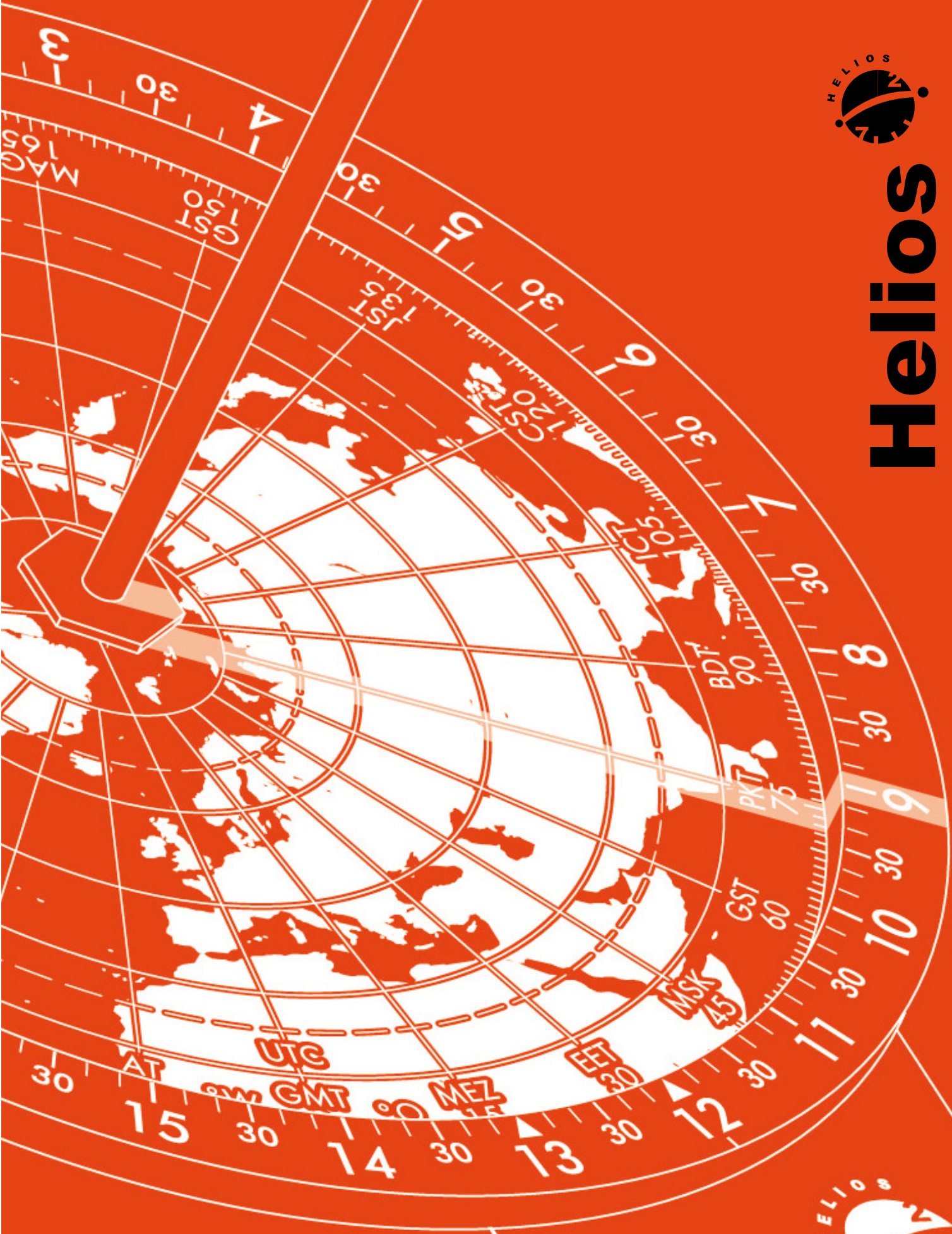


# POLARIS

HANDBUCH



# Helios

ASTRONOMISCHE UHREN



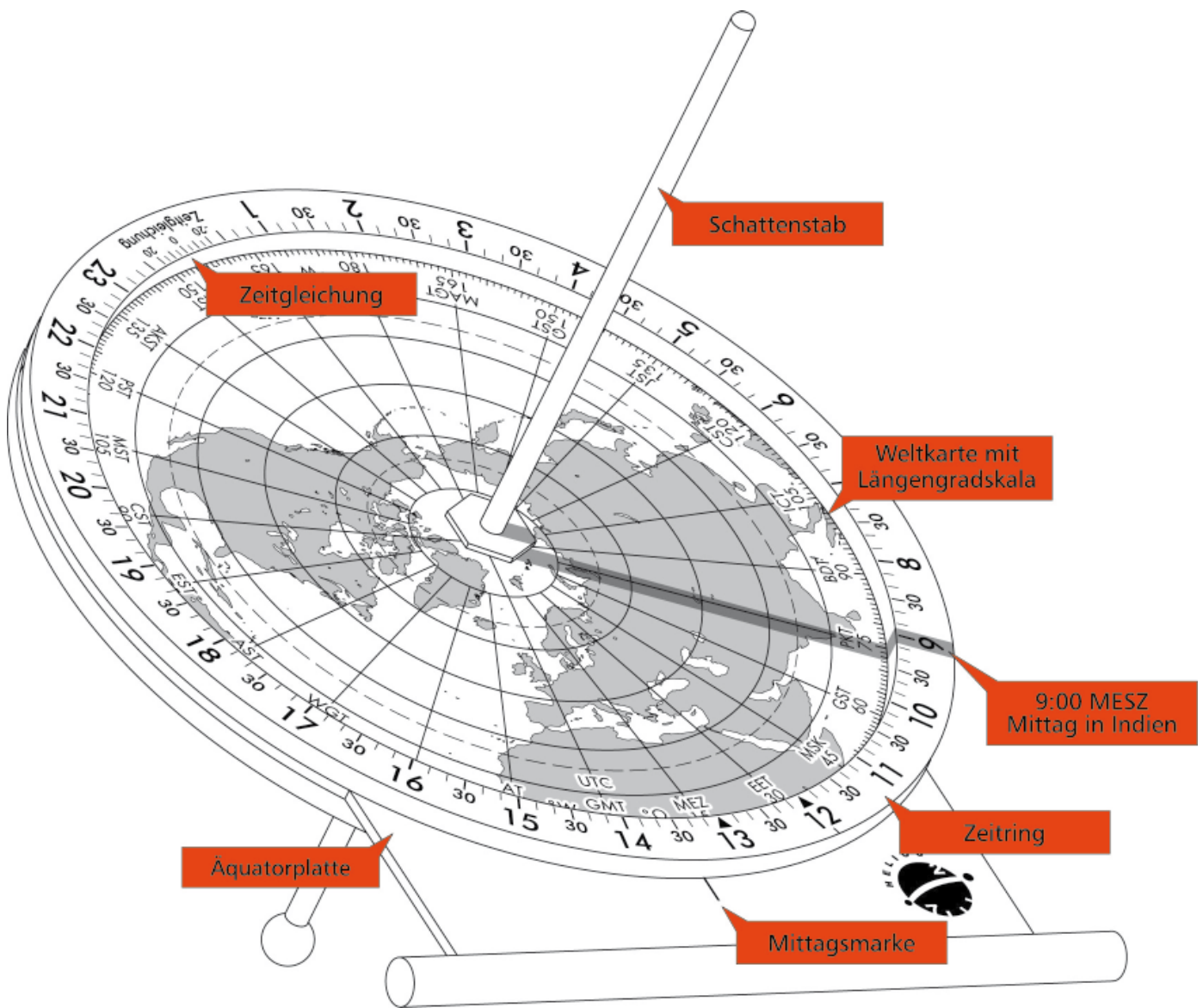


Bild 1: Die Sonnenuhr POLARIS



## Die Sonnenuhr POLARIS

„Und sie dreht sich doch“ soll der italienische Physiker, Mathematiker, Philosoph und Astronom Galileo Galilei gemurmelt haben, als er in hohem Alter - die Heilige Inquisition vor Augen - gezwungen wurde, dem kopernikanischen Weltbild abzuschwören.

Galilei ist inzwischen von der Kirche rehabilitiert worden und heute wissen wir zweifelsfrei, dass sich die Erde um die Sonne bewegt und sich um eine Achse dreht, die zum Polaris (Polarstern) zeigt.

Die Sonnenuhr POLARIS besitzt einen Schattenstab, der parallel zur Erdachse steht. In Folge der Erddrehung bewegt sich die Sonne scheinbar um den Stab, der mit seinem Schatten auf der Weltkarte zeigt, wo unser Tagesgestirn gerade steht.

Beispielsweise zeigt die POLARIS in Bild 1 an, dass die Sonne über Indien steht, also in Bombay gerade Mittag ist. Gleichzeitig liest man dort, wo der Schatten auf den Zeiring fällt, 9 Uhr MESZ ab. Das ist die Zeit, die Sie auch von Ihrer Armbanduhr ablesen. Das ist keineswegs selbstverständlich, denn normalerweise zeigen Sonnenuhren die Sonnenzeit an.

### Die „wahre“ Zeit von der Sonne

Die Sonnenzeit gibt uns den natürlichen Lauf der Sonne an unserem Standort wieder. Die Sonnenzeit wird daher auch wahre Ortszeit (WOZ) genannt. Wenn an Ihrem Wohnort die Sonne ihren Tageshöchststand (Kulmination) erreicht, ist es exakt 12 Uhr WOZ. Dieser Zeitpunkt ist der wahre Mittag, der den Tag tatsächlich in zwei gleich lange Hälften teilt.

Schon mit einer primitiven Sonnenuhr kann man diesen Zeitpunkt feststellen, nämlich dann, wenn ein senkrecht in die Erde gesteckter Stab den kürzesten Schatten wirft. Wenn wir nun den wahren Mittag über mehrere Tage hinweg verfolgen, werden wir mit unserer Armbanduhr feststellen, dass er zu ganz unterschiedlichen Zeiten eintritt. Die Zeit von Mittag zu Mittag ist offensichtlich nicht immer 24 Stunden lang, der Sonnentag ist mal kürzer und mal länger. Die Sonnenuhr geht während des Jahres gegenüber dem Mittelwert bis zu 16 Minuten vor und bis zu 14 Minuten nach.

