

Gewußt ... ?

In diesem Dokument sind einige Besonderheiten im jahreszeitlichen und örtlichen Verlauf der Sonne zusammengestellt und aufgrund der astronomischen Zusammenhänge erklärt.

Die entsprechenden Daten, Karten und Diagramme lieferte das Programm "Tag & Nacht".

Alle Fragen beziehen sich auf Orte und Zeiten  in Deutschland.

... wieviel Handspannen die Sonne im Winter mittags über dem Horizont steht ?



... wieviel Handspannen die Sonne im Sommer mittags über dem Horizont steht ?



... auf welchen Bruchteil die Bestrahlungsstärke der Sonne im Winter gegenüber dem Wert im Sommer zurückgeht ?



→ Kap. 1: **Sonnenstand**



... welcher Ort Deutschlands genau in der Mitte unserer Zeitzone liegt ?



... wie groß der Zeitunterschied des Sonnenhöchststandes zwischen Frankfurt/Oder und Aachen ist ?



→ Kap. 2: **Zeitzone**n



... welcher Ort Deutschlands den längsten Tag des Jahres hat ?
... welcher Ort den kürzesten Tag des Jahres hat ?



→ Kap. 3: **Tageslänge**



... ob Frühling und Sommer oder Herbst und Winter zusammen länger sind ?



... warum die Sonne ihre täglichen Höchststände zu verschiedenen Uhrzeiten erreicht ?



... an welchem Tag die Sonne am spätesten aufgeht ?



... an welchem Tag die Sonne am frühesten untergeht ?



→ Kap. 4: **Erdbahn**



... wo die Sonne im Sommer am frühesten und am spätesten aufgeht ?



... ob die Sonne im Sommer in Berlin oder Freiburg später untergeht ?



→ Kap. 5: **Sommer**



... ob die Sonne im Winter in Aachen oder Hamburg am spätesten aufgeht ?



... wo die Sonne im Winter am frühesten untergeht ?



→ Kap. 6: **Winter**



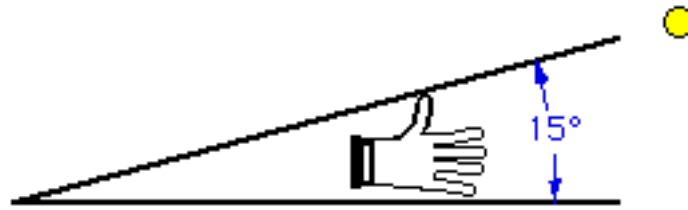
Übersicht:

→ Kap. 7: **Karte und Ortsliste**



... wieviel Handspannen die Sonne im Winter mittags über dem Horizont steht ?

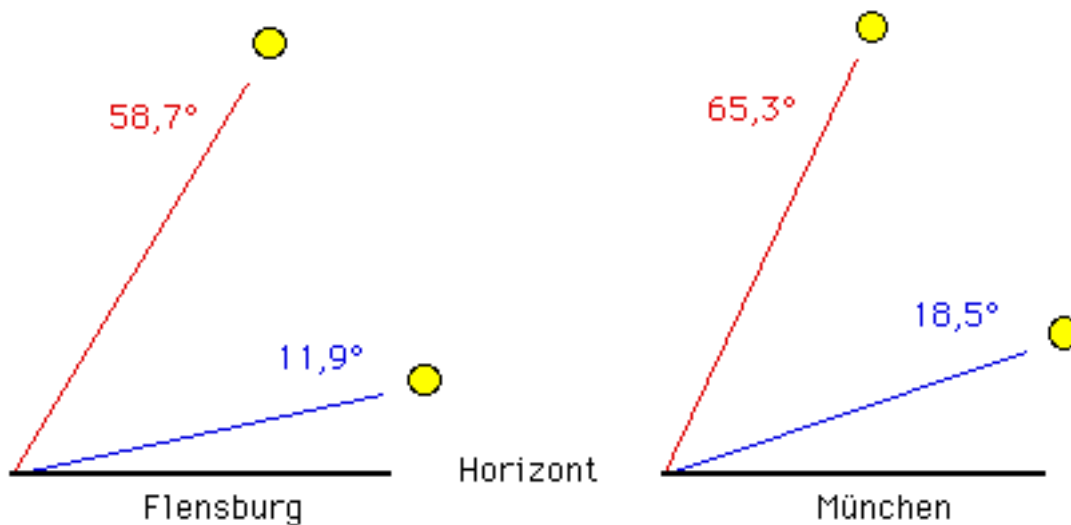
Sie steht mittags nur ungefähr eine Handspanne über dem Horizont.
Bei ausgestrecktem Arm überdeckt eine Handspanne etwa 15 Winkelgrade:



Die genaue **Mittagshöhe** der Sonne über dem Horizont hängt von der geographischen Breite des Ortes ab:

In **Flensburg** ($54,8^\circ$ nördl. Breite) beträgt sie im Winter (am 21.12.): $11,9^\circ$
im Sommer (am 21.6.): $58,7^\circ$

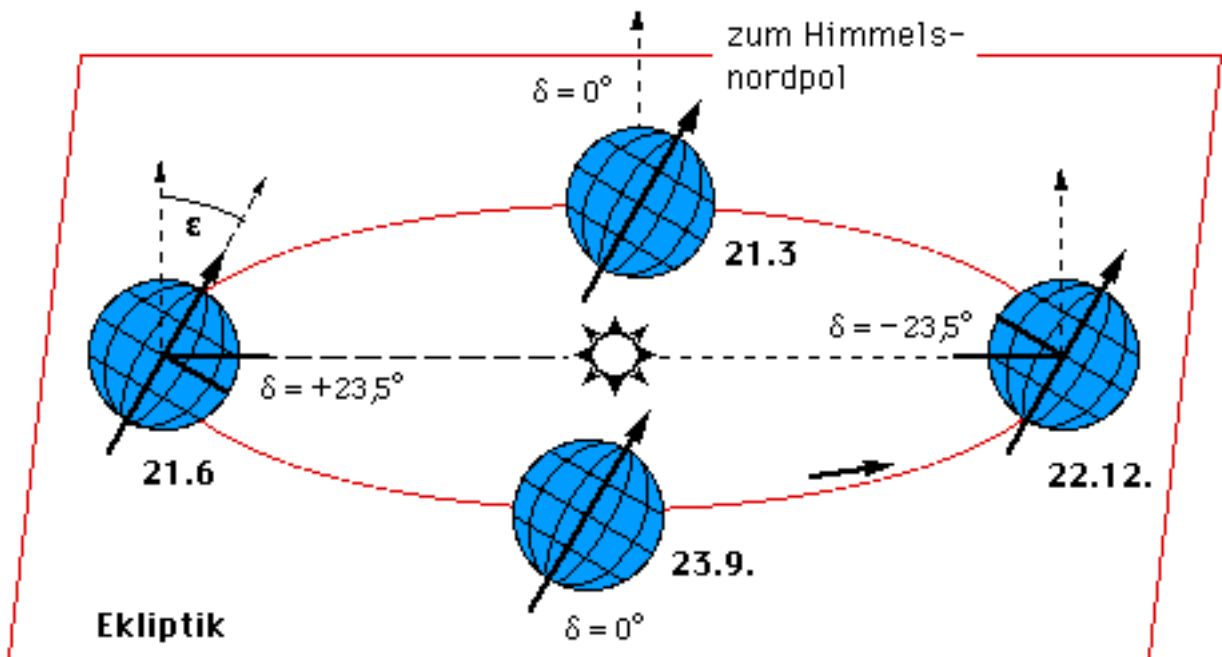
in **München** ($48,1^\circ$ nördl. Breite) beträgt sie im Winter (am 21.12.): $18,5^\circ$
im Sommer (am 21.6.): $65,3^\circ$



Die Bestrahlungsstärke der Sonne hat im Winter in Flensburg nur noch 24 % ihres maximalen Sommerwertes, in München noch 35 %.

