

## Energie-Treffen am Säntis

# Das fast energieautarke Haus – eine Kosten-Nutzen-Optimierung



- Aktiv-Solarhaus mit 125% Eigenversorgung
- Umgesetzte Energie- und Komfort-Konzepte
- Qualitative und quantitative Evaluation
- Abschätzung Mehrkosten / Mehrnutzen
- Schlussfolgerungen

# Wetziker Plusenergiehaus



Einfamilienhaus mit Einliegerwohnung/Büro (EBF = 350 m<sup>2</sup>)

# Ansicht Süd-Ost



# Zügel-Chärtli



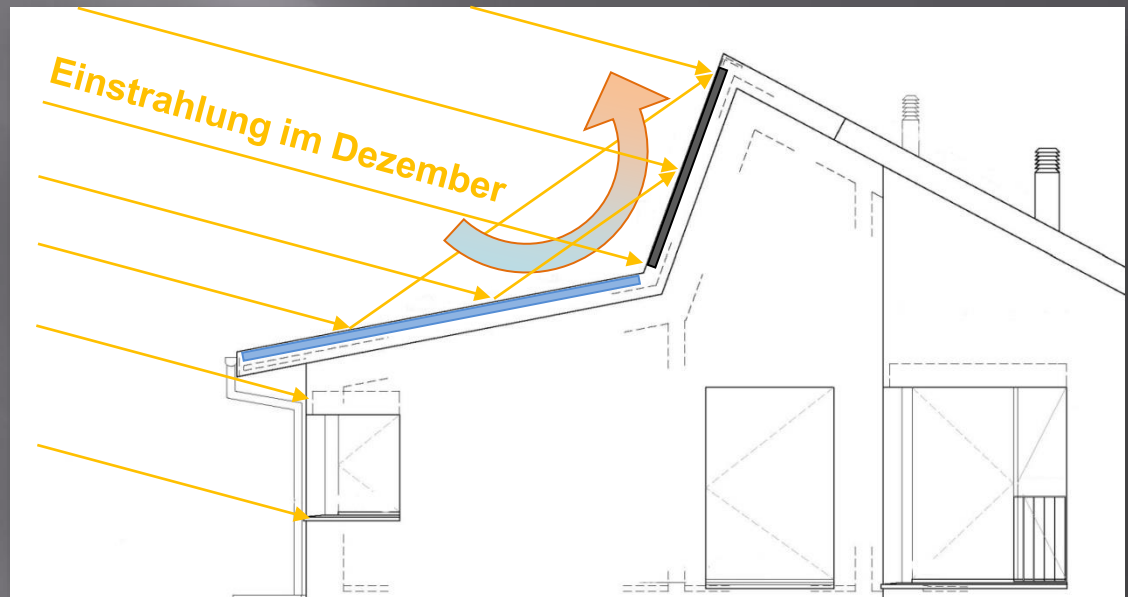
# Optimierung von Kollektor- und PV-Feld

## Erhöhung des Solarertrages im Winter:

- Reflexion PV → Kollektoren: Einstrahlung +10 bis +30 %
- Abwärme PV → Kollektoren: Temperatur +5 bis +20 °C
- Thermische Leistung +20 bis +100 % / Solarertrag im Winter + 20%

## Effekte im Sommer:

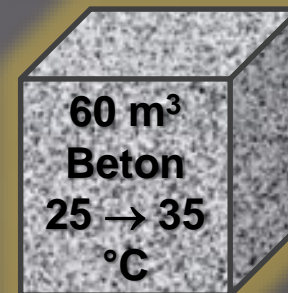
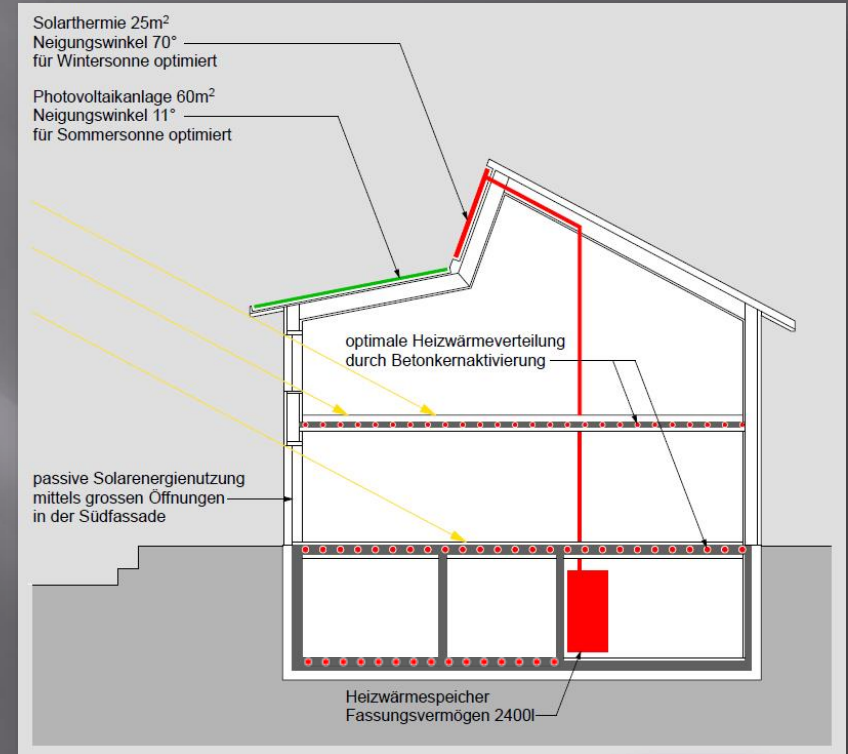
- weniger Überhitzung
- Reflexion ST → PV
- PV+ST → Kamineffekt



