



Sonnenhaus-Institut e.V.

Augsburgerstraße 35

94315 Straubing

info@sonnenhaus-institut.de

www.sonnenhaus-institut.de

Planungsgrundlagen Sonnenhaus

Gebäudegeometrie und Orientierung zur Sonne

Möglichkeiten der Anordnung
von Solarmodulen

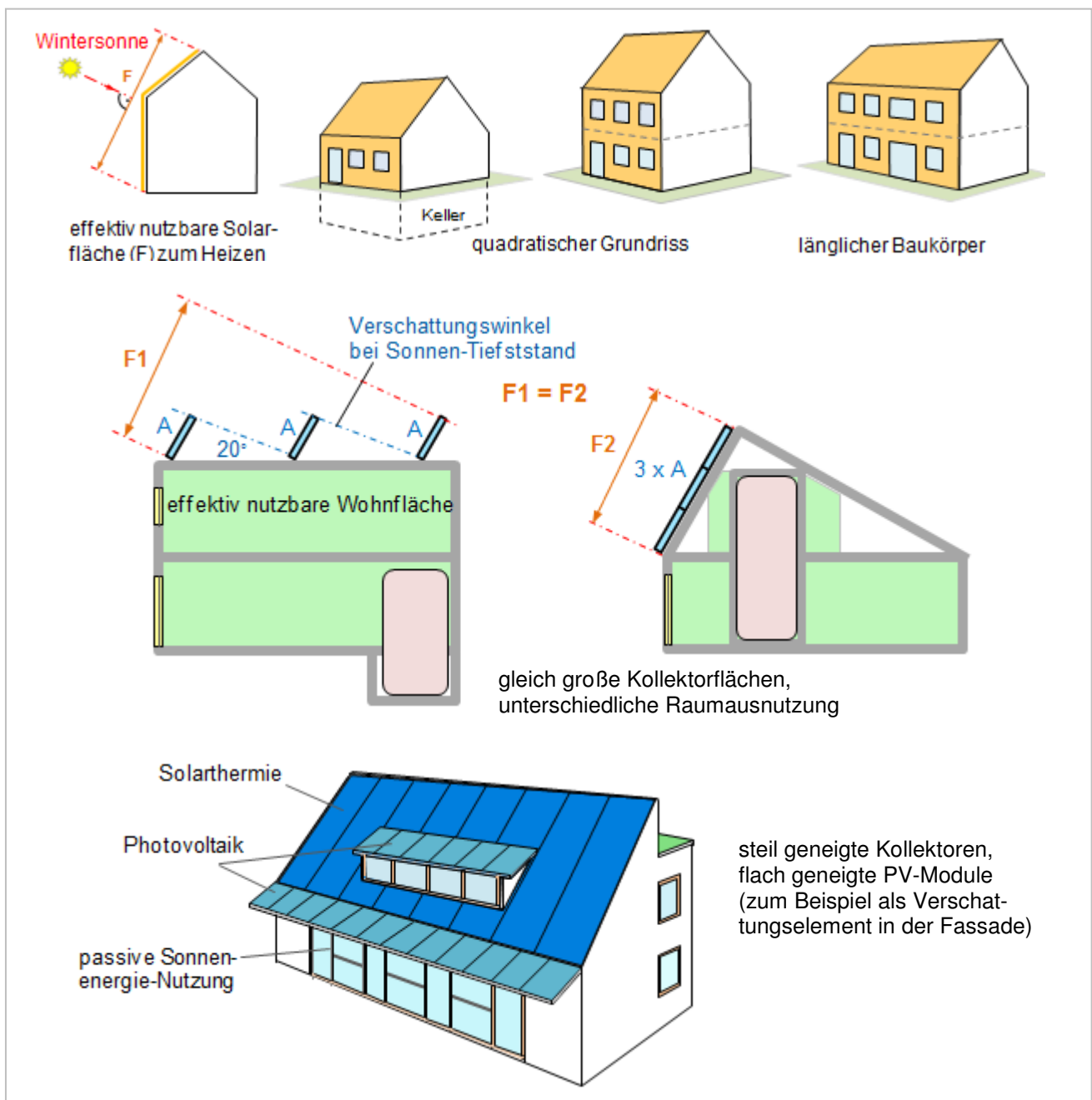
Verfasser: Dipl. Ing. (FH) Wolfgang Hilz Stand 2014/10



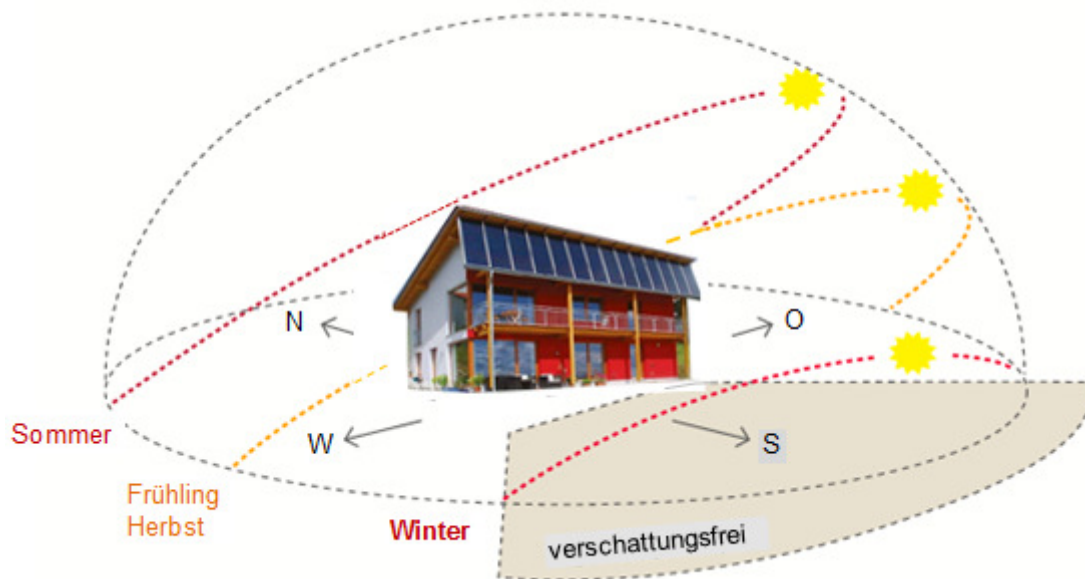
Sonnenhaus-Institut e.V.

