

FALLSTUDIE

SOLARKAMINGAUBE



PROJEKT

EFH Morschach

ARCHITEKTUR

ADM Architektur

TYOLOGIE

DEFH

BAUJAHR

1997

ZIELE

- *Erneuerung*
Energetische und nachhaltige Sanierung der Gebäudehülle
- *Energieerzeugung & Speicherung*
Energetische Bedarfsdeckung und Speicherung von Warmwasser sowie Strom durch natürliche Energiequellen
- *Kühlung/ Lüftung*
Erhöhung der passiven Kühlung durch einen Solarkamin

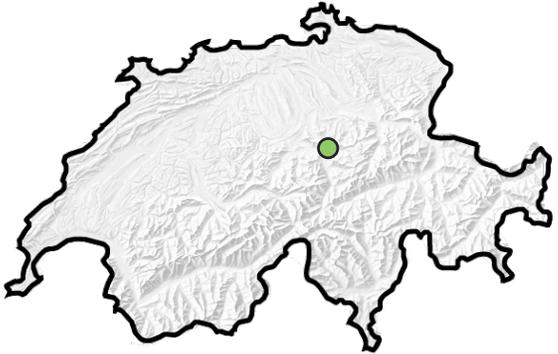
I. AUSGANGSLAGE

- ▶ Standort
- ▶ Impressionen (Fotos)
- ▶ Pläne

STANDORT

Husmatt 6

6443 Morschach(CH)



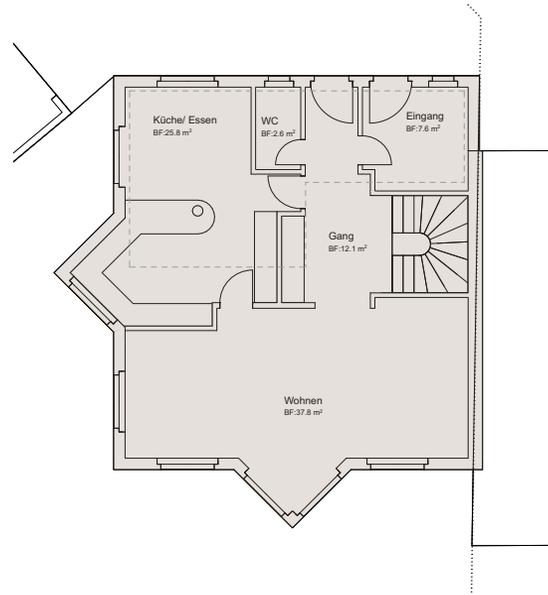
IMPRESSIONEN

Das Gebäude liegt in einem ruhigen Wohnquartier im Gestaltungsplanperimeter in Morschach und besteht aus einem viergeschossigen Hauptgebäude sowie einem eingeschossigem Nebengebäude. Die Parzelle weist viel Grünraum auf, welche aus Wiesen sowie Strauchschichten bestehen, es finden sich einzelne kleine Bäume auf der Parzelle.

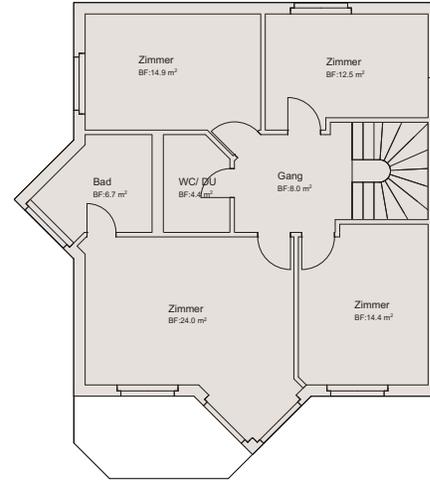


PLÄNE

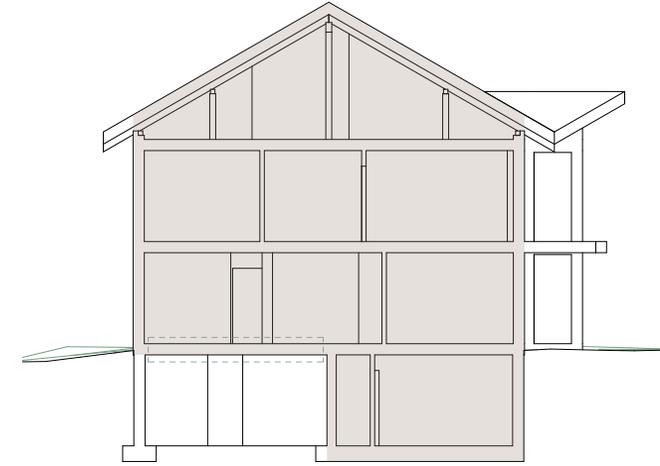
Situations-/ Geschosspläne so- wie Querschnitt



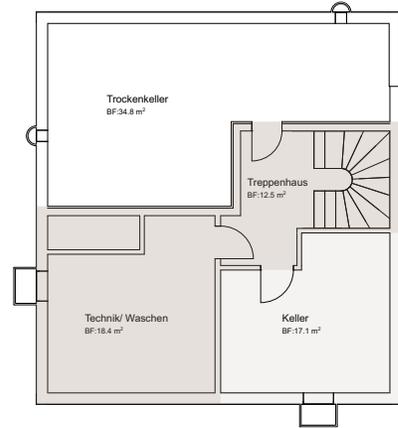
Erdgeschoss



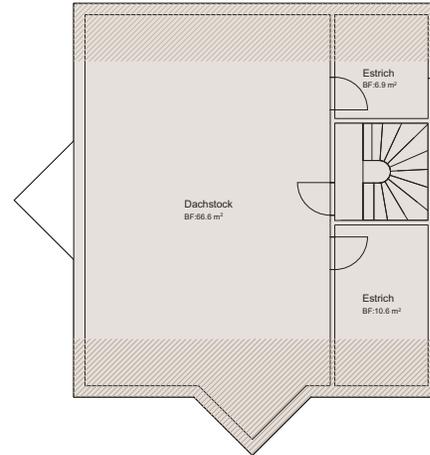
Obergeschoss



Querschnitt



Untergeschoss



Dachgeschoss

II. INTEGRATED DESIGN WORKFLOW



1
Klima-, Komfort-,
Potentialanalyse und
Nachhaltigkeitsziele

2
Bedarf

3
Versorgung

4
Integration und
Darstellung

Rahmenbedingungen → Nachhaltigkeitsziele → Bedarfsanalyse → Versorgungskonzept → Systemdesign → Steuerung und Regelung

Normen

Verpflichtend
(Normen)

Wärme und
Kälte

Passiv

Heizung und
Kühlung

Heizung und
Kühlung

Nutzer/
Komfort

Freiwillig
(Zertifikate)

Lüftung

Aktiv

Lüftung

Lüftung

Städtebaul.
Kontext

Strom

Strom und
Licht

Strom und
Licht

Makro- und
Mikroklima

Ressourcen

Planungsphasen

Konzept (SIA Phasen 1 und 2)

Entwurf (SIA Phasen 2 und 3)

Planung (SIA Phasen 4 und 5)

Ausführung

Betrieb (SIA Phase 5)

II. INTEGRATED DESIGN WORKFLOW

1

KLIMA-, KOMFORT-, POTENTIALANALYSE UND NACHHALTIGKEITSZIELE

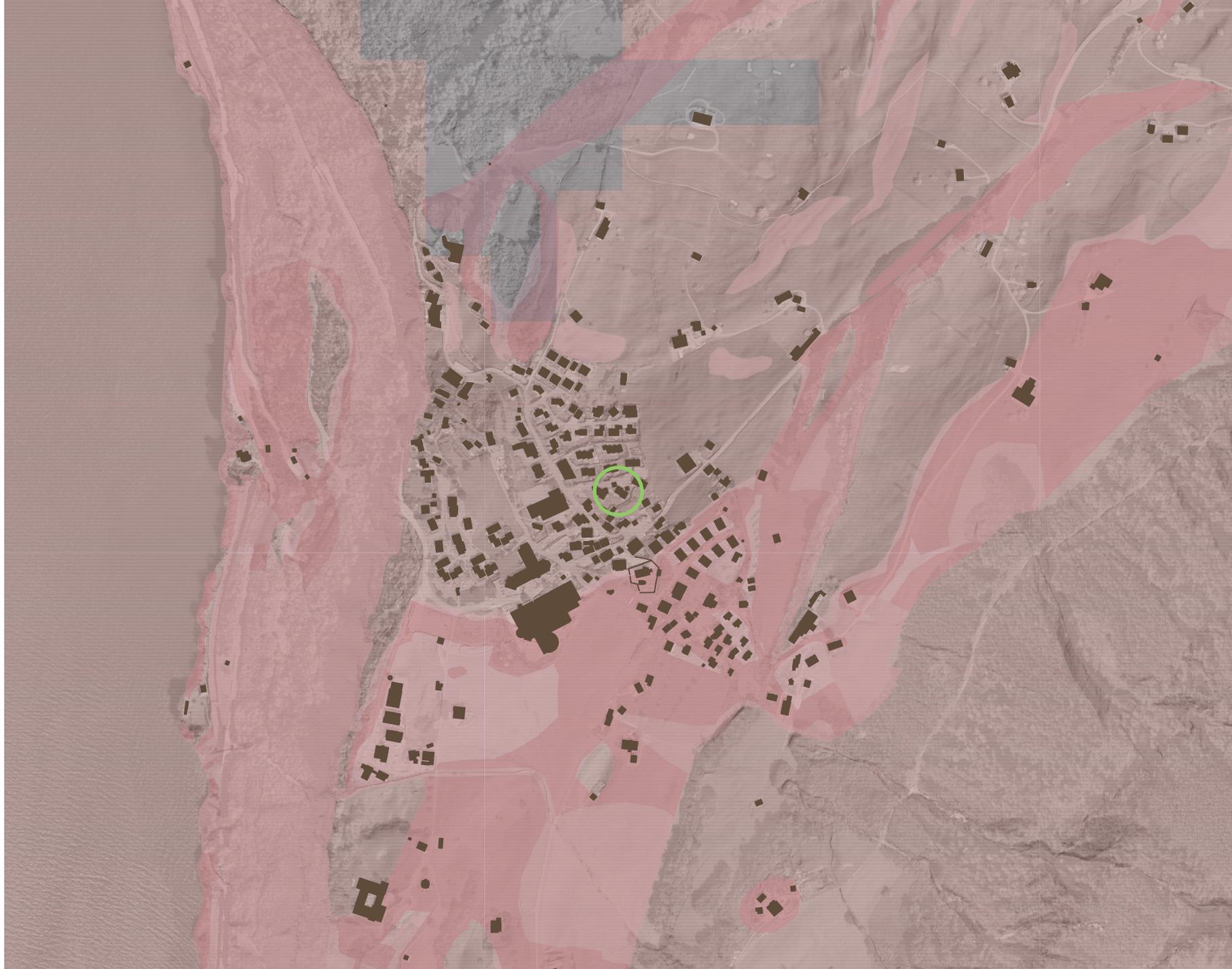
- **Potentialanalyse**
- **Aktuelle und zukünftige
Wetterdaten und Klimaanalyse**
- **Nachhaltigkeitsziele**