Die Gründe für den unregelmäßigen Sonnengang sind die elliptische Erdbahn um die Sonne und die zur Erdbahn schief gestellte Erdachse.

Die wahre Ortszeit (WOZ) ist also keine gleichmäßige Zeit und folglich ungeeignet für die Zeitmessung mit mechanischen Uhren. Daher hat man bereits im 18. Jahrhundert für größere Städte eine gemittelte Zeit, die mittlere Ortszeit (MOZ), eingeführt. Die Differenz von wahrer und mittlerer Ortszeit nennt man Zeitgleichung. Bild 2 zeigt, wie sich die Zeitgleichung im Laufe des Jahres verändert.

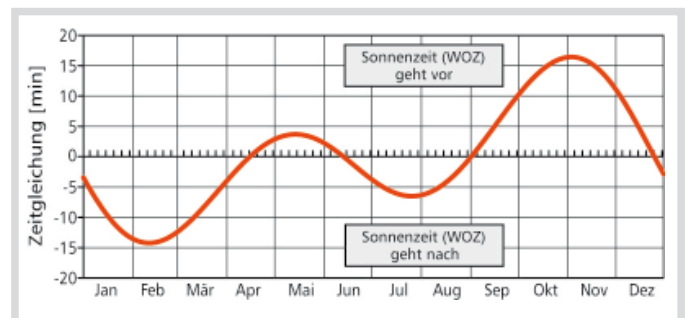


Bild 2: Zeitgleichung

### Zeitzone

Die Erfindung der Eisenbahn und der Telegrafie im Zuge der industriellen Revolution im 19. Jahrhundert ermöglichte Fernreisen und weltweite Kommunikation. Vor allem die Notwendigkeit von überregionalen Zugfahrplänen führte zur weiteren Vereinheitlichung der Zeit: die Einführung der Zeitzone durch eine internationale Vereinbarung aus dem Jahr 1884. Die Zeitzone liegen jeweils eine Stunde auseinander, genau die Zeitdauer, die die Sonne für ihre scheinbare Wanderung um die Erde für 15 Längengrade benötigt. Auf der POLARIS sind der Nullmeridian durch Greenwich bei London, auf den sich die koordinierte Weltzeit (Universal Time Coordinated UTC) bezieht, und die Zeitzone meridiane östlich und westlich im Abstand von 15° eingezeichnet.

Die in den meisten Ländern Europas gültige Zonezeit ist die mitteleuropäische Zeit (MEZ). Sie ist als die mittlere Ortszeit (MOZ) am 15. Längengrad östlich von Greenwich, auf dem z.B. die deutsche Stadt Görlitz liegt, definiert. Sie geht gegenüber der Weltzeit um eine Stunde vor.

## Jahreszeiten

Unsere Erde rotiert täglich um ihre Achse und wandert in einem Jahr einmal um die Sonne. Die Erdachse ist zur Senkrechten auf der Erdbahnebene um  $23,44^\circ$  geneigt. Durch den Umlauf der Erde um die Sonne ändert sich ständig die Richtung zur Sonne, die Erdachse zeigt dabei stets zum Himmelspol in der Nähe des Polaris (Polarstern). Das ist der Grund, warum die Sonne - von der Erde aus gesehen - auf ihrem jährlichen Umlauf zwischen den Wendekreisen hin und her wandert und die Jahreszeiten entstehen (Bild 3).

Zur Wintersonnenwende am 21. Dezember steht die Sonne am südlichen Wendekreis, dem Wendekreis des Steinbocks. Von der Nordhälfte der Erde gesehen, zieht sie ihre niedrigste Tagesbahn über dem Horizont. Der gesamte nördliche Polarkreis ist an diesem Tag im Dunkeln. Am Südpol herrscht dagegen Polartag. Von diesem Tag an steigt die Sonne wieder auf und zieht jeden Tag eine höhere Bahn, man spricht von der aufsteigenden Sonne.

Zum Frühlingsanfang (Widderpunkt) am 20./21. März überquert die Sonne den Äquator. Tag und Nacht sind gleich lang. Ab jetzt geht am Nordpol die Sonne ein halbes Jahr nicht mehr unter, am Südpol ist im gleichen Zeitraum Nacht. Am 20./21. Juni zur Sommersonnenwende ist sogar der gesamte nördliche Polarkreis ganztags beleuchtet, die Sonne erreicht den nördlichen Wendekreis (Wendekreis des Krebses), auf der Nordhälfte der Erde zieht sie ihre höchste Tagesbahn.

