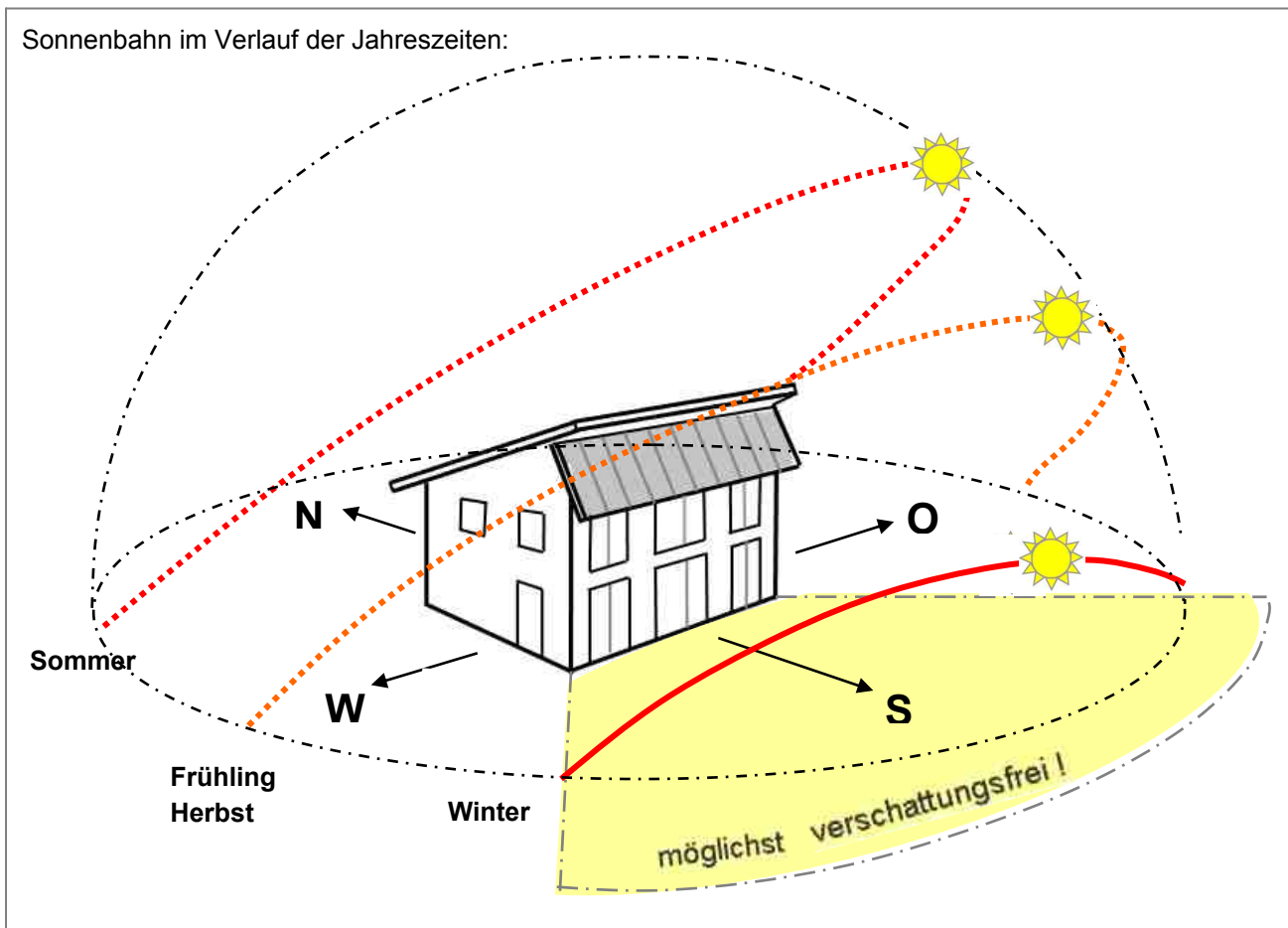
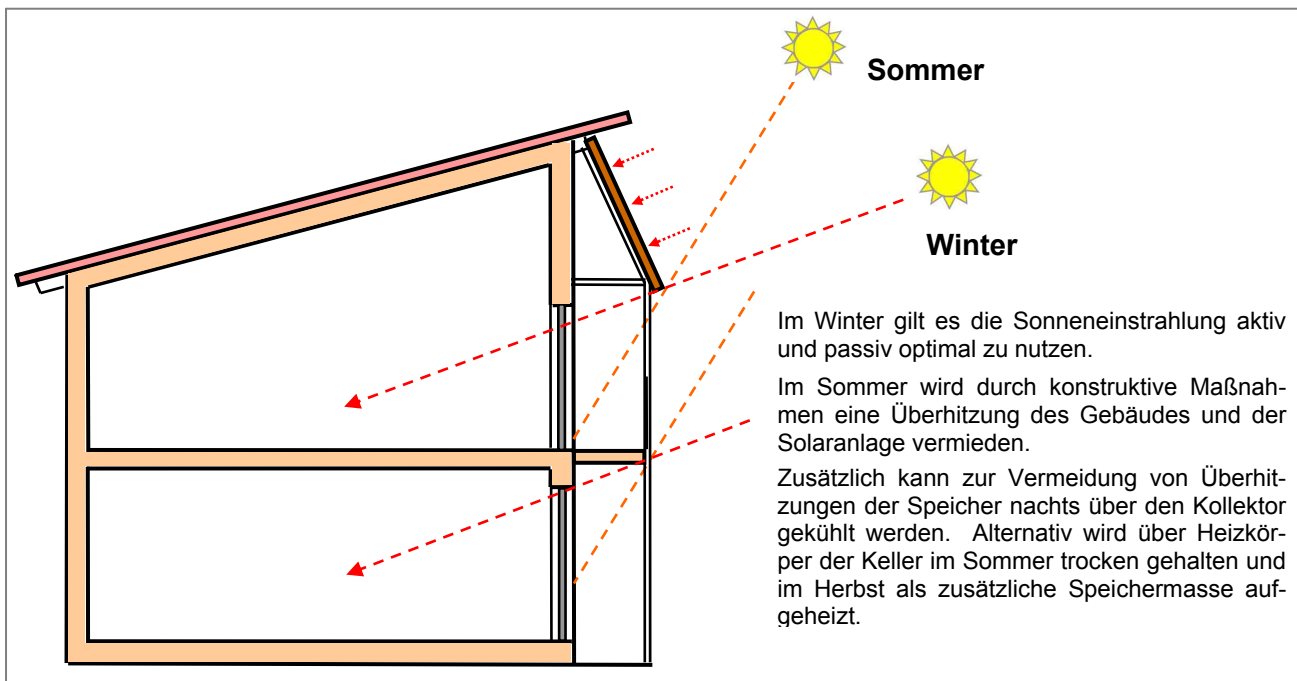
