

Die Südrichtung mit Hilfe der Sonne und dem Uhr-Zifferblatt bestimmen : wo ist Süden?

Autor(en): **Laager, Erich**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft**

Band (Jahr): **76 (2018)**

Heft 4

PDF erstellt am: **24.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-914029>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Die Südrichtung mit Hilfe der Sonne und dem Uhr-Zifferblatt bestimmen

Wo ist Süden?

■ Von Erich Laager

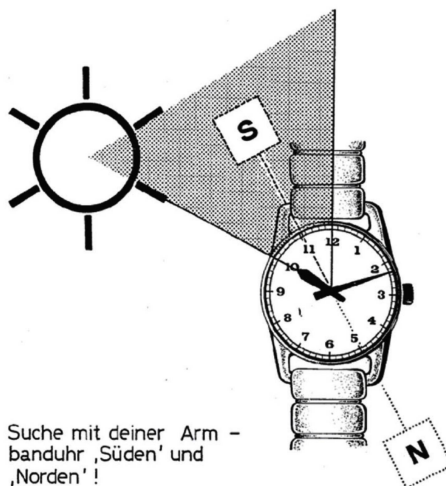
Hier wird ein «altbewährtes Rezept» kritisch untersucht und auf seine Tauglichkeit überprüft. Einen Einfluss haben unter anderem der Anwendungsort und der Wechsel von Winter zu Sommerzeit. Zudem muss man sich mit den Tücken der Zeitgleichung befassen. Am Schluss lässt sich feststellen, dass diese Orientierungshilfe eher bei tiefem Sonnenstand anwendbar ist. Im Sommer ergeben sich jedoch grosse Fehler.

Sich in der Welt orientieren können, ist eine wichtige Voraussetzung für die Bewältigung des Alltags. Heute bieten GPS, Navigationsgeräte und Handy-Apps einfache Möglichkeiten, um jederzeit und (fast) überall festzustellen, wo man sich befindet und welches der Weg ist zu einem gewünschten Ziel.

Gerade wegen diesen bewundernswerten technischen Möglichkeiten sollten Kinder auch mit elementaren Erfahrungen und Kenntnissen in der Natur vertraut gemacht werden. Wohl noch immer kann ein Merksatz beim Kennenlernen der Himmelsrichtungen helfen:

*Im Osten geht die Sonne auf,
im Süden ist ihr Mittaglauf,
im Westen wird sie untergehen,
im Norden ist sie nie zu sehn.*

An sonnigen Tagen erleben wir, wie die Sonne aus verschiedenen Rich-



Suche mit deiner Armbanduhr 'Süden' und 'Norden'!

Abbildung 1: Vor 40 Jahren publizierte ein Didaktiker in der «Neuen Schulpraxis» dieses Arbeitsblatt. Dabei stand die Aufforderung: Beschreibe das Vorgehen im Telegrammstil.

tungen scheint, wie sie einen Weg über das Himmelsgewöbe be-

schreibt, wie die Schatten wandern. Was lag näher, als Schattenzeiger seit jeher auch als Zeitzeiger zu benutzen. Sonnenuhren waren geschätzte Hilfen, etwa beim Planen eines Tagesablaufs.

Viel später standen den Menschen mechanische Zifferblatt-Uhren zur Verfügung. Es ist vermutlich nicht Zufall, dass sich deren Zeiger in derselben Richtung bewegen, wie die Sonne. Der «Uhrzeigersinn» (Drehung rechts herum) ist eine verbreitete, hilfreiche Definition.

Bei Sonnenuhren ist die Zeitangabe an den Sonnenlauf gekoppelt. – Liese sich nicht auch die Zeitangabe auf der Uhr mit dem beobachteten Sonnenlauf irgendwie verbinden? Dabei wäre zu bedenken: Der Stundenzeiger macht in einem Tag zwei Umdrehungen, die Sonne am Himmel nur eine, sie läuft also nur halb so schnell wie der Uhrzeiger. Sonne und Uhrzeiger haben jedoch beide eine gleichmässig schnelle Bewegung. Dies könnten wir so ausnutzen: Steht der Stundenzeiger etwa bei 09:00 Uhr am Vormittag, legt er bis am Mittag einen Winkel von 90 Grad zurück. In dieser Zeit kommt die Sonne nur halb so weit. Der Ort, wo sie sich dann befindet, ist Süden, sie steht ja eben am Mittag im Süden. Wir müssen also nur den Weg des Uhrzeigers halbieren und schon haben wir die Südrichtung gefunden (Abbildung 5)! – Gemäss einer derartigen Überlegung mag die Regel entstanden sein, die wir weit verbreitet antreffen.

