

Abschlussbericht zum Forschungsprojekt

Wertewandel am Berg

Entwicklung und Umsetzung von nachhaltigen und zirkulären Schutzhütten in den Alpen

Gefördert durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt
Förderkennzeichen: 39237/01-25

Bewilligungsempfänger

Deutscher Alpenverein e.V.
Bundesgeschäftsstelle
Ressort Hütten und Wege
Anni-Albers-Straße 7
80807 München

Kooperationspartner + Autoren

Deutscher Alpenverein e.V., Ressort Hütten + Wege, München
Sabine Fleischmann, M.Sc.+ Dipl.-Ing. (FH) Robert Kolbitsch Architekt + Dipl.-Ing. (Univ.) Xaver Wankerl Architekt

R ' TUR Anne Carina Völkel Marco Krechel Architekten Part mbB, München
Anne Carina Völkel, M.Arch. Architektin + Marco Krechel, M.Sc. Architekt

Technische Universität München, Lehrstuhl für Holzbau und Baukonstruktion, München
Christine Hani, M.Sc.

Transsolar Energietechnik GmbH, München
Markus Krauß, M.Eng. + Thomas Slater, M.Sc.

BIGA GmbH, Waltenhofen
Prof. Dr.-Ing. Patrik Aondio

BrandSCHUTZENGELE GmbH, Planegg
Dr.-Ing. Thomas Engel

Sektion Hochland des Deutschen Alpenvereins, München

Unterauftragnehmende

Katja Römer: Kommunikationsdesign, München

Zitiervorschlag

Deutscher Alpenverein (DAV): Wertewandel am Berg. Abschlussbericht zum DBU-Forschungsvorhaben, gefördert durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU), München 2025.

München, 22.05.2025



Der DAV-Bundesverband möchte allen Projektpartner*innen für ihre wertvolle fachliche Unterstützung und engagierte Zusammenarbeit danken. Ein besonderer Dank gilt der Deutschen Bundesstiftung Umwelt für die großzügige Förderung des Vorhabens.

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|------|
| Inhaltsverzeichnis..... | i |
| Abbildungsverzeichnis | ii |
| Tabellenverzeichnis | iii |
| Begriffe und Abkürzungen..... | iv |
| Zusammenfassung..... | viii |
| 1. Einleitung..... | 1 |
| 2. Hauptteil | 5 |
| 2.1 Arbeitspakete 1-4 Grundlagen und Iteration..... | 5 |
| 2.1.1 Arbeitsschritte und methodisches Vorgehen | 5 |
| 2.1.2 Ergebnisse | 7 |
| 2.1.3 Diskussion der Grundlagen und des Iterationsprozesses | 40 |
| 2.2 Arbeitspaket 5 Leitfaden | 42 |
| 2.2.1 Arbeitsschritte und Methode..... | 42 |
| 2.2.2 Ergebnisse | 42 |
| 2.2.3 Diskussion | 43 |
| 2.3 Arbeitspaket 6 Partizipation | 45 |
| 2.3.1 Arbeitsschritte und Methode..... | 45 |
| 2.3.2 Ergebnisse | 46 |
| 2.3.3 Diskussion | 48 |
| 2.3.4 Verbreitung | 48 |
| 3. Fazit..... | 50 |
| Literaturverzeichnis | 52 |
| Anhang..... | 55 |
| A Leitfaden..... | 55 |
| B Projektbeschreibung Hochlandhütte..... | 56 |
| C Bauteilkatalog..... | 59 |
| D Ökobilanz | 60 |
| E Kreislauffähigkeit | 67 |
| F Baustoffliste | 72 |
| G Behaglichkeit..... | 73 |

Abbildungsverzeichnis

| | |
|---|----|
| Abbildung 1: Systematik der Arbeitspakete | 5 |
| Abbildung 2: Übersicht des Hütten- und Nutzungsprofils, angewendet am Beispiel der Hochlandhütte | 8 |
| Abbildung 3: Systemgrenze (orangene Linie) für die betrachteten Bauteilgruppen für die LCA | 10 |
| Abbildung 4: Massenverteilung der Bauteilgruppen je Variante am Beispiel der Hochlandhütte | 11 |
| Abbildung 5: GWP-total der Bauteilgruppen je Variante über den Lebenszyklus (graue Emissionen) am Beispiel der Hochlandhütte | 11 |
| Abbildung 6: Methodische Vorgehensweise zur Bewertung der Kreislauffähigkeit | 13 |
| Abbildung 7: Durchführung der Bestandsaufnahme und Identifikation der Bauteile, Messung der Holzfeuchte sowie Probennahme für Laboruntersuchungen | 15 |
| Abbildung 8: Legende zur Einteilung der Baustoffe ab dem Rückbau in Anlehnung an [26] | 15 |
| Abbildung 9: Beispielrechnung am Einfeldträger | 18 |
| Abbildung 10: Zusammenfassung der Ergebnisse | 18 |
| Abbildung 11: Bewertungsstrategien für den notwendigen Wärmeschutz bei Schutzhütten | 24 |
| Abbildung 12: Einflussgrößen auf die Behaglichkeit und Bewertungsmatrix effektive Standardtemperatur (SET) | 26 |
| Abbildung 13: Behaglichkeit der untersuchten Simulationsvarianten mit der Bewertung nach SET (Farbskala siehe Abbildung 12) | 27 |
| Abbildung 14: Entwicklung der CO ₂ -Konzentration in Abhängigkeit der Fensteröffnung | 28 |
| Abbildung 15: Orientierungshilfe für die brandschutztechnische Planung einer Schutzhütte | 30 |
| Abbildung 16: Schalltechnische Einordnung von Nutzer*Innen und Raumzonen | 33 |
| Abbildung 17: Exemplarische Anwendung Schallschutzstrategien am Beispiel Hochlandhütte | 34 |
| Abbildung 18: Schnitt Teilersatzbau Hochlandhütte | 56 |
| Abbildung 19: Visualisierung Teilersatzbau Hochlandhütte | 57 |
| Abbildung 20: Erdgeschoss Teilersatzbau Hochlandhütte | 57 |
| Abbildung 21: Untergeschoss Teilersatzbau Hochlandhütte | 58 |
| Abbildung 22: Dachgeschoss Teilersatzbau Hochlandhütte | 58 |
| Abbildung 23: Gewählte Systemgrenze (Cradle to Gate with options) der Gebäudebilanzierung in Anlehnung an [2] | 60 |
| Abbildung 24: Systemgrenze (orangene Linie) für die betrachteten Bauteilgruppen für die LCA | 61 |
| Abbildung 25: Massenermittlung auf Bauteilebene für die Außenwandvariante „Tal“ | 62 |
| Abbildung 26: Massenverteilung der Varianten Tal, Berg, Gipfel, Mineralisch | 62 |
| Abbildung 27: Diesel-Verbrauch eines zweiachsigen LKWs nach Steigung | 63 |
| Abbildung 28: GWP-total nach Varianten und Bauteilgruppen | 64 |
| Abbildung 29: GWP-total des Transports in A4 und C2 auf Gebäudeebene aller vier Konstruktionsvarianten | 65 |
| Abbildung 30: Übersicht der Datensatztypen beispielhaft für die Außenwand auf Bauteilebene | 66 |
| Abbildung 31: Sensitivitätsanalyse der Datensätze am Beispiel von Brettsperholz | 66 |
| Abbildung 32: Massenermittlung Bestandgebäude auf Bauteilebene | 67 |
| Abbildung 33: Legende zur Einteilung der Baustoffe ab dem Rückbau in Anlehnung an [26] | 67 |
| Abbildung 34: Auszug aus der Bestandsdokumentation aus [51] | 68 |
| Abbildung 35: Bewertung der Bauteilfügung für die Kreislauffähigkeitsbetrachtung aus [51] | 69 |
| Abbildung 36: Bauteilvergleich zwischen Primär- und Sekundärrohstoffen | 71 |
| Abbildung 37: Operative Temperaturen während der Betriebszeit (Varianten ohne Dämmung) | 73 |
| Abbildung 38: Operative Temperaturen während der Nutzungszeit (Variante 6 cm Wanddämmung) | 73 |
| Abbildung 39: Operative Temperaturen während der Betriebszeit (Varianten mit 18 cm Wanddämmung) | 73 |
| Abbildung 40: Relative Luftfeuchtigkeit während der Betriebszeit (Varianten ohne Dämmung) | 74 |
| Abbildung 41: Relative Luftfeuchtigkeit während der Betriebszeit (Varianten mit 6 cm Wanddämmung) | 74 |
| Abbildung 42: Relative Luftfeuchtigkeit während der Betriebszeit (Varianten 18 cm Wanddämmung) | 74 |
| Abbildung 43: CO ₂ -Konzentration der Raumluft über eine Woche | 74 |
| Abbildung 44: Simulierter Raum | 75 |
| Abbildung 45: Belegungsprofile | 75 |
| Abbildung 46: Homepage des DWD, Auswahl Wetterdatensatz | 79 |
| Abbildung 47: TRY2015 Extremes Jahr Außentemperaturen | 80 |
| Abbildung 48: Geplante Verortung Sensoren EG u. 1. OG | 80 |

Tabellenverzeichnis

| | |
|--|----|
| Tabelle 1: Beschreibung der Bauteilvarianten | 9 |
| Tabelle 2: Verwertungspotential nach Kategorien | 15 |
| Tabelle 3: Legende der Baustoffliste für die Empfehlung der Verwendung | 21 |
| Tabelle 4: Simulationsvarianten | 26 |
| Tabelle 5: Varianten und die jeweiligen Anforderungen..... | 39 |
| Tabelle 6: Übersicht der angenommenen Baustellenfahrzeuge | 63 |
| Tabelle 7: Übersicht der angenommenen Baugeräte | 70 |
| Tabelle 8: Grundlagen für Simulation..... | 76 |
| Tabelle 9: Wandaufbauten inkl. u-Werte..... | 77 |
| Tabelle 10: Hüllflächen..... | 78 |
| Tabelle 11: Wärmeisolationswerte | 79 |

Begriffe und Abkürzungen

Kohlenstoffspeicherung

Ein Kohlenstoffspeicher ist ein natürlicher oder künstlicher Speicher, der Kohlenstoff in Form von Kohlenstoffverbindungen aufnimmt und speichert. Diese Speicher tragen dazu bei, den Kohlenstoffkreislauf zu regulieren und die Menge an Kohlendioxid in der Atmosphäre zu beeinflussen. [1, 2]

Biogene Kohlenstoffsенke

Eine Kohlenstoffsенke ist ein System, das mehr Kohlenstoff aufnimmt als es abgibt – etwa durch die Aufnahme von CO₂ aus der Atmosphäre. Biogene Speicher wie Holz spielen hierbei eine zentrale Rolle, da sie den Kohlenstoff aus dem CO₂ langfristig in organischer Form binden. [2, 3]

Kohlenstoffquelle

Eine Kohlenstoffquelle ist ein System oder ein Prozess, der mehr Kohlenstoff (z. B. in Form von CO₂ oder Methan) in die Atmosphäre abgibt, als er speichert oder aufnimmt. Kohlenstoffquellen tragen zur Erhöhung der Treibhausgas bei und verstärken dadurch den Klimawandel. Das ist beispielhaft die Verbrennung von fossilen und biogenen Energieträgern (Gas, Kohle, Öl, Holz), aber auch natürliche Prozesse, wie das Verrotten von organischem Material. [2, 4]

Biogene Kohlenstoffneutralität

Die biogene Kohlenstoffneutralität stellt ein Gleichgewicht der biogenen Kohlenstoffaufnahme während des Wachstums von Biomasse und der Freisetzung während des natürlichen Zerfalls oder der Verbrennung dar. [1, 2]

Globales Erwärmungspotential - GWP

Das Globale Erwärmungspotential (englisch: Global Warming Potential, GWP) ist ein Begriff, um das Treibhauspotential zu beschreiben, welches durch Prozesse (z.B. Herstellung, Entsorgung eines Baustoffs) verursacht wird und zum Klimawandel beiträgt. Es wird in der Einheit kgCO₂-Äquivalent (kgCO₂-Ä.) je funktioneller Einheit angegeben, da unterschiedliche Gase zu dem Effekt beitragen und anhand des Bezugs auf das CO₂ vereinheitlicht werden. [2] Das gesamte GWP (GWP-total) untergliedert sich in GWP-biogen, GWP-fossil und GWP-luluc. [1, 2]

Umweltindikator

Umweltindikatoren sind messbare Größen, die in Lebenszyklusanalysen (engl. Life cycle assesement, LCA) verwendet werden, um die Auswirkungen menschlicher Aktivitäten auf die Umwelt zu überwachen und zu bewerten.

Sie bieten eine Möglichkeit, ökologische Veränderungen oder Umweltauswirkungen zu quantifizieren und zu verfolgen. Umweltindikatoren helfen dabei, den Zustand von Ökosystemen, die Effizienz von Umweltschutzmaßnahmen und die Auswirkungen von Produktionsprozessen auf die Umwelt zu beurteilen. Gemessen werden Emissionen, der Ressourcenverbrauch oder Ähnliches. [3, 5]

Nettoraumfläche - NRF

Die Nettoraumfläche NRF setzt sich zusammen aus der Nutzungsfläche, der Technikfläche und der Verkehrsfläche eines Gebäudes und wird in Quadratmetern m²-NRF angegeben. [6]

Biogener Kohlenstoffspeicher

Ein biogener Kohlenstoffspeicher ist ein Speicher, der Kohlenstoff aus biologischen Quellen, also aus lebenden oder abgestorbenen Organismen, enthält. Er nimmt Kohlenstoff durch natürliche Prozesse wie Photosynthese auf und speichert ihn über kürzere oder längere Zeiträume, bis der Kohlenstoff durch Verrottung oder Verbrennen wieder frei wird. [1, 2]

Zirkularitätspotential

Das Zirkularitätspotential beschreibt, wie gut etwas (z. B. ein Produkt, Material oder eine Branche) dazu geeignet ist, in einem Kreisprozess immer wieder verwendet, repariert oder recycelt zu werden, anstatt nach einmaligem Gebrauch weggeworfen zu werden. [5, 7]

Substitution

Substitution bedeutet im Kontext der Nachhaltigkeit, dass ein bestimmtes Material oder ein Produkt durch ein anderes ersetzt wird, das geringere negative Auswirkungen auf die Umwelt hat. Typischerweise werden dabei Baustoffe oder Energiesysteme durch nachhaltigere Alternativen ausgetauscht, um Ressourcenverbrauch oder Emissionen zu reduzieren. [2, 7]

Partizipation

Der Begriff Partizipation wird übersetzt mit Teilhaben, Teilnehmen, Beteiligtsein verschiedener Akteure.

Bekleidungsgrad - Clo

Der Bekleidungsgrad (englisch: Clothing Factor, Clo) ist ein Begriff, um den Einfluss des Bekleidungsgrades auf die Behaglichkeit einer Person zu beschreiben. Von großem Einfluss auf die Behaglichkeit ist die Kleidung. In einem zu kalten Raum kann man sich sehr schnell durch wärmere Kleidung Behaglichkeit verschaffen, ebenso in einem zu warmen Raum durch leichtere Kleidung [8].

Der Dämmwert einer Kleidung ist in ISO/DIS 9920 [9] und DIN ISO 7730 [8] angegeben. Als physikalische Einheit für den Wärmeleitwiderstand gilt:

1 clo (von clothing value) = 0,155 m² K/W

Tafel 1.2.3-4 zeigt für einige Kleidungsstücke die entsprechende Änderung der gewünschten Temperatur.

Tafel 1.2.3-4 Dämmwert von Kleidung

| Kleidung | m ² K/kW | clo |
|---|---------------------|---------|
| nackt | 0 | 0 |
| leichte Kleidung (Shorts, Hemd) | 80 | 0,5 |
| Kleidung mit Hemd, Hose, Socken, Schuhen | 100 | 0,65 |
| normale Arbeitskleidung | 125...160 | 0,8...1 |
| leichte Sportkleidung mit Jacke | 160 | 1 |
| starke winterliche Innenbekleidung, dicker Pullover . | 200 | 1,25 |
| schwere Arbeitskleidung mit Unterwäsche, Socken, | | |
| Schuhen, Weste, Jacke | 210 | 1,3 |
| Kleidung für kaltes Wetter mit Mantel | 250...300 | 1,6...2 |
| Kleidung für kältestes Wetter | 450...600 | 3...4 |

Metabolische Rate - Met

Die metabolische Rate (kurz: Met) beschreibt den Aktivitätsgrad einer Person. Je nach Tätigkeit ist der Aktivitätsgrad unterschiedlich und damit hat dieser einen großen Einfluss auf die bevorzugte Raumtemperatur. 1 met entspricht einer Wärmeabgabe von 58 W/m² (bezogen auf die Körperoberfläche). [8]

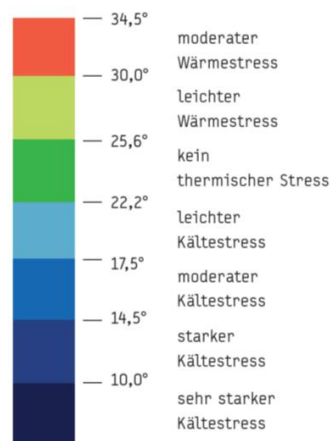
Tafel 1.2.3-6 Gesamtwärmeabgabe des Menschen bei verschiedener Tätigkeit
(nach DIN EN ISO 7730)

| Tätigkeit | Metabolic Rate = Wärmeabgabe | | |
|--|------------------------------|-------|-----|
| | W/m ² | met*) | ≈ W |
| ruhend | 46 | 0,8 | 80 |
| sitzend, entspannt | 58 | 1,0 | 100 |
| stehend, entspannt | 70 | 1,2 | 125 |
| sitzend, leichte Tätigkeit (Büro, Wohnung, Schule, Labor) | 70 | 1,2 | 125 |
| stehend, leichte Tätigkeit (Zeichenbrett-Tätigkeit) | 81 | 1,4 | 145 |
| (Shopping, Labor, leichte Industrie) | 93 | 1,6 | 170 |
| mäßige körperliche Tätigkeit (Haus-, Maschinen-Arbeit) | 116 | 2,0 | 200 |
| schwere körperliche Tätigkeit (schwere Maschinenarbeit) | 165 | 2,8 | 300 |

*) 1 met = 58 W/m².

Effektive Standardtemperatur - SET

Die effektive Standardtemperatur (engl. Standard effective temperature, SET) beschreibt die empfundene Temperatur. Für die Empfundene Temperaturbereichen würden wir die Beschreibungen so empfehlen:



Die Temperatur einer imaginären Umgebung bei 50 % rh, <0,1 m/s (20 fpm) durchschnittlicher Luftgeschwindigkeit V_a , und in der der Gesamtwärmeverlust der Haut eines imaginären Bewohners mit einem Aktivitätsniveau von 1,0 met und einem Bekleidungslevel von 0,6 clo der gleiche ist wie der einer Person in der tatsächlichen Umgebung mit tatsächlicher Kleidung und Aktivitätsniveau. [8]

Siehe Abbildung 12: Einflussgrößen auf die Behaglichkeit und Bewertungsmatrix effektive Standardtemperatur (SET)

CO₂-Konzentration - PPM

Die Raumluftqualität kann anhand der CO₂-Konzentration bewertet werden. Die dafür verwendete Einheit ist parts per million – PPM [8]

Komfort

Auf technisch ausgereiften Einrichtungen beruhende Bequemlichkeiten, Annehmlichkeiten; einen bestimmten Luxus bietende Ausstattung "der Komfort eines Hotels".

Behaglichkeit

Die erste Anforderung an ein akzeptables thermisches Raumklima besteht darin, dass sich eine Person insgesamt thermisch neutral fühlt (d.h., dass sie nicht weiß, ob ein höherer oder ein niedrigerer Wert der Umgebungstemperatur vorzuziehen ist). Das Wärmegefühl wird durch die Art der Tätigkeit (Aktivität), die Wärmedämmung der Kleidung, die Lufttemperatur, die durchschnittliche Strahlungstemperatur, die Luftgeschwindigkeit und die Feuchtigkeit (den Wasserdampfdruck) beeinflusst. [8]

Hilfsfrist

Bedeutet Zeit zwischen Anruf in der Leitstelle bis Eintreffen der Feuerwehr am Einsatzort, z.B. 10 min in Bayern (DE) u. Baden-Württemberg (DE) [9]

Schutzzielorientiert

Bedeutet speziell für dieses Gebäude unter Berücksichtigung der Bedingungen [10]

GEG

Das Gebäudeenergiegesetz (GEG) ist ein deutsches Gesetz, das die energetischen Anforderungen an Gebäude regelt. Das GEG regelt z.B. den energieeffizienten Neubau und die energetische Sanierung von Bestandsgebäuden, den Einsatz erneuerbarer Energien zur Wärmeversorgung, die Anforderungen an den Primärenergiebedarf, den baulichen Wärmeschutz, sowie die Ausstellung von Energieausweisen. Ziel des Gesetzes ist es, den Klimaschutz im Gebäudesektor zu stärken und die Anforderungen an die Energieeffizienz von Gebäuden in einem einheitlichen Gesetz zu bündeln. [11]

Zusammenfassung

Zielsetzung und Anlass

Alpine Schutzhütten stellen eine für den Bergsport relevante Form technischer Infrastruktur dar, die aufgrund ihrer exponierten Lage, eingeschränkten Erreichbarkeit und langen Nutzungsdauer mit hohen ökologischen Belastungen verbunden ist. Insbesondere Bauprozesse, Materialtransporte, eingeschränkte Rückbaubarkeit und ein erhöhter Ressourcenaufwand im Betrieb führen zu Umweltauswirkungen über den gesamten Lebenszyklus. Vor dem Hintergrund der Klimaziele des Deutschen Alpenvereins (Klimaneutralität bis 2030) besteht das Ziel des Vorhabens darin, einen anwendungsorientierten Leitfaden zu entwickeln, der nachhaltige und kreislauffähige Planungs- und Bauprozesse für alpine Schutzhütten unterstützt. Die Hochlandhütte der DAV-Sektion Hochland dient als prototypische Fallstudie zur praxisnahen Anwendung und Bewertung des methodischen Vorgehens.

Ergebnisse

Im Rahmen eines interdisziplinären Projektaufbaus werden Anforderungen an alpine Hüttenbauten analysiert. Neben den gesetzlichen Schutzziele (u. a. Standsicherheit, Brandschutz, Hygiene, Barrierefreiheit) werden ökologische Kriterien wie Ressourceneffizienz, Rückbaubarkeit, Emissionsminimierung und Kreislauffähigkeit in die Systematik überführt. Drei Planungsvarianten („Tal“, „Berg“ und „Gipfel“) sind unter Berücksichtigung logistischer, konstruktiver und betrieblicher Parameter ökologisch bewertet. Je nach Variante kann durch Maßnahmen wie kompakte Bauweise, reduzierte Ausstattung, rückbaufähige Konstruktionen und optimierte Materialwahl eine Reduktion der Treibhausgasemissionen (Global Warming Potential, GWP) um bis zu 75 % gegenüber einer konventionellen Lösung erreicht werden. Hierbei ist darauf zu achten, dass die jeweiligen Anforderungen an die Schutzziele erfüllt werden. Ergänzend ist Ergebnis des Projektes ein Bauteilkatalog mit zugehöriger Ökobilanzierung, der eine Grundlage für zukünftige Planungen bietet.

Unter Berücksichtigung von Wärmeschutz-, Schallschutz- Tragfähigkeits- und Brandschutzanforderungen liegen praxisnahe Lösungen vor, die eine Umsetzung zirkulärer Ansätze auch unter hochalpinen Bedingungen ermöglichen. Beispielhaft wurde die thermische Behaglichkeit mittels Simulationsmodellen (Standard Effective Temperature, SET) analysiert. Die Ergebnisse zeigen, dass unter den gegebenen Rahmenbedingungen durch passive Maßnahmen wie angepasste Kleidung, punktuelle Dämmung und Fensterlüftung ein akzeptabler thermischer Komfort erreicht werden kann – was einen reduzierten Technikeinsatz im Sinne suffizienter Planung unterstützt.

Der Planungsprozess ist durch ein Etappenmodell strukturiert, das Entscheidungen in frühen Leistungsphasen erleichtert. Im Bereich Partizipation wurden Instrumente zur frühzeitigen Einbindung relevanter Akteur*innen (DAV-Sektionen, Nutzungsgruppen, Behörden) entwickelt, welche im nächsten Schritt durch die Anwendung validiert werden können. Die Ergebnisse sind im Rahmen eines Leitfadens zusammengefasst, der als Ergebnis des Projekts in die Planungspraxis des DAV sowie dem Hüttenhandbuch integriert wird.

Empfehlungen

Der Leitfaden ist als praxistaugliches Instrument zur Planung in zukünftigen Hüttenbauprojekten innerhalb des DAV geeignet. Eine Anwendung im Rahmen einer Validierung ist notwendig. Weiterhin sind bei Bauprojekten mit dem Ziel der Wiederverwendung von Bauteilen frühzeitig Rückbau- und Dokumentationskonzepte zu berücksichtigen. Dazu zählen einfache, zerstörungsfreie Verbindungen, nachvollziehbare Materialkennzeichnung sowie baurechtlich anerkannte Nachweise zur Tragfähigkeit, Sicherheit und Hygiene.

Bezugsmöglichkeit

Der Leitfaden steht öffentlich über die Website des Deutschen Alpenvereins sowie über das DAV-Hüttenhandbuch zur Verfügung. Darüber hinaus stellt die DBU Abschlussberichte geförderter Projekte auf der eigenen Bibliothekswebsite zur Verfügung.

Projektbeteiligte und Förderung

Das Projekt wurde durch den DAV-Bundesverband als Bewilligungsempfänger und Herausgeber initiiert. Die Projektleitung und architektonische Umsetzung lagen bei R'TUR Architekten. Projektpartner waren der Lehrstuhl für Holzbau und Baukonstruktion der Technischen Universität München mit dem Schwerpunkt Ökobilanzierung, Transsolar Energietechnik GmbH mit dem Fokus auf thermischer und klimatischer Behaglichkeit, BIGA GmbH für die mechanische Festigkeit und Standsicherheit, brandSCHUTZENGELE GmbH für den Brandschutz sowie die Sektion Hochland des DAVs, die das Projekt unterstützte und Eigentümerin der exemplarisch untersuchten Hütte ist.

Gefördert wurde das Vorhaben durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (Förderkennzeichen: 39237/01-25).

1. Einleitung

Ausgangssituation und Problemstellungen

Mit der Gründung des DAV im Jahre 1869 begann die Erschließung der Alpen mit dem Vereinszweck „die Bereisung der Alpen zu erleichtern“ [12]. Ausgehend von einfachsten Schutzbauten, errichtet mit lokalen Ressourcen und reduzierten Mitteln, die den Bergsportler*innen den Aufenthalt im Gebirge ermöglichen sollten, entwickelte sich über die folgenden Jahrzehnte ein Bergtourismus mit steigenden Komfort- und Qualitätsansprüchen der Besucher*innen aus dem Tal, der sich im Hüttenbau widerspiegelte. Dazu kommen individuell geprägte Vorstellungen der, quer über Deutschland verteilten, Sektionen, mit dem Wunsch ein ‚Wahrzeichen‘ im Gebirge zu erschaffen. Auch wenn mit den Tölzer Richtlinien 1923 [13] festgelegt wurde, „dass Hütten und Wege nur nach dem Maßstab der bergsteigerischen Bedürfnisse gebaut werden dürften“, mit minimalem Komfort und Materialeinsatz, entstanden Bergunterkünfte, die hinsichtlich Gastronomie- und Übernachtungsangebot von Unterkünften im Tal nur wenig zu unterscheiden waren. Dem Gast wird zwar ein scheinbar einfaches und reduziertes Gebäude präsentiert (Schlafager, einfaches Essen und Holzarchitektur), jedoch steckt hinter einer Schutzhütte oft ein unangemessener Ressourcen- und Energieverbrauch, der dem Leitgedanken der Suffizienz und Einfachheit immer mehr widerspricht.

Diese gestalterische, konstruktive und nutzerorientierte Anpassung an Gebäude im Tal hat parallel zur Folge, dass alpine Bauten baurechtlich und normativ, mit wenigen Ausnahmen, wie Gebäude im Tal behandelt wurden und werden. Es werden durch die Anwendung der im Tal zu erfüllenden „Anerkannten Regeln der Technik“ Konstruktionen und Materialien im Gebirge verbaut, die weder zu Ort und Nutzung einen Bezug herstellen noch einem nachhaltigen und ökologischen Grundgedanken Rechnung tragen. Daher müssen die, aus der Perspektive des Tals heraus, entstehenden Anforderungen an alpine Bauten überprüft, hinterfragt und hinsichtlich ihrer Komplexität sowie ihres Umfangs reduziert werden.

Darüber hinaus sind jetzt bereits alpine Bauten mit den Folgen des Klimawandels in Form extremer Unwetterereignisse, steigender Temperaturen und Wasserknappheit viel unmittelbarer ausgesetzt als Gebäude im Tal. Hinzu kommen die Herausforderungen der Logistik durch begrenzte Lagerflächen und Abhängigkeit von Hubschraubertransporten sowie eine auf die Sommermonate beschränkte Betriebs- und damit auch Bauphase. Der DAV setzt sich aus 355 Sektionen mit insgesamt 1,4 Millionen Mitgliedern zusammen, die einen Querschnitt durch sämtliche Bevölkerungsschichten bilden. Während der Bau der Sektionshütten ursprünglich durch ein gemeinschaftliches Vereinsengagement initiiert und in Stand gehalten wurden, beschränkt sich dieses gegenwärtig auf den aktiven Einsatz einiger Weniger, welches u.a. der Komplexität des Bauens und der Wahrnehmung als „große baulichen Aufgabe“, geschuldet ist.

Die derzeitigen Bauaufgaben resultieren vor allem aus den Vorgaben zum Arbeitnehmer*innenschutz, Brandschutz, Trinkwasserversorgung und Abwasserversorgung. Wo möglich wird der Bestand in das neue Konzept integriert. Häufig erschweren jedoch die rein auf den individuellen Bedarf angepassten, „wild“ gewachsenen Hüttenkonglomerate eine nachhaltige Optimierung, so dass auch (Teil-)Ersatzbauten zu dem Bauspektrum zählen. Durch die Festlegung des DAV, bis 2030 klimaneutral zu sein, entsteht die Notwendigkeit einer geänderten Herangehensweise, insbesondere an den Bau (graue Emissionen in der Konstruktion) und Unterhalt (Emissionen im Betrieb) von Schutzhütten. An die ursprünglich gedachte und praktizierte ‚Einfachheit‘ alpiner Bauten soll, unter Berücksichtigung der grundlegenden Schutzbedürfnisse der Nutzer*innen, mit Respekt und Schonung des sensiblen, örtlichen Kontexts und dabei unter Verwendung von lokalen und bereits vorhandenen Ressourcen, wieder angeknüpft werden.

Zielsetzung und Forschungsfragen

Aus den beschriebenen Problemstellungen leiten sich folgende Forschungsfragen ab, die im Projekt behandelt werden. Daraus ergeben sich jeweils Themenschwerpunkte, die Grundlage für die Bearbeitung des Forschungsprojekt und die Gliederung der Arbeitspakete sind:

AP1_Grundlagenrecherche

Erstellung eines Anforderungsprofils aus der Nutzerperspektive und aus der Erfüllung der Schutzfunktionen als Ergebnis der Hinterfragung des Anforderungsprofils an alpine Bauten sowie der baukonstruktiven und gestalterischen Lösungsansätze.

Forschungsfragen:

Welche Anforderungen werden öffentlich-rechtlich, hinsichtlich des Nutzerkomforts sowie von Seiten der Stakeholder (DAV-Bundesverband, DAV-Sektion, Hüttenbetreiber*in bzw. Hüttenteam) normativ, bzw. den allgemein anerkannten Regeln der Technik, an die Gebäudekonstruktion und Konzeption alpinen, saisonal bewirtschafteter Hütten gestellt?

Welche Schutzfunktionen müssen alpine, saisonal bewirtschaftete Hütten erfüllen?

Welche Mindestanforderungen an die Gebäudekonstruktion müssen zur Erfüllung der Schutzfunktionen einer alpinen Hütte erfüllt werden?

Welche Anforderungen an die Gebäudekonzeption und Gebäudekonstruktion sind der Umsetzung eines einfachen, suffizienten Hüttenbaus förderlich?

Wie kann von öffentlich-rechtlichen Anforderungen abgewichen werden, die der Umsetzung eines einfachen, suffizienten Hüttenbaus entgegenstehen?

AP2+3+4_Iteration

Entwicklung kreislauffähiger und nachhaltiger Konstruktionen für die Konzeptionierung zukunftsfähiger Schutzhütten.

Forschungsfragen:

Wie können die Anforderungen aus dem Anforderungsprofil baukonstruktiv, konzeptionell und gestalterisch im Hüttenbau umgesetzt werden?

Inwiefern bedingt die Einhaltung des Hütten- und Nutzungsprofils die Bewertung der Kreislaufgerechtigkeit und Nachhaltigkeit der Konstruktion und umgekehrt?

Welche Rahmenbedingungen gibt es zur Beurteilung von Bestandsbauten für die Wiederverwendung und Weiterverwertung von Ressourcen?

Wie kann ein standardisiertes – auch von Laien anwendbares – Vorgehen zur Bestandsanalyse aussehen, so dass wiederverwendbare Materialien identifiziert werden können?

AP5+6_Dissemination

Dokumentation und Vermittlung der Projekterkenntnisse durch Partizipations- und Bildungsmaßnahmen innerhalb des Projekts und darüber hinaus.

Forschungsfragen:

Wie können Bildungsmaßnahmen in einem ehrenamtlich geführten Prozess gestaltet und bereits im Projekt umgesetzt werden?

Wie können die erlangten Erkenntnisse durch partizipative Maßnahmen in der allgemeinen Baupraxis (z.B. auch ausführende Firmen) verbreitet werden und zu einer breiteren Anwendung führen?

Welche Kommunikationsmittel führen zu einer Sensibilisierung für einen nachhaltigen, kreislauffähigen Hüttenbau?

Wie können die Ergebnisse innerhalb eines Leitfadens, mit einer auf die unterschiedlichen Adressaten abgestimmten Informationsdichte dokumentiert und dargestellt werden?

Case-Study Hochlandhütte

Das praktische Untersuchungsobjekt ist die Hochlandhütte der Sektion Hochland des DAV. Diese besteht aus einer Urhütte, errichtet 1909 sowie einem Nebengebäude, das in den Jahren 1985/1991 ergänzt wurde. Die HLH ist eine Schutzhütte der Kategorie I und liegt auf 1.630m ü.NN. am Wörner Sattel oberhalb von Mittenwald. Als reine Sommerhütte bietet sie von Anfang Juni bis Mitte Oktober 41 Übernachtungsplätze sowie 60 Tagesgästen Raum. Der aktuelle Zustand zeigt erhebliche brandschutztechnische sowie organisatorische Mängel, die bereits zu einer Teilschließung der Übernachtungsmöglichkeit führten.

Um die Hochlandhütte zukunftstauglich zu machen, wurde ein Ideenwettbewerb mit dem Ziel ausgeschrieben, die bestehenden Defizite zu beheben und eine langfristige und nachhaltige Nutzung der Hütte zu ermöglichen. Der ausgewählte Entwurf des Büros R' TUR Architekten (wie auch die Entwürfe der Mitbewerber*innen) kommt zu dem Ergebnis, dass die Urhütte (531m³) durch ihren Zustand umbaufähig und erhaltenswert ist. Der untergeordnete Anbau

(133m³) aus dem Jahr 1985/1991, der sich zwar konstruktiv in einem guten Zustand befindet, bietet auf Grund seiner schlechten Konzipierung und brandschutztechnischen Problematiken jedoch keine Möglichkeit für einen Um- bzw. Weiterbau und somit einer Weiternutzung. Das vorhandene eingeschossige, teilunterkellerte Nebengebäude wurde ursprünglich als Lagerfläche/Werkstatt für die Hüttenbetreiber mit einem kleinen Sanitärbereich für die Besucher konzipiert und errichtet. Im Laufe der Jahre wurde die Fläche unter dem niedrigen Dach zu einem nicht genehmigungsfähigen Schlaflager umfunktioniert. Die Erweiterungen durch eine Vielzahl kleinerer (nie genehmigter) Anbauten/Unterstände auf unterschiedlichsten Höhenniveaus waren der vorhandenen, räumlich stark begrenzten Lagerfläche geschuldet. Das Ergebnis ist ein verbautes eingeschränkt-nutzbares Konglomerat, das weder Umbau noch Weiterbau ermöglicht. Zwischenzeitlich musste das Schlaflager im Dachgeschoss des Anbaus auf Grund baulich nicht zu behebender brandschutztechnischer Mängel geschlossen werden, was enorme wirtschaftliche Einbußen mit sich bringt und die eigentliche Schutzfunktion der Hütte in ihrem Umfang erheblich einschränkt. Die organisch gewachsene, nach wie vor unterdimensionierte Lagerfläche führt zu einem hohen Bedarf an Hubschrauberversorgungsflügen und stellt die Betreiber vor große organisatorische Herausforderungen. Auf Grund des zunehmenden Wassermangels müssen die bisher herkömmlichen Spültoiletten im EG zu Trocken- und Trenntoiletten umfunktioniert werden. Hierfür ist eine Zweigeschossigkeit mit großem zusätzlichen Raumbedarf notwendig.

Diese Ansammlung an neuen Anforderungen lassen sich innerhalb der vorhandenen baulichen Hülle nicht umsetzen, so dass der Anbau zurückgebaut und in weiten Teilen durch einen Neubau ersetzt werden muss. Die Urhütte bleibt dabei bestehen, so auch die material- und in der Herstellung energieintensiven Bereiche des Kellers und der Bodenplatte, die in den Neubau wieder integriert werden sollen. Die Wiederverwendung und Weiterverwertung der durch den Rückbau gewonnenen Materialien des Teilneubaus, vornehmlich Holz in guter Qualität, soll im Rahmen der Forschungsarbeit näher betrachtet werden.

Die Hochlandhütte verfügt über sämtliche bauliche Aspekte, vom Umbau der Urhütte, dem Rückbau zum Neubau mit dem Potential der Integration der rückgebauten Materialien. Der geplante Entwurf bietet sich dabei durch seine auf eine Sommerhütte optimierte Architektur mit einer klaren konstruktiven Struktur und räumlichen Organisation an, über ein begleitendes Forschungsprojekt als für Alpenvereinsstütten repräsentative und robuste Case-Study zu fungieren. Der rückzubauende Teil befindet sich in einem konstruktiv guten Zustand, sodass eine Wiederverwendung der eingebauten Materialien möglich scheint. Der alpine Kontext in einem Naturschutzgebiet, die sich bereits abzeichnenden Folgen des Klimawandels in Form von Wassermangel, das auf Grund der alpinen Lage autarke Energiekonzept sowie die Notwendigkeit des Hubschraubertransportes für sämtliches Versorgungsmaterial, was auch für die Bauphase relevant sein wird, stellen spezifische Eigenheiten dar.

Weitere Informationen zu den geplanten Maßnahmen an der Hochlandhütte sind im Anhang B | Projektbeschreibung Hochlandhütte beigefügt.

Umweltsituation/Umweltrelevanz/Stand der Technik

Das Potential des Forschungsprojektes zur Umweltentlastung zeichnet sich durch die Entwicklung anforderungsangepasster, anspruchsreduzierter und effizienter Konstruktionsweisen aus, die möglichst geringe Umweltwirkungen aufweisen und durch ihre Kreislaufrfähigkeit ressourcenschonend sind. Auf Grund der alpinen Gegebenheiten und dem Ziel der lokalen Ressourcennutzung wird der Holzbau als Ausgangspunkt für prinzipiell einfache, robuste und dauerhafte Konstruktionen mit hohem lokalen (Vor-)Fertigungsgrad dienen. So kann durch den Einsatz nachwachsender Rohstoffe im Gebäude die Nutzung nicht erneuerbarer Ressourcen ganz oder teilweise substituiert, sowie die Kohlenstoffspeicherung biogener Rohstoffe während der Dauer der Nutzung ausgeschöpft werden. Darüber hinaus leistet die Verwendung nachwachsender und, wenn möglich, sekundärer Ressourcen einen Beitrag zur Umsetzung ressourcenschonender Konstruktionen im Sinne einer zirkulären Bioökonomie [14]. Die im Forschungsprojekt durchgeführte Ökobilanz und die Analyse des Verwertungspotentials der entwickelten Konstruktionen stellen robuste Entscheidungs- und Bewertungsgrundlagen dar, um den Einfluss auf die Umwelt beurteilen und verringern zu können.

Das Bauwesen folgt derzeit dem Prinzip "take-make-use-dispose" einer linearen Ökonomie [15], die sich durch den Abbruch von Gebäuden, der meist endgültigen/minderwertigen Verwertung der Abfälle, sowie den Neubau mit

primären Ressourcen auszeichnet. Damit einher gehen hohe Umweltwirkungen, sowie ein hoher Ressourcenverbrauch. Anhand dieses Projektes wird das Prinzip für Schutzhütten in den Alpen durch die praktische Beurteilung eines Bestandsbaus für die Wiederverwendung und Weiterverwertung beispielhaft dargestellt. Hierdurch wird das Potential der Etablierung zirkulärer Prinzipien im Bauwesen aufgezeigt, die aufgrund des material- und energieintensiven Sektors, entscheidend zur Entlastung der Umwelt sowie zur Schonung natürlicher Ressourcen beitragen [16]. Durch geeignete Hilfs-, Bildungs- und Kommunikationsmittel wird sichergestellt, dass die Projektergebnisse nicht nur auf andere (Sommer-)Hütten übertragbar sind, sondern auch zum Um- und Weiterdenken bestehender Praktiken im Tal dienen. So wird durch die Dokumentation/Publikation der Ergebnisse über das Netzwerk des DAV (Hüttenfachsymposium/Fachveranstaltungen/Mitgliederzeitschrift/Webauftritt) eine Sensibilisierung der Öffentlichkeit und Multiplikation der Projektergebnisse sichergestellt. Auch Bildungs- und Partizipationsmaßnahmen für DAV-Mitglieder sollen die Übertragbarkeit der Ergebnisse und folglich die Umweltentlastung über das theoretische Projekt hinaus sicherstellen. So können ehrenamtliche, nicht berufliche Personen in einen Beitrag bei der Dokumentation und Analyse der Bestandskonstruktion hinsichtlich deren Wiederverwendungs- und Weiterverwertungspotential leisten. Denn wie zum Beispiel bereits im Projekt circularWOOD [17] und DBU Ressourcennutzung [18] gezeigt, spielt die Thematik der Rückbaubarkeit und des "Design for Disassembly" eine entscheidende Rolle für die Wiederverwendung.

2. Hauptteil

Der Hauptteil des vorliegenden Berichts orientiert sich an der Struktur der Arbeitspakete (AP) des Forschungsprojekts, welche in Abbildung 1 dargestellt ist. Im Rahmen von AP0 erfolgte die übergeordnete Projektkoordination. Die Arbeitspakete AP1 bis AP4 beinhalteten einen iterativen Entwicklungs- und Bewertungsprozess zur Identifikation nachhaltiger und kreislauffähiger Bauteilvarianten. Die Ergebnisse aus AP1 bis AP4 werden daher auch gemeinsam im folgenden Kapitel dargestellt. Parallel dazu wurde eine Methodik zur Analyse der Kreislauffähigkeit bestehender Hütten des DAV erarbeitet. Die im Zuge dieser Arbeitspakete gewonnenen Erkenntnisse wurden in einem praxisorientierten Leitfaden zusammengeführt, der auch für fachfremde Zielgruppen verständlich aufbereitet wurde (siehe Anhang A). Die Erarbeitung des Leitfadens (AP5) wird daher in dem darauffolgenden Kapitel 2.2 dargestellt. Das abschließende Arbeitspaket AP6 widmet sich der Partizipation, insbesondere der Einbindung der DAV-Sektionen und bietet einen Überblick über die entsprechenden Beteiligungsmöglichkeiten zum Abschluss des Hauptteils, Kapitel 2.3.

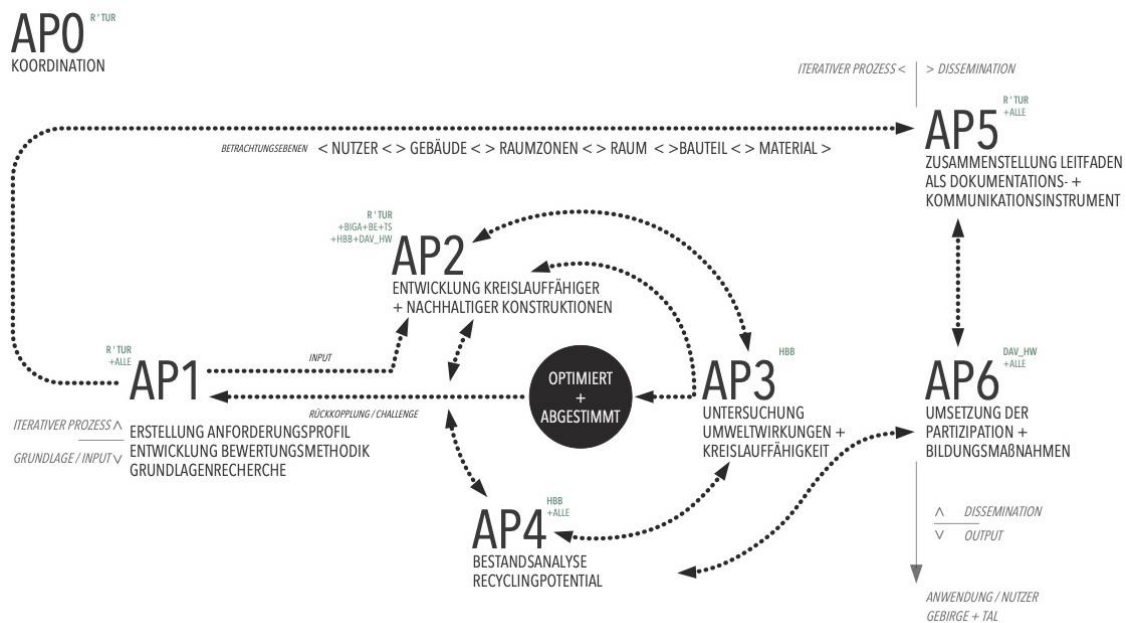


Abbildung 1: Systematik der Arbeitspakete

2.1 Arbeitspakete 1-4 Grundlagen und Iteration

2.1.1 Arbeitsschritte und methodisches Vorgehen

Marco Krechel (AP1-2), Christine Hani (AP3-4)

Als Grundlage werden im Arbeitspaket (AP) 1 zunächst die Anforderungen und Erwartungen der verschiedenen Stakeholder an alpine Bauten identifiziert. Ziel ist es, diese mit den ursprünglichen Schutzziele einer Alpenvereinschütte abzugleichen und kritisch auf ihre Notwendigkeit und Angemessenheit im heutigen Kontext zu überprüfen.

Darauf aufbauend beginnt in den AP 2+3+4 eine sich fortsetzende Iteration, bei der kreislauffähige und umweltschonende Konstruktionen unter der Berücksichtigung der Aspekte aus angemessenem Komfort, Umweltwirkung, Kreislauffähigkeit sowie dem Recyclingpotential entwickelt werden. Als Ausgangspunkt der Betrachtung sowie für die Entwicklung der Konstruktionen dient die Planung des Teilersatzbaus der Hochlandhütte. Auf dieser aufbauend werden verschiedene, Grenzen auslotende, nachhaltige Konstruktionen entwickelt, untersucht und hinsichtlich der Umsetzbarkeit des Anforderungsprofils im alpinen Kontext bewertet.

AP1 Grundlagenrecherche

In einem ersten Arbeitsschritt erfolgt die Analyse bestehender Hüttenprofile sowie der Nutzungsgruppen. Dies geschieht durch Recherche sowie Diskussion mit den Forschungspartnern des Bundesverbandes des DAV sowie der Sektion Hochland des DAV. Es wird ein Profil für Schutzhütten sowie der Nutzenden erstellt, das einen Überblick über die Hauptkriterien der Hütten in den Alpen schafft. In einem weiteren Schritt werden durch eine Literaturrecherche die baurechtlichen Anforderungen an Schutzhütten auf der Grundlage der Musterbauordnung sowie der ergänzenden Technischen Musterbaubestimmungen definiert und dokumentiert. Da Schutzhütten als Arbeitsstätte für das Hüttenteam zu sehen sind, werden Anforderungen aus der Arbeitsstättenrichtlinie mit in die Diskussion genommen. Die Forschungspartner*innen übernehmen dabei die Betrachtung zu ihrer Fachdisziplin, die entsprechend den Schutzziele verteilt werden. Dazu gehören: Mechanische Festigkeit und Standsicherheit, Brandschutz, Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz, Sicherheit bei der Nutzung, Schallschutz, Wärmeschutz. In einer gemeinsamen Diskussion werden die Spielräume innerhalb der bau- und arbeitsrechtlichen Gesetzgebung mit den Erfahrungen des DAV abgewogen und die Ziele definiert, die für einen nachhaltigen Schutzhüttenbau förderlich sind. In den nun folgenden Kapiteln der jeweiligen Schutzziele findet zu Beginn eine Diskussion der relevanten rechtlichen Rahmenbedingungen und deren Anwendung im Kontext von Schutzhütten statt.

AP2 Entwicklung kreislauffähiger + nachhaltiger Konstruktionen

Als Ausgangspunkt für die Entwicklung anforderungskonformer und kreislaufgerechter, nachhaltiger Konstruktionen für den Schutzhüttenbau werden die Bauteilaufbauten der Hochlandhütte zusammengetragen. Auf dieser Grundlage beginnt die iterative Entwicklung geeigneter Konstruktionen, die dem Anforderungskatalog (AP1 als Grundlage) gerecht werden, geringe Umweltwirkungen aufweisen, möglichst kreislauffähig sind (Rückkopplung mit AP3) sowie die Option des Wiedereinbaus von rezykliertem Material aus dem abzubrechenden Bestand (Rückkopplung mit AP4) ermöglichen. Um eine ganzheitliche Betrachtung und Optimierung der Konstruktionen zu gewährleisten, werden diese iterativ zwischen allen Aspekten und unterschiedlichen Betrachtungsebenen (Gebäude/Zone/Raum/Bauteil/Material) rückgekoppelt und abgestimmt. Als Ergebnis entwickelte sich ein Bauteilkatalog mit drei unterschiedlichen Varianten ('Tal', 'Berg' + 'Gipfel') die jeweils auf unterschiedliche Anforderungsniveaus abgestimmt sind. Die Ergebnisse des Bauteilkataloges befinden sich im Anhang C | Bauteilkatalog.

AP3-4 Untersuchung Umweltwirkungen + Kreislauffähigkeit

Im Anschluss an die baurechtliche und konstruktive Grundlagenarbeit erfolgt in AP3 die Entwicklung und Erprobung einer Methodik zur Bewertung der Umweltauswirkungen und der Kreislauffähigkeit der erarbeiteten Konstruktionsvarianten. Dazu werden zunächst Ergebnisse zur Lebenszyklusanalyse und zur Kreislauffähigkeit von Konstruktionen bestehender Schutzhütten ausgewertet, um mögliche Ansätze und Vorarbeiten für den alpinen Kontext zu identifizieren. Für die Umweltauswirkungen wurde im Projektteam auf dieser Grundlage ein praxistauglicher Bewertungsrahmen definiert und gemeinsam mit externen Fachleuten diskutiert und weiterentwickelt. Die darauf aufbauende Methodik wird anhand der Hochlandhütte konkretisiert und in mehreren Iterationsschleifen erprobt und angepasst. Für die ökobilanziellen Bewertungen wird neben den drei entwickelten Holzbauvarianten („Tal“, „Berg“ und „Gipfel“) gezielt eine Referenzkonstruktion in mineralischer Bauweise (Mauerwerk, Stahlbetondecken) untersucht. Dieser systematische Variantenvergleich ermöglicht die Quantifizierung des Effekts der Materialwahl und liefert eine belastbare Grundlage für die Bewertung alternativer Bauweisen im Hinblick auf Umweltauswirkung und Kreislauffähigkeit.

Die Methodik bildet die Grundlage für die anschließende, normkonforme Bewertung der untersuchten Bauvarianten im Rahmen der Lebenszyklusanalyse und der Materialflussanalyse.

Die praktische Anwendbarkeit und Nachvollziehbarkeit zur Bewertung der Kreislauffähigkeit werden im Rahmen partizipativer Formate sichergestellt. Bis zum Ende des Projektes konnte zwar der erste Teil der Methodik für die Bewertung der Kreislauffähigkeit durchgeführt werden, die tatsächliche Umsetzung muss jedoch im Nachgang erfolgen, wodurch Erkenntnisse und Erfahrungswerte erst nachträglich einfließen können.

2.1.2 Ergebnisse

In den folgenden Unterkapiteln werden die Ergebnisse der Arbeitspakete 1-4 thematisch geordnet zusammengefasst. Als Ausgangspunkt werden in dem Kapitel „Hütten- und Nutzungsprofil“ die Merkmale von Schutzhütten sowie die Nutzungsarten zusammengefasst und exemplarisch an der Hochlandhütte dargestellt. In den Kapiteln „Nachhaltigkeit“ und „Zirkularität“ werden allgemeine sowie für den Anwendungsfall der Hochlandhütte spezifische Betrachtungen und Ergebnisse zusammengefasst. Die darauffolgenden Abschnitte stehen unter der Überschrift der verschiedenen Schutzziele und führen diese mit den Themen des Hütten- und Nutzungsprofils sowie der Nachhaltigkeit und Kreislauffähigkeit zusammen.

Diese Kapitel folgen der gleichen Systematik: Dabei dient die auf der Grundlagenrecherche in AP1 basierende Auseinandersetzung mit den jeweiligen bauordnungsrechtlichen Aspekten als Stichwortgeber für die anschließende Diskussion. *Welches Ziel verfolgen die jeweiligen Themen? Welche Relevanz haben sie für die Schutzhütten, wenn man das Profil von Hütte und Nutzer betrachtet? Und welchen Einfluss hat die Umsetzung des Schutzziels auf die Nachhaltigkeit?* Diese Fragen führen durch die Betrachtung. Nach dem Aufzeigen der Relevanz für die Schutzhütten werden Strategien zur nachhaltigen Umsetzung sowie deren Hebel und Wirksamkeit aufgezeigt.

Im Folgenden werden die einzelnen Projektergebnisse entsprechend der zuvor beschriebenen Struktur in Unterkapiteln erörtert. Darauf aufbauend folgt eine Diskussion aller Ergebnisse aus den Arbeitspaketen 1-4.

Hütten- und Nutzungsprofil

Anne Carina Völkel, Marco Krechel

Als wesentlicher Ausgangspunkt der Betrachtung der Schutzziele dienen die charakteristischen Merkmale von Gebäude und Nutzungsart, die in einer Profilbeschreibung zusammengefasst sind. Dieses charakteristische Profil verschafft eine Übersicht über die relevanten Aspekte aus Lage, Erschließung sowie Nutzung. In den folgenden Kapiteln zu den Schutzziele wird deutlich, wie wichtig die Berücksichtigung von standortspezifischen und nutzerspezifischen Faktoren ist. Welche Auswirkungen hat die Erschließung von Schutzhütten z.B. mit dem Helikopter? Für welchen Personenkreis muss die Hütte Schutz bieten?

Der Deutsche Alpenverein (DAV) unterteilt Schutzhütten in die Kategorien I, II und III. Bei Hütten der **Kategorie I** handelt es sich um Schutzhütten in Extremlagen, die ihren ursprünglichen Charakter als Stützpunkt für Bergsteigende und -wandernde bewahren müssen. Die Ausstattung ist schlicht, eine einfache Verköstigung ist ausreichend. Hütten dieser Kategorie sind ein Stützpunkt in einem bergsteigerisch bedeutsamen Gebiet und für Gäste nur in Ausnahmefällen mit mechanischen Hilfen erreichbar; der Aufstieg erfordert in der Regel mindestens eine Gehstunde. Sie können bewirtschaftet, eine Selbstversorgerhütte oder ein Biwak sein. Hütten der **Kategorie II** sind Schutzhütten (bewirtschaftet oder als Selbstversorgerhütte betrieben) mit Stützpunktfunktion in eher viel besuchten Gebieten. Sie eignen sich aufgrund ihrer umfangreicheren Ausstattung auch für mehrtägige Winter- und/oder Sommeraufenthalte, zum Skilauf und Familienurlaub. Hütten der Kategorie II können mechanisch erreichbar sein und sind in der Regel ganzjährig bewirtschaftet. Zu Hütten der **Kategorie III** zählen mechanisch erreichbare Alpenvereinshäuser. Das Haus kann vorwiegend ein Ausflugsziel für Tagesgäste oder ein ortsüblicher Beherbergungsbetrieb sein. Der gastronomische Betrieb entspricht dem landesüblichen Angebot. [19]

Der Fokus dieses Forschungsprojektes liegt auf Hütten der Kategorie I, welche 62 % der allgemein zugänglichen Schutzhütten des DAVs abbilden. Darüber hinaus bietet der Leitfaden relevante Informationen für die beiden weiteren Kategorien. Wichtig wird dabei die Betrachtung, wie zugänglich eine Schutzhütte ist. Je mehr sie sich dem Gasthauscharakter, z. B. auf Grund der guten Erreichbarkeit nähert, desto mehr werden Schutzhütten den Gasthäusern in den Schutzanforderungen gleichgestellt.

Beim Nutzungsprofil werden die Erfordernisse die Bedürfnisse der verschiedenen Nutzer*innen definiert. Während sich z.B. in Biwaks und Selbstversorgerhütten die Bergsteigenden selbst um alles kümmern, werden bewirtschaftete Schutzhütten vom Service des Hüttenteams maßgeblich geprägt. Für den Schutz der Arbeitstätigen bedeutet das, dass der Gestaltung der Arbeitsumgebung und der Ruheräume besondere Beachtung geschenkt werden muss.

PROFIL HOCHLANDHÜTTE

| | | | | |
|------------------------|------------------|-------------------|----------------------|-------------------|
| Typ | ✓ Schutzhütte | ✗ Alpengasthaus | | |
| Hüttenkategorie | ✓ Kategorie I | ✗ Kategorie II | ✗ Kategorie III | |
| Saison | ✓ Sommer | ✗ Ganzjährig | | |
| Höhenlage | ✓ Hochgebirge | ✗ Mittelgebirge | | |
| Betrieb | ✓ Bewirtschaftet | ✗ Selbstversorger | ✗ Biwak | |
| Ressourcen | ✓ Insellage | ✗ Netz | | |
| Nutzer | ✓ Pächter ✓ Team | ✓ Tagesgäste | ✓ Übernachtungsgäste | |
| Nutzungen | ✓ Beherbergung | ✓ Gastronomie | ✓ Wohnen | |
| Raumzonen | ✓ Gastraum | ✓ Küche | ✓ Lager | ✓ Schlaflager |
| | ✓ Sanitär Gäste | ✓ Sanitär Team | ✓ Technik | ✓ Unterkunft Team |
| | ✓ Verkehrswege | ✓ Trockenraum | ✓ Aussenbereich | ✗ Winterraum |
| Erschließung | ✓ Zu Fuß | ✓ Helikopter | ✗ Materialbahn | ✗ Personenbahn |
| | | | ✗ Motorisiert | ✗ Fahrrad |
| Maßnahme | ✓ Sanierung | ✓ Umbau | ✓ Erweiterung | ✓ Teilersatzbau |
| | | | ✓ Ersatzbau | |

Abbildung 2: Übersicht des Hütten- und Nutzungsprofils, angewendet am Beispiel der Hochlandhütte

Nachhaltigkeit

Christine Hani

Was ist das Ziel der Integration von Nachhaltigkeit spezifisch im Projekt Hochlandhütte und allgemein bei Schutzhütten?

Nachhaltigkeit ist für den Alpenverein ein verbindliches Ziel, insbesondere im Hinblick auf das selbst gesetzte Vorhaben, bis zum Jahr 2030 klimaneutral zu werden. [20] Vor diesem Hintergrund wurde im Forschungsprojekt die Aufgabe verfolgt, die Umweltauswirkungen von Schutzhütten der Kategorie 1 zu erfassen und in der Planung zu berücksichtigen. Schutzhütten unterliegen spezifischen Rahmenbedingungen. Dazu zählen die eingeschränkte Erreichbarkeit, hohe Anforderungen an Robustheit und Funktionalität, die autarke Energie- und Wasserversorgung sowie besondere Schutzanforderungen gegenüber der Umgebung. Diese Ausgangslage schränkt planerische Spielräume ein, macht aber eine transparente Bewertung umso wichtiger. Ziel des Projekts war es, die Umweltwirkungen unterschiedlicher Konstruktionsvarianten nachvollziehbar darzustellen und deren Optimierungspotentiale zu identifizieren. Die Ergebnisse dienen als Grundlage, um konkrete Entwurfsentscheidungen hinsichtlich Materialeinsatz und Konstruktionsweise besser abwägen zu können. Dabei wurde das Fallbeispiel der Hochlandhütte verwendet, um die Bewertungen unter realen Bedingungen zu verorten.

Wie wurden die Varianten analysiert und mit welchen Methoden bewertet?

Zur Bewertung der Umweltwirkungen der entwickelten Konstruktionsvarianten wurde eine kombinierte Methodik aus Lebenszyklusanalyse (LCA) nach DIN EN 15804:2022-03 [2] und DIN EN 15978:2024:2012-10 [7] sowie ergänzend Materialflussanalyse (MFA) angewendet. Der vorliegende Bericht ergänzt die LCA-Ergebnisse aus dem Leitfaden um das konkrete methodische Vorgehen, das im Zuge der Bewertung der Hochlandhütte angewendet wurde, um sie auf folgende Bauprojekte zu übertragen. Die methodischen Grundlagen und allgemeinen Definitionen der LCA und MFA sind im Anhang D | Ökobilanz dargestellt; darüber hinaus werden das Ziel und der Untersuchungsrahmen sowie die Sensitivitätsanalysen detailliert beschrieben und mit den entsprechenden Ergebnissen verknüpft.

Grundlage der Auswertung ist ein Bauteilkatalog, der typische Bauteile alpiner Hütten in vier Ausführungsvarianten beschreibt. Diese Varianten wurden iterativ auf Basis der Ergebnisse der nachfolgenden Kapitel zu Schutzziele entwickelt, um unterschiedliche bauliche, funktionale und ökologische Anforderungen zu untersuchen. Tabelle 1 fasst die jeweiligen Merkmale zusammen.

Tabelle 1: Beschreibung der Bauteilvarianten

| | |
|-----------------------------|--|
| Variante Tal | Erfüllt die Anforderungen des GEG mit Schwerpunkt auf Wärme-, Feuchte- und Schallschutz sowie Komfortstandards (Gebrauchstauglichkeit). Anforderungen wie sie im Tal in der Regel definiert werden. |
| Variante Berg | Reduzierte Konstruktion mit geringerem Materialeinsatz bei Einhaltung grundlegender Anforderungen an Tragfähigkeit und Wärmeschutz. Reduktion der im Tal geltenden Anforderungen bei möglichst gleichbleibendem Komfort (normative/gesetzliche Pflichten Anforderungen eingehalten). |
| Variante Gipfel | Minimale Erfüllung der Anforderungen Wärmeschutz und Komfort - ohne Dämmung oder massives Fundament (Felsgründung). Minimale Anforderungen, die den Komfort reduzieren. Speziell auf Hütten am Berg abgestimmte Anforderungen. |
| Variante Mineralisch | Referenzvariante mit Außen- und Innenwänden aus Mauerwerk sowie Stahlbetondecken, orientiert an Anforderungen der Tal Variante. |

Neben einer mineralischen Bauweise wurden für drei Holzbauvarianten die jeweiligen Umweltauswirkungen über eine Lebenszyklusanalyse ermittelt. Die Lebenszyklusanalyse betrachtet die Module A1–A4 (Herstellung und Bauprozess), B4 (Instandhaltung), B6 (Nutzung/Energiebedarf) sowie C2–C4 (Entsorgung). Der Fokus liegt auf der Wirkungsabschätzung des Treibhauspotentials (Global Warming Potential, GWP), ausgedrückt in kg CO₂-Äquivalent. Die Lebensdauer des Gebäudes wurde mit 50 Jahren angenommen. Der Untersuchungsrahmen wurde auf das Fallbeispiel der Hochlandhütte auf Gebäudeebene abgestimmt. Auf Bauteilebene wurde als funktionelle Einheit pro Quadratmeter des jeweiligen Bauteils und auf Gebäudeebene pro Quadratmeter Gesamtfläche gerechnet. Abbildung 3 zeigt die gezogene Systemgrenze bei der Bilanzierung nach Bauteilgruppen, die für die LCA der Hochlandhütte

berücksichtigt wurden. Für jede Variante wurden die Massen und Umweltwirkungen der einzelnen Bauteilgruppen bilanziert. Die Bilanzierung umfasste Baustoffart, Mengen, Verbindungsmittel etc.

| Gebäudeebene | Schutzhütte | | | | | | | | | | |
|--------------|-------------|----------------|---------------|----------------------|------------|-------|----------------|------------|-------------|------------|------------------|
| | Gründung | | Außenwände | | Innenwände | | Geschossdecken | | Dach | | Betrieb |
| Bauteil | Bodenplatte | Aushub | Fenster/Türen | Opake Wand | Opake Wand | Türen | Treppen | Tragwerk | Bodenaufbau | | Pufferspeicher |
| | Stahlbeton | Aushubmaterial | Stahl | Bekleidung | Holz | Stahl | Stahl | Holz | Bodenbelag | PV-Paneele | Solaranlage |
| Baustoff | Dämmung | | Glas | Dämmung | Dämmung | Holz | Holz | Stahlbeton | Estrich | Bekleidung | Batteriespeicher |
| | | | Holz | Außenwand-bekleidung | Bekleidung | | | | Folien | Dämmung | Gas |
| | | | | Folien | | | | | Dämmung | Holz | Helikopterflüge |
| | | | | | | | | | Schüttung | Folien | Sonstige |

Abbildung 3: Systemgrenze (orangene Linie) für die betrachteten Bauteilgruppen für die LCA

Für die Ermittlung der Umweltwirkungen wurde auf Datensätze der ÖKOBAUDAT [21] zurückgegriffen. Lediglich die Umweltwirkungen des Transports wurden separat bilanziert, da für spezifische alpine Transportarten keine vollständigen Datensätze in den Standarddatenbanken vorlagen. Die Modellierung erfolgte differenziert nach Transportmitteln: Für Helikoptertransporte wurde der Energieverbrauch anhand technischer Kennwerte modelliert und mit einem Kerosin-Emissionsfaktor aus *LCA for Experts* (Sphera Solutions Inc.) [22] bilanziert. Für LKW-Transporte bergauf und bergab wurden Verbrauchsdaten (Dieselverbrauch pro Kilometer Fahrstrecke für bestimmten Auslastungsgrad) aus HBEFA [23] und Mobitool [24] verwendet und mit den Umweltwirkungen je kg Diesel (Datensatzname: „Diesel ab Tankstelle“) aus *LCA for Experts* [22] verrechnet. Das resultierende GWP wurde mit der jeweiligen Transportdistanz bzw. -dauer berechnet. Es wurde berücksichtigt, dass Transportmittel eine maximale Nutzlast haben (z. B. 800 kg für Helikopter). Für vorgelagerte Transporte vom Werk bis zum Tal wurden Transportdatensätze aus der ÖKOBAUDAT [21] verwendet.

Ergänzend zur Zusammenstellung der Ergebnisse wurden Sensitivitätsanalysen durchgeführt, um die Auswirkungen veränderter Annahmen – etwa bei Transportdistanzen, Bauteilmengen oder Datensätzen – zu erfassen (vgl. Anhang D | Ökobilanz). Die Bewertung der Transportemissionen basiert auf Verbrauchsdaten für LKW-Transporte, die im Dialog mit ausführenden Unternehmen abgestimmt wurden. Betriebsbezogene Annahmen und Energiesimulationen wurden mit externen Fachplanern validiert (u. a. Transsolar und Energieberater). Durch diese externe Einbindung ist gewährleistet, dass die Annahmen und die Datengrundlage dem aktuellen Stand der Technik und den spezifischen Bedingungen des alpinen Raums entsprechen.

Welche Umweltauswirkungen haben die jeweiligen Bauteilgruppen?

Bei allen Varianten der Hochlandhütte fällt ein Großteil der Gesamtmasse auf die Gründung. Ursache ist das hohe Gewicht mineralischer Baustoffe wie Schüttung, Beton und Bewehrung. Die Ergebnisse der Massenermittlung sind in Abbildung 4 dargestellt. Selbst in der Variante „Gipfel“ beträgt der Anteil der Gründung rund 49 % der Gesamtmasse. Obwohl hier kein Stahlbeton verwendet wird, ergibt sich der hohe Anteil durch den Einsatz von Schroppen, Splitt und Pflasterbelag im Vergleich zu den übrigen Bauteilgruppen, welche hier überwiegend in Holzbauweise vorgesehen sind. In den Varianten „Mineralisch“, „Tal“ und „Berg“ zeigt sich auch bei der Außenwand im Erdreich ein hoher Anteil, bedingt durch die Ausführung in Stahlbeton. Die übrigen Bauteilgruppen, insbesondere Dach und Innenwände, weisen geringere Massenanteile auf.

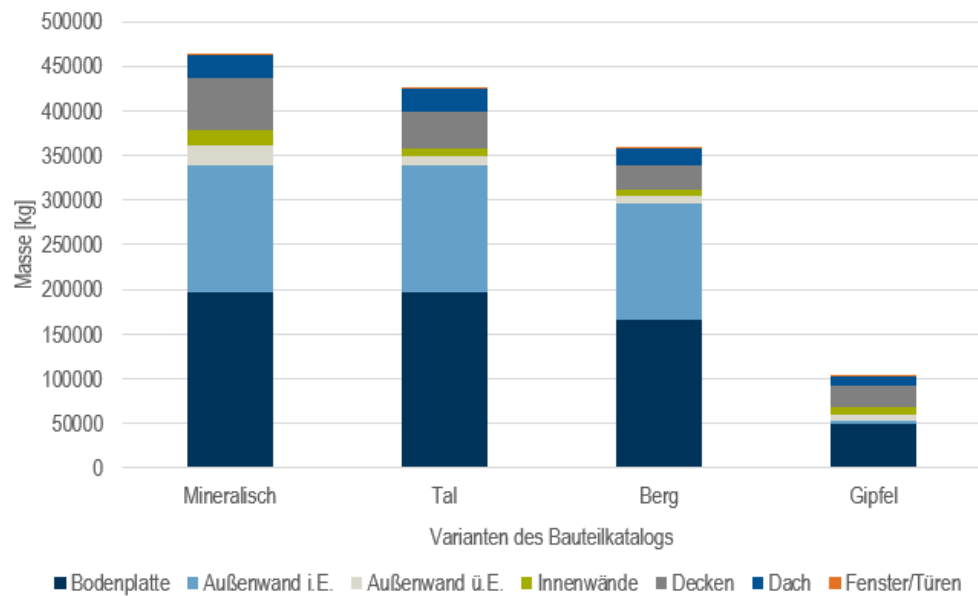


Abbildung 4: Massenverteilung der Bauteilgruppen je Variante am Beispiel der Hochlandhütte

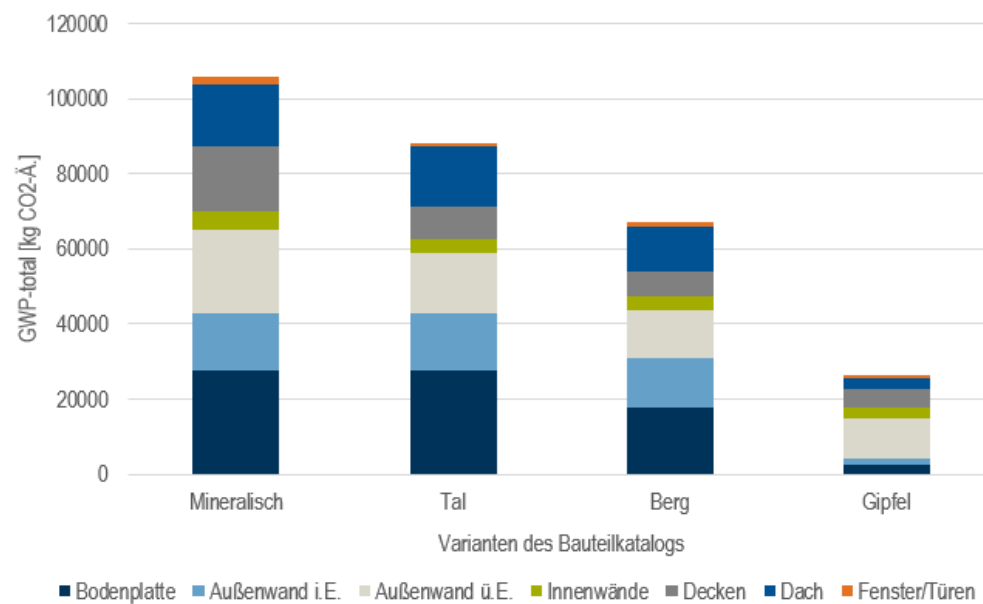


Abbildung 5: GWP-total der Bauteilgruppen je Variante über den Lebenszyklus (graue Emissionen) am Beispiel der Hochlandhütte

Die Ergebnisse in Abbildung 5 zeigen, dass sich das GWP-total zwischen den vier untersuchten Varianten deutlich unterscheidet. Die grauen Emissionen über den betrachteten Lebenszyklus (Module A1–3, A4, B4 und C2–4) werden dort je Bauteilgruppe dargestellt. Die Bodenplatte weist in den Varianten „Mineralisch“, „Tal“ und „Berg“ den höchsten Einzelbeitrag zum GWP-total auf. Die Unterschiede zwischen diesen drei Varianten bleiben in dieser Bauteilgruppe gering, da statische Anforderungen, Materialwahl und Ausführung weitgehend vergleichbar sind. Auch Stahlbetonaußenwände im Erdreich sind in diesen Varianten enthalten und tragen entsprechend zur Emissionsbilanz bei. Die Variante „Gipfel“ unterscheidet sich, da hier eine Gründung auf Felsen angenommen wird und Kellerwände entfallen.

Bei anderen Bauteilgruppen wie Dach, Decken und Innenwänden unterscheiden sich die Varianten im konstruktiven Aufbau. In der Variante „Gipfel“ werden keine Dämmstoffe verwendet und die tragenden Schichten weisen geringere Querschnitte auf. Dies führt zu einem geringeren Materialeinsatz und einem entsprechend niedrigen GWP-total in diesen Bereichen.

Was lässt sich aus den Ergebnissen für die Planung ableiten?

Die Ergebnisse der Lebenszyklusanalyse zeigen, dass die Umweltwirkungen der Varianten im Wesentlichen von der Materialwahl und den Anforderungen bestimmt werden. Kompakte Bauweisen und eine Reduktion auf das funktional Notwendige führen zu einer Verringerung des GWP-total. Bauteilgruppen wie die Bodenplatte verursachen unabhängig von der Variante einen großen Anteil am GWP-total des jeweiligen Gebäudes, da diese durch konstruktive und standortspezifische Anforderungen bestimmt werden. Bei der Gebäudehülle und dem Innenausbau bestehen dagegen größere Spielräume für Anpassungen.

Welche Empfehlungen lassen sich für zukünftige Projekte ableiten?

Für die Planung empfiehlt es sich, Umweltziele möglichst vor Beginn der Entwurfsphase festzulegen. Besonders die Gründung bietet grundsätzlich ein großes Potential zur Reduktion von Umweltwirkungen – etwa durch alternative Konstruktionsweisen oder die Nutzung des vorhandenen Felsens. Voraussetzung dafür ist jedoch ein geologisches Gutachten, das die Machbarkeit und Sicherheit bewertet. Sollte sich die Gründung aufgrund hoher statischer oder geologischer Anforderungen nur eingeschränkt optimieren lassen, können andere Bauteilgruppen wie Hülle, Innenwände und Ausbau als Stellschrauben für die Reduktion der Umweltwirkungen dienen. Eine belastbare Bewertung setzt vollständige und überprüfbare Ökobilanzdaten voraus, die bereits in frühen Planungsphasen eingesetzt werden sollten.

Kreislauffähigkeit

Christine Hani

Warum ist Kreislauffähigkeit im alpinen Hüttenbau relevant?

Die Kreislauffähigkeit gewinnt im Kontext des alpinen Hüttenbaus an Bedeutung, da bauliche Maßnahmen in sensiblen Hochlagen zunehmend unter dem Aspekt der Ressourcenschonung und Rückbaubarkeit geplant werden müssen. Anders als im urbanen Raum, wo Rückbauflächen potentiell durch Erweiterungen oder Ersatzneubauten ergänzt werden können, sind alpine Standorte durch topografische und naturschutzrechtliche Restriktionen auf bestehende Baukörper begrenzt. Neue Bauvorhaben erfordern daher gegebenenfalls den vollständigen oder teilweisen Rückbau bestehender Strukturen, wodurch die Bewertung der Kreislauffähigkeit zu einer entscheidenden Planungsgrundlage wird. Hinzu kommt die logistische Herausforderung in alpinen Lagen. Die eingeschränkte Erreichbarkeit über das Tal – etwa durch Zugang zu Fuß oder Hubschrauber – macht den Rückbau konventioneller Gebäude kosten- und ressourcenintensiv. Rückgeführte Materialien verursachen hohe Transport- und Entsorgungsaufwände. Gleichzeitig erhöht sich der ökologische Fußabdruck, wenn Bestandmaterialien nicht im Kreislauf gehalten werden können. Die lokale Wiederverwendung von Bauteilen und die Minimierung von Entsorgungsvolumen bieten daher sowohl ökologische als auch praktische Vorteile.

Obwohl die Prinzipien der Kreislaufwirtschaft in der Baupraxis zunehmend integriert werden, existieren bislang keine standardisierten Verfahren zur systematischen Bewertung der Kreislauffähigkeit von Bestandsgebäuden. Insbesondere für alpines Bauen fehlen erprobte Methoden, die Rückbau, Materialbewertung und logistische Randbedingungen integriert berücksichtigen. Diese Lücke adressiert das vorliegende Projekt, indem ein methodisches Vorgehen zur Bewertung der Kreislauffähigkeit entwickelt und am Beispiel der Hochlandhütte exemplarisch angewendet wird.

Ziel ist es, ein Verfahren zu etablieren, das die potentielle Wiederverwendbarkeit und Verwertbarkeit von Bauteilen bereits im Vorfeld von Planungs- und Rückbauentscheidungen quantifizierbar macht. Die Integration partizipativer Prozesse (z. B. durch Einbindung von Sektionen, Fachplaner*innen, Nutzergruppen) soll zudem sicherstellen, dass die Methode an unterschiedliche Rahmenbedingungen im Hüttenbau adaptierbar bleibt.

Welche Bewertungsmethodik kann für die Kreislauffähigkeit genutzt werden?

Das methodische Vorgehen orientiert sich an einem Rückbauprozess, der auf die Bedingungen der alpinen Schutzhütten angepasst wurde. Die Vorgehensweise umfasst sowohl die strukturierte Bauteilerfassung und -bewertung als auch eine Kategorisierung nach stofflichen Verwertungswegen. Als Grundlage dient ein mehrstufiges Schema (siehe Abbildung 6), das sich mit den Inhalten der DIN SPEC 91484:2023-04 [25] deckt, welche ein zweistufiges Prüfverfahren zur Beurteilung der Wiederverwendbarkeit von Bauteilen vorsieht.

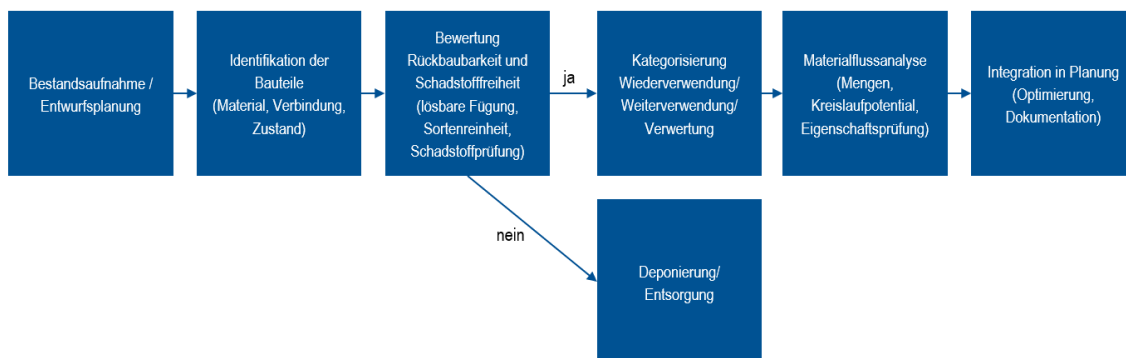


Abbildung 6: Methodische Vorgehensweise zur Bewertung der Kreislauffähigkeit

Der Ablauf in Abbildung 6 gliedert sich in folgende Schritte:

1. Bestandsaufnahme/Entwurfsplanung

Ausgangspunkt ist die Aufnahme vorhandener Bestandsbauten und die Analyse eines Entwurfs für den tatsächlichen Bedarf. Dabei werden relevante Bauteile erfasst und projektspezifische Randbedingungen dokumentiert (z. B. Erschließung, Zugang).

2. Identifikation der Bauteile

Die erfassten Elemente werden hinsichtlich Material, Verbindungsart (kraft-/form-/stoffschlüssig oder unlösbar) und baulichem Zustand klassifiziert. Diese Informationen bilden die Grundlage für die nachfolgende Bewertung.

3. Bewertung von Rückbaubarkeit und Schadstofffreiheit

Es erfolgt eine Einschätzung der technischen Wiederverwendbarkeit. Bewertet wird insbesondere:

- Fügung: Ist das Bauteil/Schicht zerstörungsfrei demontierbar?
- Sortenreinheit: Ist das Material trennbar bzw. homogen?
- Schadstofffreiheit: Liegen Hinweise auf gesundheitsgefährdende Stoffe (z. B. Holzschutzmittel, Bitumen, Asbest) als Primär- oder Sekundärbelastung vor?

Entspricht ein Bauteil den Anforderungen, wird es weiter in den Kreislaufpfaden bewertet. Ist dies nicht der Fall, folgt eine erweiterte Bewertung anhand von Laboruntersuchungen.

4. Kategorisierung nach Kreislaufpfaden

Alle Bauteile werden auf Grundlage des KrWG [26] zugeordnet, die im vorliegenden Projekt um eine projektspezifische Differenzierung nach Verwertungsort erweitert wurde: Es wird zwischen einer Verwertung vor Ort (am Berg) und einer Verwertung im Tal unterschieden. Diese Unterscheidung berücksichtigt die logistischen und ökologischen Auswirkungen des Materialtransports im alpinen Raum und erhöht die Aussagekraft der Bewertung im konkreten Nutzungskontext von Schutzhütten.

5. Materialflussanalyse

Im Anschluss erfolgt die Massenermittlung für jedes Bauteil. Auf Basis der geometrischen Kennwerte und Materialdichten werden Volumen und Masse berechnet. Ergänzend werden kreislaurelevante Eigenschaften wie Schadstoffbelastung, Rückbaubarkeit und Sortenreinheit dokumentiert. Ziel ist die quantitative Bewertung des Wiederverwendungspotentials sowie die ökologische und logistische Einschätzung des Aufwands, insbesondere im Hinblick auf Transportwege, Lagerung und Entsorgung im alpinen Kontext.

6. Integration in die Planung

Die Ergebnisse fließen in die Projektplanung ein. Sie dienen zur Optimierung des Materialeinsatzes, zur Reduktion von Entsorgungsmengen und als Entscheidungsgrundlage für Varianten wie Rückbau, Teilersatz oder Sanierung.

Wie wurde die Kreislauffähigkeit am Beispiel der Hochlandhütte bewertet?

Die entwickelte Methodik zur Bewertung der Kreislauffähigkeit wurde im Projektverlauf an einem Gebäudeteil der Hochlandhütte exemplarisch angewendet. Ziel war es, die Anwendbarkeit des Vorgehens unter realen Bedingungen zu überprüfen und eine nachvollziehbare Einschätzung zum Rückbau- und Verwertungspotential vorhandener Bauteile zu erhalten. Die Bewertung erfolgte im Rahmen einer bauteilbasierten Bestandsaufnahme vor Ort. Dabei wurden relevante Bauteile systematisch dokumentiert und hinsichtlich Material, Fügung, Zustand und potentieller Schadstoffe bewertet. Die Aufnahme erfolgte mithilfe vorbereiteter Raumbücher und standardisierter Erfassungsformulare mit Angaben zur Geometrie, Verbindungstechnik, Oberflächenbehandlung und Einbauort. Die Anwendung der Bewertungsmethodik ermöglichte eine realitätsnahe Einstufung der Bauteile in Verwertungskategorien. Bei unklaren Fügungen oder vermuteten Schadstoffbelastungen wurde eine differenzierte Bewertung, durch z.B. das Öffnen einer Wand, vorgenommen. In Einzelfällen wurden Materialproben entnommen als Vorbereitung für Laboranalysen. Die dokumentierten Ergebnisse zeigen, dass die Bewertungslogik auf Bestandsgebäude im alpinen Raum übertragbar ist, insbesondere wenn Rückbau, Wiederverwendung und Logistik frühzeitig zusammen betrachtet werden.

Abbildung 7 zeigt exemplarisch die Durchführung der Bestandsaufnahme sowie Messungen, Fotodokumentation und vorbereitende Untersuchungen zur Materialbewertung. Eine Auswahl der aufgenommenen Bauteile, inklusive Fotodokumentation, Schadenskartierung, Fügungsbeurteilung und Materialeinschätzung, ist als Auszug aus der ergänzenden Dokumentation im Anhang E | Kreislauffähigkeit dargestellt.



Abbildung 7: Durchführung der Bestandsaufnahme und Identifikation der Bauteile, Messung der Holzfeuchte sowie Probenahme für Laboruntersuchungen

Was sind die Ergebnisse der Kreislauffähigkeitsbewertung der Hochlandhütte?

Die Bewertung der Bauteile erfolgte auf Grundlage einer Massenermittlung und der Zuordnung zu Verwertungskategorien nach einem mehrstufigen Schema (vgl. Abbildung 8). Die Kategorien reichen von direkter Wiederverwendung bis zur Deponierung (1a bis 6). Die vollständige Datengrundlage ist im Anhang E | Kreislauffähigkeit dokumentiert.

| | | |
|--|---|---|
| | 0 Vermeidung | Bsp. Baumaßnahme vermeiden |
| | 1a Wiederverwendung/Vermeidung | Bsp. Balkendecke, Bestandsgebäude, PV, T üen, Fenster |
| | 1b Weiterverwendung | Bsp. Sparren als Deckenbalken |
| | 2 Gleichwertig stoffliche Verwertung | Bsp. Stahl, Metalldach |
| | 3 Minderwertige stoffliche Verwertung | Bsp. Glaswolle, Holzwerkstoffplatte |
| | 5a Endgültige thermische Verwertung vor Ort | Bsp. Holz unbehandelt A1 |
| | 5b Endgültige thermische Verwertung im Tal | Bsp. Holz behandelt A2-3 |
| | 6 Deponierung / Entsorgung | Bsp. Gips / Schadstoffbelastung Baumischmüll, Holz A4 |

Abbildung 8: Legende zur Einteilung der Baustoffe ab dem Rückbau in Anlehnung an [26]

Wie in Tabelle 2 dargestellt, wurden rund 31 % der Gesamtmasse Kategorien zugeordnet, bei denen eine Wieder- oder stoffliche Weiterverwendung grundsätzlich möglich erscheint (1a–3). Weitere 46 M.-% wurden als potentiell thermisch verwertbar vor Ort (5a) eingestuft. Etwa 23 % der Masse entfielen auf Kategorien, bei denen eine thermische Verwertung außerhalb des Standorts (5b) oder eine Deponierung (6) als voraussichtlich notwendig erscheint.

Tabelle 2: Verwertungspotential nach Kategorien

| Kategorie | Beschreibung | Masse [kg] | Anteil [%] |
|---------------|-------------------------------------|----------------|--------------|
| 1a | Wiederverwendung | 42,8 | 2,3 |
| 1b | Weiterverwendung | 304,5 | 16,2 |
| 2 | Stofflich verwertbar (gleichwertig) | 96,4 | 5,1 |
| 3 | Stofflich verwertbar (minderwertig) | 140,3 | 7,5 |
| 5a | Thermisch verwertbar am Berg | 856,8 | 45,6 |
| 5b | Thermisch verwertbar im Tal | 316,5 | 16,8 |
| 6 | Deponierung/Entsorgung | 121,7 | 6,5 |
| Gesamt | | 1.879,0 | 100,0 |

Die Kategorie 1a umfasst einzelne Bauteile wie Fenster oder PV-Module, die bei geeigneter Demontage wiederverwendbar sein könnten, deren tatsächlicher Verbleib im Projekt jedoch nicht gesichert ist. In Kategorie 1b wurden überwiegend Vollholzbauteile wie Sparren, Balken oder Dreischichtplatten eingeordnet, deren Wiederverwendung nach Bearbeitung denkbar erscheint. Die Kategorien 2 und 3 betreffen Materialien mit theoretisch möglicher stofflicher Verwertung, darunter Metalle und mineralische Baustoffe. Kategorie 5a umfasst nicht maßhaltige oder mechanisch geschädigte Holzbauteile, für die eine lokale energetische Verwertung grundsätzlich infrage kommt. Kategorie 5b bezieht sich auf behandelte Holzwerkstoffe, Bitumen oder MDF, die vor Ort aufgrund von Beschichtungen oder ähnlichem nicht verwertbar erscheinen. In Kategorie 6 wurden nicht trennbare Verbundmaterialien oder schadstoffbelastete Bauteile wie Pressspanplatten, Gipsfaserplatten oder keramische Beläge eingeordnet.

Was bedeutet das für die Umweltwirkungen der Hochlandhütte?

Im Rahmen der Bewertung wurde ergänzend eine Abschätzung der potentiellen Umweltwirkungen durchgeführt, die durch die Wieder- oder Weiterverwendung einzelner Bauteile vermieden werden können. Die Berechnung orientiert sich an den Vorgaben der DIN EN 15804:2022 [2]. Dabei wurde ausschließlich betrachtet, welche Herstellungs- und Verarbeitungsprozesse im Modul A3 bzw. Transportemissionen in A4 und C2 entfallen, wenn ein bestehendes Bauteil weiterverwendet wird. Die Datenbasis stützt sich auf typisierte Werte aus der *ÖKOBAUDAT*, ergänzt durch Annahmen zu Transportentfernungen und mechanischer Bearbeitung. Untersucht wurden beispielhaft Holzsparren und Schalungsbretter. Die Berechnungen bezogen sich auf die Masseinheiten der Bauteile, wie sie im Rahmen der Bestandserfassung bilanziert wurden. Weitere Ergebnisse sind im Anhang A | Leitfaden und Anhang E | Kreislauffähigkeit zu finden.

Welche Empfehlungen lassen sich für zukünftige Projekte ableiten?

Für zukünftige Projekte zeigt sich, dass eine frühzeitige Dokumentation verwendeter Materialien, Verbindungstechniken und möglicher Schadstoffe eine Voraussetzung für eine spätere stoffliche oder funktionale Wiederverwendung darstellt. Bereits in der Planungsphase sollte auf mechanisch lösbare Fügungen und sortenreine Baustoffe geachtet werden. Die Ergebnisse der Materialflussanalyse können zur Reduktion von Entsorgungsmengen, zur logistischen Optimierung und zur frühzeitigen Abstimmung mit Genehmigungsbehörden genutzt werden.

Schutzziel „Mechanische Festigkeit und Standsicherheit“

Patrik Aondio

Eine zentrale Anforderung an Gebäude ist deren Standsicherheit. Diese hängt maßgeblich von der mechanischen Festigkeit (Zug-, Druck-, Biege-, Schub-, Torsionsfestigkeit) der verwendeten Werkstoffe und Bauteile sowie deren Fügung ab. Zusätzlich zu den im Tal üblichen äußeren Einwirkungen müssen Schutzhütten durch ihre extreme Lage stärkeren Wind-, Schnee-, und Eislasten standhalten.

Wo sind die wichtigsten Anforderungen zur mechanischen Festigkeit und Standsicherheit geregelt?

Die Standsicherheit wird von der Musterbauordnung (MBO) [27] für jede bauliche Anlage gefordert. Bauliche Anlagen müssen in ihrer Gesamtheit als auch in ihren einzelnen Teilen standsicher sein. Eine der wichtigsten Normen (in Zusammenhang mit der konkretisierenden Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen) ist DIN EN 1990 [28] – Grundlagen der Tragwerksplanung – in Verbindung mit dem entsprechenden nationalen Anhang. Diese Norm legt fest, dass ein Tragwerk so zu planen und auszuführen ist, dass es während der Errichtung und der vorgesehenen Nutzungszeit mit angemessener Zuverlässigkeit und Wirtschaftlichkeit den möglichen Einwirkungen und Einflüssen standhält. Zudem müssen die Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit eines Bauwerks oder eines Bauteils erfüllt werden. Daraus ergibt sich insbesondere die Notwendigkeit einer ausreichenden Tragfähigkeit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit, um ein möglichst robustes Tragwerk zu gewährleisten.

Was sollte bei der Konzeption und Errichtung von Schutzhütten berücksichtigt werden?

Bei der Konzeption und Errichtung von Schutzhütten steht die Tragfähigkeit des gesamten Bauwerks sowie einzelner Bauteile im Vordergrund. Die Konstruktion muss sicherstellen, dass Belastungen wie Schnee, Eis, Wind, Erddruck, Brand und weitere Einwirkungen zuverlässig abgetragen werden. Gleichzeitig sind Bauteile so zu konzipieren, dass sie eine ausreichende Robustheit und Dauerhaftigkeit aufweisen, um eine möglichst ressourcenschonende Bauweise zu gewährleisten. Da sich Schutzhütten oft in Höhenlagen über 1.500 Metern befinden, ist die Norm zur Ermittlung der Schneelasten in diesen Fällen nicht mehr anwendbar. Stattdessen müssen ortsbezogene Schneelastgutachten erstellt werden. Gleiches gilt für die Ermittlung von Windlasten, wenn sich Schutzhütten auf Kamm- oder Gipfelflagen des Mittelgebirges oder in Höhen über 1.100 m befinden. In solchen Fällen ist ein Windlastgutachten erforderlich. Der Aspekt der Gebrauchstauglichkeit spielt bei Schutzhütten eine eher untergeordnete Rolle. Beispielsweise sind übermäßige Durchbiegungen oder Schwingungen in Schlafräumen weniger kritisch, da diese Räume in der Regel nur während der Hüttenruhe zum Schlafen genutzt werden. In Bereichen mit empfindlicheren Oberflächen, wie Küchen oder Bädern, müssen übermäßige Durchbiegungen hingegen vermieden werden, um Schäden an Fliesenbelägen oder anderen empfindlichen Oberflächen zu vermeiden. Auch bei Dachtragwerken können die üblichen Durchbiegungsgrenzen im Einzelfall hinterfragt werden. Hierbei ist jedoch sicherzustellen, dass mögliche übermäßige Verformungen nicht zu Schäden an Anschlüssen oder Verbindungen führen. In solchen Fällen sind weitergehende Untersuchungen erforderlich, um die Dauerhaftigkeit der Konstruktion langfristig zu gewährleisten.

Welche Spielräume gibt es bei der Konzeption von Schutzhütten?

Gemäß § 3 und § 12 Absatz 1 MBO [27] muss jede bauliche Anlage sowohl in ihrer Gesamtheit als auch in ihren einzelnen Teilen und für sich allein standsicher sein. Im Bereich der Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit, wie Durchbiegung und Schwingung, sowie der Dauerhaftigkeit hat der/die Auftraggeber*in jedoch einen Ermessensspielraum. Gegebenenfalls kann von den üblichen Grenzen abgewichen werden, sofern die Nutzung und Funktionalität der Schutzhütte dadurch nicht wesentlich beeinträchtigt wird. Besonders bei Schutzhütten, die ausschließlich im Sommer genutzt werden, ist es möglich, übermäßige Verformungen während der winterlichen Schneelast als unkritisch zu betrachten, da sie die Nutzung außerhalb der Wintersaison nicht beeinflussen. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, Schutzhütten durch einfache temporäre Maßnahmen für die Wintermonate gezielt zu ertüchtigen. So können beispielsweise zusätzliche temporäre Stützen eingebaut werden, um sowohl die Anforderungen an die Tragfähigkeit als auch an die Gebrauchstauglichkeit während dieser Zeit sicherzustellen und die Hütte somit winterfest zu machen.

Wie können unsere Schutzhütten nachhaltig gebaut werden?

Ein zentraler Grundsatz nachhaltigen Bauens besteht in der Suffizienz. Das bedeutet, dass nur so viel Material eingesetzt wird, wie tatsächlich erforderlich ist. Bei der Wahl des Tragwerks sollte darauf geachtet werden, normalkraftbeanspruchte Tragwerke gegenüber biegebeanspruchten Tragwerken zu bevorzugen. Der Grund dafür liegt in der effizienteren Materialnutzung: Bei Biegebeanspruchung werden lediglich die äußeren Fasern eines Bauteils voll ausgelastet, während normalkraftbeanspruchte Konstruktionen das Material insgesamt deutlich effizienter nutzen. Die Auswahl eines geeigneten Tragwerks kann jedoch nur in enger Zusammenarbeit zwischen Architekt*innen und Ingenieur*innen erfolgen, da das Tragwerk in diesem Fall nicht nur die Konstruktion, sondern auch die Architektur und das Erscheinungsbild maßgeblich prägt.

Während die Grenzzustände der Tragfähigkeit in allen Fällen zwingend eingehalten werden müssen, besteht insbesondere im Bereich der Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit ein großer Ermessensspielraum. Zur Veranschaulichung wird ein Einfeldträger mit einer Breite von 1,0 Meter betrachtet, dessen Spannweite zwischen 2,5 m und 5,0 m variiert. Für unterschiedliche Grenzzustände wird jeweils die erforderliche Bauteilhöhe ermittelt.

- GZT (kalt): Einhaltung des Grenzzustands der Tragfähigkeit in der Kaltbemessung
- GZT (heiß): Einhaltung des Grenzzustands der Tragfähigkeit für die Heißbemessung mit R30 (einseitiger Abbrand von unten)
- GZG (w): Einhaltung des Grenzzustands der Gebrauchstauglichkeit hinsichtlich der Durchbiegung (w)
- GZG (f): Einhaltung des Grenzzustands der Gebrauchstauglichkeit hinsichtlich der Schwingung (f) – Grenzfrequenz 8Hz.

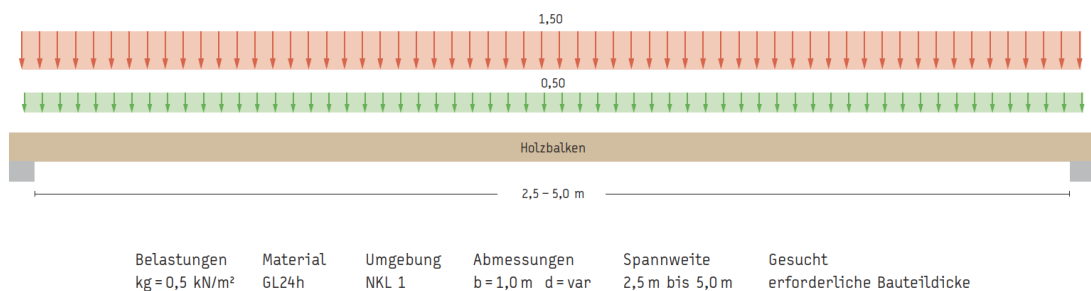


Abbildung 9: Beispielrechnung am Einfeldträger

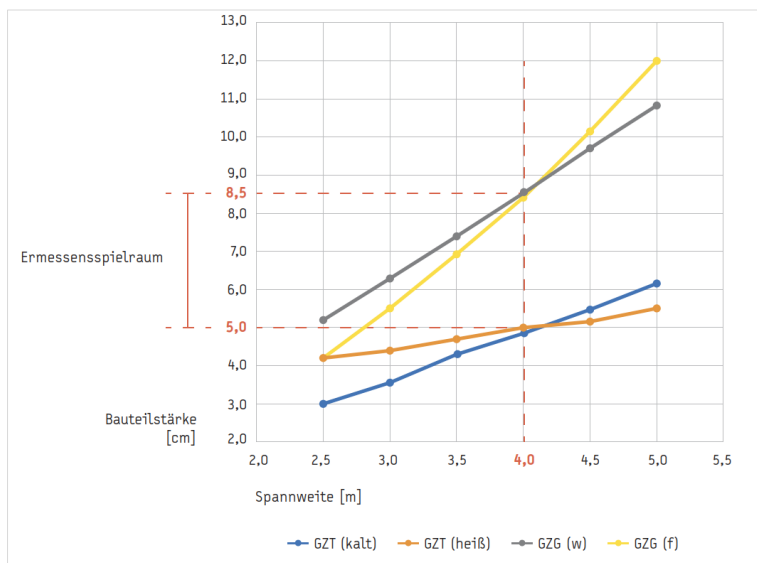


Abbildung 10: Zusammenfassung der Ergebnisse

Die Auswertung zeigt, dass bei einer Spannweite von 4,0 m und dem angegebenen Belastungszustand im Grenzzustand der Tragfähigkeit eine Mindestbauteilstärke von lediglich 5 cm erforderlich ist. Zur Einhaltung aller Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit hingegen wäre eine Mindestbauteilstärke von etwa 8,5 cm notwendig. Dies bedeutet, dass durch die gezielte Anpassung der Gebrauchstauglichkeitsanforderungen rund 3,5 cm Holzquerschnitt eingespart werden könnte. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass bei einem minimalen Materialeinsatz von 5,0 cm die Durchbiegung in Feldmitte rund 8,5 cm beträgt und die Eigenfrequenz der Decke bei lediglich etwa 3 Hz liegt. Ob diese Verformung sowie die geringe Eigenfrequenz akzeptabel sind, liegt im Ermessensspielraum der Bauherrenschaft oder der Eigentümer*innen.

Die häufig abgelegene Lage und die schwierige logistische Erreichbarkeit von Schutzhütten haben einen wesentlichen Einfluss auf die Materialwahl. Entscheidend sind dabei Faktoren wie Gewicht, Verarbeitbarkeit, Bauteilgröße und Langlebigkeit. Da der Transport von Baumaterialien mit einem hohen Energieaufwand und verursachten Treibhausgasen verbunden ist, sollte nur das absolut Notwendige eingebracht werden. In diesem Zusammenhang sollte in vielen Fällen auch die Gründungssituation genauer untersucht werden. Häufig tritt unverwitterter Fels zutage, der eine sichere Gründung mit geringem Materialaufwand und kleinformatischen Bauteilen ermöglicht. Darüber hinaus kann der anstehende Fels bei Unterkellerungen als natürliche Kellerwand genutzt werden, wodurch auf eine aufwendige Betonvorsatzschale verzichtet werden kann. In allen Fällen ist jedoch ein entsprechendes geotechnisches Gutachten zwingend erforderlich.

Eingebrachte Bauteile sollten so konzipiert sein, dass sie bei späteren Umbauten problemlos ausgebaut und idealerweise erneut verwendet werden können. Besonders wichtig ist hierbei die lösbare und sortenreine Trennbarkeit der Bauteile. In diesem Zusammenhang haben sich insbesondere traditionelle, zimmermannsmäßige Verbindungen als vorteilhaft erwiesen.

Was bedeutet das für das Tragwerk bei nachhaltigen Schutzhütten?

Gebäude – unabhängig davon, ob sie im Tal oder am Berg errichtet werden – sind so zu planen und zu bauen, dass sie sowie ihre einzelnen Bauteile den Einwirkungen aus Schnee, Eis, Wind, Erddruck, Brand und anderen Belastungen sicher standhalten, ohne zu versagen. Solange die Tragfähigkeit in vollem Umfang gewährleistet ist, dürfen sich Bauteile unter diesen Lasten auch stärker verformen als üblich. Dies ist insbesondere bei Schutzhütten akzeptabel, da die effektive Nutzbarkeit der Hütte nicht beeinträchtigt wird und davon ausgegangen wird, dass das Gebäude beispielsweise bei maximaler Schneelast nicht dauerhaft bewohnt wird.

Werden größere Verformungen zugelassen, als es bei Wohnhäusern im Tal üblich ist, müssen Anschlussdetails in Planung und Ausführung besonders sorgfältig betrachtet werden. Dies erhöht zwar den Planungsaufwand, da keine Standardlösungen verwendet werden können, ermöglicht jedoch eine erhebliche Materialeinsparung und trägt somit zu einer effizienten und suffizienten Schutzhütte bei.

Schutzziel „Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz“

Christine Hani, Sabine Fleischmann

Die Anforderungen an Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz sind im Bauwesen als übergeordnete Schutzziele verankert und gewinnen insbesondere in Bauvorhaben, die mehrdimensionale Anforderungen stellen, an Bedeutung. Auf Schutzhütten, die aufgrund ihrer abgelegenen Lage in Naturschutzgebieten als Arbeitsstätten für das Hüttenteam als auch als Erholungsorte für Gäste dienen, müssen Materialien und Bauweisen verwendet werden, die den hygienischen, gesundheitlichen und umweltschutzrechtlichen Standards entsprechen. Um diese Schutzziele unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit einhalten zu können, liegt der bauliche Fokus auf der Materialität. Welche Anforderungen müssen die verbauten Materialien erfüllen, damit sie die Aspekte der Hygiene, Gesundheit und des Umweltschutzes berücksichtigen? Welche Aspekte sind bei der Betrachtung relevant?

Welche Orientierung geben die öffentlich-rechtlichen Maßgaben zur Erfüllung von Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz?

Gemäß Musterbauordnung sind „bauliche Anlagen so anzuordnen, zu errichten, zu ändern und instand zu halten, dass die öffentliche Sicherheit und Ordnung, insbesondere Leben, Gesundheit und die natürlichen Lebensgrundlagen nicht gefährdet werden und durch pflanzliche und tierische Schädlinge sowie andere chemische, physikalische oder biologische Einflüsse keine Gefahren oder unzumutbaren Belästigungen entstehen“. Die zunächst allgemein formulierten Anforderungen werden in den Technischen Baubestimmung durch zwei Aspekte konkretisiert: Zum einen durch die Installation einer Lüftungsanlage bei Küchen, Bädern und Toilettenräumen in Wohnungen, zum anderen durch die Vermeidung von Schadstoffen beim Einbau neuer sowie beim Rückbau verbauter Materialien. [29] Das Ziel ist es, Mensch und Natur vor (gesundheits-)gefährdenden Materialien zu schützen und dauerhaft hygienische Verhältnisse zu gewährleisten. Zur vollständigen Darstellung sei darauf hingewiesen, dass auch Vorgaben aus der Arbeitsstättenrichtlinie, wie etwa die ausreichende natürliche Belichtung von Arbeitsstätten, in der Planung berücksichtigt werden müssen. Im Blick auf die nachhaltige Bauweise, beschränkt sich dieses Kapitel jedoch auf die baulichen Möglichkeiten. [30]

Wo finden sich in Schutzhütten die Themen Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz wieder?

