

Um zukunftsfähige Quartiere zu entwickeln, sind aussagefähige Prognosen ein wichtiges Werkzeug zur Abschätzung kommender Anforderung an Wohnraum. Beispielsweise bestimmt die zukünftige demographische Entwicklung den Bedarf der Wohnraumgrößen. Aus allen Recherchen, Gedanken und Ideen entstehen die Annahmen zum Altwerden, zur Klimaveränderung oder zu der Frage wie der Mensch in der Zukunft sein Wohnen gestalten will. Ein immer größerer Wunsch nach Individualisierung und Selbstbestimmtheit entsteht, der beim Wohnen durch Privatsphäre und Begegnungsflächen Ausgleich findet. Im hohen Alter sein gewohntes Umfeld nicht mehr verlassen zu müssen, aber trotzdem die Wohnung an Veränderungen anzupassen ist eine Herausforderung für die Lösungen angeboten werden sollten. Die Verantwortung für das kommende Klima und den zukünftigen Generationen, die damit zurecht kommen müssen, steigt. Jede Entscheidung, die Einfluss auf unser Klima hat sollte gut bedacht und behutsam getroffen werden. Dafür werden auch neue Wege und Werkzeuge nötig. Ebenso sind mit Rücksicht auf eine ausgeglichene Gesellschaft sowie friedvolles und gleichberechtigtes Zusammenleben, die Kosten für die Miete mit Blick auf zukünftige Rente einzuordnen.

Alt werden

- digitale Pflege
- Persönliche Beziehungen
- "Wanderarzt"
- vertrautes Umfeld

Wohnen

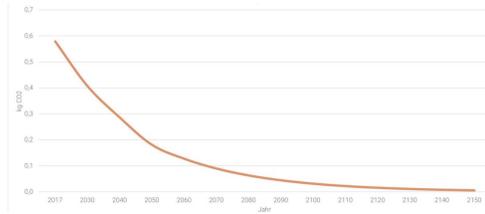
- Lebensdauer Gebäude 50 a
- ø 40 m²/Person Wohnfläche
- Digitalisierung
- Individualisierung / Privatsphäre

Klima & CO₂

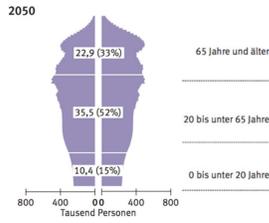
- Wetterextreme
- + 2°C gegenüber 1990
- 80 % erneuerbar in 2050 (Strom)
- Dekarbonisierung grauer Energie

Kosten

- 900 € Rente
- CO₂-Steuer



Prognose CO2 Anteil Strommix (Quelle: eigene Berechnung)



Altersstruktur in Deutschland 2050 (Quelle: Destatis)

PROGNOSE

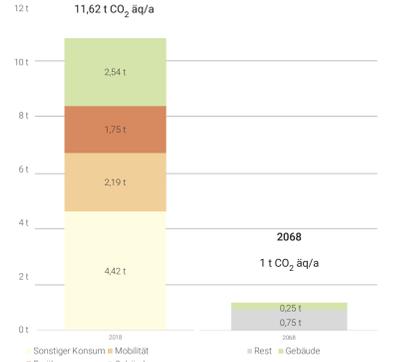
Wohnen

1. gemeinschaftliches Wohnen
2. mitwachsende und schrumpfende Wohnung
3. Umziehen im Alter nicht notwendig
4. Privatwohnung / -garten als Rückzugsraum
5. Gemeinschaftsflächen für die direkte Nachbarschaft und das Quartier
6. Rollstuhlgerechte Wohnungen

ZIELE

Mit den Prognosen und den Annahmen lassen sich Ziele definieren, die den Entwurfsprozess begleiten. Diese beginnen mit einem Quartier, das Wohnraum für alle Gesellschaftsschichten schaffen soll. Über Genossenschaftsanteile von max. 1000€/m² Wohnfläche sollen Warmmieten für Menschen im Ruhestand von 350€/Monat ermöglicht werden. Gemeinschaftliches Wohnen soll gefördert und Rückzugsräume geschaffen werden. Eine mitwachsende bzw. schrumpfende Wohnung soll bei persönlichen Veränderungen ein Umziehen gar nicht nötig machen. Dies setzt barrierearme Wohnungen voraus. Die Verantwortung für unser Klima liegt im Ausstoß von CO₂. Für das Wohnen wird ein maximaler Verbrauch von 250 kg CO₂ pro Jahr und Bewohner definiert.

CO₂



Ziel CO₂ Budget pro Person im Jahr (Quelle: UBA- eigene Ermittlung)

Kosten

1. Quartier als Genossenschaft
2. Genossenschaftsanteil max. 1000€/m² Wfl.
3. Warmmiete für Rentner (alleinstehend) max. 350€/ Monat

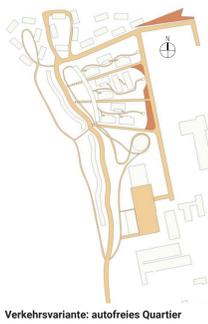
Neu68er Quartier

Bastian Hille | Dana Al Rawas | Ole Weber | Laura Lebski | Stefan Hütter

Mehrgenerationenwohnen in einem klimafreundlichen Quartier für das Jahr 2068 | Studiengang Planung nachhaltiger Gebäude | Sommersemester 2018



