

Bibliotheek Hoofdkantoor TNO
 's-Gravenhage 12/63

Ein Besonnungsschieber zur Voraussage aus dem Bauplan

Von A. J. KRUGER

Aus dem Forschungsinstitut für Gesundheitstechnik T. N. O. (Niederlande)

Bei der Bauplanung muß dafür gesorgt werden, daß das *Tageslicht* in genügendem Maße Zutritt hat. Das ist eine gesundheitlich unabdingbare Forderung. Daneben wird es häufig ratsam sein, sich auch über die *Besonnungsverhältnisse* ein richtiges Bild zu machen, zumal Lage wie Abmessungen und Anordnung der Fenster darauf entscheidenden Einfluß haben. Dies geschieht häufig mehr oder weniger gefühlsmäßig oder jedenfalls nicht auf rechnerischer Grundlage, was hinterher zu Enttäuschungen führen kann. Mit welcher Genauigkeit man zu verfahren hat, ergibt sich aus der Tatsache, daß sich in gewissen Fällen z. B. die Besonnungszeiten erheblich ändern, wenn die Lage eines Gebäudes um 15° bis 20° versetzt wird, was unter Umständen einen Unterschied von zwei Stunden bedeuten kann. Was die *Besonnung* anbetrifft, sind folgende Faktoren von Wichtigkeit:

Zeitdauer des Sonnenscheins (bei hellem Himmel) an verschiedenen Tagen des Jahres und zugeführte Wärmemenge pro Stunde oder pro Tag (ebenfalls für verschiedene Zeitpunkte des Jahres).

Einen gewissen Anhalt für die *Tagesbeleuchtung*¹⁾ eines Punktes im Hause gibt der sogenannte Himmelsfaktor, das heißt, das Verhältnis der Beleuchtungsstärke an diesem

Punkt (bewirkt durch direktes, ungeschwächtes Himmelslicht aus einem überall gleich hellen Himmel) zu der Beleuchtungsstärke, die im selben Augenblick in einem Punkt einer Horizontalfläche im Freien herrscht. Der Himmelsfaktor für einen bestimmten Punkt ist also ein Maßstab für die dort vorhandene Beleuchtungsstärke, soweit sie direkt vom Himmelstein herführt, den man von diesem Punkt aus sehen kann. Will man die Tagesbeleuchtung genau ermitteln, so braucht man eine Korrektion für die indirekte Beleuchtung, die von Reflexionen an Innen- und Außenwänden und Mauern herführt und für die nicht hundertprozentige Durchlässigkeit der Fensterscheiben.

Es gibt verschiedene Methoden und Hilfsmittel, die bei objektiver Bestimmung der Besonnung und Tagesbeleuchtung gute Dienste leisten können. Sie sind aber entweder umständlich oder nur zur Bestimmung der Situation in bestehenden Gebäuden geeignet. Im Hinblick hierauf wurden in den Niederlanden seitens des Forschungsinstituts für Gesundheitstechnik T.N.O. als neues Gerät der *Besonnungsschieber* entwickelt. Dieses Instrument ist sehr einfach im Gebrauch, billig und von handlichen Abmessungen²⁾. Damit lassen sich Besonnung und Himmelsfaktor aus dem Bauplan bestimmen.

¹⁾ Bemerkung der Schriftleitung: Vgl. hierzu Ges.-Ing. 78 (1957), H. 11/12, S. 183, betr. DIN 5034 — Entwurf Mai 1957 — *Innenraumbeleuchtung mit Tageslicht. Leitsätze*.

²⁾ Genauere Auskunft über dieses Gerät (vgl. Bild 8) erteilt auf Wunsch das Forschungsinstitut für Gesundheitstechnik T.N.O., Koningskade 12, Den Haag, Holland.

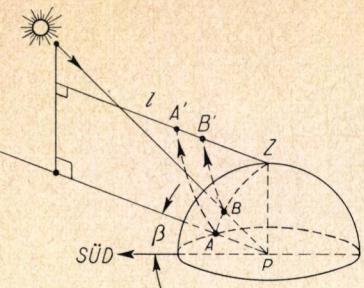


Bild 1 a.

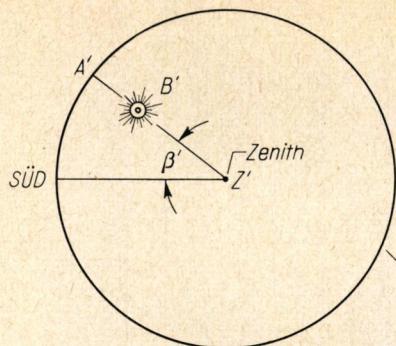


Bild 1 b.