Der Begriff der Hygiene ist bei Schutzhütten in den Bereichen relevant, in denen Hygieneanforderungen beachtet werden müssen, wie in Küchen, Sanitärbereichen, Lebensmittellagern und in Räumlichkeiten für die Entsorgung. Die im Tal übliche Schwarz-Weiß-trennung bei Küchen wird bei Schutzhütten zunehmend gefordert, lässt sich aber bei Bestandsgebäuden nicht uneingeschränkt umsetzen. Daher sind hygienische Aspekte insbesondere bei der Materialwahl zu berücksichtigen. Oberflächenmaterialien müssen hinsichtlich ihrer Reinigungsfähigkeit und Beständigkeit gegen mechanische und chemische Einwirkungen geprüft werden. Die Auswahl von Baustoffen mit rutschhemmenden Eigenschaften trägt zur Reduktion des Unfallrisikos bei. Zudem sind Materialien mit geringer Emission flüchtiger organischer Verbindungen (VOC) zu bevorzugen, da diese VOCs nachweislich die Raumluftqualität verschlechtern und das Risiko gesundheitlicher Beeinträchtigungen erhöhen.

Wie können passende Materialien für Schutzhütten gewählt werden?

Die Aspekte Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz sind im Bauwesen zentrale Parameter, die insbesondere im Kontext von Schutzhütten eine besondere Relevanz erhalten. Die Wahl geeigneter Baustoffe muss unter Berücksichtigung dieser Faktoren erfolgen, um eine sowohl umwelt- als auch gesundheitsschonende Bauweise sicherzustellen. Dabei spielen insbesondere die Reduktion gesundheitsschädlicher Emissionen, die Minimierung negativer Umweltwirkungen sowie die konstruktive Sicherstellung hygienischer Bedingungen eine zentrale Rolle. In Anhang E | Kreislauffähigkeit befindet sich eine Baustoffliste, welche eine Auswahl an Baustoffen darstellt, die im Kontext von alpinen Bauwerken vorkommen. Diese wurden innerhalb von Baustoffgruppen wie Dämmstoffe, Dach- und Außenwandbekleidungen mit Hilfe von drei Bewertungskriterien bewertet: Kreislauffähigkeit, Treibhauspotential pro funktionelle Einheit und Schadstoffgehalt. Die Baustoffliste dient als objektive Entscheidungsgrundlage für die Sektionen und Planer*innen. Die dort enthaltene Klassifizierung basiert auf einer im Schlussbericht erläuterten Bewertungsmethode. Baustoffe mit geringem Treibhauspotential, hoher Kreislauffähigkeit und niedriger Schadstoffbelastung werden als bevorzugt verwendbar eingestuft. Materialien, die zwar funktionale Vorteile bieten,

jedoch mit einer erhöhten Umweltbelastung oder einer eingeschränkten Wiederverwendbarkeit einhergehen, sollten nur nach kritischer Prüfung geeigneter Alternativen eingesetzt werden. Baustoffe mit hoher Umweltbelastung oder eingeschränkter Kreislauffähigkeit sind nur in begründeten Fällen zu verwenden, während Materialien mit stark negativen Auswirkungen auf Gesundheit oder Umwelt ausgeschlossen werden sollten. Die Liste wurde um standortspezifische Erfahrungswerte des Alpenvereins ergänzt, um die Anwendung in alpinen Baukontexten zu präzisieren. Sie bietet eine praxisorientierte Auswahl geeigneter Baustoffe und stellt die Bewertungskriterien dar.

Tabelle 3: Legende der Baustoffliste für die Empfehlung der Verwendung

| | |
|---|--|
| Verwendung empfohlen, ressourcenschonend einsetzen | Baustoffe mit geringem Treibhauspotential, hoher Kreislauffähigkeit und niedriger Schadstoffbelastung |
| Verwendung möglich, Alternativen prüfen | Baustoffe, die zwar funktionale Vorteile bieten, jedoch eine höhere Umweltbelastung oder eingeschränkte Wiederverwendbarkeit aufweisen |
| Verwendung reduzieren, nur an notwendigen Stellen | Baustoffe, die an gewissen Stellen notwendig sind, jedoch eine höhere Umweltbelastung oder eingeschränkte Wiederverwendbarkeit aufweisen |
| Verwendung vermeiden | Materialien mit hoher Schadstoffbelastung oder starkem negativen Einfluss auf Umwelt und Gesundheit |
| Verwendung ausschließen | |

Wie ist das mit Beschichtungen, Dampfbremsen und Fugen?

Die Baustoffliste enthält keine gesonderte Bewertung von Beschichtungen, Abdichtung, Dampfbremsen bzw. Folien oder Fugendichtstoffen, da deren chemische Zusammensetzungen und bauphysikalischen Eigenschaften je nach Produkt variieren. Jedoch sind an dieser Stelle einige generelle Hinweise und Erfahrungswerte zu den jeweiligen Baustoffen und ihren Einsatzbereichen zusammengestellt, um die Entscheidungsfindung bei der Materialwahl zu unterstützen.

Oberflächenbeschichtungen

Oberflächenbeschichtungen enthalten synthetische Harze, Lösungsmittel oder Additive, die das Recycling der darunterliegenden Materialien einschränken als auch Emissionen in die Raumluft freisetzen können. Holz oder Metall mit festhaftenden Beschichtungen muss oft energieintensiv gereinigt oder sogar deponiert werden. Zudem führen festhaftende Beschichtungen wie Lacke zu einer Vermischung von Materialströmen, sodass eine sortenreine Trennung für das Recycling nicht mehr möglich ist. Durch einen konstruktiven Holzschutz kann beispielsweise eine chemische Beschichtung vermieden werden. Durch eine gut durchdachte Wahl der Innenwandkonstruktion (z.B. Brettschichtholzelemente), können die Oberflächen sichtbar gelassen und auf Anstriche verzichtet werden.

So werden nicht nur die ursprünglichen Baustoffeigenschaften erhalten, sondern auch die Möglichkeit einer zirkulären Verwendung und thermischen Verwertbarkeit gesichert. Natürliche Materialien erhalten über Zeit und Nutzung ihre eigene Patina, die einen ursprünglichen Hüttencharakter prägt und so die Identifikation der Nutzer*innen mit dem Gebäude stärkt. Deshalb sollten künstliche Materialien, Oberflächenbeschichtungen und Anstriche generell vermieden werden, bzw. nur an notwendigen Stellen zum Einsatz kommen. Um die Dauerhaftigkeit und positiven Materialeigenschaften zu erhalten, können die Oberflächen mit natürlichen Materialien behandelt werden. Je nach gewünschter Optik, Beanspruchung und Pflegeaufwand gibt es passende Alternativen wie Öle, Wachse oder Seifen, welche sich nicht negativ auf die Haltbarkeit und Zirkularität auswirken und sich häufig sogar einfacher Instand halten lassen.

Dampfbremsen

Dampfbremsen bestehen in der Regel aus Kunststoffverbundmaterialien, die aufgrund ihrer Materialkombination nicht gleichwertig recycelbar sind. Zudem erschweren sie je nach Verbindungsart die zirkuläre Wiederverwendung des Trägermaterials, da eine sortenreine Trennung nicht möglich ist. Neben diesen ökologischen Nachteilen bringen

Dampfbremsen auch konstruktive Herausforderungen, welche in der Planung gut berücksichtigt werden müssen. Die Kunststofffolien und insbesondere die verbindenden Klebebänder sind auf den Schutzhütten extremen Temperaturschwankungen ausgesetzt, was ihre Haltbarkeit in der Regel verkürzt. Falsch eingebaute oder defekte Dampfbremsen führen zu einem Ausfall von Kondensat und zu einer damit einhergehenden Gefahr von gesundheitsschädlicher Schimmelbildung und Bauschäden. Daher ist grundsätzlich zu hinterfragen, ob Konstruktionsweisen für Hütten geeignet sind, deren Funktionsfähigkeit stark von der korrekten Verarbeitung und den Eigenschaften einer Kunststoffolie abhängt. Der Einsatz von Folien kann durch robuste, diffusionsoffene und hinterlüftete Konstruktionen weitestgehend vermieden werden, wodurch sowohl ökologische als auch bauphysikalische Vorteile entstehen. [31]

Die Art und Weise, wie Bauteile miteinander verbunden werden, beeinflusst maßgeblich ihre Wiederverwendbarkeit. Verklebungen, Verschweißungen oder andere irreversible Fügetechniken verhindern eine einfache Demontage und tragen dazu bei, dass wertvolle Ressourcen nicht getrennt und wiederverwendet werden können. Mechanische Verbindungen wie Schrauben oder Stecksysteme sind für die Zirkularität vorteilhafter.

Bauteilfugen

Bauteilfugen werden gelegentlich mit Materialien wie Acryl, Silikon oder Bauschaum verschlossen, um eine glatte Oberfläche zu erzeugen oder das Eindringen von Schädlingen wie Bettwanzen zu verhindern. Diese Materialien bestehen aus synthetischen Polymeren, die nicht biologisch abbaubar sind und nach ihrer Nutzungsdauer als Sondermüll entsorgt werden. Wie alle bisher genannten geklebten Materialien, wirken sie sich negativ auf die Zirkularität und sortenreine Trennbarkeit der angrenzenden Baustoffe aus. Acryl- und Silikonfugen unterliegen materialbedingter Alterung, die zu Versprödung, Rissbildung oder Ablösung führen kann. In der Praxis werden sie als Wartungsfugen bezeichnet, da sie aufgrund der Anfälligkeit regelmäßig erneuert werden müssen. Sie stellen keine Abdichtung einer Bauteilfuge dar. Stattdessen empfehlen sich zum Abdecken von Fugen beispielsweise Holzleisten als konstruktive und dauerhafte Alternative.

Was bedeutet das zusammenfassend für die Materialwahl auf nachhaltigen Schutzhütten?

Die Themen Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz sind bei Schutzhütten eng miteinander verknüpft und müssen bei Planung, Bau und Erhalt gleichermaßen berücksichtigt werden. Für eine nachhaltige Materialauswahl wurden Baustoffe anhand der Kriterien Treibhausgaspotential, Schadstoffbelastung und Kreislauffähigkeit bewertet. Diese Bewertung hilft dabei, umweltfreundliche und gesundheitlich unbedenkliche Baustoffe gezielt einzusetzen. Dennoch sind in der Praxis oft Abwägungen nötig, um funktionale Anforderungen mit ökologischen Aspekten zusammen zu bringen. Hygienische Anforderungen sind insbesondere in Küchen, Sanitärbereichen und Entsorgungsräumen zu berücksichtigen. Hierbei sollten robuste und funktionsangepasste Baustoffe mit einer leicht zu reinigenden Oberfläche gewählt werden.

Eine kreislauffähige Bauweise erfordert den bewussten Verzicht auf schwer trennbare Materialien und eine vorausschauende Planung mit bevorzugt konstruktiven Lösungen. Durch eine gezielte Materialwahl und Art der Fügung der Baustoffe wird nicht nur deren Wiederverwendbarkeit verbessert, sondern auch der Aufwand für nachfolgende Beteiligte im Rückbau, bei der Trennung und der fachgerechten Entsorgung reduziert. Dies trägt dazu bei, dass Schutzhütten sowohl funktional und sicher als auch langfristig nachhaltig errichtet und instandgehalten werden können.

Zur Unterstützung dieser Planungsziele dient die im Anhang F | Baustoffliste dargestellte Übersicht, die eine gezielte Auswahl kreislauffähiger Materialien erleichtert.

Schutzziel „Wärmeschutz“

Anne Carina Völkel, Marco Krechel

Beim Wärmeschutz wird zusätzlich das Thema des Komforts bzw. der individuellen Komfortvorstellungen relevant. Ausgehend von der Wärmeschutzbetrachtung und der notwendigen/sinnvollen Umsetzung bei Schutzhütten für das Hüttenteam, werden die Anforderungen für die Hüttengäste im darauffolgenden Kapitel der Behaglichkeit näher betrachtet und definiert.

Welche Orientierung geben die öffentlich-rechtlichen Maßgaben zur Erfüllung des Wärmeschutzes?

Die Musterbauordnung fordert einen Wärmeschutz, der dem Gebäude, der Nutzung und den klimatischen Verhältnissen entspricht. [32] Dabei wird eine Angemessenheit der Maßnahmen vorausgesetzt. Hierbei tritt die Frage nach Art der Nutzung und der klimatischen Verhältnisse in den Vordergrund. Die Technischen Baubestimmungen ergänzen diese Anforderungen mit den entsprechenden Mindestanforderungen an den „Wärmeschutz“ sowie den „Klimabedingten Feuchteschutz“, die in der Regel bei direkt oder indirekt beheizten Räumen zur Anwendung kommen. [29, 33] Beide Regelungen haben zum Ziel, die Dauerhaftigkeit der Konstruktion, durch die Vermeidung von Kondensation, sicher zu stellen. Für die klimatischen Bedingungen im Sommer gewährleisten die Mindestanforderungen des sommerlichen Wärmeschutzes die thermische Behaglichkeit in Aufenthaltsräumen - der Begriff Komfort wird hierbei jedoch nicht verwendet. Das Gebäudeenergiegesetz (GEG) fördert die Nachhaltigkeit zusätzlich, indem es darauf abzielt, einen wesentlichen Beitrag zur Erreichung der nationalen Klimaschutzziele zu leisten. [33] Dies geschieht durch wirtschaftliche, sozialverträgliche und effizienzsteigernde Maßnahmen, die darauf ausgelegt sind, den Energiebedarf für das Beheizen von Räumen zu senken und damit verbundene Treibhausgasemissionen zu reduzieren. Das GEG zielt also auf die Verringerung von Betriebsemissionen ab, die sich durch einen höheren Ressourcenverbrauch beim Bau des Gebäudes (z.B. durch Dämmung) erzielt werden können. Das bedeutet, wenn geheizt wird, muss auch gedämmt werden. Anwendung findet das GEG allerdings nur, wenn das Gebäude mehr als vier Monate im Jahr beheizt wird. Erst dann werden ressourcenintensive Dämmmaßnahmen notwendig und sollten entsprechend ihrer Angemessenheit dimensioniert werden. Für die Arbeitsräume und Unterkünfte des Hüttenteams ist die Einhaltung der Arbeitsstättenverordnung erforderlich, die eine „gesundheitlich zuträgliche Raumtemperatur vorschreibt“. [30] Diese Anforderung wird erfüllt, wenn die Unterkünfte während ihrer Nutzung auf mindestens 21 °C beheizt werden können.

Bedeutet Wärmeschutz auf Schutzhütten auch gleichzeitig Komfort?

Die Nutzung alpiner Sommerschutzhütten setzt sich aus einem Konglomerat aus Beherbergungsstätte, Gastronomie sowie Wohnen, Lager und Technik zusammen. Da insbesondere die Gast- sowie Trockenräume zum Zweck des Aufwärmens bzw. Trocknens nasser Kleidung temperiert werden müssen, ist hier der temporäre Einsatz einer Heizquelle zielführend. Sommerhütten werden in der Regel zwischen Mai bis Oktober bei sommerlichen Witterungsverhältnissen betrieben. Eine dauerhafte Beheizung, wie sie in den Wintermonaten im Tal üblich ist, ist daher nicht notwendig. Allerdings haben bewirtschaftete Schutzhütten zwei unterschiedliche Nutzergruppen: Das Hüttenteam und die Hüttengäste. Der wesentliche Unterschied liegt darin, dass die Sommerhütte für das Hüttenteam nicht nur als Arbeitsstätte dient, sondern als Ort auch den Lebensmittelpunkt darstellt, an dem sie sich während des Betriebes nahezu 24 Stunden an 7 Tagen aufhalten. Hier spielt das Wohlbefinden eine entscheidende Rolle, für das die Option einer Temperierung der privaten Aufenthaltsräume unerlässlich ist.

Für Hüttengäste hingegen steht der Schutz vor äußeren Bedingungen im Vordergrund. Anstelle von verzichtbarem Komfort müssen die Grundvoraussetzungen für eine angemessene Behaglichkeit, während eines vorübergehenden Aufenthaltes, zur Verfügung gestellt werden. Da die Gast- sowie Trockenräume zum Aufwärmen bzw. Trocknen von nasser Kleidung dienen, ist hier der temporäre Einsatz einer Heizquelle zielführend.

Welche Rolle spielt der Wärmeschutz bei Schutzhütten?

Für das gesamte Gebäude ist sicherzustellen, dass die Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit der Konstruktion gewährleistet sein müssen. Beim Wärmeschutz ist auf eine Vermeidung von Kondensatausfall in der Konstruktion zu achten, damit eine Schadensbildung vermieden werden kann. Für die Untersuchung sind die Anforderungen aus dem sommerlichen Wärmeschutz, der Sommerkondensation und der Umkehrdiffusion ausschlaggebend.

Zur Bewertung des notwendigen Wärmeschutzes ist eine Unterscheidung zwischen beheizten und unbeheizten Gebäuden bzw. Gebäudeteilen relevant. Zu den beheizten Räumen gehören der Gast- und Trockenraum sowie die Unterkünfte des Hüttenteams. Für diese Bereiche muss ermittelt werden, welcher konstruktive bzw. materielle Aufwand erforderlich und angemessen ist, um eine optimale Energieeffizienz während der Heizperiode zu gewährleisten. Auf Grund des saisonal begrenzten Hüttenbetriebs während der Sommermonate ist eine bedarfsorientierte, temporäre Beheizung ausreichend. In diesem Fall müssen die Anforderungen des GEG bei einer Heizperiode von weniger als vier Monaten nicht zur Anwendung kommen. [33] Der Fokus liegt somit auf den "Mindestanforderungen des Wärmeschutzes", die für beheizte Räume die Grundanforderungen definieren. [34]

Alle weiteren Nutzungen können den unbeheizten Bereichen zugeordnet werden, bei denen sich die notwendigen Anforderungen aus der Art der Nutzung ergeben. Für die Lagerbereiche steht zum Beispiel die Gewährleistung eines trockenen, oftmals auch kühlen Raumklimas im Vordergrund.

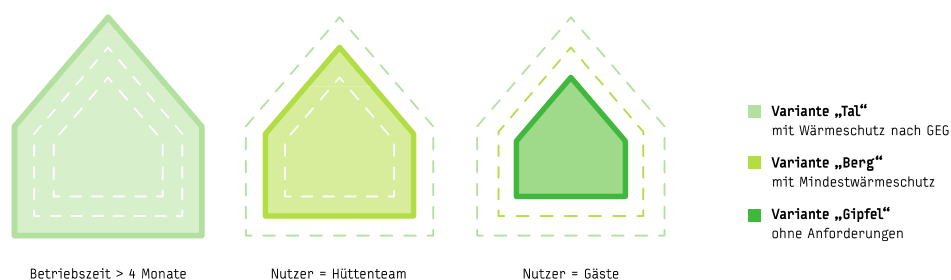


Abbildung 11: Bewertungsstrategien für den notwendigen Wärmeschutz bei Schutzhütten

Für die Schlafbereiche der Hüttengäste hingegen stellt sich die Frage, welche klimatischen Voraussetzungen eine notwendige Behaglichkeit definieren und mit welchen Maßnahmen die gewünschte Behaglichkeit erreicht werden kann.

Betrachtung „Behaglichkeit“

Markus Krauss, Thomas Slater

Überblick

Das Ziel des Forschungsprojekts war es „neue Wege“ zum Thema der Behaglichkeit auf Hütten aufzuzeigen. Die ursprüngliche Anforderung an die Hütten aus den „Tölzer Richtlinien“ bezog sich auf den Schutz vor der rauen Gebirgswelt. Daher wurde auch dieser Ansatz in den Untersuchungen und Ergebnisdarstellungen aufgegriffen und die Verbesserung der Behaglichkeit von „Außen“ (Übernachten im Biwak) nach „Innen“ (Übernachten in einer wind- und wettergeschützten Umgebung) dargestellt. Die Anforderung des „Komforts“ wird im Forschungsbericht an die vom Hüttenteam genutzten Räumlichkeiten gestellt, um den Anforderungen der Arbeitsstättenrichtlinie [30] gerecht zu werden. Für die Besucher ist der Komfortbegriff anders gedeutet und eher mit dem Begriff der Behaglichkeit verknüpft. Das wird durch die Auswertung, nicht anhand der operativen Temperatur, welche in der gängigen Normung verwendet wird, sondern anhand der effektiven Standardtemperatur (SET) [35] verdeutlicht. Diese SET hat den Vorteil, dass Bekleidungsfaktoren und Aktivitätsgrade, anders als bei den Standard-Komfortauswertungen (Predicted Mean Vote nach ISO 7730 [8]), berücksichtigt werden. Dies hat einen sehr großen Einfluss auf die Resultate, da die Besucher, die in der Hütte übernachten sich mit Decken ergänzend isolieren können, und damit direkten Einfluss auf ihre Behaglichkeit bzw. ihre empfundene Temperatur haben.

Der zweite Aspekt der Behaglichkeit (neben der empfundenen Temperatur) der untersucht wurde, war die Luftqualität. Diese wird als CO₂-Konzentration in der Luft in Parts per Million (1000 ppm = 0,1%) angegeben. DIN EN 16798 [36] empfiehlt eine maximale Innenraumkonzentration von 550 ppm oberhalb der Konzentration in Außenluft (typischerweise 400 ppm), was zu einer Innenraumkonzentration von ca. 950 ppm führt. In der ASR wird 1.000 ppm als Schwellenwert angegeben. In der Praxis werden in dicht besetzten Räumen wie Klassenzimmern oft viel höhere Werte gemessen (bis zu 4000 ppm) [37]. Je nachdem ob in den Schlaflagern das Fenster in der Nacht geöffnet bleibt oder geschlossen wird, steigt das CO₂-Niveau im Raum entsprechend an. In der Spitze können je nach Dichtheit der Gebäudehülle bis zu 9.000 ppm erreicht werden. Bleibt das Fenster geöffnet bzw. gekippt liegen die CO₂-Level zwischen 1.000 ppm und 2.100 ppm und damit auf einem guten Niveau, allerdings kühlt der Schlafraum dann entsprechend aus. Das heißt im Rückschluss, dass eine gute und fein justierbare Frischluftversorgung einen großen Einfluss sowohl auf das Temperaturniveau im Raum als auch auf die CO₂-Entwicklung hat. Mit einer mechanischen Lüftung könnte sowohl die CO₂-Konzentration als auch das Temperaturniveau in einem optimalen Bereich gehalten werden. Allerdings ist hierzu eine Lüftungsanlage erforderlich. Auf eine technische Lösung soll aber hier bewusst verzichtet werden, was durch den hohen lagebedingten Aufwand für Wartung, Instandhaltung und Energieversorgung begründet wird. Es soll ohne technischen Aufwand eine möglichst hohe Behaglichkeit erreicht werden. Dies kann mit fein regulierbaren Lüftungselementen erreicht werden. Das Ziel ist, dass eine Grundlüftung über die Elemente erreicht wird, ohne dass Zugluft entsteht. Damit kann das CO₂-Level entsprechend reduziert werden, ohne dass die Räume zu stark dabei auskühlen.

Die Vorschläge für ein robustes Design aus der Forschungsarbeit sind daher:

- für alle Räume ist ein Außenbezug notwendig (jeder Raum hat ein Fenster)
- fein regelbare und individuell justierbare Zuluftelemente die in Bodennähe liegen
- das Design des Zuluft-Einlasses sollte die kalte Außenluft abbremsen, umlenken und mit der Raumluft beimischen
- eine Quer- bzw. Schachtlüftung für eine effektive natürliche Lüftung ist anzustreben
- die Abluftseite solle im oberen Bereich des Raumes entweichen (verschließbar)
- lokale und individuell zuziehbare Vorhänge direkt an den Schlafplätzen sorgen einerseits für eine gewisse Privatsphäre, aber können auch als Abschirmung von Zugluft wirken

Randbedingungen und Modellierung

Die Eingangsdaten für die thermisch-dynamische Simulation (mit der Software Trnsys) sind u.a. die Personenbelegung, die Gebäudehülle, interne Lasten, solare Lasten, etc. Die Personenbelegung für die jeweiligen Räume basiert auf den Evaluierungsdaten des DAV Sektion Hochland und unterscheidet eine Wochentags- bzw.

Wochenendnutzung. Auch wird zwischen Tages- und Übernachtungsgästen unterschieden. Am Wochenende werden die Schlafräume als voll belegt simuliert. In diesem Fall sind 5 Gäste in einem Schlafrum von 18 m² verteilt. Unter der Woche wurde mit nur zwei Gästen als Mittelwert gerechnet. Für die Analyse der Wetterdaten sind verschiedene Wetterstationen vom Deutschen Wetterdienst (DWD) ausgewertet worden. Das Klimageschehen ist recht abhängig von der Höhenlage und daher wurden die Wetterdatensätze für einen extremen Sommer und extremen Winter kombiniert und verwendet. Dieser Wetterdatensatz repräsentiert das Wetter auf einer Höhenlage von 1.609m ü.NN, was sehr gut zu der Höhenlage der Hochlandhütte (1.630m ü.NN) passt. Basierend auf den dynamischen Simulationen wurden die Raumlufthtemperaturen, Oberflächentemperaturen und Raumluftheuchten für eine weitere Umrechnung der Behaglichkeit herangezogen. Diese Bewertung der Behaglichkeit für die Schlafräume wurde anhand der effektiven Standardtemperatur (SET) durchgeführt, da Isolierschichten (Decken) sowie Oberflächentemperaturen mitberücksichtigt werden können. Die Simulationen wurden zwar über das gesamte Jahr durchgeführt, aber mit dem Fokus auf die Betriebsmonate und Betriebszeiten (von 19:00 abends bis 6:00 Uhr morgens) für die Behaglichkeit ausgewertet. Bei allen Varianten wurde das Fenster um 10 Uhr geöffnet, um eine Stoßlüftung während einer Reinigung zu modellieren.

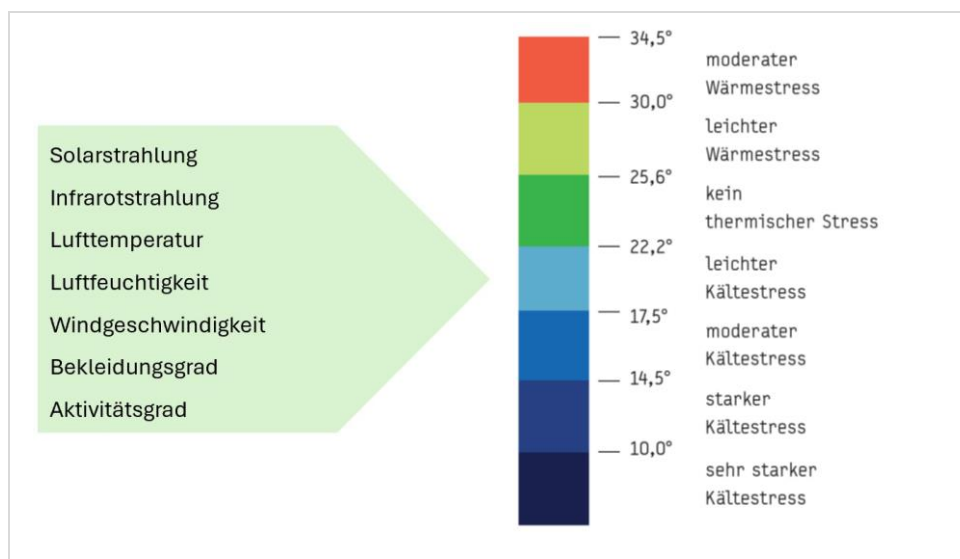


Abbildung 12: Einflussgrößen auf die Behaglichkeit und Bewertungsmatrix effektive Standardtemperatur (SET)

Der Bekleidungsgrad wurde für zwei Szenarien berechnet. Das eine Szenario basiert auf der Kleidung, die ein Wanderer im Sommer typischerweise beim Schlafen trägt (Socken, Unterwäsche, Hüttenschlafsack) inkl. einer Decke. Im zweiten Szenario trägt der Gast Thermounterwäsche und nutzt eine zweite zusätzliche Decke. Es wurden folgende Varianten entsprechend Tabelle 4 untersucht.

| Simulationsparameter | | |
|----------------------|---|-------------------|
| Wanddämmung | Belüftung | Bekleidung |
| 0 cm | Fenster Geschlossen | Leicht: Clo: 1.48 |
| 6 cm | Fenster Gekippt | Schwer: Clo: 2.48 |
| 18 cm | Fenster Auf | |
| | Fenster Geschlossen + Mechanische Belüftung | |

Tabelle 4: Simulationsvarianten

Anmerkung: Die Bekleidungsgrade (clo-Werte) Kleidungsstücke wurden basierend auf der ISO 9920 [38] ausgewählt. Für Decken und Hüttenschlafsacke wurden z.B. repräsentative Kleidungsstücke ausgewählt.

Ergebnisse

Die Ergebnisse wurden für jede Variante anhand der Betriebsstunden (also der Nachtzeit für die Schlafräume) mittels SET ausgewertet. Ergänzend wurde für Wanderer, die in der Natur schlafen ebenfalls die Behaglichkeit berechnet. Der erzielte Komfort dieser Varianten wird anhand der Anzahl der Stunden und den Behaglichkeits-Niveaus in der Abbildung unten dargestellt. Die Behaglichkeitsverteilung der einzelnen Varianten wird anhand der Farbe der Balken erkennbar. Das Ziel ist möglichst viele Stunden im grünen Bereich zu erreichen. Die blauen Bereiche zeigen Stunden an denen das Umfeld als kühler empfunden wird, wohingegen die gelben bzw. roten Bereiche als warm empfunden werden. Es ist gut zu erkennen, dass ein Mensch sich vom Außenraum (ungeschütztes Außenklima) über verschiedene Schritte weiter schützen kann und damit auch seine Behaglichkeit verbessern kann. Ganz links übernachtet eine Person ungeschützt im Außenraum; hier sind die Temperaturen im unbehaglichen Bereich. Übernachtet diese Person unter einem Dach wird die Behaglichkeit verbessert; wenn man zusätzlich zum Dach noch einen Windschutz hat (wie z.B. ein Biwak mit teilweise geschlossene Seitenwänden), dann wird die Behaglichkeit weiter optimiert. Sobald sich die Person im Innenraum eines Gebäudes aufhält (das hier nicht geheizt wird) und die Hülle entsprechend dicht ist, kann mittels der Fensterlüftung das Temperaturniveau gut eingestellt werden. Bei offenem Fenster wird es kühler im Raum, bei geschlossenem Fenster wärmer.

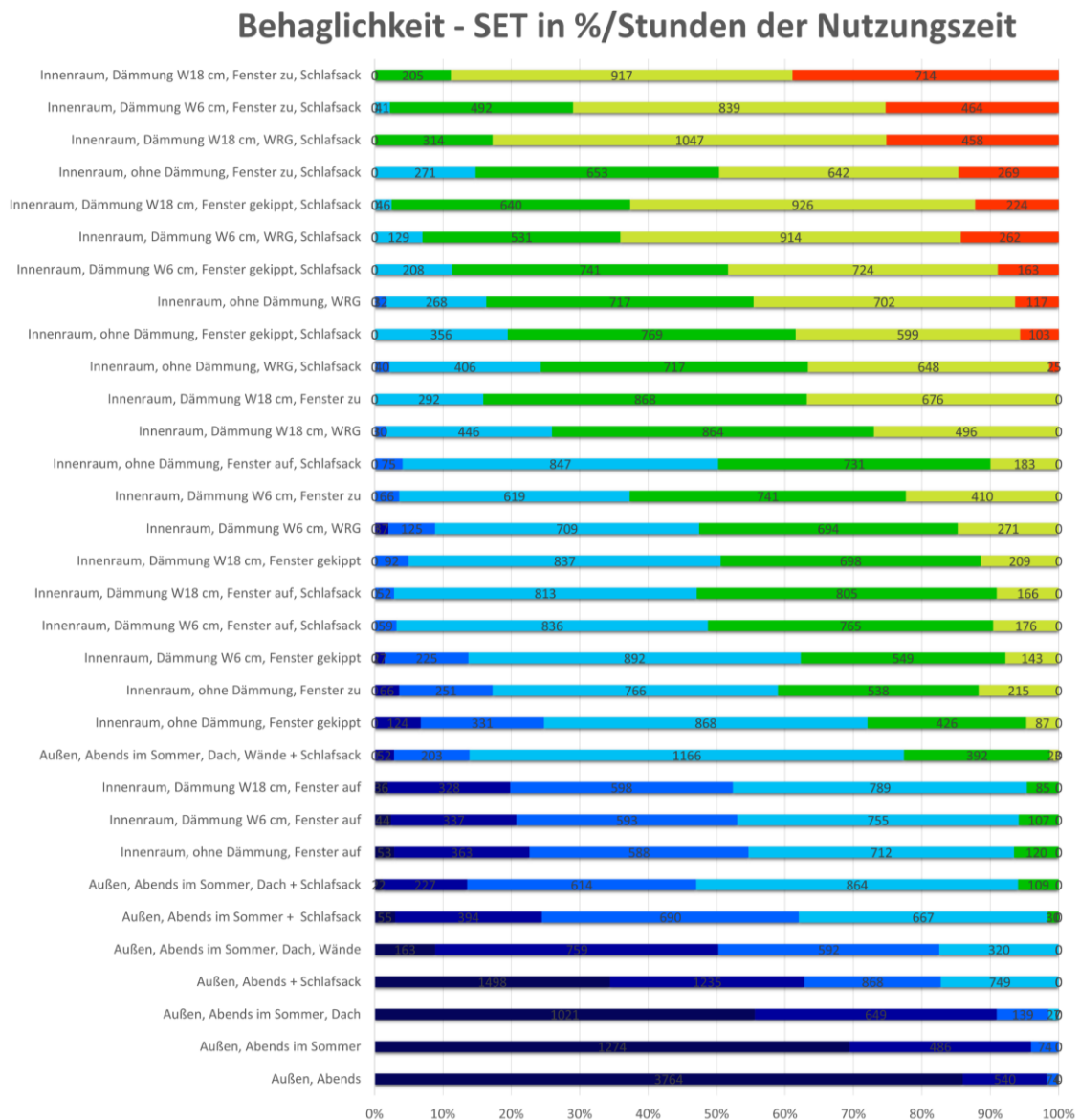


Abbildung 13: Behaglichkeit der untersuchten Simulationsvarianten mit der Bewertung nach SET (Farbskala siehe Abbildung 12)

Mit dem CO₂-Niveau verhält es sich entgegengesetzt. In Abhängigkeit vom Lüftungsverhalten werden CO₂-Niveaus zwischen 1000 ppm und 9000 ppm erreicht (siehe Abbildung 14). Mit einer mechanischen Lüftung mit Wärmerückgewinnung kann unter Technik- und Energieaufwand natürlich beides erreicht werden.

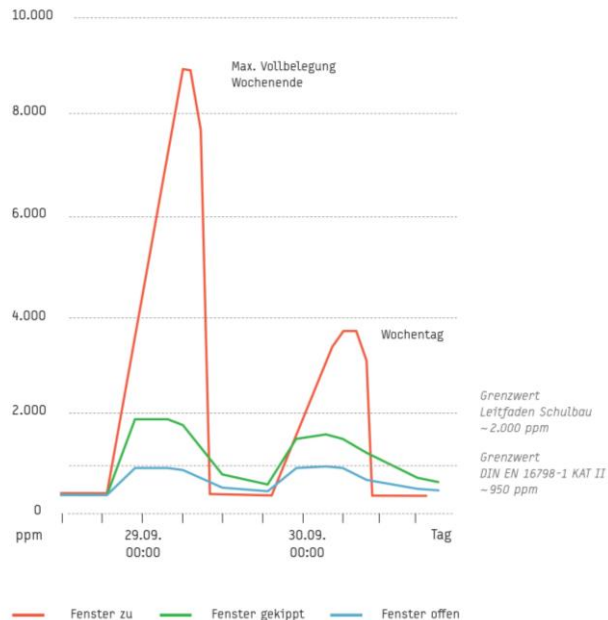


Abbildung 14: Entwicklung der CO₂-Konzentration in Abhängigkeit der Fensteröffnung

Die Simulationen zeigen deutlich, dass auch ohne Technik die Behaglichkeit durch zusätzliche Dämmung und jeweilige Lüftungszustände erreicht werden kann. Bei der Dämmung kann unterschieden werden, ob das gesamte Gebäude durch einen hohen Ressourceneinsatz eingepackt werden soll, oder der jeweilige Gast. Der Vorteil der "Dämmung der Menschen" liegt zum einen in der individuellen Anpassbarkeit und zum anderen in der Ressourcenschonung, ganz im Sinne der suffizienten Bauweise. Sowohl im Sommer als auch in kühleren Zeiten kann sehr individuell mit (oder auch ohne) Decken reagiert werden. Bei einigen Varianten erscheinen die Bedingungen zu warm. Dies ist ein Ergebnis der Komfortberechnung, die einen festen Bekleidungswert für alle Zeiten während der Simulation verwendet. Während dieser Stunden könnten die Gäste Decken und übermäßige Kleidung ablegen, um eine Überhitzung zu vermeiden. Da die Lufttemperaturen im Raum kaum jemals 25°C überschreiten, ist eine Überhitzung unwahrscheinlich.

Handlungsempfehlungen und Ausblick

Die Empfehlung aus den Untersuchungen ist, eine Grundlüftung für die Schlafräume zu realisieren. Dies könnte z.B. durch ein gekipptes Fenster erreicht werden. Dabei ist allerdings parallel auf eine zugfreie Frischlufteinbringung zu achten, sonst wird das gekippte Fenster geschlossen und die CO₂-Konzentration steigt stark an. Ein gekipptes Fenster kann auch durch ein "Lüftungselement" in der Außenfassade erreicht werden. Dieses Element muss die kühle Außenluft "abbremsen", dadurch wird eine gleichmäßige Durchlüftung im Raum möglich. Der Gast kann die Luftöffnung fein und individuell justieren. Damit hat er die Möglichkeit sowohl die CO₂-Konzentration als auch die Raumtemperatur auszubalancieren. Eine Quer- bzw. Schachtlüftungsmöglichkeit wird für eine schnelle und effektive Durchlüftung z.B. am Morgen zusätzlich empfohlen. Aufgrund der Mehrbetten-Situation soll der Gast auch direkt am Bett eine Eingriffsmöglichkeit auf seinen individuellen Komfort haben, z.B. Vorhang als Zuluft-Bremse.

Die vorliegenden Ergebnisse sind anhand der Hochlandhütte entwickelt und erarbeitet worden. Sie zeigen ergänzend, dass eine gute Behaglichkeit der Gäste durch individuelle Dämmung (mehr Decken) erreicht werden und noch besser individuell justiert werden kann. Daher kann basierend auf dem Suffizienzgedanken (Wertewandel am Berg) auf eine Hüttendämmung verzichtet, um CO₂ bei der Konstruktion zu reduzieren. Diese Ergebnisse als eine erste Empfehlung für weitere Hütten zu sehen, sollte aber individuell in Abhängigkeit der Hüttenlage geprüft werden.

Herangehensweise im Sinne des Wärmeschutzes und der Behaglichkeit

Im Folgenden wird die Herangehensweise an die Planung und Umsetzung des Schutzzieles Wärmeschutz mit den Ergebnissen der Behaglichkeitsbetrachtung zusammengefasst:

Wie kann der Wärmeschutz im nachhaltigen Hüttenbau berücksichtigt werden?

Um auf diese Frage die Antwort zu finden, sollen folgende Aussagen und Fragen das Vorgehen beschreiben.

1. Die Notwendigkeit der beheizbaren Bereiche klären!

Durch das Hinterfragen der Anforderungen aus der Nutzung, die beheizbaren Bereiche auf das unbedingt Notwendige reduzieren!

“Welche Bereiche dienen als Unterkunft des Hüttenteams und müssen temperierbar sein?”

“Welche Bereiche müssen temperierbar sein, damit sie ihre Funktion erfüllen können? (z.B. Lebensmittellager)”

“Ist der Einsatz von temporär nutzbaren Infrarotheizungen in den Unterkünften des Hüttenteams denkbar?”

Durch das Hinterfragen der Behaglichkeitsanforderungen für die Hüttengäste auf die Notwendigkeit der Beheizung verzichten!

“Ist es für die Hüttengäste akzeptabel, auf niedrigere Temperaturen mit einer zusätzlichen Decke zu reagieren?”

2. Die Gebäudehülle der beheizbaren Räume optimieren!

Durch die Gruppierung beheizter Bereiche die Außenfläche optimieren!

3. Die Gebäudehülle entsprechend der Behaglichkeitsbetrachtung auslegen!

Durch die Abwägung zwischen Maßnahmen zur Körperdämmung und/oder Gebäudedämmung den goldenen Weg zur Behaglichkeit finden!

“Wie viel ‘Behaglichkeit’ muss die Gebäudehülle gewährleisten, wenn der Hüttengast sich individuell anpassen kann?”

4. Die notwendigen konstruktiven Wärmedämmmaßnahmen so nachhaltig wie möglich herstellen!

Durch die Verwendung von leichten (Transport!) und effizienten Konstruktion aus nachwachsenden, natürlichen und kreislauffähigen Materialien!

5. Den persönlichen Beitrag der Hüttennutzer*innen einfordern und schon bei der Planung mitdenken!

Durch die individuelle Anpassung der Kleidung und ausreichende Verfügbarkeit von zusätzlichen Decken!

Was heißt das für die Nachhaltigkeit?

Die Umsetzung baulicher Maßnahmen zum Erreichen des Wärmeschutzes kann ressourcenintensiv ausfallen. Für das Hüttenteam ist die Gewährleistung eines grundlegenden Komforts notwendig. Für die Gäste ergibt sich durch die Betrachtung der Behaglichkeit ein größerer Spielraum in der Abwägung zwischen baulichen und individuellen Dämmmaßnahmen. Das Ergebnis zeigt, dass in Gästebereichen nicht zwangsläufig das Dämmen der Hülle zur Behaglichkeit beiträgt. Stattdessen kann das Lüftungsverhalten der Gäste, etwa durch das Öffnen der Fenster, den isolierenden Effekt der Gebäudehülle aufheben. Dies zeigt, dass die Behaglichkeit in diesen Bereichen nicht ausschließlich durch bauliche Maßnahmen erreicht werden muss.

Im Blick auf die Nachhaltigkeitsstrategien ist es sinnvoll und ausreichend die Behaglichkeit an den notwendigen Stellen herzustellen und dabei ressourcenschonend mit den Baustoffen umzugehen.

Der Fokus sollte auf flexiblen, anpassungsfähigen Lösungen liegen, die es den Gästen ermöglichen, eine individuelle Anpassung des Raumklimas vorzunehmen. Diese Maßnahmen sind nachhaltigere Lösungen als energie- und materialintensive bauliche Anpassungen, die nicht unbedingt den gewünschten Effekt mit sich bringen.

Schutzziel „Brandschutz“

Thomas Engel

Brände in Schutzhütten sind keineswegs seltener als in anderen Gebäuden. Vielmehr bleibt das Brandrisiko aufgrund der zunehmenden Nutzung elektrischer Geräte, der verstärkten Integration von Akkusystemen sowie der steigenden Besucherzahlen mindestens konstant oder erhöht sich sogar. Angesichts der besonderen Gegebenheiten, wie der oft abgeschiedenen Lage, ist es essenziell, den Brandschutz nicht als nachrangiges Thema zu behandeln. Gleichzeitig steht der Brandschutz in Schutzhütten nicht zwangsläufig im Widerspruch zu nachhaltigen Planungsprinzipien. Ein nachhaltiger Brandschutz zeichnet sich dadurch aus, dass ausschließlich solche Maßnahmen ergriffen werden, die erforderlich sind, um das definierte Schutzziel zu erreichen. [39, 40]

Welche Orientierung bieten bauordnungsrechtliche Vorgaben für den Brandschutz von Schutzhütten in Sonderlagen?

Die jeweilige Landesbauordnung stellt das zentrale Standardregelwerk für das Bauen dar. Sie definiert auf Grundlage allgemeiner Schutzziele typische Anforderungen an die Sicherheit von Gebäuden – wie zum Beispiel die Anzahl und Ausführung von Rettungswegen, notwendige Feuerwiderstände tragender Bauteile (also wie lange ein Gebäude im Brandfall standsicher bleiben muss) oder Vorgaben zur Erschließung durch die Feuerwehr. Dieses Regelwerk ist auf Gebäude in erschlossenen Lagen mit direkter Anbindung an öffentliche Straßen ausgelegt. Die standardisierte Anwendung der Bauordnung erweist sich im Kontext von Schutzhütten als nicht zielführend, da sie nicht auf die spezifischen Gegebenheiten und Anforderungen alpiner Regionen ausgerichtet ist. Die Bauordnung und weitere Verordnungen können daher in diesem speziellen Anwendungsfall nicht als adäquates Planungsinstrument für einen effektiven Brandschutz betrachtet werden.

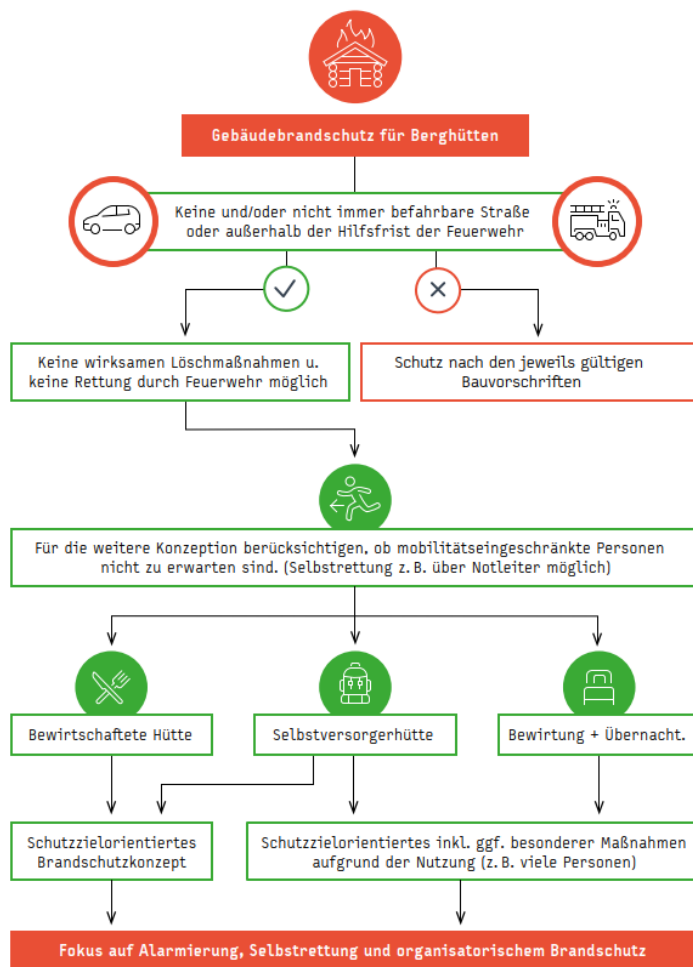


Abbildung 15: Orientierungshilfe für die brandschutztechnische Planung einer Schutzhütte

Mit welchen brandschutzrelevanten Herausforderungen ist bei Schutzhütten zu rechnen?

Schutzhütten stellen durch ihre abgelegene Lage eine besondere Herausforderung für den Brandschutz dar, da sie oft nicht oder nur mit erheblichem Zeitaufwand durch die Feuerwehr erreicht werden können. Dies bedeutet, dass im Brandfall keine wirksamen Lösch- und Rettungsmaßnahmen durch die Feuerwehr möglich sind. Ein zentrales Schutzziel der jeweiligen Landesbauordnungen – die Sicherstellung wirksamer Löschmaßnahmen und Rettung durch die Feuerwehr – kann somit faktisch gar nicht erfüllt werden. Dies verdeutlicht, wie wenig zielführend die Anwendung einer standardisierten Bauordnung im Kontext von derartigen Schutzhütten ist. Daher liegt der Fokus auf der frühzeitigen Branddetektion, der Alarmierung der Hüttennutzer*innen und der Selbstrettung. Schutzhütten werden in der Regel von Personen genutzt, die keine Mobilitätseinschränkungen haben, da der Zugang nur über alpine Wege möglich ist. Dies hat den Vorteil, dass bei einem Brandereignis grundsätzlich davon ausgegangen werden kann, dass alle Hüttennutzer*innen in der Lage sind, sich eigenständig aus dem Gebäude zu retten und folglich der Fokus auf effiziente Selbstrettungskonzepte gelegt werden kann. Dies ermöglicht den Einsatz alternativer Rettungsmöglichkeiten, die eine schnelle Evakuierung auch ohne Unterstützung durch die Feuerwehr gewährleisten. Da sich die Personen in der Regel jedoch nicht gut in der Hütte auskennen – und größere Hütten oft unübersichtlich und verwinkelt sind – kommt einer klaren, gut erkennbaren und sicher nutzbaren Rettungswegführung eine zentrale Bedeutung zu. Hütten, die sich in unmittelbarer Nähe zu Seilbahnen befinden, müssen in diesem Kontext ggf. anders bewertet werden, da hier potentiell auch weniger mobile Personen als Gäste auftreten können.

Welche Schutzziele gelten für Schutzhütten – und wie können sie erreicht werden?

Alarmierung und Selbstrettung

Da sich auf Schutzhütten keine mobilitätseingeschränkten Personen befinden, können Rettungsmöglichkeiten wie Notleitern genutzt werden. Dies stellt sicher, dass Personen schnell aus dem Gebäude flüchten können. Entscheidender Faktor ist eine zuverlässige und schnelle Branderkennung, beispielsweise durch Brandwarnanlagen mit automatischen Rauchmeldern und akustischer Alarmierung. So kann die Detektions- und Alarmierungszeit minimiert werden, um eine rechtzeitige Evakuierung einzuleiten. Ebenso wesentlich ist eine klare und nachvollziehbare Rettungswegführung in Kombination mit baulich sicheren Rettungswegen zur Eigenrettung. Besucher*innen müssen sich auch ohne Ortskenntnis schnell orientieren und den Ausgang finden können – insbesondere unter erschwerten Bedingungen wie starker Rauchentwicklung. Eine eindeutige und gut sichtbare Kennzeichnung der Rettungswege ist daher in jedem Fall notwendig.

Brandschutz und bauliche Maßnahmen

Da im Brandfall von einem Totalverlust der Hütte auszugehen ist, sollten eher Baumaßnahmen zur Verhinderung einer schnellen Rauchausbreitung getroffen werden. Zur Begrenzung der Rauchausbreitung können bauliche Maßnahmen wie dicht ausgeführte Wände sowie Rauchabschnitte durch geeignete Türen beitragen. Ziel muss es sein, dass ein Entstehungsbrand nicht unmittelbar zur Verrauchung der Rettungswege führt, um den Personen ausreichend Zeit für eine geordnete Flucht zu ermöglichen. Zudem ist ein baulicher Feuerwiderstand von 30 Minuten in vielen Fällen ausreichend, um die Selbstrettung zu ermöglichen – dies gilt auch für das Untergeschoss. Da keine Feuerwehr zur Verfügung steht, können Entrauchungsöffnungen in Treppenträumen, die nur in Kombination mit Hochleistungslüftern der Feuerwehr funktionieren, entfallen.

Organisatorische Maßnahmen

Da keine Feuerwehrunterstützung gegeben ist, muss das Hüttenpersonal in Brandschutzmaßnahmen geschult sein. Dazu gehört die Bedienung von Feuerlöschern für die Bekämpfung von Entstehungsbränden, um einen Totalverlust der Hütte zu verhindern. Voraussetzung dafür ist, dass ausreichend Feuerlöscher an gut zugänglichen Stellen innerhalb der Hütte vorhanden sind. Bei der Auswahl der Löschmittel ist darauf zu achten, geeignete Geräte für den jeweiligen Anwendungsbereich einzusetzen: In Standardbereichen wie Fluren, Schlafräumen oder Gasträumen sind Schaum- oder Wasserlöscher zielführend. Für spezielle Bereiche wie Heizungsräume oder Küchen können hingegen auch Pulverlöscher sinnvoll sein. Zudem muss das Personal Evakuierungsmaßnahmen koordinieren und sicherstellen, dass alle Gäste die Hütte rechtzeitig verlassen haben.

Zu den organisatorischen Maßnahmen gehört zudem, sicherzustellen, dass die Rettungswege jederzeit nutzbar sind. Das bedeutet konkret, dass keine Gegenstände wie Rucksäcke oder Ausrüstung in Rettungswegen abgestellt werden dürfen und die Hüttennutzer*innen darüber informiert und sensibilisiert werden müssen. Ebenso ist bei Witterungseinflüssen darauf zu achten, dass Fluchtwege nicht blockiert oder unpassierbar werden – etwa durch Schneeverwehungen, Glätte oder Schmutz. Diese Maßnahmen sind nicht nur im Winter, sondern ggf. auch bei Sommerbetrieb relevant.

Witterungsschutz für zu evakuierende Personen

Besonders in alpinen Regionen besteht die Gefahr, dass evakuierte Personen extremen Wetterbedingungen ausgesetzt sind. Daher ist es essenziell, eine wettergeschützte Notunterkunft in der Nähe der Schutzhütte vorzuhalten, um Schutz für leicht bekleidete Personen nach einer Flucht aus der Hütte zu gewährleisten.

Was bedeutet eine schutzzielorientierte Planung für den nachhaltigen Bau von Schutzhütten?

Nachhaltigkeit bedeutet in diesem Kontext, dass nur die Maßnahmen ergriffen werden, die tatsächlich erforderlich sind, um die brandschutztechnischen Schutzziele zu erreichen. Standardisierte Lösungen nach Bauordnung, die nicht auf den speziellen Einzelfall zugeschnitten sind, können zu unnötigen und ineffizienten Maßnahmen führen, die weder sinnvoll noch nachhaltig sind. Eine schutzzielorientierte Planung hingegen stellt sicher, dass die getroffenen Maßnahmen auf die tatsächlichen Risiken und Rahmenbedingungen abgestimmt sind – insbesondere in Bezug auf das Nutzungsprofil, die (fehlende) Erreichbarkeit durch die Feuerwehr und die Einbindung des Hüttenpersonals. Aus brandschutztechnischer Sicht bestehen grundsätzlich keine Einwände gegen eine freie Baustoffwahl, unter Berücksichtigung der rechtlichen Vorgaben an Bauprodukte. Somit können regionale und lokal verfügbare Materialien wie Holz oder Lehm verwendet werden. Zu beachten ist jedoch Folgendes:

- Leichtentflammbare Baustoffe wie beispielsweise Schafwolle oder Stroh sind als Konstruktionsmaterialien nicht zulässig.
- Normalentflammbare Baustoffe, wie z. B. Holz, können grundsätzlich eingesetzt werden. Allerdings muss in Rettungswegen in der Regel auf eine Ausführung mit nichtbrennbaren Oberflächen geachtet werden. Das kann entweder durch nichtbrennbare Baustoffe selbst oder durch eine Bekleidung mit nichtbrennbaren Materialien wie einer 12,5 mm starken Gipsplatte erfolgen. Die Nichtbrennbarkeit der Oberflächen in Rettungswegen soll eine Brandausbreitung innerhalb oder entlang dieser Wege verhindern.
- Eine sinnvolle Alternative zu geschlossenen Rettungswegen stellen offene, frei ventilierte Laubengänge oder Außentreppen dar (wie z. B. bei der Hochlandhütte): Durch die natürliche Belüftung und die redundante Rettungswegführung kann in bestimmten Fällen auch auf normalentflammbare Materialien bzw. Bekleidungen zurückgegriffen werden.
- Ein Feuerwiderstand von 30 Minuten lässt sich mit üblichen, nachhaltigen Baustoffen in der Regel unkompliziert erreichen. Bzgl. der maßgebenden Faktoren für die Standsicherheit und der s.g. „Heißbemessung“, wie dem Kapitel zum Schutzziel *Nachhaltigkeit* entnommen werden kann.

Der Brandschutz auf Schutzhütten muss sich auf Selbstrettung und präventive Maßnahmen konzentrieren, da eine externe Brandbekämpfung und Rettung durch die Feuerwehr meist nicht möglich sind. Nachhaltigkeit bedeutet in diesem Zusammenhang, zielgerichtete Maßnahmen zu ergreifen, die tatsächlich zur Sicherheit beitragen, anstatt Standardlösungen ohne Bezug zur realen Nutzung anzuwenden. Eine schnelle Branddetektion, gut geschultes Hüttenpersonal und ein durchdachtes Evakuierungskonzept sind entscheidend, um Menschenleben zu schützen. Gleichzeitig sollte der Brandschutz so gestaltet sein, dass ein Brand nicht zwangsläufig zu einem vollständigen Verlust der Hütte führt. Durch den gezielten Einsatz von baulichen und organisatorischen Maßnahmen kann eine ausreichende Sicherheit erreicht werden, ohne unnötige oder ineffektive Maßnahmen zu ergreifen. Dies ist nicht nur wirtschaftlich sinnvoll, sondern auch nachhaltig im Sinne eines ressourcenschonenden und praxisorientierten Brandschutzes.

Schutzziel „Schallschutz“

Anne Carina Völkel, Marco Krechel

Auf einer Schutzhütte kommen zu Stoßzeiten viele Menschen auf überschaubarem Raum mit unterschiedlichem Verhalten und Ansprüchen hinsichtlich des Schallschutzes zusammen. Wie lassen sich die unterschiedlichen Bedürfnisse unter dem Dach einer nachhaltigen Schutzhütte vereinen?

Welche Orientierung geben die öffentlich-rechtlichen Maßgaben zur Erfüllung des Schallschutzes?

Das Ziel des Schallschutzes ist, den von den Nutzer*innen eines Gebäudes wahrgenommenen Schall auf einem Pegel zu halten, der in seiner Intensität nicht gesundheitsgefährdend ist und bei dem zufriedenstellende Bedingungen für die Nachtruhe sowie die Freizeit und Arbeit sichergestellt sind. [41] Die Wahrnehmung von Schall ist dabei sehr subjektiv. Was für den einen ein akzeptables Hintergrundrauschen ist, überschreitet bei anderen Grenzen und ist nicht mehr tolerierbar. Als wesentliche Prämisse für den Schallschutz gilt in erster Linie die gegenseitige Rücksichtnahme, bei der das persönliche Lärmverhalten auf die Mitmenschen entsprechend angepasst ist. [41] Darüber hinaus können auch im Gebäude konstruktive Maßnahmen vorgesehen werden, die den Schallschutz verbessern, allerdings auch zusätzliche Ressourcen benötigen. Um sich diesem Thema anzunähern ist für die Planung die Kategorisierung in "schutzbedürftige Räume" und "Räume mit Emissionsquellen" sinnvoll. Zwischen diesen Räumen sowie gegenüber möglicherweise vorhandenem „Außenlärm“ sind Schallschutzmaßnahmen zielführend. [41]

Wie sind die Nutzer und ihre Raumzonen hinsichtlich des Schallschutzes zu betrachten?

Bei der Betrachtung des notwendigen Schallschutzes muss beim jeweiligen (Ruhe-)Bedürfnis der Nutzer*innen der Schutzhütte differenziert werden. Während das Hüttenteam vor Ort konzentriert seine Arbeit verrichten möchte und in den Ruhe- und Erholungszeiten nicht gestört werden darf, steht für die Hüttengäste, aufgrund ihres zeitlich begrenzten Aufenthalts der Schutz vor äußeren Bedingungen, Beherbergung und Verpflegung im Vordergrund.

Die unterschiedlichen Raumzonen innerhalb der Schutzhütte stellen je nach Nutzung einen "Raum mit Emissionsquellen" und/oder "schutzbedürftigen Raum" dar. Eine Sonderrolle bei alpinen Schutzhütten spielt die Insellage in der freien Natur, durch welche das Thema des „Außenlärms“ in Form von Naturgeräuschen vernachlässigt werden kann.

| NUTZER | | TEAM | GAST | dB | VERGLEICH |
|----------------------------|--|------|------|-----------|----------------------|
| | | | | > 120 | Sirene |
| | | | | ~ 120 | Kettensäge |
| | | | | ~ 100-110 | Hubschrauber |
| Raumzonen Emissionsquellen | | | | | |
| Gastraum gesellig | | ✓ | ✓ | ~ 70-90 | Party |
| Gastraum normal | | ✓ | ✓ | ~ 60-70 | Restaurant |
| Küche | | ✓ | ✗ | ~ 70 | PKW |
| Terrasse | | ✓ | ✓ | ~ 65 | laute Unterhaltung |
| Erschließung | | ✓ | ✓ | ~ 60 | normale Unterhaltung |
| Sanitärräume | | ✓ | ✓ | ~ 50 | leise Unterhaltung |
| Anlagen u. Technik | | ✓ | ✗ | ~ 40 | Kühlschrank |
| Raumzonen Schutzbedarf | | | | | |
| Schlafen Gäste | | ✗ | ✓ | ~ 30-40 | Flüstern, Schnarchen |
| Privat Team | | ✓ | ✗ | ~ 20-30 | Atmen, Uhr ticken |

Abbildung 16: Schalltechnische Einordnung von Nutzer*Innen und Raumzonen

Welche Rolle spielt der Schallschutz bei Schutzhütten?

Bei der Kategorisierung der üblichen Raumzonen einer Schutzhütte fallen für das Hüttenteam die privaten Aufenthaltsräume unter die schutzbedürftigen Räume. In diesen Räumen muss neben der Nachtruhe auch tagsüber die Möglichkeit bestehen, abseits des Gastbetriebs, Ruhe zu finden. Für die Hüttengäste gelten die Schlaflager als schutzbedürftige Räume, die in der Nacht die notwendige Erholungsmöglichkeit bieten.

Bei der Betrachtung der üblichen Räume mit Emissionsquellen in Schutzhütten wird zwischen „fremden Räumen“, „Anlagen und Technik“ sowie „Außenlärm“ unterschieden. Bei der ersten Kategorie, „fremde Räume“, steht der Gastraum hinsichtlich der Schallemissionen an oberster Stelle. Durch das gesellige Beisammensein einer Vielzahl von Menschen, in einem verhältnismäßig kleinen Raum, gepaart mit dem kontinuierlichen Kommen und Gehen sowie Stuhl- und Tischrücken, entstehen erhebliche Schallemissionen, die schon durch die im Raum befindlichen Nutzer als störend empfunden werden können. Hier helfen Akustikmaßnahmen, die es ermöglichen in angenehmer Lautstärke miteinander zu kommunizieren und den Geräuschpegel innerhalb des Gastraumes und nach außen zu reduzieren.

Die Tätigkeiten wie Zubereiten, Kochen, Spülen und Räumen in der Küche sowie den dazugehörigen Lagerräumen, verursachen die darin üblichen Arbeitsgeräusche, die jedoch zu Stoßzeiten nicht unerheblich sind. Die Schallemissionen, die von sämtlichen Nutzer*innen auf geteilten Verkehrswegen verursacht werden, sind maßgeblich vom individuellen Nutzer*innenverhalten abhängig. Schrittgeräusche, Unterhaltungen und Türeinschlagen können als störend empfunden werden, vor allem wenn diese in die Stille der Nachtruhe fallen. Ähnliches gilt für die Sanitärräume. So kann zum Beispiel durch die Toilettenspülung das „Stille Örtchen“ zur Lärmbelästigung mutieren. Damit ist der Übergang zu der zweiten Kategorie „Anlagen und Technik“ fließend. Jede technische Einrichtung führt zu Schallemissionen, die je nach Intensität als Hintergrundgeräusch kaum wahrnehmbar oder als störend empfunden werden kann. Insbesondere bei dieser Kategorie ist das persönliche Hör- bzw. Störeffinden entscheidend, da sie vor allem über Körperschall und den damit zusammenhängenden Vibrationen wahrgenommen werden kann.

Wie bereits beschrieben, nimmt der „Außenlärm“ bei alpinen Schutzhütten, aufgrund ihrer Lage in der freien Natur, eine untergeordnete Rolle ein. Hauptaugenmerk liegt hier auf dem durch die Nutzer*innen verursachten Schallpegel im bewirtschafteten Außenbereich. Entsprechend dem Nutzungsszenario im Gastraum, haben diese einen nicht unerheblichen Einfluss auf das Ruhebedürfnis der Nutzer*innen in der Hütte und auch auf die schützenswerte Natur.

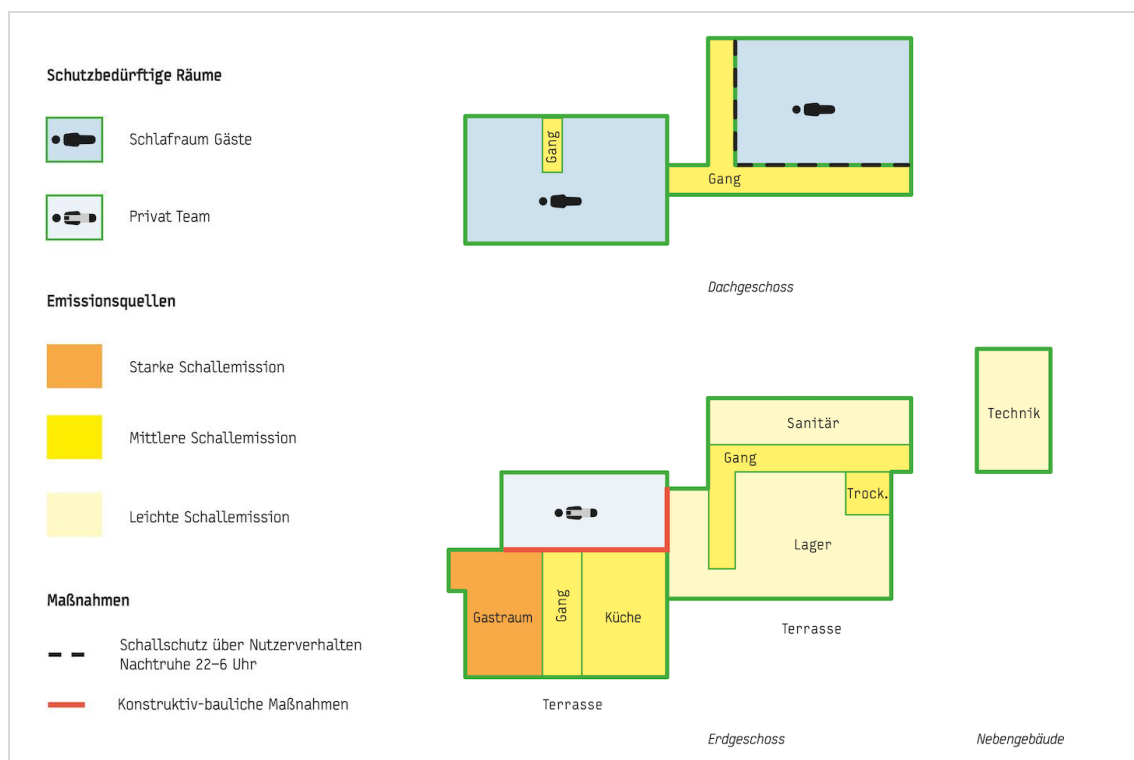


Abbildung 17: Exemplarische Anwendung Schallschutzstrategien am Beispiel Hochlandhütte

Wie soll der Schallschutz im nachhaltigen Hüttenbau berücksichtigt werden?

Um auf diese Frage die Antwort zu finden, sollen folgende Punkte das Vorgehen beschreiben.

1. Die Notwendigkeit für konstruktive Schallschutzmaßnahmen so weit wie möglich reduzieren!

Durch eine sinnvolle räumliche Organisation - je größer die Distanz, desto besser!

“Wo liegen die schutzbedürftigen Räume? Wo liegen die Räume mit Emissionsquellen?”

“Wie lässt sich eine räumliche Distanz zwischen diesen Räumen schaffen?”

Durch die Reduktion von Technik sowie Installationen - ohne Technik keine Maschinen- oder Strömungsgeräusche!

“Werden die technischen Anlagen gebraucht? Müssen diese ständig betrieben werden?”

“Durch welche Maßnahmen lässt sich der Technikeinsatz weiter reduzieren (z.B. Trockentoiletten)?”

Durch eine gesteuerte zeitliche Organisation!

“Welche Konflikte lassen sich durch die konsequente Umsetzung der Hüttenruhe zwischen 22 – 6 Uhr vermeiden?”

2. Die Anforderungen an die konstruktiven Schallschutzmaßnahmen hinterfragen!

Der DAV empfiehlt zwischen „schutzbedürftigem Raum“ und „Räumen mit Emissionsquellen“

für Trennwände zul R > 45dB

für Trenndecken zul R > 50dB

in der Planung anzustreben.

3. Die notwendigen konstruktiven Schallschutzmaßnahmen so nachhaltig wie möglich herstellen!

Durch die Verwendung von leichten (Stichwort: Transport!) und effizienten Konstruktion aus nachwachsenden, natürlichen und kreislauffähigen Materialien!

4. Den persönlichen Beitrag der Hüttennutzer*innen einfordern und schon bei der Planung mitdenken!

Durch ein respektvolles Verhalten als Teil einer Gemeinschaft!

“Durch welche Maßnahmen werden die Hüttengäste hinsichtlich der Rücksichtnahme sensibilisiert?”

“Welche Hilfsmittel kann ich den Hüttengästen zur Verfügung stellen, um für den persönlichen Schallschutz zu Sorgen?” >Stichwort Ohrstöpsel

Was heißt das für die Nachhaltigkeit?

Die Umsetzung konstruktiver Schallschutzmaßnahmen ist enorm ressourcen-intensiv. Im Sinne der Vermeidung ist der größte Hebel, bereits zu Beginn, den Schallschutz auf das wirklich Notwendige zu reduzieren. Durch die Umsetzung in Form von gezielt eingesetzten, ressourceneffizienten Konstruktionen, aus nachwachsenden, natürlichen und kreislauffähigen Materialien, wird ein weiterer Beitrag zum Thema der Nachhaltigkeit geleistet. Trotz Umsetzung der Maßnahmen bleibt der Schallschutz bei Schutzhütten vom persönlichen Verhalten abhängig. Hierbei spielen Toleranz und individuelle Rücksichtnahme die maßgebliche Rolle.

Schutzziel „Sicherheit + Barrierefreiheit“

Anne Carina Völkel, Marco Krechel

Beim Aufenthalt von Bergsportler*innen im Gebirge spielt Sicherheit eine selbstverständliche Rolle. Durch das Einschätzen der eigenen Fähigkeiten und entsprechend verantwortungsbewusstem Verhalten, leisten die Sportler*innen bereits einen erheblichen Beitrag zur ihrer eigenen Sicherheit. Das Thema der Barrierefreiheit im alpinen Kontext ist dagegen nicht so einfach zu beantworten, da die Berge bereits eine natürliche, aber deutliche Barriere für die allgemeine Zugänglichkeit darstellen. In welchem Ausmaß sind also Maßnahmen für die Gewährleistung von Barrierefreiheit auf Schutzhütten angemessen?

Welche Orientierung geben die öffentlich-rechtlichen Maßgaben zur Erfüllung der Sicherheit und Barrierefreiheit?

Den hohen Stellenwert der Sicherheit formuliert die Musterbauordnung in ihrer sogenannten Generalklausel, dem §3: „Gemäß §3 MBO sind bauliche Anlagen so anzuordnen, zu errichten, zu ändern und instand zu halten, dass die öffentliche Sicherheit und Ordnung, insbesondere Leben, Gesundheit und die natürlichen Lebensgrundlagen, nicht gefährdet werden“. [32] Im Weiteren unterscheiden die technischen Baubestimmungen [29] zwischen den Aspekten der (Nutzungs-)Sicherheit und der Barrierefreiheit. Sie betrachten die Schutzziele für die Sicherheit unter der Berücksichtigung der DIN 18065 „Gebäudetreppen“ [42] sowie das Ziel der Barrierefreiheit durch das Einhalten der DIN 18040 „Barrierefreies Bauen“ [43] als erfüllt. Die grundsätzliche Motivation der Arbeitsstättenverordnung liegt in der Sicherstellung der (Nutzungs-)Sicherheit für Arbeitsstätten begründet: „Diese Verordnung dient der Sicherheit und dem Schutz der Gesundheit der Beschäftigten beim Einrichten und Betreiben von Arbeitsstätten.“ [30] Anforderungen an die Barrierefreiheit ergeben sich zu dem Zeitpunkt, an dem Menschen mit Behinderungen beschäftigt werden. Da die Umsetzung von sicherheitsrelevanten Aspekten auf Grund ihrer Notwendigkeit nicht zur Debatte steht, muss, im Kontext der Nachhaltigkeit, vor allem die Umsetzung von barrierefreien Maßnahmen im alpinen Raum näher untersucht werden. Die Herstellung von Barrierefreiheit für Menschen mit motorischen Einschränkungen bringt einen erhöhten Platzbedarf mit sich, zum Beispiel auf Grund notwendiger Wenderadien, der Schwellenlosigkeit sowie notwendiger Aufzüge. Der erhöhte Raumbedarf sowie die Notwendigkeit von technischen Einrichtungen, die darüber hinaus betrieben und gewartet werden müssen, bringen einen erhöhten Ressourcen- sowie Energiebedarf mit sich. Der §50 der MBO [27] „Barrierefreies Bauen“ definiert für öffentliche Gebäude den Anspruch, dass bauliche Anlagen in den Teilen barrierefrei ausgeführt sein müssen, in denen der allgemeinen Besucher- und Benutzerverkehr vorherrscht. Der dafür benötigte Raumbedarf sowie die Bereitstellung von technischen Einrichtungen, die darüber hinaus betrieben und gewartet werden müssen, bringen einen erhöhten Ressourcen- sowie Energiebedarf mit sich.

Wie ist die Zugänglichkeit, d.h. die Erschließung der Hütten hinsichtlich der Barrierefreiheit zu bewerten?

Alpine Schutzhütten sind entsprechend ihrer Hüttenkategorie mehr oder weniger gut erschlossen. Dies reicht in der Hüttenkategorie I vom Wanderweg bis zur Hüttenkategorie III, einem direkt anfahrbaren oder über eine Seilbahn erreichbaren Berggasthaus. Insbesondere bei den, in diesem Leitfaden betrachteten, Hütten der Kategorie I, trifft die Aussage zu, dass die Berge mit ihren Wanderwegen, Felswänden und Gipfeln natürliche Barrieren darstellen. Daher sind Schutzhütten der Kategorie I in der Regel nur bedingt zugänglich.

Um die Notwendigkeit für eine Barrierefreiheit beurteilen zu können, muss folgende Frage gestellt werden: Mit welchen Nutzer*innen ist voraussichtlich auf Schutzhütten zu rechnen?

Je geringer der Erschließungsgrad, desto weniger wird bei der Erreichbarkeit die Mobilitätsbetrachtung wesentlich. Zu Beginn einer Planung ist daher bei jeder Schutzhütte eine Bewertung der Erschließungsmöglichkeiten notwendig. Sind Hütten mit mechanischen Hilfsmitteln wie Seilbahn oder mit einem Fahrzeug direkt erreichbar, ist auch mit immobilen Hüttengästen zu rechnen. Kann die Hütte nur durch die Überwindung natürlicher Barrieren, wie Wanderwege, Felswände und Gipfel, erreicht werden, ist eine entsprechende körperliche Mobilität die wesentliche Voraussetzung. Neben motorischen Einschränkungen, die die Zugänglichkeit von Schutzhütten maßgeblich beeinflussen, ist bei der Hüttenplanung die Barrierefreiheit auch für Hüttengäste mit visuellen, auditiven und kognitiven Einschränkungen zu berücksichtigen. Die unterstützenden Maßnahmen hierfür können, im baulichen Kontext von Hütten der Schutzkategorie I, jedoch mit einem erheblich geringeren Aufwand hergestellt werden.

Wie soll die Barrierefreiheit im nachhaltigen Hüttenbau berücksichtigt werden?

Um auf diese Frage die Antwort zu finden, sollen folgende Aussagen und Fragen das Vorgehen beschreiben.

1. Die notwendigen Anforderungen der Barrierefreiheit klären!

Durch die Betrachtung des Profils der Nutzer*innen – als Grundlage für zielgerichtete Maßnahmen!

„Mit welchen Hüttengästen mit welchen Einschränkungen, ist aufgrund der gegebenen -Erschließung zu rechnen?“

„Gibt es die Möglichkeit, unter Berücksichtigung der Erschließbarkeit und Lage der Hütte, Personen mit Einschränkungen zu beschäftigen, für die entsprechende Maßnahmen zur Barrierefreiheit notwendig sind?“

„Welche Aspekte an möglichen Behinderungen müssen bei der Planung in Betracht gezogen werden?“

2. In bedarfsgerechten und zielgerichteten Maßnahmen zur Umsetzung der Barrierefreiheit denken!

Bei voraussichtlichen Nutzer*innen der Schutzhütte mit ...

...auditiven Einschränkungen, Wert auf Akustik legen!

...visuellen Einschränkungen, entsprechende Orientierungs- und Leitsysteme einsetzen!

...mobilen Einschränkungen den notwendigen Platzbedarf sowie die Schwellenlosigkeit berücksichtigen!

„Welche Maßnahmen sind als Hilfestellung an diesem Ort zielführend?“

3. Die notwendigen Maßnahmen zur Barrierefreiheit so flächeneffizient wie möglich in das Gebäude integrieren!

Durch eine klare, übersichtliche räumliche Organisation!

Was heißt das für die Nachhaltigkeit?

Die große Stellschraube hinsichtlich der Nachhaltigkeit ist eine dem Ort und der Lage entsprechende Umsetzung von Maßnahmen für die Sicherstellung der Barrierefreiheit. Welche möglichen Einschränkungen der Nutzer*innen müssen berücksichtigt werden? Die Umsetzung der notwendigen Maßnahmen, Einrichtungen bzw. Konstruktionen sollte mit nachhaltigen Materialien und Lösungen erfolgen, die eine dauerhafte und wartungsarme Konstruktion gewährleisten.

Ergebnis „Bauteilkatalog“

Anne Carina Völkel, Marco Krechel

Der Bauteilkatalog zeigt für die typischen Bauteile einer Schutzhütte als Ergebnis der Iteration aus den Arbeitspaketen 2-4 beispielhafte Konstruktionen, die die in den Kapiteln der Schutzzielen formulierten Anforderungen aus dem Arbeitspaket 1 erfüllen.

Entsprechend der Anordnung zum Gelände wird zwischen folgenden Bauteilen unterschieden:

Über dem Erdreich

Bei Schutzhütten haben sich massive Holzkonstruktionen, mit einfachen, robusten Schichtenaufbau, etabliert. Dabei kommen neben Brettsperrholzkonstruktionen auch Brettstapeldecken zum Einsatz. Der Vorteil dieser Konstruktionen ist der hohe Vorfertigungsgrad sowie die schnelle Montage vor Ort. Sowohl die Witterungsverhältnisse im Gebirge als auch die für den Naturschutz begrenzten Flugzeiten schränken das Baufenster stark ein. Mit vorgefertigten Holzkonstruktionen kann jedoch innerhalb kürzester Zeit eine geschlossene Gebäudehülle hergestellt werden, die wiederum einen geschützten Raum für die weiteren Arbeiten vor Ort zur Verfügung stellt. Aufgrund ihres geringen Gewichts gegenüber mineralischen Konstruktionsweisen, lässt sich die Zahl der Hubschrauberflüge entscheidend reduzieren. Damit die Flüge effizient genutzt werden können, ist im Vorfeld eine genaue Planung notwendig, bei der die möglichen Transportkapazitäten jedes Fluges ausschöpft werden. Der Holzbau hat in den Alpen eine lange Tradition, sodass lokale Handwerker*innen, mit entsprechendem Wissen, qualitätsvolle Konstruktionen herstellen können und dabei die Wertschöpfungskette vor Ort bleibt. Für die Dauerhaftigkeit der Holzkonstruktionen, ist eine gewissenhafte Planung im Vorfeld notwendig.

Im Erdreich

Um die Dauerhaftigkeit auch bei Feuchtebelastung gewährleisten zu können, kommen bei Bauteilen im Erdreich oft mineralische Konstruktionen, meist aus (Stahl-)Beton, zum Einsatz. Diese sind entsprechend robust und erreichen bei guter Planung und Umsetzung eine lange Lebensdauer. Betonkonstruktionen bringen einen großen Arbeitsaufwand (Schalung > Bewehrung > Betonage > Abbinden > Ausschalen > Aushärten) und dementsprechend eine zeitintensive Umsetzung vor Ort mit sich. Je nach Wetterverhältnissen und Exponiertheit der Baustelle, kann sich die Umsetzung über einen langen Zeitraum erstrecken. Durch ihr höheres Gewicht, im Vergleich zu Holzbauteilen, ist für den Transport eine vermehrte Anzahl an Hubschrauberflügen notwendig. Aus diesem Grund sollten mineralische Konstruktionsweisen auf ein Mindestmaß reduziert werden.

Im Kontext der alpinen Schutzhütten haben sich, aus den Untersuchungen im Rahmen des Forschungsprojektes, drei Varianten herauskristallisiert, die entsprechend ihrer Erfüllung von baurechtlichen Anforderungen wie folgt unterteilt werden:

Variante „Tal“

Ein Bauteilaufbau, der dem konventionellen Bauen im Tal entspricht. Dabei werden sämtliche baurechtliche Anforderungen aus dem Tal hinsichtlich des Wärmeschutzes, Schallschutzes sowie der Tragfähigkeit erfüllt. Die Konstruktionen sind im Vergleich sehr ressourcenintensiv und entsprechen am wenigsten dem Ansatz der Einfachheit.

Variante „Berg“

Ein Bauteilaufbau, der die Anforderungen im Kontext alpiner Schutzhütten berücksichtigt. Nach Abwägung der für Hütten einzuhaltenden Schutzziele und der sich daraus ergebenden baurechtlichen Anforderungen, werden optimierte Konstruktionen dargestellt, die hinsichtlich Ressourceneffizienz und Einfachheit zwischen der Tal- und Gipfel-Variante stehen.

Variante „Gipfel“

Ein zunächst unkonventionell erscheinender Ansatz, der Grenzen auslotet. Die Konstruktionen sind auf die Erfüllung grundlegender Anforderungen an die Tragfähigkeit sowie die äußere Schutzhülle ausgelegt. Für den Wärmeschutz bzw. Schallschutz werden keine gesonderten Maßnahmen in der Konstruktion vorgesehen. Einen konstruktiven Lösungsansatz bietet hier zum Beispiel der im Gebirge häufig vorkommende Felsen, der im Keller als Ersatz für eine neue Bodenplatte, bzw. neue Wände zum Erdreich dienen kann. Dieser Ansatz benötigt die wenigsten Ressourcen und die Konstruktionen entsprechen einem sehr einfachen Aufbau.

Durch den hohen Anteil an schweren, mineralischen Baustoffen benötigt die Talvariante, im Vergleich zu den anderen Varianten, die meisten Ressourcen. Sie bringen den größten Transportaufwand sowie Zeitbedarf für die Errichtung mit sich. Deren Einsatz ist zwangsläufig mit hohen Kosten für Material, Lohn, Transport und einem erhöhten Ausstoß von Emissionen, verbunden. Durch die komplexen Aufbauten ist eine gewisse Fehleranfälligkeit gegeben. Die Gipfelvariante hat den geringsten Ressourceneinsatz. Durch die Berücksichtigung der Potentiale aus den örtlichen Gegebenheiten, wie z.B. der Nutzung des Felsens im Untergeschoss, kann auf mineralische Bauteile verzichtet und der Anteil an nachwachsenden Rohstoffen gesteigert werden. Diese erfordert jedoch einen angepassten Umgang der Nutzer*innen mit der Hütte, die wie auch beim Thema der Behaglichkeit durch individuelle Körperdämmmaßnahmen, auf die entsprechenden Gegebenheiten reagieren müssen. Die Konstruktionen sind nicht für jeden Anwendungsfall geeignet. Deren Umsetzung führt im Vergleich zu den anderen Varianten zu einer Reduktion des Ressourceneinsatzes, dem damit verbundenen Transportaufwand und somit auch von Zeit, Kosten und Treibhausgas-Emissionen.

In der folgenden Übersicht sind für die Schutzziele Wärmeschutz, Schallschutz und Tragwerk die entsprechenden Anforderungen den Bauteilvarianten Tal, Berg und Gipfel zugeordnet:

Tabelle 5: Varianten und die jeweiligen Anforderungen

| | Tal | Berg | Gipfel |
|--|--|---|--|
| Wärmeschutz Siehe Kapitel <i>Wärmeschutz</i> | GEG: Gebäudeenergiegesetz [11] | DIN 4108-2: Mindestanforderungen [34] | keine Anforderung an den Wärmeschutz |
| Schallschutz Siehe Kapitel <i>Schallschutz</i> | DIN 4109-1: Schallschutz im Hochbau [41] | Empfehlung DAV siehe Hüttenhandbuch Kapitel <i>Schallschutz</i> | keine Anforderung |
| Tragwerk Siehe Kapitel <i>Mechanische Festigkeit und Standsicherheit</i> | DIN EN 1990 [44]: Grenzzustand der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit mit Schwingungsnachweis | DIN EN 1990 [44]: Grenzzustand der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit ohne Schwingungsnachweis | DIN EN 1990 [44]: Grenzzustand der Tragfähigkeit |

Die Auswahl der passenden Varianten hängt von dem Grad der notwendigen Maßnahmen zur Erfüllung der Schutzziele und der sich daraus ergebenden baurechtlichen Anforderungen ab. Bei einer üblichen Planung wird es immer eine Mischung unterschiedlicher Varianten geben, die die notwendigen Schutzziele für das gesamte Gebäude sicherstellen. Ausgangspunkt ist daher immer zuerst die Festlegung der Anforderungen, wie sie in den vorherigen Kapiteln zu den jeweiligen Schutzziele, inklusive der Nachhaltigkeit, vorgestellt sind. Nach Definition der Ziele, kann dann das geeignete Bauteil aus dem Bauteilkatalog als Grundlage dienen, um anschließend auf die projektspezifischen Anforderungen angepasst zu werden. Der Bauteilkatalog findet sich im Anhang C | Bauteilkatalog wieder.

2.1.3 Diskussion der Grundlagen und des Iterationsprozesses

Marco Krechel (AP 1+2), Christine Hani (AP 3+4)

AP1 Grundlagenrecherche

Das Vorgehen in der Grundlagenrecherche stellt sich, durch die Kombination unterschiedlicher Nutzungen und Nutzer*innen in Schutzhütten und den sich daraus ergebenden Anforderungen aus dem Baurecht sowie dem Arbeitsstättenrecht, komplexer heraus als ursprünglich gedacht. Zu Beginn wird mit der Erstellung des Hütten- und Nutzungsprofils die Grundlage für die Umsetzung gesetzlicher Anforderungen geschaffen. Schutzhütten als Konglomerat aus verschiedenen Nutzungen (Beherbergungsstätte, Gastronomie + Wohnen) und Nutzer*innen (Hüttenteam + Hüttengäste) erfordern neben der Betrachtung von bauordnungsrechtlichen Vorschriften auch die Berücksichtigung der Arbeitsstättenrichtlinien. Ausgehend von der bauordnungsrechtlich erforderlichen Einhaltung der Schutzziele, entsprechend der Musterbauordnung, wird deren Umsetzung, wie in den Technischen Musterbauvorschriften beschrieben, mit den Anforderungen aus dem Arbeitsschutzrecht abgeglichen. Um etwaige Konflikte in deren Anwendung zu vermeiden, ist die spezifische Betrachtung der verschiedenen Nutzungsbereiche innerhalb der Schutzhütte durch die unterschiedlichen Nutzer*innen erforderlich. Dadurch ergibt sich eine Trennung zwischen den Nutzungszonen der Gäste und des Hüttenteams, bei denen die Anforderung aus den Arbeitsstättenrichtlinien relevant sind.

Durch die Auseinandersetzung mit den Schutzziele wird deren Bedeutung und Notwendigkeit zur Gewährleistung der Umsetzung sicherer Gebäude erkennbar. Daher werden die Schutzziele als Diskussions- und Betrachtungspunkt in der weiteren Auseinandersetzung genutzt. Im Bauordnungsrecht spielt das Thema der Nachhaltigkeit keine Rolle, so dass für diese Thematik ein eigener Ausgangs- bzw. Orientierungspunkt formuliert werden muss. Daher werden die Themen der Suffizienz und Effizienz in den Mittelpunkt der weiteren Betrachtung zur Umsetzung der Schutzziele gestellt. Die Anwendung der Schutzziele wird auf die ursprüngliche Funktion der Schutzhütten als ‚einfachen‘ Schutzraum, d.h. der Erfüllung grundsätzlicher Schutzfunktionen, ausgerichtet. Alle Schutzziele bieten den erforderlichen Spielraum bzw. geben Orientierung in der Umsetzung baukonstruktiver Maßnahmen, die einem einfachen und suffizienten Hüttenbau förderlich sind. Die Notwendigkeit von Abweichungen ist im Regelfall nicht gegeben. Ein Sonderfall im Umfang der Betrachtung der Schutzziele ergibt sich beim Wärmeschutz. Hier stellt sich die Hinterfragung der Komfortvorstellungen als großer Hebel zur Umsetzung nachhaltiger Strategien heraus. Die Auslegung der bauordnungsrechtlichen sowie arbeitsstättenrechtlichen Anforderungen erfolgt je nach Fachdisziplin individuell nach bestem Wissen und Gewissen. Dies kann keine Rechtssicherheit bieten, auf die sich im Planungsprozess bezogen werden kann. Daher ist die Darstellung im Leitfaden darauf ausgelegt, die Schutzziele als Ausgangs- und Diskussionspunkte zu betrachten, mit denen den Leser*innen eine Grundlage zur individuellen Entscheidungsfindung zur Verfügung gestellt wird.

AP2 Entwicklung kreislauffähiger und nachhaltiger Konstruktionen

Als Ausgangspunkt dient der Bauteilkatalog der Hochlandhütte, der aus einer, anfänglich iterativ geplanten, Weiterentwicklung von typischen Bauteilaufbauten für Schutzhütten besteht. Um eine breite Anwendung der finalen Konstruktionen zu gewährleisten, wird auf der Grundlage von Erfahrungswerten des DAV Ressorts Hütten und Wege, der umfangreiche Katalog auf eine Variante der Bauteile Wand, Boden, Decke und Dach reduziert und auf die typischen Bauteilaufbauten für Schutzhütten modifiziert. Dieser Stand spiegelt sich in der Kategorie „Berg“ wider. Um Bezug auf die im Arbeitspaket 1 zusammengestellten Anforderungen zu beziehen, ist der Bauteilkatalog um die Kategorien „Tal“ und „Gipfel“ erweitert worden, die zwei weitere Anforderungsprofile erfüllen. Da an eine Schutzhütte unterschiedliche Anforderungen gestellt werden und deren Umsetzung im Sinn der jeweiligen Schutzziele notwendig ist, ist die Optimierung auf eine einzig funktionierende Bauteilvariante weder möglich noch zielführend.

Mit dem Bauteilkatalog steht ein Werkzeug zur Verfügung, das, nach Festlegung der einzuhaltenden Ziele in der Grundlagenermittlung, die entsprechenden Bauteilvarianten zur Umsetzung darstellt, die den unterschiedlichen Kategorien zugeordnet sind. So sind z.B. die Anforderungen an eine Außenwand, die die Aufenthaltsräume des

Hüttenteams begrenzt anders zu den Anforderungen an eine Außenwand der Schlafräume der Hüttengäste. Für jeden Fall stellen die Varianten entsprechend angepasste Aufbauten dar. Aus Diskussionen innerhalb des Forschungsteams wurde die Ausrichtung des Leitfadens als ein erklärendes Medium festgelegt, das die grundsätzlichen Zusammenhänge erläutern soll, aber keine vordefinierten Aufbauten liefert, da es auf Grund der Individualität der Schutzhütten, die „eine einzig wahre“ Lösung nicht gibt. Der Lesende muss mit dem Wissen ausgestattet werden, um für sein Ziel, unter Abwägung der Konsequenzen aus der Nachhaltigkeitsbetrachtung, die jeweils passende Variante auswählen zu können

AP3-4 Untersuchung der Umweltwirkungen und der Kreislauffähigkeit

Die Arbeitspakete 3 und 4 zielten darauf ab, Einflussfaktoren für die ökologische Bewertung baukonstruktiver Varianten im alpinen Hüttenbau herauszuarbeiten. Auf Grundlage eines fundierten methodischen Rahmens konnten typische Materialien und Konstruktionsprinzipien hinsichtlich ihrer Umweltwirkungen und Kreislauffähigkeit am Beispiel der Hochlandhütte eingeordnet werden. Die entwickelten Varianten „Tal“, „Berg“ und „Gipfel“ bilden exemplarisch unterschiedliche Anforderungsniveaus ab, ohne dabei den Anspruch zu erheben, projektspezifische Details vollständig zu erfassen. Vielmehr dienen sie als Planungswerkzeuge, um wesentliche Hebel für die Reduktion von Umweltwirkungen zu identifizieren und vergleichend zu bewerten. Im Verlauf der Bewertung zeigten sich erwartbare Zielkonflikte zwischen funktionalen, rechtlichen und ökologischen Anforderungen. Ein Beispiel hierfür ist die Gebäudegründung, bei der unabhängig von der Variante die überwiegenden Beiträge zum GWP-total stellt. In den untersuchten Varianten verursachen die hierfür eingesetzten Stahlbetonbauteile einen Großteil der gesamten grauen Emissionen. Aufgrund konstruktiver und geologischer Randbedingungen sind alternative Lösungen im alpinen Raum gegebenenfalls eingeschränkt realisierbar. Eine geologische Untersuchung stellt dabei die Voraussetzung dar, um emissionsärmere Gründungsformen – wie in der „Gipfel“-Variante – planerisch zu berücksichtigen.

Für die Bilanzierung der grauen Emissionen konnten Datensätze aus etablierten Quellen herangezogen werden, was zu einer insgesamt hohen Aussagekraft der Ergebnisse führt. Gleichwohl mussten aufgrund von Datenlücken für bestimmte Parameter – insbesondere im Bereich der Transportprozesse – Annahmen getroffen werden. Dies betrifft etwa die modellhafte Abbildung von Hubschrauberflügen, deren Umweltwirkung maßgeblich durch Flugzeit und Nutzlast bestimmt wird. Die zugrunde gelegten Szenarien wurden auf Basis technischer Spezifikationen sowie Erfahrungswerte aus vergleichbaren Projekten entwickelt. Sensitivitätsanalysen verdeutlichen, dass sich Veränderungen in den Annahmen – etwa durch eine Verlagerung des Hüttenstandorts oder variierende Transportdistanzen – auf die Gesamtbilanz auswirken können. Die Ergebnisse sind somit als belastbare Grundlage für Planungsentscheidungen zu verstehen, die durch projektspezifische Daten weiter geschärft werden können.

Auch bei der Bewertung der Kreislauffähigkeit konnten auf Basis eines mehrstufigen Bewertungsmodells relevante Aussagen getroffen werden. Das Verfahren berücksichtigt baulichen Zustand, Rückbaubarkeit, Materialflüsse und Schadstofffreiheit. In der Anwendung zeigten sich methodische Herausforderungen, insbesondere bei nicht sichtbaren Verbindungstechniken oder Schadstoffbelastungen. Diese wurden durch gezielte Untersuchungen, stichprobenhafte Öffnungen und dokumentierte Erfassungsmethoden eingegrenzt. Zielkonflikte ergaben sich v. a. im Spannungsfeld zwischen dem Wunsch nach maximaler Wiederverwendung und den Anforderungen an Sicherheit, Hygiene und Funktionalität neuer Bauteile. Hier sind projektspezifische Abwägungen erforderlich, um zwischen Nachhaltigkeitszielen und technisch-rechtlichen Anforderungen zu vermitteln. Für die Wiederverwendung tragender Bauteile bestehen aktuell noch keine einheitlich etablierten Bewertungsverfahren. Die im Projekt entwickelten Instrumente bieten hierfür eine erste Grundlage und können zur Weiterentwicklung entsprechender Standards beitragen.

2.2 Arbeitspaket 5 Leitfaden

Anne Carina Völkel, Marco Krechel

2.2.1 Arbeitsschritte und Methode

Ausgangspunkt des Forschungsprojektes ist die Motivation, einen Leitfaden als Partizipations-, Kommunikations- und Bildungswerkzeug zu erstellen, der in den im AP6 beschriebenen Partizipations- und Bildungsmaßnahmen zum Einsatz kommt. Die Methodik und die Erkenntnisse aus den Iterationsschleifen der AP 1-4, mit dem Ziel der Entwicklung kreislauffähiger und nachhaltiger Konstruktionen für den Schutzhüttenbau, dient dabei als inhaltliche Grundlage. Die Planung für den Teilersatzbau der Hochlandhütte dient als Ausgangs- und Referenzpunkt für die Betrachtung im Kontext von kreislauffähigen und nachhaltigen Konstruktionen. Die hierbei erzielten Ergebnisse werden von den für das Thema zuständigen Projektpartnern inhaltlich bearbeitet und entsprechend für das Zielpublikum aufbereitet. Die Kommunikationsdesignerin Katja Römer wirkt als Unterauftragnehmerin maßgeblich an der graphischen und inhaltlichen Konzeptionierung mit. Dadurch soll durch eine einheitliche Gestaltung die Diversität der Themen über ein gemeinsames graphisches Bild besser lesbar und kommunizierbar gemacht werden.

2.2.2 Ergebnisse

Die Sektionsmitglieder des DAV werden als Zielgruppe des Leitfadens definiert. Da die Sektionen als spätere Auftraggeber*innen für den Bau von nachhaltigen Schutzhütten auftreten, stehen sie als Entscheider*in im Mittelpunkt des gesamten Planungs- und Umsetzungsprozesses. Innerhalb der Sektionen ergibt sich ein heterogenes Bild aus Laien und Expert*innen, die mit unterschiedlichen Vorkenntnissen und Motivationen gemeinsam das Ziel des nachhaltigen Schutzhüttenbaus verfolgen sollen. Als grundsätzlicher Ausgangspunkt wird die bereits im Vorfeld der Planung notwendige Sensibilisierung der Sektionen zum Thema der Nachhaltigkeit gesehen, denn diese soll letztendlich durch entsprechende Aufgabenstellungen den maßgeblichen Impuls zur Umsetzung geben. Daher soll der Leitfaden als Entscheidungswerkzeug dienen, der begleitend zur Auseinandersetzung mit der Planung des Bauvorhabens eine inhaltliche Diskussion zu den Zielen und Maßnahmen zur Umsetzung nachhaltiger Schutzhütten initiiert. Um dem Vorwurf der Bevormundung zu begegnen, zielt der Leitfaden darauf ab, neben der Vermittlung von Grundlagen, insbesondere zum Thema der Nachhaltigkeit, elementare Zusammenhänge aufzuzeigen und deren Umsetzung möglich zu machen. Die Umsetzung des Leitfadens sowie dabei auftretende Sonderthemen und Schwerpunkte werden im Folgenden anhand der Struktur des Dokumentes näher erläutert: Das Vorwort dient der Positionierung des DAV zum Thema des „Wertewandels am Berg“. In diesem richtet sich der Vorsitzende der Kommission Hütten und Wege des DAVs mit seiner persönlichen Motivation an die Lesenden des Leitfadens. Ziel ist das Aufzeigen der Relevanz sowie der Einstieg in die Methodik des Leitfadens, welche in der folgenden Einleitung näher erläutert werden. Ausgehend von der Entwicklung von Schutzhütten wird der Kontext zu den baurechtlich relevanten Schutzziele hergestellt. Darauf folgt die Verknüpfung mit dem Thema der Nachhaltigkeit. Von hier an folgen dann die einzelnen, in sich geschlossen Kapitel, die sich mit einem spezifischen Aspekt, wie z.B. den Schutzziele, auseinandersetzen. Das Profil verschafft zunächst eine Übersicht über die verschiedenen Schutzhütten, ihre Lage sowie die Nutzer*innen. Diese Übersicht ist ein Ergebnis der Grundlagenrecherche des AP 1 und fasst die für die Betrachtung der Schutzziele wesentlichen Ausgangspunkte zusammen, bei der die Einzigartigkeit der Schutzhütten und der damit verbundenen individuellen Betrachtung hervorgehoben wird. Im Etappenplan werden anschließend die relevanten Schritte von der Projektidee über Planung und Umsetzung bis hin zum Betrieb von Nachhaltigen Schutzhütten beschrieben. Dieser Ablaufplan entstand im Laufe des Forschungsprojektes als Antwort auf die offensichtliche Komplexität des Planungs- und Umsetzungsprozesses und der sich daraus notwendigerweise ergebenden Rollenverteilung im Planungsteam sowie im Zusammenspiel mit Behörden und Handwerker*innen. Damit wird den Sektionen eine Leitlinie durch den gesamten Planungs- und Umsetzungsprozess, zur Verfügung gestellt, bei dem die notwendigen Entscheidungen, Handlungen und Verantwortlichkeiten hervorgehoben sind. Um dem nun folgenden Thema der Nachhaltigkeit einen besonderen Stellenwert zu geben, wird dies den darauffolgenden Schutzziele als eigenständiges Kapitel vorangestellt. Das Wissen über die grundsätzlichen Zusammenhänge der Nachhaltigkeitsbetrachtung dient dabei als ein Filter, der die Entwicklung und Anwendung von nachhaltigen Strategien im Kontext von Schutzhütten neu beleuchtet. Die Auseinandersetzung mit der Zirkularität wird als Exkurs kommuniziert, da dies im Kontext von Schutzhütten als große Herausforderung, aber auch als Chance für den Wertewandel am Berg gilt. Die folgenden Abschnitte stehen unter der Überschrift der verschiedenen Schutzziele. Die zu Beginn stattfindende

Auseinandersetzung mit den jeweiligen bauordnungsrechtlichen Aspekten soll keine rechtliche Grundlage darstellen, sondern dient als Stichwortgeber für die anschließende Diskussion. Welches Ziel verfolgen die jeweiligen Themen? Welche Relevanz haben sie für die Schutzhütten, wenn man das Profil von Hütte und Nutzenden betrachtet? Und welchen Einfluss hat die Umsetzung des Schutzziels auf die Nachhaltigkeit? Diese Fragen führen durch die Betrachtung. Nach dem Aufzeigen der Relevanz werden Strategien und deren jeweiliger Einfluss beim Bau und Erhalt von nachhaltigen Schutzhütten aufgezeigt. Über die in der Musterbauordnung genannten Schutzziele hinaus, entstand aus der Forschung heraus das zusätzliche Thema der Behaglichkeit, das die Relevanz der individuellen Erwartungshaltung bei Schutzhütten aufzeigt. Den Abschluss bildet das Thema der Partizipation. Mit der Absicht, bei Sektionsmitgliedern des DAVs das Bewusstsein für kreislaufgerechtes und nachhaltiges Bauen zu schärfen, bzw. um Möglichkeiten für die Umsetzung aufzuzeigen, wird hier der Spielraum für mögliche Maßnahmen dargelegt, Informationen geteilt, Interesse geweckt und Strategien aufgezeigt, die zum Handeln inspirieren.

Im Anhang des Leitfadens befinden sich drei Bestandteile. Die Planung des Teilersatzbaus der Hochlandhütte verschafft einen textlichen sowie planerischen Überblick über die Aufgabenstellung, die Ziele und deren Umsetzung im Entwurf. Sie wird für die Forschung als Untersuchungsobjekt auf Gebäudeebene herangezogen und dient als Referenz für die ökobilanziellen Berechnungen sowie als Anschauungsobjekt für die Betrachtung der Schutzziele.

Die Hochlandhütte tritt im Leitfaden in den Hintergrund, damit die Sektionen ihre eigenen Lösungen entwickeln können, ohne sich dabei auf die exemplarische Umsetzung einer spezifischen Hütte zu versteifen. Damit soll die allgemeine Anwendbarkeit des Leitfadens als Ausgangspunkt zur Planung einer individuellen Hütte unterstrichen werden. Ebenfalls im Anhang befindet sich der Bauteilkatalog, über den die Betrachtung der Bauteilebene (Boden, Wände, Decken, Bodenplatte) stattfindet. Hierbei wird zwischen den Bauteilen über dem Erdreich, die in Holzbauweise umgesetzt werden, und den Bauteilen im Erdreich, die im Regelfall mineralisch errichtet werden, unterschieden. Für sämtliche Bauteile gibt es drei Varianten: die Tal-, Berg- und Gipfel-Variante. Im Bauteilkatalog sind neben den Aufbauten die relevanten bauphysikalischen sowie ökobilanziellen Daten dargestellt. Den letzten Anhang bildet die Baustoffliste. Für eine nachhaltige Materialauswahl wurden Baustoffe anhand der Kriterien Treibhausgaspotential, Schadstoffbelastung und Kreislauffähigkeit bewertet. Durch die Nutzung des Leitfadens und des zugehörigen Anhangs wird demnach eine gezielte Auswahl kreislauffähiger Materialien erleichtert.

Das Ende des Leitfadens bildet das Fazit, in dem die Haupte Erkenntnisse noch einmal zusammengefasst dargestellt werden.

Der Leitfaden ist für verschiedene Ansätze im Umgang konzipiert. Er kann von Anfang bis Ende in chronologischer Reihenfolge gelesen werden. Für Sektionen, die eine Projektidee haben, kann der Etappenplan der Ausgangspunkt für die Projektentwicklung darstellen. Falls der Einstieg über die Kapitel der Schutzziele erfolgt, werden die Zusammenhänge über das Intro und den Etappenplan hergestellt. Alle die zunächst wissen wollen, was das Ergebnis ist, fangen beim Fazit an und können sich von dort nach vorne arbeiten. Der Leitfaden wird in digitaler Form über den Webauftritt des DAV sowie als Teil des Hüttenhandbuchs im DAV360 als PDF erhältlich sein. Damit ist eine unbeschränkte Zugänglichkeit und Verteilung gewährleistet. Vom Layout ist das PDF auf das A4-Format ausgelegt, d.h. bei Bedarf kann das ganze Dokument oder auch Teile ausgedruckt werden.

2.2.3 Diskussion

In der Herangehensweise ist der Leitfaden als Essenz der Forschungsarbeit im Rahmen des Projektes „Wertewandel am Berg“ gedacht. Dabei steht der Ansatz des Erläuterns von Zusammenhängen im Vordergrund, mit dem Ziel, den Handlungsspielraum aufzuzeigen, in dem auf einer transparenten Grundlage selbstständige und eigenverantwortliche Entscheidungen getroffen werden können. Dafür ist es notwendig, die in „AP1 – Grundlagenrecherche“ gewonnenen Ergebnisse über den Leitfaden einem großen Interessentenkreis zur Verfügung zu stellen. Damit soll ein Verständnis für die Relevanz und Notwendigkeit des Bauordnungsrechts geschaffen und deren Nutzung als orientierungsgebende Leitplanke beschrieben werden.

