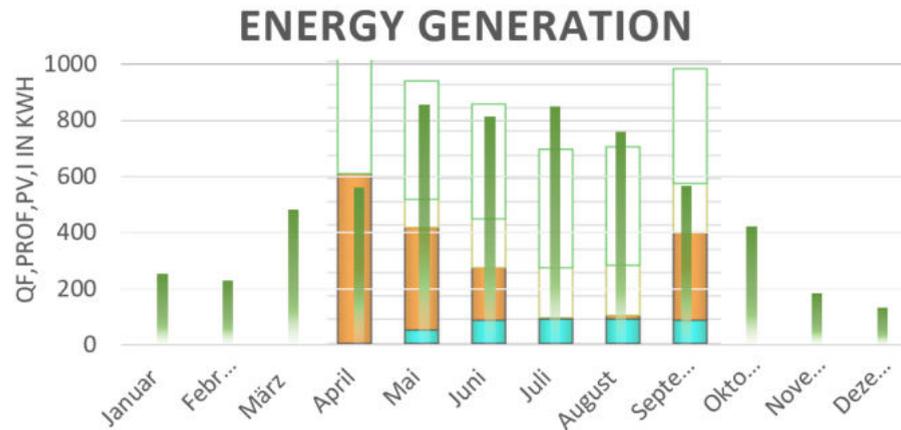


- Optimierung durch Dachfenster

## VII.III. Mögliche Energieerzeuger

- **Windkraftanlagen:** für Eigenverbrauch: Kleinere Windturbinen können auf dem Grundstück eines Hauses installiert werden, um Windenergie für den Eigenverbrauch zu erzeugen.
- **Solaranlagen:** Photovoltaik-Solaranlagen auf dem Dach eines Hauses wandeln Sonnenlicht in elektrische Energie um. Diese Energie kann entweder im Haus verwendet oder in das öffentliche Stromnetz eingespeist werden.
- **Geothermalkraftwerk:** Geothermalkraftwerke nutzen die Wärme aus dem Erdinneren, um Dampf zu erzeugen, der Turbinen antreibt und elektrische Energie erzeugt.
- **Solarthermische Anlagen:** Solarthermische Anlagen nutzen Sonnenenergie, um Wasser oder Luft zu erwärmen, das dann zur Beheizung von Räumen oder zur Bereitstellung von Warmwasser verwendet wird.
- **Geothermische Wärmepumpen:** Geothermische Wärmepumpen nutzen die konstante Temperatur unter der Erdoberfläche, um Wärme für Heizzwecke im Winter und Kühlung im Sommer bereitzustellen.
- **Thermoelektrische Generatoren:** Diese Generatoren wandeln Temperaturunterschiede in elektrische Energie um und können beispielsweise in Kaminen oder Öfen verwendet werden.
- **Dachwindkraftanlagen:** Diese kleinen Windturbinen können auf Dächern installiert werden und Windenergie für den Eigenbedarf erzeugen.

## VII.IV. Klimaneutralität



Während der Sommermonate wird vermehrt Strom durch den Einsatz von Photovoltaikanlagen erzeugt.

Dies ermöglicht es dem Haus, von April bis September vollständig klimaneutral zu sein.

In den Wintermonaten wird überschüssiger Strom in einem Akkuspeicher gespeichert und abends zur Deckung des Energiebedarfs genutzt.

Dies gewährleistet die Energieversorgung von häufig verwendeten Geräten wie Ladegeräten, Laptops und Beleuchtung für mindestens drei Tage.

Auf diese Weise kann das Haus das ganze Jahr über umweltfreundlich und klimaneutral betrieben werden.

