

Masterarbeit

Energie Effizienz Design
Hochschule Augsburg

betreut von Prof. Dr.-Ing. Christian Bauriedel
Prof. Dipl.-Ing. Michael Schmid

verfasst von Stefan Schröder
und Sabrina Sommer
am 20.02.2020



Zurück in die Zukunft

ZN ☒



| | | |
|------------|---|-----------|
| 100 | Holz und Tradition | 6 |
| 101 | Geschichtliches | 8 |
| 102 | Bauen im Alpenvorland | 10 |
| 103 | Materialien | 20 |
| 200 | Minimalist House | 26 |
| 201 | Module und Kombinationen | 28 |
| 202 | Ansichten | 34 |
| 203 | Grundrisse | 42 |
| 204 | Funktionen im Innenraum | 56 |
| 205 | Schnitt | 62 |
| 300 | Technisches | 64 |
| 301 | Details | 66 |
| 302 | Anlagentechnik | 74 |
| 303 | Bauphysik | 80 |
| 304 | Ökobilanz und Recycling | 84 |
| 400 | Kosten und Finanzierung | 86 |
| 401 | Finanzierungskonzept und Förderungen | 88 |
| 402 | Kosten | 90 |
| 500 | Ausblick und Literatur | 92 |
| 501 | Das Modul und die Stadt | 94 |
| 502 | Literatur | 96 |



| | | |
|------------|---|-----------|
| 100 | Holz und Tradition | 6 |
| 101 | Geschichtliches | 8 |
| 102 | Bauen im Alpenvorland | 10 |
| 103 | Materialien | 20 |
| 200 | Minimalist House | 26 |
| 201 | Module und Kombinationen | 28 |
| 202 | Ansichten | 34 |
| 203 | Grundrisse | 42 |
| 204 | Funktionen im Innenraum | 56 |
| 205 | Schnitt | 62 |
| 300 | Technisches | 64 |
| 301 | Details | 66 |
| 302 | Anlagentechnik | 74 |
| 303 | Bauphysik | 80 |
| 304 | Ökobilanz und Recycling | 84 |
| 400 | Kosten und Finanzierung | 86 |
| 401 | Finanzierungskonzept und Förderungen | 88 |
| 402 | Kosten | 90 |
| 500 | Ausblick und Literatur | 92 |
| 501 | Das Modul und die Stadt | 94 |
| 502 | Literatur | 96 |



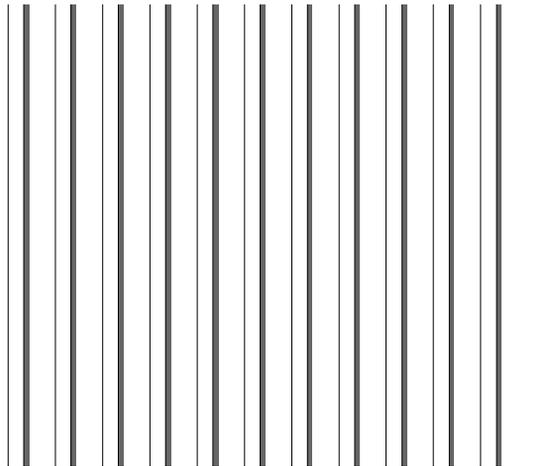
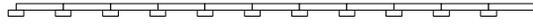
Von der Linie zur Fläche.

Das Bauen mit Holz hat eine lange Tradition. Seit Jahrtausenden wird Holz als Rohstoff für Konstruktionen, Gerätschaften und Bauten verwendet. Die Gründe dafür sind leicht nachzuvollziehen. Es ist leicht zu beschaffen, leicht zu bearbeiten und bei der richtigen Verwendung sehr langlebig. Den Anfang des Holzbaus beschrieben einfache Holzkonstruktionen im Naturkleid. Der Stamm und die Äste der Bäume wurden dafür nur wenig bearbeitet und mit einfachsten Mitteln verbunden. Mehr Werkzeuge ermöglichten eine stärkere Bearbeitung des Rohstoffs, was uns schließlich, über die Jahrhunderte hinweg, zu Bauelementen wie Balken, Bohlen und Brettern führte. Die für Gebäude benötigten Wände wurden mit Hilfe von Ständerkonstruktionen errichtet und ausgesteift. Füllmaterial diente zur Ausfachung der Zwischenräume. Die Entwicklung hin zu den benötigten Flächen wurden immer präsenter, wobei uns der heutige passgenaue Zuschnitt und die Verbindung mit Leim oder Holzdübeln die Herstellung von Holzflächen ermöglichen. Diese Flächen werden in Kreuzlagen verbunden und sind damit biegesteife Scheiben, welche Kräfte sowohl in horizontaler als auch vertikaler Richtung aufnehmen können. Zudem sind sie Konstruktion, Luft- und Winddichtheitsschicht, Wärmedämmung und Witterungsschutz in Einem. Sie vereinen thermische Speichermasse und Feuchteregulierung und schaffen ein angenehmes Raumklima. Schon heute könnten wir in Deutschland alle Gebäude aus Holz errichten, ohne die Wälder zu belasten. Im Gegenteil. CO₂ wird in der Konstruktion gebunden und leistet so einen erheblichen Beitrag im Kampf gegen den Klimawandel.

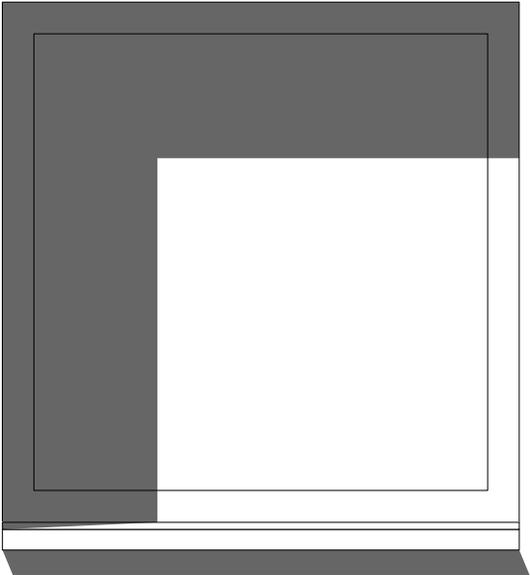


Im Alpenvorland prägten Höfe und Bauernhäuser das Landschaftsbild. Ergänzt wurden diese von den klassischen Scheunen, welche zur Aufbewahrung, Verarbeitung und Reinigung des Getreides dienten. Geplant wurde von den Bauern selbst, welche die Schober nach ihren Vorstellungen und mit einfachsten Mitteln und Materialien aus der Umgebung errichteten. Der Ortsbezug und die Eingliederung in die Landschaft war dadurch automatisch gegeben und die jahrelange Nutzung und Instandhaltung dieser Scheunen erhält uns einige dieser Bauten bis zum heutigen Tag.

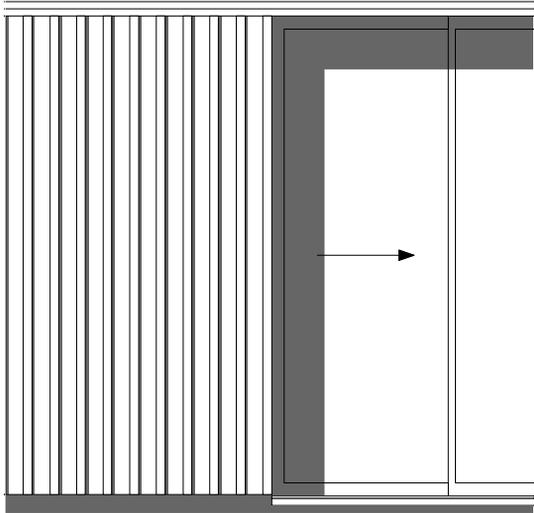














Moderne Traditionen

Diese traditionellen Scheunen können uns heute als Vorbilder für nachhaltiges Bauen dienen. Die einfache Deckelschalung ist nicht nur preiswert, sie ist langlebig und fügt sich zurückhaltend in die Umgebung ein. Der massive Sockel schützt sie vor Spritzwasser und die quadratischen Fenster sorgten damals schon für eine ausreichende Belüftung des trocknenden Getreides. Die großen Schiebeelemente dienten als Scheunentore für Geräte und sind durch ihre massiven Eisenbeschläge und die einfach konstruierten Laufschiene für die Ewigkeit gemacht. Auch der Hang wurde genutzt, indem sowohl der tiefer liegende als auch der höher gelegene Raum mit Öffnungen zum Be- und Entladen versehen wurden. Eine moderne Reinterpretation dieser Elemente ermöglicht uns heute die Umsetzung eines nachhaltigen Wohnkonzeptes. Dieses kann Generationen überdauern und besinnt sich zurück auf unsere kulturellen Wurzeln. Mit einfachen Mitteln und hochwertigen Materialien wird so Wohnraum geschaffen, der mit seiner Qualität und Langlebigkeit überzeugt.

Holz ist Heimat.

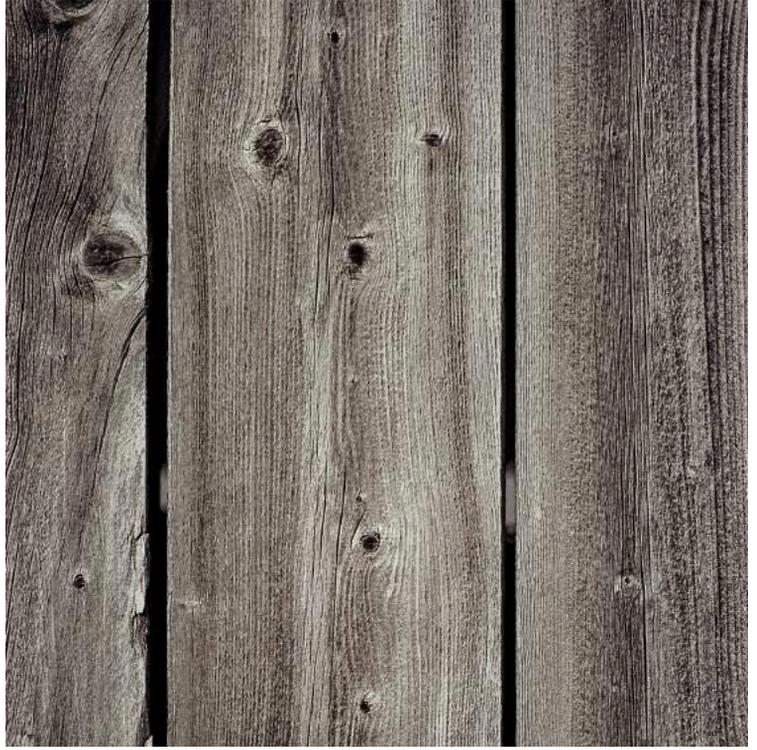
Hier in der Region geschnitten und verarbeitet, speichert es nicht nur große Mengen an CO₂, sondern verhindert durch die kurzen Transportwege weitere Emissionen. Holz steht auch anderen Baumaterialien in Nichts nach. Es kann längs der Faser enorme Zug- und Druckkräfte aufnehmen, was bei kreuzlagig verbundenen Elementen eine enorme Belastbarkeit in beide Richtungen bedeutet. Brandschutztechnisch ist Holz ein wahres Wunder der Natur. Holz brennt sehr langsam und gleichmäßig ab, wodurch sich das Abbrandverhalten sehr gut berechnen lässt. Zusätzlich bildet sich beim Brand eine Kohleschicht auf der Oberfläche des Holzes, welche wie eine Schutzschicht vor Hitze und Feuer wirkt und die Abbrandgeschwindigkeit verringert. Im Außenbereich altert Holz in Würde. Durch die Bewitterung versilbern die Fassaden und gliedern sich in dezentem grau perfekt in ihre Umgebung ein.

Holz ist Raumklima.

Die wärmedämmende Eigenschaft von Holz schützt vor Kälte und ermöglicht wärmebrückenfreie Systeme. Dadurch gibt es keine Schwachstellen in der Konstruktion und Schimmelbildung ist ausgeschlossen. Ganz im Gegenteil: Holz ist ein Feuchteregulator. Das Material nimmt überschüssige Feuchte verformungsfrei auf und gibt sie bei trockener Luft wieder an den Raum ab. Im Sommer wie im Winter puffert das Holz die Wärme. Es nimmt über dreimal länger Wärme auf als eine Ziegelkonstruktion und sogar achtzehnmal länger als eine Leichtbaukonstruktion. Wer massiv bauen möchte ist mit einer Massivholzkonstruktion also nicht nur energetisch sondern auch raumklimatisch bestens bedient. Zu guter Letzt ist die Wohnqualität natürlich maßgeblich von der Akustik abhängig. Die Wand selbst bietet durch ihre Massivität einen hervorragenden Luftschallschutz. Die simplen Konstruktionsaufbauten und die genaue Vorfertigung ermöglichen ein passgenaues Einsetzen von Fenstern und Türen. Hierdurch können die Schallemissionen in den Innenraum auf ein Minimum reduziert werden. Durch Entkopplungssysteme ist auch die Umsetzung der raumakustischen Anforderungen bezüglich Tritt- und Luftschall ein Kinderspiel.

Dringen wie Draußen.

Holz schafft durch seine natürliche Oberfläche und angenehme Haptik ein Gefühl von Wärme und Wohlbefinden. Man kann es nicht nur Fühlen, sondern auch riechen. Die gedeckte Farbe des Holzes, gliedert sich wunderbar in die natürliche Umgebung ein und sorgt für eine stimmungsvolle Raumatmosphäre. Man holt sich die Natur mit all seinen guten Eigenschaften ins Haus.

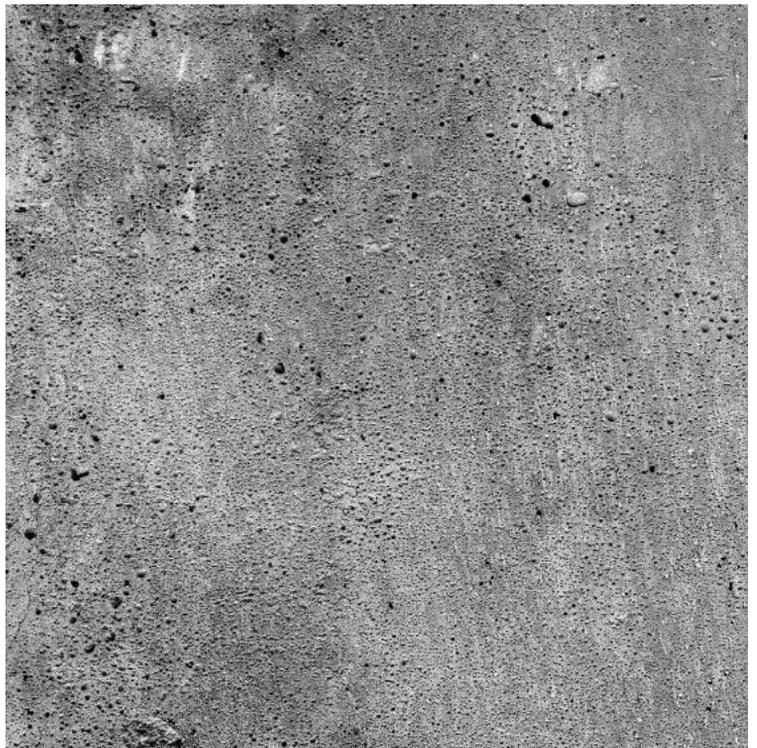


Gegossener Stein.

Beton ist ein Kunststein, der durch seine Herstellungsweise jede erdenkliche Form annehmen kann. Dies ist eine sehr effiziente Art der Materialverwendung, denn es gibt weder Verschnitt, noch Bruch, welcher nicht verwendet werden kann. Der Stein ist vor Witterungseinflüssen gefeit und hält bei fachgerechter Verarbeitung weit über 100 Jahre. Durch die Witterungseinflüsse bildet auch dieser mit der Zeit einen Charakter und im ständigen Wechsel zwischen Nass und trocken wandelt sich der Stein mit der Umwelt.