Ausgehend von der bereits beschriebenen Heterogenität im Vorwissen der späteren Nutzer*innen, wird im Leitfaden ein großer Stellenwert auf die Verständlichkeit der einzelnen, sehr speziell zu betrachtenden Themen und deren Zusammenhänge gelegt. Insbesondere bei der Nachhaltigkeit stellt sich die Frage, auf welcher Ebene die Leser*innen abgeholt werden müssen. Auf Grund vieler grundsätzlicher, auch gesellschaftlicher Vorbehalte wird diesem Thema im Leitfaden ein großer Stellenwert eingeräumt, um mögliche Vorurteile zu vermeiden und die Bedeutung von Nachhaltigkeit, gerade beim Schutzhüttenbau, in den Vordergrund zu bringen. Für die jeweiligen Forschungspartner*innen stellt sich die Herausforderung, das spezifische Wissen zur jeweiligen Disziplin in einem verständlichen Rahmen lesbar zu machen. Eine wesentliche große Hilfe hierfür ist die graphische Umsetzung der Zusammenhänge bzw. Forschungsergebnisse, die zusammen mit einem ergänzenden Text die Inhalte selbsterklärend nahebringt.

Wie bereits im Verlauf der Forschung erkennbar wurde, muss gezielt auf die Verknüpfung der jeweiligen Fachdisziplinen mit dem Thema der Nachhaltigkeit hingearbeitet werden, um eine isolierte Kommunikation der Ergebnisse zu vermeiden. Für die Ausgestaltung der Kapitel wurde eine Struktur vorgegeben, die bei der inhaltlichen Darstellung der individuellen Ergebnisse, durch die jeweils verantwortlichen Forschungsbeteiligten mal mehr, mal weniger übernommen wurde. So ist ein Dokument entstanden, das die Unterschiedlichkeit der Themen, die individuelle Herangehensweise und die Varianz in der Kommunikationsart widerspiegelt. Als verbindendes Element dient die graphische Aufbereitung. Auf Grund des zeitlich beschränkten Rahmens des Forschungsprojektes, steht die Anwendung bei den Sektionsmitgliedern sowie das Sammeln von notwendigem Feedback aus. Durch den digitalen Ansatz des Leitfadens besteht die Möglichkeit, die Forschungsarbeit am Leitfaden durch Feedbackschleifen fortzuführen und durch Überarbeitungen, Ergänzungen oder auch Streichungen, die Inhalte weiter zu präzisieren und zu optimieren. Aus dieser Perspektive ist der Leitfaden als Arbeitsdokument zu sehen, der schnellstmöglich durch Verbreitung Anwendung finden soll, um für die Entwicklung eines nachhaltigen Schutzhüttenbaus als Kommunikationsinstrument zu dienen.

2.3 Arbeitspaket 6 Partizipation

Sabine Fleischmann

2.3.1 Arbeitsschritte und Methode

Die Partizipation, also die Einbindung verschiedener Personengruppe, spielt eine entscheidende Rolle, wenn es darum geht, langfristig akzeptierte Lösungen in gemeinschaftlichen Kontexten zu entwickeln [45]. Der Deutsche Alpenverein e.V. ist sich als mitgliederstärkster Naturschutzverband in Deutschland seiner Reichweite und Verantwortung bewusst. Das Interesse der Mitglieder an der Teilhabe spiegelt sich auch im Bereich Hütten und Wege durch die rund 78 Tausend ehrenamtlich geleisteten Stunden pro Jahr wider [46]. Entsprechend wichtig ist es, das im Projekt gewonnene Wissen zu verbreiten sowie die aktive Beteiligung weiterzuentwickeln und dazu einzuladen. Um grundlegend die für einen Partizipationsprozess in Frage kommenden Personen zu identifizieren, war vorgesehen, die Vereinsmitglieder innerhalb des Forschungsprojekts zur Teilnahme einzuladen und daraus weitere Schlüsse zu ziehen, um passende Bildungsmaßnahmen zu erarbeiten. Dies konnte nicht im geplanten Umfang erfolgen, da es ansonsten aufgrund der komplexen Abstimmungsprozesse zu einer Überschreitung der Projektlaufzeit geführt hätte. Stattdessen wurde auf die bestehenden Erfahrungen des Ressorts Hütten und Wege zurückgegriffen. Ebenso war eine exemplarische Partizipation von Vereinsmitgliedern bei der Bestandsaufnahme vorgesehen. Hierbei sollten die vorhandenen Materialien durch die Mitglieder gesichtet und hinsichtlich ihres Zirkularität-Potentials erfasst werden. Letztendlich konnte dies aufgrund der zeitlichen Engpässe und des hohen Organisationsaufwandes auf ehrenamtlicher Basis nicht umgesetzt werden. Stattdessen wurde die Bestandsaufnahme durch Studierende der Hochschule Biberach durchgeführt, um trotzdem erste Erfahrungen sammeln zu können und eine exemplarische Hilfestellung für zukünftige Erhebungen durch Sektionsmitglieder vorlegen zu können. Die im Laufe des Forschungsprojekts bezüglich Partizipation gesammelten Erfahrungen haben die organisatorischen und zeitlichen Herausforderungen bei partizipativen Prozessen in ehrenamtlich geführten Vereinen aufgezeigt. Dies hat zu der Erkenntnis geführt, dass ein strukturierter, verständlicher Fahrplan essenziell ist, um Beteiligung zu ermöglichen und die vielfältigen Erwartungen realistisch zu gestalten. Um dies zu bewerkstelligen, wurde durch Zusammenarbeit des Forschungsteams ein Ablaufplan für die Partizipation zum Erhalt und Betrieb von nachhaltigen und zirkulären Schutzhütten entwickelt. Hierfür werden in einem ersten Schritt die potentiellen ehrenamtlichen Beteiligten und Adressaten identifiziert, wobei die Erfahrung der Sektion und des DAVs als Grundlage dient. Gängige, wiederkehrende Arbeitseinsätze von Ehrenamtlichen werden im Bauablauf zeitlich eingeordnet. Durch die Zusammenarbeit der Forschungspartner können alle Expertisen zusammengetragen werden und somit die praktische Umsetzung seitens DAV um die Abläufe der Fachplanungen ergänzt werden. Somit konnten beispielsweise die Planenden einbringen, wann welche Entscheidungen/Handlungen seitens des Auftraggebenden (d.h. seitens der Sektion) erfolgen müssen. Nachdem ermittelt ist, welche*r Akteur*innen, sich zu welchem Zeitpunkt einbringen können, wird gemeinsam erarbeitet, welches Wissen, welche Motivation und welche Fähigkeiten im Projektkontext benötigt werden. Abschließend wird vom DAV ergänzt, welche vielfältigen Möglichkeiten es gibt, das Wissen zu erlangen.

Um den Projektablauf und die Partizipationsmöglichkeiten zu strukturieren, stellte sich der "Etappenplan" als hilfreiches Medium heraus. Dieser wurde im iterativen Prozess der Arbeitspakete 1-4 entwickelt und soll den Sektionen als Übersicht dienen, wie der zeitliche Projektablauf ist und wann welche Planenden hinzuzuziehen sind. Er ist im Kapitel 3 des zugehörigen Leitfadens vorzufinden. Analog zum Etappenplan der planerischen Aspekte, werden also die erarbeiteten Partizipationsmöglichkeiten in einen Etappenplan für ehrenamtliche Tätigkeiten eingeordnet. Dieser umfasst demnach die Projektabläufe, mit beispielhaften Tätigkeiten, die von ehrenamtlichen Helfer*innen umgesetzt werden können, dem dafür notwendigen Wissen und wie dieses erlangt werden kann.

Die ursprünglich im Antrag vorgesehene Anwendung unterschiedlicher Partizipations- und Bildungsformate sowie die breite Einbindung von Vereinsmitgliedern, Hüttengästen und weiteren Interessierten konnte im Projektverlauf nicht wie geplant umgesetzt und getestet werden. Dies betrifft die geplanten zielgruppenspezifischen Bildungsmaßnahmen, wie beispielsweise Workshops, Veröffentlichungen im DAV-Panorama, Vorträge auf den internationalen DAV-Symposien, Beteiligung über Seminare wie „Nachhaltiger Hüttenbau“ oder „Sicheres und gesundes Bauen“. Der Leitfaden als zentraler Wissensträger war zum Zeitpunkt der geplanten Veranstaltungen noch nicht fertiggestellt, wird aber zukünftig sowohl auf der Alpenvereins-Homepage als auch im Hüttenhandbuch veröffentlicht und als Werkzeug zur Verfügung gestellt. Ebenso werden die Ergebnisse des Forschungsprojekts sukzessive aufbereitet und werden z.B. in Form von

Präsentationen und zusammenfassenden, beispielhaften Erklärungen nach Abschluss des Projekts schrittweise in die Kommunikationsarbeit des DAV integriert, da eine gemeinsame Wissensbasis als entscheidend erachtet wird für das Gelingen der Partizipation. Ein weiteres Ziel war die Sensibilisierung der Stakeholder in Bezug auf Komfortansprüche an Schutzhütten. Diese Reflexion wurde zwar intern angestoßen, muss aber im größeren Rahmen noch stattfinden. Dazu wird der Leitfaden auch Anregungen zur Suffizienz und Einfachheit in alpinen Bauten enthalten. Ebenso ist ein Bildungskonzept zur Sensibilisierung der Hüttengäste in Arbeit, welches künftig den Beitrag der Wiederverwendung von Baumaterialien im Sinne des Klimaschutzes anschaulich vermittelt.

2.3.2 Ergebnisse

Wie sich bei diesem Forschungsprojekt herauskristallisiert hat, bringt die Arbeit und die Partizipation in ehrenamtlich geführten Vereinen jedoch Herausforderungen mit sich: der zeitliche Aufwand, die Komplexität und die erforderliche Koordination vieler Akteur*innen mit unterschiedlichen fachlichen Hintergründen wurden unterschätzt. Außerdem erschweren die räumliche Distanz zwischen Sektionen und Hütten sowie unvorhersehbare Bedingungen im Hochgebirge die Planung und Umsetzung – auch von partizipativen Maßnahmen vor Ort - zusätzlich.

Deshalb muss als Ergebnis des Forschungsprojektes festgehalten werden, dass das im Antrag beschriebene Vorgehen in mehreren Punkten nicht umsetzbar war. Als Ergebnis konnten dennoch im Laufe des Projekts wertvolle Erkenntnisse gewonnen, die in konkrete nächste Schritte überführt werden: der Etappenplan wird mit Fertigstellung des Forschungsberichts veröffentlicht und geht damit in die Testphase über. Er soll Sektionen unterstützen, die Abläufe zu planen und eine zeitliche Übersicht darüber zu erhalten, wann und wie eine Beteiligung der Ehrenamtlichen möglich ist. Durch die frühzeitige Planung sollen die Schwierigkeiten, die sich im Forschungsprojekt ergeben haben, vermieden werden.

Die folgenden Überschriften stellen die jeweiligen Etappenschritte dar. Für jede Etappe werden Ideen für die möglichen Aufgaben und einen Überblick über die zur Verfügung stehenden Informationsquellen gegeben.

Vorfeld/Vorraussetzung

In der frühen Projektphase werden vor Allem Vorstandsmitglieder, Hüttenreferent*innen, Hüttenwart*innen und weitere hütteninteressierte Mitglieder angesprochen. Um allen – unabhängig vom Vorwissen – eine Beteiligung zu ermöglichen, werden Grundlagen des nachhaltigen Bauens bereitgestellt. Informationen stehen auf der DAV-Homepage (alpenverein.de/alpinbau) zur Verfügung. Darüber hinaus finden über das Jahr verteilt nationale und internationale Veranstaltungen statt, bei denen Forschungsergebnisse und Praxiswissen zielgruppenspezifisch – etwa für Planungsbüros, Vorstände oder Wirtsleute – vermittelt werden. Die Materialien sind im Nachgang über DAV-Homepage abrufbar und können direkt in Planungsprozesse einfließen.

Kontakt zur Bundesgeschäftsstelle

Nach der ersten sektionsinternen Besprechung sollte die Bundesgeschäftsstelle kontaktiert werden, um Unterstützung bei der nachhaltigen Projektplanung zu erhalten.

Bestandserhebung

Bei der baulichen Bestandserhebung durch Fachfirmen kann sich ein Sektions-Team beteiligen. Hierbei werden Materialpotentiale erfasst und Lagermöglichkeiten dokumentiert, um das Weiter-/Wiederverwendungspotential sowie die Deponierung und damit einhergehenden Transport ins Tal zu planen. Dazu ist der Leitfaden zur Materialaufnahme auf der DAV-Homepage zu finden.

Kick-Off Planung

Hier können sich Interessierte in einem Projektteam zusammenfinden, welches die Bestandsaufnahme auswertet, erste Logistikkonzepte plant und Arbeitspakete bündelt. Unterstützung dafür, wie Informationen zu Arbeitseinsätzen, Sicherheit und Versicherung, ist über die Alpenvereins-Homepage abrufbar.

Ausführungsplanung

Parallel zur Ausführungsplanung der Fachdisziplinen (Brandschutz, Bauphysik, Statik, etc.) werden von ehrenamtlichen Projektbeteiligten die Arbeitseinsätze konkretisiert: Inhalte, Termine, benötigte Ressourcen und Lagerkonzepte. Diese Planungen können in die Ausschreibungsunterlagen einfließen und müssen mit den Fachfirmen abgestimmt werden.

Umsetzung

Die im Projektkontext organisierten Arbeitseinsätze ermöglichen einerseits die praxisorientierte Anwendung theoretisch fundierten Wissens in realen Handlungssituationen, andererseits fördern sie sozialen Zusammenhalt der Sektionen durch gemeinschaftliches Handeln. Beispiele für derartige Arbeitseinsätze können das Ausräumen der Hütte vor einer Baumaßnahme sein oder auch Reparaturarbeiten. Die parallel durchgeführte fotografische Dokumentation übernimmt eine nicht zu vernachlässigende Rolle über den Projektverlauf hinaus. Sie trägt zur Nachvollziehbarkeit bei und kann bei späteren Maßnahmen unterstützend wirken.

Dokumentation

Die Dokumentation hilft, die Hütten langfristig nachhaltig zu betreiben. Um das zu erreichen, muss für jede Hütte ein Betriebsbuch geführt und gepflegt werden. Dieses soll neben Planunterlagen, Behördenbescheide, anstehenden Prüfungen Informationen über Materialbeschaffenheit und Rezyklierbarkeit enthalten. Relevante Inhalte für das Betriebsbuch sind über das Hüttenhandbuch der Alpenvereins-Homepage zu finden [47]. Diese Unterlagen unterstützen sowohl bei einem Wechsel des Hüttenteams, als auch bei Wechsel der Amtsverteilung innerhalb der Sektion, als auch bei der Umsetzung der jährlichen Aufgaben zum Saisonstart und –abschluss. Durch beispielsweise die Dokumentation der Materialbeschaffenheit von Bauteilen wird sichergestellt, dass spätere Hüttenverantwortliche, die Hütte so nutzen und pflegen, wie es vorgesehen und notwendig ist, um die Hütten langfristig nachhaltig zu betreiben und eine zirkuläre und ressourcenschonende Nutzung zu gewährleisten. Somit wird verhindert, dass z.B. Holzbauteile durch eine spätere Beschichtung nicht wieder eingesetzt oder thermisch verwertet werden können. Durch die Beschichtung muss der Baustoff fachgerecht entsorgt werden, was in der Regel durch die Deponierung mit einem höherem Kosten- und Emissionsaufwand verbunden ist. Bei der Dokumentation können sich Personen der Sektionen einbringen, welche keine handwerklichen Vorkenntnisse mitbringen.

Betrieb

Die Betriebsphase einer Hütte bietet vielfältige Möglichkeiten zur Partizipation, insbesondere durch regelmäßige Arbeitseinsätze zur Instandhaltung, bei denen unterschiedlichste Tätigkeiten teilweise erst vor Ort identifiziert und übernommen werden können. Eine gezielte Vorbereitung durch Verteilung relevanter Unterlagen (z. B. Leitfaden, Hüttendokumentation) wird empfohlen. Zudem bietet diese Phase großes Potential zur Sensibilisierung der Hüttengäste für nachhaltiges Bauen und Betreiben. Bestehende Informationsformate wie Tafeln oder Hinweise in Speisekarten können ergänzt und ausgebaut werden. Ziel ist es, den Gästen die besondere Lage, die eingeschränkte Ressourcenverfügbarkeit und die nachhaltige Bauweise der Hütte verständlich zu vermitteln – auch über digitale Kanäle wie Buchungsplattformen im Vorfeld des Aufenthalts. Sichtbar gemachte, wiederverwendete Baumaterialien vor Ort – z. B. durch Beschilderung – stärken das Bewusstsein für nachhaltiges Bauen. Die Kombination aus Information, Transparenz und aktiver Beteiligung macht das Engagement vor Ort sichtbar und fördert den Wissenstransfer.

Der dargestellte Etappenplan bietet eine im Rahmen des Projekts entwickelte theoretische Übersicht über mögliche Maßnahmen. In ausführlicher Form ist er dem Anhang A | Leitfaden und der DAV-Homepage zu entnehmen. Außerdem wird er perspektivisch durch hinzukommende Erfahrungen und Erkenntnisse aus der Praxis ergänzt.

2.3.3 Diskussion

Der entwickelte Etappenplan sowie die darin formulierten Handlungsschritte basieren auf vorangegangenen praktischen Erfahrungen sowie theoretischen Überlegungen innerhalb dieses Projekts. Sie bilden somit ein umfangreiches, jedoch bislang nur in Teilen praktisch validiertes Konzept.

Vor diesem Hintergrund stellt sich die zentrale Frage, wie realistisch und übertragbar die vorgeschlagenen Maßnahmen auf konkrete Bauvorhaben sind. Zukünftige Projekte werden sich an diesem Leitfaden ausrichten, Erkenntnisse aus der Praxis werden generiert und ein iterativer Lernprozess initiiert. Für eine erfolgreiche Implementierung sind eine strukturelle Planung, Koordination und Kommunikation erforderlich. Viele Sektionen stehen unter Kosten- und Zeitdruck, was eine tiefergehende Einbindung von Ehrenamtlichen durch den zeitlichen Aufwand erschwert. Die Veröffentlichung dieses Leitfadens wird eine aktive Einladung wohl nicht ersetzen können, um den Zugang zu Informationen, den Austausch zwischen den Beteiligten und die kontinuierliche Motivation der Mitwirkenden zu erhöhen.

Zur Erleichterung der praktischen Umsetzung der im Leitfaden beschriebenen Maßnahmen ist die Entwicklung unterstützender Strukturen und Instrumente auf verschiedenen Ebenen erforderlich. Eine zentrale Rolle spielt die Benennung klarer Verantwortlichkeiten und Ansprechpersonen sowohl innerhalb der Sektion als auch im Bundesverband. Darüber hinaus können Anwendungshilfen in kompakter Form, z. B. Checklisten oder Zeitpläne entlang des Etappenplans die Übertragbarkeit des Konzepts von der Theorie in die Praxis erleichtern. Ergänzend dazu ermöglichen Mentoring-formate oder Austauschplattformen zwischen Sektionen mit vergleichbaren Projekten einen Wissenstransfer. Ein Handlungsfeld besteht in der Gestaltung niedrigschwelliger Beteiligungsmöglichkeiten, um die Teilhabe auch von Personen ohne spezifische Fachkenntnisse zu ermöglichen. Anreize und Wertschätzungskultur für ehrenamtliches Engagement müssen gestärkt werden, um Motivation und langfristige Bindung zu fördern. Zur kontinuierlichen Verbesserung der Prozesse empfiehlt sich der Einsatz von Evaluationsinstrumenten, mit denen Erfahrungen aus der Praxis systematisch erfasst, reflektiert und in zukünftige Projektplanungen integriert werden können. Die Rückkopplung dieser Erkenntnisse ist essenziell, um das Vorgehen iterativ weiterzuentwickeln und den Leitfaden an die Bedarfe der Sektionen anzupassen. Die Evaluation und die darauf basierende Weiterentwicklung kann von den Sektionen selbst vorangetrieben und vom Bundesverband unterstützt werden.

Besonders wichtig scheint eine realistische Einschätzung der Ressourcen: Zeit, Personal und Motivation sind begrenzt – insbesondere im Kontext des Ehrenamtes. Damit die entwickelten Ansätze auch unter diesen Bedingungen tragfähig bleiben, braucht es eine ressourceneffiziente, aber wirkungsvolle, integrative Verankerung im laufenden Vereinsbetrieb. Diese herausgearbeiteten Punkte über Herausforderungen bei der Umsetzung in die Praxis werden vom DAV mitgenommen und werden in Zukunft weitergehend aufgegriffen. Ziel ist es, diese Aspekte im weiteren Verlauf strukturiert zu bearbeiten und unterstützende Maßnahmen zu entwickeln, die den Sektionen praxisnahe Hilfestellung bieten. Ein weiterer kritischer Punkt in der praktischen Umsetzung liegt in der Vielzahl und Heterogenität der Projektbeteiligten – von Ehrenamtlichen mit verschiedenem Hintergrund über Planungsbüros bis hin zu ausführenden Firmen. Durch ein abgestimmtes und verbindliches Zusammenwirken zwischen den ehrenamtlichen Mitarbeitenden und den beauftragten Fachfirmen kann sichergestellt werden, dass es innerhalb der engen zeitlichen Abläufe von Bauvorhaben nicht zu vermeidbaren Störungen oder Verzögerungen kommt. Damit eine Veränderung beim Bau und Erhalt einer zirkulären und nachhaltigen Schutzhütte gelingen kann, muss das erforderliche Wissen zielgerichtet verteilt und der Informationsfluss kontinuierlich sichergestellt werden.

2.3.4 Verbreitung

Zur gezielten Verbreitung der im Forschungsprojekt gewonnenen Erkenntnisse wird der in Arbeitspaket 5 entwickelte Leitfaden als zentrales Kommunikations- und Dokumentationsinstrument eingesetzt. Er wird bei verschiedenen projektbezogenen Veranstaltungen zum Einsatz kommen, etwa bei Workshops mit Alpenvereinssektionen, welche sich auf anstehende Baumaßnahmen vorbereiten möchten. Durch die aktive Teilnahme werden Mitglieder für den Rückbau sowie den Ersatzneubau von Hütten sensibilisiert und zur Reflexion eigener Planungs- und Nutzungsansprüche angeregt. Die vermittelten Inhalte fördern ein Umdenken hin zu ressourcenschonendem Bauen

und zur Planung recyclinggerechter Neubauten auch im Tal. Gleichzeitig wird eine kritische Auseinandersetzung mit den Anforderungen relevanter Stakeholder (vgl. Arbeitspaket AP 1) angestoßen. Diese Auseinandersetzung ist besonders wichtig für Planende, um einen bedarfsorientierten Entwurf zu entwickeln. Im Leitfaden werden die Ergebnisse kompakt und verständlich zusammengestellt, jedoch an relevanten Stellen immer auf die heranzuziehende Norm/Richtlinie verwiesen.

Die Erkenntnisse des Projekts werden zudem auf verschiedenen Fachveranstaltungen und Plattformen präsentiert. Hierzu zählen unter anderem Vorträge auf dem Hüttenfachsymposium des DAV sowie auf externen Veranstaltungen. Aufgrund des Projektzeitraums konnte auf Veranstaltungen im Jahr 2025 erst eine Projektvorstellung erfolgen und ein Ausblick auf die Präsentation der Ergebnisse ab 2026 gegeben werden. Zusätzlich werden die Ergebnisse dauerhaft in die jährlich stattfindenden Seminare des DAV Ressorts Hütten und Wege integriert. So wird z. B. das Seminar „Sicheres und gesundes Bauen“ um Themen wie Einfachheit, Suffizienz und Wiederverwendung ergänzt. Auch das neu zu entwickelnde Seminar „Nachhaltiger Hüttenbau“ richtet sich gezielt an Sektionen mit bevorstehenden Bauprojekten und bietet Raum für die gemeinsame Entwicklung konkreter Maßnahmen. Die Inhalte umfassen unter anderem die Wiederverwendung von Bauteilen, die Reduktion von Komfortansprüchen sowie die Wissensweitergabe an Hüttengäste. Die genaue Konzeptionierung der Seminare ist noch in Arbeit.

Ein weiterer Schwerpunkt liegt auf der Entwicklung von Kommunikationsmaßnahmen zur Sensibilisierung der Öffentlichkeit, insbesondere von Hüttengästen. Durch begleitendes Informationsmaterial wird das Thema Bauen im alpinen Raum sowie der Beitrag zur Ressourcenschonung im Kontext globaler Klimaziele vermittelt. Perspektivisch sollen zukünftige Projekte verstärkt darauf abzielen, die (nachhaltige) Bauweise auch den fachfremden Gästen vor Ort verständlich und anschaulich zu vermitteln. Ein frühzeitiger Informationszugang kann über digitale Kanäle, etwa die Buchungsplattform der Sektionen, gewährleistet werden. Hierdurch lassen sich bereits im Vorfeld zentrale Aspekte der baulichen und energetischen Konzeption kommunizieren. Vor Ort wieder eingesetzte Materialien sollen möglichst sichtbar bleiben und gekennzeichnet werden, um auf die Konzepte aufmerksam zu machen. So wird das Engagement vor Ort sichtbar und Wissen weitergetragen. Vor Ort kann eine gezielte Sichtbarmachung verwendeter Materialien – etwa durch Beschilderung oder gestalterische Integration – das Bewusstsein der Gäste für nachhaltige Bau- und Nutzungskonzepte weiter stärken.

Nach dem Abschluss und der Veröffentlichung des Forschungsprojekts werden Seminare, Workshops und Informationsmaterialien vorbereitet. Spätestens ab dem regulären Veranstaltungsstart liegt ab 2026 der Schwerpunkt auf der konkreten Durchführung der Veranstaltungen sowie auf der zielgerichteten Verbreitung der Projektergebnisse innerhalb und außerhalb des Vereins. Ergänzend erfolgt die Veröffentlichung eines Projektbeitrags im DAV-Mitgliedermagazin Panorama (geplant Anfang 2026), der gezielt Vereinsmitglieder anspricht und für zentrale Themen wie Erwartungshaltung, Einfachheit und Wiederverwendung sensibilisiert. Der Leitfaden wird als verständlich aufbereitete Entscheidungshilfe für Planende und Laien über alpenverein.de, die Alpenvereins-Website, veröffentlicht. Eine Einbindung in das DAV-Hüttenhandbuch stellt die langfristige Anwendbarkeit bei zukünftigen Bauprojekten sicher. Auch wenn Teile der Schritte bislang nur in der Theorie erarbeitet wurden, zeigt sich bereits jetzt: Die Möglichkeiten zur Beteiligung sind gegeben. Zukünftige Projekte, die sich am Leitfaden orientieren, werden auf den Veranstaltungen und Plattformen des DAV vorgestellt und gemeinsam mit den Beteiligten weiterentwickelt. Das Ressort Hütten und Wege steht dabei als zentrale Anlaufstelle für Fragen, Anregungen und Austausch zur Verfügung.

Durch eine kontinuierliche Dokumentation der Praxisprojekte sowie den offenen Dialog mit ausführenden Firmen, Planenden und Engagierten entsteht ein dynamischer Lernprozess. So vertieft sich iterativ mit jedem Projekt auch das gemeinsame Wissen über nachhaltiges und zirkuläres Bauen – und die Umsetzung wird damit schrittweise konkreter, praxisnäher und wirksamer.

3. Fazit

Sabine Fleischmann, Christine Hani, Marco Krechel

Grundlagen

Der Bau von Schutzhütten im alpinen Naturraum basiert historisch auf der Funktion als einfacher Schutzraum für Bergsportler*innen. Daraus ergibt sich ein eigenständiger Gebäudetypus, der sich durch seine Lage, Nutzung und Anforderungen auszeichnet. Vor dem Hintergrund der Werte des DAV, insbesondere der Verbindung von naturverträglichem Bergsport und Schutz alpiner Lebensräume, ist die Umsetzung und der Betrieb nachhaltiger und zirkulärer Schutzhütten erforderlich. Kreislauffähigkeit – verstanden als planmäßiger Rückbau, Wiederverwendung von Bauteilen und ressourcenschonende Planung – wird als zentrale Voraussetzung für die langfristige Legitimität von Bauprojekten im hochalpinen Raum identifiziert.

Die Nutzungserweiterung von Schutzhütten zu bewirtschafteten Gastronomie- und Beherbergungsbetrieben bedingt ein komplexes Nutzungsprofil, das Anforderungen aus dem Bau- und Arbeitsstättenrecht nach sich zieht. Diese Anforderungen sind im alpinen Kontext spezifisch zu interpretieren. Standardisierte Regelwerke, die für Tallagen konzipiert wurden, können nur angepasst Anwendung finden. Beispielsweise sind aufgrund der Höhenlage objektspezifische Schnee- und Windlastgutachten erforderlich, die eine aus Nachhaltigkeitsperspektive angemessene Dimensionierung der Konstruktion ermöglichen. Derzeit sind solche Gutachten jedoch mit zusätzlichen Kosten und eingeschränkter Transparenz verbunden. Daraus ergibt sich der Bedarf, Planungsbüros einen vereinfachten Zugang zu meteorologischen und topografischen Datensätzen (z. B. über Lawinenwarndienste oder den Deutschen Wetterdienst) zu ermöglichen.

Die erschwerte Erreichbarkeit alpiner Standorte beeinflusst Anforderungen an Barrierefreiheit und Brandschutz. Die Barrierefreiheit erfordert eine realistische Einschätzung der erreichbaren Nutzungsgruppen. Im Brandschutz ist zu berücksichtigen, dass eine Anfahrt durch die Feuerwehr nicht gewährleistet werden kann. Das Baurecht bietet Handlungsspielräume, um Maßnahmen im Sinne der Suffizienz zu optimieren. Eine differenzierte Betrachtung der Nutzungen ermöglicht eine Reduktion des Ressourceneinsatzes auf das funktional notwendige Maß. Ein Beispiel hierfür ist die Substitution technischer Wärmedämmmaßnahmen durch nutzerbasierte Komfortlösungen wie zusätzliche Decken.

Iteration

Zur methodisch nachvollziehbaren Entwicklung baukonstruktiver Optionen wurden drei exemplarische Varianten – Tal, Berg und Gipfel – ausgearbeitet. Diese Varianten adressieren unterschiedliche technische und kontextuelle Anforderungen und ermöglichen eine vergleichende Bewertung möglicher Konstruktionsstrategien. Die Varianten wurden mittels Lebenszyklusanalyse und Materialflussanalyse hinsichtlich ihrer Umweltauswirkungen und dem Ressourceneinsatz analysiert, wodurch die Effekte unterschiedlicher Materialien und Bauweisen quantifizierbar wurden. Die Bewertung sollte künftig auch Rückbaupotentiale, Wiederverwendung und Verlängerung der Lebensdauer einschließen, um Kreislauffähigkeit systematisch abzubilden. Die Ergebnisse zeigen, dass Materialien aus nachwachsenden Rohstoffen gegenüber mineralischen bevorzugt einzusetzen sind. Der Einsatz mineralischer Baustoffe ist auf bautechnisch zwingend erforderliche Bereiche (z. B. erdberührte Bauteile) zu begrenzen. Auch hier sollte eine Überprüfung alternativer lokaler Materialien – etwa anstehender Fels – erfolgen, um Transportemissionen und Primärressourceneinsatz zu minimieren. Der in alpinen Regionen gegebenenfalls notwendige Hubschraubertransport verursacht Treibhausgase, wobei das Gewicht der Materialien einen direkten Einfluss auf die Anzahl der Flugbewegungen und somit auf die Transportemissionen hat.

Das Konzept kreislauffähiger Konstruktionen eröffnet zusätzliche Möglichkeiten für künftige Ersatzbauten. Rückzubauende Gebäudeteile können als Materiallager genutzt werden, wobei Bauteile geborgen, aufbereitet und in neue Konstruktionen integriert werden. Voraussetzung hierfür ist die Umsetzung vor Ort sowie eine Bestandserfassung vor Planungsbeginn. Am Beispiel der Hochlandhütte wird deutlich, dass frühere Instandhaltungsmaßnahmen – z. B. schadstoffhaltige Anstriche – die Wiederverwendung erschweren und zusätzliche Kosten und Treibhausgas-

emissionen durch die Entsorgung verursachen. Entsprechend ist bei der Materialwahl im Neubau die Wiederverwendbarkeit zu berücksichtigen.

Derzeit fehlen rechtliche Rahmenbedingungen zur Bewertung der Wiederverwendbarkeit insbesondere tragender Bauteile. Es besteht Bedarf an standardisierten Nachweisverfahren, etwa über Typenstatiken, Prüfzeugnisse oder digitale Gebäudepässe. Gleiches gilt für sicherheitsrelevante Bauteile, bei denen die Aufrechterhaltung bestehender Zulassungen Voraussetzung für eine erneute Verwendung ist.

Leitfaden

Als Ergebnis der baukonstruktiven Iteration lässt sich festhalten, dass, bei Umsetzung der für das Hütten- und Nutzungsprofil notwendigen Schutzziele, eine Varianz und für das individuelle Projekt jeweils abgestimmte Lösungsmöglichkeiten notwendig sind, da es keinen einzig richtigen Bauteilkatalog gibt. Auf Grund dessen ist der Leitfaden als ein Werkzeug konzipiert, das bei den Entscheidungen für eine, auf das jeweilige Projekt abgestimmte, geeignete Bauweise, unter Abwägung zwischen den notwendigen baukonstruktiven Maßnahmen und den daraus entstehenden Konsequenzen für die Nachhaltigkeit und Kreislauffähigkeit, unterstützt.

Darüber hinaus sind insbesondere Grundregeln für die Bilanzierung von wieder- und weiterverwendeten Bauteilen notwendig, um ein standardisiertes Verfahren zu ermöglichen. Dies sollte in Zusammenhang mit den bisherigen Normungsarbeiten funktionieren. Die Datensätze für Transportberechnung müssen ausgebaut werden, um die Bandbreite an Transportmöglichkeiten im alpinen Raum widerzugeben. Es muss eine einheitliche Systematik erstellt werden, um für alle Hütten die gleichen Systemgrenzen zu bilanzieren.

Die Evaluierung des Leitfadens steht auf Grund des begrenzten Zeitrahmens noch aus.

Partizipation

Der Etappenplan des Leitfadens beschreibt Partizipationsmöglichkeiten entlang des gesamten Planungs- und Bauprozesses – von der Projektidee bis zur Betreuung im Betrieb. Viele der vorgeschlagenen Maßnahmen wurden bislang konzeptionell entwickelt, deuten jedoch auf ein hohes Umsetzungspotential hin. Herausforderungen bestehen unter anderem in der Vielzahl an Anforderungen, begrenzten personellen Ressourcen im Ehrenamt sowie einer heterogenen Informationslage zu dem Bestand.

Partizipative Prozesse können zur Vermittlung nachhaltiger und kreislauffähiger Planungsansätze beitragen, indem relevante Akteur*innen frühzeitig eingebunden werden. Die aktive Beteiligung von Nutzer*innen und ehrenamtlichen Funktionstragenden kann helfen, Rückbau- und Wiederverwendungspotentiale bereits in der frühen Planungsphase zu identifizieren. Die Validierung des Etappenplans wird durch nachfolgende Bauprojekte erfolgen. Formate des DAV wie Veranstaltungen und Austauschplattformen bieten hierfür einen geeigneten Rahmen zur Weitergabe von Wissen, zum Austausch von Erfahrungswerten und Weiterentwicklung des Etappenplans.

Ausblick

Das Projekt legt den Fokus auf baukonstruktive Aspekte nachhaltiger und zirkulärer Hütten. Ein großes Handlungspotential besteht im Bereich der konzeptionellen Planung. Die Definition von Raumbedarf und Funktionen bildet die Grundlage für die Entwurfsarbeit. Bereits in dieser frühen Phase sollten Strategien zur Flächeneffizienz, Nutzungsflexibilität und Anpassungsfähigkeit berücksichtigt werden, um Materialeinsatz und Betriebsaufwand über den Lebenszyklus zu minimieren.

Die Prinzipien der Kreislauffähigkeit – darunter Rückbaufähigkeit, Wiederverwendbarkeit, sortenreine Materialwahl und modulare Systeme – sind in den Entwurf zu integrieren. Nur so können Bauwerke entstehen, die auf zukünftige Anforderungen reagieren und zugleich einen sparsamen Ressourcenumgang ermöglichen. Die funktionale Reduktion und konstruktive Einfachheit gelten als integraler Bestandteil des Gebäudetypus „Schutzhütte“ und sollten in der Entwurfsplanung integriert werden, um dessen Charakter im Kontext des geschützten Naturraums zu erhalten.

Literaturverzeichnis

- [1] DIN DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG E. V.: *DIN EN 16485:2023-07 (Entwurf) Umweltproduktdeklarationen – Produktkategorieregeln für Holz und Holzwerkstoffe im Bauwesen*. 2023. URL <https://www.din.de>
- [2] DIN EN 15804. 2022. *Nachhaltigkeit von Bauwerken - Umweltproduktdeklarationen - Grundregeln für die Produktkategorie Bauprodukte*
- [3] DIN EN ISO 14044. 2021. *Umweltmanagement - Ökobilanz - Anforderungen und Anleitungen (ISO 14044:2006 + Amd 1:2017 + Amd 2:2020)*
- [4] DIN EN ISO 14040. 2021. *Umweltmanagement - Ökobilanz - Grundsätze und Rahmenbedingungen (ISO 14040:2006 + Amd 1:2020)*
- [5] DIN DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG E. V.: *DIN EN 15643:2021-12 Nachhaltigkeit von Bauwerken – Allgemeine Rahmenbedingungen zur Bewertung von Gebäuden und Ingenieurbauwerken*. 2021. URL <https://www.din.de>
- [6] DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG E.V. (DIN): *DIN 277: Grundflächen und Rauminhalte im Hochbau*. Berlin : Beuth Verlag, 2021
- [7] DIN EN E 15978. 2024. *Nachhaltigkeit von Bauwerken - Bewertung der Umweltleistung von Gebäuden - Methodik*
- [8] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO): *Ergonomics of the thermal environment — Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria*. Geneva, Switzerland, 2005 (ISO 7730:2005)
- [9] DIN DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG E. V.: *DIN 14011:2002-09 Begriffe im Feuerwehrwesen*. 2002. URL <https://www.din.de>
- [10] DIN DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG E. V.: *DIN EN 1991-1-7:2010-12 Eurocode 1 – Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-7: Außergewöhnliche Einwirkungen*. 2010. URL <https://www.din.de>
- [11] BUNDESMINISTERIUM DER JUSTIZ BUNDESAMT FÜR JUSTIZ: *Gebäudeenergiegesetz (GEG) vom 8. August 2020*. Bonn, Deutschland : 2020. URL <https://www.gesetze-im-internet.de/geg/BJNR172810020.html>
- [12] DEUTSCHER ALPENVEREIN (DAV): *Historie – 150 Jahre Deutscher Alpenverein*. URL <https://services.alpenverein.de/geschichte/historie/>
- [13] DEUTSCHER ALPENVEREIN: *Tölzer Richtlinien. Fassung 1951 (4Z34/1951)*. Kempten, Deutschland : 1951. URL https://bibliothek.alpenverein.de/webOPAC/04_FAQ_oft_gestellte_Fragen/Huetten/ToelzerRichtlinien1951-web.pdf
- [14] BUNDESMINISTERIUM FÜR BILDUNG UND FORSCHUNG (BMBF) BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG UND LANDWIRTSCHAFT (BMEL): *Nationale Bioökonomiestrategie*. Berlin, Deutschland : 2020. URL https://www.bmbf.de/SharedDocs/Publikationen/de/bmbf/7/31576_Nationale_Biooekonomiestrategie_Langfassung.pdf
- [15] EUROPEAN COMMISSION: *Circular economy. The EU aims to transition to a circular economy to make Europe cleaner and more competitive*. URL https://environment.ec.europa.eu/topics/circular-economy_en
- [16] ACHATZ, Rainer ; MÜLLER, Stefan ; RECHBERGER, Helmut ; ZESSNER, Matthias ; KISSER, Johannes: *KreislaufBAUwirtschaft: Projekt-Endbericht*. Wien, Österreich, 2021 (REP-0757)
- [17] SCHUSTER, Sandra ; GEIER, Sonja: *circularWOOD: Paradigmenwechsel für eine Kreislaufwirtschaft im Holzbau*. Bonn, Deutschland, 2023 (BBSR-Online-Publikation 15/2023)
- [18] HAFNER, Annette ; KRAUSE, Karina ; EBERT, Samuel ; OTT, Stephan ; KRECHEL, Marco: *Ressourcennutzung Gebäude: Entwicklung eines Nachweisverfahrens zur Bewertung der nachhaltigen Nutzung natürlicher Ressourcen in Bauwerken*. Osnabrück, Deutschland, 2020 (AZ 34301/01-25)

- [19] DEUTSCHER ALPENVEREIN (DAV): *Hüttenkategorien, Selbstversorgerhütten und Winterräume*. URL <https://www.alpenverein.de/verband/huetten-und-wege/huettenkategorien-winterraeume-und-selbstversorger>
- [20] DEUTSCHER ALPENVEREIN E.V.: *Klimaschutz im DAV*. URL <https://www.alpenverein.de/verband/presse/hintergrundinfos/klimaschutz-im-dav>. – Aktualisierungsdatum: 2025-03-04 – Überprüfungsdatum 2025-03-04
- [21] IM BBSR, ÖKOBAU.DAT: *ÖKOBAUDAT*. URL <https://www.oekobaudat.de/>. – Aktualisierungsdatum: 2025-05-21 – Überprüfungsdatum 2025-05-21
- [22] SPHERA: *LCA For Experts | Sphera*. URL <https://sphera.com/de/loesungen/life-cycle-assessment-software-and-data/lca-for-experts/> – Aktualisierungsdatum: 2025-05-05 – Überprüfungsdatum 2025-05-21
- [23] *Handbuch für Emissions-faktoren des Strassen-verkehrs (HBEFA)*. URL <https://www.hbefa.net/de/startseite>. – Aktualisierungsdatum: 2025-05-17 – Überprüfungsdatum 2025-05-21
- [24] INFRAS: *Mobitool – Emissionsfaktoren für den Verkehrsbereich*. 2023. URL <https://www.mobitool.ch/>
- [25] DIN DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG E. V.: *DIN SPEC 91484:2023-04 – Systematischer Rückbau – Erfassung und Bewertung von gebrauchten Bauprodukten und Bauteilen zur Wiederverwendung*. Berlin : 2023
- [26] BUNDESAMT FÜR JUSTIZ: *Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen* (in Kraft getr. am 2012) (2012). URL <https://www.gesetze-im-internet.de/krwg/>
- [27] ARGEBAU – ARBEITSKREIS DER FÜR DAS BAUWESEN VERANTWORTLICHEN LANDESMINISTER: *Musterbauordnung (MBO) in der Fassung vom November 2002 – zuletzt geändert am 23./24.11.2023*. Berlin, Deutschland : 2023. URL <https://www.bauministerkonferenz.de/suchen.aspx?id=762&o=7590762&s=musterbauordnung>
- [28] DIN EN 1990:2021-10. 2021. *Eurocode 0: Grundlagen der Tragwerksplanung*
- [29] ARGEBAU – ARBEITSKREIS DER FÜR DAS BAUWESEN ZUSTÄNDIGEN MINISTER UND SENATOREN DER LÄNDER: *Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB 2024/1), Ausgabe 2 vom 28. August 2024*. Berlin, Deutschland, 2024
- [30] *Verordnung über Arbeitsstätten (Arbeitsstättenverordnung – ArbStättV)*. 2021. URL https://www.gesetze-im-internet.de/arbst_ttv_2004/BJNR217910004.html
- [31] BAUNETZWISSEN: *Auftreten von Tauwasser und Einsatz von Dampfbremsen*. URL <https://www.baunetzwissen.de/geneigtes-dach/fachwissen/dampfbremse/auftreten-von-tauwasser-und-einsatz-von-dampfbremsen-158449> – Überprüfungsdatum 2025-04-04
- [32] ARGEBAU – ARBEITSKREIS DER FÜR DAS BAUWESEN VERANTWORTLICHEN LANDESMINISTER: *Musterbauordnung (MBO) in der Fassung vom November 2002 – zuletzt geändert am 23./24.11.2023*. Berlin, Deutschland : 2023. URL <https://www.bauministerkonferenz.de/suchen.aspx?id=762&o=7590762&s=musterbauordnung>
- [33] BUNDESMINISTERIUM DER JUSTIZ & BUNDESAMT FÜR JUSTIZ: *Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG)*
- [34] DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG (DIN): *DIN 4108-2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz*. Berlin, Deutschland, 2013 (DIN 4108-2:2013-02)
- [35] *ANSI/ASHRAE Standard 55-2020: Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*. Atlanta, GA : ASHRAE, 2020
- [36] DIN DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG E. V.: *Energetische Bewertung von Gebäuden – Lüftung von Gebäuden – Teil 1: Eingangsparameter für das Innenraumklima zur Auslegung und Bewertung der Energieeffizienz von Gebäuden bezüglich Raumluftqualität, Temperatur, Licht und Akustik – Modul M1-6; Deutsche Fassung EN 16798-1:2019*. Berlin, Deutschland, 2022 (DIN EN 16798-1:2022-03)
- [37] DJAHANSCHAH, Sabine ; AUER, Thomas ; NAGLER, Florian: *Zukunftsfähiger Schulbau: 12 Schulen im Vergleich*. München, Deutschland : Edition Detail, 2017
- [38] *DIN EN ISO 9920: Ergonomie des Umgebungsklimas – Abschätzung der Wärmeisolation und des Verdunstungswiderstandes einer Bekleidungskombination*. Beuth Verlag, 2003

- [39] ENGEL, Thomas: *Brandschutz auf Berghütten*. In: *FeuerTrutz Magazin* (2019), Ausgabe 4, S. 54–58
- [40] ENGEL, Thomas: Brandschutz auf Berghütten. In: Zentrum für Umwelt und Kultur Benediktbeuern (ZUK) (Hrsg.): *18. Internationales Hüttenfachsymposium „Alpine Infrastruktur im Wandel – Herausforderungen und Lösungsansätze“*, 2019
- [41] DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG E.V. (DIN): *DIN 4109-1: Schallschutz im Hochbau – Teil 1: Mindestanforderungen*. Berlin : Beuth Verlag, 2018
- [42] DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG E.V. (DIN): *DIN 18065: Gebäudetreppen – Begriffe, Messregeln, Hauptmaße*. Berlin : Beuth Verlag, 2020
- [43] DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG E.V. (DIN): *DIN 18040-1: Barrierefreies Bauen – Planungsgrundlagen – Teil 1: Öffentlich zugängliche Gebäude*. Berlin : Beuth Verlag, 2010
- [44] DIN EN 1990:2021-10. 2023. *Musterbauordnung (MBO)*
- [45] UNABHÄNGIGES INSTITUT FÜR UMWELTFRAGEN: *Partizipation*. URL <https://www.ufu.de/partizipation/#:~:text=Das%20Ziel%20von%20Partizipation%20und,zu%20tragf%C3%A4higen%20L%C3%B6sungen%20zu%20kommen.> – Überprüfungsdatum 2025-02-19
- [46] DEUTSCHER ALPENVEREIN E.V.: *Der DAV in Zahlen*. URL <https://www.alpenverein.de/verband/ueber-den-dav/der-dav-in-zahlen>
- [47] DEUTSCHER ALPENVEREIN E.V.: *DAV Hütten*. URL <https://wissen.dav360.de/davintern/huettenwesen>
- [48] BUNDESMINISTERIUM FÜR WOHNEN, STADTENTWICKLUNG UND BAUWESEN: *Nutzungsdauern von Bauteilen für Lebenszyklusanalysen nach Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen (BNB)* (2017). URL https://www.nachhaltigesbauen.de/fileadmin/pdf/baustoff_gebauedaten/BNB_Nutzungsdauern_von_Bauteilen__2011-11-03.pdf – Überprüfungsdatum 2025-04-08
- [49] NOTTER, B. ; HAUSBERGER, S. ; MATZER, C. U. ; WELLER, K. ; DIPPOLD, M. ; POLITSCHNIG, N. ; LIPP, S.: *Handbook Emission Factors for Road Transport (HBEFA) Version 4.2*. INFRAS, 2023. URL <https://www.hbefa.net/>
- [50] ECOINVENT ASSOCIATION: *ecoinvent Database Version 3.9.1*. 2024. URL <https://www.ecoinvent.org/>
- [51] GAA, Simon ; HARREITER, Magdalena ; LANGE, Nalani ; WIEDEMANN, Jonas: *Bestandsaufnahme: Modul Lernen aus Schäden SS24 – Hochlandhütte. OG inkl. Dachtragwerk des nachträglichen Anbaus + Bewertung des Recyclingpotentials*. München, 2024
- [52] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO): *Ergonomics of the thermal environment — Estimation of thermal insulation and water vapour resistance of a clothing ensemble*. Geneva, Switzerland, 2007 (ISO 9920:2007)

Anhang

A | Leitfaden

Beigefügt als PDF-Dokument

wertewandel am berg

Leitfaden zur Entwicklung
und Umsetzung von nachhaltigen
zirkulären Schutzhütten



Inhalt

Vorwort 4

1 | Einleitung 7

2 | Profil 13

3 | Etappen 17

4 | Nachhaltigkeit und Kreislauffähigkeit 23

5 | Mechanische Festigkeit und Standsicherheit 45

6 | Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz 51

7 | Wärmeschutz und Behaglichkeit 57

8 | Brandschutz 67

9 | Schallschutz 75

10 | Sicherheit und Barrierefreiheit 81

11 | Partizipation 85

12 | Fazit 91

Anhang A | Bauteilkatalog 95

Anhang B | Projektbeschreibung Hochlandhütte 106

Anhang C | Baustoffliste 110

Glossar 113

Literatur 119

Impressum 124

Vorwort

In Zeiten zunehmender ökologischer, sozialer und ökonomischer Herausforderungen stehen auch die Alpenvereine und ihre Sektionen vor der Aufgabe, ihre Infrastruktur an neue Rahmenbedingungen anzupassen. Die klimabedingten Veränderungen in den Alpen, wachsende gesellschaftliche Erwartungen an Nachhaltigkeit und Komfort sowie die zunehmende Beanspruchung durch Besucher*innen fordern ein Umdenken in Planung, Bau und Betrieb alpiner Stützpunkte. Gleichzeitig bleibt das übergeordnete Ziel bestehen: die Förderung des Bergsteigens und anderer alpiner Sportarten unter besonderer Berücksichtigung des Natur- und Klimaschutzes.

Die Rolle von Schutzhütten hat sich im Laufe der Zeit stark gewandelt, von einfachen Notunterkünften für Bergbegeisterte zu komplexen Begegnungsorten, die Schutz, Versorgung und Orientierung bieten. Mit dieser Entwicklung einher gingen veränderte Anforderungen an Gestaltung, Ausstattung und Betrieb, ohne dabei den ursprünglichen Zweck – die Reduktion aufs Wesentliche – aus den Augen zu verlieren.

Auch die gesetzlichen Rahmenbedingungen haben sich weiterentwickelt. Um Schutzfunktionen wirksam erfüllen zu können, müssen alpine Bauten heute denselben baurechtlichen Vorgaben genügen wie Gebäude im Tal. Die Herausforderung liegt dabei darin, diese Anforderungen in einem oft extremen Umfeld umzusetzen, angepasst an topografische, klimatische und logistische Besonderheiten.

Zugleich rücken Fragen der Nachhaltigkeit stärker in den Fokus: Wie kann der ökologische Fußabdruck reduziert, wie Ressourcen geschont und wie können Kreisläufe geschlossen werden? Der schonende Umgang mit Material und Energie, der respektvolle Eingriff in die Landschaft und die Fähigkeit, auch in Zukunft betriebssicher zu sein – all das sind Themen, die im Kontext alpiner Bauaufgaben zunehmend Bedeutung gewinnen.

Genau bei diesen Themen wird die Kommission Hütten und Wege des Deutschen Alpenvereins zugezogen! Die Kommission ist ein ehrenamtlich besetztes Fachgremium, das das Präsidium und das Ressort Hütten und Wege in grundsätzlichen Fragen rund um Bau, Betrieb und Weiterentwicklung alpiner Infrastruktur unterstützt. Dabei stehen Aspekte wie Sicherheit, Funktionalität, Nachhaltigkeit und der respektvolle Umgang mit Natur- und Kulturlandschaft im Vordergrund. Die Kommission versteht sich als Impulsgeberin und Schnittstelle zwischen Praxis, Entwicklung und Verbandspolitik. Als Vorsitzender der Kommission Hütten und Wege freue ich mich, diese Weiterentwicklungen begleiten und in der Umsetzung mitwirken zu können!

Vor dem Hintergrund der wachsenden Anforderungen an den nachhaltigen Hüttenbau hat das Ressort Hütten und Wege gemeinsam mit einem interdisziplinären Team ein Forschungsprojekt initiiert, das am Beispiel der Hochlandhütte zukunftsfähige Lösungsansätze erprobt. Als Ergebnis entsteht dieser Leitfaden, welcher die Erkenntnisse und Ergebnisse des genannten Forschungsprojekts zusammenfasst.

Beteiligt waren Architekt*innen von R ' TUR mit Erfahrung im alpinen Holzbau und Bauen im Bestand, der Lehrstuhl für Holzbau und Baukonstruktion der TU München mit Fokus auf zirkuläre und ressourcenschonende Konstruktionen, das Tragwerksplanungsbüro BIGA mit dem Fokus auf Materialeinsparung und Standsicherheit, die Klimaingenieur*innen von Transsolar sowie die brandSCHUTZENGE GmbH.

Als Bauherrin und zukünftige Nutzerin des herangezogenen Untersuchungsobjekts brachte die DAV Sektion Hochland ihre praxisnahen Perspektiven in besonderem Maße ein. Die enge Zusammenarbeit dieser Partner ermöglichte eine praxisnahe und zugleich wissenschaftlich fundierte Herangehensweise.

Ein besonderer Dank gilt all diesen beteiligten Expert*innen, die ihr Fachwissen, ihre Erfahrung und ihr Engagement in dieses Projekt eingebracht haben.

Der Leitfaden dient dabei nicht nur als Planungsinstrument, sondern auch als Werkzeug für Kommunikation, Bildung und Beteiligung. Er verfolgt das Ziel Anforderungen verschiedenster Akteur*innen sichtbar zu machen, diese kritisch mit den ursprünglichen Schutzzielen alpiner Hütten zu hinterfragen und daraus praktikable Lösungen abzuleiten, die ökologische Verantwortung mit technischer Machbarkeit und gestalterischer Qualität verbinden. Er soll helfen, die komplexen Herausforderungen zu vermitteln, Wissen weiterzugeben und eine breite Diskussion über zukunftsfähiges Bauen im Alpenraum anzustoßen – sowohl innerhalb des DAV als auch darüber hinaus.

Denn was wir in den Bergen entwickeln, hat das Potential, auch Impulse für nachhaltiges Bauen im Tal zu geben.

*Norbert Moser,
Vorsitzender der Kommission Hütten und Wege, 2025*



1

Einleitung

Die Geschichte der Schutzhütten in den Alpen begann zum Ende des 18. Jahrhunderts mit der Errichtung einfacher Hütten, die als Unterkünfte bei Besteigung und Erforschung der Bergwelt genutzt wurden. Diese Hütten dienten der Sicherstellung grundlegender körperlicher Bedürfnisse wie Schutz vor Wind und Wetter, der Verpflegung und Erholung und als Stützpunkte für weiterführende Bergtouren.^{1,1} Mit den ersten Erkenntnissen über baukonstruktive Mängel und steigenden Ansprüchen der Hüttennutzer*innen, kam es zu ersten Verbesserungen hinsichtlich Sicherheit und Komfort. Anfänglich wurden die Schutzhütten mit Proviant-Vorräten ausgestattet. Später wurden die Hütten zur Bewirtschaftung an Hüttenwirtsleute verpachtet. Mit zunehmendem Komfort und der Bewirtung wurden Schutzhütten für immer mehr Menschen interessant und der Andrang auf die Hütten begann zu wachsen.^{1,1}

Mitte des 19. Jahrhunderts setzten sich die neu gegründeten Alpenvereine das Ziel, die Alpen durch den Bau von Hütten und Wegen einem möglichst breiten Kreis an Bergbegeisterten zugänglich zu machen. Doch bereits um 1900 wurde die durch den zunehmenden Besuch der Alpen einsetzende Entwicklung der Schutzhütten zu „Berggasthäusern“^{1,1} kritisiert, da sie sich immer mehr von den ursprünglichen Bedürfnissen der Alpinisten entfernten. Auf der Hauptversammlung des DAV in Bad Tölz im Jahr 1923 wurde daher beschlossen, den wachsenden Massentourismus einzudämmen. Die dort verabschiedeten „Tölzer Richtlinien“ legten grundlegende Prinzipien fest, die auch noch heute die aktuell gültigen Ziele in den Fokus stellen: die Einfachheit der Hütten in ihrer Ausstattung, die einfache Bewirtschaftung und das Vermeiden der weiteren Erschließung^{1,2}. Einige wesentlichen Aspekte des Beschlusses sind heute noch Teil der aktuellen Hüttenvorschriften, wie zum Beispiel die Forderung einer nächtlichen Hüttenruhe, das Recht auf Selbstversorgung und der Winterraum. Mit dem 1977 veröffentlichten Grundsatzprogramm zum Schutz der Alpenwelt, wurde die Erschließung des Alpenraums als „abgeschlossen“^{1,1} definiert.

Die bestehenden Hütten sollen weiterhin den Zugang zur Natur und Bergwelt ermöglichen, ihren Besucher*innen Schutz bieten und zur Erfüllung menschlicher Grundbedürfnisse dienen. Durch Instandhaltungsmaßnahmen sollen sie mit möglichst wenig Auswirkungen auf die Umwelt betrieben werden. Die Diskussionen über Einfachheit und Schutz der Bergwelt prägen die Entwicklungen im Alpenverein seit den Tölzer Richtlinien und bleiben weiterhin aktuell^{1,3}. Die Hütten müssen sich weiterhin diversen Herausforderungen stellen, die sich durch die abgeschiedene Lage, die klimatischen Veränderungen und die vielfältigen Erwartungshaltungen der bergbegeisterten Besucher*innen ergeben. Im Blick darauf ist es wichtig anzuerkennen „[...]“, dass wir in den Bergen eine andere Welt betreten. Eine, in denen es den Luxus des Tals nicht braucht, um eine schöne, erfüllte Zeit zu haben.“ (Roland Stierle)^{1,2}

Tölzer Richtlinien

Wurden am 9. September 1923 bei der Hauptversammlung des damaligen Deutschen und Österreichischen Alpenvereins verabschiedet. Sie definieren in 12 Punkten, wie das Bergsteigen und die alpine Infrastruktur auszusehen haben und fordern Einfachheit auf Alpenvereinshütten sowie Zurückhaltung beim Bau von Hütten und Wegen.

| Baurechtliche Anforderungen an Schutzhütten | | | Nachhaltigkeit bei Schutzhütten | | |
|--|--|--|---|--|--|
| <p>Bauordnungsrecht Teil des öffentlichen Baurechts, der sich mit der Sicherheit, Ordnung und Gestaltung von Bauvorhaben befasst. Es legt fest, wie Gebäude gebaut werden müssen, damit sie sicher, funktional und städtebaulich verträglich sind.</p> <p>Musterbauordnung (MBO) Ein Vorschlag für einheitliche Bauvorschriften in Deutschland. Sie wird von der Bauministerkonferenz erstellt und dient als Vorlage für die Bauordnungen der Bundesländer.</p> <p>Technische Baubestimmungen Vorgeschriebene Regeln und Normen, die festlegen, wie Gebäude und Bauprodukte gebaut oder verwendet werden müssen, damit sie sicher und funktional sind. Sie beinhalten technische Anforderungen zu verschiedenen Aspekten des Bauens, wie zum Beispiel Sicherheit, Energieeffizienz und Schallschutz.</p> <p>Arbeitsstättenrecht Umfasst die Gesetze und Verordnungen, die festlegen, wie Büros, Fabriken, Baustellen und andere Arbeitsorte gestaltet und ausgestattet sein müssen, damit die Gesundheit und Sicherheit der Mitarbeiter gewährleistet sind.</p> <p>Arbeitsstättenrichtlinien (ASR) Sind detaillierte Vorschriften, die festlegen, wie Arbeitsplätze gestaltet und ausgestattet werden müssen, damit sie sicher und gesund sind. Sie ergänzen das Arbeitsstättenrecht.</p> | <p>Schutzhütten unterliegen (insbesondere in Deutschland) den gleichen bauordnungsrechtlichen Anforderungen wie Gebäude im Tal, d.h. damit sie ihre Schutzfunktion gewährleisten können, müssen die im Bauordnungsrecht formulierten Schutzziele eingehalten werden.</p> <p>Als Ausgangspunkt des Bauordnungsrechts in Deutschland gilt die in der Bauministerkonferenz verabschiedete Musterbauordnung in der jeweils aktuell gültigen Fassung.^{1,4} Da das Bauordnungsrecht Ländersache ist, modifiziert und ergänzt jedes Bundesland die Musterbauordnung zu einer länderspezifischen Ausgabe, wie z.B. der Bayerischen Bauordnung oder der Landesbauordnung für Baden-Württemberg. Dadurch ergeben sich länderspezifische Regelungen, die aber alle die Erfüllung der länderübergreifend wirksamen Schutzziele im Auge haben.</p> <p>Schutzziele sind übergeordnete Ziele, die definiert werden, um Risiken zu minimieren und bestimmte Werte zu schützen. Sie dienen als Leitfaden für Maßnahmen und Regelwerke, um Schäden oder unerwünschte Ereignisse zu verhindern. Im baulichen Kontext beziehen sich die Schutzziele auf die grundlegenden Anforderungen an Gebäude und baulichen Anlagen, um Gefahren für Menschen, Umwelt und Sachwerte zu minimieren.</p> <p>Diese Schutzziele dienen im nun folgenden Leitfaden als Ausgangspunkt der Diskussion um die Fragen:</p> <ul style="list-style-type: none"> Wie sind die bauordnungsrechtlichen Anforderungen im Kontext des Bauens und Betreibens von Schutzhütten in den Bergen zu betrachten? Welche baulichen Maßnahmen sind notwendig und angemessen, um diese Schutzziele zu erreichen? Welche unterschiedlichen Ansätze ergeben sich für die Betrachtung von Schutzhütten auf dem Berg gegenüber Gebäuden im Tal? <p>Als relevante Grundanforderungen bzw. Schutzziele gelten die Mechanische Festigkeit und Standsicherheit, der Brandschutz, Anforderungen an Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz, Sicherheit und Barrierefreiheit bei der Nutzung sowie Anforderungen an Schallschutz und Wärmeschutz. Als Hilfestellung zur Umsetzung dieser Grundbedingungen sind in den Technischen Baubestimmungen der Länder entsprechende Normen, Gesetze und Regelungen aufgelistet, die als Orientierungspunkte dienen.^{1,5} So werden z.B. beim Thema der Standsicherheit, in der entsprechenden Norm, die zu berücksichtigenden Schnee- und Windlasten definiert. Bei bewirtschafteten Schutzhütten spielt das Arbeitsstättenrecht ebenfalls eine maßgebliche Rolle. Die hierfür zu beachtende Arbeitsstättenverordnung setzt sich zum Ziel, die Sicherheit und den Schutz der Gesundheit der Beschäftigten zu gewährleisten.^{1,6}</p> <p>Da das Bauordnungsrecht sowie das Arbeitsstättenrecht die Sicherheit und den Schutz der Gesundheit im Fokus haben, dienen diese als Ausgangspunkt für die Diskussion im Leitfaden. Bereits an dieser Stelle sei angemerkt, dass Nachhaltigkeit im Bauordnungsrecht bislang eine eher untergeordnete Rolle spielt, obwohl ihr zentrales Ziel es ist, die natürlichen Lebensgrundlagen zu erhalten.</p> | | <p>Die Thematik der Nachhaltigkeit erfährt im Kontext alpiner Schutzhütten zunehmende Relevanz, da deren Extremlage im Gebirge die Auswirkungen des Klimawandels bereits heute deutlich spürbar macht. Starkregenergeignisse, schmelzende Gletscher und zunehmende Wasserknappheit zeigen, wie stark die Alpen betroffen sind.^{1,7} Mit dem 1,5-°C-Ziel verfolgt die Bundesregierung das Ziel, den Klimawandel zu verlangsamen und den Erhalt von Lebensräumen und Biodiversität zu sichern. Erreicht werden soll dies durch eine deutliche Reduktion der Treibhausgasemissionen.^{1,8} Auch der Bau von Schutzhütten muss hierzu einen Beitrag leisten und diesen Herausforderungen gerecht werden. Dabei sind die klimapolitischen Ziele des DAV maßgeblich: Der Verband verfolgt das Ziel, bis 2030 klimaneutral zu werden. Grundlage dieser Strategie ist das Prinzip „Vermeiden vor Reduzieren vor Kompensieren“. Emissionen sollen möglichst ganz vermieden, unvermeidbare reduziert und nur im letzten Schritt kompensiert werden. Der Beitrag zur Nachhaltigkeit kann vor allem über die Reduktion von Treibhausgasemissionen und ein entsprechendes CO₂-Budget gemessen werden.^{1,9} Für die Schutzhütten bedeutet das, dass neben dem laufenden Betrieb auch bauliche Maßnahmen den Zielen der Nachhaltigkeit und des Klimaschutzes entsprechen müssen. Der vorliegende Leitfaden gibt hierzu konkrete Handlungsempfehlungen. Er orientiert sich sowohl an der Nachhaltigkeitsstrategie des DAV als auch an übergeordneten Nachhaltigkeitsprinzipien. Zentral sind dabei drei grundlegende Strategien zur Vermeidung von Umweltauswirkungen – insbesondere in Bezug auf das Treibhauspotential (Global Warming Potential, GWP) und Ressourcenschonung:</p> | | |
| | <p>SUFFIZIENZ</p> <p>Suffizienz ist eine Nachhaltigkeitsstrategie, um Umweltwirkungen zu vermeiden. Suffizienz bedeutet, sich auf das Wesentliche zu reduzieren und den Verbrauch an Energie und Ressourcen auf das notwendige Maß zu beschränken. Je weniger Baumaßnahmen, desto weniger Umweltwirkungen entstehen.</p> | | <p>EFFIZIENZ</p> <p>Eine weitere Nachhaltigkeitsstrategie ist die Effizienz, bei der das Verhältnis zwischen Aufwand und Nutzen verbessert wird. Dies kann Baumaßnahmen, Gebäudetechnik aber auch den Hüttenbetrieb betreffen. Je effizienter zum Beispiel der Hüttenablauf und die Lagerung ist, desto weniger Versorgungsflüge sind notwendig.</p> | | |
| | | | <p>KONSISTENZ</p> <p>Konsistenz bezeichnet das Prinzip, technische Systeme und Materialien so zu gestalten, dass sie kompatibel mit natürlichen Stoffkreisläufen sind. Erneuerbare, schadstofffreie Ressourcen werden so eingesetzt, dass sie nach ihrer Nutzung möglichst gleichwertig wiederverwendet oder recycelt werden können – wie etwa modularer Bauteile, die vollständig rückbaubar und wiedereinsatzfähig ist. Auch ein in sich funktionierendes Energiesystem kann konsistent sein, z.B. wenn Strom aus einem Dieselaggregat durch Strom aus Solarenergie ersetzt wird.</p> | | |

Der Leitfaden als Planungswerkzeug

Das Ziel des Leitfadens ist es, Strategien für die Planung und Umsetzung von alpinen Schutzhütten aufzuzeigen und die Schutzziele und Nachhaltigkeit unter dem Dach der Schutzhütte zu vereinen. Bereits das Logo des Leitfadens zeigt den Ansatz alpiner nachhaltiger Schutzhütten: Eine Hütte stellt einen Ort für Bergbegeisterte in Insellage zur Verfügung, an dem sie einen vorübergehenden Schutz vor den äußeren Einflüssen der Alpen finden können. Das Gebäude sowie die Landschaft bedingen sich dabei gegenseitig: so wie die äußeren Einflüsse das Gebäude in seiner Funktion und Gestalt prägen, so hinterlässt das Gebäude unübersehbare Spuren des Menschen in der Natur. Ziel ist es daher, Schutzhütten und Natur weitestgehend in Einklang zu bringen, wodurch das Thema des kreislaufgerechten Bauens einen besonderen Stellenwert erhält.

Als Ausgangspunkt des Leitfadens wird im Profil zunächst eine Übersicht über die verschiedenen Schutzhütten, ihre Lage sowie die Nutzer*innen geschaffen. Im Etappenplan werden die relevanten Schritte zum Bau und Erhalt nachhaltiger Schutzhütten beschrieben: von der Projektidee, über die Planung und Umsetzung bis hin zum Betrieb. Die darauffolgenden Kapitel setzen sich dann mit den sogenannten Schutzzielen auseinander, die bei der Planung grundsätzlich berücksichtigt werden müssen. Um der Nachhaltigkeit bei diesen Schritten einen besonderen Stellenwert zu geben, wird dieses Thema den Schutzzielen als eigenständiges Kapitel vorangestellt. Das Wissen über die grundsätzlichen Zusammenhänge der Nachhaltigkeitsbetrachtung dient dabei als ein Filter, der die Entwicklung und Anwendung von nachhaltigen Strategien im Kontext von Schutzhütten neu informiert.

Die folgenden Abschnitte stehen unter der Überschrift der verschiedenen Schutzziele. Die zu Beginn stattfindende Auseinandersetzung mit den jeweiligen bauordnungsrechtlichen Aspekten soll keine rechtliche Grundlage darstellen, sondern dient als Stichwortgeber für die anschließende Diskussion. Welches Ziel verfolgen die jeweiligen Themen? Welche Relevanz haben sie für die Schutzhütten, wenn man das Profil von Hütte und Nutzer*innen betrachtet? Und welchen Einfluss hat die Umsetzung des Schutzziels auf die Nachhaltigkeit? Diese Fragen führen durch die Betrachtung.

Nach dem Aufzeigen der Relevanz für die Schutzhütten werden Strategien zur nachhaltigen Umsetzung sowie deren Auswirkung auf nachhaltige Schutzhütten aufgezeigt. Den Abschluss bildet das Thema der Partizipation. Um bei Sektionsmitgliedern des Deutschen Alpenvereins das Bewusstsein für kreislaufgerechtes und nachhaltiges Bauen zu schärfen, bzw. Möglichkeiten für eine Beteiligung aufzuzeigen, wird hier der Spielraum für potentielle Maßnahmen dargelegt, Informationen geteilt, Interesse geweckt und Strategien zur aktiven Teilhabe aufgezeigt.

Die Planung des Teilersatzbaus der Hochlandhütte wird als Untersuchungsobjekt auf Gebäudeebene herangezogen. Sie dient als Referenz für die ökobilanziellen Berechnungen sowie als Anschauungsobjekt für die Betrachtung der Schutzziele. Eine detaillierte Projektbeschreibung befindet sich im Anhang. Für die Betrachtung der Bauteilebene (Boden, Wände, Decken, Bodenplatte) ist dem Leitfaden ein Bauteilkatalog angefügt. Hierbei wird zwischen den Bauteilen über dem Erdreich, die in Holzbauweise

umgesetzt werden, und den Bauteilen im Erdreich, die im Regelfall mineralisch errichtet werden, unterschieden. Für sämtliche Bauteile gibt es drei Varianten: Von „Tal“, einem Bauteilaufbau, der dem konventionellen Bauen im Tal entspricht, über „Berg“, der die Anforderungen aus dem Kontext alpiner Schutzhütten berücksichtigt, zu „Gipfel“, einem erst mal als unkonventionell erscheinenden Ansatz, der Grenzen und Möglichkeiten auslotet. Im Bauteilkatalog sind neben den Aufbauten die relevanten bauphysikalischen sowie ökobilanziellen Daten dargestellt. Der detaillierte Bauteilkatalog befindet sich im Anhang.

Für den Umgang mit dem Leitfaden können verschiedenen Ansätze verfolgt werden. Er kann von Anfang bis Ende in chronologischer Reihenfolge gelesen werden. Für Sektionen, die eine Projektidee haben, kann der Etappenplan einen Ausgangspunkt für die Projektentwicklung darstellen. Falls der Einstieg über die Kapitel der Schutzziele erfolgt, werden die Zusammenhänge über das Intro und den Etappenplan hergestellt. Alle, die zunächst wissen wollen, was das Ergebnis ist, fangen am Ende beim Fazit an und können sich von dort nach vorne arbeiten. Welcher Weg auch gewählt wird – der Einstieg in das Thema der nachhaltigen Schutzhütten ist geschafft!



Als wesentlicher Ausgangspunkt des Leitfadens und der Betrachtung der Schutzziele dienen die charakteristischen Merkmale von Gebäude und Nutzungsart, die in einer Profilbeschreibung zusammengefasst sind. Dieses charakteristische Profil verschafft eine Übersicht über die relevanten Aspekte aus Lage, Erschließung sowie Nutzung. In den folgenden Kapiteln zu den Schutzzielen wird deutlich, wie wichtig die Berücksichtigung von standortspezifischen Faktoren als auch Faktoren hinsichtlich bestimmter Nutzer*innen ist. Welche Auswirkungen hat die Erschließung von Schutzhütten z.B. mit dem Helikopter? Für welchen Personenkreis muss die Hütte Schutz bieten?

Der Deutsche Alpenverein (DAV) unterteilt Schutzhütten in die Kategorien I, II und III. Bei Hütten der Kategorie I handelt es sich um Schutzhütten in Extremlagen, die ihren ursprünglichen Charakter als Stützpunkt für Bergsteigende und -wandernde bewahren müssen. Die Ausstattung ist schlicht, eine einfache Verköstigung ist ausreichend. Hütten dieser Kategorie sind ein Stützpunkt in einem bergsteigerisch bedeutsamen Gebiet und für Gäste nur in Ausnahmefällen mit mechanischen Hilfen erreichbar; der Aufstieg erfordert in der Regel mindestens eine Gehstunde. Sie können bewirtschaftet, eine Selbstversorgerhütte oder ein Biwak sein. Hütten der Kategorie II sind Schutzhütten (bewirtschaftet oder als Selbstversorgerhütte betrieben) mit Stützpunktfunktion in eher viel besuchten Gebieten. Sie eignen sich aufgrund ihrer umfangreicheren Ausstattung auch für mehrtägige Winter- und/oder Sommeraufenthalte, zum Skilauf und Familienurlaub. Hütten der Kategorie II können mechanisch erreichbar sein und sind in der Regel ganzjährig bewirtschaftet. Zu Hütten der Kategorie III zählen mechanisch erreichbare Alpenvereinshäuser. Das Haus kann vorwiegend ein Ausflugsziel für Tagesgäste oder ein ortsüblicher Beherbergungsbetrieb sein. Der gastronomische Betrieb entspricht dem landesüblichen Angebot.^{2,1}

| Verteilung der Hüttenkategorien | |
|---------------------------------|------|
| Kategorie I | 62 % |
| Kategorie II | 16 % |
| Kategorie III | 22 % |

Der Fokus des Leitfadens liegt auf der Kategorie I, welche 62 % der allgemein zugänglichen Schutzhütten des DAVs abbilden. Darüber hinaus bietet der Leitfaden relevante Informationen für die beiden weiteren Kategorien. Wichtig wird dabei die Betrachtung, wie zugänglich eine Schutzhütte ist. Je mehr sie sich dem Gasthauscharakter, z.B. aufgrund der guten Erreichbarkeit, nähert, desto mehr werden Schutzhütten den Gasthäusern in den Schutzanforderungen gleichgestellt.

Beim Nutzungsprofil werden die Erfordernisse der verschiedenen Nutzer*innen definiert. Während sich z.B. in Biwaks und Selbstversorgerhütten die Bergsteigenden selbst um alles kümmern, werden bewirtschaftete Schutzhütten vom Service des Hüttenteams maßgeblich geprägt. Für den Schutz der Arbeitstätigen bedeutet das, dass der Gestaltung der Arbeitsumgebung und der Ruheräume besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden muss.

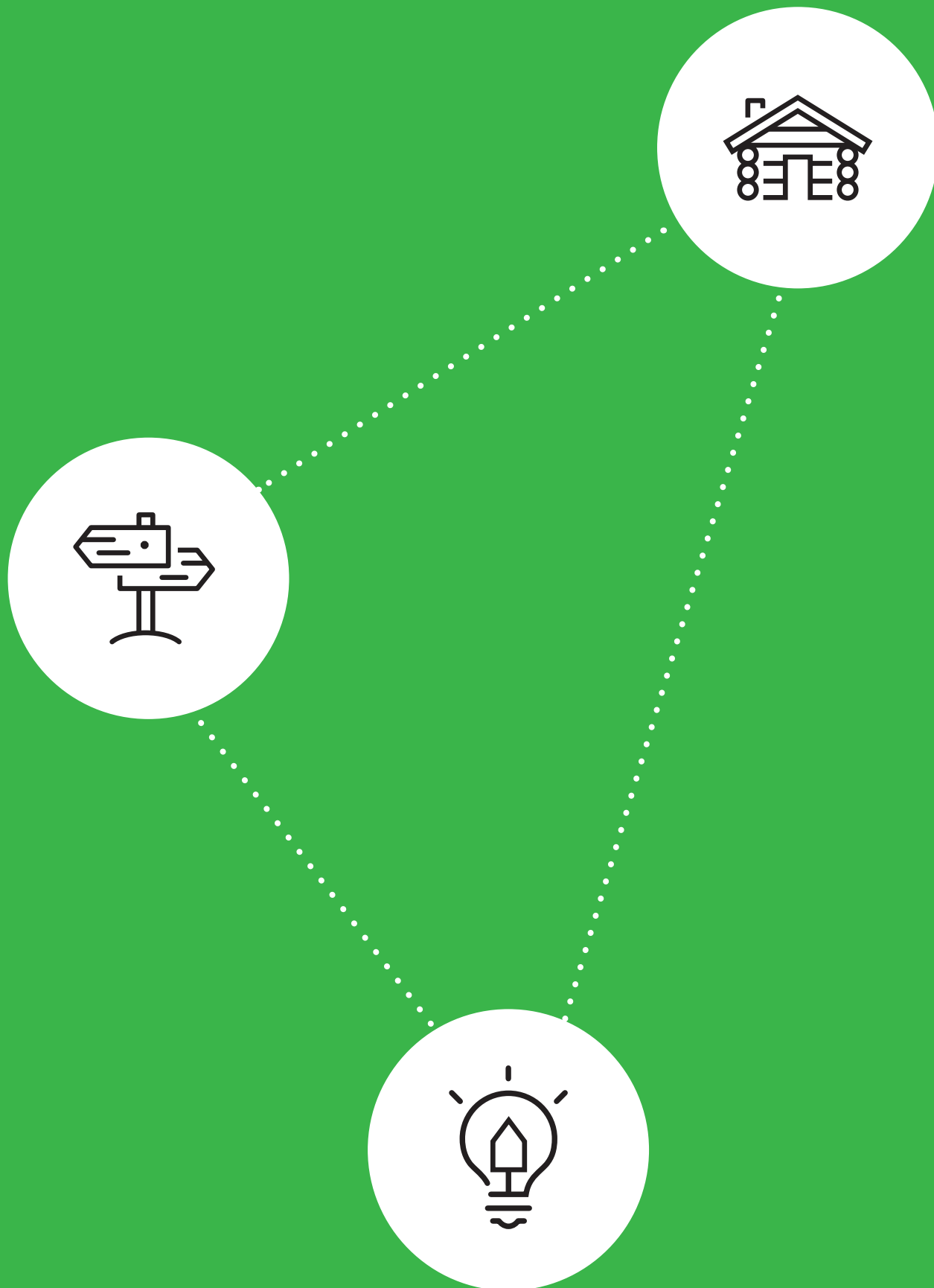
Durch die verschiedenen Nutzer*innen entstehen unterschiedliche Raum-
erfordernisse, die sowohl funktional als auch organisatorisch geschickt in
den Gebäuden untergebracht werden müssen.

PROFIL HOCHLANDHÜTTE

| | | | | | | |
|-----------------|------------------|-------------------|-----------------|----------------------|---------------|-----------|
| Typ | ✓ Schutzhütte | ✗ Alpengasthaus | | | | |
| Hüttenkategorie | ✓ Kategorie I | ✗ Kategorie II | ✗ Kategorie III | | | |
| Saison | ✓ Sommer | ✗ Ganzjährig | | | | |
| Höhenlage | ✓ Hochgebirge | ✗ Mittelgebirge | | | | |
| Betrieb | ✓ Bewirtschaftet | ✗ Selbstversorger | ✗ Biwak | | | |
| Ressourcen | ✓ Insellage | ✗ Netz | | | | |
| Nutzer*in | ✓ Pächter*in | ✓ Team | ✓ Tagesgäste | ✓ Übernachtungsgäste | | |
| Nutzungen | ✓ Beherbung | ✓ Gastronomie | ✓ Wohnen | | | |
| Raumzonen | ✓ Gastraum | ✓ Küche | ✓ Lager | ✓ Schlaflager | | |
| | ✓ Sanitär Gäste | ✓ Sanitär Team | ✓ Technik | ✓ Unterkunft Team | | |
| | ✓ Verkehrswege | ✓ Trockenraum | ✓ Aussenbereich | ✗ Winterraum | | |
| Erschließung | ✓ Zu Fuß | ✓ Helikopter | ✗ Materialbahn | ✗ Personenbahn | ✗ Motorisiert | ✗ Fahrrad |
| Maßnahme | ✓ Sanierung | ✓ Umbau | ✓ Erweiterung | ✓ Teilersatzbau | ✓ Ersatzbau | |

Zusätzlich zu den Nutzenden des regulären Hüttenbetriebs, stehen die
Sektionen des DAVs mit ihren Mitgliedern hinter den Kulissen der Schutz-
hütten. Die Sektionen müssen als Eigentümer*innen die Rahmenbedingungen
schaffen, um den reibungslosen Hüttenbetrieb zu gewährleisten. Dazu
gehören unter anderem die Instandhaltung oder die Instandsetzung, bis
zum Umbau oder der Erweiterung.

Um den Ablauf für diese Maßnahmen mit dem Ziel einer nachhaltigen
Schutzhütte zu planen und umzusetzen, wird den Sektionen im nächsten
Kapitel ein Hilfsmittel zur Verfügung gestellt!



3 Etappen

Ähnlich wie eine mehrtägige Bergtour eine sorgfältige Vorbereitung und Planung erfordert, trägt auch ein gut geplanter Projektablauf entscheidend zum Erhalten einer nachhaltigen Schutzhütte bei. Dies gilt insbesondere für ehrenamtlich geführte Sektionen, die im Rahmen von Hüttenbaumaßnahmen als Bauherr*innen auftreten. In diesem Kontext ist es wesentlich, den zeitlichen Aufwand und die Komplexität der Abläufe realistisch einzuschätzen und entsprechend zu planen. Dabei stellen sich grundlegende Fragen, die für ein effektives Projektmanagement relevant sind: Welche Schritte umfasst der Projektablauf? Wann sind welche Projektbeteiligten hinzuzuziehen? Welche Entscheidungen müssen wann und von wem getroffen werden? Wann existiert die Möglichkeit auf finanzielle Unterstützung durch den Bundesverband?

Der folgende Etappenplan beschreibt die relevanten Schritte zur Planung und Umsetzung nachhaltiger Schutzhütten, von der Projektidee über die Umsetzung bis zum Betrieb. Er stellt eine komprimierte Übersicht über die relevanten Projektbeteiligten, den Zeitpunkt ihrer Mitwirkung sowie über die zentralen Aufgaben, die in jeder Projektetappe zu erledigen sind. Außerdem wird aufgezeigt, wann Fördermittel beantragt werden müssen und wann mit Finanzierungssicherheiten und Auszahlungen gerechnet werden kann. Eine ausführlichere Version des Etappenplans ist im Hüttenhandbuch des DAV einsehbar.

Hüttenhandbuch
Das Hüttenhandbuch ist ein ständig wachsendes Kompendium mit Themen rund um den nachhaltigen Hüttenbau und technischen Hüttenbetrieb. Es richtet sich insbesondere an Hüttenverantwortliche der Sektionen, sowie Planer*innen aber auch Sektionsverantwortliche, die sich mit Planung, Bau und dem technischen Betrieb von Hütten auseinandersetzen. Es ist auf der Homepage des Deutschen Alpenvereins veröffentlicht.^{3,1}

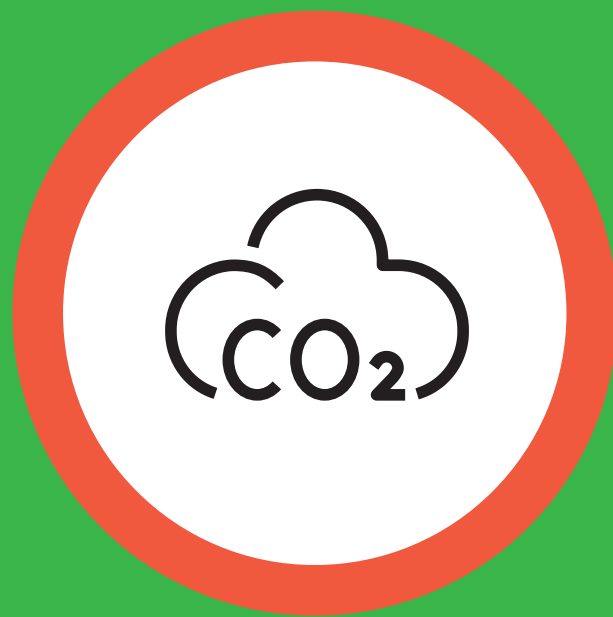
| ETAPPE | BEZEICHNUNG UND ZIEL | BETEILIGTE | AUFGABEN |
|--------|--|-------------|---|
| 0 | VORFELD <ul style="list-style-type: none">• Informieren und Sensibilisieren zum Thema Nachhaltigkeit und Zirkularität | Alle | > Sichten/Lesen der Informationsmaterialien (s. Kapitel 11: Partizipation) |
| 1 | PROJEKTIDEE <ul style="list-style-type: none">• Erkennen und Definieren eines Handlungsbedarfs | Sektion | > Rücksprache Pächter*innen, Erkennen von Mängeln bei Arbeitseinsätzen, etc. |
| 2 | KONTAKT ZUM BUNDESVERBAND (BV) <ul style="list-style-type: none">• Einschätzung der Notwendigkeit, Festlegung (erstes) konkretes Ziel unter Berücksichtigung von:<ul style="list-style-type: none">– Verbrauchsdaten (Wasser, Energie, CO₂)– Gästezahlen– Bestandsschutz– Eigentumsverhältnisse | Sektion | > Vorbereitung sämtlicher Unterlagen (ausführliche Darstellung zu finden auf der Alpenvereins-Homepage) |
| | | BV | > Beratung, Einschätzung Notwendigkeit |
| | | Architektur | > Beratung der Sektion |

| ETAPPE | BEZEICHNUNG UND ZIEL | BETEILIGTE | AUFGABEN |
|--------|---|----------------------|--|
| 3 | STANDORTANALYSE <ul style="list-style-type: none"> Beurteilung Zukunftsfähigkeit, gemeinsame Festlegung des weiteren Vorgehens auf Basis von Gutachten: <ul style="list-style-type: none"> Hydrologie Geologie Bodengutachten | Sektion | <ul style="list-style-type: none"> Einholen von Gutachten Antragstellung auf Förderung DAV360-Antragstellung Beurteilung der Standort-Bedeutung (vereinspolitisch, bergsteigerisch, alpinistisch, als Ausbildung) |
| | | BV | <ul style="list-style-type: none"> Empfehlung Firmen/Sachverständige Förderung nach aktuell gültigen Richtlinien |
| 4 | BESTANDSERHEBUNG <ul style="list-style-type: none"> Ermittlung des Ausgangspunktes hinsichtlich: <ul style="list-style-type: none"> Geometrie Materialität Mängel/Schäden Verbindungen Schadstoffen Bodengutachten Statik Energiemonitoring Potential Umweltenergie Bodengutachten | Sektion | <ul style="list-style-type: none"> Beauftragung Firmen zur Bestandserhebung und -analyse Antragstellung auf Förderung |
| | | BV | <ul style="list-style-type: none"> Empfehlung von Firmen Förderung bei Umsetzung der Randbedingungen, s. 3.5.1 FöRL |
| 5 | GESAMTKONZEPT/ZIELDEFINITION <ul style="list-style-type: none"> Festlegung Ziele ausgerichtet an den klimapolitischen Zielen des DAVs Anforderungen für die Fachplaner festlegen = Grundlage für Auslobung | Sektion + Pächter*in | <ul style="list-style-type: none"> Festlegung der Qualität, Zeit, Kosten Suffizienz bei der Bedarfsermittlung |
| | | ggf. BV + Sektion | <ul style="list-style-type: none"> Nachhaltige Strategien und zirkuläre Ansätze in Planung und Umsetzung |
| 6 | VARIANTENSTUDIE <ul style="list-style-type: none"> Ideensammlung auf Grundlage der Auslobung Wahl von Fachplaner*innen zur weiteren Umsetzung | Sektion | <ul style="list-style-type: none"> Auslobung mit Zieldefinition und Benchmarks Antragstellung auf Förderung Wahl und Beauftragung von Fachplaner*innen (i.d.R. stufenweise, erst bis Leistungsphase 4) |
| | | BV | <ul style="list-style-type: none"> Förderung bei Vorprojektierung, s. 3.5.2 FöRL |
| | | Fachplanung | <ul style="list-style-type: none"> Architektur |

| ETAPPE | BEZEICHNUNG UND ZIEL | BETEILIGTE | AUFGABEN |
|--------|---|-------------|---|
| 7 | KICK-OFF PLANUNG <ul style="list-style-type: none"> Festlegung der Planungsziele darauf basierende Beauftragung der Fachplaner*innen | Sektion | <ul style="list-style-type: none"> Stufenweise Beauftragung der Fachplaner*innen Erster Kontakt mit Behörden Information der Anrainer*innen |
| | | BV | <ul style="list-style-type: none"> Beratende Unterstützung bei Bedarf Feedback zu genereller Förderfähigkeit |
| | | Fachplanung | <ul style="list-style-type: none"> Angebotserstellung stufenweise bis LPH 4 und LPH 5–8 (Architektur, Tragwerk, Brandschutz, Bauphysik, Nachhaltigkeit) |
| 8 | ENTWURFSPLANUNG <ul style="list-style-type: none"> Weiterentwicklung der Variantenstudie Iterationsschritte führen zu einem abgestimmten Entwurf | Sektion | <ul style="list-style-type: none"> Antragstellung für DAV-Förderung bis 30. April für Umsetzung im darauffolgenden Kalenderjahr ggf. Beantragen öffentlicher Fördermittel Rücksprache mit Behörden über Genehmigungsfähigkeit |
| | | BV | <ul style="list-style-type: none"> Beratende Unterstützung bei Bedarf Förderung, s. 4.1.1 der FöRL Feedback Einhaltung der Richtlinien Feedback der Kommission Hütten |
| | | Fachplanung | <ul style="list-style-type: none"> Architektur: Leitung des iterativen Planungsprozesses mit weiteren Fachplaner*innen Ausführungsfähige Entwurfsplanung Kosten- und Zeitplanung Rücksprache mit Behörden über Genehmigungsfähigkeit ggf. Beantragen öffentlicher Fördermittel |
| | | Fachfirmen | <ul style="list-style-type: none"> ggf. Beratung und Vorabstimmung |
| 9 | GENEHMIGUNGSPLANUNG <ul style="list-style-type: none"> Zusammenstellen der Vorlagen und Nachweise für die öffentlich-rechtlichen Genehmigungen | Sektion | <ul style="list-style-type: none"> Freigabe/Unterschrift Genehmigungsplanung |
| | | BV | <ul style="list-style-type: none"> Beratende Unterstützung bei Bedarf |
| | | Fachplanung | <ul style="list-style-type: none"> Abstimmung mit den Genehmigungsbehörden Erstellen und Einreichen der Genehmigungsunterlagen |

| ETAPPE | BEZEICHNUNG UND ZIEL | BETEILIGTE | AUFGABEN |
|--------|--|-------------|---|
| 10 | AUSFÜHRUNGSPLANUNG <ul style="list-style-type: none">Erstellen einer ausführungsreifen Werk- und Detailplanung | Sektion | <ul style="list-style-type: none">finale Freigabe der GesamtkonzeptionAbstimmung mit dem/der Hüttenwirt*in über Bauzeit |
| | | BV | <ul style="list-style-type: none">Beratende Unterstützung bei BedarfMitteilung der Fördersumme i.d.R. im November des Antragsjahres |
| | | Fachplanung | <ul style="list-style-type: none">Architektur: Leitung des iterativen Planungsprozesses mit weiteren Fachplaner*innenggf. Hinzuziehen von ausführenden FachfirmenAusführungsfähige DetailplanungBauzeitenplan |
| | | Fachfirma | <ul style="list-style-type: none">ggf. Einbringen der Fachexpertise |
| 11 | AUSSCHREIBUNG UND VERGABE <ul style="list-style-type: none">Leistungsbeschreibungen auf Grundlage der AusführungsplanungBeauftragung von Fachfirmen zur Ausführung | Sektion | <ul style="list-style-type: none">Beauftragung von Fachfirmen zur Ausführung in Rücksprache mit Fachplanung ArchitekturRolle der Wirtsleute während der Bauphase definierenMöglichkeiten der Partizipation durch Sektionsmitglieder klären |
| | | BV | <ul style="list-style-type: none">Beratende Unterstützung bei Bedarf |
| | | Fachplanung | <ul style="list-style-type: none">Erhalt der GenehmigungenErstellen der Ausschreibungs-, VergabeunterlagenPrüfen der Angebote, PreisspiegelVergabevorschlägeVergabe-, VertragsunterlagenEigenleistung der Sektion mit Fachfirmen abstimmen |
| | | Fachfirma | <ul style="list-style-type: none">Einreichen von Angeboten |

| ETAPPE | BEZEICHNUNG UND ZIEL | BETEILIGTE | AUFGABEN |
|--------|--|-------------|--|
| 12 | UMSETZUNG <ul style="list-style-type: none">Bauliche Umsetzung der geplanten Maßnahme | Sektion | <ul style="list-style-type: none">Laufend: Rechtzeitige Abrechnung zur Auszahlung der DAV-Beihilfen |
| | | BV | <ul style="list-style-type: none">Beratende Unterstützung bei Bedarfsukzessive Auszahlung der Fördermittel |
| | | Fachplanung | <ul style="list-style-type: none">Baubeginnanzeige BehördeÜberwachung und Dokumentieren der Ausführung, Organisation der Abnahme, Rechnungsprüfung, etc.Überwachen und Begleiten der Mängelbeseitigung |
| | | Fachfirma | <ul style="list-style-type: none">UmsetzungDokumentation (Werkplanung, Fotodokumentation, Datenblätter, etc.) |
| 13 | DOKUMENTATION <ul style="list-style-type: none">Festhalten der Ergebnisse in Übereinstimmung mit dem BauprozessGrundlage schaffen für kontinuierliche Fortschreibung von Maßnahmen während der Nutzungsphase (z.B. Instandhaltung, Wartung, Ersatz, ...) | Sektion | <ul style="list-style-type: none">Anzeige Nutzungsaufnahme bei BehördeBetriebseinweisungen der Nutzer*innen (Hüttenteam)Betriebsbuch zusammenstellen |
| | | BV | <ul style="list-style-type: none">Beratende Unterstützung bei BedarfVollständige Auszahlung der letzten Beihilfenrate |
| | | Fachplanung | <ul style="list-style-type: none">Instandhaltungsplan, Firmenliste, Abschlussdokumentation (Planunterlagen entspr. Baustand)Abschließende CO2-Bilanzierung |
| | | Fachfirma | <ul style="list-style-type: none">Beitrag zur AbschlussdokumentationBetriebseinweisungen der Nutzer*innen (i.d.R. Sektion und Hüttenteam) |
| 14 | BETRIEB/NUTZUNG <ul style="list-style-type: none">Fortführung der Dokumentation für die Qualitätssicherung und zum Erhalt der nachhaltigen und zirkulären Konstruktionen | Sektion | <ul style="list-style-type: none">Fortschreiben und Aktualisieren des BetriebsbuchesInstandhaltung Hütte, WartungenMonitoring |
| | | BV | <ul style="list-style-type: none">Beratende Unterstützung bei Bedarf |



Was ist Nachhaltigkeit generell und im Kontext von Schutzhütten?

Nachhaltigkeit bedeutet in erster Linie, dass Dinge so gestaltet oder genutzt werden, dass sie über lange Zeit hinweg ihre Funktionalität behalten und Ressourcen nicht verschwendet werden. Dabei geht es nicht nur um den Erhalt von natürlichen Ressourcen, sondern auch darum, langlebige Strukturen zu schaffen, sei es in der Bauweise von Gebäuden, in der Nutzung von Materialien oder in der Gestaltung des Betriebs. Nachhaltigkeit bedeutet also, dass Dinge „halten“, ohne dass ihre Qualität oder Funktionalität beeinträchtigt wird – und das über einen möglichst langen Zeitraum hinweg.

Um dieses Ziel zu erreichen, ist es entscheidend, dass nicht nur ökologische Aspekte, sondern auch ökonomische und soziale Faktoren und deren Schnittstellen gleichermaßen berücksichtigt werden (vgl. Abbildung 1).

Eine Schutzhütte, die zwar umweltfreundlich gebaut wird, aber nicht den Bedürfnissen der Nutzenden gerecht wird oder den alltäglichen Anforderungen des Betriebs entspricht, wird langfristig nicht bestehen können. In einem solchen Fall kann es zu einem baldigen Ersatzbau kommen, der wiederum zusätzliche Emissionen und Ressourcenverbrauch mit sich bringt. Nachhaltigkeit erfordert daher eine ganzheitliche Herangehensweise, bei der die Nutzbarkeit eines Gebäudes oder Systems in allen Bereichen – von der Umwelt über die Wirtschaftlichkeit bis hin zur sozialen Akzeptanz – gesichert wird.

Ein wichtiger Aspekt *sozialer Nachhaltigkeit* in Bezug auf Schutzhütten ist die Rolle der Sektionen, die diese Hütten betreiben und erhalten. Die Sektionen bestehen aus engagierten Mitgliedern, die sich für den Erhalt des Gebäudes und den Betrieb der Hütte einsetzen. Hierdurch wird gewährleistet, dass die Hütten nicht nur funktional bleiben, sondern auch mit einer gewissen Tradition und Geschichte als identitätsstiftender Bestandteil des Alpenvereins weiterbestehen. Wenn die Mitglieder einer Sektion das Gefühl der Zugehörigkeit und Verantwortung verlieren oder das Engagement der Gemeinschaft nachlässt, kann dies dazu führen, dass Hütten ihre Bedeutung verlieren und nicht mehr langfristig erhalten bleiben.

Ökonomische Nachhaltigkeit ergibt sich nicht nur durch kurzfristige Kosteneffizienz, sondern vor allem durch langfristige Einsparungen: Wenn Hütten durch emissionsarme, langlebige Bauweisen errichtet werden, sinken die Sanierungs- und Betriebskosten. Gleichzeitig steigert soziale Nachhaltigkeit – etwa durch regionale Einbindung – die Attraktivität der Hütten und sichert so die langfristige Nutzung und Bindung der Besuchenden.

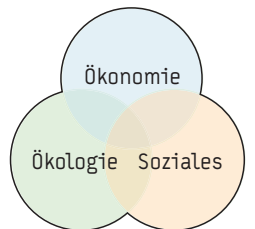


Abb. 1
Drei-Säulen-Modell
der Nachhaltigkeit ^{4,1}

Die *ökologische Nachhaltigkeit* konzentriert sich beim (Um-)Bau von Schutzhütten auf drei zentrale Schwerpunkte:

- Dauerhaftigkeit: Einsatz langlebiger und wartungsarmer Materialien und Konstruktionen
- Ressourcenschonung durch Zirkularität: Nutzung wiederverwendbarer und recyclingfähiger Baustoffe, kreislauffähiges Konstruieren
- Emissionsreduktion: Reduzierung des Materialeinsatzes, Optimierung der Planung und verstärkte Nutzung erneuerbarer Energien.

Diese Aspekte werden im Folgenden ausführlich behandelt, um darzulegen, wie Schutzhütten effektiv zum Klimaschutz beitragen können – nach der Leitstrategie des Alpenvereins: vermeiden, reduzieren, kompensieren.

Welche öffentlich-rechtlichen Vorgaben gibt es zur ökologischen Nachhaltigkeit im Kontext von Schutzhütten?

Für Schutzhütten bestehen aktuell keine spezifischen öffentlich-rechtlichen Vorgaben zur ökologischen Nachhaltigkeit. Auch innerhalb des DAV gibt es keine verpflichtenden Grenzwerte aus Zertifizierungssystemen für Gebäude. Der DAV verfolgt jedoch das Ziel, bis 2030 Klimaneutralität zu erreichen und gibt hierfür eine interne Nachhaltigkeitsstrategie als Rahmen für die

Sektionen vor.^{4,2} Diese Strategie bietet Orientierung und fördert nachhaltige Lösungen bei Planung, Bau und Betrieb von Schutzhütten.

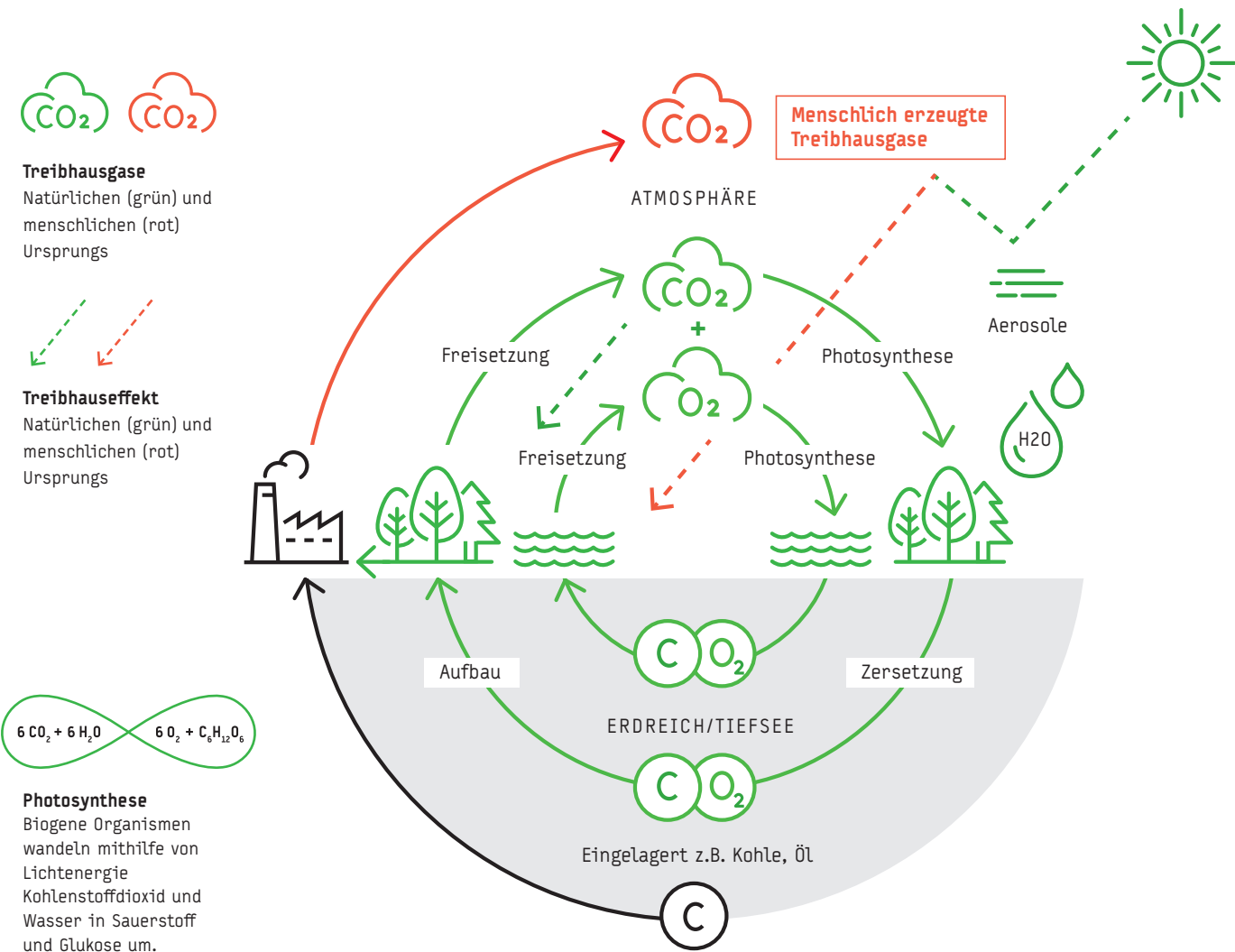
Wie kann ökologische Nachhaltigkeit bei Schutzhütten gemessen werden? Wie kommen Treibhausgase zustande und in welchem Kontext steht das mit Schutzhütten?

Zur Bewertung ökologischer Nachhaltigkeit dient die Methode der Öko-bilanzierung. Dabei werden Umweltindikatoren herangezogen, um Umweltauswirkungen messbar zu machen und mit deren Ursachen zu verknüpfen. Ein zentraler Indikator ist das *Globale Erwärmungspotential (GWP)*. Es beschreibt, wie stark ein bestimmtes Gas zur Klimaerwärmung beiträgt – bezogen auf die Wirkung von 1 Kilogramm CO₂. Sowohl die Verweildauer eines Gases in der Atmosphäre als auch dessen klimatische Wirkung fließen in die Bewertung ein. Die Ergebnisse werden in Kilogramm CO₂-Äquivalent (kg CO₂-Äq.) angegeben.

