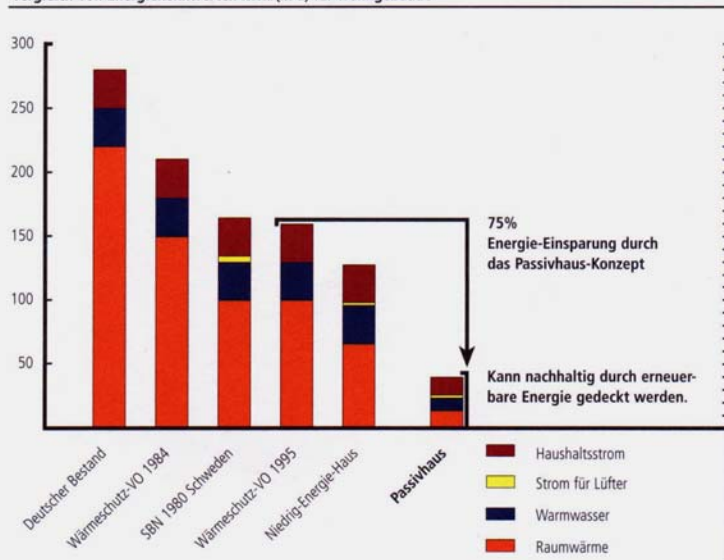


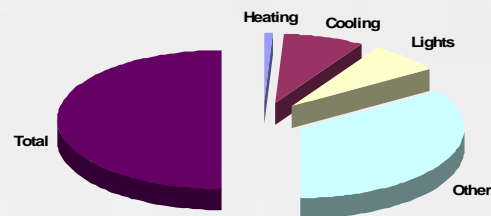
# Energiemodell

30.10.2006

Vergleich von Energiekennwerten kWh/(m²a) für Wohngebäude



Energy Consumption



In Industrieländern beanspruchen Gebäude mehr als ein Drittel des Energiebedarfs eines Landes und die höchsten Zuwachsraten werden hier im Bereich der Gebäudekühlung erwartet. Die technologischen Mittel zur Energieeinsparung existieren, sind vielfach erprobt und auch wirtschaftlich vertretbar.

Bei „La Condomina“ suchten wir mittels einfachen, intelligent abgestimmten planlichen und baulichen Massnahmen ein Konzept der Energieeinsparung zu verwirklichen, das „Passivhausstandard“ umsetzt.

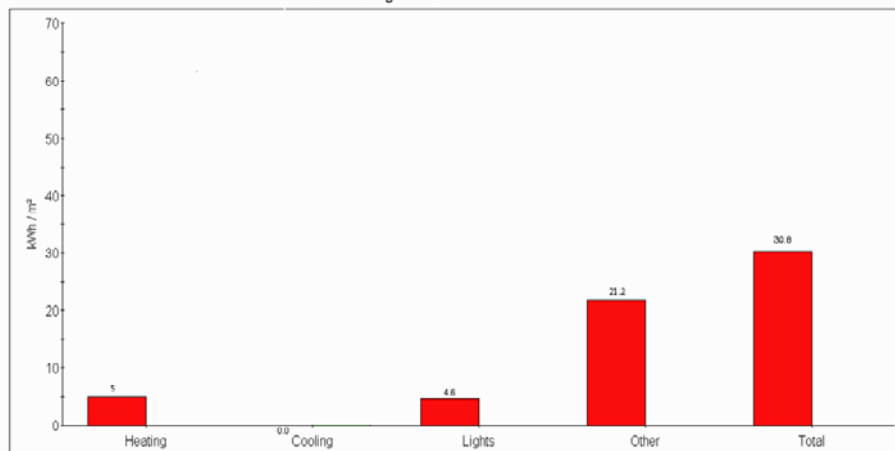
### „Passivhausstandard“

Was ist „Passivhausstandard“?  
Passivhausstandard bedeutet, dass der spezifische Jahreswärme- bzw. Kühlbedarf unter 15kWh/m²a liegt, d.h. durch verschiedene bauliche Massnahmen (Dämmung, solare Gewinne, etc.) wird der Energieaufwand für Heizung und Kühlung – bei gleichzeitig hohem Komfort, in Richtung „0“ reduziert.

### Gesamtenergieeinsparung von ca. 80%

Das bedeutet gegenüber einem üblichen Bau eine Gesamtenergieeinsparung von ca. 80%.

CASA A  
simulierter Energiebedarf



### Einleitung



Schon bei Planungsbeginn wurde bei der Situierung und Ausbildung der Baukörper auf Besonnung und Beschattung Rücksicht genommen.

### efecto "casa cueva"

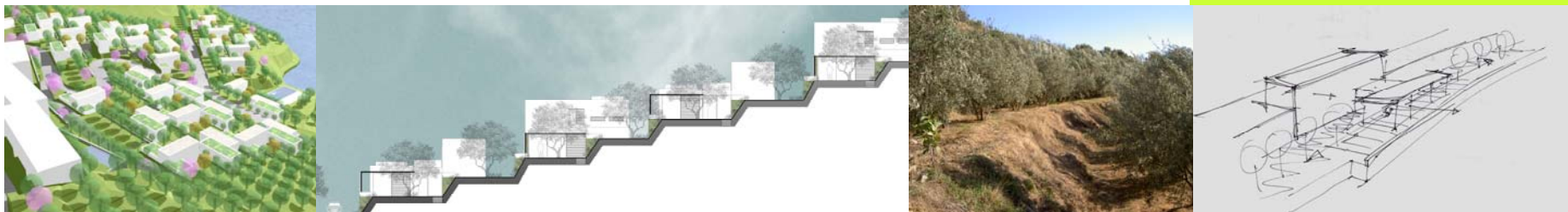
Wesentlich ist jedoch das Einschneiden der Baukörper in die natürlichen Landschaftstrassen wodurch das umgebende Erdreich, - ähnlich den „casas cuevas“ bei der Energiebilanz sowohl positiv im Sommer (Wärmeabfuhr, Erdkühle) als auch im Winter mitwirkt. Die optimierte Dämmung wurde dabei in genauen Simulationen für jeden Bauteil errechnet.