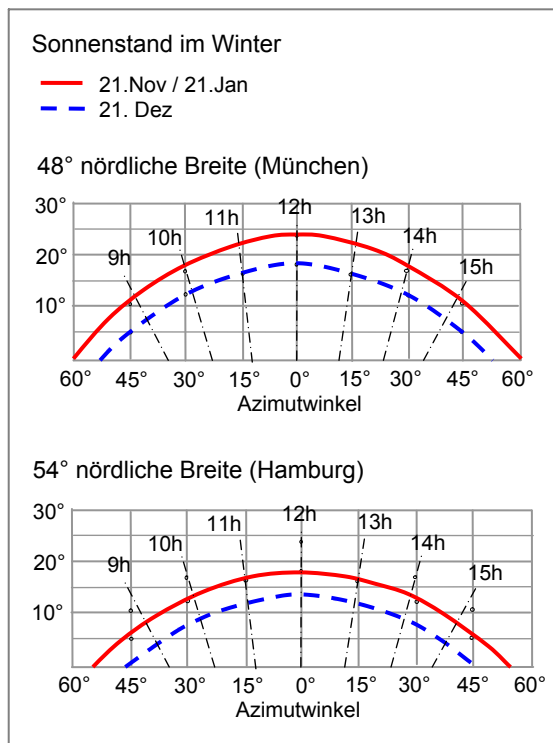