Warme Kühle.

Beton hat wie Holz eine große Speichermasse, jedoch eine stärkere Wärmeleitfähigkeit. Dies bedeutet, er kann Wärme schneller aufnehmen und auch schneller wieder abgeben. Wer Angst vor kalten Füßen hat kann aber beruhigt sein. Die hohe Wärmeleitfähigkeit und Speichermasse des Betons lassen ihn, in Kombination mit einer Fußbodenheizung, die Wärme sehr gleichmäßig an die Umgebung und damit auch an die Füße abgeben. Stellen Sie sich einfach vor Sie spazieren im Sommer über einen von der Sonne erwärmten Fels. Apropos Sommer. Zu dieser Jahreszeit spielt Beton mit seiner Speichermasse einen weiteren Trumpf aus. Dieser nimmt, wie die Holzaußenwände, die Wärme der Umgebung auf und verhindert damit die Überhitzung des Gebäudes. Auch im Schall und Brandschutz ist der massive Baustoff ein echter Alleskönner. Die Massivität lässt sich nur schwer in Schwingungen versetzen und das zementhaltige Gemisch ist absolut nicht brennbar.



Damals und heute.

Zink ist eines der ältesten Dacheindeckungsmaterialien. Ganz Paris befindet sich unter einer Haube aus Zink und das aus gutem Grund. Das Material ist extrem leicht, sodass es heute auch gern für Sanierungen von denkmalgeschützten Dächern mit geringer Traglast verwendet wird. Es lässt sich sehr leicht bearbeiten und ist zudem schlag- und witterungsfest. Natürlich gehen auch an einem Metall die Jahre nicht spurlos vorbei. Mit der Zeit bildet das Zinkdach eine lebendige Patina, die in Naturtönen erstrahlt. Am Ende seines Lebens kann es fast zu 100% recycelt werden. Damit ist es nicht nur langlebig, sondern auch ressourcenschonend. Die moderne Stehfalzdeckung betont dabei in schlichter Manier die Bauform der Gebäude und gliedert sich farblich hervorragend ins Gesamtbild der Materialien ein.





| | | |
|------------|---|-----------|
| 100 | Holz und Tradition | 6 |
| 101 | Geschichtliches | 8 |
| 102 | Bauen im Alpenvorland | 10 |
| 103 | Materialien | 20 |
| 200 | Minimalist House | 26 |
| 201 | Module und Kombinationen | 28 |
| 202 | Ansichten | 34 |
| 203 | Grundrisse | 42 |
| 204 | Funktionen im Innenraum | 56 |
| 205 | Schnitt | 62 |
| 300 | Technisches | 64 |
| 301 | Details | 66 |
| 302 | Anlagentechnik | 74 |
| 303 | Bauphysik | 80 |
| 304 | Ökobilanz und Recycling | 84 |
| 400 | Kosten und Finanzierung | 86 |
| 401 | Finanzierungskonzept und Förderungen | 88 |
| 402 | Kosten | 90 |
| 500 | Ausblick und Literatur | 92 |
| 501 | Das Modul und die Stadt | 94 |
| 502 | Literatur | 96 |



M und E

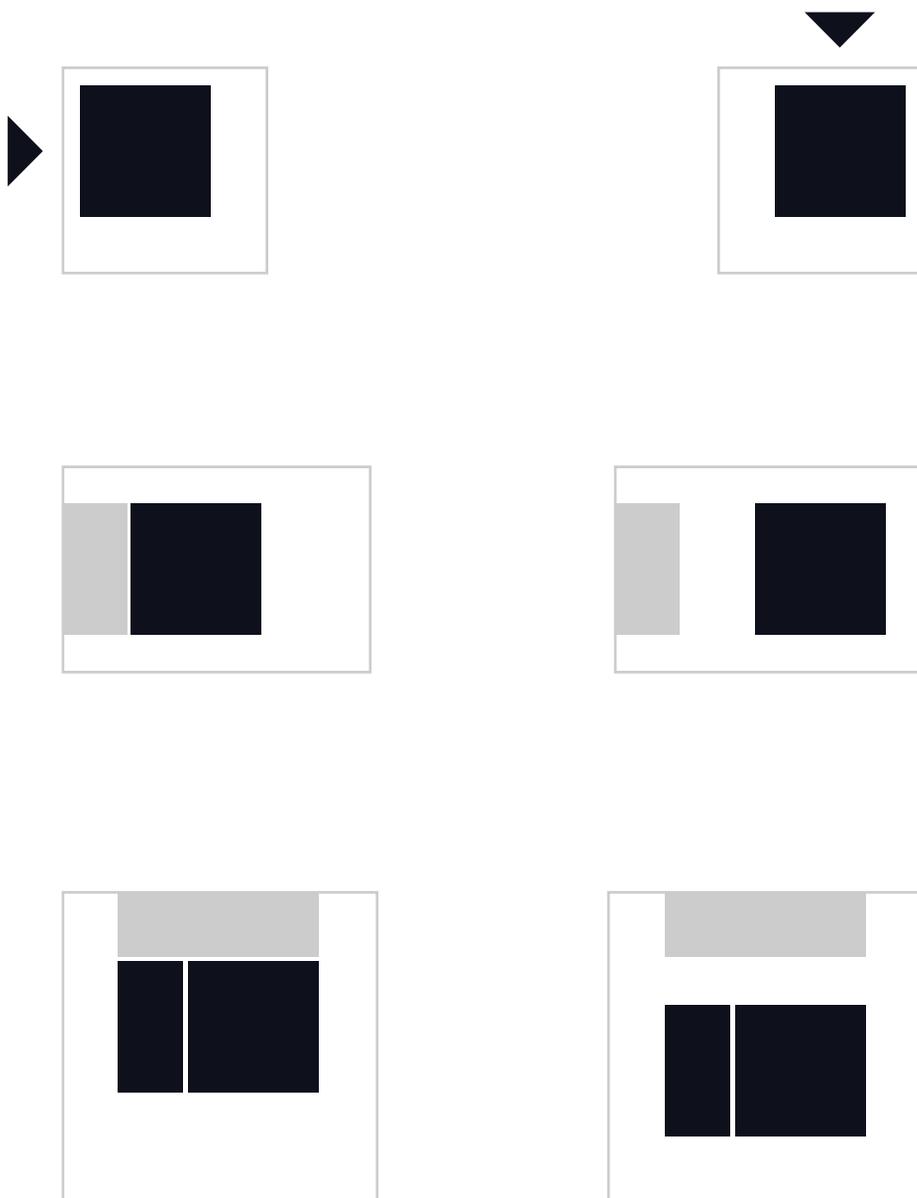
Das Konzept des Minimalist House besteht aus dem quadratischen Basismodul M und dem Erweiterungsmodul E, welches genau halb so breit ist wie das Quadrat. Das Basismodul bietet dabei Platz für ein Pärchen; in der eingeschossigen Variante sogar für 2 Erwachsene und 1 Kind auf ca. 80m² Wohnfläche. Das Erweiterungsmodul ist absolut flexibel und bei seiner kompakten Größe entweder eine Singlewohnung oder die Erweiterung des Basismoduls für ca. 40m² mehr Wohnfläche.

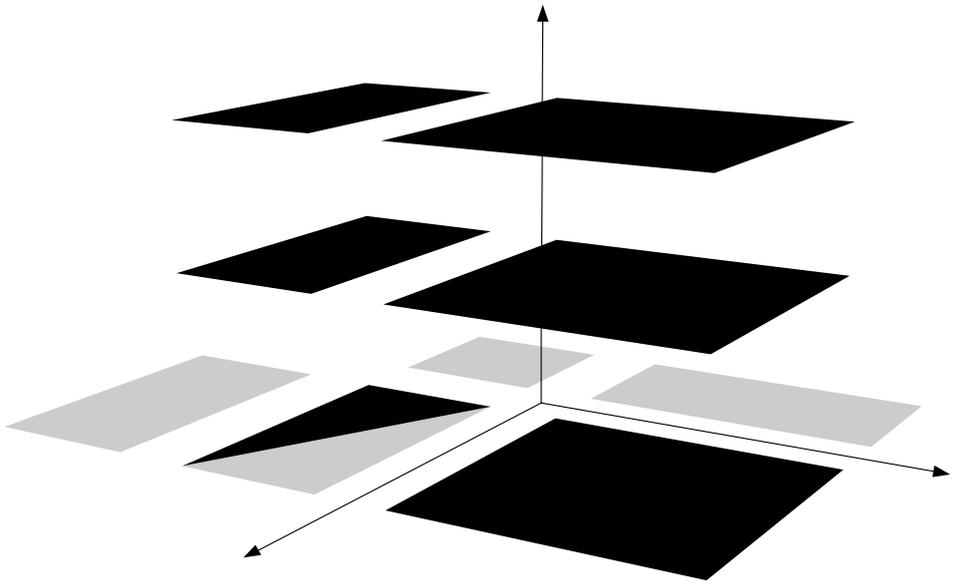
Die Abmessungen dieses Erweiterungsmodul sind perfekt für unbeheizte Anbauten, wie beispielsweise eine Garage, eine Werkstatt, eine Loggia und vieles mehr. Die Geometrie erlaubt einen nahtlosen Zusammenschluss der Module, woraus sich jedermann sein individuelles Haus, nach seinen Bedürfnissen, zusammenstellen kann.

Kompaktheit schont Umwelt und Geldbeutel

Die kompakte Bauform versiegelt möglichst wenig Fläche und generiert maximalen Wohnraum. Das kommt der Umwelt und dem Geldbeutel zu Gute, denn bei einer üblichen Grundflächenzahl von 0,4 kann das Grundstück mit diesem Gebäude kleiner ausfallen.

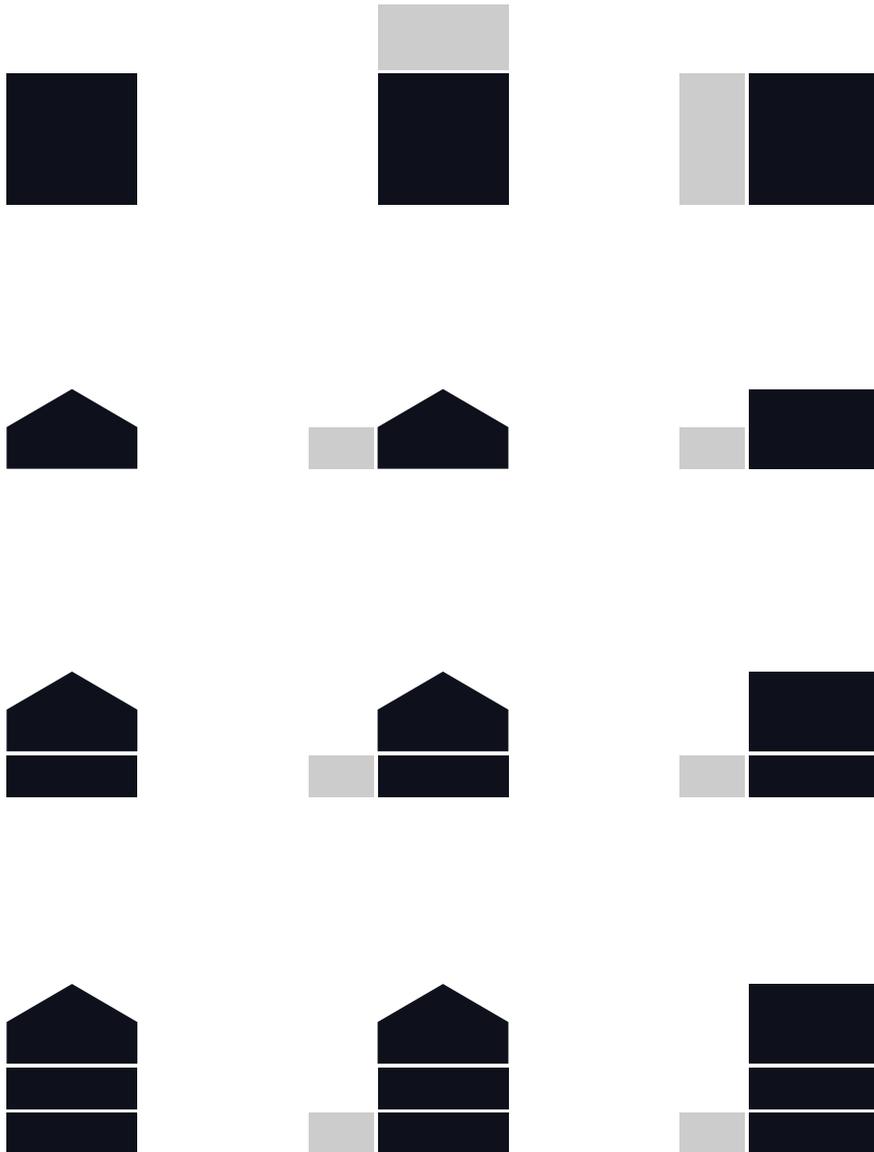
Durch die quadratische Grundform der Module lässt es sich auf nahezu allen Grundstücken realisieren. Die freie Drehbarkeit garantiert die perfekte Ausrichtung zur Sonne. Zusätzlich kann an das Gebäude das unbeheizte Erweiterungsmodul sowohl im Westen als auch im Norden angebaut werden. Mehr Wohneinheiten bedeuten meist auch mehr erforderliche Stellplätze. Das sehr einfach konstruierte unbeheizte Erweiterungsmodul ermöglicht eine einfache Anpassung der Länge an die Gebäudekubatur. Auch im Inneren des E-Moduls kann es individuell auf die Bedürfnisse der Bewohner abgestimmt werden, freistehend als Solitär, oder an das Gebäude angebaut.





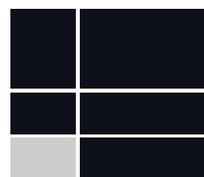
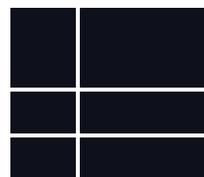
Die 3 Achsen der Erweiterbarkeit

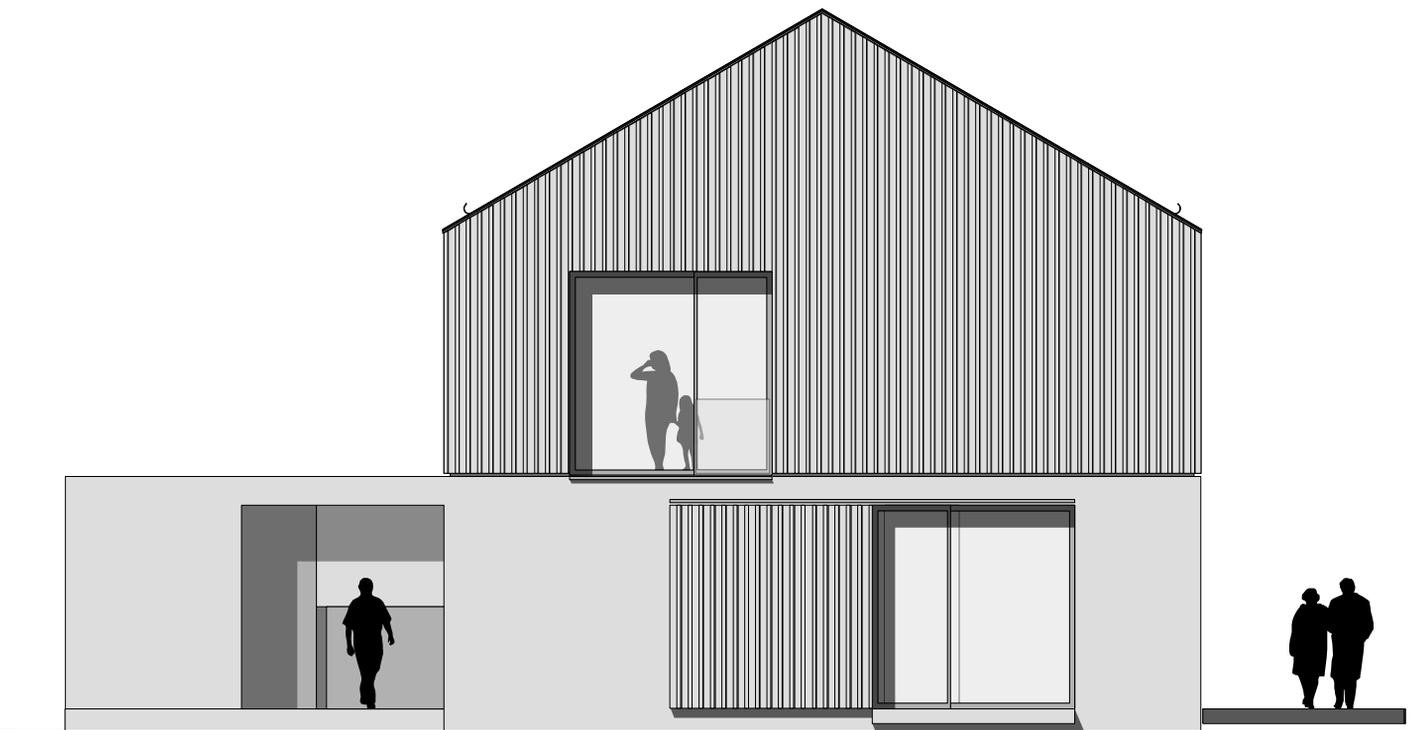
Nun lassen sich die Module natürlich nicht nur aneinanderreihen, sondern auch stapeln. Die Isometrie zeigt hier die unterschiedlichen Erweiterungsmöglichkeiten in Richtung Nord, West und in die Höhe. Üblicherweise sind in Wohngebieten nach Bebauungsplan maximal 3 Geschosse möglich. Daraus ergeben sich bereits unzählige Möglichkeiten mit den zwei Modulen.