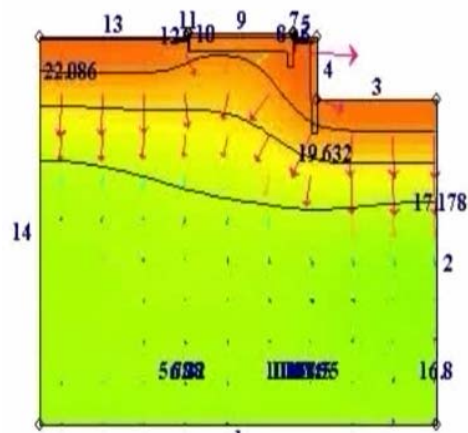
### Mitwirken des Erdreiches – Frostschürzen

Daraus resultierend werden durch zusätzliche gedämmte Betonschürzen genau definierte Erdkörper unter den Bodenplatten geschaffen d.h. das Erdgeschoß ist thermisch an das Erdreich gekoppelt und verliert etwa 5 bis 7 W/m<sup>2</sup> während der Sommermonate. Das Erdreich wird in dieser Zeit thermisch aufgeladen und gibt diese Wärme langsam im Herbst und Frühwinter an die Räume zurück.



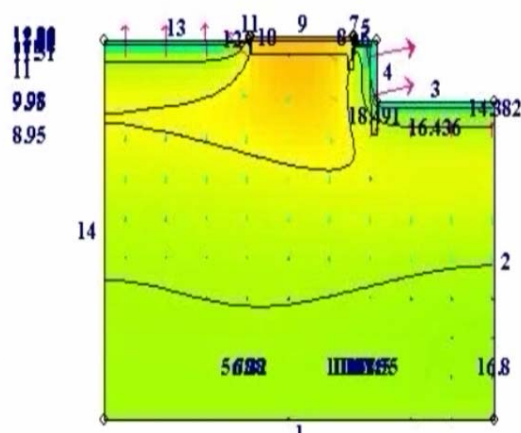
### Planliche Berücksichtigung / bauliche Massnahmen





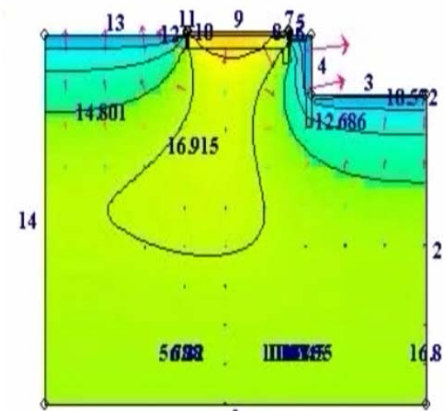
Hochsommer:

CASA A Entwicklung der Temperaturen unterhalb des Wohnraums im Hochsommer im August am frühen Morgen. Die nach Westen orientierte Stützmauer gibt Wärme an die kühle Morgenluft ab. (roter Vektor) Die Bodenplatte gibt auch Wärme an tiefere Schichten ab. Deutlich zu sehen wie die oberste Schicht des Erdreichs erwärmt ist. Die ausgleichende Wirkung des Erdreichs unter der Bodenplatte kann an diesem Bild nachvollzogen werden.



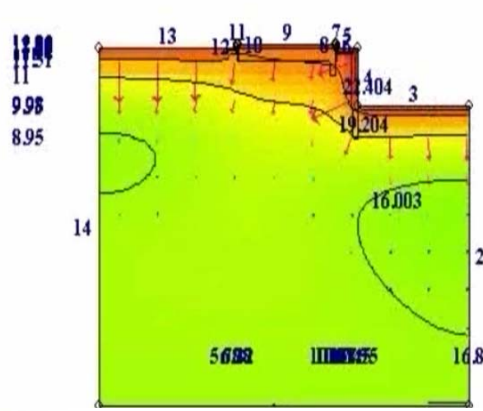
Spätherbst/Winterbeginn

Im November und Anfang Dezember - das Erdreich unter der Bodenplatte ist durchwärmt - es funktioniert wie ein Langzeitspeicher. Die Wärmeverluste in der Zeit der geringsten Solargewinne sind zum Boden gleich null. Wenig Solargewinne + keine Verluste zum Boden kennzeichnen den Dezember.



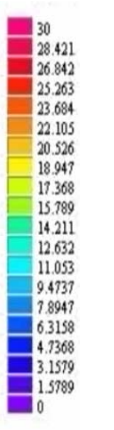
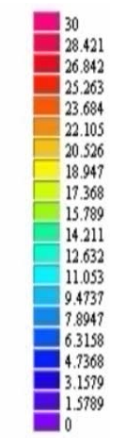
Hochwinter:

Im Jänner beginnen die Wärmeströme durch die Bodenplatte ins Erdreich, aber im Februar egalisieren bereits wieder reichlich solare Gewinne durch die Fenster die Verluste ins Erdreich..



Frühsommer:

Im und Juni und Juli erwärmt sich das Erdreich wieder, die Wärmeverluste der Bodenplatte ans Erdreich sind nennenswert aber unproblematisch, die solaren Gewinne mehr als reichlich und ein angenehmes Raumklima nur durch Fenster auf Fenster zu, zu erreichen.

