

Sonnenuhren 2

von Dieter Ortner

Im letzten Heft der neuen Schulpraxis wurden Sonnenuhren vorgestellt, welche die Uhrzeit nach der Höhe der Sonne bestimmen. In diesem zweiten Teil werden Sonnenuhren beschrieben, welche über die **Richtung der Sonne, aus der sie scheint**, die Zeit bestimmen. In diesem zweiten Teil wird die Horizontal- und Vertikalsonnenuhr beschrieben und ich zeige Ihnen, wie Sie auf Ihrem Schulhof nur mit einigen wenigen Linien am Boden eine Sonnenuhr herstellen können.

Einige Grundsätze zur Erinnerung ...

Im ersten Teil über Sonnenuhren wurde bereits festgehalten:

- Die Sonnenuhren sind berechnet für die Breite von Altdorf (**47° nördliche Breite**).
- Sämtliche Sonnenuhren zeigen die **Ortszeit** an. Wenn die Sonne genau im Süden steht, ist es 12 Uhr Ortszeit.
- Um die **Mitteleuropäische Zeit** zu erhalten, müssen Sie zur Ortszeit noch eine halbe Stunde hinzuzählen. Im Sommer kommt nochmals eine Stunde Zeitverschiebung hinzu.

Sommer	Armbanduhr = Sonnenuhr + 1 ½ h
Winter	Armbanduhr = Sonnenuhr + ½ h

- Sonnenuhren gehen manchmal vor, manchmal nach, bis zu einer Viertelstunde. Diese Korrektur kann der **Zeitgleichung** entnommen werden.

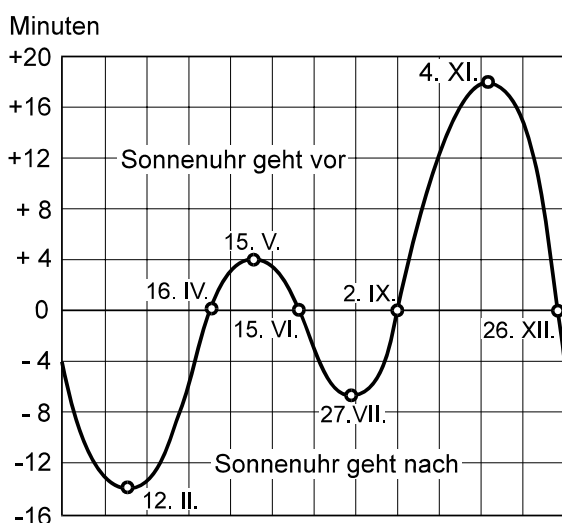


Abbildung 1

Das Prinzip der Sonnenuhr

Wir wissen: Die Erde dreht sich um die eigene Achse von West nach Ost.

Man kann das aber auch so ansehen: Die Erde steht still und die Sonne dreht sich von Ost nach West um die Erde herum (Abbildung 2). Um welche Achse? Im Prinzip ebenfalls um die Erdachse. Wegen der grossen Entfernung der Sonne von der Erde ist jede Achse, die parallel zur Erdachse verläuft, ebenfalls eine Achse, um die sich die Sonne dreht.

Nehmen Sie einen Stab und halten sie ihn so, dass er genau zum Polarstern zeigt. Dann beschreibt die Sonne genau eine Kreisbahn um diesen Stab herum. In 24 Stunden macht sie genau einen Umlauf.

Wir wissen, dass die Höhe des Polarsterns über dem Horizont genau der geographischen Breite entspricht. In Altdorf hat der Polarstern eine Höhe von 47° (entsprechend der geographischen Breite von Altdorf von 47°), am Nordpol steht der Polarstern genau senkrecht darüber (im Zenit), am Äquator müsste man ihn genau am Horizont suchen.

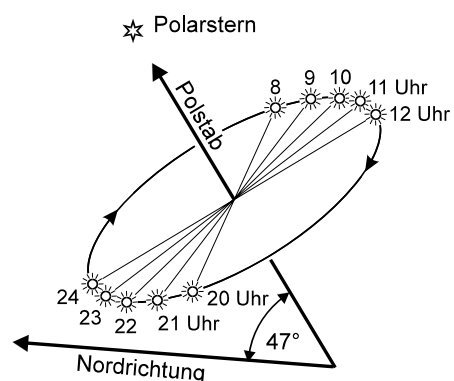


Abbildung 2

Damit die Sonnenuhr das ganze Jahr über (bei höherer Sonne im Sommer wie auch bei niedrigerer Sonne im Winter) „richtig“ geht, muss der schattenwerfende Stab **genau die Richtung der Erdachse** haben, also genau zum Polarstern zeigen. Man nennt diesen Stab **Polstab**.

Die Stundenlinien

Hat man einen Polstab eingerichtet, muss nur noch der Schatten auf irgendeiner Fläche aufgefangen werden, es braucht Markierungen (Stundenlinien), um die Zeit ablesen zu können.

Als Projektionsfläche für den Schatten eignet sich sehr gut eine zylindrische Fläche mit dem Polstab als Achse (Abbildung 3). Für die einzelnen Stunden muss der Umfang dieser Fläche nur in 24 gleiche Teile geteilt werden.