Lego für Große!

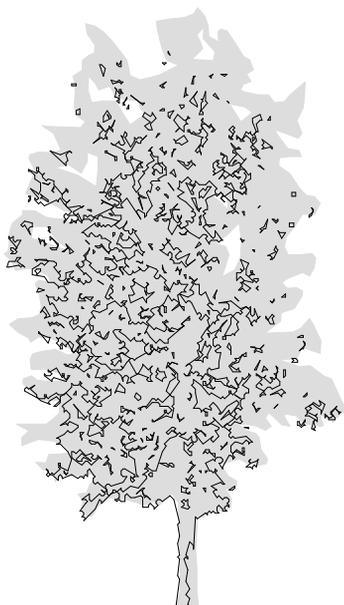
Hier werden die Erweiterbarkeiten und Kombinationsmöglichkeiten der beheizten und unbeheizten Module über alle 3 Geschosse gezeigt. Hieraus ergeben sich bereits 18 Möglichkeiten sein Haus zu gestalten, vom eingeschossigen Bungalow bis zum dreigeschossigen Mehrfamilienhaus ist alles möglich!

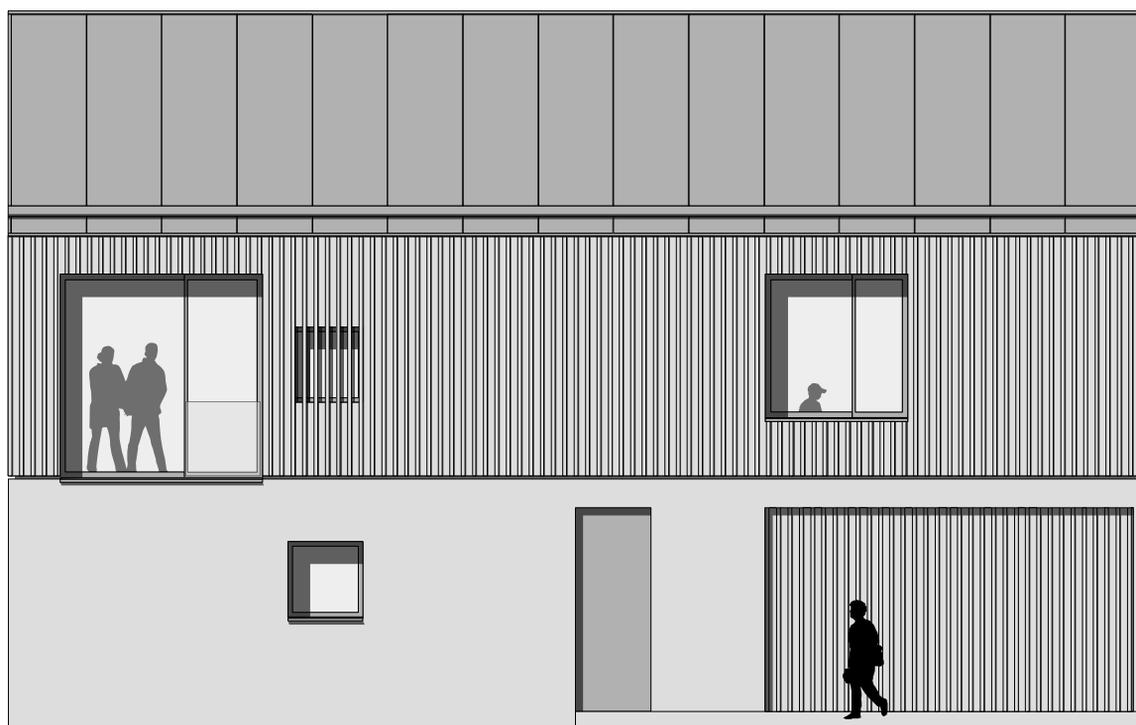


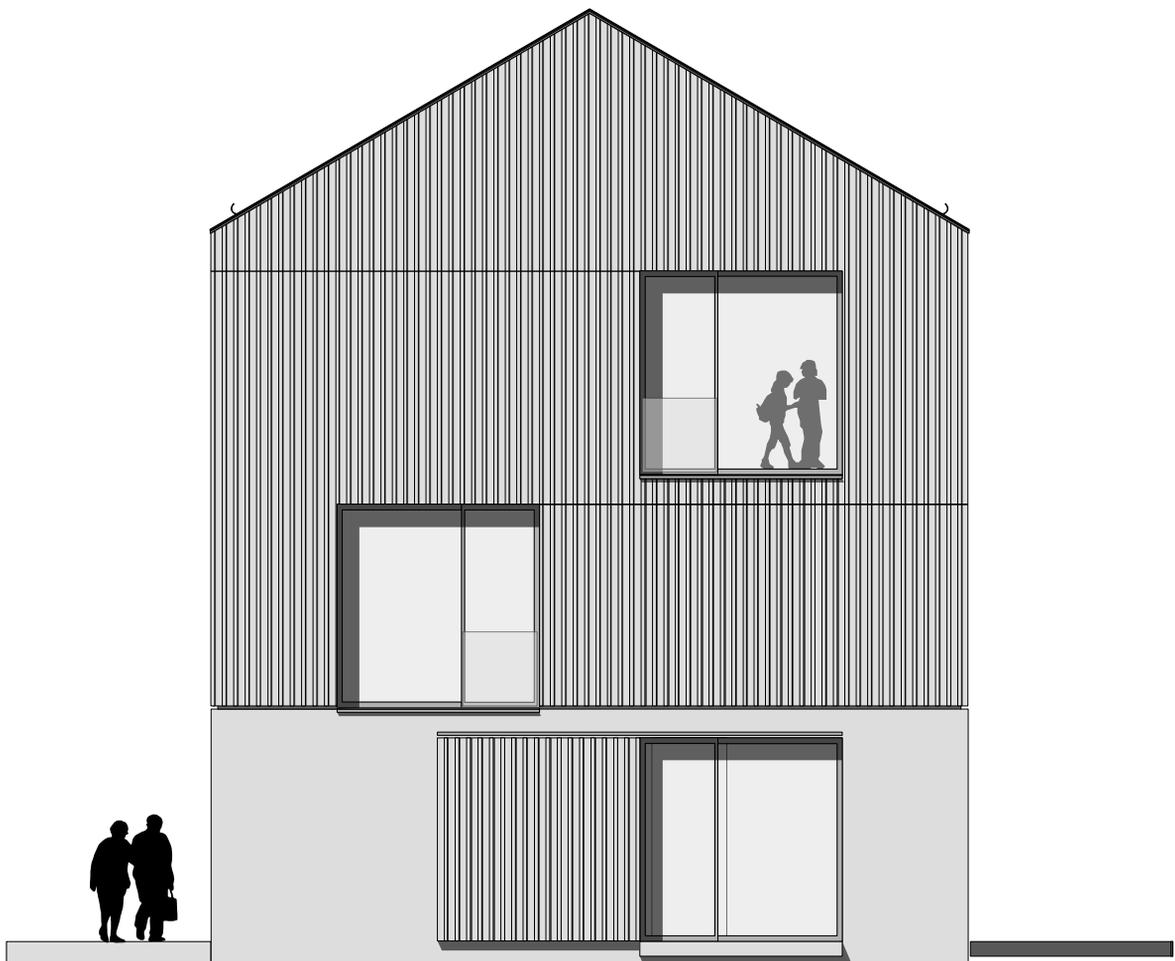


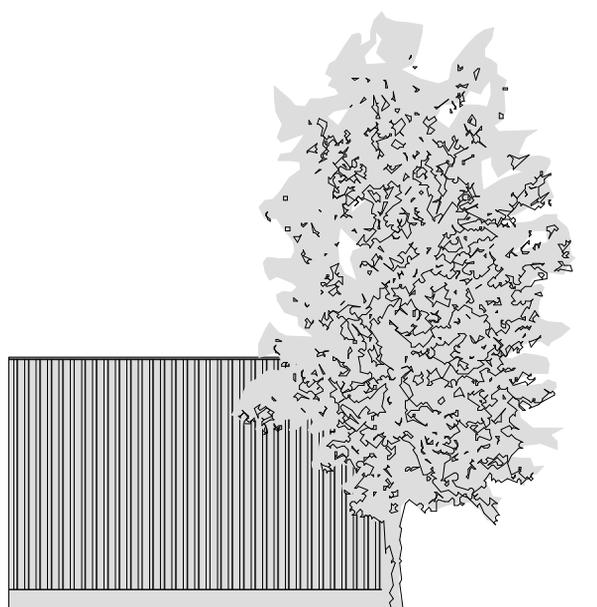
Wald und Fels

Die reduzierte Formensprache und die natürlichen Materialien der Module gliedern sich optimal in die landschaftliche Umgebung des Alpenvorlandes ein. Dabei sind nach Bauherrenwunsch sogar ganze Geschosse aus Beton möglich, welche dem Haus nicht nur einen modernen Charakter verleihen, sondern auch den konstruktiven Holzschutz gewährleisten. Die Grundelemente funktionieren alle nach dem gleichen Prinzip, jedoch ist dies weder auf den ersten noch auf den zweiten Blick erkennbar. Die großen quadratischen Fensterelemente ordnen sich abwechslungsreich in der Fassade an und generieren ein stimmiges Gesamtbild.

