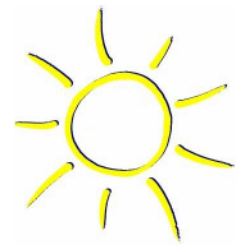
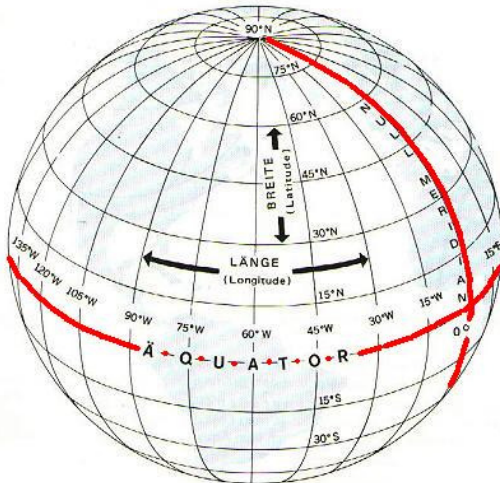


# Informationen zu den „Astronomische Funktionen“ der Hauptschaltuhr HSU-210



Die folgenden Aussagen gelten für geographische Lagen in Mitteleuropa, insbesondere für Deutschland. Deutschland liegt zwischen dem 6. und 15. Grad geographischer (nördlicher) Breite und zwischen dem 47. und 55. Grad geographischer Länge. (Die Begriffe „Breitengrad“ und „Längengrad“ sind veraltet und werden offiziell nicht mehr benutzt.)



geografische Breite = engl. Latitude  
geografische Länge = engl. Longitude

Die HSU-210 verwendet bei der Standortbestimmung Angaben in Dezimalgrad mit einer Dezimalstelle, z.B. für Köln:  
geografische Breite: 6,9°  
geografische Länge: 51,0°

Es sind ca. 100 Orte in Deutschland und ca. 20 weitere in Österreich, Schweiz und Tschechien mit ihren Ortskoordinaten gespeichert. Eine Kenntnis der geografischen Breite und Länge ist nicht erforderlich. Die Auswahl erfolgt nach Ort oder nach Tabelle.

Der eingegebene Ort und die daraus resultierenden Ortskoordinaten bilden die Grundlage für die „Astronomischen Funktionen“ der HSU-210. Zusammen mit dem Datum lassen sich daraus die Zeiten für Sonnenaufgang, Sonnenuntergang und die Dämmerung bestimmen. Die Zusammenhänge werden hier kurz dargestellt.

## Allgemeines

Ein Tag endet mit dem Sonnenuntergang. Die Sonne verschwindet zu diesem Zeitpunkt unter dem Horizont. (Bereits bevor die Sonne untergeht, wenn sie noch ca. 5° über dem Horizont steht, setzt eine Rotfärbung und scheinbare Deformation ein.) Weil die Sonne einen relativ großen Durchmesser hat, dauert der vollständige Sonnenuntergang ca. 3 Minuten. Die HSU-210 berechnet die Zeit des Sonnenaufgangs zu dem Zeitpunkt, wenn die Sonne -0,8° unter dem Horizont steht. Die Richtung des Sonnenuntergangs ist Jahreszeitabhängig. Im Frühjahr und Herbst geht die Sonne fast genau im Westen unter, im Hochsommer im Nordwesten und im Winter im Südwesten. Der Winkelunterschied beträgt max. ca. 90°.

An den Sonnenuntergang schließt sich nahtlos die Abenddämmerung an. Dies ist der fließenden Übergang von Tag zur Nacht. Die Dämmerung wird durch die Atmosphäre hervorgerufen, da das gestreute Licht der Sonne, die unter dem Horizont steht, noch immer den Beobachtungsstandort erreicht. Hätte die Erde keine Atmosphäre, gäbe es auch keine Dämmerung, wie z.B. auf dem Mond, wo praktisch ein schlagartiger Wechsel von Tag und Nacht erfolgt. Die Dämmerung verläuft in 3 Phasen. Sie beginnt mit der sogenannten „bürgerlichen Dämmerung“, gefolgt von der „nautischen Dämmerung“ und letztlich der „astronomischen Dämmerung“. Die Dauer der einzelnen Dämmerungsphasen ist abhängig von der Jahreszeit. Alle 3 Dämmerungsphasen werden von der HSU-210 unterstützt und werden später genauer beschrieben.