Grundsätzliche Anforderungen an die Gebäudeorientierung und -geometrie:

- Firstrichtung Ost-West, Südabweichung max. 25° (Ost) bis 30° (West)
- Größtmögliche südorientierte Gesamtfläche (Dach + Fassade) für die passive und aktive Sonnenenergienutzung; > länglicher Baukörper - Gebäudelängsseite nach Süden orientiert
- Weitgehende Verschattungsfreiheit der Kollektorflächen (und Südfenster) im Winter; konstruktive Verschattung der Fenster im Sommer
- Kollektorneigung möglichst mehr als 40°
- Gegebenenfalls Berücksichtigung einer Photovoltaikanlage (Ausrichtung und Neigung weniger kritisch, günstiger Neigungswinkel 20° bis 50°); Montage auch abseits des Hauptgebäudes möglich
- gute Raumausnutzung bewahren durch günstig platzierte Solarkomponenten
- Allgemeine Kriterien, die für jedes Gebäude gelten: kompakter Baukörper (günstiges A/V-Verhältnis), Berücksichtigung der Wohnraumausnutzung und ausreichende Versorgung aller Räume mit Tageslicht (insbesondere beim Dachraum zu beachten), sinnvolle Zonierung der Räume



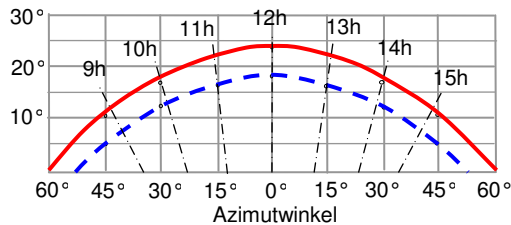
Verschattungsfreiheit und Orientierung zur Sonne



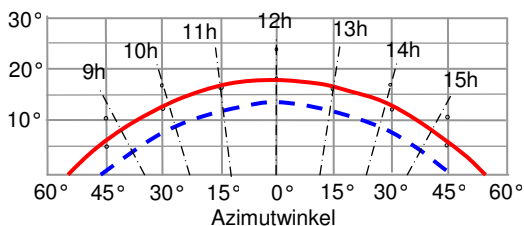
Sonnenstand im Winter:

- 21. Nov / 21. Jan
- - - 21. Dez

48° nördliche Breite (München)



54° nördliche Breite (Hamburg)