Hat man keine solche Zylinderfläche zur Verfügung, so kann man den Schatten auch auf einer ebenen Fläche auffangen, beispielsweise auf einer nach Süden ausgerichteten Hauswand (Vertikalsonnenuhr) oder auf den Boden (Horizontalsonnenuhr). Die Konstruktion solcher Skalen erfordert allerdings Rechenkünste oder Kenntnisse im Konstruieren.

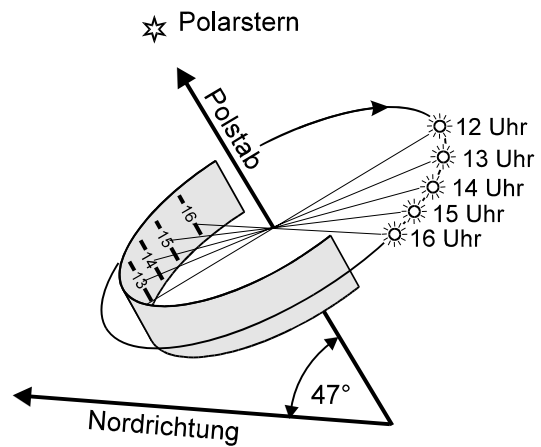


Abbildung 3

Ein einfaches Papiermodell

Sie sollten sich zunächst ein einfaches Papiermodell herstellen. Kopieren Sie Abbildung 4 auf Halbkarton-Papier und schneiden Sie die Teile I, II und III aus. Teil I wird in der Mitte rechtwinklig gefaltet, Teil II

dient als Polstab und wird gemäss den Markierungen in Teil I eingeklebt. Damit ist die Sonnenuhr auch schon fertig.

Damit sie die richtige Ortszeit anzeigt, muss sie allerdings **eingenor-det** werden. Das machen Sie mit einem Kompass oder mit Hilfe einer Landkarte.