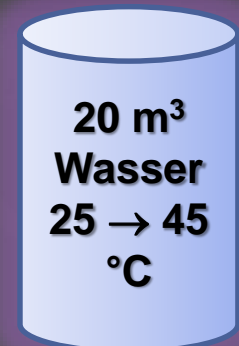
# Betonkern: Solarspeicher für eine Woche

## Betonkernaktivierung:

- „Fussbodenheizung im Betonkern“
- Vorhandener Beton wird genutzt
- Temperaturbereich 25 → 35 °C
- Aktivierbares Volumen: 60 m<sup>3</sup>
- ...entspricht 20 m<sup>3</sup> Wasserspeicher
- ...oder der Energie von 100 kg Holz
- Gesamter Perimeter gedämmt
- Selbst-regelnde Wärmeabgabe



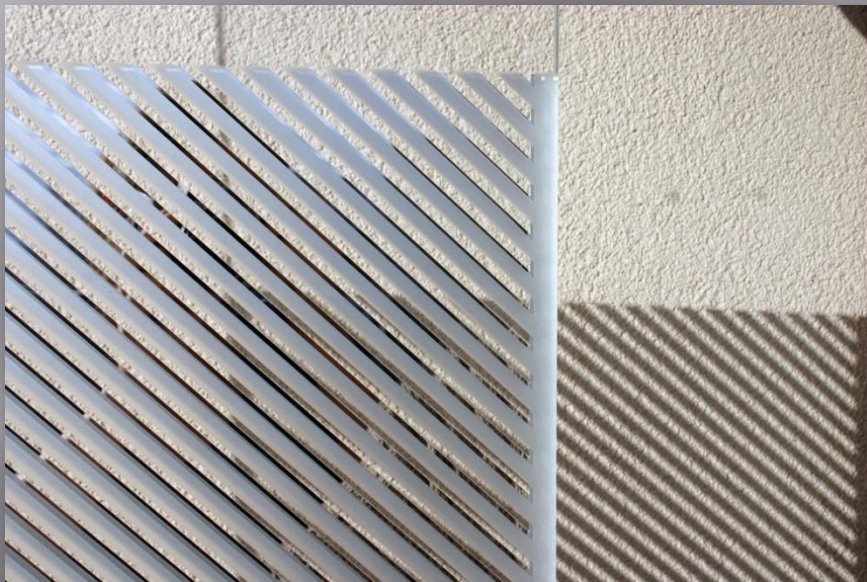
=



# Spezialglas „SunPattern“

Glasmuster mit jahreszeitlich variabler Lichtdurchlässigkeit:

- Transmission im Sommer: 15%
- Transmission im Winter: 45%
- Transmission bei Schlechtwetter (Diffuslicht): 30%



# Wärmeüberschuss nutzen

Sitzplatz-Wärmestrahler



Sauna-Konvektor



Heisswasser in der Küche



Geschirrspüler



Waschmaschine





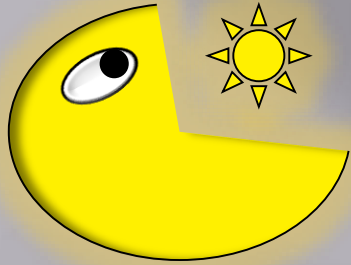
# Weitere Energiesparmassnahmen

## Am Gebäude:

- Gebäudehülle: Minergie-P-Standard ( $U = 0.1 \text{ W/m}^2/\text{K}$ )
- Innenausbau: Lehmwände und Lehmputz
- Solararchitektur: grosse Fenster südseitig
- Wohnzimmer mit Schieferboden (Strahlungsabsorption)

## Haustechnik:

- Kondensierende Pellets-Heizung (1 Silofüllung reicht für 3 Jahre)
- Kontrollierte Lüftung: Wärme-/Feuchterückgewinnung
- Energiesparende Geräte: LED, Induktionsherd, Effizienz-Pumpen
- Küchenabzug: Aktivkohlefilter