Umgekehrt beginnt der Tag zunächst mit der Morgendämmerung, wieder in den 3 Phasen, diesmal nur in umgedrehter Reihenfolge, gefolgt von dem Sonnenaufgang. Der Begriff Sonnenaufgang ist eigentlich nicht korrekt, da nicht die Sonne „aufgeht“, sondern weil sich die Erde wegen der Rotation mit dem Beobachterstandort wieder zur Sonne hindreht. Genau definiert ist der Sonnenaufgang, wenn die Obertangente der Sonnenscheibe den Horizont übersteigt. Bis die Sonne vollständig den Horizont überschritten hat, vergehen ca. 3 Minuten. Der zeitliche Unterschied der Sonnenaufgangszeit in Deutschland beträgt ca. 35 Minuten. Wenn für Deutschland manchmal eine einzige Sonnenaufgangszeit angegeben wird, dann gilt diese für den zentral gelegenen Ort Kassel.

### **Bürgerliche Dämmerung**

Die „bürgerliche Dämmerung“, auch zivile Dämmerung genannt, beginnt nach dem Sonnenuntergang und endet, wenn die Sonne  $-6^\circ$  unter dem Horizont steht. Sie dauert in Deutschland 35 bis 50 Minuten. Die Himmelselligkeit lässt langsam nach. Ohne Fremdlicht ist noch lesen möglich. Zum Ende hin werden zunächst die großen Planeten und dann die ersten Sterne mit bloßem Auge erkennbar.

### **Nautische Dämmerung**

Die „nautische Dämmerung“, manchmal auch mittlere Dämmerung, folgt nahtlos der „bürgerlichen Dämmerung“. Sie endet, wenn die Sonne  $-12^\circ$  unter dem Horizont steht. Die Länge der Dämmerungsphase beträgt ca. 80 bis 110 Minuten. Der Begriff kommt aus der Seefahrt, weil während der „nautischen Dämmerung“ die ersten Sternbilder sichtbar werden und genügend viele, große Sterne zur Positionsbestimmung am Horizont zu erkennen sind.

Nördlich einer geographischen Breite von ca.  $60^\circ$  erreicht die Sonne Mitte Juni nicht die Position von  $-12^\circ$  unter dem Horizont und damit nicht das Ende der „nautischen“ Dämmerung. Dies wird als „weiße Nächte“ bezeichnet. Ansatzweise kann man auch im äußersten Norden Deutschlands diesen Zustand beobachten.

### **Astronomische Dämmerung**

Letztlich folgt die „astronomische“ Dämmerung. Diese endet, wenn die Sonne  $-18^\circ$  unter dem Horizont steht. Nun erreicht das Sonnenlicht auch die höheren Schichten der Atmosphäre über den Standort nicht mehr. Zu diesem Zeitpunkt beginnt die Nacht und es ist völlig dunkel.

Im Sommer, ca. 3 Wochen vor und nach der Sonnenwende, wird in den meisten Gebieten Deutschlands (etwa ab  $48,5^\circ$  geographischer Breite, Raum Stuttgart) auf Grund der geografischen Lage die „astronomische Dämmerung“ nicht beendet. Dies gilt auch in Süddeutschland, besonders jedoch in weiter nördlich gelegenen Standorten. Dieser Zustand wird als „Mitternachtsdämmerung“ bezeichnet. Es wird daher nie ganz dunkel. Astronomisch gesehen wird es keine Nacht. Die HSU-210 begrenzt in diesem Fall die „astronomische Dämmerung“ auf 00:00 Uhr um Überschneidungen zu vermeiden.

