

Praktische Anleitung zur Bestimmung des Neigungswinkels für Kollektoren

Sonnenstands-Graphik

Von Dipl.-Ing. Ulrich Metzker, München

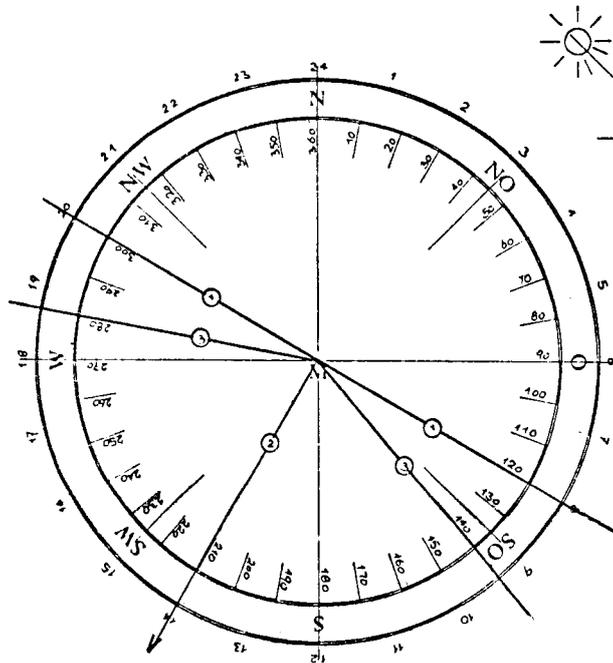


Bild 1: Orientierungskreis einer Sonnenstands-Graphik für 49° nördlicher Breite

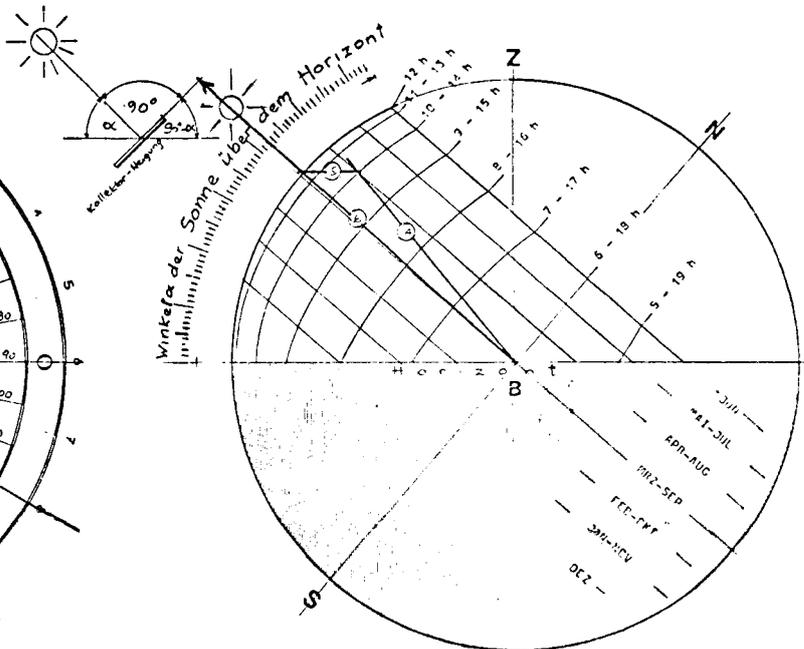


Bild 3: Sonnenstandskreis

Die Sonnenenergie kann am besten genutzt werden, wenn die Sonne senkrecht zum Kollektor steht. Ein starrer, d.h. nicht dem Laufe der Sonne folgender Kollektor, wird nur einmal täglich senkrecht zur Sonne stehen – streng genommen zweimal jährlich für je einen Augenblick. Wir müssen, um dem Lauf der Sonne gerecht zu werden, sowohl die Orientierung des Sonnenkollektors als auch dessen Neigung in unsere Betrachtung einbeziehen (vgl. auch "Physikalische Grundlagen zur Berechnung von Flachkollektoren", *Sonnenenergie* 4 und 5/76).