GWP – Globales Erwärmungspotential
Englisch: Global Warming Potential

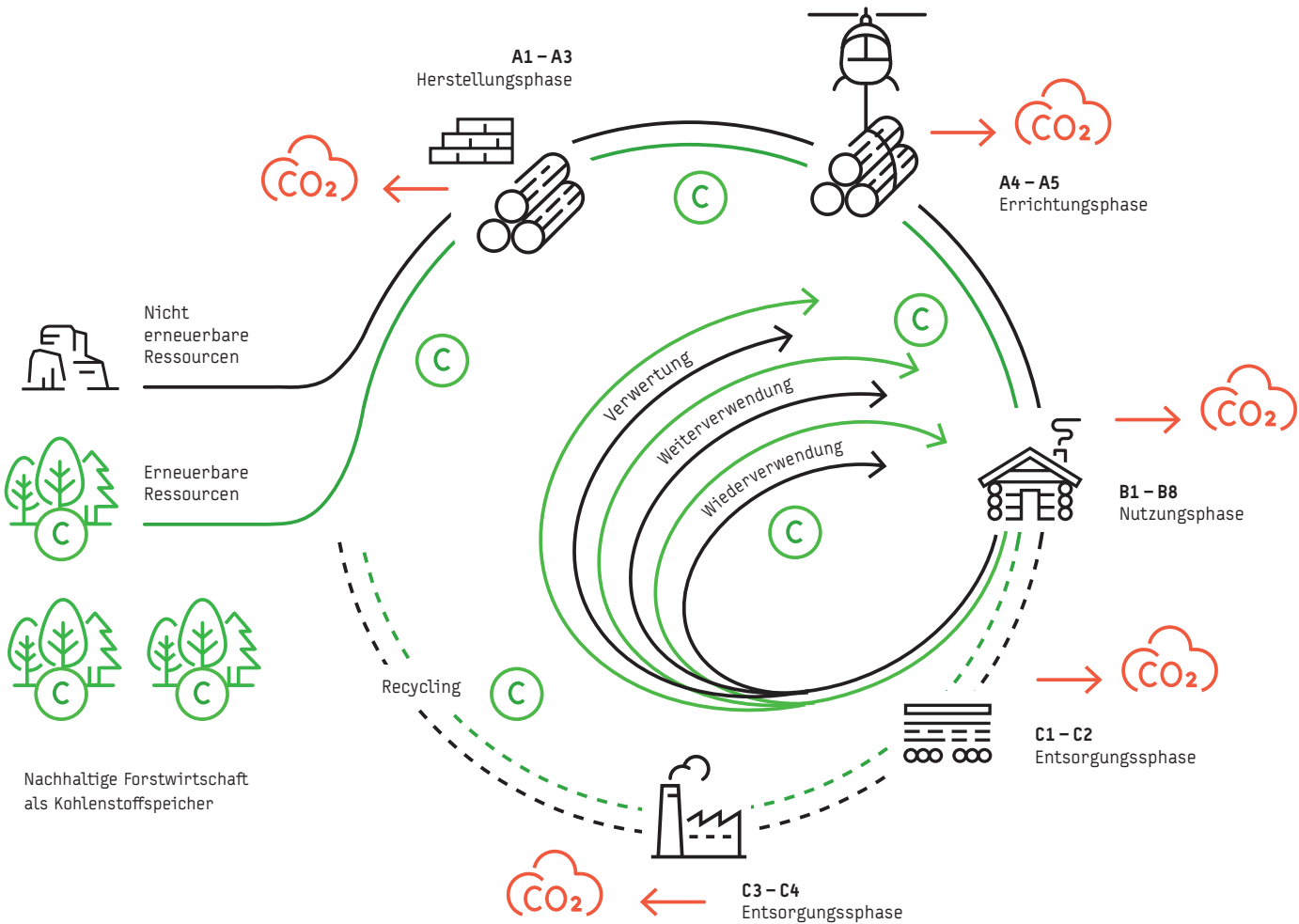
In Pflanzen wird der Atmosphäre durch Photosynthese Kohlenstoffdioxid (CO₂) entzogen und in Form von Kohlenstoff (C) gespeichert. Dieser *biogene Kohlenstoff* bleibt so lange in pflanzlichen Materialien wie Holz gespeichert, bis dieses z.B. verrottet oder verbrannt wird. Eine Maximierung der Nutzungsdauer und eine *Kaskadennutzung* – also eine möglichst hochwertige

Abb. 2 Kohlenstoff-Kreislauf



Ressourcen über den Lebenszyklus einer Schutzhütte

Abb. 3



mehrmalige zirkuläre Nutzung – führen zu einer langfristigen Kohlenstoff-speicherung. Auch die *Kohlenstoffspeicherung* wird im Umweltindikator GWP abgebildet.

Aufgrund der Relevanz des GWPs für den Klimawandel bildet es den Schwerpunkt der Bewertung im Leitfaden. Die dafür verantwortlichen *Treibhausgase* können natürlichen Ursprungs sein, wie bei der Verrottung von biogenen Materialien wie Holz oder aus fossilen Quellen stammen (Abb. 2).

Während das fossile GWP die Emissionen aus fossilen Ressourcen abbildet – etwa aus Produktion, Transport oder Verarbeitung –, beschreibt das biogene GWP den Kohlenstoffkreislauf nachwachsender Rohstoffe wie Holz. Treffen die Solarstrahlen auf die Erdoberfläche, werden sie zunächst von Aerosolen, also z.B. Wolken reflektiert und würden wieder austreten. Da sie jedoch durch die Treibhausgasen der Atmosphäre teilweise zur Erde zurück-reflektiert werden, erwärmen sie die Erde auf eine für den Menschen und Tiere lebenswichtige Temperatur. Dieser gewünschte *Treibhauseffekt* wird durch menschliche Aktivitäten, die durch Emissionen die Treibhausgaskonzentration in der Atmosphäre erhöhen, zusätzlich verstärkt und es kommt zu Temperaturanstiegen und teils irreversiblen Folgen für das Klima, die den Erhalt des menschlichen Lebensraums in Frage stellen.

Bei Schutzhütten entstehen Treibhausgasemissionen entlang ihres gesamten Lebenszyklus – von der Herstellung der Baustoffe und dem eigentlichen Bau über den Betrieb bis hin zum Rückbau (Abb. 3). Diese lassen sich unterscheiden in die „grauen“ Emissionen, die Betriebsemissionen und Emissionen aus Versorgungsflügen. Zu den grauen Emissionen zählen diejenigen aus der Baustoffproduktion, dem Materialtransport zur Hütte sowie Bauprozesse vor Ort. Auch die Rückbauphase mit Entsorgung oder Recycling der eingesetzten Materialien ist Teil dieser grauen Emissionen.

Zu den Emissionen aus dem laufenden Betrieb der Hütte, die nicht zum grauen Bereich zählen, gehören zum Beispiel Emissionen durch den Verbrauch von Strom, Wärme und Wasser zur Versorgung der Gäste und zur Zubereitung von Speisen. Unter „Versorgungsflüge“ fällt der Transport von für den Betrieb erforderlichen Lebensmitteln, Gas oder Getränken mit dem Helikopter.

Wo stecken die Ursachen der Entstehung von Treibhausgasen?

Die DAV-Sektionen erfassen jährlich die Emissionen des laufenden Hüttenbetriebs. Inzwischen werden auch Emissionen aus Bauprojekten bilanziert. Besonders ins Gewicht fallen dabei die grauen Emissionen, wie im Folgenden am theoretischen Beispiel der Hochlandhütte deutlich wird.

Die Bilanzierung des Treibhauspotentials für den Neubau der Hochlandhütte beinhaltet neben den Emissionen aus dem laufenden Betrieb und aus den für den Betrieb notwendigen Versorgungsflügen mit dem Hubschrauber auch die grauen Emissionen über den Lebensweg der Konstruktion. Für die Hochlandhütte fallen über die Nutzungsdauer des Neubaus 46 % der Emissionen auf die grauen Emissionen zurück. Hierbei sind auch Bauteile berücksichtigt, die während der Nutzungsdauer ausgetauscht werden müssen. (Abb. 4)

Anteil an GWP [%] über gesamten Lebenszyklus (50 Jahre)

Abb. 4



Ein Drittel der Gesamtemissionen kommt aus dem Betrieb, der zum Beispiel die Versorgung mit Strom und Warmwasser beinhaltet. Die Versorgungsflüge zur Hütte im Betrieb verursachen 21 % des GWPs. Hierbei ist zu beachten, dass der Anteil der Betriebsemissionen und der Emissionen aus den Versorgungsflügen von der Zugänglichkeit und Infrastruktur für Transport und Energieversorgung der jeweiligen Hütte abhängt. So ist die Hochlandhütte aufgrund ihrer abgelegenen Lage auf Hubschraubertransporte angewiesen.

Die Erkenntnis, dass ein Großteil der Gesamtemissionen bereits vor dem ersten Gastbesuch verursacht wird, unterstreicht die Bedeutung einer emissionsarmen Planung und Materialwahl. Durch vorausschauende Entscheidungen in der Bauweise und bei der Auswahl der Baustoffe kann der ökologische Fußabdruck einer Hütte reduziert werden. Ziel ist es, Emissionen möglichst bereits in der Entwurfsphase zu vermeiden, anstatt sie später kompensieren zu müssen.

Wie kann ich graue Emissionen vermeiden?

Ein erster Handlungsansatz zur Vermeidung grauer Emissionen liegt in der frühen Planungsphase. Hier setzt das Prinzip der *Suffizienz* an: Was ist wirklich notwendig? Welche Räume und Funktionen sind unverzichtbar – und worauf kann verzichtet werden? Schon durch die Reduktion des Flächenbedarfs lassen sich Material und somit auch Emissionen einsparen. Ein kleinerer Baukörper benötigt weniger Ressourcen in der Herstellung, dem Transport und der Montage aber auch im Rückbau.

Auch strukturelle Entscheidungen spielen eine Rolle: Muss tatsächlich neu gebaut werden oder kann ein bestehendes Gebäude saniert oder umgenutzt werden? Der Verzicht auf zusätzliche Bauteile wie einen Keller kann ebenfalls zur Emissionsvermeidung beitragen. Besonders in abgelegenen Lagen, in denen jedes Bauteil mit hohem logistischem Aufwand transportiert werden muss, kann diese Reduktion entscheidend sein.

Durch suffiziente Planung entsteht so nicht nur ein funktionaler, sondern auch ein ressourcenschonender Hüttenbau. Die bewusste Auseinandersetzung mit dem tatsächlichen Bedarf bildet dabei die Grundlage für jede weitere Maßnahme zur Emissionsminderung.

Wie kann ich graue Emissionen reduzieren?

Um nicht vermeidbare graue Emissionen zu reduzieren, ergeben sich zwei zentrale Strategien, die sich den Prinzipien der *Suffizienz*, der *Effizienz* und der *Konsistenz* zuordnen lassen: die Anpassung funktionaler Anforderungen sowie die gezielte Auswahl emissionsarmer Materialien.

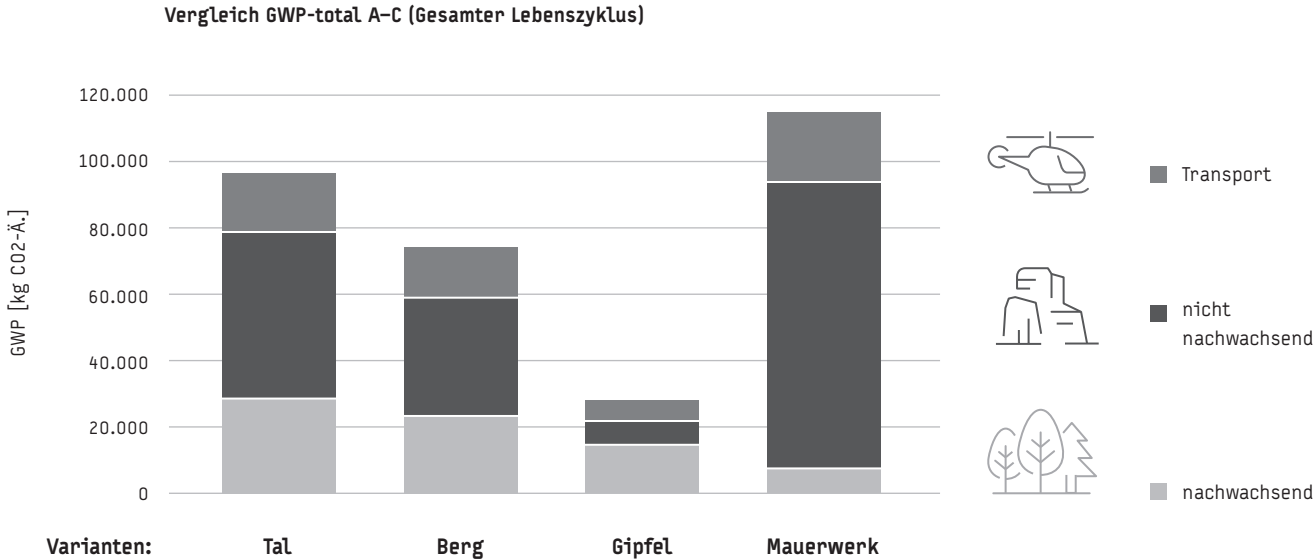
1. Strategie: funktionale Anforderungen anpassen

Neben normativen und rechtlichen Vorgaben beeinflussen die Komfortansprüche aus dem Tal die Anforderungen an die Ausführung der Hütte. Eine Anpassung dieser Anforderungen trägt zur Materialreduktion bei, etwa durch schlankere Aufbauten oder reduzierte Dämmstärken. Dies entspricht zunächst dem Prinzip der Effizienz: Mit weniger Materialeinsatz und reduziertem Aufwand lassen sich funktionale Standards erreichen, die den realen Anforderungen genügen. Weitere Suffizienzmaßnahmen beim Komfort und möglichst geringe bauliche Anforderungen führen zu einer weiteren Reduktion des Materialeinsatzes.

Für die Hochlandhütte wurden unterschiedliche Anforderungsprofile untersucht und daraus die drei Varianten Tal, Berg und Gipfel entwickelt. Bei allen drei Varianten kommen oberhalb des Erdreichs Holzkonstruktionen aus nachwachsenden Ressourcen zum Einsatz. Die Tal-Variante deckt sich mit gängigen Anforderungen aus dem Tal (GEG-konform), während die effiziente Berg-Variante hier Anforderungen an Schall- und Wärmeschutz auf ein notwendiges Maß reduziert. Die suffiziente Gipfel-Variante enthält die reduziertesten Bauteilaufbauten und nutzt den im Falle der Hochlandhütte vorhandenen Felsen als Boden und Wand, weswegen hier die Anteile des Stahlbetons im Keller reduziert wurden. Auf Gebäudeebene wurden diese Varianten mit einer Hütte, die ausschließlich in mineralischer Bauweise errichtet wird, verglichen (Konsistenz – Verwendung alternativer Materialien – hier Holz). Dieses Gebäude erfüllt dasselbe Anforderungsprofil wie die Tal-Variante.

Der Variantenvergleich (Abb. 5) zeigt, dass je geringer der bauliche Aufwand, desto geringer der Materialeinsatz – und folglich auch die damit

Abb. 5

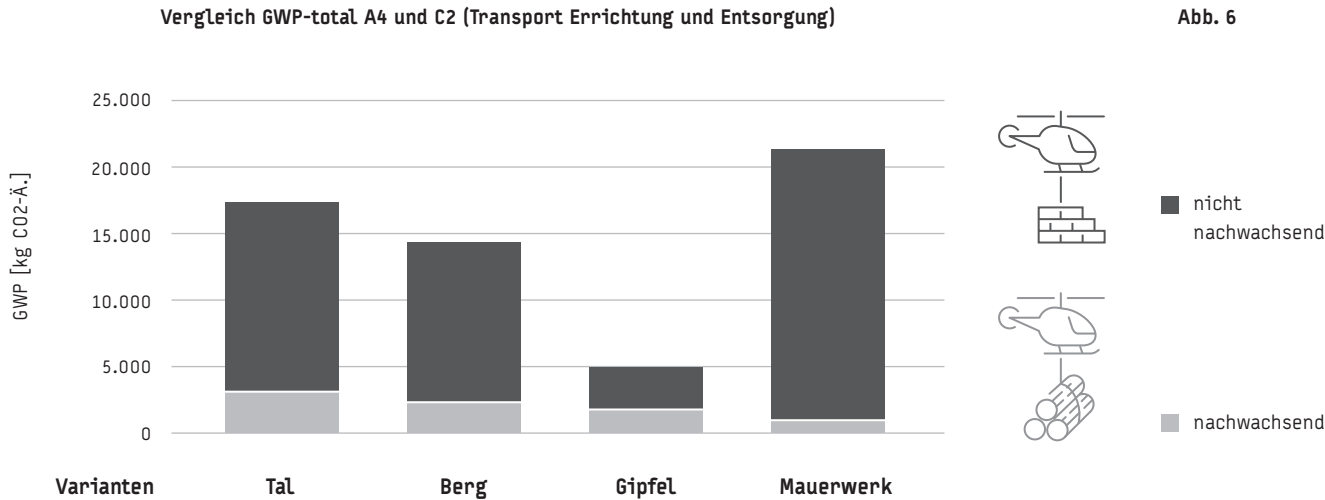


verbundenen grauen Emissionen. Zwischen der Mauerwerk-Variante und der Gipfel-Variante ergibt sich eine Einsparung von bis zu 75 %.

Für die Varianten *Mauerwerk* und *Tal* unterscheiden sich die Stahlbetonbauteile im Keller nicht. Ersetzt wurden hier die Mauerwerkaußenwände durch Brettspertholzaußenwände. Allein durch diese Maßnahme ist ein Einsparpotential von 16,5 % der Emissionen zu verzeichnen. Im Vergleich zur Tal-Variante hat die Berg-Variante um 22,7 % geringere Emissionen. Dies ist auf eine Reduktion der Bauteilquerschnitte zurückzuführen. Reduziert man die Anforderungen an Schallschutz und Wärmeschutz weiter, und verzichtet auf die Nutzung von Stahlbeton im Keller (Gipfel-Variante), können 74,9 % der Emissionen im Vergleich zur Mauerwerk-Variante gespart werden.

In Abhängigkeit der Reduktion der Materialmenge, wird auch das Transportvolumen verringert, und folglich auch die logistikbedingten Emissionen.

Abb. 6



Die Abbildungen zeigen, dass eine Reduktion der Anforderungen und der Komfortansprüche an das Gebäude zu einer Emissionsreduktion führt. Wichtig ist, im Vorfeld zu klären, an welchen Stellen die Anforderungen und die Komfortansprüche reduziert werden können, und an welchen Stellen diese eingehalten werden müssen.

2. Strategie: Materialwahl anpassen

Eine zweite Strategie zur Emissionsreduktion liegt in der Wahl emissionsarmer, vorzugsweise regionaler und nachwachsender Materialien mit Kohlenstoffspeicherungspotential, welche als konsistente Nachhaltigkeitsstrategie einzuordnen ist. Abbildung 5 und Abbildung 6 zeigen, dass sich die Reduktion der Emissionen zwischen den verschiedenen Konstruktionsvarianten in Abhängigkeit zu den Anforderungen bei der Hochlandhütte auch durch die Wahl der Baustoffe ableiten lässt. Je weniger mineralische Baustoffe bei den Varianten verwendet werden, desto geringer sind die Gesamtemissionen. Der Anteil an Emissionen verursacht durch nachwachsende Rohstoffe ist in allen Varianten deutlich geringer als der Emissionsanteil der nichtnachwachsenden. Bei der Variante Berg wurden Außenwände im Keller und die Bodenplatte aus Stahlbeton angenommen, dahingegen für die Variante Gipfel nicht. Allein daraus ergibt sich eine Einsparung von knapp zwei Dritteln des GWPs.

Zudem ermöglicht die Verwendung von nachwachsenden Rohstoffen durch ein geringeres Gewicht eine Reduktion der Transportemissionen. Je schwerer und voluminöser das Baumaterial, desto höher der Energieaufwand für den Transport – insbesondere bei Hubschraubereinsätzen. Deshalb sind leichte, kompakte Bauweisen mit hoher Raumausnutzung und durchdachter Logistikplanung zu bevorzugen. So lassen sich auch hier Transportflüge vermeiden. Die Unterschiede zwischen den Varianten sind in Abbildung 6 zu erkennen.

Auch wenn hierauf in diesem Leitfaden nicht weiter eingegangen wird, geben die Anpassungen der Funktionen, neben der Anpassung der Anforderungen an die Konstruktion und die Materialwahl, weiteres Einsparpotential. An dieser Stelle sind Suffizienz- und Effizienzmaßnahmen etwa durch reduzierte Raumprogramme, optimierte Grundrisse oder natürliche Lüftungskonzepte zu erwähnen.

Wie kann ich graue Emissionen kompensieren?

Trotz konsequenter Anwendung der genannten Nachhaltigkeitsstrategien entstehen bei Bauprojekten unvermeidbare Emissionen. Kompensation bietet hier die Möglichkeit, verbleibende Treibhausgasemissionen auszugleichen – nicht als Ersatz, sondern als ergänzende Maßnahme. Für die DAV-Sektionen stellt sich hierbei die Frage, welche Kompensationsmaßnahmen sowohl kurz- als auch langfristig die höchste Effizienz aufweisen. Zu den möglichen Optionen zählen lokale Aufforstungsprojekte, Beteiligungen an internationalen Klimaschutzprojekten oder die Förderung innovativer Technologien. Dabei geht es nicht allein darum, die geringsten Kosten pro kompensierter Tonne CO₂-Äquivalent zu erzielen. Vielmehr spielen langfristige Effekte wie regionale Wertschöpfung, gesellschaftliche Akzeptanz sowie nachhaltige Klimawirkungen eine Rolle. Der DAV hat sich in diesem Zusammenhang einen CO₂-Preis von derzeit 140 €/t CO₂ (Stand 2025) für alle verursachten Treibhausgasemissionen gesetzt. Durch diese transparente Vorgehensweise und gesetzten Kriterien übernehmen die DAV-Sektionen eine Vorbildfunktion, die ökonomische, ökologische und gesellschaftliche Aspekte im Sinne einer ganzheitlichen Nachhaltigkeit miteinander verbindet.

Dennoch gehen mit Kompensationsmaßnahmen Ungewissheiten und Herausforderungen einher. Kompensation verhindert keine Emissionen, sondern gleicht sie bilanziell aus. Die Treibhausgasemission verbleibt real in der Atmosphäre. Die Wirksamkeit von Kompensationsprojekten ist zudem schwer messbar: Die dauerhafte Bindung von Treibhausgasen kann nicht in jedem Fall garantiert werden. Daraus ergibt sich ein Risiko der Überbewertung oder eines sogenannten Greenwashings. Darüber hinaus kann Kompensation dazu führen, dass notwendige strukturelle Veränderungen oder Verhaltensanpassungen aufgeschoben werden – insbesondere, wenn Kompensation als einfache Alternative wahrgenommen wird. Der aktuelle CO₂-Preis bildet die tatsächlichen Klimafolgekosten nur unzureichend ab und erzeugt damit ein ökonomisches Ungleichgewicht. Kompensation sollte daher als unterstützender Mechanismus begriffen werden, nicht als Ersatz für effektive Maßnahmen zur Emissionsvermeidung und -reduktion.

Wie kann die Reduktion von Treibhausgasen bei der Planung berücksichtigt werden?

Was bedeutet das für Vermeiden – Reduzieren – Kompensieren?

Eine frühzeitige Integration ökologischer Nachhaltigkeitsziele ist notwendig, um Treibhausgasemissionen wirksam zu vermeiden, zu reduzieren und – wo notwendig – zu kompensieren. Bereits in den ersten Etappen der Planung sollte Nachhaltigkeit als handlungsleitendes Prinzip verankert werden. Die wichtigsten Stellschrauben lassen sich dabei entlang der bekannten Strategiehierarchie strukturieren.

Vermeiden

Am Anfang steht die Bedarfsprüfung. Ist ein Neubau wirklich erforderlich – oder kann durch Umnutzung, Sanierung oder geringeren Flächenbedarf auf emissionsintensive Maßnahmen verzichtet werden? Hierfür bietet der Leitfaden eine Orientierungshilfe. Eine erste Klärung sollte stets auf Sektionsebene erfolgen. Bei weiterführenden Fragen ist der DAV-Bundesverband einzubeziehen.

Reduzieren

Können bauliche Anforderungen reduziert und materialeffiziente, emissionsarme Bauweisen umgesetzt werden? Der Leitfaden stellt hierzu Handlungsempfehlungen bereit – von der Wahl geeigneter Konstruktionen bis zur Bewertung einzelner Bauteile.

Kompensieren

Für nicht vermeidbare Emissionen bietet der Bundesverband Empfehlungen zur Kompensation – einschließlich Preisansätzen, Qualitätskriterien und geeigneten Projektarten. Diese Hilfestellung kann in späteren Planungsphasen gezielt einbezogen werden.

Um frühzeitig Emissionen vermeiden und reduzieren zu können, kann als weiterführender Aspekt die Kreislauffähigkeit genutzt werden.

Was ist Kreislauffähigkeit generell und bei Schutzhütten?

Das kreislaufgerechte Bauen stellt eine *Konsistenzstrategie* dar. Dabei werden Baustoffe und Bauteile von Beginn an so geplant und konstruiert, dass sie nach ihrer Nutzungsphase leicht voneinander getrennt und erneut eingesetzt werden können. Dieses Vorgehen ermöglicht es, ein in sich geschlossenes und nachhaltiges Materialkreislaufsystem zu schaffen. Ein konsistentes Kreislaufkonzept setzt eine frühzeitige Planung voraus, die Rückbau und Wiederverwendung mitdenkt. Ziel ist es, Bauteile so zu gestalten und zu fügen, dass sie am Ende ihrer Nutzungsphase schadensfrei ausgebaut und wiederverwendet oder sortenrein recycelt werden können. Lösbare Fügetechniken – wie Schraub-, Steck- oder Klemmsysteme – sind gegenüber geklebten oder vergossenen Verbindungen zu bevorzugen. Dies verbessert sowohl die Wiederverwendbarkeit als auch die Rezyklierbarkeit der eingesetzten Materialien.

Die Erschließung der Alpen gilt als abgeschlossen, daher liegt bei Bau-
projekten des DAV meist ein Rückbau bestehender Hütten vor. Der DAV
adressiert zunächst eine Erneuerung bestehender Bauwerke oder Ersatz-
bauten, bei denen Materialien und Ressourcen aus dem Rückbau des
Bestandes genutzt und wiederverwendet werden können. Gleichzeitig sind
hochalpine Lagen mit spezifischen logistischen und ökologischen Heraus-
forderungen verbunden: Transporte sind aufwendig, teuer und mit hohen
Emissionen verbunden. Umso wichtiger ist es, vor Ort bei den Schutzhütten
das Material möglichst sortenrein zu trennen, zwischenzulagern und einer
erneuten Nutzung zuzuführen zu können.

Die Integration rückgebauter Bauteile – etwa Holzbalken oder Platten-
materialien – trägt zur Schonung von Ressourcen und zur Reduktion grauer
Emissionen bei. Voraussetzung dafür sind gerade am Berg geeignete Lager-
und Logistiklösungen, um den Rückbau vor Witterung bis zur Wiederver-
wendung zu schützen, sowie eine vorausschauende Entwurfsplanung, die
diese Prozesse bereits berücksichtigt. Bestehende Materialien sollten auf
ihre bautechnische Eignung ggfls. im Vorfeld geprüft und bei Erfüllung der
Anforderungen wiederverwendet werden.

Welche öffentlich-rechtlichen Vorgaben gibt es?
Welche Vorgaben gibt es DAV-intern?

Aktuell bestehen keine öffentlich-rechtlichen Verpflichtungen, Gebäude
kreislauffähig zu planen oder Bauteile wiederzuverwenden. Dennoch bildet
das Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG) eine relevante gesetzliche Grund-
lage. Es fordert, den Ressourceneinsatz zu minimieren und Stoffkreisläufe
möglichst zu schließen.^{4,3} Für Bauprojekte auf Hüttenebene ergibt sich
daraus eine Empfehlung, jedoch keine Pflicht. DAV-intern bestehen eben-
falls keine technischen Vorgaben zur Kreislauffähigkeit.

Die Kreislauffähigkeit kann jedoch einen wesentlichen Teil zum Grundsatz
„Vermeiden vor Reduzieren vor Kompensieren“ beitragen, indem bei an-
stehenden Rückbaumaßnahmen geprüft wird, inwieweit eine Wieder-
verwendung von Bauteilen technisch, konstruktiv und logistisch realisier-
bar ist. Sofern die Rahmenbedingungen dies zulassen, ist eine erneute
Nutzung gegenüber einer Entsorgung oder stofflichen Verwertung vorrangig
zu berücksichtigen.

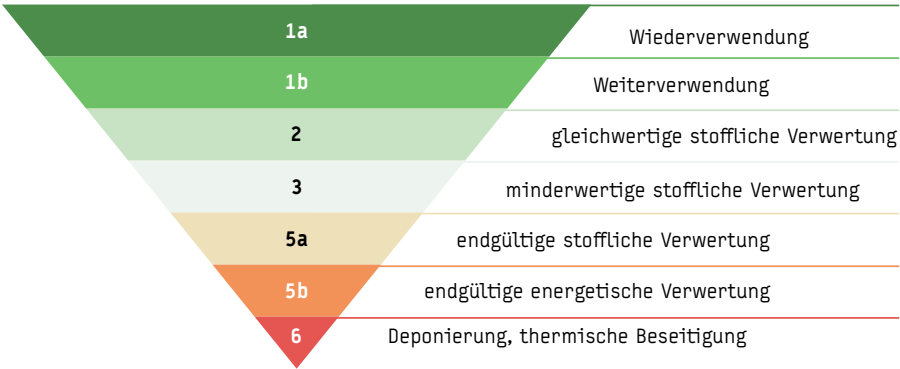
Die tatsächliche Wiederverwendung bringt jedoch technische und recht-
liche Anforderungen wie die Nachweisführung über mechanische Festigkeit
und Tragfähigkeit, den Ausschluss von Schadstoffbelastungen (z.B. über
Laborberichte) oder die Übereinstimmung mit geltenden Normen und
technischen Regeln mit sich. Hierfür steht der Bundesverband für Rück-
fragen zur Verfügung. Die Wiederverwendung ist kein Automatismus,
sondern muss projektbezogen im Einzelfall geprüft und abgestimmt werden.
Dazu ist die Zusammenarbeit mit Planenden, Handwerksbetrieben und
Genehmigungsbehörden notwendig.

Wie wird Kreislauffähigkeit gemessen?

Kreislauffähigkeit im Bauwesen lässt sich nicht durch eine einzelne Kenn-
zahl erfassen, sondern ergibt sich aus dem Zusammenspiel von Material-
wahl, Rückbaubarkeit und der nachgelagerten Entsorgungs- und Ver-
wertungsstrategie. Grundlage bildet die, im Kreislaufwirtschaftsgesetz
festgelegte Abfallhierarchie, die die stoffliche Nutzung von Materialien
priorisiert.^{4,3} Im Fokus steht das Ziel, Baustoffe möglichst lange und auf
einem qualitativ hohen Niveau im Nutzungskreislauf zu halten. Eine funktio-
nierende Kreislaufwirtschaft strebt demnach zunächst die Wiederverwen-
dung und Weiterverwendung von Bauteilen an. Kann diese nicht realisiert
werden, folgt die gleichwertige stoffliche Verwertung im Sinne eines
Recyclings. Erst wenn auch diese nicht möglich ist, sind minderwertige
stoffliche Verwertungsformen wie Downcycling zulässig. Als letzte Optionen
gelten die thermische Verwertung und die Deponierung.

Darstellung der Abfallhierarchie in Anlehnung an das Gesetz zur Kreislaufwirtschaft ^{4,3}

Abb. 7



Die Bewertung und Kategorisierung der anfallenden Materialien erfolgt im
Planungsprozess entlang ihres Verwertungspotentials. Ziel ist es, bereits
beim Rückbau eine klare Trennung vorzunehmen: Bauteile mit Wieder-
verwendungspotential werden identifiziert und gesichert; schadstoffarme
Materialien werden für ein hochwertiges stoffliches Recycling vorgesehen;
minderwertige Fraktionen werden in geeigneter Weise weiterverwertet
oder entsorgt. Diese qualitative Einordnung bildet die methodische Grund-
lage für eine differenzierte Beurteilung der Kreislauffähigkeit eines
Bauprojekts – sowohl auf strategischer als auch auf operativer Ebene.

**Wie ist das konkrete Vorgehen zur Ermittlung der Kreislauffähigkeit
von Schutzhütten?**
Wie können die unteren Verwertungsstufen vermieden werden?

Die für einen solchen Prozess notwendigen Schritte, von Bestandserfassung
über Dokumentation und Analyse, Kategorisierung, bis hin zu Entwicklung
von möglichen Szenarien für die Weiterverwendung, werden im Folgenden
exemplarisch am Teilersatzbau der Hochlandhütte dargestellt.

Schritt 1: Bestandsaufnahme über Dokumentation und Analyse

Im ersten Schritt erfolgen eine Dokumentation und Analyse des bestehenden Bauzustands. Dabei werden sämtliche Baumaterialien und Bauteile hinsichtlich ihres Zustands, der angewandten Verbindungstechniken sowie vorhandener Schadstoffbelastungen erfasst und bewertet. Zur Schadstoffuntersuchung werden hierfür Proben in ein Labor zur Untersuchung geschickt. Diese Bestandsaufnahme schafft eine Basis für die Kategorisierung der Rezyklate mit den dazugehörigen Mengen.

Schritt 2: Kategorisierung

Im zweiten Schritt werden die analysierten Materialien in zwei Kategorien eingeteilt:

Die erste Kategorie umfasst Materialien, deren Verbleib vor Ort aufgrund spezifischer Kriterien nicht möglich ist. Hierzu gehören schadstoffbelastete Bauteile, wie zum Beispiel mit Holzschutzmitteln kontaminierte Holzschindeln, Balken oder Schalungen. Ebenfalls in diese Kategorie fallen Materialien, deren Verbindungstechnik oder Verarbeitung keinen zerstörungsfreien Rückbau zulassen, etwa Dachpappen, Dampfbremsen, Gipskartonbekleidungen, Fliesen oder Pressspanplatten. Schließlich zählen dazu auch Materialien, die infolge ihrer fortgeschrittenen Alterung am Ende ihrer Lebensdauer angelangt sind, wie stark verwitterte oder korrodierte Blechdachbekleidungen und defekte Dachfenster.

In die zweite Kategorie werden Materialien gezählt, die direkt vor Ort verbleiben und genutzt werden können. Dazu gehören Elemente, die ohne wesentliche Aufarbeitung unmittelbar wiederverwendet werden können, beispielsweise Türen, Fenster und Photovoltaikanlagen. Zudem umfasst diese Kategorie auch schadstofffreie, weitgehend zerstörungsfrei rückbaubare Holzelemente, wie Sparren, Balken oder Platten, deren Weiterverwendung nach minimaler Bearbeitung möglich ist. Materialien, deren Wiedereinsatz in ihrer ursprünglichen Form nicht machbar ist, aber dennoch minderwertig stofflich verwertbar sind, wie beispielsweise gebrochener Beton, werden ebenfalls dieser Kategorie zugeordnet. Auch schadstofffreie, aber nicht zerstörungsfrei rückbaubaren Holzelemente, wie Holzschalungen und Leisten, sind der zweiten Kategorie zuzuordnen. Für diese Elemente erfolgt eine thermische Verwertung zur energetischen Nutzung vor Ort.

Schritt 3: Entwicklung Szenarien für Wiederverwendung

Im dritten Schritt erfolgt die Entwicklung von gezielten Szenarien für den Wiedereinbau von gewählten Elementen über eine detaillierte Analyse und Bewertung sowie eine anschließende Optimierung des Zirkularitätspotentials.

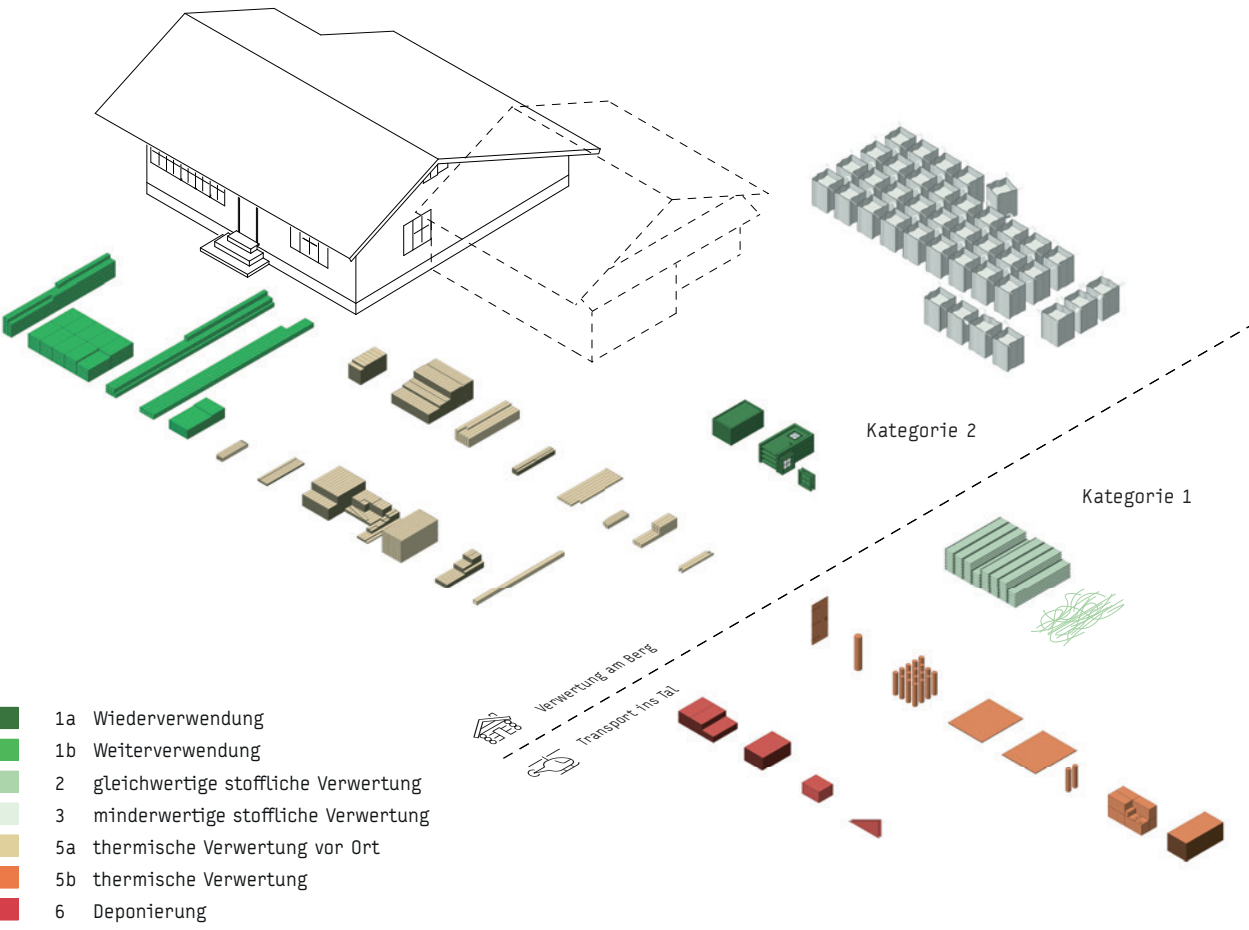
Szenarien zur Weiterverwendung der Holzkonstruktion aus Dach und Decke

Wie sich am Beispiel der Hochlandhütte gezeigt hat, liegt das größte Potential für einen Wiedereinbau, auf Grund ihres Zustandes, ihrer Lösbarkeit und Zugänglichkeit, vor allem bei den Holzkonstruktionen aus dem Dach (Sparren und Pfetten) sowie der Holzbalkendecke. Um jedoch Aussagen über die tatsächliche Weiterverwendbarkeit dieser Holzbauteile treffen zu können, müssen im Zuge der Optimierung der ausgewählten Elemente zwei Aspekte betrachtet werden. Erstens sind schadstoffbelastete Materialien für eine Weiterverwendung nicht geeignet und müssen stattdessen im Tal entsorgt werden. Bei der Hochlandhütte wurden im Außenbereich befindliche Bauteile, wie zum Beispiel Dachüberstände und Streichsparren mit schadstoffhaltigen Holzschutzmitteln behandelt. Sie machen etwa 18 % des Volumens der gesamten Konstruktion aus. Der zweite Aspekt ist die Befestigungsart und Bearbeitung der Holzbauteile. Ausklinkungen im Bereich der Auflager und Befestigungen durch Verschraubungen schwächen den Querschnitt der Bauteile und somit die Tragfähigkeit. Die notwendige Bereinigung dieser Stellen verringert die möglichen nutzbaren Längen. Bei der Untersuchung der Hochlandhütte reduziert sich das Wiedereinbaupotential auf Grund der Querschnittsschwächungen um weitere 16 % des Volumens.

Insgesamt ergibt sich aus dem Fallbeispiel der Hochlandhütte ein realisierbares Wiedereinbaupotential von etwa 66 % des Ressourcenvolumens der ursprünglich im Dach und in der Holzbalkendecke verwendeten Holzmaterialien.

Im Zuge der Planung des Ersatzbaus sind zwei konkrete Szenarien zur Wiederverwendung der rückgebauten Holzkonstruktion ausgearbeitet. Szenario 1 beschreibt den Einsatz der Sekundärrohstoffe als tragende

Abb. 8 Übersicht Bestandsaufnahme des Abbruchs der Hochlandhütte mit anschließender Kategorisierung



Holzbalkendecke und Szenario 2 als nichttragende Holztafelwände.
In Szenario 3 werden Potentiale der mineralischen Bauteile dargestellt.

Szenario 1: Weiterverwendung als tragende Holzbalkendecke

Ursprünglich ist für die Ausbildung der Geschossdecke als eine Tragkonstruktion aus Brettspertholz geplant. In diesem Szenario werden die vorhandenen Balken als tragende Balkenkonstruktion integriert und ersetzen vollständig die Funktion der ursprünglich vorgesehenen Brettspertholzdecke. Die Holzbalken aus dem Abbruch, mit Längen zwischen 2,00 m und 2,30 m, eignen sich für eine neue Balkendecke in den Schlaflagerbereichen, da dort in der Planung eine Schottenbauweise vorgesehen ist, zwischen der die Deckenelemente eingelegt sind. Aufgrund notwendiger Anpassungsarbeiten und nicht verwertbarer Anteile gehen etwa 25 % des Volumens des Ausgangsmaterials verloren. Mit den verbleibenden 41 % des Volumens der Balken kann jedoch die gesamte Tragkonstruktion der Decke substituiert werden. Es ist somit nicht erforderlich neue Bauteile für das Tragwerk der Decken aus dem Tal heranzutransportieren. Da die wieder-

verwendeten Bauteile in diesem Szenario eine tragende Funktion übernehmen, ist eine Prüfung und gegebenenfalls eine Klassifizierung gemäß geltenden technischen Normen erforderlich (vgl. Kapitel 5).

Szenario 2: Weiterverwendung in nichttragenden Holztafelwänden

Ein zweites Wiederverwendungsszenario ist der Einsatz der rückgebauten Holzbalken für den Bau nichttragender Holztafelwände im Erdgeschoss. Hierfür müssen die Querschnitte der Balken vor Ort aufgetrennt werden. Infolge von Bearbeitung und Materialausschuss gehen dabei rund 12 % des Materials verloren, das vor Ort thermisch verwertet werden kann. Mit den verbleibenden 54 % des Volumens wird jedoch der gesamte Bedarf der Rahmenkonstruktion für die Wände gedeckt und kann somit vollständig substituiert werden.

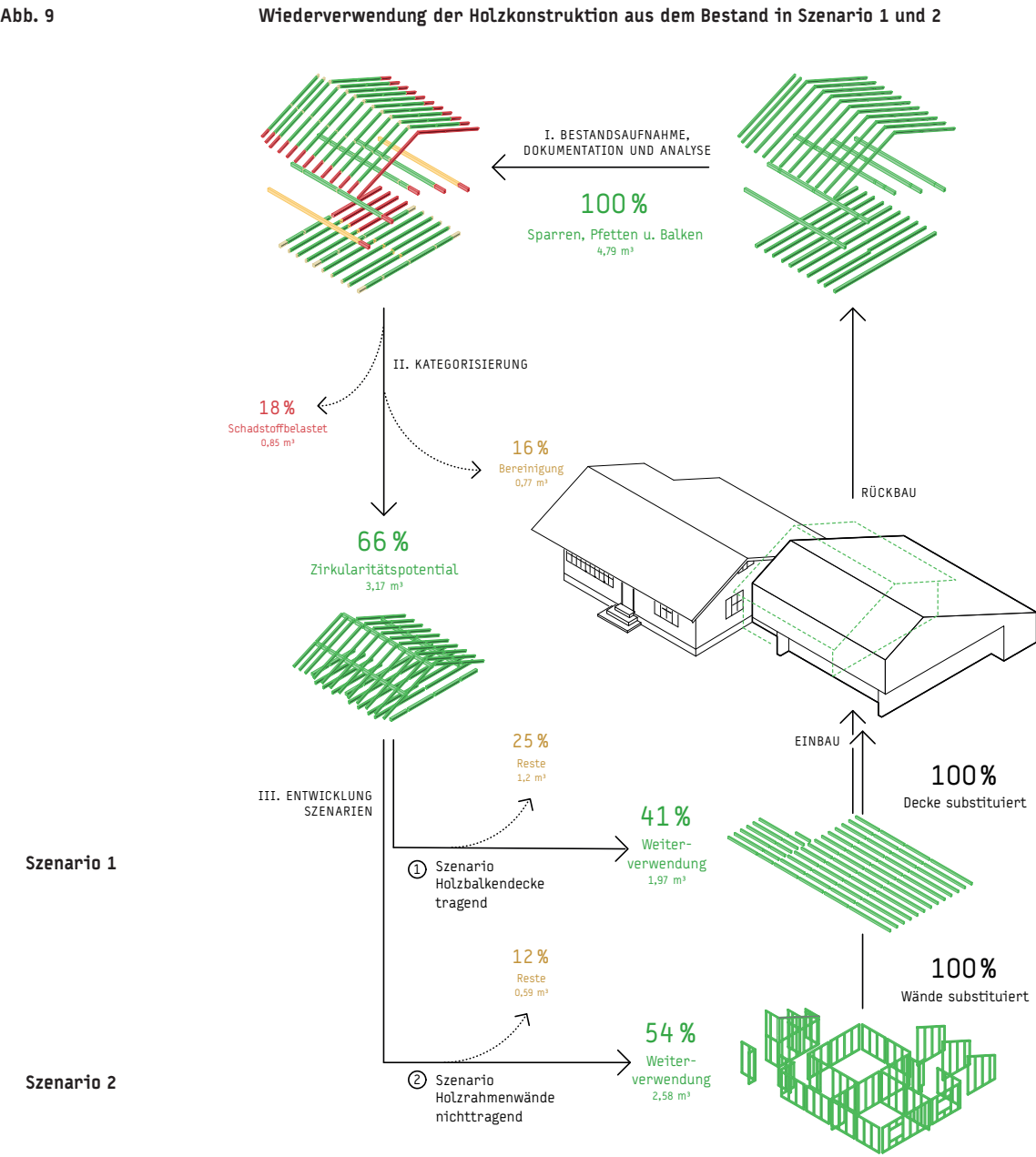
Szenario zur Weiterverwendung der mineralischen Konstruktion

Bei der Bewertung des Zirkularitätspotentials nehmen mineralische Baustoffe, vor allem Betonbauteile, eine zentrale Rolle ein. Gründungsbauteile sowie die Bodenplatte bilden mengen- und gewichtsbezogen den größten Anteil jener Materialien, die potentiell vor Ort verbleiben können. Durch eine Wiederverwendung bzw. Weiterverwertung in dem Ersatzbau können Transporte für die Entsorgung der rückgebauten Materialien sowie der Anlieferung von neuen Baustoffen vermieden werden. Für eine Weiterverwertung ist hier entscheidend, ob die mineralischen Bauteile sortenrein rückgebaut werden können, also frei von schadstoffhaltigen Anhaftungen, wie etwa bituminösen Anstrichen, sind.

Szenario 3: Weiterverwendung Betonbruch als kapillarbrechende Schicht

Beim Ersatzbau der Hochlandhütte wird unter der neuen Bodenplatte ein Bettungspolster aus einer kapillarbrechenden Schicht von 30 cm benötigt. In Szenario 3 (Abb. 10) wird untersucht, ob das gebrochene Material aus der Betonbodenplatte dafür verwendet werden kann. Da die bestehende Bodenplatte keiner Bodenfeuchte ausgesetzt war, kann davon ausgegangen werden, dass keine bituminösen Anstriche vorhanden sind und somit das vollständige Volumen der Stahlbetonplatte für eine Weiterverwendung zur Verfügung steht. Bei der Kategorisierung muss zwischen zwei Bestandteilen unterschieden werden.

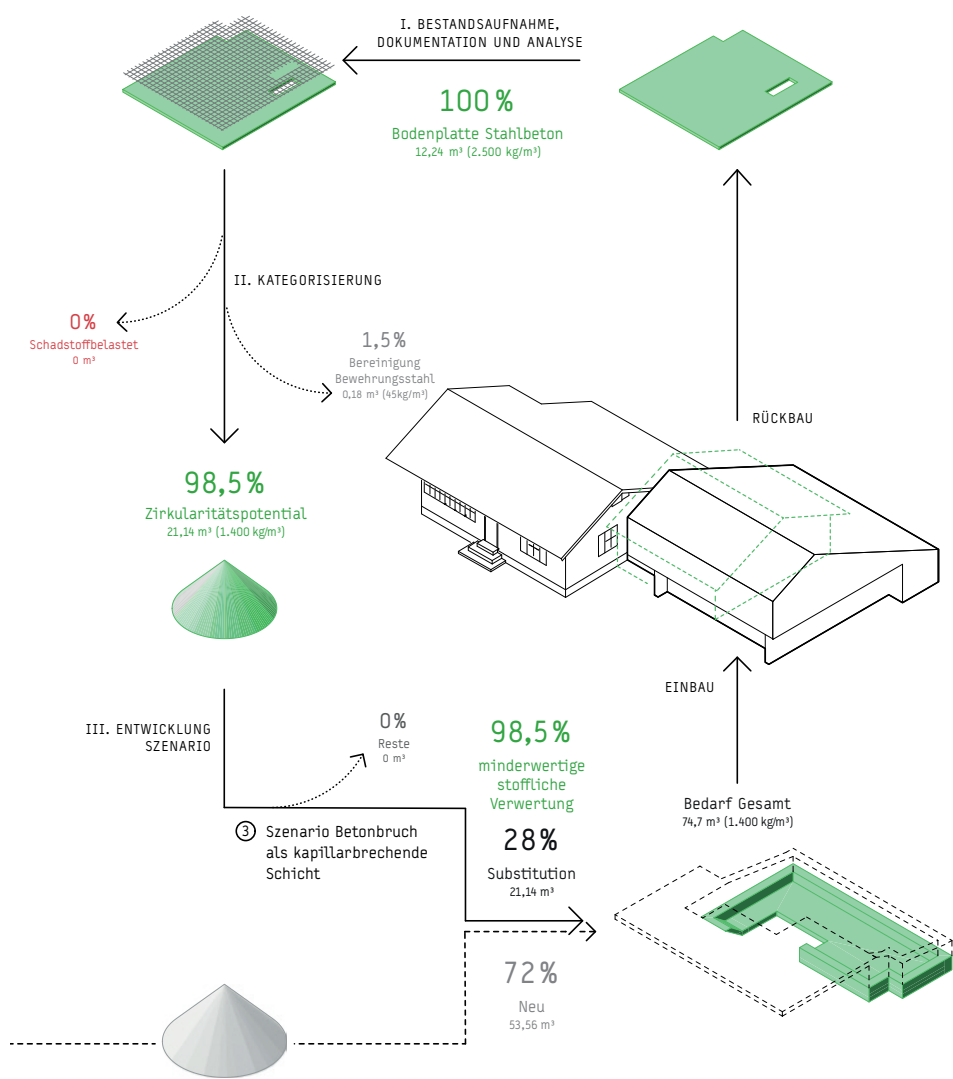
Das Volumen der Stahlbetonplatte besteht zu ca. 98,5 % aus mineralischen Bestandteilen und ca. 1,5 % aus Stahlbewehrung. Beide können verwertet werden, allerdings erfüllt nur der Beton die benötigten Anforderungen für die stoffliche Verwertung als Bettungspolster. Der Stahl muss beim Bruch vom Beton getrennt werden und kann anschließend im Tal für eine gleichwertige stoffliche Verwertung aufbereitet werden. Für die gesamte Stahlbetonplatte besteht somit ein Zirkularitätspotential von 100 %. Die für den Ersatzbau benötigte Menge an kapillarbrechender Schicht ist größer als die Menge des aufbereiteten mineralischen Sekundärmaterials, daher kann das aufbereitete Material vollständig vor Ort eingesetzt werden. Über den Betonbruch können 28 % des Volumens des erforderlichen Materialbedarfs substituiert werden. Die verbleibenden 72 % des Volumens müssen



mit neuem Material aus dem Tal hergestellt werden. Die stoffliche, wenn auch minderwertige Verwertung vor Ort reduziert damit nicht nur den Ressourcenverbrauch, sondern trägt erheblich zur Minimierung der Emissionen bei, da auch die Transportemissionen verringert werden können.

Abb. 10

Wiederverwendung der mineralischen Bauteile aus dem Bestand in Szenario 3



Szenario 3

Erkenntnisse Kreislauffähigkeit

Exemplarisch können beim Projekt der Hochlandhütte durch die untersuchte Integration von Sekundärrohstoffen die Anzahl der ursprünglich kalkulierten Transportflüge für die Entsorgung des Abbruchs von 53 auf lediglich 7 Flüge reduziert werden.

Eine weitergehende Reduktion der Transporte ließe sich zukünftig erzielen, indem bereits in der Planungs- und Bauphase schadstoffbelastete Anstriche und Imprägnierungen vermieden sowie ausschließlich Verbindungstechniken eingesetzt werden, die einen zerstörungsfreien Rückbau ermöglichen. Dabei spielen insbesondere die Art der Verbindung (kraft-, stoff- oder formschlüssig) sowie eventuelle Beschichtungen eine entscheidende Rolle. Hier gilt grundsätzlich formschlüssig (Steck-/Zimmermannsverbindung/

Klemmen) vor kraftschlüssig (Schrauben/Nägeln) vor stoffschlüssig (Kleben). Geklebte oder gestrichene Bauteile lassen sich in der Regel nicht zerstörungsfrei voneinander trennen oder aufgrund von Schadstoffbelastungen nicht stofflich verwerten. Solche Bauteile müssen dann thermisch verwertet oder deponiert werden. Vor allem Beschichtungen, Anstriche und Imprägnierungen können Schadstoffe enthalten. Daher sind solche oberflächlichen Eingriffe zu vermeiden.

Im Gegenzug bietet der konstruktive Holzschutz eine wirkungsvolle Strategie für langlebige, kreislauffähige Holzkonstruktionen. Maßnahmen wie ausreichende Dachüberstände, Hinterlüftung und der Schutz vor stehender Feuchtigkeit tragen zur Dauerhaftigkeit bei, ohne chemische Mittel einzusetzen. Eine materialgerechte Herstellung und Montage unterstützt ebenso die Dauerhaftigkeit. Ein Beispiel hierfür sind gespaltene Holzschindeln, die aufgrund ihrer faserparallel verlaufenden Struktur, der überlappenden Verlegung und ihrer Feuchteresistenz eine hohe Lebensdauer erreichen, auch ohne Beschichtung. Für stärker beanspruchte Bauteile kann der Einsatz natürlicher Öle wie Leinöl eine stofflich verwertbare Alternative darstellen.

Weiterhin ist am Beispiel der Hochlandhütte zu beachten, dass die Planung des Ersatzbaus zunächst unabhängig von der Betrachtung des Zirkularitätspotentials erfolgt ist. Erst im Nachhinein wurde geprüft, in welchen Bereichen ein Wiedereinbau von rezykliertem Material sinnvoll und technisch möglich ist. Wäre die Integration von Abbruchmaterial bereits in der frühen Entwurfsphase systematisch integriert worden, hätte die Kreislauffähigkeitsquote vermutlich weiter gesteigert werden können. Dies unterstreicht die Relevanz, kreislaufgerechtes Planen nicht nur als technische Maßnahme, sondern als integralen Bestandteil bei frühen Entwurfsentscheidungen zu verstehen.

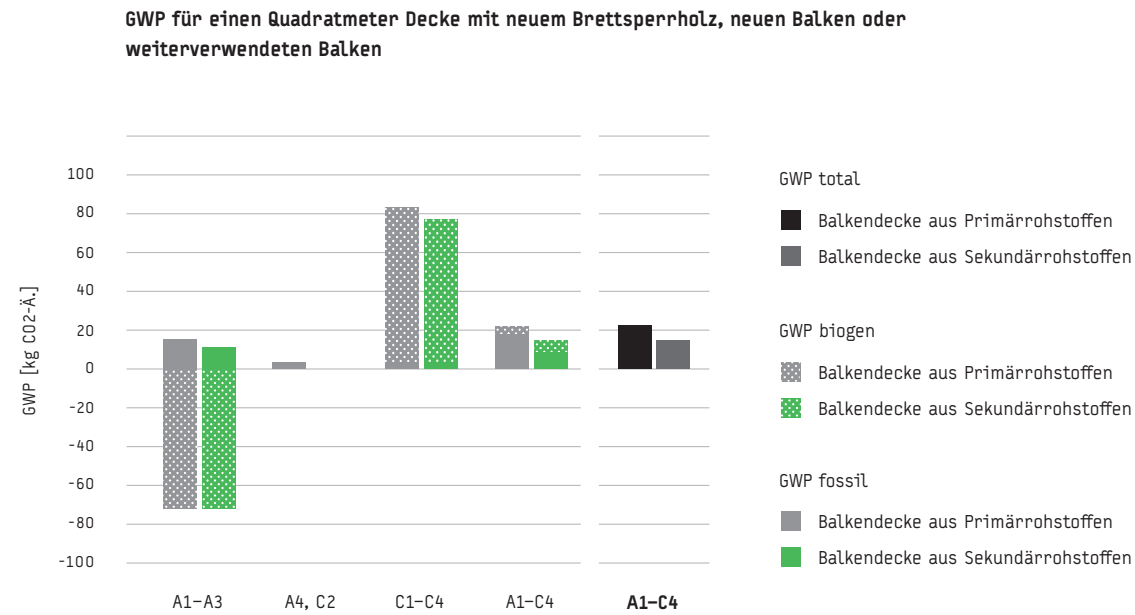
Inwiefern trägt Wiederverwendung zur Reduktion von Treibhausgasemissionen bei?

Der Wiedereinsatz von Bauteilen und deren Bestandteile bietet eine Möglichkeit zur Reduktion von Treibhausgasemissionen. Am Beispiel der Hochlandhütte wird dieses Potential anhand einer Balkendecke untersucht: Dabei bleibt der Bauteilaufbau gleich, jedoch werden zwei Varianten der tragenden Balken miteinander verglichen – einerseits Balken aus neuem, primärem Holz, andererseits wiederverwendete Balken aus dem Rückbau.

Die ökobilanzielle Bewertung unterscheidet zwischen fossilen Emissionen (GWP-fossil) und biogenen Kohlenstoffflüssen (GWP-biogen). In der Herstellungsphase weist das GWP-biogen negative Werte auf, da Kohlenstoff im Holz gespeichert wird. Über den Lebenszyklus betrachtet gleicht sich dieser Effekt jedoch durch die spätere Freisetzung – etwa bei thermischer Verwertung – aus. Entscheidender für die Emissionsbilanz ist daher das GWP-fossil, das in der Variante mit Sekundärholz deutlich niedriger ausfällt.

Das wiederverwendete Holz war bereits am Ort verfügbar, wodurch sämtliche Transportemissionen vermieden wurden. Ebenso entfallen bei der Wiederverwendung die Emissionen aus der energieintensiven Produktion

Abb. 11



neuer Baustoffe. Voraussetzung für diesen ökologischen Vorteil ist, dass der Aufwand für Demontage, Prüfung und Aufbereitung geringer ist als jener für Herstellung und Transport neuer Materialien – eine Bedingung, die im Fall der Hochlandhütte erfüllt wurde.

Insgesamt zeigt die Analyse ein um rund 28 % geringeres GWP-total bei der Variante mit Sekundärholz im Vergleich zu neuem Primärmaterial. Die Wiederverwendung verlängert nicht nur die Nutzungsdauer biogen gespeicherter Kohlenstoffmengen, sondern verringert auch direkt den Bedarf an neuen Rohstoffen und die damit verbundenen Emissionen. Diese Form der Kaskadennutzung steht exemplarisch für eine konsistente Ressourcennutzung im Sinne der Kreislaufwirtschaft.

Nicht alle Materialien lassen sich weiterverwenden. Bauteile, die aufgrund von Schadstoffbelastung, unzureichender Rückbaubarkeit oder funktionaler Einschränkungen nicht in den Materialkreislauf zurückgeführt werden können, müssen sachgerecht entsorgt werden.^{4,4} Die Praxis zeigt, dass eine hochwertige stoffliche Nutzung bislang die Ausnahme darstellt. So machen Bau- und Abbruchabfälle rund 55 % der Gesamtabfallmenge in Deutschland aus. Zwar werden davon über 90 % als „verwertet“ deklariert, doch geschieht dies häufig in Form eines Downcyclings – etwa als thermische Verwertung oder Verfüllmaterial –, wodurch das ursprüngliche Materialwertniveau nicht erhalten bleibt.^{4,5}

Die Entsorgungswege, wie sie im Fall der Hochlandhütte analysiert wurden, zeigen exemplarisch die logistischen und ökologischen Herausforderungen – insbesondere bei hochalpinen Standorten mit eingeschränkter Infrastruktur. Die Abbildung zeigt für die Hochlandhütte die konkreten Optionen für unterschiedliche Abfallentsorgungskategorien und ihre Entfernung zu Verwertungsstellen.

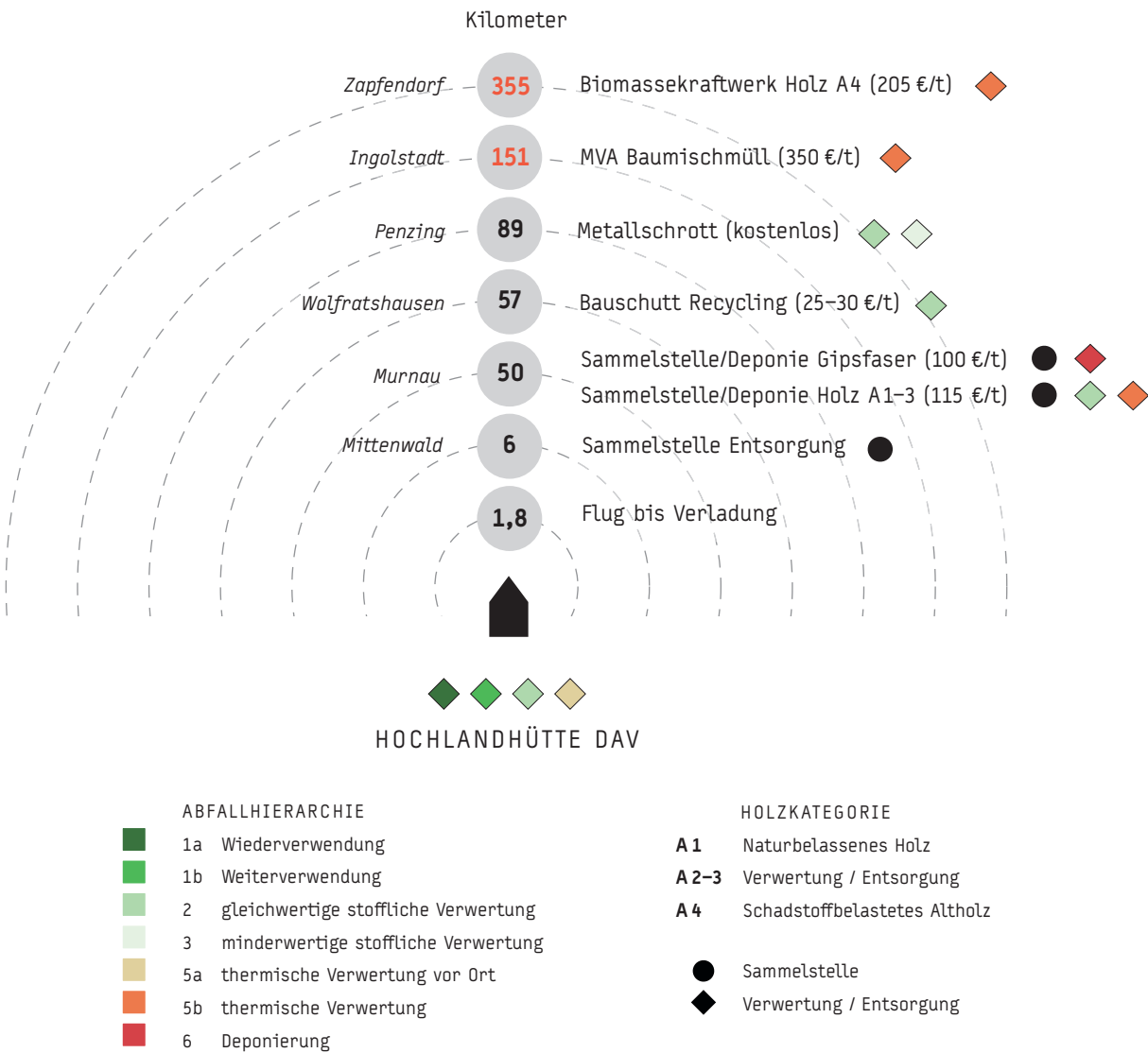
Ein Beispiel bietet die Entsorgung von Altholz: Naturbelassenes Holz bis behandeltes Holz (A1-A3) kann bei der Hochlandhütte vergleichsweise unkompliziert über regionale Entsorgungsstellen (50 km, ca. 115 €/t Entsorgungskosten) verwertet werden. Für belastetes Altholz (A4) jedoch bestehen

in der Region kaum Entsorgungsoptionen. Eine thermische Verwertung ist mit einem Transportweg von 355 km und Entsorgungskosten bis zu 205 €/t verbunden. Auch die Entsorgung mineralischer Fraktionen wie Gips ist kostenintensiv und technisch anspruchsvoll. Gipsabfälle unterliegen strengen Deponieauflagen, da bei deren unsachgemäßer Lagerung Schwefelwasserstoff entstehen kann. Eine Entsorgung (50 km Entfernung) verursacht Kosten von etwa 100 €/t. Die dargestellten Entfernungen verdeutlichen: Je näher die Entsorgungs- oder Verwertungsstelle liegt, desto größer ist das ökologische Einsparpotential – vor allem bei Betrachtung der Transportemissionen. Minderwertige und endgültige Verwertungsstufen, insbesondere die thermische Verwertung sowie die Deponierung sollten daher stets als letzte Möglichkeit betrachtet werden.

Für hochalpine Bauwerke kommen spezifische logistische und ökologische Anforderungen hinzu: Materialtransporte sind, vor allem mit Helikoptereinsatz, aufwendig, teuer und emissionsintensiv. Bereits bei der Materialwahl und Bauplanung sollte daher auf kreislauffähige, schadstoffarme und sortenreine Materialien geachtet werden, um eine möglichst ortsnahe, emissionsarme und ressourcenschonende Weiterverwendung oder Weiterverwertung zu begünstigen.

Entsorgungswege für den Rückbau der Hochlandhütte im Tal

Abb. 12



- ABFALLHIERARCHIE

 - 1a Wiederverwendung
 - 1b Weiterverwendung
 - 2 gleichwertige stoffliche Verwertung
 - 3 minderwertige stoffliche Verwertung
 - 5a thermische Verwertung vor Ort
 - 5b thermische Verwertung
 - 6 Deponierung
- HOLZKATEGORIE

 - A1 Naturbelassenes Holz
 - A2-3 Verwertung / Entsorgung
 - A4 Schadstoffbelastetes Altholz

● Sammelstelle
◆ Verwertung / Entsorgung

Wie kann die Kreislauffähigkeit bei der Planung berücksichtigt werden? Was bedeutet das für Vermeiden – Reduzieren – Kompensieren?

Damit Kreislauffähigkeit bei Hüttenbauprojekten wirksam umgesetzt werden kann, muss sie von Beginn an in den Planungsprozess integriert werden. Insbesondere beim Hüttenbau muss von Beginn an bedacht werden, wie Bauteile rückgebaut, wiederverwendet oder sortenrein getrennt werden können. Die Berücksichtigung von Rückbaupotentialen, Materialwahl und konstruktiver Ausführung bereits in den ersten Planungsphasen ermöglicht es, den Ressourcenverbrauch deutlich zu senken. Entlang der bekannten Strategiehierarchie lassen sich zentrale Maßnahmen systematisch gliedern:

Vermeiden

Der erste Schritt besteht in der Bedarfsprüfung. Muss tatsächlich neu gebaut werden – oder lassen sich bestehende Bauteile weiterverwenden? Sektionen sollten frühzeitig hinterfragen, ob vorhandene Materialien oder Konstruktionselemente wiederverwendet werden können. Diese Überlegungen sollten vor der Kontaktaufnahme mit dem Bundesverband angestellt werden. Der Leitfaden bietet hierzu konkrete Hinweise und unterstützt bei der Bewertung von Bestandsressourcen als Rohstoffquelle durch z.B. Laboruntersuchungen.

Reduzieren

Durch die gezielte Wiederverwendung von Materialien lässt sich der Materialeinsatz reduzieren – und damit auch das Treibhausgasbudget des Neubaus. Der Leitfaden liefert praxisnahe Empfehlungen zur Planung und Dokumentation des Einsatzes von Sekundärmaterialien. Neben ökologischen Vorteilen wie der Senkung grauer Emissionen ergeben sich auch ökonomische Einsparungen: Weniger Bedarf an Primärressourcen bedeutet geringere Transport- und Entsorgungskosten – ein besonders relevanter Aspekt in schwer zugänglichen alpinen Regionen.

Kompensieren

Nicht vermeidbare Emissionen, die trotz kreislaufgerechter Planung verbleiben, können kompensiert werden. Durch die frühzeitige Einbindung des Bundesverbands und fachkundiger Planungsbeteiligter wird eine fundierte Einschätzung der Wiederverwendungspotentiale ermöglicht. Gleichzeitig wird Planungssicherheit geschaffen und der Anteil tatsächlich zu kompensierender Emissionen minimiert.

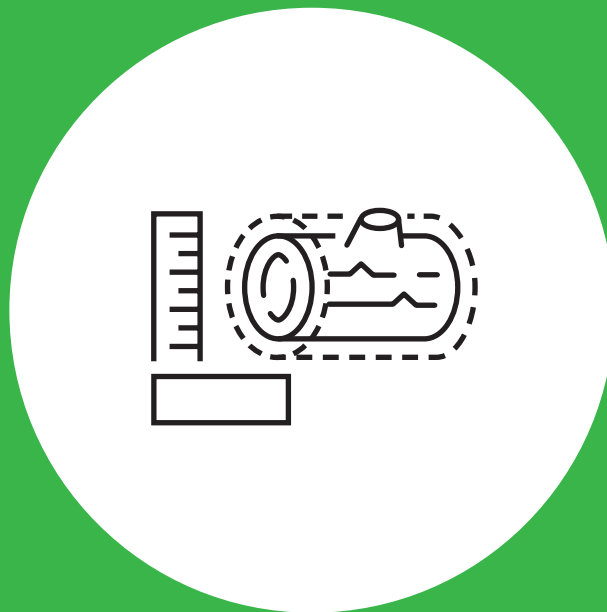
Die konsequente Umsetzung kreislaufwirtschaftlicher Prinzipien stärkt zudem das Verantwortungsbewusstsein gegenüber dem Bauwerk und der Umwelt. Sie leistet einen wichtigen Beitrag zur Etablierung eines langfristigen Nachhaltigkeitsverständnisses innerhalb der Sektionen.

Was bedeuten Nachhaltigkeit und Zirkularität im Kontext von Schutzhütten?

Die Ergebnisse zeigen, dass Kreislauffähigkeit und Treibhausgasreduktion im hochalpinen Hüttenbau durch integrale Planung und gezielte Maßnahmen realisierbar sind. Ziel ist es, gemeinsam mit den Sektionen den „Gipfel“ der nachhaltigen Baukultur zu erreichen – sowohl im ökologischen als auch im gesellschaftlichen Sinne. Dabei gilt es jedoch zu berücksichtigen, dass nicht in jedem Fall standardisierte Lösungen, wie sie etwa im Bauteilkatalog hinterlegt sind, uneingeschränkt anwendbar sind. Vielmehr erfordert die Umsetzung eine kontextbezogene Abwägung – insbesondere im Spannungsfeld zwischen technischen Anforderungen, planerischer Freiheit und ökologischen Zielsetzungen.

In den folgenden Kapiteln wird konkret darauf eingegangen, wie einzelne Fachdisziplinen – wie Bauphysik, mechanische Festigkeit oder Schallschutz – zu einer nachhaltigen und kreislauffähigen Planung beitragen können.

Mechanische Festigkeit und Standsicherheit



Eine zentrale Anforderung an Gebäude ist deren Standsicherheit. Diese hängt maßgeblich von der mechanischen Festigkeit (Zug-, Druck-, Biege-, Schub-, Torsionsfestigkeit) der verwendeten Werkstoffe und Bauteile ab. Zusätzlich zu den im Tal üblichen äußeren Einwirkungen müssen Schutzhütten durch ihre extreme Lage stärkeren Wind-, Schnee-, und Eislasten standhalten. Welchen Handlungsspielraum gibt es, um die Standsicherheit zu gewährleisten? Wie können dabei die Nachhaltigkeitsstrategien umgesetzt werden?

Wo sind die wichtigsten Anforderungen zur mechanischen Festigkeit und Standsicherheit geregelt?

Die Standsicherheit wird von der Musterbauordnung (MBO) für jede bauliche Anlage gefordert. Bauliche Anlagen müssen in ihrer Gesamtheit als auch in ihren einzelnen Teilen standsicher sein. Eine der wichtigsten Normen (in Zusammenhang mit der konkretisierenden Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen) ist die DIN EN 1990 – Grundlagen der Tragwerksplanung – in Verbindung mit dem entsprechenden nationalen Anhang. Diese Norm legt fest, dass ein Tragwerk so zu planen und auszuführen ist, dass es während der Errichtung und der vorgesehenen Nutzungszeit mit angemessener Zuverlässigkeit und Wirtschaftlichkeit den möglichen Einwirkungen und Einflüssen standhält.

Zudem müssen die Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit eines Bauwerks oder eines Bauteils erfüllt werden. Daraus ergibt sich insbesondere die Notwendigkeit einer ausreichenden Tragfähigkeit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit, um ein möglichst robustes Tragwerk zu gewährleisten.

Was sollte bei der Konzeption und Errichtung von Schutzhütten berücksichtigt werden?

Bei der Konzeption und Errichtung von Schutzhütten steht die Tragfähigkeit des gesamten Bauwerks sowie der einzelnen Bauteile im Vordergrund. Die Konstruktion muss sicherstellen, dass Belastungen wie Schnee, Eis, Wind, Erddruck, Brand und weitere Einwirkungen zuverlässig abgetragen werden. Gleichzeitig sind die Bauteile so zu konzipieren, dass sie eine ausreichende Robustheit und Dauerhaftigkeit aufweisen, um eine möglichst ressourcenschonende Bauweise zu gewährleisten.

Da sich Schutzhütten oft in Höhenlagen über 1.500 Metern über dem Meeresspiegel (NHN) befinden, ist die Norm zur Ermittlung der Schneelasten in diesen Fällen nicht mehr anwendbar. Stattdessen müssen ortsbezogene

Mechanische Festigkeit

Die mechanische Festigkeit beschreibt die Fähigkeit eines Werkstoffs oder Bauteils, mechanischen Beanspruchungen wie Zug, Druck, Biegung, Schub oder Torsion zu widerstehen, ohne zu versagen.

Normalkraftbeanspruchung
Die Normalkraftbeanspruchung beschreibt die Belastung eines Bauteils durch eine Kraft, die entlang seiner Achse wirkt. Bei der Zugbeanspruchung wird das Bauteil auseinandergezogen (z.B. Seil). Bei der Druckbeanspruchung wird das Bauteil zusammengedrückt (z.B. Stütze).

Biegebeanspruchung
Biegebeanspruchung tritt auf, wenn eine Kraft auf ein Bauteil oder Material einwirkt und es dazu bringt, sich zu verbiegen oder durchzuhängen. Wenn eine Brücke, ein Balken oder ein Lineal in der Mitte nach unten gedrückt wird, dann wird es gebogen – das ist Biegebeanspruchung!

Grenzzustand der Tragfähigkeit
Beschreibt den Zustand, ab dem ein Bauteil oder einzelne Bauteilbereiche versagen – sei es durch Bruch oder übermäßige Verformung – und dadurch die Sicherheit und Gesundheit von Menschen gefährden.

Schneelastgutachten erstellt werden. Gleiches gilt für die Ermittlung von Windlasten, wenn sich Schutzhütten auf Kamm- oder Gipfellagen des Mittelgebirges oder in Höhen über 1.100 Metern NHN befinden. In solchen Fällen ist ebenfalls ein Windlastgutachten erforderlich. Der Aspekt der Gebrauchstauglichkeit spielt bei Schutzhütten eine eher untergeordnete Rolle. Beispielsweise sind übermäßige Durchbiegungen oder Schwingungen in Schlafräumen weniger kritisch, da diese Räume in der Regel nur während der Hüttenruhe zum Schlafen genutzt werden. In Bereichen mit empfindlicheren Oberflächen, wie Küchen oder Bädern, müssen übermäßige Durchbiegungen hingegen vermieden werden, um Schäden an Fliesenbelägen oder anderen empfindlichen Oberflächen zu vermeiden. Auch bei Dachtragwerken können die üblichen Durchbiegungsgrenzen im Einzelfall hinterfragt werden. Hierbei ist jedoch sicherzustellen, dass mögliche übermäßige Verformungen nicht zu Schäden an Anschlüssen oder Verbindungen führen. In solchen Fällen sind weitergehende Untersuchungen erforderlich, um die Dauerhaftigkeit der Konstruktion langfristig zu gewährleisten.

Welche Spielräume gibt es bei der Konzeption von Schutzhütten?

Gemäß § 3 und § 12 Absatz 1 der Musterbauordnung (MBO) muss jede bauliche Anlage sowohl in ihrer Gesamtheit als auch in ihren einzelnen Teilen und für sich allein standsicher sein. Im Bereich der Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit, wie Durchbiegung und Schwingung, sowie der Dauerhaftigkeit hat der/die Auftraggeber*in jedoch einen Entscheidungsspielraum. Gegebenenfalls kann von den üblichen Grenzen abgewichen werden, sofern die Nutzung und Funktionalität der Schutzhütte dadurch nicht wesentlich beeinträchtigt wird. Besonders bei Schutzhütten, die ausschließlich im Sommer genutzt werden, ist es möglich, übermäßige Verformungen während der winterlichen Schneelast als unkritisch zu betrachten, da sie die Nutzung außerhalb der Wintersaison nicht beeinflussen. In solchen Fällen besteht die Möglichkeit, Schutzhütten durch einfache temporäre Maßnahmen für die Wintermonate gezielt zu ertüchtigen. So können beispielsweise zusätzliche temporäre Stützen eingebaut werden, um sowohl die Anforderungen an die Tragfähigkeit als auch an die Gebrauchstauglichkeit während dieser Zeit sicherzustellen und die Hütte somit winterfest zu machen.

Wie können unsere Schutzhütten nachhaltig gebaut werden?

Ein zentraler Grundsatz nachhaltigen Bauens besteht in der Suffizienz. Das bedeutet, dass nur so viel Material eingesetzt wird, wie tatsächlich erforderlich ist. Bei der Wahl des Tragwerks sollte darauf geachtet werden, normalkraftbeanspruchte Tragwerke gegenüber biegebeanspruchten Bauteilen zu bevorzugen. Der Grund dafür liegt in der effizienteren Materialnutzung: Bei Biegebeanspruchung werden lediglich die äußeren Fasern eines Bauteils voll ausgelastet, während normalkraftbeanspruchte Konstruktionen das Material insgesamt deutlich effizienter nutzen. Die Auswahl eines geeigneten Tragwerks kann jedoch nur in enger Zusammenarbeit zwischen Architekt*innen und Ingenieur*innen erfolgen, da das Tragwerk in diesem Fall nicht nur die Konstruktion, sondern auch die Architektur und das Erscheinungsbild maßgeblich prägt.

Während die Grenzzustände der Tragfähigkeit in allen Fällen zwingend eingehalten werden müssen, besteht insbesondere im Bereich der Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit ein großer Handlungsspielraum. Zur Veranschaulichung wird ein Einfeldträger mit einer Breite von 1,0 Metern betrachtet, dessen Spannweite zwischen 2,5 Metern und 5,0 Metern variiert. Für unterschiedliche Grenzzustände wird jeweils die erforderliche Bauteilhöhe ermittelt.

| | |
|-------------|--|
| GZT (kalt): | Einhaltung des Grenzzustands der Tragfähigkeit in der Kaltbemessung |
| GZT (heiß): | Einhaltung des Grenzzustands der Tragfähigkeit für die Heißbemessung mit R30 (einseitiger Abbrand von unten) |
| GZG (w): | Einhaltung des Grenzzustands der Gebrauchstauglichkeit hinsichtlich der Durchbiegung (w) |
| GZG (f): | Einhaltung des Grenzzustands der Gebrauchstauglichkeit hinsichtlich der Schwingung (f) – Grenzfrequenz 8Hz. |

Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit
Beschreibt Verformungen, Schwingungen oder andere Beeinträchtigungen, die die Nutzung eines Bauteils oder Bauwerks betreffen. Dabei besteht keine unmittelbare Gefahr für Leib und Leben, jedoch können Komfort, das optische Erscheinungsbild sowie die Funktionalität des Bauwerks beeinträchtigt werden.

Beispielrechnungen am Einfeldträger

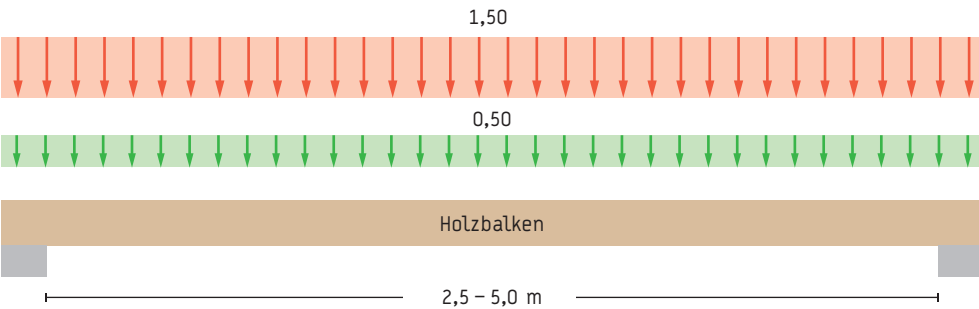


Abb. 13

| | | | | | |
|----------------|----------|----------|-------------------|-----------------|----------------------------|
| Belastungen | Material | Umgebung | Abmessungen | Spannweite | Gesucht |
| kg = 0,5 kN/m² | GL24h | NKL 1 | b = 1,0 m d = var | 2,5 m bis 5,0 m | erforderliche Bauteildicke |

Zusammenfassung der Ergebnisse

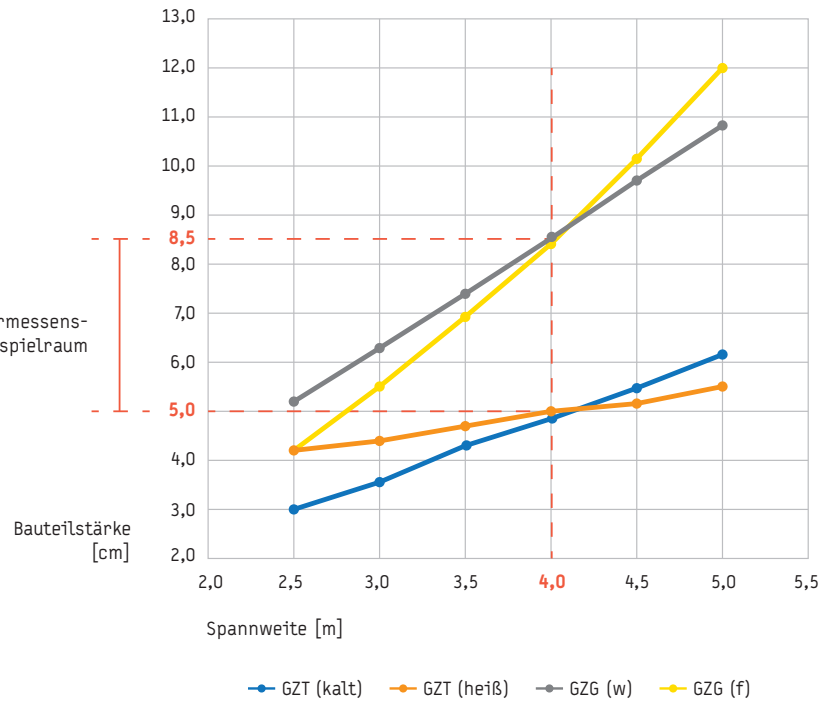


Abb. 14

Die Auswertung zeigt, dass bei einer Spannweite von 4,0 m und dem angegebenen Belastungszustand im Grenzzustand der Tragfähigkeit eine Mindestbauteilstärke von lediglich 5 cm erforderlich ist. Zur Einhaltung aller Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit hingegen wäre eine Mindestbauteilstärke von etwa 8,5 cm notwendig. Dies bedeutet, dass durch die gezielte Anpassung an die Tragfähigkeitsanforderungen rund 3,5 cm Holzquerschnitt eingespart werden könnte. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass bei einem minimalen Materialeinsatz von 5,0 cm die Durchbiegung in Feldmitte rund 8,5 cm beträgt und die Eigenfrequenz der Decke bei lediglich etwa 3 Hz liegt. Ob diese Verformung sowie die geringe Eigenfrequenz akzeptabel sind, liegt im Ermessensspielraum der Bauherrenschaft oder der Eigentümer*innen.

Die häufig abgelegene Lage und die schwierige logistische Erreichbarkeit von Schutzhütten haben einen wesentlichen Einfluss auf die Materialwahl. Entscheidend sind dabei Faktoren wie Gewicht, Verarbeitbarkeit, Bauteilgröße und Langlebigkeit. Da der Transport von Baumaterialien mit einem hohen Energieaufwand und verursachten Treibhausgasen verbunden ist, sollte nur das absolut Notwendige eingebracht werden. In diesem Zusammenhang sollte in vielen Fällen auch die Gründungssituation genauer untersucht werden. Häufig tritt unverwitterter Fels zutage, der eine sichere Gründung mit geringem Materialaufwand und kleinformatischen Bauteilen ermöglicht. Darüber hinaus kann der anstehende Fels bei Unterkellerungen als natürliche Kellerwand genutzt werden, wodurch auf eine aufwendige Betonvorsatzschale verzichtet werden kann. In allen Fällen ist jedoch ein entsprechendes geotechnisches Gutachten zwingend erforderlich. Eingebrachte Bauteile sollten so konzipiert sein, dass sie bei späteren Umbauten problemlos ausgebaut und idealerweise erneut verwendet werden können. Besonders wichtig ist hierbei die lösbare und sortenreine Trennbarkeit der Bauteile. In diesem Zusammenhang haben sich insbesondere traditionelle, zimmermannsmäßige Verbindungen als vorteilhaft erwiesen.

Was bedeutet das für das Tragwerk bei nachhaltigen Schutzhütten?

Gebäude – unabhängig davon, ob sie im Tal oder am Berg errichtet werden – sind so zu planen und zu bauen, dass sie sowie ihre einzelnen Bauteile den Einwirkungen aus Schnee, Eis, Wind, Erddruck und anderen Belastungen auch im Brandfall sicher standhalten, ohne zu versagen. Solange die Tragfähigkeit in vollem Umfang gewährleistet ist, dürfen sich Bauteile unter diesen Lasten auch stärker verformen als üblich. Dies ist insbesondere bei Schutzhütten akzeptabel, da die effektive Nutzbarkeit der Hütte nicht beeinträchtigt wird und davon ausgegangen wird, dass das Gebäude beispielsweise bei maximaler Schneelast nicht dauerhaft bewohnt wird.

Werden größere Verformungen zugelassen, als es bei Wohnhäusern im Tal üblich ist, müssen Anschlussdetails in Planung und Ausführung besonders sorgfältig betrachtet werden. Dies erhöht zwar den Planungsaufwand, da keine Standardlösungen verwendet werden können, ermöglicht jedoch eine erhebliche Materialeinsparung und trägt somit zu einer effizienten und suffizienten Schutzhütte bei.



Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz

Die Anforderungen an Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz sind im Bauwesen als übergeordnete Schutzziele verankert und gewinnen insbesondere in Bauvorhaben, die mehrdimensionale Anforderungen stellen, an Bedeutung. Auf Schutzhütten, die aufgrund ihrer abgelegenen Lage in Naturschutzgebieten als Arbeitsstätten für das Hüttenteam als auch als Erholungsorte für Gäste dienen, müssen Materialien und Bauweisen verwendet werden, die den hygienischen, gesundheitlichen und umweltschutzrechtlichen Standards entsprechen. Um diese Schutzziele unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit einhalten zu können, liegt der bauliche Fokus auf der Materialität. Welche Anforderungen müssen die verbauten Materialien erfüllen, damit sie die Aspekte der Hygiene, Gesundheit und des Umweltschutzes berücksichtigen? Welche Aspekte sind bei der Betrachtung relevant?

Welche Orientierung geben die öffentlich-rechtlichen Maßgaben zur Erfüllung von Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz?

Gemäß Musterbauordnung sind „bauliche Anlagen so anzuordnen, zu errichten, zu ändern und instand zu halten, dass die öffentliche Sicherheit und Ordnung, insbesondere Leben, Gesundheit und die natürlichen Lebensgrundlagen nicht gefährdet werden und durch pflanzliche und tierische Schädlinge sowie andere chemische, physikalische oder biologische Einflüsse keine Gefahren oder unzumutbaren Belästigungen entstehen“.^{6.1} Die zunächst allgemein formulierten Anforderungen werden in den Technischen Baubestimmung durch zwei Aspekte konkretisiert: Zum einen durch die Installation einer Lüftungsanlage bei Küchen, Bädern und Toilettenräumen in Wohnungen, zum anderen durch die Vermeidung von Schadstoffen beim Einbau neuer sowie beim Rückbau verbauter Materialien.^{6.2} Das Ziel ist es, Mensch und Natur vor (gesundheits-)gefährdenden Materialien zu schützen und dauerhaft hygienische Verhältnisse zu gewährleisten. Zur vollständigen Darstellung sei darauf hingewiesen, dass auch Vorgaben aus der Arbeitsstättenrichtlinie, wie etwa die ausreichende natürliche Belichtung von Arbeitsstätten, in der Planung berücksichtigt werden müssen. Im Blick auf die nachhaltige Bauweise, beschränkt sich dieses Kapitel jedoch auf die baulichen Möglichkeiten.^{6.3+6.4}

Wo finden sich in Schutzhütten die Themen Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz wieder?

Der Begriff der Hygiene ist bei Schutzhütten in den Bereichen relevant, in denen Hygieneanforderungen beachtet werden müssen, wie in Küchen, Sanitärbereichen, Lebensmittellagern und in Räumlichkeiten für die Entsorgung. Die im Tal übliche Schwarz-Weiß-Trennung bei Küchen (benutztes/

Schwarz-Weiß-Prinzip
Trennung von schmutzigen „Schwarz-“ und sauberen „Weiß-Bereichen“, mit dem Ziel, die Übertragung von Krankheitserregern zu vermeiden.

VOC

Emission flüchtiger organischer Verbindungen

Schadstoffe

Sind in vielen herkömmlichen Bauprodukten enthalten und beeinträchtigen die Raumluftqualität und können sowohl die Umwelt als auch die Gesundheit gefährden. Beispiele sind VOCs aus Lacken, Farben und Klebstoffen, welche Kopfschmerzen, Atemwegsreizungen oder Allergien auslösen können. Auch Weichmacher in Kunststoffen, Flammschutzmittel und bestimmte Holzschutzmittel können problematische Chemikalien freisetzen. Besonders in geschlossenen, schlecht belüfteten Räumen kann die Konzentration dieser Schadstoffe steigen.

sauberes Geschirr) wird bei Schutzhütten zunehmend gefordert, lässt sich aber bei Bestandsgebäuden nicht uneingeschränkt umsetzen. Daher sind hygienische Aspekte insbesondere bei der Materialwahl zu berücksichtigen. Oberflächenmaterialien müssen hinsichtlich ihrer Reinigungsfähigkeit und Beständigkeit gegen mechanische und chemische Einwirkungen geprüft werden. Die Auswahl von Baustoffen mit rutschhemmenden Eigenschaften trägt zur Reduktion des Unfallrisikos bei. Zudem sind Materialien mit geringer Emission flüchtiger organischer Verbindungen (VOC) zu bevorzugen, da diese VOCs nachweislich die Raumluftqualität verschlechtern und das Risiko gesundheitlicher Beeinträchtigungen erhöhen.

Wie können passende Materialien für Schutzhütten gewählt werden?

Die Aspekte Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz sind im Bauwesen zentrale Parameter, die insbesondere im Kontext von Schutzhütten eine besondere Relevanz erhalten. Die Wahl geeigneter Baustoffe muss unter Berücksichtigung dieser Faktoren erfolgen, um eine sowohl umwelt- als auch gesundheitsschonende Bauweise sicherzustellen. Dabei spielen insbesondere die Reduktion gesundheitsschädlicher Emissionen, die Minimierung negativer Umweltwirkungen sowie die konstruktive Sicherstellung hygienischer Bedingungen eine zentrale Rolle. In Anhang C befindet sich eine Baustoffliste, welche eine Auswahl an Baustoffen darstellt, die im Kontext von alpinen Bauwerken vorkommen. Diese wurden innerhalb von Baustoffgruppen wie Dämmstoffe, Dach- und Außenwandbekleidungen mit Hilfe von drei Bewertungskriterien einer Verwendungsempfehlung zugeordnet: Kreislauffähigkeit, Treibhauspotential pro funktionelle Einheit und Schadstoffgehalt. Die Baustoffliste dient als objektive Entscheidungsgrundlage für die Sektionen und Planer*innen. Die dort enthaltene Klassifizierung basiert auf einer im Schlussbericht erläuterten Bewertungsmethode. Baustoffe mit geringem Treibhauspotential, hoher Kreislauffähigkeit und niedriger Schadstoffbelastung werden als bevorzugt verwendbar eingestuft. Materialien, die zwar funktionale Vorteile bieten, jedoch mit einer erhöhten Umweltbelastung oder einer eingeschränkten Wiederverwendbarkeit einhergehen, sollten nur nach kritischer Prüfung geeigneter Alternativen eingesetzt werden. Baustoffe mit hoher Umweltbelastung oder eingeschränkter Kreislauffähigkeit sind nur in begründeten Fällen zu verwenden, während Materialien mit stark negativen Auswirkungen auf Gesundheit oder Umwelt ausgeschlossen werden sollten. Die Liste wurde um standortspezifische Erfahrungswerte des Alpenvereins ergänzt, um die Anwendung in alpinen Baukontexten zu präzisieren. Sie bietet eine praxisorientierte Auswahl geeigneter Baustoffe und stellt die Bewertungskriterien dar.

Wie ist das mit Beschichtungen, Dampfbremsen und Fugen?

Die Baustoffliste enthält keine gesonderte Bewertung von Beschichtungen, Abdichtung, Dampfbremsen bzw. Folien oder Fugendichtstoffen, da deren chemische Zusammensetzungen und bauphysikalischen Eigenschaften je nach Produkt variieren. Jedoch sind an dieser Stelle einige generelle Hinweise und Erfahrungswerte zu den jeweiligen Baustoffen und ihren Einsatzbereichen zusammengestellt, um die Entscheidungsfindung bei der Materialwahl zu unterstützen.

Oberflächenbeschichtungen

Oberflächenbeschichtungen enthalten synthetische Harze, Lösungsmittel oder Additive, die das Recycling der darunterliegenden Materialien einschränken als auch Emissionen in die Raumluft freisetzen können. Holz oder Metall mit festhaftenden Beschichtungen muss oft energieintensiv gereinigt oder sogar deponiert werden. Zudem führen festhaftende Beschichtungen wie Lacke zu einer Vermischung von Materialströmen, sodass eine sortenreine Trennung für das Recycling nicht mehr möglich ist. Durch einen konstruktiven Holzschutz kann beispielsweise eine chemische Beschichtung vermieden werden. Durch eine gut durchdachte Wahl der Innenwandkonstruktion (z.B. Brettschichtholzelemente), können die Oberflächen sichtbar gelassen und auf Anstriche verzichtet werden.

So werden nicht nur die ursprünglichen Baustoffeigenschaften erhalten, sondern auch die Möglichkeit einer zirkulären Verwendung und thermischen Verwertbarkeit gesichert. Natürliche Materialien erhalten über Zeit und Nutzung ihre eigene Patina, die einen ursprünglichen Hüttencharakter prägt und so die Identifikation der Nutzer*innen mit dem Gebäude stärkt. Deshalb sollten künstliche Materialien, Oberflächenbeschichtungen und Anstriche generell vermieden werden, bzw. nur an notwendigen Stellen zum Einsatz kommen. Um die Dauerhaftigkeit und positiven Materialeigenschaften zu erhalten, können die Oberflächen mit natürlichen Materialien behandelt werden. Je nach gewünschter Optik, Beanspruchung und Pflegeaufwand gibt es passende Alternativen wie Öle, Wachse oder Seifen, welche sich nicht negativ auf die Haltbarkeit und Zirkularität auswirken und sich häufig sogar einfacher Instand halten lassen.^{6,5}

Dampfbremsen

Dampfbremsen bestehen in der Regel aus Kunststoffverbundmaterialien, die aufgrund ihrer Materialkombination nicht gleichwertig recycelbar sind. Zudem erschweren sie je nach Verbindungsart die zirkuläre Wiederverwendung des Trägermaterials, da eine sortenreine Trennung nicht möglich ist. Neben diesen ökologischen Nachteilen bringen Dampfbremsen auch konstruktive Herausforderungen, welche in der Planung gut berücksichtigt werden müssen. Die Kunststofffolien und insbesondere die verbindenden Klebebänder sind auf den Schutzhütten extremen Temperaturschwankungen ausgesetzt, was ihre Haltbarkeit in der Regel verkürzt. Falsch eingebaute oder defekte Dampfbremsen führen zu einem Ausfall von Kondensat und zu einer damit einhergehenden Gefahr von gesundheitsschädlicher Schimmelbildung und Bauschäden. Daher ist grundsätzlich zu hinterfragen, ob Konstruktionsweisen für Hütten geeignet sind, deren Funktionsfähigkeit stark von der korrekten Verarbeitung und den Eigenschaften einer Kunststoffolie abhängt. Der Einsatz von Folien kann durch robuste, diffusionsoffene und hinterlüftete Konstruktionen weitestgehend vermieden werden, wodurch sowohl ökologische als auch bauphysikalische Vorteile entstehen.^{6,6}

Die Art und Weise, wie Bauteile miteinander verbunden werden, beeinflusst maßgeblich ihre Wiederverwendbarkeit. Verklebungen, Verschweißungen oder andere irreversible Fügetechniken verhindern eine einfache Demontage und tragen dazu bei, dass wertvolle Ressourcen nicht getrennt und wiederverwendet werden können. Mechanische Verbindungen wie Schrauben oder Stecksysteme sind für die Zirkularität vorteilhafter.

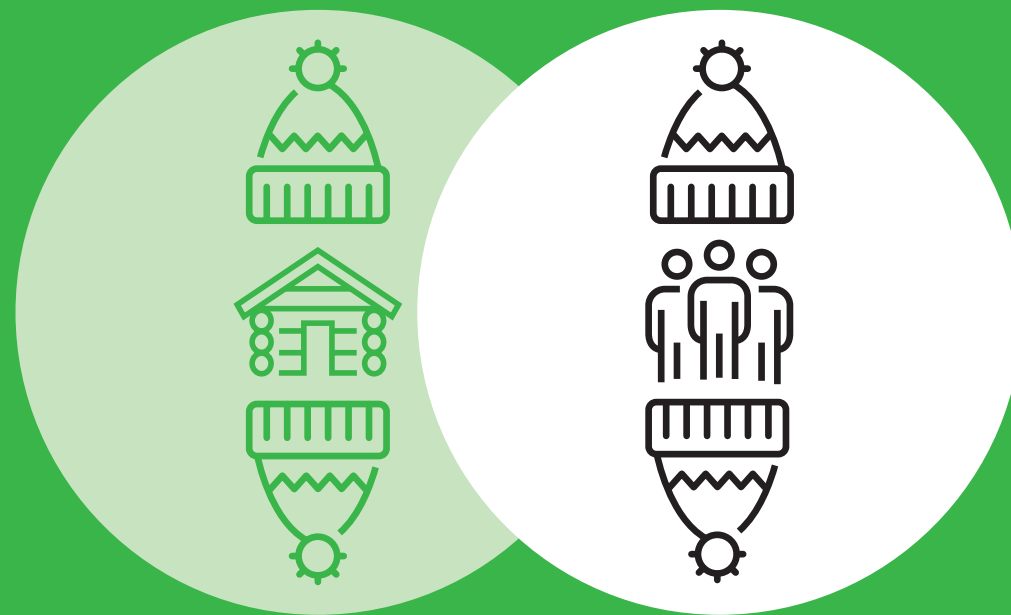
Bauteilfugen werden gelegentlich mit Materialien wie Acryl, Silikon oder Bauschaum verschlossen, um eine glatte Oberfläche zu erzeugen oder das Eindringen von Schädlingen wie Bettwanzen zu verhindern. Diese Materialien bestehen aus synthetischen Polymeren, die nicht biologisch abbaubar sind und nach ihrer Nutzungsdauer als Sondermüll entsorgt werden. Wie alle bisher genannten geklebten Materialien, wirken sie sich negativ auf die Zirkularität und sortenreine Trennbarkeit der angrenzenden Baustoffe aus. Acryl- und Silikonfugen unterliegen materialbedingter Alterung, die zu Versprödung, Rissbildung oder Ablösung führen kann. In der Praxis werden sie als Wartungsfugen bezeichnet, da sie aufgrund der Anfälligkeit regelmäßig erneuert werden müssen. Sie stellen keine Abdichtung einer Bauteilfuge dar.^{6,7} Stattdessen eignen sich zum Abdecken von Fugen beispielsweise Holzleisten als konstruktive und dauerhafte Alternative.

Was bedeutet das zusammenfassend für die Materialwahl auf nachhaltigen Schutzhütten?

Die Themen Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz sind bei Schutzhütten eng miteinander verknüpft und müssen bei Planung, Bau und Erhalt gleichermaßen berücksichtigt werden. Für eine nachhaltige Materialauswahl wurden Baustoffe anhand der Kriterien Treibhausgaspotential, Schadstoffbelastung und Kreislauffähigkeit bewertet. Diese Bewertung hilft dabei, umweltfreundliche und gesundheitlich unbedenkliche Baustoffe gezielt einzusetzen. Dennoch sind in der Praxis oft Abwägungen nötig, um funktionale Anforderungen mit ökologischen Aspekten zusammen zu bringen. Hygienische Anforderungen sind insbesondere in Küchen, Sanitärbereichen und Entsorgungsräumen zu berücksichtigen. Hierbei sollten robuste und funktionsangepasste Baustoffe mit einer leicht zu reinigenden Oberfläche gewählt werden.

Eine kreislauffähige Bauweise erfordert den bewussten Verzicht auf schwer trennbare Materialien und eine vorausschauende Planung mit bevorzugt konstruktiven Lösungen. Durch eine gezielte Materialwahl und Art der Fügung der Baustoffe wird nicht nur deren Wiederverwendbarkeit verbessert, sondern auch der Aufwand für nachfolgende Beteiligte im Rückbau, bei der Trennung und der fachgerechten Entsorgung reduziert. Dies trägt dazu bei, dass Schutzhütten sowohl funktional und sicher als auch langfristig nachhaltig errichtet und instandgehalten werden können.

Zur Unterstützung dieser Planungsziele dient die im Anhang C enthaltene Baustoffliste, die eine gezielte Auswahl kreislauffähiger Materialien erleichtert.



Während Alpinisten bei ihrer Tourenplanung die äußeren Bedingungen individuell einschätzen und sich entsprechend dem Prinzip „Es gibt kein schlechtes Wetter, es gibt nur schlechte Kleidung“ eigenverantwortlich nach Ihren Bedürfnissen ausstatten, wird innerhalb von Gebäuden ein „bestmöglicher“ Komfort erwartet. Doch was bedeutet „Komfort“ im Kontext von Schutzhütten und ist dieser Begriff in diesem Zusammenhang angemessen? Und welchen äußeren Bedingungen sind reine Sommerhütten ausgesetzt?

Welche Orientierung geben die öffentlich-rechtlichen Maßgaben zur Erfüllung des Wärmeschutzes?

Die Musterbauordnung fordert einen Wärmeschutz, der dem Gebäude, der Nutzung und den klimatischen Verhältnissen entspricht.^{7.1} Dabei wird eine Angemessenheit der Maßnahmen vorausgesetzt. Hierbei tritt die Frage nach Art der Nutzung und der klimatischen Verhältnisse in den Vordergrund. Die Technischen Baubestimmungen^{7.2} ergänzen diese Anforderungen mit den entsprechenden Mindestanforderungen an den Wärmeschutz^{7.3} sowie den Klimabedingten Feuchteschutz^{7.4}, die in der Regel bei direkt oder indirekt beheizten Räumen zur Anwendung kommen. Beide Regelungen haben zum Ziel, die Dauerhaftigkeit der Konstruktion, durch die Vermeidung von Kondensation, sicherzustellen. Für die klimatischen Bedingungen im Sommer gewährleisten die Mindestanforderungen des sommerlichen Wärmeschutzes die thermische Behaglichkeit in Aufenthaltsräumen – der Begriff Komfort wird hierbei jedoch nicht verwendet. Das Gebäudeenergiegesetz (GEG) fördert die Nachhaltigkeit, indem es darauf abzielt, einen wesentlichen Beitrag zur Erreichung der nationalen Klimaschutzziele zu leisten.^{7.5} Dies geschieht durch wirtschaftliche, sozialverträgliche und effizienzsteigernde Maßnahmen, die darauf ausgelegt sind, den Energiebedarf für das Beheizen von Räumen zu senken und damit verbundene Treibhausgasemissionen zu reduzieren. Das GEG zielt also auf die Verringerung von Betriebsemissionen ab, die sich durch einen höheren Ressourcenverbrauch beim Bau des Gebäudes (z.B. durch Dämmung) erzielt werden können. Das bedeutet, wenn geheizt wird, muss auch gedämmt werden. Anwendung findet das GEG allerdings nur, wenn das Gebäude mehr als vier Monate im Jahr beheizt wird. Erst dann werden ressourcenintensive Dämmmaßnahmen notwendig und sollten entsprechend ihrer Angemessenheit dimensioniert werden. Für die Arbeitsräume und Unterkünfte des Hüttenteams ist die Einhaltung der Arbeitsstättenverordnung erforderlich, die eine „gesundheitlich zuträgliche Raumtemperatur vorschreibt“.^{7.6+7.7} Diese Anforderung wird erfüllt, wenn die Unterkünfte während ihrer Nutzung auf mindestens 21 °C beheizt werden können.

Bedeutet Wärmeschutz auf Schutzhütten auch gleichzeitig Komfort?

Die Nutzung alpiner Sommerschutzhütten setzt sich aus einem Konglomerat aus Beherbergungsstätten, Gastronomie sowie Wohnen, Lager und Technik zusammen. Sommerhütten werden in der Regel zwischen Mai bis Oktober bei sommerlichen Witterungsverhältnissen betrieben. Eine dauerhafte Beheizung, wie sie in den Wintermonaten im Tal üblich ist, ist daher nicht notwendig. Allerdings haben bewirtschaftete Schutzhütten zwei unterschiedliche Gruppen von Nutzer*innen: Das Hüttenteam und die Hüttengäste.