Orientierung zur Sonne

Ein Sonnenhaus „lebt“ von und mit der Sonne; daher ist eine Architektur und Gebäudeorientierung, die zu allen Jahreszeiten dem Sonnenstand gerecht wird eine wichtige Grundvoraussetzung. Im Winter müssen Südassade und Kollektorfläche weitgehend verschattungsfrei sein.





Im Sonnenhaus werden durch die Solaranlage mindestens in der Zeit von Anfang März bis Ende Oktober Überschüsse erwirtschaftet, daher genügt es im Wesentlichen den Sonnenstand der Wintermonate November bis Februar zu betrachten. Schon bei der Grundstückswahl muß die Verschattungssituation überprüft werden. Dabei ist zu beachten, daß die Sonne am Vormittag im Südosten und am Nachmittag im Südwesten tiefer steht als im Süden zur Mittagszeit. Am 21. Dezember, bei Sonnentiefstand, soll die Kollektorfläche nach Möglichkeit von Südost bis Südwest verschattungsfrei sein.

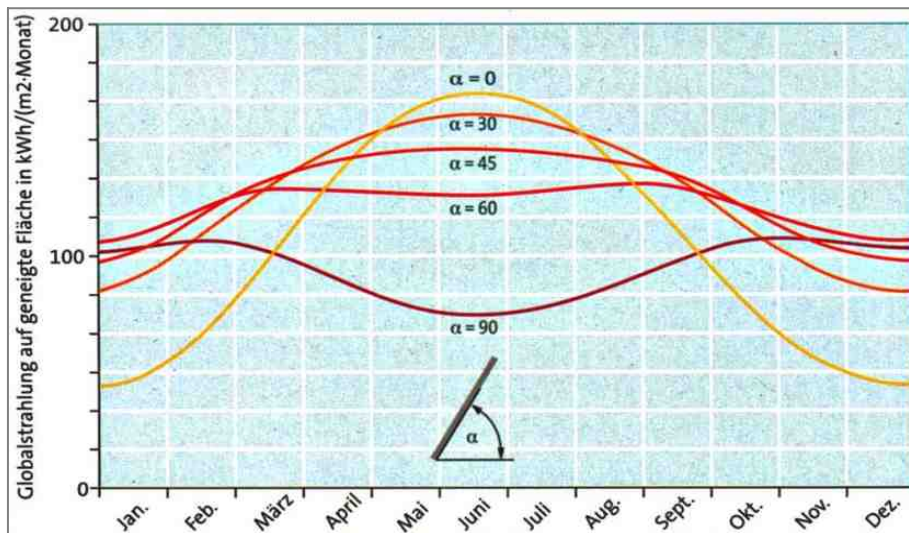
Die Sonnenbahnhöhen nehmen nach Norden hin ab, und zwar für jeden Breitengrad um 1°. Der Sonnenstand am 31.12. um 12 Uhr läßt sich wie folgt berechnen: $90^\circ - \text{Breitengrad} - 23,5^\circ$

Beispiel München: $90^\circ - 48^\circ - 23,5^\circ = 18,5^\circ$

Die Sonnenbahn am 21. November und 21. Januar (rote Kurve im Diagramm) repräsentiert die durchschnittliche Bahn der Wintersonne. Hieraus läßt sich die optimale Neigung der (südorientierten) Kollektorfläche ableiten. Als Richtwert kann gelten: Breitengrad + 15°, also für München $48^\circ + 15^\circ = 63^\circ$