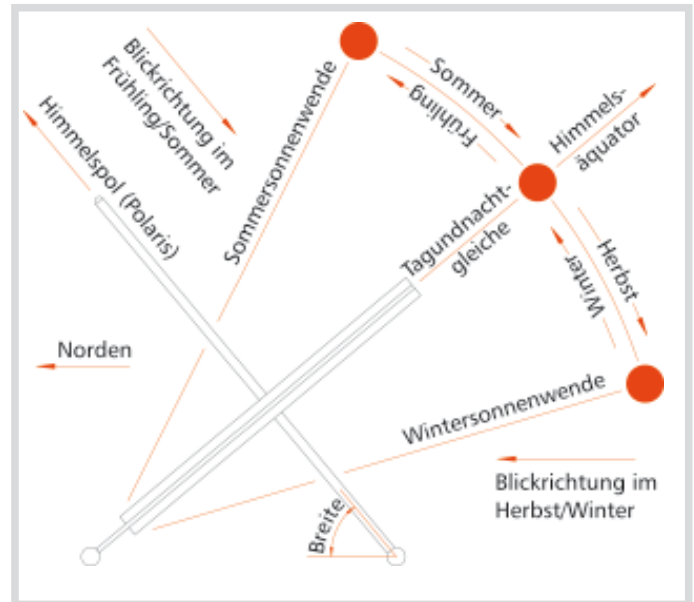


Bild 4: Jahreszeitliche Beleuchtung der POLARIS

Ab jetzt steigt die Sonne wieder ab und wird am 22./23. September den Äquator in südlicher Richtung überqueren. Es ist wieder Tagundnachtgleiche, die Sonne tritt in das Tierkreiszeichen Waage ein und der Herbst beginnt auf der Nordhälfte der Erde. Am 21./22. Dezember fängt der Winter und der jahreszeitliche Kreislauf von vorne an.

Die Sonnenuhr POLARIS ist nach der Einstellung für den Standort wie die Erde ausgerichtet (Bild 4). Der Schattenstab steht parallel zur Erdachse und die Äquatorplatte mit den Weltkarten zeigt zum Himmeläquator. Wie in der Wirklichkeit steht die Sonne in unserem Frühling und Sommer über der nördlichen Weltkarte und im Winter und im Herbst wird die südliche Weltkarte der POLARIS beleuchtet. Entsprechend wird die

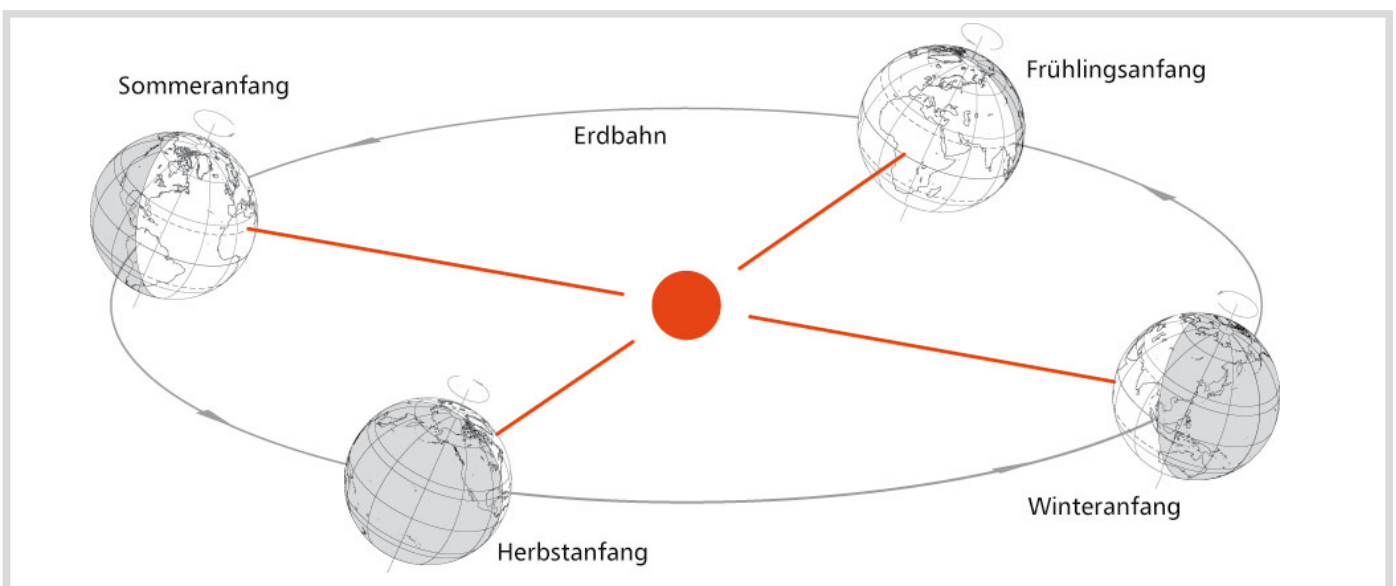


Bild 3: Umlauf der Erde um die Sonne

Uhrzeit oben respektive unten abgelesen. Zu den Tagundnachtgleichen zeigt die Sonnenuhr prinzipbedingt für kurze Zeit nicht an.

## Einrichtung der Sonnenuhr für den Aufstellungsort

Die POLARIS ist ein präzises Instrument, das Ihnen die genaue Zeit und die Mittagsposition der Sonne anzeigt. Die folgende Beschreibung zeigt Ihnen, wie die Sonnenuhr aufgestellt und justiert wird.