Schwarzplan - Variante 1



Verkehrsvariante: autofreies Quartier



Schwarzplan - Variante 2



Verkehrsvariante: Privatparkplätze



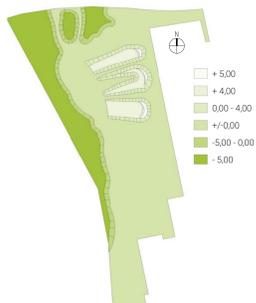
Schwarzplan - gewählte Variante



gewählte Verkehrsvariante: Parkgruppen

Quartier

Das Quartierskonzept für das Projekt bildet sich aus einer relativ kleingliedrigen Gebäudestruktur. Es werden verschiedene Gebäudevarianten unterschieden. Auf der Hangseite zum See befinden sich die an der Böschung angeschmiegten Hiddenhomes mit Privatgärten. Im nördlichen Bereich des Quartiers gibt es Hausgruppen mit kleineren Doppelhäusern und auf der zentral gelegenen Hügelkette, größere, flexible Mehrfamilienhäuser sowie zwei Gebäuderiegel. Ergänzt wird das Quartier durch ein rundes Gebäude für Sportgruppen und einen an die Erhebung angelegten Riegel mit Gemeinschaftsräumen, der die drei Hügelketten verbindet. Erschlossen werden das Quartier und die vier Meter hohen Hügelketten mit einer Kombination aus verschiedenen Spazierwegen und Stegen, die auf unterschiedliche Höhenlagen führen. Zudem gibt es Parkgruppen, die aus Mobility Hubs, Fahrradstellplätzen, Privatautos und geteilten Autos bestehen und an verschiedenen Orten im Quartier verteilt werden. Sie sollen die Anzahl der Autos im Quartier verringern und gleichzeitig kurze Wege ermöglichen. Im Quartier werden verschiedene Privatsphären definiert. Beginnend mit dem privaten Wohnraum und dem direkt an das Gebäude grenzenden Außenraum übergehend zum Gemeinschaftsraum im Gebäude zum Hof für die direkte Nachbarschaft werden die Zonen differenziert. Die übrigen Flächen im Quartier werden mit den Gemeinschaftsräumen wie beispielsweise der Sporthalle und dem Gemeinschaftsgarten als halböffentlich benannt. Südlich des Quartiers ist ein Marktplatz zwischen den Bestandsgebäuden vorgesehen, der die öffentliche Verbindung zur angrenzenden Stadt Borna bildet.



Geländestructur

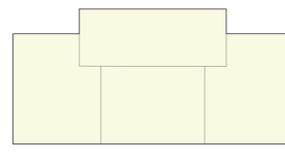


Quartierskonzept

Das zentrale Thema CO₂ begleitet den kompletten Entwurfsprozess. Die zahlreichen Abhängigkeiten untereinander machen einen iterativen Vorgehen notwendig. Beispielsweise hat die thermische Gebäudehülle zusammen mit dem Lüftungskonzept direkten Einfluss auf die Wahl und Anlagengröße des Energiekonzeptes. Der Anteil der erneuerbaren Energien im Strommix bestimmt den jährlichen CO₂-Verbrauch im Betrieb. Der CO₂-Ausstoß in der grauen Energie addiert sich über die Lebensdauer der Konstruktion und Anlage dazu. Der CO₂-Kennwert pro Quadratmeter Wohnfläche bestimmt im letzten Schritt die verfügbare Wohnfläche pro Person um das Ziel von 250 kg CO₂ Äqu. im Sektor Wohnen zu erreichen.



Iterationsübersicht



Grundriss Iteration

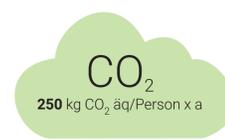


Verschattung Iteration



Gebäudehülle Iteration

Fläche
m²/Person



CO₂
250 kg CO₂ Äqu./Person x a

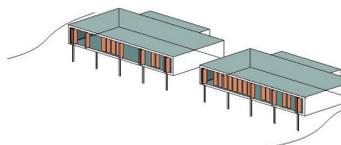
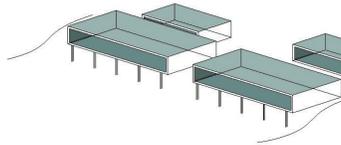
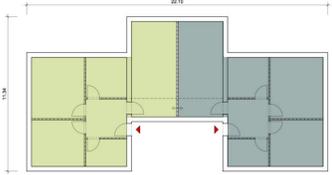
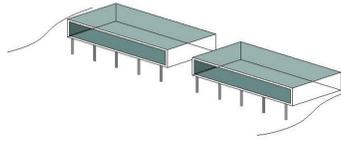
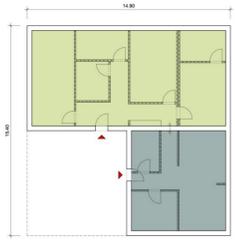
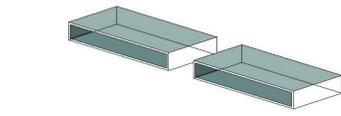
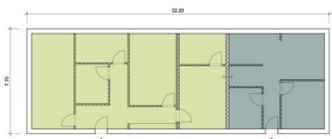
Gebäudebetrieb
kg CO₂ Äqu./m² a