POTENTIALANALYSE

Es ist keine Erdwärmenutzung möglich. Somit entfällt eine potentielle Erdwärmenutzung. Auf dem Grundstück finden sich keine Naturgefahren. Keine hohe Windgeschwindigkeiten am Standort. Es kann keine Energie durch Wind generiert werden.

-  Grundwasserschutzzone
-  Eingung Windenergie
-  Naturgefahren

Quelle: Kanton SZ: Erdwärmenutzung/ Naturgefahrenkarte/
Windgeschwindigkeit 100m, erstellt in QGIS



SOLARE NUTZUNG

Das nach Südwesten ausgerichtete Satteldach sowie die Fassade eignen sich sehr gut für die Erzeugung thermischer oder elektrischer Energie.

Auf der Parzelle ist mit einer solaren Einstrahlung (orange-gelbe Fläche) von 1190kWh/m^2 zu rechnen.

 Eignung Sonnenenergienutzung
schlecht bis sehr gut

 $1190\text{kWh/m}^2\text{a}$

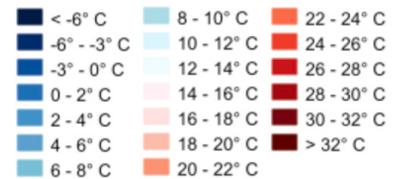
 $1200\text{kWh/m}^2\text{a}$

Quelle: Eignung von Hausdächern für die Nutzung von Sonnenenergie (BFE), erstellt in QGIS

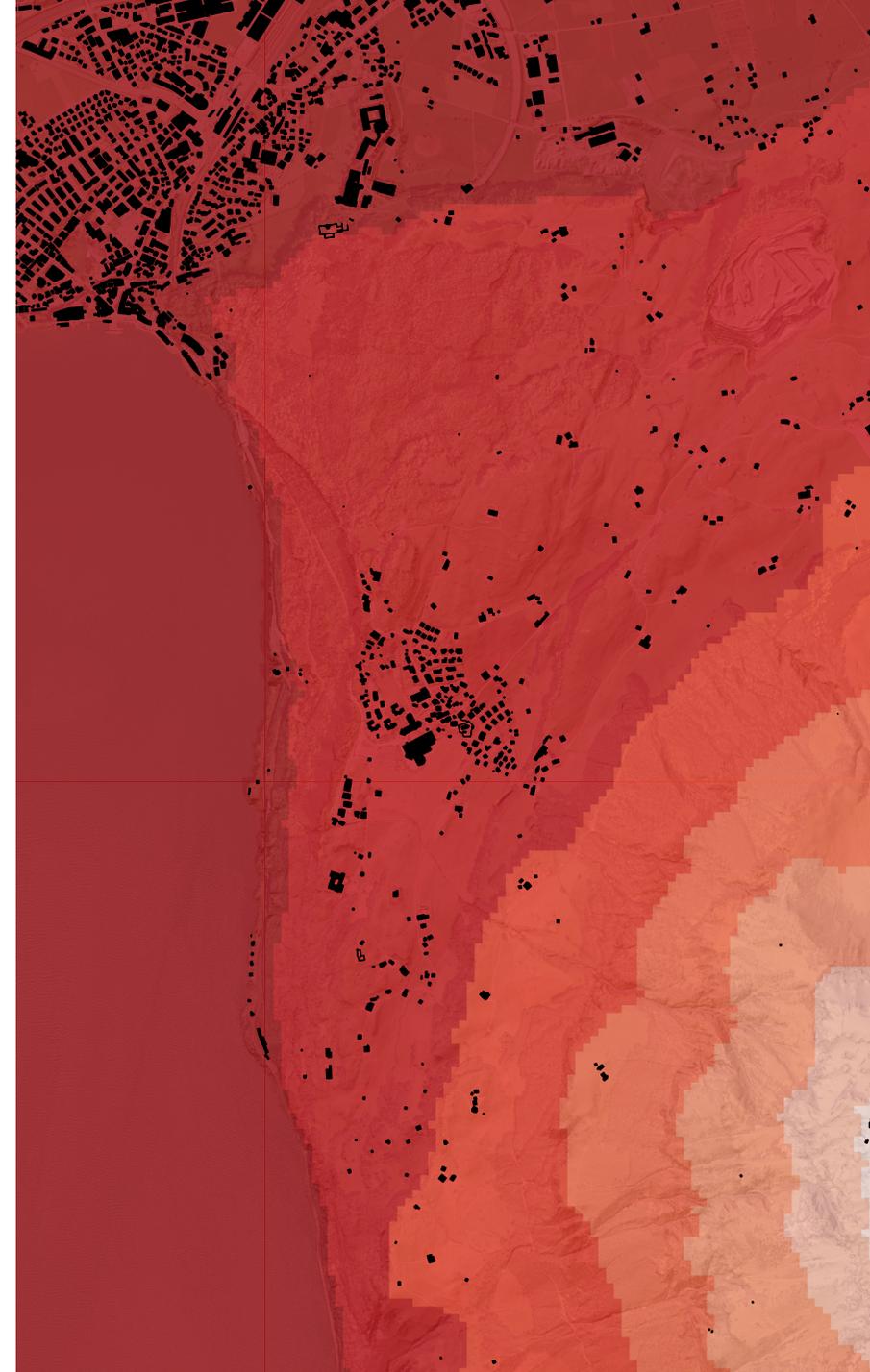
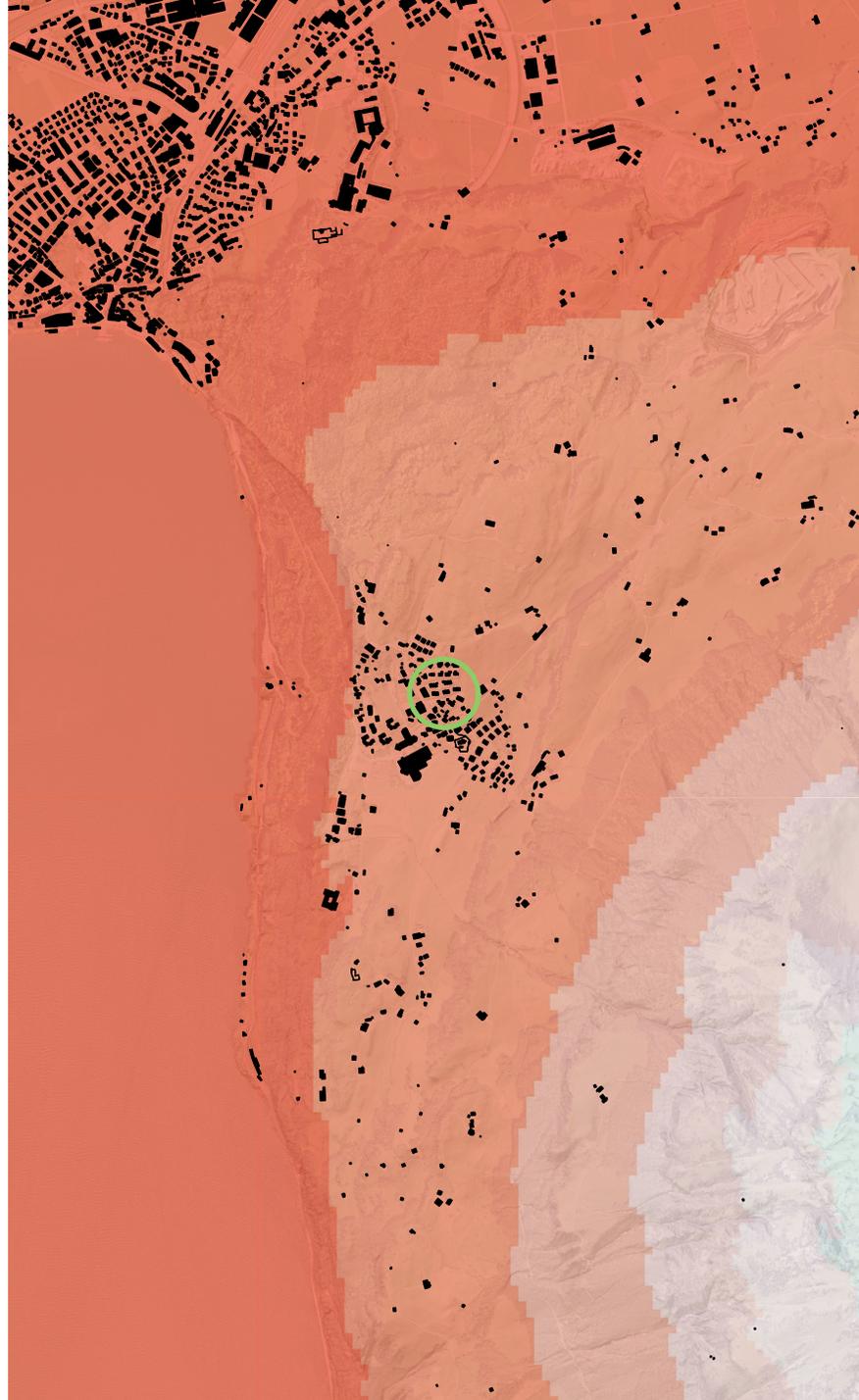


