

# Lernendes Forschen am Projekt Sonnenuhr

## Materialsammlung mit Bastelvorlagen für fächerübergreifenden Unterricht

Nicolette Doblhoff

Wenn es uns gelingt,

- o Begeisterung hervorzurufen,
- o Neugier zu wecken,
- o zum Nachdenken anzuregen,
- o Freude in den Unterricht zu bringen,
- o zum Fragen anzuregen,
- o zu zeigen, dass Mathematik „schön“ sein kann,
- o und zu zeigen, dass man das Wunder der Schöpfung mit mathematischen Methoden berechnen kann,

dann wird fröhliches und forschendes Lernen fast schon zur Selbstverständlichkeit.

Fächerübergreifendes Arbeiten, Forschen, Fragen, Reflektieren und Problemlösen ist besonders für begabte und hochbegabte Schülerinnen und Schüler unerlässlich und notwendig, kann jedoch auch bei mathematisch nicht so interessierten Schülerinnen und Schülern dazu führen, dass sozu-sagen „der Knopf aufgeht“ und plötzlich das Interesse, ja sogar die Liebe zum Fach erwacht. Denn jede Schülerin und jeder Schüler weist unterschiedliche Fähigkeiten, Interessen und Begabungen auf. Es liegt an uns Lehrerinnen und Lehrern, diese zu erkennen und das Potenzial der Jugendlichen bestmöglich zu fördern.

Wesentlich ist, dass wir mit unseren Schülerinnen und Schüler den Kanon der einzelnen Fächer durchbrechen und Brücken bauen, Querverbindungen suchen, Zusammenhänge erkennen und Verknüpfungen bilden.

Im Folgenden wird ein Projekt vorgestellt, das im Rahmen des Regelunterrichts in der Unter- wie auch in der Oberstufe fächerübergreifendes Arbeiten und forschendes Lernen in Mathematik, Physik, Informatik, Geschichte, Geographie, Religion und Kunst ermöglicht.

Die hier angebotene fertige Arbeitsanleitung kann gerne kopiert werden. In ihr sind die physikalischen und mathematischen Grundlagen zum Thema Sonnenuhr in einer für den Schulunterricht geeigneten und vereinfachten Weise zusammengefasst. Zwei Bastelvorlagen ermöglichen den Bau von Sonnenuhren (Äquatorial-, Horizontal- und Vertikalsonnenuhr) auf einfache Weise.

Dipl.-Ing. Mag. Nicolette Doblhoff-Dier unterrichtet Physik, Mathematik und Informatik am Gymnasium Maria-Regina, 1190 Wien. Für ihren projektorientierten und fächerübergreifenden Unterricht erhielt sie 2012 den Roman-Sexl-Preis der ÖPG. eMail: nicolette.doblhoff@gmx.at



Das Projekt lässt sich fächerübergreifend in beliebig umfangreicher Weise auf eine Reihe von weiteren Unterrichtsgegenständen erweitern.

So kann im Geschichtsunterricht, ebenso wie auch im Physikunterricht ein Bogen von den ersten Sonnenuhren bei den Chinesen und Ägyptern bis zu modernen Atomuhren gespannt werden. Obelisk und Nilüberschwemmungen können ebenso besprochen werden wie die mathematischen Leistungen der Babylonier oder die Notwendigkeit einer genauen Zeitmessung für die pünktliche Einhaltung der Gebete in den Klöstern des Mittelalters.

Die Schülerinnen und Schüler können sich auf die Suche nach Sonnenuhren auf Kirchen, Klöstern und anderen Gebäuden machen und im Kunstunterricht die architektonischen, historischen und künstlerischen Unterschiede der Sonnenuhren aus unterschiedlichen Zeitepochen besprechen, aber vor allem auch nach selbst entwickelten Entwürfen eigene kreativ gestaltete Sonnenuhren bauen.

**Artikel zu Sonnenuhren sind auch in älteren Ausgaben zu finden:**

Plus Lucis 1-2/2008: Unsere Uhren gehen falsch! – Sylvia Srabotnik

Plus Lucis 1-2/2007: Tragbare Sonnenuhren in Europa ab 1400 – Ilse Fabian

Plus Lucis 4/1995: Projekt Sonnenuhr – Ilse Fabian

# Die Äquatorialsonnenuhr

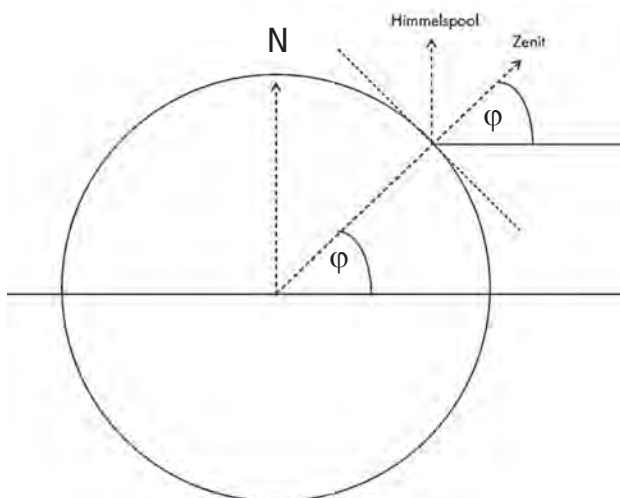
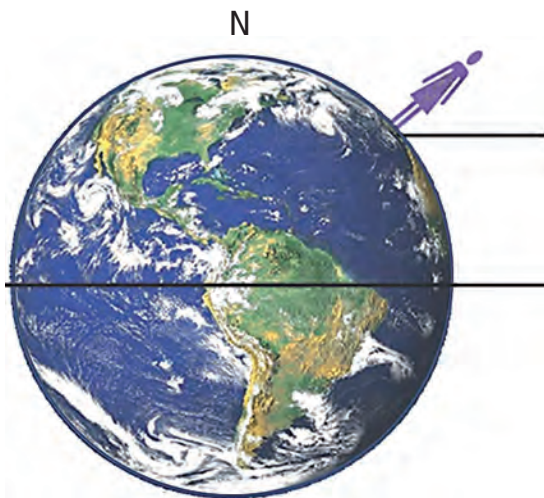
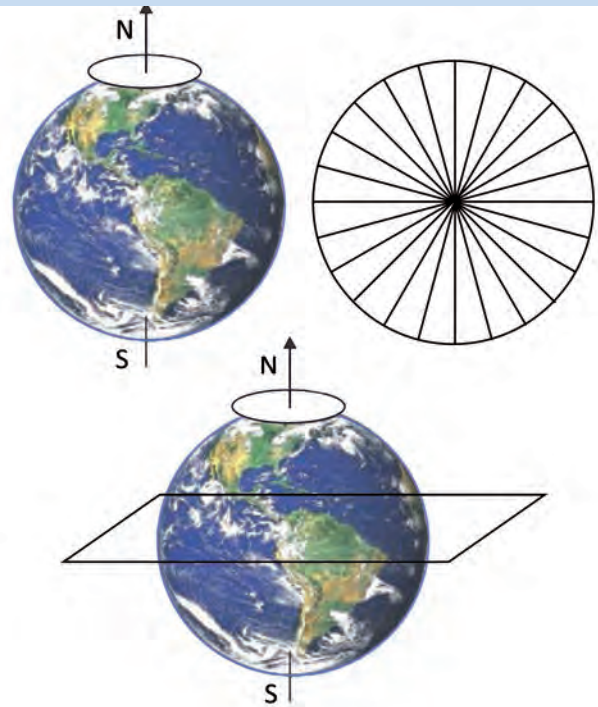
Stell dir eine Sonnenuhr vor, die ganz genau am Nordpol steht. Sie besteht aus einem Stab für den Schatten und einer kreisrunden Scheibe mit 24 Teilungen.