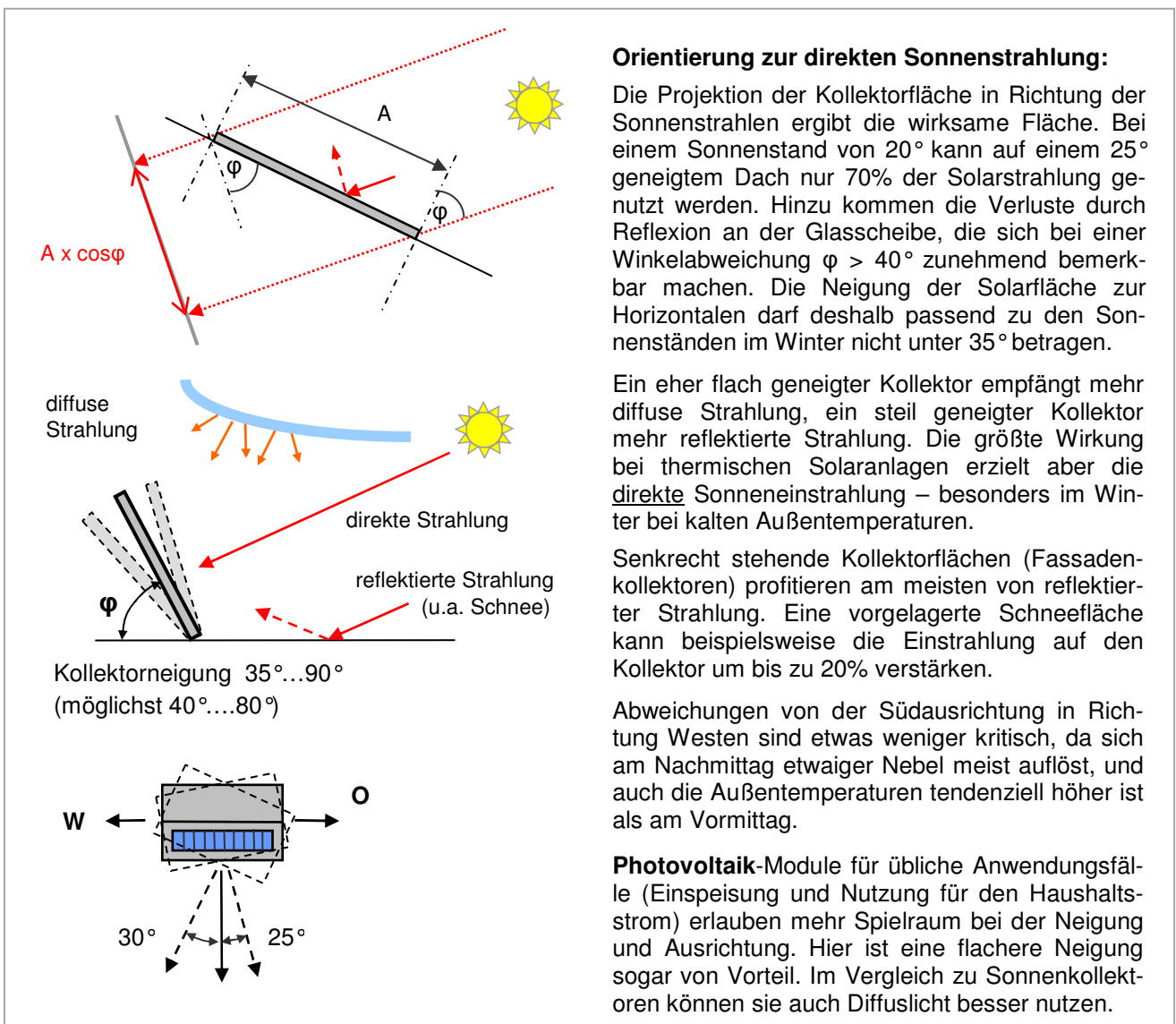
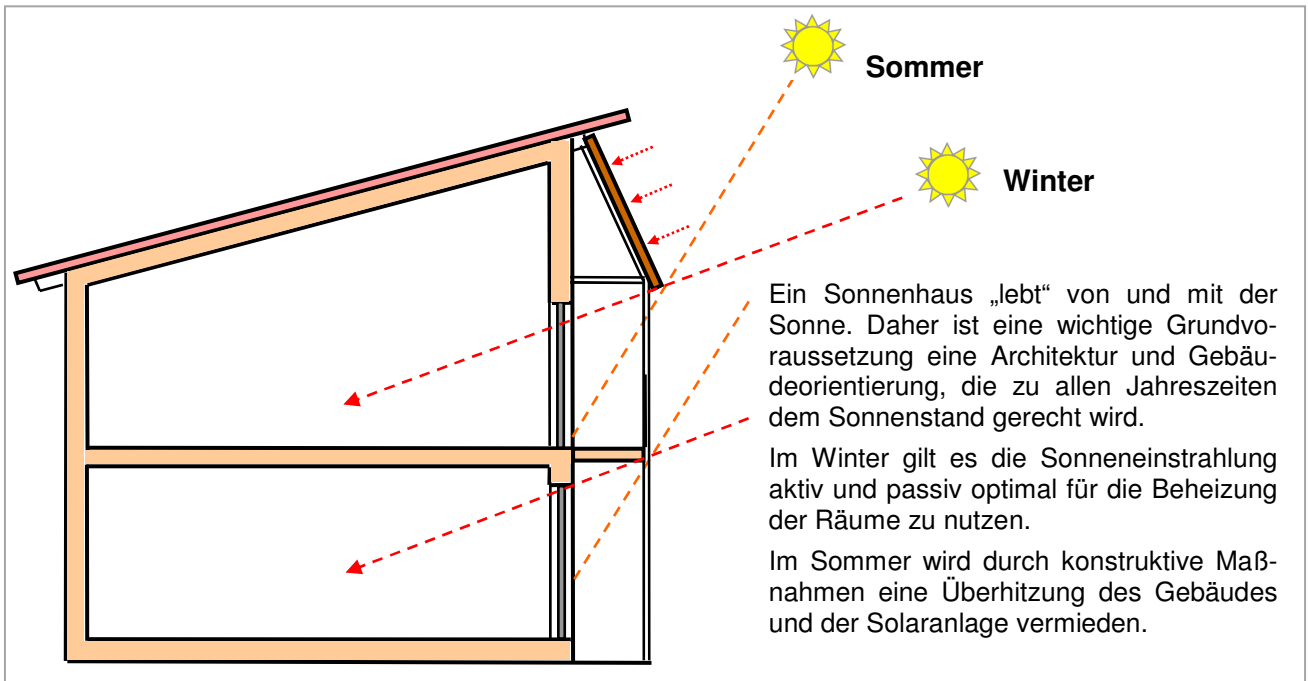
Im Sonnenhaus werden durch die Solaranlage mindestens in der Zeit von Mitte März bis Ende Oktober Überschüsse erwirtschaftet. Daher genügt es im Wesentlichen den Sonnenstand der Wintermonate zu betrachten. Schon bei der Grundstückswahl muss die Verschattungssituation überprüft werden, ggf. auch unter Zuhilfenahme geeigneter Messgeräte. 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 Sonnentiefststand, sollte 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:

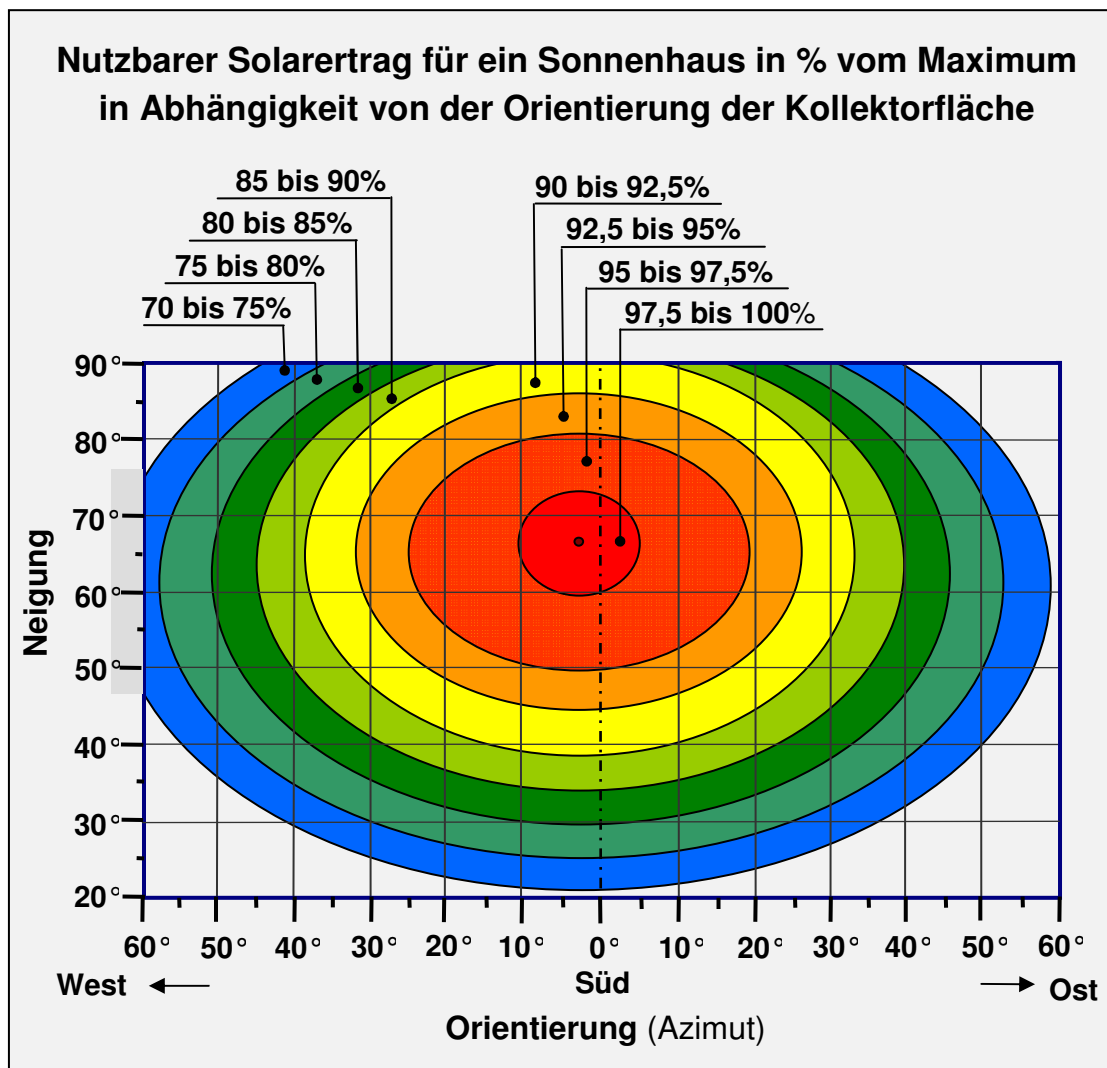
$90^\circ \text{ minus Breitengrad minus } 23,5^\circ$

Beispiel München: $90^\circ \text{ minus } 48^\circ \text{ minus } 23,5^\circ$ ergibt $18,5^\circ$.

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



Aus dem folgenden 2D-Diagramm ist der Einfluss auf den Solarertrag einer vom Optimum abweichenden Kollektor-Orientierung und Neigung für ein typisches Sonnenhaus (mit 60 bis 70% solarem Deckungsgrad) abzulesen. Bei kleineren solaren Deckungsgraden verschiebt sich das Neigungs-Optimum etwas nach unten, bei sehr hohen Deckungsgraden etwas nach oben.



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, gleichzusetzen mit der Energieeinsparung im Vergleich zu einem Referenzsystem ohne Solaranlage.



Besonders in Hochlagen mit viel Wintersonne, aber auch Schnee, hat ein sehr steil geneigter Kollektor Vorteile: der Schnee rutscht besser ab, und seine Reflektionswirkung wird besser genutzt.

Gebäudetypologie / zweckmäßige und ästhetische Anordnung von Solarflächen

1. Dachformen

Symmetrische Satteldächer sind ästhetisch unstrittig, weil sie der Bautradition von Ein- und Zweifamilienhäusern entsprechen. Gauben stellen grundsätzlich einen „Unruhefaktor“ in der Dachfläche dar. Zu bevorzugen sind Dachfenster oder ein markanter Quergiebel in der Dachmitte. Asymmetrische stellen höhere Ansprüche an eine gute Gestaltung. Pultdächer öffnen das Haus nach Süden hin (wie das „Sonnenhaus des Sokrates“ im alten Griechenland) und bieten eingeschränkt Platz für Kollektoren an der Fassade. Sie ermöglichen bei flacher Neigung eine gute Raumausnutzung.