TEMPERATUREN 2010/ 2085

Die mittleren Höchstwerte der Lufttemperatur im Juli des Jahres 2010 zeigen für Morschach eine Temperatur von 20-22°C auf. Die Prognose laut BFU (Szenario RCP 8.5) zeigt für das Jahr 2085 eine Erhöhung der Lufttemperatur um 6°C, somit steigt die mittlere Höchsttemperatur auf 26-28°C.



Quelle: BFU, Lufttemperaturen Juli 2010/ 2085, erstellt in QGIS

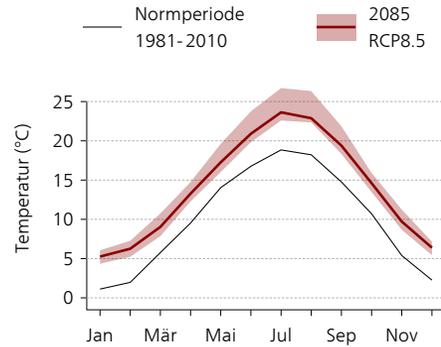


KLIMAANALYSE 2010/ 2085

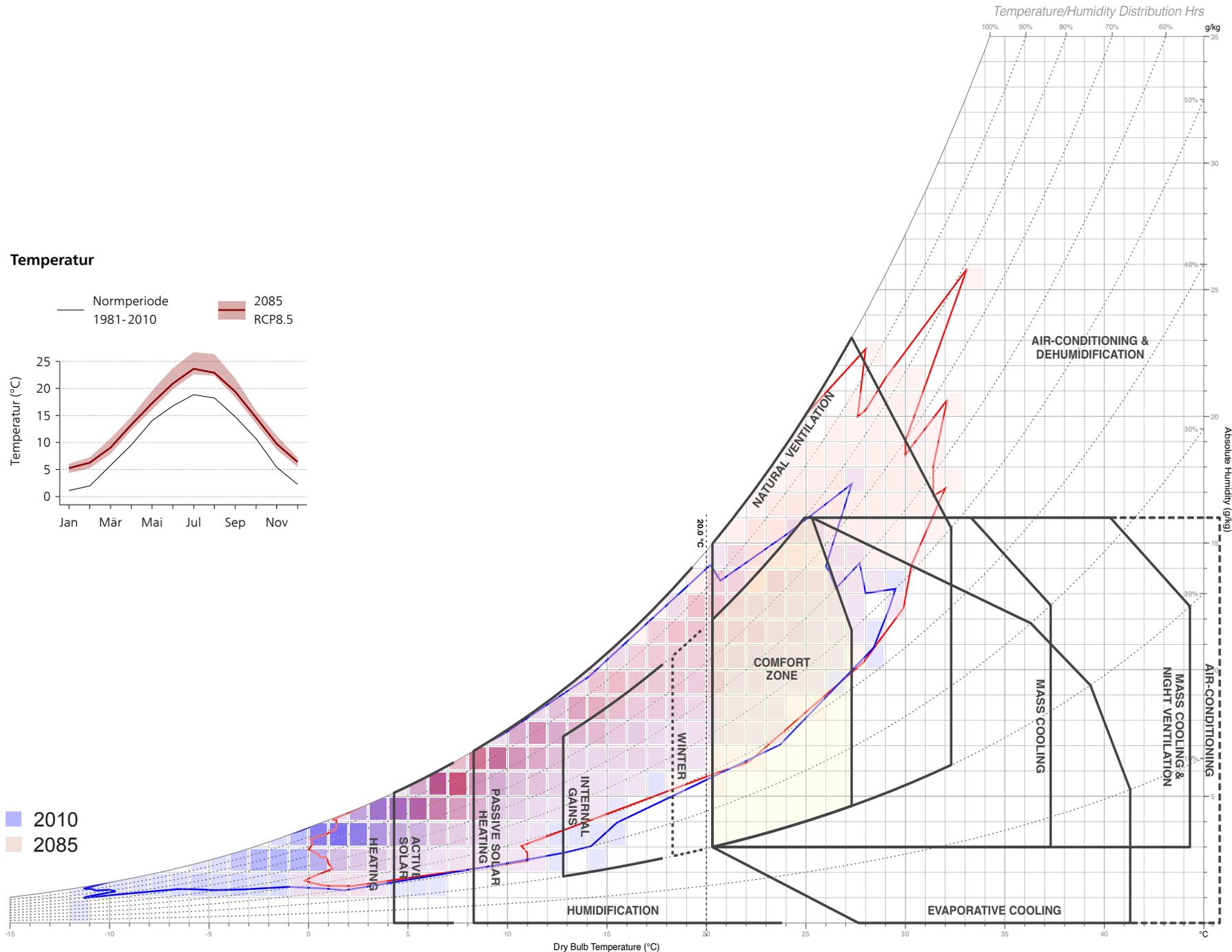
In der Analyse zeigt sich auf, dass die zukünftigen Temperaturerhöhungen einen grossen Einfluss auf die Behaglichkeit aufweisen. Temperaturen unter 0 sind praktisch keine mehr vorhanden, die Temperatur steigt im Schnitt um 6 Grad an. Durch natürliche Belüftung kann auch künftig das Gebäude gekühlt werden. Zu Spitzenzeiten könnten weitere Kühlungsmaßnahmen hinzugefügt werden.

Quelle: CH2018-Webatlas, Psychrometric Chart erstellt in Adobe Illustrator

Temperatur



2010
2085



NACHHALTIGKEITSZIELE

Nebst der Verwendung von möglichst wenig Material soll das verwendete Material so klimaneutral wie möglich sein. Die Senkung von Energiebedarf und von Emissionen haben grosse Priorität. Das Projekt weist somit folgende Nachhaltigkeitsziele auf:

GEBÄUDEHÜLLENSANIERUNG

Die Gebäudehülle soll mit nachhaltigen Materialien saniert werden um mit möglichst wenig Material und Emissionen das Maximum an Betriebsemissionen zu sparen.

SANIERUNG HEIZSYSTEM

Das Heizsystem soll nachhaltiger werden, die Ölheizung wird zugunsten erneuerbarer Energieträger ersetzt.

EIGENE ENERGIEERZEUGUNG

Das Gebäude soll einen Grossteil des Eigenbedarfs an elektrischer Energie sowie der Energie für die Erwärmung des Warmwassers durch eigene Produktion abdecken.

ZUKUNFTSORIENTIERTE LÜFTUNG/ PASSIVE KÜHLUNG

Künftige Hitzestaus im Dachgeschoss sollen durch die Sanierung der Gebäudehülle sowie durch Belüftungs-/ Kühlsysteme abgemildert werden.

II. INTEGRATED DESIGN WORKFLOW

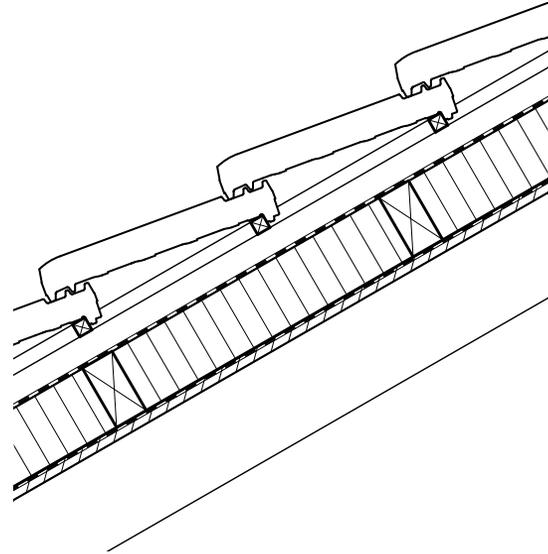
2 BEDARFSANALYSE

- **U-Werte**
- **Treibhausgaspotential**
- **Energiebedarf**

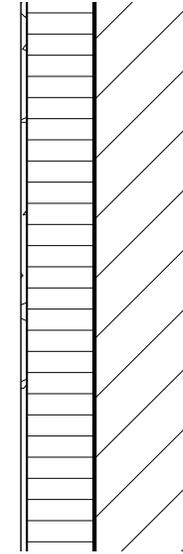
U- WERTE DACH/ FASSADE

Die U-Werte des Gebäudes entsprechen nicht mehr dem heutigen Standart, dementsprechend viel Energie geht durch die bestehende Gebäudehülle verloren.