Erklärungen:

Die Erdachse ist um den Winkel $\varepsilon=23,5^\circ$ gegen ihre Bahnebene um die Sonne (Ekliptik) geneigt, und sie behält ihre Richtung im Raum bei der Drehung um die Sonne bei, ebenso wie die Äquatorebene.

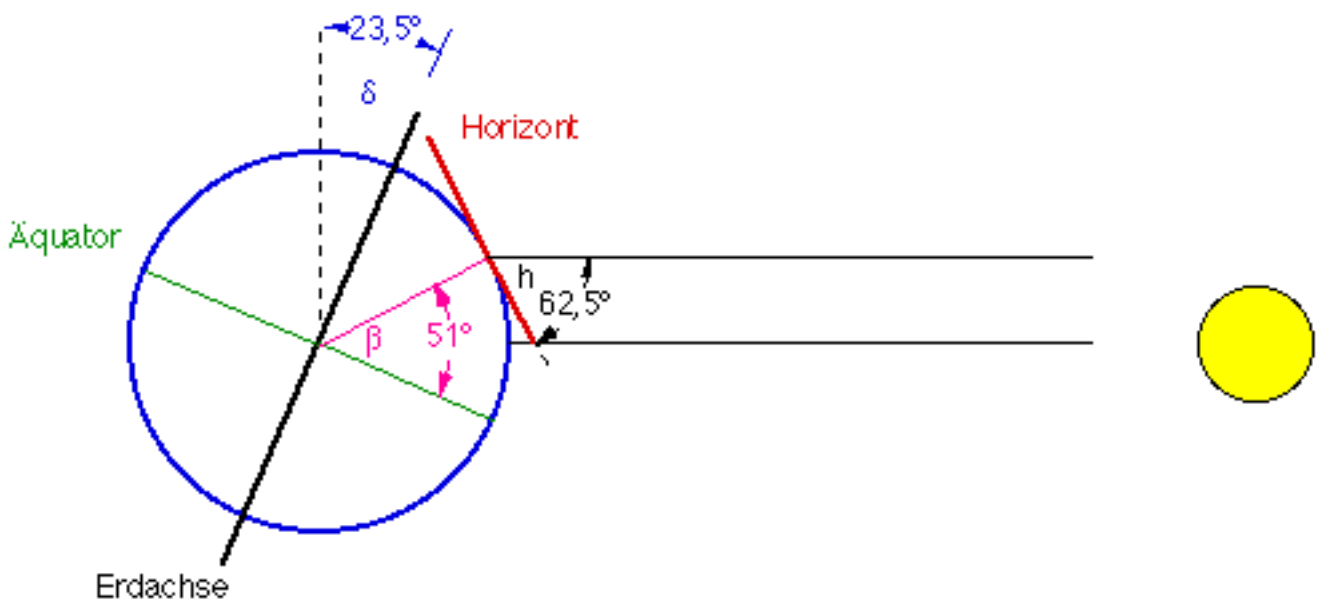


Der Winkelabstand der Sonne von der Äquatorebene (Deklination δ) ändert sich während eines Jahres zwischen $\delta = +23,5^\circ$ am 21.6. und $\delta = -23,5^\circ$ am 22.12. Der Höhenwinkel h , den die Sonne zur Mittagszeit über der Horizontalebene des Beobachters hat, hängt von dessen geographischer Breite β und dem aktuellen Wert der Deklination δ ab. Es gilt

$$h = 90^\circ - \beta + \delta$$

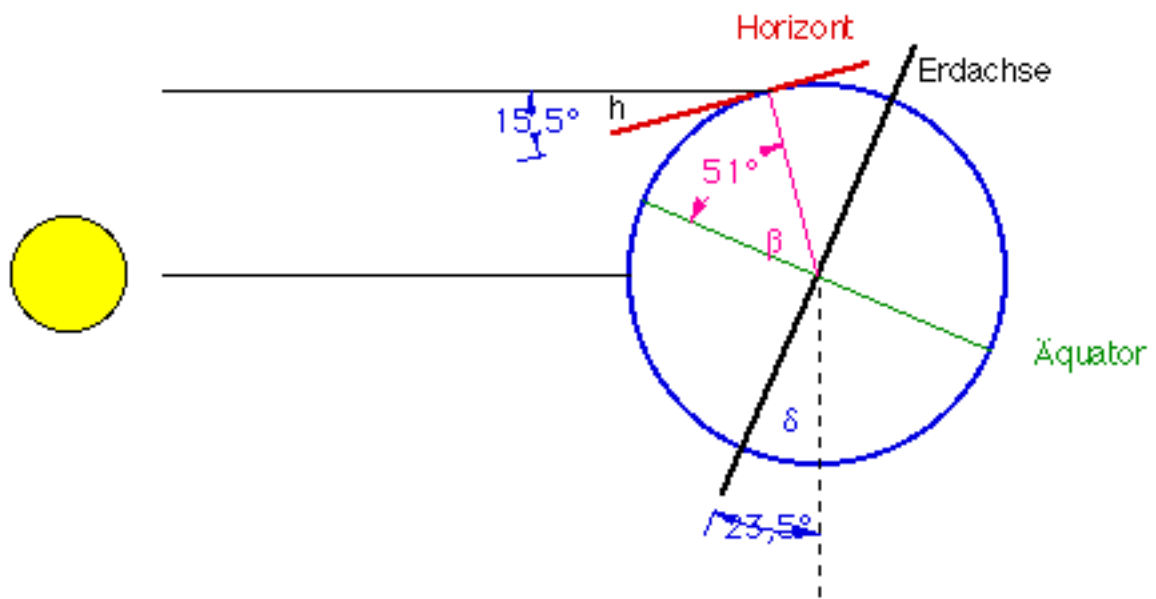
Sommer:

Am 21.6. und für die Breite $\beta = 51^\circ$ Nord ist der Höhenwinkel zur Mittagszeit $h = 90^\circ - 51^\circ + 23,5^\circ = 62,5^\circ$.

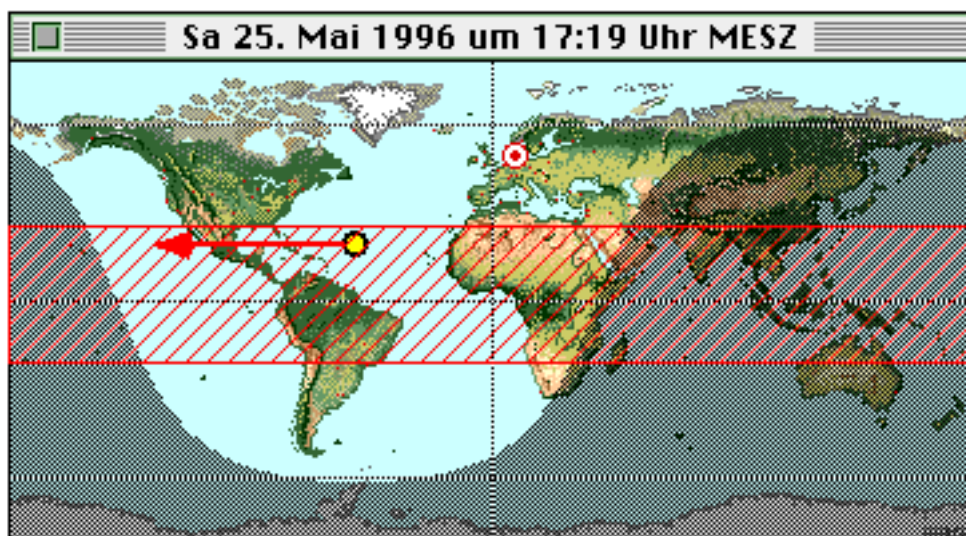
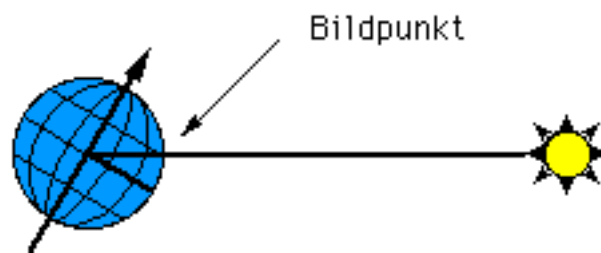