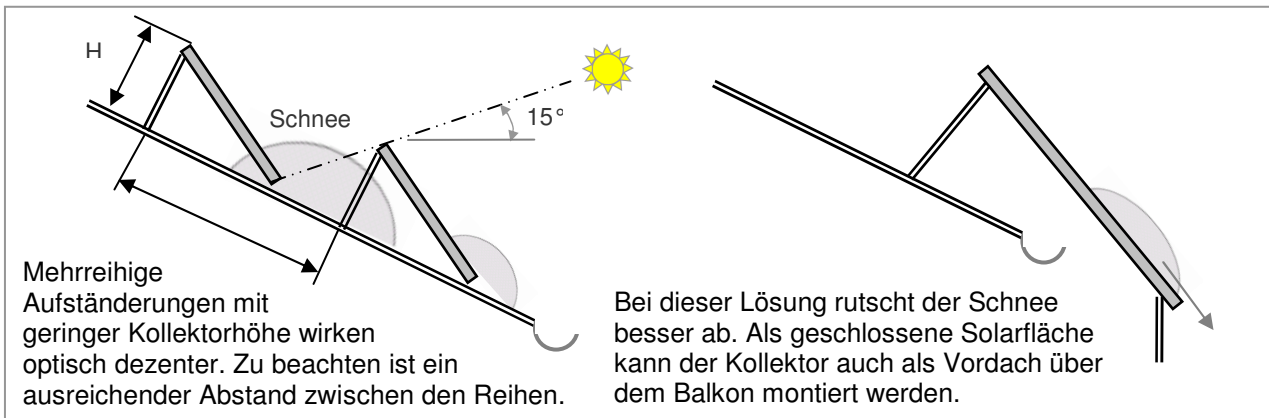
2. Dachintegrierte Kollektorflächen:

Wenn die baurechtlichen Voraussetzungen für eine wenigstens 35° geneigte Süddachfläche gegeben sind, bietet sich eine Dachintegration der Kollektoren (In-Dach-Montage) an. Der Kollektor ersetzt nicht nur die Dacheindeckung, sondern ist vor Witterungseinflüssen bestmöglich geschützt. Die Verrohrung erfolgt unsichtbar im Kollektor oder unter Dach. Für Sonnenhäuser eignen sich besonders großflächige Module, die als zusammenhängende Fläche montiert werden können. Auch eine Photovoltaikanlage kann Dachintegriert in das Solarfeld einbezogen werden. Dabei ist auf eine gute Hinterlüftung zur Vermeidung von Leistungseinbußen zu achten. Eine große, homogene Solarfläche wirkt ästhetisch günstiger als zerstückelte Elemente. Wenn sie nicht das ganze Dach überdecken kann, sollten die Ziegeleränder auf beiden Seiten wenigstens gleich breit sein. Reflexarme Gläser verhindern unerwünschte Lichtreflexionen - besonders bei steilen Kollektorflächen. Die Farbe der Blecheinfassung sollte an die Farben der Dachziegel und übrigen Einblechungen auf dem Dach angepasst sein. Dachfenster können in die Solarfläche eingebunden werden.



3. Aufständigung der Kollektoren auf Flachdächern und Dächern mit flacher Neigung

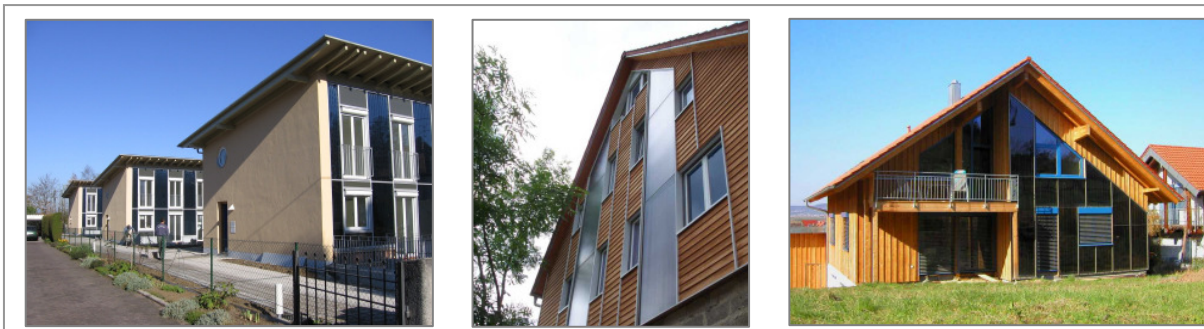
Diese Variante kommt meist dann zur Anwendung, wenn auf einem schon fertigen Hausdach eine Solaranlage nachgerüstet wird oder wenn die Vorgaben des Bebauungsplans kein steiles Dach erlauben. Die Kollektoren werden dann in einen Anstellwinkel von etwa 45° bis 50° angehoben montiert. Optisch weniger exponiert und wuchtig wirken Querformate mit geringerem Abstand und Anhebungswinkel. Die Kollektor-Oberkante sollte auch den Dachfirst nicht überragen. Grundsätzlich haben frei aufgeständerte Lösungen aber immer den technischen Nachteil, dass der Kollektor von allen Seiten Wind und Witterung ausgesetzt ist. Dachintegrierte, eingelebte Aufständigungen erhöhen das Risiko von in die Dachhaut eindringendem Regenwasser, wenn sie nicht direkt am First angebracht sind (siehe Firstverlängerung).



4. Integration in die Fassade

An Bauplätzen mit – auch bei tiefem Sonnenstand – verschattungsfreier Lage kommt grundsätzlich als Alternative der Fassadenkollektor in Betracht. Bei Wohngebäuden stehen allerdings wegen des auf der Südseite meist hohen Fensteranteils nur begrenzt Flächen zur Verfügung. Oft ist daher ein zusätzliches Kollektorfeld auf dem Dach nötig, der dort gegebenenfalls durch eine Photovoltaikanlage ergänzt wird. Die Verschaltung der Kollektorfelder erfordert dann aufgrund verschiedener Einstrahlwinkel die Trennung in zwei hydraulische Kreise (erhöhter Verrohrungsaufwand).