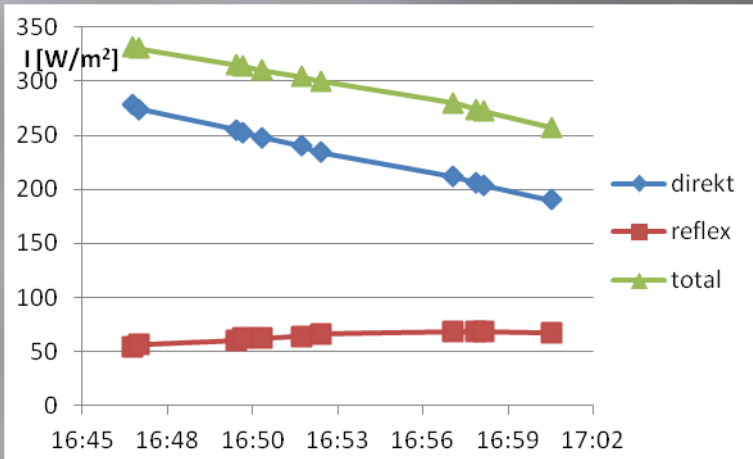


# Dach mit „Knick“

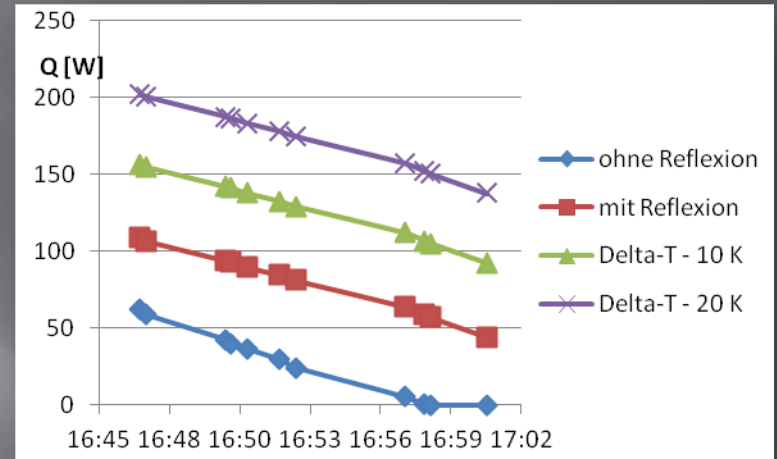


# Effekt der Reflexion

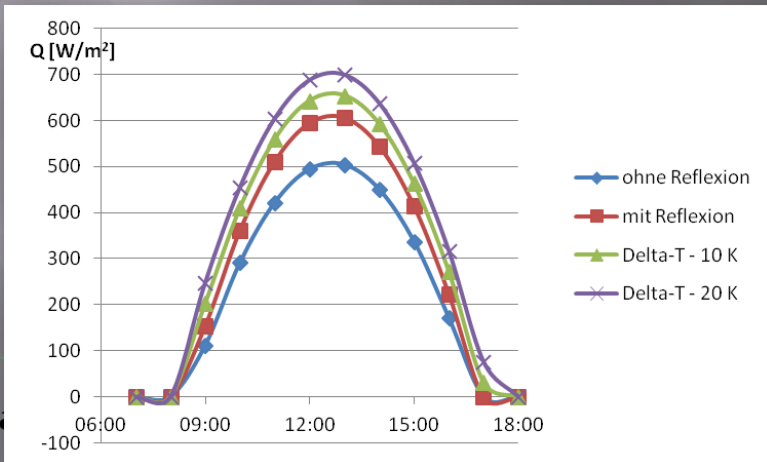
## Messung Einstrahlung



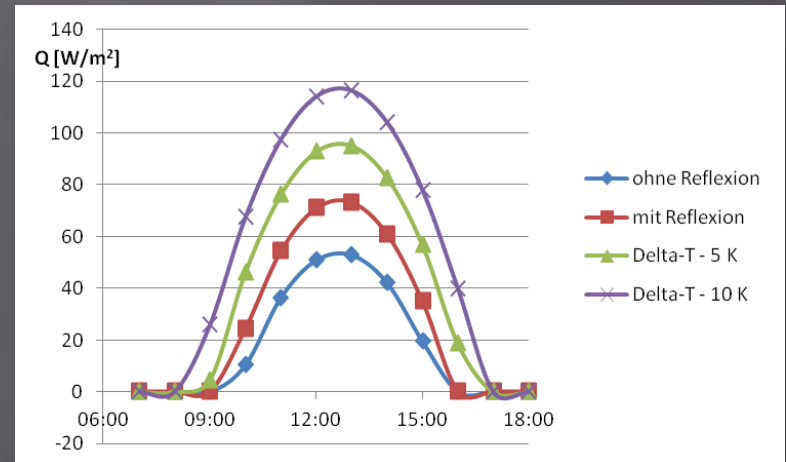
## Auswirkung Solarertrag



## Sonniger Wintertag



## Bewölkter Wintertag



# Betonkern als Solarspeicher

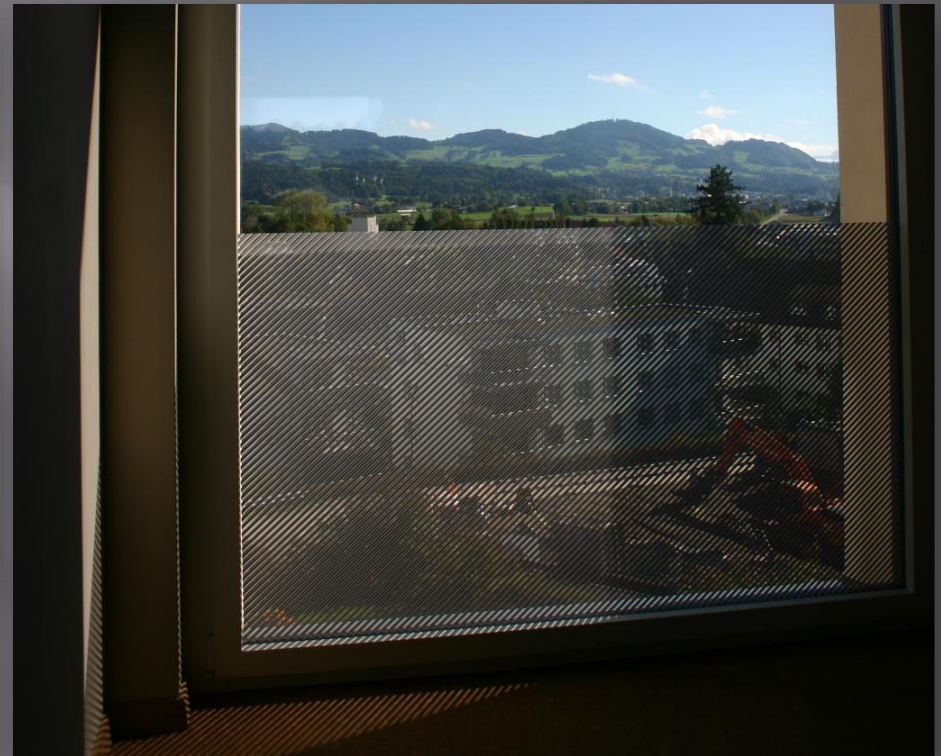


# Spezialglas „SunPattern“

Niedrige Transmission