Orientierung

Für die Orientierung muß der Lageplan des bestehenden oder zukünftigen Hauses zur Hand genommen werden. Nur in den seltensten Fällen kann der Planer das Haus beliebig in das Baugelände hineinstellen und das Dach nach freiem Ermessen gestalten. Baulinien, Bebauungspläne usw. lassen Planer

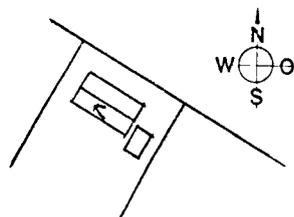


Bild 2: Lageplan des Gebäudes

und Bauwilligen oft nur einen sehr engen Spielraum. Falls die Kollektoren auf dem Dach eines Hauses installiert werden sollen, verlangt es schon die Geometrie, daß man diese parallel zur Traufe anordnet und zwar auf der Seite, die nach Süden zu liegt.

Neigung

Die Sonne steht bekanntlich im Winter flach über dem Horizont und im Sommer hoch. Da die Neigung des Kollektors nach dem Sonnenstand ausgerichtet werden sollte, dieser aber täglich wechselt, muß man Kompromisse schließen.

In den Wintermonaten NOV-DEZ - JAN *) ist von der Sonne wenig zu erwarten, da Nebel und Bewölkung nur eine geringe Sonnenscheindauer zulassen. Eine Neigung nach den Sonnenständen der Sommermonate MAI-JUN-JUL ausgerichtet, erbrächte die optimale Wärmeenergie gerade dann, wenn der Bedarf am geringsten ist. In diesen Monaten ließe sich mit relativ kleinen Kollektorflächen der gesamte Wärmebedarf der Warmwasserbereiter eines Hauses decken. Dazwischen

*) Wir schreiben die Monate in abgekürzter Form in Großbuchstaben, um anzudeuten, daß nicht die Kalendermonate gemeint sind. Im engeren Sinne wird der 21. des betreffenden Monats – 21. März ist Frühlingsanfang – bezeichnet, im weiteren Sinne meinen wir die 15 Tage vor und nach dem 21. Wir führen also die Monate des Sonnenjahres ein.

liegen die Monate FEB-MRZ-APR, und AUG-SEP-OKT, in denen einerseits die zu erwartende Ausbeute an Sonnenenergie groß ist und gleichzeitig ein Wärmebedarf für die Beheizung von Haus (und Schwimmbad) besteht.

Astronomische Gegebenheiten

Wenn man die Erde als festen Punkt ansieht und die Sonne um die Erde kreisen läßt, dann erhalten wir ein vereinfachtes und für unsere Betrachtungen zulässiges Gedankenbild: Die Sonne wandert von Ost über Süd nach West. In unserer vereinfachten Betrachtung steht die Sonne täglich um 6.00 Uhr im Osten (90°), um 12.00 Uhr im Süden (180°) und um 18.00 Uhr im Westen (270°). Wenn die Sonne im Sommer früher aufgeht, dann geht sie nördlicher als Ost, etwa ONO auf; im Winter hingegen südlicher als Ost, etwa OSO. Immer aber legt sie im Horizontalkreis 15° in der Stunde zurück.

Als Hilfsmittel stehen uns für die Ermittlung der Sonnenstände zwei Graphiken zur Verfügung.

Der Orientierungskreis

Im Orientierungskreis (Bild 1) tragen wir – parallel zur entsprechenden Linie des Lageplanes (Bild 2) – die durch den Kreismittelpunkt gehende

Basislinie (1) ein. Als Senkrechte dazu, den vom Kreismittelpunkt M ausgehenden Strahl (2).