Bei der Fassadengestaltung sollte Wert auf möglichst durchgehende Fenster- und Kollektorteilflächen, oder jedenfalls auf eine klare Gliederung Wert gelegt werden. Dies reduziert auch den Mehraufwand für Sonderanfertigungen und Verrohrung. Fassadenkollektoren stellen noch höhere Ansprüche an die Optik als Dachkollektoren, da aus der Nähe betrachtet jedes Detail sichtbar ist. Zu bevorzugen sind entspiegelte Gläser und Vollflächenabsorber. Fenster, Kollektorverglasung und die Fassadenverkleidung sollten in eine Ebene gebracht werden, was beim Holzbau einfacher zu bewerkstelligen ist. Bei direkter, nicht hinterlüfteter Anbringung des Kollektors an der Außenwand fungiert dieser als transparente Wärmedämmung und kompensiert somit weitgehend die Transmissionswärmeverluste der Wand. Gleichzeitig werden seine Wärmeverluste über die Rückwand gemindert.



Funktionsgebäude bieten in der Regel günstigere Voraussetzungen, größere zusammenhängende Solarflächen in der Fassade unterzubringen. Eine leichte Schrägstellung der Kollektoren um 10° bis 20° verbessert den Solarertrag um 5 bis 8%. Größere Winkelabweichungen aus der Senkrechten können den optischen Gesamteindruck beeinträchtigen.

Reflexionen des Sonnenlichts an einer vorgelagerten Schneefläche können im Winter die Strahlungsintensität auf den senkrechten oder steil geneigten Kollektor erheblich verstärken. Gleichzeitig bleibt der Kollektor selbst stets schneefrei. Aus diesen Gründen kann der Fassadenkollektor in schneereichen Gegenden mit viel Wintersonne ähnlich hohe Solarerträge erzielen wie ein ideal geneigter Dachkollektor.

Gebäudetypologie Sonnenhaus:

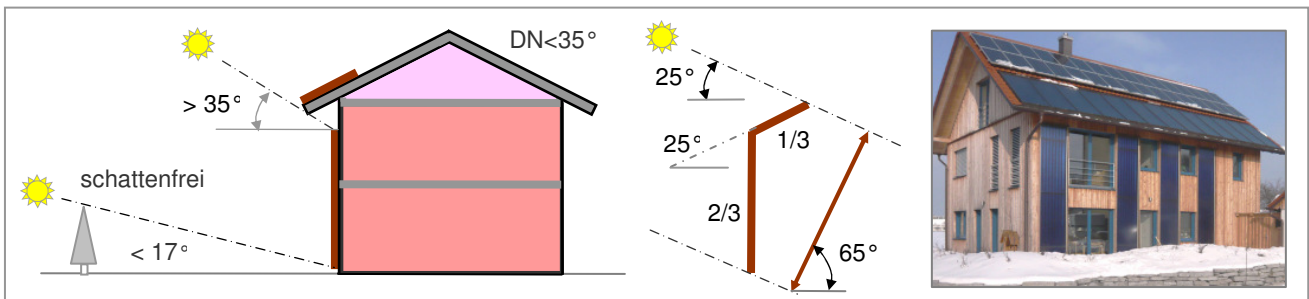
Typ 1A: symmetrisches Satteldach, 2 Vollgeschoße, Dachneigung 35-40°, dachintegrierte Solarfläche



Foto 1: Die der Sonne zugewandte Traufseite ist doppelt so lang wie die Giebelseiten und bietet Platz für große Kollektor- und Fensterflächen. Die Photovoltaikanlage ist in beiden Häusern mittig in die Solarfläche integriert. Dachvorsprung und Balkon werden als konstruktive Verschattungselemente genutzt.

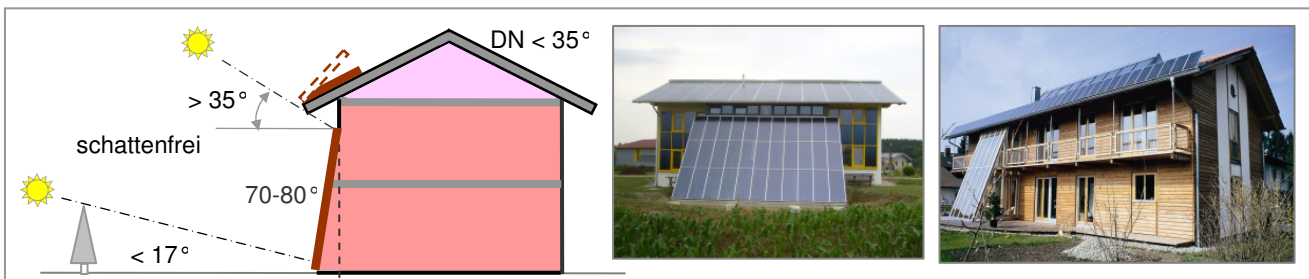
Typ 1B: symmetrisches Satteldach, zwei Vollgeschoße, flachgeneigtes Dach ($< 35^\circ$)

Lösung 1: fassadenintegrierter Kollektor, ergänzt durch dachintegrierten Kollektor + evtl. Photovoltaik



Im skizzierten Beispiel reicht eine Mehrfläche von 10% theoretisch aus um den gleichen Effekt wie bei einem mit 65° ideal geneigtem Kollektor zu erzielen. Der Kollektor auf dem Dach sollte an der Traufe angeordnet sein, damit der Schnee besser abrutscht. Die Verschattungssituation muss bei Fassadenkollektoren gründlich recherchiert werden. Eine Beschattung durch das Vordach im Sommer ist unkritisch und sogar erwünscht, jedoch wird dem Kollektor etwas diffuses Licht von oben genommen. Andererseits trifft ein hoher Anteil an reflektierter Strahlung aus der Umgebung auf den Kollektor.