In der «Neuen Schulpraxis» 2 / 1978 erschien dazu eine Vorlage für ein Arbeitsblatt (Abbildung 1). Dazu stand die Aufforderung: «Beschreibe das Vorgehen im Telegrammstil.» Dies wäre: Richte den Stundenzeiger auf die Sonne, halbiere den Winkel vom Stundenzeiger bis zur Zahl 12.



BILDER: ERICH LAAGER

Abbildung 2: Auf einer waagrechten Fläche erkennt man den Schatten eines Lotes (Schnur mit angehängtem Stein), eine funktgesteuerte Digitaluhr und einen Kompass. Es sind jeweils die beiden wichtigen Richtungen zur Sonne (orange) und die Südrichtung gemäss Kompass (grün) eingezeichnet. Aufnahmen vom 16. Juni 2018 in Schwarzenburg um 12:00 Uhr, 13:00 Uhr und 13:30 Uhr MESZ. Man beachte die starke Veränderung des Sonnenstandes (Azimut).

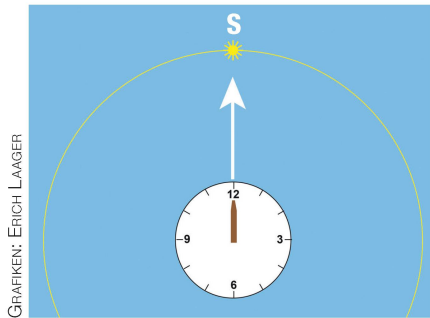


Abbildung 3: Im Sonderfall, wo die Sonne um 12:00 Uhr im Süden steht, stimmt die Zifferblatt-Regel offensichtlich.

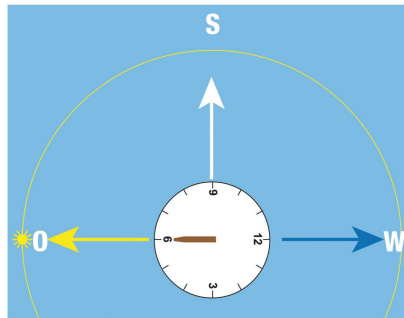


Abbildung 4: Um 06:00 Uhr stimmt die Regel, wenn die Sonne zu dieser Zeit im Osten steht.

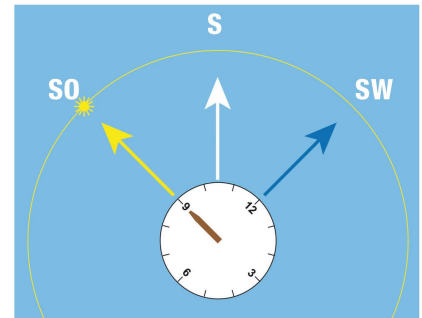


Abbildung 5: Steht die Sonne um 09:00 Uhr im Südosten, stimmt die Regel auch in diesem Fall.

Die Winkelhalbierende zeigt nach Süden.

Ich habe dieselbe Anleitung auch in einem Heft aus meiner Schulzeit gefunden unter dem Titel «Wie findet man Norden und Süden?» Dabei war auch ein «Pfadfindertrick»: Auf der Nordseite sind die Bäume stärker bemoost. Nicht fehlen durfte da die Orientierung mit dem Himmelswagen und dem Polarstern.

Diese Orientierung mit den Sternbildern ist sehr einfach und zuverlässig. – Bei der Uhr-Zifferblatt-Methode müssen wir jedoch vorsichtig sein!

Ich kann mir vorstellen, dass da und dort unterdessen bereits die Alarmglocken geläutet haben: «Halt einmal! Die Sonne ist doch gar nicht immer um 12:00 Uhr im Süden, folglich kann dieser Uhrentrick nicht richtig funktionieren. Zudem: Die Sonne läuft in einem Bogen hoch über den Himmel, die Uhrzeiger-Himmelsrichtungen (Azimute) bestimmen wir jedoch am Horizont. Die beiden Bewegungen liegen nicht in derselben Ebene – darf man sie dann vergleichen und verkoppeln?» Tatsächlich wird man wohl kaum versuchen, die Uhr so zu kippen, dass sie in der Ebene der Sonnentagesbahn liegt, sondern man wird sie flach halten wie einen Kompass. Die folgenden Überlegungen basieren auf dieser Annahme.

An welchen Tagen steht die Sonne um 12 Uhr im Süden?