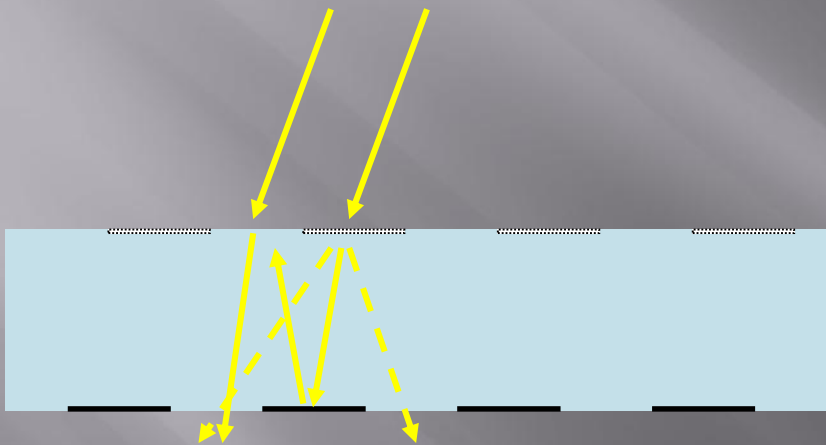


Hohe Transmission



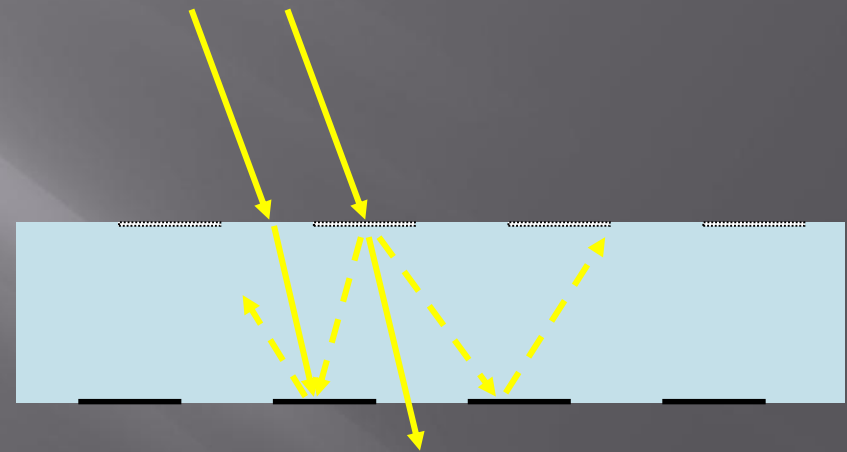
# Wie funktioniert SunPattern?

Situation im Winter



→ Passive Energiegewinne

Situation im Sommer



→ keine Überhitzung

# SunPattern-Vordach (Südseite)

21.03.2014:  
Transmission  
= 50 %



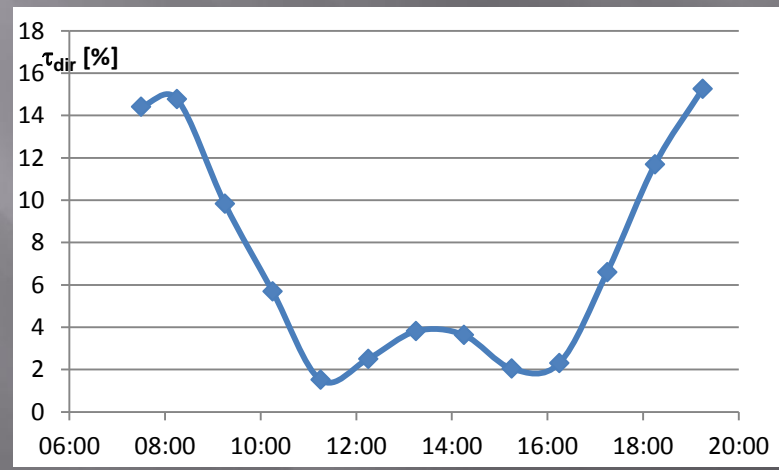
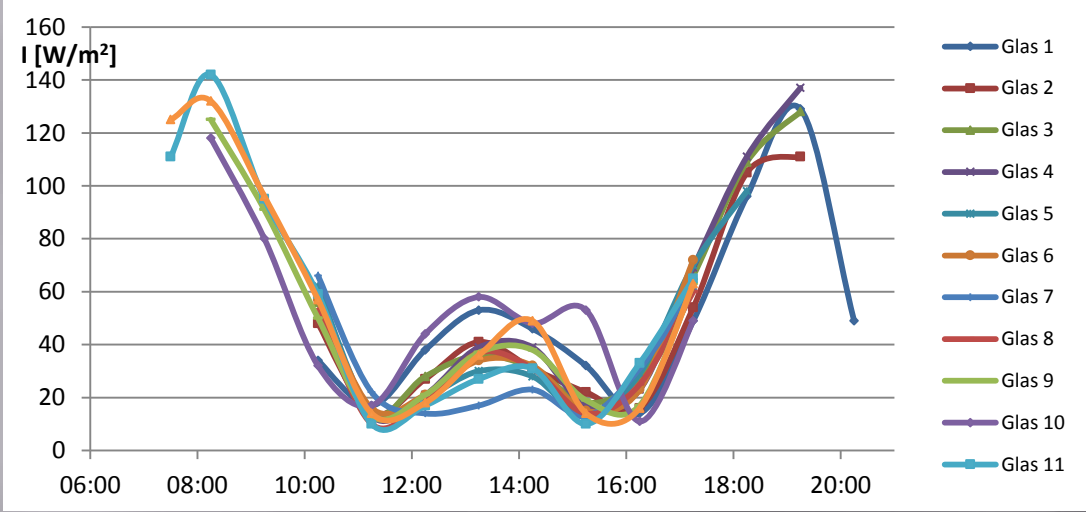
04.05.2014:  
Transmission  
= 25 %



...

