

Bau und Funktion einer Sonnenuhr

Der Bau einer Sonnenuhr ist als Programm für eine Gruppenstunde gut geeignet. Nach einer kurzen Einführung könnt Ihr gleich mit dem Bau beginnen. Zum Einsatz kann die Uhr beispielsweise auf einem Zeltlager kommen oder zur Verschönerung des Pfadfinderheims verwendet werden.

Geschichte der Sonnenuhr

Schon die Ägypter, Griechen und Römer benutzten Sonnenuhren, um den Tag in kleinere Zeiteinheiten zu unterteilen. Sie sind die ältesten und bedeutendsten Zeitmesser vor der Erfindung der mechanischen Uhr. Im 16. Jahrhundert erreichte der Bau von Sonnenuhren einen Höhepunkt. Sonnenuhren wurden hauptsächlich in den Werkstätten der Kompaßmacher hergestellt, da man für bewegliche Reise- und Tisch-Sonnenuhren ja zusätzlich einen Kompaß benötigt. Diese Sonnenuhren waren unentbehrlich, um die mechanischen Uhren auf die richtige Zeit einzustellen.

Wie funktioniert eine Sonnenuhr?

Bei einer Sonnenuhr wird mit Hilfe der Sonne und des Schattens die Zeit bestimmt. Der tägliche Lauf der Sonne bewirkt, daß sich Länge und Position des Schattens ändern und damit die Zeit angezeigt wird. Natürlich funktioniert das nur bei Sonnenschein.

Die Erde dreht sich in 24 Stunden einmal um sich selbst. Diese Drehung entspricht 360° . Damit bewegt sich die Sonne um 15° pro Stunde weiter ($360:24=15^\circ$). Da die Erdachse gegenüber der Bahn um die Sonne geneigt ist, muß der Schattenwerfer parallel zur Erdachse geneigt sein. Dies bedeutet, daß der Schattenwerfer im Winkel der geographischen Breite des jeweiligen Standorts gegenüber der Horizontale geneigt sein muß. Zusätzlich muß er in der Nord-Süd-Ebene liegen.

Vor der Einführung der Zeitzonen im Jahr 1893 wurde der Sonnenhöchststand am jeweiligen Ort als Bezugszeit verwendet, der sogenannte „wahre Mittag“. Dadurch hatte jeder Ort seine eigene Zeit. Durch die Verbreitung der Eisenbahn war eine Vereinheitlichung der Zeit erforderlich. Damals wurde die „mitteleuropäische Zeit“ so festgelegt, daß sie der „mittleren Sonnenzeit“ auf dem 15. Längengrad entspricht (Sternwarte Görlitz). Je weiter ein Ort westlich vom 15. Längengrad entfernt liegt, um so später erreicht dort die Sonne ihren Höchststand.

Wenn wir eine Sonnenuhr bauen wollen, die möglichst genau die Zeit unserer Armbanduhr anzeigt, müssen wir das richtige Zifferblatt für den jeweiligen Längengrad verwenden (siehe Baubeschreibung)

Bei Sonnenuhren bewegt sich der Schatten je nach Datum mit unterschiedlicher Geschwindigkeit über das Zifferblatt. Dadurch kann je nach Jahreszeit eine Abweichung von bis zu +/- 16 Minuten gegenüber der mitteleuropäischen Zeit (MEZ) entstehen. Falls Ihr diese Abweichung der Sonnenuhr noch korrigieren wollt, findet Ihr entsprechende Hinweise im Abschnitt zur Zeitgleichung.

Bau und Funktion einer Sonnenuhr

Bauanleitung für die Sonnenuhr

Die Baubeschreibung enthält nur die unbedingt erforderlichen Teile. Es bietet sich aber an, die Sonnenuhr je nach belieben zu verschönern, wenn der Zeiger montiert ist und das Zifferblatt gezeichnet ist.