# VII. Nachhaltigkeit

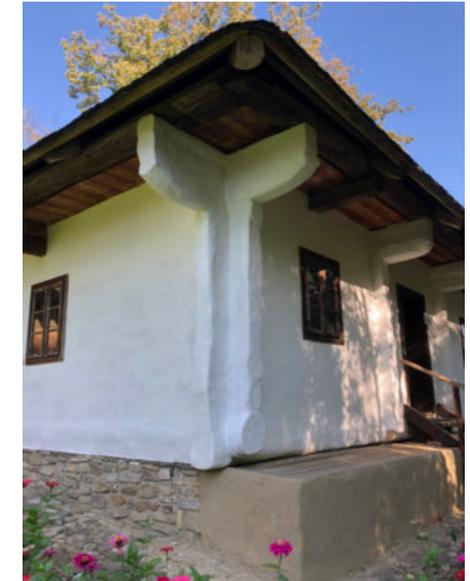
Sabina Marhao

Gebäude sind ein zentraler Bestandteil unserer Lebens. Wir verbringen etwa 90 % unserer Zeit in Gebäuden. Die Menschen sind auf sie angewiesen, um zu überleben, und ihr Bau und Betrieb hängt von den endlichen Ressourcen der Welt ab.

Der Begriff Nachhaltigkeit beschreibt komplexe Methoden, die nicht nur ökologisch motiviert sind, sondern simultan auch ökonomische und soziale Dimensionen umfassen. Eine nachhaltige Entwicklung bedeutet einen Veränderungsprozess, bei dem der Einsatz von Ressourcen vorteilhaft für die gegenwärtige Generation ist, solange er das Erbe, das den zukünftigen Generationen hinterlassen wird, nicht beeinträchtigt. Ein relevantes Beispiel für die Umsetzung dieser Idee stellt die Hinterlassenschaft unserer Vorfahren in Form traditioneller Konstruktionen dar.

Die autochtone Bukowina-Architektur schildert die Synergie zwischen Ort, Raum, Konstruktion und Material. Sie stellt einen Erfahrungsschatz dar, wie mit handwerklicher Sorgfalt an einem Standort ressourcensparend und klimaangepasst gebaut werden kann, wobei gleichzeitig die lokale Identität berücksichtigt wird und eine Zukunftsfähigkeit gegeben ist.

Klimagerechtigkeit ist ein Thema, das sich nicht auf ein bestimmtes Land oder bestimmte Region beschränkt. Sie überschreitet alle Grenzen und betrifft die gesamte Menschheit.



## VII.I. Nachhaltigkeitsstrategien



Bildquelle: [www.buildpass.co.uk](http://www.buildpass.co.uk)

### Niedriger Energiebedarf durch Wärmedämmung

Die Wärmedämmung ist eine der wichtigsten Maßnahmen für nachhaltiges Bauen. Sie trägt dazu bei, den Energieverbrauch für Heizung und Kühlung zu senken und so die Umweltbelastung zu verringern. Bei der Wärmedämmung werden Materialien verwendet, die Wärme schlecht leiten. Dies verhindert, dass Wärme aus dem Gebäude entweicht oder in das Gebäude eindringt. Diese Eigenschaft wird durch den U-Wert beschrieben. Je niedriger der U-Wert ist, desto weniger Wärme geht durch einen Bauteil verloren.

### Ökologische Materialien

Ökologische Materialien sind Baustoffe, die aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt werden oder die bei ihrer Herstellung und Entsorgung keine Umweltbelastungen verursachen. Zu den ökologischen Materialien gehören Holz, Lehm, Stroh und Hanf. Eine Möglichkeit, die Ökologie eines Materials zu beschreiben, ist der GWP-Wert. Der GWP-Wert, auch Treibhauspotenzial genannt, ist eine Maßeinheit für die globale Erwärmung, die einen Baustoff verursacht. Er wird in CO<sub>2</sub>-Äqv. angegeben.