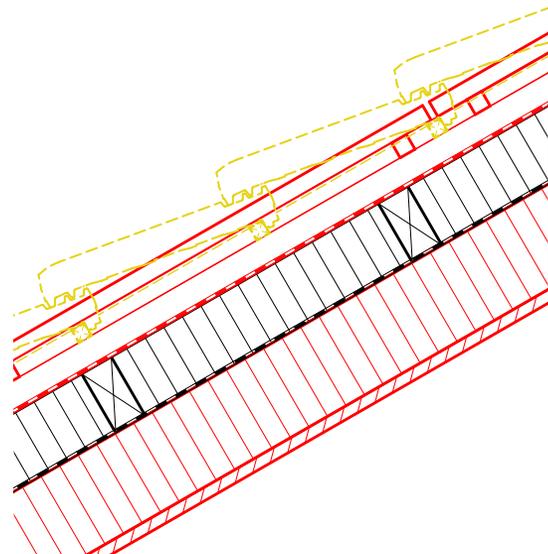
Das Dach kann innerlich zwischen den Sparren gedämmt und südwestlich mit Photovoltaikmodulen eingekleidet werden. Die Fassade wird äusserlich aufgedämmt.



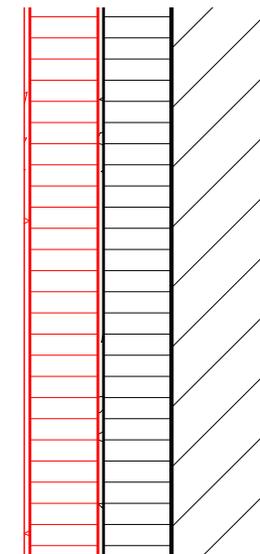
Dachaufbau best.	(λ)	(cm)
Dachziegel		5
Ziegellattung		2 ^S
Dachlattung/ Hinterlüftung		5
Unterdach Sarnatex	10	2
Wärmedämmung	0.037	12
Dampfbremse Sarnatherm	0.2	
Verschalung Fichte	0.14	2 ¹
Sparren	0.13	16
U-Wert		0.31 W/m²K



Wandaufbau Gedämmt best.	(λ)	(cm)
Aussenputz	0.7	1
Wärmedämmung EPS	0.048	12
Backstein	0.45	18
Innenputz	0.7	1
U-Wert		0.323 W/m²K



Dachaufbau neu	(λ)	(cm)
Photovoltaikmodule Neu		3
Unterkonstruktion Neu		5
Abdichtung ev. Neu		0 ²
Unterdach Sarnatex	10	2
Wärmedämmung	0.037	12
Dampfbremse Sarnatherm	0.2	
Wärmedämmung Zellulose Neu	0.039	16
dazwischen Sparren	0.13	16/12
Verschalung Fichte	0.14	2 ¹
U-Wert		0.15 W/m²K

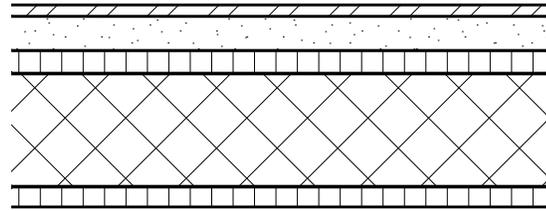


Wandaufbau Gedämmt Neu	(λ)	(cm)
Aussenputz Neu	0.7	1
Zelluloseplatten Neu	0.04	10
Aussenputz	0.7	1
Wärmedämmung EPS	0.048	12
Backstein	0.45	18
Innenputz	0.7	1
U-Wert		0.178 W/m²K

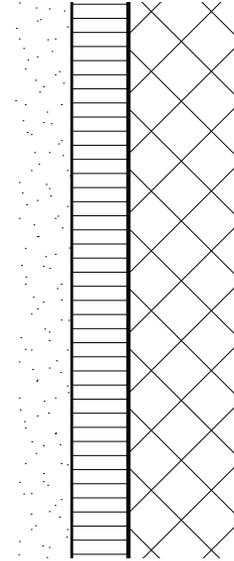
Quelle U-Werte: Ubakus

U- WERTE BODEN/ WAND UG

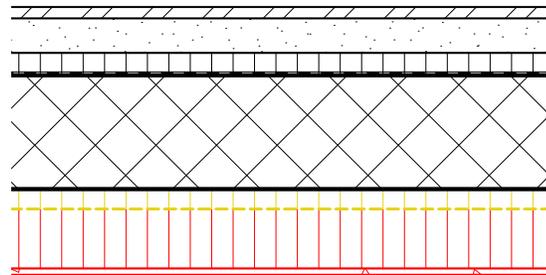
Das Erdgeschoss ist unterkellert, ein grosser, von Aussen natürlich belüfteter, Trockenkeller liegt zu einem grossen Teil unter dem beheizten Erdgeschoss. Die Decke zwischen EG und Trockenkeller ist sehr schlecht isoliert und verliert somit überproportional viel Energie. Sie wird zusätzlich isoliert, die Aussenwände im UG müssen aufgrund der Dampfdiffusion mit XPS innengedämmt werden.



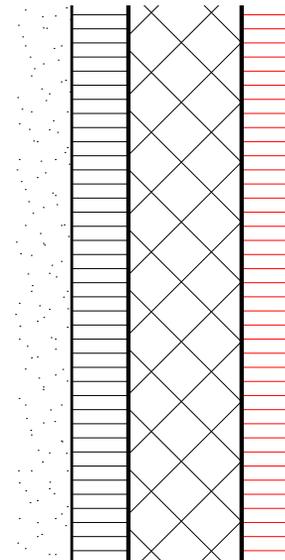
	(λ)	(cm)
Decke zu UG Gedämmt		
Keramikplatten	1.3	2
Unterlagsboden	1.4	6
Wärme- und Trittschalldämm.	0.04	4
PE Dichtungsbahn	0.4	
Stahlbeton	2.5	20
Schichtex	0.05	3 ^s
U-Wert		0.459 W/m ²



	(λ)	(cm)
Wandaufbau UG Gedämmt		
Wärmedämmung XPS	0.04	10
Stahlbeton	2.5	20
U-Wert		0.364 W/m ² K



	(λ)	(cm)
Decke zu UG Gedämmt Neu		
Keramikplatten	1.3	2
Unterlagsboden	1.4	6
Wärme- und Trittschalldämm.	0.04	4
PE Dichtungsbahn	0.4	
Stahlbeton	2.5	20
Zelluloseplatten	0.04	14
Deckenputz	0.7	1
U-Wert		0.2 W/m ² K



	(λ)	(cm)
Wandaufbau UG Gedämmt		
Wärmedämmung XPS	0.04	10
Stahlbeton	2.5	20
Wärmedämmung XPS Neu	0.04	8
Innenputz	0.7	1
U-Wert		0.198 W/m ² K

Quelle U-Werte: Ubakus

TREIBHAUSGASPOTENTIALE

Das 1997 konventionell erstellte Gebäude weist durch die Grösse und die verwendeten Materialien einen hohen Wert von Vorab-CO₂ Emissionen aus. Durch umweltschonende Materialien wird dieser Wert bei der Sanierung nicht exorbitant höher.

Teilweise hoch taxierte Elemente tragen im künftigen Betrieb zu einer erheblichen Senkung der Betriebsemissionen bei.

Quellen: Ubakus/ KBOB

	BAUTEIL		kg CO ² ÄQ
BESTAND	Aussenwände Backstein	39.8 m ³	+9'098
	Innenwände Backstein	28.4 m ³	+6'492
	Aussenwände unter Terrain (Stahlbeton)	24.6 m ³	+4'936
	Stahlbetondecken	80.3 m ³	+16'050
	Zementunterlagsboden	19.2 m ³	+3'010
	Konstruktionsholz Fichte	6.0 m ³	-844
	Tonziegel	141 m ²	+5'259
	Wärmedämmung EPS	75 m ²	+10'147
	Fenster	44.8 m ²	+2'240
	Ölheizung		+2'000
	Total Bestand		+58'388
	SANIERUNG	Zellulose neu	44.4 m ³
XPS neu (UG)		10 m ³	+3'420
Photovoltaikmodule		42 m ²	+8'820
Solarmodule (Warmwasser)		13 m ²	+3'757
Gaube neu			+1'500
Fenster Ersatz/ neu		48 m ²	+4'080
Fernwärme			+850
Total Sanierung		+21'963	

ENERGIEBEDARF

Das Einfamilienhaus weist eine überdurchschnittlich hohe Energiebezugsfläche und somit ein grosses beheiztes Gebäudevolumen auf. Der Energiebedarf wird bis anhin per Ölheizung (2000l Tank) und Elektroboiler und Anschluss an das öffentliche Stromnetz gewährleistet. Bis anhin wird ein Fahrzeug mit Verbrennungsmotor genutzt, künftig soll dieses durch ein Elektrofahrzeug ersetzt werden.