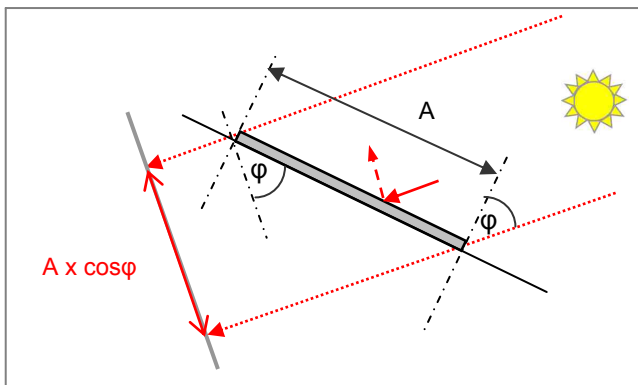
In Nebellagen kann es bei Sonnenhäusern mit sehr hohem solaren Deckungsgrad sinnvoll sein, die Kollektorfläche etwas flacher zu neigen und den Speicher sehr groß zu dimensionieren um die kritische Zeit November bis Mitte Dezember überbrücken zu können.

Verlauf der Globalstrahlung auf verschieden geneigte Flächen:



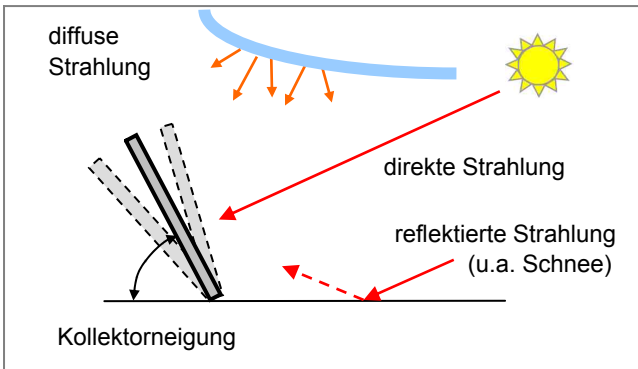
In den Monaten November bis Februar sind die Einstrahlungswerte bei dem um 60° geneigten Kollektor am Höchsten. Je flacher die Neigung wird, um so antizyklischer verläuft der Solarertrag zum Wärmebedarf des Gebäudes und um so mehr Überwärme entsteht im Sommer.

Noch nicht berücksichtigt ist die Gewichtung von direkter, diffuser und reflektierter Strahlung hinsichtlich ihrer Wirksamkeit für solarthermische Nutzung, sowie die zeitweise Bedeckung flacher Kollektorflächen mit Schnee. Insofern hängt die Beurteilung des optimalen Neigungswinkels nicht nur vom Breitengrad des Standortes, sondern auch von dessen Höhenlage ab: in nebelarmen aber schneereichen Regionen wirken sich sehr steil geneigte Kollektorflächen besonders positiv aus: die Kollektorfläche selbst bleibt schneefrei, und vorgelagerte beschneite Flächen reflektieren das Sonnenlicht mit verstärkender Strahlungswirkung auf den Kollektor.



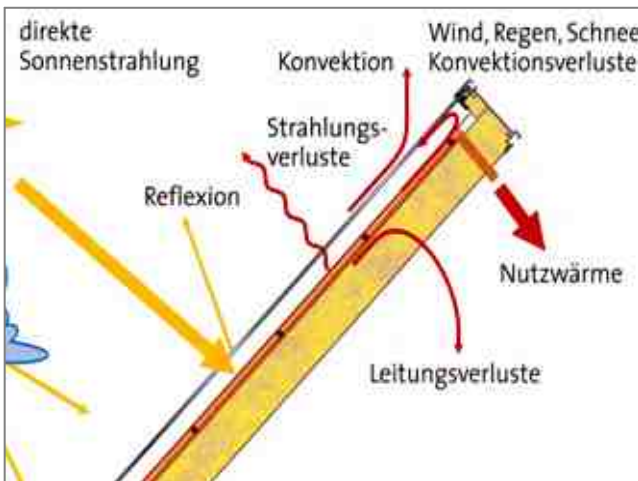
Orientierung zur direkten Sonnenstrahlung:

Die Projektion der Kollektorfläche in Richtung der Sonnenstrahlen ergibt die wirksame Fläche. Bei einem Sonnenstand von 20° kann auf einem 25° geneigten Dach nur 70% der Solarstrahlung genutzt werden. Hinzu kommen die Verluste durch Reflexion an der Glasscheibe, die sich bei einer Winkelabweichung $\phi > 40^\circ$ zunehmend bemerkbar machen. Die Neigung der Solarfläche zur Horizontalen darf deshalb passend zu den Sonnenständen im Winter nicht unter 35° betragen.