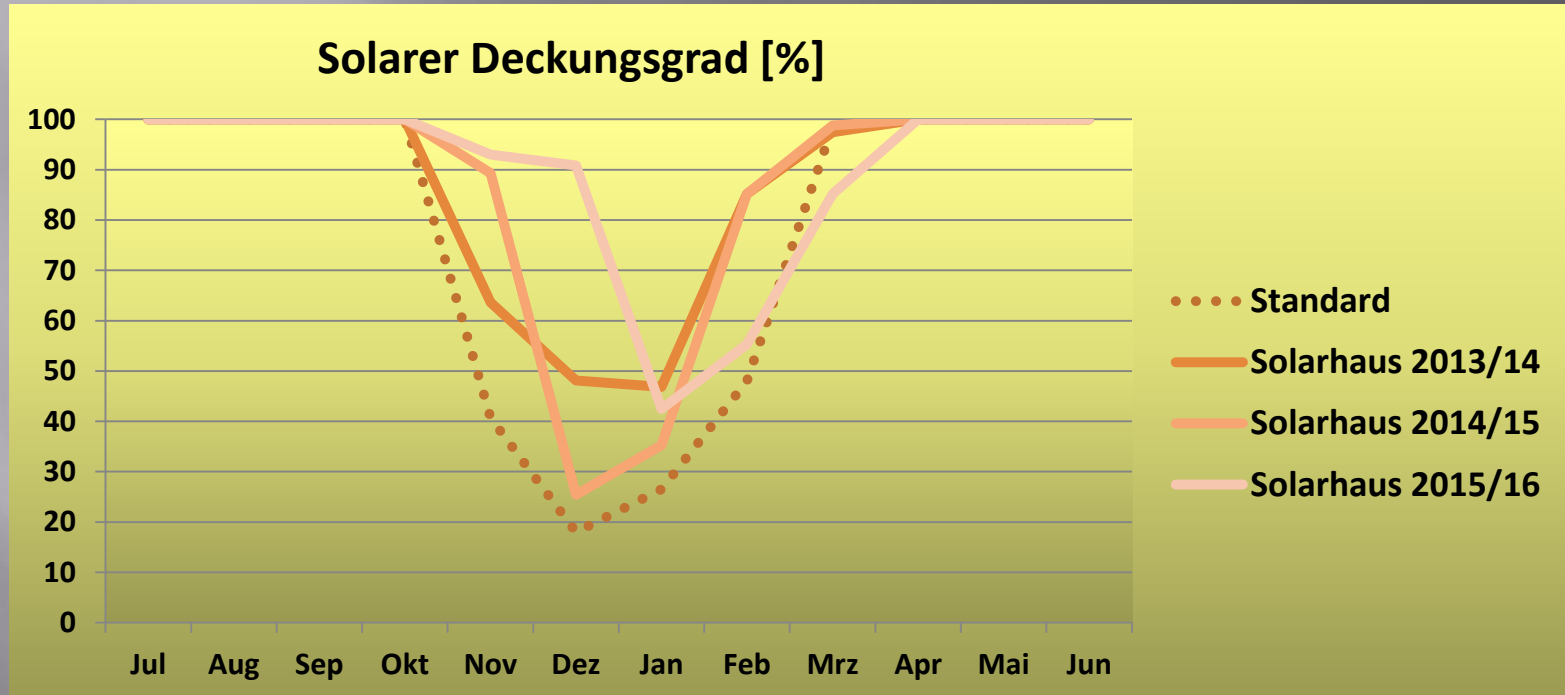
21.06.2014: Transmission = 1 %

# SunPattern-Messung (21.6.)





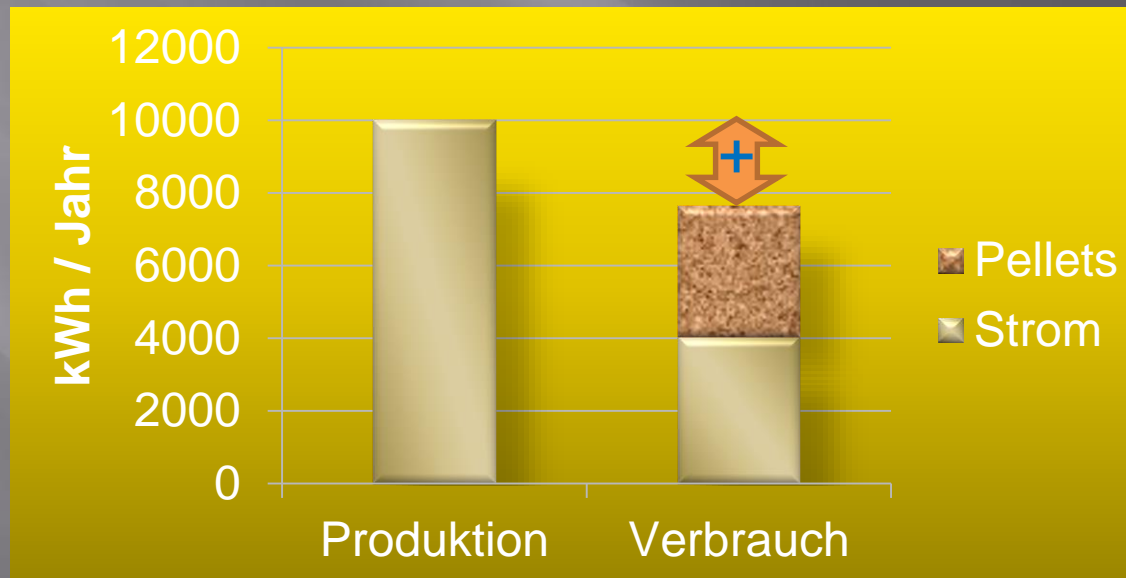
# Energiekennzahlen



$$\text{Solarer Deckungsgrad} = \frac{\text{Solarenergie an Speicher}}{\text{Gesamtenergie an Speicher}}$$