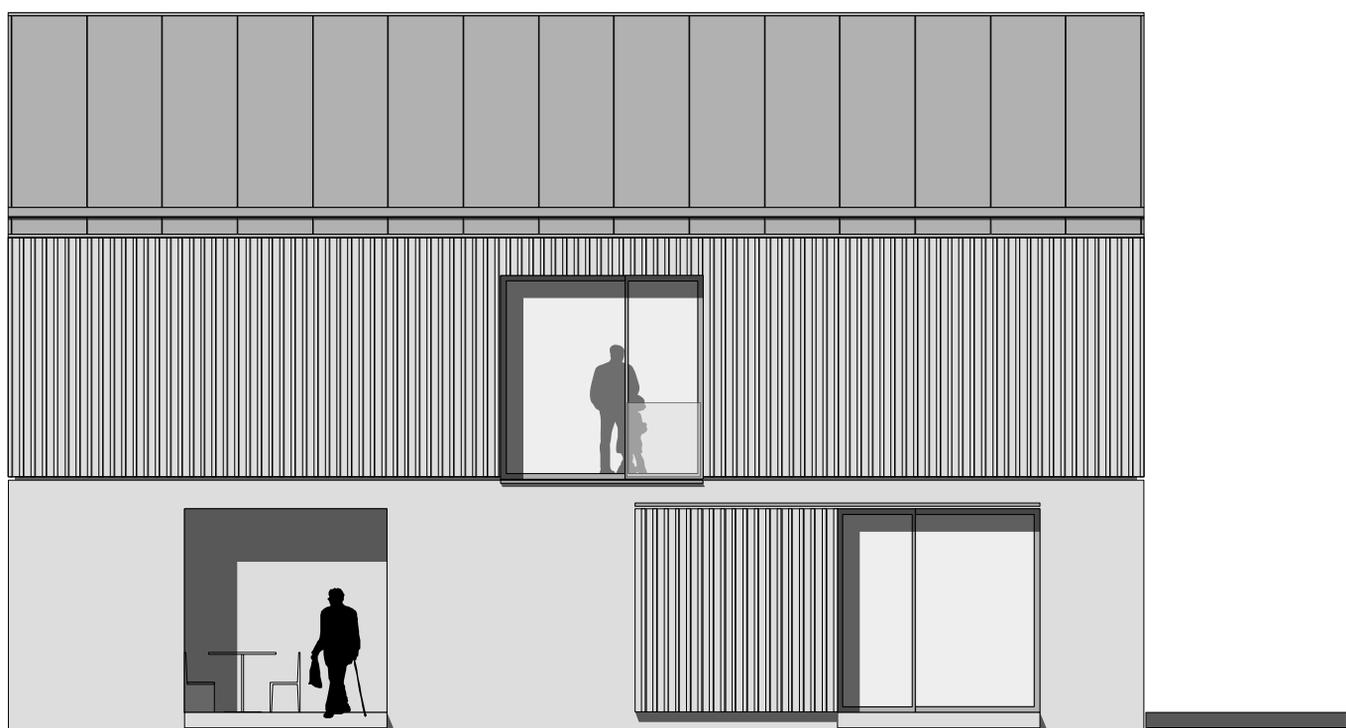








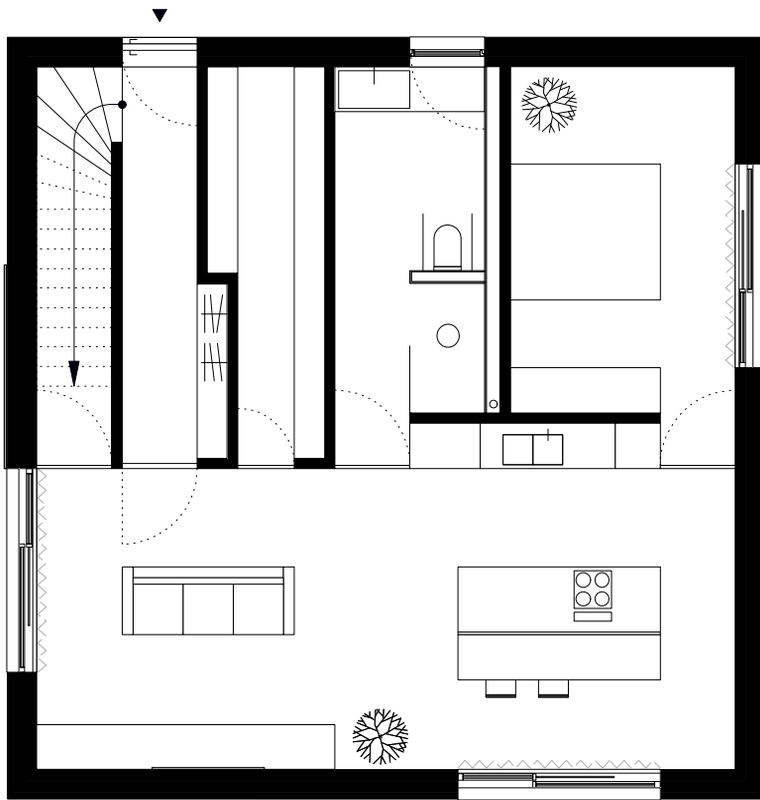






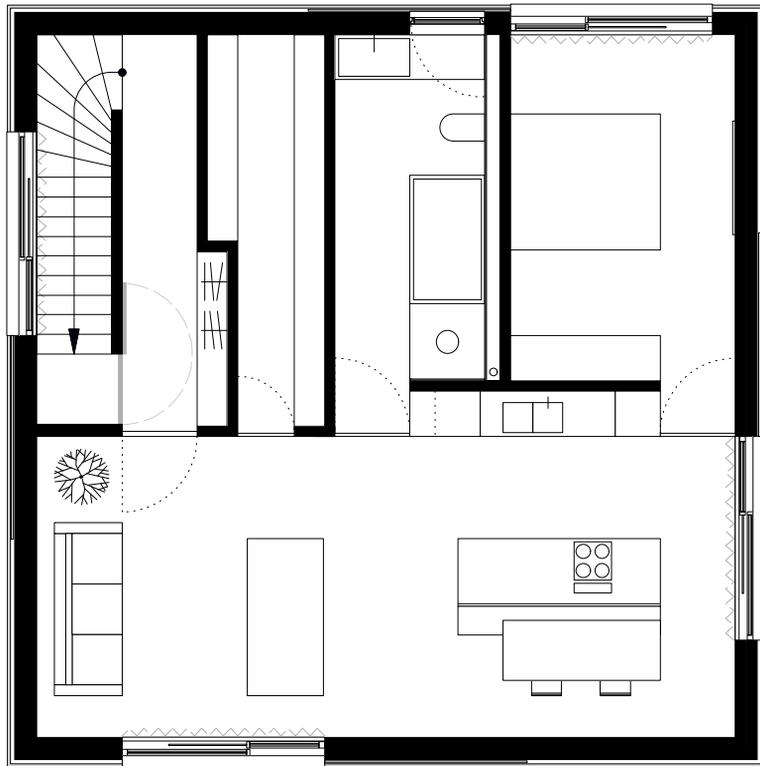
Zonierung

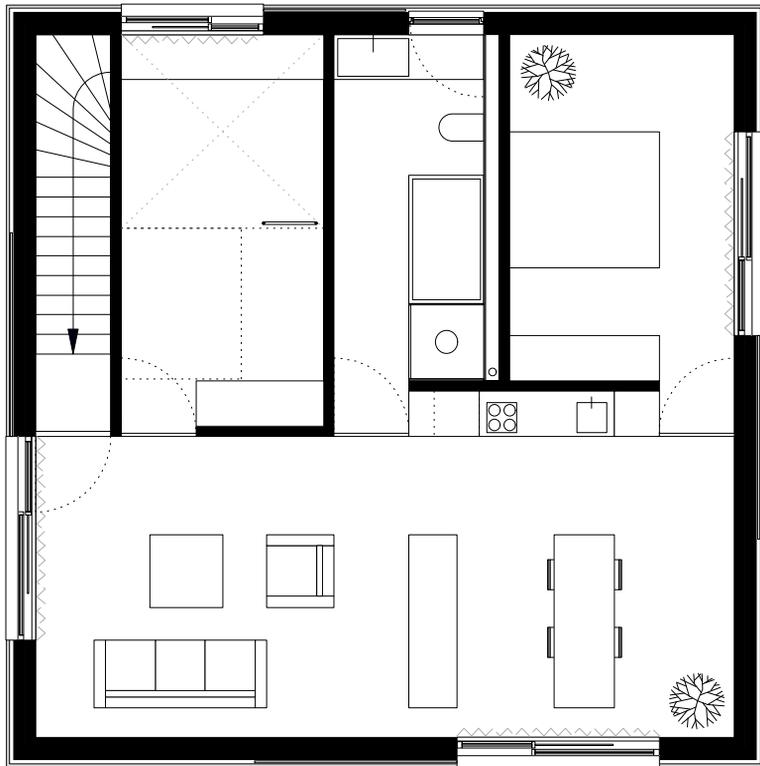
Um auch im Gebäude modular agieren zu können, wird das Gebäude in Zonen unterteilt. Dabei werden im Norden feste Zonen integriert, die die Erschließung und die Wasserversorgung im Gebäude garantieren. Die Zusammenfassung von unterschiedlich temperierten Zonen spart Heizkosten und die kompakte Leitungsführung Baukosten. Ein weiteres Element ist das Möbel, welches die Zonen trennt und in diesem zentralen Bereich optimal für Stauraum geeignet ist. Der südliche Raum, sowie der westliche Anbau bleiben dadurch frei von störenden Elementen und bieten helle flexible Bereiche, die nach den Wünschen der Bauherren gestaltet werden können.

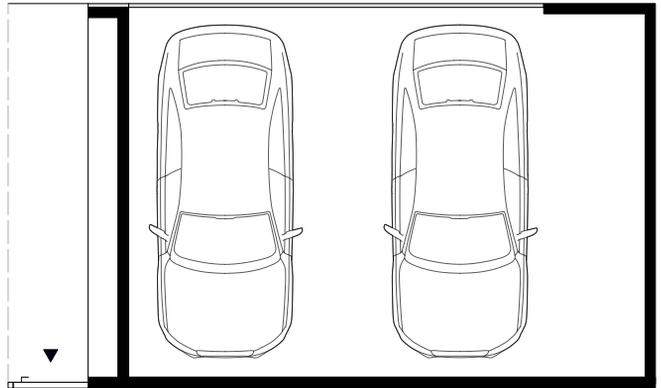
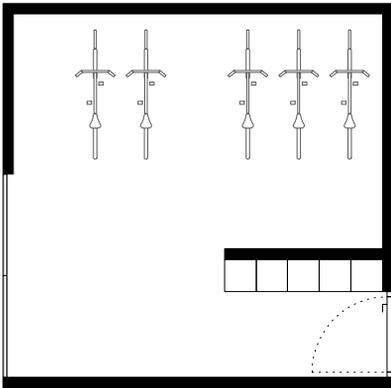
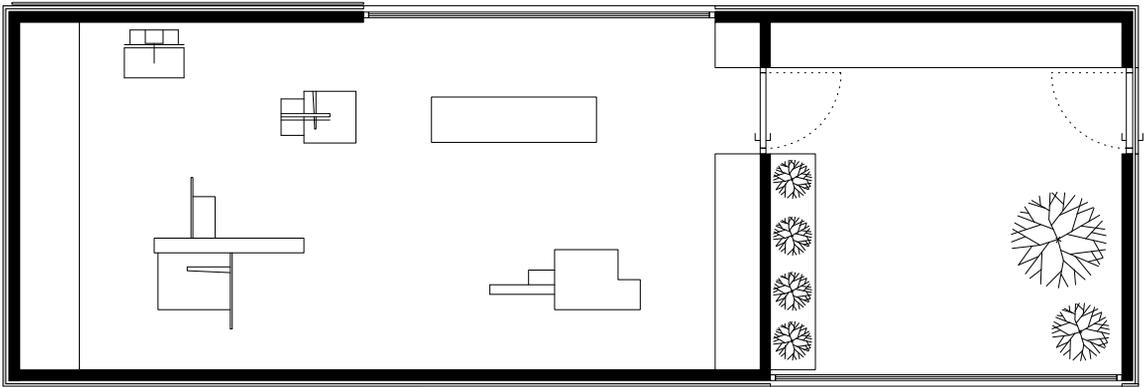


Modul M

Von Norden erschlossen öffnet sich nach dem Durchschreiten der 2,7m hohen Eingangstür ein schlicht gestaltetes Treppenhaus aus Beton. Pendelleuchten, welche von der darüberliegenden Treppe abgehangen sind betonen die Vertikalität und ziehen die Bewohner förmlich nach oben, um zu erkunden was sich am Ende dieses Ganges befindet. Der Flur wird von zwei Holzwänden flankiert, die einen schönen Kontrast zum rohen Estrichfußboden darstellen. Zur Linken öffnet sich die Wand quadratisch und gewährt das Ablegen von Jacke und Schuh. Nach dem Öffnen der Wohnungstür begrüßt ein lichtdurchfluteter Wohn- und Essbereich die Bewohner. Der nach Süden ausgerichtete Raum erstreckt sich über die ganze Breite des Hauses. Zurückhaltend gestaltet findet man nur wenige Elemente in dem Raum vor. So beschränkt sich das Mobiliar auf eine Wohnwand mit Couch, eine Kochinsel mit angestelltem Esstisch und 2 Stühle. Die Küche befindet sich direkt hinter der Kochinsel, doch sind nur wenige Elemente in dem eingesetzten Quadrat sichtbar. Türen, Schränke und andere Einbauten verschwinden in der durchgehenden Rückwand und verraten nicht was sich dahinter befindet. Mit einer Schwingtüre können durch das Möbel hindurch Badezimmer und Schlafzimmer erschlossen werden. Das Badezimmer bietet die Möglichkeit zum barrierefreien Ausbau, ebenso wie die Küche, welche großzügig umfahren werden kann. Das Schlafzimmer bietet viel Stauraum und ein großes Doppelbett, von welchem durch ein raumhohes Fenster ein großzügiger Blick in die Natur genossen werden kann. Im Spiel mit den Materialien sind dem Bauherren keine Grenzen gesetzt. Ob Holzboden und Betonwände oder Estrichboden mit Holzwänden, das Wechselspiel kann unterschiedlichste Raumeindrücke realisieren, die alle eines gemeinsam haben. Das Wohnen in und mit der Natur.

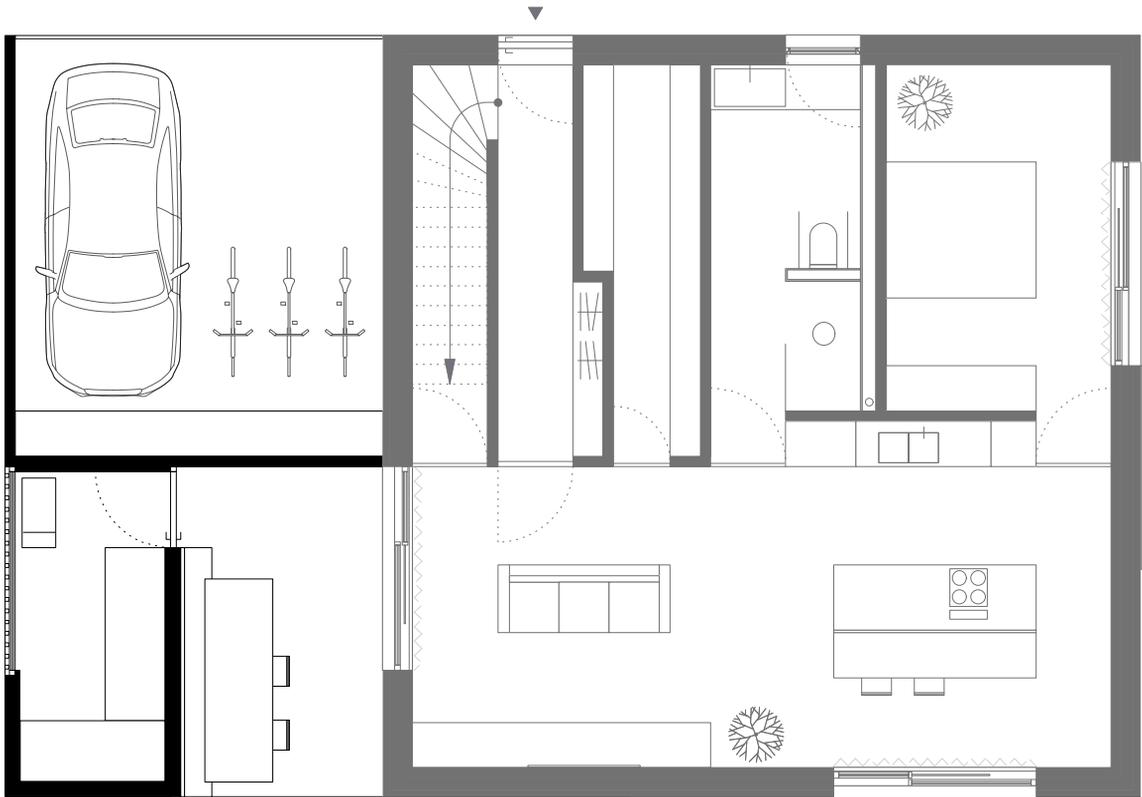


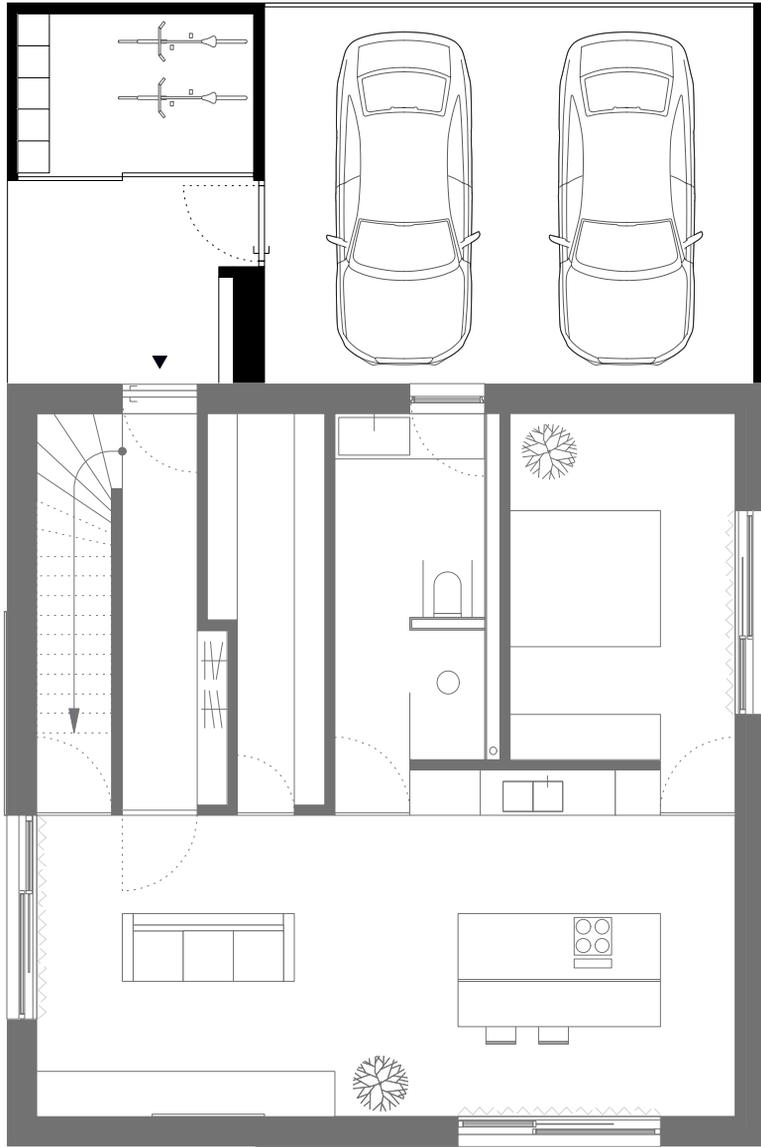




Erweiterungsmodul E

Zur Erweiterung des Basismoduls M stehen ganz nach individuellem Bedarf mehrere Anbaumöglichkeiten zur Verfügung. Das unbeheizte Erweiterungsmodul bietet Platz für Autos, Fahrräder, Mülltonnen, eine Werkstatt oder sogar eine Sauna. Durch seine Abmessungen kann es sowohl im Norden als auch im Westen an das Gebäude angesetzt werden oder aber allein als Solitär auf dem Grundstück stehen. Je nach Anforderung ist es aus Holz oder Beton realisierbar und gliedert sich damit perfekt in die Umgebung ein. Durch seine einfache Konstruktion ist es jederzeit flexibel erweiterbar. Energieautark mit Hilfe von Photovoltaikpaneelen eignet es sich auch als Ladestation für Elektroautos oder den Betrieb einer Elektroheizung für eine Werkstatt.