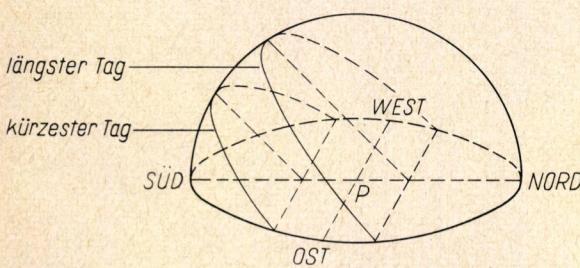


Bild 1 c.

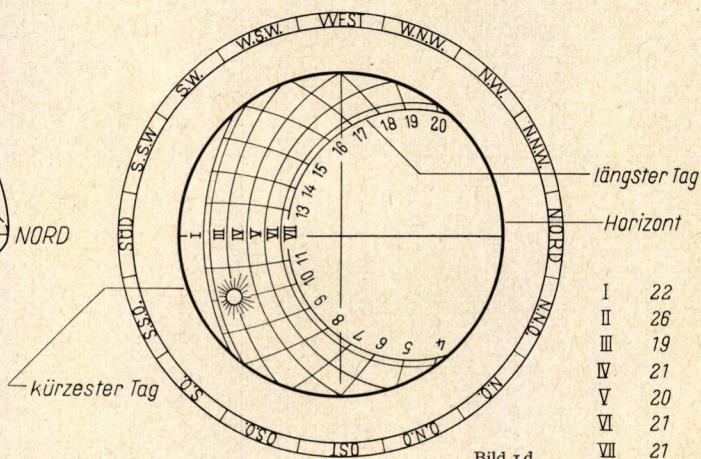


Bild 1 d. VII 21

Bild 1a. Man kann sich um einen Punkt P eine Halbkugel mit beliebigem Radius denken. Die Projektion der (als punktförmige Lichtquelle gedachten) Sonne auf die Halbkugel ist der Punkt B . Dieser Punkt wird durch den Winkel β und durch die Länge des Bogens ZB bestimmt.

Bild 1 b. Jedem Punkt der Kugel entspricht ein Punkt innerhalb des Kreises. Dieser Punkt liegt auf dem Radius, der mit der angenommenen Südrichtung einen Winkel β' bildet, der dem Azimut β gleich ist. Der Abstand des Projektionspunktes vom Mittelpunkt ($Z'B'$) ist der Länge des Bogens ZB gleich. Der Radius des Kreises ist dem Bogen ZA gleich. Der Zenith Z wird im Mittelpunkt abgebildet. Der Horizont wird durch den Kreisumfang abgebildet.

Bild 1c. Kugelprojektion der Bahnen, die die Sonne am kürzesten und am längsten Tage durchläuft.

Bild 1 d. Auf Ebenen projizierte Bahnen, die die Sonne ungefähr am 21. Tage jedes Monats durchläuft:

I 22. Dezember (kürzester Tag), *II* 26. Januar und 22. November, *III* 19. Februar und 23. Oktober, *IV* 21. März und 23. September, *V* 20. April und 23. August, *VI* 21. Mai und 23. Juli, *VII* 21. Juni (längster Tag).

Nachdem das Gerät an Hand einiger einfacher, an Ort und Stelle oder aus dem Lageplan zu bestimmender Daten eingestellt worden ist, ist mit einem Blick für alle Monate des ganzen Jahres festzustellen, zwischen welchen Zeitpunkten des Tages an einem gewissen Punkt Sonnenschein herrschen wird, wenn Bewölkung außer Betracht bleibt. Die eingestrahlte Wärmemenge je m^2 bestimmt man für jede Tagesstunde und für alle Monate des Jahres mit Hilfe eines zweiten Diagramms. Den Himmelsfaktor ermittelt man in einem dritten Diagramm durch Auszählen einer Anzahl Fächer, die je 0,25 vH des Himmelsfaktors darstellen. Außer den verschiedenen Fassadenrichtungen entsprechenden Besonnungszeiten für hinter der Fassade liegende Zimmer lässt sich mit dem Besonnungslineal bestimmen, welcher Einfluss auf Besonnung und Himmelsfaktor durch in einiger Entfernung von der Fassade befindliche Hindernisse, durch aus der Fassade vorspringende Hindernisse sowie durch Stelle und Abmessungen des Fensters ausgeübt wird.