Material:

- 1 Brett (Größe beliebig, ungefähr quadratisch)
- 1 Zeiger (großer Nagel, ein stabiler Draht, eine Stricknadel oder ähnliches) etwa halb so lang wie eine Kante des Bretts
- 1 Holzklötz zur Befestigung des Zeigers (nur bei dünnem Brettern erforderlich)

Werkzeug:

Bohrer, Stifte, Geodreieck mit Winkelmesser, Kompaß, evtl. Taschenrechner

Sonstiges:

Es wird der ungefähre Längen- und Breitengrad des Orts benötigt, für den die Sonnenuhr gebaut werden soll. Diese Werte kann man am Rand von Landkarten ablesen. Der Längengrad ist unten oder oben aufgetragen und liegt für Deutschland zwischen 6° und 15° . Der Breitengrad ist an der Seite aufgetragen und liegt zwischen 47° und 55° .

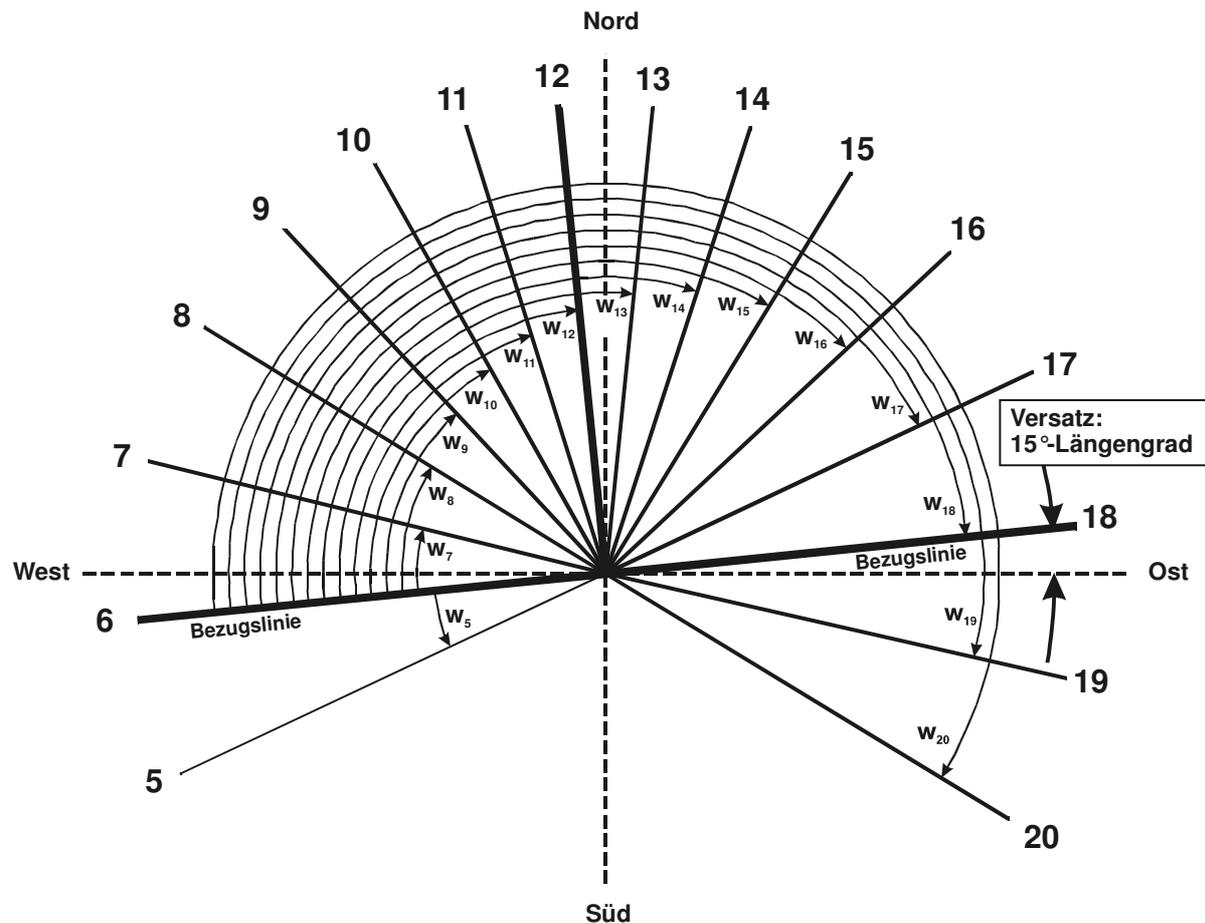


Abbildung: Konstruktionshilfe für das Zifferblatt – als maßstäbliches Zifferblatt für Stuttgart ($9^\circ 11'$ östliche Länge, $48^\circ 47'$ nördliche Breite) verwendbar