Am Ende der Nacht werden alle Dämmerungsphasen in umgekehrter Reihenfolge durchlaufen und der Tag beginnt schließlich mit dem Sonnenaufgang.

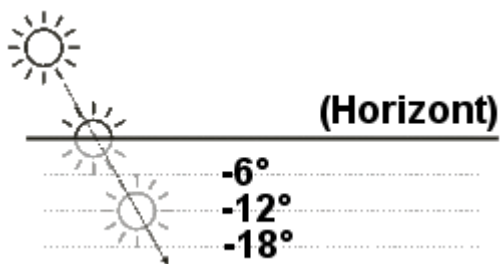


Abbildung: Sonnenstände

Beispiel: Dauer der Dämmerung Mitte Deutschlands (gerundet)

Datum	Zeitpunkt	bürgerlich	nautisch	astronomisch
20. März	Tag- und Nachtgleiche	38 Minuten	75 Minuten	110 Minuten
21. Juni	Sommer Sonnenwende	55 Minuten	115 Minuten	kein Ende
22. September	Tag- und Nachtgleiche	38 Minuten	75 Minuten	110 Minuten
21. Dezember	Winter Sonnenwende	45 Minuten	85 Minuten	125 Minuten

Beispiel: Zeiten für den Ort Kassel

Art	27.03.2008 MEZ	20.06.2008 MESZ	21.12.2008 MEZ
Beginn der astronomischen Dämmerung:	04:10	01:24	06:21
Beginn der nautischen Dämmerung:	04:52	03:05	07:02
Beginn der bürgerlichen Dämmerung:	05:32	04:18	07:45
Sonnenaufgang:	06:06	05:05	08:25
Sonnenhöchststand:	11:57	12:00	12:02
Sonnenuntergang:	18:47	21:42	16:17
Ende de bürgerlichen Dämmerung:	19:21	22:29	16:57
Ende de nautischen Dämmerung:	20:01	23:42	17:40
Ende de astronomischen Dämmerung:	20:43	Nicht erreicht	18:20

### Berechnung der Zeiten

Die Berechnung der Zeiten erfolgt auf Basis der Zeitgleichung und der Deklination der Sonne. Die Sommerzeit (MESZ) wird bei der Berechnung beachtet.

### Zeitgleichung

Theoretisch steht die Sonne Mittags um 12:00Uhr im Süden am höchsten Punkt am Horizont. Diese Aussage ist nur bedingt richtig, denn die Erde dreht sich nicht in exakt 24h einmal um die eigene Achse sondern in einigen Minuten weniger (exakt in 23 Stunden, 56 Minuten und 4 Sekunden). Die restliche Zeit muss sich die Erden noch weiterdrehen, um wieder den gleichen Punkt zu erreichen. Dadurch steht die Sonne Mittags in einer leicht anderen Richtung. Der Sonnenhöchststande kann in unserer geografischen Lage bis zu 15 Minuten vor oder 15 Minuten nach 12:00 Mittags liegen. Diese Abweichung der wahren Ortszeit von der Sonnenzeit wird Zeitgleichung genannt. Die astronomisch exakte Erklärung erfolgt durch:

- die Exzentrizität der Erdumlaufbahn mit einer Periodendauer von ungefähr einem Jahr und
- durch die Schiefe der Ekliptik aufgrund der Neigung der Erdachse mit einer Periodendauer von etwa einem halben Jahr