Die POLARIS kann für jeden Standort in den mittleren Breiten der Welt eingerichtet werden. Für Breitengrade zwischen  $35^{\circ}\text{N}$  und  $70^{\circ}\text{N}$  auf der nördlichen Hemisphäre sowie  $35^{\circ}\text{S}$  und  $70^{\circ}\text{S}$  auf der südlichen Hemisphäre ist sie mit dem mitgelieferten Breitengradlineal einstellbar.

Die Einrichtung erfolgt in drei Schritten. Als Beispiel wählen wir Frankfurt am Main als Standort der Sonnenuhr. Die geografischen Koordinaten von Frankfurt lauten:  $50,1^{\circ}$  nördliche Breite und  $8,7^{\circ}$  östliche Länge.

### 1. Eigenen Standort auf der Weltkarte einrichten

Dieser Schritt hat zum Ziel, dass die Mittagslinie durch den eigenen Standort auf der Weltkarte geht (Bild 5). Nach richtiger Ausrichtung der Sonnenuhr läuft diese gedachte Linie genau in Nord-Süd-Richtung.

Der Standort wird mit Hilfe der Längengradskala am äußeren Rand der Weltkarte eingestellt. Drehen Sie den Zeitring, bis 12 Uhr mit der Mittagsmarke auf der Äquatorplatte übereinstimmt. Dann wird die Weltkarte gedreht, bis der Längengrad Ihres Standorts auf dem 12 Uhr-Pfeil steht. In Bild 5 ist dies  $8,7^{\circ}\text{O}$ , die geografische Länge von Frankfurt am Main. Das Gleiche geschieht auf der Unterseite mit der Weltkarte der südlichen Hemisphäre, auch diese stellen Sie auf den Längengrad Ihres Standorts ein. Wenn sich die Weltkarten nicht drehen lassen, lösen Sie ein wenig die zentralen Muttern oben und unten mit dem Ringschlüssel.

### 2. Breitengrad einstellen

Der Schattenstab wird in die zentrale Bohrung von der südlichen Seite eingeführt. Jetzt stellen Sie die Sonnenuhr auf eine

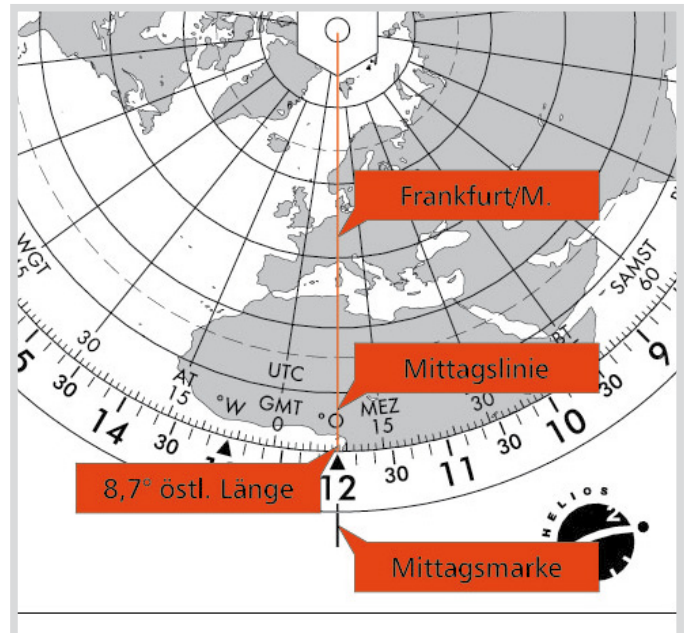


Bild 5: Einstellung Längengrad

ebene Fläche und halten das Breitengradlineal mittig an den Zeitring. Durch Auf- und Abbewegen des Schattenstabs können Sie nun die Polaris für den Breitengrad einstellen (Bild 6). Wenn dies geschehen ist, ziehen Sie die Muttern mit dem mitgelieferten Ringschlüssel oben und unten an. Bitte achten Sie darauf, dass die Einstellung des Längengrads aus Schritt 1 noch korrekt ist.