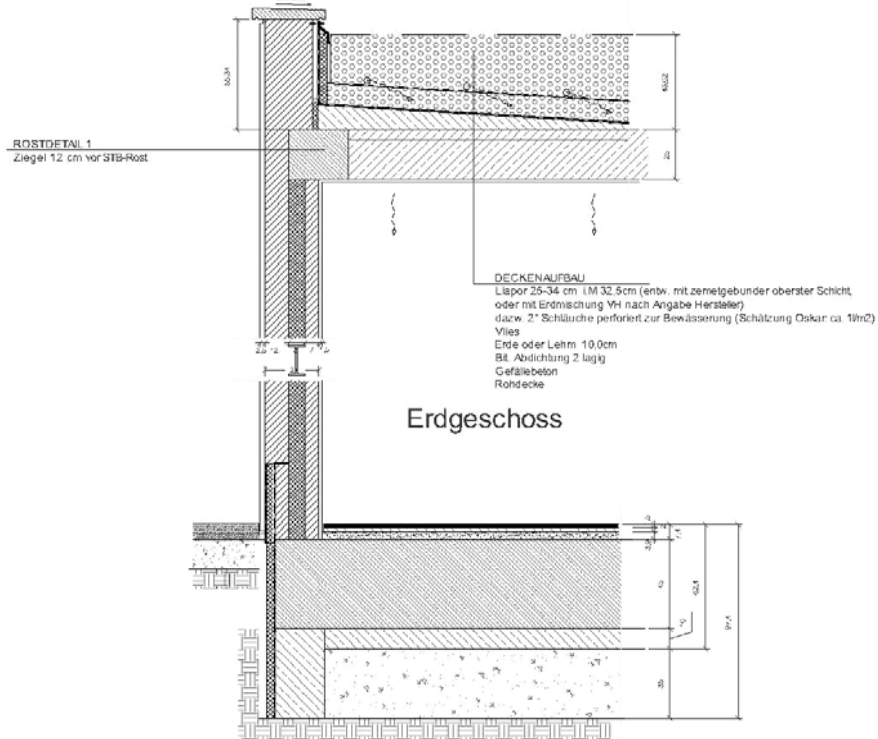


Dynamische 2-dimensionale Wärmebrückenberechnung mit HEAT 2/6.

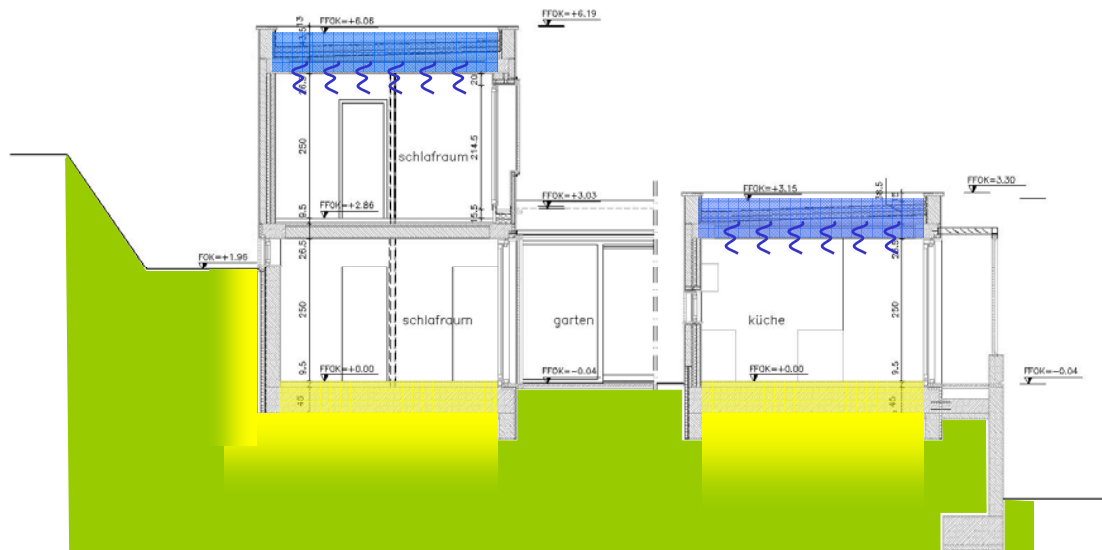
Gut erkennbar der positive Einfluss der Perimeterdämmung und wie sich unter der Bodenplatte das Erdreich erwärmt. Das Erdreich unter den Räumen ist thermisch an das Raumklima gekoppelt. Die Jahresdurchschnittstemperatur von 16° Celsius bleibt in 10 m Tiefe immer gleich.

Das Zusammenspiel zwischen Erdreich und Haus und solaren Gewinnen wurde so optimiert das es im Sommer kühlt und im Winter wärmt (solare Gewinne wurden mit berücksichtigt). Ziel war es weitestgehend ohne Heizung und Kühlung auszukommen.

## Planliche Berücksichtigung / bauliche Massnahmen



REGELSCHNITT CASA A  
(eingeschossiger Baukörper)



## Kuhldach – "efecto botijo"

In Anlehnung an die Typologie der Alpujarra werden die Dächer begrünt und mit einem aussergewöhnlichen Aufbau zu „Kühldecken“ ausgebildet.

## Prinzip Verdunstungskühlung

Wenn 1 kg Wasser verdunstet entzieht es der Umgebung 670 Wattstunden Energie. Mit dieser Energie kann man ca. 200 m<sup>3</sup> Luft um 10° Celsius abkühlen. 25 – 30 cm Lecaton oder ähnliches wird eine Dampf durchlässige Wärmedämmung auf dem Flachdach ausgebildet. Im Bereich unmittelbar unter der Dämmung tritt nun Verdunstung auf.

Wenn das Dach regelmäßig im Sommer vor Sonnenaufgang mit 2- 300 g/m<sup>2</sup>d bewässert wird, entzieht die Verdampfungskalte der Umgebung 134 Wh/m<sup>2</sup> Energie pro Tag.

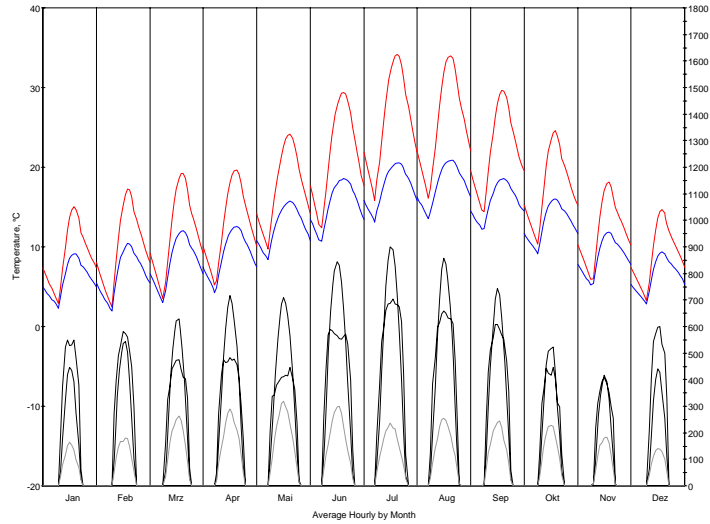
In der Literatur über Verdampfungskühlung findet man Angaben von 10 – 15 W Kühlleistung pro m<sup>2</sup>, für solche Systeme. Dies stimmt gut mit den oben angeführten Annahmen überein.