HEIZWÄRMEBEDARF

Personenbelegung: 5 Personen

Energiebezugsfläche

UG = 41.2

EG = 106m²

OG = 106m²

DG = 71.2m²

=324.4m²

Gebäudevolumen beheizt:

UG = 41.2m² x 2.87= 118.244

EG = 106m² x 3.05= 323.3

OG = 106m² x 2.75= 291.5

DG = 106m² x 1.5=159

=892.0 m³

Heizung: 60*324.4= 19464 kWh^{*1}

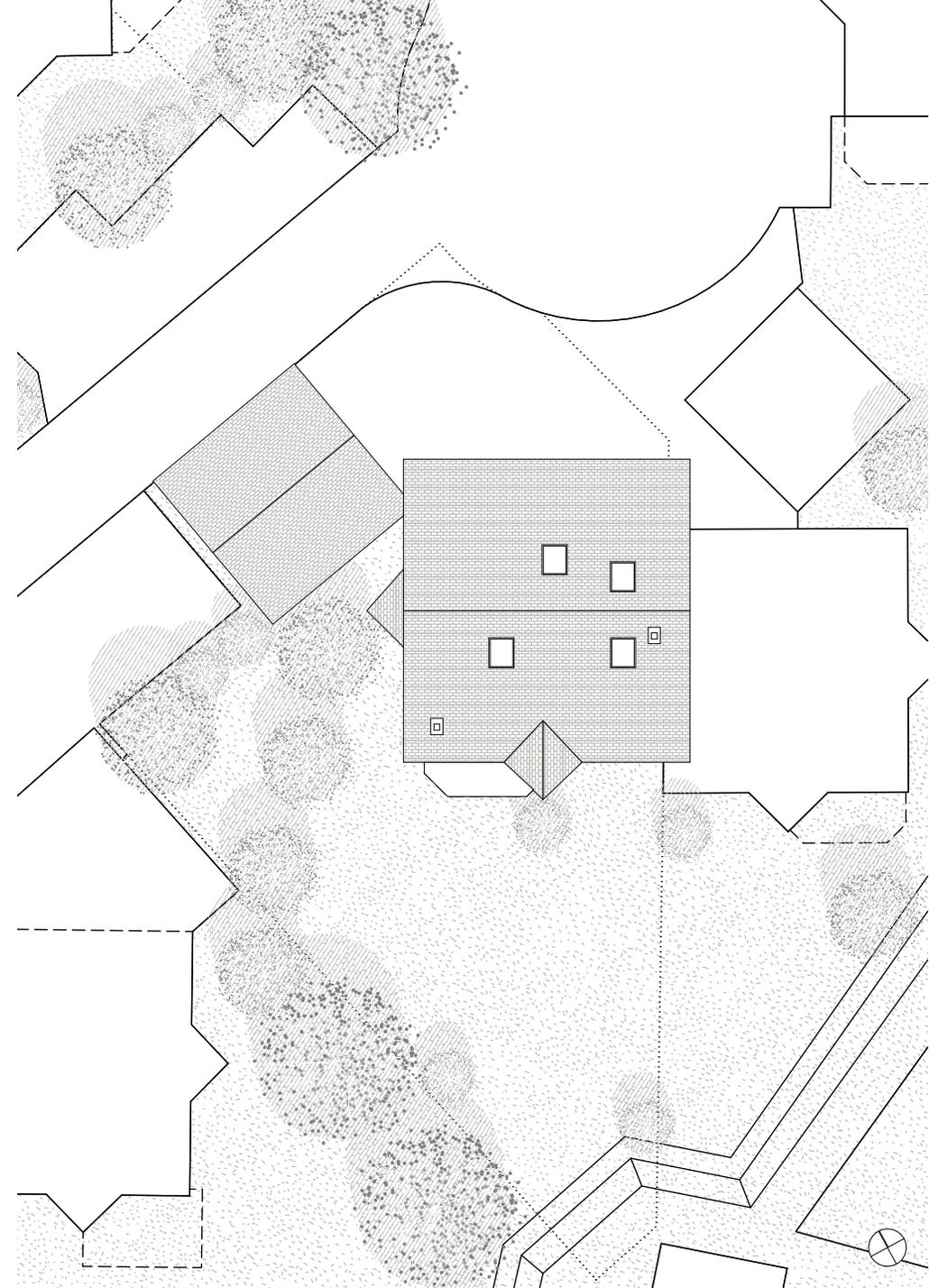
Warmwasser: 20*324.4=6488 kWh

ELEKTRIZITÄTSBEDARF

324.4*(7kwh/m²+2kwh/m²)= 2919.6kWh/a

EAuto (20000km a 0.2Kwh)= 4000 kWh/a

^{*1} Der überschlagmässig berechnete Heizbedarf wird durch spätere Berechnungen per UBAKUS aufgrund der U-Werte höher und präziser.



II. INTEGRATED DESIGN WORKFLOW

3 VERSORGUNGSANALYSE

- **Heizwärmebedarf**
- **Solare und interne Gewinne**
- **Vergleich Bedarf/ Ertrag**

25054 kWh/a

7086 kWh/a

2960 kWh/a

Reduktion um 71.7%

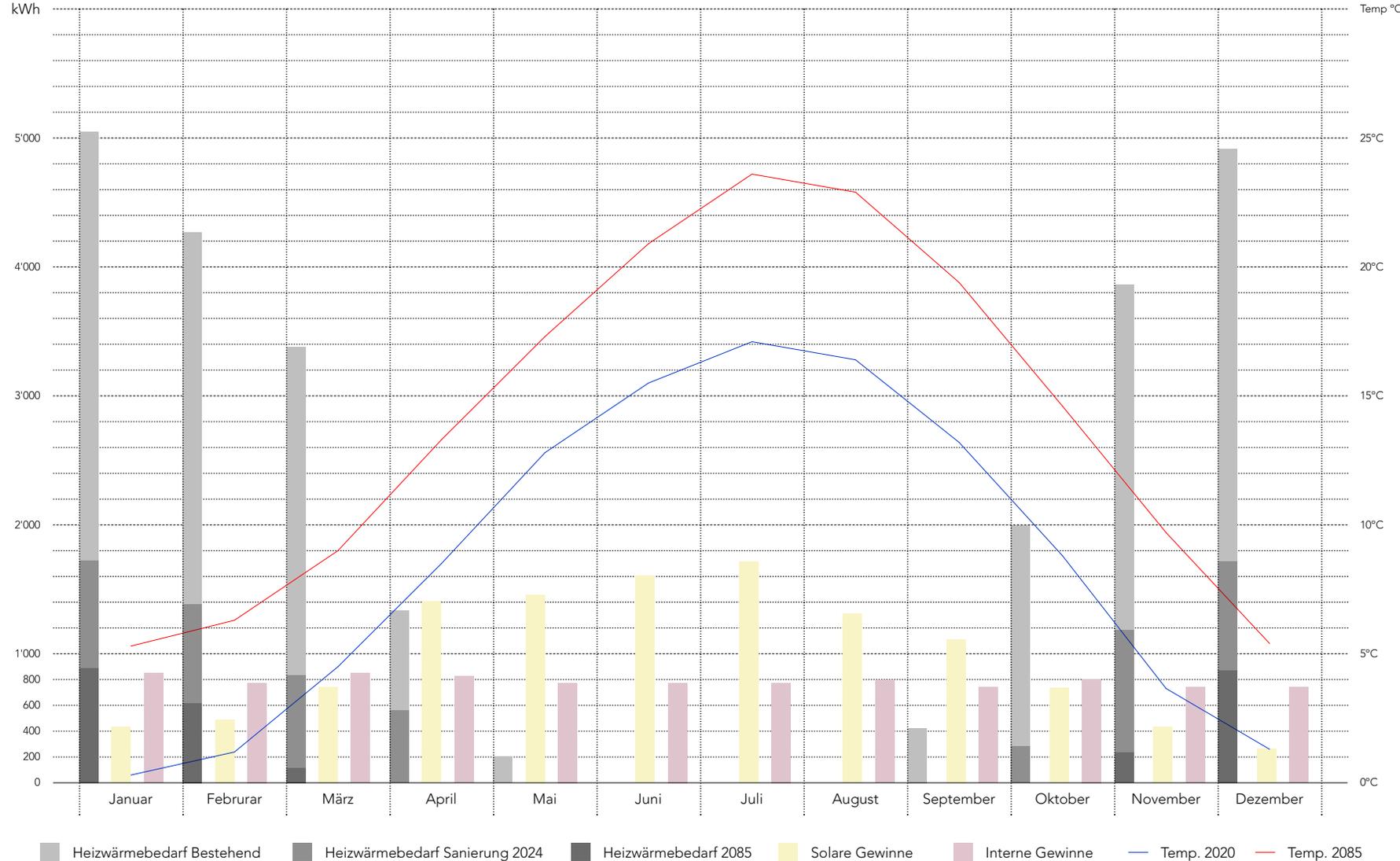
Reduktion um 58.2%

Reduktion um 88.2%

JÄHRLICHER HEIZWÄRMEBEDARF

Der jährliche Heizbedarf war bestehend durch die unzureichende Wärmedämmung sowie der Wärmebrücken sehr hoch. Bei verbesserten Dämmwerten der Gebäudehülle und Fenster kann der Wärmebedarf drastisch reduziert werden. Künftige Temperaturerhöhungen aufgrund des Klimawandels lassen den zukünftigen Heizwärmebedarf weiter sinken.