Bau und Funktion einer Sonnenuhr

Erstellung des Zifferblatts und Montage des Zeigers:

Vor Beginn der Arbeiten solltet Ihr die Anleitung komplett lesen und das ganze anhand der vorstehenden Konstruktionshilfe für das Zifferblatt nachvollziehen:

1. Zeichnet auf das Brett zwei Hilfslinien, die sich in der Mitte des Bretts im rechten Winkel schneiden (gestrichelte Nord-Süd-Linie und Ost-West-Linie)
2. Berechnet den Versatz des Zifferblattes nach folgender Formel:

$$\text{Versatz} = 15^\circ - \text{Längengrad des Orts für die Sonnenuhr}$$

Beispiel: Eurer Ort liegt auf 9°östlicher Länge: Der Versatz beträgt damit 6°.

3. Zieht mit dem Geodreieck die 6 Uhr- bzw. 18 Uhr-Linie (Bezugslinie) mit dem zuvor berechneten Versatz zur West-Ost-Linie. Die Bezugslinie ist die Basis für die weiteren Winkelmessungen.
4. Zeichnet die übrigen Stundenlinien gemäß den Winkelwerten in der folgenden Tabelle. Der Winkelwert w_x muß jeweils zur Uhrzeit x passen. Dazu müßt Ihr die Spalte verwenden, deren Breitengrad eurem Wohnort am nächsten liegt.

Beispiel: Euer Ort liegt auf 48° nördlicher Breite

Damit ergibt sich die 7 Uhr-Linie mit dem Winkel $w_7 = 19,8^\circ$

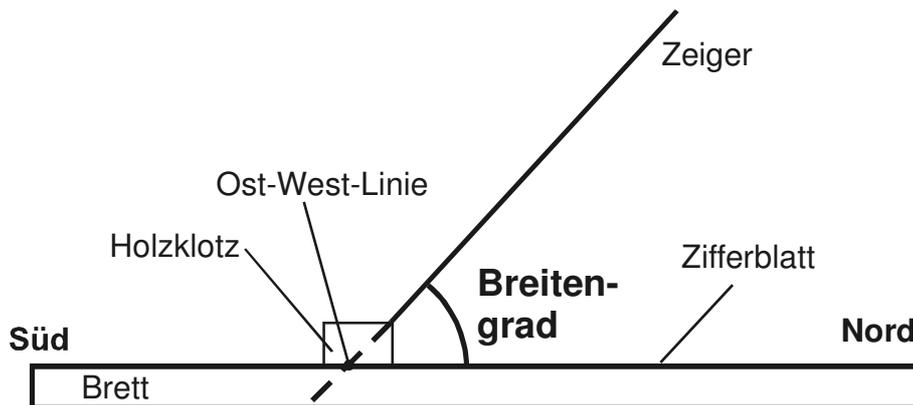
Bei der 8 Uhr-Linie ergibt sich: $w_8=37,8^\circ$ usw.

Tabelle mit Winkelwerten für die Stundenlinien

Uhrzeit		Breitengrad (nördliche Breite)								
MEZ Winter	MESZ Sommer	47°	48°	49°	50°	51°	52°	53°	54°	55°
5	6	-20,1	-19,8	-19,5	-19,3	-19,0	-18,8	-18,5	-18,3	-18,1
6	7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	8	20,1	19,8	19,5	19,3	19,0	18,8	18,5	18,3	18,1
8	9	38,3	37,8	37,4	37,0	36,6	36,2	35,9	35,5	35,2
9	10	53,8	53,4	53,0	52,5	52,1	51,8	51,4	51,0	50,7
10	11	67,1	66,8	66,5	66,1	65,8	65,5	65,2	65,0	64,7
11	12	78,9	78,7	78,6	78,4	78,2	78,1	77,9	77,8	77,6
12	13	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0
13	14	101,1	101,3	101,4	101,6	101,8	101,9	102,1	102,2	102,4
14	15	112,9	113,2	113,5	113,9	114,2	114,5	114,8	115,0	115,3
15	16	126,2	126,6	127,0	127,5	127,9	128,2	128,6	129,0	129,3
16	17	141,7	142,2	142,6	143,0	143,4	143,8	144,1	144,5	144,8
17	18	159,9	160,2	160,5	160,7	161,0	161,2	161,5	161,7	161,9
18	19	180,0	180,0	180,0	180,0	180,0	180,0	180,0	180,0	180,0
19	20	200,1	199,8	199,5	199,3	199,0	198,8	198,5	198,3	198,1
20	21	218,3	217,8	217,4	217,0	216,6	216,2	215,9	215,5	215,2