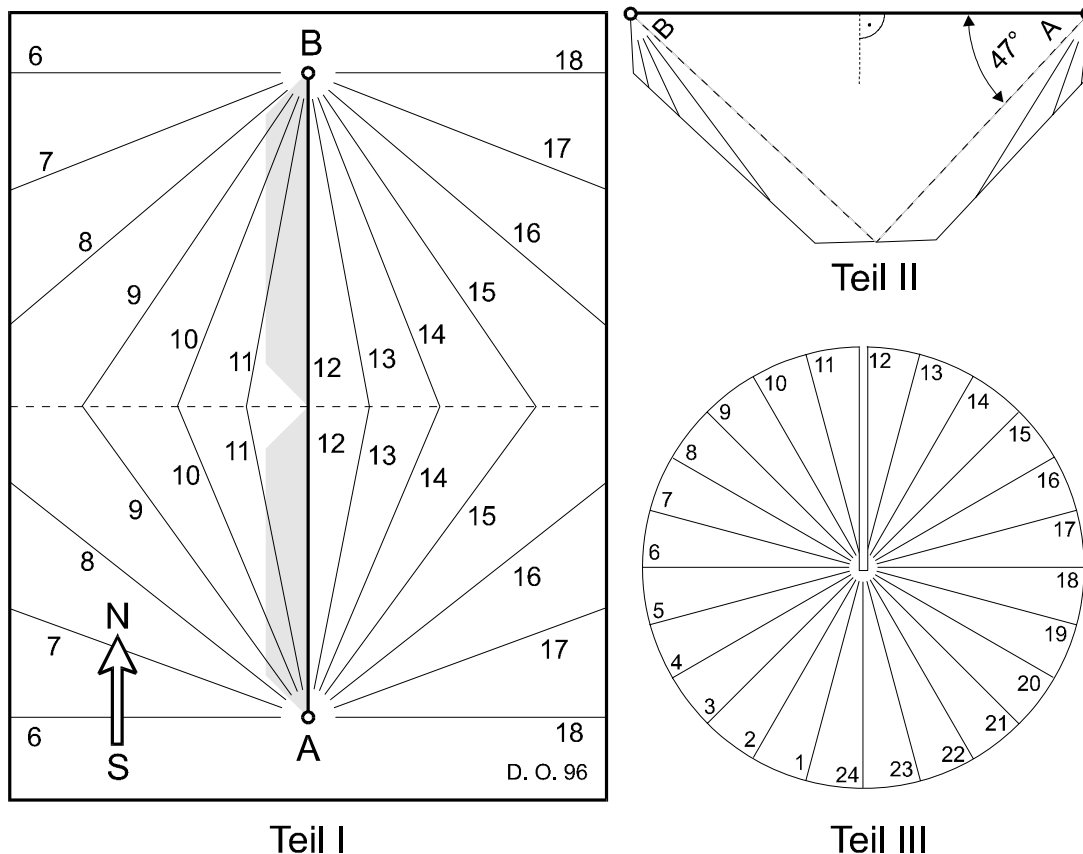


Abbildung 4

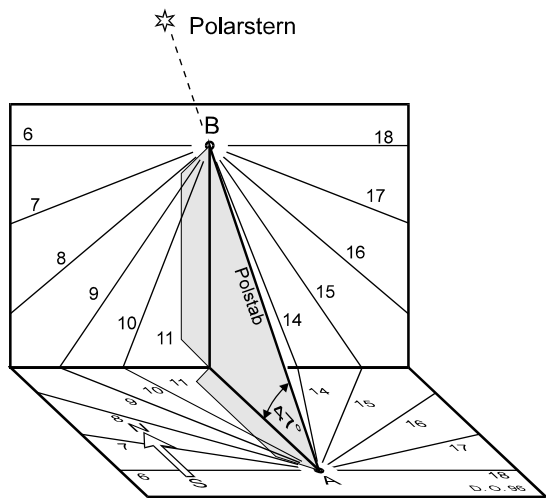


Abbildung 5

Die aus den Teilen I und II in Abbildung 4 hergestellte Sonnenuhr (Abbildung 5) besteht im Grunde aus einer Horizontalsonnenuhr und einer Vertikalsonnenuhr. Prinzipiell ist entweder der horizontale Teil oder der vertikale Teil entbehrlich.

Der vertikale Teil der Sonnenuhr Abbildung 5 wäre ein Modell für eine Kirchturmsonnenuhr.

Die Scheibe Teil III aus Abbildung 4 dient dazu, Verständnis für die Konstruktion zu gewinnen. Schneiden Sie diese Scheibe aus und stecken Sie sie senkrecht auf den Polstab. Sie erkennen dann (in etwa) die Konstruktion der Stundenlinien (Abbildung 6).

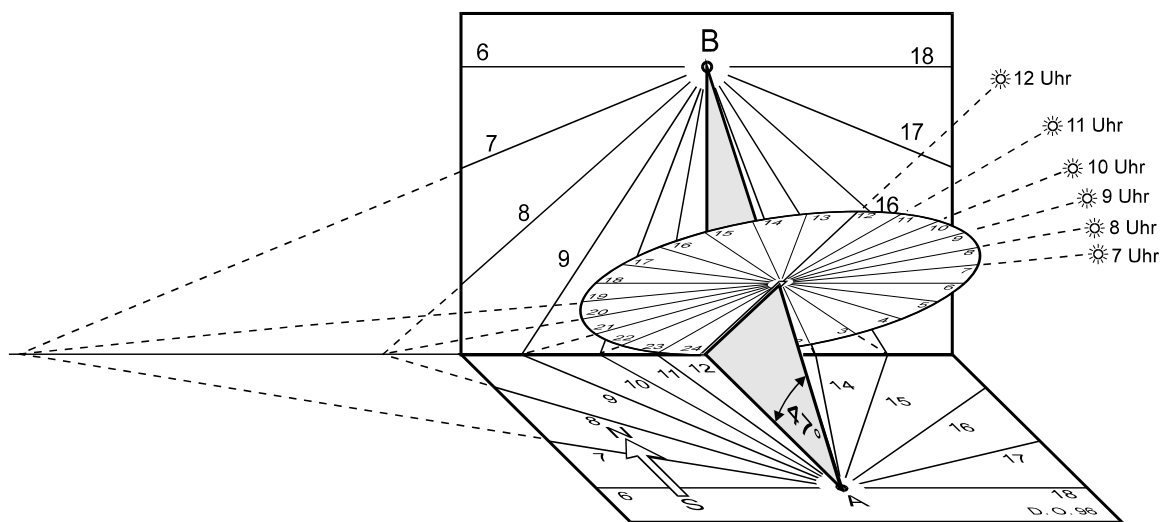


Abbildung 6

Taschensonnenuhr

Für die konkrete Ausgestaltung Ihrer Taschensonnenuhr sind Ihrer Phantasie und Ihrem handwerklichen Geschick keine Grenzen gesetzt. Meist werden Taschensonnenuhren aus zwei mit Scharnieren verbundenen Brettchen hergestellt, als Polstab dient ein Faden. Im Boden ist in der Regel ein Kompass eingebaut.

Abbildung 7 stellt eine solche Taschenuhr dar, ich habe sie selber gebastelt.

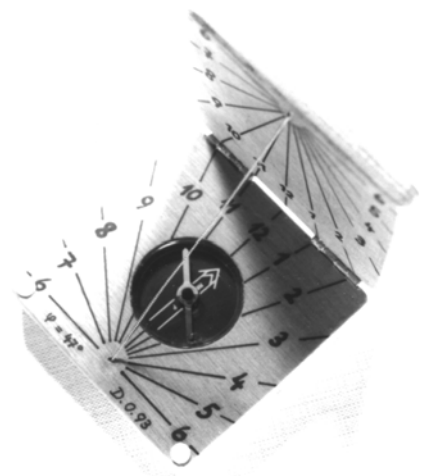


Abbildung 7

Sonnenuhr mit senkrecht stehendem Schattenstab

Didaktisch gesehen die reizvollste und informativste Sonnenuhr.

Stellen Sie an einem einigermassen sonnigen Tag den Schülerinnen und Schülern folgende Aufgabe: Auf ein Stück Sperrholz (20 cm x 20 cm) wird ein Blatt Papier geklebt. Am unteren Rand wird ein Loch gebohrt und ein Holzstäbchen (Zahnstocher etc.) von etwa 2,5 cm Länge (ein „Obelisk“) gesteckt. Das Brettchen wird nach Norden ausgerichtet und nun muss von Stunde zu Stunde die Länge und die Richtung des Schattens eingezeichnet werden. An einem beliebigen Tag im Sommerhalbjahr sollte das Ergebnis etwa so aussehen wie in Abbildung 8 dargestellt.