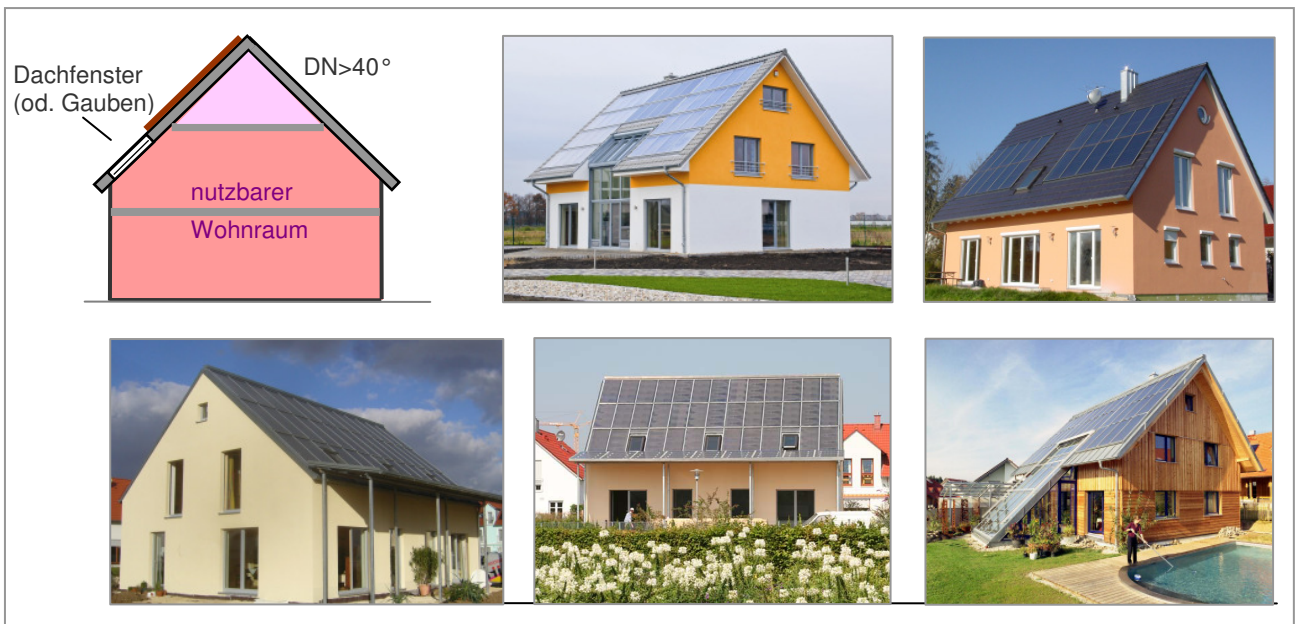
Variante: höherer Solarertrag durch Schrägfassade, gegebenenfalls ergänzt durch Dachkollektor



Lösung 2: angehobene Montage der Kollektoren



Typ 2: symmetrisches Satteldach, Kniestock, Dachneigung 40 - 55°



Die Ausnutzung der Dachfläche darf nicht auf Kosten der Versorgung mit Tageslicht im Dachgeschoß gehen. Dachfenster lassen sich in die Solarfläche optisch einbinden (zweite Bildreihe Mitte). Bei diesem zu 100% mit Sonnenergie versorgten Haus ist die Photovoltaikanlage auf dem flachen Vordach installiert, das den Südfenstern im Sommer Schatten spendet.

Variante:



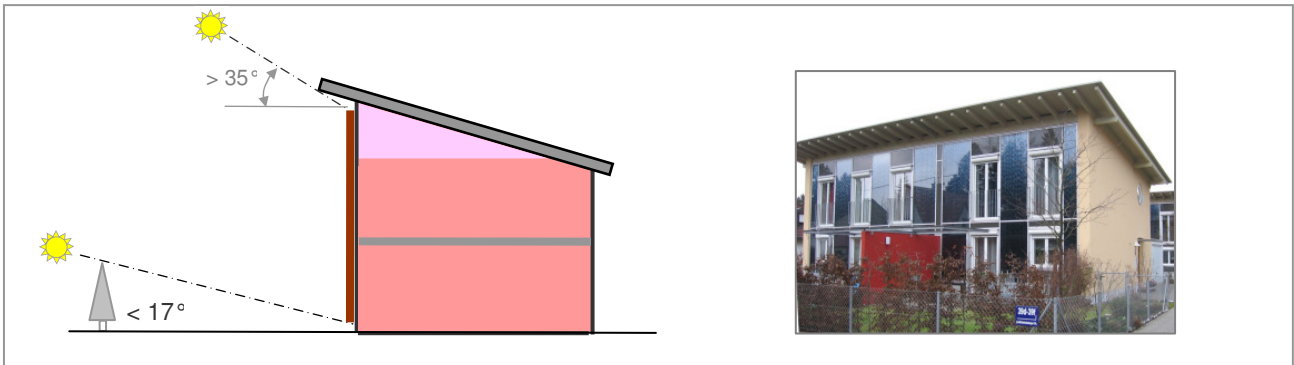
Typ 3: asymmetrisches Satteldach, dachintegrierte Solarfläche



Diese Dachform ermöglicht im Vergleich zu Haustyp 1 und 2 bei gleicher Firsthöhe eine optimale Kollektorneigung.