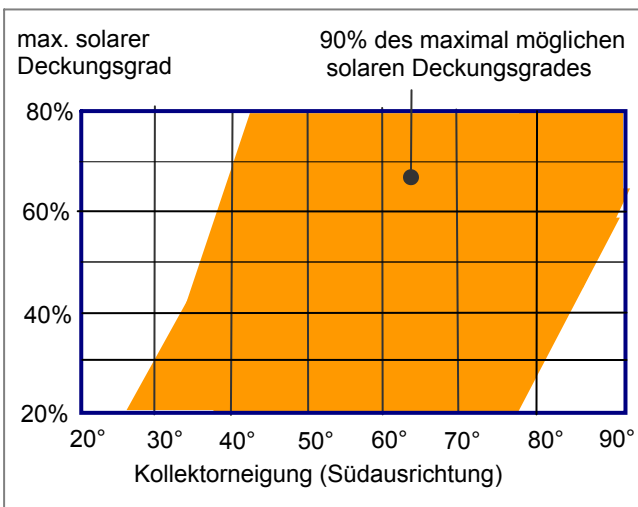
Ein eher flach geneigter Kollektor empfängt mehr diffuse Strahlung, ein steil geneigter Kollektor mehr reflektierte Strahlung. Die größte Wirkung bei thermischen Solaranlagen erzielt aber die direkte Sonneneinstrahlung – besonders im Winter bei kalten Außentemperaturen.

Senkrecht stehende Kollektorflächen (Fassadenkollektoren) profitieren am meisten von reflektierter Strahlung: eine vorgelagerte Schneefläche kann beispielsweise die Einstrahlung auf den Kollektor um bis zu 20% verstärken.



weniger Wärmeverlust bei steiler Neigung

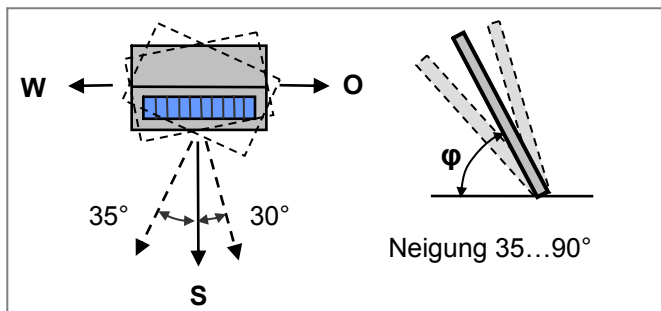
Flachgeneigte Kollektoren verlieren mehr Wärme durch Konvektion und Abstrahlung als steilgeneigte. So ist der U-Wert ist bei senkrechter Aufstellung um 10% geringer als bei einem 45° geneigten Kollektor; dies bedeutet einen um ca. 5% höheren Winterertrag. Weitere 5% Mehrertrag können gewonnen werden, wenn der Fassadenkollektor ohne Hinterlüftung direkt auf der vorhandenen Außenwand aufgebracht wird. Neben den dann geringeren Wärmeverlusten durch die optimal gedämmte Rückwand kommen noch passive Gewinne in das Gebäude hinzu. Mindestens werden die Transmissionswärmeverluste der Wand durch die vorgesetzte Solarfläche minimiert.



Je höher der solare Deckungsgrad um so wichtiger eine steile Neigung

Kleinere Solaranlagen zur Brauchwassererwärmung und Heizungsunterstützung bringen den Hauptnutzen im Sommer und in der Übergangszeit. Für Sonnenheizungen mit mehr als 50% solarem Deckungsgrad ist darüber hinaus eine bestmögliche Nutzung der Wintersonne Grundvoraussetzung. Hier kommen auch Fassadenkollektoren in Betracht, wenn genügend Freiflächen an der Südfassade vorhanden sind.