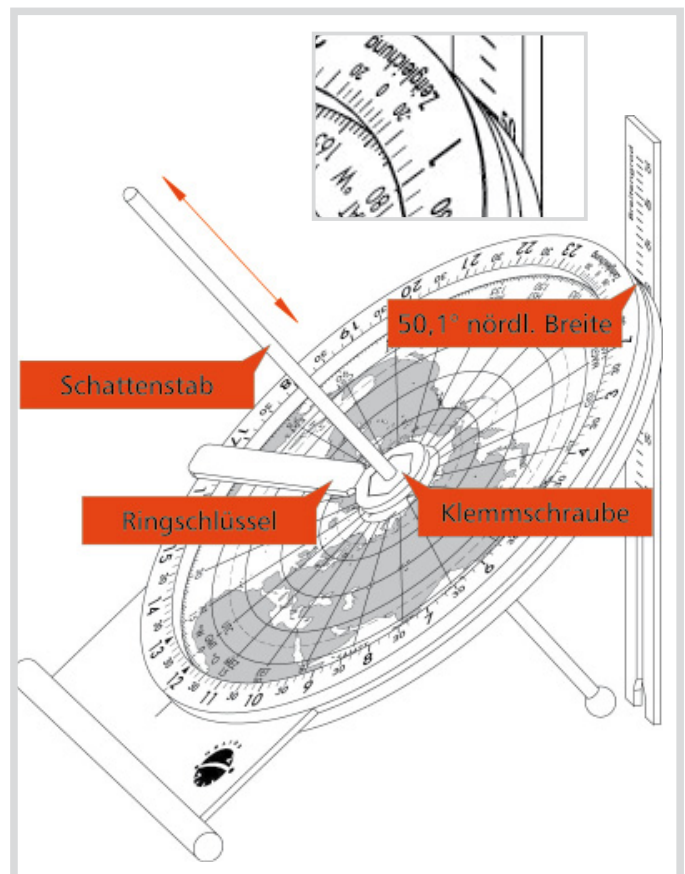


Bild 6: Einstellung Breitengrad



### 3. Nach Süden ausrichten

Auf der POLARIS lässt sich die in Ihrem Land gültige Zonenzeit ablesen, so dass Sie diese direkt mit der Zeit auf Ihrer Armbanduhr vergleichen können. Daher können Sie umgekehrt die POLARIS nach Ihrer Armbanduhr stellen und damit automatisch nach Süden ausrichten.

Auf der Weltkarte sind die Zeitzonen eingezeichnet. Für Frankfurt am Main ist die mitteleuropäische Zeit (MEZ) maßgebend, die sich auf 15° östliche Länge bezieht.

Daher drehen Sie den Zeiring, bis der 12 Uhr-Pfeil auf den Zeitzonenmeridian 15° O, der mit „MEZ“ gekennzeichnet ist, steht. Falls gerade die Sommerzeit (MESZ) gültig ist, verwenden Sie den Pfeil bei 13 Uhr (Bild 7).

Jetzt fehlt noch die datumsabhängige Einstellung der Zeitgleichung. Diese ergibt sich aus der Tatsache, dass die Sonnenzeit gegenüber unserer gemittelten Zeit auf der Armbanduhr mal vor und mal nachgeht.

In unserem Beispiel nehmen wir an, es sei der 15. Mai. Für dieses Datum ergibt sich aus der Tabelle auf der letzten Seite ein Wert von +4 min für die Zeitgleichung. Bei 0 Uhr finden Sie auf dem Zeiring die Skala für die Zeitgleichung. Sie stellen die Zeitgleichung ein und orientieren sich dabei an dem Zeitzonen-Längengrad, an dem die Zeitgleichungsskala steht. Wenn Sie 13 Uhr auf 15° O gestellt haben (Bild 7), steht die Zeitgleichungsskala am Längengrad 150° W (Bild 8).

Jetzt ist alles vorbereitet für die Ausrichtung nach Süden. Sie stellen nun die POLARIS am vorgesehenen Ort auf. Geeignet ist ein Tisch

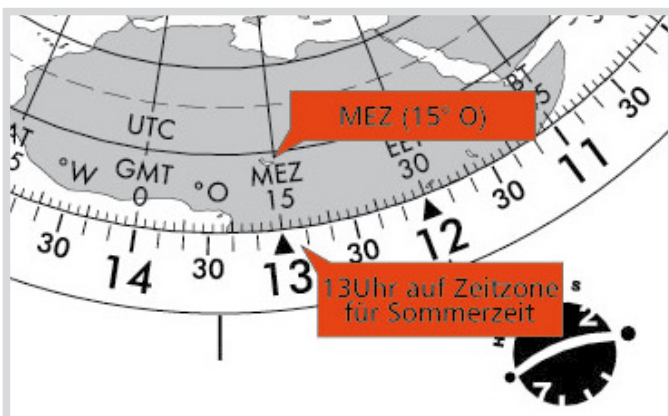


Bild 7: Einstellung Zeitzone

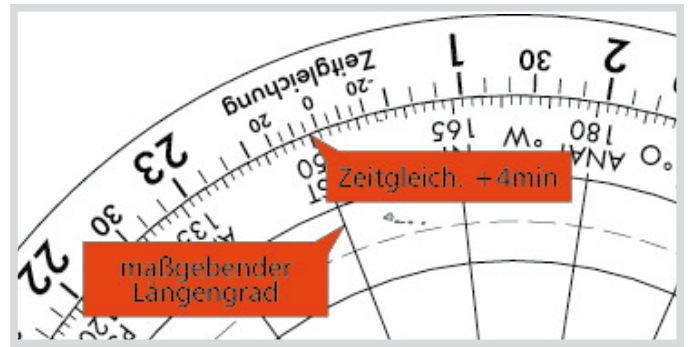


Bild 8: Einstellung Zeitgleichung

oder ein Mauervorsprung, die Fläche sollte eben sein. Drehen Sie die Sonnenuhr jetzt so lange, bis der Schatten des Schattenstabs die gleiche Zeit wie die auf Ihrer Armbanduhr anzeigt (Bild 9). Im Frühling und Sommer vom 20./21. März bis 22./23. September lesen Sie die Zeit auf der Nordhälfte (oben), im Herbst und Winter auf der Südhälfte (unten) ab (vgl. Bild 4). Sobald die Uhrzeit auf der POLARIS mit der Armbanduhr übereinstimmt, ist die Sonnenuhr nach Süden ausgerichtet und der Schattenstab zeigt zum Himmelspol in der Nähe des Polaris (Polarstern).