Ich bestimme die Sonnenrichtung (also deren Azimut) mit einem Lot. Die Richtung dessen Schattens verfolge ich auf einer waagrechten Fläche. Die Versuche wurden am 16. Juni in

Schwarzenburg durchgeführt. Nachträglich habe ich festgestellt, dass der Kompass nicht exakt nach Norden zeigt. Die Abweichung von wenigen Grad konnte ich trotz weiterer Versuche nicht erklären. Die magnetische Deklination war es jedenfalls nicht.

Messung 1 erfolgte um 12:00 Uhr MESZ (Abbildung 2 A). Zu bedenken gilt: Wir haben Sommerzeit, um 12:00 Uhr MESZ ist eigentlich erst 11:00 Uhr MEZ. Es ist daher verständlich, dass die Sonne noch lange nicht im Süden steht. Messung 2 führte ich um 13:00 Uhr MESZ = 12:00 Uhr MEZ (Abbildung 2 B). Sie ist schon besser, aber immer noch recht viel daneben!

Das Resultat wäre wohl besser, wenn wir unseren Versuch auf dem 15. Längengrad durchführen würden. Die Sonnenkulmination auf diesem Längengrad ist per

Definition um 12:00 Uhr MEZ. In Schwarzenburg kulminiert die Sonne 30.6 Minuten später.

Messung 3 erfolgte um 13:30 Uhr MESZ (Abbildung 2 C). Mit dieser nochmaligen Korrektur um eine halbe Stunde erhalten wir ein gut brauchbares Resultat.

Soll die Uhrzifferblatt-Regel – schon nur um 12:00 Uhr – stimmen, müssten wir also während der Sommerzeit eine Korrektur von 1 Stunde anbringen und zusätzlich in der Schweiz je nach Ort weitere 18 bis 36 Minuten addieren.

Hinweis auf die Zeitgleichung

Dazu kommt ein weiterer bisher nicht berücksichtigter «Fehler»: Die Kulminationszeit der Sonne an einem bestimmten Ort schwankt im Laufe eines Jahres um etwa eine Viertelstunde vor und nach ei-

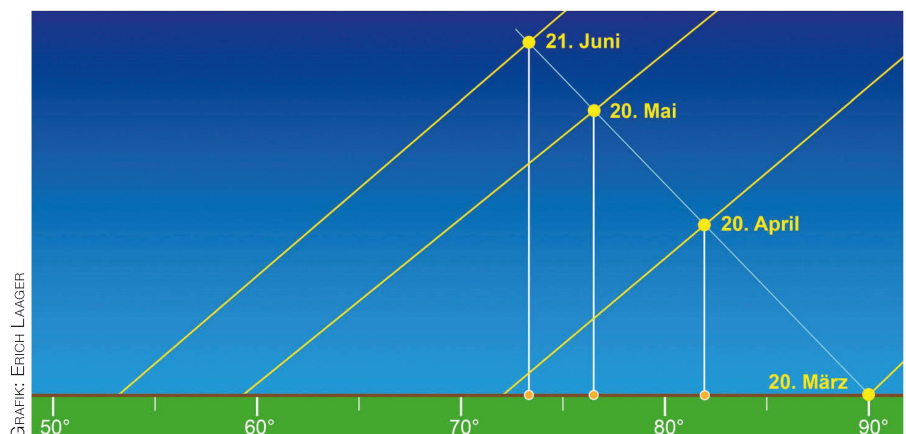


Abbildung 6: Zur Frage: Steht die Sonne um 06:00 Uhr immer im Osten? Die Grafik zeigt die Bahnen der aufgehenden Sonne an verschiedenen Tagen im Sommerhalbjahr. Wir sehen unschwer, dass sich das Azimut – Osten ist bei 90° – bis zum 21. Juni (Sommersonnenwende) verändert. Weitere Erklärungen im Text.

ner mittleren Zeit. Auf eine Erklärung dieses Phänomens verzichten wir an dieser Stelle. Informationen dazu findet man z. B. im «Sternenhimmel 2018», Seite 236 / 237 (Text und Grafik zur Zeitgleichung) und im ORION 4/2012, Seite 8 («Das verflixte Analemma»); bei Google unter «Zeitgleichung» und «Analemma».

Man merke sich: Bei positiver Zeitgleichung geht die Sonnenuhr vor. Die Wahre Sonne kulminiert also vor der Mittleren Sonne.