Basislinie und Strahl schneiden den inneren und den äußeren Kreis mit Gradeinteilung bzw. 24-Stundenuhr. Die Schnittpunkte sagen aus:

- a) die Orientierung des Daches = des Kollektors, z.B. 210°
- b) die Uhrzeit, zu der die Sonne rechtwinklig zur Basislinie des Sonnenkollektors steht, z.B. 14.00 Uhr Sonnenzeit.

Die Schnittpunkte der Basislinie mit den Kreisen geben an, wann theoretisch die ersten und die letzten Sonnenstrahlen auf den Kollektor auf treffen sollten. Es sind aber noch Korrekturen erforderlich, etwa 15° bis 20° zu beiden Seiten sind abzuziehen für die fast völlige Reflexion von Strahlen und für Verluste durch die Seitenwände des Kollektors, sowie für die Stunden vor bzw. nach Sonnenuntergang.

Der Sonnenstandkreis

Im Mittelpunkt des Sonnenstandkreises (Bild 3), der das Himmelsgewölbe darstellt, steht der Betrachter B, bzw. der Sonnenkollektor. Er befindet sich auf etwa 49° nördlicher Breite.

Die horizontale Linie stellt den Horizont des Beobachters dar, der Tag und Nacht trennt. Die schrägen Linien stellen den Weg der Sonne in den einzelnen Monaten (Monatsangaben rechts) dar. Diese Linien werden von Netzlinien, den Meridianen, geschnitten. In Bild 3 sind die Netzlinien den vollen Stunden zugeordnet.

Um den Sonnenstand im APR um 14.00 Uhr zu finden, sucht man den Schnittpunkt von Monatslinie (APR=JUL) mit der Uhrzeit (10.00 = 14.00 Uhr) auf und verbindet diesen mit dem Mittelpunkt (Linie 4); um die Sonnenhöhe zu finden, muß man den Schnittpunkt horizontal auf den Kreis projizieren (Linie 5). Ein Strahl vom Kreismittelpunkt B durch den Schnittpunkt des Kreises zeigt die Sonnenhöhe an, die man an der äußeren Gradskala direkt ablesen kann. In unserem Beispiel sind dies 42°. Für diesen Sonnenstand beträgt die ideale Kollektorieigung $90° - 42° = 48°$.

An dem Sonnenstandskreis kann man aber auch andere Werte ablesen, z.B. wann die Sonne in einem bestimmten Monat aufgehen wird. Für die APR-Linie liegt der Schnittpunkt mit dem Horizont – der Sonnenaufgang – bei

etwa 5.30 Uhr. Aus Bild 1 kann man dann ablesen, daß die Sonne um 5.30 Uhr bei 82,5° steht, bzw. aufgehen wird.

Auswertung

Grundsätzlich sollten für jedes Bauvorhaben die astronomischen Daten aufgesucht und im Feld rechts unten eingetragen werden. Ein späteres Nachschlagen wird dadurch erleichtert. Der planende Architekt, kann aus der Graphik noch andere wertvolle Angaben herauslesen. Er kann z.B. die Auskragung von Vordächern so bestimmen, daß eine bestimmte Hauswand im Sommer im Schatten liegt, im Winter aber der Sonne direkt ausgesetzt ist.

Zum Schluß gebe ich noch einen Wert für die Berichtigung der Uhrzeit an. Unsere mitteleuropäische Zeit (MEZ) wird für 15° Ost bestimmt. Eine Vielzahl deutscher Städte liegt auf 10° Ost. Für die 5° Unterschied beträgt der Korrekturwert 20 min. Die Sonne kulminiert also bei 10° Ost um 12.20 Uhr = 12.00 Uhr Sonnenzeit dieses Ortes.