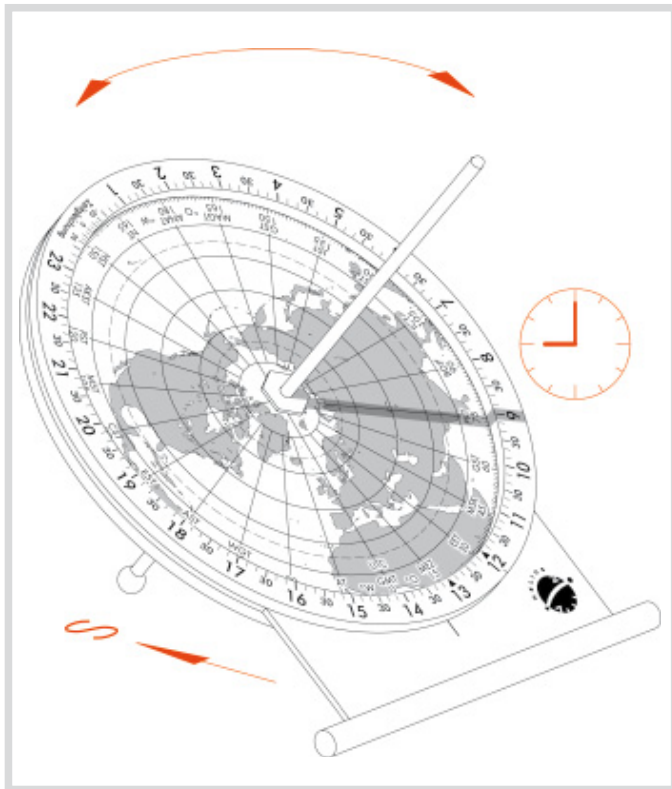
### Ablezen der Sonnenuhr

Nachdem Sie nun die POLARIS eingerichtet haben, können Sie bei Sonnenschein ganztägig die Zeit und die Mittagsposition der Sonne ablesen. Damit die Sonnenuhr die Zeit richtig anzeigt, sollte die Zeitgleichungseinstellung immer dem Datum entsprechend aktuell gehalten werden.

### Weltzeituhr

Im Beispiel haben wir die Sonnenuhr für die mitteleuropäische Zeit eingerichtet. Sie ist eine Zonenzeit, die als bürgerliche Zeit in vielen Ländern Europas gültig ist. Auf der Weltkarte der POLARIS ist die MEZ am Zeitzonenmeridian 15°O eingezeichnet. Auch die meisten anderen Zeitzonenmeridiane sind mit einer repräsentativen Zeitzone der nördlichen bzw. südlichen Hemisphäre gekennzeichnet. Die Bedeutung der Abkürzungen der Zeitzonen und die jeweilige Zeitdifferenz zur Weltzeit (UTC) finden Sie im Anhang auf der letzten Seite.

Für Standorte auf der südlichen Hemisphäre wird der Schattenstab von Norden nach Süden eingeführt, so dass sich die südliche Weltkarte oben befindet. Der Schattenstab



**Bild 9: Ausrichten nach Süden**

zeigt dann zum südlichen Himmelspol. Die Sonne wandert von Osten über Norden (statt Süden) nach Westen, also von rechts nach links, so dass die Zeitskala gegen den Uhrzeigersinn läuft. Die Beleuchtung der POLARIS ist den Verhältnissen auf der Südhalbkugel entsprechend: Im dortigen Frühling und Sommer wird die obere Seite (südliche Weltkarte) und während des dortigen Herbsts und Winters die untere Seite (nördliche Weltkarte) beleuchtet.

### **Wahre Ortszeit - Sonnenzeit**

Natürlich können Sie auf der POLARIS auch die Sonnenzeit, also die wahre Ortszeit (WOZ) des Standorts einstellen. Die WOZ wird unmittelbar durch den Sonnenlauf bestimmt. Es ist 12 Uhr wahre Ortszeit, wenn die Sonne mittags ihren täglichen Höchststand (Kulmination) erreicht und den örtlichen Meridian (Mittagslinie) passiert. Also fällt dann der Schatten genau auf den Längengrad, auf dem sich der eingestellte Standort befindet. Dementsprechend bringen wir auf unserer Sonnenuhr 12 Uhr mit der Mittagslinie zur Deckung. Das bedeutet: Wir drehen den Zeiring, bis der Strich unter 12 Uhr auf die Mittagsmarke zeigt (Bild 5). Dort bleibt er ganzjährig zur Anzeige der WOZ stehen, eine datumsabhängige Einstellung wie die Zeitgleichung gibt es nicht. Die

POLARIS zeigt immer unmittelbar die wahre Zeit von der Sonne an.

### **Wanderung der Sonne um die Welt**

Genauso wie am eigenen Standort ist es an jedem Ort der Welt einmal am Tag wahrer Mittag. Dieses Ereignis findet an dem Längengrad statt, an dem Sie die Schattenlinie auf der Weltkarte der POLARIS gerade sehen. An allen Orten, die sich auf diesem Längengrad befinden, erreicht die Sonne ihren täglichen Höchststand. Auf der Nordhalbkugel steht sie dann genau im Süden, auf der Südhalbkugel im Norden. In der tropischen Zone zwischen den Wendekreisen nimmt sie für einen dortigen Standort je nach Jahreszeit eine der beiden Richtungen ein und steht an zwei Tagen im Jahr mittags im Zenit.