- ? Überlege: Der Tag hat 24 Stunden. Wie viel Grad ergeben sich dann für eine Stunde?
- ? Woher weiß man am Nordpol, wo man die Markierung für 12 Uhr Mittag eintragen muss?

Stell dir jetzt eine Ebene vor, die genau durch den Äquator geht und parallel zu jener Sonnenuhr ist, die auf dem Nordpol steht.

Wenn die Erde durchsichtig wäre und man vom Südpol zum Nordpol einen Stab durchstecken könnte, dann wäre die Winkelteilung für diese Sonnenuhr, die in der Äquatorebene liegt, genau gleich wie die Winkelteilung der Sonnenuhr, die auf dem Nordpol steht.

Aus diesem Grund nennt man so eine Sonnenuhr, die genau parallel zur Äquatorebene liegt: **Äquatorialsonnenuhr**



**Wie aber kann man eine Sonnenuhr machen, wenn man nicht auf dem Nordpol wohnt?**

Wie du aus der Abbildung erkennen kannst, kannst du auch auf einer geographischen Breite von z.B.  $48^\circ$  eine Sonnenuhr so aufstellen, dass sie parallel zum Äquator ist.

Nur wird dir diese Sonnenuhr – dort wo du stehst – „schief“ vorkommen. Das macht aber nichts!

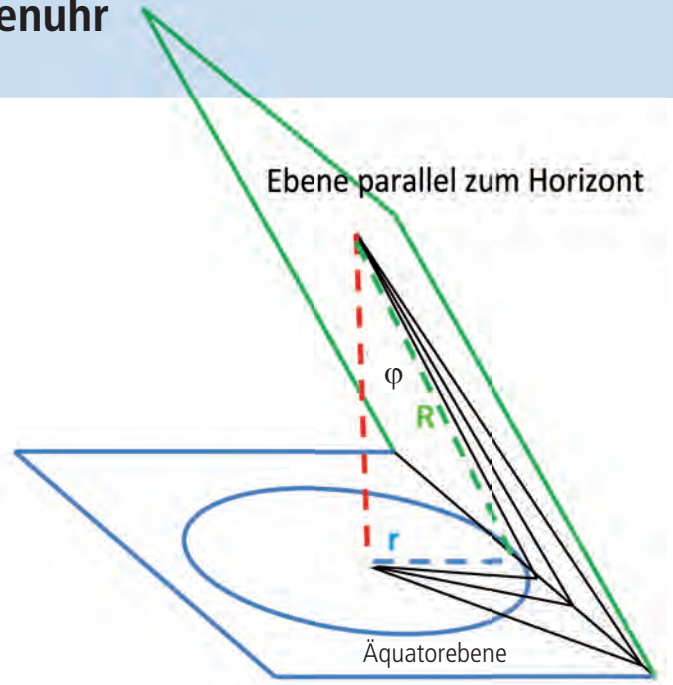
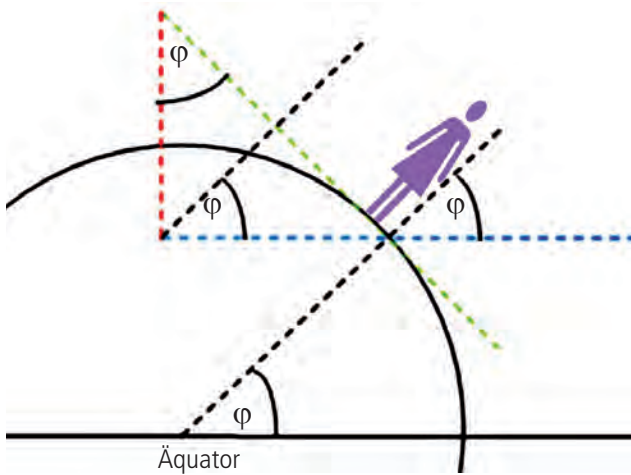
Eine so aufgestellte Sonnenuhr nennt man ebenfalls **Äquatorialsonnenuhr**, weil sie parallel zur Äquatorebene ist.

In der Abbildung steht der Winkel  $\varphi$  für die geographische Breite. (In Wien:  $48,2^\circ$  nördliche Breite)

- ? Wie viel Grad nördlicher Breite hat ein Ort, der genau auf dem Äquator liegt?
- ? Wie viel Grad nördlicher Breite hat der Nordpol?
- ? Kleine Zusatzfrage: Warum haben wir Menschen, die auf einer nördlichen Breite von  $48^\circ$  wohnen, nicht das Gefühl „schief“ zu stehen?
- ? Und warum merken wir bei der täglichen Drehung der Erde um ihre eigene Achse nicht einen entsetzlich starken „Fahrtwind“?

# Konstruktion einer Horizontalsonnenuhr

mit richtigen Winkelteilungen



Nimm an, du hast eine fertig gezeichnete Äquatorialsonnenuhr mit Radius  $r$ , mit allen Winkelteilungen und zwar für jede Stunde genau  $15^\circ$ . (Hier ist die Äquatorialsonnenuhr blau gezeichnet).

Und du möchtest jetzt eine sogenannte „HORIZONTALSONNENUHR“ mit Radius  $R$  konstruieren, d.h. eine Sonnenuhr, die du bei

dir (z. B. am  $48^\circ$  Breitengrad) auf den Boden legen kannst. (Hier grün gezeichnet). Die grün gezeichnete Uhr erscheint in der Abbildung oben rechts zwar schief, aber bei dir am  $48^\circ$  Breitengrad wird sie genau waagrecht auf dem Boden liegen, wie in der linken Abbildung die grün strichlierte Linie gemeinsam mit dem Strichmännchen andeutet.

Wie du dir sicherlich vorstellen kannst, erscheinen die Winkelteilungen auf der Horizontalsonnenuhr nun verzerrt.

Wie kann man die Winkel für die Horizontalsonnenuhr berechnen?

## Mathematikunterricht Unterstufe:

Du kannst die neuen Winkel ohne Rechnung einfach konstruieren, wie die Abbildung zeigt. Dabei muss in einer nördlichen Breite von  $48,2^\circ$  der Radius  $R$  ungefähr 1,34 Mal so groß sein wie  $r$ . (Die Berechnung dazu folgt unten.)

## Mathematikunterricht Oberstufe:

Betrachte das skizzierte Dreieck.

Dasselbe Dreieck kannst du auch in der Abbildung oben rechts erkennen.

Du erkennst sicher, dass in diesem

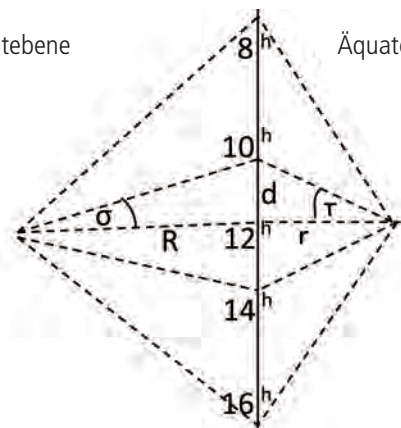
Dreieck gilt:  $\sin \varphi = \frac{r}{R}$

Dabei ist  $\varphi$  die geographische Breite.



Horizontebene

Äquatorebene



den einzelnen Stunden auf der Horizontalsonnenuhr mit  $\sigma$  bezeichnen, dann findest du aus der obigen Abbildung im linken grün gezeichneten Teil für die Horizontalebene:

$$\tan \sigma = \frac{d}{R}$$

und im rechten, blau gezeichneten Teil für die Äquatoralebene folgt:

$$\tan \tau = \frac{d}{R}$$

Und daraus folgt für die Winkel auf der Horizontalsonnenuhr:

$$\tan \sigma = \sin \varphi \cdot \tan \tau$$

# Winkelberechnung im Informatikunterricht, fächerübergreifend mit Mathematik

Mit Hilfe des Programms Excel kannst du eine ordentliche Tabelle machen, mit deren Hilfe du für jeden Winkel (für jede Stunde) den entsprechenden Winkel der Horizontaluhr berechnen kannst.

