

		<b>Schwierigkeitsgrad</b>
<b>Projekt - 6</b>	<b>Die Zeitgleichung</b>	<b>Mittel - und Oberstufe</b>

### - Arbeitsmittel :

Ein Solarscope (hinter einem Fenster aufgestellt)  
 Einen Messschirm (optional)  
 Eine Uhr die Stunden, Minuten und Sekunden anzeigt.

### -1- Grundlagen

Wahrer Mittag ist wenn:  
 Die Sonne am höchsten Punkt (Zenit) ihres täglichen Weges ist.  
 Vergleichen wir diese Zeit mit der auf unseren Uhren so sehen wir eine Differenz.  
 Hier ist eine Methode um die Differenz zwischen der wahren und der gültigen Zeit zu berechnen:

Gültige Zeit = wahre Zeit + korrigierte geographische Länge + korrigierte Zeitzone + korrigierte « Zeitgleichung »



#### Wie man die geographische Länge korrigiert :

Die geographische Länge wird auf den 0 Meridian (= Greenwich Meridian) bezogen.  
 Weiterhin ist bekannt, dass eine volle Erdrotation 360° entspricht und 24 Stunden dauert.  
 Für die Korrektur der geographischen Länge benötigt man die Proportionalitätskonstante zwischen Zeit und Winkel.  
Beispiel : Für Ort westlich des Greenwich Meridians addiere man die die Zeitkorrektur, für Orte östlich des Greenwich Meridians subtrahiere man diese.  
 Beispiel : Hyères' geographische Länge 6°07'46'' (Ostseite) ↔ 6,1294° (Westseite)  
 Korrektur =  $-24 \cdot 3600 \cdot 6,1294 / 360 = -1471 \text{ s} = -24 \text{ min } 31 \text{ s}$   
 Übrigens: Die geographische Länge und Breite von Städten können im Internet gefunden werden.

Wie man die Zeitzone korrigiert : Deutschland (Frankreich) zum Beispiel ist in der Mitteleuropäischen Zeitzone und nicht in der von Greenwich.

Um die Zeitverzögerung zu korrigieren füge eine Stunde hinzu und eine weitere wenn gerade die Sommerzeit gültig ist.  
 Die Zeitzone-Korrektur ist : + 1 Stunde für das Winterhalbjahr und + 2 Stunden für das Sommerhalbjahr  
 Dieses gilt für Deutschland (Frankreich). In Großbritannien ist im Winter keine Korrektur notwendig, im Sommer lediglich eine Stunde.

#### Wie man die Zeitgleichung korrigiert :

Die Korrektur kann bis zu 16 Minuten betragen und ändert sich auch im Laufe eines Jahres.  
 Dieses wird zum einen durch die Elliptizität der Erdbahn und zum anderen durch den Polachsenwinkel verursacht. (Letzteres ist für die Jahreszeiten verantwortlich)  
 Annäherungsweise kann diese "Zeitgleichung" als die Summe zweier Sinusfunktionen beschrieben werden.

Erstere ist eine Sinusfunktion mit einer Periode von einem Jahr, dessen Wert gleich Null ist, wenn sich die Erde in ihrem Perihel (dem sonnennächsten Punkt der Erdbahn) befindet. Dieses ist etwa am 4. Januar der Fall.

Die Amplitude ist mit der Exzentrizität der verknüpft.

Die andere sinusförmige Funktion wird bei den Äquinoktien (Tagnachgleichen) Null. Ihre Amplitude wird hängt von den Polwinkeln ab.

Um eine Stichprobe von der "Zeitgleichung" zu bekommen, mache mehrere Experimente über das Jahr (mindestens 3 pro Monat) wenn sie Sonne ihren höchsten Punkt hat (Zenit oder wahrer Mittag).

Dieses kann fortgeschrittenen Schülern helfen die Exzentrizität der Erdbahn zu bestimmen.

## **- 2 – VORBEREITUNG :**

Die Bestimmung des wahren Mittags mit dem Solarscope :

Geräte:

Ein Solarscope

Eine Uhr mit Sekundenanzeige

Dieses Experiment muss an einem windstillen Platz durchgeführt werden.

Um den Durchgang der Sonne durch eine bestimmte Höhe vor und nach dem wahren Mittag zu messen, versieht man den Messschirm mit einer waagerechten Achse.

Man misst bei beiden Sonnendurchgängen durch diese Linie die Zeit. Der Mittelwert der beiden Messungen ergibt den Zeitpunkt des wahren Mittags.

Diese Messung wird genauer, wenn man den Mittelwert mehrerer Messungen berechnet.

Dieses Experiment wird auch in Projekt 2 besprochen.

Einige Anmerkungen:

Der Pfad auf dem Messschirm gibt Informationen über den Sonnenlauf vor und nach dem wahren Mittag. Dabei muss man berücksichtigen, dass das Bild im Solarscope umgekehrt wird. Wenn die Sonne beispielsweise auf dem Schirm von rechts nach links und von oben nach unten wandert, so bewegt sie sich in Wirklichkeit von Ost nach West und von unten nach oben.

## **3- ERGEBNISSE**

Für jüngere Schüler kann man demonstrieren, dass Ergebnisse sich von einer Gruppe zur anderen unterscheiden. Mit Hilfe dieses Experiment kann man einen experimentellen Graphen der Zeitgleichung erstellen und diesen mit dem Graphen für andere Städte vergleichen.

Ältere Schüler können dieses Zeitgleichung mit Hilfe einer Fourier-Analyse interpretieren, um die Exzentrizität  $E$  der Erdbahn zu bestimmen ( $E = 0.0167$ ).

