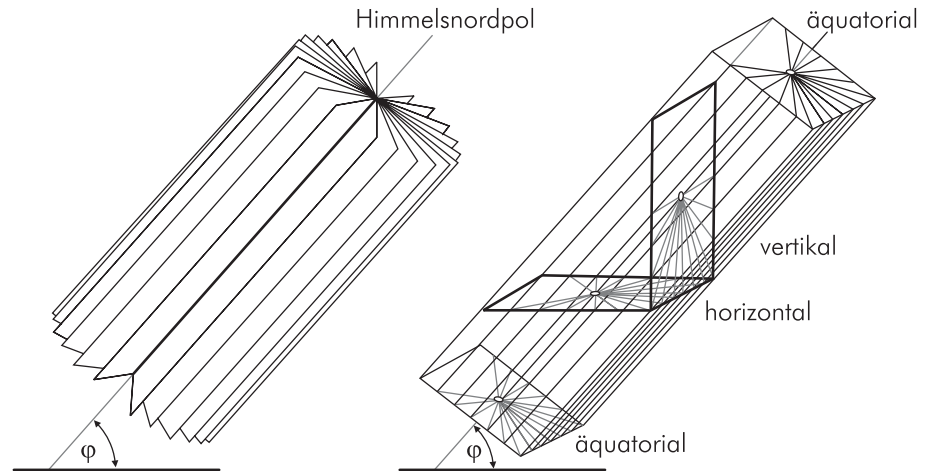


6. Praktische Hinweise zum Selbstbau von Sonnenuhren

*Die Sonnenuhr ist faszinierend!
Dies Thema, es ist riesengroß.
Es läßt den, der sich ihm gebührend
Verschrieb, im Leben nicht mehr los.*

(H. Schumacher)

In den vergangenen Kapiteln haben wir die theoretischen Grundlagen sowie die Funktionsweise verschiedener Arten von Sonnenuhren kennengelernt. Wir wollen es aber bei der Theorie und der Betrachtung von Sonnenuhren nicht belassen. Vielleicht hat der Leser dabei den Wunsch verspürt, selbst eine Sonnenuhr anzufertigen, um auf ihr den Lauf des Schattens beobachten und die Zeit ablesen zu können. Die Gnomonik reizt ja förmlich zur Selbstbetätigung und zum Basteln von Sonnenuhren. Der folgende Abschnitt soll hierzu einige Anregungen vermitteln.



6.1. Harmonie der Stundenlinien verschiedener Sonnenuhrenarten

6.1. Anfertigung des Zifferblattes

6.1.1. Der Diaprojektor als Hilfsmittel

Position und Bewegung der Sonne über die scheinbare Himmelskugel wird mit Hilfe der Koordinaten im Horizont- und Äquatorsystem beschrieben. Für die jeweilige Tageszeit ist nur der Stundenwinkel ausschlaggebend. Die Tageszeit, der

Ortsstundenwinkel der Sonne, ist unabhängig von der Größe der Deklination der Sonne.

Machen wir einmal folgendes Gedankenexperiment: Ein Schattenwerfer beliebiger Länge sei in Richtung der Himmelspole geneigt. Die Sonne stehe bezüglich dieses Schattenwerfers genau im Meridian. Verändern wir nun die Deklination von -90° bis $+90^\circ$, so bewegt sich die Sonne vom Himmelsnordpol über den Himmelsäquator bis zum Himmelsnordpol. Die Sonnenstrahlen, die zum Schattenwerfer gelangen, verlaufen dabei alle in einer Ebene. Für sämtliche dieser Sonnenstrahlen ist es 12h WOZ. Das bedeutet, daß der

wahre Mittag im Äquatorsystem sozusagen durch eine „Stundenebene“ charakterisiert wird (siehe auch Bild 3.3). In gleicher Weise können wir auch für andere Tagesstunden verfahren und weitere „Stundenebenen“ gewinnen, die gegenüber der Ebene für 12h WOZ unter dem Stundenwinkel τ geneigt sind. Diese „Stundenebenen“ können wir uns wie die aufgeschlagenen Seiten eines Buches vorstellen (Bild 6.1).