# Aktiv-Solarhaus: Energiebilanz

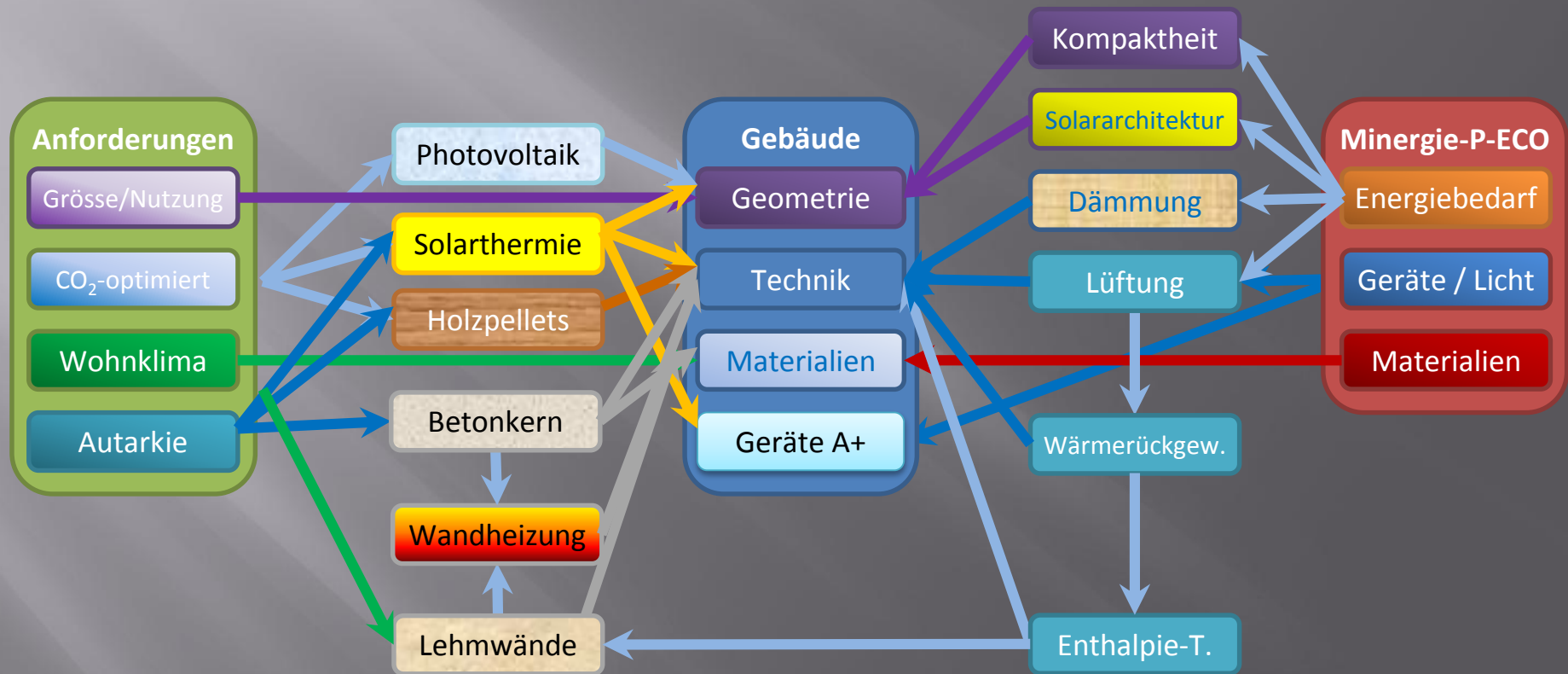
- Stromproduktion (Einspeisung) + 10'000 kWh
- Stromverbrauch (Haushalt & Technik) - 5'000 kWh
- Holzpelletverbrauch (600 kg) - 3'000 kWh
- **Bilanz („1 kWh = 1 kWh“)** + 2'000 kWh



# Gebäudekonzept planen

- Art der Nutzungen / Ausnützung / Flexibilität / Erweiterbarkeit
- Platzbedürfnisse (Zahl und Grösse der Zimmer)
- Beziehung zur Nachbarschaft und Umgebung (Aussicht)
- Klima und Umgebung (Bodenbeschaffenheit)
- Versorgungssituation (Zuleitungen, Netze)
- Energiegesetze, Normen
- Orientierung, nutzbare Dach- / Fassadenflächen
- Gebäudecharakter, Ästhetik, Bauökologie, Baubiologie, Akustik
- Graue Energie, Statik, Erdbebensicherheit, Rückbaubarkeit, etc.

# Aktiv-Solarhaus planen



# SunPattern: Kosten/Nutzen

## Beispiel eines Bürogebäudes (Hauptanwendung):

- Vollständige Glasfassade (Sonnenschutzglas mit  $\tau = 13\%$ )
- Kühlung im Sommer mittels **Kühldecken** und **Lüftungskühlung**
- Hoher Heizbedarf im Winter