Bau und Funktion einer Sonnenuhr

- Schreibt die Stundenwerte an die Stundenlinien. Falls eure Uhr die Sommerzeit anzeigen soll, muß zu den in der Vorlage angegebenen Werten jeweils eine Stunde hinzugezählt werden, d. h. 12 Uhr in der Vorlage wird auf eurem Zifferblatt 13 Uhr usw.
- Jetzt kann der Zeiger in der Mitte des Zifferblattes befestigt werden. Der Zeiger muß genau in der Nord-Süd-Ebene liegen und so geneigt sein, wie dies in der Seitenansicht dargestellt ist. Wichtig ist, daß die Zeigerachse das Zifferblatt genau in der Mitte liegt.



Seitenansicht der Sonnenuhr

Die Befestigung des Zeigers kann erfolgen, indem er in ein entsprechend schräg gebohrtes Loch in das Brett oder den Holzklötz gesteckt wird. Wenn der Zeiger aus einem Draht besteht, kann man auch eine kleine Ringöse biegen, die mit einer Schraube auf das Brett geschraubt wird. Der Draht kann dann entsprechend dem Breitengrad aufgerichtet werden.

- Jetzt kann die Sonnenuhr nach Belieben verschönert werden. Die Stundenlinien können je nach Wunsch bis zum Rand verlängert werden.

Benutzung der Sonnenuhr

Bevor die Sonnenuhr benutzt wird, muß sie erst mit Hilfe eines Kompasses oder einer Landkarte und entsprechender Punkte im Gelände in Nord-Süd-Richtung ausgerichtet werden. Dann kann an der Schattenlinie die Uhrzeit abgelesen werden.

Verbesserung der Genauigkeit durch Berücksichtigung der Zeitgleichung

Der Unterschied zwischen der von unserer einfachen Sonnenuhr angezeigten Zeit und der tatsächlichen Zeit beträgt je nach Jahreszeit bis zu 16 Minuten. In untenstehender Tabelle ist diese Differenz angegeben. Es handelt sich dabei um eine angenäherte Tabelle. Noch genauere Tabellen findet man in einem astronomischen Jahrbuch.

$$\text{Zeitgleichung} = \text{Wahre Ortszeit} - \text{Mittlere Ortszeit}$$

Wenn die Werte der folgenden Tabelle positiv sind, geht die Sonnenuhr vor. Das bedeutet, daß von der angezeigten Uhrzeit der Tabellenwert abgezogen werden muß.

Bau und Funktion einer Sonnenuhr

Tabelle mit Korrekturwerten der Zeitgleichung in [Minuten:Sekunden]