Hygrothermische Simulationen (WUFI) ergaben eine Verdunstungsmenge von 200 g Wasser pro Tag und m<sup>2</sup>. Dies führt zu einer Kühlung des Daches im Ausmaß von 10 – 15 W/m<sup>2</sup>.

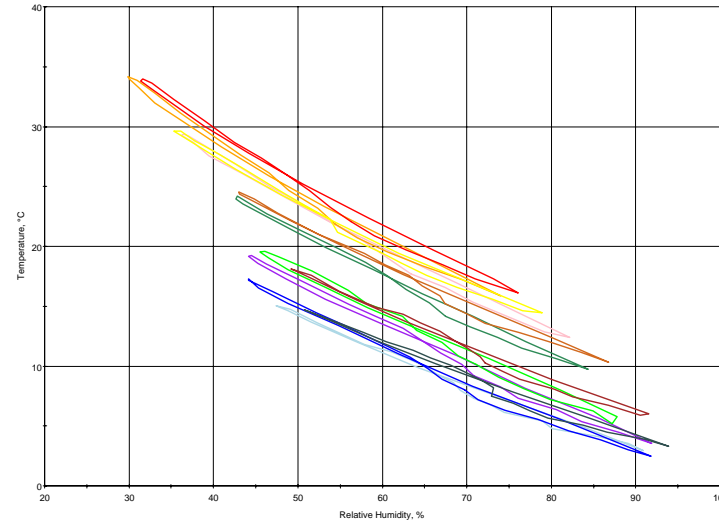
Diese Kuhlmengen sind ausreichend wenn zusätzlich die natürliche Nachtkuhlung betätigt und der Sonnenschutz verwendet wird.

## Bauliche Massnahmen

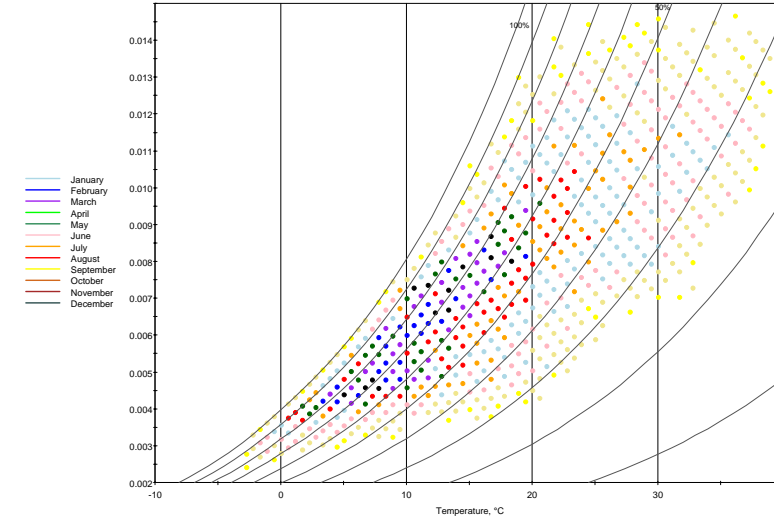
Temperatures & Solar Radiation  
Beznar3, Spain



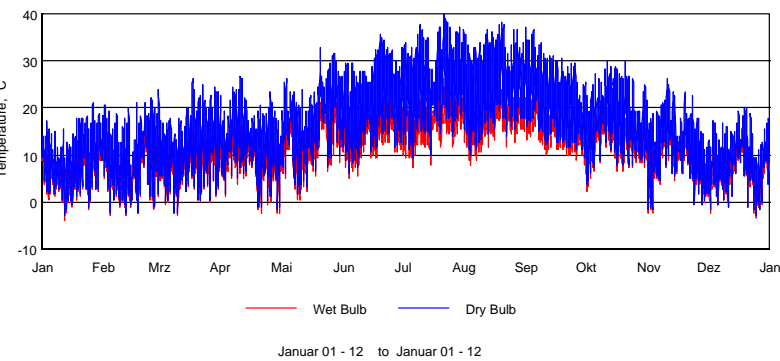
Typical Day Comfort Chart  
Beznar3, Spain



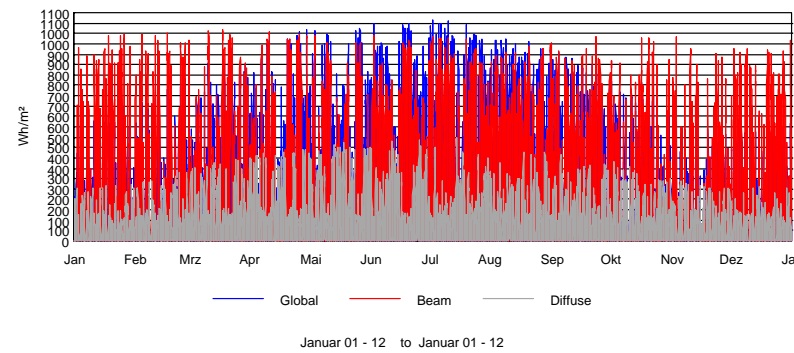
Psychrometric Chart (Hourly Frequency)  
Beznar3, Spain



Temperatures  
Beznar3, Spain

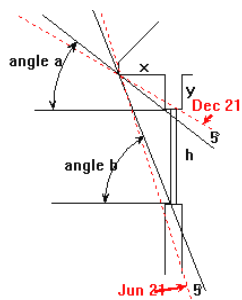


Solar Radiation  
Beznar3, Spain



Grundlage für sämtliche Simulationen war die Ermittlung der genauen Bedingungen des Ortes wie Wetter -und Temperaturdaten, solare Einstrahlung, Windverhältnissen, Konsistenz und Aufbau des Erdreiches, etc.