Angewandte Projektionsmethode

Prinzip

Beim Lösen der Besonnungs- und Tagesbeleuchtungsprobleme handelt es sich in erster Linie darum, eine gute Projektionsmethode zu finden, das heißt, eine Methode, mit der räumliche Daten in der Ebene dargestellt werden können. Es erweisen sich verschiedene gute Lösungen als möglich; die für den Besonnungsschieber gewählte Projektion ist eine sehr übliche. Zum richtigen Verständnis dieser Projektionsmethode ist es am einfachsten, wenn man sich um den Punkt P , dessen Besonnung man bestimmen will, eine Halbkugel denkt, auf welche die ganze Umgebung mit P als Mittelpunkt projiziert wird. In Bild 1a ist z. B. die Projektion der Sonne auf die Kugel der Punkt B . Man denke sich nun durch die Projektion des Zeniths (Z in Bild 1a) eine parallel zur Horizontalebene laufende Ebene H . Die Vertikalebene durch die Senkrechte PZ und Punkt B schneidet die Ebene H in einer Geraden l auch in Bild 1a. Man denke

sich nun den Bogen ABZ auf dieser Linie abgerollt; es wird dann $Z A' = bg ZA$ und $ZB' = bg ZB$.

Dasselbe kann man für alle Punkte der Halbkugel tun. Man sieht, daß nach dieser Methode der Horizont auf einem Kreis und der Zenith auf dessen Mittelpunkt abgebildet wird (s. Bild 1b, worin auch die Südrichtung angegeben ist). Der Radius dieses Kreises ist gleich einem Bogen, wie z. B. AZ . Der Punkt B' liegt auf einem Radius, der mit der Südrichtung einen Winkel β' bildet, der β von Bild 1a gleich ist.

Abbildung von Sonnenbahnen

Die Projektionsfigur, die man auf diese Weise von den Sonnenbahnen bekommt, ist nun leicht zu verstehen. Die Sonne durchläuft jeden Tag eine Bahn am Himmel, die im Sommer höher liegt als im Winter. In Bild 1c sind nur diejenigen Bahnen gezeichnet, die am kürzesten und am längsten Tage durchlaufen werden. In Bild 1d ist die Projektion der Bahnen gezeichnet, die die Sonne ungefähr am 21. Tage aller Monate des Jahres durchläuft. Das sind die Linien, die mit I, II, III usw. bezeichnet sind. Insgesamt findet man in der Projektionsfigur nicht zwölf, sondern nur sieben Bahnen. Dies erklärt sich daraus, daß die Sonne an zwei Tagen, die vom kürzesten Tage gleich weit entfernt sind, dieselbe Bahn durchläuft. Mit Ausnahme der Bahnen für den kürzesten Tag (I) und den längsten Tag (VII) werden alle Bahnen also zweimal jährlich durchlaufen. Die ungefähr senkrecht zu den Bahnen verlaufenden Linien 4, 5, 6 usw. verbinden die Punkte der Bahnen, wo die Sonne sich zu den ganzen Stunden (4 Uhr, 5 Uhr, 6 Uhr usw.) befindet. Am 19. Februar und 23. Oktober z. B. befindet sich die Sonne um 10 Uhr an der in Bild 1d angegebenen Stelle.

Zu bemerken ist, daß mit dem Gerät *Sonnenzeiten* ermittelt werden. Falls erwünscht, muß also eine Korrektion für die amtliche Ortszeit vorgenommen werden.

Bestimmung der Besonnung eines Zimmers

Wahl der Besonnungspunkte

Um die Besonnung eines Zimmers restlos zu ermitteln, müßte man die Zeitpunkte des Erscheinen und Verschwindens der Sonne für eine Anzahl Punkte im Zimmer wissen. Handelt es sich, wie z. B. in Wohnungen, nur um den psychischen Effekt der Wahrnehmung von Sonnenschein irgendwo im Zimmer, so sind die Stelle und Größe des beleuchteten Zimmerteils nicht sehr wesentlich. Die Haupt-sache ist dann die Zeit, während der es irgendwo Sonnenlicht gibt. Wenn Sonnenlicht in einen Raum einfällt, so gibt es auch Sonnenlicht irgendwo in der Fensterfläche, an der Innenseite der Fassade und umgekehrt. Es genügt daher, wenn man die Besonnung in dieser Fläche ermittelt. Dazu braucht man gewöhnlich nur den Mittelpunkt der Fensterbank zu nehmen.