Weitere Überlegungen

Für die weiteren Betrachtungen soll gelten:

- Wir beziehen uns immer auf den «mathematischen Horizont», d. h. auf einen ganz flachen Horizont wie etwa am Meer.
- Wir rechnen durchwegs mit einer «Mittleren Sonne» und einer «Mittleren Sonnenzeit», d. h. die Auswirkung der Zeitgleichung wird zunächst grosszügig «vergessen».
- Alle Beispiele gelten für eine geogr. Breite von 47° Nord.

Wenn die Orientierungshilfe mit der Uhr stimmen sollte, müssten u. a. folgende Bedingungen gelten: **Bedingung 1:** Die Sonne müsste um 12:00 Uhr immer im Süden stehen (Abbildung 3). Dass dies nicht der Fall ist, haben wir bereits festgestellt. Eigentlich erstaunlich: Die Sonne steht in der Schweiz an keinem Tag irgendeinmal um 12:00 Uhr exakt im Süden (Tabelle 3)!

Bedingung 2: Die Sonne müsste (sofern sie aufgegangen ist) um 06:00 Uhr immer im Osten stehen und um 18:00 Uhr im Westen (Abbildung 4).

Abbildung 6 zeigt einige Bahnen der aufgehenden Sonne im Sommerhalbjahr für einen Ort mit Sonnenkulmination jeweils um 12:00 Uhr. Auf diesen Bahnen ist die Stellung der Sonne jeweils um 06:00 Uhr eingezeichnet. Das dazu gehörende Azimut der Sonne (Winkel auf der waagrechten Skala) nimmt bis zum längsten Tag laufend ab.

Nur bei Tagundnachtgleiche (am 20. März und am 23. September) steht die Sonne um 6 Uhr im Osten.

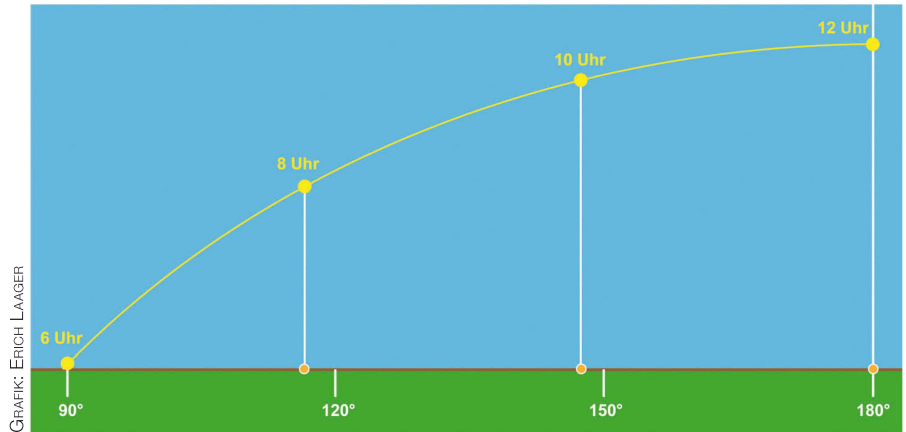


Abbildung 7: Zur Frage: Wächst das Azimut der Sonne proportional zur Zeit? – Nein, dies ist nicht der Fall: Zu gleich langen Abschnitten auf der Sonnenbahn gehören ungleich lange Abschnitte auf der Azimut-Skala.

Bedingung 3: Die Sonne müsste um 09:00 Uhr immer im Südosten stehen und um 15:00 Uhr im Südwesten (Abbildung 5).

Dies wird – nach den bisherigen Erfahrungen – kaum je zutreffen. Immerhin könnten wir es mit dem 20. März versuchen und unter folgenden Bedingungen auf Erfolg hoffen: Zu gleich langen Bahnabschnitten der Sonne am Himmel müssten gleich grosse Schritte ihres Azimuts gehören. Anders gesagt: Das Azimut der Sonne müsste proportional zur Zeit wachsen. Abbildung 7 zeigt, dass dies nicht der Fall ist.

Am 20. März steht die Sonne um 06:00 Uhr im Osten, um 12:00 Uhr im Süden. Pro 2 Stunden legt sie

auf ihrer scheinbaren Bahn gleich lange Abschnitte zurück. Der Horizontabschnitt ist ebenfalls in drei gleich lange Abschnitte unterteilt. Die Sonnenpositionen stimmen mit dieser Einteilung nicht überein, die Sonne kommt verspätet zu denjenigen Positionen, wo sie stehen müsste, wenn unsere Messmethode funktionieren sollte.

Sonne um 12 Uhr im Süden – wie gut stimmt jetzt die Regel?