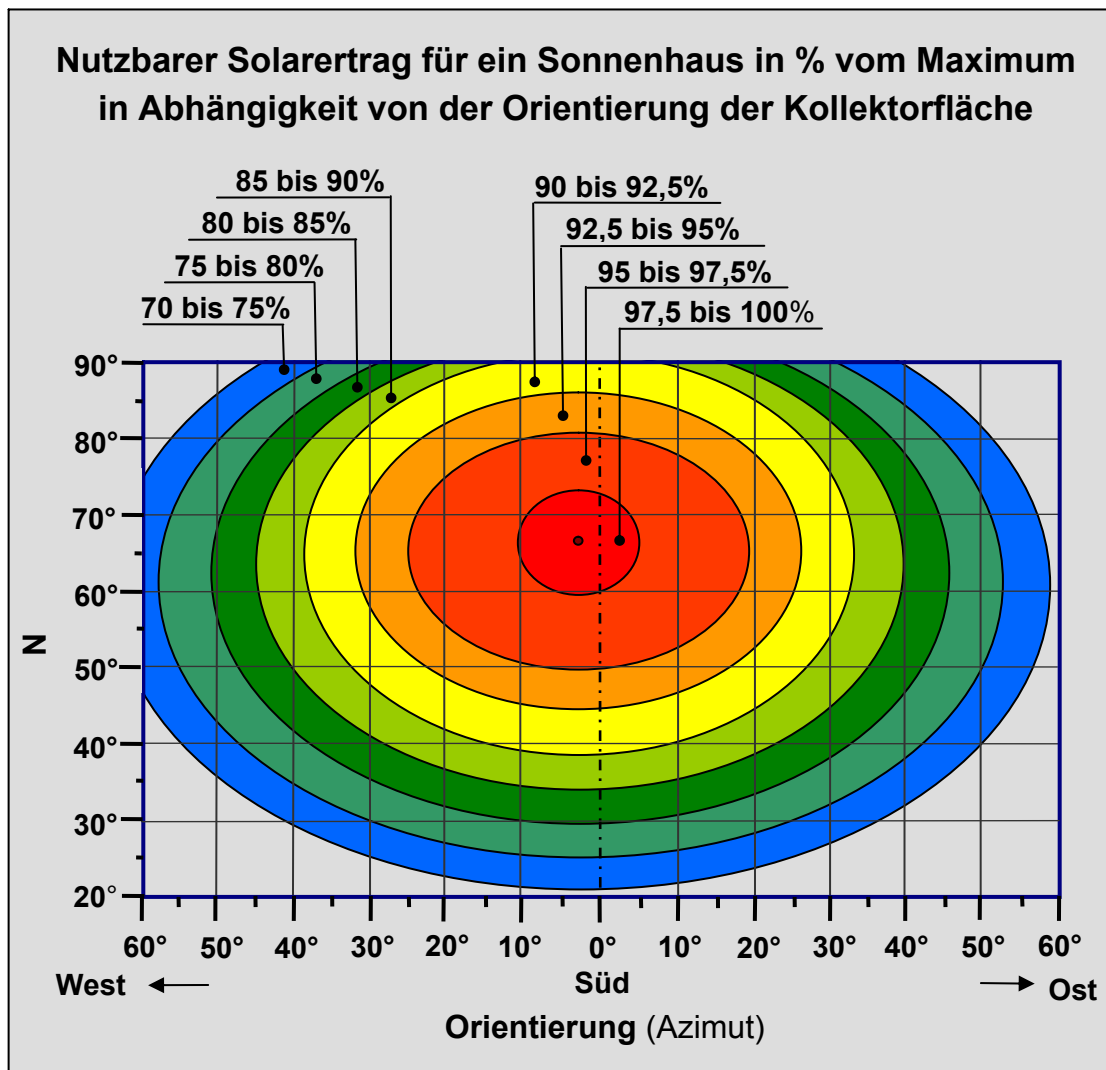
Abhängig vom angestrebten solaren Gesamtdeckungsgrad sollte die Orientierung der Kollektorfläche in dem farbig markierten Bereich liegen.