Wie schon erwähnt gilt:  $\tan \sigma = \sin \varphi \cdot \tan \tau$

- Dabei ist:
- $\tau$  der Winkel zwischen den einzelnen Stunden auf der Äquatorialuhr, also 15°.
  - $\sigma$  der Winkel zwischen den einzelnen Stunden auf der Horizontaluhr
  - $\varphi$  der Winkel der geographischen Breite (z.B. in Wien: 48,2°)

Erstelle in Excel die nachstehende Tabelle, mit der du alle Winkel rasch umrechnen kannst. Dabei musst du jedoch beachten:

In Excel werden trigonometrische Funktionen nicht im Gradmaß, sondern im Bogenmaß (in Radiant, rad) gerechnet. Du musst also alle verwendeten Winkel immer zuerst in Radiant umrechnen.

Also: 
$$\text{Winkel in rad} = \frac{\text{Winkel in Grad} \cdot \pi}{180^\circ}$$

Die Tabelle sieht für Wien so aus:

	A	B	C	D	E	F	G
1	<b>Winkelberechnung für die Horizontalsonnenuhr</b>						
2	Geographische Breite Wien		$\varphi =$	48,2	Grad	0,84	rad (=Grad*PI()/180)
3							
4	<b>Stunde bis 12 Uhr</b>	<b>Stunde ab 12 Uhr</b>	<b><math>\tau</math> Stundenwinkel äquatorial</b>	<b><math>\tau</math> in rad</b>	<b><math>\sin \varphi \cdot \tan \tau</math></b>	<b><math>\sigma = \arctan(\sin \varphi \cdot \tan \tau)</math> in rad</b>	<b><math>\sigma = \arctan(\sin \varphi \cdot \tan \tau)</math> in Grad</b>
5	12	12	0	0,00	0,00	0,00	0,00
6	11	13	15	0,26	0,20	0,20	11,30
7	10	14	30	...	...	...	...
8	9	15	45	...	...	...	...
9	8	16	60	...	...	...	...
10	7	17	75	...	...	...	...
11	6	18	90	...	...	...	...

## Die Vertikalsonnenuhr

Oft kommt es vor, dass man eine Sonnenuhr nicht waagrecht auf den Boden legen möchte, sondern senkrecht z.B. auf einer Hauswand montieren möchte. In diesem Fall spricht man von einer Vertikalsonnenuhr.

Dabei gilt: 
$$\cos \varphi = \frac{r}{R}$$

mit  $r$  = Radius der Äquatorialsonnenuhr, also einer Sonnenuhr, die am Äquator waagrecht am Boden liegt, und  $R$  = Radius der Vertikalsonnenuhr, also einer Sonnenuhr, die auf z. B. 48° nördlicher Breite senkrecht an beispielsweise einer Hauswand hängt.

Die weiteren Rechnungen sind wie bei der Horizontalsonnenuhr.

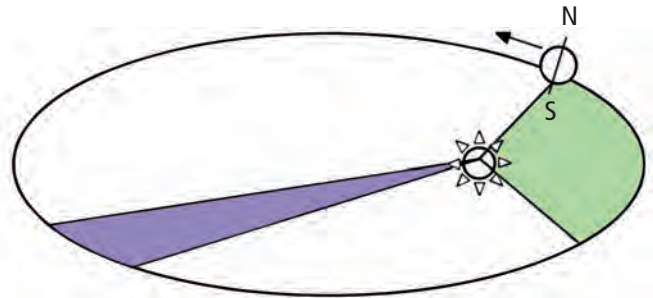
# Notwendige Korrekturen wegen unterschiedlicher Umlaufgeschwindigkeit der Erde um die Sonne

Ganz so leicht macht es die Sonne uns aber nicht!  
Die Erde ist nämlich auf ihrer Umlaufbahn um die Sonne nicht immer gleich schnell!

**Das zweite Gesetz von Johannes Kepler** (1571 – 1630) sagt über die Umlaufbahn der Erde um die Sonne:

*„Eine von der Sonne zu einem Planeten gezogene Strecke überstreicht in gleichen Zeiträumen gleiche Flächen.“*

- ? Überlege: Wenn die Erde gerade weiter weg ist von der Sonne (also in obiger Abbildung eher weiter links ist), bewegt sie sich dann schneller oder langsamer?
- ? Überlege: In der nebenstehenden Abbildung ist auch die Erdachse (Nord-Süd-Richtung) eingezeichnet. Die Erdachse ist bezüglich der Umlaufbahn um die Sonne geneigt. Betrachte die Abbildung und überlege: Wenn bei uns auf der Nordhalbkugel Winter ist, ist die Erde dann weiter weg von der Sonne? Oder woran liegt es sonst, dass wir unterschiedliche Jahreszeiten haben?



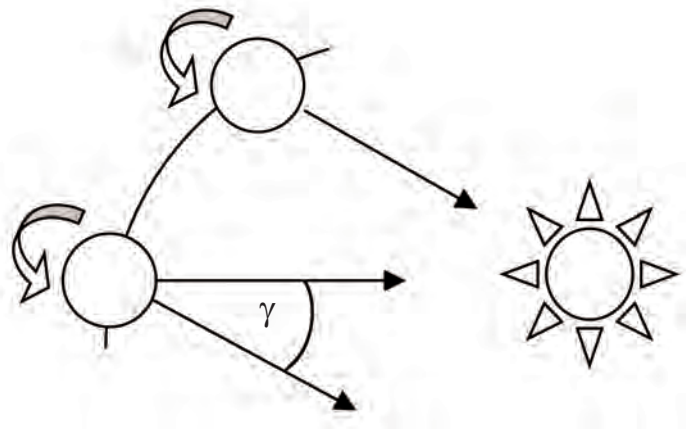
- ? Überlege: Bewegt sich die Erde demnach im Winter (wenn auf der Nordhalbkugel Winter ist) oder im Sommer schneller auf ihrem Weg um die Sonne herum?

## „Der echte Sonnentag“

Unter einem echten Sonnentag versteht man die Dauer, die verstreicht, bis ein bestimmter Punkt der Erde nach Drehung der Erde um die eigene Achse wieder genau zur Sonne schaut.

### Zusätzlich nötiger Drehwinkel $\gamma$ von „Mittag“ bis „Mittag“

Da sich die Erde nicht nur um ihre eigene Achse dreht, sondern zusätzlich in rund 365 Tagen einmal um die Sonne kreist, muss sich die Erde jeden Tag ein ganz kleines Stückchen mehr als eine Umdrehung drehen, bis derselbe Punkt wieder genau zur Sonne schaut. Der zusätzlich nötige Drehwinkel ist in dieser Abbildung mit  $\gamma$  bezeichnet. Die Erde muss sich also täglich um den Winkel  $(360^\circ + \gamma)$  drehen, bis derselbe Punkt der Erde wieder genau zur Sonne schaut.



Für diese zusätzliche kleine Drehung um den Winkel  $\gamma$  benötigt die Erde jeden Tag durchschnittlich etwa 4 Minuten.