Der wesentliche Unterschied liegt darin, dass die Sommerhütte für das Hüttenteam nicht nur als Arbeitsstätte dient, sondern auch temporär den Lebensmittelpunkt darstellt, an dem sie sich während des Betriebs nahezu 24 Stunden an 7 Tagen/Woche aufhalten. Hier spielt das Wohlbefinden eine entscheidende Rolle, für das die Option einer Temperierung der privaten Aufenthaltsräume unerlässlich ist. Für Hüttengäste hingegen steht der Schutz vor äußeren Bedingungen im Vordergrund. Anstelle von verzichtbarem Komfort müssen die Grundvoraussetzungen für eine angemessene Behaglichkeit, während eines vorübergehenden Aufenthaltes, zur Verfügung gestellt werden. Da die Gast- sowie Trockenräume zum Aufwärmen bzw. Trocknen von nasser Kleidung dienen, ist hier der temporäre Einsatz einer Heizquelle zielführend.

Welche Rolle spielt der Wärmeschutz bei Schutzhütten?

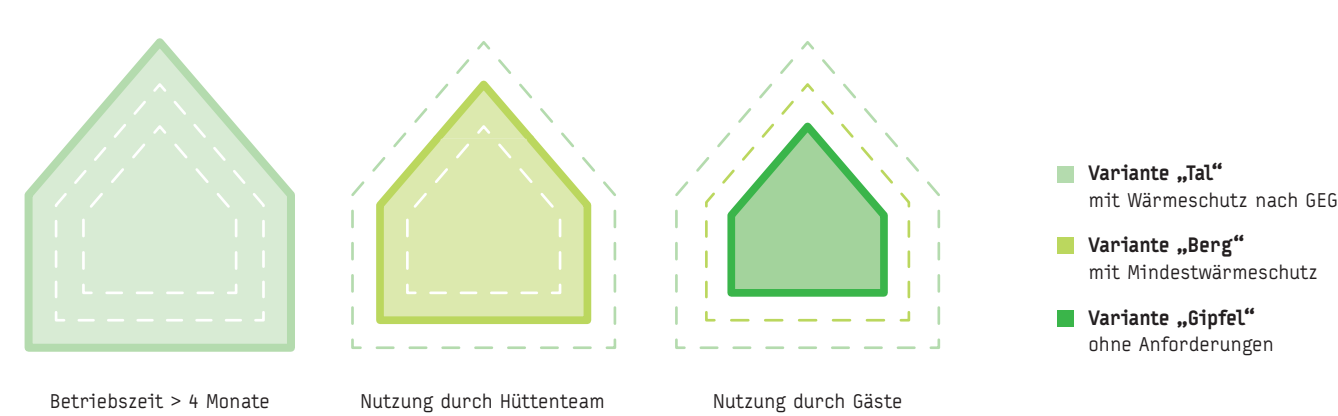
Für das gesamte Gebäude ist sicherzustellen, dass die Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit der Konstruktion gewährleistet sein muss. Beim Wärmeschutz ist auf eine Vermeidung von Kondensatausfall in der Konstruktion zu achten, damit Schäden vermieden werden können. Für die Untersuchung sind die Anforderungen aus dem sommerlichen Wärmeschutz, der Sommerkondensation und der Umkehrdiffusion ausschlaggebend.

Zur Bewertung des notwendigen Wärmeschutzes ist eine Unterscheidung zwischen beheizten und unbeheizten Gebäuden bzw. Gebäudeteilen relevant. Zu den beheizten Räumen gehören der Gast- und Trockenraum sowie die Unterkünfte des Hüttenteams. Für diese Bereiche muss ermittelt werden, welcher konstruktive bzw. materielle Aufwand erforderlich und angemessen ist, um eine optimale Energieeffizienz während der Heizperiode zu gewährleisten. Aufgrund des saisonal begrenzten Hüttenbetriebs während der Sommermonate ist eine bedarfsorientierte, temporäre Beheizung ausreichend. In diesem Fall müssen die Anforderungen des GEG bei einer Heizperiode von weniger als vier Monaten nicht zur Anwendung kommen. Der Fokus liegt somit auf den Mindestanforderungen des Wärmeschutzes, die für beheizte Räume die Grundanforderungen definieren.

Alle weiteren Nutzungen können den unbeheizten Bereichen zugeordnet werden, bei denen sich die notwendigen Anforderungen aus der Art der Nutzung ergeben. Für die Lagerbereiche steht zum Beispiel die Gewährleistung eines trockenen, oftmals auch kühlen Raumklimas im Vordergrund. Für die Schlafbereiche der Hüttengäste hingegen stellt sich die Frage, welche klimatischen Voraussetzungen eine notwendige Behaglichkeit definieren und mit welchen Maßnahmen die Behaglichkeit erreicht werden kann.

Bewertungsstrategien für den notwendigen Wärmeschutz bei Schutzhütten

Abb. 15



Welche Orientierung geben die öffentlich-rechtlichen Maßgaben zur Erfüllung der Behaglichkeit?

Die Behaglichkeit eines Innenraums ist ein zentrales Schutzziel, das durch Raumtemperatur, Luftfeuchtigkeit und Luftqualität bestimmt wird. Bei Gebäuden im Tal werden diese Faktoren durch Normen geregelt, die auch die CO₂-Konzentration der Innenraumluft berücksichtigen, um ein gesundes Raumklima zu gewährleisten. In Schutzhütten erfordert das Schutzziel der Behaglichkeit jedoch angepasste Konzepte, da der Suffizienzgedanke, aber auch die Insellage eine kontinuierliche oder mechanische Belüftung ausschließen. Eine zentrale Herausforderung in Schutzhütten ist, das unterschiedliche Wärmeempfinden und Lüftungsverhalten der Hüttengäste zu vereinen.

Zudem sind die in den Normen empfohlenen Werte zu Raumtemperaturen und den CO₂-Konzentrationen der Innenraumluft auf Gebäude im Tal ausgelegt und daher nicht auf die Bedingungen von Schutzhütten anwendbar. Diese Standards werden im Kontext der Schutzhütten als „Luxus“ gesehen.

Auf Schutzhütten wird diese Normung in den vom Hüttenteam genutzten Bereichen angewendet. Das bedeutet, dass diese Bereiche temperierbar sein müssen, da das Hüttenteam aufgrund ihres dauerhaften Aufenthalts und der Technischen Regeln für Arbeitsstätten einen gewissen Komfort benötigen. Daher wird bei den Anforderungen zwischen dem Hüttenteam und Gästen unterschieden. Die Gäste, die aufgrund des alpinen Erlebnisses in die Berge gehen, benötigen bzw. erwarten nicht den Komfortstandard wie im Tal. Zur Festlegung der notwendigen Behaglichkeit ist also eine eigene Bewertung nötig, welche die spezifischen Hüttengegebenheiten berücksichtigt. Wie in der Einleitung bereits erläutert wurde, wurden alpine Hütten mit dem Ziel errichtet, Bergsteigende vor der Witterung zu schützen. Das Vorhandensein eines Schutzraumes stellt also den wesentlichen Ausgangspunkt zur Erreichung der grundlegenden Behaglichkeit dar.

Was sind die richtigen Ansätze zur Behaglichkeit?

Bereiche, die ausschließlich von den Gästen genutzt werden, bieten eine gute Grundlage, um die normativen Empfehlungen zu hinterfragen und bedarfsorientierte (suffiziente) Empfehlungen zu ermitteln. Den größten Hebel für die Umsetzung des Suffizienz-Gedankens bietet die Untersuchung bzw. Optimierung der Schlaflager, da sich hier im Wesentlichen nur die Gäste und diese auch nur in einem begrenzten Zeitraum aufhalten. Eine Herausforderung in dicht belegten Schlafräumen ist, die CO₂-Konzentration und die Raumtemperatur in einem behaglichen Bereich zu halten. Bei geschlossenem Fenster steigen die CO₂-Werte in der Spitze auf bis zu 9.000 ppm und durch das Öffnen der Fenster kann die Lufttemperatur in den Übergangszeiten April und Oktober auch leicht auf 5 °C im Schlafraum fallen. Das Empfinden dieser Werte ist individuell. Der Behaglichkeitsgrad kann jedoch durch das persönliche Verhalten der Nutzer*innen beeinflusst werden, indem sie sich mit einer zusätzlichen Decke schützen. In diesem Zusammenhang spielt auch die Nutzungszeit eine wesentliche Rolle. In der Studie werden Sommerhütten betrachtet, die im Winter nicht genutzt werden. Während der Nutzung liegen die Außentemperaturen üblicherweise zwischen -4 °C und 20 °C. Bei den thermisch-dynamischen Simulationen können Parameter wie die Außentemperatur, die Wärmeabgabe der Menschen, die Dämmwirkung der Außenwände und das Lüftungsverhalten unterschieden werden. Die Ergebnisse werden nicht anhand der operativen Temperatur, sondern anhand der Standard Effective Temperature (SET) dargestellt und ausgewertet. Die SET beinhaltet im Gegensatz zur reinen operativen Temperatur u. a. auch die Parameter Aktivitätsgrad und Bekleidungsgrad.

Die Standard Effective Temperature (SET)

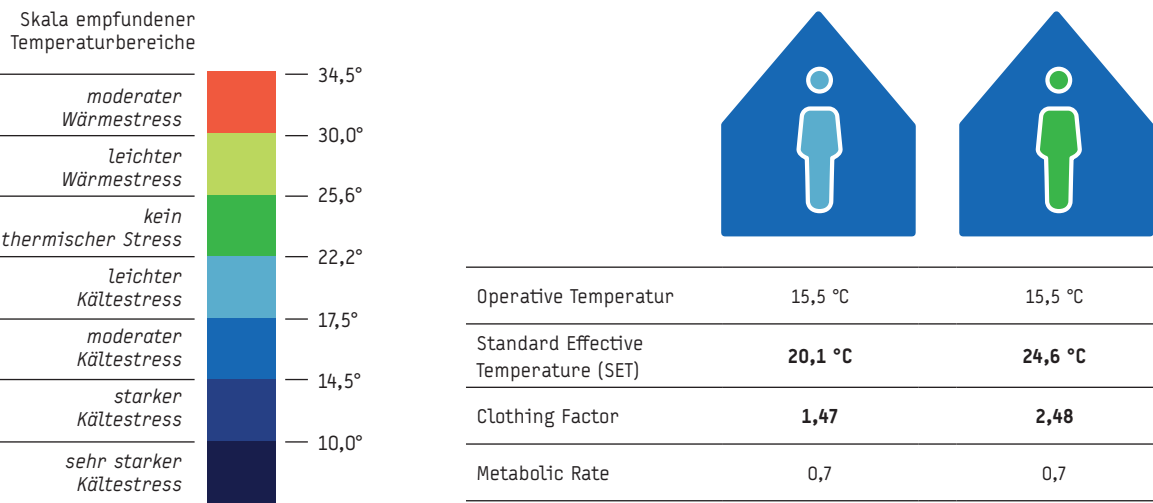
Als Standard Effective Temperature wird eine angenommene empfundene Temperatur in Abhängigkeit des sogenannten Clothing Factor und der Metabolic Rate bezeichnet. Die folgenden zwei Beispiele illustrieren die Möglichkeiten einer individuellen Modifikation der SET durch eine stärkere individuelle Isolation bei gleicher Raumtemperatur.

Clothing Factor (clo)
Bekleidungsgrad

Metabolic Rate (met)
Aktivitätsgrad

Abb. 16

Zusammenhang von operativer Temperatur und Standard Effective Temperature

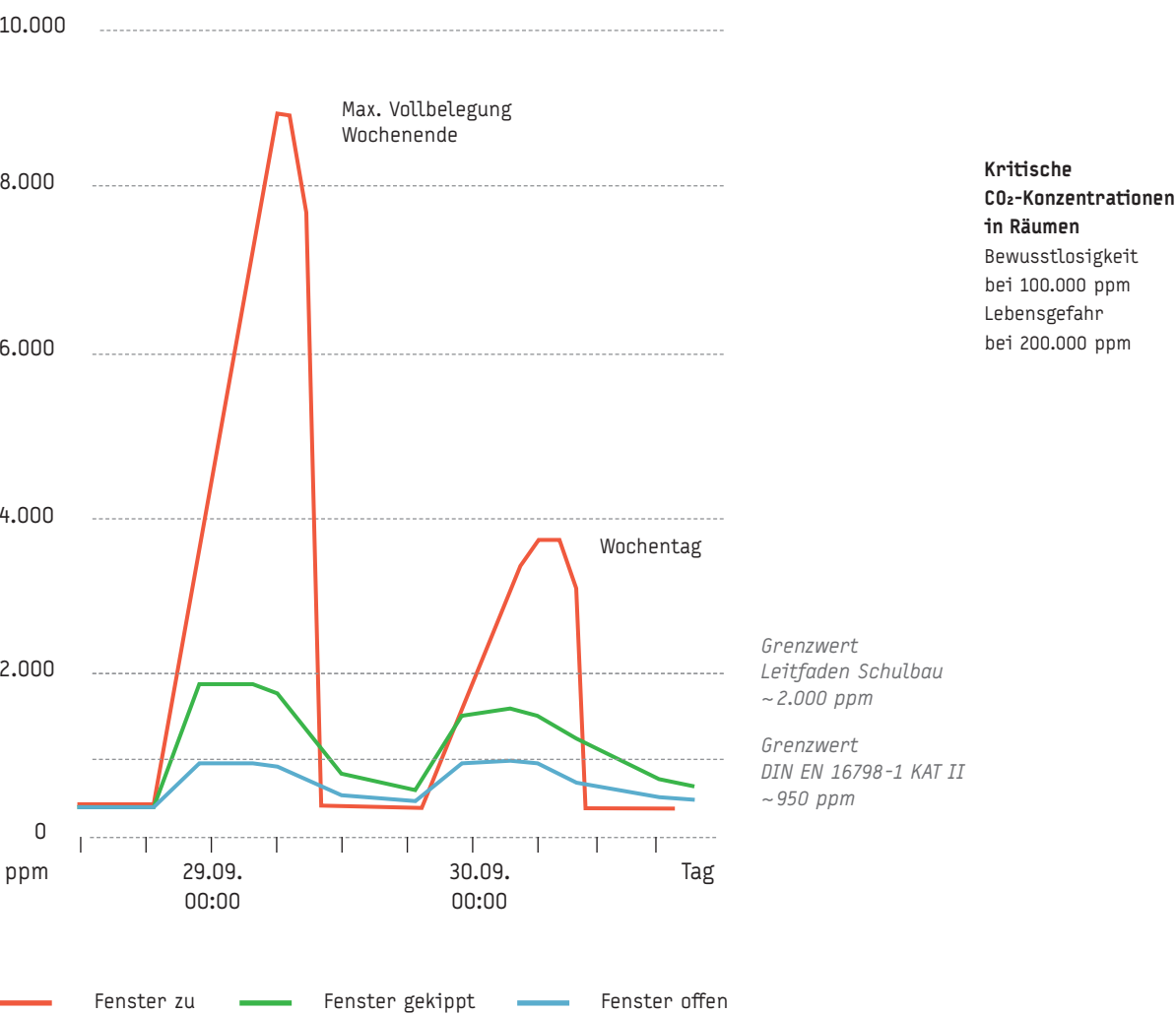


CO₂-Konzentrationen

Je nach Lüftungsverhalten kann bei einer Vollbelegung der Schlafräume eine hohe CO₂-Konzentration erreicht werden. Die Grafik zeigt beispielhaft den Einfluss des Belegungsgrades (Wochenende / Wochentag) und den Öffnungsgrad der Fenster. Bei geöffnetem Fenster ist die CO₂-Konzentration bei ca. 1.000 ppm, allerdings ist dabei auch die Raumtemperatur geringer.

Einfluss des Belegungsgrades eines Schlaflagers auf die CO₂-Konzentration

Abb. 17



Behaglichkeit und Lüftungsverhalten

Das folgende Diagramm zeigt den Einfluss von verschiedenen Dämmstärken und Lüftungsstellungen auf die Behaglichkeit während der Nutzungsstunden. Je nach Lüftungsverhalten und Dämmstandard entwickelt sich die Behaglichkeit recht unterschiedlich. Die Dämmung der Hülle hat z.B. bei einem gekippten Fenster einen geringen Einfluss.

Abb. 18

Veränderung der Behaglichkeit, gemessen an der Standard Effective Temperature, in Abhängigkeit von Dämmstandard und Lüftungsstellung

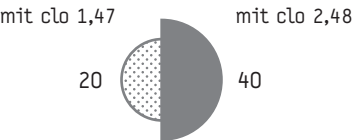
RANDBEDINGUNGEN

| | |
|----------------|----------------|
| Lage | 1600 NHN |
| Zeitraum | Juni–Oktober |
| Stunden | 1.836 = 100 % |
| Metabolic Rate | 0,7 (Schlafen) |

CLOTHING-FACTOR (CLO)

| | |
|--------------------------|---|
| 1,47 | 2,48 |
| Hüttenschlafsack + Decke | Hüttenschlafsack + Decke + Extra-Decke + therm. Unterwäsche |

STD. BETRIEBSZEIT IN %



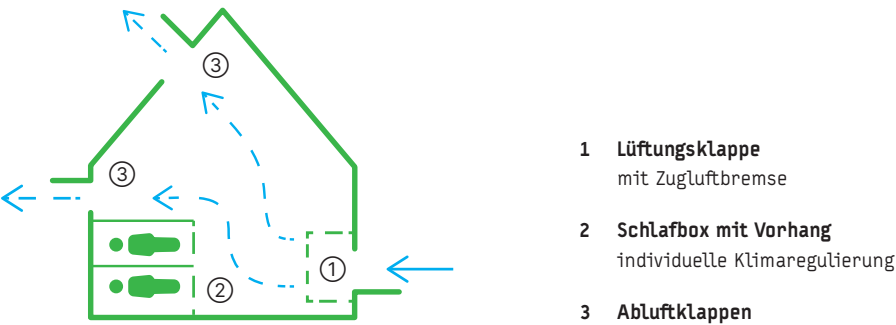
Die Simulationen zeigen, dass die notwendige Behaglichkeit durch zusätzliche Dämmung und jeweilige Lüftungszustände erreicht werden kann. Jedoch kann die Behaglichkeit durch das subjektive Empfinden der Gäste variieren. Daher stellt sich eine individuelle Anpassbarkeit durch das Nutzen weiterer Decken als die zu bevorzugende Lösung heraus. Technische Lösungen, wie mechanische Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung, könnten ebenfalls zur Verbesserung beitragen. Jedoch kann durch das Bereitstellen von zusätzlichen Decken ein hoher Einsatz an Dämmmaterialien und Energieaufwand reduziert oder sogar vermieden werden. Ganz im Sinne der Suffizienz sollte daher die Anpassung der Gäste an die gegebenen Bedingungen, anstelle einer umfassenden Dämmung des Gebäudes, bevorzugt werden. Bei der Wahl der Konstruktion muss planerisch und bauphysikalisch geprüft werden, wie das Risiko der Umkehrdiffusion ausgeschlossen werden kann.

Maßnahmen

Ergänzend können konstruktive Maßnahmen ergriffen werden, die einen effizienten Luftaustausch mit möglichst geringen Wärmeverlusten ermöglichen. Wichtige Konzeptelemente sind individuell einstellbare und regulierbare Lüftungsklappen (Fenster) in Kombination mit einer effektiven Durchlüftung. Zur Steigerung des Komforts und zur Reduzierung von Zugerscheinungen ist eine geeignete Zuluftbringung zum „Abbremsen“ der kühlen Außenluft wichtig. Eine zusätzliche Idee ist ein Vorhang an den Schlaflagern vorzusehen, damit sich die Gäste individuell vor kühler Zugluft schützen können.

Abb. 19

Konstruktive Lüftungsmaßnahmen



Wie kann der Wärmeschutz und die Behaglichkeit im nachhaltigen Hüttenbau berücksichtigt werden?

- 1. Die Notwendigkeit der beheizbaren Bereiche klären!

Durch das Hinterfragen der Anforderungen aus der Nutzung die beheizbaren Bereiche auf das unbedingt Notwendige reduzieren!

- Welche Bereiche dienen als Unterkunft des Hüttenteams und müssen temperierbar sein? Welche Bereiche müssen temperierbar sein, damit sie ihre Funktion erfüllen können? (z.B. Lebensmittellager)
- Ist der Einsatz von temporär nutzbaren Infrarotheizungen in den Unterkünften des Hüttenteams denkbar?

Durch das Hinterfragen der Behaglichkeitsanforderungen für die Hüttengäste auf die Notwendigkeit der Beheizung verzichten!

- Ist es für die Hüttengäste akzeptabel, auf niedrigere Temperaturen mit einer zusätzlichen Decke zu reagieren?

- 2. Reduzierung der Außenhüllfläche durch Gruppierung der beheizbaren Räume!
- 3. Die Gebäudehülle entsprechend der Behaglichkeitsbetrachtung auslegen!

Durch die Abwägung zwischen Maßnahmen zur Körperdämmung und/oder Gebäudedämmung den goldenen Weg zur Behaglichkeit finden!

- Wie viel „Behaglichkeit“ muss die Gebäudehülle gewährleisten, wenn der Hüttengast sich individuell anpassen kann?

- 4. Die notwendigen konstruktiven Wärmedämmmaßnahmen so nachhaltig wie möglich herstellen!

Durch die Verwendung von leichten (Transport!) und effizienten Konstruktionen aus nachwachsenden, natürlichen und kreislauffähigen Materialien!

- 5. Den persönlichen Beitrag der Hüttennutzer*innen einfordern und schon bei der Planung mitdenken!

Durch die individuelle Anpassung der Kleidung und ausreichende Verfügbarkeit von zusätzlichen Decken sichern!

Was heißt das für die Nachhaltigkeit?

Die Umsetzung baulicher Maßnahmen zum Erreichen des Wärmeschutzes kann ressourcenintensiv ausfallen. Für das Hüttenteam ist die Gewährleistung eines grundlegenden Komforts notwendig. Für die Gäste ergibt sich durch die Betrachtung der Behaglichkeit ein größerer Spielraum in der Abwägung zwischen baulichen und individuellen Dämmmaßnahmen. Das Ergebnis zeigt, dass in Gästebereichen nicht zwangsläufig das Dämmen der Hülle zur Behaglichkeit beiträgt. Stattdessen kann das Lüftungsverhalten der Gäste, etwa durch das Öffnen der Fenster, den isolierenden Effekt der Gebäudehülle aufheben. Dies zeigt, dass die Behaglichkeit in diesen Bereichen nicht ausschließlich durch bauliche Maßnahmen erreicht werden kann.

Im Blick auf die Nachhaltigkeitsstrategien ist es sinnvoll und ausreichend, die Behaglichkeit an den notwendigen Stellen herzustellen und dabei ressourcenschonend mit den Baustoffen umzugehen. Der Fokus sollte auf flexiblen Lösungen wie z.B. der Bereitstellung zusätzlicher Decken oder Vorhängen liegen, die den Gästen eine individuelle Anpassung des Raumklimas ermöglichen. Diese Maßnahmen sind nachhaltiger als energie- und materialintensive bauliche Lösungen, die hinsichtlich der Behaglichkeit nicht unbedingt die gewünschte Wirkung erzielen.



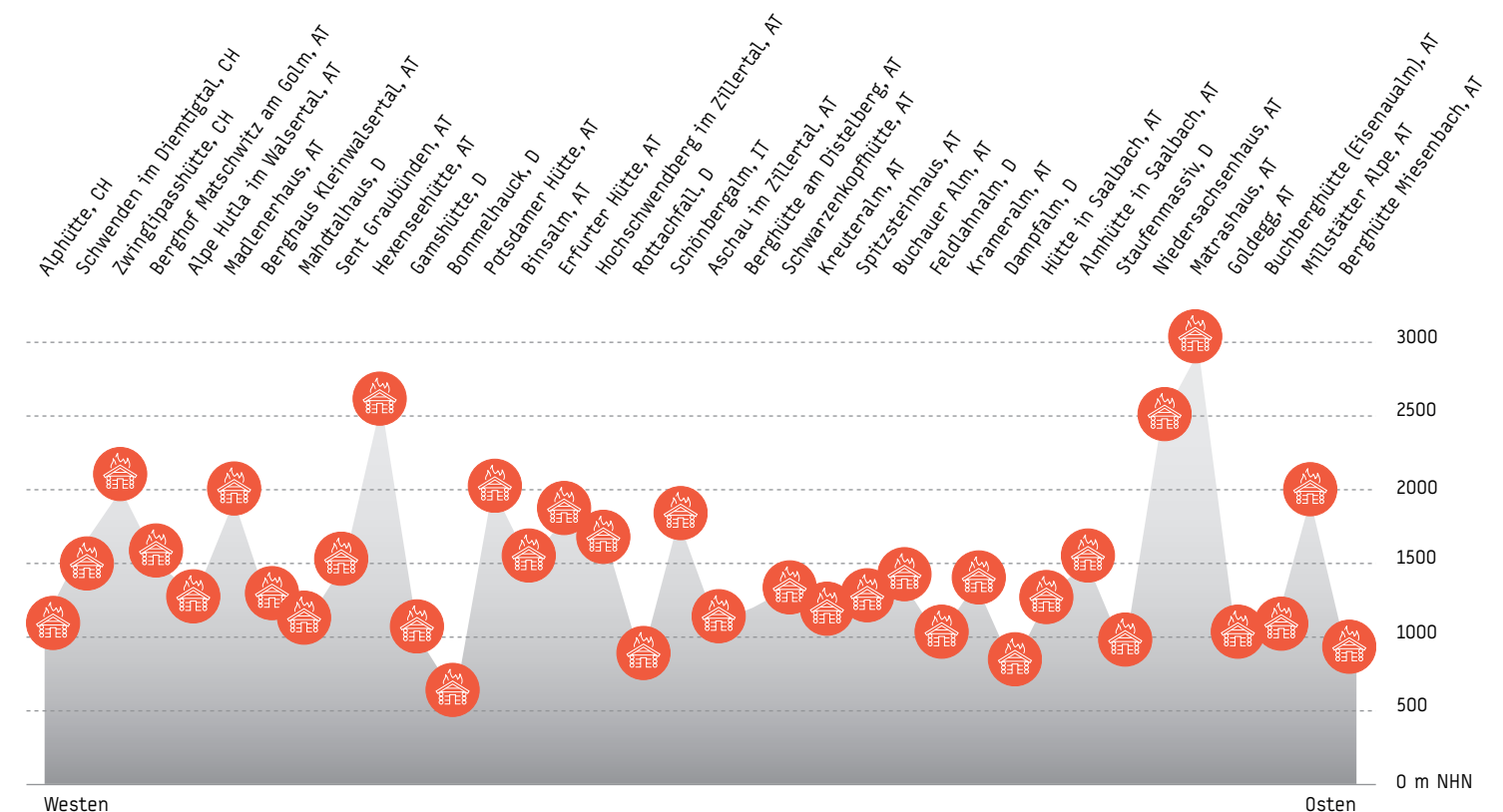
8 Brandschutz

Brände in Schutzhütten sind keineswegs seltener als in anderen Gebäuden (Abb. 20). Vielmehr bleibt das Brandrisiko aufgrund der zunehmenden Nutzung elektrischer Geräte, der verstärkten Integration von Akkusystemen sowie der steigenden Besucher*innenzahlen mindestens konstant oder erhöht sich sogar. Angesichts der besonderen Gegebenheiten, wie der oft abgeschiedenen Lage, ist es essenziell, den Brandschutz nicht als nachrangiges Thema zu behandeln. Gleichzeitig steht der Brandschutz in Schutzhütten nicht zwangsläufig im Widerspruch zu nachhaltigen Planungsprinzipien. Ein nachhaltiger Brandschutz zeichnet sich dadurch aus, dass ausschließlich solche Maßnahmen ergriffen werden, die erforderlich sind, um das definierte Schutzziel zu erreichen.

Welche Orientierung bieten bauordnungsrechtliche Vorgaben für den Brandschutz von Schutzhütten in Sonderlagen?

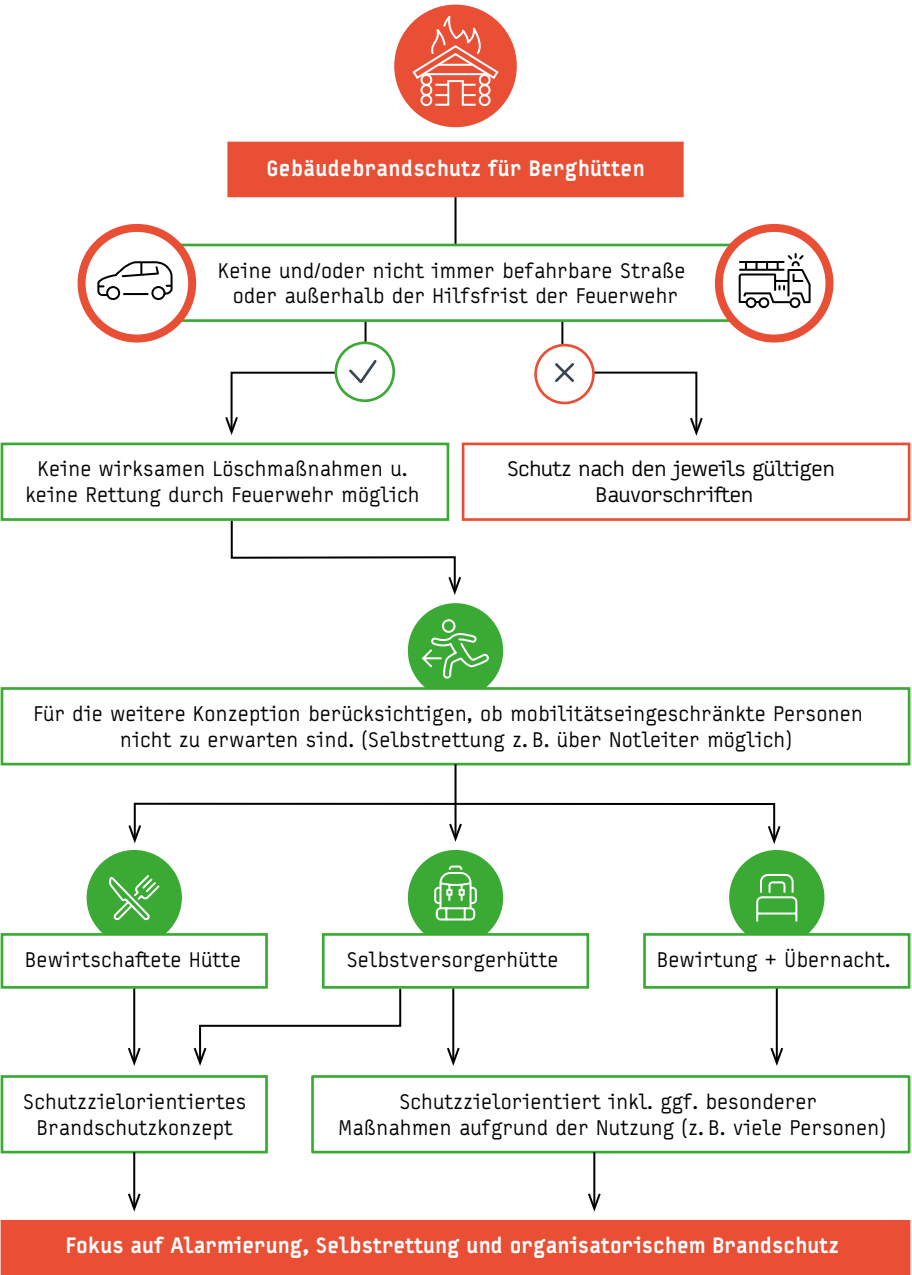
Die jeweilige Landesbauordnung stellt das zentrale Standardregelwerk für das Bauen dar. Sie definiert auf Grundlage allgemeiner Schutzziele typische Anforderungen an die Sicherheit von Gebäuden – wie zum Beispiel die Anzahl und Ausführung von Rettungswegen, notwendige Feuerwiderstände

Beispielhafte Brandereignisse auf Schutzhütten in jüngerer Vergangenheit (nach Medienberichten) Abb. 20



tragender Bauteile (also wie lange ein Gebäude im Brandfall standsicher bleiben muss) oder Vorgaben zur Erschließung durch die Feuerwehr. Dieses Regelwerk ist auf Gebäude in erschlossenen Lagen mit direkter Anbindung an öffentliche Straßen ausgelegt. Die standardisierte Anwendung der Bauordnung erweist sich im Kontext von Schutzhütten als nicht zielführend, da sie nicht auf die spezifischen Gegebenheiten und Anforderungen alpiner Regionen ausgerichtet ist. Die Bauordnung und weitere Verordnungen können daher in diesem speziellen Anwendungsfall nicht als adäquates Planungsinstrument für einen effektiven Brandschutz betrachtet werden.

Abb. 21 Orientierungshilfe für die brandschutztechnische Planung einer Schutzhütte



Hilfsfrist
Bedeutet Zeit zwischen Anruf in der Leitstelle bis Eintreffen der Feuerwehr am Einsatzort, z.B. 10 min in BY (DE) und BW (DE)

Schutzzielorientiert
Bedeutet speziell für dieses Gebäude unter Berücksichtigung der Bedingungen

Mit welchen brandschutzrelevanten Herausforderungen ist bei Schutzhütten zu rechnen?

Schutzhütten stellen durch ihre abgelegene Lage eine besondere Herausforderung für den Brandschutz dar, da sie oft nicht oder nur mit erheblichem Zeitaufwand durch die Feuerwehr erreicht werden können (Abb. 21). Dies bedeutet, dass im Brandfall keine wirksamen Lösch- und Rettungsmaßnahmen durch die Feuerwehr möglich sind. Ein zentrales Schutzziel der jeweiligen Landesbauordnungen – die Sicherstellung wirksamer Löschmaßnahmen und Rettung durch die Feuerwehr – kann somit faktisch gar nicht erfüllt werden. Dies verdeutlicht, wie wenig zielführend die Anwendung einer standardisierten Bauordnung im Kontext von derartigen Schutzhütten ist. Daher liegt der Fokus auf der frühzeitigen Branddetektion, der Alarmierung der Hüttennutzer*innen und der Selbstrettung.

Mit welchen brandschutzrelevanten Herausforderungen ist bei Schutzhütten zu rechnen?

Schutzhütten werden in der Regel von Personen genutzt, die keine Mobilitätseinschränkungen haben, da der Zugang nur über alpine Wege möglich ist. Dies hat den Vorteil, dass bei einem Brandereignis grundsätzlich davon ausgegangen werden kann, dass alle Hüttennutzer*innen in der Lage sind, sich eigenständig aus dem Gebäude zu retten und folglich der Fokus auf effiziente Selbstrettungskonzepte gelegt werden kann. Dies ermöglicht den Einsatz alternativer Rettungsmöglichkeiten, die eine schnelle Evakuierung auch ohne Unterstützung durch die Feuerwehr gewährleisten. Da sich die Personen in der Regel jedoch nicht gut in der Hütte auskennen – und größere Hütten oft unübersichtlich und verwinkelt sind – kommt einer klaren, gut erkennbaren und sicher nutzbaren Rettungswegführung eine zentrale Bedeutung zu. Hütten, die sich in unmittelbarer Nähe zu Seilbahnen befinden, müssen in diesem Kontext gegebenenfalls anders bewertet werden, da hier potenziell auch weniger mobile Personen als Gäste auftreten können.

Welche Schutzziele gelten für Schutzhütten – und wie können sie erreicht werden?

Alarmierung und Selbstrettung

Da sich auf Schutzhütten keine mobilitätseingeschränkten Personen befinden, können Rettungsmöglichkeiten wie Notleitern genutzt werden. Dies stellt sicher, dass Personen schnell aus dem Gebäude flüchten können. Entscheidender Faktor ist eine zuverlässige und schnelle Branderkennung, beispielsweise durch Brandwarnanlagen mit automatischen Rauchmeldern und akustischer Alarmierung. So kann die Detektions- und Alarmierungszeit minimiert werden, um eine rechtzeitige Evakuierung einzuleiten. Ebenso wesentlich ist eine klare und nachvollziehbare Rettungswegführung in Kombination mit baulich sicheren Rettungswegen zur Eigenrettung. Besucher*innen müssen sich auch ohne Ortskenntnis schnell orientieren und den Ausgang finden können – insbesondere unter erschwerten Bedingungen wie starker Rauchentwicklung. Eine eindeutige und gut sichtbare Kennzeichnung der Rettungswege ist daher in jedem Fall notwendig.

Da im Brandfall von einem Totalverlust der Hütte auszugehen ist, sollten eher Baumaßnahmen zur Verhinderung einer schnellen Rauchausbreitung getroffen werden. Zur Begrenzung der Rauchausbreitung können bauliche Maßnahmen wie dicht ausgeführte Wände sowie Rauchabschnitte durch geeignete Türen beitragen. Ziel muss es sein, dass ein Entstehungsbrand nicht unmittelbar zur Verrauchung der Rettungswege führt, um den Personen ausreichend Zeit für eine geordnete Flucht zu ermöglichen. Zudem ist ein baulicher Feuerwiderstand von 30 Minuten in vielen Fällen ausreichend, um die Selbstrettung zu ermöglichen – dies gilt auch für das Untergeschoss. Da keine Feuerwehr zur Verfügung steht, können Entrauchungsöffnungen in Treppenträumen, die nur in Kombination mit Hochleistungslüftern der Feuerwehr funktionieren, entfallen.

Organisatorische Maßnahmen

Da keine Feuerwehrunterstützung gegeben ist, muss das Hüttenpersonal in Brandschutzmaßnahmen geschult sein. Dazu gehört die Bedienung von Feuerlöschern für die Bekämpfung von Entstehungsbränden, um einen Totalverlust der Hütte zu verhindern. Voraussetzung dafür ist, dass ausreichend Feuerlöscher an gut zugänglichen Stellen innerhalb der Hütte vorhanden sind. Bei der Auswahl der Löschmittel ist darauf zu achten, geeignete Geräte für den jeweiligen Anwendungsbereich einzusetzen: In Standardbereichen wie Fluren, Schlafräumen oder Gasträumen sind Schaum- oder Wasserlöscher zielführend. Für spezielle Bereiche wie Heizungsräume oder Küchen können hingegen auch Pulverlöscher sinnvoll sein. Zudem muss das Personal Evakuierungsmaßnahmen koordinieren und sicherstellen, dass alle Gäste die Hütte rechtzeitig verlassen haben.

Zu den organisatorischen Maßnahmen gehört zudem, sicherzustellen, dass die Rettungswege jederzeit nutzbar sind. Das bedeutet konkret, dass keine Gegenstände wie Rucksäcke oder Ausrüstung in Rettungswegen abgestellt werden dürfen und die Hüttennutzer*innen darüber informiert und sensibilisiert werden müssen. Ebenso ist bei Witterungseinflüssen darauf zu achten, dass Fluchtwege nicht blockiert oder unpassierbar werden – etwa durch Schneeverwehungen, Glätte oder Schmutz. Diese Maßnahmen sind nicht nur im Winter, sondern auch bei Sommerbetrieb relevant.

Witterungsschutz für Evakuierte

Besonders in alpinen Regionen besteht die Gefahr, dass evakuierte Personen extremen Wetterbedingungen ausgesetzt sind. Daher ist es essenziell, eine wettergeschützte Notunterkunft in der Nähe der Schutzhütte vorzuhalten, um Schutz für leicht bekleidete Personen nach einer Flucht aus der Hütte zu gewährleisten.

Was bedeutet eine schutzzielorientierte Planung für den nachhaltigen Bau von Schutzhütten?

Nachhaltigkeit bedeutet in diesem Kontext, dass nur die Maßnahmen ergriffen werden, die tatsächlich erforderlich sind, um die brandschutztechnischen Schutzziele zu erreichen. Standardisierte Lösungen nach

Bauordnung, die nicht auf den speziellen Einzelfall zugeschnitten sind, können zu unnötigen und ineffizienten Maßnahmen führen, die weder sinnvoll noch nachhaltig sind. Eine schutzzielorientierte Planung hingegen stellt sicher, dass die getroffenen Maßnahmen auf die tatsächlichen Risiken und Rahmenbedingungen abgestimmt sind – insbesondere in Bezug auf das Nutzungsprofil, die (fehlende) Erreichbarkeit durch die Feuerwehr und die Einbindung des Hüttenpersonals.

Aus brandschutztechnischer Sicht bestehen grundsätzlich keine Einwände gegen eine freie Baustoffwahl, unter Berücksichtigung der rechtlichen Vorgaben an Bauprodukte. Somit können regionale und lokal verfügbare Materialien wie Holz oder Lehm verwendet werden. Zu beachten ist jedoch Folgendes:

- Leichtentflammbare Baustoffe wie beispielsweise Schafwolle oder Stroh sind als Konstruktionsmaterialien nicht zulässig.
- Normalentflammbare Baustoffe, wie z.B. Holz, können grundsätzlich eingesetzt werden. Allerdings muss in Rettungswegen in der Regel auf eine Ausführung mit nichtbrennbaren Oberflächen geachtet werden. Das kann entweder durch nichtbrennbare Baustoffe selbst oder durch eine Bekleidung mit nichtbrennbaren Materialien, wie zum Beispiel einer 12,5 mm starken Gipsplatte erfolgen. Die Nichtbrennbarkeit der Oberflächen in Rettungswegen soll eine Brandausbreitung innerhalb oder entlang dieser Wege verhindern.
- Eine sinnvolle Alternative zu geschlossenen Rettungswegen stellen offene, frei ventilierte Laubengänge oder Außentreppen dar (wie z.B. bei der Hochlandhütte): Durch die natürliche Belüftung und die redundante Rettungswegführung können auch normalentflammbare Materialien bzw. Bekleidungen verwendet werden.
- Ein Feuerwiderstand von 30 Minuten lässt sich mit üblichen, nachhaltigen Baustoffen in der Regel unkompliziert erreichen. Bezüglich der maßgebenden Faktoren für die Standsicherheit und der sogenannten Heißbemessung, siehe Kapitel 5.

Wie soll der Brandschutz im nachhaltigen Hüttenbau berücksichtigt werden?

1. Die Notwendigkeit der Brandschutzmaßnahmen klären.

Durch das gezielte Hinterfragen der Schutzziele – als Grundlage für maßgeschneiderte, suffiziente Maßnahmen. Guter Brandschutz heißt: So viel wie nötig – nicht so viel wie möglich.

- Welche Maßnahmen sind erforderlich, um die Eigenrettung der Hüttennutzer*innen ohne Unterstützung der Feuerwehr sicherzustellen?
- Welche baulichen Maßnahmen sichern Fluchtwege ausreichend, damit eine Selbstrettung möglich bleibt?
- Ist die Kombination aus Brandwarnanlage und klar gekennzeichneten Fluchtwegen ausreichend, um die zügige Selbstrettung zu gewährleisten?

- *Wie wird das Hüttenpersonal befähigt, Brände frühzeitig zu erkennen, Entstehungsbrände zu bekämpfen und die Evakuierung der Gäste zu organisieren?*

Ziel: Suffizienz – so viel wie nötig, nicht mehr.

2. In bedarfsgerechten und zielgerichteten Maßnahmen zur Umsetzung des Brandschutzes denken.

Durch die Konzentration auf wirksame und einfache Lösungen, die die besonderen Bedingungen berücksichtigen! Fragen zur Orientierung:

- *Wie können Fluchtwege so gestaltet werden, dass sicher für die Eigenrettung genutzt werden können?*
- *Wie wird die Fluchtwegführung so ausgelegt, dass sich ortsfremde Personen schnell und intuitiv orientieren können?*
- *Welche technischen und baulichen Maßnahmen sind verzichtbar, weil die Feuerwehr im alpinen Kontext nicht eingreifen kann (z.B. Entrauchungsöffnungen)?*
- *Wie kann durch einfache bauliche Maßnahmen (z.B. Rauchabschnitte) der Fluchtweg ausreichend geschützt werden?*

Ziel: Effizienz – Maßnahmen, die unter den gegebenen Voraussetzungen tatsächlich erforderlich sind.

3. Die notwendigen Brandschutzmaßnahmen so flächeneffizient wie möglich in das Gebäude integrieren.

Durch eine intelligente räumliche Organisation und gezielten Materialeinsatz brandschutztechnisch wirksam bauen! Fragen zur Orientierung:

- *Wo ist der Einsatz nichtbrennbarer Oberflächen (z.B. in Fluchtwegen) zwingend notwendig?*
- *Wie können platzsparende Notleitern als zweiter Rettungsweg genutzt werden?*
- *Wie lässt sich der Rettungsweg so planen, dass er möglichst wenig durch Wetterextreme (z.B. Schneeverwehungen, Glätte) beeinträchtigt wird?*
- *Wie wird eine Notunterkunft in der Nähe der Hütte eingeplant, um evakuierte Personen vor extremen Witterungsbedingungen zu schützen?*

Ziel: Platzsparende und baulich robuste Lösungen schaffen, die sichere Flucht- und Schutzmöglichkeiten innerhalb der begrenzten Gebäude- und Standortverhältnisse gewährleisten.

4. Die Rolle des Hüttenpersonals als zentrale Säule des Brandschutzes stärken.

Durch gezielte Ausbildung und Vorbereitung des Personals auf seine Aufgaben im Brandschutz. Fragen zur Orientierung:

- *Wie wird das Hüttenpersonal gezielt als Brandschutzhelfer*innen und Räumungshelfer*innen geschult, um im Brandfall effektiv zu reagieren?*
- *Wie wird sichergestellt, dass das Personal in der Lage ist, einen Entstehungsbrand frühzeitig mit Feuerlöschern zu bekämpfen?*

- *Wie wird gewährleistet, dass Fluchtwege auch bei hoher Auslastung der Hütte jederzeit frei bleiben (z.B. keine Lagerung von Ausrüstung)?*
- *Welche organisatorischen Maßnahmen helfen dem Personal, auch bei extremen Wetterbedingungen eine sichere Evakuierung durchzuführen?*

Ziel: Gut vorbereitetes und handlungsfähiges Hüttenpersonal als Schlüssel für den funktionierenden Brandschutz im Hüttenbetrieb.

Was bedeutet das für den Brandschutz bei nachhaltigen Schutzhütten?

Der Brandschutz auf Schutzhütten muss sich auf Selbstrettung und präventive Maßnahmen konzentrieren, da eine externe Brandbekämpfung und Rettung durch die Feuerwehr meist nicht möglich sind. Nachhaltigkeit bedeutet in diesem Zusammenhang, zielgerichtete Maßnahmen zu ergreifen, die tatsächlich zur Sicherheit beitragen, anstatt Standardlösungen ohne Bezug zur realen Nutzung anzuwenden. Eine schnelle Branddetektion, gut geschultes Hüttenpersonal und ein durchdachtes Evakuierungskonzept sind entscheidend, um Menschenleben zu schützen.

Gleichzeitig sollte der Brandschutz so gestaltet sein, dass ein Brand nicht zwangsläufig zu einem vollständigen Verlust der Hütte führt. Durch den gezielten Einsatz von baulichen und organisatorischen Maßnahmen kann eine ausreichende Sicherheit erreicht werden, ohne unnötige oder ineffektive Maßnahmen zu ergreifen. Dies ist nicht nur im Hinblick auf die ökonomische Nachhaltigkeit sinnvoll, sondern trägt auch ökologisch zu einem ressourcenschonenden und praxisorientierten Brandschutz bei.



Fernab vom Trubel und Lärm im Tal sollte der Schallschutz in den hohen Gefilden der Alpen keine Rolle spielen. Auf einer Schutzhütte kommen jedoch zu Stoßzeiten viele Menschen auf überschaubarem Raum mit unterschiedlichem Verhalten und Anspruch zusammen. Wie lassen sich die unterschiedlichen Bedürfnisse unter dem Dach einer nachhaltigen Schutzhütte vereinen?

Welche Orientierung geben die öffentlich-rechtlichen Maßgaben zur Erfüllung des Schallschutzes?

Das Ziel des Schallschutzes ist, den von den Nutzer*innen eines Gebäudes wahrgenommenen Schall auf einem Pegel zu halten, der in seiner Intensität nicht gesundheitsgefährdend ist und bei dem zufriedenstellende Bedingungen für die Nachtruhe sowie für die Arbeit und Erholung des Hüttenteams sichergestellt sind.^{9,1} Die Wahrnehmung von Schall ist dabei sehr subjektiv. Was für den Einen ein akzeptables Hintergrundrauschen ist, überschreitet bei Anderen Grenzen und ist nicht mehr tolerierbar. Als wesentliche Prämisse für den Schallschutz gilt in erster Linie die gegenseitige Rücksichtnahme, bei der das persönliche Lärmverhalten auf die Mitmenschen entsprechend angepasst ist. Darüber hinaus können auch im Gebäude konstruktive Maßnahmen vorgesehen werden, die den Schallschutz verbessern, allerdings auch zusätzliche Ressourcen benötigen. Um sich diesem Thema anzunähern ist für die Planung die Kategorisierung in schutzbedürftige Räume und Räume mit Emissionsquellen sinnvoll. Zwischen diesen Räumen sowie gegenüber möglicherweise vorhandenem Außenlärm sind Schallschutzmaßnahmen zielführend.

Wie sind die Nutzer*innen und ihre Raumzonen hinsichtlich des Schallschutzes zu betrachten?

Bei der Betrachtung des notwendigen Schallschutzes muss beim jeweiligen (Ruhe-)Bedürfnis der Nutzer*innen der Schutzhütte differenziert werden. Während das Hüttenteam vor Ort konzentriert seine Arbeit verrichten möchte und in den Ruhe- und Erholungszeiten nicht gestört werden darf, steht für die Hüttengäste, aufgrund ihres zeitlich begrenzten Aufenthalts, der Schutz vor äußeren Bedingungen, Beherbergung und Verpflegung im Vordergrund.

Die unterschiedlichen Raumzonen innerhalb der Schutzhütte stellen je nach Nutzung einen Raum mit Emissionsquellen und/oder schutzbedürftigen Raum dar. Eine Sonderrolle bei alpinen Schutzhütten spielt die Insellage in der freien Natur, durch welche das Thema des Außenlärms in Form von Naturgeräuschen vernachlässigt werden kann.

Schutzbedürftige Räume

müssen besonders vor Lärm geschützt werden, da dort Ruhe für das Wohlbefinden, Gesundheit oder Konzentration benötigt wird.

Räume mit Emissionsquellen

Räume, in denen Lärm entsteht, der sich auf andere Räume übertragen kann. Sie gelten als Schallquellen und müssen deshalb durch geeignete Schallschutzmaßnahmen von schutzbedürftigen Räumen getrennt werden.

Außenlärm

Alle Geräusche, die von außerhalb eines Gebäudes kommen und in das Gebäude eindringen können. Typische Quellen sind Verkehrslärm, Freizeit- und Veranstaltungsgeräusche sowie natürliche Geräusche, die durch Wind, Regen, Gewitter entstehen.

Welche Rolle spielt der Schallschutz bei Schutzhütten?

Bei der Kategorisierung der üblichen Raumzonen einer Schutzhütte fallen für das Hüttenteam die privaten Aufenthaltsräume unter die schutzbedürftigen Räume. In diesen Räumen muss neben der Nachtruhe auch tagsüber die Möglichkeit bestehen, abseits des Gastbetriebs, Ruhe zu finden. Für die Hüttengäste gelten die Schlaflager als schutzbedürftige Räume, die in der Nacht die notwendige Erholungsmöglichkeit bieten.

Fremde Räume
Angrenzende oder benachbarte Räume, die außerhalb des unmittelbaren Einflussbereiches liegen.

Anlagen und Technik
Technische Einrichtungen und Maschinen in Gebäuden, die Geräusche oder Vibrationen erzeugen.

Bei der Betrachtung der üblichen Räume mit Emissionsquellen in Schutzhütten wird zwischen „fremden Räumen“, Anlagen und Technik sowie Außenlärm unterschieden. Bei der ersten Kategorie, „fremde Räume“, steht der Gastraum hinsichtlich der Schallemissionen an oberster Stelle. Durch das gesellige Beisammensein einer Vielzahl von Menschen, in einem verhältnismäßig kleinen Raum, gepaart mit dem kontinuierlichen Kommen und Gehen sowie Stuhl- und Tischrücken, entstehen erhebliche Schallemissionen, die schon durch die im Raum befindlichen Nutzer*innen als störend empfunden werden können. Hier helfen Akustikmaßnahmen, die es ermöglichen in angenehmer Lautstärke miteinander zu kommunizieren und den Geräuschpegel innerhalb des Gastraumes und nach außen zu reduzieren. Die Tätigkeiten wie Zubereiten, Kochen, Spülen und Räumen in der Küche sowie den dazugehörigen Lagerräumen, verursachen die darin üblichen Arbeitsgeräusche, die jedoch zu Stoßzeiten nicht unerheblich sind.

Die Schallemissionen, die von sämtlichen Nutzer*innen auf geteilten Verkehrswegen verursacht werden, sind maßgeblich vom individuellen Nutzer*innenverhalten abhängig. Schrittgeräusche, Unterhaltungen und Türeenschlagen können als störend empfunden werden, vor allem wenn diese in die Stille der Nachtruhe fallen. Ähnliches gilt für die Sanitärräume. So kann zum Beispiel durch die Toilettenspülung das „Stille Örtchen“ zur Lärmbelästigung mutieren.

Damit ist der Übergang zu der zweiten Kategorie Anlagen und Technik fließend. Jede technische Einrichtung führt zu Schallemissionen, die je nach Intensität als Hintergrundgeräusch kaum wahrnehmbar oder als störend empfunden werden kann. Insbesondere bei dieser Kategorie ist das persönliche Hör- bzw. Störempfinden entscheidend, da sie vor allem über Körperschall und den damit zusammenhängenden Vibrationen wahrgenommen werden kann.

Wie bereits beschrieben, nimmt der Außenlärm bei alpinen Schutzhütten, aufgrund ihrer Lage in der freien Natur, eine untergeordnete Rolle ein. Hauptaugenmerk liegt hier auf dem durch die Nutzer*innen verursachten Schallpegel im bewirtschafteten Außenbereich. Entsprechend dem Nutzungsszenario im Gastraum, haben diese einen nicht unerheblichen Einfluss auf das Ruhebedürfnis der Nutzer*innen in der Hütte und auch auf die schützenswerte Natur.

Einordnung von Schallemissionen für Nutzer*innen und Raumzonen

Abb. 22

| NUTZER*INNEN | | TEAM | GAST | dB | | VERGLEICH |
|----------------------------|--|------|------|-----------|----------------|----------------------|
| | | | | > 120 | Schmerzbereich | Sirene |
| | | | | ~ 120 | Schmerzbereich | Kettensäge |
| | | | | ~ 100–110 | Schmerzbereich | Hubschrauber |
| Raumzonen Emissionsquellen | | | | | | |
| Gastraum gesellig | | ✓ | ✓ | ~ 70–90 | | Party |
| Gastraum normal | | ✓ | ✓ | ~ 60–70 | | Restaurant |
| Küche | | ✓ | ✗ | ~ 70 | | PKW |
| Terrasse | | ✓ | ✓ | ~ 65 | | laute Unterhaltung |
| Erschließung | | ✓ | ✓ | ~ 60 | | normale Unterhaltung |
| Sanitärräume | | ✓ | ✓ | ~ 50 | | leise Unterhaltung |
| Anlagen u. Technik | | ✓ | ✗ | ~ 40 | | Kühlschrank |
| Raumzonen Schutzbedarf | | | | | | |
| Schlafen Gäste | | ✗ | ✓ | ~ 30–40 | | Flüstern, Schnarchen |
| Privat Team | | ✓ | ✗ | ~ 20–30 | | Atmen, Uhr ticken |

Wie soll der Schallschutz im nachhaltigen Hüttenbau berücksichtigt werden?

1. Die Notwendigkeit für konstruktive Schallschutzmaßnahmen soweit wie möglich reduzieren!

Durch eine sinnvolle räumliche Organisation – je größer die Distanz, desto besser!

- Wo liegen die schutzbedürftigen Räume?
- Wo liegen die Räume mit Emissionsquellen?
- Wie lässt sich eine räumliche Distanz zwischen diesen Räumen schaffen?

Durch die Reduktion von Technik sowie Installationen – ohne Technik keine Maschinen- oder Strömungsgeräusche!

- Werden die technischen Anlagen gebraucht?
- Müssen diese ständig betrieben werden?

Durch eine gesteuerte zeitliche Organisation!

- Welche Konflikte lassen sich durch die konsequente Umsetzung der Hüttenruhe zwischen 22–6 Uhr vermeiden?

2. Die Anforderungen an die konstruktiven Schallschutzmaßnahmen hinterfragen!

Der DAV empfiehlt zwischen schutzbedürftigen Räumen und Räumen mit Emissionsquellen für Trennwände $zul_R > 45 \text{ dB}$ und für Trenndecken $zul_R > 50 \text{ dB}$ in der Planung anzustreben. Siehe auch Bauteilkatalog: Decke und Innenwand

3. Die notwendigen konstruktiven Schallschutzmaßnahmen so nachhaltig wie möglich herstellen!

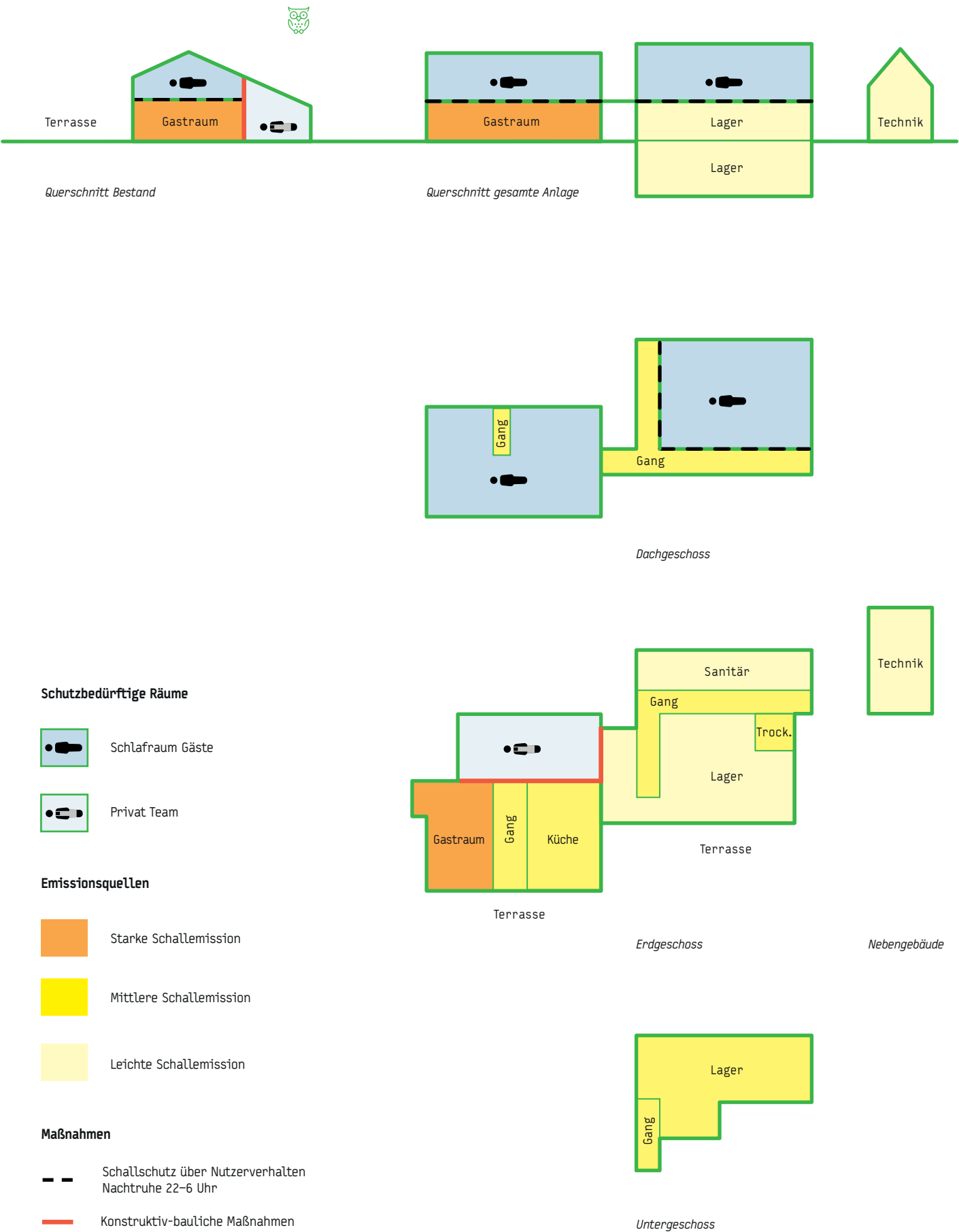
Durch die Verwendung von leichten (Stichwort: Transport!) und effizienten Konstruktion aus nachwachsenden, natürlichen und kreislauffähigen Materialien!

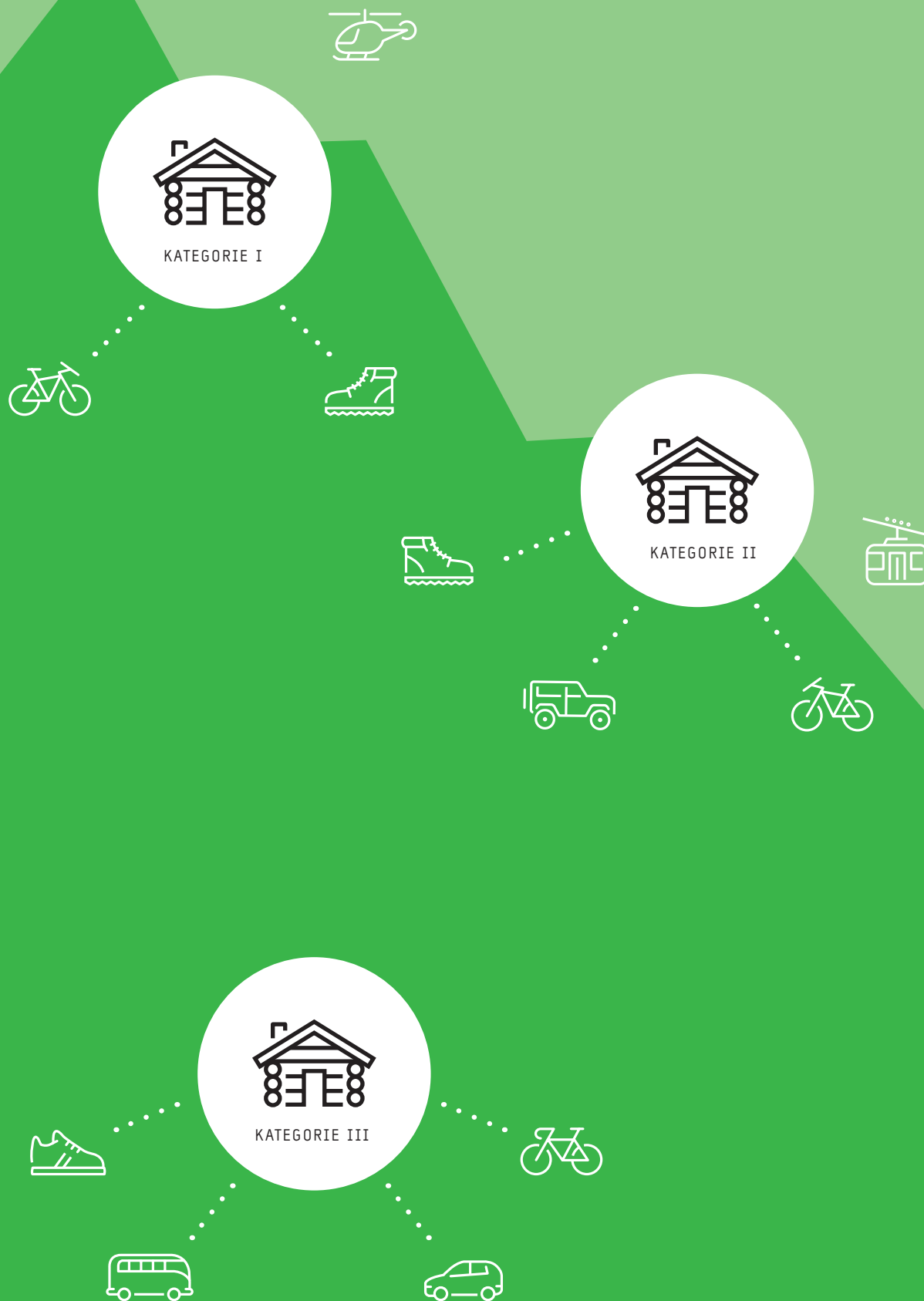
4. Die Hüttenutzer*innen zum persönlichen Beitrag sensibilisieren!

- Durch ein respektvolles Verhalten als Teil einer Gemeinschaft!
- *Durch welche Maßnahmen werden die Hüttengäste zur Rücksichtnahme sensibilisiert?*
 - *Welche Hilfsmittel kann ich den Hüttengästen zur Verfügung stellen, um für den persönlichen Schallschutz zu Sorgen (Stichwort Ohrstöpsel)?*

Was heißt das für die Nachhaltigkeit?

Die Umsetzung konstruktiver Schallschutzmaßnahmen ist enorm ressourcenintensiv. Im Sinne der Vermeidung ist der größte Hebel, bereits zu Beginn, den Schallschutz auf das wirklich Notwendige zu reduzieren. Durch die Umsetzung in Form von gezielt eingesetzten, ressourceneffizienten Konstruktionen, aus nachwachsenden, natürlichen und kreislauffähigen Materialien, wird ein weiterer Beitrag zum Thema der Nachhaltigkeit geleistet. Trotz Umsetzung der Maßnahmen bleibt der Schallschutz bei Schutzhütten vom persönlichen Verhalten abhängig. Hierbei spielen Toleranz und individuelle Rücksichtnahme die maßgebliche Rolle.





Beim Aufenthalt von Bergsportler*innen im Gebirge spielt Sicherheit eine selbstverständliche Rolle. Durch das Einschätzen der eigenen Fähigkeiten und entsprechend verantwortungsbewusstem Verhalten, leisten die Sportler*innen bereits einen erheblichen Beitrag zur ihrer eigenen Sicherheit. Das Thema der Barrierefreiheit im alpinen Kontext ist dagegen nicht so einfach zu beantworten, da die Berge bereits eine natürliche, aber deutliche Barriere für die allgemeine Zugänglichkeit darstellen. In welchem Ausmaß sind also Maßnahmen für die Gewährleistung von Barrierefreiheit auf Schutzhütten angemessen?

Welche Orientierung geben die öffentlich-rechtlichen Maßgaben zur Erfüllung der Sicherheit und Barrierefreiheit?

Den hohen Stellenwert der Sicherheit formuliert die Musterbauordnung in ihrer sogenannten Generalklausel, dem § 3: „Gemäß § 3 MBO sind bauliche Anlagen so anzuordnen, zu errichten, zu ändern und instand zu halten, dass die öffentliche Sicherheit und Ordnung, insbesondere Leben, Gesundheit und die natürlichen Lebensgrundlagen, nicht gefährdet werden.“^{10.1} Im Weiteren unterscheiden die Technischen Baubestimmungen^{10.2} zwischen den Aspekten der (Nutzungs-)Sicherheit und der Barrierefreiheit. Demnach gilt das Schutzziel der Sicherheit unter der Berücksichtigung der DIN 18065 – Gebäudetreppen^{10.3} sowie das Ziel der Barrierefreiheit durch Einhalten der Vorgaben nach DIN 18040 – Barrierefreies Bauen^{10.4+5} als erfüllt.

Die grundsätzliche Motivation der Arbeitsstättenverordnung liegt in der Sicherstellung der (Nutzungs-)Sicherheit für Arbeitsstätten begründet: „Diese Verordnung dient der Sicherheit und dem Schutz der Gesundheit der Beschäftigten beim Einrichten und Betreiben von Arbeitsstätten.“^{10.6+7} Anforderungen an die Barrierefreiheit ergeben sich hier zu dem Zeitpunkt, an dem Menschen mit Behinderungen beschäftigt werden. Da die Umsetzung von sicherheitsrelevanten Aspekten nicht zur Diskussion steht, muss, im Kontext der Nachhaltigkeit, vor allem die angemessene Umsetzung von barrierefreien Maßnahmen im alpinen Raum näher untersucht werden. Die Herstellung von Barrierefreiheit für Menschen mit motorischen Einschränkungen bringt einen erhöhten Platzbedarf mit sich, zum Beispiel aufgrund notwendiger Wenderadien, der Schwellenlosigkeit sowie notwendiger Aufzüge. Der § 50 der MBO „Barrierefreies Bauen“ definiert für öffentliche Gebäude folgenden Anspruch: „Bauliche Anlagen, die öffentlich zugänglich sind, müssen in den dem allgemeinen Besucher- und Benutzerverkehr dienenden Teilen barrierefrei sein.“^{10.1} Der dafür benötigte Raumbedarf sowie die Bereitstellung von technischen Einrichtungen, die darüber hinaus betrieben und gewartet werden müssen, bringen einen erhöhten Ressourcen- sowie Energiebedarf mit sich.

Wie ist die Zugänglichkeit, d.h. die Erschließung der Hütten hinsichtlich der Barrierefreiheit zu bewerten?

Alpine Schutzhütten sind entsprechend ihrer Hüttenkategorie mehr oder weniger gut erschlossen. Dies reicht in der Hüttenkategorie I vom Wanderweg bis zur Hüttenkategorie III, einem direkt anfahrbaren oder über eine Seilbahn erreichbaren Berggasthaus. Insbesondere bei den, in diesem Leitfaden betrachteten, Hütten der Kategorie I, trifft die Aussage zu, dass die Berge mit ihren Wanderwegen, Felswänden und Gipfeln natürliche Barrieren darstellen. Daher sind Schutzhütten der Kategorie I in der Regel nur bedingt zugänglich.

Um die Notwendigkeit für eine Barrierefreiheit beurteilen zu können, muss folgende Frage gestellt werden: Mit welchen Nutzer*innen ist voraussichtlich auf Schutzhütten zu rechnen? Je geringer der Erschließungsgrad, desto weniger wird bei der Erreichbarkeit die Mobilitätsbetrachtung wesentlich. Zu Beginn einer Planung ist daher bei jeder Schutzhütte eine Bewertung der Erschließungsmöglichkeiten notwendig. Sind Hütten mit mechanischen Hilfsmitteln wie Seilbahn oder mit einem Fahrzeug direkt erreichbar, ist auch mit immobilen Hüttengästen zu rechnen. Ist zur Erreichung der Hütte die Überwindung natürlicher Barrieren wie Wanderwege, Felswände und Gipfel notwendig, ist eine entsprechende körperliche Mobilität die wesentliche Voraussetzung.

Neben motorischen Einschränkungen, die die Zugänglichkeit von Schutzhütten maßgeblich beeinflussen, ist bei der Hüttenplanung die Barrierefreiheit auch für Hüttengäste mit visuellen, auditiven und kognitiven Einschränkungen zu berücksichtigen. Die unterstützenden Maßnahmen hierfür können, im baulichen Kontext von Hütten der Schutzkategorie I, jedoch mit einem erheblich geringerem Aufwand hergestellt werden.

Wie soll die Barrierefreiheit im nachhaltigen Hüttenbau berücksichtigt werden?

1. Die Notwendigkeit der Barrierefreiheit klären!

Durch die Betrachtung des Profils der Nutzer*innen – als Grundlage für zielgerichtete Maßnahmen!

- *Mit welchen Hüttengästen mit welchen Einschränkungen, ist aufgrund der gegebenen Erschließung zu rechnen?*
- *Gibt es die Möglichkeit, unter Berücksichtigung der Erschließbarkeit und Lage der Hütte, Personen mit Einschränkungen zu beschäftigen, für die entsprechende Maßnahmen zur Barrierefreiheit notwendig sind?*
- *Welche Aspekte an möglichen Behinderungen müssen bei der Planung in Betracht gezogen werden?*

2. In bedarfsgerechten und zielgerichteten Maßnahmen zur Umsetzung der Barrierefreiheit denken!

Bei voraussichtlichen Nutzer*innen der Schutzhütte mit:

- *auditiven Einschränkungen, Wert auf Akustik legen!*

- *visuellen Einschränkungen, entsprechende Orientierungs- und Leitsysteme einsetzen!*
- *mobilen Einschränkungen, den notwendigen Platzbedarf sowie die Schwellenlosigkeit berücksichtigen! Welche Maßnahmen sind als Hilfestellung an diesem Ort zielführend?*

3. Die notwendigen Maßnahmen zur Barrierefreiheit so flächeneffizient wie möglich in das Gebäude integrieren!

Durch eine klare, übersichtliche räumliche Organisation!

Was heißt das für die Nachhaltigkeit?

Die große Stellschraube hinsichtlich der Nachhaltigkeit ist eine dem Ort und der Lage entsprechende Umsetzung von Maßnahmen für die Sicherstellung der Barrierefreiheit. Welche möglichen Einschränkungen der Nutzer*innen müssen berücksichtigt werden? Die Umsetzung der notwendigen Maßnahmen, Einrichtungen bzw. Konstruktionen sollte mit nachhaltigen Materialien und Lösungen erfolgen, die eine dauerhafte und wartungsarme Konstruktion gewährleisten.



11 Partizipation

Die Partizipation spielt eine entscheidende Rolle im Kontext des Natur- und Umweltschutzes.^{11,1} In einer Zeit, in der ökologischen Herausforderungen wie Klimawandel, Ressourcenknappheit und Anpassung an klimatische Veränderungen an Dringlichkeit gewinnen, ist das Zusammenwirken aller notwendig! Durch die Beteiligung verschiedener Personen können die jeweiligen Sichtweisen, Sorgen und Interessen berücksichtigt werden. Durch die Zusammenarbeit an bestimmten Aufgabenstellungen werden das Zusammengehörigkeitsgefühl und das Verantwortungsbewusstsein gestärkt. Außerdem kann durch die Beteiligung auch das Verständnis für Entscheidungen und für die Notwendigkeit der Ressourcenschonung gefestigt werden. Als mitgliederstärkster Naturschutzverband in Deutschland ist sich der Deutsche Alpenverein e.V. der großen Reichweite und Wirksamkeit bewusst. Wie sich in den jährlich 2,4 Mio. ehrenamtlich geleisteten Stunden widerspiegelt, lebt der DAV vom Engagement der Mitglieder!^{11,2} Es bleibt ein wichtiges Anliegen, das erarbeitete Wissen zu verbreiten und die Interessierten bestmöglich zu informieren und auch weiterhin einzuladen, sich zu beteiligen!

Die Partizipation bzw. Teilnahme verschiedener Personen(-gruppen) in einem ehrenamtlich geführten Verein birgt jedoch auch einige Herausforderungen, welche man sich frühzeitig bewusst machen muss:

- **Organisatorische Herausforderungen**
An einem Bauprojekt sind in der Regel viele unterschiedliche Gruppen beteiligt. Die vielen Fachfirmen und Ehrenamtlichen zu koordinieren und eine Abstimmung – sei es terminlich oder inhaltlich – zu erreichen, ist nicht leicht zu bewerkstelligen.
- **Unterschiedliche Vorkenntnisse der beteiligten Personen**
Durch die vielen Beteiligten mit unterschiedlichem Hintergrund, kommt es zu einer sehr diversen Mischung an Vorkenntnissen bzw. Vorwissen. Hier eine gemeinsame Basis zu schaffen ist eine wichtige Aufgabe, damit die Beteiligung aller Interessierten ermöglicht wird.
- **Lage der Baustelle**
Durch die oft große Distanz zwischen Sektionsstandort und Hüttenstandort, ist die Planung besonders anspruchsvoll und besonders wichtig. Oft kann etwas nicht „schnell“ überprüft werden.
- **Unvorhersehbares**
Auf Hochgebirgsbaustellen muss allein schon wetterbedingt mit „Störungen“ des Bauablaufs gerechnet werden. Zusätzlich kann auf unvorhergesehene Situationen nur mit den vor Ort vorhandenen Ressourcen reagiert werden.

Partizipation

Der Begriff Partizipation wird übersetzt mit Teilhaben, Teilnehmen, Beteiligtsein verschiedener Akteur*innen.

- **Koordinierung der Partizipation**

Sowohl der Zeitaufwand zur Vorbereitung als auch der Planungsaufwand der Arbeitseinsätze kann schnell unterschätzt werden. Wenig Informationen, die vorab verteilt werden, eine unkoordinierte Arbeitsweise und Aufgabenteilung vor Ort führen zu Ineffizienz und Unzufriedenheit.

- **Persönliche Motivation**

Durch die unterschiedlichen beteiligten Personen kommen unterschiedliche Erwartungshaltungen. Manche möchten sich Wissen aneignen, bei anderen liegt der Fokus auf der handwerklichen Tätigkeit, wieder andere wollen sich für eine nachhaltige Bauweise einsetzen und andere haben primär die Finanzierung im Blick. Für alle die passende Aufgabe zu finden, kann kompliziert werden.

Wo können sich Freiwillige während des Bauprozesses einbringen?

Um diese Herausforderungen bestmöglich zu bewältigen und eine Beteiligung von Interessierten und Engagierten zu ermöglichen, soll dieses Kapitel unterstützen! Analog zum bereits bekannten Etappenplan, wird in den folgenden Abschnitten aufgezeigt, in welchen Projektphasen die Sektion gute Möglichkeiten hat, die Mitglieder und weitere Interessensgruppen mit einzubinden. Anschließend werden Möglichkeiten aufgezeigt, wie die Teilhabe gestaltet werden kann und wo, welche Mittel zur Unterstützung zugezogen werden können.

ETAPPE 0 Vorfeld

Insbesondere angesprochen werden in dieser Anfangsphase Vorstandsmitglieder, Hüttenreferent*innen und Hüttenwart*innen und weitere Mitglieder, die sich bei einer Baumaßnahme einbringen wollen. Da in der Regel das Spektrum an Vorwissen der beteiligten Personen sehr breit ist, sollen zur Vorbereitung die theoretischen Grundlagen für nachhaltiges Bauen geschaffen werden. Es gibt zahlreiche Wege, sich vorzubereiten!

Homepage

Alle relevanten und aktuellen Infos über die Alpenvereinshütten sind für alle Interessierten auf der vereinsinternen Wissensplattform DAV360-Hütten^{11,3} auffindbar. Das Hüttenhandbuch, welches als Nachschlagewerk für nachhaltigen Hüttenbau und technischen Hüttenbetrieb vom Ressort „Hütten und Wege“ entwickelt wurde, wird regelmäßig aktualisiert. Somit finden sich auch spezifische Ergebnisse aus diesem Projekt dort wieder, wie zum Beispiel die Umweltwirksamkeit einzelner Baustoffe als Unterstützung bei der Materialwahl entsprechend des Kapitels 6. Auch dieser Leitfaden und weitere informative Materialien sind dort zu finden.

Veranstaltung

Über die verschiedenen Veranstaltungen können die Ergebnisse aus Forschung und Praxis den verschiedenen Personen mit Hüttenbezug präsentiert und nähergebracht werden. Für die jeweiligen Interessensgruppen (Planende und Baubeteiligte, Vorstände, Mitglieder, Wirtsleute) werden

jährlich passende Seminare und Veranstaltungen angeboten. Durch die gemeinsame Organisation mit dem Österreichischen und Südtiroler Alpenverein (ÖAV und AVS) wird länderübergreifend eine große Reichweite geschaffen. Sämtliche Veranstaltungsunterlagen können im Nachgang über das Ressort Hütten und Wege oder die vereinsinterne Plattform DAV360-Veranstaltungen heruntergeladen werden^{11,3}. Dort erlangtes Wissen bezüglich nachhaltigen Bauens kann direkt in die Planung mit einfließen.

ETAPPE 2 Kontakt zum Bundesverband (BV)

Nach der ersten Besprechung innerhalb der Sektion sollte die Bundesgeschäftsstelle kontaktiert werden. Diese bietet Unterstützung bei der Planung von Bauvorhaben und hilft den Sektionen, ihre Projekte nachhaltig zu gestalten. So können die Sektionen durch ihre Teilhabe mit ihrem eigenen Projekt zur nachhaltigen Schutzhütte beitragen!

ETAPPE 4 Bestanderhebung

Ergänzend zur baulichen Bestanderhebung, welche durch eine Fachfirma ausgeführt werden sollte, empfiehlt es sich ein Team aus Sektionsmitgliedern mit einzubinden. Dieses Projektteam kann das Potential der Bestandsmaterialien ermitteln und feststellen, welche Materialien für einen Wiedereinbau in Frage kommen können. Im Zuge der Bestanderhebung werden auch die Lagermöglichkeiten vor Ort dokumentiert. Zur Vorbereitung kann ergänzend der Leitfaden zur Bestandsaufnahme von Materialien auf Schutzhütten^{11,3} von DAV360-Hütten hinzugezogen werden, sodass alle Interessierten – egal mit welchem fachlichen Hintergrund – sich einarbeiten und beteiligen können.

ETAPPE 7 Kick-Off Planung

Ein Projektteam sollte gebildet werden, um die Bestanderhebung auszuwerten und erste Logistikkonzepte zu entwickeln. Bereits in dieser Phase können Arbeitspakete geschnürt und das Interesse der Mitglieder geweckt werden. Wenn bestimmte Expertisen für diese Tätigkeiten erforderlich sind, sollte bereits darauf Aufmerksam gemacht werden. Hilfestellungen zur Planung und Ausschreibung von Arbeitseinsätzen, sowie Seminartermine und -unterlagen dafür, sind unter DAV360-Ehrenamt zu finden und zu Rate zu ziehen^{11,4}. Um eine sichere Teilnahme der Ehrenamtlichen zu gewährleisten, sind hier ebenfalls Informationen über den Arbeitsschutz und die Versicherung zu finden.

ETAPPE 10 Ausführungsplanung

Die Sektionen müssen parallel zur Planerstellung die Details ihrer Arbeitseinsätze planen. Das umfasst den konkreten Inhalt von Arbeitseinsätzen, die Terminierung und die Erfassung notwendiger Mittel für diesen Einsatz. Es ist ratsam ein Logistikkonzept zu erstellen, welche ausgebauten Materialien, wo gelagert, wie (und wo) aufbereitet und angepasst werden können. Die zusammengestellten Informationen können mit dem Ressort Hütten und

Wege besprochen werden und sollten auch Teil der Ausschreibungsunterlagen für Fachfirmen werden.

ETAPPE 12 Umsetzung

Die ehrenamtlichen Arbeitseinsätze stärken die Verbundenheit zur Hütte in der Sektion. Viele Teilnehmende genießen das Gruppenerlebnis. Verstärkt wird das positive Erlebnis durch die Schönheit der alpinen Umgebung. Außerdem wird dadurch ein wertvoller Beitrag zum Hüttenbetrieb geleistet. Das theoretisch angeeignete Wissen über die Baustoffe, Materialbehandlung und Weiterverwendung wird physisch erfahrbar. Die Interessierten können selbst dazu beitragen, die dokumentierten Baustoffe auszubauen, zu sortieren, zu lagern und zu behandeln und die Nachhaltigkeitsstrategien an der (sektions-)eigenen Hütte umzusetzen!^{11,5}

Ein besonderer Aspekt dieses Arbeitseinsatzes ist die Fotodokumentation der Arbeit. Während der verschiedenen Tätigkeiten können Fotos gemacht werden, die nicht nur die geleistete Arbeit zeigen, sondern auch den wertvollen Beitrag zur Ressourcenschonung und nachhaltenden Bauweise dokumentieren. Diese Bilder bieten einen guten Einblick in die ehrenamtliche Arbeit und Arbeit auf der Schutzhütte. Um eine breite Masse an Interessenten zu erreichen und die Bedeutung von ehrenamtlicher Arbeit auf Schutzhütten zu unterstreichen, werden die Fotos und Berichte auf verschiedenen sozialen Medien und Plattformen veröffentlicht. So können auch Menschen, die bisher noch nicht von der Möglichkeit eines solchen Arbeitseinsatzes gehört haben, inspiriert werden, sich ebenfalls zu engagieren. Durch die Verbreitung der Dokumentationen auf sozialen Medien und anderen Plattformen kann das Bewusstsein für diese Form der freiwilligen Arbeit geschärft und ein größeres Interesse an zukünftigen Einsätzen geweckt werden.

Am Ende des ehrenamtlichen Arbeitseinsatzes ist es wichtig, das Feedback der Teilnehmenden einzuholen, um den Ablauf zukünftiger Einsätze weiter zu optimieren und sicherzustellen, dass alle Helfer mit ihrer Erfahrung zufrieden sind. Ein strukturiertes Feedback ermöglicht es, sowohl die positiven Aspekte als auch mögliche Verbesserungsvorschläge zu erfassen.

ETAPPE 13 Dokumentation

Dies hilft, die Hütten langfristig nachhaltig zu betreiben und gewährleistet eine ressourcenschonende Nutzung. Auch die Dokumentation von recyceltem Material und eingesparten Ressourcen ist wichtig. Für jede Hütte muss ein Betriebsbuch geführt und gepflegt werden. Dieses soll neben Planunterlagen, Behördenbescheiden, anstehenden Prüfungen, Informationen über Materialbeschaffenheit und Rezyklierbarkeit enthalten. Relevante Inhalte für das Betriebsbuch sind auch über das DAV360-Hüttenhandbuch^{11,3} zu finden. Diese Unterlagen helfen sowohl bei Wechsel der Wirtsleute als auch bei Wechsel innerhalb der Sektion als auch beim Bewältigen der jährlichen Aufgaben zum Saisonstart und -abschluss. Durch die Dokumentation der Materialbeschaffenheit kann sichergestellt werden, dass sämtliche folgende Hüttenverantwortlichen, die Hütte so nutzen und pflegen, wie es vorgesehen und notwendig ist. Dies hilft, die Hütten langfristig nachhaltig zu betreiben

und gewährleistet eine zirkuläre und ressourcenschonende Nutzung. Somit kann verhindert werden, dass z. B. Holzbauteile durch eine spätere Beschichtung nicht wieder eingesetzt oder thermisch verwertet werden können. Durch die Beschichtung muss der Baustoff fachgerecht entsorgt werden, was in der Regel mit einem höherem Kosten- und Emissionsaufwand verbunden ist. Bei der Dokumentation können sich auch hervorragend Personen einbringen, welche weniger handwerkliche Vorkenntnisse mitbringen.

ETAPPE 14 Betrieb

Besonders die Betriebsphase bietet zahlreiche Möglichkeiten zur Partizipation. Jährliche Arbeitseinsätze finden statt, um die Hütte und die zugehörige Infrastruktur in Stand zu halten. Die Tätigkeiten sind flexibel, manchmal erst spontan vor Ort bekannt, sodass für jede helfende Hand etwas zu tun ist. Vor jedem Arbeitseinsatz ist es empfehlenswert, die Unterlagen (z. B. Leitfaden, Dokumentationsbuch der Hütte, etc.) an die Interessierten zu verteilen und gegebenenfalls zu besprechen. Außerdem gibt es in der Betriebsphase die größten Möglichkeiten, die Gäste und somit die Öffentlichkeit über die Hütte und ihre nachhaltige Bau- und Betriebsweise zu informieren und zu begeistern! Denn die Hüttengäste sind der wesentliche Grund, wieso die Schutzhütten in dieser besonderen Lage existieren.

Um diese exponierte und abgeschiedene Lage, fern vom (städtischen) Versorgungsnetz und die Ressourcenverfügbarkeit zu erklären, können viele Kommunikationswege genutzt werden. Auf einigen Hütten gibt es bereits Erklärtafeln und Erläuterungen in Speisekarten. Nach künftigen Projekten soll die (nachhaltige) Bauweise den fachfremden Gästen vor Ort nähergebracht werden. Bereits bei der Buchung können die Gäste über die Hüttenhomepage Informationen über die baulichen und technischen Hintergründe aufgeklärt werden. Vor Ort wieder eingesetzte Materialien sollen möglichst sichtbar bleiben und gekennzeichnet werden, um auf die Besonderheit aufmerksam zu machen.

Partizipation in der Praxis

Zukünftige Projekte, die sich an diesem Leitfaden ausrichten werden auf den genannten Veranstaltungen und Plattformen vorgestellt! Außerdem steht das Ressort Hütten und Wege gerne bei Fragen und Anregungen zur Verfügung. Die Möglichkeiten zum Einbringen sind nahezu unbegrenzt und sehr vielfältig! Sollte Interesse an der Beteiligung aufkommen, gerne über die Ehrenamtsplattform informieren und Kontakt aufnehmen^{11,5}!



Dieser Leitfaden zeigt praxisnahe Strategien zur nachhaltigen und kreislaufgerechten Planung, Errichtung und dem Betrieb von alpinen Sommer-schutzhütten! Im Einklang mit den Werten des Deutschen Alpenvereins als Umwelt- und Naturschutzverein wird dabei ein besonderes Augenmerk auf ganzheitliche und naturverträgliche Lösungen gelegt. Die spezifischen Herausforderungen alpiner Schutzhütten, wie schwer zugängliche Standorte in der freien Natur, extreme Wetterbedingungen und hohe ökologische Anforderungen, verdeutlichen, weshalb nachhaltige und zirkuläre Ansätze unverzichtbar sind. Den einzelnen DAV-Sektionen mit ihren Mitgliedern kommt als Eigentümerinnen der Hütten eine zentrale Rolle zu, den „Wertewandel am Berg“ aktiv umzusetzen, um langfristige Erfolge zu sichern. Dabei erfordert nachhaltiges und zirkuläres Bauen sowohl bauliches als auch gesellschaftliches Umdenken, wobei die erarbeiteten, folgenden Strategien unterstützen sollen.

Erwartungen hinterfragen

Schutzhütten in ihrer ursprünglichen Funktion, als einfache Unterkunft zum Schutz vor alpinen Witterungsbedingungen, sollte wieder ins Bewusstsein rücken – als Leitlinie für Gestaltung, Ausstattung und Nutzung.

Nachhaltigkeit von Beginn an mitdenken

Nachhaltige Entscheidungen müssen schon bei Bedarfsermittlung, Entwurf und Planung getroffen werden – unterstützt durch den entwickelten Etappenplan über den gesamten Lebenszyklus hinweg. Die Wahl langlebiger, anpassungsfähiger Konstruktionen und Materialien stärkt dabei die ökologische Wirkung.

Kreislaufprinzipien umsetzen

Zirkuläre Ansätze, wie etwa rückbaufähige Konstruktionen, lösbare Verbindungen und die Wiederverwendung vorhandener Materialien, erfordern ein Umdenken in etablierten Planungsprozessen, führen jedoch zu deutlichen Einsparungen von Emissionen und Ressourcen.

Materialwahl anpassen

Entsprechend der nachhaltigen und zirkulären Bauweise sollte eine bedachte Materialwahl getroffen werden, wobei die Baustoffliste als Unterstützung dient.

Schutzziele einhalten und Handlungsspielräume bewusst nutzen

Die baurechtlichen Schutzziele bezüglich Brandschutz, Wärmeschutz, Schallschutz und Gesundheit bleiben essenziell. Doch die Sonderlage alpiner Hütten ermöglicht einen Handlungsspielraum zur sinnvollen Anpassung von Tal-Standards, um Ressourcenverbrauch, Emissionen und Materialaufwand zu reduzieren. Beispielsweise können:

- größere statische Durchbiegungen zugelassen werden, um Konstruktionsmaterial einzusparen und dennoch die Tragfähigkeit zu gewährleisten (z.B. durch schlankere Bauteile)
- organisatorische Maßnahmen festgelegt werden, um bauliche Schallschutzmaßnahmen zu reduzieren und dennoch den Schallschutz zu gewährleisten (z.B. durch die Hüttenruhe)
- effiziente Lösungen erarbeitet werden, um den Einsatz von Dämmmaterial und von Technik zu vermeiden und dennoch die Behaglichkeit sicher zu stellen (z.B. durch das Bereitstellen von Wolldecken)

Solche Maßnahmen sind Beispiele dafür, dass Sicherheit, Behaglichkeit und Nachhaltigkeit sich nicht ausschließen, sondern bedarfsorientiert kombiniert werden können.

Partizipation fördern und Verantwortung teilen

Hierfür ist das Zusammenwirken aller am Bau und Betrieb beteiligten Akteur*innen gefragt. Vor allem die Beteiligung und der Zuspruch durch die DAV-Sektionen und ihrer Mitglieder unterstützt die Realisierung von nachhaltigen und zirkulären Maßnahmen, denn durch partizipative Prozesse, bei denen der Austausch von Wissen, gemeinschaftliches Denken und Verantwortungsteilung gefördert werden, wird die Bewältigung komplexer Projekte möglich. Eine klare Rollenverteilung, Beteiligung und Wissensaustausch erhöhen die Identifikation mit dem Projekt und fördern die Umsetzung.

Nutzer*innen sensibilisieren und Verantwortung bewusst machen

Schutzhütten bieten durch ihre Einzigartigkeit die Chance, Besucherinnen und Besucher für das Thema der Nachhaltigkeit zu sensibilisieren. Als Lern- und Erfahrungsorte mitten in der Natur, machen sie die sozialen und ökologischen Werte des Deutschen Alpenvereins sichtbar und schaffen einen erfahrbaren Ort für das zirkuläre und nachhaltige Bauen.

Ein zukunftsfähiger Erhalt und Betrieb von alpinen Schutzhütten erfordert ein grundlegendes Umdenken in Bezug auf den tatsächlichen Bedarf und den verantwortungsvollen Umgang mit Ressourcen. Nur durch eine solche ganzheitliche Betrachtung können dauerhaft naturverträgliche und verantwortungsvolle Entscheidungen getroffen werden.

Der Leitfaden stößt notwendige Reflexions- und Lernprozesse an, um die Herausforderungen des nachhaltigen und zirkulären Bauens im alpinen Raum zu meistern und bietet entsprechende praxisnahe Hilfsmittel.

Der Bauteilkatalog zeigt beispielhafte Konstruktionen für die typischen Bauteile einer Schutzhütte. Entsprechend der Anordnung zum Gelände, wird zwischen folgenden Bauteilen unterschieden:

Über Erdreich

Bei Schutzhütten haben sich massive Holzkonstruktionen, mit einfachen, robusten Schichtenaufbau, etabliert. Dabei kommen neben Brettsperrholzkonstruktionen auch Brettstapeldecken zum Einsatz. Der Vorteil dieser Konstruktionen ist der hohe Vorfertigungsgrad sowie die schnelle Montage vor Ort. Sowohl die Witterungsverhältnisse im Gebirge, als auch die für den Naturschutz begrenzten Flugzeiten, schränken das Baufenster stark ein. Mit vorgefertigten Holzkonstruktionen kann jedoch innerhalb kürzester Zeit eine geschlossene Gebäudehülle hergestellt werden, die wiederum einen geschützten Raum für die weiteren Arbeiten vor Ort zur Verfügung stellt. Aufgrund ihres geringen Gewichts gegenüber mineralischen Konstruktionsweisen, lässt sich die Zahl der Hubschrauberflüge entscheidend reduzieren. Damit die Flüge effizient genutzt werden können, ist im Vorfeld eine genaue Planung notwendig, bei der die möglichen Transportkapazitäten jedes Fluges ausgeschöpft werden. Der Holzbau hat in den Alpen eine lange Tradition, sodass lokale Handwerker*innen, mit entsprechendem Wissen, qualitätsvolle Konstruktionen herstellen können und dabei die Wertschöpfungskette vor Ort bleibt. Für die Dauerhaftigkeit der Holzkonstruktionen, ist eine gewissenhafte Planung im Vorfeld notwendig.

Im Erdreich

Um die Dauerhaftigkeit auch bei Feuchtebelastung gewährleisten zu können, kommen bei Bauteilen im Erdreich oft mineralische Konstruktionen, meist aus (Stahl-)Beton, zum Einsatz. Diese sind entsprechend robust und erreichen bei guter Planung und Umsetzung eine lange Lebensdauer. Betonkonstruktionen bringen einen großen Arbeitsaufwand (Schalung, Bewehrung, Betonage, Abbinden, Ausschalen, Aushärten) und dementsprechend eine zeitintensive Umsetzung vor Ort mit sich. Je nach Wetterverhältnissen und Exponiertheit der Baustelle, kann sich die Umsetzung über einen langen Zeitraum erstrecken. Durch ihr höheres Gewicht, im Vergleich zu Holzbauteilen, ist für den Transport eine vermehrte Anzahl an Hubschrauberflügen notwendig. Aus diesem Grund sollten mineralische Konstruktionsweisen auf ein Mindestmaß reduziert werden.

Im Kontext alpiner Schutzhütten haben sich, aus den Untersuchungen des Forschungsprojektes, drei Varianten herauskristallisiert, die entsprechend ihrer Erfüllung baurechtlicher Anforderungen wie folgt unterteilt werden:

Variante „Tal“

Ein Bauteilaufbau, der dem konventionellen Bauen im Tal entspricht. Dabei werden sämtliche baurechtlichen Anforderungen aus dem Tal hinsichtlich des Wärmeschutzes, Schallschutzes sowie der Tragfähigkeit erfüllt. Die Konstruktionen sind im Vergleich sehr ressourcenintensiv und entsprechen am wenigsten dem Ansatz der Einfachheit.

Variante „Berg“

Ein Bauteilaufbau, der die Anforderungen im Kontext alpiner Schutzhütten berücksichtigt. Nach Abwägung der für Hütten einzuhaltenden Schutzziele und der sich daraus ergebenden baurechtlichen Anforderungen, werden optimierte Konstruktionen dargestellt, die hinsichtlich Ressourceneffizienz und Einfachheit zwischen der Tal- und Gipfel-Variante stehen.

Variante „Gipfel“

Ein zunächst unkonventionell erscheinender Ansatz, der Grenzen auslotet Die Konstruktionen sind auf die grundlegenden Anforderungen an die Tragfähigkeit sowie die äußere Schutzhülle ausgelegt. Für den Wärmeschutz bzw. Schallschutz werden keine gesonderten Maßnahmen in der Konstruktion vorgesehen. Einen konstruktiven Lösungsansatz bietet hier zum Beispiel der im Gebirge häufig vorkommende Felsen, der im Keller als Ersatz für eine neue Bodenplatte, bzw. neue Wände zum Erdreich dienen kann. Dieser Ansatz benötigt die wenigsten Ressourcen und die Konstruktionen entsprechen einem sehr einfachen Aufbau.

Durch den hohen Anteil an schweren, mineralischen Baustoffen benötigt die Talvariante, im Vergleich zu den anderen Varianten, die meisten Ressourcen. Sie bringen den größten Transportaufwand sowie Zeitbedarf für die Errichtung mit sich. Deren Einsatz ist zwangsläufig mit hohen Kosten für Material, Lohn, Transport und einem erhöhten Ausstoß von CO₂-Emissionen, verbunden. Durch die komplexen Aufbauten ist eine gewisse Fehleranfälligkeit gegeben.

Die Gipfelvariante hat den geringsten Ressourceneinsatz. Durch die Berücksichtigung der Potentiale aus den örtlichen Gegebenheiten, wie z.B. der Nutzung des Felsens im Untergeschoss, kann auf mineralische Bauteile verzichtet und der Anteil an nachwachsenden Rohstoffen im Gebäude gesteigert werden. Diese erfordert jedoch einen angepassten Umgang der Nutzer*innen mit der Hütte, die wie auch beim Thema der Behaglichkeit durch individuelle Körperdämmmaßnahmen, auf die entsprechenden Gegebenheiten reagieren müssen. Die Konstruktionen sind nicht für jeden Anwendungsfall geeignet. Deren Umsetzung führt im Vergleich zu den anderen Varianten zu einer Reduktion des Ressourceneinsatzes und Transportaufwand und somit zu einer Einsparung von Zeit, Kosten und CO₂-Emissionen.

In der folgenden Tabelle sind für die Schutzziele Wärmeschutz, Schallschutz und Tragwerk die entsprechenden Anforderungen den Bauteilvarianten, Tal, Berg und Gipfel, zugeordnet.

| Wärmeschutz: | Tal | Berg | Gipfel |
|--------------|------------------------------|---|-------------------|
| siehe Kap. 7 | GEG: Gebäudeenergiegesetz | DIN 4109-1: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz | keine Anforderung |

| Schallschutz: | Tal | Berg | Gipfel |
|---------------|--|---|-------------------|
| siehe Kap. 9 | DIN 4109-1: Schallschutz im Hochbau | Empfehlung DAV: Schallschutz im Hochbau, siehe Hüttenhandbuch, Kapitel Schallschutz | keine Anforderung |

| Tragwerk: | Tal | Berg | Gipfel |
|--------------|--|---|--|
| siehe Kap. 9 | DIN EN 1990: Grenzzustand der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit mit Schwingungsnachweis | DIN EN 1990: Grenzzustand der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit ohne Schwingungsnachweis | DIN EN 1990: Grenzzustand der Tragfähigkeit |

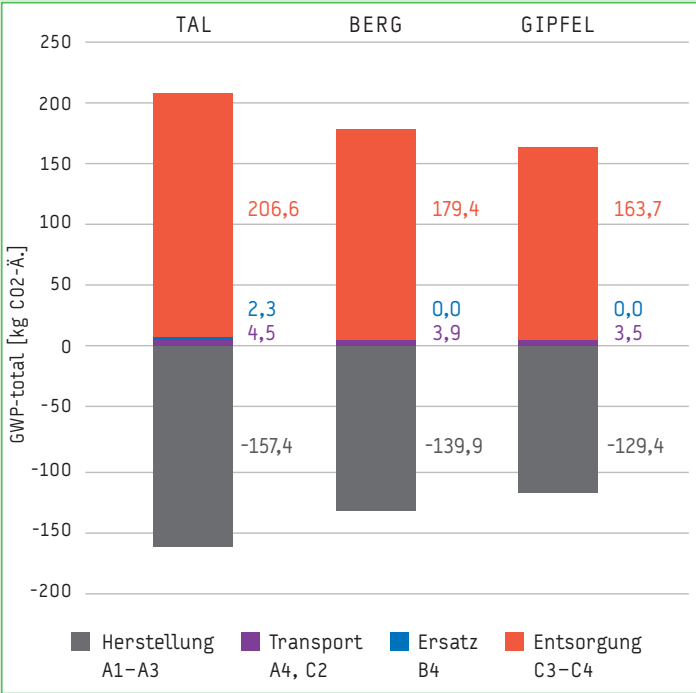
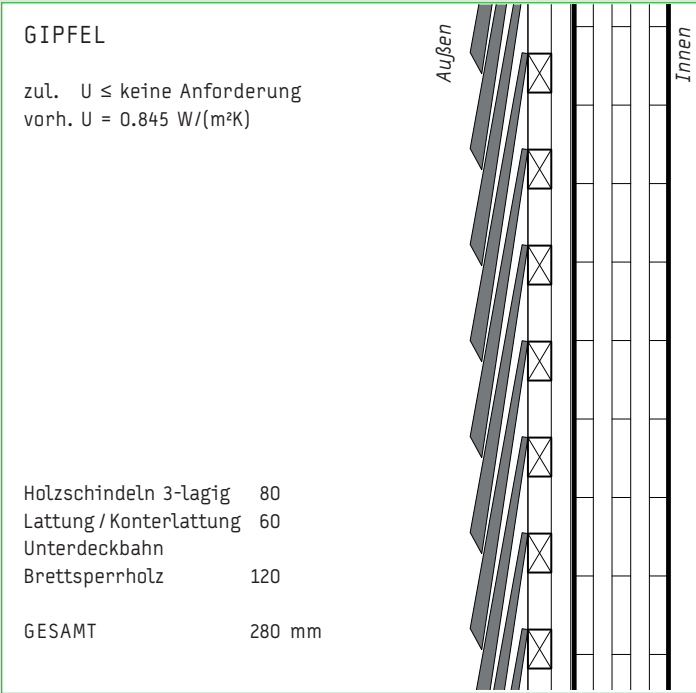
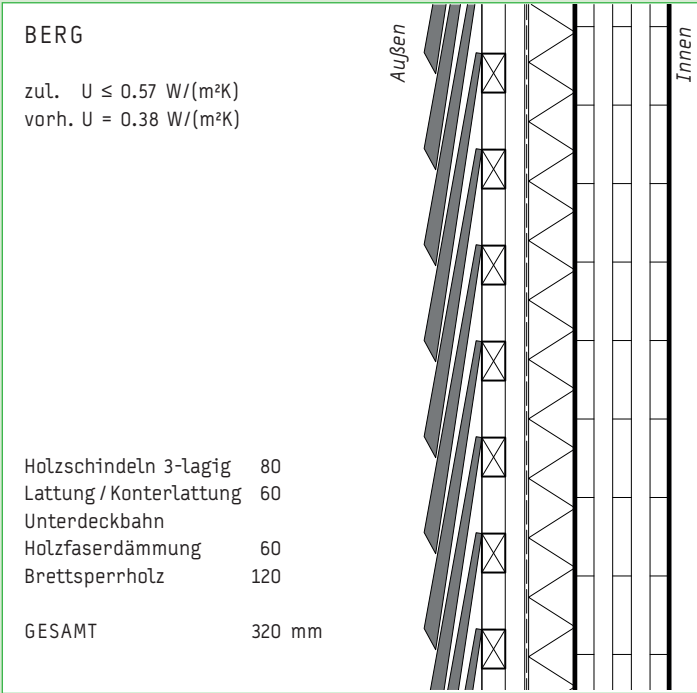
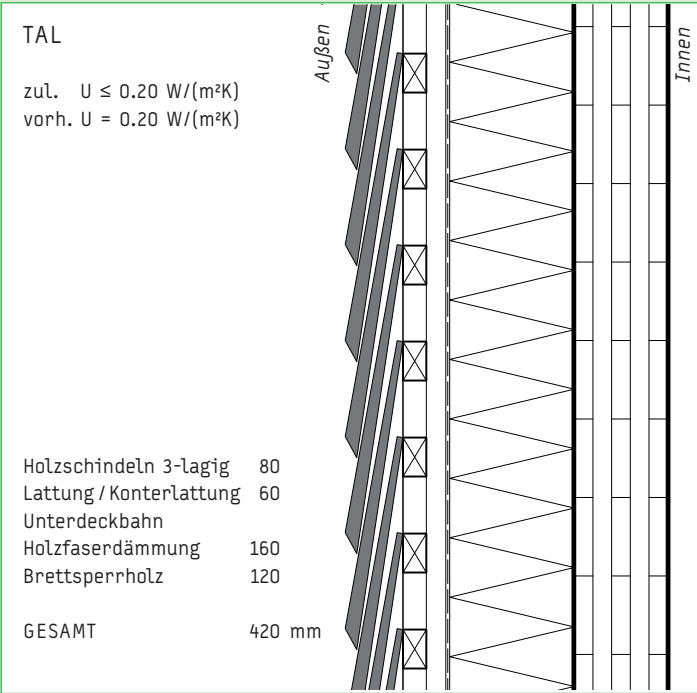
Die Auswahl der passenden Varianten hängt von dem Grad der notwendigen Maßnahmen zur Erfüllung der Schutzziele und der sich daraus ergebenden baurechtlichen Anforderungen ab. Bei einer üblichen Planung wird es immer eine Mischung unterschiedlicher Varianten geben, die die notwendigen Schutzziele für das gesamte Gebäude sicherstellen. Ausgangspunkt ist daher immer zuerst die Festlegung der Anforderungen, wie sie in den vorherigen Kapiteln (4–10) zu den jeweiligen Schutzzielen, inklusive der Nachhaltigkeit, vorgestellt sind. Nach Definition der Ziele, kann dann das geeignete Bauteil aus dem Bauteilkatalog als Grundlage dienen, um anschließend auf die projektspezifischen Anforderungen angepasst zu werden.