Winter:

Am 21.12. ist entsprechend zur Mittagszeit $h = 90^\circ - 51^\circ - 23,5^\circ = 15,5^\circ$



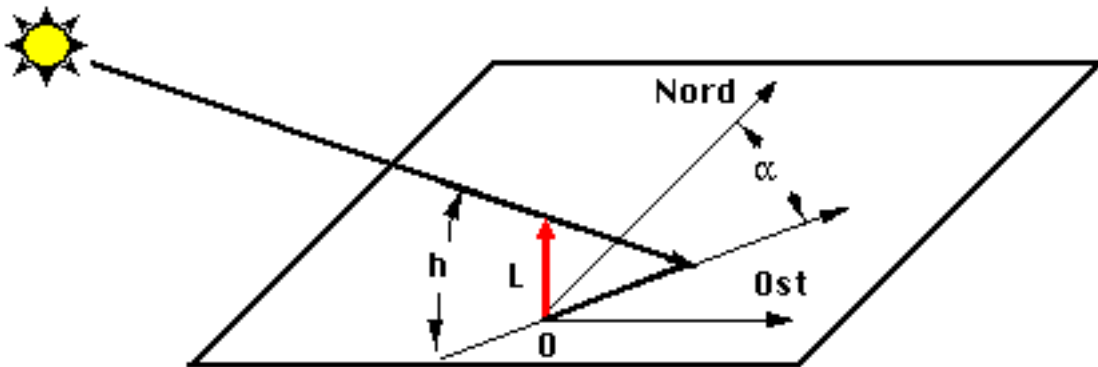
Der Bildpunkt der Sonne ist derjenige Punkt der Erdoberfläche, in dem die Verbindungsstrecke Sonne-Erde die Erdoberfläche durchstößt.



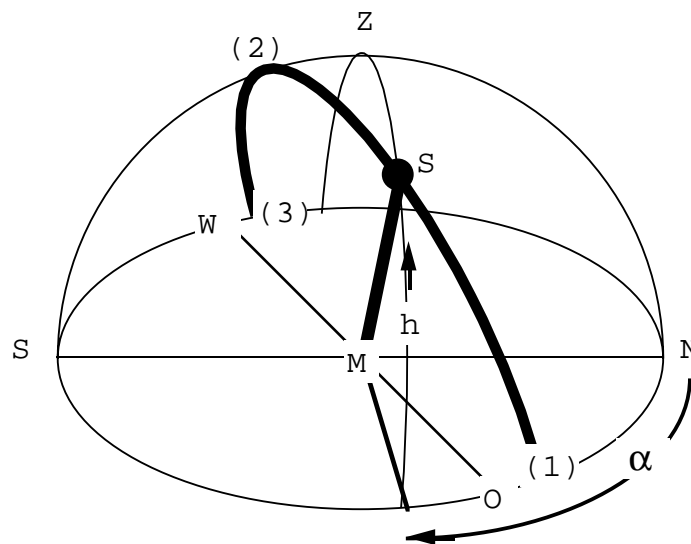
Der Bildpunkt bewegt sich mit der Erddrehung parallel zum Äquator von Ost nach West; er liegt je nach Jahreszeit in einem Winkelabstand von $+23,5^\circ$ Nord bis $23,5^\circ$ Süd.

Seine geographischen Koordinaten sind die Deklination der Sonne (=Breite des Bildpunktes) und ihr Greenwich-Stundenwinkel (Länge des Bildpunktes). Am Bildpunkt steht die Sonne mittags im Zenit, d.h. genau senkrecht.

Neben dem Höhenwinkel h benutzt man im Horizontsystem als zweite Koordinate für den Stand der Sonne das **Azimut α** , das im Uhrzeigersinn über Nord, Ost, Süd und West von 0° bis 360° gezählt wird. Das Azimut ist der Winkelabstand des Vertikals von der Nordrichtung.

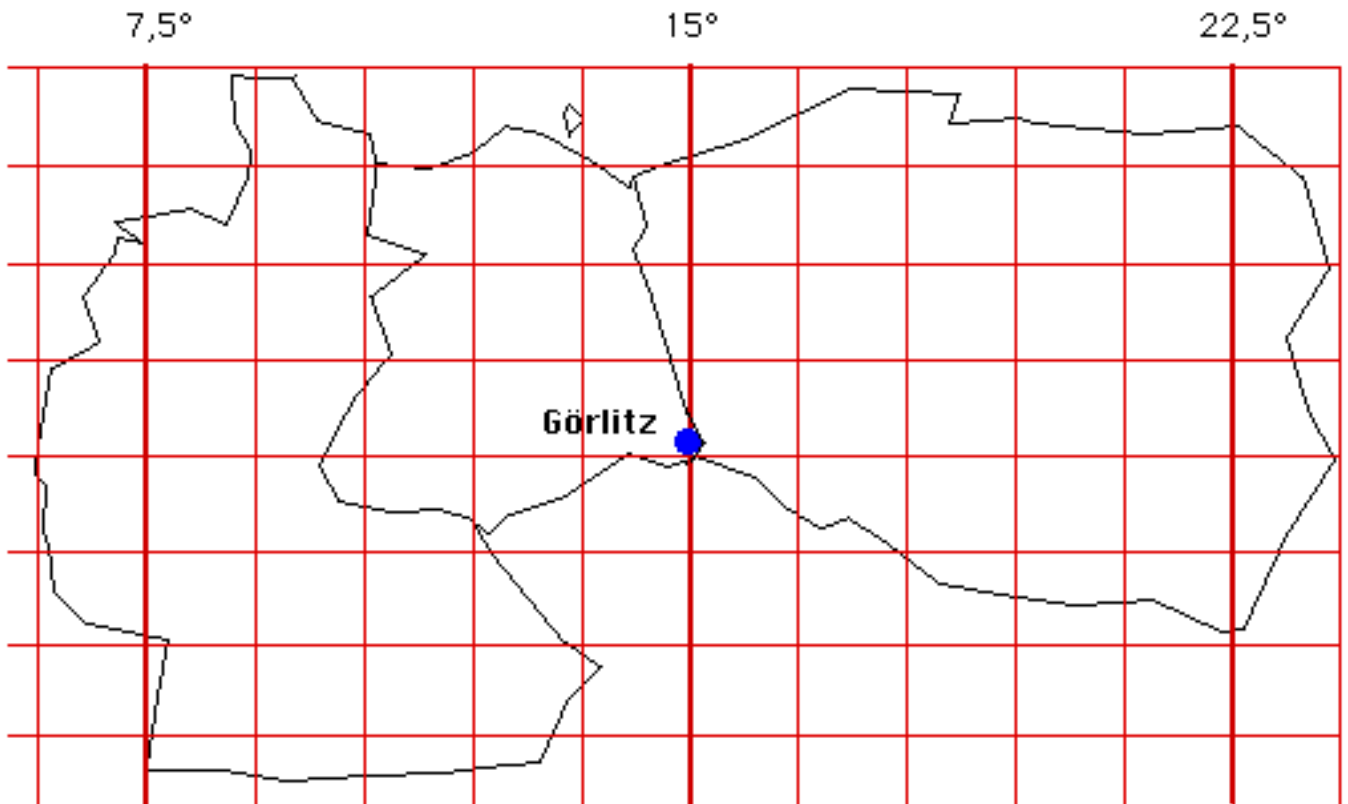


Der Punkt Z senkrecht über dem Beobachter ist der Zenit. Großkreise (d.h. Mittelpunkt in M) durch den Zenit werden als Vertikale bezeichnet.