- ? Überlege: Wie kommt man auf den Wert von durchschnittlich etwa 4 Minuten, die die Erde jeden Tag (ungefähr) für die Drehung um den Winkel  $\gamma$  benötigt?
1. Hinweis: Um einmal die Sonne zu umkreisen, benötigt die Erde etwas mehr als 365 Tage.
  2. Hinweis: In diesen ungefähr 365 Tagen summieren sich die Winkel insgesamt auf eine volle Drehung. Also: 365-mal der Winkel ergibt eine volle Drehung von  $360^\circ$ . Die Erde braucht für eine ganze Drehung um ihre Achse genau einen Tag.
  3. Hinweis: Überlege, wie viele Minuten ein Tag hat.
  4. Hinweis: Dividiere die Anzahl der „Minuten eines Tages“ durch die „Anzahl der Tage eines Jahres“ und du erhältst näherungsweise den Wert 4.

# Notwendige Korrekturen wegen unterschiedlicher Umlaufgeschwindigkeit der Erde um die Sonne (Fortsetzung)

## Jahreszeitlicher Unterschied beim Winkel $\gamma$

Da die Erde auf ihrem Weg um die Sonne nicht immer gleich schnell ist (siehe das 2. Kepler'sche Gesetz), ist der Winkel  $\gamma$  nicht immer gleich groß!

Wenn im Sommer die Erde von der Sonne weiter weg ist und die Erde daher langsamer ist, ist die notwendige Zusatzdrehung (also der Winkel  $\gamma$ ) kleiner.

Wenn die Erde im Winter näher bei der Sonne ist und daher schneller unterwegs ist, ist die notwendige Zusatzdrehung (also der Winkel  $\gamma$ ) größer!

Ein Tag von „Mittag“ bis „Mittag“ dauert daher bei einer Sonnenuhr im Winter länger. Eine Sonnenuhr geht also im Winter „langsamer“.



Diese Unterschiede sind für jeden einzelnen Tag nur sehr gering. Im Laufe des Winters bzw. Sommers aber summieren sich diese kleinen Zeitunterschiede.

Darum muss eine Sonnenuhr – wenn sie die Zeit genau anzeigen soll – je nach Jahreszeit ein klein wenig korrigiert werden!

## Korrekturminuten als Folge des unterschiedlich schnellen Umlaufs der Erde um die Sonne, als Folge des 2. Kepler'schen Gesetzes:

Die „Korrektur-Minuten“, die durch die unterschiedlich schnelle Bewegung der Erde um die Sonne entstehen, kannst du aus der nebenstehenden Abbildung ablesen:

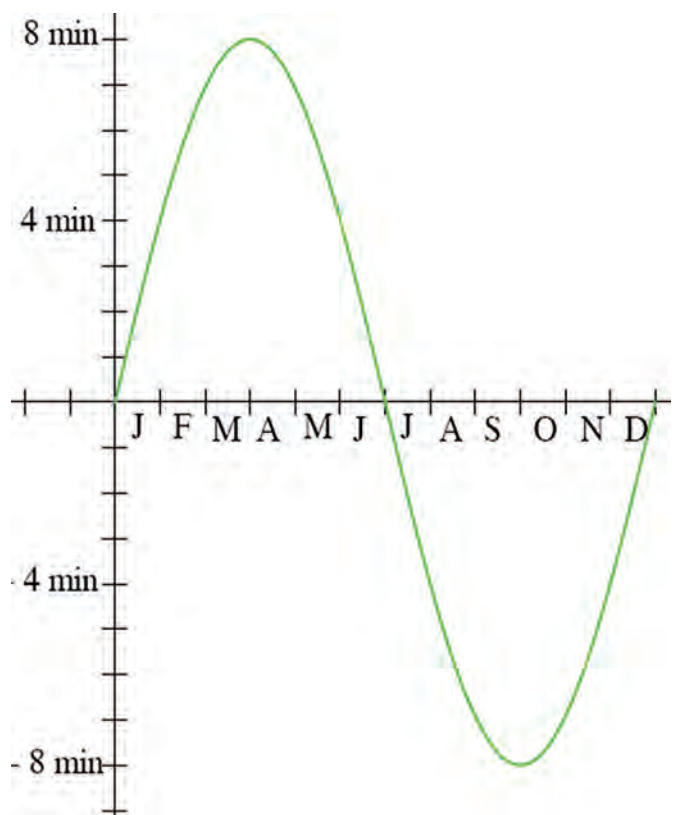
Die waagrechte Achse zeigt die Monate (J = Jänner, F = Februar, M = März u.s.w.) und die senkrechte Achse zeigt an, wie viele Minuten du zu der Zeit, die die Sonnenuhr anzeigt, addieren oder subtrahieren musst.

Wenn man diese Korrektur vernachlässigt, kann demnach eine Sonnenuhr um bis zu 8 Minuten vor- oder nachgehen.

Na ja, auch nicht tragisch. Oder?

Wenn es nicht auf die Minute ankommt, kann man auf diese Korrektur natürlich verzichten.

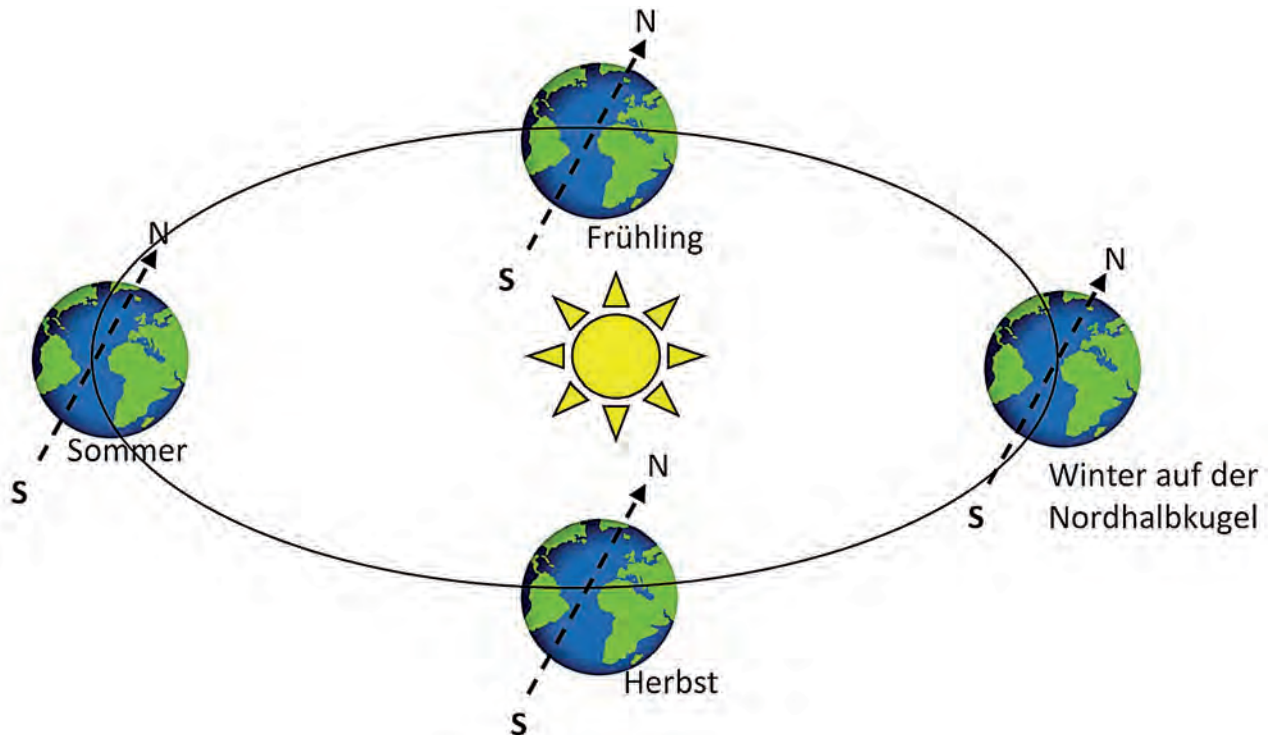
Wenn man aber genau sein will, dann gibt es noch eine notwendige Korrektur!