In dem folgenden Bauteilkatalog werden die Varianten „Tal, Berg, Gipfel“ für die Bauteile Außenwand, Geschoßdecke und Bodenplatte jeweils unter dem Gesichtspunkt einzelner Schutzziele gegenübergestellt.

U-Wert
(Wärmedurchgangs-
koeffizient)
Die Kenngröße des
Wärmeschutzes, der die
Wärmedurchlassfähig-
keit beschreibt.

»» Je geringer der
U-Wert, desto besser
ist der Wärmeschutz
des Bauteils.

Diskussion des Wärmeschutzes am Beispiel einer Schindelfassade



Variante „Tal“

Die notwendige Berücksichtigung des GEG ergibt sich bei Schutzhütten, die länger als 4 Monate im Jahr beheizt werden. Dies ist bei Sommerhütten in der Regel nicht der Fall. Als Ergebnis der Behaglichkeitsbetrachtung spielt die thermische Qualität der Gebäudehülle bei geöffnetem Fenster keine Rolle. Aus Sicht des Wärmeschutzes sowie der Behaglichkeit ist die hier gezeigte Ausführung der Außenwand nicht relevant.

Variante „Berg“

Die erfüllten Mindestanforderungen des Wärmeschutzes nach DIN 4108-2 haben eine Relevanz bei beheizten bzw. beheizbaren Räumen, wie z.B. Gaststuben oder Aufenthaltsräumen des Hüttenteams. Zur Festlegung der thermischen Qualität muss ermittelt werden, welcher konstruktive bzw. materielle Aufwand erforderlich und angemessen ist, um eine optimale Energieeffizienz während der begrenzten heizbaren Periode zu gewährleisten.

Variante „Gipfel“

Bei der Gipfelvariante wird die thermische Qualität über die Konstruktion definiert, die für die Gewährleistung von Standsicherheit und Witterungsschutz erforderlich ist. Entsprechend der Behaglichkeitsbetrachtung ist diese Konstruktion ausreichend, um die Behaglichkeit der Übernachtungsgäste (z.B. durch zusätzliche Decken) zu gewährleisten.

Vergleich Nachhaltigkeit der drei Varianten

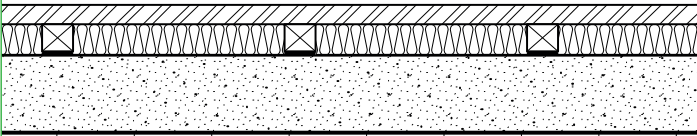
Emissionen aus dem Transport spielen aufgrund des geringen Gewichtes von Holz, gegenüber denen aus Herstellung und Entsorgung, eine untergeordnete Rolle. Da Holz ein Kohlenstoffspeicher ist, erhalten die Konstruktionen in der Bilanzierung in der Herstellungsphase ein CO₂-Guthaben, das dann in der Entsorgungsphase auf Grund der angenommenen Verbrennung wieder freigesetzt wird. Daher ist es wichtig, Holzkonstruktionen so lange wie möglich in der Nutzung zu halten, um den Kohlenstoff in der Konstruktion zu binden. Auch wenn der Anschein erweckt wird, dass sich ein hoher Holzanteil immer positiv auf die Nachhaltigkeit auswirkt, so bedeuten dennoch mehr Ressourcen auch mehr Kosten und mehr potentielle Entsorgungsemissionen. Daher, weniger ist mehr!

Diskussion des Schallschutzes am Beispiel des Aufbaus der Brettsperrholzdecke

TAL

zul. $R'_w \geq 54$ dB [DIN4109-1 Schalldämmung gemischt genutzter Gebäude]
vorh. $R_{w,ges} < 65$ dB [ID Holz R3 T3 F1: Tab 26 Zeile 9]

zul. $L'_{n,w} \leq 50$ dB [DIN4109-1 Schalldämmung gemischt genutzter Gebäude]
vorh. $L_{n,w,ges} > 50$ dB [ID Holz R3 T3 F1: Tab 26 Zeile 9]

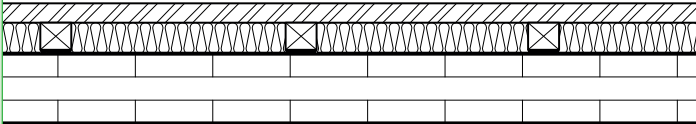


| | | |
|-------------------------------------|--------|------------------|
| Holzdielenboden | 25 | Ebene 0 innen |
| schallentkoppelte Verlegeleiste | 40 | |
| + zwischenliegende Holzfaserdämmung | | |
| Schüttung m' = 150 kg/m2 | 100 | |
| Brettsperrholz | 90 | |
| GESAMT | 255 mm | |

BERG

zul. $R'_w \geq 50$ dB [Empfehlung DAV]
vorh. $R_{w,ges} \sim 50$ dB [Produktinformation Steico]

zul. $L'_{n,w}$ = keine Anforderung
vorh. $L_{n,w,ges} \sim 81$ dB [Produktinformation Steico]



| | | |
|-------------------------------------|--------|------------------|
| Holzdielenboden | 25 | Ebene 0 innen |
| schallentkoppelte Verlegeleiste | 40 | |
| + zwischenliegende Holzfaserdämmung | | |
| Brettsperrholz | 90 | |
| GESAMT | 155 mm | |

R'w-Wert
(Schalldämmmaß)

Kenngröße im Schallschutz. Sie beschreibt die Schallschutzwirkung eines Bauteils.

>>> Je höher der Rw-Wert, desto besser ist die Schalldämmung.

L'n,w-Wert
(Norm-Trittschallpegel)

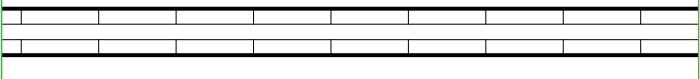
Kenngröße im Schallschutz. Sie gibt an, wie stark Trittgereusche in den Raum darunter übertragen werden.

>>> Je geringer der L'n,w-Wert, desto besser ist die Trittschalldämmung.

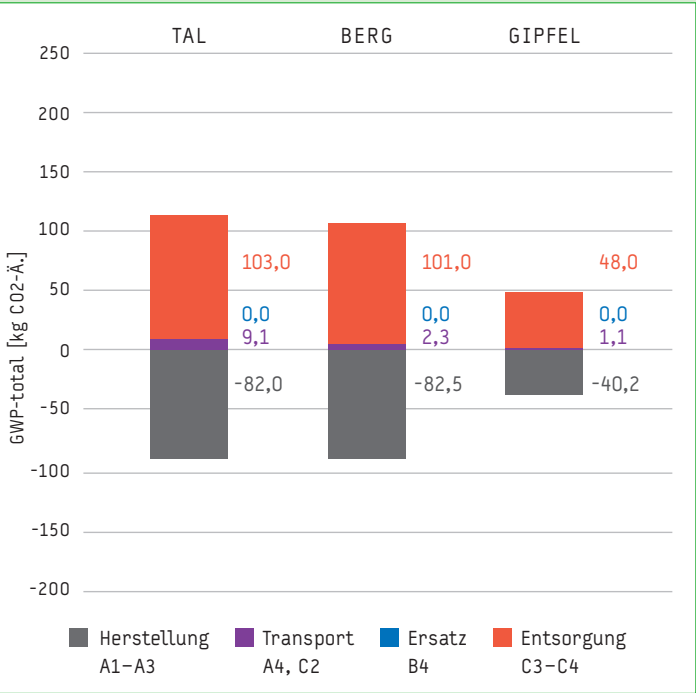
GIPFEL

zul. R'_w = keine Anforderung
vorh. $R_{w,ges} \sim 39$ dB [Produktinformation Steico]

zul. $L'_{n,w}$ = keine Anforderung
vorh. $L_{n,w,ges} \sim 87$ dB [Produktinformation Steico]



| | | |
|----------------|-------|--|
| Brettsperrholz | 90 | |
| GESAMT | 90 mm | |



Variante „Tal“

Die hohen Schallschutzanforderung erfordern eine große Masse der Decke, was im Holzbau nur durch das Einbringen einer Schüttung umgesetzt werden kann. Das zusätzliche Gewicht hat je nach Umfang einen Einfluß auf die statische Bemessung der Brettsperrholzdecke. Durch den hohen Aufbau geht entweder Raumhöhe verloren oder die Geschosshöhe muss angepasst werden, was zu einem größerem Gebäudevolumen führt. Durch den Aufbau wird der konstruktive Schallschutz maximiert, was eine weitgehende Unabhängigkeit vom individuellen Verhalten der Nutzer*innen mit sich bringt.

Variante „Berg“

Wie in der Talvariante wird als Schallschutzmaßnahme eine schallentkoppelte Dielenkonstruktion vorgesehen. Dieser Aufbau bietet eine austauschbare Trittebene. Die Empfehlungen des DAV entsprechend dem Hüttenhandbuch, Kapitel Schallschutz werden erfüllt.

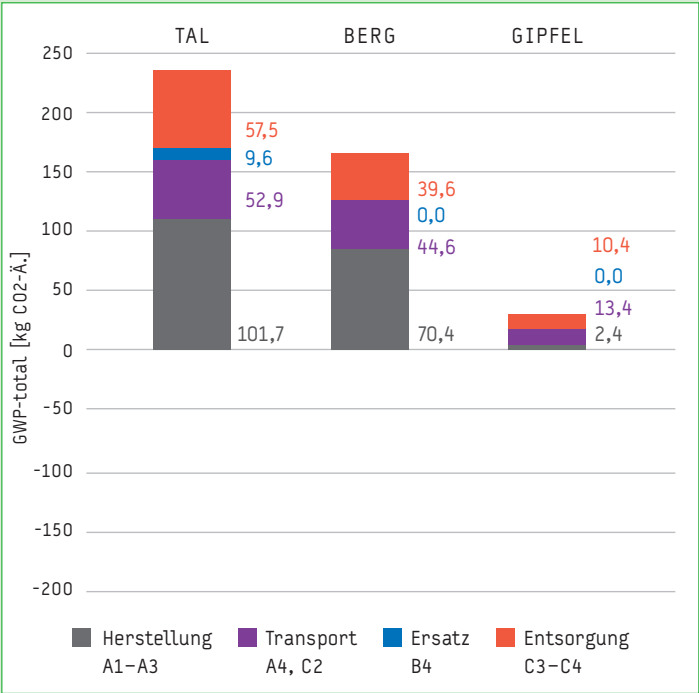
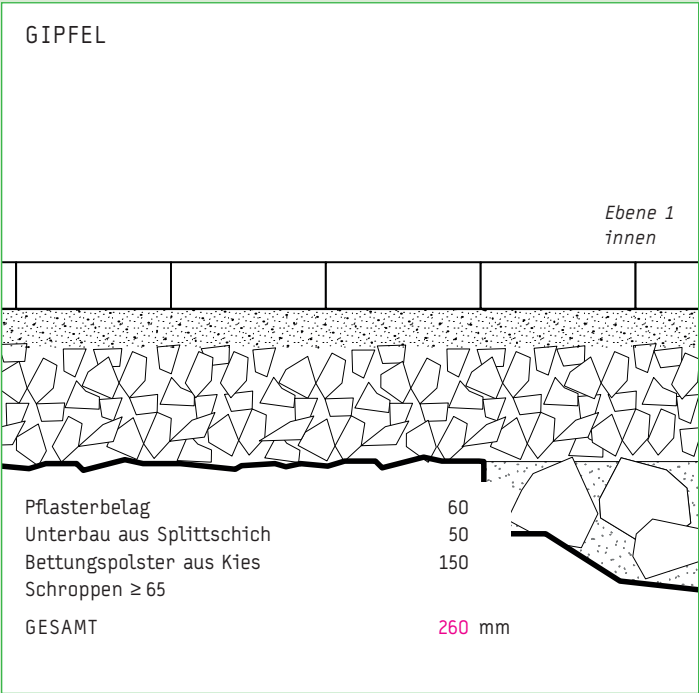
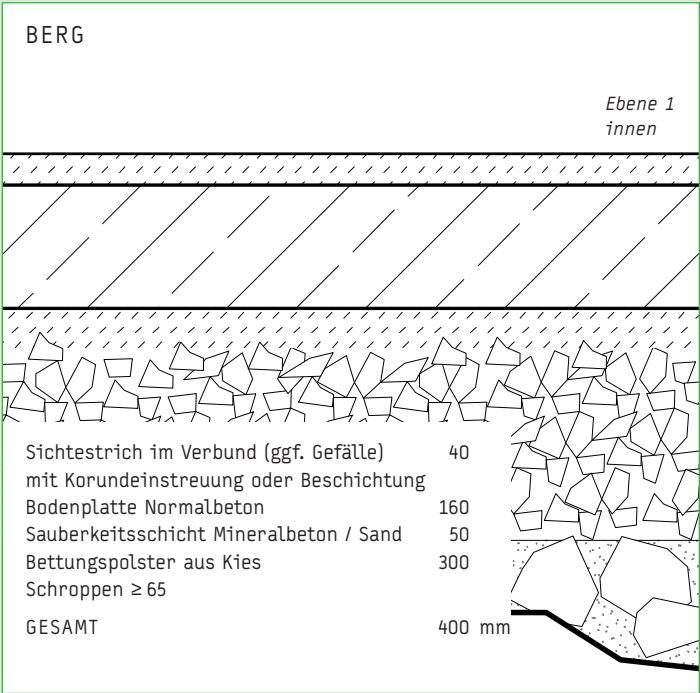
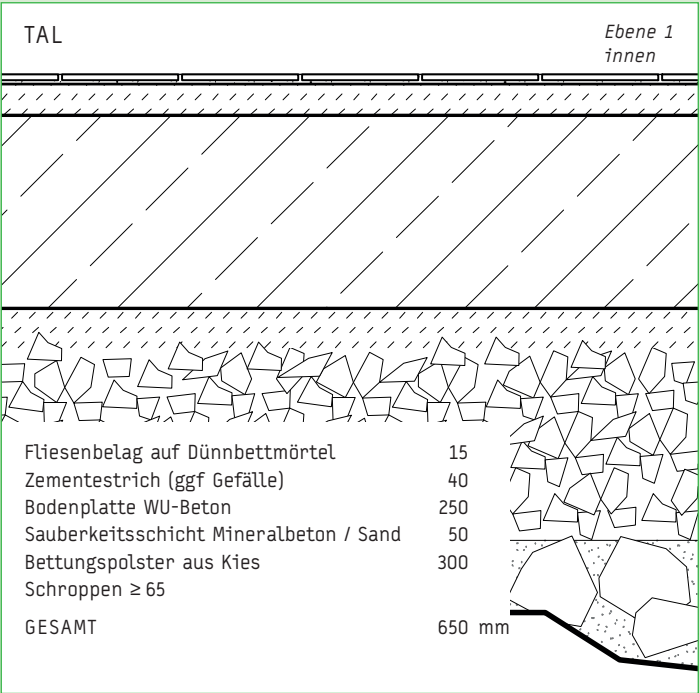
Variante „Gipfel“

Bei der Gipfelvariante dient die tragende Brettsperrholzkonstruktion als raumbildendes Bauteil zwischen zwei Geschossen und stellt den Fußboden dar. Der Schallschutz spielt dementsprechend eine untergeordnete Rolle. Daher sollten diese Konstruktionen nur dann zum Einsatz kommen, wenn keine schutzbedürftigen Räume auf einer der Ebenen angeordnet ist. Sollte die Schallemission durch den Faktor Mensch (persönliches Verhalten) beeinflussbar sein, bleibt der Appell an die individuelle Rücksichtnahme.

Vergleich Nachhaltigkeit der drei Varianten

Bei der Deckenkonstruktion handelt es sich ebenfalls vorwiegend um eine Holzkonstruktion, so dass die Bewertung aus der Wärmeschutzbetrachtung der Außenwand auch hier gilt. Bei der Tal-Variante wird der Einfluß der Schüttung erkennbar, die zu höheren Emissionen in Herstellung und Entsorgung, aber auch auf Grund des Gewichts zu erkennbaren Emmissionen aus dem Transport führt.

Diskussion des Ressourcenbedarfs und der Nachhaltigkeit am Beispiel der Bodenplatte



Variante „Tal“

Da ein Teil der Alpen als Erbebeengebiet gilt, dient das Bettungspolster aus Kies neben der Aufgabe als kapillarbrechende Schicht auch als Pufferebene bei Erschütterungen aus dem Erdreich. Dadurch werden Risse in der Bodenplatte vermieden. Dies ist wesentliche Voraussetzung beim dargestellten wasserundurchlässigen WU-Beton. Dieser kommt mit einem hohen Zementanteil sowie Bewehrungsgrad zur Rissreduzierung zum Einsatz, um der aufsteigenden Bodenfeuchtigkeit stand zu halten, was bei einer Gründungsebene aus Fels eher unwahrscheinlich ist. Die Tal-Variante erfüllt mit dem Fliesenbelag die höchsten hygienischen Anforderungen.

Variante „Berg“

Bei geringeren Feuchtebeanspruchungen kommt bei erdberührten Bauteilen Normalbeton zum Einsatz. Als obere Nutzschicht wird ein Verbundestrich aufgebracht, der durch die Wischbarkeit hygienischen Grundanforderungen erfüllen kann. Da bei der Betonplatte sowie dem Verbundestrich durch Erschütterungen bei Erdbeben die Gefahr der Rissbildung besteht, muss ein hohes Bettungspolster eingebracht werden.

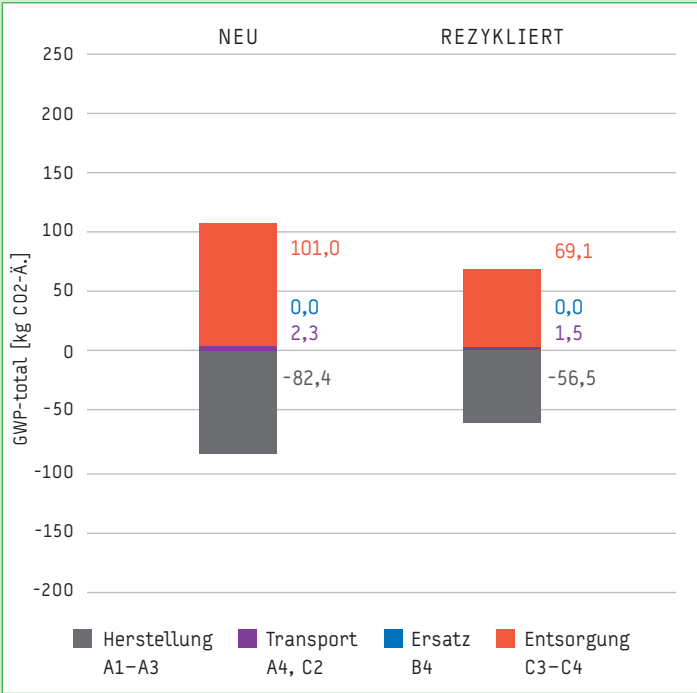
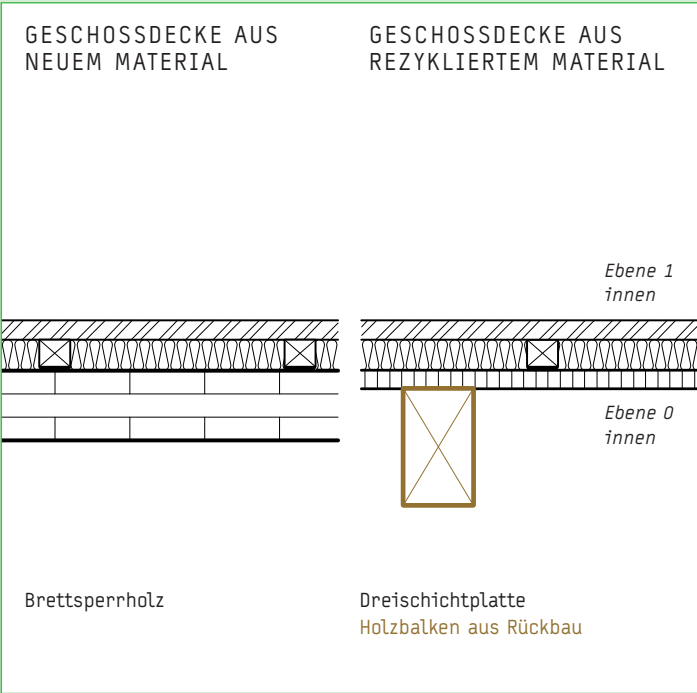
Variante „Gipfel“

Im alpinen Raum kommt in vielen Fällen nicht weit unterhalb der Geländeoberkante Fels zum Vorschein, der in dieser Variante als Ersatz für eine neue Bodenplatte dient. Dabei kann das Bettungspolster knapp bemessen werden, da eventuell Erschütterungen auch durch den auf Fuge verlegten Pflasterbelag aufgenommen werden können. Diese Variante kann zum Einsatz kommen, wenn Bodenfeuchtigkeit kein Thema darstellt und die hygienischen Anforderungen eher gering sind.

Vergleich Nachhaltigkeit der drei Varianten

Bei den Varianten der Bodenplatten wird der Zusammenhang von Materialwahl und Emissionen deutlich. Bei der Tal-Variante wird viel mineralisches Material benötigt, dass durch seinen hohen Zement- und Bewehrungsanteil erhebliche Herstellungsemissionen mit sich bringt. Zudem führt das hohe Gewicht zu einem enormen Transportaufwand mit entsprechenden Emissionen. Die Gipfelvariante stellt mit Abstand den geringsten Ressourcenaufwand und Emissionsausstoß dar. Für die Umsetzung der Gipfel-Variante muss von Beginn an die Bodenbeschaffenheit sowie Raumnutzung und entsprechende Hygieneanforderungen mitgedacht werden.

Diskussion der Zirkularität am Beispiel der Geschossdecke



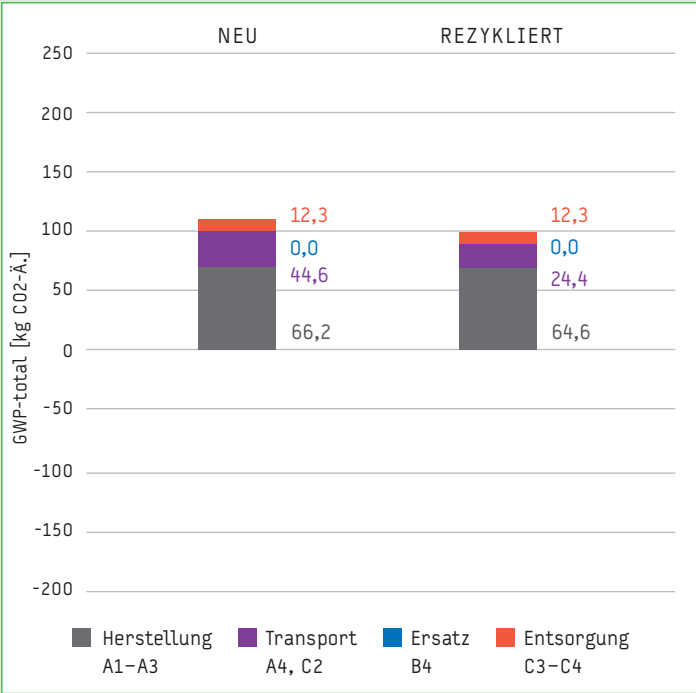
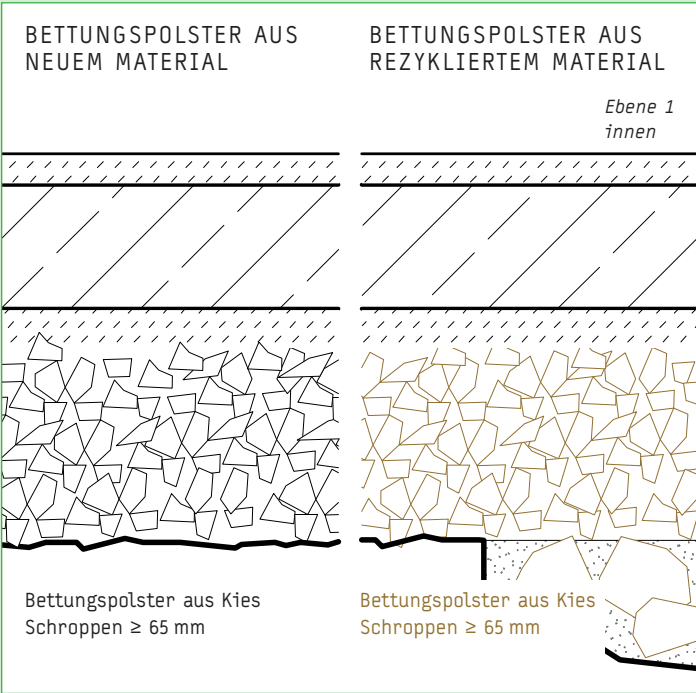
Geschossdecke aus neuem oder rezykliertem Material

Wie bereits im Kapitel der Zirkularität beschrieben, besteht bei dem Teilersatzbau der Hochlandhütte die Möglichkeit, die Holzkonstruktion von Dach und Decke des abzubrechenden Anbaus in den Neubau als Holzbalkendecke zu integrieren. Dabei wird die Brettsperrholzdecke durch die rückgebauten Holzbalken sowie neuen Dreischichtplatten ersetzt.

Vergleich Nachhaltigkeit der zwei Varianten

Durch die Substitution der Brettsperrholzdecke mit der Holzbalkenkonstruktion reduziert sich das GWP der Decke für Herstellung, Transport und Entsorgung jeweils um knapp 1/3(!). Dies macht sich quantitativ vor allen Dingen in Herstellung und Entsorgung bemerkbar. Da Holz auf Grund des geringen Gewichts im Vergleich zu mineralischen „schweren“ Materialien relativ wenig Transportemissionen produziert, spielen diese im Gesamtvergleich eine untergeordnete Rolle.

Diskussion der Zirkularität am Beispiel der Bodenplatte



Bettungspolster aus neuem oder rezykliertem Material

Das Bettungspolster aus Kies kann ebenfalls aus rezykliertem Material des abzubrechenden Anbaus ersetzt werden. Dabei wird der Abbruch der vorhandenen Betonbauteile (Bodenplatte / Geschossdecke / Wände im Erdreich) in die erforderliche Größe vor Ort gebrochen und eingebracht.

Vergleich Nachhaltigkeit der zwei Varianten

Durch den hohen Anteil des rezyklierten Bettungspolsters und Schroppen am Gesamtvolumen reduziert sich der Transportbedarf und führt zu einer Halbierung der Transportemissionen. Da in der Herstellung die CO₂-Emissionen des Stahlbetons weit überwiegen, zeichnet sich die Reduktion durch den Wiedereinbau des gebrochenen Materials nur minimal ab.

Als Untersuchungsobjekt für den Leitfaden dient die Hochlandhütte (HLH) der Sektion Hochland des DAV. Diese besteht aus einer Urhütte von 1909 sowie einem Nebengebäude, das in den Jahren 1985/1991 ergänzt wurde. Die HLH ist eine Schutzhütte der Kategorie I und liegt auf 1.630 m über NHN am Wörner Sattel oberhalb von Mittenwald. Als reine Sommerhütte bietet sie von Anfang Juni bis Mitte Oktober 41 Übernachtungsplätze sowie 60 Tagesgästen Raum. Der Zustand vor der Planung wies erhebliche brandschutztechnische sowie organisatorische Mängel auf, die bereits zu einer Teilschließung der Übernachtungsmöglichkeit führten. Um die Hochlandhütte zukunftstauglich zu machen, wurde von der Sektion Hochland ein Ideenwettbewerb ausgelobt, mit dem Ziel, die bestehenden Defizite zu beheben und eine langfristige und nachhaltige Nutzung der Hütte zu ermöglichen.

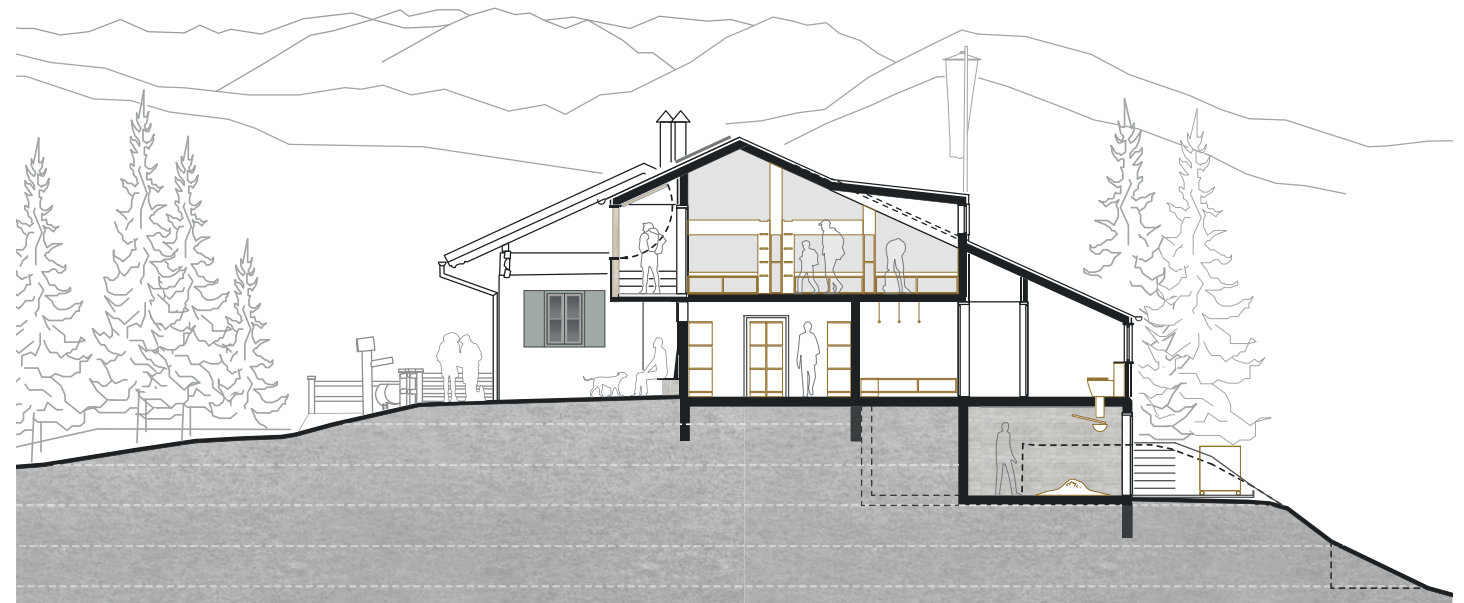
Der ausgewählte Entwurf des Büros R ' TUR Architekten kam zu dem Ergebnis, dass die Urhütte (531 m³) durch ihren Zustand umbaufähig und erhaltenswert ist. Der untergeordnete Anbau (133 m³) aus dem Jahr 1985/1991, der sich zwar konstruktiv in einem guten Zustand befand, bietet auf Grund seiner schlechten Konzipierung und brandschutztechnischen Problematiken jedoch keine Möglichkeit für einen Um- bzw. Weiterbau und somit einer Weiternutzung. Das vorhandene eingeschossige, teilunterkellerte Nebengebäude wurde ursprünglich als Lagerfläche / Werkstatt für die Hüttenbetreiber mit einem kleinen Sanitärbereich für die Besucher*innen konzipiert und errichtet. Im Laufe der Jahre wurde die Fläche unter dem niedrigen Dach zu einem nicht genehmigungsfähigen Schlaflager umfunktioniert. Die Erweiterungen, aus unterschiedlichen, kleineren (nie genehmigten) Anbauten und Unterständen auf unterschiedlichsten Höhenniveaus, waren der vorhandenen, räumlich stark begrenzten Lagerfläche geschuldet. Das Ergebnis war ein verbautes, nutzungseingeschränktes Konglomerat, das weder Umbau noch Weiterbau ermöglichte. Zwischenzeitlich musste das Schlaflager im Dachgeschoss des Anbaus auf Grund baulich nicht zu behebbender brandschutztechnischer Mängel geschlossen werden, was enorme wirtschaftliche Einbußen mit sich brachte und die eigentliche Schutzfunktion der Hütte in ihrem Umfang erheblich einschränkte. Die organisch gewachsene, nach wie vor unterdimensionierte, Lagerfläche führte zu einem hohen Bedarf an Hubschrauberversorgungsflügen und stellte die Betreiber vor große organisatorische Herausforderungen.

Auf Grund des zunehmenden Wassermangels war die Vorgabe für den Entwurf, die bisher herkömmlichen Spültoiletten im EG zu Trocken- und Trenntoiletten umzufunktionieren. Hierfür musste für die Toilettenanlage eine Zweigeschossigkeit, mit großem zusätzlichem Raumbedarf, generiert werden.

Diese Ansammlung an neuen Anforderungen ließ sich innerhalb der vorhandenen baulichen Hülle nicht umsetzen, so dass der Anbau zurückgebaut und



Visualisierung Teilersatzbau Hochlandhütte



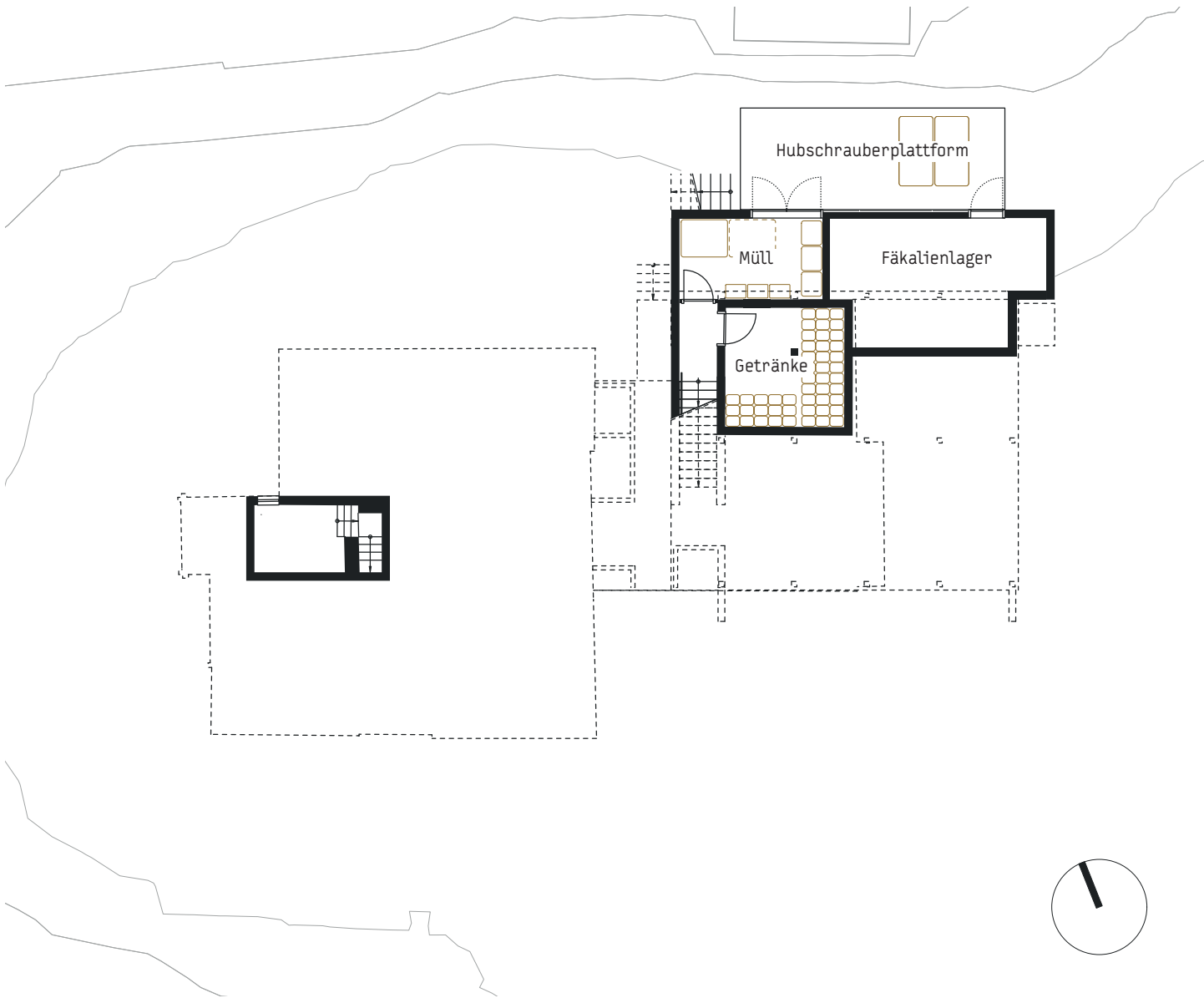
Schnitt Teilersatzbau Hochlandhütte

in weiten Teilen durch einen Teilersatzbau ersetzt werden musste. Die Urhütte blieb dabei bestehen, so auch die material- und in der Herstellung energieintensiven Bereiche des Kellers, welche in den Neubau wieder integriert werden sollen.

Das Konzept für die Hochlandhütte verfügt über sämtliche bauliche Aspekte, vom Umbau der Urhütte, dem Rückbau zum neuen Teilersatzbau. Der geplante Entwurf bietet sich dabei durch seine auf eine Sommerhütte optimierte Architektur, mit einer klaren, konstruktiven Struktur und räumlichen Organisation an, als Untersuchungsobjekt für den Leitfaden zu dienen. Der alpine Kontext in einem Naturschutzgebiet, die sich bereits abzeichnenden Folgen des Klimawandels in Form von Wassermangel, das auf Grund der alpinen Insellage autarke Energiekonzept sowie die Notwendigkeit des Hubschraubertransportes für sämtliches Versorgungs-, und Baumaterial, stellen darüber hinaus die spezifischen Eigenheiten für eine alpine Schutz- hütte dar. Auch die aus dem Rückbau gewonnen Materialien, vornehmlich Holz in guter Qualität, eignen sich, um das Potential der Integration im Teilersatzbau näher zu betrachten.



Dachgeschoss Teilersatzbau Hochlandhütte



Untergeschoss Teilersatzbau Hochlandhütte



Erdgeschoss Teilersatzbau Hochlandhütte

| SKALA | AMPEL |
|---|-------------|
| Verwendung empfohlen | <div></div> |
| Verwendung möglich, Alternativen prüfen | <div></div> |
| Verwendung reduzieren, nur an notwendigen Stellen | <div></div> |
| Verwendung vermeiden | <div></div> |
| Verwendung ausschließen | <div></div> |

| BAUTEILKATEGORIE | BAUTEILKATEGORIE | BEWERTUNG | ANMERKUNG |
|-------------------------------------|-----------------------------------|-------------|---|
| Tragende Bauteile: Flächenförmig | Brettsperrhoiz Fichte | <div></div> | |
| | leimfreie BSP Elemente | <div></div> | |
| | Brettschichtholz Fichte | <div></div> | |
| | Beton, bewehrt | <div></div> | in erdberührten Bereichen alternativlos |
| | Ziegel | <div></div> | |
| | Kalksandstein | <div></div> | |
| | | | |
| Tragende Bauteile: Punktförmig | Holzstütze | <div></div> | |
| | Stahlstütze | <div></div> | |
| | Stahlbetonstütze | <div></div> | |
| Bekleidungen | Drei-/Fünfschichtplatten | <div></div> | langlebig, stabil |
| | Lehmbauplatten | <div></div> | |
| | Nut-Feder-Schalung Fichte | <div></div> | |
| | OSB-Platten | <div></div> | |
| | MDF-Platten | <div></div> | |
| | Gipskartonplatten | <div></div> | für Brandschutz im Einzelfall alternativlos |
| | Gipskartonplatte feuchteresistent | <div></div> | |
| | Zementgebundene Platten | <div></div> | bei hoher Feuchtebelastung alternativlos |
| | Gipsfaserplatte | <div></div> | |
| | HPL Platte | <div></div> | |
| Dämmstoffe | Holzfaserdämmung | <div></div> | |
| | Zellulosedämmung | <div></div> | |
| | Mineralwolle | <div></div> | in erdberührten Bereichen |
| | EPS | <div></div> | erdölbasiert |
| | XPS | <div></div> | erdölbasiert |
| | Holzfaserdämmplatte | <div></div> | |
| | Glasschotter (lose) | <div></div> | in erdberührten Bereichen |
| | Schaumglasdämmstoff (Platten) | <div></div> | in erdberührten Bereichen |
| | Calziumsilikatplatten | <div></div> | |
| | | | |

| BAUTEILKATEGORIE | BAUTEILKATEGORIE | BEWERTUNG | ANMERKUNG |
|----------------------------|---------------------------------------|-------------|--|
| | Holzwolleleichtbauplatte | <div></div> | |
| | Schafwolle | <div></div> | chemisch behandelt, als Insektenschutz |
| | Korkschüttung | <div></div> | |
| | Kokosfaser | <div></div> | kein lokaler Baustoff |
| | PUR | <div></div> | erdölbasiert |
| | Schilfrohrplatte | <div></div> | |
| | Hanffaser | <div></div> | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| Außenwand- bekleidungen | Holzschindeln, Lärche | <div></div> | |
| | Holzschalung, Lärche | <div></div> | |
| | Kalkzementputz | <div></div> | |
| | Aluminium | <div></div> | |
| | Edelstahl | <div></div> | Sockelbereiche |
| | Zinkblech | <div></div> | Sockelbereiche |
| | Kupferblech | <div></div> | |
| | Naturstein-Trockenmauerwerk | <div></div> | aus Material vor Ort |
| Oberflächen innen | Lehmputz | <div></div> | |
| | Fliesen | <div></div> | bei Hygiene-Anforderungen |
| | Kalkputz | <div></div> | |
| | Gipsputz | <div></div> | |
| | Kalkzementputz | <div></div> | |
| | Vertäfelung Holz (Tanne/Fichte/Zirbe) | <div></div> | |
| Bodenbelag | Echtholzboden (Dielen/Parkett) | <div></div> | |
| | 2-Schicht-Parkett | <div></div> | |
| | LinoLeum | <div></div> | |
| | Laminat | <div></div> | |
| | PVC | <div></div> | |
| | Teppich (Nadelfilz) | <div></div> | |
| | Fliesen | <div></div> | |
| | Steinzeug | <div></div> | Auf Rutschfestigkeit und Robustheit achten |
| | Naturstein | <div></div> | |
| | Gummi/(Natur-)Kautschuk | <div></div> | |
| | LinoLeumkork | <div></div> | |
| | Trockenestrich (Platten, lösbar) | <div></div> | |
| | Zementestrich | <div></div> | |
| | Gussasphaltestrich | <div></div> | |
| | Kunstharzestrich | <div></div> | |
| | | | |

| BAUTEILKATEGORIE | BAUTEILKATEGORIE | BEWERTUNG | ANMERKUNG |
|--|----------------------|-----------|---|
| Öffnungen - Rahmen <i>Bei Mehrfachverglasung: Fertigung für extreme Höhenlage (Druckunter-schieden bei Transport)</i> | Holzfenster | ● | |
| | Holz-Alu-Fenster | ● | <i>bei hoher Umweltbelastung in Extremlagen</i> |
| | Alu-Fenster | ● | |
| | Kunststofffenster | ● | |
| Türen <i>Hinweis für Außentüren: nach außen öffnende Türen in Absprache mit Brandschutz zu vermeiden (schadensanfällig und versperrt durch Schnee-verwehung)</i> | Stahlblechtüren | ● | |
| | Holz massiv | ● | |
| | Röhrenspan | ● | |
| | | | |
| Dach | Dachziegel | ● | <i>in Extremlage schadensanfällig</i> |
| | Edelstahlblech | ● | |
| | Bitumenbahn | ● | |
| | Holzschindeln | ● | <i>Holzschindeldächer und -fassaden haben bei Schutzhütten eine lange Tradition, Haltbarkeit steigt mit der Dachneigung. ABER: erschwerte Montage einer PV-Anlage</i> |
| | Alublech | ● | |
| | Zinkblech | ● | <i>kürzere Haltbarkeit, hohe Instandhaltung</i> |
| | Kupferblech | ● | |
| | begrünte Flachdächer | ● | <i>unvorteilhaft in Extremlage</i> |
| | | | |

Arbeitsstättenrecht »» S. 8

Umfasst die Gesetze und Verordnungen, die festlegen, wie Büros, Fabriken, Baustellen und andere Arbeitsorte gestaltet und ausgestattet sein müssen, damit die Gesundheit und Sicherheit der Mitarbeiter gewährleistet sind.

Arbeitsstättenrichtlinien (ASR) »» S. 8

Sind detaillierte Vorschriften, die festlegen, wie Arbeitsplätze gestaltet und ausgestattet werden müssen, damit sie sicher und gesund sind. Sie ergänzen das Arbeitsstättenrecht.

Bauordnungsrecht »» S. 8, 10, 67

Teil des öffentlichen Baurechts, der sich mit der Sicherheit, Ordnung und Gestaltung von Bauvorhaben befasst. Er legt fest, wie gebaut werden muss, damit Gebäude sicher, funktional und städtebaulich verträglich sind.

Behaglichkeit »» S. 57–62, 64–65, 92, 96, 98, 99

Die erste Anforderung an ein akzeptables thermisches Raumklima besteht darin, dass sich eine Person insgesamt thermisch neutral fühlt (das heißt, dass sie nicht weiß, ob ein höherer oder ein niedrigerer Wert der Umgebungstemperatur vorzuziehen ist). Das Wärmegefühl wird durch die Art der Tätigkeit (Aktivität), die Wärmedämmung der Kleidung, die Lufttemperatur, die durchschnittliche Strahlungstemperatur, die Luftgeschwindigkeit und die Feuchtigkeit (den Wasserdampfteildruck) beeinflusst.^{0.1}

Bekleidungsgrad/Clothing Factor (clo) »» S. 60, 63

Der Bekleidungsgrad (englisch: Clothing Factor, clo) ist ein Begriff, um den Einfluss des Bekleidungsgrades auf die Behaglichkeit einer Person zu beschreiben. In einem zu kalten Raum kann man sich sehr schnell durch wärmere Kleidung Behaglichkeit verschaffen, ebenso in einem zu warmen Raum durch leichtere Kleidung.^{0.1} Der Dämmwert einer Kleidung ist in ISO/DIS 9920^{0.2} und DIN ISO 7730^{0.3} angegeben. Als physikalische Einheit für den Wärmeleitwiderstand gilt: 1 clo (von clothing value) = 0,155 m² K/W
Das Anziehen oder Ablegen von einzelnen Kleidungsstücken hat großen Einfluss auf die gewünschte Raumtemperatur. Die anschließende Tabelle zeigt für einige Kleidungsstücke den Dämmwert und die entsprechende Änderung der gewünschten Raumtemperatur.^{0.3}

| Bekleidung | m2K/kw | clo |
|---|-------------|-----------|
| nackt | 0 | 0 |
| leichte Kleidung (Shorts, Hemd) | 80 | 0,5 |
| Kleidung (Hemd, Hose, Socken, Schuhe) | 100 | 0,65 |
| normale Arbeitskleidung | 125 ... 160 | 0,8... 1 |
| leichte Sportkleidung mit Jacke | 160 | 1 |
| starke winterliche Innenbekleidung (dicker Pullover) | 200 | 1,25 |
| schwere Arbeitskleidung (Unterwäsche, Socken, Schuhe, Weste, Jacke) | 210 | 1,3 |
| Kleidung für kaltes Wetter (Mantel) | 250 ... 300 | 1,6 ... 2 |
| Kleidung für kältestes Wetter | 450 ... 600 | 3 ... 4 |

Biegebeanspruchung ➤➤ S. 46

Biegebeanspruchung tritt auf, wenn eine Kraft auf ein Bauteil oder Material einwirkt und es dazu bringt, sich zu verbiegen oder durchzuhängen. Wenn eine Brücke, ein Balken oder ein Lineal in der Mitte nach unten gedrückt wird, dann wird es gebogen – das ist Biegebeanspruchung!

Biogene Kohlenstoffneutralität

Die biogene Kohlenstoffneutralität stellt ein Gleichgewicht der biogenen Kohlenstoffaufnahme während des Wachstums von Biomasse (also Kohlenstoff aus biologischen Quellen wie Pflanzen oder Holz, GWP-biogen) und der Freisetzung während des natürlichen Zerfalls oder der Verbrennung dar. Hier wird der gebundene Kohlenstoff wieder freigesetzt.

Biogene Kohlenstoffsenke

Eine Kohlenstoffsenke ist ein System, das mehr Kohlenstoff aufnimmt als es abgibt – etwa durch die Aufnahme von CO₂ aus der Atmosphäre. Biogene Speicher wie Holz spielen hierbei eine zentrale Rolle, da sie den Kohlenstoff aus dem CO₂ langfristig in organischer Form binden.

Biogener Kohlenstoffspeicher ➤➤ S. 25

Ein biogener Kohlenstoffspeicher ist ein Speicher, der Kohlenstoff aus biologischen Quellen, also aus lebenden oder abgestorbenen Organismen, enthält. Er nimmt Kohlenstoff durch natürliche Prozesse wie Photosynthese auf und speichert ihn über kürzere oder längere Zeiträume, bis der Kohlenstoff durch Verrottung oder Verbrennen wieder frei wird.

CO₂-Konzentration (ppm) ➤➤ S. 60–63

Die Raumluftqualität kann anhand der CO₂-Konzentration bewertet werden. Die dafür verwendete Einheit ist (engl.) parts per million, ppm.

Effektive Standardtemperatur (SET) ➤➤ S. 60, 62

Die effektive Standardtemperatur (engl. Standard Effective Temperature, SET) beschreibt die empfundene Temperatur einer imaginären Umgebung, bei 50 % rh, < 0,1 m/s (20 fpm) durchschnittlicher Luftgeschwindigkeit Va, in der der Gesamtwärmeverlust der Haut eines imaginären Bewohners, mit einem Aktivitätsniveau von 1,0 MET und einem Bekleidungslevel von 0,6 clo der gleiche ist, wie der einer Person in der tatsächlichen Umgebung mit tatsächlicher Kleidung und Aktivitätsniveau.^{0,4}

Globales Erwärmungspotential (GWP) ➤➤ S. 9, 25–29, 40, 99, 101, 104, 105

Das Globale Erwärmungspotential (englisch: Global Warming Potential, GWP) ist ein Maß, um das Treibhauspotential zu beschreiben, welches durch Prozesse wie z.B. Herstellung und Entsorgung eines Baustoffs verursacht wird und zum Klimawandel beiträgt. Es wird in der Einheit kgCO₂-Äquivalent (kgCO₂-Ä.) je funktioneller Einheit angegeben, da unterschiedliche Gase zu dem Effekt beitragen und anhand des Bezugs auf das CO₂ vereinheitlicht werden.^{0,7} Das gesamte GWP (GWP-total) untergliedert sich in GWP-biogen, GWP-fossil und GWP-luluc.

Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit ➤➤ S. 46–48, 97

Beschreibt Verformungen, Schwingungen oder andere Beeinträchtigungen, die die Nutzung eines Bauteils oder Bauwerks betreffen. Dabei besteht keine unmittelbare Gefahr für Leib und Leben, jedoch können Komfort, die optische Erscheinung sowie die Funktionalität des Bauwerks beeinträchtigt werden.

Grenzzustand der Tragfähigkeit ➤➤ S. 46–48, 97

Beschreibt den Zustand, ab dem ein Bauteil oder einzelne Bauteilbereiche versagen – sei es durch Bruch oder übermäßige Verformung – und dadurch die Sicherheit und Gesundheit von Menschen gefährden.

Hilfsfrist ➤➤ S. 68

Bedeutet Zeit zwischen Anruf in der Leitstelle bis Eintreffen der Feuerwehr am Einsatzort, z.B. 10 min in Bayern (DE) u. Baden-Württemberg (DE)

Kohlenstoffquelle

Eine Kohlenstoffquelle ist ein System oder ein Prozess, der mehr Kohlenstoff (z.B. in Form von CO₂ oder Methan) in die Atmosphäre abgibt, als er speichert oder aufnimmt. Kohlenstoffquellen tragen zur Erhöhung der Treibhausgaskonzentration bei und verstärken dadurch den Klimawandel. Dies geschieht beispielhaft bei der Verbrennung von fossilen und biogenen Energieträgern (Gas, Kohle, Öl, Holz), aber auch bei natürlichen Prozessen, wie das Verrotten von organischem Material.

Kohlenstoffspeicher ➤➤ S. 25, 99

Ein Kohlenstoffspeicher ist ein natürlicher oder künstlicher Speicher, der Kohlenstoff in Form von Kohlenstoffverbindungen aufnimmt und speichert. Je mehr Kohlenstoff gespeichert wird, desto geringer ist Menge an Kohlendioxid in der Atmosphäre.

Komfort ➤➤ S. 4, 7, 28, 47, 57–59

Auf technisch ausgereiften Einrichtungen beruhende Bequemlichkeiten und Annehmlichkeiten; einen bestimmten Luxus bietende Ausstattung (z.B. der Komfort eines Hotels).

L'_{n,w}-Wert (Norm-Trittschallpegel) ➤➤ S. 100, 101

Kenngroße im Schallschutz. Sie gibt an, wie stark Trittschallgeräusche in den Raum darunter übertragen werden. Je geringer der L'_{n,w}-Wert, desto besser ist die Trittschalldämmung.

Mechanische Festigkeit ➤➤ S. 8, 32, 43, 45

Die mechanische Festigkeit beschreibt die Fähigkeit eines Werkstoffs oder Bauteils, mechanischen Beanspruchungen wie Zug, Druck, Biegung, Schub oder Torsion zu widerstehen, ohne zu versagen.

Metabolische Rate/Metabolic Rate (MET) ➤➤ S. 60, 63

Die metabolische Rate (kurz: MET) beschreibt den Aktivitätsgrad einer Person. Je nach Tätigkeit ist der Aktivitätsgrad unterschiedlich und damit hat dieser einen großen Einfluss auf die bevorzugte Raumtemperatur. 1 MET entspricht einer Wärmeabgabe von 58 W/m² (bezogen auf die Körperoberfläche). Die anschließende Tabelle zeigt für verschiedene Tätigkeiten die Gesamtwärmeabgabe des Menschen nach DIN ISO 7730.^{0,3}

| Tätigkeit | W/m² | MET* | ≈ W |
|---|-----------|------------|------------|
| ruhend | 46 | 0,8 | 80 |
| *sitzend, entspannt | 58 | 1,0 | 100 |
| stehend, entspannt | 70 | 1,2 | 125 |
| sitzend, leichte Tätigkeit (Büro, Wohnung, Schule, Labor) | 70 | 1,2 | 125 |
| stehend, leichte Tätigkeit (Zeichenbrett) | 81 | 1,4 | 145 |
| stehend, leichte Tätigkeit (Shopping, Labor, leichte Industrie) | 93 | 1,6 | 170 |
| mäßige körperliche Tätigkeit (Haus-, Maschinen-Arbeit) | 116 | 2,0 | 200 |
| schwere körperliche Tätigkeit (schwere Maschinenarbeit) | 165 | 2,8 | 300 |

Musterbauordnung (MBO) »» S. 8, 45, 46, 51, 57, 81

Ein Vorschlag für einheitliche Bauvorschriften in Deutschland. Sie wird von der Bauministerkonferenz erstellt und dient als Vorlage für die Bauordnungen der Bundesländer.

Nettoraumfläche (NRF)

Die Nettoraumfläche NRF setzt sich zusammen aus der Nutzungsfläche, der Technikfläche und der Verkehrsfläche eines Gebäudes und wird in Quadratmetern m²-NRF angegeben.^{0.5}

Normalkraftbeanspruchung »» S. 46

Die Normalkraftbeanspruchung beschreibt die Belastung eines Bauteils durch eine Kraft, die entlang seiner Achse wirkt. Bei der Zugbeanspruchung wird das Bauteil auseinandergezogen (z.B. Seil), Bei der Druckbeanspruchung wird das Bauteil zusammengedrückt (z.B. Stütze).

Ökobilanz »» S. 10, 11, 25

„Verfahren zur Zusammenstellung sowie Beurteilung der Input- und Outputflüsse sowie der potentiellen Umweltwirkungen eines Produktsystems im Verlauf seines Lebensweges. Input ist der Produkt-, Stoff- oder Energiefluss, der einem Prozessmodul zugeführt wird. Output ist der Produkt-, Stoff-, oder Energiefluss der von einem Prozessmodul abgegeben wird. Die Ökobilanzierung für Gebäude ist in DIN EN 15978 und ISO 14044 geregelt.“ (Hillebrandt, A., et al.)^{0.6}

Partizipation »» S. 10, 17, 20, 85, 86, 89, 92

Der Begriff Partizipation bedeutet Teilhaben, Teilnehmen, Beteiligtsein verschiedener Akteur*innen.

R'_w-Wert (Schalldämmmaß) »» S. 78, 100, 101

Kenngröße im Schallschutz. Sie beschreibt die Schallschutzwirkung eines Bauteils. Je höher der R'_w-Wert, desto besser ist die Schalldämmung.

Recycling »» S. 24, 25, 26, 33, 41, 53

„Rückführung ehemals genutzter Produkte oder Abfälle in den Stoffkreislauf. Nicht dazu gehört in diesem Sinne die Rückführung von Produktionsresten.“ (Hillebrandt, A., et al.)^{0.6}

Rezyklat »» S. 104, 105

Recyclingmaterial

Schadstoffe »» S. 18, 32, 35, 38, 51, 52, 54

Sind in vielen herkömmlichen Bauprodukten enthalten und beeinträchtigen die Raumluftqualität und können sowohl die Umwelt als auch die Gesundheit gefährden. Beispiele sind VOCs aus Lacken, Farben und Klebstoffen, welche Kopfschmerzen, Atemwegsreizungen oder Allergien auslösen können. Auch Weichmacher in Kunststoffen, Flammschutzmittel und bestimmte Holzschutzmittel können problematische Chemikalien freisetzen. Besonders in geschlossenen, schlecht belüfteten Räumen kann die Konzentration dieser Schadstoffe steigen.

Schwarz-Weiß-Prinzip »» S. 51

Trennung von schmutzigen „Schwarz-“ und saubereren „Weiß-Bereichen“, mit dem Ziel, die Übertragung von Krankheitserregern zu vermeiden.

Sommerkondensation »» S. 58

Die warme einströmende Außenluft kondensiert auf der kalten Innenwandfläche.

Substitution »» S. 36–38, 104

Substitution bedeutet im Kontext der Nachhaltigkeit, dass ein bestimmtes Material oder ein Produkt durch ein anderes ersetzt wird, das geringere negative Auswirkungen auf die Umwelt hat. Typischerweise werden dabei Baustoffe oder Energiesysteme durch nachhaltigere Alternativen ausgetauscht, um Ressourcenverbrauch oder Emissionen zu reduzieren.

Technische Baubestimmungen »» S. 8, 45, 57, 81

Vorgeschriebene Regeln und Normen, die festlegen, wie Gebäude und Bauprodukte gebaut oder verwendet werden müssen, damit sie sicher und funktional sind. Sie beinhalten technische Anforderungen zu verschiedenen Aspekten des Bauens, wie zum Beispiel Sicherheit, Energieeffizienz und Schallschutz.

Umkehrdiffusion »» S. 58, 64, 110

Bezeichnet den unerwarteten Feuchtetransport innerhalb einer Baukonstruktion, wenn sich Temperatur- und Dampfdruckverhältnisse umkehren. Dieses Phänomen tritt besonders in Gebäuden mit hoher Temperaturdifferenz zwischen Innen- und Außenbereich auf. Wasserdampf strömt von der warmen zur kalten Seite eines Bauteils, was normalerweise von Innen nach Außen bedeutet, wo er durch die dortige Luftzirkulation problemlos abgeführt wird. Da Sommerhütten im Winter nicht genutzt und demnach nicht geheizt werden, kühlen sie aus. Während die Außentemperaturen im Frühling wieder steigen, wird das Gebäude durch die Dämmung länger kühl gehalten. Da die Bauteiloberfläche außen durch die solare Einstrahlung wärmer als die Innenseite ist, kehrt sich die Richtung des Feuchte- transports um. Da innen keine Luftzirkulation herrscht, wird die Feuchtigkeit nicht abgeführt und es kann zu Schäden an der Konstruktion und gesundheitsschädlicher Schimmelbildung kommen. Deshalb muss gerade in hochalpinen Gebieten, wo starke Temperaturschwankungen auftreten, das Thema Umkehrdiffusion in der Bauplanung sorgfältig, durch geeignete Bauteilaufbauten, berücksichtigt werden, um die Langlebigkeit der Konstruktion zu gewährleisten und möglichen Gebäude- und Gesundheitsschäden vorzubeugen.

Umweltindikator »» S. 25, 26

Umweltindikatoren sind messbare Größen, die in Lebenszyklusanalysen (engl. Life cycle assessment, LCA) verwendet werden, um die Auswirkungen menschlicher Aktivitäten auf die Umwelt zu überwachen und zu bewerten. Sie bieten eine Möglichkeit, ökologische Veränderungen oder Umweltauswirkungen zu quantifizieren und zu verfolgen. Umweltindikatoren helfen dabei, den Zustand von Ökosystemen, die Effizienz von Umweltschutzmaßnahmen und die Auswirkungen von Produktionsprozessen auf die Umwelt zu beurteilen. Gemessen werden Emissionen, der Ressourcenverbrauch oder Ähnliches.

U-Wert (Wärmedurchgangskoeffizient) »» S. 98, 99

Kenngröße des Wärmeschutzes, der die Wärmedurchlassfähigkeit beschreibt. Je geringer der U-Wert, desto besser ist der Wärmeschutz.

Verwertung ➔ S. 25, 32, 33–35, 37–41
„Rückführung von Materialien oder Abfällen in den Stoffkreislauf durch eine Behandlung oder Aufbereitung unter Auflösung der Produktgestalt (Wieder- oder Weiterverwertung).“ (Hillebrandt, A., et al.)^{0,6}

VOC ➔ S. 52
„Gruppe der flüchtigen organischen Verbindungen (englisch: Volatile Organic Compounds, VOC). Sie umschreibt gas- und dampfförmige Stoffe organischen Ursprungs in der Luft, z.B. Kohlenwasserstoffe, Alkohole, Aldehyde und organische Säuren. Viele Lösungsmittel, Flüssigbrennstoffe und synthetisch hergestellte Stoffe können als VOC auftreten, aber auch zahlreiche organische Verbindungen, die in biologischen Prozessen gebildet werden.“ (Hillebrandt, A., et al.)^{0,6}

Weiterverwendung ➔ S. 25, 33, 35–37, 41, 88
„Erneute Verwendung eines gebrauchten Produkts für einen anderen Verwendungszweck mit gegenüber dem Ursprungszweck niedrigeren Qualitätsanspruch, unter Beibehaltung der Produktgestalt.“ (Hillebrandt, A., et al.)^{0,6} Beispiel: Ausgebaute, tragende Holzkonstruktion wird als Primärkonstruktion (tragend) oder Sekundärkonstruktion (nichttragend) aufbereitet und weiterverwendet.

Weiterverwertung ➔ S. 37, 41
„Einsatz von Altstoffen und Produktionsabfällen bzw. Hilfs- und Betriebsstoffen in einem von diesen zuvor noch nicht durchlaufenen Produktionsprozess. Durch Weiterverwertung entstehen Produkte mit neuen bzw. anderen Eigenschaften und/oder anderer Gestalt, sogenannte Sekundärwerkstoffe, mit einem gegenüber dem Ursprungszweck niedrigeren Qualitätsanspruch.“ (Hillebrandt, A., et al.)^{0,6} Beispiel: Ausgebaute Bodenplatte aus Beton wird gebrochen als Schüttung weiterverwertet.

Wiederverwendung ➔ S. 25, 31, 32, 33–42, 53, 91
„Erneute Verwendung eines gebrauchten Produkts für den gleichen Verwendungszweck unter Beibehaltung der Produktgestalt (Recycling).“ (Hillebrandt, A., et al.)^{0,6} Beispiel: Ausgebaute intakte Photovoltaik Paneele werden erneut verbaut.

Wiederverwertung ➔ S. 32–34
„Wiederholter Einsatz von Altstoffen und Produktionsrücklaufmaterial bzw. Hilfs- und Betriebsstoffen in einem gleichartigen wie dem bereits durchlaufenen Produktionsprozess unter Auflösung der Produktgestalt. Durch Wiederverwertung entstehen aus den Ausgangsstoffen qualitativ weitgehend gleichwertige Werkstoffe. Beispiel: Aus Stahlschrott wird durch Schmelzen ein neuer Stahlträger geformt.“ (Hillebrandt, A., et al.)^{0,6}

Zirkularitätspotential ➔ S. 36–37
Das Zirkularitätspotential beschreibt, wie gut etwas z.B. ein Produkt oder Material dazu geeignet ist, über einen Lebenszyklus immer wieder verwendet, repariert oder recycelt zu werden, anstatt nach einmaligem Gebrauch weggeworfen zu werden.

Literatur

Kapitel 1 | Einleitung

[1.1] Deutscher Alpenverein e.V.: *Hoch hinaus! Wege und Hütten in den Alpen*. Göttingen: Böhlau Verlag, 2016

[1.2] Deutscher Alpenverein e.V.: *100 Jahre Tölzer Richtlinien: Die Suche nach der „Einfachheit“ auf Hütten*. 7.9.2023. Online verfügbar unter: <https://www.alpenverein.de/verband/presse/pressemeldungen/100-jahre-toelzer-richtlinien-die-suche-nach-der-einfachheit-auf-huetten>

[1.3] Deutscher Alpenverein e.V.: *Leitbild des Deutschen Alpenvereins. Wir lieben die Berge*. 2022. Online verfügbar unter: https://www.alpenverein.de/files/anlage_dav-leitbild-beschluss-hv-2022.pdf

[1.4] ARGEBAU – Arbeitskreis der für das Bauwesen verantwortlichen Landesminister: *Musterbauordnung (MBO)*. In der Fassung vom November 2002, zuletzt geändert am 23./24.11.2023. Berlin: ARGEBAU, 2023

[1.5] ARGEBAU – Arbeitskreis der für das Bauwesen verantwortlichen Landesminister: *Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB 2024/1)*. Ausgabe 2 vom 28. August 2024. Berlin: ARGEBAU, 2024

[1.6] Bundesministerium der Justiz: *Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV)*, Ausfertigungsdatum: 12. August 2004, zuletzt geändert am 19. Juli 2021 (BGBl. I S. 3113). Bundesanzeiger Verlag, 2021

[1.7] Bundesministerium der Justiz & Bundesamt für Justiz: *Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG)*. Online verfügbar unter: <https://www.gesetze-im-internet.de/ksg/>

[1.8] Deutscher Alpenverein e.V.: *Klimaschutz im DAV*. Online verfügbar unter: <https://www.alpenverein.de/verband/presse/hintergrundinfos/klimaschutz-im-dav>

[1.9] Deutscher Alpenverein e.V.: *Klimawandelfolgen für den Bergsport*. Online verfügbar unter: <https://www.alpenverein.de/verband/presse/hintergrundinfos/klimawandelfolgen-fuer-den-bergsport>

Kapitel 2 | Profil

[2.1] Deutscher Alpenverein e.V.: *Hüttenkategorien, Selbstversorgerhütten und Winterräume*. Online verfügbar unter: <https://www.alpenverein.de/verband/huetten-und-wege/huettenkategorien-winterraeume-und-selbstversorger>.

Kapitel 3 | Etappenplan

[3.1] Deutscher Alpenverein e.V.: *Hüttenhandbuch*. 2023. Online verfügbar unter: <https://www.alpenverein.de>

Kapitel 4 | Nachhaltigkeit und Kreislauffähigkeit

[4.1] Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“ des Deutschen Bundestages: *Konzept Nachhaltigkeit – Vom Leitbild zur Umsetzung*. Bonn: Economica Verlag, 1998. Online verfügbar unter <https://dipbt.bundestag.de/dip21/btd/13/112/1311200.pdf>

[4.2] Deutscher Alpenverein e.V.: *Klimaschutz im DAV*. Zugriff am: 4. März 2025. Online verfügbar unter: <https://www.alpenverein.de/verband/presse/hintergrundinfos/klimaschutz-im-dav>

[4.3] Bundesamt für Justiz: *Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen – KrWG*. 2012. Online verfügbar unter <https://www.gesetze-im-internet.de/krwg/>

[4.4] Umweltbundesamt: *Evaluierung der Altholzverordnung im Hinblick auf eine notwendige Novellierung*. 2020. Online verfügbar unter: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/texte_95-2020_evaluierung_der_altholzverordnung_im_hinblick_auf_eine_notwendige_novellierung.pdf

[4.5] Umweltbundesamt: *Bauabfälle*. Zugriff am: 26. März 2025. Online verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/ressourcen-abfall/verwertung-entsorgung-ausgewaehlter-abfallarten/bauabfaelle>

Kapitel 6 | Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz

[6.1] ARGEBAU – Arbeitskreis der für das Bauwesen verantwortlichen Landesminister: *Musterbauordnung (MBO)*. In der Fassung vom November 2002 – zuletzt geändert am 23./24.11.2023. Berlin: ARGEBAU, 2023

[6.2] ARGEBAU – Arbeitskreis der für das Bauwesen verantwortlichen Landesminister: *Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB 2024/1)*. Ausgabe 2 vom 28. August 2024. Berlin: ARGEBAU, 2024

[6.3] Bundesministerium der Justiz: *Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV)*. Ausfertigungsdatum: 12. August 2004, zuletzt geändert am 19. Juli 2021 (BGBl. I S. 3113). Bundesanzeiger Verlag, 2021

[6.4] Ausschuss für Arbeitsstätten (ASTA): *Technische Regeln für Arbeitsstätten*. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA)

Kapitel 7 | Wärmeschutz und Behaglichkeit

[7.1] ARGEBAU – Arbeitskreis der für das Bauwesen verantwortlichen Landesminister: *Musterbauordnung (MBO)*. In der Fassung vom November 2002 – zuletzt geändert am 23./24.11.2023. Berlin: ARGEBAU, 2023

[7.2] ARGEBAU – Arbeitskreis der für das Bauwesen verantwortlichen Landesminister: *Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB 2024/1)*, Ausgabe 2 vom 28. August 2024. Berlin: ARGEBAU, 2024

[7.3] DIN 4108-2: *Mindestanforderungen an den Wärmeschutz*. Berlin: Beuth Verlag, 2013

[7.4] DIN 4108-3: *Feuchtebedingter Wärmeschutz*. Berlin: Beuth Verlag, 2024

[7.5] Bundesministerium der Justiz und Bundesamt für Justiz: Bundesrepublik Deutschland (2020): *Gebäudeenergiegesetz (GEG) vom 8. August 2020*. BGBl. I S. 1728

[7.6] Bundesministerium der Justiz: *Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV)*. Ausfertigungsdatum: 12. August 2004, zuletzt geändert am 19. Juli 2021 (BGBl. I S. 2179). Bundesanzeiger Verlag, 2021

[7.7] Ausschuss für Arbeitsstätten (ASTA): *Technische Regeln für Arbeitsstätten*. Stand: in der jeweils gültigen Fassung. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA)

Kapitel 8 | Brandschutz

Thomas Engel: *Brandschutz auf Berghütten*. In: FeuerTrutz Magazin, Ausgabe 2019

Thomas Engel: Brandschutz auf Berghütten. In: *18. Internationales Hüttenfachsymposium. Alpine Infrastruktur im Wandel – Herausforderungen und Lösungsansätze*, 2019

Kapitel 9 | Schallschutz

[9.1] DIN 4109-1: *Schallschutz im Hochbau – Teil 1: Mindestanforderungen*. Berlin: Beuth Verlag, 2018

ARGEBAU – Arbeitskreis der für das Bauwesen verantwortlichen Landesminister: *Musterbauordnung (MBO)*. In der Fassung vom November 2002 – zuletzt geändert am 23./24.11.2023. Berlin: ARGEBAU, 2023

ARGEBAU – Arbeitskreis der für das Bauwesen verantwortlichen Landesminister: *Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB 2024/1)*, Ausgabe 2 vom 28. August 2024. Berlin: ARGEBAU, 2024

Bundesministerium der Justiz: *Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV)*. Ausfertigungsdatum: 12. August 2004, zuletzt geändert am 19. Juli 2021 (BGBl. I S. 3113). Bundesanzeiger Verlag, 2021

Ausschuss für Arbeitsstätten (ASTA): *Technische Regeln für Arbeitsstätten*. Stand: in der jeweils gültigen Fassung. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA)

Kapitel 10 | Sicherheit und Barrierefreiheit

- [10.1] ARGEBAU – Arbeitskreis der für das Bauwesen verantwortlichen Landesminister: *Musterbauordnung (MBO)*. In der Fassung vom November 2002 – zuletzt geändert am 23./24.11.2023. Berlin: ARGEBAU, 2023
- [10.2] ARGEBAU – Arbeitskreis der für das Bauwesen verantwortlichen Landesminister: *Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB 2024/1)*, Ausgabe 2 vom 28. August 2024. Berlin: ARGEBAU, 2024
- [10.3] DIN 18065: *Gebäudetreppen - Begriffe, Messregeln, Hauptmaße*. Berlin: Beuth Verlag, 2020
- [10.4] DIN 18040-1: *Barrierefreies Bauen – Planungsgrundlagen – Teil 1: Öffentlich zugängliche Gebäude*. Berlin: Beuth Verlag, 2010
- [10.5] DIN 18040-2: *Barrierefreies Bauen – Planungsgrundlagen – Teil 2: Wohnungen*. Berlin: Beuth Verlag, 2011
- [10.6] Bundesministerium der Justiz: *Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV)*. Ausfertigungsdatum: 12. August 2004, zuletzt geändert am 19. Juli 2021 (BGBl. I S. 3113). Bundesanzeiger Verlag, 2021
- [10.7] Ausschuss für Arbeitsstätten (ASTA): *Technische Regeln für Arbeitsstätten*. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA)

Kapitel 11 | Partizipation

- [11.1] Stefanie Baasch, Anke Blöbaum: *Umweltbezogene Partizipation als gesellschaftliche und methodische Herausforderung*. Online verfügbar unter: <https://umps.de/php/suche.php>. 2017
- [11.2] Deutscher Alpenverein e.V.: *Der DAV in Zahlen*. Online verfügbar unter: <https://www.alpenverein.de/verband/ueber-den-dav/der-dav-in-zahlen>
- [11.3] Deutscher Alpenverein e.V.: *DAV Hütten*. Online verfügbar unter: <https://wissen.dav360.de/davintern/huettenwesen>
- [11.4] Deutscher Alpenverein e.V.: *DAV Ehrenamt und Freiwilligenbörse*. Online verfügbar unter: <https://wissen.dav360.de/davintern/ehrenamt/freiwilligenboerse-fuer-huetten-und-wegearbeiten>
- [11.5] Deutscher Alpenverein e.V.: *Ehrenamt im DAV*. Online verfügbar unter: <https://www.alpenverein.de/verband/ueber-den-dav/ehrenamt>

Glossar

- [0.1] Recknagel, Sprenger, Schramek: *Taschenbuch für Heizung- und Klimatechnik*. 82. Auflage. Oldenbourg: Industrieverlag, 2023
- [0.2] DIN EN ISO 9920: *Ergonomie des Umgebungsklimas – Abschätzung der Wärmeisolation und des Verdunstungswiderstandes einer Bekleidungskombination (ISO 9920:1995)*. Deutsche Fassung EN ISO 9920:2003. Berlin: Beuth Verlag, 2003

- [0.3] DIN EN ISO 7730: *Ergonomie der thermischen Umgebung – Analytische Bestimmung und Interpretation der thermischen Behaglichkeit durch Berechnung des PMV- und des PPD-Indexes und Kriterien der Lokalen thermischen Behaglichkeit (ISO 7730:2005)*. Deutsche Fassung EN ISO 7730:2005. Berlin: Beuth Verlag, 2006

- [0.4] American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, ASHRAE: *Standard 55-2023. Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*. 2023. Online verfügbar unter: https://store.accuristech.com/ashrae/standards/ashrae-55-2023?product_id=2577096

- [0.5] DIN 277: *Grundflächen und Rauminhalte im Hochbau*. Berlin: Beuth Verlag, 2021

- [0.6] Hillebrandt, A. / Riegler-Floors, P. / Rosen, A. / Seggewies, J.: *Atlas Recycling. Gebäude als Materialressource*. München: DETAIL Business Information GmbH, 2018

- [0.7] DIN 15804: *Nachhaltigkeit von Bauwerken – Umweltdeklarationen – Grundregeln für die Produktkategorie Bauprodukte*. Berlin: Beuth Verlag, 2020

Herausgeber

Deutscher Alpenverein e.V.
Bundesgeschäftsstelle, München
Ressort Hütten und Wege

Konzept

R ' TUR Anne Carina Völkel | Marco Krechel
Architekten PartmbB, München

Autoren

| | |
|---|---|
| Deutscher Alpenverein e.V. – Ressort Hütten und Wege Sabine Fleischmann, M.Sc. Dipl.-Ing. (FH) Robert Kolbitsch, Architekt Dipl.-Ing. (Univ.) Xaver Wankerl, Architekt | <i>Einleitung, Profil, Etappen, Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz, Partizipation, Fazit, Baustoffliste</i> |
| R ' TUR Anne Carina Völkel Marco Krechel, Architekten PartmbB, München Marco Krechel, M.Sc. Architekt Anne Carina Völkel, M.Arch. Architektin | <i>Einleitung, Profil, Etappen, Kreislauffähigkeit, Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz, Wärmeschutz, Schallschutz, sSicherheit und Barrierefreiheit, Fazit, Bauteilkatalog, Projekt Hochlandhütte</i> |
| Lehrstuhl Holzbau und Baukonstruktion, Technische Universität München Christine Hani, M.Sc. | <i>Einleitung, Nachhaltigkeit, Kreislauffähigkeit, Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz, Baustoffliste</i> |
| Transsolar Energietechnik GmbH, München Markus Krauß, M.Eng Thomas Slater, M.Sc. | <i>Behaglichkeit</i> |
| BIGA GmbH, Waltenhofen Prof. Dr.-Ing. Patrik Aondio | <i>Mechanische Festigkeit und Standsicherheit</i> |
| brandSCHUTZENGE L GmbH, Planegg Dr.-Ing. Thomas Engel | <i>Brandschutz</i> |

Gestaltung

Katja Römer : Kommunikationsdesign, München

Bildnachweis

Anna Gassner (Visualisierung Hochlandhütte)
R ' TUR Anne Carina Völkel | Marco Krechel,
Architekten Part mbB (Entwurfszeichnungen Hochlandhütte)

Alle weiteren Grafiken sind Ergebnisse des Forschungs-
projektes „Wertewandel am Berg – Entwicklung von
nachhaltigen und zirkulären Schutzhütten“, das Copyright
liegt bei den Autoren.

Urheberrechtsvermerk und Haftungsausschluss

Die in dieser Veröffentlichung enthaltenen Informationen
geben die aktuelle Meinung des Deutscher Alpenverein e.V.
(„DAV“) sowie der bei diesem Werk beteiligten Autoren und
Mitwirkenden zu den hier besprochenen Themen zum Datum
der Veröffentlichung wieder. Der DAV und die Autoren über-
nehmen hinsichtlich der hierin enthaltenen Informationen
keinerlei Gewährleistungen ausdrücklicher, implizierter oder
gesetzlicher Art. Die Einhaltung des geltenden Urheberrechts
obliegt der Nutzerin bzw. dem Nutzer. Diese Veröffentlichung
darf ohne Einschränkung der Urheberrechte und ohne
ausdrückliche schriftliche Genehmigung seitens DAV weder
ganz noch in Auszügen reproduziert, in ein Abfragesystem
eingestellt bzw. gespeichert oder in anderer Form (elek-
tronisch, mechanisch, mittels Fotokopie, Aufzeichnung oder
anderweitig) übertragen oder für andere Zwecke genutzt
werden. Die Vervielfältigung, Anpassung und Übersetzung
dieses Dokuments ist ohne vorherige schriftliche Genehmi-
gung nur in dem laut Urheberrechtsgesetz gestatteten
Umfang erlaubt.

Unterstützung

Mit freundlicher Unterstützung der Sektion Hochland, die im
Rahmen des Forschungsprojektes „Wertewandel am Berg –
Entwicklung von nachhaltigen und zirkulären Schutzhütten“,
die Planung für ihre Hochlandhütte und ihre Expertise als
Hüttenbesitzer und Betreiber, zur Verfügung gestellt hat.

Zitiervorschlag zu Inhalten aus dem gegenständlichen Werk

„DAV: Wertewandel am Berg - Leitfaden 2025“

© Deutscher Alpenverein e.V., Ressort Hütten und Wege sowie
bei den Autoren

Link zum Leitfaden: <https://www.alpenverein.de/alpinbau>
Stand: Mai 2025

Förderung

Deutsche Bundesstiftung Umwelt



B | Projektbeschreibung Hochlandhütte

Als Untersuchungsobjekt für den Leitfaden dient die Hochlandhütte (HLH) der Sektion Hochland des DAV. Diese besteht aus einer Urhütte von 1909 sowie einem Nebengebäude, das in den Jahren 1985/1991 ergänzt wurde. Die HLH ist eine Schutzhütte der Kategorie I und liegt auf 1.630 m ü. NN am Wörner Sattel oberhalb von Mittenwald. Als reine Sommerhütte bietet sie von Anfang Juni bis Mitte Oktober 41 Übernachtungsplätze sowie 60 Tagesgästen Raum. Der Zustand vor der Planung wies erhebliche brandschutztechnische sowie organisatorische Mängel auf, die bereits zu einer Teilschließung der Übernachtungsmöglichkeit führten. Um die Hochlandhütte zukunftstauglich zu machen, wurde von der Sektion Hochland ein Ideenwettbewerb ausgelobt, mit dem Ziel, die bestehenden Defizite zu beheben und eine langfristige und nachhaltige Nutzung der Hütte zu ermöglichen.

Der ausgewählte Entwurf des Büros R' TUR Architekten kam zu dem Ergebnis, dass die Urhütte (531 m³) durch ihren Zustand umbaufähig und erhaltenswert ist. Der untergeordnete Anbau (133 m³) aus dem Jahr 1985/1991, der sich zwar konstruktiv in einem guten Zustand befand, bietet auf Grund seiner schlechten Konzipierung und brandschutztechnischen Problematiken jedoch keine Möglichkeit für einen Um- bzw. Weiterbau und somit einer Weiternutzung. Das vorhandene eingeschossige, teilunterkellerte Nebengebäude wurde ursprünglich als Lagerfläche/Werkstatt für die Hüttenbetreiber mit einem kleinen Sanitärbereich für die Besucher konzipiert und errichtet. Im Laufe der Jahre wurde die Fläche unter dem niedrigen Dach zu einem nicht genehmigungsfähigen Schlafagern umfunktioniert. Die Erweiterungen, aus unterschiedlichen, kleineren (nie genehmigter) Anbauten und Unterständen auf unterschiedlichsten Höhenniveaus, waren der vorhandenen, räumlich stark begrenzten Lagerfläche geschuldet. Das Ergebnis war ein verbautes, nutzungseingeschränktes Konglomerat, das weder Umbau noch Weiterbau ermöglichte. Zwischenzeitlich musste das Schlafagern im Dachgeschoss des Anbaus auf Grund baulich nicht zu behebbender brandschutztechnischer Mängel geschlossen werden, was enorme wirtschaftliche Einbußen mit sich brachte und die eigentliche Schutzfunktion der Hütte in ihrem Umfang erheblich einschränkte. Die organisch gewachsene, nach wie vor unterdimensionierte Lagerfläche führte zu einem hohen Bedarf an Hubschrauber-versorgungsflügen und stellte die Betreiber vor große organisatorische Herausforderungen. Auf Grund des zunehmenden Wassermangels war die Vorgabe für den Entwurf, die bisher herkömmlichen Spültoiletten im EG zu Trocken- und Trenntoiletten umzufunktionieren. Hierfür musste für die Toilettenanlage eine Zweigeschossigkeit, mit großem zusätzlichen Raumbedarf, generiert werden. Diese Ansammlung an neuen Anforderungen ließ sich innerhalb der vorhandenen baulichen Hülle nicht umsetzen, so dass der Anbau zurückgebaut und in weiten Teilen durch einen Teilersatzbau ersetzt werden musste. Die Urhütte blieb dabei bestehen, so auch die material- und in der Herstellung energieintensiven Bereiche des Kellers, der in den Neubau wieder integriert werden soll.

Das Konzept für die Hochlandhütte verfügt über sämtliche bauliche Aspekte, vom Umbau der Urhütte, dem Rückbau zum neuen Teilersatzbau. Der geplante Entwurf bietet sich dabei durch seine auf eine Sommerhütte optimierte Architektur, mit einer klaren, konstruktiven Struktur und räumlichen Organisation an, als Untersuchungsobjekt für das Forschungsprojekt zu dienen. Der alpine Kontext in einem Naturschutzgebiet, die sich bereits abzeichnenden Folgen des Klimawandels in Form von Wassermangel, das auf Grund der alpinen Insellage autarke Energiekonzept sowie die Notwendigkeit des Hubschraubertransportes für sämtliches Versorgungs-, und Baumaterial, stellen darüber hinaus die spezifischen Eigenheiten für eine alpine Schutzhütte dar. Auch die aus dem Rückbau gewonnenen Materialien, vornehmlich Holz in guter Qualität, eignen sich, um das Potential der Integration im Teilersatzbau näher zu betrachten.

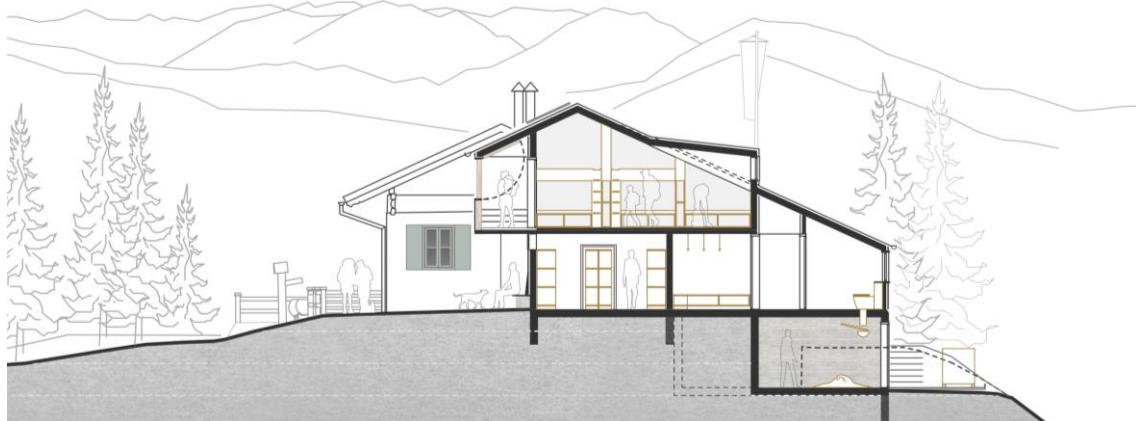


Abbildung 18: Schnitt Teilersatzbau Hochlandhütte



Abbildung 19: Visualisierung Teilersatzbau Hochlandhütte



Abbildung 20: Erdgeschoss Teilersatzbau Hochlandhütte

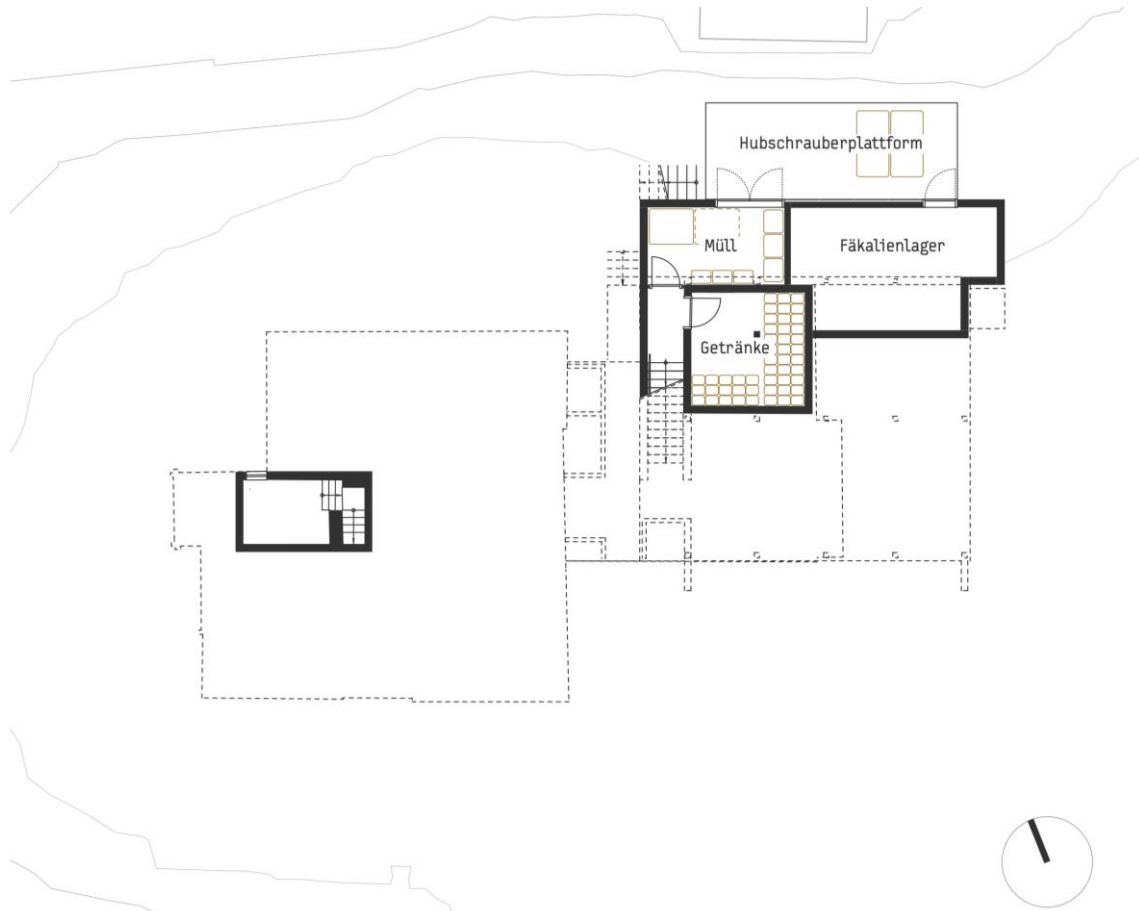


Abbildung 21: Untergeschoss Teilersatzbau Hochlandhütte



Abbildung 22: Dachgeschoss Teilersatzbau Hochlandhütte

C | Bauteilkatalog

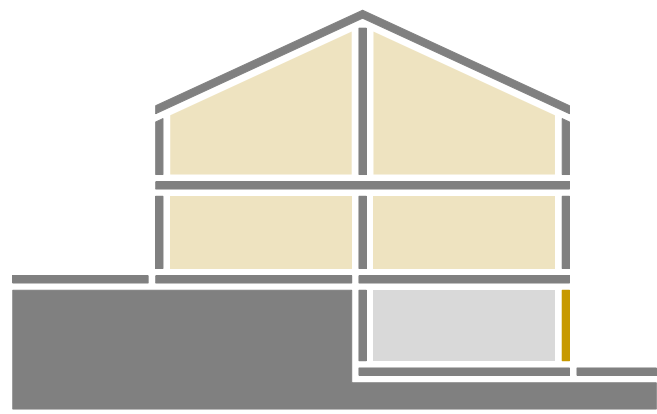
Beigefügt als PDF-Dokument



DECKE



BODENPLATTE



AUSSENWAND ZUR AUSSENLUFT



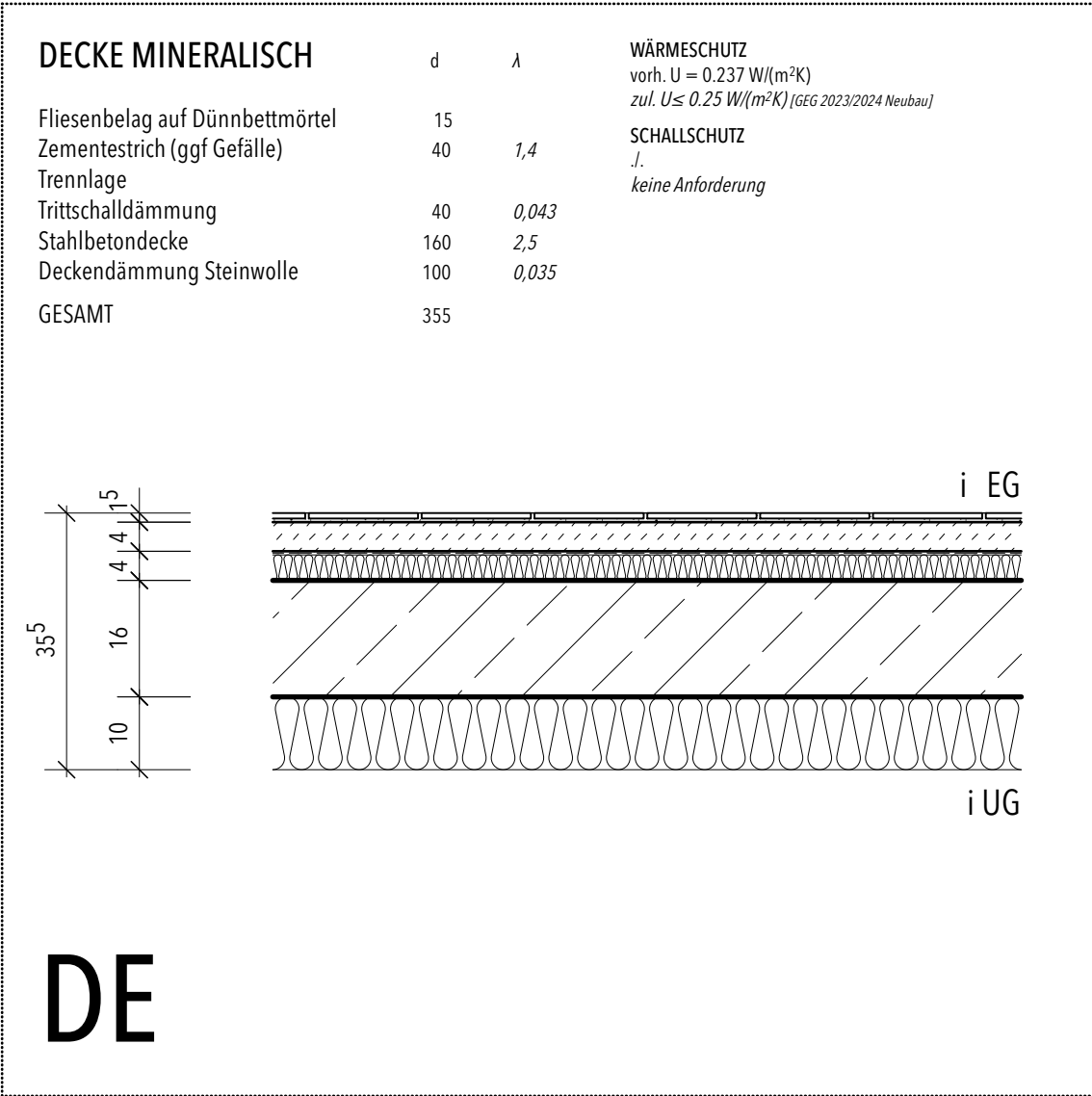
AUSSENWAND IM ERDDREICH



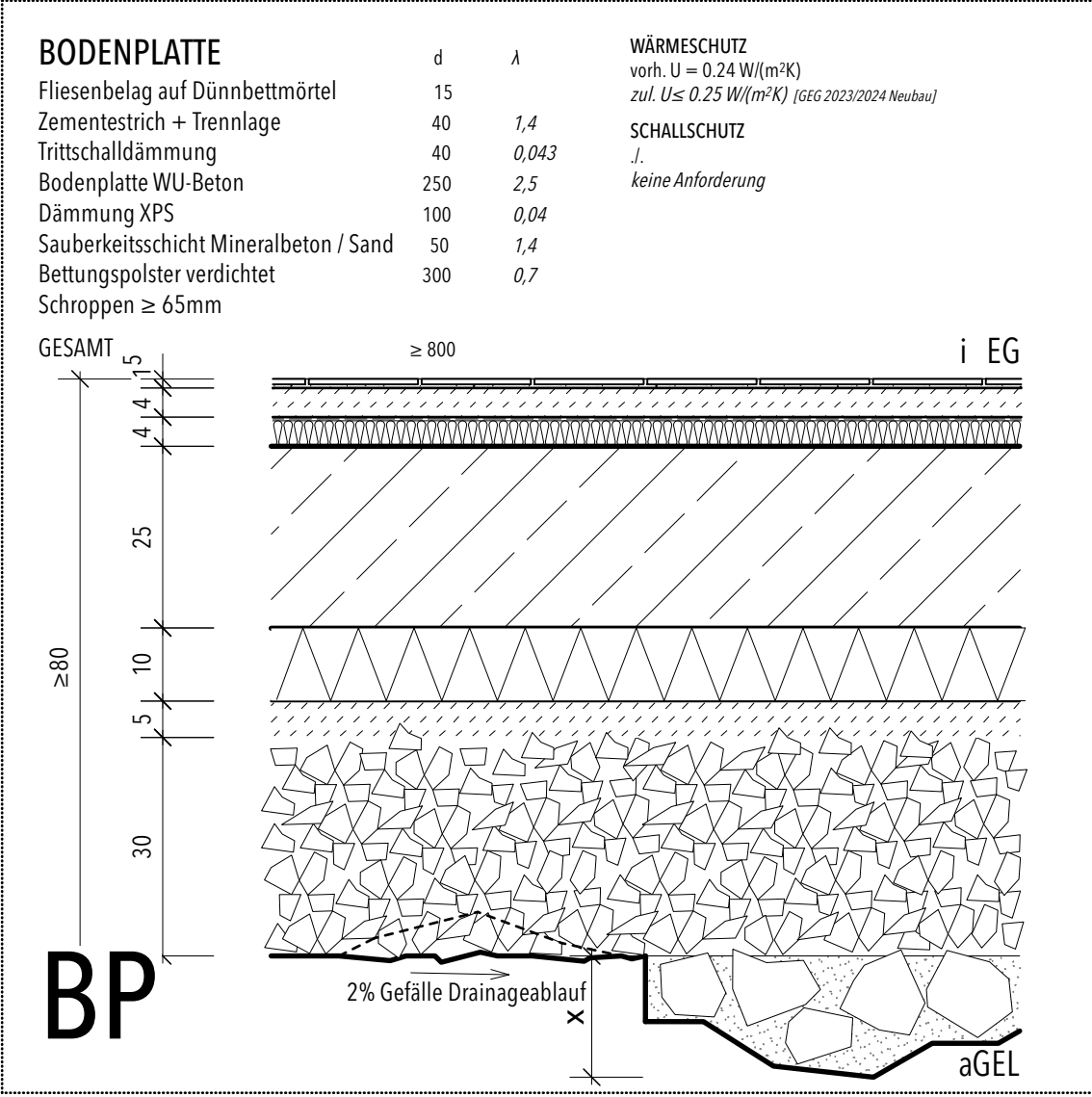
BODENPLATTE

BAUTEILKATALOG IM ERDDREICH

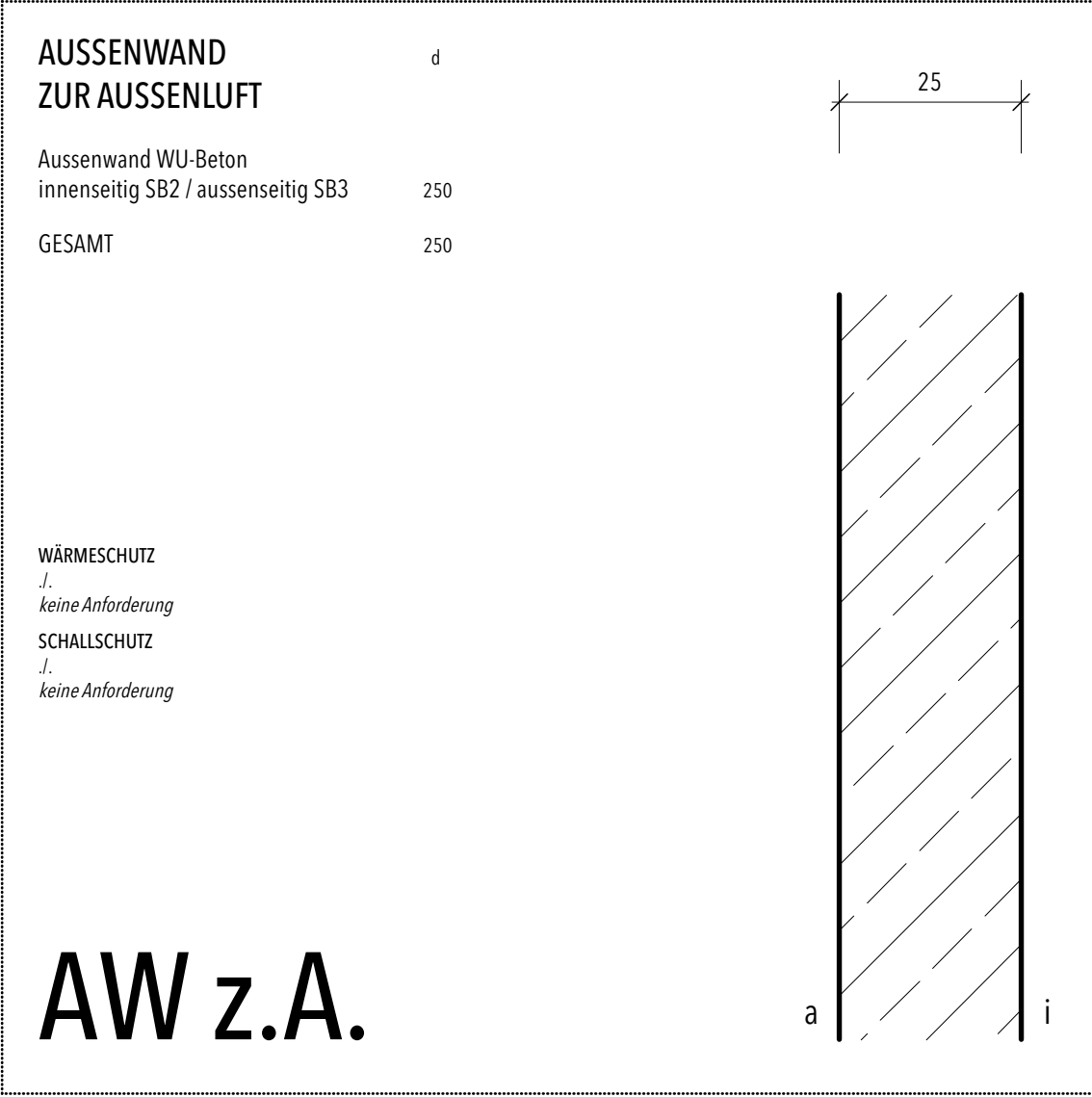
TAL



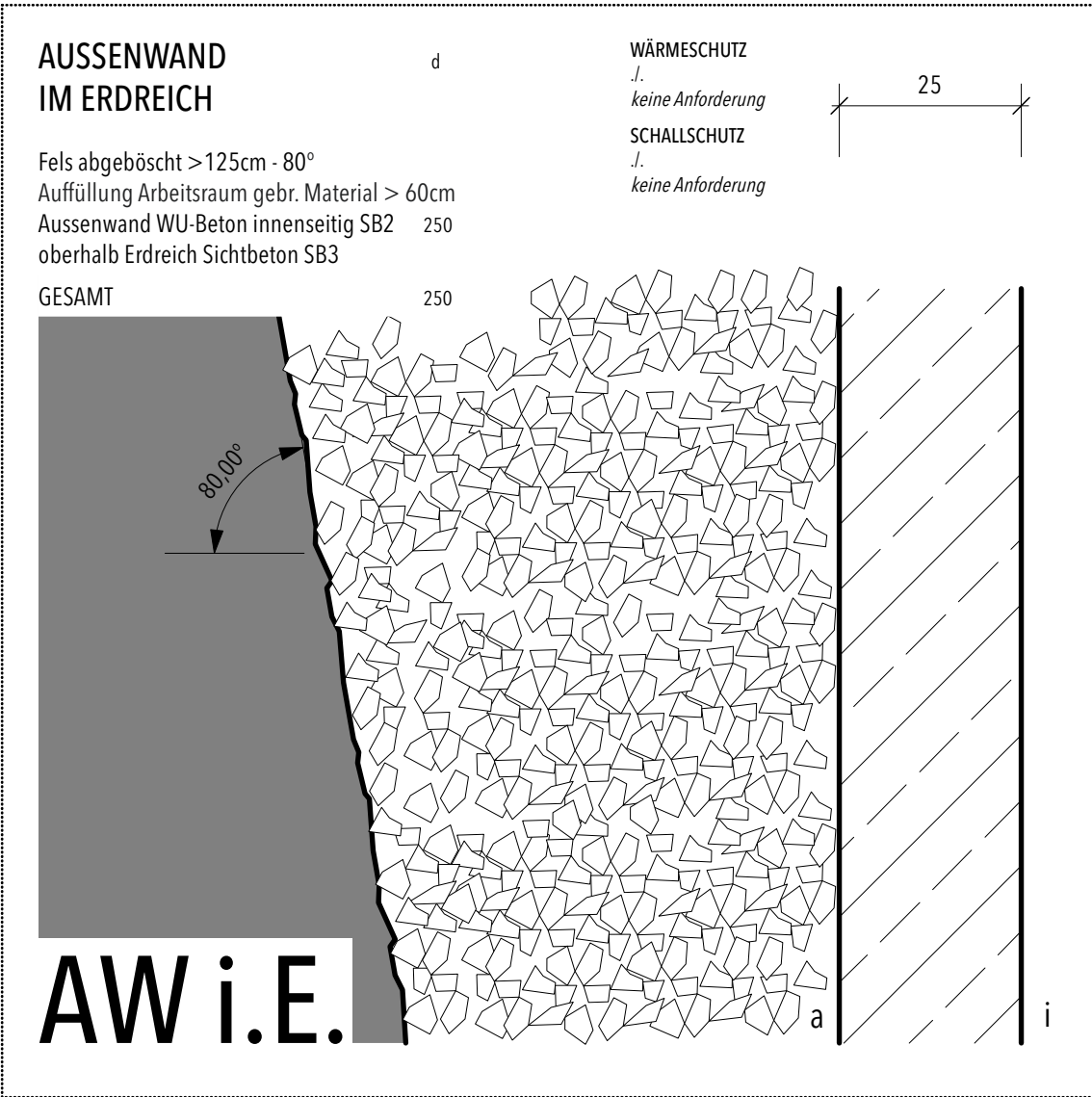
DE



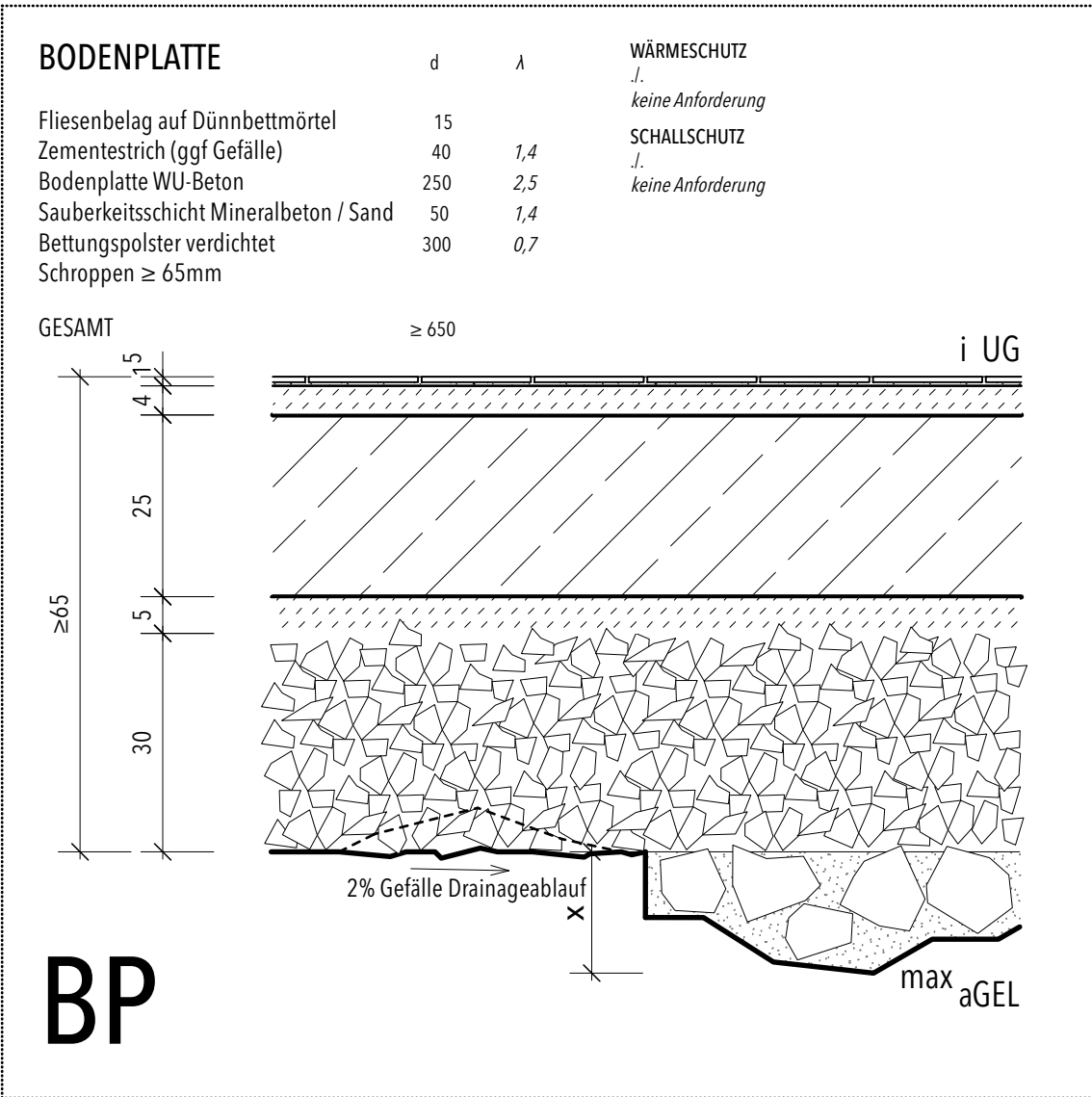
BP



AW z.A.