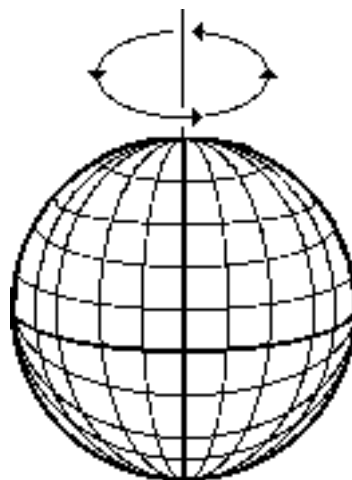


... welcher Ort Deutschlands genau in der Mitte unserer Zeitzone liegt ?

Görlitz/Neiße liegt genau auf dem Meridian 15° östlicher Länge und damit in der Mitte unserer Zeitzone, die von $7,5^\circ$ (Linie Münster-Freiburg) bis $22,5^\circ$ Ostlänge reicht, fast bis zur russischen Grenze.



Als Folge der Erddrehung erreicht die Sonne für Orte verschiedener geographischer Länge zu verschiedenen Zeiten ihren täglichen Höchststand (Kulmination), im Westen später als im Osten. Demnach hat jeder Meridian seine eigene Uhrzeit (Ortszeit). Die Kulminationszeit ist jedoch unabhängig von der geographischen Breite.

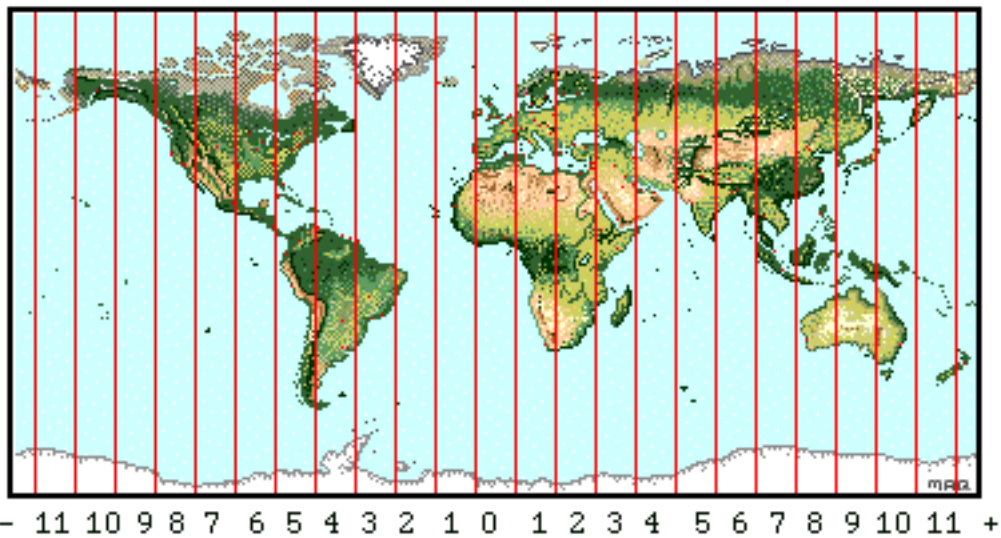


1884 wurde in einer zwischen 27 Staaten getroffenen Vereinbarung eine Einteilung der Erde in Zeitzonen festgelegt, in denen vereinbarungsgemäß dieselbe Urzeit (Zonenzeit) gilt: 24 Meridiane, jeweils 15° voneinander entfernt und beginnend mit dem Nullmeridian von Greenwich, sind (theoretisch) die Mittellinien von 24 Zeitzonen. In der Praxis wurde der Verlauf der Grenzen zwischen den einzelnen Zonen vor allem den politischen Grenzen angepaßt.

Zwei benachbarte Zeitzonen unterscheiden sich in ihrer Zonenzeit jeweils (zumeist) um eine Stunde.

Die mittlere Ortszeit (MOZ) einer Zeitzone östlich von Greenwich ist größer als deren Ortszeit (GMT), z.B. gilt für Deutschland (ohne Berücksichtigung der Sommerzeit):

$$\text{MOZ} = \text{MEZ} = \text{GMT} + 1 \text{ h}$$



Weltzeit um 18:00 Uhr MESZ:

S599 599 ARD/ZDF Di 20.08.96 18:01:07

WELTZEIT

Samoa.....	05:00	Istanbul.....	19:00
Honolulu.....	06:00	Madrid.....	18:00
S. Francisco..	09:00	Helsinki.....	19:00
Anchorage....	08:00	Athen.....	19:00
Denver.....	10:00	Johannesburg.	18:00
Chicago.....	11:00	Moskau.....	20:00
Managua.....	10:00	Nairobi.....	19:00
Montreal.....	12:00	Teheran.....	20:30
New York.....	12:00	Bombay.....	21:30
Bermudas.....	13:00	Bangkok.....	23:00
Rio Janeiro..	13:00	Peking.....	00:00
Azoren.....	16:00	Hongkong.....	00:00
London.....	17:00	Tokio.....	01:00
Lissabon.....	17:00	Seoul.....	01:00
Dakar.....	16:00	Sydney.....	02:00
Stockholm....	18:00	Wellington...	04:00
Atlanta.....	12:00		

ohne Gewähr

Medien ARD intern ZDF intern Übersicht

VPT Neue Seite: 0-9 oder Farbtasten

Weltzeit um 18:00 Uhr MEZ:

5599 599 ARD/ZDF Mo 23.12.96 18:00:53

WELTZEIT

Samosa.....	06:00	Istanbul.....	19:00
Honolulu.....	07:00	Madrid.....	18:00
S. Francisco..	09:00	Helsinki.....	19:00
Anchorage....	08:00	Athen.....	19:00
Denver.....	10:00	Johannesburg.	19:00
Chicago.....	11:00	Moskau.....	20:00
Managua.....	11:00	Nairobi.....	20:00
Montreal.....	12:00	Teheran.....	20:30
New York.....	12:00	Bombay.....	22:30
Bermudas.....	13:00	Bangkok.....	00:00
Rio Janeiro..	15:00	Peking.....	01:00
Azoren.....	16:00	Hongkong.....	01:00
London.....	17:00	Tokio.....	02:00
Lissabon.....	17:00	Seoul.....	02:00
Dakar.....	17:00	Sydney.....	04:00
Stockholm....	18:00	Wellington...	06:00
Atlanta.....	12:00		

ohne Gewähr

600 610 620 700

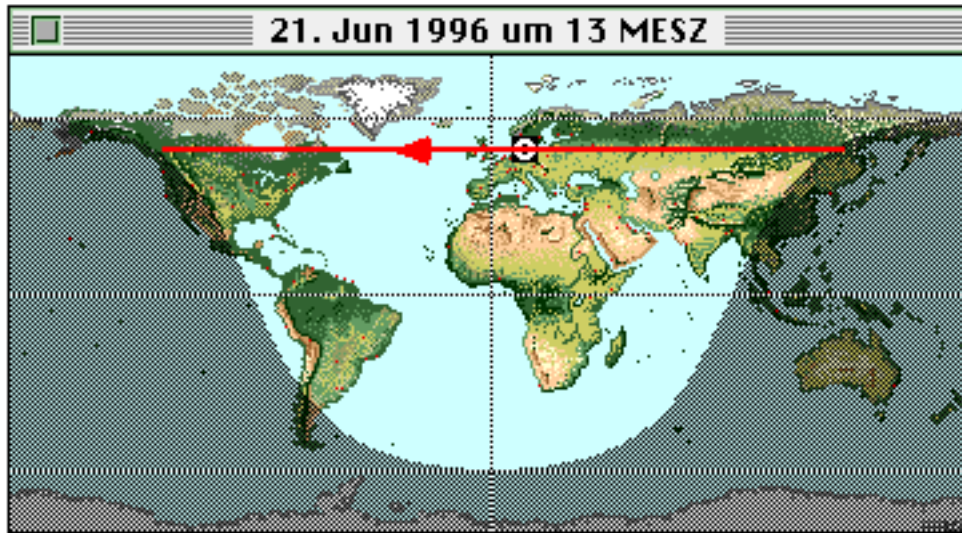
VPT Neue Seite: 0-9 oder Farbtasten

... wie groß der Zeitunterschied des Sonnenhöchststandes zwischen Frankfurt/Oder und Aachen ist ?