Bauliche Massnahmen



Shading Geometry - South

Shading Type: 66 deg latitude

Shading Angles/Dimensions

	Angle a	Angle b	x mm	y mm	h mm
Top	35.5	74.76	618.43	441.12	1828.8
Left	90	90	0.00	0.00	1828.8
Right	90	90	0.00	0.00	1828.8

Ground Reflectance: 0.2

Save dimensions x and y

Save angles a and b

Plan or elevation view

Beschattungsgeometrie für feststehende Beschattung in Beznar für die Südfassade bei einer Fensterhöhe von 1,8 m

Shading Geometry - South

Shading Type: 36 deg latitude

Shading Angles/Dimensions

	Angle a	Angle b	x mm	y mm	h mm
Top	35.50	74.76	743.96	530.60	2200
Left	90.00	90.00	0	25.4	2438.4
Right	90.00	90.00	0	25.4	2438.4

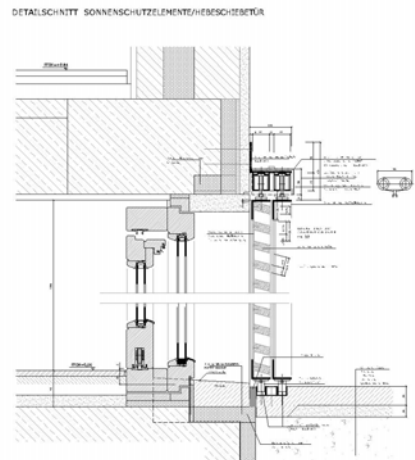
Ground Reflectance: 0.2

Save dimensions x and y

Save angles a and b

Plan or elevation view

Beschattungsgeometrie für feststehende Beschattung in Beznar für die Südfassade bei einer Fensterhöhe von 2,2 m



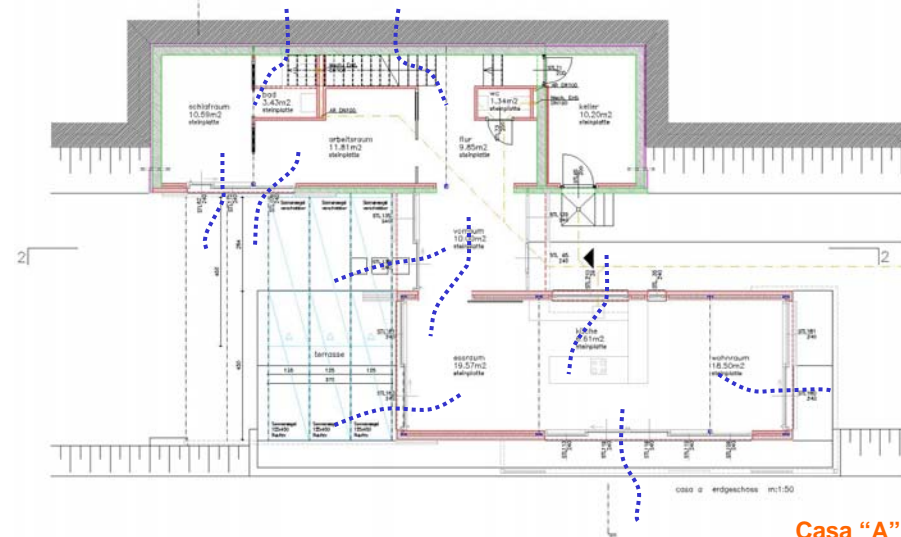
## Beschattungselemente

Schiebepanels mit im Winkel genau bemessenen Lamellen aus Holz ermöglichen die notwendige Beschattung sämtlicher Glasflächen im Sommer. Sie sind ausserdem verriegelbar sodass Schiebetüren geöffnet bleiben können und eine natürliche Lüftung die Kühlung unterstützt. Die Pergolakonstruktion beschattet nicht nur den Terrassenbereich sondern auch Gebäudeteile im Erdgeschoss und beeinflusst zusammen mit den bestehenden Bäumen positiv das Mikroklima um das Haus.

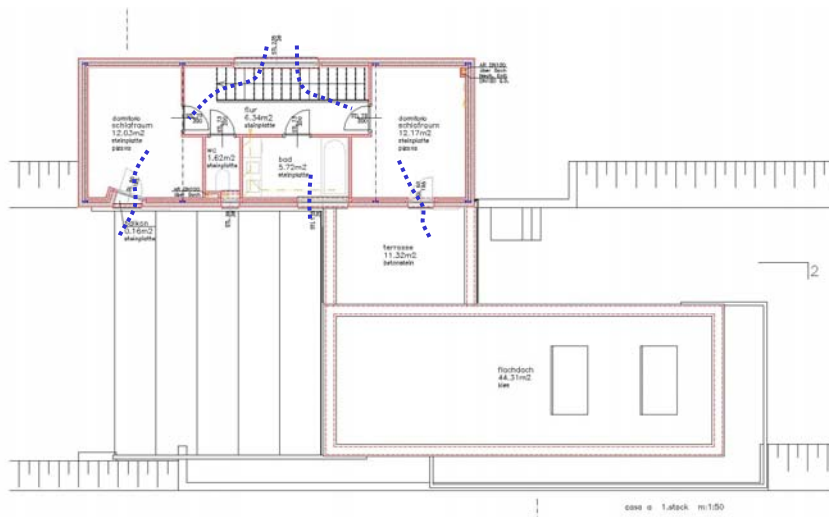


Planliche Berücksichtigung /  
bauliche Massnahmen

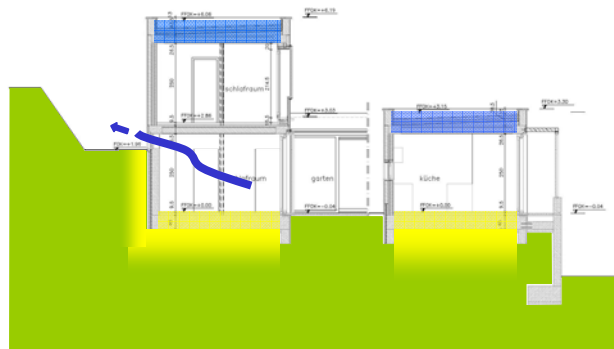




Casa "A" – Erdgeschoss



Casa "A" – Erster Stock



Casa "A" - Schnitt

### Hoher Dämmstandard / Luftdichtheit

Der überdurchschnittliche Dämmstandard und insbesondere die Glasqualität ( $U=1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ ) sind weitere wichtige Komponenten in dem intelligent abgestimmten und durchsimulierten Energiekonzept. Bei der Bauausführung wird auf die Luftdichtheitswerte besonderes Augenmerk gelegt.