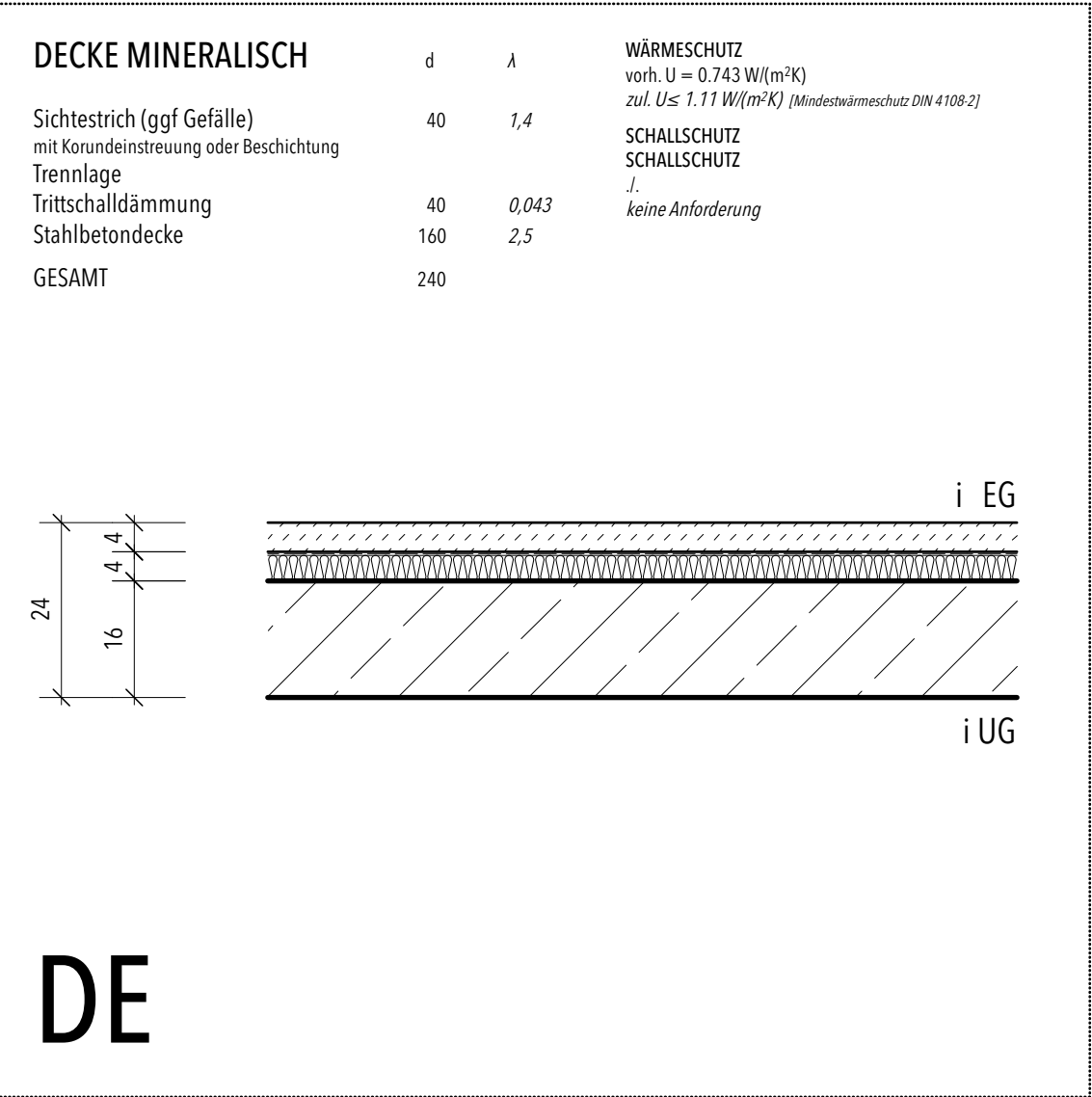


AW i.E.

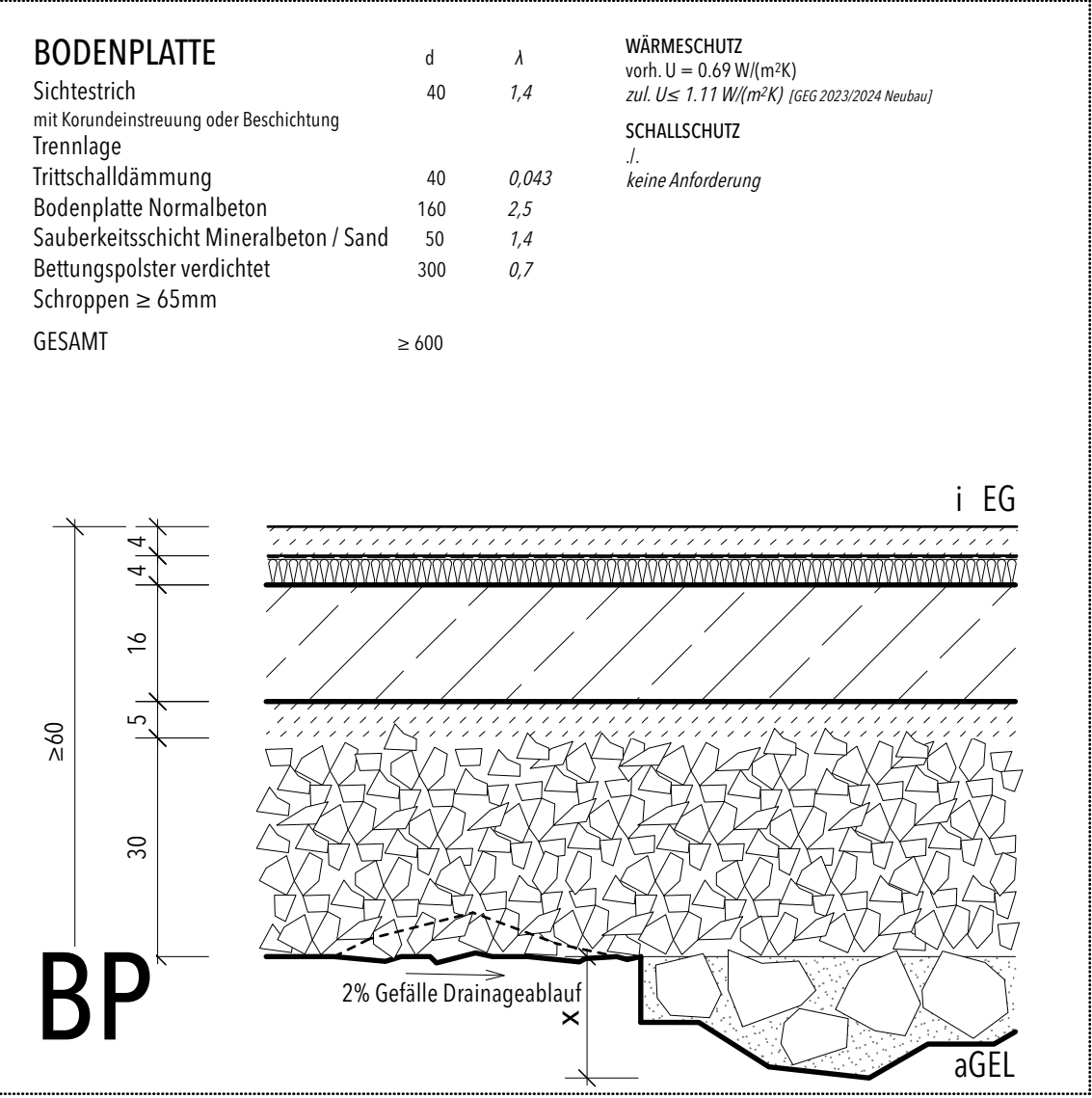


BP

BERG



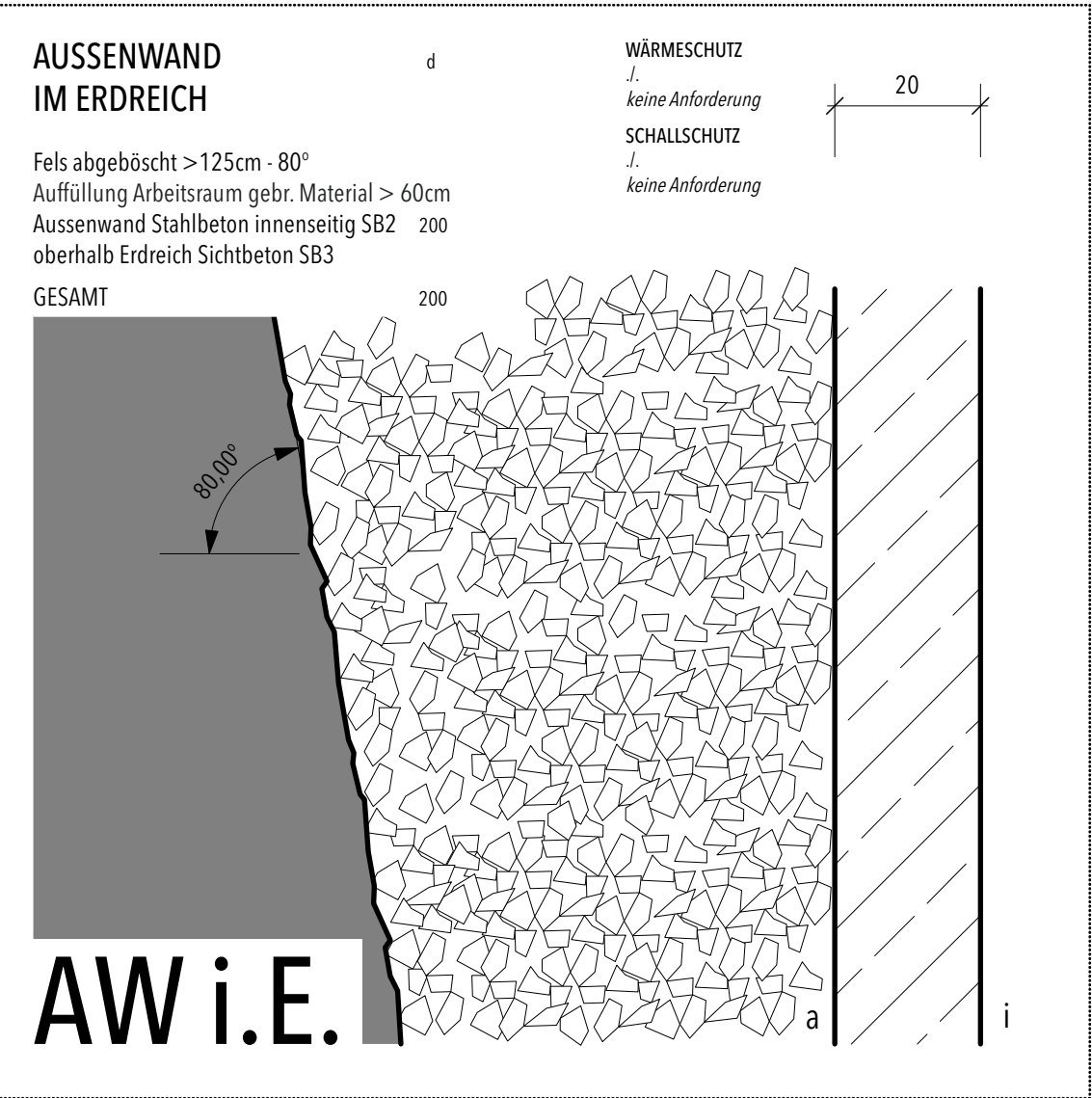
DE



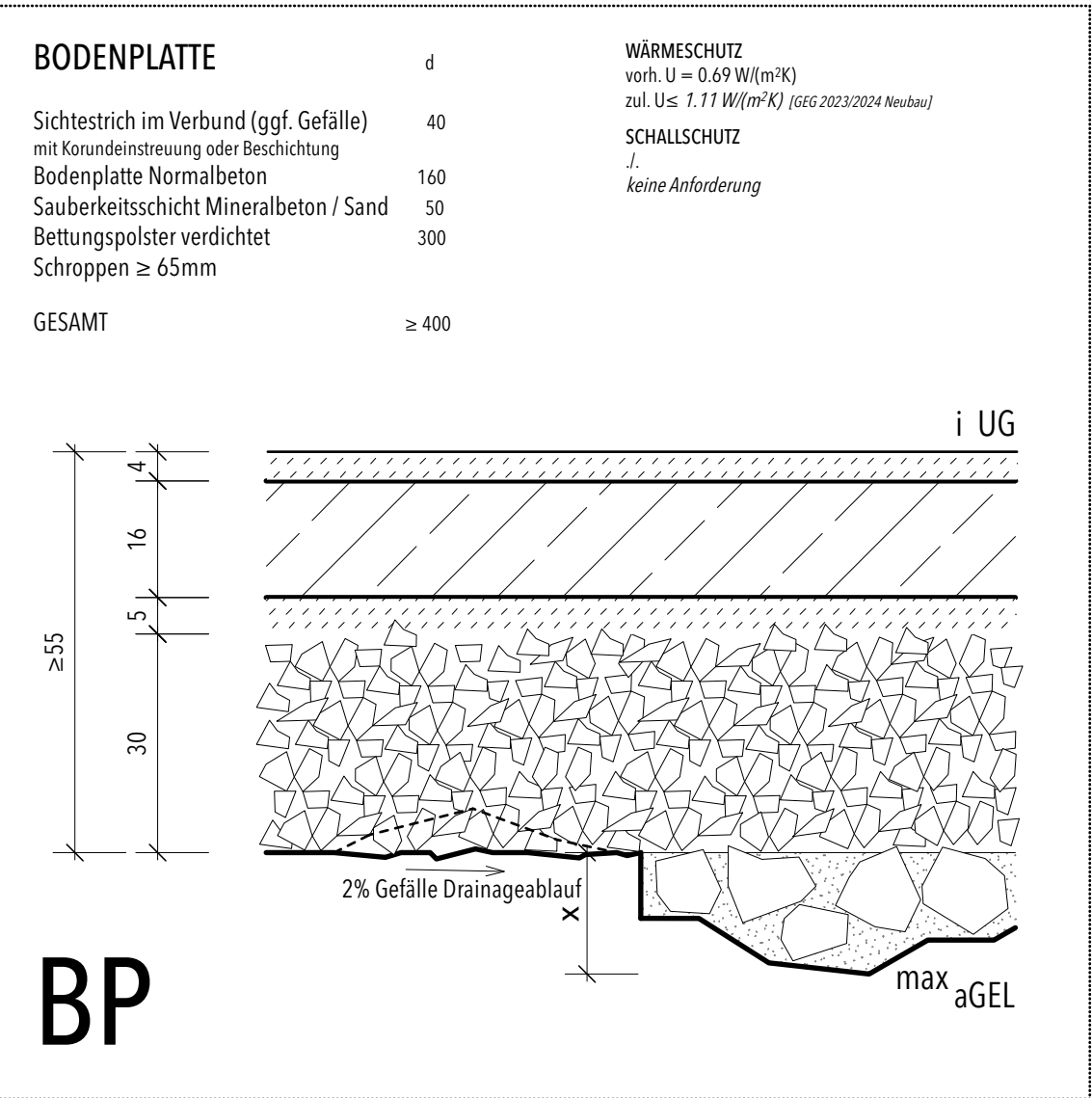
BP



AW z.A.

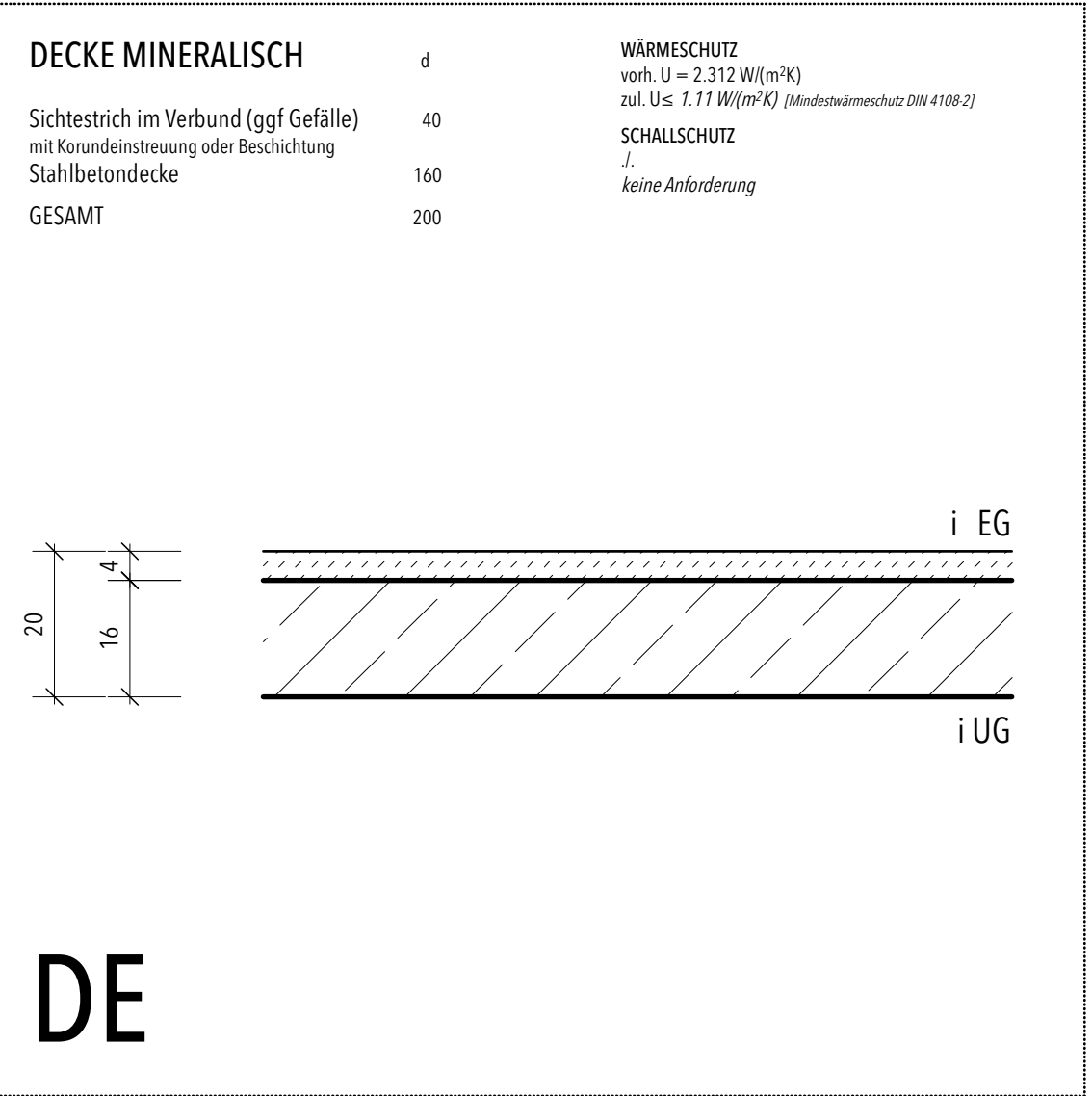


AW i.E.

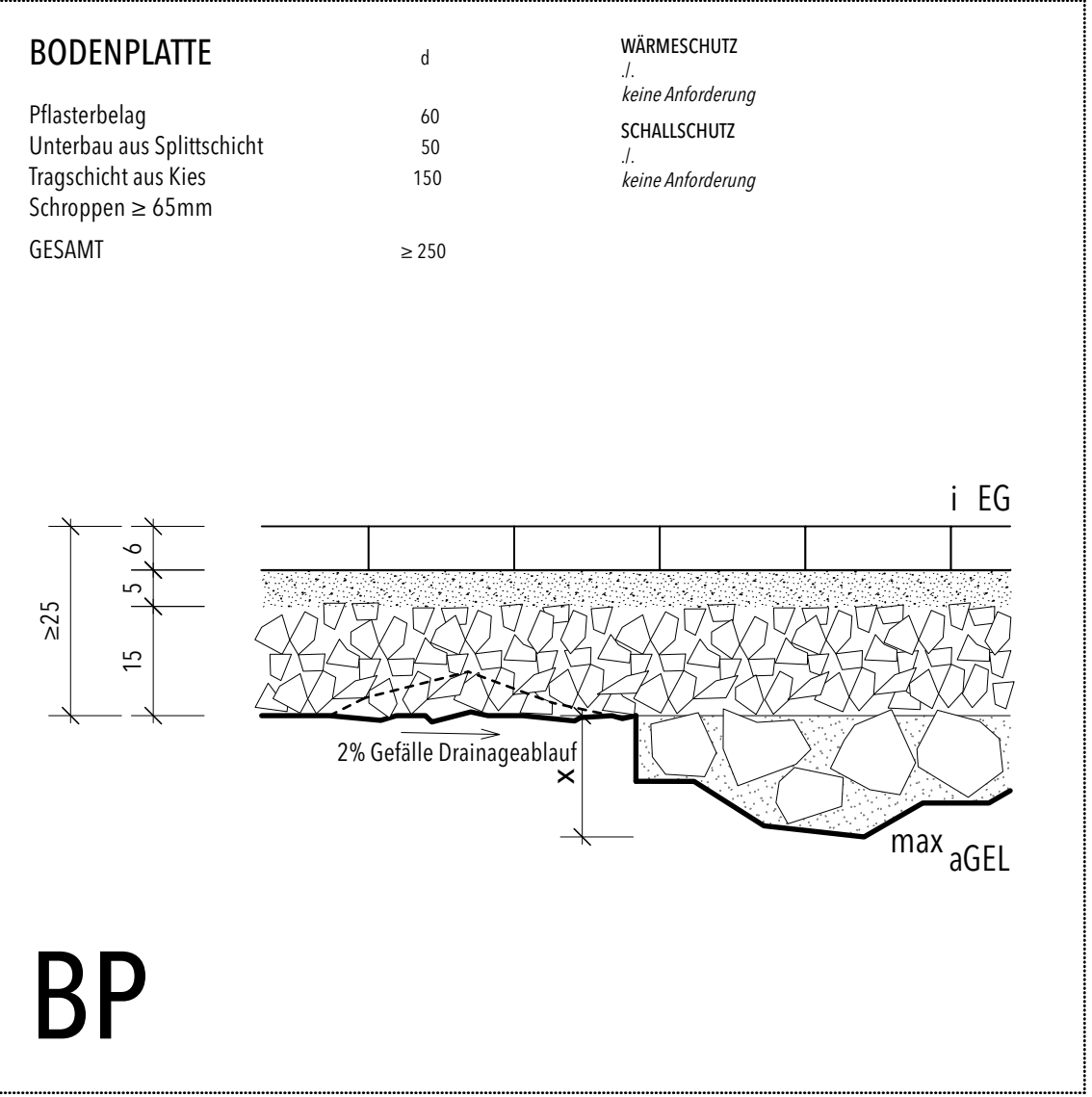


BP

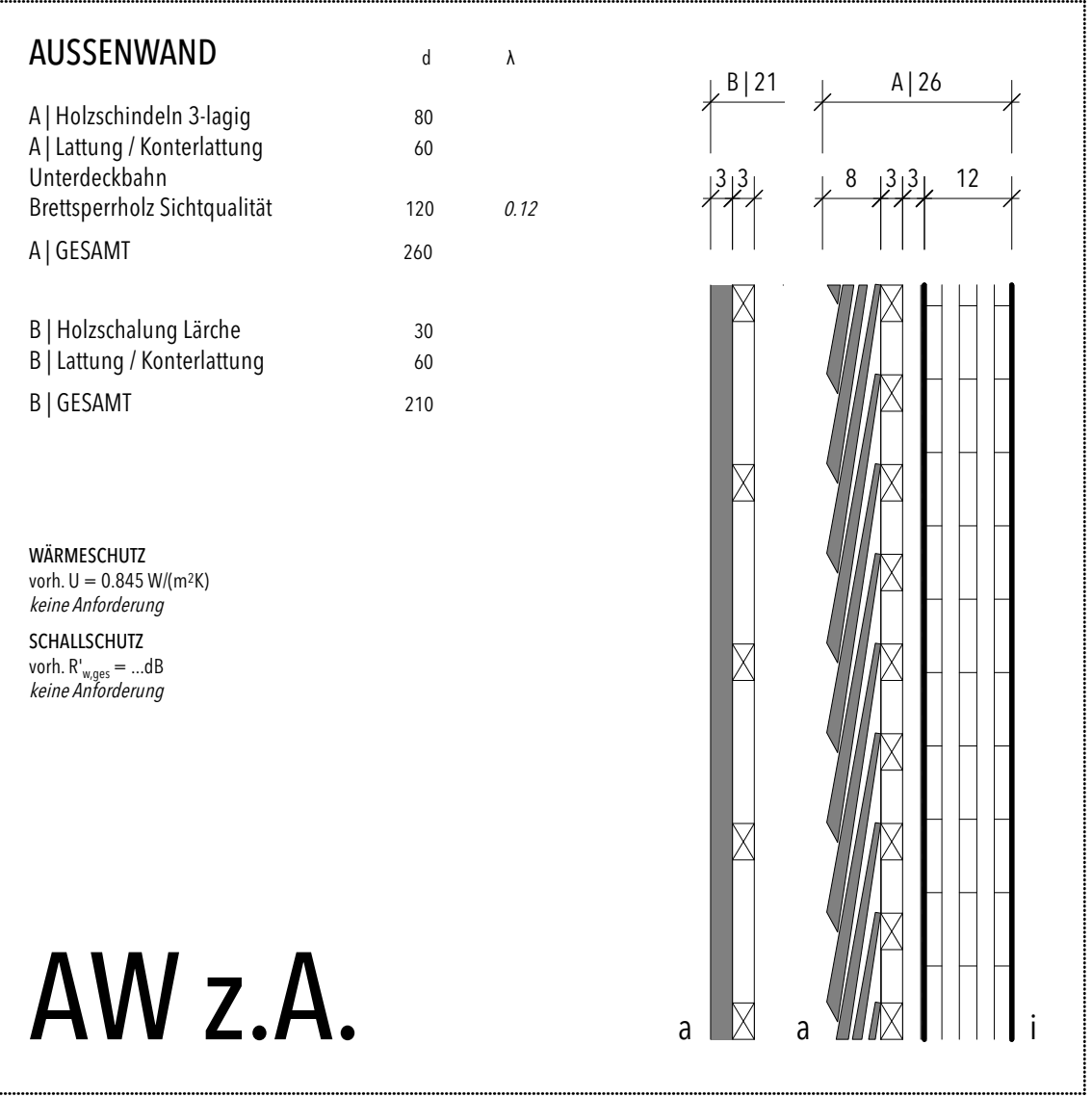
GIPFEL



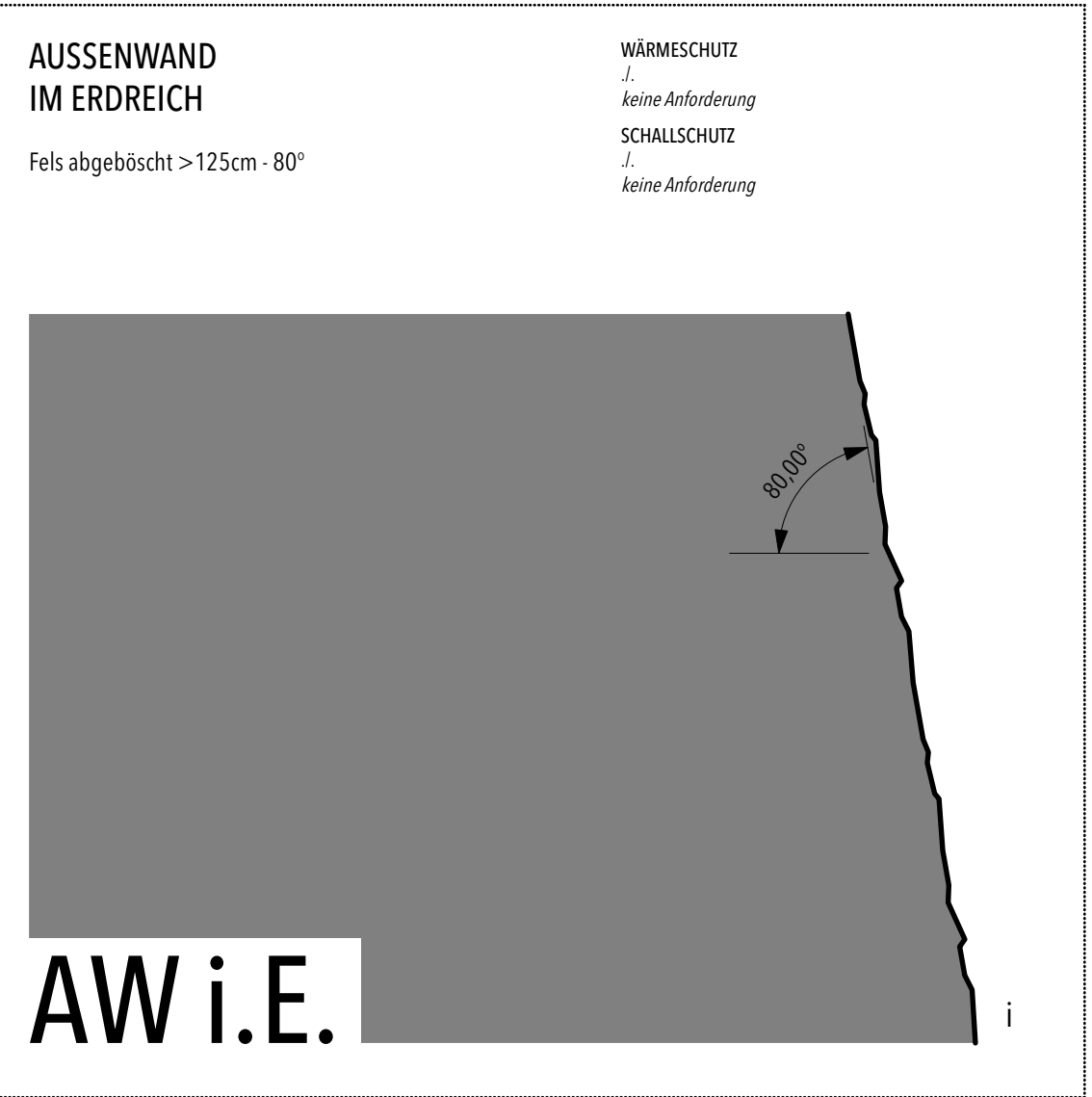
DE



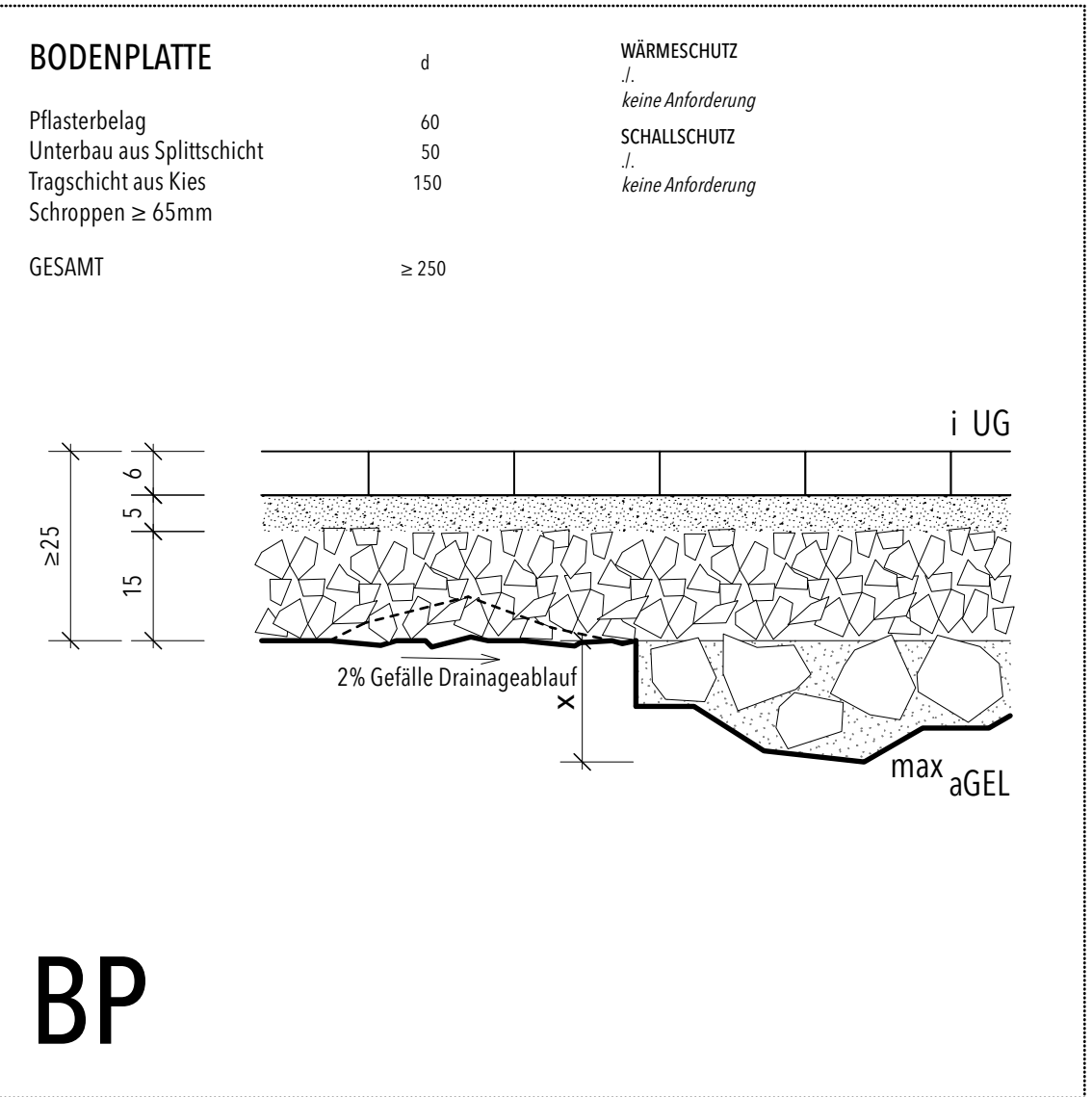
BP



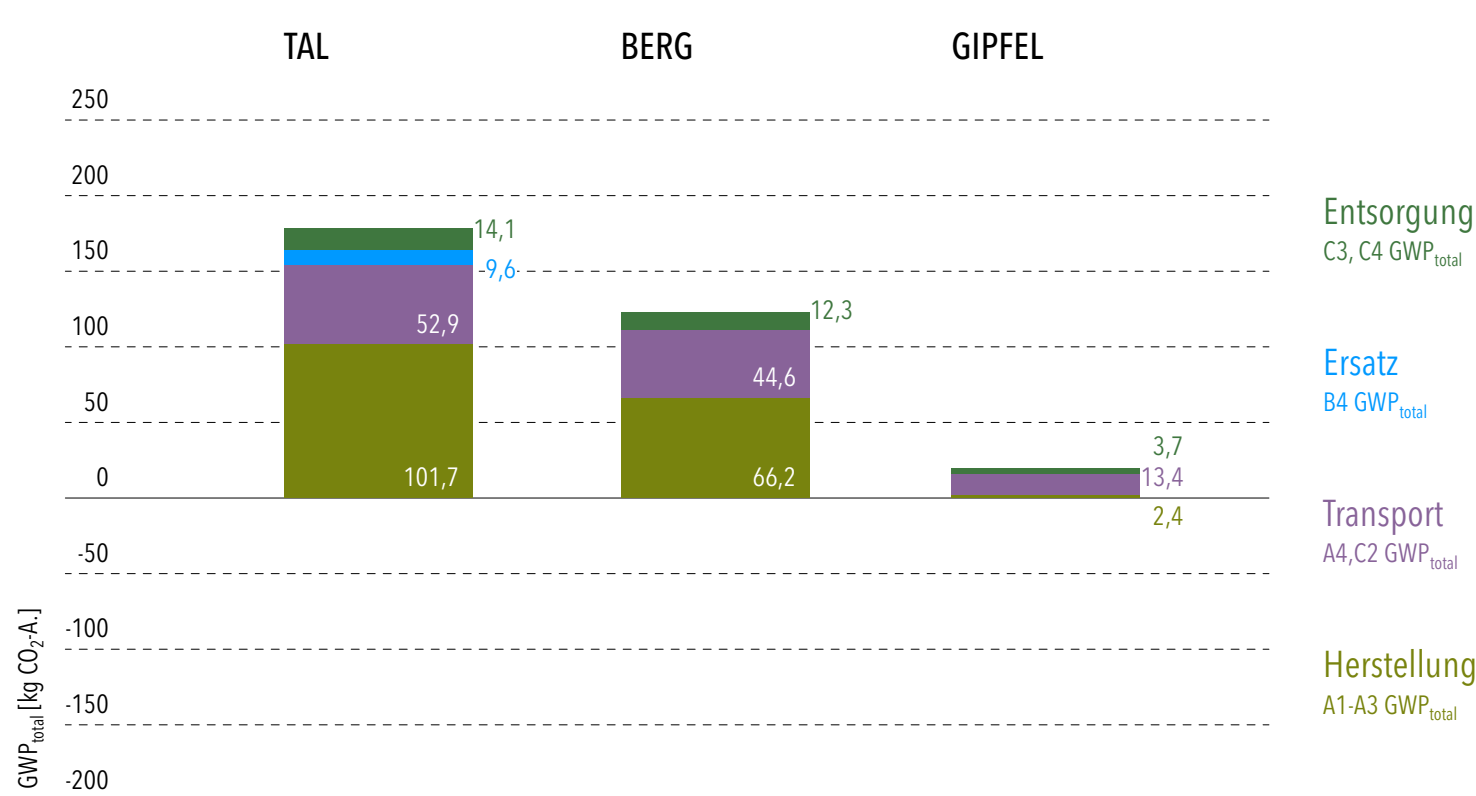
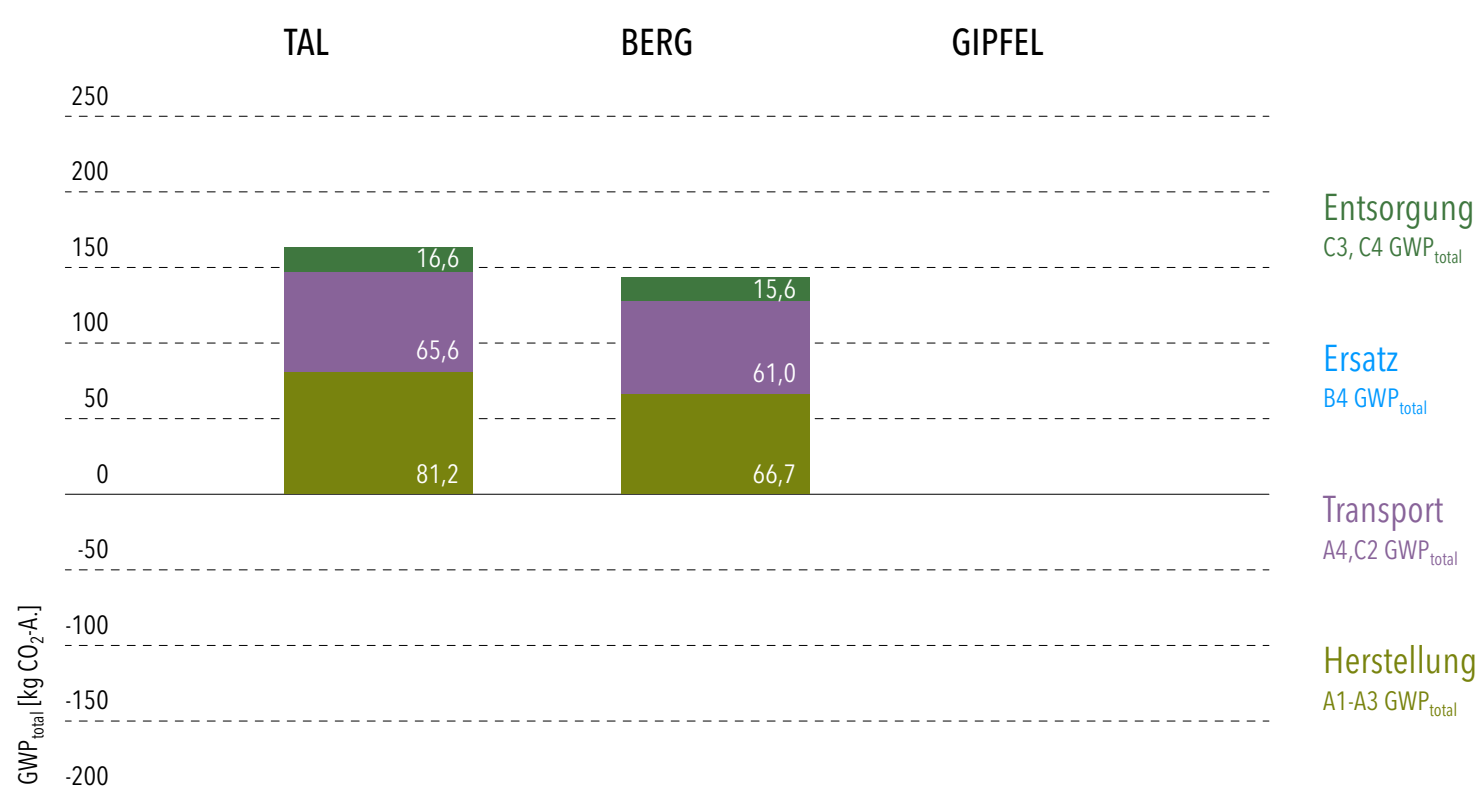
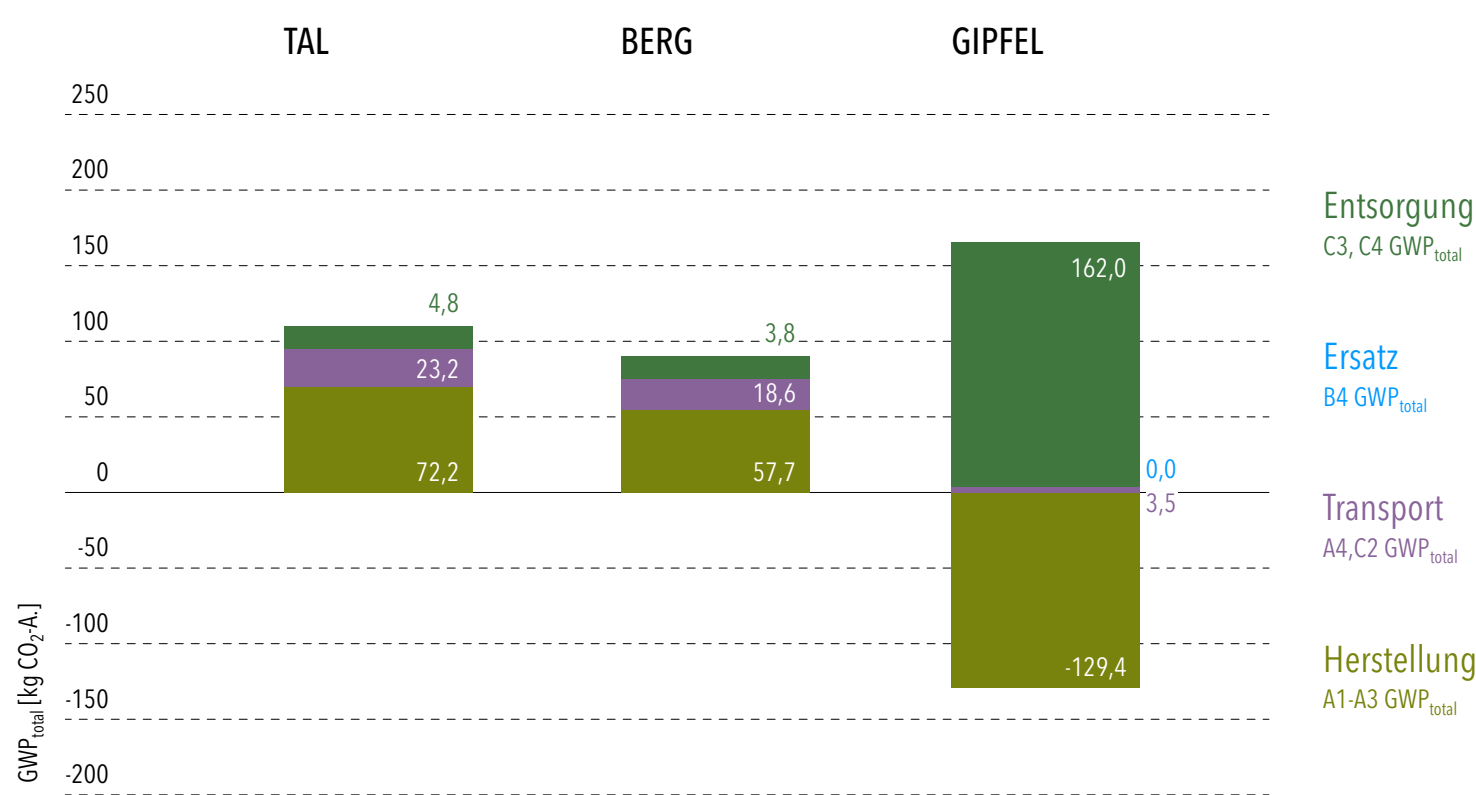
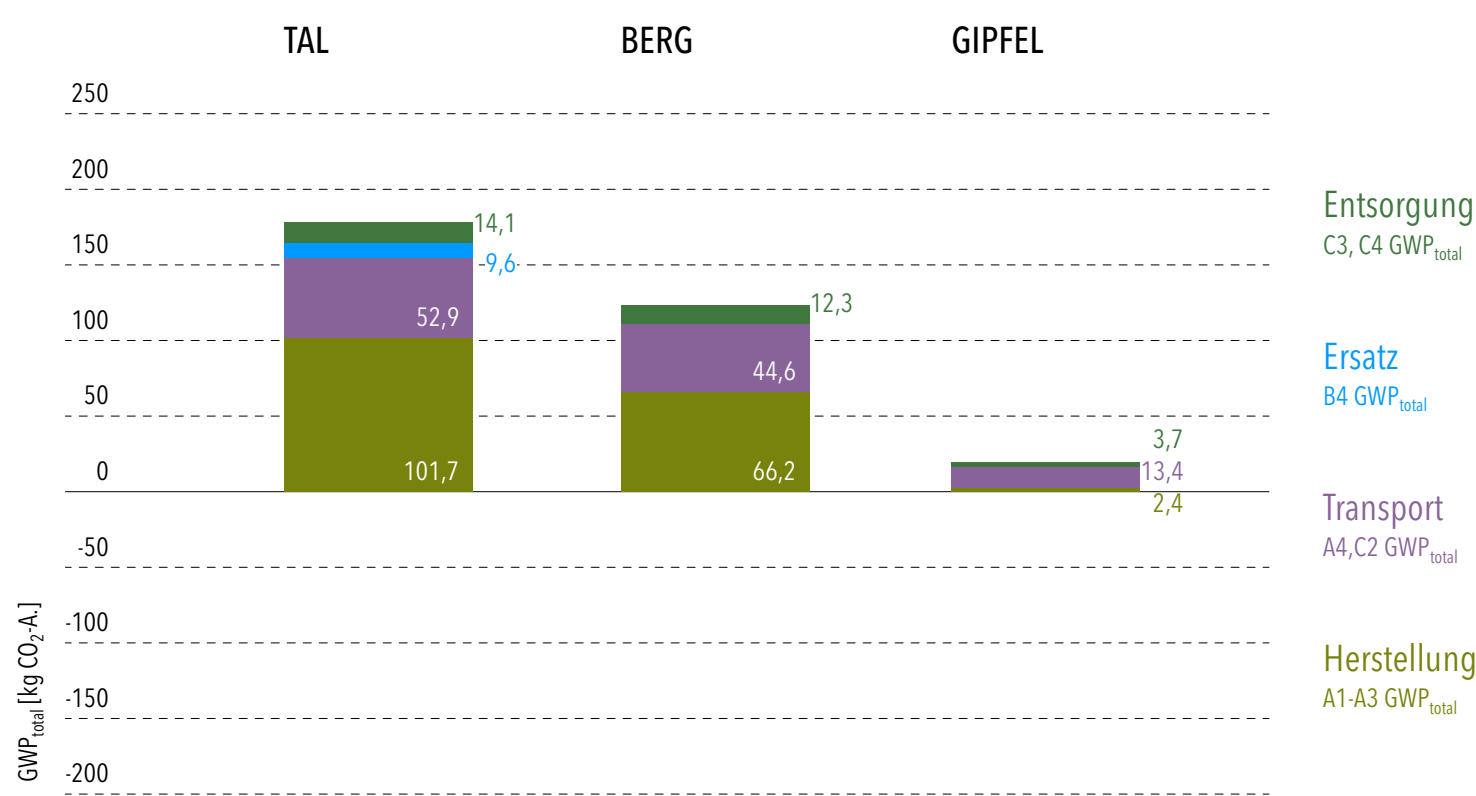
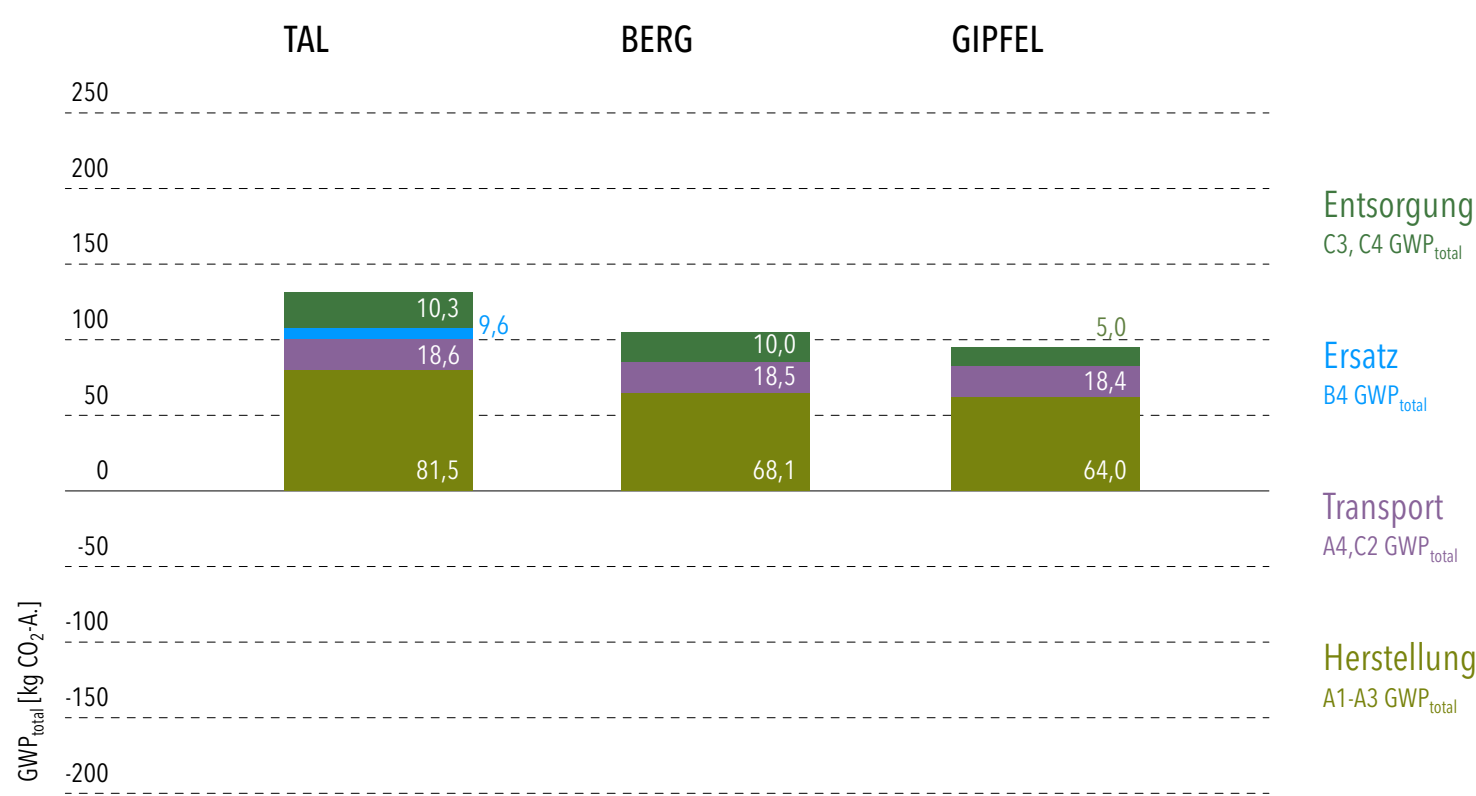
AW z.A.



AW i.E.