Besonning bei verschiedenen Fassadenrichtungen ohne Hindernisse

Bild 2a gibt beispielsweise den horizontalen Querschnitt eines an einer Fassade liegenden, nach Westen gerichteten Zimmers, wobei vorausgesetzt wird, daß außen keine Hindernisse anwesend sind. Der Punkt P^1 „sieht“ also die Hälfte des Himmelsgewölbes. Infolge der Fensterleibung „sieht“ Punkt P etwas weniger, weil an beiden Seiten der Teil des Himmels, der sich innerhalb der Winkel β befindet, abgeschirmt ist. Im Nachstehenden wird, wie bereits gesagt, die Situation in Punkt P bestimmt.

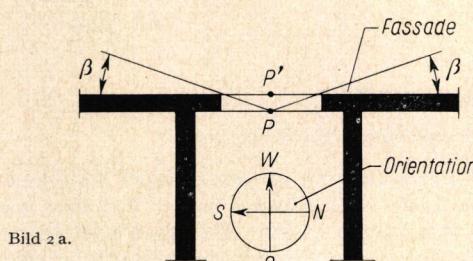


Bild 2a.

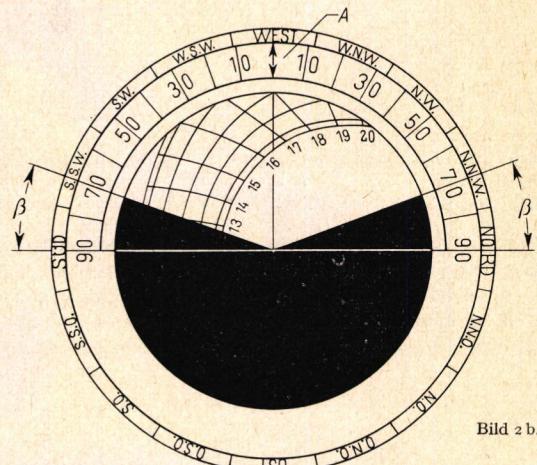


Bild 2b.

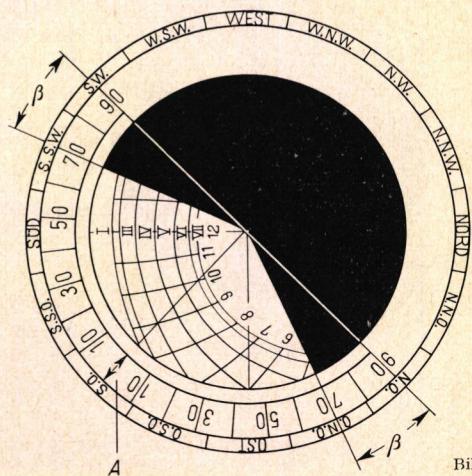


Bild 2c.

Bild 2a. Horizontaler Querschnitt eines Zimmers, das an einer nach Westen gerichteten Fassade liegt.

Bild 2b. Projektion für Punkt P^1 resp. P . Orientation West. Die schwarze Hälfte des Kreises ist derjenige Teil des Himmelsgewölbes, der für Punkt P^1 abgeschirmt ist. Ebenfalls für Punkt P abgeschirmt ist der schwarze Teil innerhalb der Winkel β .

Bild 2c. Projektion für Punkt P' resp. P . Orientation Süd-Ost.



Bild 8. Gesamtansicht.

Halbkugel mit P als Mittelpunkt ist ein Großkreis (Bild 4a). Die endgültige Projektion auf die ebene Fläche findet sich in Bild 4b. Der schraffierte Teil ist abgeschirmt.

Wie aus Bild 3 und 4 hervorgeht, wird die Abschirmung für Punkt P gänzlich durch den Winkel α zwischen der Ebene, die durch L und P läuft, und der Horizontalebene bestimmt. In Bild 3a ist $\alpha = 35^\circ$. Dieser Winkel α lässt sich ermitteln aus $\tan \alpha = h/a$.