Korrekturminuten als Folge des 2. Kepler'schen Gesetzes (Bild: Hans Walser, Uni Basel)

# Nötige Korrektur als Folge der Schrägstellung der Erdachse

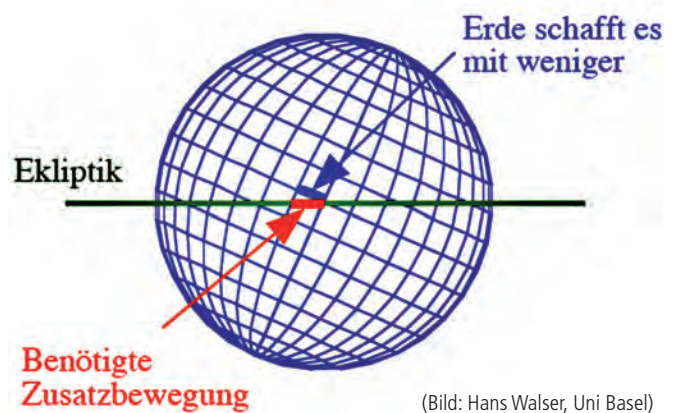
Eine weitere Korrektur der Sonnenuhr ergibt sich dadurch, dass die Erdachse (vom Nordpol zum Südpol) bezüglich der Ekliptik geneigt ist. Die Ekliptik ist die Ebene, in der sich die Umlaufbahn der Erde um die Sonne befindet.



## Zu Frühlings- und Herbstbeginn:

Zu Frühlingsbeginn (21. März) und zu Herbstbeginn (23. September), also zur Zeit der Tag- und Nachtgleiche, scheint die Sonne genau von der Seite auf die Erde.

Für die nötige Zusatzdrehung, die die Erde benötigt, damit ein Punkt der Erde wieder genau in Richtung Sonne schaut, braucht die Erde daher nur ein kleines Stück weniger zurücklegen. Siehe nebenstehende Abbildung.



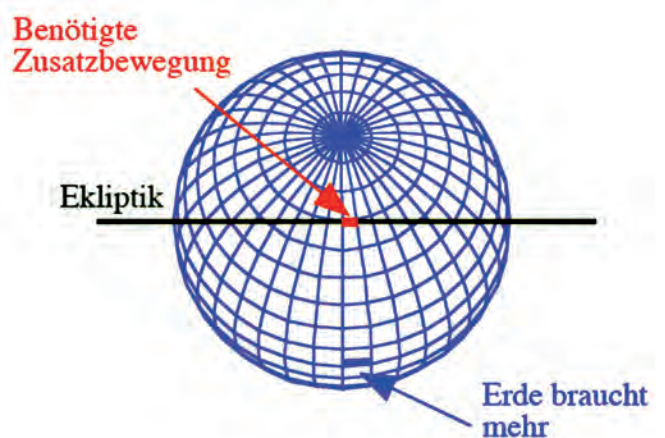
Zur Zeit der Tag- und Nachtgleiche (Frühling und Herbst), „geht die Sonnenuhr also auf Grund der Neigung der Erdachse ein kleines bisschen schneller“.

## Winter und Sommersonnwende

Zur Zeit der Winter- und Sommersonnwende (am 22. Juni und am 22. Dezember), wenn die Sonne „von oben“ bzw. „von unten“ auf die Erde scheint, läuft hingegen die Sonnenuhr „etwas zu langsam“.

Denn die Erde muss sich ein wenig mehr drehen, damit ein Punkt auf der Erde, der zu Mittag genau zur Sonne geschaut hat, am nächsten Tag wieder genau zur Sonne schaut.

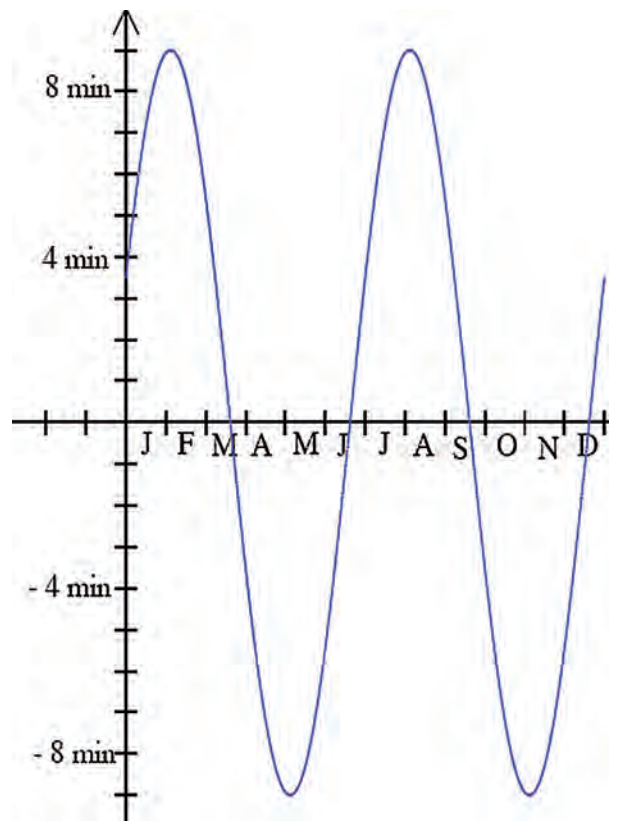
Im Sommer und im Winter „geht die Sonnenuhr“ daher etwas zu langsam.



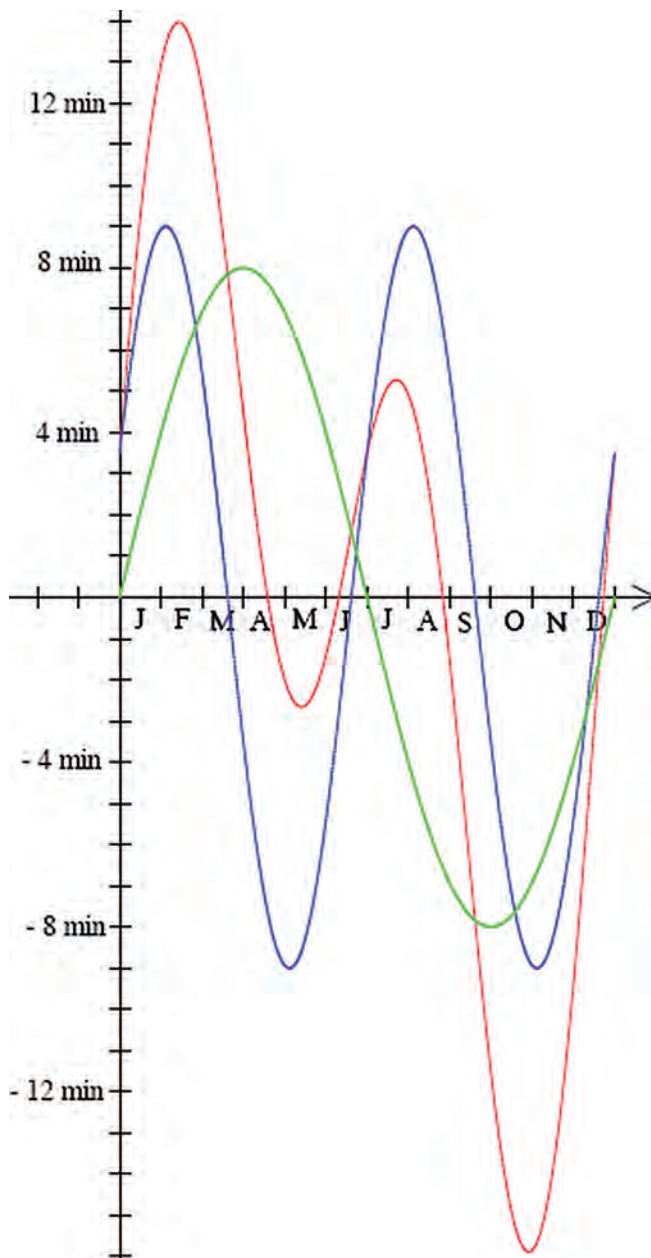
## Nötige Korrektur als Folge der Schrägstellung der Erdachse (Fortsetzung)