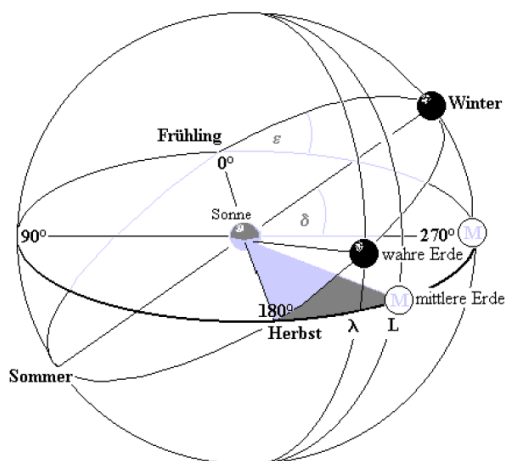


Abbildung: Schiefe der Erdbahn

Das der Tag dennoch 24h hat, kann damit erklärt werden, dass wir in den restlichen Minuten etwas weiter auf der Bahn um die Sonne weitergekommen sind.

Die größte Abweichung vom mittleren Höchststand um 12:00 Mittags wird Mitte Februar und Anfang November, die geringste Abweichung Mitte April, Mitte Juni, Ende August und Mitte Dezember erreicht.

## Deklination

Die Deklination ist der Ort geografischer Breite, in dem die Sonne im Zenit steht, also die Höhe der Sonne über dem Horizont beim passieren der Südrichtung. Diese Höhe bestimmt, wie lange die Sonne über dem Horizont bleibt und somit die Länge des Tages.

Aus Zeitgleichung als überlagerte, harmonische Schwingungen und Deklination als harmonische Schwingung, lassen sich unter Einbeziehung des Datums und der geographischen Ortskoordinaten sowie mit Hilfe von Winkelfunktionen, alle Zeiten für Sonnenaufgang und Sonnenuntergang wie auch die Dämmerungsphasen bestimmen. Diese Berechnung erreicht eine relativ hohe Genauigkeit mit einer Abweichung, die in der Regel 5 Minuten nicht übersteigt. Für Sonnenstandabhängige Schaltfunktionen ist das mehr als ausreichend.

## Einstellungen der HSU-210

<b>P131</b>	<b>Astrofunktionen</b>	Freigabe der astronomischen Funktionen AUS - Es werden keine astronomischen Funktionen ausgeführt. EIN - Die astronomischen Funktionen werden ausgeführt.
<b>P133</b>	<b>Dämmerungsart</b>	Auswahl der zur Anwendung kommenden Dämmerungsart BÜRG. - bürgerliche Dämmerung NAUT. - nautische Dämmerung ASTRO. - astronomische Dämmerung
<b>P134</b>	<b>Standort</b>	Ortstandort Kennzahl 0 ...122 <i>Die Ortstabelle ist in der Gebrauchsanleitung enthalten. Die Kennzahl ist an die PLZ-Gebiete angelehnt. Ist Ihr Ort nicht dabei, so wählen Sie bitte einen Ort in der Nähe. Sie können auch den Ort direkt über Parameter 135 auswählen.</i>
<b>P135</b>	<b>Ortsregion</b>	Ortstandort Ortsnamen, nach Regionen geordnet, auch Gebiete in Österreich, Schweiz und Tschechien
<b>P136</b>	<b>Geogr. Länge</b>	Anzeige der aus der Ortsangabe ermittelten geografischen Länge (Longitude) in Dezimalgrad
<b>P137</b>	<b>Geogr. Breite</b>	Anzeige der aus der Ortsangabe ermittelten geografischen, nördlichen Breite (Latitude) in Dezimalgrad  <i>Die Anzeige der Parameter P138 bis P142 erfolgt nur, wenn die „astronomischen Funktionen“ bei Parameter P131 freigegeben (EIN) wurden.</i>
<b>P138</b>	<b>Sonnenaufgang</b>	Anzeige der aus der Ortsangabe und Datum berechneten Sonnenaufgangszeit
<b>P139</b>	<b>Sonnenuntergang</b>	Anzeige der aus der Ortsangabe und Datum berechneten Sonnenuntergangszeit
<b>P140</b>	<b>Morgendämmerung</b>	Anzeige der aus der Ortsangabe und Datum berechneten Zeit der Morgendämmerung (Anfang) <i>Die Zeit ist auch von der gewählten Dämmerungsart (P133) abhängig.</i>
<b>P141</b>	<b>Abenddämmerung</b>	Anzeige der aus der Ortsangabe und Datum berechneten Zeit der Abenddämmerung (Ende) <i>Die Zeit ist auch von der gewählten Dämmerungsart (P133) abhängig.</i>
<b>P142</b>	<b>Mittagssonne</b>	Anzeige der aus der Ortsangabe und Datum berechneten Zeit des Sonnenhöchststandes (Zeitgleichung)
<b>P145</b>	<b>Ausnahmen-Astro</b>	Einbeziehung des Astroprogramms in die Ausnahmeregelung AUS - Die Astro-Schaltfunktionen werden immer ausgeführt, auch wenn eine Ausnahmeperiode aktuell ist. EIN - Die Astro-Schaltfunktionen werden während einer Ausnahmeperiode ebenfalls nicht ausgeführt.