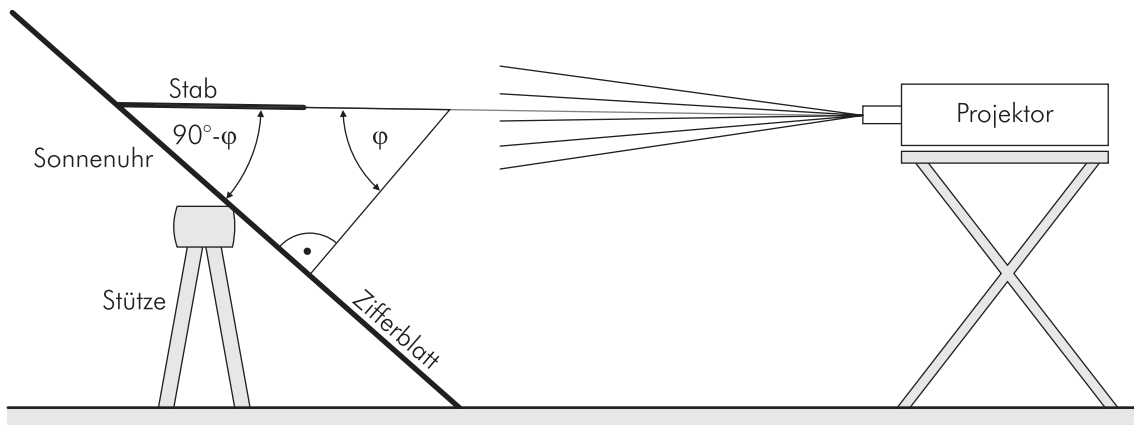
Aus dem so erhaltenen Bündel von Ebenen im Abstand von 15° lassen sich beliebig geneigte Zifferblätter heraus-schneiden, bei denen die Stundenlinien i. allg. aber nicht mehr unter einem Winkel von 15° zueinander verlaufen können.

Diese Erkenntnis ist von großem praktischem Wert: Die Konstruktion von Zifferblättern beliebiger Form und Neigung können wir uns wesentlich erleichtern, indem wir ein Diapositiv mit einer 15° -Teilung auf die gewünschte Fläche projizieren. Strenggenommen müßte man dabei den Bildwerfer so neigen, daß die Projektion in Richtung des Himmelsnordpols erfolgt. Aber das können wir umgehen, indem wir den Bildwerfer in seiner waagerechten Stellung belassen und statt dessen die Projektionsfläche neigen (Bild 6.2). Wichtig ist nur, daß die Projektion in Richtung der Achse des Schattenwerfers erfolgt. Das setzt natürlich voraus, daß der Schattenwerfer zuvor auf dem Zifferblatt befestigt wurde. Die genaue Projektionsrichtung ist erreicht, wenn die Spitze

des Schattenwerfers punktförmig beleuchtet wird. Der Schattenwerfer darf dann selbst keinen Schatten mehr werfen, d. h., sein Schatten muß in die Achse der Projektionsrichtung fallen.

Projizieren wir das Dia auf eine zur Projektionsrichtung senkrecht stehende Fläche, so erhalten wir dort das 15° -Zifferblatt der äquatorialen Uhr. Der Schattenwerfer steht bei dieser Sonnenuhrenart senkrecht auf dem Zifferblatt und damit auch auf der Projektionsfläche. Bei allen anderen Sonnenuhrenarten aber ist der Schattenwerfer unter einem bestimmten Winkel zur Zifferblattfläche geneigt. Letztere kann daher nicht senkrecht zur Projektionsrichtung stehen. Das hat zur Folge, daß die Stundenlinien in verschiedenen Winkelabständen zueinander verlaufen und im Vergleich zur Äquatorialuhr „verzerrt“ erscheinen (s. Bild 6.1, rechts).