Gebäudekonstruktion
kg CO₂ Äqu./m² a

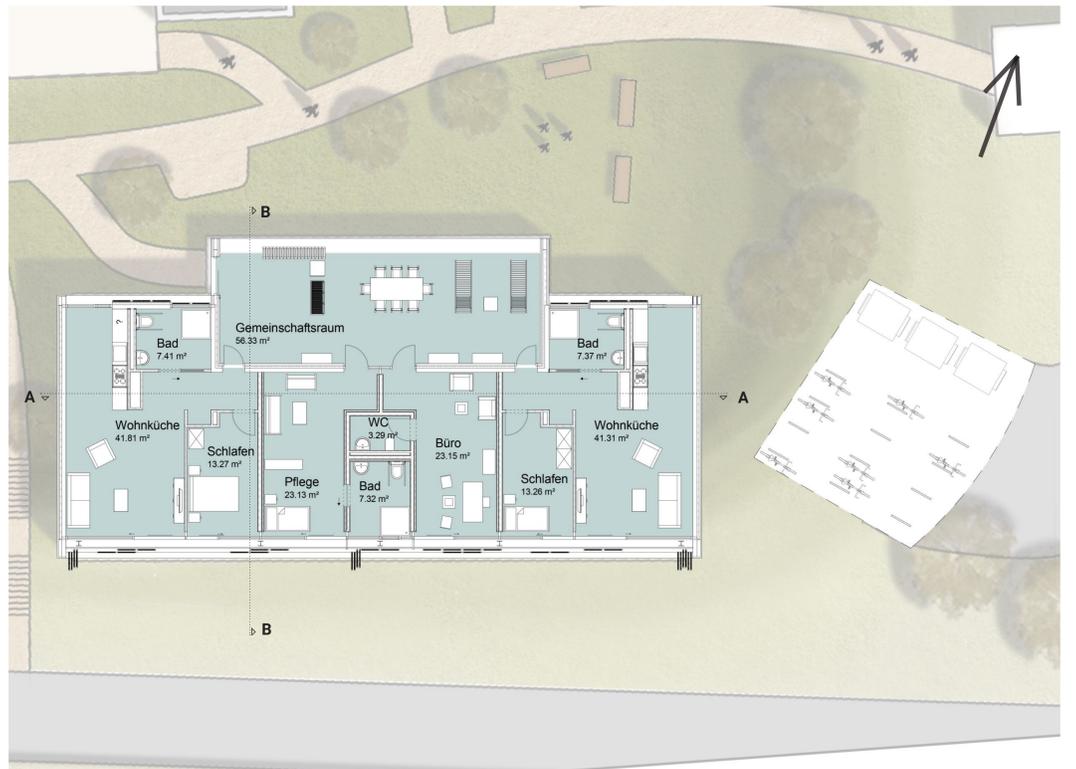


Lageplan 1:500 genodet





Entwicklungsentwicklung



Grundriss 1: 100

Entwicklungsentwicklung

Der Gebäudeentwurf basiert auf einem länglichen Kubus, der sich in Richtung Süden und Norden öffnet um Sichtbeziehungen in das Quartier und in den von der direkten Nachbarschaft genutzten Hof zu ermöglichen. Im nächsten Schritt wird das Gebäudevolumen auf die Höhe der vorhandenen Geländegehänge angehoben und hangseitig aufgeständert. Dies schafft die Möglichkeit das Gebäude vom Hügel aus rollstuhlgerecht zu erschließen. Daraufauf folgt ein weiterer kleinerer Kubus eingeschoben, der sowohl den Eingang als auch den Gemeinschaftsraum umfasst. Abschließend werden an den offenen Seiten Fassadenelemente hinzugefügt, die beispielsweise die Verschattung des Gebäudeinneren gewährleisten.

Umnutzungsmöglichkeiten

Flexibilität und Umnutzbarkeit sind zentrale Ziele bei der Gebäudekonzeption. Im Bereich Mehrgenerationenwohnen ist besonders das Verbleiben in der Wohnung im Alter ein wichtiger Aspekt. Die Grundrissstruktur ist daher so entwickelt, dass die Wohnungsgröße sich der Lebenssituation der Bewohner anpasst. Beginnend mit der kleinsten möglichen Wohneinheit für bis zu zwei Personen können mehrere Räume hinzugefügt werden. In der größten Umnutzungsmöglichkeit kann das vollständige Haus von einer Familie bewohnt werden. Dies entspricht fünf Schlafzimmern und einem Wohnzimmer. Braucht man später weniger Platz kann wieder auf eine kleinere Wohnungsgröße reduziert werden. Sollten Räume zeitweise von keinem direkten Bewohner des Hauses genutzt werden, kann durch den vorhandenen Außenzugang auch eine Nutzung durch Externe erfolgen. Denkbar ist zum Beispiel eine Büronutzung oder die Einrichtung eines Pflegezimmers für eine bettlägerige Person.

Umnutzungsmöglichkeiten 1:200

Annahmen:
 5,90 € Warmmiete
 4,00€ Kaltmiete
 700m² freie Gemeinschaftsflächen
 69% Fremdkapital
 19.600.000€ Gesamtbudget Quartier
 ca. 7400 St. Genossenschaftsanteile

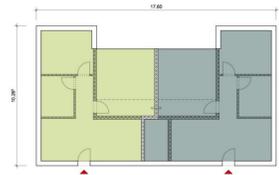
A_{nutzfläche} = 89 m²
 Miete_{warm} = 525 €/Monat
 Anteil_{genossenschaft} = 88.950 €
 CO₂ = 200 kg/pro Person

A_{nutzfläche} = 93 m²
 Miete_{warm} = 549 €/Monat
 Anteil_{genossenschaft} = 92.980 €
 CO₂ = 209 kg/pro Person

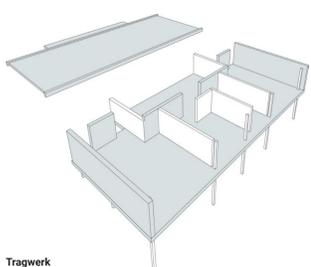
A_{nutzfläche} = 121 m²
 Miete_{warm} = 703 €/Monat
 Anteil_{genossenschaft} = 119.090 €
 CO₂ = 178 kg/pro Person

A_{nutzfläche} = 62 m²
 Miete_{warm} = 365 €/Monat
 Anteil_{genossenschaft} = 61.920 €
 CO₂ = 139 kg/pro Person

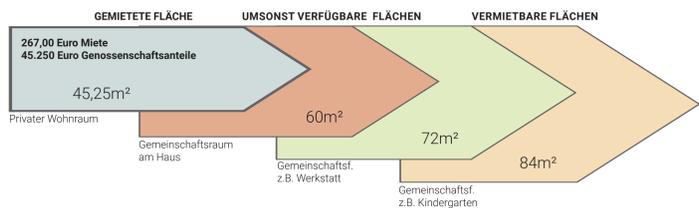
A_{nutzfläche} = 62 m²
 Miete_{warm} = 365 €/Monat
 Anteil_{genossenschaft} = 61.920 €
 CO₂ = 139 kg/pro Person



Entwicklungsstufen Grundrisse



Tragwerk



Flächenangebot pro Person



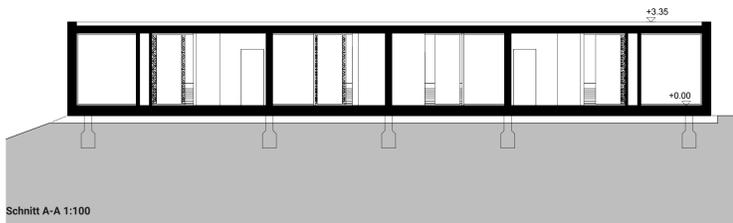
Baukosten Beispielgebäude

Kostenkennwerte

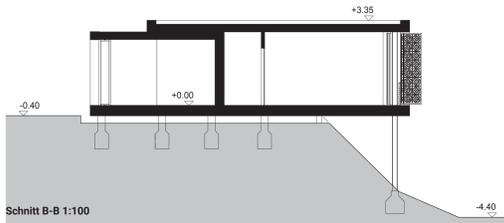
Baukosten (KG 200-500,700)/m² BGF = 2.131 €
 Baukosten (KG 200-500,700)/m² Wfl = 2.682 €
 Baukosten (KG 300+400)/m² Wfl = 2.016 €