Orientierung: einzuhaltende Grenzen

Der Azimutwinkel darf beim Sonnenhaus nicht mehr als 35° nach Westen und 30° nach Osten abweichen; die Neigung muß mindestens 35° betragen. Abweichungen innerhalb dieser Grenzen können durch entsprechend größere Kollektorflächen ausgeglichen werden.

Anhaltswerte hierfür bietet das folgende, zwei-dimensionale Diagramm.



Abweichend von üblichen Diagrammen dieser Art wurde nicht allein die Globalstrahlung auf geneigte Flächen als Bewertungsmaßstab in der Simulation herangezogen, sondern der tatsächlich nutzbare Solarertrag bzw. der durch den Solarwärmeeintrag variierende Nachheizbedarf. Damit werden die Verhältnisse im Winter praxisnäher gewichtet. Zu Grunde gelegt wurde ein typisches Sonnenhaus mit zwei Drittel solarem Deckungsgrad am Klimastandort München. Bei größeren Abweichungen von diesen Gegebenheiten ist das Diagramm nur mit eingeschränkter Genauigkeit verwendbar.

Es fällt auf, daß sich die optimale Neigung bei Südabweichung nicht wesentlich ändert. Bei kleineren Solaranlagen, die weniger auf die winterliche Sonnenbahn optimiert sind, werden die Erträge flacher geneigter Kollektorflächen bei starker Südabweichung höher, da sie bei steil stehender Sonne länger besonnt werden.

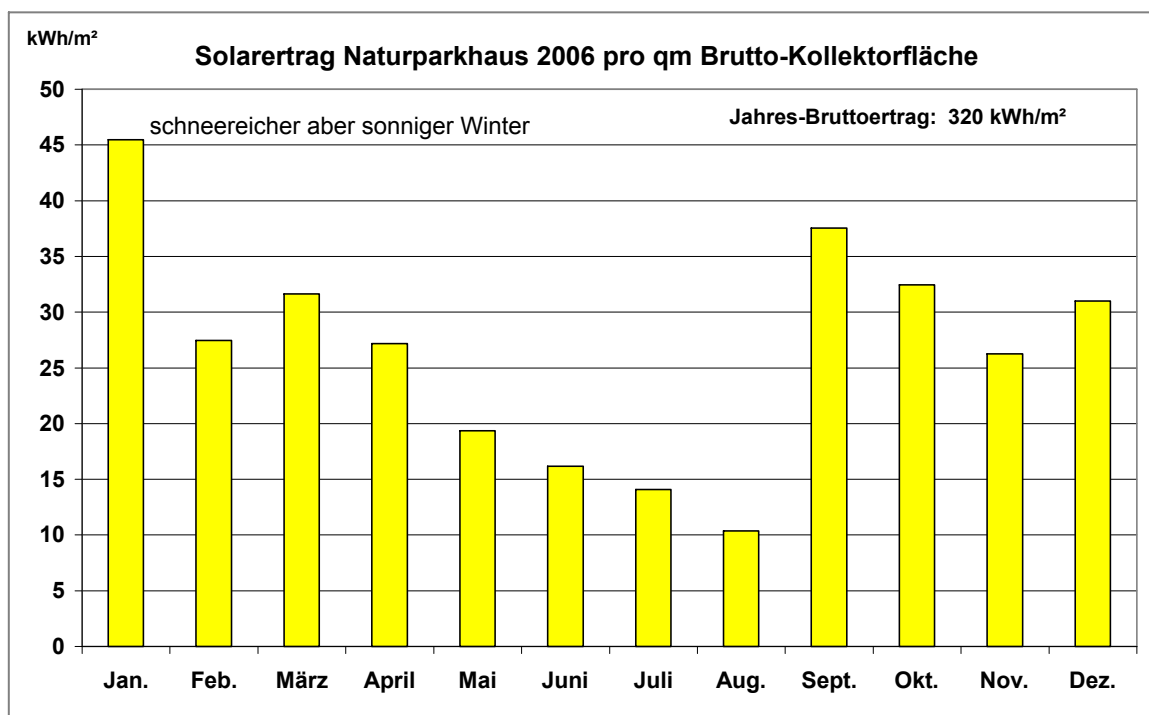
**Erfahrungen und Untersuchungen am Fassadenkollektor
des 100% solar beheizten Naturpark-Informationshauses in Zwiesel**