Die Herstellung eines Dias mit einer 15° -Teilung dürfte kaum Schwierigkeiten bereiten. Bei der Projektion ist darauf zu achten, daß man die Bezeichnung der Stundenlinien nicht vertauscht. Wird die Projektionsfläche nicht nur geneigt, sondern auch um einen bestimmten Winkel gedreht, kann man den Verlauf der Stundenlinien auch für abweichende Vertikaluhren durch Projektion ermitteln, was für die etwas komplizierte Sonnenuhrenart vorteilhaft ist. Abschließend muß jedoch kritisch bemerkt werden, daß mit dem Projektionsverfahren nicht die Genauigkeit wie bei einer Berechnung bzw. Konstruktion von Zifferblättern erreicht wird.



6.2. Markierung der Stundenlinien mit Hilfe eines Diaprojektors. Die Projektionsrichtung muß genau mit der Richtung des Schattenwerfers übereinstimmen (nach H. Schumacher).

6.1.2. Die Uhr als Hilfsmittel

Könnte man nicht die Stundenlinien mit Hilfe einer genau gehenden Uhr auf dem Zifferblatt markieren und sich dabei viel Rechnerei und mühsame Konstruktionen ersparen?

Vorausgesetzt, daß der Schattenwerfer richtig an der Wand befestigt wird, ist dies möglich. Bei diesem Verfahren sind jedoch folgende Schritte genau zu beachten:

1. Die Wandabweichung wird auf 1° genau mit einem der beschriebenen Verfahren ermittelt.
2. Auf der Wand markiert man den Fußpunkt F des Schattenwerfers und von diesem ausgehend 2 Hilfslinien: die senkrechte Linie für 12h WOZ (wahrer Mittag) und unter dem Substilarwinkel f die Zeigergrundlinie.
3. Substilarwinkel β und Erhebungswinkel γ werden berechnet. Anschließend wird das Stützdreieck hergestellt, um den Schattenwerfer anzubringen.
4. Wenn nun das Stützdreieck so auf die Substilar gehalten wird, daß es in bezug auf die Wand senkrecht steht, dann gibt der von der Wand wegweisende Schenkel des Stützdreiecks den richtigen Verlauf des Schattenwerfers an. Zur Kontrolle kann die Höhe des Schattenwerferendes über der Substilaren trigonometrisch berechnet werden (s. Abschnitt 3.4.6.). In F wird der Schattenwerfer dann befestigt.
5. An einem der vier Tage mit Zeitgleichung Null wird zu jeder vollen Stunde MEZ der Verlauf des Schattens markiert. Eine Abweichung von bis zu ± 3 Tagen ist dabei belanglos. Anschließend werden die auf diese Weise erhaltenen Stundenlinien beschriftet. Will man die Stundenlinien an einem anderen Tag des Jahres markieren, muß die Zeitgleichung berücksichtigt werden. Der Betrag für die Zeitgleichung ist Tafel 10.1 zu entnehmen und zur MEZ zu addieren bzw. zu subtrahieren. Eine gute Kontrolle dafür ist der Schattenwurf um 12h WOZ auf der senkrechten Mittagslinie. Das Ergebnis ist eine Sonnenuhr mit MEZ-Anzeige bei Zeitgleichung 0.

Beispiel: Am 21. 5. beträgt die Zeitgleichung $+3,5$ min. Die Sonne geht um diesen Betrag früher durch den Meridian. Die Stundenlinien sind daher 3,5 min vor jeder vollen Stunde (Halb-stunde) zu markieren, da die Sonnenuhr vorgeht.

Am 4. 8. beträgt die Zeitgleichung $-6,0$ min. Die Sonne geht um diesen Betrag später durch den Meridian. Die Stundenlinien sind daher 6,0 min nach jeder vollen Stunde zu markieren, die Sonnenuhr geht nach.