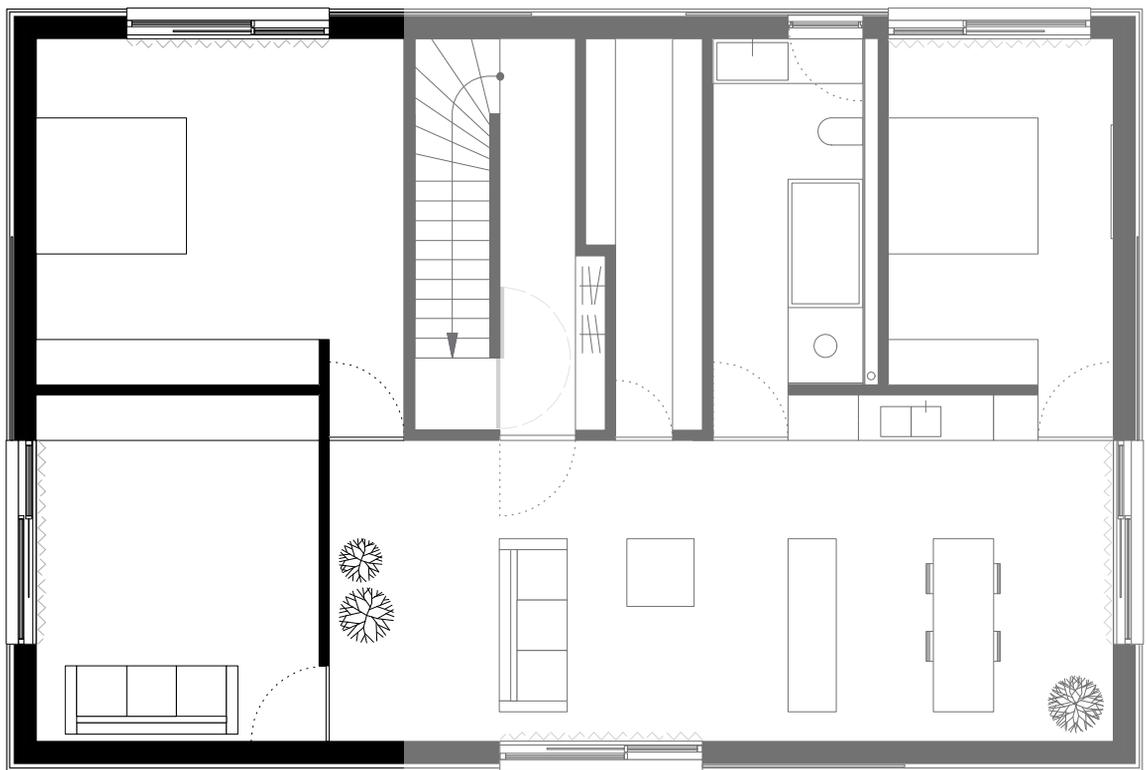


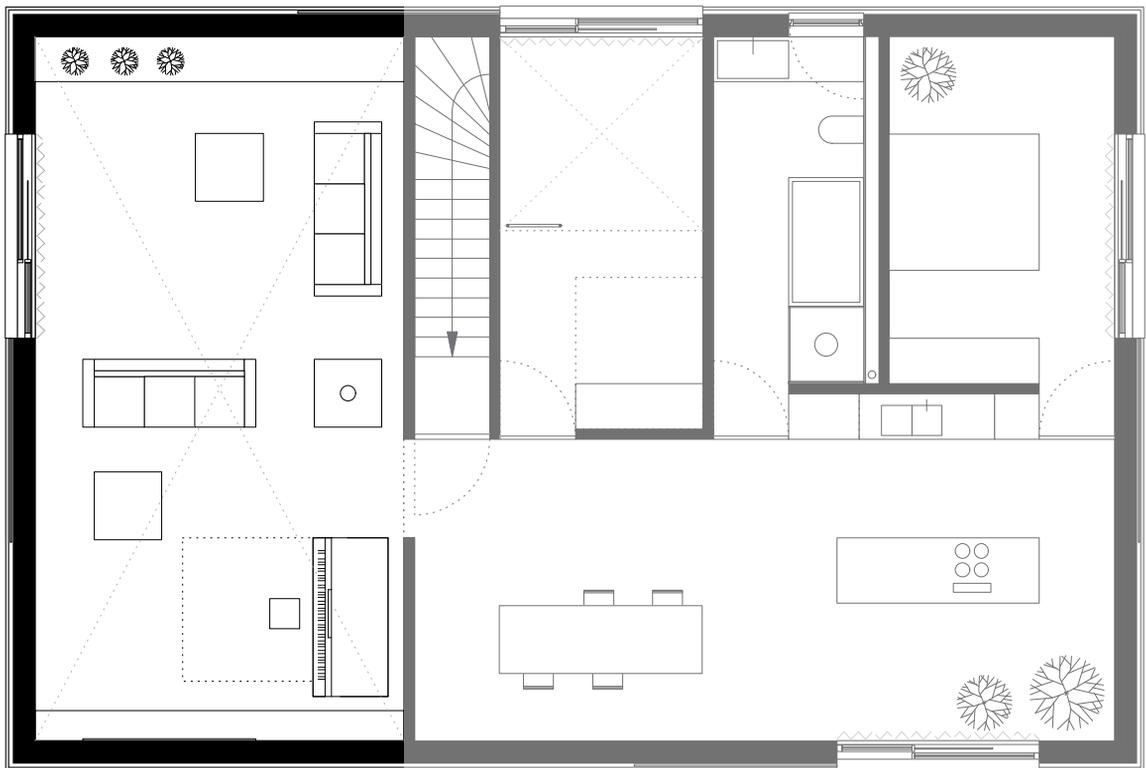


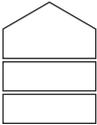


Flexible Wohnraumerweiterung

Das Erweiterungsmodul E ist ebenfalls Wohnraumerweiterung. Der flexible Anbau bietet sogar Platz für eine Einliegerwohnung. Alternativ dazu kann der Wohnraum des M Moduls mit zusätzlichen Zimmern bestückt werden, sodass auch auf einer Ebene eine ganze Familie Platz findet. Für Kunden mit besonderen Hobbies, findet sich dabei auch Platz für einen Billardtisch, ein Heimkino oder sogar einen Konzertflügel. Die Fortführung des Wohnraums wird wiederum mit großzügigen Fensterflächen lichtdurchflutet. Dachfenster bieten blendfreies Licht und betonen die Höhe des offenen Dachspitzes.

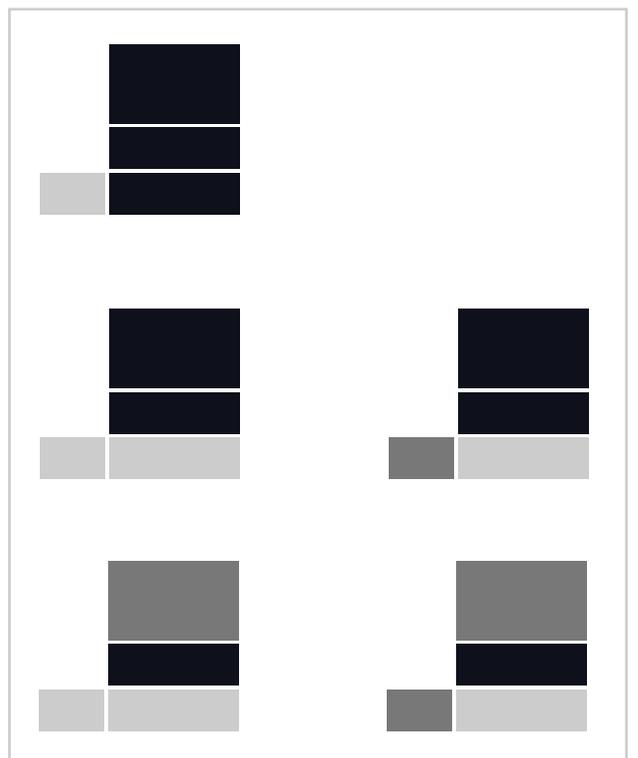
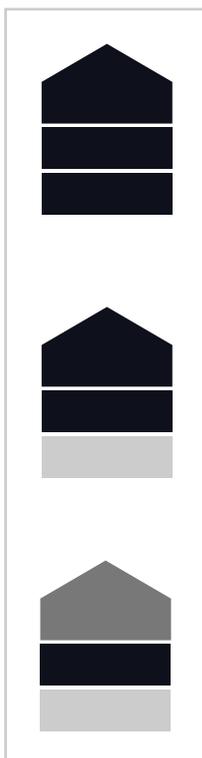
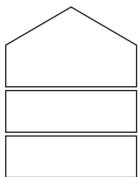
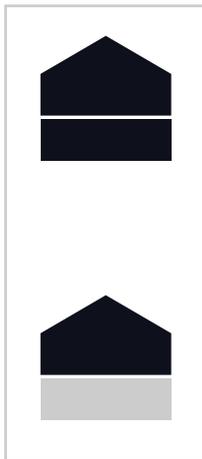
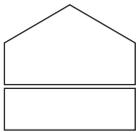
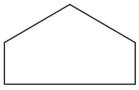
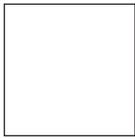


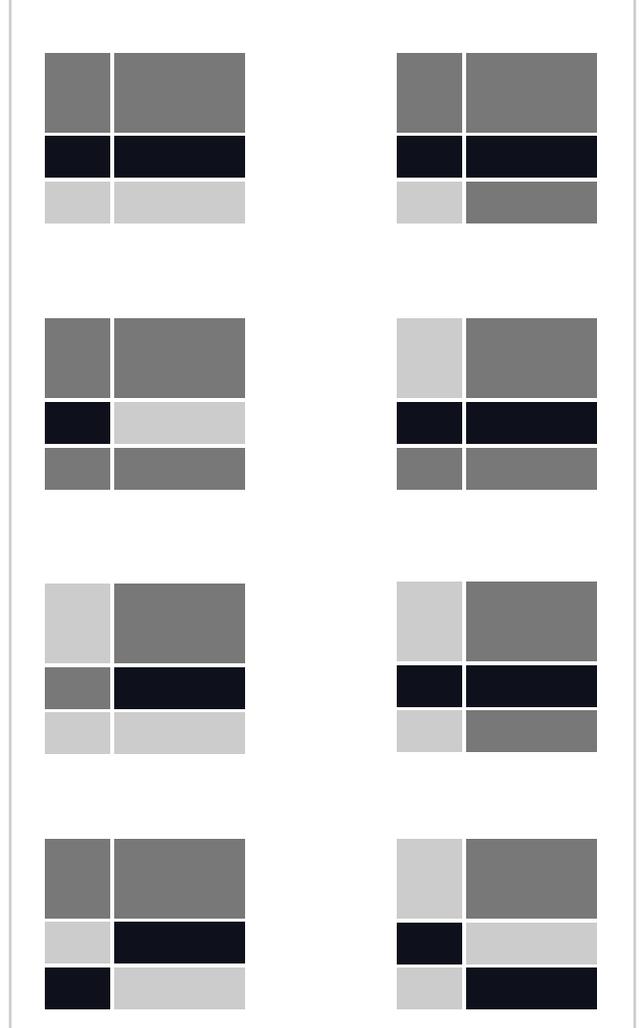
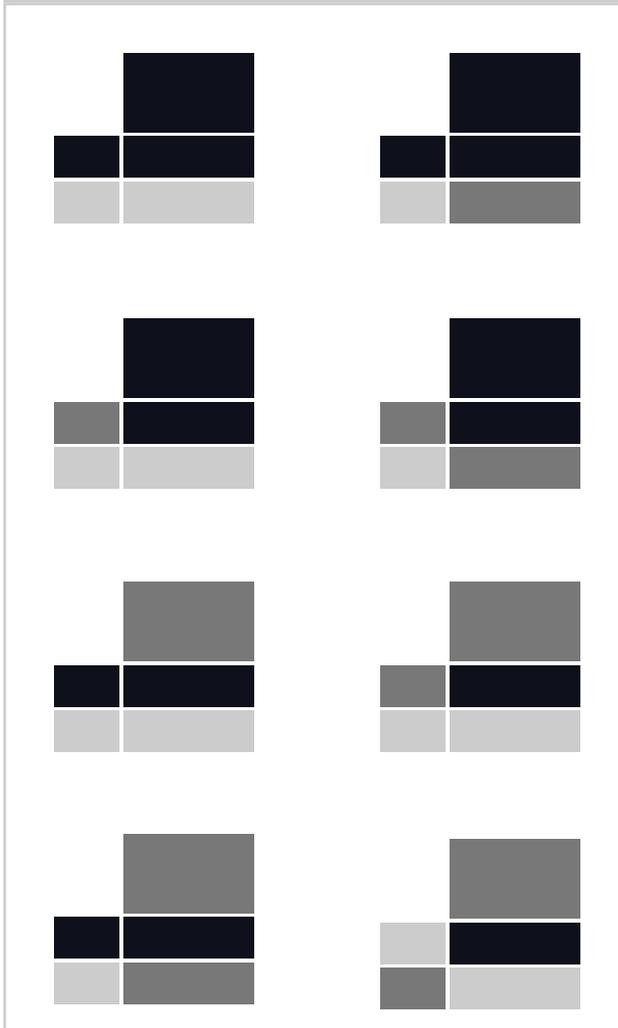
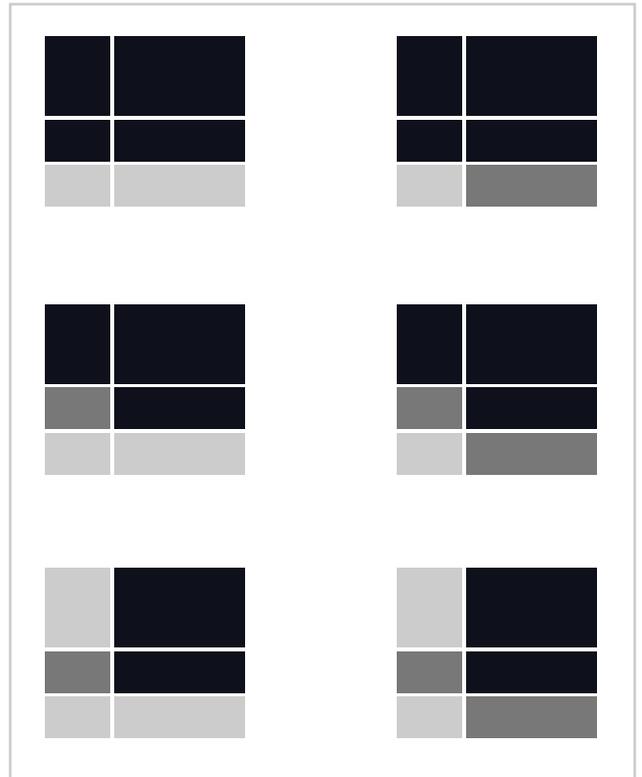
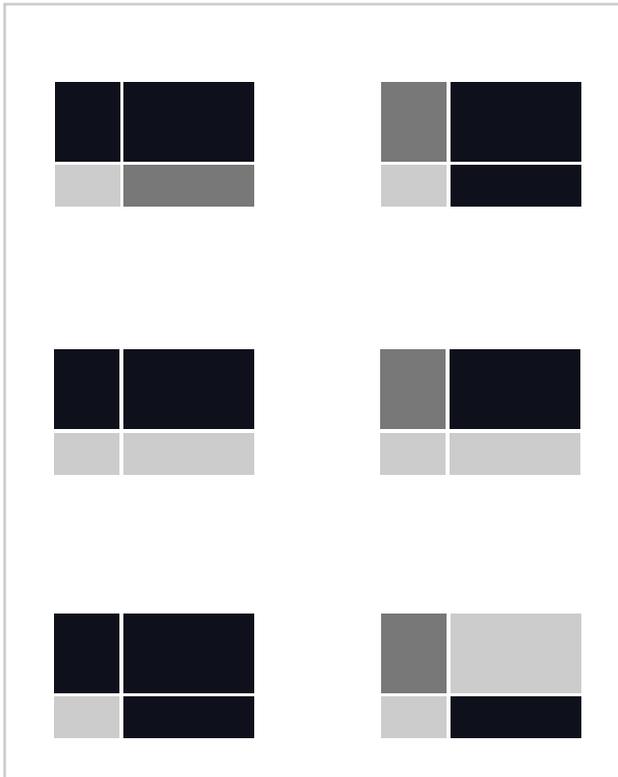


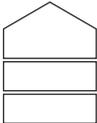
| |  |  |  |  | Σ |
|---|---|---|---|---|-----------|
|  | 1 | 2 | - | - | 3 |
|  | 2 | 4 | 6 | - | 10 |
|  | 3 | 5 | 8 | 14 | 28 |
| Σ | 6 | 11 | 14 | 14 | 45 |

Möglichkeiten über Möglichkeiten

Die eingangs erwähnten 18 Möglichkeiten wie unsere Module mit bis zu 3 Geschossen kombiniert werden können, zeigen noch nicht die Vielfalt, welche Sie durch ihre flexiblen Grundrisse abbilden können. Einfach erklärt können aus zwei M Modulen zwei Pärchen-Wohnungen entstehen oder aber auch ein Einfamilienhaus. Weiter kann aus einem M und einem E Modul eine Pärchen- und eine Singlewohnung entstehen, oder aber eine Wohnung für eine Familie. Bei der Kombination über die Geschosse hinweg sind zahlreiche Varianten möglich, die hier tabellarisch und in Bildform aufgeführt werden. Insgesamt ergeben sich daraus 45 Möglichkeiten sein individuelles Haus zu gestalten!