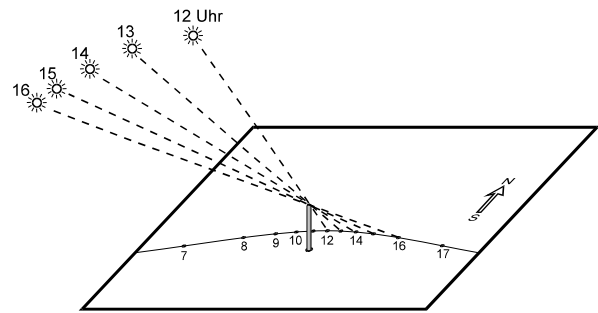


Abbildung 8

Die Frage ist nun: Wie verändert sich die Schattenkurve im Laufe des Jahres? Ihre Schüler werden natürlich nicht die Geduld aufbringen, diese Schattenkurven ein ganzes Jahr lang zu beobachten.

Da hilft nun wieder das Diagramm, welches die Höhe der Sonne im Laufe eines Jahres darstellt (wir haben es bereits im ersten Teil über Sonnenuhren verwendet).

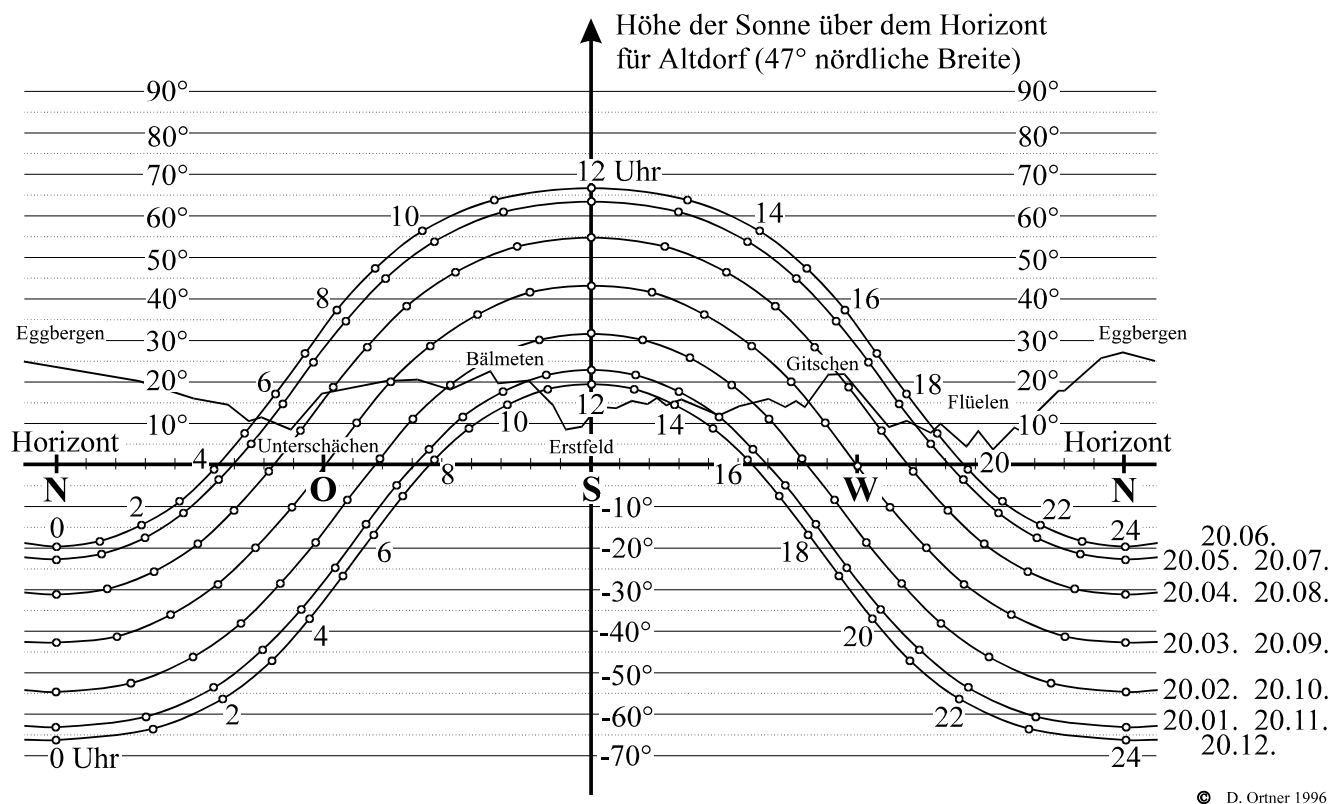


Abbildung 9

Aus Abbildung 9 erkennen Sie zum Beispiel: am 20. Mai um 17 Uhr hat die Sonne eine Höhe von 25° über dem Horizont, sie steht etwa im Westen, genauer

gesagt 94° von der Südrichtung aus in Richtung Westen. Damit lässt sich in einfacher Weise der Schatten eines senkrechten Stabes konstruieren.