301m²	Bruttogrundfläche (BGF)	
282m²	Nettoraumfläche (NRF)	19m² Konstruktionsgrundfläche (KGF)
239m²	Nutzfläche (NF)	62m² Konstruktionsfläche (KF)
181m²	vermietbare Fläche	58m² Gemeinschaftsfläche

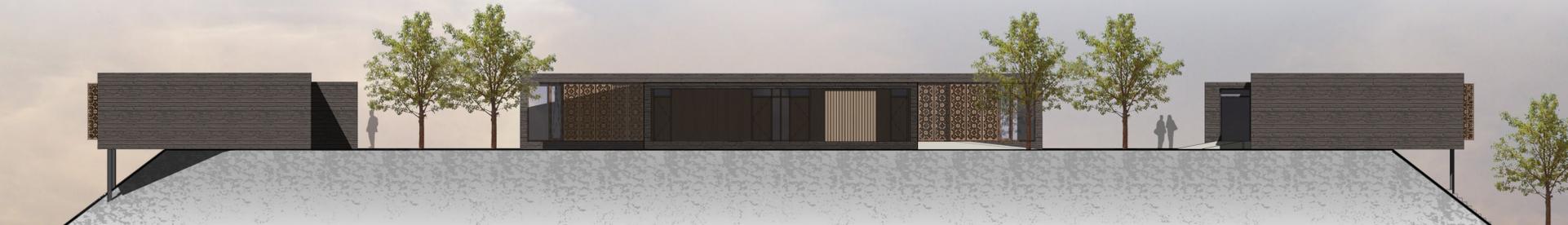
Flächenverteilung pro Gebäude



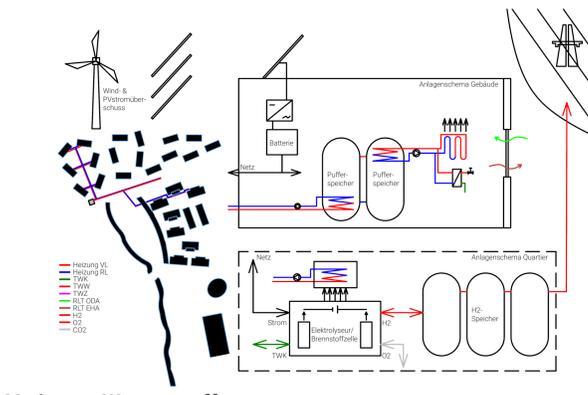
Schnitt A-A 1:100



Schnitt B-B 1:100

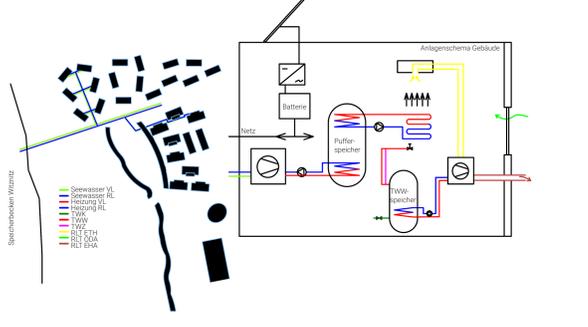


Ansichten Ost - Nord - West 1:100



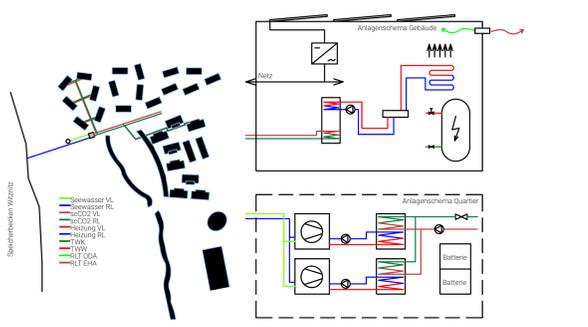
Variante: Wasserstoff

Die Variante „Wasserstoff“ nutzt die Abwärme einer Niedertemperaturbrennstoffzelle zur Beheizung der Gebäude. Die Brennstoffzelle wandelt Überschuss aus Wind- und PV-Stromproduktion in Wasserstoff um. Es wird angenommen, dass bei einem hohen regenerativen Stromanteil mindestens alle 48h Überschüsse im europäischen Stromverbundnetz abgebaut werden müssen. Der Wasserstoff wird einer Tankstelle der nahegelegenen Bundesautobahn 72 mittels einer Druckleitung zugeführt. Bei Dunkelzeiten kann der Wasserstoff zurück verstromt und in das öffentliche Stromnetz eingespeist werden. Die Zelle wird vom VNB im Rahmen des Netzpassmanagements ferngesteuert. Wärmespeicher garantieren die Versorgung an Tagen ohne Überschussstrom im Netz. Aufgrund der großen nicht beeinflussbaren Abhängigkeiten im Bezug auf Versorgungssicherheit und Preisentwicklung, wird diese Variante verworfen.



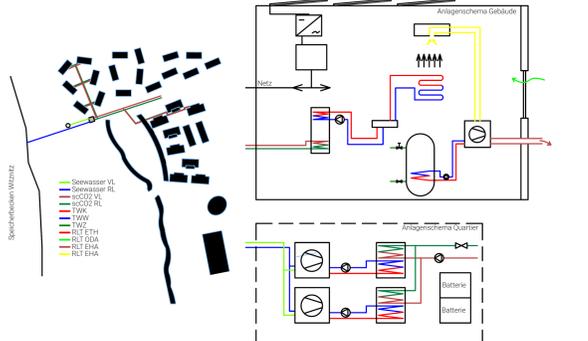
Variante: Seewasser

Die Variante „Seewasser“ nutzt die Umgebungswärme aus dem 400m entfernten Speicherbecken Witznitz. Wie rechts unten in der Abbildung zu sehen, können ganzjährig 7°C warmes Seewasser entnommen werden. Das Seewasser wird über ungedämmte Leitungen zu den einzelnen Häusern gefördert. Im Technikraum befindet sich eine WW-Wärmepumpe für die Beheizung und eine Abluft-Wärmepumpe für die Erwärmung des Trinkwarmwassers. Eine PV-Anlage mit angeschlossener Batterie versorgt die Haushalte und die Gebäudetechnik mit Strom.