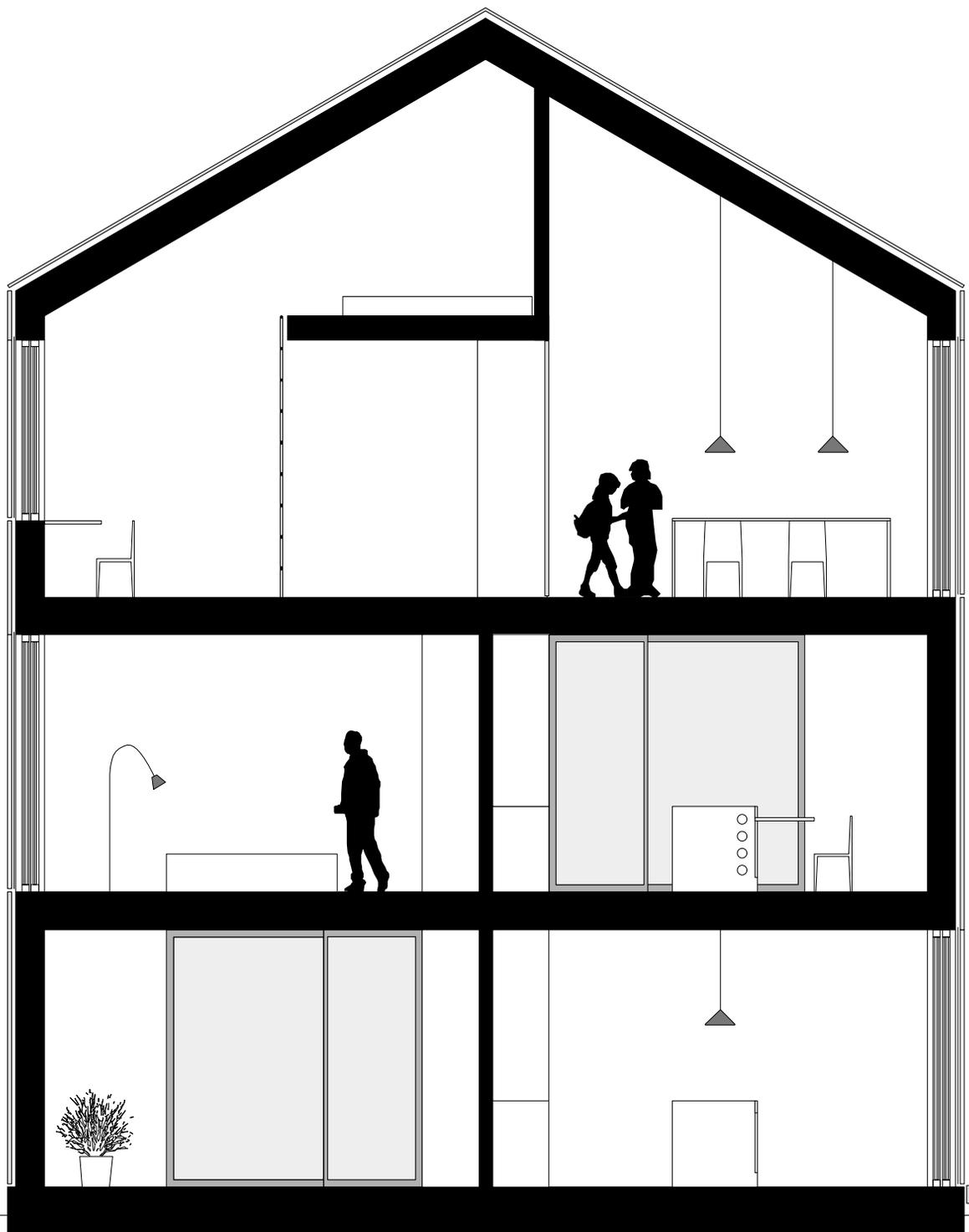


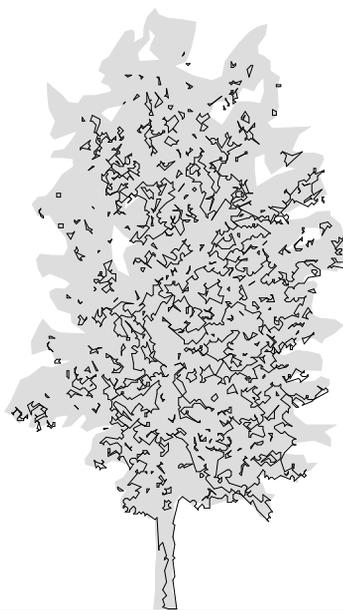


| | | | | | |
|---|---|---|---|---|------------|
| |  |  |  |  | max |
|  | 1 | 1-2 | - | - | 2 |
|  | 1-2 | 1-3 | 2-4 | - | 4 |
|  | 1-3 | 2-4 | 2-5 | 2-6 | 6 |
| max | 3 | 4 | 5 | 6 | |

Eins bis sechs

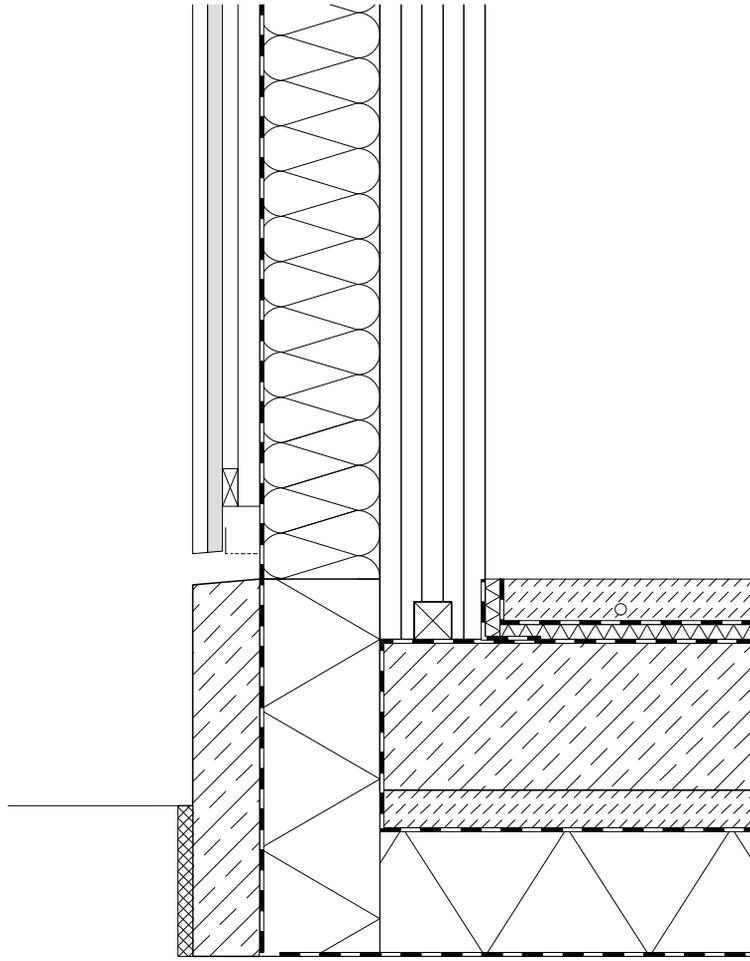
Aus diesen Modulen lassen sich je nach Größe zwischen einer und sechs Wohneinheiten realisieren. Das Konzept eignet sich also sowohl für Senioren, welche ein barrierefreies Altersdomizil verwirklichen wollen, als auch für Investoren, welche durch effiziente Wohnraumbeschaffung auf kleinster Fläche maximal viel vermietbaren Raum schaffen möchten, um dadurch auf Dauer Rendite zu erzielen; und alles dazwischen. Es lassen sich Generationenhäuser, Wohngemeinschaften, Ferienwohnungen, und Luxuappartements realisieren, auf Wohnflächen zwischen 40 und 240m².



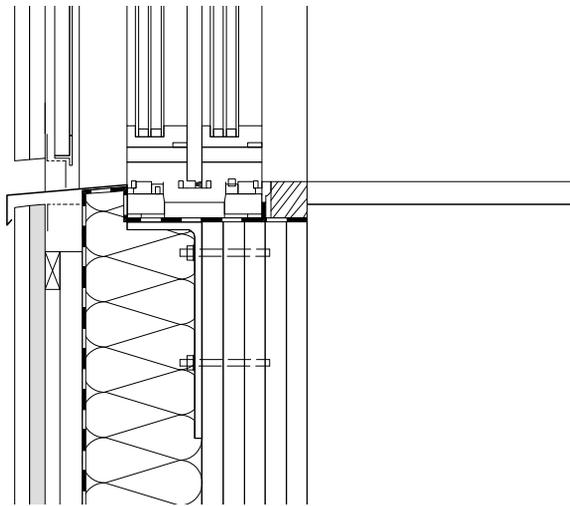
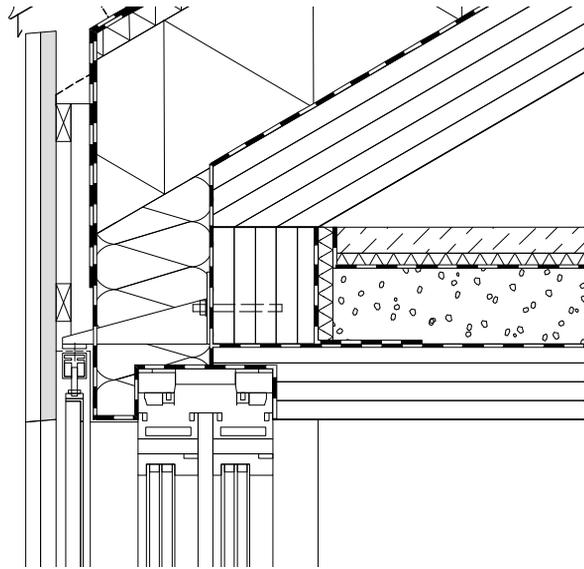




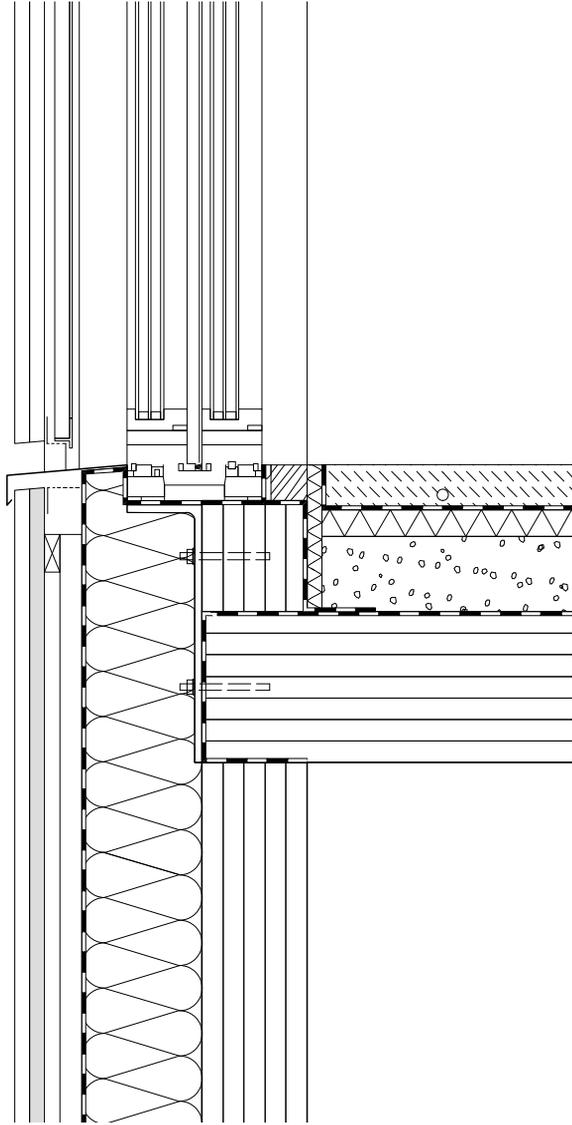
| | | |
|------------|---|-----------|
| 100 | Holz und Tradition | 6 |
| 101 | Geschichtliches | 8 |
| 102 | Bauen im Alpenvorland | 10 |
| 103 | Materialien | 20 |
| 200 | Minimalist House | 26 |
| 201 | Module und Kombinationen | 28 |
| 202 | Ansichten | 34 |
| 203 | Grundrisse | 42 |
| 204 | Funktionen im Innenraum | 56 |
| 205 | Schnitt | 62 |
| 300 | Technisches | 64 |
| 301 | Details | 66 |
| 302 | Anlagentechnik | 74 |
| 303 | Bauphysik | 80 |
| 304 | Ökobilanz und Recycling | 84 |
| 400 | Kosten und Finanzierung | 86 |
| 401 | Finanzierungskonzept und Förderungen | 88 |
| 402 | Kosten | 90 |
| 500 | Ausblick und Literatur | 92 |
| 501 | Das Modul und die Stadt | 94 |
| 502 | Literatur | 96 |



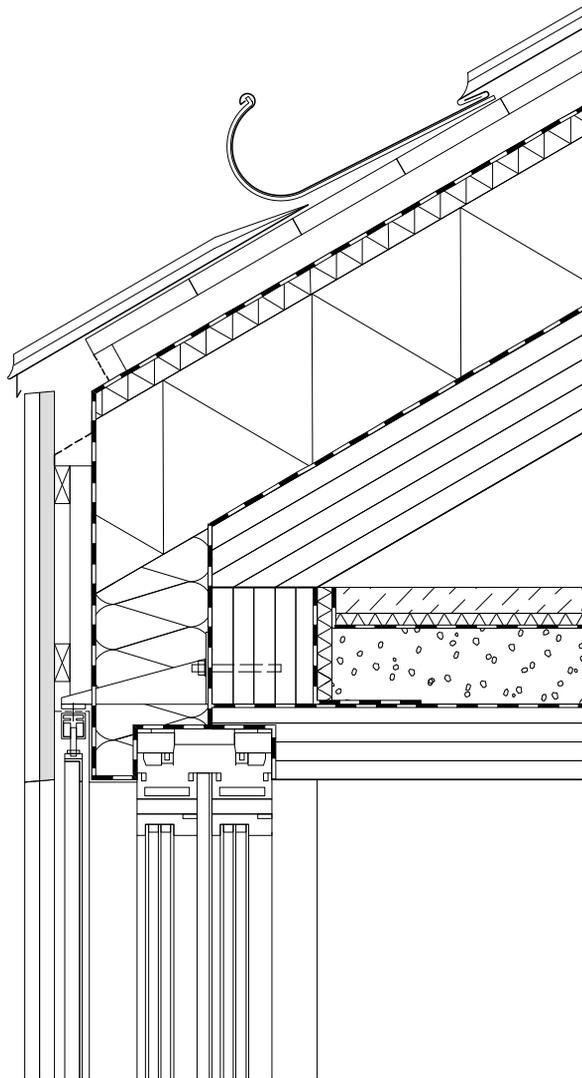
Der Sockel und die Gründung sind, im wahrsten Sinne des Wortes, das Fundament auf dem aufgebaut wird. Seine Bauteile müssen der Feuchte der Erde über Jahrzehnte standhalten und nichts ist langlebiger als Stein. Beton kann als künstlicher Stein in Kombination mit Eisen enorme Zug und Druckkräfte aufnehmen und hält bei richtiger Ausführung über 100 Jahre. Um den Wärmeschutz garantieren zu können, wird dieses massive Bauteil in einen wasserfesten Dämmmantel gehüllt, der Kälte fernhält. Die wärmebrückenfreie Konstruktion schützt dabei vor Kondensationsfeuchte und dem daraus entstehenden Schimmel. Ein umlaufend 30cm hoher Betonsockel stellt den konstruktiven Holzschutz bereit, sodass Spritzwasser abgehalten wird und auch die Fassade ein langes Leben vor sich hat. Im Innenraum findet sich der Stein wieder. Ein mit Fußbodenheizung ausgestatteter geschliffener Estrichboden, sorgt für warme Füße im Winter und eine angenehme Kühle im Sommer. Die Ausführung mit Trittschalldämmung ist Standard und schützt vor der Schallübertragung auf die Außenbauteile und damit vor der Weiterleitung in dessen in andere Wohnungen.