Konstruktion der Schattenlänge für 20. Mai 17 Uhr:

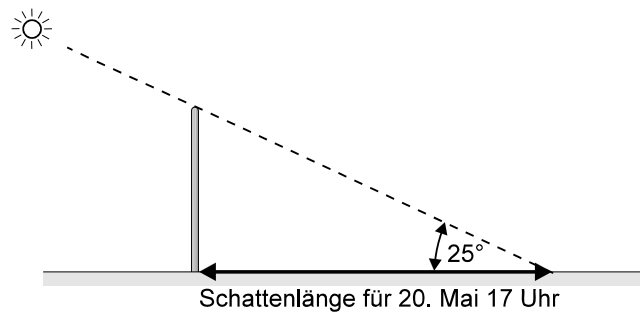


Abbildung 10

Nun kann dieser **eine** Punkt in unserer Tafel eingezeichnet werden:

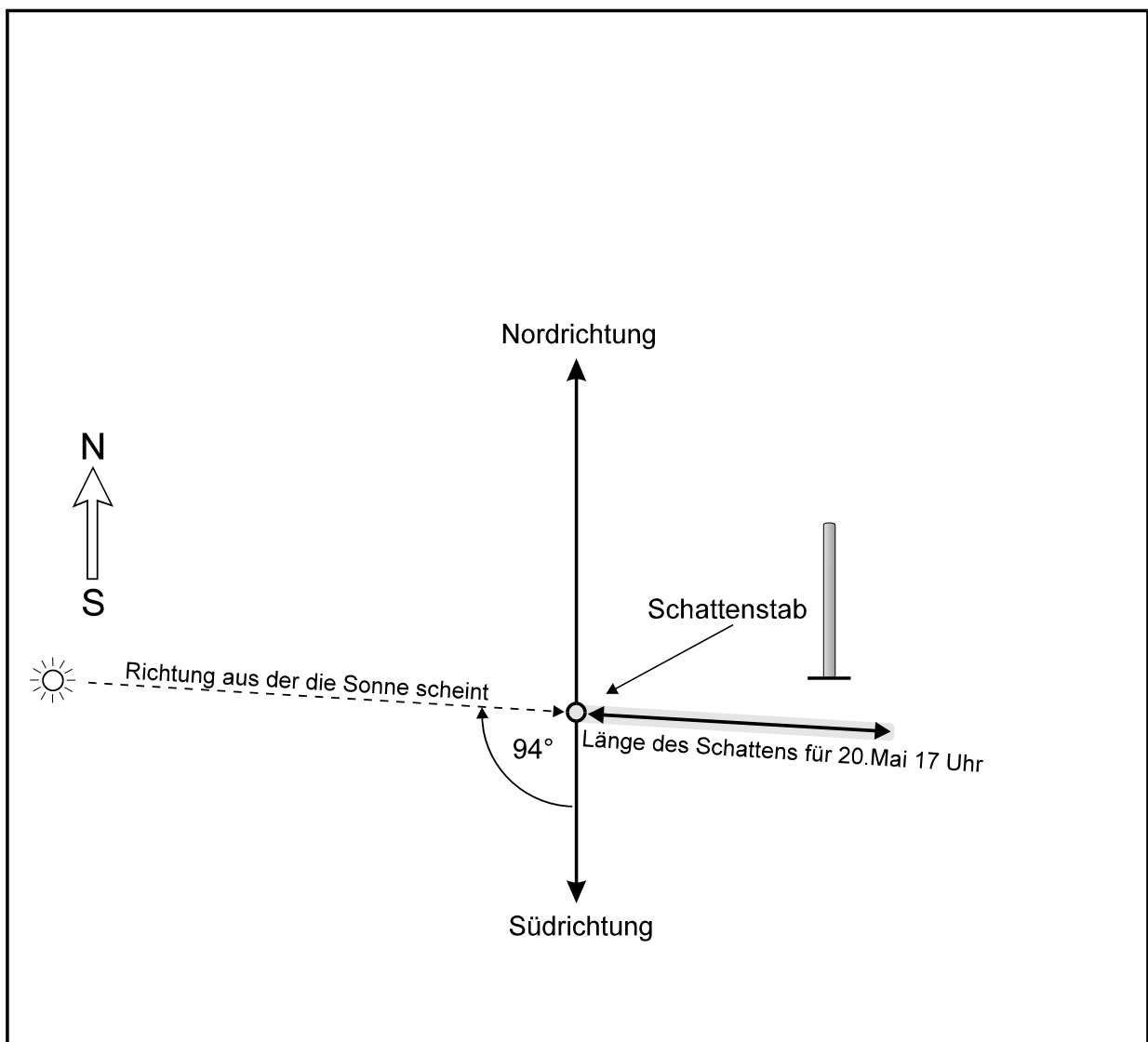


Abbildung 11

Hat man genügend Zeit und Ausdauer, so kann man nun für jeden einzelnen Tag des Jahres (oder zumindest für eine Auswahl von Tagen) und für jede Stunde die Richtung und die Länge des Schattens konstruieren. Ich habe das getan, allerdings mit Computerunterstützung, das Ergebnis finden Sie in Abbildung 12.