Der abgeschirmte Teil für den in Bild 3a dargestellten Fall ist in der Projektionsfigur 3c die schwarze „Sichel“. Die volle Projektion dieses Falles ist in Bild 3d gezeichnet. Die eigene Fassade ist hier nach Süden gerichtet. Es wird deutlich, daß es in diesem Falle in den Wintermonaten überhaupt keine Sonne gibt! Ungefähr am 1. März und am 1. Oktober scheint die Sonne gerade über die Häuser an der anderen Seite. Die Besonnungsdauer ist dann gleich neun Stunden. In den Sommermonaten ist die Besonnung wieder kürzer. Am längsten Tage (VII) gibt es von 8.55 bis 15.10 Uhr Sonne.

Da der Winkel α in der Praxis natürlich verschiedene Werte haben kann, braucht man eine Anzahl verschiedene sichel-förmige Abschirmungen wie in Bild 3c. Diese sind zu beiden

Seiten eines Trägers angebracht (Bild 5a, b). Hierüber bewegt sich ein Läufer (Bild 5c), auf dem die obenerwähnten Plättchen mit den Sonnenbahnen und mit der Fassadenabschirmung drehbar angebracht sind. Man bringt den Läufer nun zunächst über diejenige Figur auf dem Lineal, die dem betreffenden Behinderungswinkel entspricht. Danach gibt man dem Plättchen mit der Sonnenbahnprojektion die dafür geltende Richtung in bezug auf die Fassadenprojektion.

Bestimmung bei Einfluß von unterbrochenen Hindernissen

Im allgemeinen sind die Begrenzungen der Unterbrechungen vertikal. In Bild 6a sieht man, daß die Zentralprojektion einer vertikalen Linie auf eine Kugel aus einem vertikalen Großkreis besteht. Ein auf die bei der Prinzipbeschreibung erklärten Ebene durch z abgerollter vertikaler Großkreis ist in der Horizontalebene ein Radius des Projektionskreises. Ein Stück CD einer derartigen Vertikallinie entspricht auf der Kugel dem Bogen AB und in der endgültigen Projektionsfigur in der Ebene also dem Stück A^1B^1 des zur Vertikallinie gehörenden Radius. Die Stelle der Vertikallinie wird bestimmt durch den Winkel β zwischen der durch P und dem Nadir gehenden Linie einerseits und die Südrichtung anderseits. Der Winkel β' , den der entsprechende Radius in der Projektionsfigur mit der Südrichtung bildet, ist natürlich gleich β . Um nun die etwaigen vertikalen Begrenzungen entsprechenden Radien bezeichnen zu können, sind drei blanke Metallsektoren von 15° , 30° und 180° vorgesehen, die gegebenenfalls unter dem schwarzen Vorderplättchen hervorgedreht werden. Mit diesen Sektoren kann also die schwarze Sichel auf dem Lineal an der richtigen Stelle unterbrochen werden (Bild 7). Um die richtige Stelle finden zu können, ist am Umfang des Vorderplättchens eine Winkelteilung vorgesehen. Bei Öffnungen, deren Horizontalwinkel kleiner als 15° ist, wird dennoch das Sektorplättchen von 15° benutzt. Es wird dann geschätzt, welcher Teil davon tatsächlich Extrasonne gibt. Werden die Plättchen von 15° und 30° kombiniert, so können alle Winkel zwischen 30° und 45° gebildet werden. Diese Plättchen können auch zur Darstellung der Abgrenzungen von größeren Sektoren als 45° benutzt werden. Das Plättchen von 180° wird benutzt, wenn größere Sektoren frei sind, die sich der eigenen Fassade anschließen.

Schlußbemerkung

Hier ist nur gezeigt worden, wie die *Besonnung in einem Punkt der Fensterbank* ermittelt wird. Es ist außerdem möglich, die Besonnung von tiefer im Zimmer liegenden Punkten mit Hilfe des in Bild 5h dargestellten Diagramms zu bestimmen. Mit dem Schieber ermittelt man ferner den Einfluß, den die Besonnung durch gegenüberstehende Hindernisse, die nicht der eigenen Fassade parallel verlaufen, durch gegenüberstehende Hindernisse, die nicht überall gleich hoch sind, durch Balkons, Galerien u. dgl. sowie durch seitlich vom Fenster vorspringende Hindernisse erfährt. Diese Fälle werden in der dem Gerät beigegebenen Anleitung behandelt, in der auch beschrieben wird, auf welche Weise die eingestrahlte Sonnenwärme und der Himmelsfaktor bestimmt werden.

Anschr. d. Verf.: Den Haag, Koningskade 12.