Fortsetzung von Seite 4

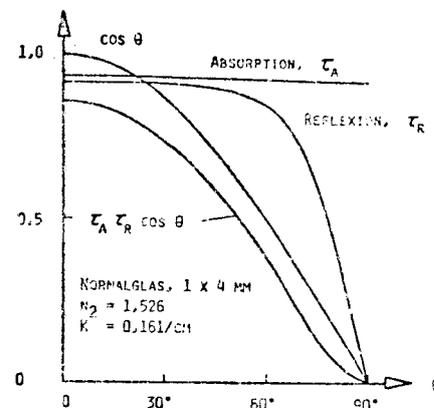


Bild 25: Optischer Wirkungsgrad einer einfachen Glasabdeckung

tionskoeffizienten aufgewogen werden könnte. Leider ist wenig über die optischen Eigenschaften von lichtdurchlässigen Abdeckungen zu erfahren. Bisweilen verändern sich diese auch infolge UV-Bestrahlung und werden teilweise "blind". Es ist aber zu erwarten, daß geeignete Kunststoffabdeckungen in den nächsten Jahren angeboten werden.

Die beiden Transmissionsanteile τ_r und τ_a werden normalerweise zu einem Produkt

$$(42) \tau = \tau_r \tau_a$$

zusammengefaßt, da beide zusammen

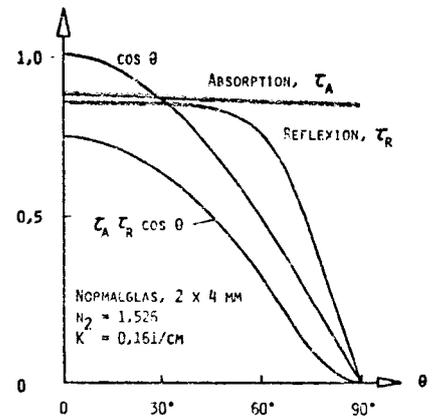


Bild 26: Optischer Wirkungsgrad einer doppelten Glasabdeckung

die Strahlungsverluste in der Abdeckung angeben. Zusammen mit dem Kosinussatz von Lambert ergibt sich eine obere Grenzkurve für die Leistungsaufnahme des Kollektors. In Bild 25 und Bild 26 sind die Grenzkurven für eine einfache und eine doppelte Abdeckung aus 4 mm starkem Fensterglas zusammen mit den einzelnen Transmissionsbeiträgen aufgetragen. Bei der einfachen Abdeckung ergibt sich bei senkrechter Einstrahlung ein optimaler "optischer Wirkungsgrad" von etwa 85 %. Bei der Doppelverglasung können maximal etwa 74 % erreicht werden. Oberflächenvergütete Scheiben von einem sehr "weißen" Glas können diese Werte natürlich verbessern, wobei jedoch von Fall zu Fall geprüft werden muß, inwieweit die zusätzlichen Kosten auch durch einen zusätzlichen Energiegewinn gerechtfertigt sind.

Hochstrahlungsdurchlässiges Glas

Immer mehr Komponenten und Materialien der Solartechnik werden den speziellen Anforderungen dieser zukunftsweisenden Energieversorgung angepaßt. So meldet die IBEGLA Glasverkaufs GmbH, Köln, daß es ihr gelungen sei, ein hochstrahlungsdurchlässiges Glas für Sonnenkollektoren zu entwickeln. Während herkömmliches Glas, abhängig von der Dicke, einen Transmissionswert von bis zu 85 % erreichen würde, könne mit dem Spezialglas ein Spitzenwert von 91,5 % erzielt werden. Die ca. 8 %, die zur vollen Lichtdurchlässigkeit noch fehlten, resultierten aus den natürlichen Reflexionseigenschaften des Glases. Einzelheiten der Entwicklung von Glasabdeckungen werden wir in einem der nächsten Hefte ausführlich darstellen.

SWISSOLAR ENERGIETECHNIK

CH-3400 Burgdorf Bernstr.73

Forschung, Entwicklung und Fertigung zur Förderung umweltfreundlicher Energiequellen.

- Konzentrierende, voll nachgeführte Sonnenkollektoren mit hoher Energieausbeute für Temperaturen 120° C
- Begehbare Flachkollektoren. ■ Parabol- Rundspiegel
- Nachführanlagen mit x-y- Sonnennachlauf - Steuerung