Sie sehen: **Punkte mit gleicher Uhrzeit** zu verschiedenen Tagen liegen auf **einer Geraden**. Alle diese Geraden schneiden sich in einem Punkt F. Das muss so sein. Die Verbindungslinie des Punktes F mit der Spitze des Schattenstabes ist zum Boden um 47° geneigt, zeigt also genau zum Polarstern. Wir haben also im Grunde eine Sonnenuhr konstruiert wie in Abbildung 4 oder Abbildung 7. Der gedachte **Polstab** läuft vom Punkt F (Schnittpunkt aller Stundenlinien) über die Spitze des Schattenstabes zum Polarstern.

Mit dieser Sonnenuhr kann man sehr schön die Entwicklung der Schattenlänge im Laufe eines Jahres erkennen. Wenn Sie Abbildung 12 kopieren, auf ein Brettchen kleben und einen Schattenstab mit der angegebenen Länge montieren, haben sie wieder eine

einfache Sonnenuhr. Achten Sie aber darauf: Diese Sonnenuhr ist wieder eine Sonnenuhr, die mit der **Richtung der Sonne** arbeitet, aus der sie scheint. Diese Sonnenuhr muss also genau **eingenordet** werden! (Im Prinzip müsste man allerdings die Nordrichtung nicht kennen, wenn man das **Datum** kennt. Man dreht die Sonnenuhr so lange, bis der Schatten des Schattenstabes auf der Linie des entsprechenden Tages liegt und liest die Zeit ab. Man muss dann allerdings noch wissen, ob es vormittags oder nachmittags ist.)

Im Vergleich zu einer Horizontalsonnenuhr mit Polstab (anstelle eines senkrechten Schattenstabes) hat diese Sonnenuhr einen Nachteil: Bei tiefem Sonnenstand werden die Schatten sehr lange, man kann solche Uhrzeiten nicht mehr einzeichnen.

Bemerkung: In der **Umkehrung des Verfahrens** kann man aus der Länge und Richtung des Schattens an einem bestimmten Tag auch die Kurve für die Sonnenhöhe dieses Tages (Abbildung 9) bestimmen.

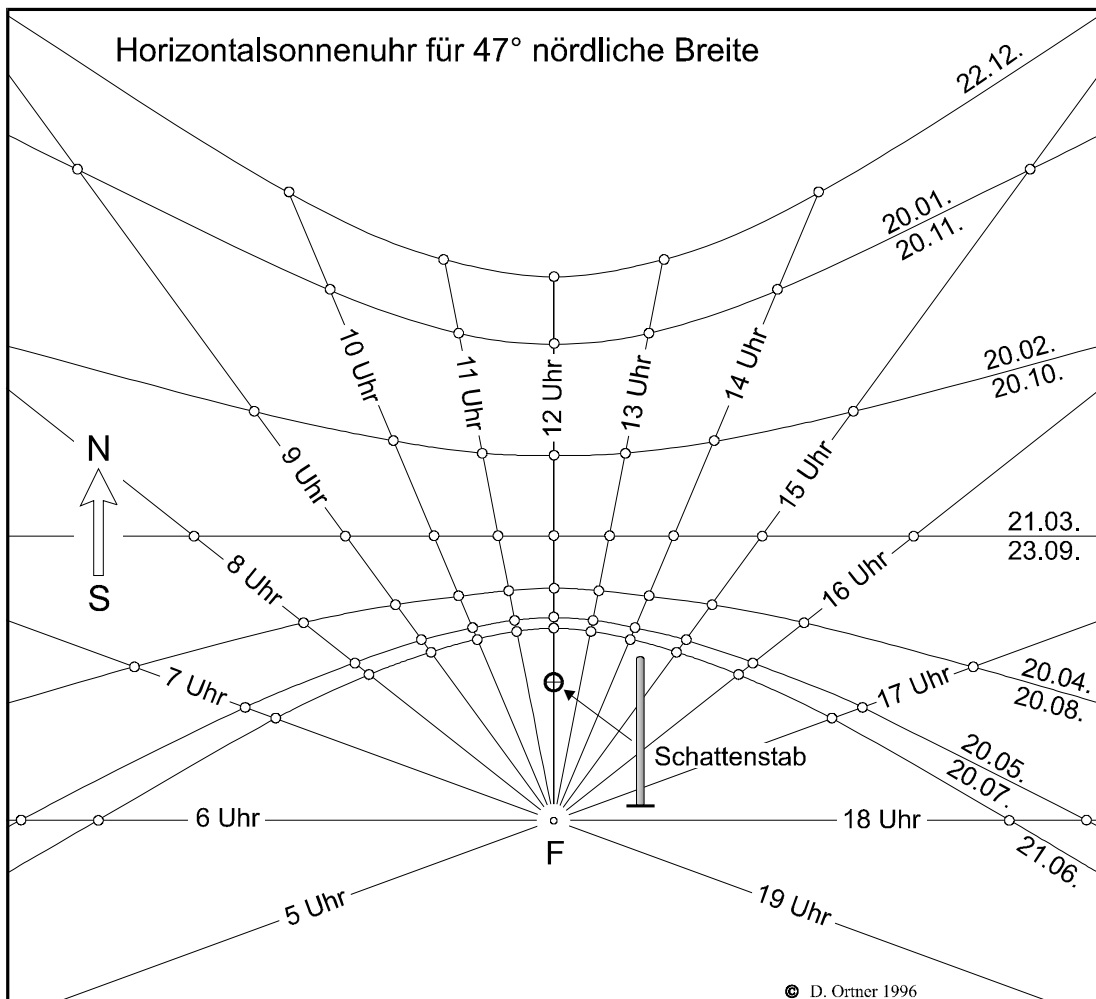


Abbildung 12

Gross-Sonnenuhren

Grundsätzlich können Sie jede der Sonnenuhren auch im grossen Massstab anfertigen. Nicht allerdings die im ersten Teil beschriebenen Sonnenuhren, die auf der Basis der Sonnenhöhe arbeiten. Diese Sonnenuhren müssen ja ständig zur Sonne hin gedreht werden.