Die Vorteile dieses Markierungsverfahrens sind also weit-aus geringer, als es auf den ersten Blick den Anschein hat. Ohne Berechnungen kommen wir auch hier nicht aus, und man ist einen ganzen Tag lang damit beschäftigt, zum richtigen Zeitpunkt die Stundenlinien zu markieren. Hinzu kommt noch das Problem, daß bei einer abweichenden Vertikaluhr an keinem Tag des Jahres der volle Funktionsbereich ausgenutzt wird. Bei einer um $+30^\circ$ nach Westen abweichenden Vertikaluhr beispielsweise kann die 19h-Linie nur zwischen dem 21.4. und dem 22.8. gekennzeichnet werden. So kann auch die 9h-Linie zu dieser Zeit meist nicht markiert werden. Nur zwischen dem 20.8. und dem 24.4. liegt die Wand schon um 9h in der Sonne. Man beachte den Abschnitt 6.5., in dem die Besonnungsdauer einer Wand behandelt wird.

6.2. Gestaltung des Schattenwerfers

Ein einfacher Stab als Schattenwerfer wirkt oft etwas dürrig und phantasielos. Besser sieht es dagegen schon mit ein oder zwei Stützen aus, die rechtwinkelig oder gespreizt auf dem Zifferblatt stehen. Die bei den vertikalen Uhren angebrachten Stützen haben den Nachteil, daß sie durch ihren Schattenwurf bei der Zeitablesung irritieren können.

Viele Sonnenuhren haben statt dessen ein Schattendreieck aus Metall, das weitaus ansprechender aussehen kann als ein bloßer Stab. Dabei kann die dem Zeigerfußpunkt gegenüberliegende Dreiecksseite eine geschwungene Form erhalten, die dem Charakter der Sonnenuhr angepaßt ist. Derartige künstlerisch gestaltete Schattenwerfer findet man häufig bei transportablen Sonnenuhren.

Der Schattenwerfer kann aber auch die Form eines Punktzeigers erhalten, bei dem nur ein markanter Punkt auf der Polachse als Zeitanzeiger dient. Dazu gehören z.B. der Endpunkt eines beliebig geformten Schattenwerfers, eine Kugel, eine Kerbe in einer massiven Kante sowie ein kleines Loch

in einer Scheibe. Ein solcher markanter Punkt kann sich gelegentlich auch außerhalb der eigentlichen Sonnenuhr befinden oder dort befestigt sein. Die Stundenlinien laufen dann nicht im Befestigungspunkt zusammen, sondern im Durchdringungspunkt der Polachse mit der Fläche des Zifferblattes. Die Abb. 6.3 zeigt die Mannigfaltigkeit in der Gestaltung von Schattenwerfern.