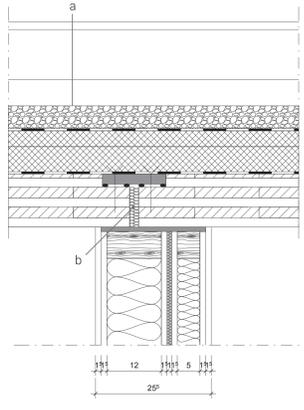
Variante: Elektrokleinspeicher

Die Variante „Elektrokleinspeicher“ baut auf der Variante „Seewasser“ auf. Das Seewasser wird über den Grundwasserleiter und einem Saugbrunnen gefiltert entnommen. In einer Energiezentrale bringen WW-Wärmepumpen die Energie auf ein höheres Temperaturniveau. Das Nahwärmenetz versorgt die einzelnen Gebäude mit superkritischem CO2 als Wärmeübertragungsmedium, was zu Einsparungen bei Pumpen und Rohrdimensionen führt. In den Gebäuden überträgt ein Wärmetauscher die Wärme an die Heizkreise. Das Trinkwarmwasser wird direkt elektrisch in Elektrokleinspeichern in jedem Badezimmer erzeugt. Flachliegende PV-Module produzieren Strom, der direkt verbraucht, als Wärme oder chemisch gespeichert wird. Dezentrale Lüftungsgeräte tauschen die Wohnungsluft über einen Nebenraumschluss und WRG aus.

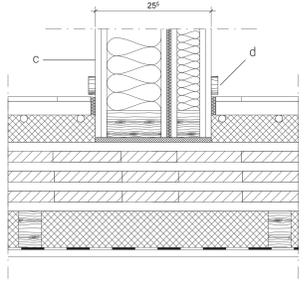


Variante: Abluftwärmepumpe

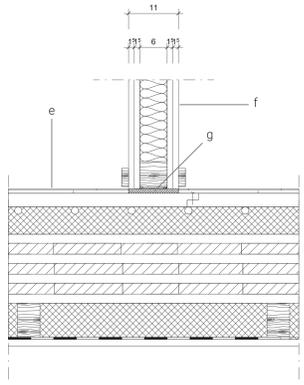
Die Variante „Abluftwärmepumpe“ baut auf der Variante „Elektrokleinspeicher“ auf. Dabei unterscheidet sich die Trinkwarmwasserbereitung durch eine Abluftwärmepumpe. Die Luftnachströmung erfolgt über Fensterventile. Der Vorteil der jährlichen Stromersparung steht über den Nachteilen wie der CO2-Anteil der grauen Energie der Anlagentechnik, der Investitionskosten, der Technikfläche und der Lebensdauer. Die CO2-Aufwandszahl beträgt $e_{CO2} = 0,006$ [kg/kWh]



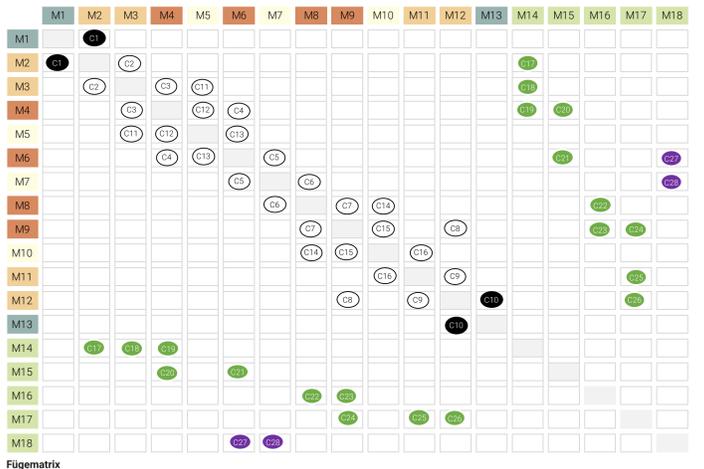
Detail Decke - Trennwand Maßstab 1:5



Detail Boden - Trennwand Maßstab 1:5

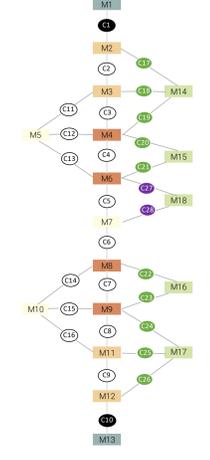


Detail flexible Innenwand - Boden Maßstab 1:5



Der Recyclinggraph und die Fügematrix beziehen sich auf die Wohnungstrennwand (vgl. Detail Boden - Trennwand). Ziel dieser Darstellungen ist die Bewertung der Konstruktion anhand ihrer Fügung und daraus resultierender Rezyklierbarkeit.

- Fügung**
- lose Verbindung
- Schraubverbindung
- Klammersverbindung
- Teste Verbindung
- Farbe**
- Lehmbauplatte
- Holz
- Dämmung
- Schraube



Detail Decke - Trennwand Maßstab 1:5

- a. Kies 50 mm
- Dachabdichtung EPDM
- Gefälledämmung Schaumglas 2 % Neigung
- Wärmedämmung Schaumglas 80 mm
- Unterspannbahn
- Brettschichtholz, gedübelt 110 mm
- b. Akustische Trennung Hanfvlies 20 mm

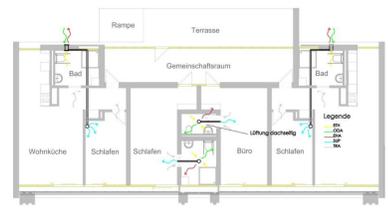
Detail Boden - Trennwand Maßstab 1:5

- c. Lehmputz 15 mm
- OSB-Platte 15 mm
- Hanfaserdämmung 160 mm
- OSB-Platte 15 mm
- Trennvlies 10 mm
- OSB-Platte 15 mm
- Hanfaserdämmung 60 mm
- OSB-Platte 15 mm
- Lehmputz 15 mm
- d. Holzleiste
- Randdämmstreifen 10 mm

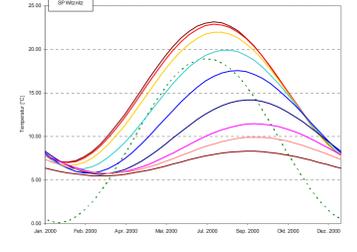
Detail flexible Innenwand - Boden Maßstab 1:5