Frankfurt/Oder liegt auf $14^{\circ} 33,2'$ und Aachen auf $6^{\circ} 4,5'$ Ost. Die Differenz beträgt also $8^{\circ} 28,7'$. Da 1 Längengrad 4 Minuten entspricht (15° entsprechen 60 Minuten), erreicht die Sonne in Aachen ihren Höchststand 34 Minuten später als in Frankfurt/Oder



... welcher Ort Deutschlands den längsten Tag des Jahres hat ?

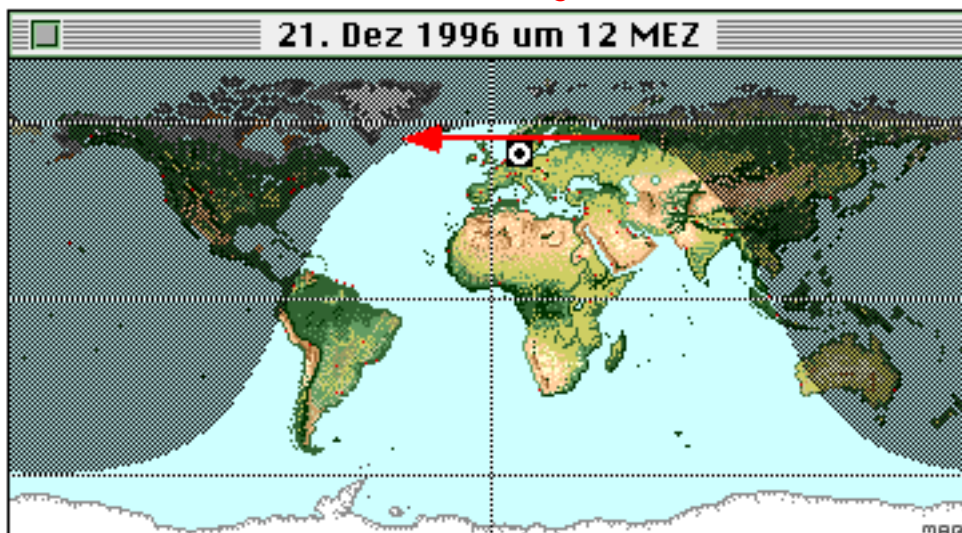


Den **längsten Tag** hat ein Ort, der möglichst weit nördlich liegt. Hier ist die rote Linie, die die Tageslänge bestimmt, am längsten:

In **Flensburg** ($54^{\circ} 47,1'$ Nord) beträgt am 21.6. die Tageslänge **17 h 20 min** .
(Sonnenaufgang 4 Uhr 44 MESZ, Sonnenuntergang 22 Uhr 04 MESZ).

Der längste Tag in Flensburg dauert 76 Minuten länger als der längste Tag in **München** ($48^{\circ} 8,8'$ Nord): dort beträgt die geht die Tageslänge nur 16 h 4 min
(Sonnenaufgang am 21.6. um 5 Uhr 13 MESZ, Sonnenuntergang um 21 Uhr 18 MESZ).

... welcher Ort Deutschlands den kürzesten Tag des Jahres hat ?



Den **kürzesten Tag** hat ein Ort, der möglichst weit nördlich liegt. Hier ist die rote Linie, die die Tageslänge bestimmt, am kürzesten:

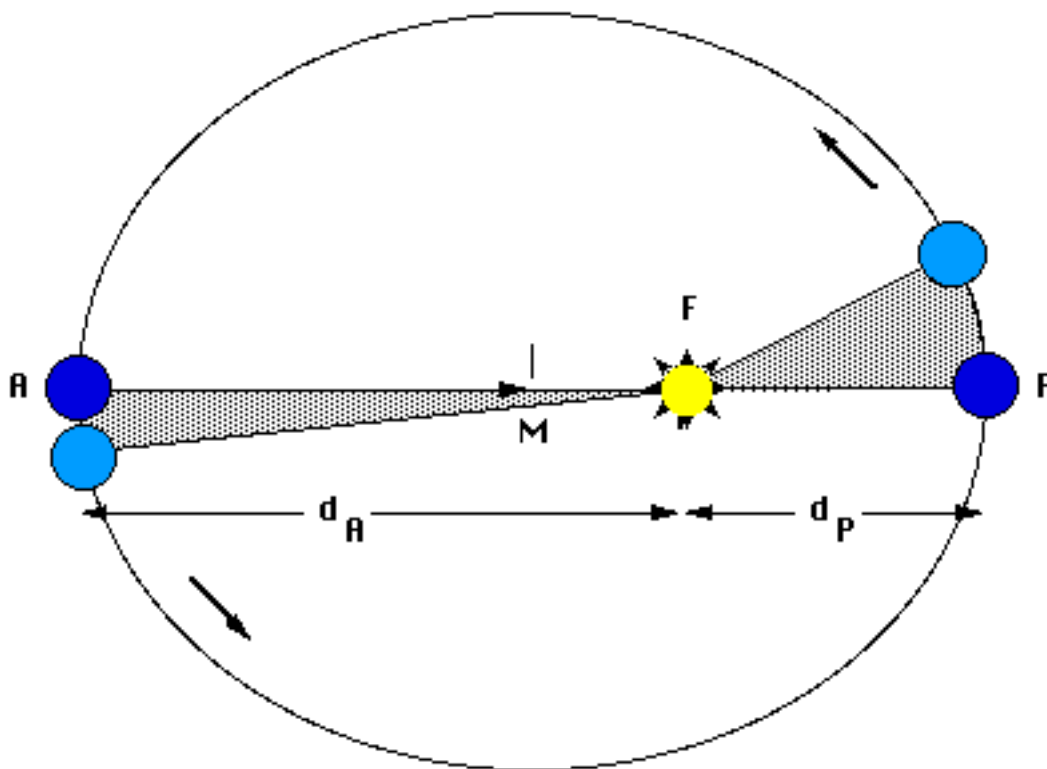
In **Flensburg** ($54^{\circ} 47,1'$ Nord) beträgt am 21.12. die Tageslänge beträgt nur **7 h 13 min** (Sonnenaufgang 8 Uhr 44 MEZ, Sonnenuntergang 15 Uhr 57 MEZ); dieser Tag ist also **um 10 h 7 min** kürzer als der längste Tag.

Der kürzeste Tag in Flensburg ist um 68 Minuten kürzer als der kürzeste Tag in [München](#) (48° 8,8' Nord): die Tageslänge am 21.12. ist dort 8 h 21 min (Sonnenaufgang um 8 Uhr 01 MEZ, Sonnenuntergang 16 Uhr 23 MEZ).



... ob Frühling und Sommer oder Herbst und Winter zusammen länger sind ?