BP

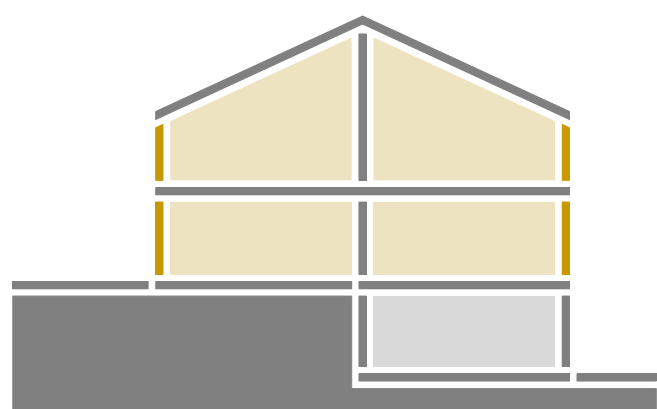




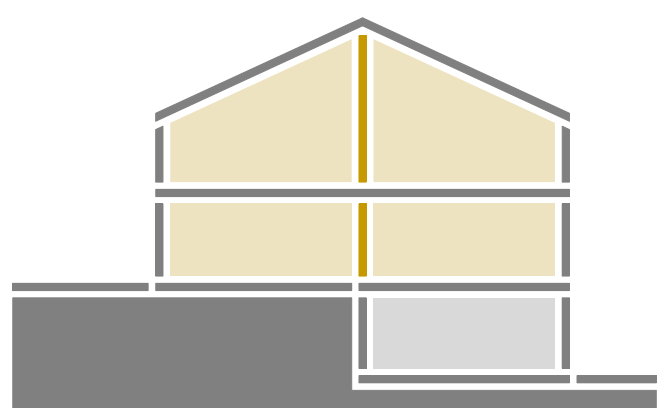
DACH



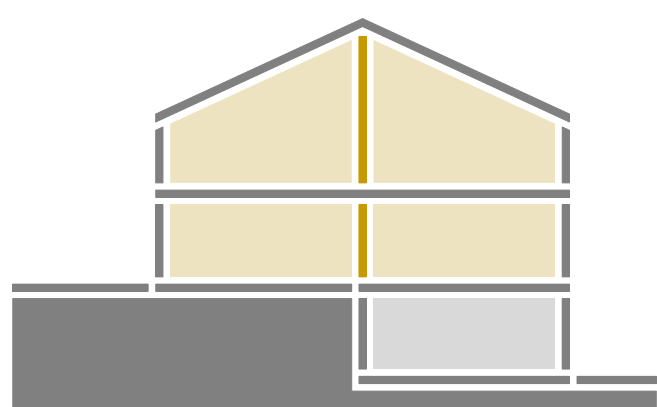
DECKE



AUSSENWAND

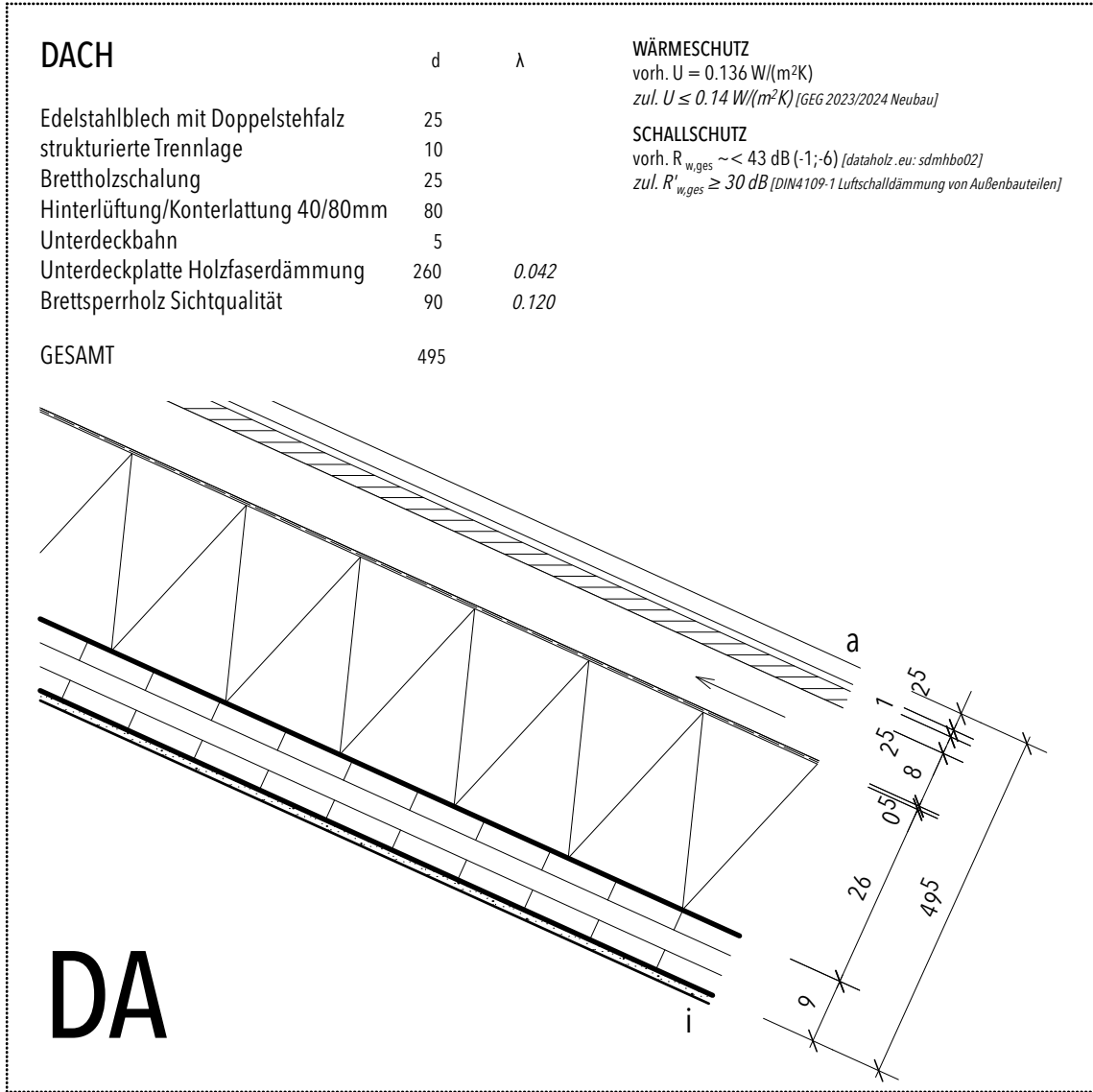


INNENWAND TRAGEND

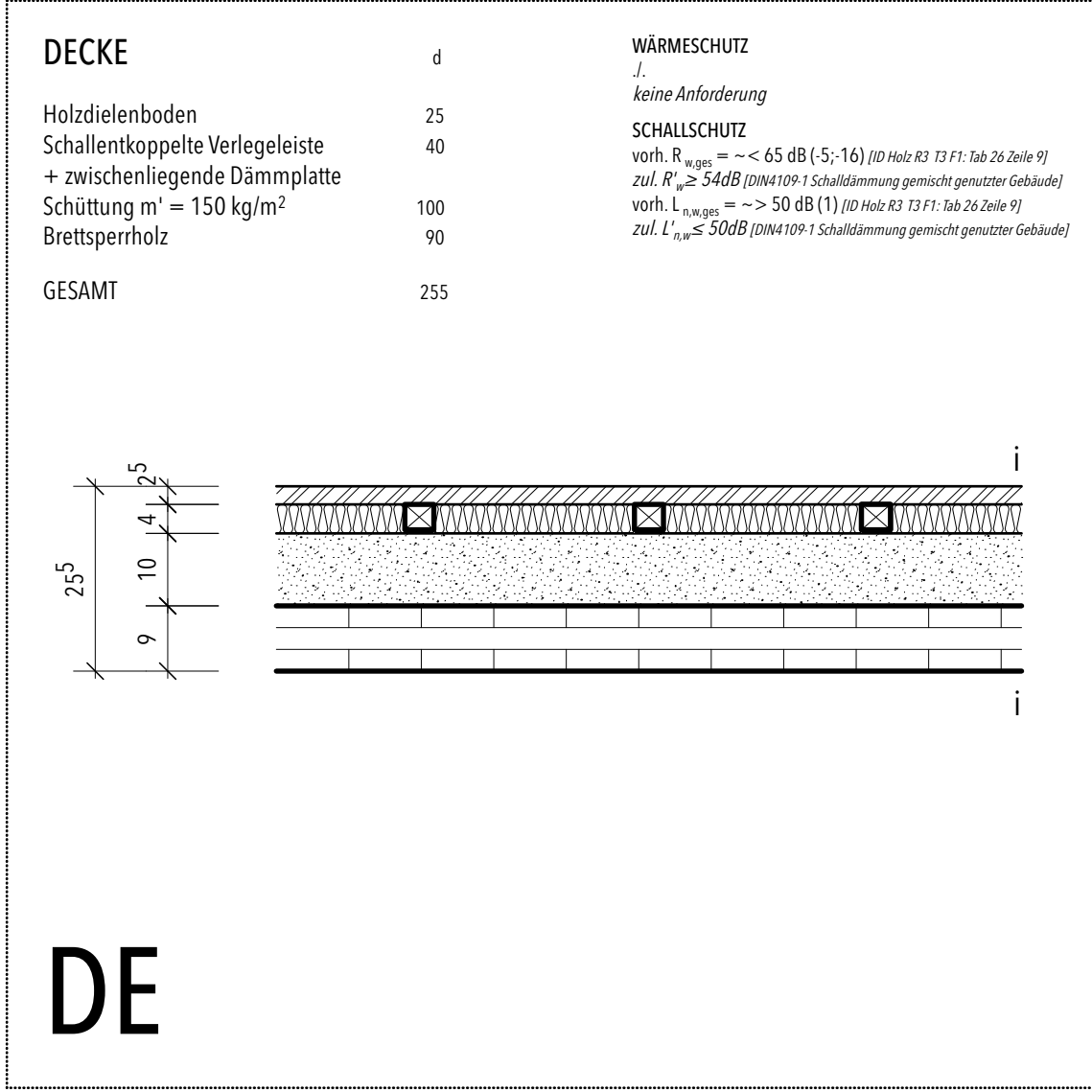


INNENWAND NICHTTRAGEND

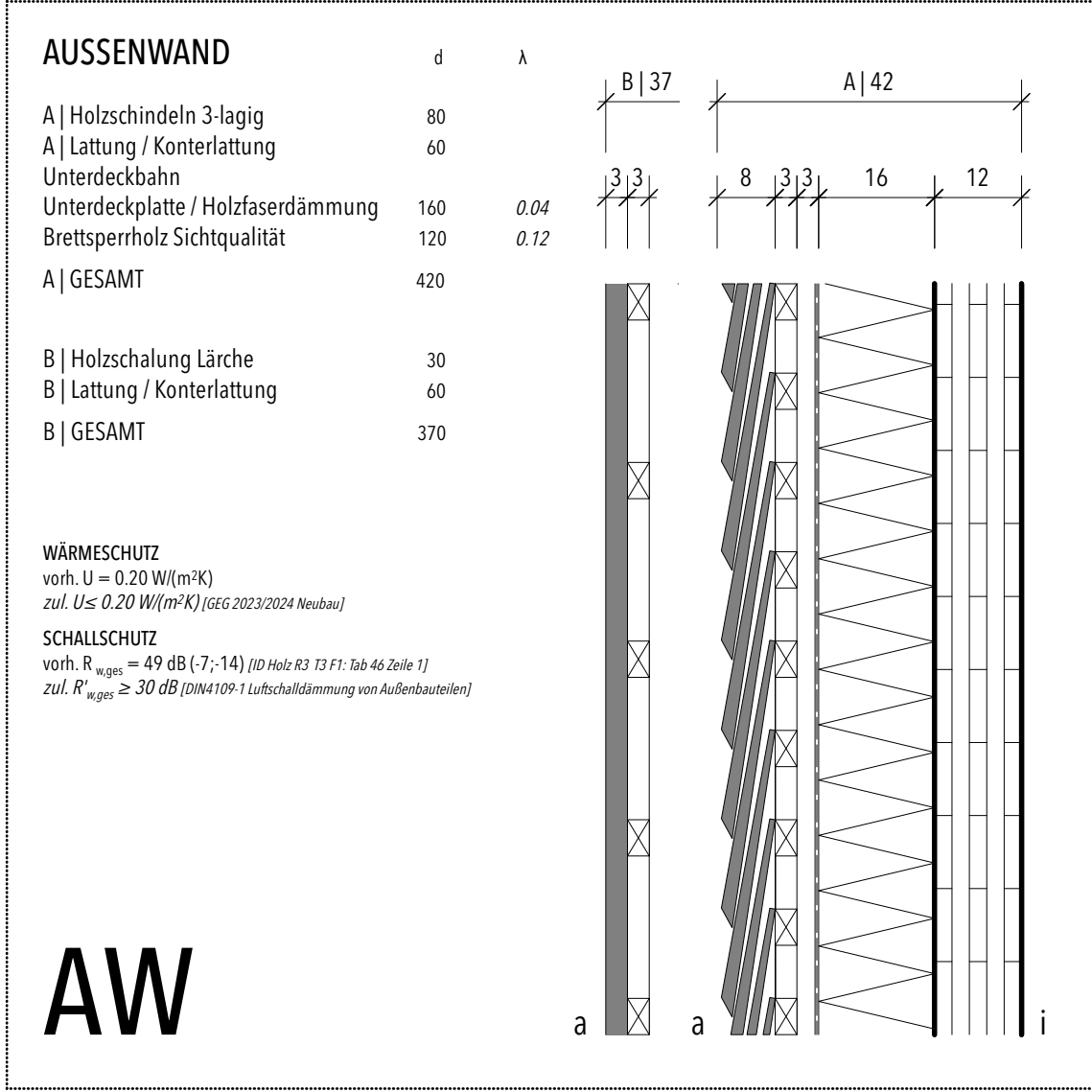
TAL



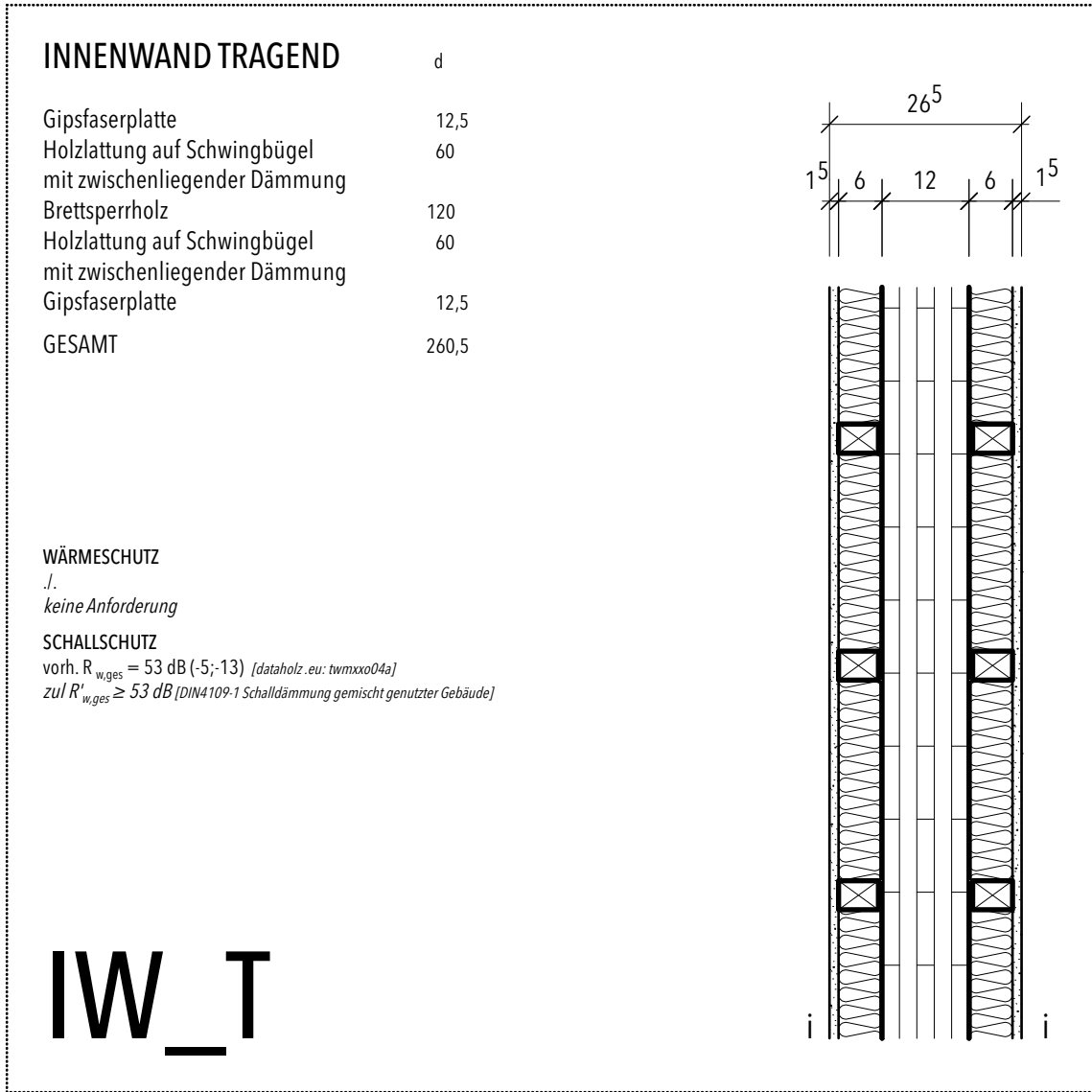
DA



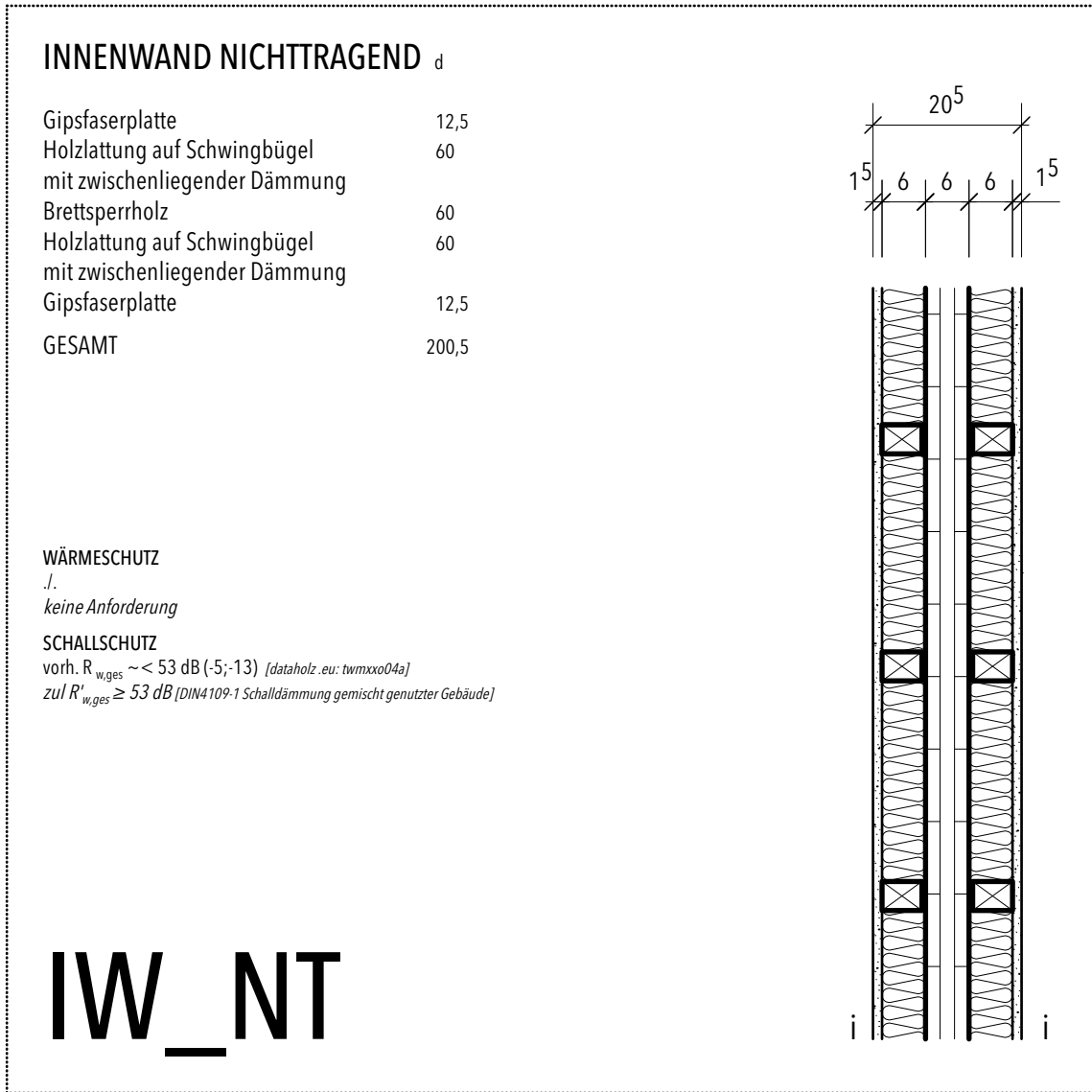
DE



AW

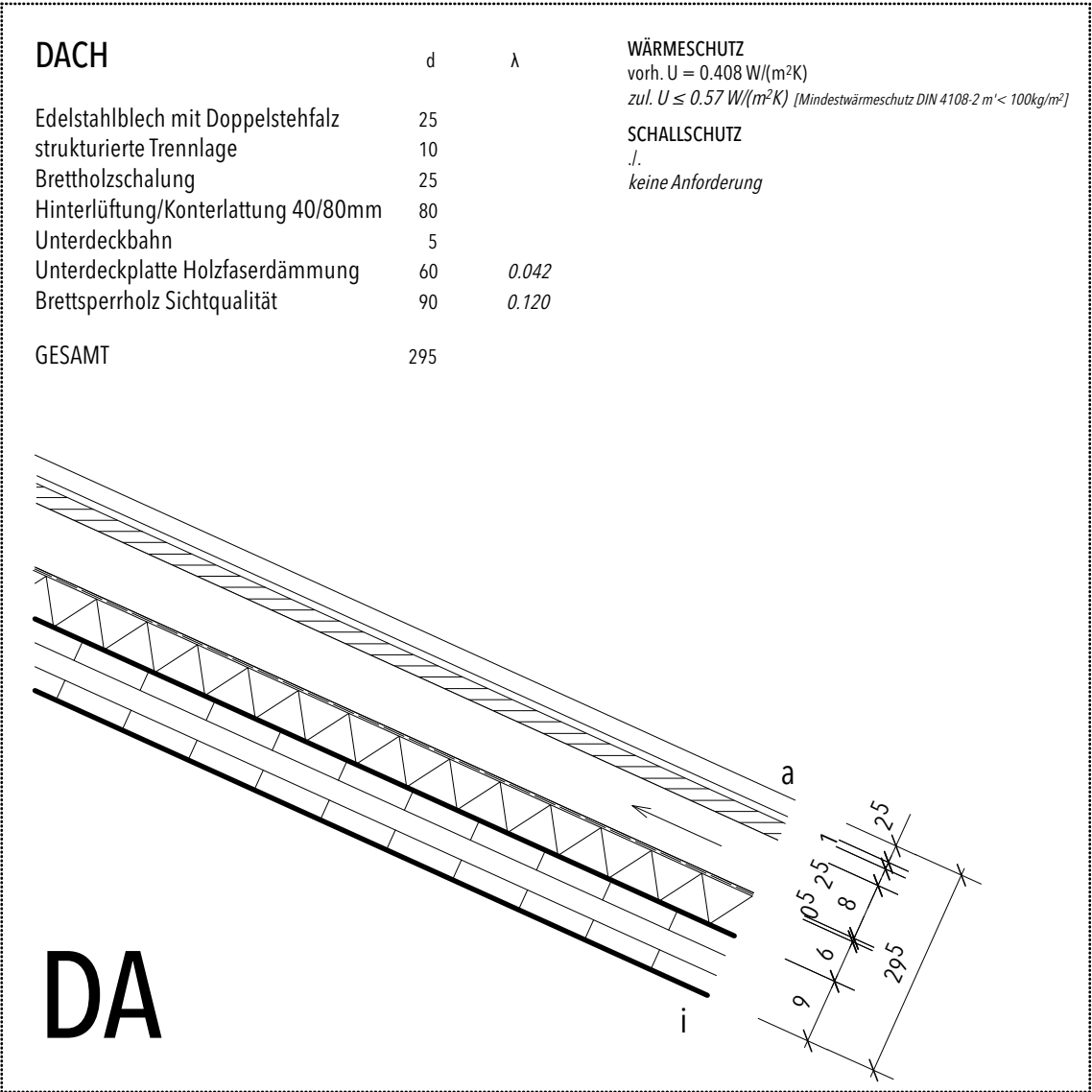


IW_T

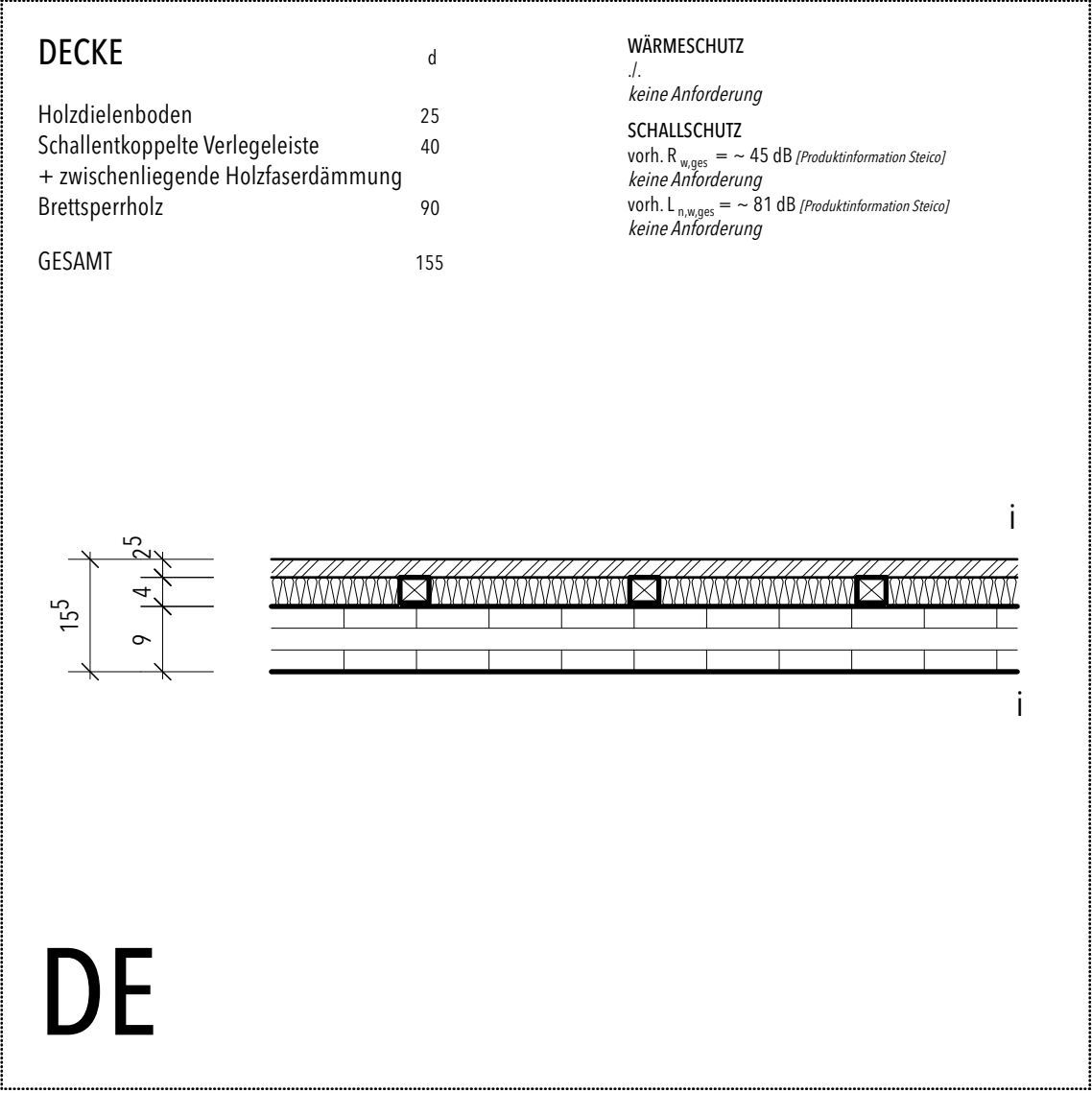


IW_NT

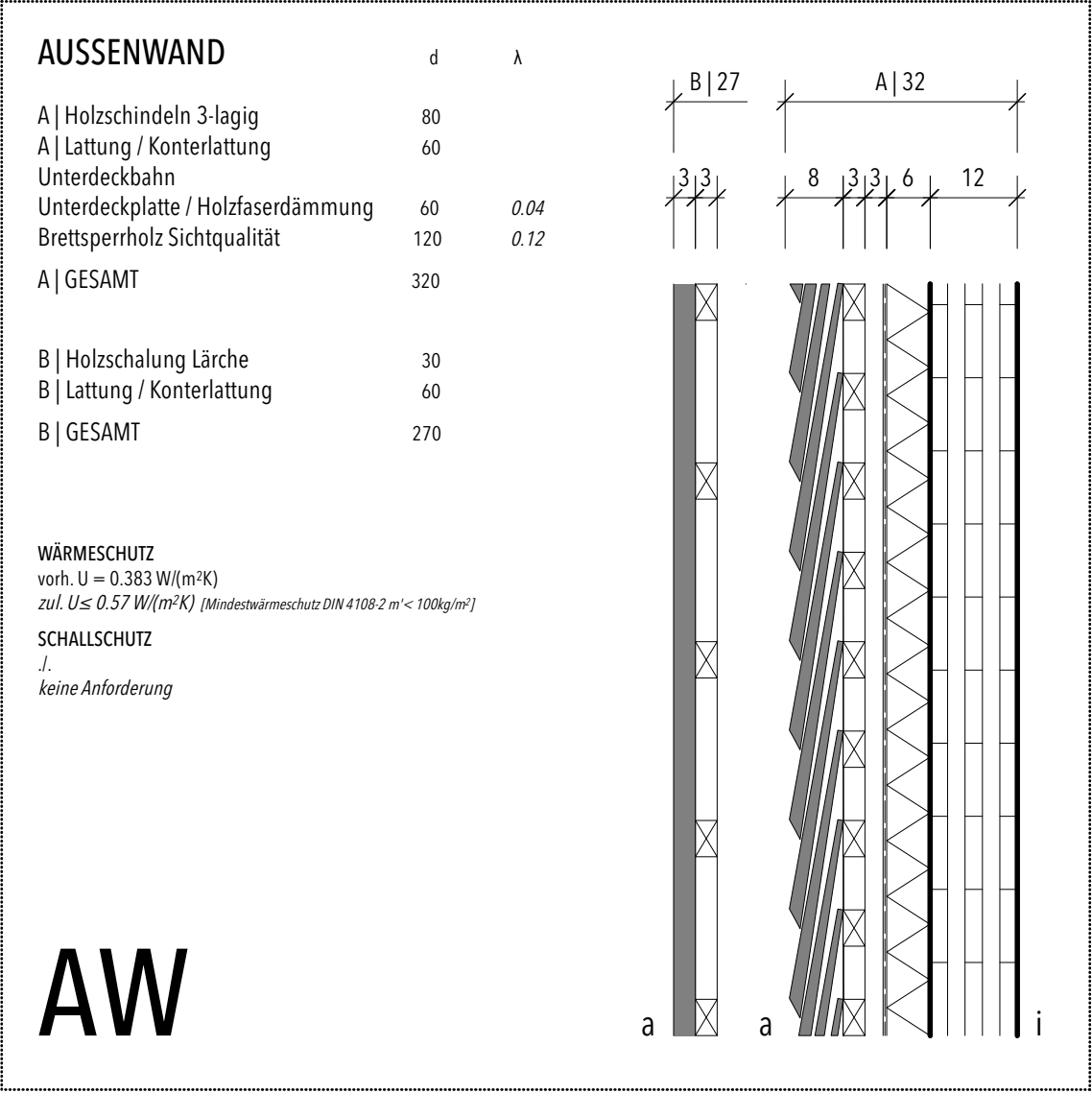
BERG



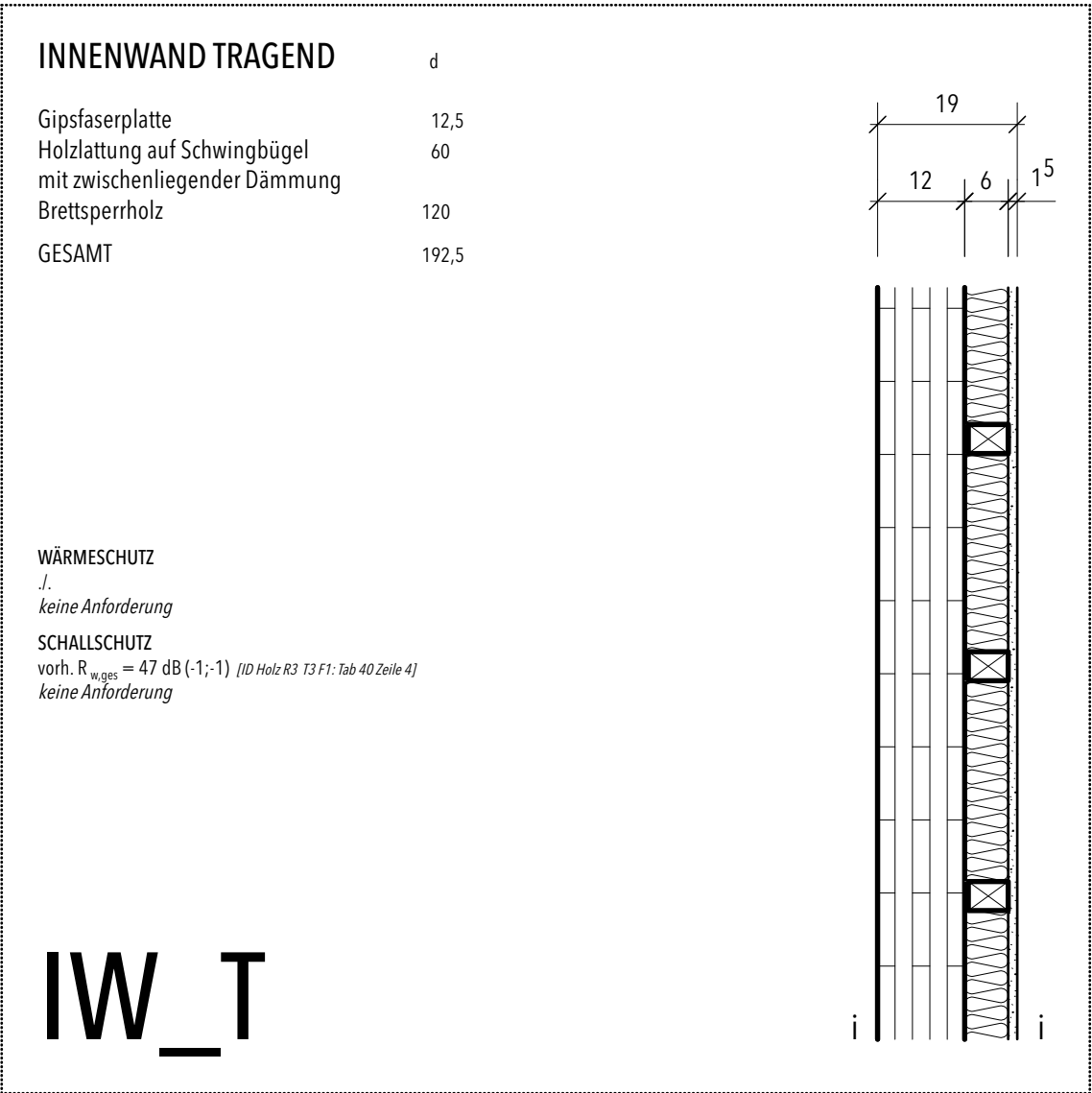
DA



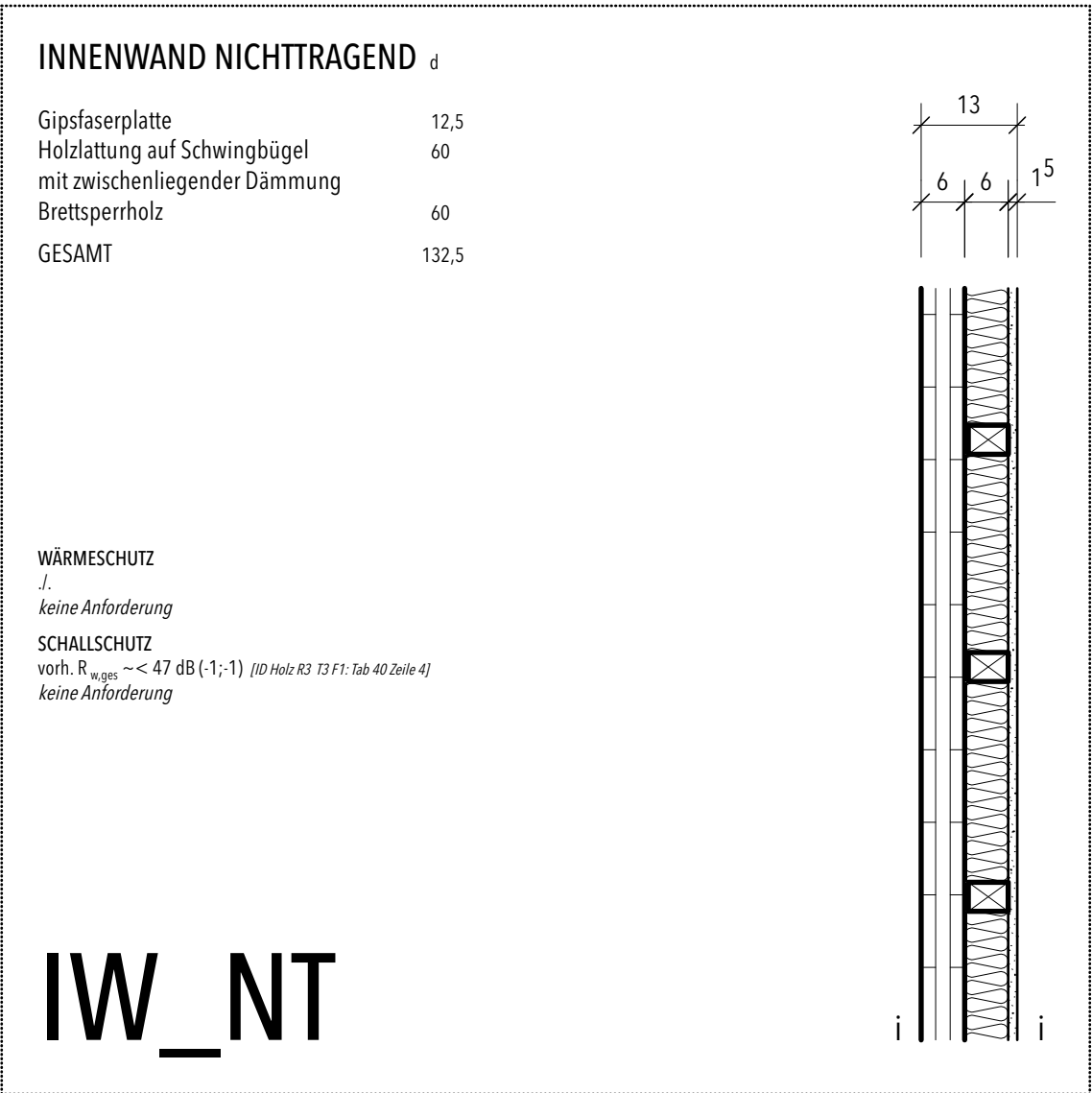
DE



AW

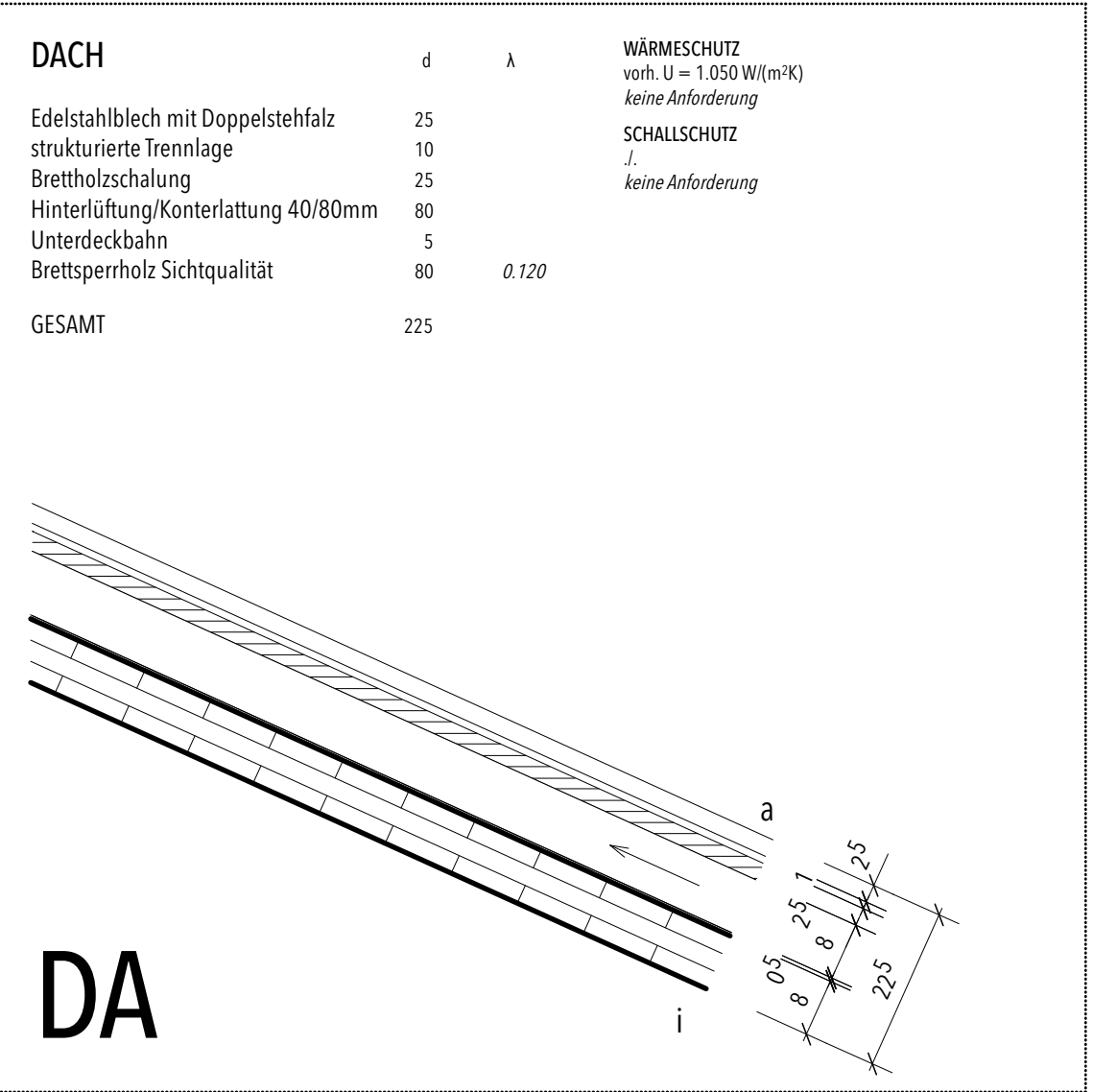


IW_T

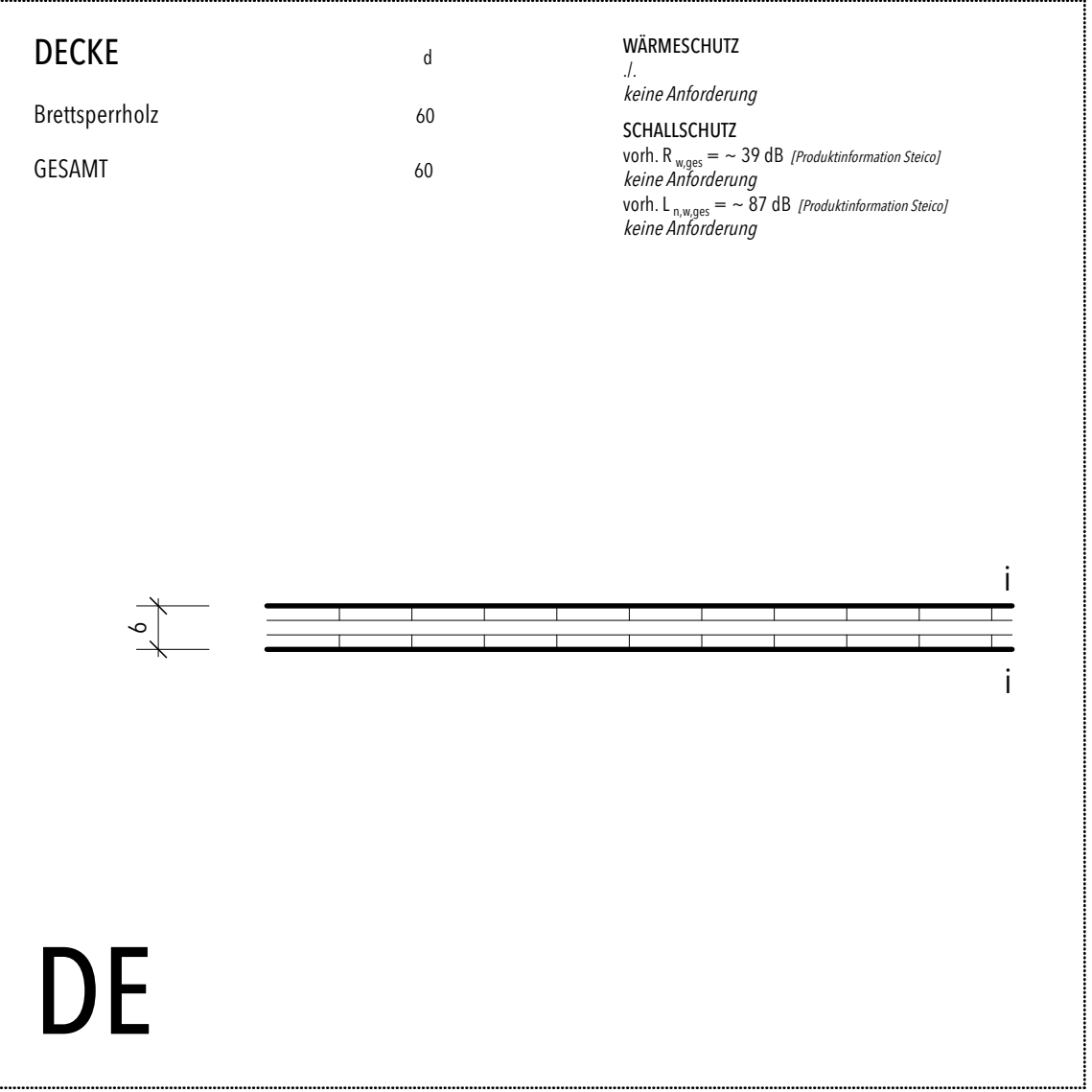


IW_NT

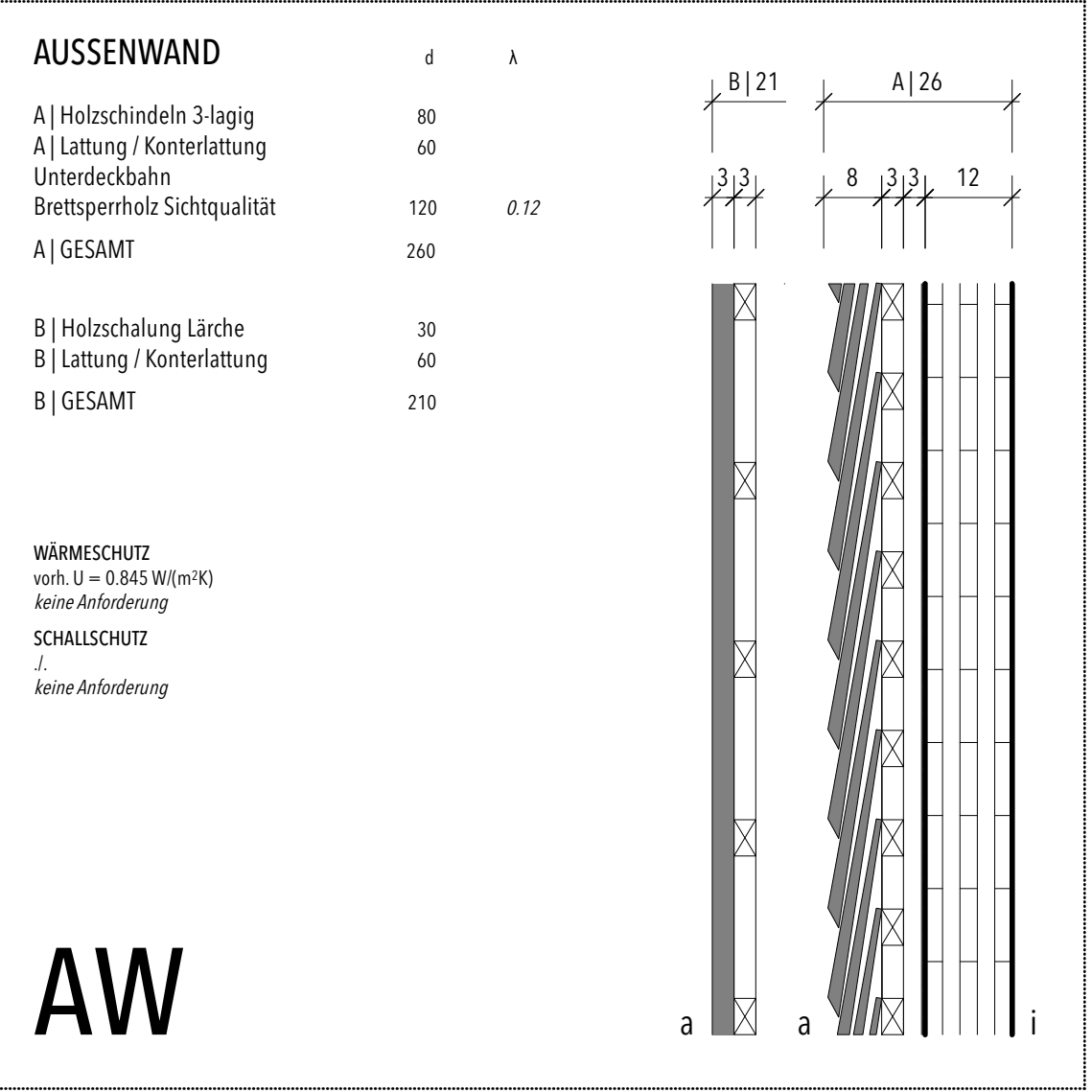
GIPFEL



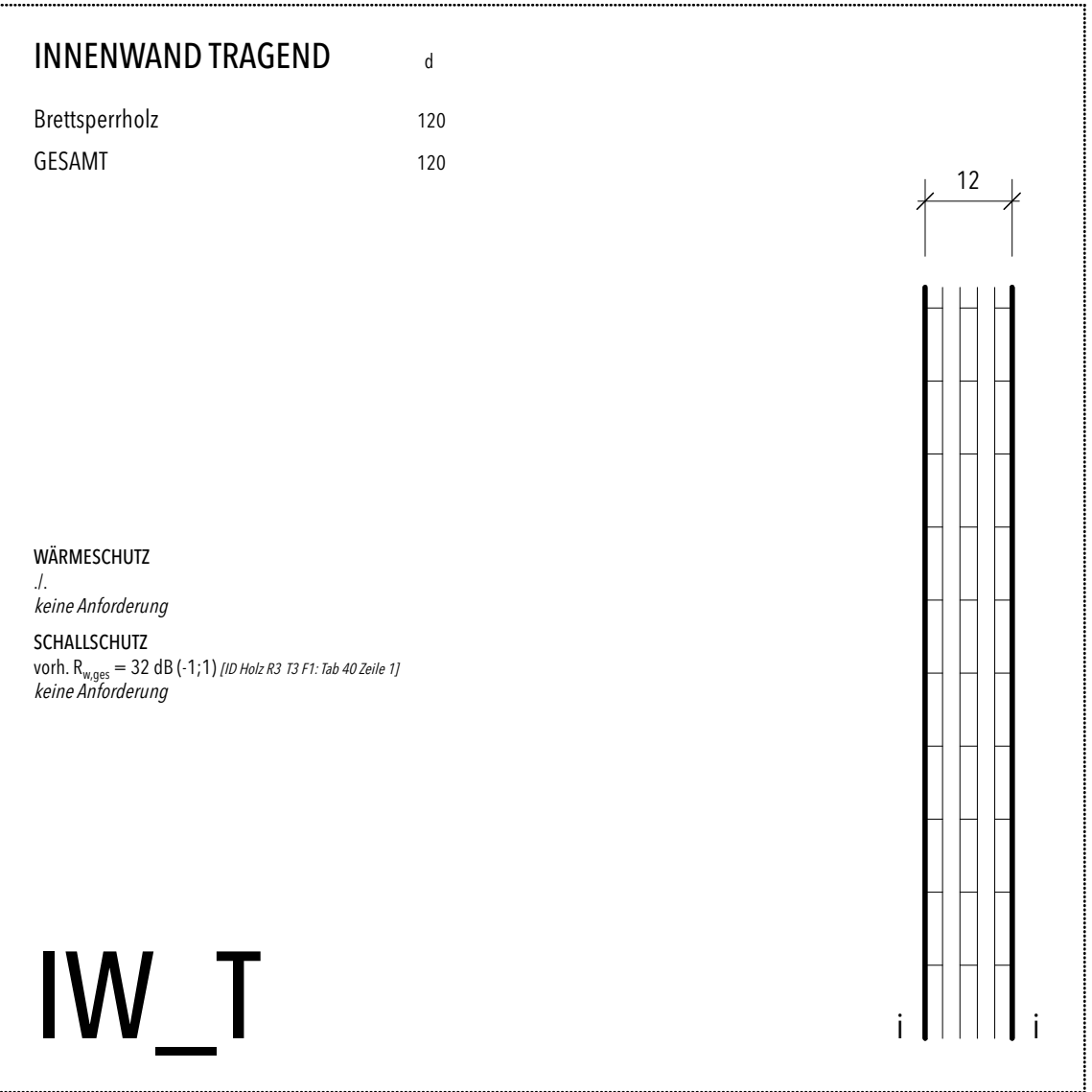
DA



DE



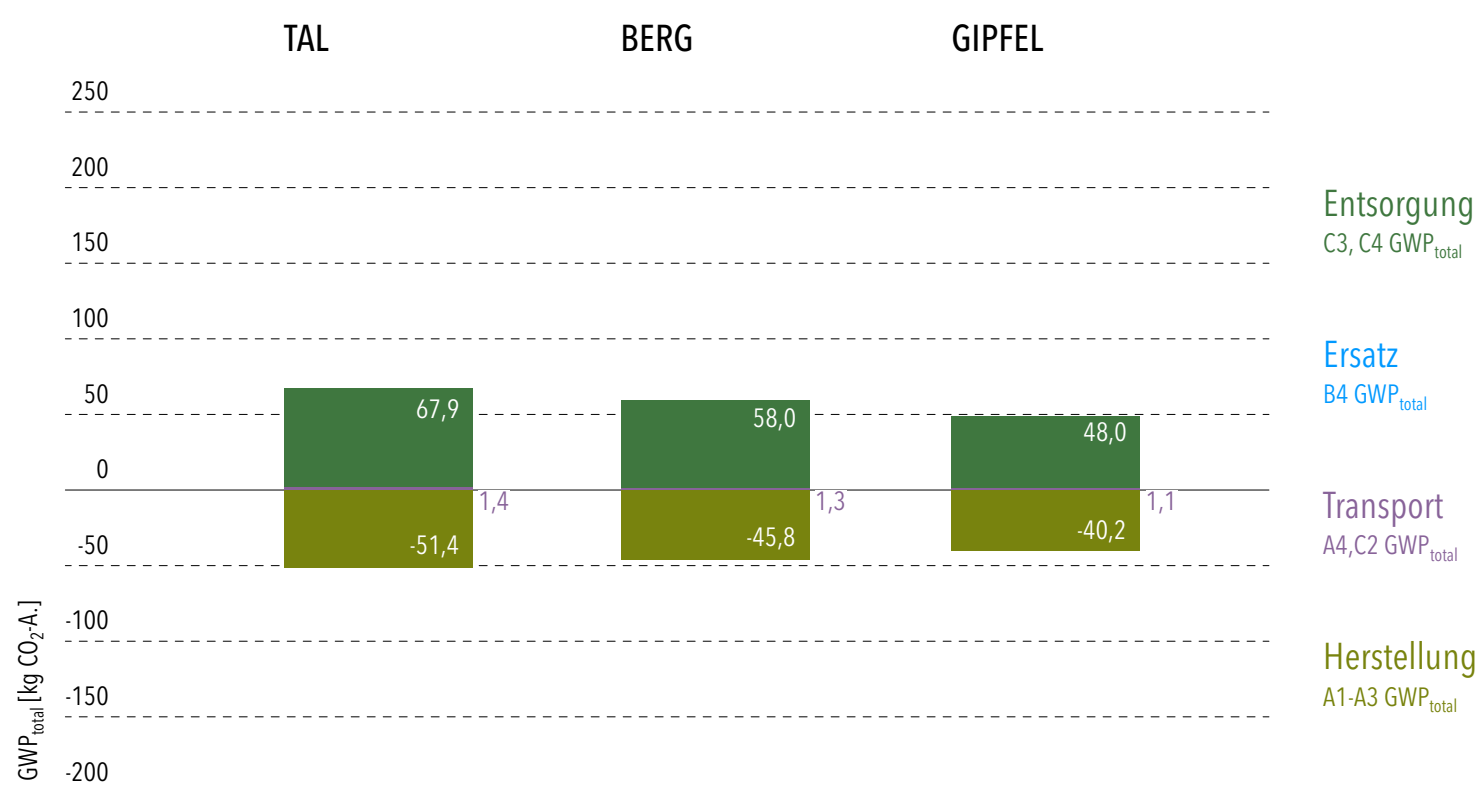
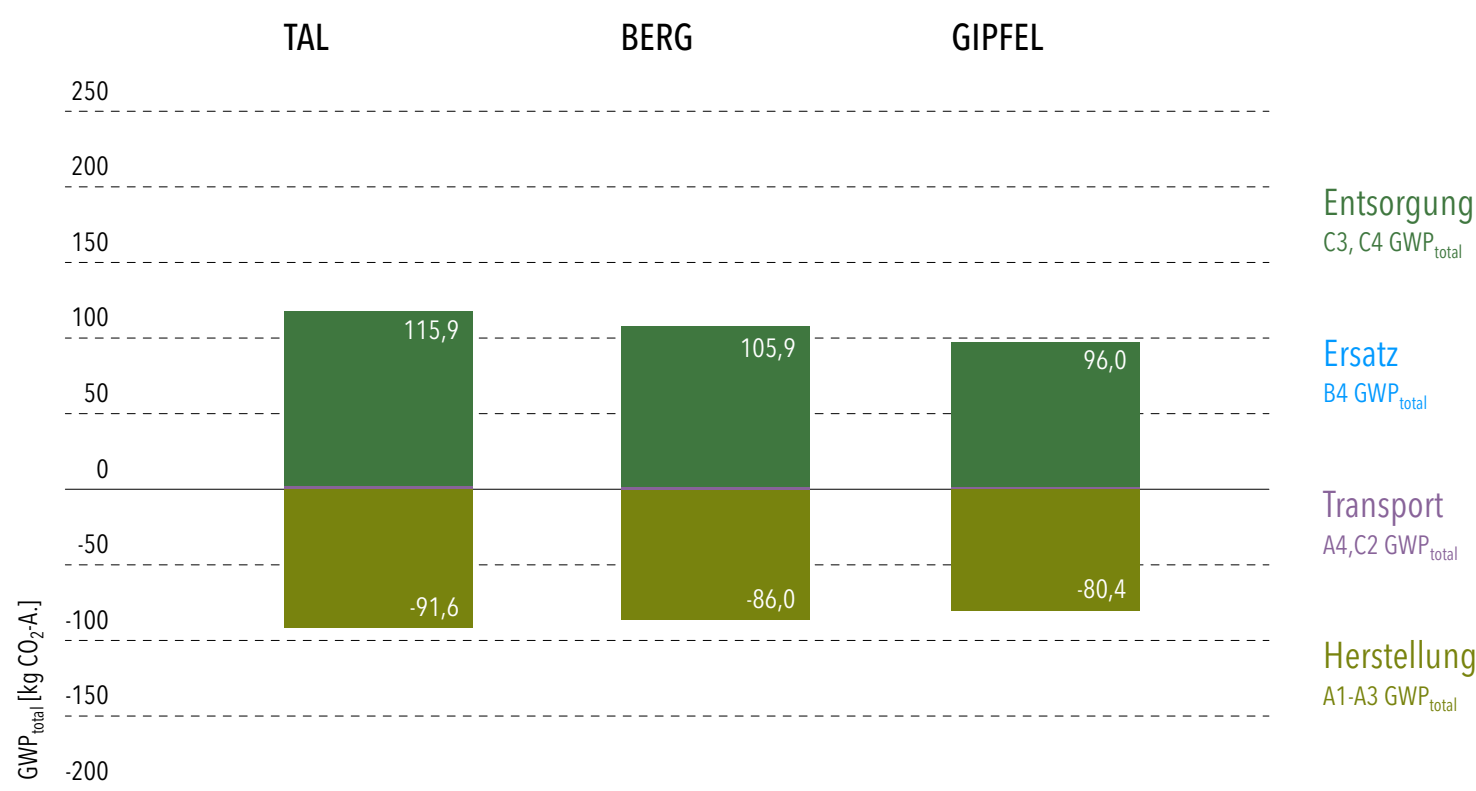
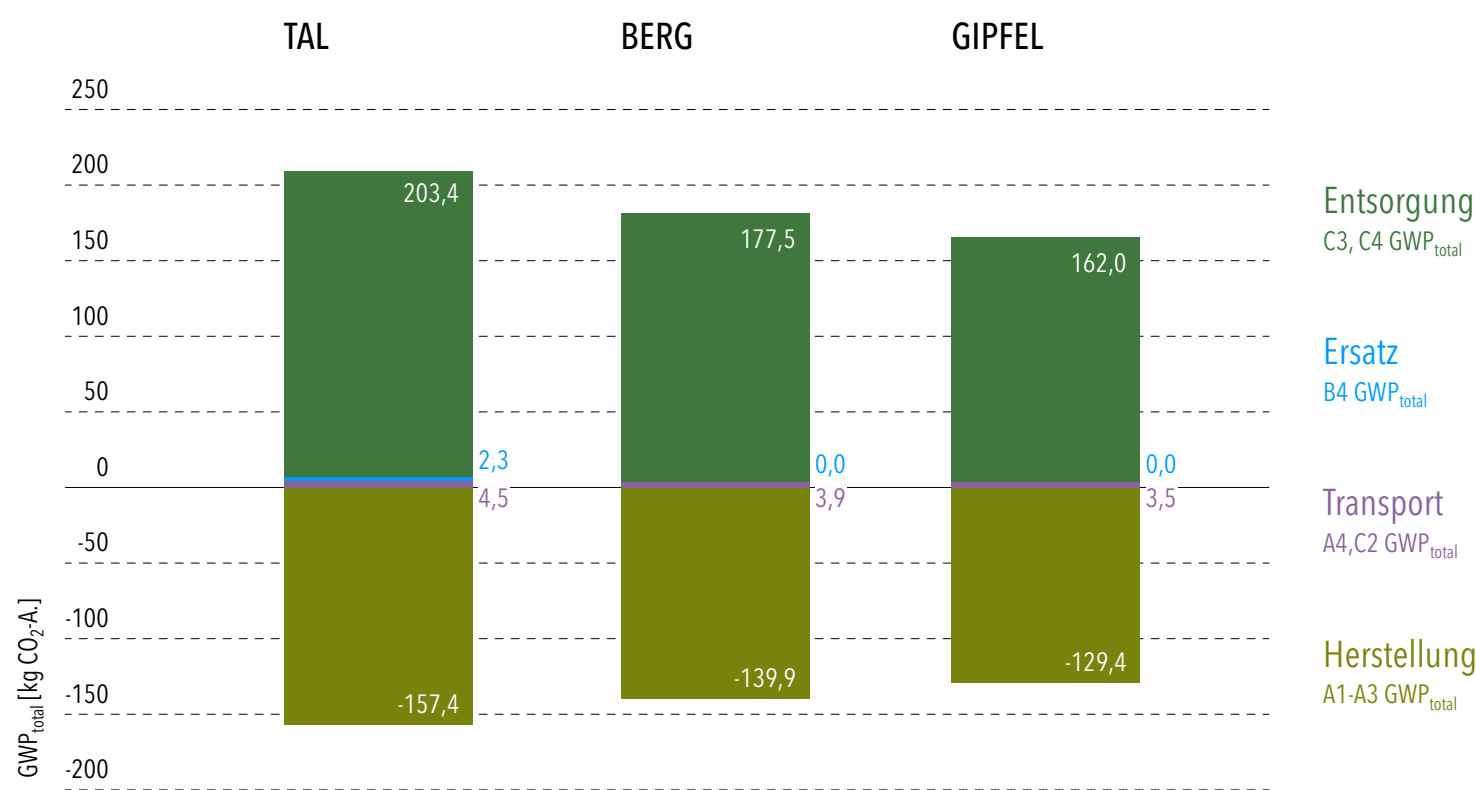
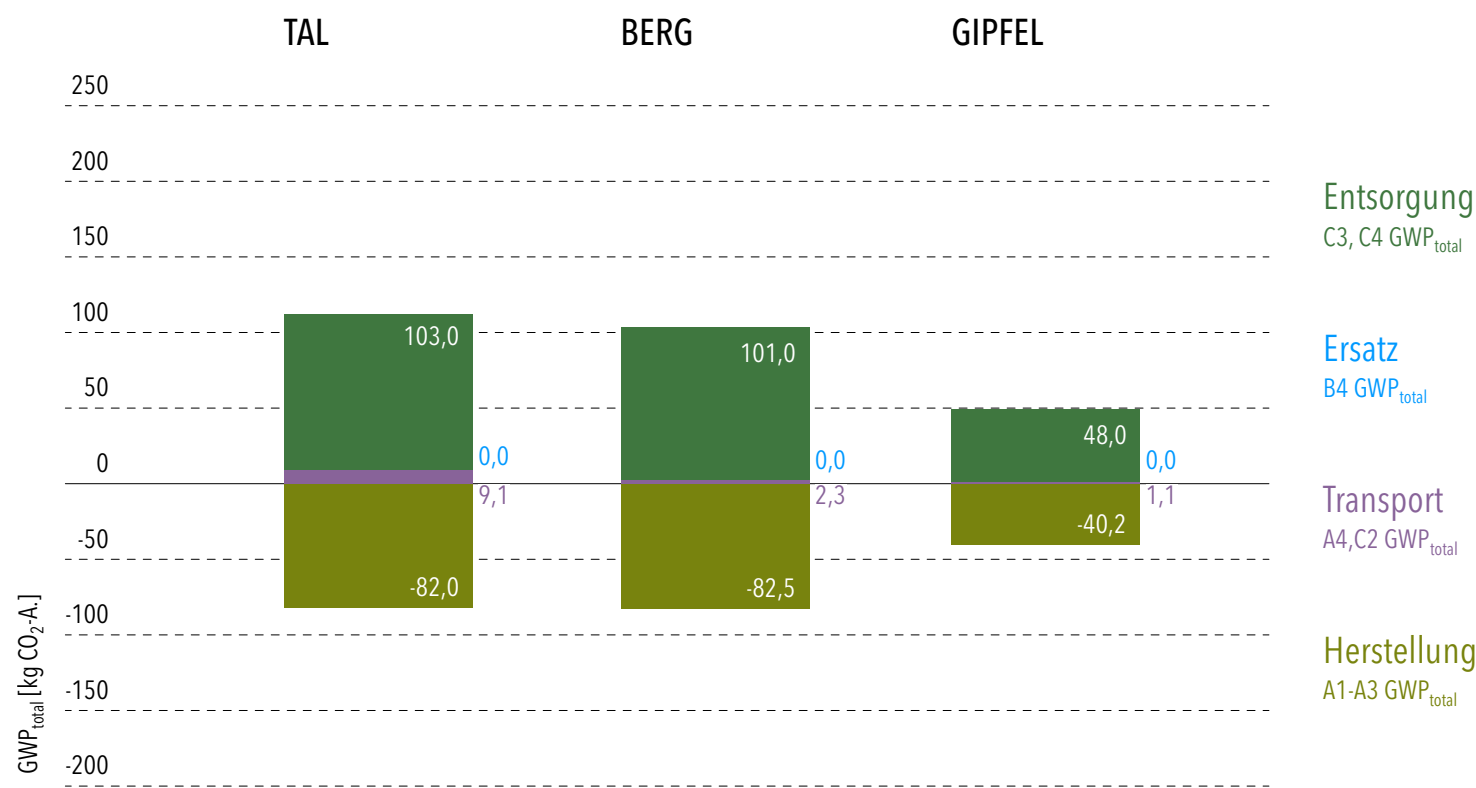
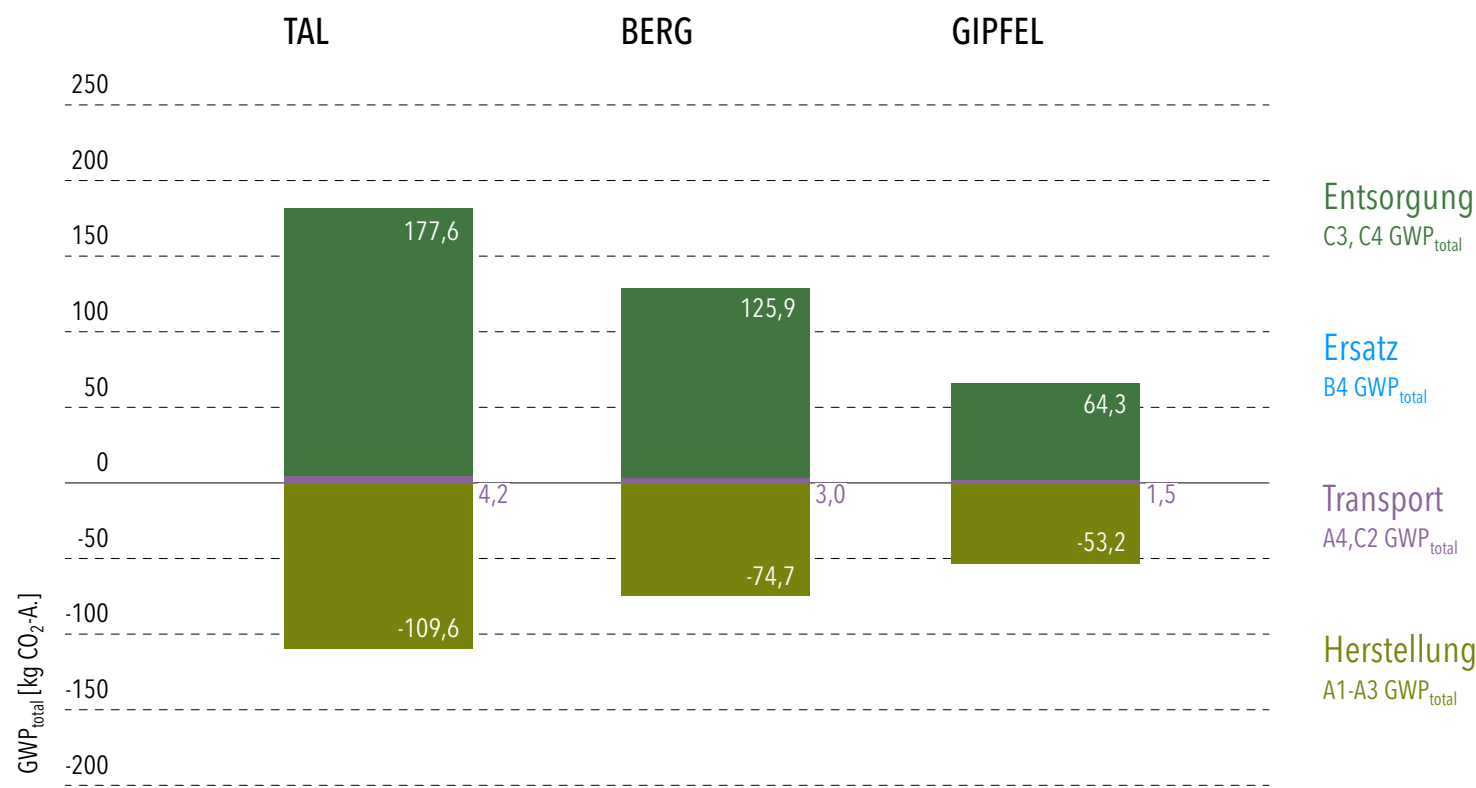
AW



IW_T



IW_NT



D | Ökobilanz

Ziel und Untersuchungsrahmen

Zielsetzung und Anwendung der Ergebnisse

Die im Rahmen des Projekts durchgeführte LCA verfolgt das Ziel, die verursachten Treibhausgase unterschiedlicher Konstruktionsvarianten für alpine Schutzhütten zu erfassen und vergleichbar zu machen. Sie dient als Entscheidungsgrundlage innerhalb des Planungsprozesses, um bauliche Konstruktionsvarianten hinsichtlich ihres Beitrags zum Klimawandel bewerten und Reduktionsstrategien ableiten zu können.

Funktionelle Einheit und Referenzfluss

Die funktionellen Einheiten sind auf Bauteilebene in m² Bauteilfläche und auf Gebäudeebene in m² Nettoraumfläche angegeben. Die Bezugseinheit auf Gebäudeebene orientiert sich an der Anzahl der Hüttenschlafplätze, da diese die Hauptnutzungsfunktion der Hütte und die planungsrelevante Kapazitätsgröße bestimmen. Während Tagesgäste lediglich temporär und flächenmäßig begrenzt das Gebäude nutzen, bestimmen die Übernachtungsplätze die bauliche Auslegung, die Ausstattung und die infrastrukturellen Anforderungen.

Systemgrenzen

Die Systemgrenzen umfassen den Lebenszyklus von der Rohstoffgewinnung bis zur Entsorgung (Cradle to Gate with options). Berücksichtigt wurden die Module A1–A4, C2–C4 sowie B4 (Austausch) und B6 (Energiebedarf im Betrieb) – siehe Abbildung 23. Die Systemgrenze liegt entsprechend zwischen der Entsorgung des Primärprodukts und der Herstellung des Sekundärprodukts, an der Stelle, an der das Ende der Abfalleigenschaft erreicht wird [2, 7]. Für die Wiederverwertung wurden zusätzlich die Module A5 und C1 auf Bauteilebene für zwei ausgewählte Szenarien betrachtet. Die Berechnung der Umweltwirkungen erfolgt nach den Normen DIN EN 15804:2022 [2] und DIN EN 15978:2024 [7] unter Annahme eines Betrachtungszeitraums von 50 Jahren. Da es sich um eine unbeheizte Sommerhütte handelt, wurden keine Emissionen aus Raumwärme in B6 bilanziert. Der Betrieb erfolgt vollständig autark über ein photovoltaisch gestütztes Inselssystem mit Gasanlage für den Küchenbereich. Ein Energiebezug von außen findet nicht statt.

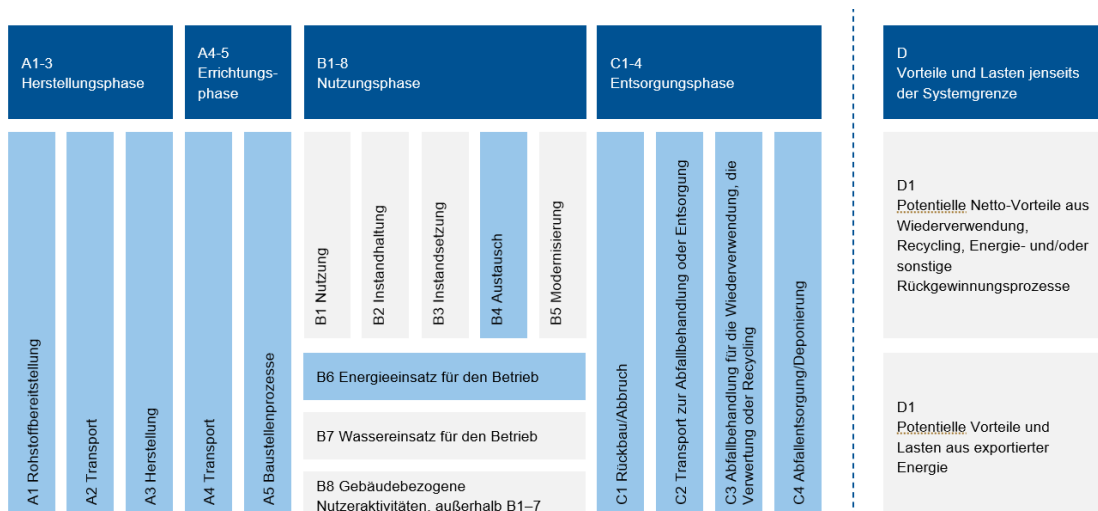


Abbildung 23: Gewählte Systemgrenze (Cradle to Gate with options) der Gebäudebilanzierung in Anlehnung an [2]

Die betrachteten Bauteilgruppen sind in Abbildung 24 innerhalb der orangenen Markierung zu erkennen. Bis auf Aushub und teilweisen Innenausbau wurden alle Bauteile in der Bilanzierung berücksichtigt. Als geografische Systemgrenze wurde Deutschland definiert, da die verwendeten Datensätze (z. B. aus der ÖKOBAUDAT [21]) auf Durchschnittsdaten für deutsche Produktions-, Transport- und Entsorgungsbedingungen basieren. Standort- und transportbezogene Annahmen wurden für alpine Bedingungen spezifiziert.

| Gebäudeebene | Schutzhütte | | | | | | | | | | |
|--------------|-------------|----------------|---------------|----------------------|------------|-------|----------------|------------|-------------|------------|------------------|
| | Grundung | | Außenwände | | Innenwände | | Geschossdecken | | Dach | | Betrieb |
| Bauteil | Bodenplatte | Aushub | Fenster/Türen | Opake Wand | Opake Wand | Türen | Treppen | Tragwerk | Bodenaufbau | | Pufferspeicher |
| Baustoff | Stahlbeton | Aushubmaterial | Stahl | Bekleidung | Holz | Stahl | Stahl | Holz | Bodenbelag | PV-Paneele | Solaranlage |
| | Dämmung | | Glas | Dämmung | Dämmung | Holz | Holz | Stahlbeton | Estrich | Bekleidung | Batteriespeicher |
| | | | Holz | Außenwand-bekleidung | Bekleidung | | | | Folien | Dämmung | Gas |
| | | | | Folien | | | | | Dämmung | Holz | Helikopterflüge |
| | | | | | | | | | Schüttung | Folien | Sonstige |

Abbildung 24: Systemgrenze (orangene Linie) für die betrachteten Bauteilgruppen für die LCA

Sachbilanz

Datengrundlagen und Datenerhebung

Als Datengrundlage dienten überwiegend generische Datensätze aus der *ÖKOBAUDAT* [21]. Diese wurden gemäß den Anforderungen aus DIN EN 15804:2022 [2], Abschnitt 6.3.7, eingesetzt, sofern geeignete Einträge verfügbar waren.

Ergänzend wurden Datensätze aus *Sphera LCA for Experts* [22] verwendet, insbesondere für Kraftstoffe und betriebsbedingte Energieströme, die in der *ÖKOBAUDAT* nicht abgebildet sind.

Für die Modellierung der Transportemissionen kamen zusätzlich *HBEFA* [23] und *Mobitool* [24] zum Einsatz. Diese bieten spezifische Emissionsfaktoren für alpine Transportbedingungen (z. B. Steigungen, Teilbeladung), die über die Standarddatensätze hinausgehen. Ihre Verwendung war erforderlich, um die projektspezifischen logistischen Rahmenbedingungen – einschließlich Helikopterflügen und schwer zugänglicher Forstwege – angemessen abzubilden und die berechneten Verbräuche zu validieren.

Konstruktionsvarianten

Die Sachbilanz basiert auf den Planunterlagen und vier unterschiedlichen Konstruktionsvarianten: „Tal“, „Berg“, „Gipfel“ (jeweils in Holzbauweise) sowie „Mineralisch“ (Massivbauweise). Die Varianten wurden hinsichtlich Materialeinsatz, Bauprinzipien und Transportbedingungen differenziert. Während die „Tal“-Variante alle baulichen Anforderungen gemäß gängiger Planungsrichtlinien abdeckt, sind die „Berg“- und insbesondere die „Gipfel“-Variante auf reduzierten Materialeinsatz und minimalen baulichen Komfort ausgelegt. Die „Gipfel“-Variante verzichtet auf Dämmung und flächige Gründung, was sich in der Massenzusammensetzung und im logistischen Aufwand widerspiegelt. Der Materialtransport erfolgte bei allen Varianten per Helikopter, wobei sich Transportmengen und Anzahl der Flüge unterscheiden. Die Bilanzierung der Stoff- und Energieströme erfolgte zunächst auf Bauteilebene und wurde anschließend für jede Variante auf Gebäudeebene aggregiert. Erfasst wurden Materialflüsse für Neubau, Rückbau sowie betriebsbedingte Emissionen, soweit sie innerhalb der definierten Systemgrenze liegen.

Ziel der Variantenbildung war es, den Einfluss unterschiedlicher technischer Rahmenbedingungen auf die Umweltwirkungen des Gebäudelebenszyklus quantifizierbar zu machen.

Mengenermittlung

Die Mengenermittlung basiert auf den zuvor beschriebenen Varianten („Mineralisch“, „Tal“, „Berg“, „Gipfel“). Für jede dieser Konstruktionsansätze wurden die eingesetzten Materialien zunächst auf Bauteilebene erfasst. Die Datengrundlage bilden Planunterlagen, Flächenangaben sowie die Bauteilaufbauten der jeweiligen Varianten. Anschließend wurden die Mengen gemäß der funktionellen Einheit auf Gebäudeebene verrechnet, um die Stoff- und Energieströme im Gesamten bilanzieren zu können. Jede Schicht eines Bauteils wurde mit einem spezifischen Ökobilanzdatensatz verknüpft. Die Umrechnung der Materialmengen auf die funktionelle Einheit erfolgte abhängig von der Einheit des jeweiligen Datensatzes. Für Bauteile mit begrenzter technischer Lebensdauer wurden Nutzungsdauern berücksichtigt, die auf Quellen wie [48] basieren und durch DAV-spezifische Erfahrungswerte angepasst wurden. Austauschmengen wurden über den Bilanzzeitraum von 50 Jahren linear berücksichtigt. Abbildung 25 zeigt exemplarisch einen Ausschnitt aus der Excel-basierten Massenermittlung am Beispiel der Außenwand der Variante „Tal“. Diese strukturierte Zuweisung und Berechnung bildet die Grundlage für die sachbilanzielle Aggregation auf Gebäudeebene und erfüllt die Anforderungen an Datenverknüpfung und Mengentransparenz gemäß DIN EN 15978:2024, Abschnitt 6.3.2 [7].

| Gliederung (DIN 276 KG300) | Bauteil- variante | Bezeichnung Schicht | Datensatz | Dicke [mm] | Fläche [m ²] | Umrechnungsfaktor | | | | Bezugs- größe | Bezugs- einheit | Umrechnung f. E. H |
|----------------------------------|----------------------|------------------------------------|---|---------------|-----------------------------|----------------------|--------------------------------|------------------------------|---------------|------------------|--------------------|--------------------------|
| | | | | | | Schichtanteil [%] | Dichte [kg/m ³] | Volumen [m ³] | Masse [kg] | | | |
| AW | Tal | Holzschindeln 3-lagig | Schnittholz Lärche (generisch, 12% Feuchte/10,7% H2O) | 80 | 1 | 57,00% | 660,80 | 0,0456 | 30,13248 | 1 | m3 | 0,0456 |
| | Tal | Lattung / Konterlattung | Schnittholz Fichte (generisch, 12% Feuchte/10,7% H2O) | 60 | 1 | 20,00% | 481,60 | 0,012 | 5,7792 | 1 | m3 | 0,012 |
| | Tal | Unterdeckbahn | Unterspannbahn PP | 0,001 | 1 | 100,00% | 0,00 | 0,000001 | 0 | 1 | qm | 1 |
| | Tal | Unterdeckplatte / Holzfaserdämmung | Holzfaserdämmstoffplatte Trockenverfahren (Durchschnitt DE) | 160 | 1 | 100,00% | 162,34 | 0,16 | 25,9740045 | 1 | m3 | 0,16 |
| | Tal | Brettsperholz Sichtqualität | Brettsperholz (Durchschnitt DE) | 120 | 1 | 100,00% | 489,41 | 0,12 | 58,7292 | 1 | m3 | 0,12 |
| | Tal | Helikopter Flug | Kerosene / Jet A1 at refinery Sphera | | 1 | 100,00% | 840,00 | | 1 | 1 | kg | 1 |
| Summe | Tal | Gesamt | | 420,001 | | | | 0,337601 | 121,614884 | | m ³ | |

Abbildung 25: Massenermittlung auf Bauteilebene für die Außenwandvariante „Tal“

Abbildung 26 ergänzt die tabellarische Darstellung auf Bauteilebene durch eine Gegenüberstellung der Gesamtmassen je Bauteilgruppe in Kilogramm. Die Variante „Mineralisch“ weist mit rund 480.000 kg das höchste Gesamtgewicht auf. Allein die Bodenplatte trägt mit 197.156 kg etwa 41 %, die Decken mit 59.779 kg rund 12 % und die Außenwand im Erdreich mit 142.243 kg etwa 30 % zur Gesamtmasse bei. Zusammengenommen machen diese drei Bauteilgruppen über 80 % der Masse der mineralischen Variante aus.

In der Variante „Gipfel“ reduziert sich die Gesamtmasse auf knapp 100.000 kg, was einer Reduktion von 75 % gegenüber der mineralischen Variante entspricht. Trotz des vollständigen Verzichts auf Stahlbeton bleibt der Gründungsaufwand – insbesondere durch den Einsatz von Kies, Schroppen und Splitt – mit knapp 50.000 kg (also etwa 42 % der Gesamtmasse) maßgeblich. Auch alle anderen Bauteilgruppen wurden signifikant reduziert, sowohl in ihrem Umfang als auch im Materialgewicht.

Diese Massenreduktionen bilden die Grundlage für die geringeren Umweltwirkungen der leichten Holzbauvarianten und unterstreichen den Einfluss der Materialwahl und Konstruktionsweise auf das Gewicht über den Lebenszyklus und damit auf die grauen Emissionen.

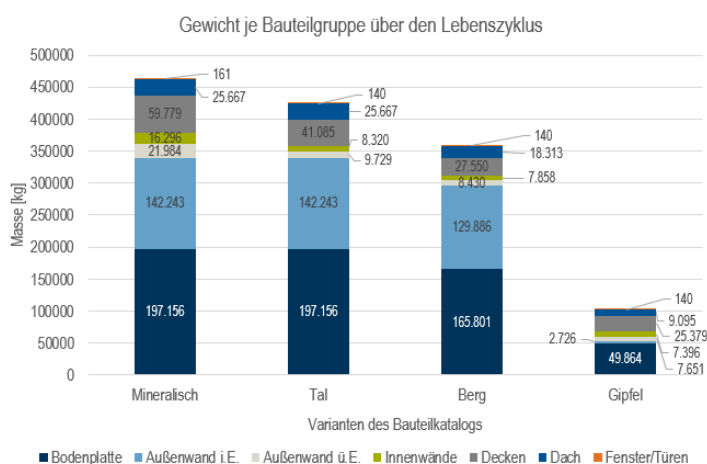


Abbildung 26: Massenverteilung der Varianten Tal, Berg, Gipfel, Mineralisch

Transportmodellierung und Emissionsfaktoren

Die Modellierung der transportbedingten Treibhausgasemissionen erfolgte auf Grundlage normkonformer Hintergrunddaten und projektspezifischer Annahmen. Berücksichtigt wurden sämtliche Transportprozesse, die innerhalb der bilanzierten Lebenszyklusphasen A4 (Transport zur Baustelle) und C2 (Transport zum Entsorgungsort) stattfinden. Als methodische Grundlage diente das *HBEFA* [49], das den kraftstoffbezogenen Verbrauch für unterschiedliche Fahrzeugklassen (PKW, leichte und schwere Nutzfahrzeuge) in Abhängigkeit von Euro-Normen, Verkehrssituationen und Streckenprofilen ausgibt. Für die Zufahrten zur Hochlandhütte wurde ein realistisches Geländeprofil mit einer Steigung von bis zu 12 % extrapoliert (vgl. Abbildung 27), da die maximal wählbaren Werte in *HBEFA* bei $\pm 6\%$ liegen. Die Verbrauchswerte wurden anschließend mit einem emissionsbezogenen Umrechnungsfaktor für Diesel aus *LCA for Experts* [22] (Datensatz: „Diesel ab Tankstelle“) multipliziert, um das GWP in kg CO₂-Äquivalent zu berechnen. Diese Vorgehensweise ermöglichte eine differenzierte und projektspezifische Modellierung der Transportemissionen entlang der realen topografischen Bedingungen auf der etwa 6,6 km langen alpinen Forststraße.

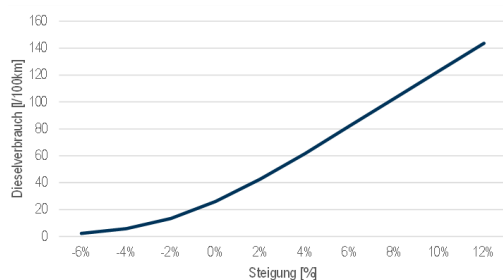


Abbildung 27: Diesel-Verbrauch eines zweiachsigen LKWs nach Steigung

Es wurden Beladungsgrade, Motorklassen und Einsatzsituationen (z. B. Landstraße, Erschließung) in die Berechnung integriert. Die angenommenen Daten für Baustellenfahrzeuge sind in Tabelle 6 gelistet. Ergänzend wurde *Mobitool* Version 3.0 [24] zur Validierung der *HBEFA*-Ergebnisse herangezogen. *Mobitool* ermöglicht die Bewertung transportierter Materialmengen in Kombination mit Fahrzeuggewichten, Motortypen, Streckenlängen und Emissionsklassen. Da keine Berücksichtigung von Steigung erfolgt, diente es insbesondere zur Gewichtung von Voll- und Leerfahrten. Die zugrunde liegenden Emissionsdaten basieren auf der *ecoinvent*-Datenbank [50] und beinhalten die Umweltwirkungen des Betriebs, der Energiebereitstellung sowie der Herstellung und Entsorgung der eingesetzten Fahrzeuge. Die Transportprozesse umfassten Zufahrten mit zweiachsigen LKWs sowie Helikopterflüge. Die transportbedingten Treibhausgasemissionen durch Helikopterflüge wurden nutzungsspezifisch auf Basis realer Einsatzbedingungen berechnet. Grundlage bildeten technische Daten zum eingesetzten *AIRBUS Helicopters H125 Écureuil*, ergänzt durch Informationen eines regionalen Lufttransportunternehmens. Für die Modellierung wurden insgesamt 630 Flugbewegungen berücksichtigt (inkl. 15 % Sicherheitszuschlag gegenüber dem realen Ausgangswert von 548 Flügen). Die durchschnittliche Rotationsdauer pro Bauteil wurde mit 15 Minuten (inkl. Bewegung und Standzeit) angesetzt. Bei einem Kerosinverbrauch von 170 l/h (bzw. 136 kg/h) ergibt sich ein spezifischer Kraftstoffverbrauch von ca. 34 kg je Rotation. Während mineralische Materialien wie Beton, Kies oder Flüssigstoffe typischerweise in der Nähe der maximalen Nutzlast des Helikopters transportiert werden, liegt die Auslastung bei vorgefertigten Holzelementen wie BSP-Wänden aufgrund ihrer Geometrie und Volumen unterhalb der maximal möglichen Zuladung. Der resultierende Gesamtverbrauch betrug 10.710 l Kerosin über eine geschätzte Betriebsdauer von 63 Stunden. Zur Umrechnung in Treibhausgasemissionen wurde der Datensatz „DE: Kerosene/Jet A1 at refinery“ aus *Sphera LCA for Experts* [22] verwendet.

Tabelle 6: Übersicht der angenommenen Baustellenfahrzeuge

| Fahrzeug | Bezeichnung | Jahr | Motortyp | Gesamt-/ Leergewicht [t] | Verkehrssituation | Emissions- stufe | Quelle |
|-----------------|-------------|------|----------|-----------------------------|---------------------------------|---------------------|-----------------|
| 2-Achser LKW | SNF | 2020 | Diesel | 5//12 | Land/Erschliessung/30/fluessig | EURO-6 | <i>HBEFA</i> |
| 2-Achser LKW | SNF | 2020 | Diesel | 5//12 | Agglo/Erschliessung/30/fluessig | EURO-6 | <i>HBEFA</i> |
| LKW | LNF | 2020 | Diesel | 13//40 | Land/Erschliessung/30/fluessig | EURO-6 | <i>MobiTool</i> |

Ergebnisse der Wirkungsabschätzung

GWP auf Bauteilebene – Varianten Tal, Berg, Gipfel, Mineralisch

Die Bewertung der Umweltwirkungen erfolgte anhand des Indikators GWP-total über den gesamten Lebenszyklus des Gebäudes bzw. der Bauteile, ohne zeitliche Normierung auf eine Nutzungsdauer oder Flächeneinheit. Für die vorliegende Betrachtung wurde dieser Indikator gewählt, da er gemäß DIN EN 15804:2022 [2] und DIN EN 15978:2024 [7] als etabliertes Maß zur Bewertung der Klimawirkung von Bauprodukten und Bauweisen dient. Die dargestellten Werte sind absolute Emissionen in kg CO₂-Äquivalent. Die Ergebnisse beziehen sich auf die vier Varianten „Mineralisch“, „Tal“, „Berg“ und „Gipfel“ und wurden auf Grundlage der modellierten Stoff- und Energieströme aus der Sachbilanz berechnet.

Weitere Wirkungskategorien wurden im Rahmen dieser Betrachtung nicht berücksichtigt. Das GWP wurde für alle Bauteile und auch auf Gebäudeebene gemäß den Normvorgaben in GWP-total, GWP-biogen und GWP-luluc ausgewiesen. Diese getrennte Darstellung ermöglicht eine differenzierte Abbildung klimarelevanter Wirkungen, insbesondere bei Konstruktionen mit nachwachsenden Rohstoffen. Sie bildet die Grundlage für die Bewertung biogener Speicherwirkungen und potentieller Emissionen aus Landnutzung und Landnutzungsänderungen. [2] In Abbildung 28 ist die Gesamtbilanz des GWP-total aller Varianten dargestellt und nach Bauteilgruppe differenziert.

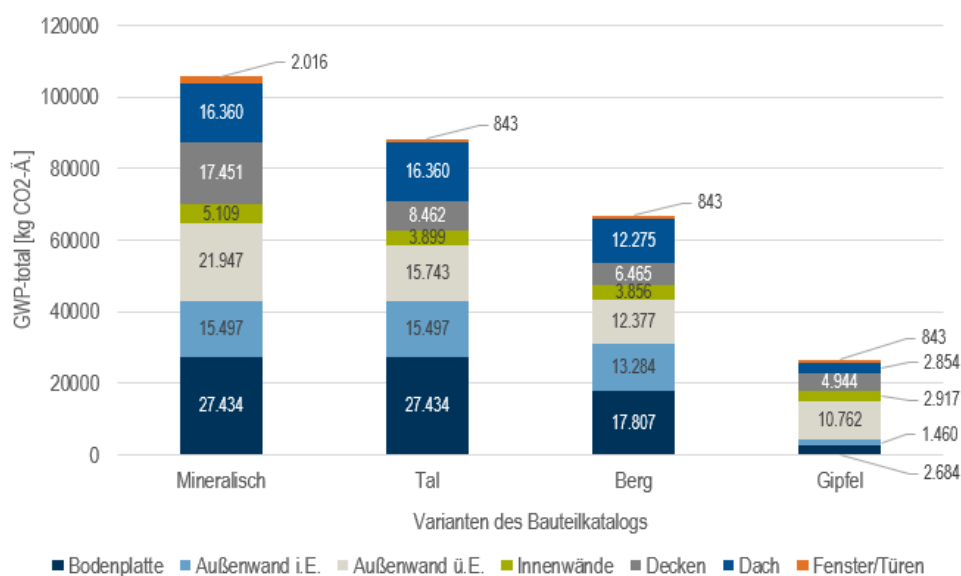


Abbildung 28: GWP-total nach Varianten und Bauteilgruppen

Die Variante „Mineralisch“ weist mit 105.814 kg CO₂-Äquivalent die höchsten Treibhausgasemissionen auf. Wesentliche Beiträge stammen von der Außenwand über Erdreich (21.947 kg CO₂-Äquivalent), Decken (17.451 kg CO₂-Äquivalent) und dem Dach (16.360 kg CO₂-Äquivalent). Die energieintensive Herstellung mineralischer Baustoffe (z. B. Beton, Mauerwerk, Dämmstoffe) sowie die Transport- und Entsorgungsprozesse führen hier zu einer hohen Klimawirkung. Die Variante „Tal“ reduziert die GWP-Werte auf insgesamt 93.324 kg CO₂-Äquivalent, insbesondere durch einen geringeren Anteil an massiven Decken und eine optimierte Außenwandkonstruktion. Die Verwendung von Holzbaustoffen bei vergleichbarer Masse wirkt sich positiv auf das Ergebnis aus. Mit weiteren konstruktiven Anpassungen zeigt die Variante „Berg“ ein nochmals verbessertes Ergebnis von 87.367 kg CO₂-Äquivalent.

Die Außenwand über Erdreich, Innenwände und Dach weisen dabei deutlich geringere Beiträge auf als in den vorangegangenen Varianten. Die Variante „Gipfel“ schneidet am besten ab und erreicht nur 37.264 kg CO₂-Äquivalent. Dies entspricht einer Reduktion von mehr als 65 % gegenüber der mineralischen Variante. Ausschlaggebend hierfür sind der vollständige Verzicht auf Betonbauteile sowie der Einsatz reduzierter Bauteilaufbauten. Obwohl der

Materialtransport per Helikopter emissionsintensiv ist, fällt dieser Anteil angesichts der geringen Gesamtmasse gering ins Gewicht. Die Ergebnisse unterstreichen die zentrale Bedeutung des Materialeinsatzes, der Konstruktionsweise und der Rückbauanforderungen für die Klimawirkung eines Gebäudes.

Abbildung 29 visualisiert die Anteile der Transportemissionen in den Phasen A4 und C2 auf Gebäudeebene je Variante.

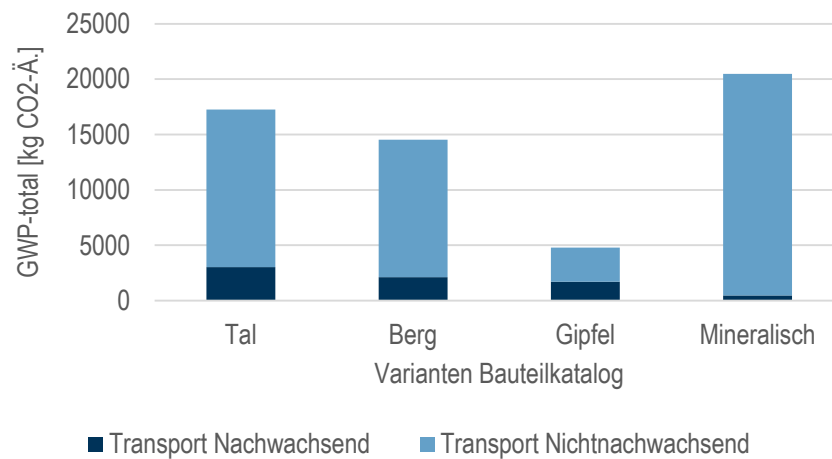


Abbildung 29: GWP-total des Transports in A4 und C2 auf Gebäudeebene aller vier Konstruktionsvarianten

Interpretation und Sensitivitätsanalyse

Die vorliegenden Ergebnisse der Wirkungsabschätzung verdeutlichen, dass die Materialwahl und die Anforderungen an die Bauteilaufbauten bzw. das Gebäude maßgeblichen Einfluss auf das Treibhauspotential haben. Die Variante „Gipfel“ mit reduzierter Holzbauweise und minimalem Materialeinsatz führt zu den geringsten Emissionen, während die mineralische Variante aufgrund der energieintensiven Baustoffe und größeren Materialmengen die höchsten Werte aufweist. Die Analyse unterstreicht die Bedeutung ressourceneffizienter Bauweisen für die Reduktion der Umweltwirkungen im alpinen Gebäudebereich. Zur Bewertung der Datenqualität und Unsicherheiten wurde eine Sensitivitätsanalyse durchgeführt. Diese konzentrierte sich auf den Einsatz unterschiedlicher Datensätze für spezifische Produkte, insbesondere dort, wo keine herstellerspezifischen Daten vorlagen und stattdessen generische oder Durchschnittswerte verwendet wurden. Abbildung 30 zeigt die verwendeten Datensatztypen.

| Bezeichnung Schicht | Bezeichnung Datensatz | Datensatztyp | Datensatzersteller |
|------------------------------------|--|---------------|-----------------------------------|
| Holzschindeln 3-lagig | Schnittholz Lärche (generisch, 12% Feuchte/10,7% H ₂ O) | generisch | Sphera Solutions GmbH |
| Lattung / Konterlattung | Schnittholz Fichte (generisch, 12% Feuchte/10,7% H ₂ O) | generisch | Sphera Solutions GmbH |
| Unterdeckbahn | Unterspannbahn PP | generisch | Sphera Solutions GmbH |
| Unterdeckplatte / Holzfaserdämmung | Holzfaserdämmstoffplatte Trockenverfahren (Durchschnitt DE) | repräsentativ | Thünen-Institut für Holzforschung |
| Brettspertholz Sichtqualität | Brettspertholz (Durchschnitt DE) | repräsentativ | Thünen-Institut für Holzforschung |
| Helikopter Flug | Kerosene / Jet A1 at refinery Sphera | generisch | Sphera Solutions GmbH |

Abbildung 30: Übersicht der Datensatztypen beispielhaft für die Außenwand auf Bauteilebene

In Abbildung 31 ist exemplarisch die Auswahl der Datensatztypen für die Außenwand oberhalb des Erdreichs dargestellt. Es zeigt sich, dass die Mehrheit der Daten aus etablierten Quellen wie *ÖKOBAUDAT*, *ecoinvent* oder dem *Thünen-Institut* stammen. Für spezielle Transportprozesse, wie den Helikoptereinsatz, wurde ein auf *ecoinvent* basierender Datensatz gewählt, der auf *Sphera Solutions GmbH* zurückgeht. Anhand der Sensitivitätsanalyse am Beispiel der Brettspertholzplatten (Abbildung 31) wird deutlich, dass die Verwendung verschiedener generischer oder Durchschnittsdaten bei der Bewertung des GWP-biogen zu Abweichungen von bis zu 17,5 % führen kann. Für den Indikator GWP-total reduziert sich die Abweichung auf etwa 9,6 %. Diese Analyse zeigt, dass durch die Verwendung generischer Datensätze die Aussagekraft der Ergebnisse fundiert ist. Die Unsicherheiten innerhalb der verwendeten Datenquellen begrenzen die Validität der Schlussfolgerungen nicht.

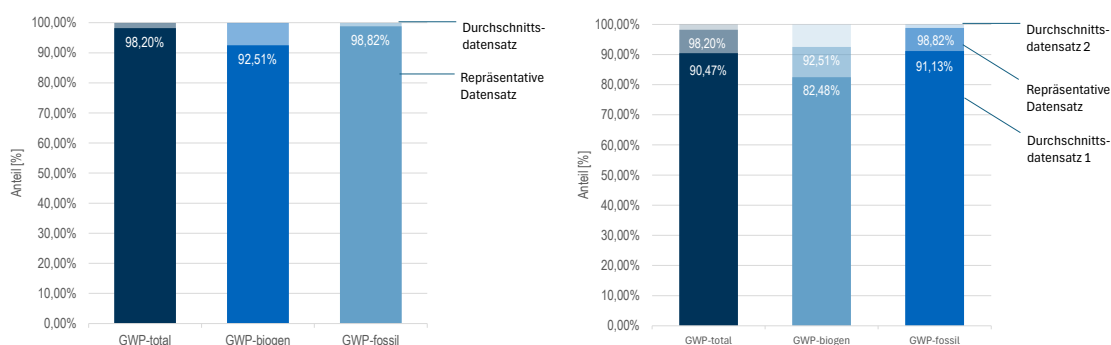


Abbildung 31: Sensitivitätsanalyse der Datensätze am Beispiel von Brettspertholz

E | Kreislauffähigkeit

Abbildung 32 und Abbildung 33 veranschaulichen das methodische Vorgehen (vgl. Methodik aus dem Kapitel Kreislauffähigkeit) bei der Analyse der Kreislauffähigkeit der Hochlandhütte. Dabei wurden zunächst die Bruttomengen der Bauteile erfasst und anschließend die schadstoffbelasteten sowie durch Verbindungsmittel zerstörten Bauteilanteile identifiziert. Die daraus resultierende, letztlich nutzbare Nettomenge bildet die Grundlage der weiteren Bewertung. Anhand der in Abbildung 33 dargestellten Legende erfolgt eine Einordnung der Nettomengen in unterschiedliche Abfallkategorien. Diese Einteilung orientiert sich an den Vorgaben des KrWG und ermöglicht eine klare Zuordnung der Bauteile zu den verschiedenen Abfallstufen. Dadurch wird transparent dargestellt, welche Materialien als verwertbar, zu entsorgen oder als gefährlicher Abfall einzustufen sind.

| Nr. | Bauteil / Bauteilgruppe | Material | Breite [cm] | Höhe [cm] | Länge [m] | Anzahl | Brutto-Menge | Netto-Menge | Dichte | Masse | Aktueller Einbauort | Befestigung | Kategorisierung |
|-----|-------------------------|------------|---------------------------|-----------|-----------|--------|--------------|-------------|-----------|----------|---------------------|----------------|-----------------|
| 1 | Photovoltaik | | | | | | 14,00 m² | 14,00 m² | 0 kg/m³ | - kg | Dach | - | 1a |
| 2 | Halterung Photovoltaik | Stahl | D _{innen} = 11,5 | - | 7,6 | 3 | 22,80 lfm | 22,80 lfm | 0 kg/m³ | - kg | Dach | - | 1a |
| 3 | Fenster | Holzrahmen | 60,0 | 60,0 | | 2 | 2,00 Stk | 2,00 Stk | 0 kg/m³ | - kg | EG Außenwand | - | 1a |
| 4 | Außentüre Holz | Lärche | | | | 4 | 4,00 Stk | 4,00 Stk | kg/m³ | 179,2 kg | EG | - | 1a |
| 5 | Sparren S11 | C24 | 9,0 | 15,0 | 5,6 | 2 | 11,20 lfm | 9,2 lfm | 420 kg/m³ | 63,5 kg | Dach | Kerven + Nägel | 1b |
| 6 | Sparren SS, S10 | C24 | 9,0 | 15,00 | 5,6 | 4 | 22,40 lfm | 18,4 lfm | 420 kg/m³ | 127,0 kg | Dach | Kerven + Nägel | 1b |
| 7 | Sparren SS,1 | C24 | 9,0 | 15,0 | 2,8 | 1 | 2,75 lfm | 2,75 lfm | 420 kg/m³ | 15,6 kg | Dach | Kerven + Nägel | 1b |
| 50 | Pressspanplatte | Fichte | 62,5 | 1,80 | 1,3 | 74 | 60,30 m² | 60,3 m² | 700 kg/m³ | 759,8 kg | Decke | Schrauben | 6 |
| 51 | Schalung außen | Fichte | - | 2,2 | - | - | 4,00 m² | 4 m² | 420 kg/m³ | 37,0 kg | Giebelwände | - | 5b |
| 52 | Bekleidungsretter | Fichte | - | 2,20 | - | - | 4,00 lfm | 4 lfm | 420 kg/m³ | 37,0 kg | Giebelwände | - | 5b |
| 53 | Fenster | Holzrahmen | 68,0 | 68,0 | | 2 | 2,00 Stk | 2 Stk | 0 kg/m³ | - kg | Giebelwände | - | 3 |

Abbildung 32: Massenermittlung Bestandgebäude auf Bauteilebene

| | | |
|--|---|---|
| | 0 Vermeidung | Bsp. Baumaßnahme vermeiden |
| | 1a Wiederverwendung/Vermeidung | Bsp. Balkendecke, Bestandsgebäude, PVT üen, Fenster |
| | 1b Weiterverwendung | Bsp. Sparren -> Balken o. nichttragende Innenwände |
| | 2 Gleichwertig stoffliche Verwertung | Bsp. Stahl, Metaldach |
| | 3 Minderwertige stoffliche Verwertung | Bsp. Glaswolle, Holzwerkstoffplatte |
| | 5a Endgültige thermische Verwertung vor Ort | Bsp. Holz unbehandelt A1 |
| | 5b Endgültige thermische Verwertung im Tal | Bsp. Holz behandelt A2-3 |
| | 6 Deponierung / Entsorgung | Bsp. Gips / Schadstoffbelastung Baumischmüll, Holz A4 |

Abbildung 33: Legende zur Einteilung der Baustoffe ab dem Rückbau in Anlehnung an [26]

Im Rahmen eines Workshops wurde die Bestandsdokumentation des Dachstuhls der Hochlandhütte mit einer Projektgruppe der TU München exemplarisch durchgeführt. Dabei erfolgten unter anderem Messungen der Holzfeuchte sowie die Erfassung von Rissen. Zusätzlich wurden Positionspläne erstellt und Maße aufgenommen, um spätere Potentiale für den Rückbau und die Wiederverwendung fundiert zu untermauern. Auf Basis der in Abbildung 34 erhobenen Daten wurde in Abbildung 35 das Bauteil Dach hinsichtlich seiner Kreislauffähigkeit bewertet. Dabei erfolgte eine Kategorisierung nach drei wesentlichen Kriterien: der Lösbarkeit der Bauteilverbindungen, der Verwendbarkeit der Materialien sowie der Notwendigkeit einer Schadstoffprüfung. Die Lösbarkeit wurde auf einer Skala von „+“ (gut lösbar) über „0“ (bedingt lösbar) bis „-“ (schlecht lösbar) bewertet. Die Verwendbarkeit der Materialien wurde von 0 bis 4 eingestuft, wobei höhere Werte eine bessere Wiederverwendbarkeit anzeigen. Die Schadstoffprüfung wurde nach einer Laboruntersuchung binär als „ja“ oder „nein“ ausgewiesen. Ein exemplarischer Auszug aus der Bestandsdokumentation ist in Abbildung 34 dargestellt, welche die erhobenen Messdaten und Dokumentationsinhalte visualisiert.

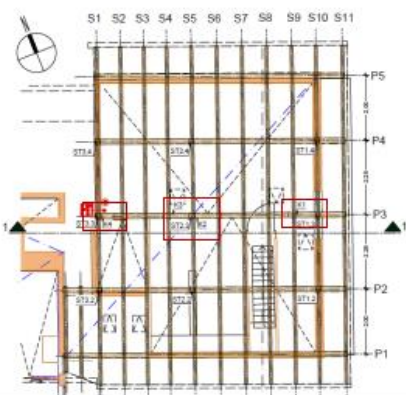
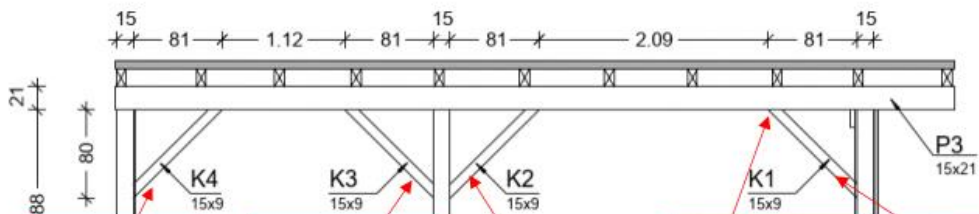





| | |
|---|--|
| Projektname |  |
| Hochlandhütte - Bestandsaufnahme | |
| Bauteilbezeichnung | |
| Kopfbänder K1, K2, K3, K4 | |
| Raumnummer | |
| R.1.1 Bettenlager | |
| Querschnitt/Länge/Nutzung | |
| 9x15 cm/~113 cm/Kopfband | |
| | |
|  <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"><div style="text-align: center;"> Bild 7.1.73 - Verfärbung an K4</div><div style="text-align: center;"> Bild 7.1.72 - K3, eingebohrte Haken</div><div style="text-align: center;"> Bild 7.1.71 - K2, festgeschraubte Holzfaserplatte</div><div style="text-align: center;"> Bild 7.1.70 - Zapf-Verbindung Kopfbänder</div><div style="text-align: center;"> Bild 7.1.69 - K1</div></div> | |
| Beschreibung/ Festgestellte Mängel | Kopfbänder zwischen Pfetten und Stützen. Abnutzungserscheinungen an Kopfband K2 und K3 durch Bohrungen bei Kopfband K2 zur Befestigung einer Holzfaserplatte, bei Kopfband K3 für Haken und zur Befestigung von Schläuchen. Leichte Verfärbungen an Kopfband K4. |
| Ursache | Bohrlöcher: für Innenraumausstattung Verfärbungen: Aus Lagerungsbedingungen während des Einbaus (Schneefall während Errichtung des Daches) |

Abbildung 34: Auszug aus der Bestandsdokumentation aus [51]

| Dachaufbau im Querschnitt | | | | | | |
|---------------------------|------------------------------|------------|------------------|--|------------------------------|--------------------------------------|
| | | | Lösbarkeit [+/-] | Verwendbarkeit der Materialien Potential [Ampel 0-4] | Empfehlung Schadstoffprüfung | Anmerkung |
| Nr. | Bezeichnung | Verbindung | | | | |
| 1 | Zinkblechdach | | | 4 | nein | |
| Fü | | sSRA+ | 0 | | | |
| 2 | Sandbeschichtete Bitumenbahn | | | 4 | nein | |
| Fü | | NAG- | - | | | |
| 3 | Holzschalung | | | 2 | nein | Berücksichtigung Ergebnis Schicht 4a |
| Fü | | NAG- | - | | | |
| 4a | Dachsparren | | | 2 | ja | Innenaußenbereich |
| Fü | | EIN | + | | | |
| 4b | Holzweichfaserdämmung | | | 2 | nein | Berücksichtigung Ergebnis Schicht 4a |
| Fü | | AUF-I | + | | | |
| 5 | Dampfbremse | | | 4 | nein | |
| Fü | | AUF-I | + | | | |
| 6 | Dreischichtplatte | | | 2 | nein | Berücksichtigung Ergebnis Schicht 4a |
| Fü | | vSRA+ | 0 | | | |
| 7 | Eckleisten | | | 3 | nein | Berücksichtigung Ergebnis Schicht 4a |
| Fü | | vSRA+ | 0 | | | |

Abbildung 35: Bewertung der Bauteilföugung für die Kreislauffähigkeitsbetrachtung aus [51]

Ergebnisse der Bauteilbilanzierung wiedereingesetzter Bauteile

Im Rahmen der Bewertung der Kreislauffähigkeit der Sparren der Hochlandhütte wurde auf Bauteilebene ein Vergleich des Treibhauspotentials unterschiedlicher Deckenaufbauten durchgeführt. Untersucht wurde ein Aufbau unter Verwendung weiterverwendeter Sparren als Deckenbalken im Vergleich zu funktional äquivalenten Konstruktionen mit Balken aus Primärrohstoffen sowie einer Decke aus Brettspertholz. Die detaillierten Schichtaufbauten der Varianten sind dem Bauteilkatalog im Anhang C | Bauteilkatalog zu entnehmen. Für die Bilanzierung wurden die Lebenszyklusphasen A1–A3, A4–A5 sowie C1–C4 berücksichtigt. Dabei wurde neben der Rohstoffgewinnung auch der Transport und die Verarbeitung der Materialien einbezogen. Zur Ermittlung der Verbräuche in Phase A3 wurden die baugerätbezogenen Energieaufwendungen gemäß Tabelle 7 herangezogen. Diese enthält die technischen Angaben zu den eingesetzten Maschinen.

Tabelle 7: Übersicht der angenommenen Baugeräte

| Baugerät | Kategorie | Motortyp | Leistungsklasse | Gewicht [t] |
|-------------------|---------------|----------|-----------------|-------------|
| <i>Terex TC16</i> | Minibagger | Diesel | 13,1 kW | 1,650 |
| <i>DW10</i> | Raddumper | Diesel | 20,5 kW | 1,278 |
| <i>GSH 27 VC</i> | Abbruchhammer | Strom | 2000 W | 0,0295 |
| <i>HEX 28 mm</i> | Abbruchhammer | Strom | 2000 W | 0,0291 |

Die erste betrachtete Variante ist eine Brettspertholzdecke (BSP), deren GWP-total über die Phasen A bis C mit 21,90 kg CO₂-Äquivalent pro Quadratmeter am höchsten ausfällt. Die zweite Variante ist eine konventionelle Holzbalkendecke unter Einsatz von Primärholz, ergänzt durch weitere Schichten aus primären Materialien wie Schüttungen. Diese Variante weist ein GWP von 17,67 kg CO₂-Äquivalent pro Quadratmeter auf. Die Reduktion gegenüber der BSP-Decke ist im Wesentlichen auf den geringeren Materialeinsatz zurückzuführen. Die dritte Variante nutzt weiterverwendete Sparren als Sekundärholz für die tragenden Elemente, während die übrigen Bauteilschichten ebenfalls aus Primärrohstoffen bestehen. Mit einem GWP-total von 12,68 kg CO₂-Äquivalent pro Quadratmeter weist diese Ausführung die niedrigsten Emissionen auf.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Wahl der eingesetzten Rohstoffe und insbesondere der Anteil an Sekundärmaterialien einen Einfluss auf das Treibhauspotential von Bauteilen hat. Die Bewertung der temporären Kohlenstoffspeicherung erfolgt im Rahmen der Betrachtung über den gesamten Lebenszyklus. Dabei ist die Kohlenstoffspeicherung in Phase A von Vorteil, solange der Kohlenstoff im Holz erhalten bleibt. Eine spätere Freisetzung des gespeicherten Kohlenstoffs in Phase C sollte möglichst weit hinausgezögert werden, um die positiven Effekte der Speicherung über einen möglichst langen Zeitraum aufrechtzuerhalten.

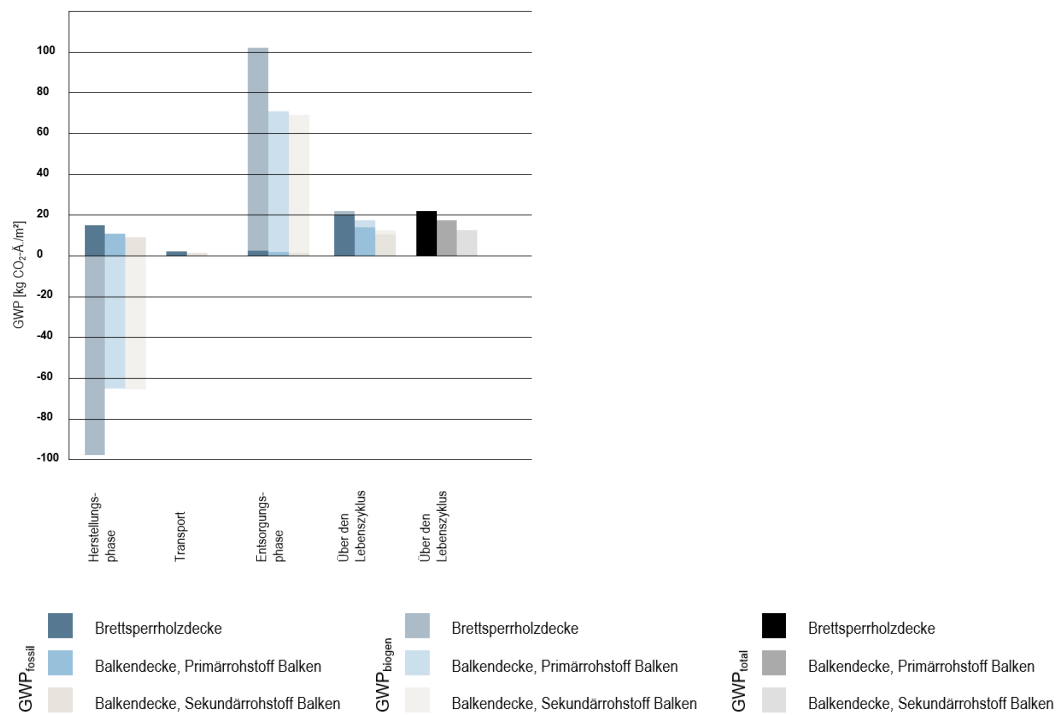


Abbildung 36: Bauteilvergleich zwischen Primär- und Sekundärrohstoffen

F | Baustoffliste

Die Baustoffliste enthält eine Auswahl von Materialien für alpine Bauwerke, die nach den Kriterien Kreislauffähigkeit, Treibhauspotential und Schadstoffgehalt bewertet wurden. Sie dient als Entscheidungsgrundlage für Planer*innen und Sektionen. Bevorzugt werden umweltfreundliche, kreislauffähige Baustoffe mit geringem Schadstoffgehalt. Umweltbelastende oder schwer wiederverwendbare Materialien sollen nur bei fehlenden Alternativen verwendet werden; stark gesundheits- oder umweltschädliche Stoffe sind auszuschließen. Ergänzt wurde die Liste durch Erfahrungen des Alpenvereins zur besseren Anwendbarkeit im alpinen Raum.

Die grafisch aufbereitete Baustoffliste ist dem Anhang A | Leitfaden zu entnehmen.

Hier beigefügt wird die Bearbeitungsdatei als PDF.

| Bauteilkategorie | Baustoff | Treibhauspotential | Schadstoffe | Kreislauffähigkeit am Berg | Gesamtbewertung Hinweis | RHW Kommentare |
|--|---|--------------------|-----------------|----------------------------|---|---|
| Tragende Bauteile: Flächenförmig | Brettspertholz Fichte | ++ | ++ | + | Verwendung empfohlen | in erdberührten Bereichen alternativlos |
| | leimfreie BSP Elemente | ++ | ++ | ++ | Verwendung empfohlen | |
| | Brettschichtholz Fichte | ++ | ++ | + | Verwendung empfohlen | |
| | Beton, bewehrt | - | + | 0 | Verwendung vermeiden | |
| | Ziegel | - | + | 0 | Verwendung vermeiden | |
| | Kalksandstein | -- | ++ | 0 | Verwendung vermeiden | |
| Tragende Bauteile: Punktförmig | Holzstütze | ++ | ++ | ++ | Verwendung empfohlen | |
| | Stahlstütze | -- | ++ | ++ | Verwendung reduzieren, nur an notwendigen Stellen | |
| | Stahlbetonstütze | - | + | 0 | Verwendung vermeiden | |
| Bekleidungen | Drei-/Fünfschichtplatten | ++ | 0 | + | Verwendung empfohlen | Langlebigkeit, Stabilität, Optik (sichtbar lassen und Beschichtung vermeiden) |
| | Lehmbauplatten | ++ | ++ | ++ | Verwendung empfohlen | |
| | Nut-Feder-Schalung Fichte | ++ | ++ | + | Verwendung empfohlen | |
| | OSB-Platten | - | + | 0 | Verwendung vermeiden | |
| | MDF-Platten | -- | + | 0 | Verwendung vermeiden | |
| | Gipskartonplatten | ++ | + | -- | Verwendung vermeiden | bei Brandschutzanforderungen in Einzelfällen alternativlos, schlechte Feuchteresistenz bei hoher Feuchtebelastung in Einzelfällen alternativlos |
| | Gipskartonplatte feuchteresistent | - | + | -- | Verwendung ausschließen | |
| | Zementgebundene Platten | - | + | -- | Verwendung vermeiden | |
| | Gipsfaserplatte | + | + | -- | Verwendung vermeiden | |
| | HPL Platte | - | k.A. | - | Verwendung ausschließen | |
| Dämmstoffe | Holzfaserdämmung | ++ | + | + | Verwendung empfohlen | i.d.R. in erdberührten Bereichen, erdölbasierte Baustoffe sind durch Alternativen zu ersetzen i.d.R. in erdberührten Bereichen, erdölbasierte Baustoffe sind durch Alternativen zu ersetzen empfehlenswerte Dämmung in erdberührten Bereichen empfehlenswerte Dämmung in erdberührten Bereichen einsetzbar als Innendämmung (generell zu hinterfragen!) und bei Feuchteschäden Chemische Behandlung des Rohstoffs zum Schutz vor Insekten widerstandsfähig gegen Feuchte, aber kein lokaler Baustoff erdölbasierte Baustoffe sind durch Alternativen zu ersetzen |
| | Zellulosedämmung | ++ | + | + | Verwendung empfohlen | |
| | Mineralwolle | ++ | -- | + | Verwendung reduzieren, nur an notwendigen Stellen | |
| | EPS | + | -- | - | Verwendung ausschließen | |
| | xPS | + | -- | - | Verwendung ausschließen | |
| | Holzfaserdämmplatte | ++ | + | + | Verwendung empfohlen | |
| | Glasschotter (lose) | ++ | 0 | + | Verwendung möglich, Alternativen prüfen | |
| | Schaumglasdämmstoff (Platten) | ++ | 0 | + | Verwendung möglich, Alternativen prüfen | |
| | Calciumsilikatplatten | -- | 0 | 0 | Verwendung vermeiden | |
| | Holzwoleleichtbauplatte | 0 | 0 | + | Verwendung reduzieren, nur an notwendigen Stellen | |
| | Schafwolle | + | - | 0 | Verwendung vermeiden | |
| | Korkschüttung | ++ | ++ | 0 | Verwendung empfohlen | |
| | Kokosfaser | + | ++ | 0 | Verwendung möglich, Alternativen prüfen | |
| | PUR | 0 | ++ | -- | Verwendung ausschließen | |
| | Schilfrohrplatte | ++ | + | ++ | Verwendung empfohlen | |
| | Hanfaser | ++ | + | + | Verwendung empfohlen | |
| Außenwandbekleidungen | Holzschindeln, Lärche | ++ | nicht notwendig | 0 | Verwendung empfohlen | in Extremlage aufgrund von Feuchte-/Frostschäden zu vermeiden in Extremlage schadensanfällig z.B. Sockelbereiche z.B. Sockelbereiche empfehlenswert, wenn Material vor Ort verwendet werden kann |
| | Holzschalung, Lärche | ++ | nicht notwendig | 0 | Verwendung empfohlen | |
| | Kalkzementputz | ++ | nicht notwendig | - | Verwendung vermeiden | |
| | Aluminium | 0 | nicht notwendig | ++ | Verwendung vermeiden | |
| | Edelstahl | 0 | nicht notwendig | ++ | Verwendung reduzieren, nur an notwendigen Stellen | |
| | Zinkblech | 0 | nicht notwendig | ++ | Verwendung reduzieren, nur an notwendigen Stellen | |
| | Kupferblech | -- | nicht notwendig | ++ | Verwendung vermeiden | |
| | Naturstein-Trockenmauerwerk | - | nicht notwendig | ++ | Verwendung reduzieren, nur an notwendigen Stellen | |
| Oberflächen innen | Lehmputz | ++ | ++ | ++ | Verwendung empfohlen | z.B. in Bereichen mit Hygiene-Anforderungen, Alternativen prüfen |
| | Fliesen | 0 | ++ | - | Verwendung reduzieren, nur an notwendigen Stellen | |
| | Kalkputz | ++ | ++ | + | Verwendung möglich, Alternativen prüfen | |
| | Gipsputz | ++ | k.A. | -- | Verwendung vermeiden | |
| | Kalkzementputz | -- | ++ | - | Verwendung vermeiden | |
| | Vertäfelung Holz (Tanne/Fichte/Zirbe) | ++ | ++ | + | Verwendung empfohlen | |
| Bodenbelag | Echtholzboden (Dielen/Parkett) | ++ | ++ | ++ | Verwendung empfohlen | Auf Rutschfestigkeit und Robustheit achten |
| | 2-Schicht-Parkett | ++ | ++ | 0 | Verwendung empfohlen | |
| | Linoleum | ++ | + | 0 | Verwendung möglich, Alternativen prüfen | |
| | Laminat | + | k.A. | -- | Verwendung vermeiden | |
| | PVC | 0 | - | 0 | Verwendung ausschließen | |
| | Teppich (Nadelfilz) | + | k.A. | -- | Verwendung vermeiden | |
| | Fliesen | -- | ++ | - | Verwendung vermeiden | |
| | Steinzeug | ++ | ++ | - | Verwendung möglich, Alternativen prüfen | |
| | Naturstein | -- | ++ | + | Verwendung vermeiden | |
| | Gummi/(Natur-)Kautschuk | -- | k.A. | 0 | Verwendung ausschließen | |
| | Linoleumkork | ++ | ++ | 0 | Verwendung empfohlen | |
| | Trockenestrich (Platten, lösbar) | ++ | k.A. | + | Verwendung reduzieren, nur an notwendigen Stellen | lösbare Systeme sind zu wählen, Bauzeit wird durch trockenen Einbau reduziert |
| | Zementestrich | 0 | k.A. | - | Verwendung vermeiden | |
| GWP der Estriche wird getrennt zu Bodenbelag gewertet. | Gussasphaltestrich | + | k.A. | - | Verwendung vermeiden | |
| | Kunstharzestrich | -- | k.A. | -- | Verwendung ausschließen | |
| Öfnungen - Rahmen | Holzfenster | ++ | ++ | + | Verwendung empfohlen | bei sehr hohen Umweltbelastungen in Extremlage empfehlenswert keine Notwendigkeit |
| | Holz-Alu-Fenster | 0 | ++ | + | Verwendung reduzieren, nur an notwendigen Stellen | |
| | Alu-Fenster | -- | ++ | + | Verwendung vermeiden | |
| | Kunststofffenster | -- | - | - | Verwendung ausschließen | |
| Türen | Stahlblechtüren | k.A. | k.A. | ++ | Verwendung reduzieren, nur an notwendigen Stellen | |
| | Türen in Absprache mit Brandschutz zu vermeiden (schadensanfällig und versperrt durch | k.A. | k.A. | ++ | Verwendung empfohlen | |
| | Röhrenspan | k.A. | k.A. | -- | Verwendung ausschließen | |
| Dach | Dachziegel | + | nicht notwendig | + | Verwendung vermeiden | in Extremlage schadensanfällig Trinkwassergeeignet, lange Haltbarkeit |
| | Edelstahlblech | 0 | nicht notwendig | ++ | Verwendung möglich, Alternativen prüfen | |
| | Bitumenbahn | ++ | nicht notwendig | - | Verwendung vermeiden | |
| | Holzschindeln | ++ | nicht notwendig | 0 | Verwendung reduzieren, nur an notwendigen Stellen | Holzschindeldächer und -fassaden haben bei Schutzhütten eine lange Tradition, Haltbarkeit steigt mit der Dachneigung. ABER: erschwerte Montage einer PV-Anlage in Extremlage schadensanfällig kürzere Haltbarkeit, hoher Instandhaltungsaufwand |
| | Alublech | 0 | nicht notwendig | ++ | Verwendung vermeiden | |
| | Zinkblech | 0 | nicht notwendig | ++ | Verwendung vermeiden | |
| | Kupferblech | -- | nicht notwendig | ++ | Verwendung vermeiden | |
| | begrünte Flachdächer | 0 | nicht notwendig | 0 | Verwendung ausschließen | |
| | | | | | | unvorteilhaft in Extremlage |
| | | | | | | |

| Skala gesamt | Ampel |
|---|---------|
| Verwendung empfohlen | grün |
| Verwendung möglich, Alternativen prüfen | grün |
| Verwendung reduzieren, nur an notwendigen Stellen | gelb |
| Verwendung vermeiden | rot |
| Verwendung ausschließen | schwarz |

G | Behaglichkeit

Ergebnisse

Es sind die einzelnen Simulationsergebnisse für jede Variante anhand der operativen Temperatur, relativen Raumluftfeuchte dargestellt. Zusätzlich sind hier die CO₂-Niveaus für die verschiedenen Lüftungsvarianten dokumentiert.

Operative Temperaturen:

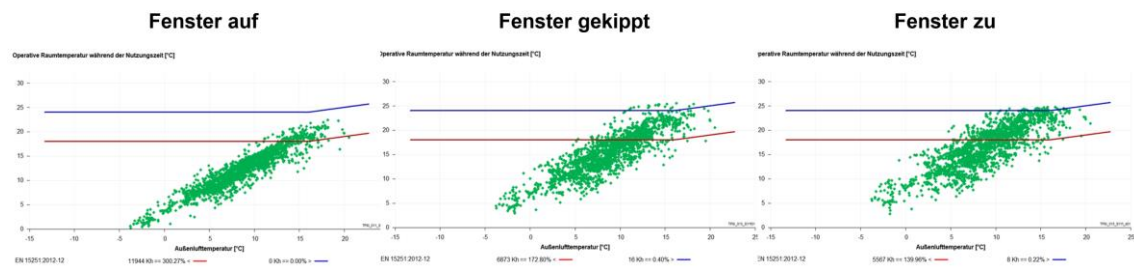


Abbildung 37: Operative Temperaturen während der Betriebszeit (Varianten ohne Dämmung)

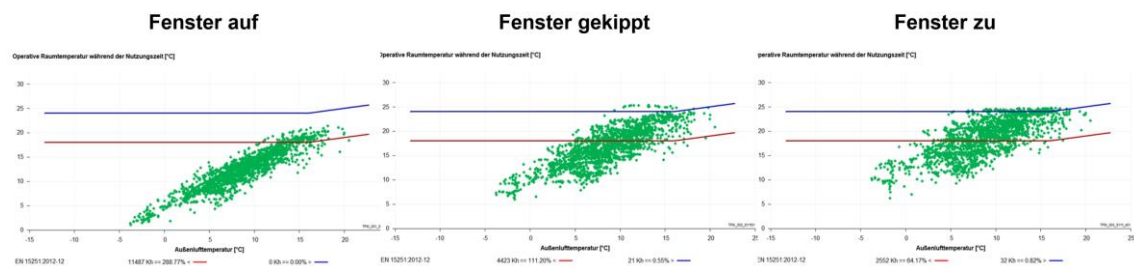


Abbildung 38: Operative Temperaturen während der Nutzungszeit (Variante 6 cm Wanddämmung)

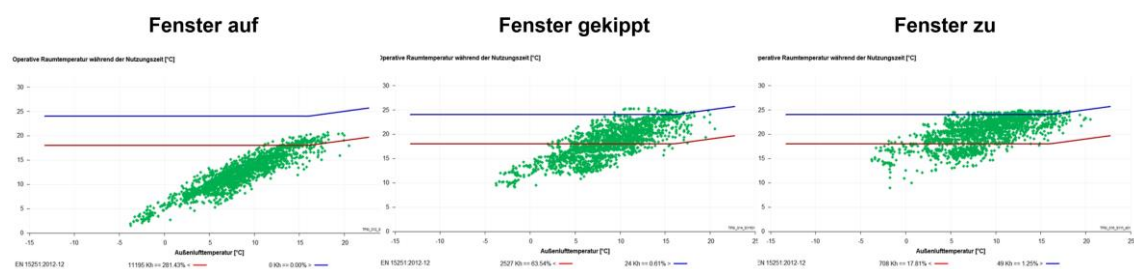


Abbildung 39: Operative Temperaturen während der Betriebszeit (Varianten mit 18 cm Wanddämmung)

Raumluftfeuchte:

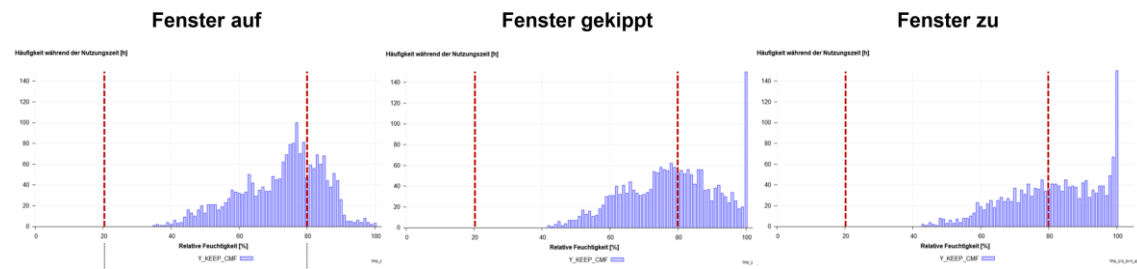


Abbildung 40: Relative Luftfeuchtigkeit während der Betriebszeit (Varianten ohne Dämmung)

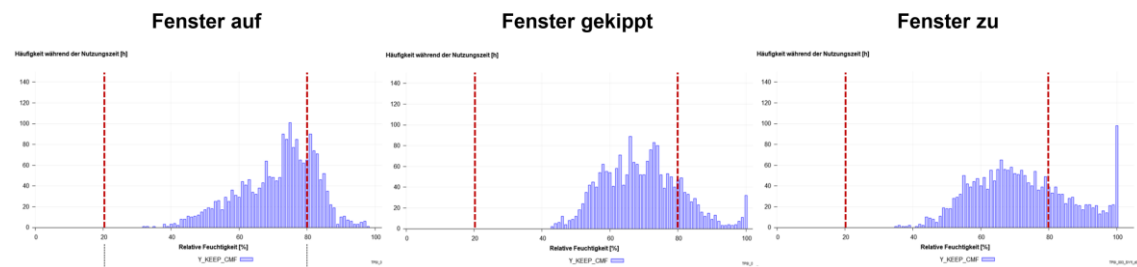


Abbildung 41: Relative Luftfeuchtigkeit während der Betriebszeit (Varianten mit 6 cm Wanddämmung)



Abbildung 42: Relative Luftfeuchtigkeit während der Betriebszeit (Varianten 18 cm Wanddämmung)

CO₂-Niveau:

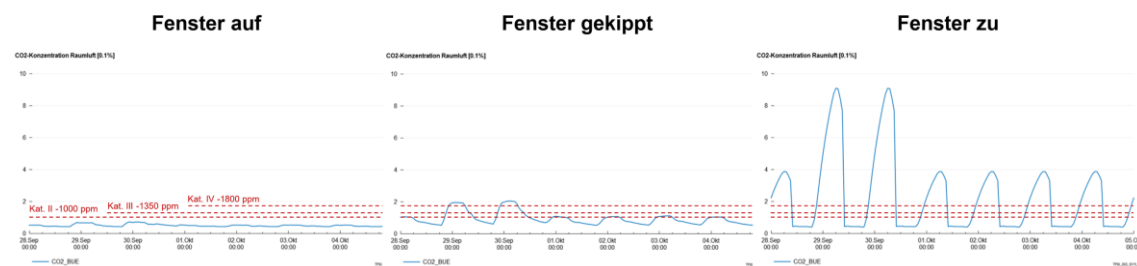


Abbildung 43: CO₂-Konzentration der Raumluft über eine Woche

Allgemeine Randbedingungen

Unten ist die thermische Zone für die Simulation des Schlafraums im Grundriss und Schnitt dargestellt.

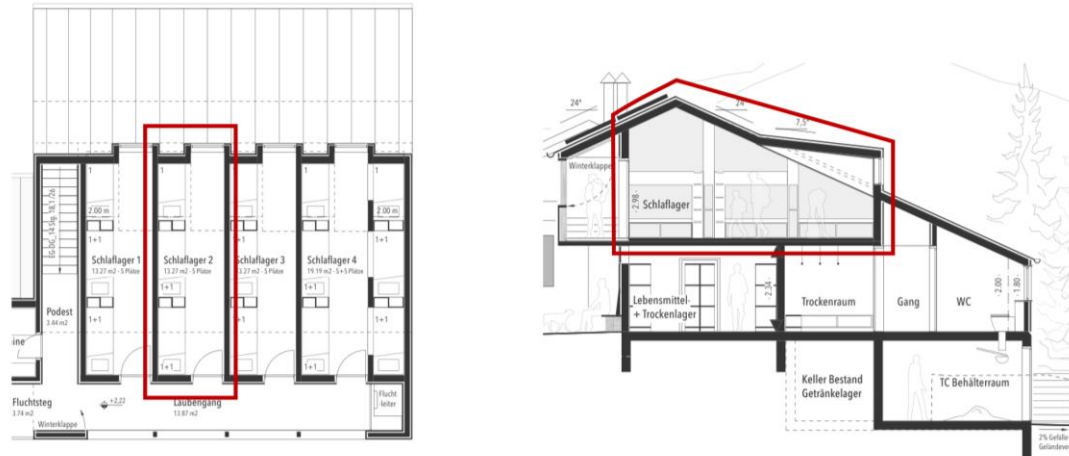


Abbildung 44: Simulierter Raum

Das Belegungsprofil für den Schlafraum wurde anhand der DAV-Sektion Hochland-Daten zusammengestellt.

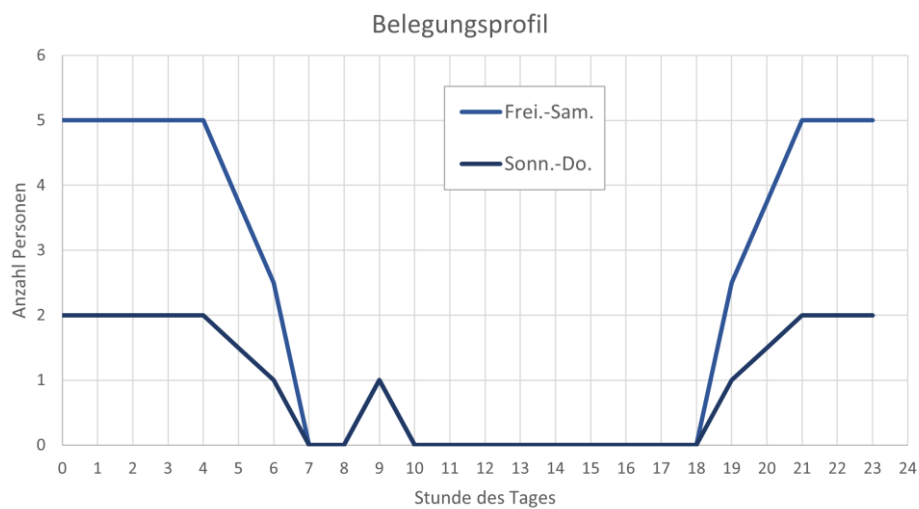


Abbildung 45: Belegungsprofile

Tabelle 8: Grundlagen für Simulation

| | |
|---|---|
| Fenstergeometrie | |
| Fenster Breite (Offenbar) | 1.08m (1.00m) |
| Fenster Höhe (Offenbar) | 0.71 (0.61m) |
| Fenster (physikalische Eigenschaften) | |
| U _g -Wert Glas (DIN EN 673) | 1.1 W/m²/K |
| g-Wert Glas (DIN EN 410) | 7 % |
| T _{vis} Glas (DIN EN 410) | 59 % |
| Fensterrahmenanteil | 20 % (bzgl. Fensterfläche) |
| U _f -Wert Rahmen | 1.50 W/m²/K |
| Psi-Wert Einbau | 0.07 W/m/K |
| Abstandshalter Verglasung Kein beweglicher Sonnenschutz | thermisch getrennt |
| Ansatz für Luftwechsel in Abhängigkeit der Innen- und Außentemperaturdifferenz | |
| Fenster offen | 2.4 LW/K |
| Fenster gekippt | 0.28 LW/K |
| Interne Wärmelasten (während Betriebszeit) | |
| Betriebszeit: | 20:00h-7:00h |
| Personen: | 21 W/m²_NGF (Belegungsdichte: 3.63 m²_NGF/Pers) |
| CO ₂ Ausstoß: | 12.3 l/s.Pers |
| Sensible Wärmeabgabe pro Person: | 60 W |
| Dauerhaft Luftwechsel wegen Infiltration: | 0.1 LW |
| Elektrische Geräte Dauerlast: | 0 W/m²_NGF (0 W pro Person) |
| Elektrische Geräte während der Betriebszeit: | 0 W/m²_NGF (0 W pro Person) |
| Summe | 21 W/m²_NGF max. |
| Kunstlicht (während Betriebszeit) | |
| Bezeichnung Kunstlichtregelung: | Residential Wohnung |
| Flächenanteil: | 100 % |
| Technologie | LED |
| Soll-Beleuchtungsstärke: | 300 lx |
| Installierte elektrische Leistung: | 6 W/m² |
| Elektrische standby Leistung: | 0 W/m² |
| Konvektiver Anteil der Wärmeabgabe | 0.4 |
| Betriebsart | Ein/Aus mit Dimmung |

Tabelle 9: Wandaufbauten inkl. u-Werte

| Außenwand ohne Dämmung | | | | | |
|-------------------------|-------|-----------|---------|---------------|-------------|
| | Dicke | λ | ρ | c | R |
| | [cm] | [W/mK] | [kg/m³] | kJ/kgK | m²K/W |
| Holz | 6 | 0.13 | 600 | 2.1 | 0.46 |
| Holzfaserplatte | 0 | 0.04 | 160 | 2.1 | 0.00 |
| Hinterlüftung | 6 | - | - | - | 0.10 |
| Holz | 3 | 0.13 | 600 | 2.1 | 0.23 |
| | | | | R-wert | 0.80 |
| | | | | U-Wert | 1.04 |
| Außenwand 6 cm Dämmung | | | | | |
| | Dicke | λ | ρ | c | R |
| | [cm] | [W/mK] | [kg/m³] | kJ/kgK | m²K/W |
| Holz | 6 | 0.13 | 600 | 2.1 | 0.46 |
| Holzfaserplatte | 6 | 0.04 | 160 | 2.1 | 1.50 |
| Hinterlüftung | 6 | - | - | - | 0.10 |
| Holz | 3 | 0.13 | 600 | 2.1 | 0.23 |
| | | | | R-wert | 2.30 |
| | | | | U-Wert | 0.41 |
| Außenwand 18 cm Dämmung | | | | | |
| | Dicke | λ | ρ | c | R |
| | [cm] | [W/mK] | [kg/m³] | kJ/kgK | m²K/W |
| Holz | 6 | 0.13 | 600 | 2.1 | 0.46 |
| Holzfaserplatte | 18 | 0.04 | 160 | 2.1 | 4.50 |
| Hinterlüftung | 6 | - | - | - | 0.10 |
| Holz | 3 | 0.13 | 600 | 2.1 | 0.23 |
| | | | | R-wert | 5.30 |
| | | | | U-Wert | 0.18 |
| Außendecke ohne Dämmung | | | | | |
| | Dicke | λ | ρ | c | R |
| | [cm] | [W/mK] | [kg/m³] | kJ/kgK | m²K/W |
| Holz | 8 | 0.13 | 600 | 2.1 | 0.62 |
| Holzfaserplatte | 0 | 0.04 | 160 | 2.1 | 0.00 |
| Hinterlüftung | 4 | - | - | - | 0.10 |
| Holz | 2.5 | 0.13 | 600 | 2.1 | 0.19 |
| Edelstahlblech | 0.3 | 15 | 7800 | 1.8 | 0.0002 |
| | | | | R-wert | 0.91 |
| | | | | U-Wert | 0.93 |

Fortsetzung Tabelle 9

| Außendecke 6 cm Dämmung | | | | | |
|---------------------------|-------|-----------|---------|---------------|-------------|
| | Dicke | λ | ρ | c | R |
| | [cm] | [W/mK] | [kg/m³] | kJ/kgK | m²K/W |
| Holz | 8 | 0.13 | 600 | 2.1 | 0.62 |
| Holzfaserplatte | 6 | 0.04 | 160 | 2.1 | 1.50 |
| Hinterlüftung | 4 | - | - | - | 0.10 |
| Holz | 2.5 | 0.13 | 600 | 2.1 | 0.19 |
| Edelstahlblech | 0.3 | 15 | 7800 | 1.8 | 0.0002 |
| | | | | R-wert | 2.41 |
| | | | | U-Wert | 0.39 |
| Außendecke 18 cm Dämmung | | | | | |
| | Dicke | λ | ρ | c | R |
| | [cm] | [W/mK] | [kg/m³] | kJ/kgK | m²K/W |
| Holz | 6 | 0.13 | 600 | 2.1 | 0.46 |
| Holzfaserplatte | 26 | 0.04 | 160 | 2.1 | 6.50 |
| Hinterlüftung | 6 | - | - | - | 0.10 |
| Holz | 2.5 | 0.13 | 600 | 2.1 | 0.19 |
| Edelstahlblech | 0.3 | 15 | 7800 | 1.8 | 0.0002 |
| | | | | R-wert | 7.26 |
| | | | | U-Wert | 0.13 |
| Innenboden alle Varianten | | | | | |
| | Dicke | λ | ρ | c | R |
| | [cm] | [W/mK] | [kg/m³] | kJ/kgK | m²K/W |
| Holz | 3 | 0.13 | 600 | 2.1 | 0.19 |
| Leichtlehmschüttung | 6 | 0.07 | 235 | 1.7 | 0.83 |
| Holz | 9 | 0.13 | 600 | 2.1 | 0.70 |

Tabelle 10: Hüllflächen

| Wand Typ | Fläche [m²] |
|------------------|-------------|
| Fenster (Glas) | 1.5 |
| Fenster (Rahmen) | 0.4 |
| Außendecke | 13.9 |
| Außenwand | 11.8 |
| Innenwand | 33.8 |
| Innenboden | 12.7 |

Bekleidungsgrad

Die Wärmeisolationen (Clo) für Einzelkleidungsstücke wurden aus der ISO 9920 [52] entnommen. Es ist anzumerken, dass z.B. für einen Hüttenschlafsack keine Daten vorhanden waren, daher wurde hier ein langes Nachthemd verwendet. Für die Matratze wurde der clo-Faktor eines Autositzes angenommen.

Tabelle 11: Wärmeisolationen

| | |
|---|-------------|
| Ensemble Leicht | |
| T-shirt | 0.08 |
| Socken | 0.05 |
| Unterwäsche | 0.04 |
| Hüttenschlafsack (Nr. 350 Langes Nachthemd langer Arm) | 0.29 |
| Wolldecke (Kombi.: Nr. 193 Filzjacke 0.42 + Nr. 191 Filzhose 0.33) | 0.75 |
| Matratze | 0.25 |
| Summe | 1.46 |
| Ensemble Schwer | |
| Socken | 0.05 |
| Unterwäsche | 0.04 |
| Thermische Unterwäsche (Kombination: - Nr. 27 0.15 + Nr. 41 0.20) | 0.35 |
| Hüttenschlafsack (Nr. 350 Langes Nachthemd langer Arm) | 0.29 |
| 2x Wolldecke (Kombi.: Nr. 193 Filzjacke 0.42 + Nr. 191 Filzhose 0.33) | 0.75 |
| Matratze | 0.25 |
| Summe | 2.48 |

Wetterdaten

Die Wetterdatensätze TRY2015_474549113231_Wint.dat und TRY2015_474549113231_Somm.dat vom Deutschen Wetterdienst wurden kombiniert um ein extremes Jahr zu generieren. Dieser Datensatz wurde dann für die Simulationen verwendet.

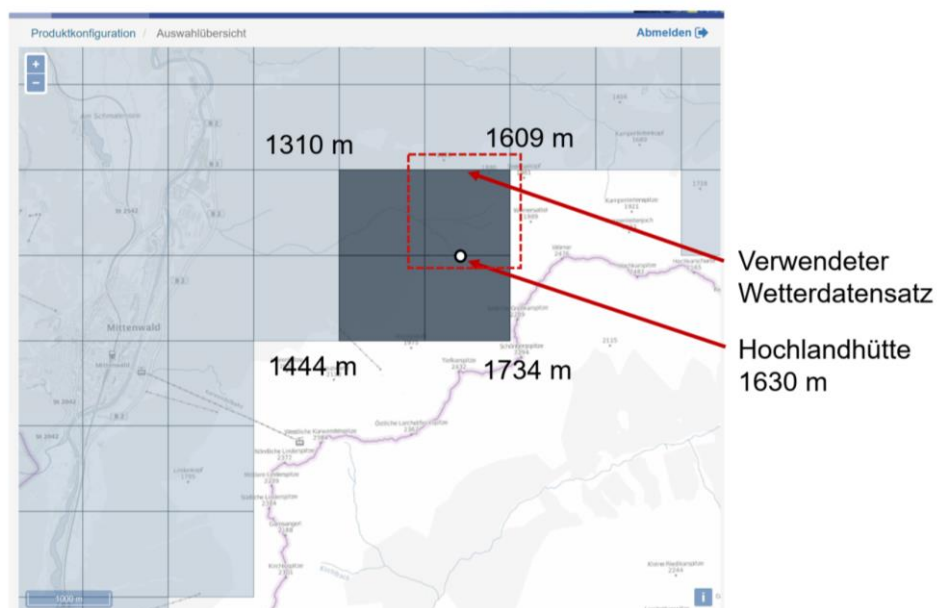


Abbildung 46: Homepage des DWD, Auswahl Wetterdatensatz

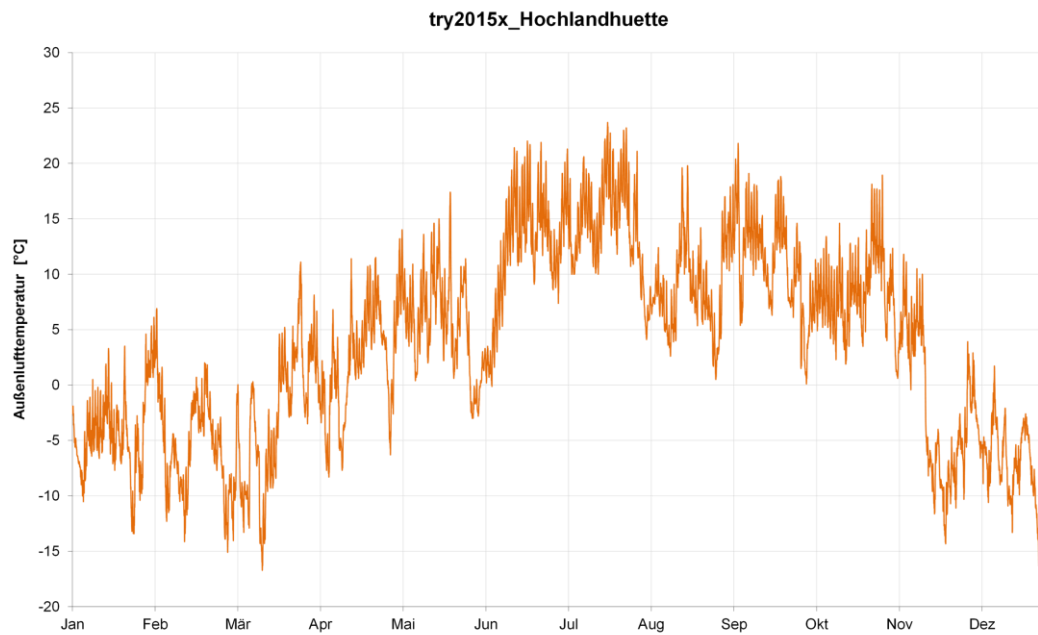


Abbildung 47: TRY2015 Extremes Jahr Außentemperaturen

Messung

Es wurde versucht parallel zu den Simulationen gemessene Daten zu Raumlufttemperatur und CO₂-Niveaus zu bekommen. Hierzu wurden Sensoren in der Bestandshütte von der Sektion gekauft und auch aufgehängt. Leider sind die Messdaten aufgrund von Fehlplatzierung nicht verwendbar. Das Ziel ist diese für weitere Untersuchungen Sektionsintern zu verwenden und/oder für weitere Optimierungen zu nutzen.

Verortung Innenraumsensoren

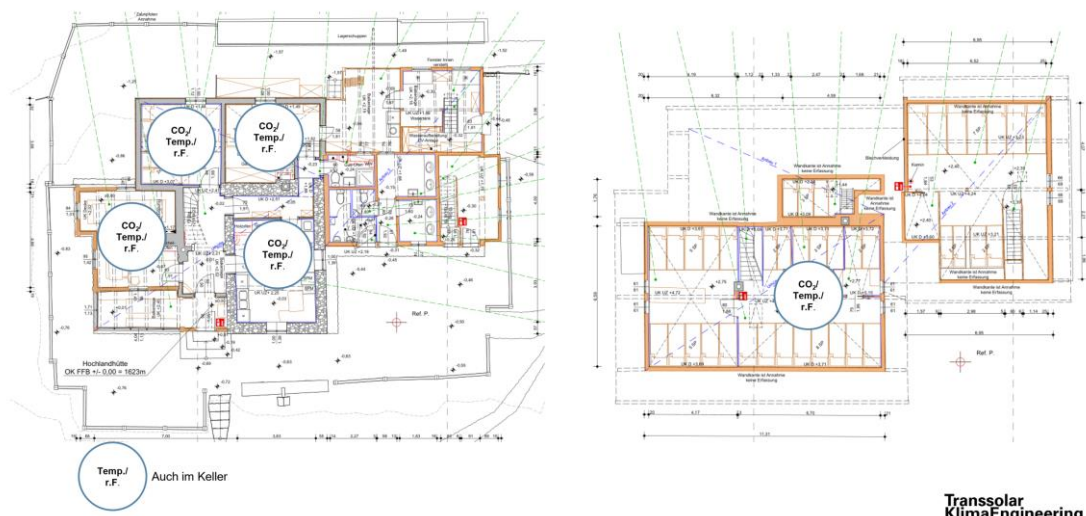


Abbildung 48: Geplante Verortung Sensoren EG u. 1. OG