Schliesslich möchte ich wissen, wann die Zifferblatt-Regel einigermaßen stimmt und wann sie grosse Fehler liefert. Zu diesem Zweck habe ich bei den folgenden Berechnungen

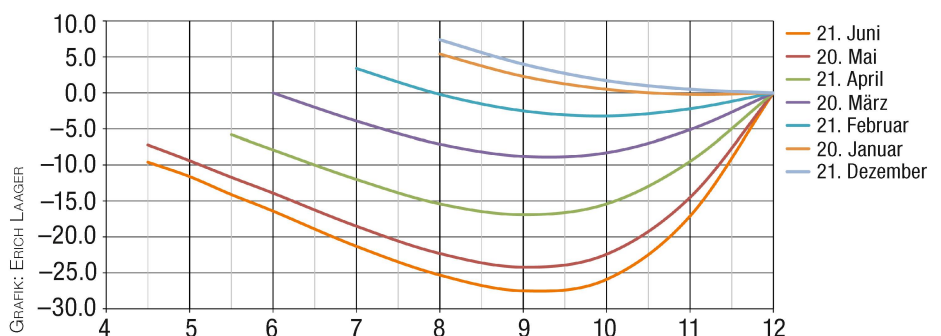


Abbildung 8: Die waagrechte Achse gibt die Uhrzeit, die senkrechte die Azimut-Abweichung in Grad an. Die Linien zeigen, wie viel das Azimut im Laufe des Vormittags «falsch geht». Negative Werte bedeuten, dass die Azimute zu klein sind im Vergleich zu einem Wert, mit dem die Uhrzifferblatt-Regel stimmen würde. Nur bei niedrigen und kurzen Sonnenbahnen im Winterhalbjahr können die Abweichungen positiv sein. Diese Differenzen müssten durchwegs Null sein, wenn die Uhrzifferblatt-Regel genau stimmen sollte. Man sieht hier nochmals: Nur am 20. März steht die Sonne um 06:00 Uhr im Osten.

alle «Störfaktoren» (Sommerzeit, Differenz in geographischer Länge, Zeitgleichung) weggelassen. Die Untersuchung gilt also durchwegs für einen Ort mit Kulminationszeiten der Mittleren Sonne um 12:00 Uhr. Es sind Daten in 2 Monats-Abständen während eines Jahres ausgewählt. Für diese ist berechnet, wie gross die Differenz des tatsächlichen Sonnenazimutes zu dem von uns gewünschten Azimut ist (Abbildung 8).

Die Figur zeigt die Auswertung für den Sonnenlauf jeweils am Vormittag. Die Verhältnisse am Nachmittag sind symmetrisch.

Berechnungen für verschiedene Daten (u. a. für den längsten und den kürzesten Tag) ergeben sehr unterschiedliche Azimut-Differenzen. Am grössten sind sie im Sommer.

Falsch oder richtig mit der Zifferblatt-Orientierungshilfe?

Mit den gefundenen Resultaten kann man noch ein wenig weiter rechnen

Zeit	21. Dez.	20. Jan.	20. Febr.	20. März	20. April	20. Mai	21. Juni
04:30						173	170
05:00						171	168
05:30					174	168	166
06:00				180	172	166	164
07:00			183	176	186	162	159
08:00	187	185	180	173	165	158	155
09:00	184	182	178	171	163	156	153
10:00	182	181	177	172	165	158	154
11:00	181	180	178	175	171	166	163
12:00	180	180	180	180	180	180	180

Tabelle 1: Zur Frage: Wohin führt uns die Zifferblatt-Regel? Die Tabelle zeigt für Vormittags-Zeiten an verschiedenen Daten, welche falschen Südrichtungen (Azimute) man erhält bei der Verwendung der Uhr als Orientierungshilfe. Die Zahlen gelten symmetrisch für die Nachmittags-Stunden.

und so die Frage beantworten: Wohin führt uns die Zifferblatt-Regel im Gelände?

In Tabelle 1 sind die Richtungen des falsch bestimmten Südens für verschiedene Zeiten aufgelistet.