In allen Modulen werden nur 3 Fenstertypen verbaut, was nicht nur architektonisch ein Hinkucker ist, sondern auch bares Geld spart. Ein raumhohes Schiebeelement mit den Abmessungen 2,70m x 2,70m bietet einen beeindruckenden Ausblick. Licht kann tief ins Gebäude einfallen und vermittelt den Eindruck gleichzeitig drinnen und draußen zu sein. Ein etwas kleinerer Schiebeflügel mit den Abmessungen 1,90m x 1,90m leuchtet Kinder- und Arbeitszimmer optimal aus. Das kleinste in der Reihe sorgt im Badezimmer für ausreichend Licht und Luft. Alle Fenster sind quadratisch und spielen mit nutzungsspezifischen Brüstungshöhen zur Erzeugung eines schlichten, stimmigen Fassadenbildes. Dabei sind die Fenster von Geschoss zu Geschoss versetzt angeordnet, was durch die quadratische Grundform des Gebäudes und dessen Zonierung leicht zu realisieren ist. Damit ist nicht nur jede Wohnung verschieden, sie gewährt auch unterschiedliche Ausblicke und Außenraumbezüge, wodurch zusätzlich Privatsphäre geschaffen wird. Die Scheiben sind dreifachverglast und können dank der passgenauen Vorfertigung nahtlos luftdicht in die Außenwand eingebaut werden.



Die Zwischendecke stellt den Geschossabschluss dar. Um mehrgeschossig Wohneinheiten realisieren zu können, werden deshalb die Schallschutzanforderungen nach DIN4109 in der Planung berücksichtigt. Die massive Zwischendecke wird daher schalltechnisch entkoppelt und mit einer 10cm dicken losen Schüttung bedeckt, welche in Kombination mit der Trittschalldämmung und dem Estrichboden sowohl den Luft- als auch den Trittschall auf ein Minimum reduziert. Die Massivholzdecke wirkt gleichzeitig als Wärmeabsorber und schützt vor Brandüberschlägen. Auch die Leitungsführung durch ein massives Holzbauteil ist nachträglich leicht herzustellen, denn der weiche Werkstoff Holz kann sehr gut bearbeitet werden. Größere Löcher können ebenso leicht mit einem Holzdübel verschlossen werden, wobei dieser optisch in der natürlichen Maserung des Holzes verschwindet. Längere Kabelwege lassen sich optisch ansprechend mit sichtbarer Leitungsführung verlegen. Eine sauber verlegte Leitung an Wand oder Decke unterstreicht die Ehrlichkeit der Konstruktion und dessen was sich darin eben nicht verbirgt.

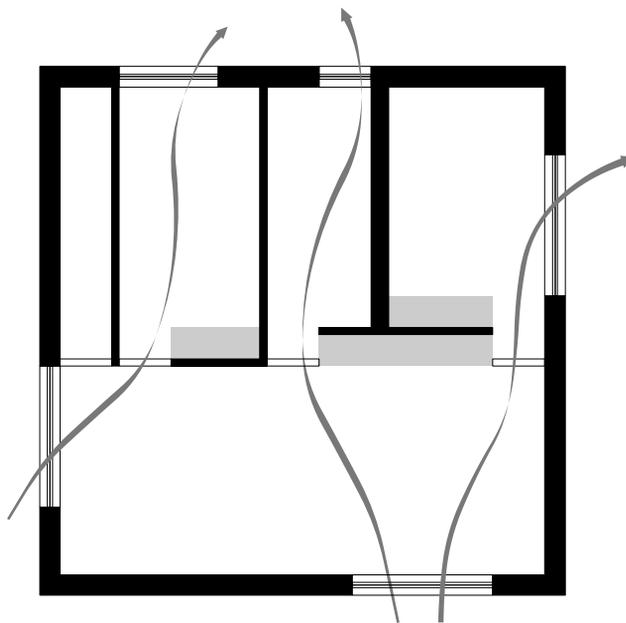
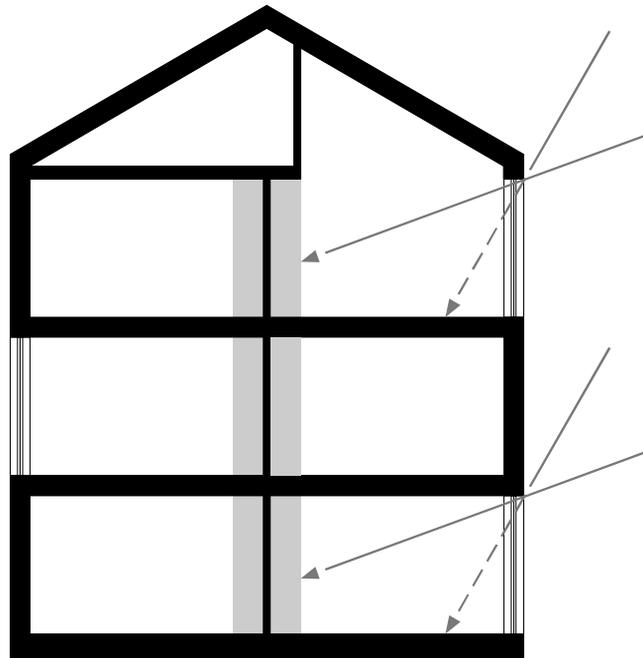


Der Übergang zum Dach erfolgt ebenso wärmebrückenfrei. Der Systemfortsatz bringt dabei mehrere Vorteile. Die Hinterlüftung der Fassade und des Dachs sorgt für einen stetigen Luftzug, wodurch unerwünschte Feuchte aus den Bauteilen abtransportiert werden kann. Auch die Aufheizung des Gebäudes im Sommer wird durch die Hinterlüftung minimiert. Die Witterungsschicht ist entkoppelt von der Dämmebene und kann damit auch leicht getauscht werden. Das im Dach befindliche Zinkdach hat mehrere Vorteile: Es lässt sich leicht bearbeiten, ist schlagfest und nimmt mit der Zeit eine natürliche Patina an, welche sich mit der alternden Holzfassade wunderbar in die Umgebung einpasst. Die Dachrinne wird auf dem Dach montiert, was den unnötigen Dachüberstand und Wärmebrücken in der Konstruktion vermeidet. Diese dient dabei gleichzeitig als Schneefang vor herabrutschenden Schneemassen. Das Massivholzdeckenelement wirkt als Scheibe, wodurch das Dach nicht zusätzlich ausgesteift werden muss. Im Innenraum ist damit der formschöne Übergang von Wand zu Dach und der sturzffreie Einbau der Fensterelemente möglich.

Luft und Licht

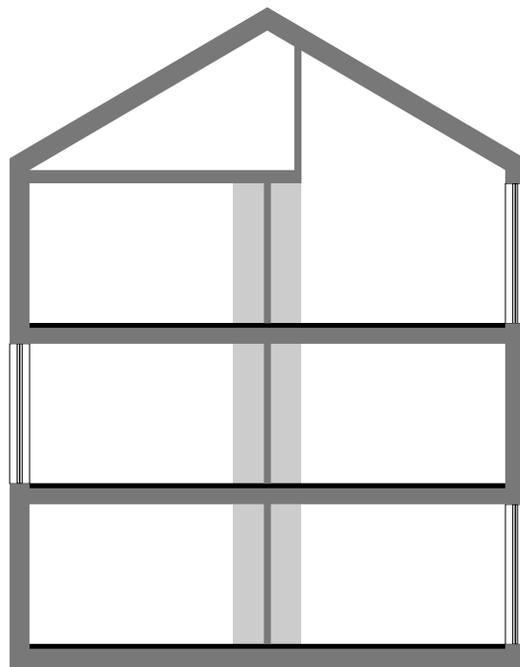
Die großen Fensterflächen verfügen über einen 1m breiten raumhohen Öffnungsflügel, welcher sich vor die Festverglasung schieben lässt. Die kleineren Drehkipplügel lassen die Öffnung des kompletten Querschnittes zu. Die reihum angeordneten großen Fensterelemente eignen sich daher perfekt zum Querlüften des Gebäudes. In unserem Haus soll nicht vor geschlossenen Fenstern in die Natur geblickt werden, während eine automatisierte mechanische Lüftung für den Luftwechsel sorgt. In diesem Haus dürfen gerne und oft die Fenster geöffnet werden! Der Wärmeverlust der Luft wird durch die gespeicherte Wärme in den Bauteilen sehr schnell ausgeglichen und stellt daher eine simple und wartungsfreie Alternative zur mechanischen Lüftung dar.

Gleiches soll für die Verschattung gelten. Die Reinterpretation der Scheunenläden nimmt die Deckelschalung optisch auf und lässt durch die Lamellen ein schönes Streiflicht in den Raum fallen. Dadurch bleibt der Außenraumbezug erhalten und schützt trotzdem vor übermäßiger Sonneneinstrahlung. Die Elemente lassen sich bei hohen Temperaturen manuell vor das Fensterelement ziehen. Das einfache System überdauert Jahrzehnte ohne aufwendige Sensorik und fehleranfällige Elektronik.

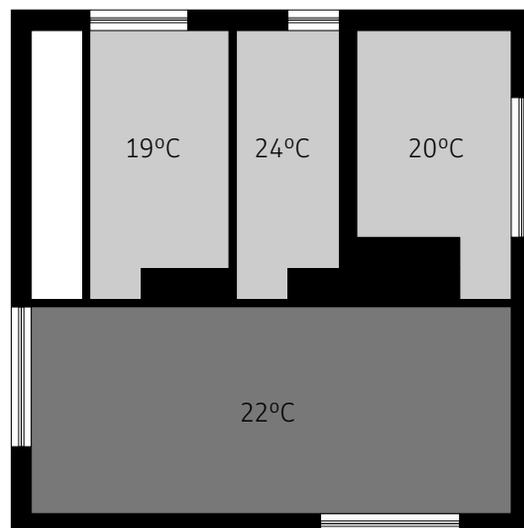
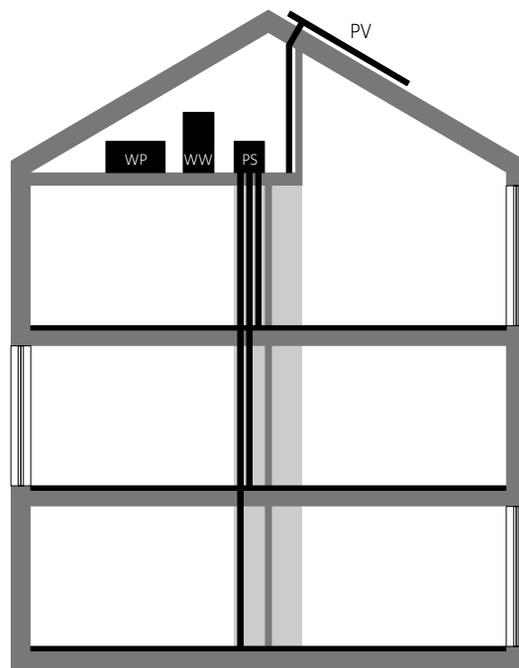


Sommerlicher Wärmeschutz

Um sicherzugehen, dass das Gebäude auch im Hochsommer nicht überhitzt, wird der sommerliche Wärmeschutz rechnerisch überprüft. Leichtbaukonstruktionen heizen sich sehr schnell auf und können fast keine Wärme aufnehmen. Die Folge ist eine technische Lösung, wie eine Klimaanlage oder kleinere Fenster, um den Sonneneintrag zu verringern. Durch die hohe Wärmespeicherkapazität der massiven Bauteile unserer Module kann das Haus sehr lange auf einer angenehmen Raumtemperatur gehalten und Temperaturspitzen gekappt werden. Durch die außenliegenden Lamellen des Schiebeladens wird der Sonneneintragswert stark verringert. Die Zirkulation des wassergeführten Fußbodenheizsystems kühlt das Gebäude passiv. Die nächtliche Fensterlüftung sorgt für das Auskühlen der Bauteile, welche am nächsten Tag wieder bereit sind, neue Wärme aufzunehmen. Das Ergebnis ist, ein offenes, lichtdurchflutetes Gebäude, welches durch seine ausgeklügelten passiven Systeme selbst im Hochsommer der Hitze trotzt.



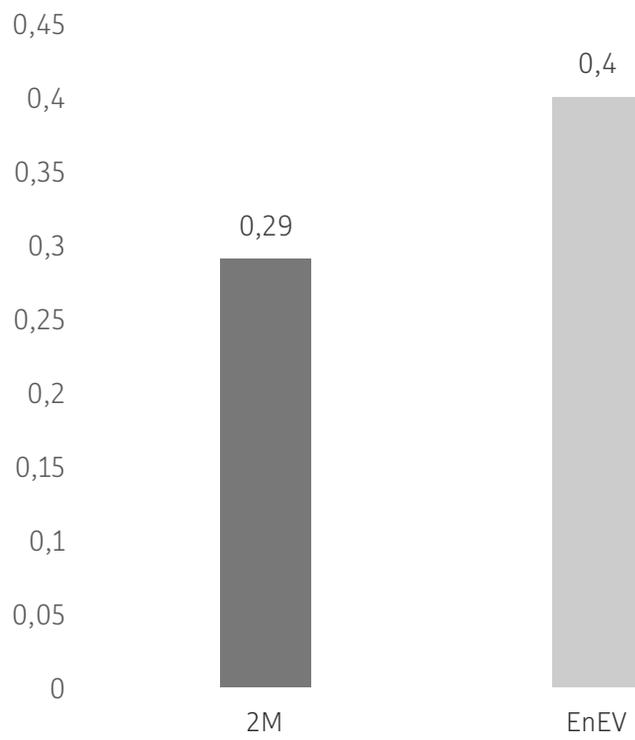
Auch im Winter sind passive Systeme Energiesparer. Durch die tiefstehende Sonne kann das Licht durch die Großen Fensterelemente bis tief ins Gebäude eindringen. Die solaren Wärme-
gewinne sind enorm und sparen damit nicht nur Heizkosten, sondern auch Anlagentechnik. Ist der Wärmebedarf geringer kann auch die Anlage kleiner dimensioniert werden, wodurch sich die Anschaffungskosten reduzieren. Das in den Modulen integrierte Flächenheizsystem wird von einer Wärmepumpe gespeist, welche die ganzjährig konstanten Temperaturen der Erde nutzt, um selbst so wenig Energie wie möglich zu verbrauchen. Der mit Strom betriebene Wärmeerzeuger kann mit eigens vom Dach gewonnener Solarenergie betrieben werden. Das Satteldach bietet zur Installation einer Photovoltaikanlage die optimale Dachneigung von 30°. Die Amortisationszeit der Anlagen liegt weit unter ihrer Lebensdauer, wobei die überschüssige Energie der Photovoltaikanlage bei Einspeisung zusätzlich vergütet wird. Auch umwelttechnisch sind die Anlagen keineswegs zu beklagen. Das bei der Herstellung verursachte CO₂ ist bereits nach wenigen Jahren, durch die nachhaltige Gewinnung von Wärme und Strom, eingespart. Die Anlagen rechnen sich also nicht nur im Geldbeutel, sondern auch für die Umwelt.