Klimastandort: Bayerischer Wald (600 m ü.d.M.)
 nebelfreie Lage, relativ viel Schnee und Wintersonne
 110 m² Solarfläche / Neigung 80°
 Aus dem 20 m³ Wasser fassenden Solartank wird zusätzlich die
 Heizung eines benachbarten Altbaus unterstützt.
 Das solare Heizkonzept wurde 1999 im Rahmen eines For-
 schungsvorhabens der Bundesstiftung Umwelt entwickelt und
 analysiert. Meßdaten werden laufend ausgewertet.



Eine bemerkenswerte Meßdatenreihe aus dem Jahr 2006 mit dem historischen, schneereichen Win-
 ter sei hier wiedergegeben: Die Solaranlage erzielte ihren höchsten Ertrag im Januar !
 Insgesamt konnte in diesem Jahr sechsmal soviel Sonnenenergie geerntet werden, wie das nach
 Passivhaus-Standard gedämmte Gebäude für die Flächenheizung benötigte. Dies war möglich durch
 den Wärmeverbund mit dem Nachbargebäude, das auch während der Übergangszeit hohen Heiz-
 bedarf hat.



Auszug aus dem Abschlußbericht des Vorprojektes:

Sowohl die Einstrahlungsverhältnisse, als auch das thermische Verhalten und die Leistung des 80° geneigten Kollektors wurden im Vergleich zu einem 45° geneigten Dachkollektor durch Berechnung und Modell-Versuche ausführlich untersucht.

Zusammenfassend läßt sich feststellen: In den Wintermonaten ergeben sich bezüglich der Sonneneinstrahlung deutliche Vorteile für den Fassadenkollektor. Eine wesentlichen Einfluß hat dabei die strahlungsverstärkende Wirkung der Schneereflexion auf der vorgelagerten Wiese.

Trotz leichter Verschattung der Diffusstrahlung durch den Dachvorsprung empfängt der 80° geneigte Kollektor im Januar um 17 % mehr Globalstrahlung als ein 45° geneigter Kollektor, im Juni dagegen um 34 % weniger.

Die Neigung hat auch Einfluß auf die Wärmeverluste und den **Wirkungsgrad** des Kollektors: Durch die fast senkrechte Einbaulage findet zwischen Absorber und Glasabdeckung ein geringerer Wärmeaustausch durch Luftbewegung statt.

Die Einbaulage an der Fassade ist windgeschützter als auf dem Dach.

Der steil geneigte Kollektor strahlt weniger Wärme gegen den „kalten“ Himmel ab.

Zusammengenommen bringt der **Fassadenkollektor** im Winterbetrieb bei angenommen gleicher Einstrahlung **allein durch seine Einbaulage eine Mehrleistung von 9 % (32 W/m²) gegenüber einem 45° geneigten Kollektor.**

Bei Montage des **Kollektors ohne Hinterlüftung direkt auf die Außenwand** wird die Wärmedämmschicht des gesamten Wandaufbaues als Kollektor-Rückwanddämmung genutzt. Dadurch verringert sich der Wärmedurchgang um 36 W/m², was zu einer **Leistungserhöhung im Winterbetrieb** um ebenfalls etwa **9 %** führt. Hinzu kommt, daß diese Abwärme dem Gebäude direkt als **passiver Solargewinn** zu gute kommt. Der nutzbare Anteil dieses Wärmegewinns ist in der kalten Jahreszeit mit durchschnittlich mindestens **4 kWh am Tag** anzusetzen und kompensiert damit weitgehend die Transmissionswärmeverluste der Wand an sich. Der Wärmeeintrag durch die Wand erfolgt mit einer zeitlichen Phasenverschiebung von 13 Stunden, kommt also vorwiegend in der zweiten Nachthälfte zum tragen.