Quellen: Berechnungen Ubakus, CH2018-Webatlas



ENERGIEERZEUGUNG

Die südliche Dachfläche eignet sich hervorragend für die solare Energieproduktion. Die verfügbaren Flächen für die solare Warmwassererwärmung (13m²) sowie die Photovoltaik (68m²) können decken fast ganzjährig den eigenen Bedarf. Ein Elektroauto kann Bedarfsüberschüsse im Sommer zusätzlich punktuell speichern.

Quelle: Solarrechner

ELEKTRIZITÄTSBEDARF

$324.4 \cdot (7\text{kWh/m}^2 + 2\text{kWh/m}^2) = 2919.6\text{kWh/a}$
 EAuto (20000km a 0.2Kwh) = 4000 kWh/a

BEDARF WARMWASSER

$35\text{l} \cdot 5 \cdot 3 = 525\text{l}$

PHOTOVOLTAIK FLÄCHENBEDARF

$(2919.6 / 1190\text{kWh/m}^2 \cdot 1 \cdot 0.19 \cdot 0.75)$
 $2919.6 / 170 = 17.2\text{m}^2$
 Mit EAuto (20000km a 0.2Kwh): $+4000\text{kWh/a} = 40.7\text{m}^2$

SOLARMODULE FLÄCHENBEDARF

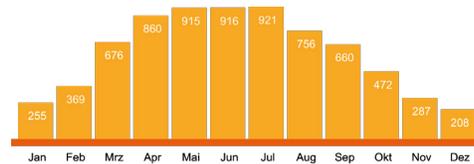
$525 \cdot 1 / 1 \cdot 4.18 \cdot (60 - 10) = 109725\text{kJ} = 30.47\text{kWh}$
 $30.47 / 3.2 = 9.5\text{m}^2 = 10\text{m}^2$ Solarkollektoren für Warmwasser.

TOTALER DACHBEDARF

Soll 41m² PhotovoltaikFläche (Ist: 52m²)
 Soll 10m² Solarfläche (Ist: 13m²)

Vorhandene Dachfläche total 75.2m² – Abzüge =
 -6m² = ca verfügbare Fläche von 68m²
 68-42-10 = 16m² Reserve

Jährliche Stromproduktion (kWh)



7'294 kWh
 - 2'903 kWh
 = 4'391 kWh

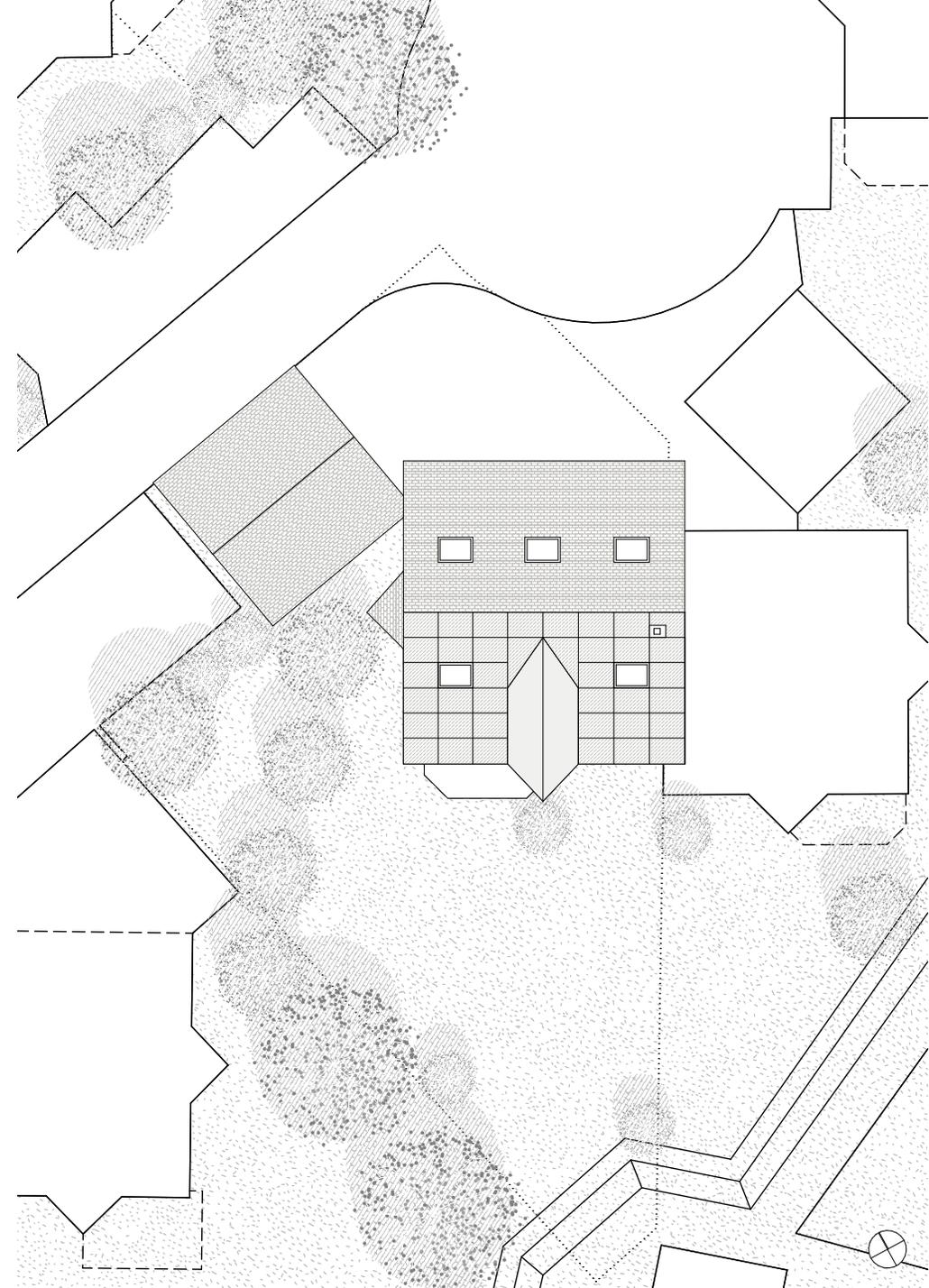
Gesamtstromproduktion
 - Solarstrom selber verbraucht
 = Solarstrom ans Netz abgegeben

Solarer Deckungsgrad (%)