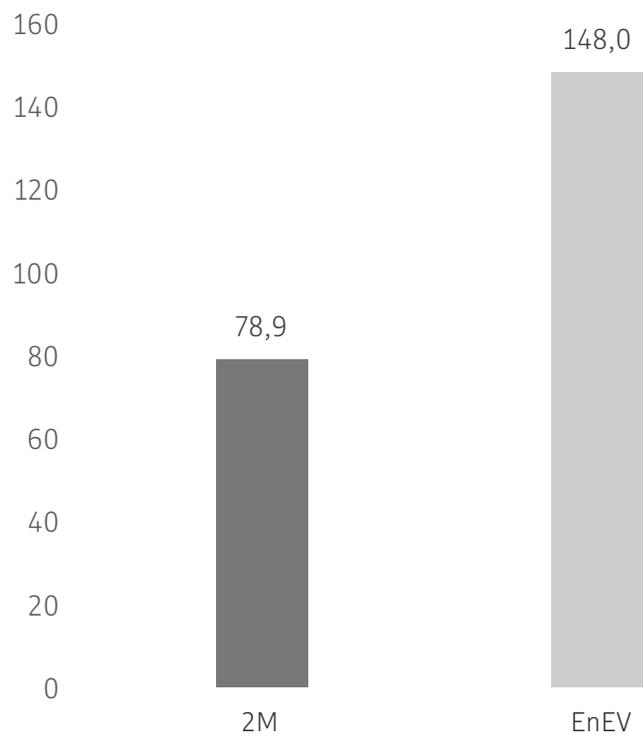
Winterlicher Wärmeschutz

Die staatlich geförderte KfW-Bank vergibt vergünstigt Kredite und Zuschüsse beim Bau eines energiesparenden und nachhaltig gestalteten Gebäudes. Um diese Parameter vergleichbar zu machen, wurden Energiestandards festgelegt, welche mit Hilfe eines Bilanzierungsverfahrens den Heizenergiebedarf des Gebäudes mit einem nach Energieeinsparverordnung (EnEV) errichteten Gebäude vergleicht. KfW 55 bedeutet, dass der Primärenergiebedarf unseres Wärmeerzeugers nur 55% des eines EnEV-Gebäudes betragen darf. Außerdem werden Anforderungen an die Außenbauteile gestellt, welche zur Ermittlung des Transmissionswärmeverlustes (H_t) dienen. Auch dieser Bemessungswert wird mit dem eines EnEV Gebäudes verglichen. Die nachfolgende Tabelle zeigt zunächst die empfohlenen und die von uns erreichten U-Werte im Vergleich mit den nach EnEV erforderlichen Werten. Der dadurch geringe Wärmeverlust über die Bauteile und die durch unsere Anlagentechnik mit Nutzung erneuerbarer Energien erfüllen wir dieses Ziel mit Leichtigkeit. Das Erreichen dieses Standards hat nicht nur den Vorteil eines kostengünstigen Kredits, die Energieeinsparung im Gebäude während des Betriebs ist auch auf lange Sicht eine gute Investition.

| Bauteil | U-Wert EnEV | U-Wert KfW-55 | Einheit |
|--------------------|------------------------|--------------------------|--------------------|
| Bodenplatte | 0,35 | 0,20 | W/m ² K |
| Außenwand | 0,28 | 0,20 | W/m ² K |
| Fenster | 1,3 | 0,90 | W/m ² K |
| Außentüren | 1,8 | 0,14 | W/m ² K |
| Dach | 0,20 | 0,14 | W/m ² K |



Transmissionswärmeverlustkoeffizient in W/m²K
Vergleich 2M mit EnEV Referenzgebäude



spezifischer Primärenergiebedarf in kWh/m²a
Vergleich 2M mit EnEV Referenzgebäude



Ökobilanz und Recyclingfähigkeit der Materialien

Bei der Konzeptionierung und der Planung der Module wurde großen Wert auf die Auswahl der Materialien gelegt. Damit das Gebäude nicht nur während seiner Nutzung, sondern auch bei der Herstellung und am Ende seines Lebens möglichst geringe Umweltwirkungen hat, wurden die Bauteile auf diese hin untersucht. Da Holz als CO₂-Speicher dient und am Ende seines Lebens sowohl thermisch verwertbar als auch kompostierbar ist, ist die Wahl der Primärkonstruktion nicht besser zu treffen. Die wenigen benötigten mechanischen Verbindungsmittel lassen sich gut entfernen und die geringe Schichtenanzahl hilft bei der Demontage. Zudem sind alle verwendeten Materialien in Fassade und Dach natürliche Materialien, welche einfach recycelt werden können. Die Zinkeindeckung kann beispielsweise zu fast 100% wiederverwendet werden und auch Beton kann nach dem Abbruch in Form von Split als Festanteil in neuem Beton wiederverwendet werden. Anlagentechnik, wie die Solarpaneele lassen sich gleichermaßen gut recyceln und tragen dabei zu einer guten Ökobilanz bei.



| | | |
|------------|---|-----------|
| 100 | Holz und Tradition | 6 |
| 101 | Geschichtliches | 8 |
| 102 | Bauen im Alpenvorland | 10 |
| 103 | Materialien | 20 |
| 200 | Minimalist House | 26 |
| 201 | Module und Kombinationen | 28 |
| 202 | Ansichten | 34 |
| 203 | Grundrisse | 42 |
| 204 | Funktionen im Innenraum | 56 |
| 205 | Schnitt | 62 |
| 300 | Technisches | 64 |
| 301 | Details | 66 |
| 302 | Anlagentechnik | 74 |
| 303 | Bauphysik | 80 |
| 304 | Ökobilanz und Recycling | 84 |
| 400 | Kosten und Finanzierung | 86 |
| 401 | Finanzierungskonzept und Förderungen | 88 |
| 402 | Kosten | 90 |
| 500 | Ausblick und Literatur | 92 |
| 501 | Das Modul und die Stadt | 94 |
| 502 | Literatur | 96 |



Wohnfläche nach Bedarf

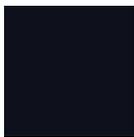
Die Module haben den großen Vorteil, dass durch einen geringen Eingriff die Möglichkeit besteht Wohnungen zusammenzuschließen oder zu trennen.

Ein Beispiel: Ein junges Pärchen möchte sich ein Eigenheim bauen, welches sie durch ihr Leben begleitet. Sie stehen jedoch noch am Anfang ihrer Karriere, das Startkapital für den Kredit haben Sie, jedoch können oder wollen sie monatlich nur wenig tilgen. Sie wünschen sich auf lange Sicht Kinder und wollen dementsprechend Platz für Kinder vorsehen. Das minimalist house bietet dafür die perfekte Lösung. Das Pärchen zieht ins Obergeschoss ein, dort haben sie ein zusätzliches Zimmer, welches Sie zunächst als Büro nutzen. Die untere Wohnung wird vermietet wobei die Mieteinnahmen direkt in die Tilgung des Kredites fließt. Sobald sich die familiäre Situation ändert kann das Untergeschoss mit dem Obergeschoss verbunden werden und beide Etagen bewohnt werden. Sobald die Kinder aus dem Haus sind, kann das Obergeschoss wieder vermietet werden. Die Eltern haben ein barrierefreies Senioren- und parallel Mieteinnahmen, welche nach Tilgung des Kredites dauerhafte Rendite bedeutet. Im Falle von größeren Immobilien reist während der Familienphase auch der Einnahmenstrom aus den Vermietungen nicht ab. Die Immobilie ist jedoch in der Anschaffung entsprechend teurer, was die Kreditsumme und das benötigte Startkapital steigen lässt

Nachhaltig und dabei günstig bauen

Günstige Kredite gibt es, bei entsprechendem energetischen Standard, bei der KfW-Bank. Diese fördert die Finanzierung des Eigenheims und jede Wohneinheit mit bis zu 120.000 € Kreditsumme zu günstigen Zinskonditionen und Tilgungszuschuss. Zusätzlich gibt es Zuschüsse für Barrierereduzierung, Einbruchschutz und erneuerbare Energien wie beispielsweise die Photovoltaikanlage, was eine Anschaffung rentabel gestaltet. Baukindergeld erleichtert den Hausbau, wenn bereits Kinder vorhanden sind mit 12.000€ pro Kind über 10 Jahre. Ohren offen halten hilft zusätzlich, auch auf Landesebene gewähren zahlreiche Kommunen Zuschüsse, Vergünstigungen oder Darlehen, welche den Zugang in ihre Region stärken sollen. Auch der Staat fördert nach Inkrafttreten des Wohnraumförderungsgesetzes den Bau neuer Wohnungen und Häuser für einkommensschwache Familien mit Zuschüssen, zinsgünstigen Darlehen und verbilligtem Bauland.

M+E



+



=

1700€/m² BGF

Eu



=

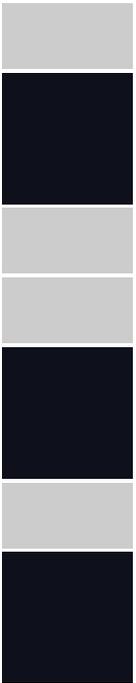
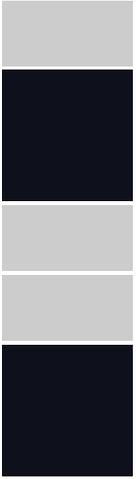
860€/m²BGF

Was kostet die Welt?

Aufgrund der vielen möglichen Kombinationen und der verschiedensten Einflussfaktoren, wie beispielsweise Ort und Grundstücksbeschaffenheit, werden die Preise der gewünschten Modulkombination immer neu berechnet. Beispielrechnungen mit einem typischen Gebäude (2xM+E) ergeben einen Preis pro Bruttogrundfläche, der sich im Bereich des hohen Standards für ein Einfamilienhaus bewegt. Die geringe überbaute Fläche kommt dabei dem Gesamtpreis zu Gute.



| | | |
|------------|---|-----------|
| 100 | Holz und Tradition | 6 |
| 101 | Geschichtliches | 8 |
| 102 | Bauen im Alpenvorland | 10 |
| 103 | Materialien | 20 |
| 200 | Minimalist House | 26 |
| 201 | Module und Kombinationen | 28 |
| 202 | Ansichten | 34 |
| 203 | Grundrisse | 42 |
| 204 | Funktionen im Innenraum | 56 |
| 205 | Schnitt | 62 |
| 300 | Technisches | 64 |
| 301 | Details | 66 |
| 302 | Anlagentechnik | 74 |
| 303 | Bauphysik | 80 |
| 304 | Ökobilanz und Recycling | 84 |
| 400 | Kosten und Finanzierung | 86 |
| 401 | Finanzierungskonzept und Förderungen | 88 |
| 402 | Kosten | 90 |
| 500 | Ausblick und Literatur | 92 |
| 501 | Das Modul und die Stadt | 94 |
| 502 | Literatur | 96 |





Aus Klein mach Groß

Ob Reihenhaus oder Mehrfamilienhaus, ob geradlinig oder zersiedelt, aus dem Modul lassen sich mit nur wenigen Anpassungen ganze Siedlungen gestalten. Eine Weiterentwicklung der Module könnte Seniorenwohnheime, Boardinghouses oder Studentenappartements generieren, deren Nachfrage in den Städten stetig steigt. Die Kombinationsmöglichkeiten lassen Varianz in der Gleichmäßigkeit entstehen und übertragen diese Flexibilität in die Innenräume, die je nach Anforderungen zusammenschaltet oder getrennt werden können.



Becker N, Pichlmeier F (2014) Ressourceneffizienz der Dämmstoffe im Hochbau.

Breidenbach P (2010) Einschubdecke. Abruf am 2020-02-02.

Brockmann T (2018) Prozess-Datensatz: Dachziegel. Abruf am 2020-02-02.

Büren C (Hrsg) (1985) Funktion et Form. Gestaltungsvielfalt im Ingenieur-Holzbau. Birkhäuser Basel, Basel.

Carstensen Oea Scheune, die. Abruf am 2019-01-15.

Deutsche Norm (2018) Schallschutz im Hochbau. Teil 1: Mindestanforderungen(4109-1).

Elsässer M Brettstapel Elemente Wärmespeicherverhalten. Abruf am 2020-01-26.

Frey D Vor- und Nachteile der Photovoltaik. Abruf am 2020-02-05.

Glock U Dacheindeckungen: Verschiedene Materialien, verschiedene Kosten. Abruf am 2020-02-02.

Hanow G Anlage zum Merkblatt Energieeffizient Bauen. Technische Mindestanforderungen. Abruf am 2020-02-05.

Hanow G Förderprodukte im KfW-Zuschussportal. Abruf am 2020-02-12.

Hartmann F (2015) Baubiologische Haustechnik. Lüftung, Wasser, Heizung, Strom. VDE Verlag GmbH, Berlin, Offenbach.

Hartung F Das KfW-Effizienzhaus 55. Abruf am 2020-01-24.

Heidmann C Welche Vor- und Nachteile hat ein Dach aus Aluminium. Abruf am 2020-02-03.

Hermann D (2018) Vor- und Nachteile von Solarthermie auf einen Blick. Abruf am 2020-02-05.

Hochwarth D (2019) Kesseldruckimprägniertes Holz und seine Alternativen. Abruf am 2019-12-04.

Hörmann P (2016) Wir bauen so! Abruf am 2020-01-23.

Kalusche W, Herke S (2018) BKI-Baukosten 2018 Neubau. Statistische Kostenkennwerten1. Baukosteninformationszentrum Deutscher Architektenkammern, Stuttgart.

Kaufmann P Vor- und Nachteile von Hausbauweisen im Vergleich. Abruf am 2020-01-26.

Köhnke EU (2013) Schallschutztechnische Ausführungsfehler an Holzdecken. Abruf am 2020-02-02.

Peck M, Besold D (2009) Sichtbeton. Techniken der Flächengestaltung. Abruf am 2020-01-23.

Plag R ubakus U-Wert Berechnung. Abruf am 2020-01-24.

Ritter Fea (2018) BKI-Baukosten 2018 Neubau. Statistische Kostenkennwerten2. Baukosteninformationszentrum Deutscher Architektenkammern, Stuttgart.

Ritter Fea (2019) Baukosten. Bauelemente Neubau. Statistische Kostenkennwerte.

Rollins M Thoma Planungshandbuch. Abruf am 2020-01-26.

Schmid B Förderungen fürs Eigenheim: bauen, kaufen, renovieren. Abruf am 2020-02-12.

Schöning D Dämmstoffe: Eigenschaften, Anwendungen, Kennwerte. Abruf am 2020-01-24.

Siepe U Tegalit. Abruf am 2020-02-02.

Stein-Barthelmes I Preisentwicklung Bauhauptgewerbe. Abruf am 2020-02-14.

Teibinger M, Matzinger I (2013) Bauen mit Brettsperrholz im Geschoßbau. Fokus Bauphysik. Abruf am 2020-01-30.

Walter W Vollholzwand. Abruf am 2020-01-26.

Wichmann P, Ringhof H (2014) Scheunen als Kulturdenkmale. Zur Bauaufgabe, der Geschichte ihrer Bedeutung und heutigem Denkmalschutz.

Zukunft ist Jetzt.

ZN ☒