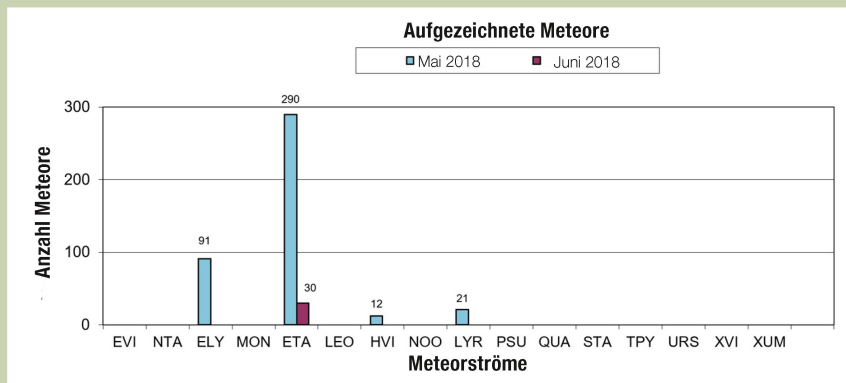
Grün dargestellt sind die brauchbaren Messungen mit maximal 5 Grad Fehler, braun solche, die mehr als 20 Grad Messfehler haben und wohl auf falsche Pfade führen!

Sonnenkulmination, geografische Länge und Zeitzonen

Die Karte in Abbildung 9 zeigt die Zeitzonen in Europa und mit einigen ausgewählten Orten (A bis G). Wie ist der Zusammenhang der Uhrzeit mit der Sonnenkulmination an verschiedenen Orten? Tabelle 2 gibt zu diesen Orten die Kulminationszeiten der Sonne an.

Swiss Meteor Numbers 2018

Fachgruppe Meteorastronomie FMA (www.meteore.ch)



ID	Beobachtungsstation	Methode	Kontaktperson	05/2018	6/2018
ALT	Beobachtungsstation Altstetten	Video	Andreas Buchmann	24	62
BAU	Beobachtungsstation Bauma	Video	Andreas Buchmann	0	8
BAU	Beobachtungsstation Bauma	visuell	Andreas Buchmann	0	0
BOS	Privatsternwarte Bos-cha	Video	Jochen Richert	550	1069
BUE	Sternwarte Büllach	Foto	Stefan Meister	0	0
EGL	Beobachtungsstation Egglisau	Video	Stefan Meister	55	74
FAL	Sternwarte Mirasteilas Falera	Video	José de Queiroz	60	185
GNO	Osservatorio Astronomica di Gnosca	Video	Stefano Sposetti	460	1306
GOR	Sternwarte Stellarium Gornegrat	Foto	P. Schlatter / T. Riesen	0	0
LOC	Beobachtungsstation Locarno	Video	Stefano Sposetti	295	944
MAI	Beobachtungsstation Maienfeld	Video	Martin Dubs	59	78
MAU	Beobachtungsstation Mauren	Video	Hansjörg Nipp	171	187
PRO	Beobachtungsstation Priosito	Video	Viola Romero	22	64
SCH	Sternwarte Schafmatt Aarau	Foto	Jonas Schenker	1	0
SON	Sonnenturm Uecht	Foto	T. Friedli / P. Enderli	0	0
VTE	Observatoire géophysique Val Terbi	Video	Roger Spinner	366	623
WOH	Beobachtungsstation Wohlen BE	Foto	Peter Schlatter	0	0

Mai 2018 Total: 2063

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
42	0	4	3	96	214	149	125	137	42
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
61	52	34	8	13	65	91	104	32	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	31
67	65	17	63	195	85	32	32	55	84

Anzahl Sporadische: 1648 Anzahl Sprites: 70
Anzahl Feuerkugeln: 23
Anzahl Meldeformulare: 0

Juni 2018 Total: 4528

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
133	123	84	64	130	63	13	72	181	141
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
110	0	91	210	247	146	84	210	304	212
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
59	128	312	149	144	231	251	126	249	261

Anzahl Sporadische: 4498 Anzahl Sprites: 72
Anzahl Feuerkugeln: 12
Anzahl Meldeformulare: 7

Video-Statistik 5/2018
Einzelbeobachtungen: 823 = 75% 832
Simultanbeobachtungen: 272 = 25% 1231
Total: 1104 = 100% 2063

Video-Statistik 6/2018
Einzelbeobachtungen: 2528 = 78% 2528
Simultanbeobachtungen: 713 = 22% 2000
Total: 3241 = 100% 4528



Für Beobachtung und Fotografie: Photon Newtons von Teleskop-Service

Vielseitige und transportable Teleskope mit sehr gutem Preis-Leistungs-Verhältnis. Sie sind echte Allrounder mit sehr guter Optik, Mechanik und Ausstattung. Parabolische Hauptspiegel mit forcierter 94% Reflexion sorgen für minimierte Lichtverluste und der präzise 2" Crayford-Fokussierer mit 1:10 Mikrountersetzung ermöglicht feinfühliges Scharfstellen von Okular oder Kamera. Rohrschellen und ein 8x50 Sucher sind serienmäßig.