Tag	Jan.	Feb.	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
1	- 4:22	- 13:33	- 12:08	- 3:27	3:10	2:06	- 3:44	- 6:08	0:17	10:56	16:33	10:35
2	- 4:48	- 13:40	- 11:56	- 3:09	3:16	1:57	- 3:54	- 6:04	0:37	11:16	16:33	10:12
3	- 5:14	- 13:46	- 11:43	- 2:51	3:22	1:47	- 4:05	- 6:00	0:57	11:34	16:32	9:49
4	- 5:39	- 13:51	- 11:30	- 2:33	3:26	1:37	- 4:15	- 5:55	1:17	11:53	16:29	9:25
5	- 6:04	- 13:56	- 11:16	- 2:16	3:31	1:26	- 4:25	- 5:49	1:38	12:11	16:26	9:00
6	- 6:28	- 13:59	- 11:02	- 1:58	3:34	1:16	- 4:35	- 5:43	1:59	12:29	16:23	8:35
7	- 6:52	- 14:02	- 10:47	- 1:41	3:38	1:05	- 4:45	- 5:36	2:20	12:46	16:18	8:10
8	- 7:16	- 14:05	- 10:32	- 1:25	3:40	0:54	- 4:54	- 5:28	2:42	13:02	16:13	7:44
9	- 7:39	- 14:06	- 10:16	- 1:08	3:42	0:42	- 5:02	- 5:20	3:03	13:19	16:06	7:18
10	- 8:01	- 14:07	- 10:01	- 0:52	3:44	0:31	- 5:11	- 5:11	3:25	13:34	15:59	6:51
11	- 8:23	- 14:07	- 9:45	- 0:36	3:45	0:19	- 5:19	- 5:02	3:47	13:49	15:51	6:24
12	- 8:45	- 14:06	- 9:28	- 0:21	3:45	0:07	- 5:26	- 4:52	4:09	14:04	15:43	5:56
13	- 9:05	- 14:04	- 9:11	- 0:06	3:45	- 0:05	- 5:33	- 4:41	4:31	14:18	15:33	5:29
14	- 9:26	- 14:02	- 8:54	0:09	3:44	- 0:17	- 5:40	- 4:30	4:53	14:31	15:23	5:00
15	- 9:45	- 13:59	- 8:37	0:23	3:43	- 0:30	- 5:46	- 4:19	5:15	14:44	15:12	4:32
16	- 10:04	- 13:55	- 8:20	0:37	3:41	- 0:42	- 5:51	- 4:06	5:37	14:56	15:00	4:03
17	- 10:22	- 13:51	- 8:02	0:51	3:39	- 0:54	- 5:57	- 3:53	5:59	15:08	14:48	3:34
18	- 10:40	- 13:46	- 7:44	1:04	3:36	- 1:07	- 6:01	- 3:40	6:22	15:19	14:34	3:05
19	- 10:57	- 13:40	- 7:26	1:17	3:33	- 1:19	- 6:05	- 3:26	6:44	15:29	14:20	2:36
20	- 11:13	- 13:34	- 7:08	1:29	3:29	- 1:32	- 6:09	- 3:12	7:06	15:38	14:05	2:07
21	- 11:29	- 13:27	- 6:49	1:40	3:24	- 1:44	- 6:12	- 2:57	7:28	15:47	13:49	1:37
22	- 11:44	- 13:19	- 6:31	1:52	3:19	- 1:57	- 6:15	- 2:42	7:49	15:55	13:33	1:07
23	- 11:58	- 13:11	- 6:13	2:03	3:14	- 2:09	- 6:17	- 2:26	8:11	16:02	13:16	0:38
24	- 12:12	- 13:02	- 5:54	2:13	3:08	- 2:22	- 6:18	- 2:09	8:33	16:09	12:58	0:08
25	- 12:25	- 12:52	- 5:35	2:23	3:02	- 2:34	- 6:19	- 1:52	8:54	16:15	12:40	- 0:22
26	- 12:37	- 12:42	- 5:17	2:32	2:55	- 2:46	- 6:19	- 1:35	9:15	16:20	12:20	- 0:52
27	- 12:48	- 12:31	- 4:58	2:41	2:48	- 2:58	- 6:19	- 1:17	9:36	16:24	12:01	- 1:22
28	- 12:59	- 12:20	- 4:40	2:49	2:40	- 3:09	- 6:18	- 0:59	9:56	16:27	11:40	- 1:52
29	- 13:08		- 4:21	2:56	2:32	- 3:21	- 6:16	- 0:41	10:17	16:30	11:19	- 2:21
30	- 13:17		- 4:03	3:04	2:24	- 3:32	- 6:14	- 0:22	10:37	16:32	10:57	- 2:51
31	- 13:26		- 3:45		2:15		- 6:12	- 0:03		16:33		- 3:20

Weiterführende Informationen zu Sonnenuhren:

- Die Sonnenuhr (Arbeitshefte des Deutschen Uhrenmuseums, Furtwangen, 1995)
Das dort beschriebene Verfahren zur Konstruktion des Zifferblattes nach Schuhmacher wurde als Grundlage für die Erstellung dieser Anleitung verwendet.
- Bauanleitungen für Sonnenuhren und Programme zur Berechnung von Sonnenuhren u. a. ein Programm, mit dem man eine Papiersonnenuhr berechnen kann:
WWW-Seiten von Jürgen Giesen (<http://www.jgiesen.de>)
- Link für Papiersonnenuhr (englisch):
<http://users.eastlink.ca/~srg1/SpredSht.htm>