- e. Bodenbelag 10 mm
- Trockenestrich 30 mm
- Trittschalldämmung Holzfaser 60 mm
- Brettschichtholz, gedübelt 150 mm
- Unterspannbahn
- Fasermattenplatte 15 mm
- Lehmputz 15 mm
- OSB-Platte 15 mm
- Hanfaserdämmung 60 mm
- OSB-Platte 15 mm
- Lehmputz 15 mm
- g. Schallschutzlager EPDM 10 mm

Lüftungsschema zur Variante „Elektrokleinspeicher“



Mittlere Jahresgänge der Wassertemperatur, Speicher Witznitz



CO₂-Kennwerte

CO_2 -Aufwandszahl: $e_{CO_2} = \frac{Q_{CO_2} \cdot CO_2\text{-Faktor}}{Q_{th}}$ [kg CO₂, Äquv/kWh]

CO_2 -Stromfaktor f_{CO_2} [kg CO₂, Äquv/kWh]

CO_2 -Graue Energie Anlagen [kg CO₂, Äquv/m² Wfl]

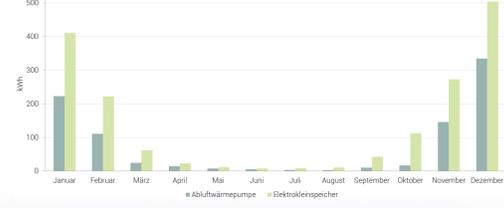
CO_2 -Graue Energie Konstruktion [kg CO₂, Äquv/m² Wfl]

CO_2 -Verbrauch Betriebsenergie [kg CO₂, Äquv/m² Wfl]

CO_2 -Gesamtverbrauch [kg CO₂, Äquv/m² Wfl]

Hard Facts "Abluftwärmepumpe"	
Q _{th}	49,5 kWh/m ² a
Bewohneranzahl	6
PV-Module	180 m ²
Modulwirkungsgrad eff.	0,19
Anstellwinkel	10°
Stromproduktion	30.546 kWh/a
Batteriekapazität	50 kWh
Seewassertemperatur	7°C
Heizung Temperaturen	35/28°C
Stromverbrauch WW-Wp	1.246 kWh/a
Jahresarbeitszahl WW-Wp	6,18
Stromverbrauch Abl-Wp	1.326 kWh/a
Jahresarbeitszahl Abl-Wp	4,4
Haushaltsstrom gesamt	4.000 kWh/a
Abluftanlage	439 kWh/a
Q _e [Strom]	901 kWh/a

Q_e (Stromnetzbezug)

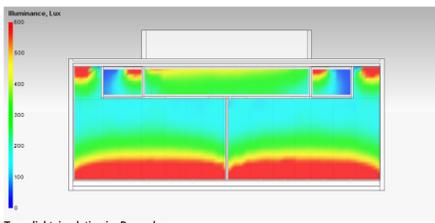


Variantevergleich	Abluftwärmepumpe	Elektrokleinspeicher
Jahresenergieverbrauch	60 %	100 %
CO ₂ grauer Energie	184 kg CO ₂ /äq	66 kg CO ₂ /äq
Investitionskosten	14.797 €	6.007 €
Technikfläche	2,00 m ²	0,50 m ²
Nutzungsdauer	- über 50 a	+ über 50 a

Berechnung der CO ₂ -Aufwandszahl	SeewasserWP + Abluftwärmepumpe	SeewasserWP + Elektrokleinspeicher	Gas + Solarthermie
Q _{th}	49,50 kWh/m ² a	49,20 kWh/m ² a	49,20 kWh/m ² a
Q _e	5,12 kWh/m ² a	9,60 kWh/m ² a	56,24 kWh/m ² a
f _{CO2} [kg/kWh]	0,06	0,06	0,24
e _{CO2} [kg/kWh]	0,0062	0,0117	0,2743



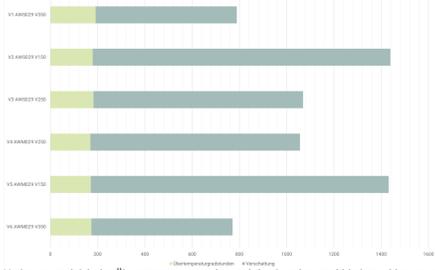
Ansicht Süd



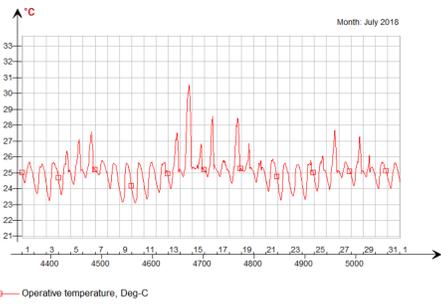
Tageslichtsimulation im Dezember

Variante	Verschattungselemente		Dach		Außenwand		Operative Temperatur > 27°C	Verschattung geschlossene
	Art	Transparenz	Konstruktion	U-Wert	Konstruktion	U-Wert		
S1 AW aus Vau	500 W/m²	50%	Massivholz	0,29 W/m²K	Holzständer	0,29 W/m²K	191 h	599 h
S2 AW aus Vau	100 W/m²	50%	Massivholz	0,29 W/m²K	Holzständer	0,29 W/m²K	179 h	1.260 h
S3 AW aus Vau	250 W/m²	50%	Massivholz	0,29 W/m²K	Holzständer	0,29 W/m²K	182 h	887 h
S4 AW aus Vau	250 W/m²	50%	Massivholz	0,29 W/m²K	Massivholzwand	0,29 W/m²K	194 h	887 h
S5 AW aus Vau	100 W/m²	50%	Massivholz	0,29 W/m²K	Massivholzwand	0,29 W/m²K	179 h	1.260 h
S6 AW aus Vau	300 W/m²	50%	Massivholz	0,29 W/m²K	Massivholzwand	0,29 W/m²K	173 h	599 h

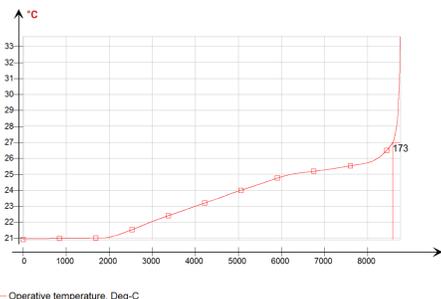
Iteratives Vorgehen zur Bestimmung der sommerlichen Rauminnentemperaturen in Abhängigkeit der spez. Wärmekapazitäten unterschiedlicher Wandkonstruktionen und der verschiedenen Verschattungsführungen