Eine besondere Empfehlung für "PlanetenjägerInnen": Die 8" f/6 Variante mit nur 25% linearer Obstruktion. Sie bietet eine Abbildungsqualität, die an einen ähnlich großen Apo heranreicht!



TPM6F4 (6" f/4):	399,- € / TPC6F4:	749,- €
TPM6F5 (6" f/5):	245,- €	
TPM8F4 (8" f/4):	425,- € / TPC8F4:	949,- €
TPM8F5 (8" f/5):	345,- € / TPC8F5:	949,- €
TPM8F6 (8" f/6):	499,- €	
TPM10F4 (10" f/4):	679,- € / TPC10F4:	1.299,- €
TPM10F5 (10" f/5):	549,- € / TPC10F5:	1.299,- €
TPM12F5 (12" f/5):	799,- €	

Preise inkl. 19% MwSt. TPM Modelle mit Metalltubus, TPC Modelle mit Kohlefasertubus



Ort	Geogr. Länge	UT	MEZ	MESZ
A Vardø (N)	31.0° O	09:56	10:56	11:56
B Meridian	30.0° O	10:00	11:00	12:00
C Meridian	15.0° O	11:00	12:00	13:00
D Ostrand CH	10.5° O	11:18	12:18	13:18
E Westrand CH	6.0° O	11:36	12:36	13:36
F Greenwich	0°	12:00	13:00	14:00
G Finisterra (E)	9.3° W	12:37	13:37	14:37

Tabelle 2: Man vergleiche mit der Abbildung 9. Je weiter im Westen sich ein Ort befindet, desto später kulminiert die Sonne. Die Kulminationszeiten sind für die Orte A bis G in den drei «gängigen» Zeitangaben aufgelistet. Zum «Durchwandern» aller Gebiete mit mitteleuropäischer Zeit benötigt die Sonne 2 Stunden 41 Minuten – und alle deren Bewohner haben auf ihrer Uhr dieselbe Zeitangabe!

Aber schliesslich ist ja der Lauf der wirklichen Sonne massgebend für die hier untersuchte Orientierungshilfe. Wir lassen nun die Zeitgleichung und auch den Wechsel von Winter- zu Sommerzeit wiederum in unsere Betrachtungen einfließen. Eine interessante Frage könnte sein: Wann und wo kulminiert die Wahre Sonne in Europa bei möglichst kleiner oder möglichst grosser Uhrzeit? Die Berechnungen dazu zeigt Tabelle 3 (erste beiden Spalten). Eine Uhrzeit früh im Tag erhalten wir im Osten bei Winterzeit und maximaler Zeitgleichung. Viel später kulminiert die Sonne im Westen bei Sommerzeit und minimaler Zeitgleichung.

In Tabelle 3 (die beiden rechten Spalten) zeigt eine gleichartige Untersuchung, beschränkt auf die Schweiz. Zwei Feststellungen: Die Wahre Sonne kulminiert in der Schweiz nirgends und an keinem Tag genau um 12:00 Uhr. In Deutschland ist dies jedoch zu verschiedenen Zeiten und Orten sehr wohl möglich. So etwa an allen Orten auf dem 15. Längengrad bei Winterzeit, wenn die Zeitgleichung Null ist, d. h. am 13. April, 13. Juni, 1. September und 25. Dezember.

Zurückkommend auf die Bedingungen 2 (oben) fragen wir: Gibt es überhaupt einen Ort und ein Datum, wo die Wahre Sonne um 06:00 Uhr im Osten und um 12:00 Uhr im Süden steht? Als Datum kommen nur die beiden Tage mit Tagundnachtgleiche in Frage, also der 20. März und der 23. September. Wegen Sommerzeit scheidet das Herbst-Datum aus. Am 20. März ist die Zeitgleichung