### Natürliche Durchlüftung

Oberlichten (jeweils oben im Treppenhaus angeordnet) gewährleisten eine Luftbewegung die auf einfache und natürliche Art ein angenehmes Raumklima im Sommer unterstützt.

### Fussbodenheizung mit Solarenergie

Die Casa A erreicht einen direktelektrischen Heizwärmebedarf von  $5 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ . Der solare Heizungs-Deckungsbeitrag durch die  $8\text{m}^2$  Solaranlage liegt bei ca. 50%. Aufgrund des 1000 Liter Speichers kann günstiger Nachtstrom verwendet werden.

Der reale Stromverbrauch für Heizung liegt daher bei ca. 865 kWh/a.  
**d.h. die Kosten fuer Heizung und Kuehlung liegen pro Jahr bei ca. 95,-€!**

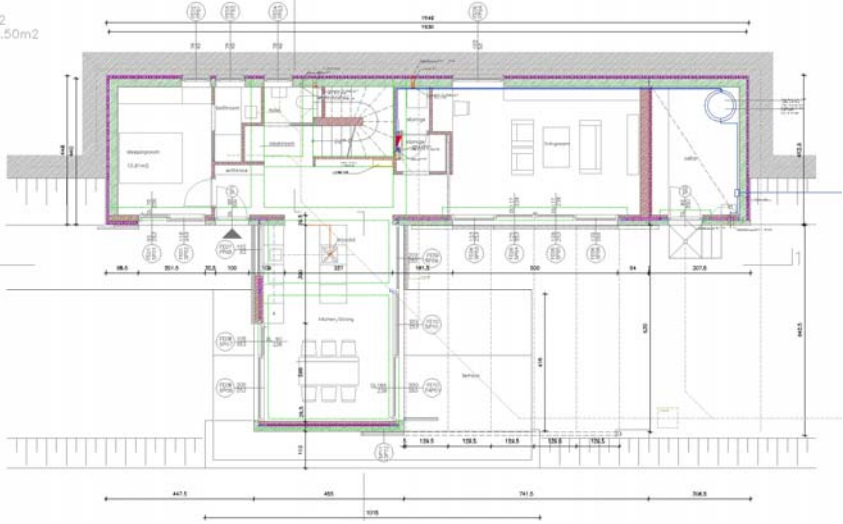
### Solare Warmwasserbereitung

Der Warmwasserbedarf wird ueber Solarpaneele am Dach zu mindestens 90% gedeckt.

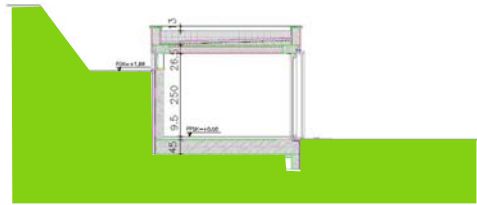
Der Gesamtenergieverbrauch elektrisch für Heizung, Kühlung und diversen Haushaltsstrom ist in diesem Fall  $30,8 \text{ kWh/m}^2\text{a}$  oder in Summe 5313 kWh pro Casa und Jahr. (ca. 590€/Jahr, . 50€/monat)