Die Schwierigkeiten für Gross-Sonnenuhren sind folgende:

- Für eine Vertikalsonnenuhr brauchen Sie eine einigermaßen nach Süden ausgerichtete Wand, eine freie Fläche und natürlich die Einwilligung des Hausbesitzers. Ausserdem werden da hohe Anforderungen gestellt an die gestalterische Ausführung.
- Für eine Horizontalsonnenuhr – egal ob mit senkrechtem Schattenstab oder zum Polarstern ausgerichtetem Polstab – brauchen Sie eine hinreichend grosse ebene Fläche.

Vertikal-Sonnenuhr (Kirchturmsonnenuhr)

Sie können an einer Hauswand eine Sonnenuhr anbringen. Sie brauchen eine einigermaßen nach Süden ausgerichtete Hauswand und die Einwilligung des Hausbesitzers. Dann montieren Sie den Polstab. Wichtig ist, dass der Polstab genau zum Polarstern zeigt. Den Polstab werden Sie allerdings nicht in sternklarer Nacht einrichten, sondern Sie werden zunächst einmal die genaue **Nordrichtung** feststellen. Im Prinzip könnte man das mit einem Kompass machen, genauer ist jedoch die Verwendung einer **Landkarte**. Sie suchen darauf einen markanten Punkt in Ihrer Umgebung in der Süd- oder Nordrichtung und stellen damit die genaue Nordrichtung fest. Der Polstab muss dann noch unter 47° (die geographische Breite Ihres Standortes) schräg nach oben zeigen.

Horizontal-Sonnenuhren im Schulhof

Hat man einen ausreichend grossen Schulhof zur Verfügung, ist der Bau einer Horizontalsonnenuhr eine einfache Sache. Ich werde Ihnen auch zeigen, wie Sie sogar **ohne Polstab**, nur mit einigen **Bodenmarkierungen**, auskommen.

- Sie können einen ein bis zwei Meter langen Polstab montieren (unter 47° zum Polarstern zeigend!) und für die Stundenlinien Abbildung 4 verwenden. Hier nochmals die genau-

en Winkel: Die Winkel betragen, von der 12-Uhr-Linie aus gemessen, 11,1°, 22,9°, 36,2°, 51,7°, 69,9° und 90° (siehe Abbildung 13).

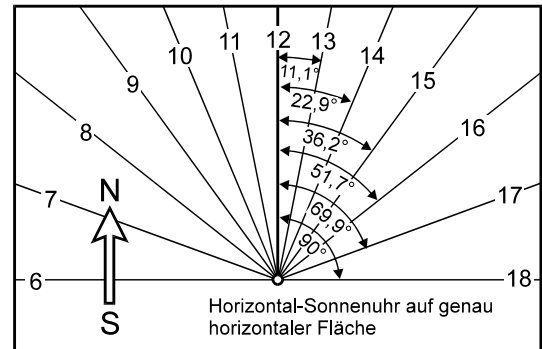


Abbildung 13

- Sie können einen senkrechten Schattenstab verwenden und eine Sonnenuhr gemäss Abbildung 12 einrichten. Denken Sie aber an den Platzbedarf: Bei einem Schattenstab von 1 m Höhe brauchen Sie eine Fläche von etwa 6 mal 6 Metern (wenn Sie die Sonnenuhr auch im Dezember benutzen wollen).

Für die Bodenmarkierungen nehmen Sie am einfachsten Tafelkreide. Die verschwindet mit der Zeit wieder und ein anderes Jahr kann eine andere Klasse wieder eine neue Sonnenuhr herstellen.

Eine Sonnenuhr ohne Polstab

Ein Polstab inmitten eines Schulhofes würde für spielenden Kinder eine erhebliche Verletzungsgefahr bedeuten. Auf den Polstab kann man verzichten, wenn die Kinder selber die Rolle eines Schattenstabes übernehmen (Abbildung 14). Sie müssen nur noch auf der 12-Uhr-Linie zusätzliche Markierungen anbringen, wo sich die Kinder hinstellen müssen, damit ihr Kopf gerade den (gedachten) Polstab erreichen würde. Der Schatten des Kopfes zeigt dann die Uhrzeit an.