### Korrekturminuten als Folge der Schrägstellung der Erdachse

Die Korrekturminuten, die als Folge der Schrägstellung der Erdachse entstehen, kannst du aus der Abbildung rechts entnehmen:



Korrekturminuten als Folge der Schrägstellung der Erdachse  
(Bild: Hans Walser, Uni Basel)



Korrekturminuten insgesamt sogenannte „Zeitgleichung“

### Die Zeitgleichung (links) :

**Kombination der Korrekturminuten, die wegen der unterschiedlich schnellen Drehung der Erde um die Sonne und wegen der Schrägstellung der Erdachse nötig sind**

Betrachte die Abbildung links:

Die grün gezeichnete Kurve gibt die Korrekturminuten an, die wegen unterschiedlich schneller Drehung der Erde um die Sonne nötig sind.

Die blau gezeichnete Kurve gibt die Korrekturminuten an, die wegen der Schrägstellung der Erdachse nötig sind.

Die rot gezeichnete Kurve gibt die Summe der beiden Korrekturkurven an und somit die insgesamt nötigen Korrekturminuten (siehe Abbildung links).

Damit auch wirklich alles richtig ist:

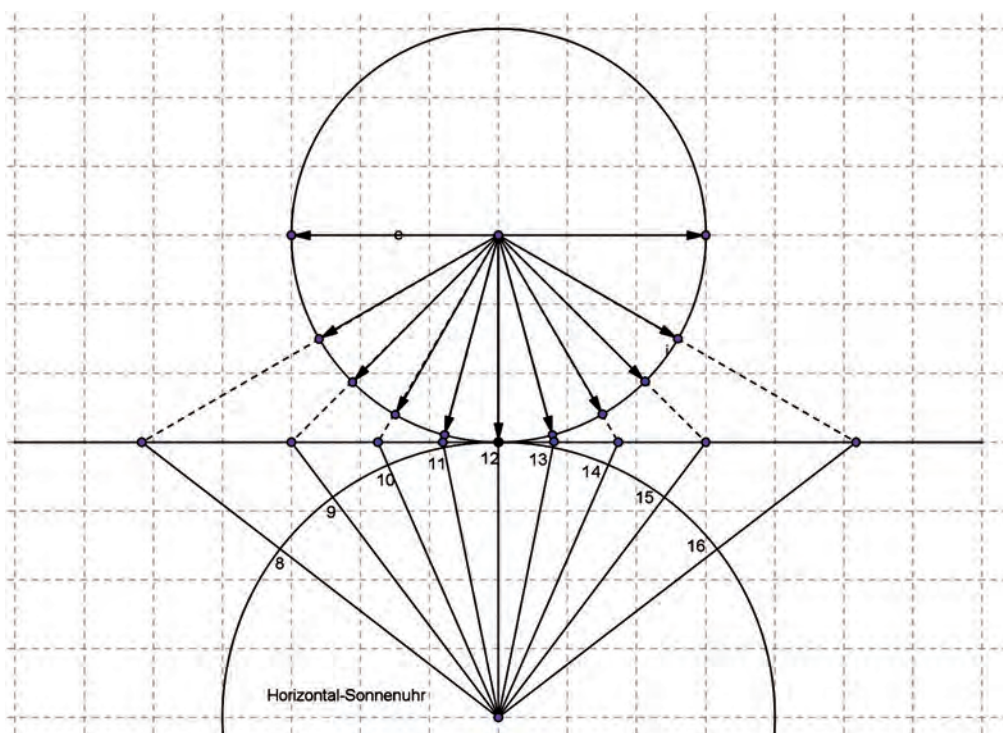
Vergiss nicht, auch noch Sommer- und Winterzeit zu beachten! Im Sommer ist es immer schon eine Stunde später, als die Sonnenuhr anzeigt!



## Konstruktion der Winkel für eine Horizontal-Sonnenuhr

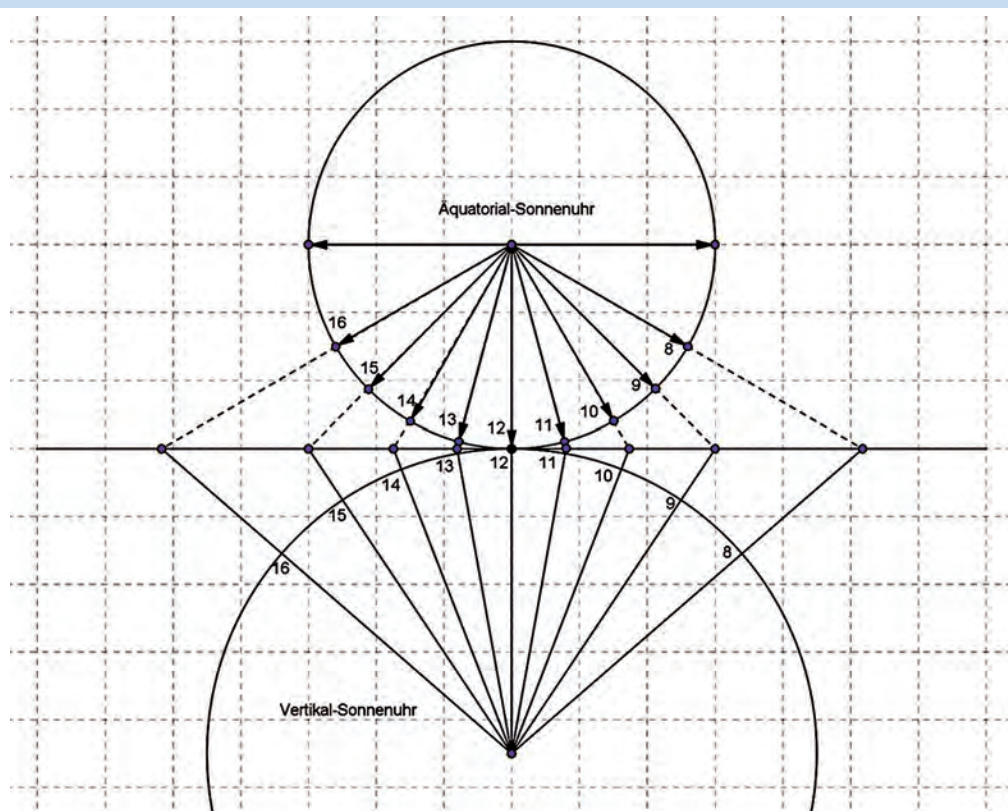
für eine geographische Breite von ca.  $48^\circ$

Mit dem Geometrieprogramm „GEOGEBRA“, das du dir kostenlos aus dem Internet herunter laden kannst, kannst du diese Konstruktion auch selbst am Computer fertigen!