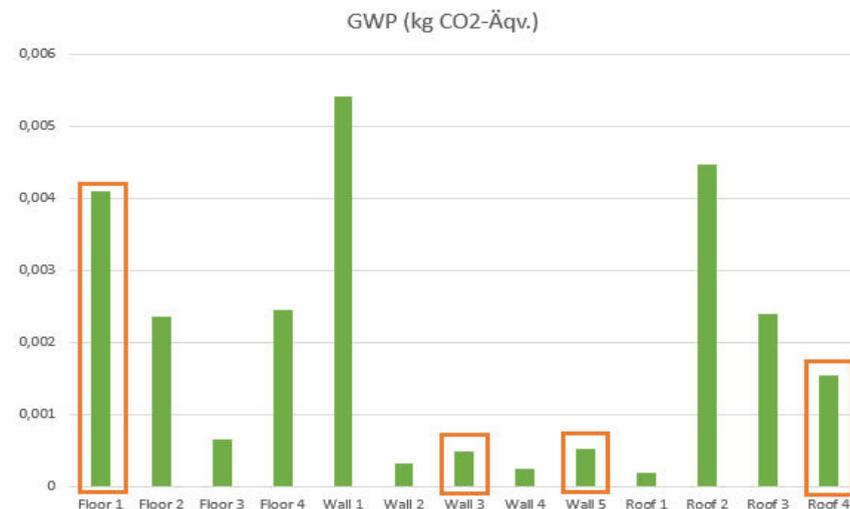
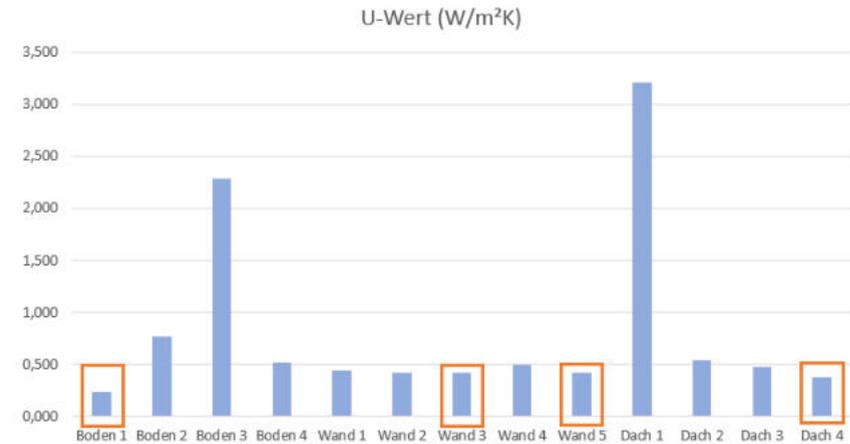
## VII.II. GWP und U-Werte

### U-Wert

Das Balkendiagramm vergleicht die U-Werte der vorgeschlagenen Bauteile. Ziel der Untersuchung ist es, die Bauteile zu finden, die sowohl einen guten Wärmeschutz als auch ein niedriges Treibhauspotenzial gewährleisten. Die U-Wert-Berechnung ergab, dass die Bauteile „Boden 1“, „Wand 3“, „Wand 4“ und „Dach 4“ die niedrigsten Transmissionswärmeverluste aufweisen.

### Global Warming Potential

Die GWP-Berechnung zeigt, dass die Bauteile mit den besten U-Werten gleichzeitig sehr gute Ergebnisse in Bezug auf ihr Treibhauspotenzial haben. Die Komplexität und die Mehrschichtigkeit des Bodenaufbaus haben dazu geführt, dass der Bauteil „Boden 1“ den höchsten GWP-Wert seiner Kategorie aufweist. Die Bauteile „Wand 3“, „Wand 5“ und „Dach 4“ zeigen sehr gute Ergebnisse sowohl aus energetischer als auch ökologischer Sicht. Als natürliches Baumaterial weist den Stroh-Lehm-Putz gute Dämmeigenschaften auf, ohne dass die dabei verwendeten Baustoffe die Umwelt beeinträchtigen. Die Strohdämmung des Daches ist ebenfalls ein gutes ökologisches Dämmmaterial.



## VII.II. Fazit

Hohe U-Werte



Niedriges GWP in der Konstruktion, aber hohes GWP in der Nutzungsphase

Gute Wärmedämmung



Niedriger Energieverbrauch in der Nutzungsphase

**Wärmedämmung spart Emissionen, Energie und Kosten!**

**Der Einsatz erneuerbarer Baustoffe bedeutet ein geringeres Treibhauspotenzial!**



# ASTA ESTE