**Liste der Standorte für Parameter P134/135**

000-Görlitz	033-Bielefeld	066-Saarbrücken	099-Erfurt
001-Dresden	034-Kassel	067-Kaiserslautern	100-Rügen
002-Bautzen	035-Giesen	068-Mannheim	101-Usedom
003-Cottbus	036-Fulda	069-Heidelberg	102-Fehmann
004-Leipzig	037-Göttingen	070-Stuttgart	103-Sylt
005-Sangerhausen	038-Braunschweig	071-Ludwigsburg	104-Helgoland
006-Halle	039-Magdeburg	072-Tübingen	105-Langeoog
007-Gera	040-Düsseldorf	073-Göppingen	
008-Zwickau	041-Gladbach	074-Heilbronn	106-Wien
009-Chemnitz	042-Wuppertal	075-Pforzheim	107-Linz
010-Berlin	043-Bocholt	076-Karlsruhe	108-Graz
011-Kyritz	044-Dortmund	077-Offenburg	109-Klagenfurt
012-Prenzlau	045-Essen	078-Konstanz	110-Innsbruck
013-Luckau	046-Bottrop	079-Freiburg	111-Bludenz
014-Potsdam	047-Duisburg	080-München	112-Horn
015-Franf./Oder	048-Münster	081-Landsberg	113-Zürich
016-Oranienburg	049-Osnabrück	082-Garmisch	114-Bern
017-Neubrandenburg	050-Köln	083-Rosenheim	115-Lugano
018-Rostock	051-Wiehl	084-Landshut	116-Genf
019-Schwerin	052-Aachen	085-Ingolstadt	117-Praha
020-Hamburg	053-Bonn	086-Augsburg	118-Pilsen
021-Stade	054-Trier	087-Kempten	119-Tabor
022-Norderstedt	055-Mainz	088-Tettnang	120-Brno
023-Lübeck	056-Koblenz	089-Ulm	121-Ostrava
024-Kiel	057-Siegen	090-Nürnberg	122-Liberec
025-Heide	058-Hagen	091-Anspach	
026-Emden	059-Hamm	092-Amberg	
027-Bremerhaven	060-Frankfurt	093-Regensburg	
028-Bremen	061-Limburg	094-Passau	
029-Celle	062-Herborn	095-Hof	
030-Hannover	063-Aschaffenburg	096-Bamberg	
031-Hildesheim	064-Darmstadt	097-Würzburg	
032-Herford	065-Wiesbaden	098-Suhl	

**Schaltfunktionen**

Um entsprechende Schaltfunktionen der Relais zu programmieren, steht das „Astroprogramm“ zur Verfügung. Hier können bis zu 30 Schaltfunktionen mit den Zeiten für Sonnenaufgang, Sonnenuntergang, Morgendämmerung und Abenddämmerung eingegeben werden. Es sind auch Kombinationen mit festen Zeiten und Zeitoffsets möglich. Genaueres entnehmen Sie bitte der Gebrauchsanleitung der HSU-210.