In unserem Beispiel am 15. Mai um 9:00 Uhr MESZ (Bild 1 und 9) steht die Sonne gerade 74° östlich von Greenwich über Indien im Mittag. Wenn Sie sich in diesem Moment 120 km östlich von Bombay befinden würden, würde dort die Sonne gerade im Süden kulminieren.

### **Zubehör und Support**

Für die POLARIS ist eine Grundplatte mit Zeitgleichungstabelle und Wasserwaage lieferbar, die mit Schrauben und Dübeln befestigt und ausgerichtet werden kann. Die Sonnenuhr wird reproduzierbar in eingelassenen Nuten aufgenommen.

Wie Sie die POLARIS außerhalb des Breitengradbereichs 35° - 70° aufstellen können, ist in dem Informationsblatt „Einrichtung der POLARIS Sonnenuhr für jeden Breitengrad“ beschrieben und auf unserer Internetseite [www.helios-sonnenuhren.de](http://www.helios-sonnenuhren.de) oder bei uns erhältlich.

Wenden Sie sich direkt an uns, wenn Sie Fragen zur Aufstellung und Bedienung der Sonnenuhr haben. Sie erreichen uns unter folgender Adresse:

HELIOS (EK)  
 Begasweg 3  
 D - 65195 Wiesbaden  
 Fon: +49 - (0)611 - 18 51 106  
 Fax: +49 - (0)611 - 59 83 29  
 E-Mail: [info@helios-sonnenuhren.de](mailto:info@helios-sonnenuhren.de)

## Zeitzone

Länge	Kurzz.	Zeitzone nördliche Hemisphäre	Zeitv.
180°W			-12 h
165°W	NT	Nome Time	-11 h
150°W	HST	Hawaii Standard Time	-10 h
135°W	AKST	Alaska Standard Time	-9 h
120°W	PST	Pacific Standard Time	-8 h
105°W	MST	Mountain Standard Time	-7 h
90°W	CST	Central Standard Time	-6 h
75°W	EST	Eastern Standard Time	-5 h
60°W	AST	Atlantic Standard Time	-4 h
45°W	WGT	Western Greenland Time	-3 h
30°W			-2 h
15°W	AT	Azores Time	-1 h
0°	GMT	Greenwich Mean Time	0 h
15°O	MEZ	Mitteleuropäische Zeit	+1 h
30°O	EET	Eastern European Time	+2 h
45°O	MSK	Moscow Time	+3 h
60°O	GST	Gulf Standard Time	+4 h
75°O	PKT	Pakistan Time	+5 h
90°O	BDT	Bangladesh Time	+6 h
105°O	ICT	Indochina Time	+7 h
120°O	CST	China Standard Time	+8 h
135°O	JST	Japan Standard Time	+9 h
150°O	GST	Guam Standard Time	+10 h
165°O	MAGT	Magadan Standard Time	+11 h
180°O	ANAT	Anadyr Time	+12 h

Länge	Kurzz.	Zeitzone südliche Hemisphäre	Zeitv.
180°W			-12 h
165°W	WST	West Samoa Time	-11 h
150°W	TAHT	Tahiti Time	-10 h
135°W	GAMT	Gambier Time	-9 h
120°W	PST	Pitcairn Standard Time	-8 h
105°W			-7 h
90°W	GALT	Galapagos Time	-6 h
75°W	PET	Peru Time	-5 h
60°W	BOT	Bolivia Time	-4 h
45°W	BRT	Brazil Time	-3 h
30°W	GST	South Georgia Time	-2 h
15°W			-1 h
0°	UTC	Universal Time Coordinated	0 h
15°O	WAT	West Africa Time	+1 h
30°O	CAT	Central Africa Time	+2 h
45°O	EAT	East Africa Time	+3 h
60°O	MUT	Mauritius Time	+4 h
75°O			+5 h
90°O	MAWT	Mawson Time	+6 h
105°O	WIT	West Indonesia Time	+7 h
120°O	AWST	Australian West. Stand. Time	+8 h
135°O	EIT	East Indonesia Time	+9 h
150°O	AEST	Australian East. Stand. Time	+10 h
165°O	NCT	New Caledonia Time	+11 h
180°O	NZST	New Zealand Standard Time	+12 h

## Zeitgleichung [min]

	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
1.	-3	-14	-12	-4	3	2	-4	-6	0	10	16	11
5.	-5	-14	-12	-3	3	2	-5	-6	1	12	16	9
10.	-7	-14	-10	-1	4	1	-5	-5	3	13	16	7
15.	-9	-14	-9	0	4	0	-6	-5	5	14	15	5
20.	-11	-14	-8	1	4	-1	-6	-3	6	15	14	3
25.	-12	-13	-6	2	3	-3	-7	-2	8	16	13	0
30.	-13		-5	3	3	-4	-6	-1	10	16	11	-2