Für Mathematiker: Bezeichnet man mit h die Grösse des Kindes und mit a den Abstand zwischen Fersen und dem Punkt F, so besteht zwischen a und h folgender einfacher Zusammenhang:

$$a = \frac{h}{\tan 47^\circ}$$

Einige Werte für diese Bodenmarkierungen:

h (in cm)	11	12	13	14	15	16	17	18
	0	0	0	0	0	0	0	0
a (in cm)	10	11	12	13	14	14	15	16
	3	2	1	1	0	9	9	8

☆ Polarstern

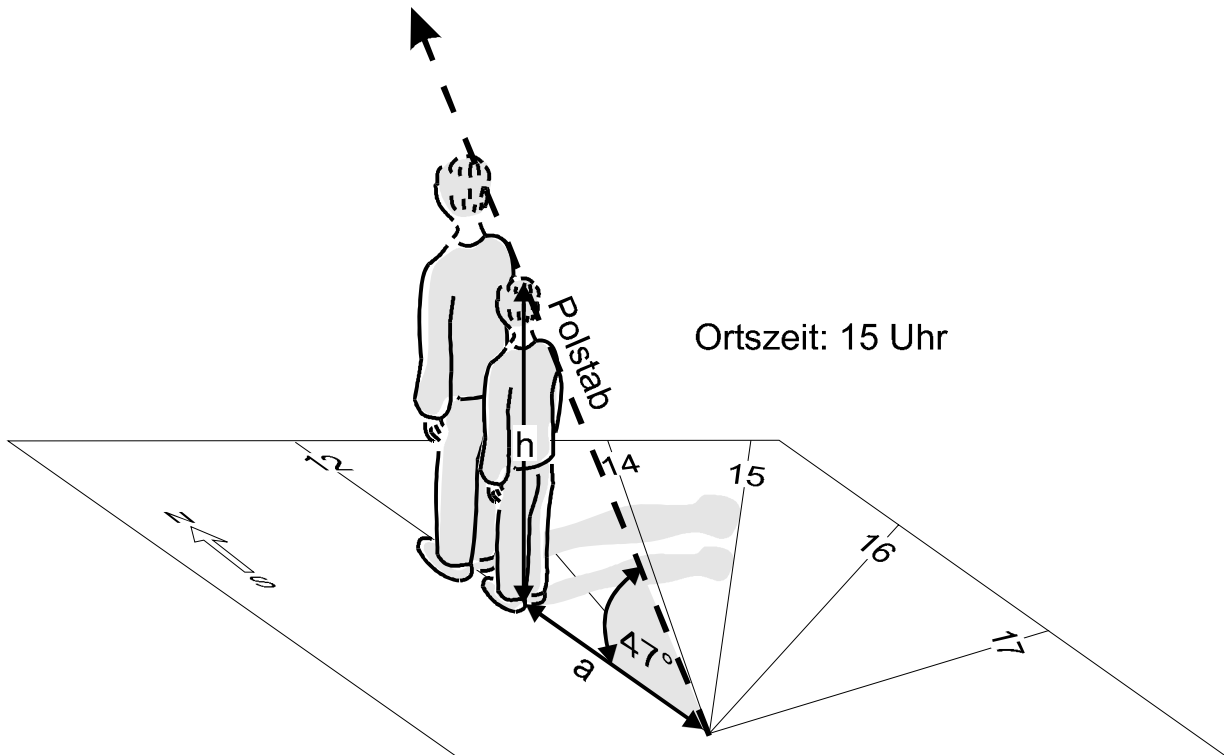


Abbildung 14

Wenn die Hauswand nicht genau nach Süden ausgerichtet ist oder wenn der Schulhof nicht genau horizontal ist

Was können Sie tun, wenn die Hauswand nicht genau nach Süden ausgerichtet ist oder wenn der Schulhof nicht genau horizontal ist? Bei Sonnenschein können Sie rein empirisch die Stundenlinien mit Hilfe Ihrer Armbanduhr feststellen¹.

Was tun, wenn die Sonne nicht scheinen will? Dann können Sie folgendes machen: Montieren Sie auf den Polstab eine ausreichend grosse Scheibe und teilen Sie den Umfang in 24 gleiche Teile. Die Stundenlinien finden Sie dann durch Visieren (Abbildung 15).

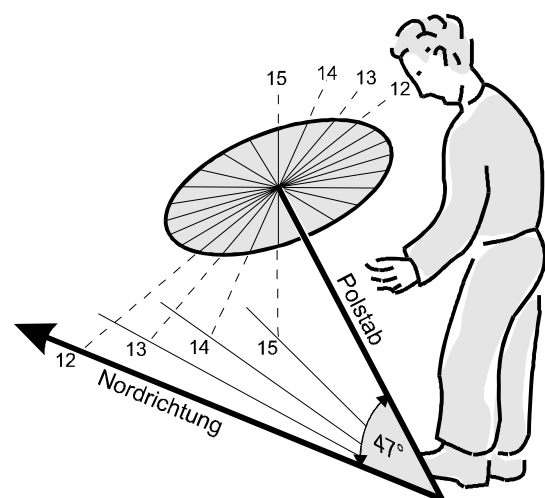


Abbildung 15

¹ Wenn Sie mir die Abweichung der Wand von der Südrichtung angeben (in Grad) kann ich Ihnen die Stundenlinien berechnen, ich habe mir ein kleines Programm gemacht. Meine Adresse: Dieter Ortner, Utzigmattweg 44, 6460 Altdorf, Tel. (041) 870 68 26

Ich wünsche Ihnen viel Spass mit den Sonnenuhren.