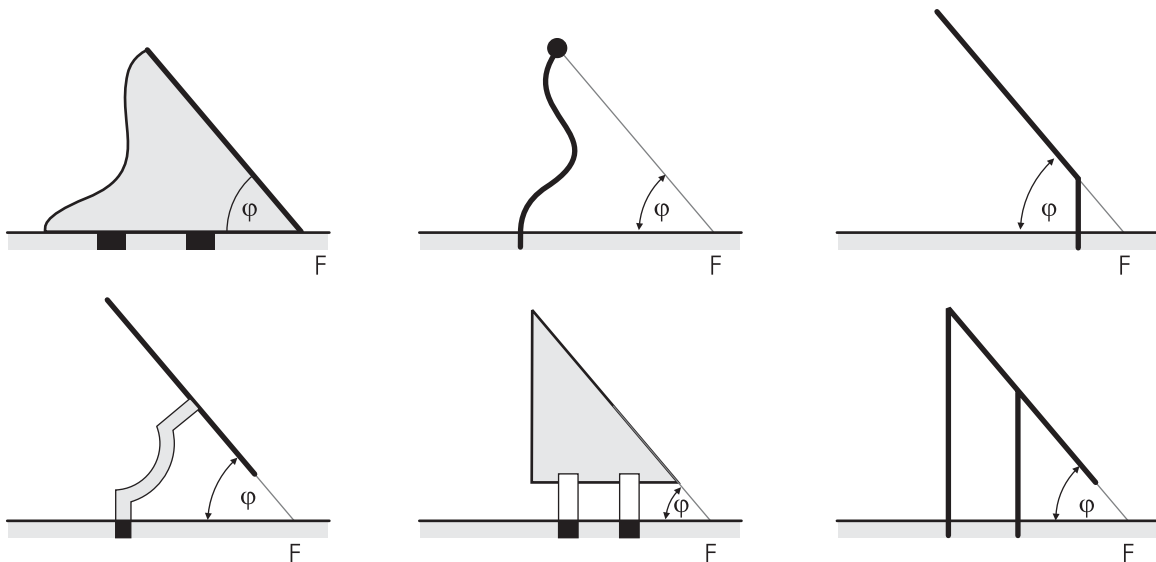
Für den Schattenwerfer ist nichtrostendes Material am vorteilhaftesten. Eine Schwierigkeit ergibt sich oft bei seiner Befestigung an der Wand. Von einem schrägen Hineinklopfen in die Wand ist unbedingt abzuraten; es dürfte selten gelingen, auf diese Weise den Schattenwerfer exakt anzubringen. Hat er die Form eines Stabes, so empfiehlt es sich, dessen Ende „abzuwinkeln“, um das Stabende dann senkrecht in die Wand einzulassen. In allen Fällen ist darauf zu achten, daß die verlängerte Achse des Schattenwerfers genau auf den Fußpunkt F stoßen muß.

Stabzeiger besitzen auch den Nachteil, daß sie mutwillig leichter zerstörbar sind als vollwandige Schattendreiecke aus Metall oder Stein. Die Stärke eines Stabes, Schattendreiecks oder Punktzeigers richtet sich nach der Größe der Sonnenuhr sowie nach der Anzeigegenauigkeit, die man erreichen will (s. Abschn. 4.4). Bei Sonnenuhren aus Stein bemerkt man oft

sehr breite und massive Schattenwerfer, bei denen jede Kante für sich am Vor- oder Nachmittag die Zeit anzeigt.

Die Länge des Schattenwerfers ist für die Anlage einer Sonnenuhr nicht nur eine Frage der Ästhetik, sondern auch der Stabilität. Man wird sie nicht größer als unbedingt nötig wählen; dennoch muß der kürzeste Schatten noch die Einteilung des Zifferblattes erreichen. Das ist bei einer vertikalen Uhr zur Wintersonnenwende der Fall, bei einer horizontalen zur Sommersonnenwende. Bei der Anlage der Stundenlinien bzw. Stundenpunkte sollte man unbedingt auf diese Gesichtspunkte achten. Mittels einer Zeichnung der Seitenansicht kann man sich eine Vorstellung über die zu erreichenden Schattenlängen machen. Dieser Gesichtspunkt ist wichtig bei Sonnenuhren mit Datumslinien, wenn das Ende des Schattenwerfers diese Linien kennzeichnen soll.

In diesem Zusammenhang wird auf die instruktive Tafel 10.7 mit dem sog. Polstabdreieck verwiesen. Dieses zeigt die Zusammenhänge zwischen der Schattenwerferlänge und den verschiedenen Schattenlängen. Wie lang soll der Schattenwerfer bei einer Vertikaluhr sein? Als Faustregel gilt: Wähle 60% von der Entfernung des Fußpunktes F bis zur Ziffer 12. Dies gilt nicht für Sonnenuhren mit Datumslinien.



6.3. Beispiele für die Gestaltung des Schattenwerfers. Ausgangspunkt der Stundenlinien muß immer der Fußpunkt F sein.