## Günstige Voraussetzungen:

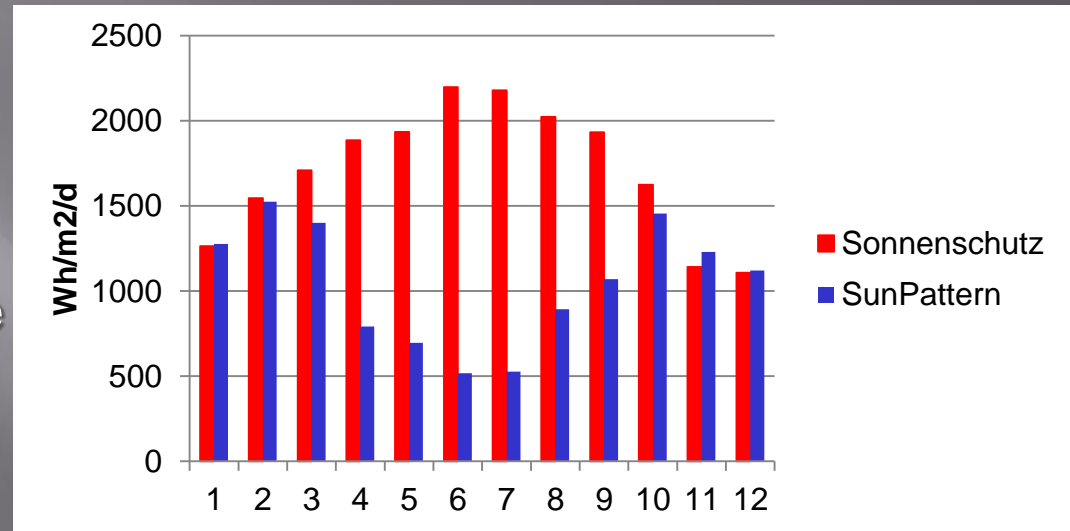
- Geringe interne Lasten
- Hohe Wärmekapazität



# Wirkung von SunPattern

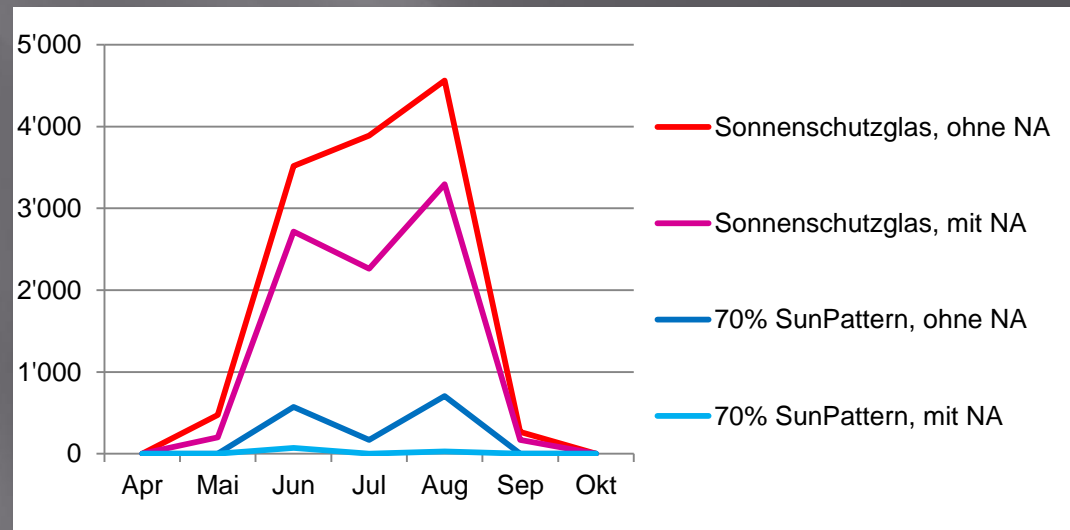
## Tages-Sonneneinstrahlung

- Konventionell/SunPattern
- Normalglas: Sommerpeak
- SunPattern: Sommersenke



## Kühlbedarf Sommer

- Ohne Nachtauskühlung
  - Mit Nachtauskühlung
  - SunPattern ↔ Kühldecke
- **nach 20 J. amortisiert**