## Konstruktion der Winkel für eine Vertikal-Sonnenuhr

für eine geographische Breite von ca.  $48^\circ$ :



# Ausschneidebogen für eine Dreifach-Sonnenuhr

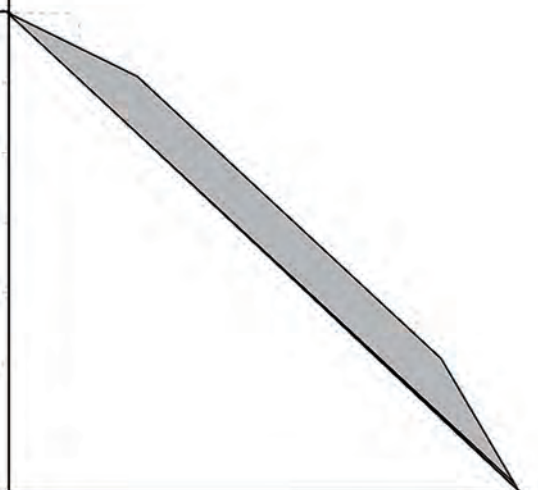
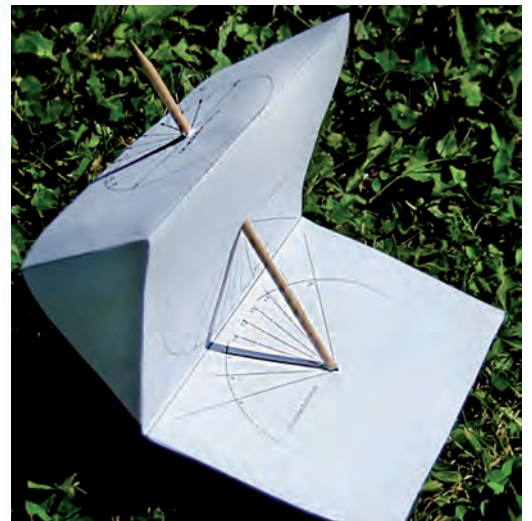
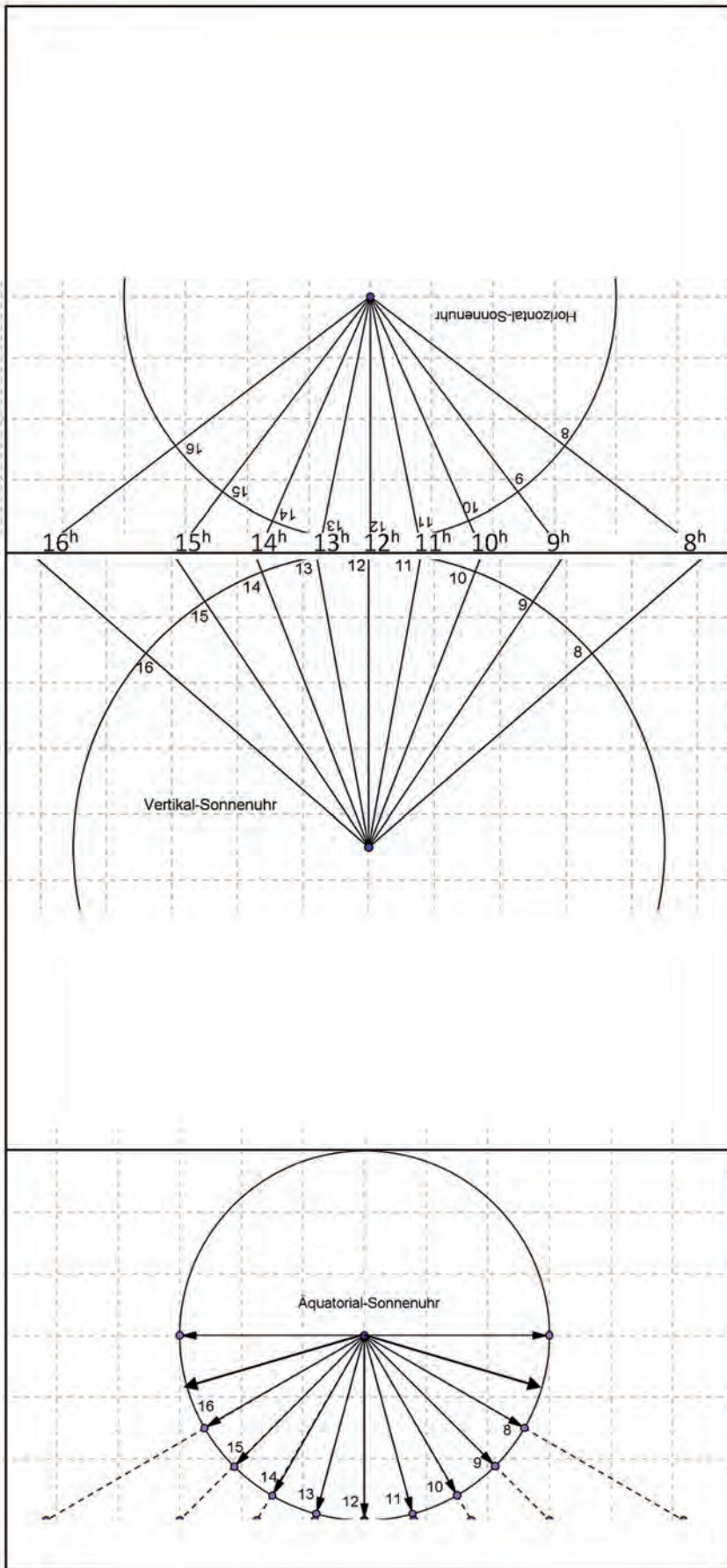
## Dreifach-Sonnenuhr fertig zum Ausschneiden.

Du musst nur noch durch die drei Mittelpunkte ein Grillstäbchen durchstecken und zwar derart, dass Horizontal- und Vertikal-Sonnenuhr zueinander genau im rechten Winkel stehen.

Das seitliche Dreieck dient dazu, dass auch die Äquatorialuhr ungefähr im richtigen Winkel steht.

Die Sonnenuhr wird dann einfach in die Wiese gesteckt und zwar derart, dass das Stäbchen genau nach Norden zeigt. (Wenn du nicht weißt, wo Norden ist, kannst du auch „mogeln“: Schau einfach auf die Armbanduhr und stelle deine Sonnenuhr so auf, dass sie die richtige Zeit anzeigt.

**Achtung: Sommerzeit!** Im Sommer zeigt die Sonnenuhr immer eine Stunde weniger an, als die Armbanduhr!



# Bastelbogen für eine kreisförmige Äquatorialsonnenuhr

Du benötigst einen Schnellhefter aus Plastik, ein bisschen Tixo oder eine Heftklammer und einen Faden.

Schneide dir vier Streifen von jeweils etwa 1,4 cm Breite aus.

Ein Streifen soll 25 cm lang sein, dieser wird den Rand der Halbkugel bilden (Streifen A).

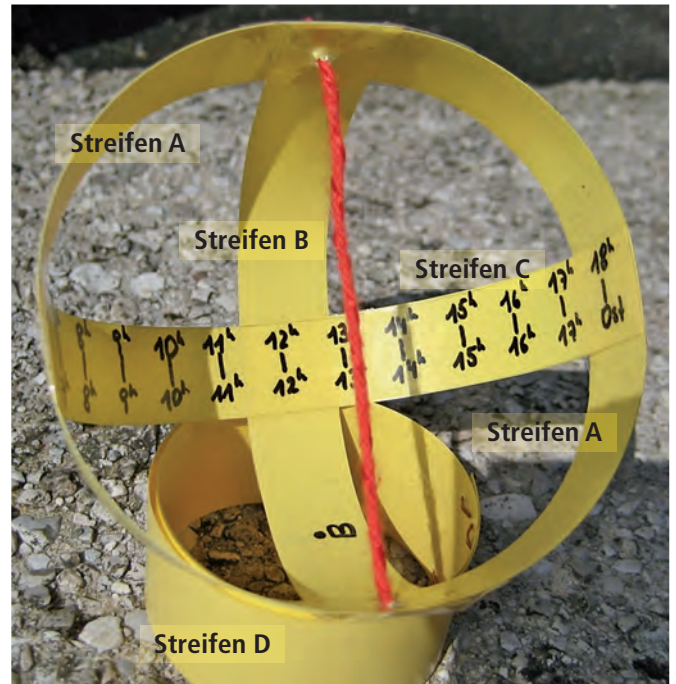
Ein Streifen soll 13 cm lang sein. Dieser bildet das sogenannte Meridianband. (Streifen B).