### Planliche Berücksichtigung / bauliche Massnahmen

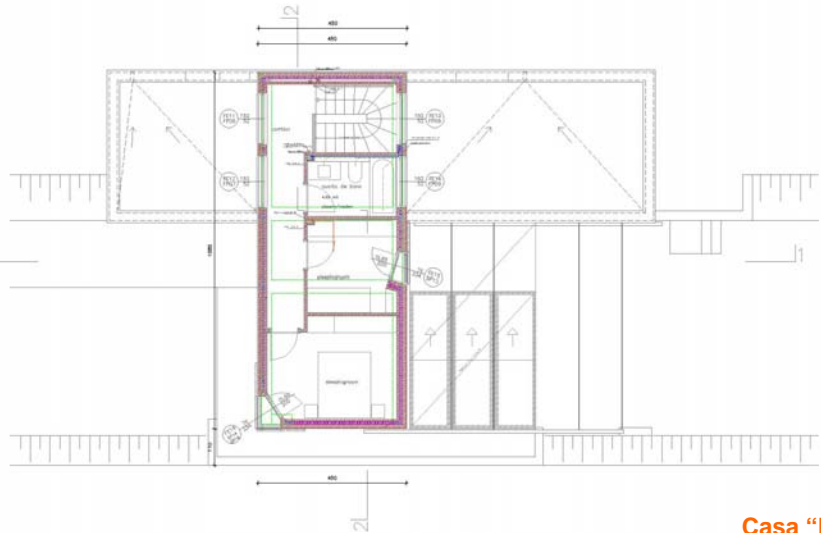




Casa "B" – Erdgeschoss

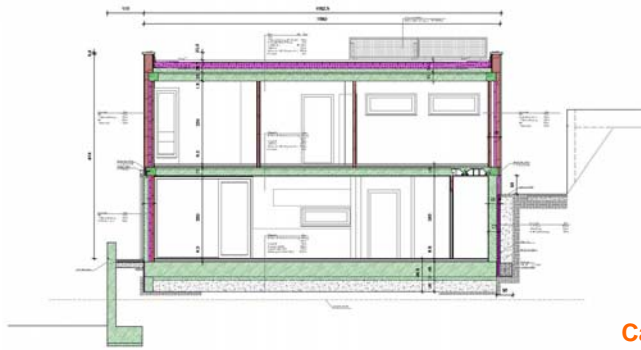


Casa "B" – Schnitt

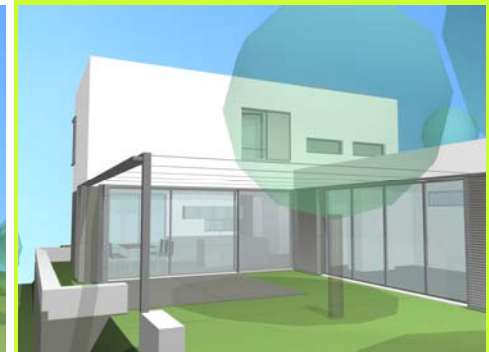


Casa "B" – Erster Stock

Planliche Berücksichtigung /  
bauliche Massnahmen



Casa "B" – Schnitt



Description: Winter  
Scheme Number: 1 / Not Saved

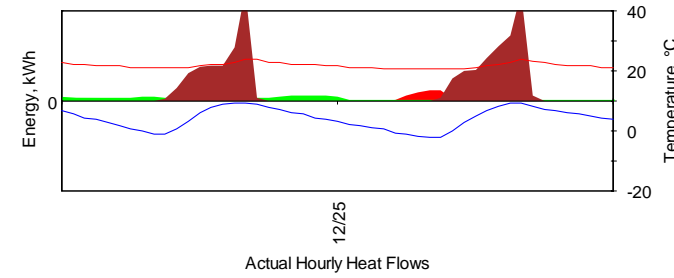
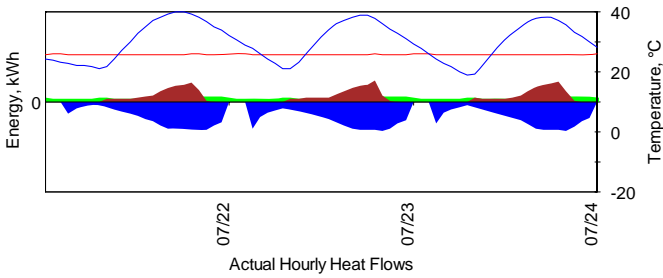
Description: Sommer  
Scheme Number: 3 / Not Saved

Description: Winter  
Scheme Number: 1 / Not Saved

1 / Not  
1 Synchr  
va  
BEZNA

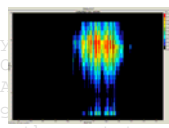
Casa\_A\_F - Sommer

Casa\_A\_F - Winter



Legend for Casa\_A\_F - Sommer: HVAC + Solar (red), HVAC - (blue), Internal (green), Inside T (orange), Outside T (purple)

Legend for Casa\_A\_F - Winter: HVAC + Solar (red), HVAC - (blue), Internal (green), Inside T (orange), Outside T (purple)



Juli 21 - 01 to Juli 24 - 01

Dezember 24 - 12 to Dezember 26 - 12

HVAC system	PTAC AA Heat Pump/ER Backup	PTAC AA Heat Pump/ER Backup	HVAC system	PTAC AA Heat Pump/ER Backup
Rated Output (Heat/SCool/TCool),kW	4/7/9	6/5/7	Rated Output (Heat/SCool/TCool),kW	4
Rated Air Flow/MOOA,L/s	557/0	482/0	Rated Air Flow/MOOA,L/s	4
Heating thermostat	20.6 °C, no setback	20.6 °C, no setback	Heating thermostat	20.6 °C, no setback
Cooling thermostat	25.6 °C, setup to 28.3 °C	25.6 °C, setup to 28.3 °C	Cooling thermostat	25.6 °C, setup to 28.3 °C
Heat/cool performance	COP=3.0,COP=2.7	COP=3.2,COP=2.7	Heat/cool performance	COP=3.0
Economizer?/type	no/NA	no/NA	Economizer?/type	no/NA
Duct leaks/conduction losses, total %	0/0	0/0	Duct leaks/conduction losses, total %	0/0
Peak Gains; IL,EL,HW,OT; W/m²	1.61/0.32/5.00/2.00	1.61/0.32/5.00/2.00	Peak Gains; IL,EL,HW,OT; W/m²	1.61/0.32/5.00/2.00
Added mass?	none	none	Added mass?	none
Daylighting?	yes, continuous dimming	yes, continuous dimming	Daylighting?	yes, continuous dimming
Infiltration, cm³	ELA=350.0	ELA=350.0	Infiltration, cm³	ELA=350.0

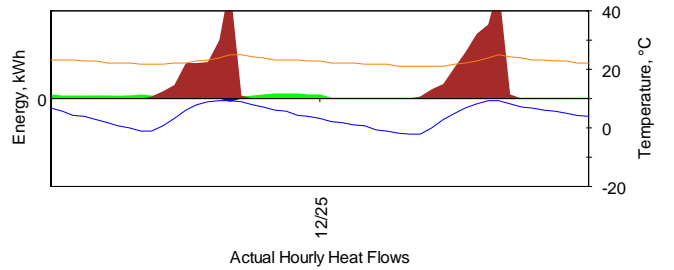
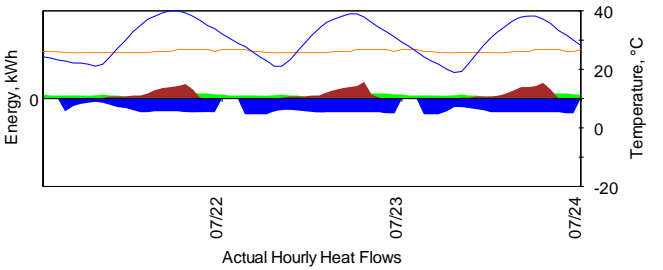
HVAC system	PTAC AA Heat Pump/ER Backup	PTAC AA Heat Pump/ER Backup	HVAC system	PTAC AA Heat Pump/ER Backup
Rated Output (Heat/SCool/TCool),kW	4/7/9	6/5/7	Rated Output (Heat/SCool/TCool),kW	4
Rated Air Flow/MOOA,L/s	557/0	482/0	Rated Air Flow/MOOA,L/s	4
Heating thermostat	20.6 °C, no setback	20.6 °C, no setback	Heating thermostat	20.6 °C, no setback
Cooling thermostat	25.6 °C, setup to 28.3 °C	25.6 °C, setup to 28.3 °C	Cooling thermostat	25.6 °C, setup to 28.3 °C
Heat/cool performance	COP=3.0,COP=2.7	COP=3.2,COP=2.7	Heat/cool performance	COP=3.0
Economizer?/type	no/NA	no/NA	Economizer?/type	no/NA
Duct leaks/conduction losses, total %	0/0	0/0	Duct leaks/conduction losses, total %	0/0
Peak Gains; IL,EL,HW,OT; W/m²	1.61/0.32/5.00/2.00	1.61/0.32/5.00/2.00	Peak Gains; IL,EL,HW,OT; W/m²	1.61/0.32/5.00/2.00
Added mass?	none	none	Added mass?	none
Daylighting?	yes, continuous dimming	yes, continuous dimming	Daylighting?	yes, continuous dimming
Infiltration, cm³	ELA=350.0	ELA=350.0	Infiltration, cm³	ELA=350.0