Die Bahn der Erde um die Sonne ist kein Kreis, sondern eine Ellipse, in deren einem Brennpunkt (F) die Sonne steht. Dabei überstreicht der von der Sonne zur Erde gezogene "Fahrstrahl" nach Kepler in gleichen Zeitintervallen gleiche Wegstrecken: die beiden schraffierten Flächen sind also gleich groß. Folglich ist die Bahngeschwindigkeit der Erde nicht konstant: in Sonnennähe (Perihel P am 2. bis 4. Januar) ist sie am größten, in Sonnenferne (Aphel A, 3. bis 5. Juli) am kleinsten. Der scheinbare Umlauf der wahren Sonne um die Erde eignet sich daher nicht als genauer Zeitmarkengeber. Man führt daher in der Zeitmessung eine fiktive mittlere Sonne ein, die mit einer mittleren Geschwindigkeit in derselben Zeit wie die wahre Sonne im Äquator umlaufend gedacht wird. Den Zeitunterschied zwischen mittlerer und wahrer Sonne bezeichnet man als **Zeitgleichung**; sie ist wegen der unterschiedlichen Geschwindigkeit jahreszeitlich verschieden groß.



Frühling und Sommer (20.3.1996 bis 22.9.1996) sind zusammen fast 8 Tage länger als Herbst und Winter (22.9.1996 bis 20.3.1997):

Beginn der Jahreszeiten					
Frühling	:	Mi 20. März 1996	um 8:59 MEZ	Dekl. = -0.000000004 °	
Sommer	:	Fr 21. Juni 1996	um 3:24 MEZ	Dekl. = 23.439655533 °	
Herbst	:	So 22. Sept 1996	um 18:55 MEZ	Dekl. = 0.000000006 °	
Winter	:	Sa 21. Dez. 1996	um 15: 5 MEZ	Dekl. = -23.439846359 °	
Frühling	:	Do 20. März 1997	um 14:49 MEZ	Dekl. = -0.000000007 °	
Länge Frühling und Sommer		: 186 d 9 h 51 min			
Länge Herbst und Winter		: 178 d 19 h 48 min			

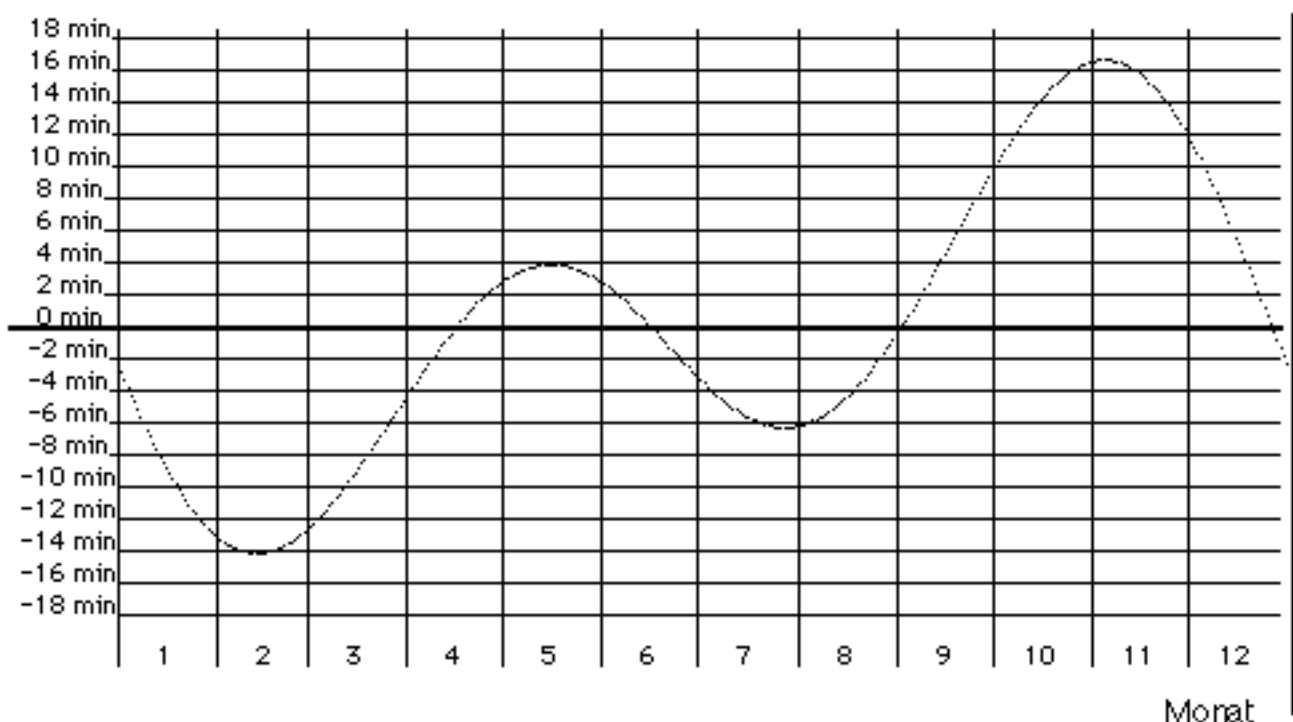
... warum die Sonne ihre tägliche Höchststände auch am selben Ort zu verschiedenen Uhrzeiten erreicht ?

Zeitgleichung

Zgl. = wahre Ortszeit - mittlere Ortszeit

Sie variiert zwischen - 14 min 24 s am 11./12. Februar und + 16 min 21 s am 3. November und hat kleinere Extrema am 14./15. Mai (+3 min 43 s) und am 26./27. Juli (-6 min 27 s). Die Zeitgleichung verschwindet am 15./16. April, 14./15. Juni, 1./2. September und 25. Dezember .

An den Tagen verschwindender Zeitgleichung kulminiert die Sonne in Görlitz (15°) genau um 12 Uhr MEZ bzw. um 13 Uhr MESZ und an weiter westlichen Orten je Grad um 4 Minuten später, z. B. in Aachen (6° 4,5' Ost) am 15. April erst um 13 Uhr 35 MESZ.



Am 3. November kulminiert die Sonne in Görlitz bereits um 11 Uhr 43 MEZ (wahre Sonne eilt vor), am 15. Februar erst um 12 Uhr 14 MEZ (wahre Sonne hinkt nach).

... an welchem Tag die Sonne am spätesten aufgeht ?

... an welchem Tag die Sonne am frühesten untergeht ?

In beiden Fällen ist es nicht der Tag des Winteranfangs (22. Dezember) ! Der Grund für diese überraschende Tatsache ist ebenfalls die Zeitgleichung.

Für einen Ort mit 50° N und 15° Ost für das Jahr 1994 gilt:

Tag	Sonnen- aufgang	Sonnen- unterg.	Kulmin.	Tageslänge	
2.12.	7:37	16:01	11:49	8 h 23	
7.12.	7:44	15:59	11:51	8 h 15	
<u>12.12.</u>	7:49	<u>15:58</u>	11:53	8 h 09	frühester Untergang
17.12.	7:53	15:59	11:56	8 h 06	
<u>22.12.</u>	7:56	16:01	11:59	<u>8 h 05</u>	kürzester Tag
27.12.	7:58	16:04	12:01	8 h 06	
<u>1. 1.</u>	<u>7:59</u>	16:09	12:03	8 h 10	spätester Aufgang
6. 1.	7:58	16:14	12:05	8 h 16	
11. 1.	7:56	16:20	12:08	8 h 25	