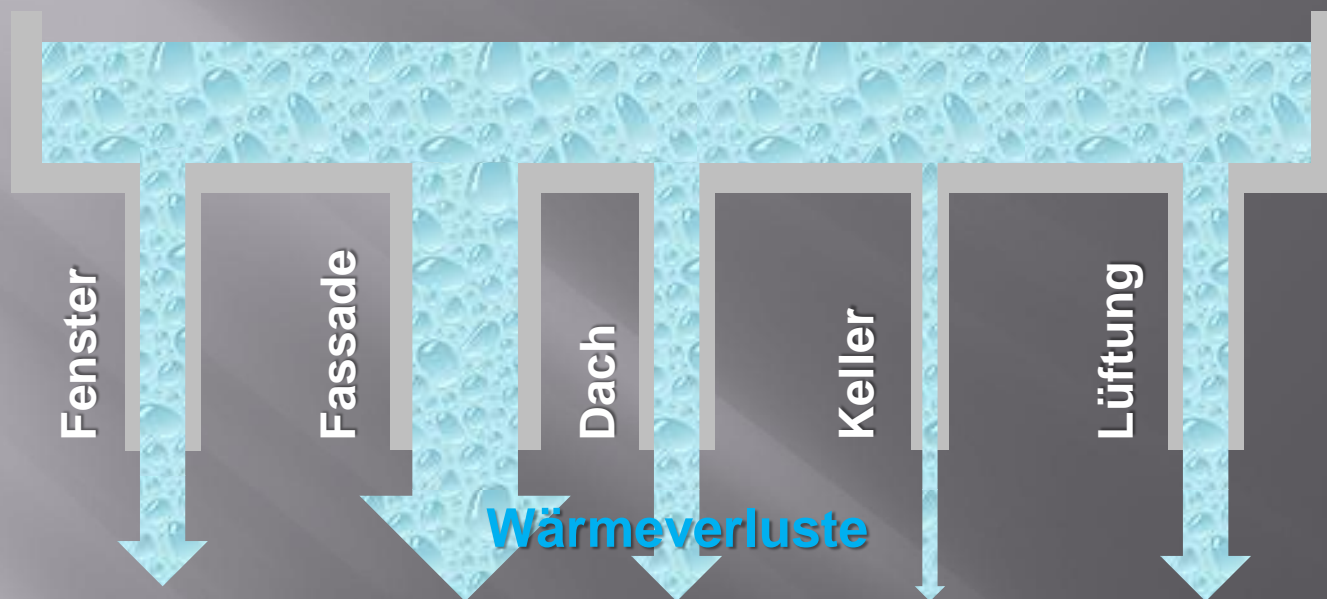
# Aktiv-Solarhaus: Kosten/Nutzen

Gewerk	Alternative**	Mehr-kosten	Lebens-dauer	kWh/a	kWh	Rp/kWh*	Mehrnutzen
Gebäudedämmung	Standard (MuKE)	25'000	60	1'200	72'000	<b>35</b>	Wohnkomfort
Kontrollierte Lüftung	Fensterlüftung	22'500	60	1'200	72'000	<b>31</b>	Luftqualität
Fenster	-20 % Transmission	6'700	30	600	18'000	<b>37</b>	Autarkie
Pellets kondensierend	-10 % Pellets	2'200	20	300	6'000	<b>37</b>	Autarkie
Dach mit Knick	36 m <sup>3</sup> mehr Estrich	14'400	60	1'200	72'000	<b>20</b>	Autarkie
Betonkernaktivierung	Fussbodenheizung	8'000	60	1'200	72'000	<b>11</b>	Autarkie
Solarthermie	Pellets/Kleinspeicher	48'000	30	12'000	360'000	<b>13</b>	CO <sub>2</sub> , Autarkie
PV (KEV)	Eternitdach	30'000	30	10'000	300'000	<b>10</b>	Rendite
Pellets	[Wärmepumpe]	26'100	20	3'000	60'000	<b>(44)</b>	CO <sub>2</sub> -arm
Enthalpietauscher	Wärmetauscher	2'800	30	200	6'000	<b>47</b>	Luftfeuchtigkeit
LED	konv. Lampen	0	15	-500	-7'500	<b>0</b>	Rendite
Deckenstrahler	[Holzofen]	3'000	30	300	9'000	<b>33 [-20]</b>	Wohnkomfort
Saunakonvektor	[konv. Sauna]	2'600	30	300	9'000	<b>29 [-20]</b>	Wohnkomfort
Heisswasserhahn	[Quooker]	1'000	30	200	6'000	<b>17 [-20]</b>	Wohnkomfort
Wandheizung (Lehm)	[Monoblock]	10'700	60	1'000	60'000	<b>18</b>	Wohnkomfort

\*) Diese Energiekosten sind sehr spezifisch und gelten nur für das betrachtete Objekt.

\*\*\*) Alternativen in [eckigen Klammern] werden in die Energiekosten nicht eingerechnet.

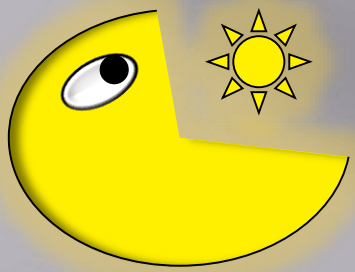
# Gebäudehülle optimieren



**Parallele Wärmeströme:** grosser Wärmewiderstand = kleiner Verlust

- „Die Kette ist so stark wie ihr schwächstes Glied“
- Bei einer Sanierung/Planung den schwächsten Abschnitt verbessern
- Einzelmassnahmen nicht „übertreiben“





# Schlussfolgerungen

1. Nutzungsbedürfnisse haben 1. Priorität
  2. Wünsche, Konzepte und Ideen sammeln
  3. Energiekonzept ortsspezifisch wählen
  4. Synergie-Potentiale evaluieren
- **Abwägen Mehr-Kosten ↔ Mehr-Nutzen**
  - **Die „letzten 10 %“ sind die teuersten**
  - **Es ist nicht alles kalkulier- und planbar**

# Nützliche Websites zu Solarthermie + Photovoltaik

Website	Beschreibung
<a href="http://www.energieschweiz.ch">www.energieschweiz.ch</a>	Viele nützliche Hinweise für Bauherren
<a href="http://www.swissolar.ch">www.swissolar.ch</a>	Branchenverband Solarenergie → Solarprofis
<a href="http://www.pvtarif.ch">www.pvtarif.ch</a>	Karte aller Einspeisetarife in der Schweiz (PV)
<a href="http://www.kollektorliste.ch">www.kollektorliste.ch</a>	Zertifizierte Kollektoren („Solar Keymark“)
<a href="http://www.qm-solar.ch">www.qm-solar.ch</a>	Validierte Leistungsgarantie VLG (Solarthermie)
<a href="http://www.bauwelt.ch">www.bauwelt.ch</a>	Förderprogramme Solarenergie und Gebäude

Energy simulation software interface showing a house model and energy consumption metrics. The interface includes a color-coded energy scale and a list of energy-saving measures.

SPF Institut für Solartechnik website showing technical specifications for solar collectors. The page includes contact information, a list of products, and a technical drawing of a collector system.

Solar simulation software interface showing a 3D house model and simulation results. The interface includes a list of simulation parameters and a table of results.

Ergebnisse Simulation	Werte
Gesamtstromproduktion	3714 kWh / Jahr
Solarstrom selber verbraucht	1479 kWh / Jahr
Eigenverbrauchsanteil	39.8 %
Solarstrom ans Netz abgeben	2235 kWh / Jahr
Kosten schlüsselfertige Anlage	CHF 14400.-
Bandschleife (Einnahmefähigkeit)	CHF 3400.-
Amortisationsdauer der Anlage	14 Jahre