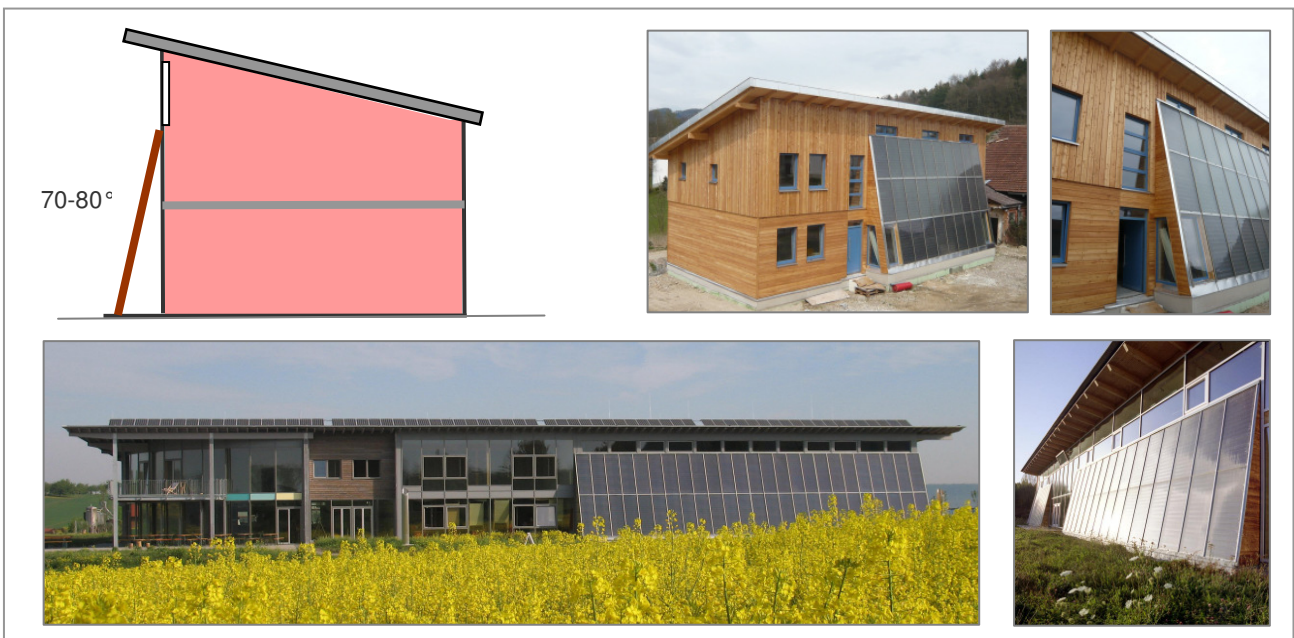
Typ 4: Pultdach

Lösung 1: Fassadenintegrierter Kollektor



Die durch das Pultdach vergrößerte Südfassade bietet bei Verschattungsfreiheit in der Regel gute Voraussetzungen dort größere Kollektorflächen unterzubringen. Eine Möglichkeit ist die direkte Integration in die senkrechte Wand

Variante: Schrägfassade



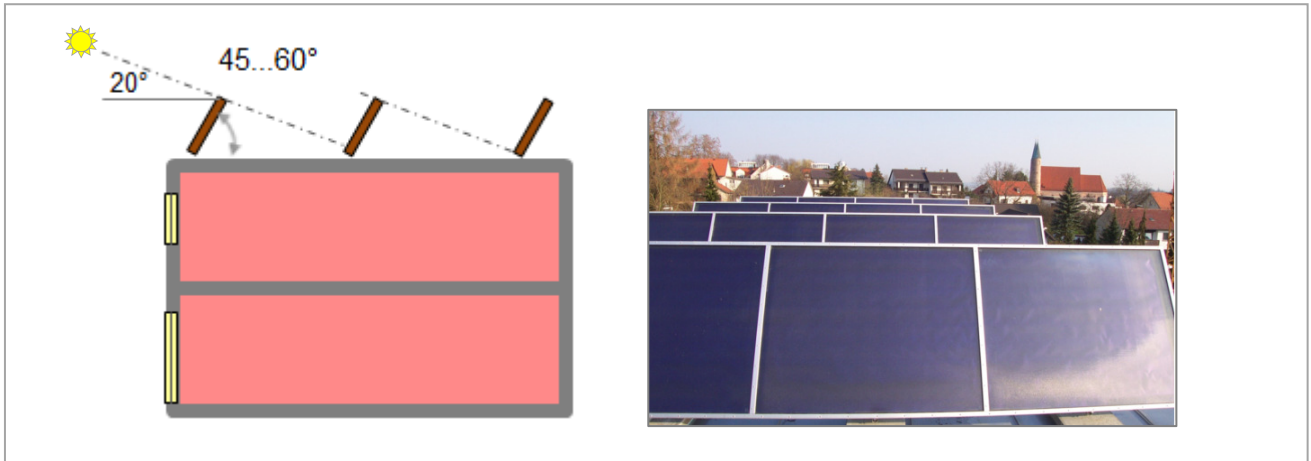
Schrägfassaden sollten aus optischen Gründen als möglichst zusammenhängende Flächen konzipiert, also nicht zu sehr „zerstückelt“ werden. Funktionsgebäude, bei denen andere Prioritäten hinsichtlich Besonnung der Räume vorherrschen, bieten im Allgemeinen günstigere Voraussetzungen. Je nach Anstellwinkel kann der Solarertrag durch Schrägstellung um 5 bis 10% erhöht werden.

Pultdach-Lösung 2: steil geneigte freistehende Kollektorflächen an der Fassade



Vorteile: idealer Neigung, konstruktive Verschattung der Fenster; Nachteil: Platz begrenzt (je nach Hausbreite)

Typ 5: Flachdach



Vorteil: gute Raumausnutzung Nachteil: Optik (?), Bewitterung der Kollektoren, Windangriffsfläche

6. Sonderlösungen: Freiaufstellung, Nutzung von Nebengebäuden

Alternative für Häuser ohne Südausrichtung