5'605 kWh
 - 4'436 kWh
 = 1'169 kWh

Gesamtwärmebedarf
 - Solare Wärmeproduktion
 = Erforderliche Zusatzenergie



10'217 kWh/a

Reduktion um 95%

507 kWh/a

Reduktion um 50%

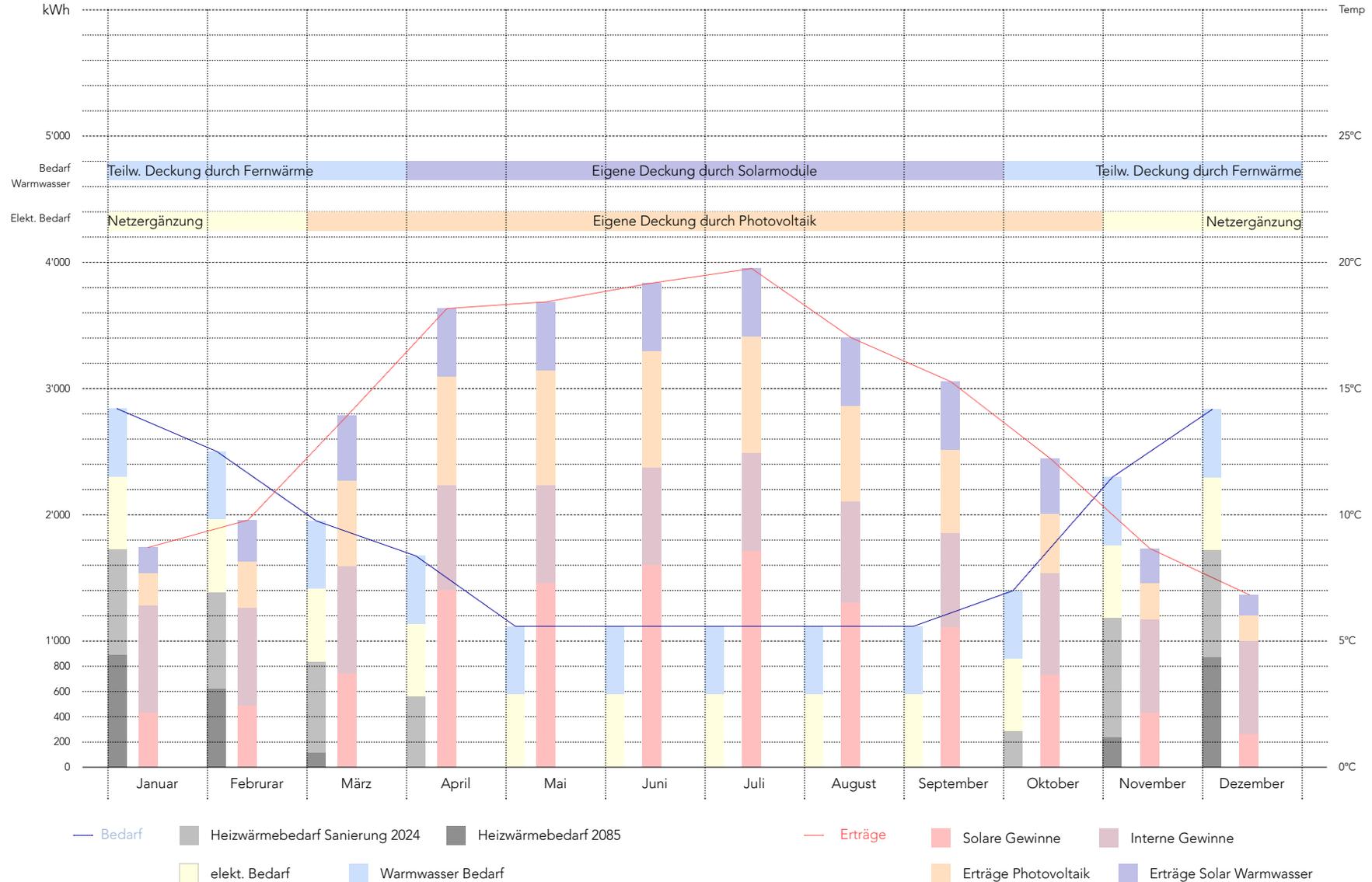
257 kWh/a

Reduktion um 97.5%

BEDARF & EIGENE DECKUNG VERGLEICH

Durch die Energie der Sonne kann sich das Gebäude fast ganzjährig mit Strom und Warmwasser selbstversorgen. Bei unzureichender Deckung, besonders in den Sonnenarmen Wintermonaten, wird der Bedarf an Strom und Warmwasser durch die öffentlichen Netze ergänzt. Im Sommer entsteht ein grosser Übertrag an Erträgen, welche schliesslich ins Netz eingespeist werden können.

Quellen: Berechnungen Ubakus, Solarrechner



II. INTEGRATED DESIGN WORKFLOW

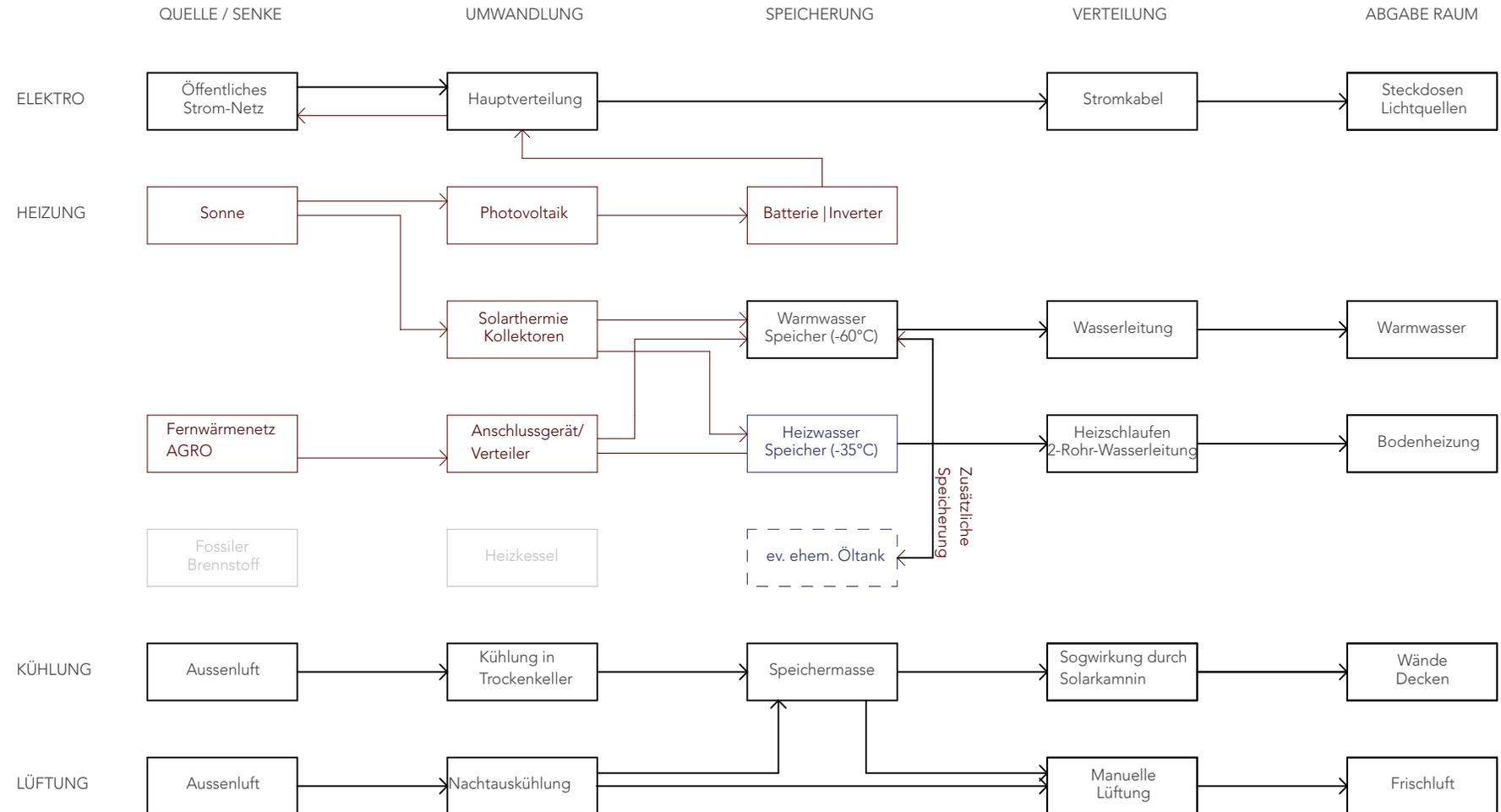


INTEGRATION UND DARSTELLUNG

- **System Design: Systemkette**
- **System Design: Konzept Solarkamin**
- **Architektonisches Design: Solarkamin**

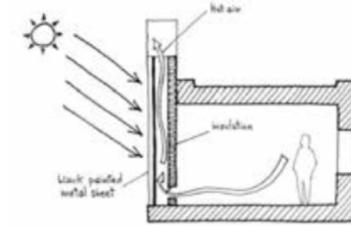
SYSTEMKETTE

Der künftige Bedarf an Heizenergie stagniert stetig, somit wird auf eine alternative Luft-Wärmepumpe zu Gunsten des vorgefundenen Fernwärmenetz verzichtet. Die Sonne wird zum Strom und Warmwassererzeuger und ermöglicht zu Spitzenzeiten sogar eine Sog- und somit Belüftungs- bzw. Kühlwirkung im Gebäude. Um die Speicherfähigkeit des Warmwassers zu erhöhen, könnte der ehemalige Öltank als Warmwasserspeicher genutzt werden.

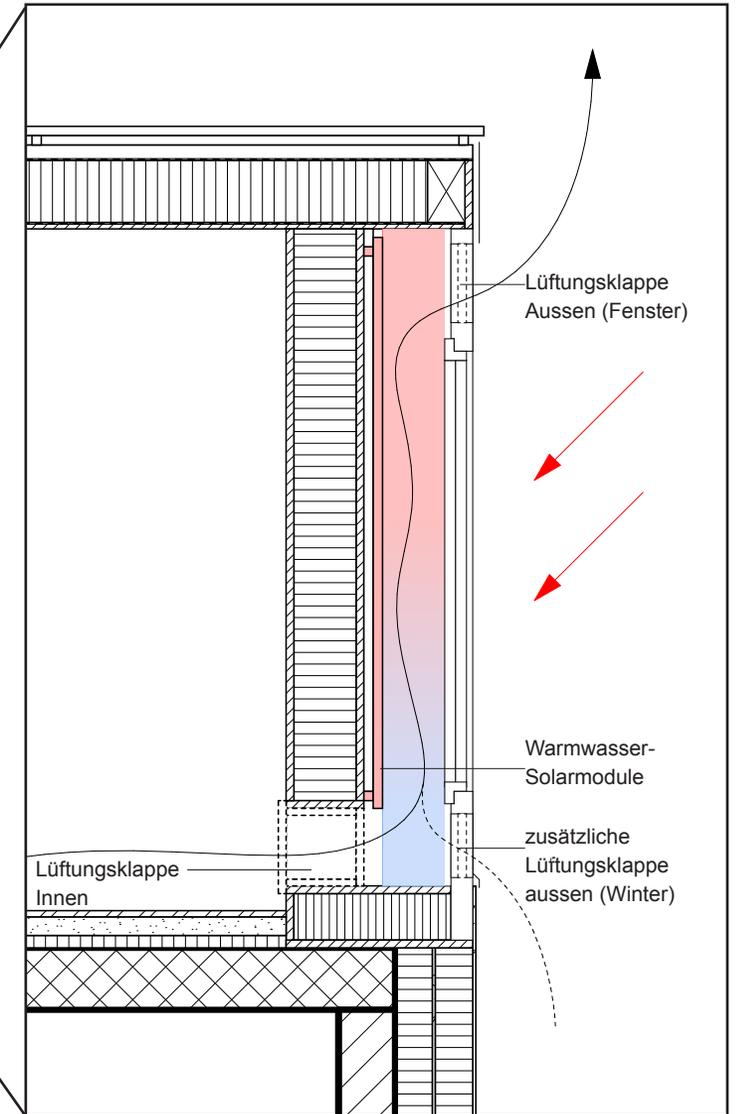
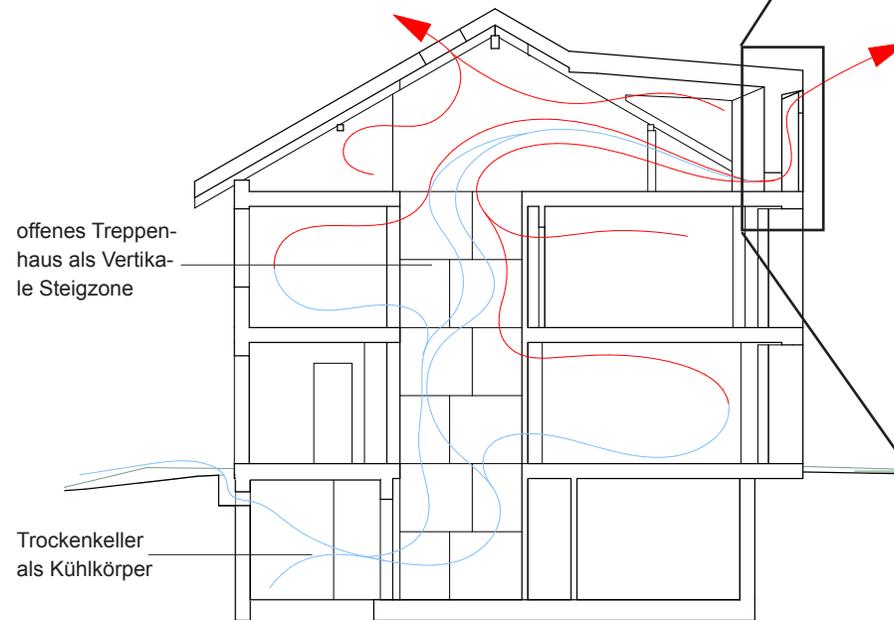