Ein weiterer Streifen soll ebenfalls 13 cm lang sein. Auf diesem wirst du die Uhrzeiten eintragen (Streifen C).

Und ein weiterer Streifen soll ca. 18 cm lang sein. Dieser bildet – doppelt gerollt – den Bodenring (Streifen D).

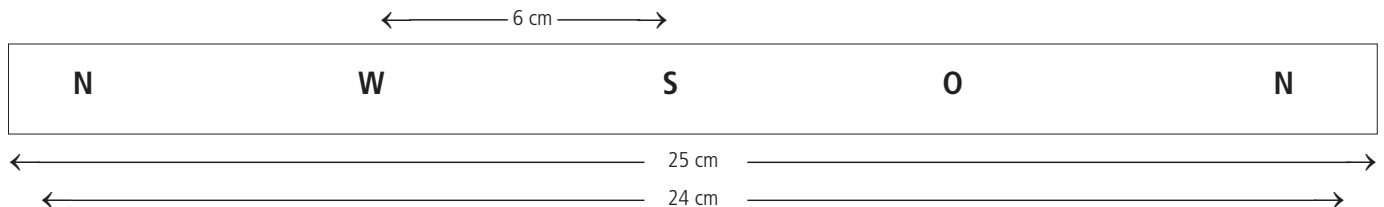
Die Anregung für diese Sonnenuhr stammt von der Internetseite [www.math.unibas.ch/~walsler](http://www.math.unibas.ch/~walsler).

Die Sonnenuhr in der Abbildung wurde ebenso wie die Bastelanleitung etwas vereinfacht (N. Doblhoff).



Beschrifte die Streifen wie unten gezeigt und klebe danach deine Sonnenuhr wie in der Abbildung zusammen. Beim Streifen A, der den Rand der Halbkugel bildet, sollen dabei die Punkte N und N genau übereinander liegen.

Streifen A:



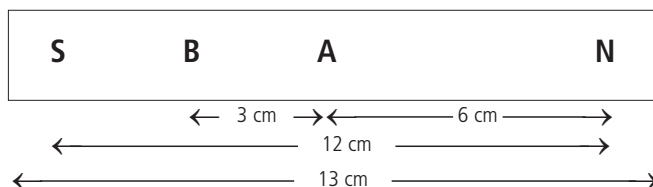
Streifen B:

Dieser Streifen bildet das sogenannte Meridianband (er geht also „von oben nach unten“).

Der Punkt B, der auf dem Streifen B eingezeichnet ist, muss später (wenn die Sonnenuhr aufgestellt wird) genau am tiefsten Punkt liegen. Um die Position des Punktes B zu markieren, betrachte

die nachstehende Abbildung. Bei einer geographischen Breite von  $48,2^\circ$  muss gelten:  $x = 3,2$  cm. Die Rechnung dazu lautet (für eine geographische Breite von  $48,2^\circ$  und für einen Viertelkreisbogen von 6 cm Länge) wie folgt:

$$\frac{x}{48,2^\circ} = \frac{6}{90^\circ}$$

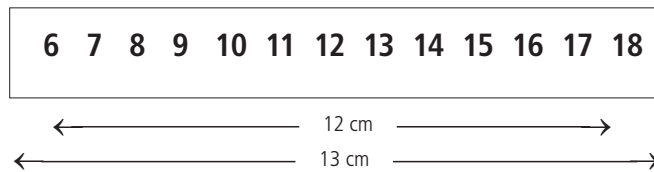


## Bastelbogen für eine kreisförmige Äquatorialsonnenuhr (Fortsetzung)

### Streifen C:

Der Streifen für die Uhrzeiten. Der Streifen soll insgesamt 13 cm lang sein. Zwischen Westen und Osten (W und O) soll der Abstand genau 12 cm betragen.

Dadurch kannst du genau bei jedem Zentimeter einen Strich für die Uhrzeit machen.



### Streifen D:

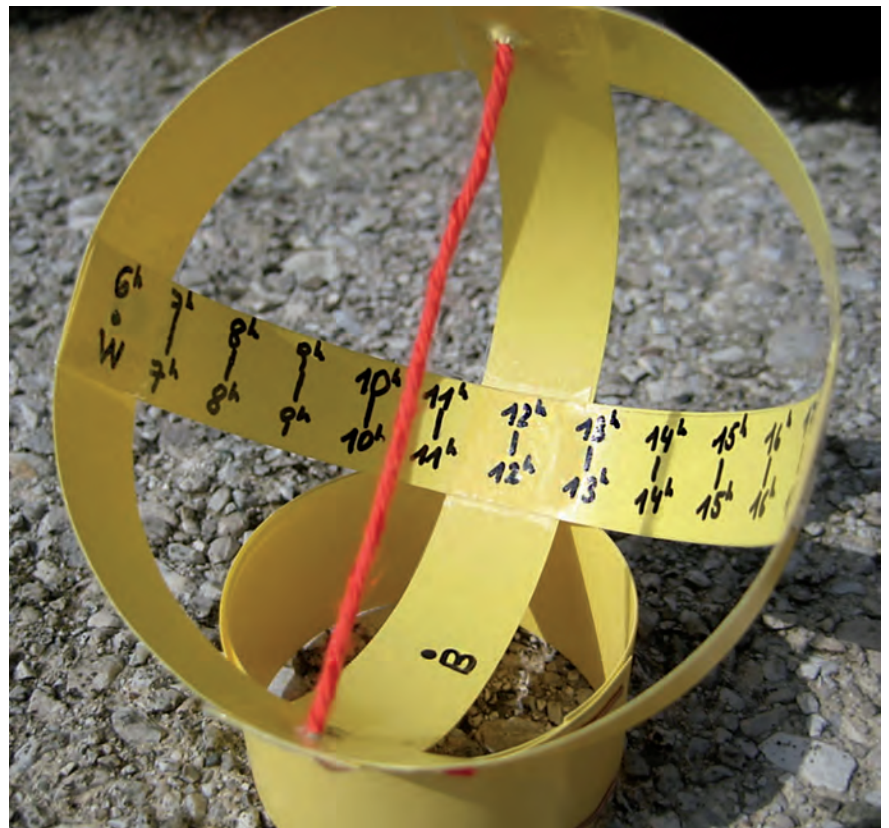
Der Bodenring ist einfach. Du rollst ihn einfach doppelt zusammen, damit er schön stabil ist und eine gute Unterlage für deine Sonnenuhr bildet.

Zum Schluss musst du noch einen Faden (oder ein Grillstäbchen) einfädeln. Dieser Faden bzw. das Grillstäbchen hat die Funktion des Schattenwerfers. Sein Schatten wird dir die Uhrzeit anzeigen.

Jetzt musst du die Streifen A, Streifen B und Streifen C wie in der Abbildung zusammenfügen und schon hast du eine fertige Äquatorialsonnenuhr, die sogar einigermaßen wasserfest ist!

Um die Uhr richtig aufzustellen, musst du darauf achten, dass sie in die richtige Himmelsrichtung zeigt!

Der Streifen B muss genau in Richtung Norden weisen. Natürlich kannst du auch hier wieder „mogeln“ und auf deiner Armbanduhr nachschauen, wie spät es ist. (Sommerzeit beachten)! Jetzt stellst du deine Sonnenuhr einfach so auf, dass sie die richtige Uhrzeit anzeigt.



Viel Freude mit deinen Sonnenuhren  
wünscht dir Nicolette Doblhoff

Sämtliches nichtgekennzeichnetes Bild- und Arbeitsmaterial in diesem Artikel stammt von Nicolette Doblhoff.