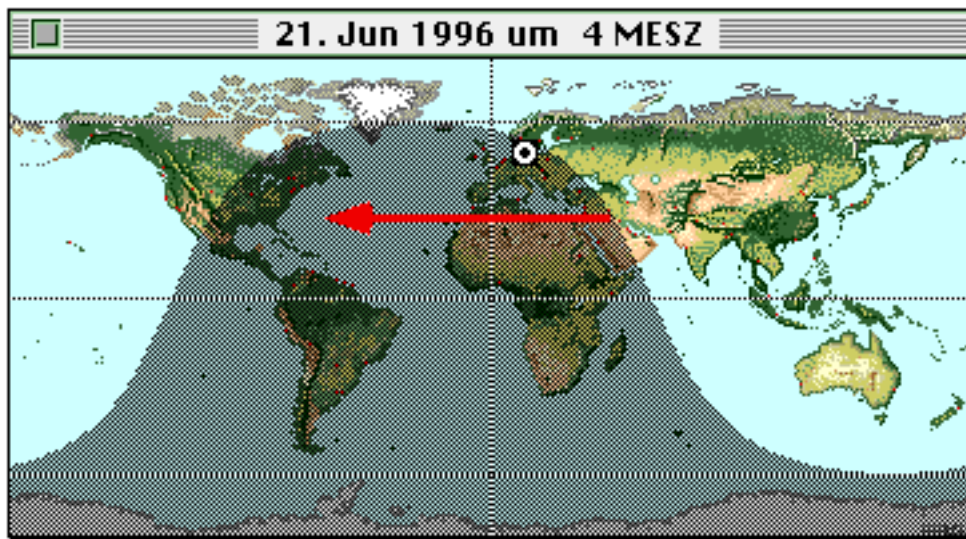


... wo die Sonne im Sommer am frühesten und am spätesten aufgeht ?

Er liegt im Nordosten, z.B. **Stralsund** ($54^{\circ} 18,7'$ Nord, $13^{\circ} 5,5'$ Ost). Hier geht die Sonne am 17. Juni bereits um **4 Uhr 32 MESZ** auf.

In **Freiburg** ($47^{\circ} 59,0'$ Nord, $7^{\circ} 50,0'$ Ost) ist Sonnenaufgang an diesem Tag erst um **5 Uhr 28 MESZ** (56 Minuten später).

Die Grenze des beginnenden Tages verläuft im Sommerhalbjahr auf der Nordhalbkugel von Nordwesten nach Südosten und bewegt sich mit fortschreitender Uhrzeit nach Westen. Sie erreicht einen nordöstlichen Ort also zuerst.

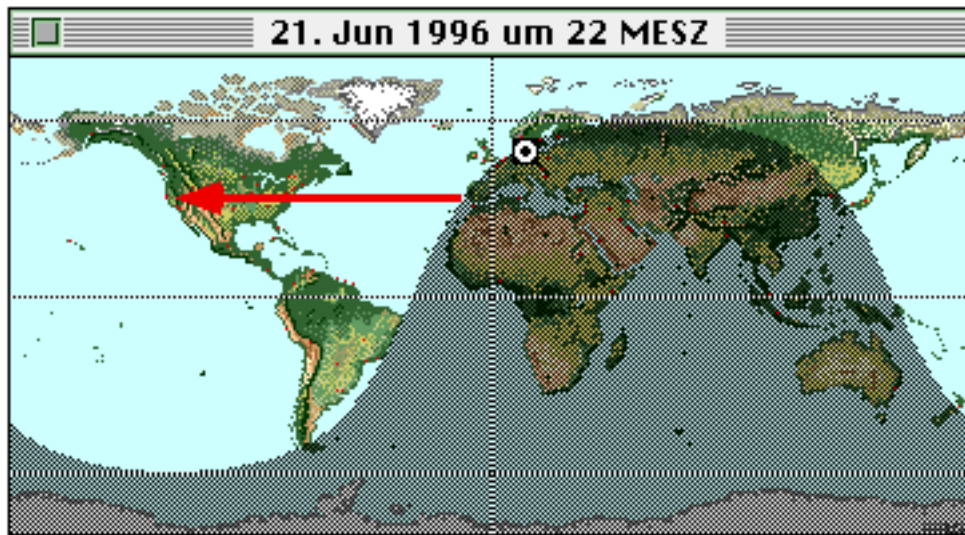


Tag abspielen

... ob die Sonne im Sommer in Berlin oder Freiburg später untergeht ?

Am 21. Juni geht die Sonne in **Berlin** ($52^{\circ} 30,3'$ Nord, $13^{\circ} 23,7'$ Ost) um **21 Uhr 33** MESZ unter und in **Freiburg** ($47^{\circ} 59,0'$ Nord, $7^{\circ} 50,0'$ Ost) um **21 Uhr 32** MESZ. also fast gleichzeitig, obwohl sich beide Orte erheblich in Breite und Länge unterscheiden.

Die Grenze der beginnenden Nacht verläuft im Sommerhalbjahr auf der Nordhalbkugel von Südwesten nach Nordosten und bewegt sich mit fortschreitender Uhrzeit nach Osten.



Die Nachtgrenze erreicht einen südöstlichen Ort zuerst und einen nordwestlichen Ort zuletzt:

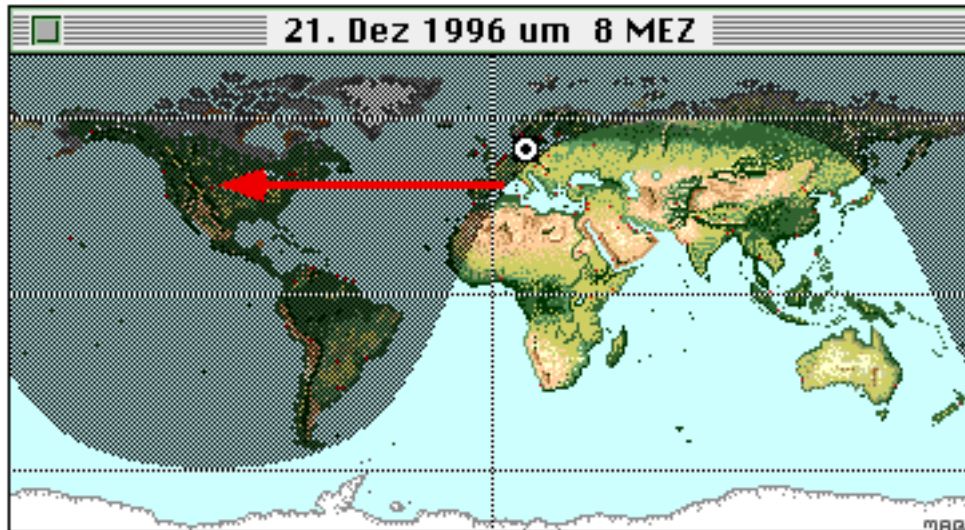
In **Passau** ($48^{\circ} 34,4'$ Nord, $13^{\circ} 28,1'$ Ost) ist Sonnenuntergang an diesem Tag bereits um **21 Uhr 12** MESZ und in **Flensburg** erst um **22 Uhr 04** MESZ (52 Minuten später)



... ob die Sonne im Winter in Aachen oder Hamburg am später aufgeht ?

Am 1. Januar geht in **Hamburg** die Sonne um **8 Uhr 36 MEZ** auf, in **Aachen** um **8 Uhr 38**, trotz großer Unterschiede in Breite und Länge also fast gleichzeitig. In Passau geht sie bereits um 7 Uhr 58 auf.

Die Grenze des beginnenden Tages verläuft im Sommerhalbjahr auf der Nordhalbkugel von Südwesten nach Nordosten und bewegt sich mit fortschreitender Uhrzeit nach Westen.