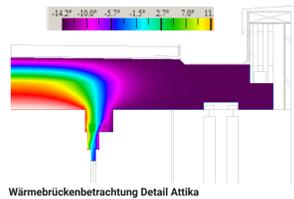
Variantenvergleich der Übertemperaturstunden und der Stundenanzahl bei geschlossenen Verschattungselementen



Innentemperaturverlauf der Variante S6 im Monat Juli



Jahresdauerlinie der Innentemperatur bei Variante S6



Wärmebrückenbetrachtung Detail Attika

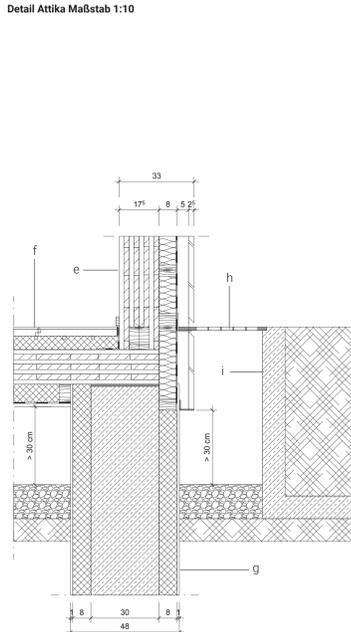
Detail Attika Maßstab 1:10

- a. Glasschiebetür in Holzrahmen
- b. Verschattungselemente, verschiebbar
- c. Holzlamellen 25 mm
Lattung/ Luftschicht 50 mm
Brettschichtholz, gedübelt 100 mm
Dampfbremse
Dachabdichtung EPDM
Attikablech auf Holzbohle 45 mm verschraubt
Kies 50 mm
Dachabdichtung EPDM
Gefälledämmung Schaumglas 2 % Neigung
Wärmedämmung Schaumglas 80 mm
Unterspannbahn
Brettschichtholz, gedübelt 110 mm
- d. Kies 50 mm
Dachabdichtung EPDM
Gefälledämmung Schaumglas 2 % Neigung
Wärmedämmung Schaumglas 80 mm
Unterspannbahn
Brettschichtholz, gedübelt 110 mm

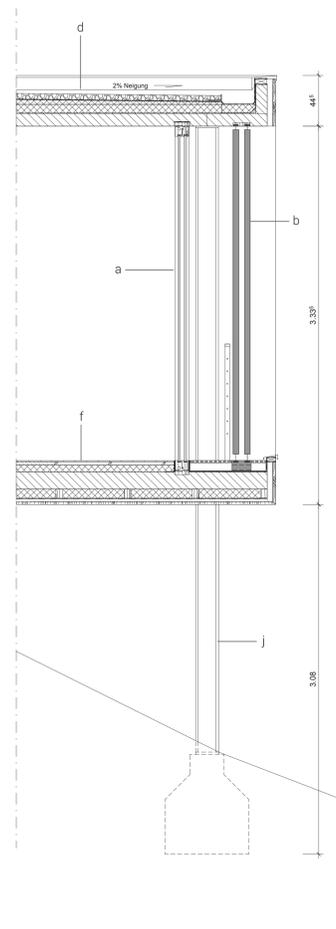
Detail Sockelanschluss Maßstab 1:10

- e. Brettschichtholz, gedübelt 175 mm
Lattung/ Wärmedämmung Hanffaser 80 mm
Unterspannbahn
Holzlamellen 25 mm
- f. Bodenbelag 10 mm
Trockenestrich 30 mm
Trittschalldämmung Holzfaser 60 mm
Brettschichtholz, gedübelt 150 mm
Lattung/ Wärmedämmung Hanffaser 80 mm
Unterspannbahn
Faserzementplatte 15 mm
Drainagematte 10 mm
Schaumglas 80 mm
Stahlbetonstütze 300/ 300 mm,
frostdfreie Gründung
Schaumglas 80 mm
Drainagematte 10 mm
- g. Gitter
- h. Stützwinkel 100 mm
- i. HE-B 200 Profil

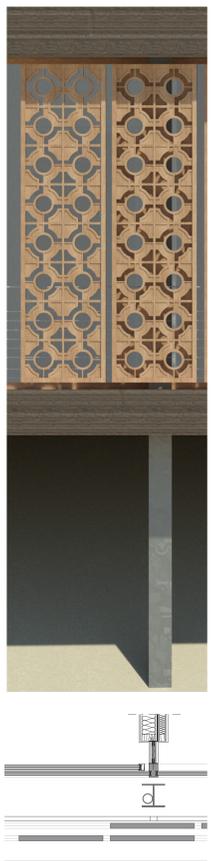
Detail Attika Maßstab 1:10



Detail Sockelanschluss Maßstab 1:10



Fassadenschnitt vertikal 1:20



Fassadenschnitt horizontal 1:20

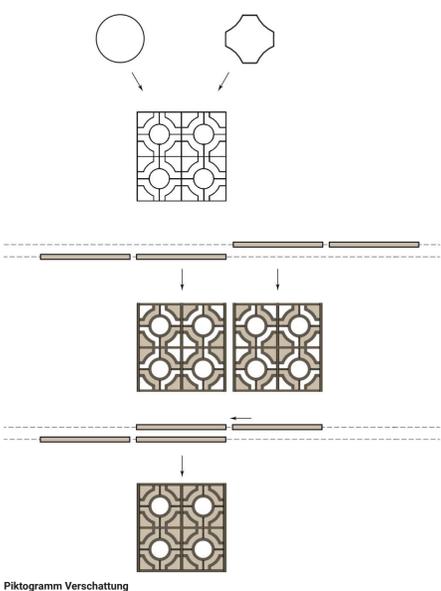
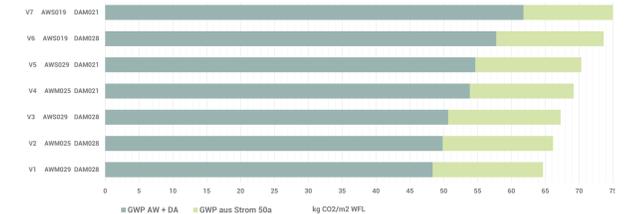
Iteration thermische Hülle