Results: Energy cost 0.014\$/kWh,0.054\$/kWh,2.470\$/kWh 0.014\$/kWh,0.054\$/kWh,2.470\$/kWh

Results: Energy cost 0.014\$/kWh,0.054\$/kWh,2.470\$/kWh 0.014\$/kWh,0.054\$/kWh,2.470\$/kWh

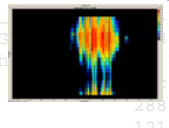
Casa\_B - Sommer

Casa\_B - Winter



Legend for Casa\_B - Sommer: HVAC + Solar (red), HVAC - (blue), Internal (green), Inside T (orange), Outside T (purple)

Legend for Casa\_B - Winter: HVAC + Solar (red), HVAC - (blue), Internal (green), Inside T (orange), Outside T (purple)



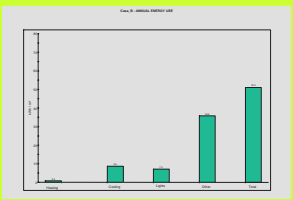
Juli 21 - 01 to Juli 24 - 01

Dezember 24 - 12 to Dezember 26 - 12

Slab on Grade, Reff=2.8	Window Shading	<none>,etc	Slab on Grade, Reff=2.8	Window Shading	<none>,etc
Uw=1.75,etc	Uw=1.75,etc	<none>,etc	Uw=1.75,etc	Uw=1.75,etc	<none>,etc
288	288	288	288	288	288
121	121	121	121	121	121
121	121	121	121	121	121
121	121	121	121	121	121
72	72	72	72	72	72
4/3/4/9:0	4/3/4/9:0	4/3/4/9:0	4/3/4/9:0	4/3/4/9:0	4/3/4/9:0
double low-e, U=1.48	double low-e, U=1.48	double low-e, U=1.48	double low-e, U=1.48	double low-e, U=1.48	double low-e, U=1.48

Slab on Grade, Reff=2.8	Window Shading	<none>,etc	Slab on Grade, Reff=2.8	Window Shading	<none>,etc
Uw=1.75,etc	Uw=1.75,etc	<none>,etc	Uw=1.75,etc	Uw=1.75,etc	<none>,etc
288	288	288	288	288	288
121	121	121	121	121	121
121	121	121	121	121	121
121	121	121	121	121	121
72	72	72	72	72	72
4/3/4/9:0	4/3/4/9:0	4/3/4/9:0	4/3/4/9:0	4/3/4/9:0	4/3/4/9:0
double low-e, U=1.48	double low-e, U=1.48	double low-e, U=1.48	double low-e, U=1.48	double low-e, U=1.48	double low-e, U=1.48

### Simulationen casa "A" und casa "B"





ALZADO OESTE



Seccion B-B'



Auf Grundlage der simulierten Verbrauchswerte für Häuser und Apartementos wurde der folgende Energieverbrauch für die Gesamtsiedlung berechnet:

casa a: ca 30,8kWh/m<sup>2</sup>a 172,50m<sup>2</sup> ergibt 5313kWh  
pro casa/Jahr 17 casas a: = 90.321,00 kWh/a

casa b: ca 27kWh/m<sup>2</sup>a 151,20m<sup>2</sup> ergibt 4082 kWh  
pro casa/Jahr 16 casas b: = 65.318,40 kWh/a

Summe Verbrauch casas: 155.639,40 kWh/a

Apartementos: 21EH a 65m<sup>2</sup> a  
30kWh/m<sup>2</sup>a = 40.950,00 kWh/a

Öffentliche Beleuchtung: 13.945,92 kWh/a

**Summe elektrischer Verbrauch: 210.535,32 kWh/a**

Die Simulation der Photovoltaikanlage auf den Dächern der Apartementos und Cafeteria- 64 KWp ergab einen Gesamtenergiegewinn von **ca.114.196,00 kWh/a**

Bei die Wohnungsanlage der VPO soll ebenfalls eine Photovoltaikanlage auf den Dächern vorgesehen werden.

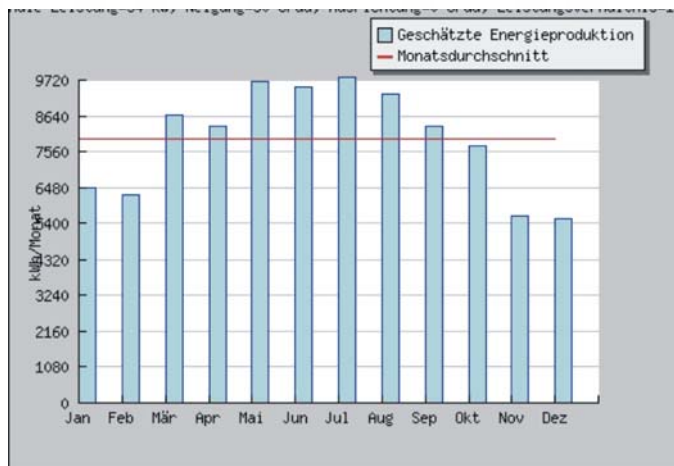
VPO ca. 40 kWh/m<sup>2</sup>a WE a 110m<sup>2</sup> ergibt 4400 kWh  
pro WE / Jahr Verbrauch 42 Einheiten 184.800 kWh/a

Die Berechnung der Photovoltaikanlage auf den Dächern der VPO- 120 KWp ergibt einen Gesamtenergiegewinn von **ca.220.000 kWh/a**

**Gesamtsumme elektrischer Verbrauch  
Polygono A: 395.335 kWh/a**

**Gesamtenergiegewinn aus Photovoltaikanlagen  
334.000 kWh/a**

d.h. der Gesamtenergiebedarf der Siedlung wird zu ca. 85% von den Photovoltaikanlagen eingespeist.



**Photovoltaikanlage**