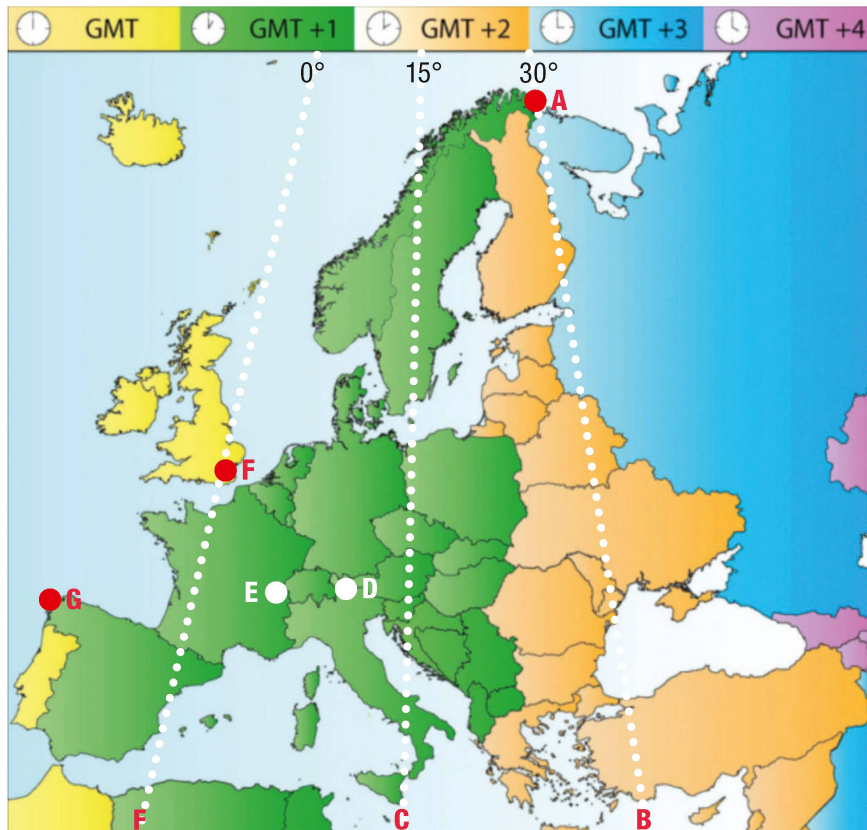


Abbildung 9: Die Zeitzonen in Europa: Westeuropäische Zeit oder Universalzeit (gelb), Mitteleuropäische Zeit (grün), Osteuropäische Zeit (braun). Die «von Osten her kommende» Sonne kulminiert nacheinander an den speziell eingetragenen Orten (A bis G). Auf diese wird in Tabelle 2 Bezug genommen.

Marke	A	G	D	E
Ort	Vardø	Finisterra	Ostrand Schweiz	Westrand Schweiz
Geogr. Länge	31° Ost	9.3° West	10.5° Ost	6° Ost
Zeitdifferenz zu 15° Ost	- 1 h 4 min	+ 1 h 37.2 min	+ 18 min	+ 36 min
Datum	5. November	25. Juli	5. November	25. Juli
Kulmination Mittlere Sonne	10:56 MEZ	14:37 MESZ	12:18 MEZ	13:36 MESZ
Zeitgleichung	+ 16.3 min	- 6.5 min	+ 16.3 min	- 6.5 min
Kulmination Wahre Sonne	10:39.7 MEZ	14:43.5 MESZ	12:01.7 MEZ	13:42.5 MESZ

Tabelle 3: Östlichster und westlichster Ort in der MEZ-Zeitzone im Vergleich (in den beiden linken Spalten). Wir fragen: Wann zeigt eine Uhr bei Kulmination der Wahren Sonne im Osten die kleinstmögliche Zeit und im Westen die grösstmögliche Zeit an? Der Unterschied der an der Uhr abgelesenen Zeiten ist etwas mehr als 4 Stunden! In den beiden rechten Spalten sehen wir den Ost- und Westrand der Schweiz im Vergleich.

rund -7.5 Minuten. Negative Zeitgleichung heisst: Die Sonnenuhr geht nach, sie zeigt z. B. auf dem 15. Längengrad um 12:00 Uhr MEZ erst 11:52.5 Uhr. Erst 7.5 Minuten später zeigt sie 12:00 Uhr, d. h. den Kulminationszeitpunkt der wahren Sonne. Da zeigt aber die MEZ-Uhr bereits 12:07.5 an. Die Sonnenkulmination war um 12:00 Uhr MEZ rund 1.9° östlicher, d. h. auf 16.9° östlicher Länge.

Die Überprüfung im Astro-Simulationsprogramm ergibt für den 20.

März 2018 eine Kulminationszeit von 12:00:00 MEZ bei einer geogr. Länge von 16° 52' 20" Ost. Angaben für den Sonnenaufgang: Um 05:56 Uhr (anstatt 06:00 Uhr) bei Azimut 89.4° (anstatt 90°). Dabei ist die Refraktion am Horizont eingerechnet, welche die Sonne früher und somit weiter links erscheinen lässt. Für denselben Ort am 19. März: Kulmination um 12:00:18 MEZ, Aufgang um 5:57:59 Uhr bei 90°. ■