SOLARKAMINGAUBE

Erhöhte künftige Höchsttemperaturen führen zu stärkeren Hitzebelastungen im Dachgeschoss. Durch ein Solarkamin, welches in die optimale Südfassade integriert wird, entsteht im Sommer eine Sogwirkung im Dachgeschoss. Die kühle Luft aus dem Trockenkeller wird über das Treppenhaus im gesamten Gebäude verteilt und kühlt das Gebäude natürlich.



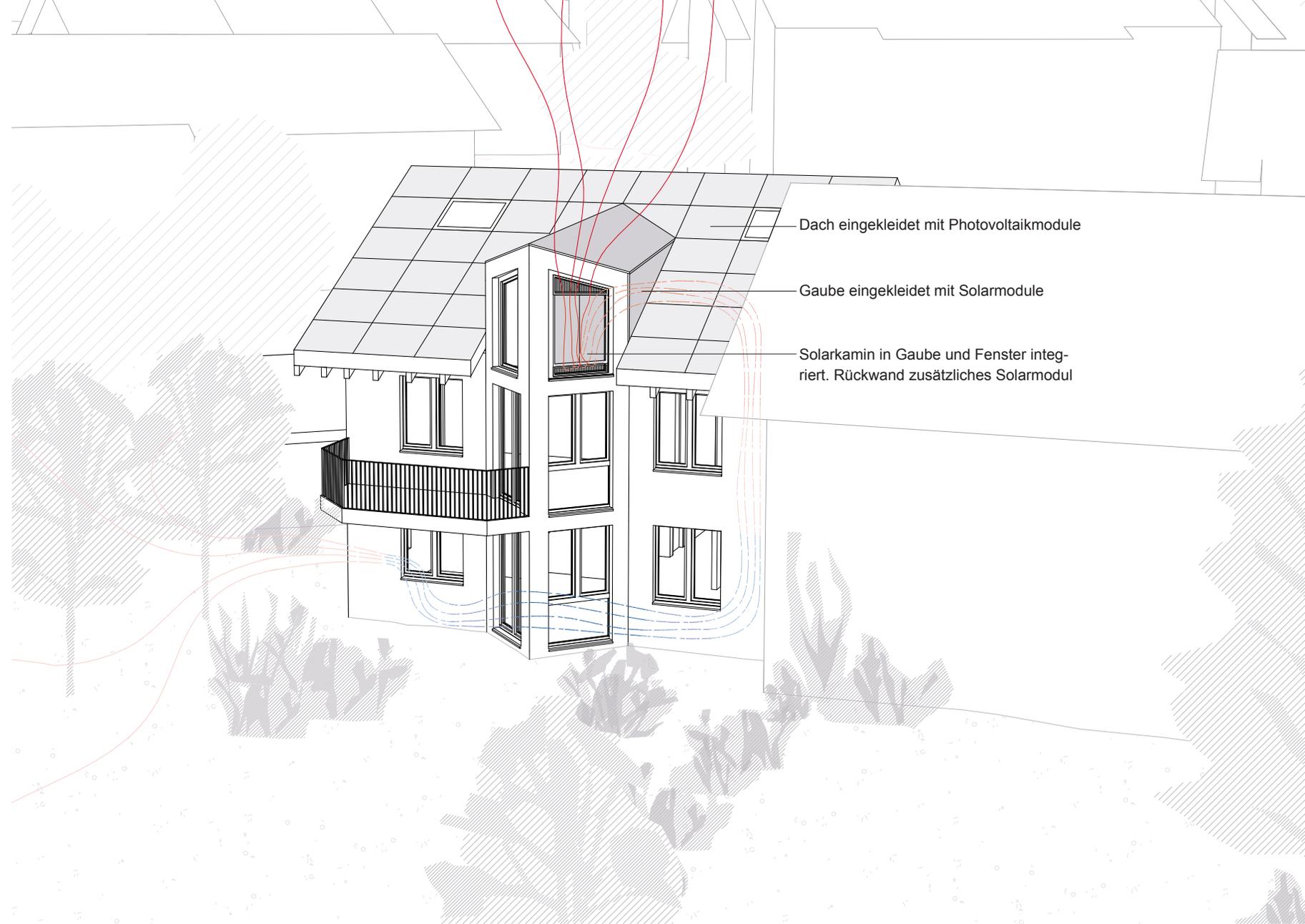
Schema Solarkamin



Quelle: Bemessung Solarkamin: Forschungsarbeit: Steigerung der Lüftungseffektivität von Solarkaminen, von Lukas Karl Schwan, TU München

SOLARKAMINGAUBE DESIGN

Der vorgefundene Erker sticht neu durch das Dach hindurch und wird zur Gaube. Die Ausrichtung des Gaubendaches ermöglicht eine optimale Deckung der Erhitzung des Warmwasserbedarfs. Der Solarkamin ist im südlich gelegenen Gaubenfenster integriert. Im Fensterkasten wird zusätzlich rückseitig ein Solarmodul integriert, dies erhitzt den Fensterkasten und erhöht die Sogleistung zusätzlich.



PROJEKT

EFH Morschach

ARCHITEKTUR

ADM Architektur

TYOLOGIE

DEFH

BAUJAHR

1997

*Quellen: Ubakus, Solarrechner, SIA

ENERGETISCHE ECKDATEN

	Total	Total
➤ Thermischer Energiebedarf	13566 kWh/a	41.8 kWh/a pro m² EBF
Heizung	7086 kWh/a	21.8 kWh/a pro m ² EBF
Kühlung	0 kWh/a	0 kWh/a pro m ² EBF
Warmwasser	6480 kWh/a	20 kWh/a pro m ² EBF
➤ Elektrischer Energiebedarf	6919 kWh/a	21.4 kWh/a pro m² EBF
Mobilität	4000 kWh/a	12.4 kWh/a pro m ² EBF
Geräte, Beleuchtung	2919 kWh/a	9 kWh/a pro m ² EBF
➤ Elektrischer Energieertrag	7294 kWh/a	22.5 kWh/a pro m² EBF
➤ Thermischer Energieertrag	5605 kWh/a	17.3 kWh/a pro m² EBF

PROJEKT

EFH Morschach

ARCHITEKTUR

ADM Architektur

TYOLOGIE

DEFH

BAUJAHR

1997

Quelle Werte: Ubakus/ kbob.admin.ch/

TREIBHAUSGASEMISSIONEN*

		Total
➤	Vorab-Emissionen	248 kgCO₂-eq/m²
	Bestand	58'388 kgCO ₂ -eq
	Sanierung	21'963 kgCO ₂ -eq
➤	Total	80'351 kgCO ₂ -eq
	Emissionen im Betrieb	1.6 kgCO₂-eq/(m²a)
	Bestand	10'217 kgCO ₂ -eq
➤	Sanierung 2024	507 kgCO ₂ -eq
	Zukunft 2085	257 kgCO ₂ -eq
	Gespeicherter biogener Kohlenstoff	8 kgC/m²
➤	Bestand	1'356 kgC/m ²
	Sanierung	1'246 kgC/m ²
	Total	2'602 kgC/m ²
	Emissionen für Wartung und am Ende der Lebensdauer	44.2 kgCO₂-eq/m²
	Total	14'344 kgCO ₂ -eq

* Gemäß „GHG Emissions Accounting Method“ der A/S Forschungsgruppe