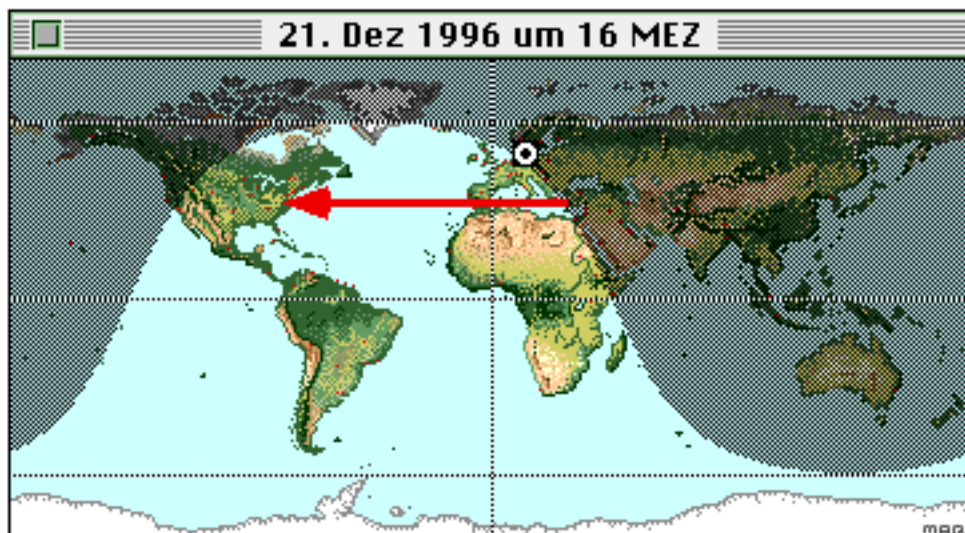


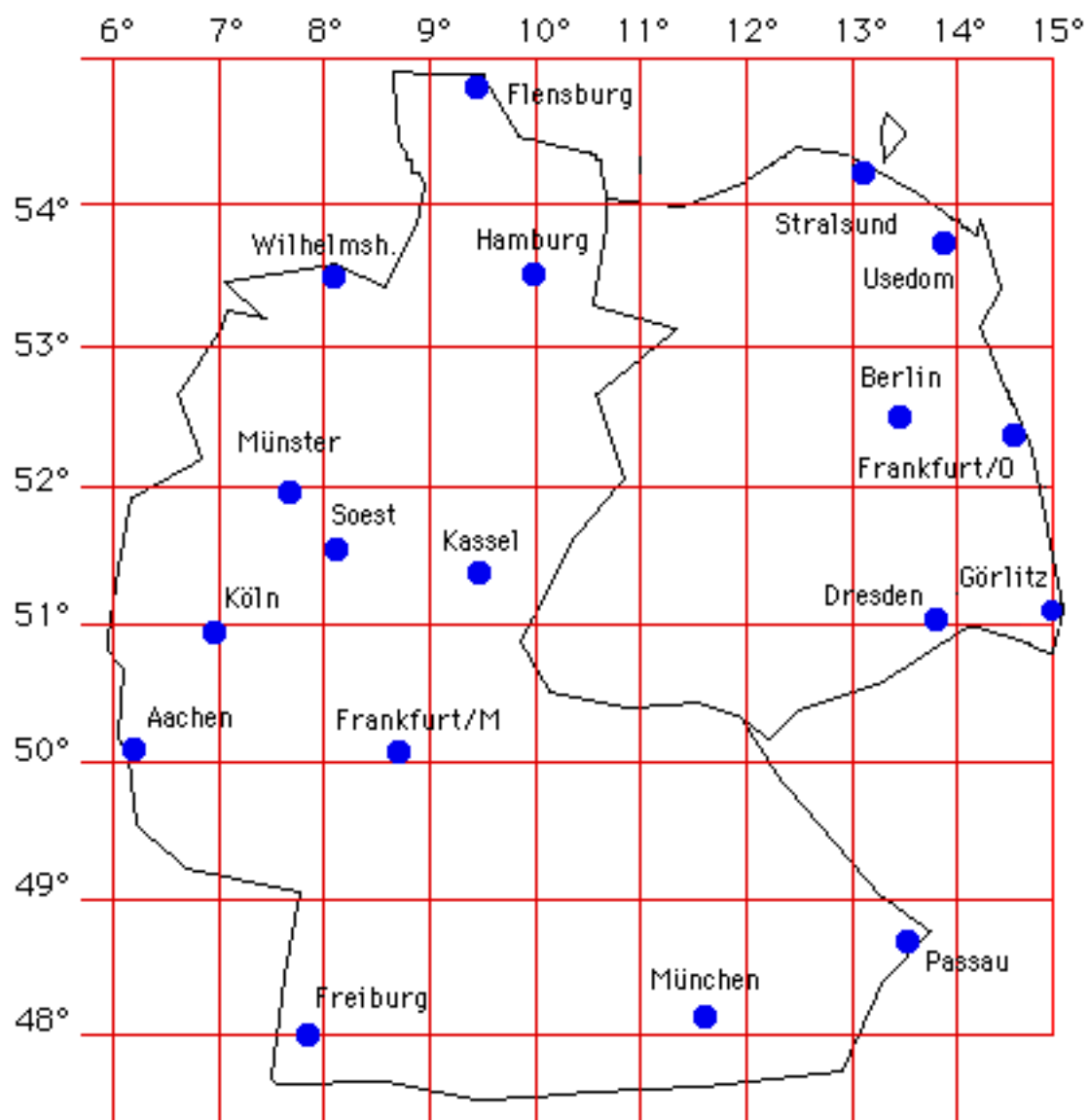
... wo die Sonne im Winter am frühesten untergeht ?

Sonnenuntergang ist in **Stralsund** am 12. Dezember um **15 Uhr 44 MEZ**, in Freiburg erst um 16 Uhr 36 MEZ (54 Minuten später).

Die Grenze der beginnenden Nacht verläuft im Winterhalbjahr auf der Nordhalbkugel von Südosten nach Nordwesten und bewegt sich mit fortschreitender Uhrzeit nach Westen.

Sie erreicht einen nordöstlichen Ort also zuerst.





ORT	Land	BREITE	LÄNGE	ZEITZONE
Aachen	D	50° 46.6 N	6° 4.5 E	+ 1
Berlin	D	52° 30.3 N	13° 23.7 E	+ 1
Dresden	D	51° 3.2 N	13° 44.0 E	+ 1
FünfzigZehn	(D)	50° 0.0 N	10° 0.0 E	+ 1
Flensburg	D	54° 47.1 N	9° 26.3 E	+ 1
Freiburg	D	47° 59.0 N	7° 50.0 E	+ 1
Frankfurt/M	D	5° 6.7 N	8° 41.2 E	+ 1
Frankfurt/O	D	52° 22.1 N	14° 33.2 E	+ 1
Görlitz	D	51° 9.0 N	15° 0.0 E	+ 1
Hamburg	D	53° 33.1 N	9° 58.4 E	+ 1
Hamm	(D)	51° 40.9 N	7° 49.2 E	+ 1
Köln	D	50° 56.5 N	6° 57.8 E	+ 1
Kassel	D	51° 19.0 N	9° 23.9 E	+ 1
München	D	48° 8.8 N	11° 36.5 E	+ 1
Münster	D	51° 58.2 N	7° 37.7 E	+ 1
Passau	D	48° 34.4 N	13° 28.1 E	+ 1
Rostock	D	54° 5.5 N	12° 8.2 E	+ 1
Stralsund	D	54° 18.7 N	13° 5.5 E	+ 1
Soest	D	51° 34.4 N	8° 6.5 E	+ 1
Welver	(D)	51° 36.8 N	7° 57.6 E	+ 1
Westerland	(D)	54° 54.3 N	8° 18.8 E	+ 1
Wilhelmshaven	D	53° 31.1 N	8° 7.3 E	+ 1
Werl	(D)	51° 33.4 N	7° 54.7 E	+ 1



Jürgen Giesen, Frankenkamp 12 a, 59514 Welver
E-Mail: juergen@giesen.dinet.de
Web: <http://www.giesen.dinet.de>