Variante	Konstruktion AW	U-Wert AW	GWP pro m2	Konstruktion Dach	U-Wert Dach	GWP pro m2	Heizwärmebedarf	GWP der AW+DA
V1 AWM029 DAM028	Massivholzwand	0,29 W/m²K	27,69 kg CO ₂ äq/m²	Massivholzdecke	0,28 W/m²K	34,59 kg CO ₂ äq/m²	49,50 kWh/m²a	48,40 kg CO ₂ /m² WFL
V2 AWM029 DAM028	Massivholzwand	0,25 W/m²K	30,44 kg CO ₂ äq/m²	Massivholzdecke	0,28 W/m²K	34,59 kg CO ₂ äq/m²	49,50 kWh/m²a	49,87 kg CO ₂ /m² WFL
V3 AWS029 DAM028	Holzständer	0,29 W/m²K	31,96 kg CO ₂ äq/m²	Massivholzdecke	0,28 W/m²K	34,59 kg CO ₂ äq/m²	50,90 kWh/m²a	50,68 kg CO ₂ /m² WFL
V4 AWM025 DAM021	Massivholzwand	0,25 W/m²K	30,44 kg CO ₂ äq/m²	Massivholzdecke	0,21 W/m²K	38,73 kg CO ₂ äq/m²	45,10 kWh/m²a	53,88 kg CO ₂ /m² WFL
V5 AWS029 DAM021	Holzständer	0,29 W/m²K	31,96 kg CO ₂ äq/m²	Massivholzdecke	0,21 W/m²K	38,73 kg CO ₂ äq/m²	46,40 kWh/m²a	54,70 kg CO ₂ /m² WFL
V6 AWS019 DAM028	Holzständer	0,19 W/m²K	45,19 kg CO ₂ äq/m²	Massivholzdecke	0,28 W/m²K	34,59 kg CO ₂ äq/m²	47,20 kWh/m²a	57,77 kg CO ₂ /m² WFL
V7 AWS019 DAM021	Holzständer	0,19 W/m²K	45,19 kg CO ₂ äq/m²	Massivholzdecke	0,21 W/m²K	38,73 kg CO ₂ äq/m²	42,80 kWh/m²a	61,78 kg CO ₂ /m² WFL

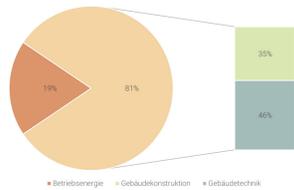
Iteration thermische Hülle + Energieversorgung

Variante	V1-X	AW + DA CO ₂ Differenz	Strom CO ₂ Differenz	Differenz zu V1
V1 AWM029 DAM028	V1-V1	-	-	-
V2 AWM025 DAM028	V1-V2	1,48 kg CO ₂ /m² WFL	0,00 kg CO ₂ /m² WFL	1,48 kg CO ₂ /m² WFL
V3 AWS029 DAM028	V1-V3	2,29 kg CO ₂ /m² WFL	0,30 kg CO ₂ /m² WFL	2,59 kg CO ₂ /m² WFL
V4 AWM025 DAM021	V1-V4	5,49 kg CO ₂ /m² WFL	-0,96 kg CO ₂ /m² WFL	4,53 kg CO ₂ /m² WFL
V5 AWS029 DAM021	V1-V5	6,30 kg CO ₂ /m² WFL	-0,63 kg CO ₂ /m² WFL	5,67 kg CO ₂ /m² WFL
V6 AWS019 DAM028	V1-V6	9,38 kg CO ₂ /m² WFL	-0,42 kg CO ₂ /m² WFL	8,96 kg CO ₂ /m² WFL
V7 AWS019 DAM021	V1-V7	13,39 kg CO ₂ /m² WFL	-1,47 kg CO ₂ /m² WFL	11,92 kg CO ₂ /m² WFL

CO2 Differenzbetrachtung



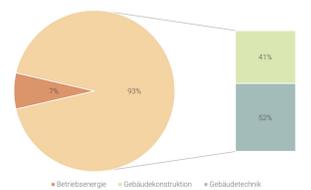
Piktogramm Verschattung



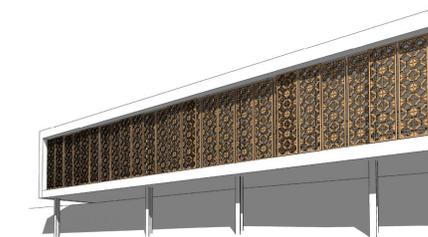
CO2 - Verbrauch 2018

CO2-Ergebnisse 2018	
Graue Energie Anlagen	7,99 kg CO ₂ äq/m² WFL
Graue Energie Konstruktion	5,91 kg CO ₂ äq/m² WFL
CO ₂ -Verbrauch Betriebsenergie	3,14 kg CO ₂ äq/m² WFL
CO ₂ -Gesamtverbrauch	17,04 kg CO ₂ äq/m² WFL

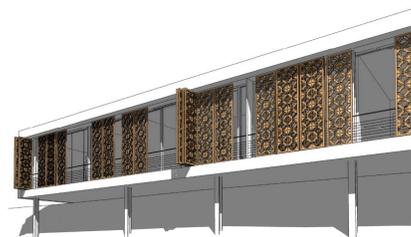
CO2-Ergebnisse 2068	
Graue Energie Anlagen	2,40 kg CO ₂ äq/m² WFL
Graue Energie Konstruktion	1,77 kg CO ₂ äq/m² WFL
CO ₂ -Verbrauch Betriebsenergie	0,32 kg CO ₂ äq/m² WFL
CO ₂ -Gesamtverbrauch	4,49 kg CO ₂ äq/m² WFL



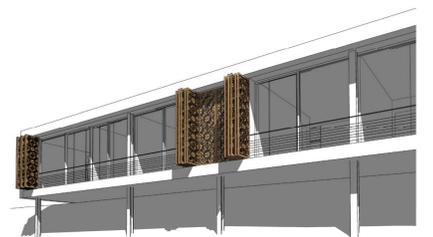
CO2 - Verbrauch 2068



Verschattungselemente geschlossen



Verschattungselemente halboffen



Verschattungselemente offen

