		<b>Schwierigkeitsgrad</b>
<b>Projekt 3</b>	<b>Die Rotation der Sonne ( 1 )</b>	<b>Grundschule</b>

### - GERÄTE:

ein Solarscope

eine genau gehende Uhr

einen Messschirm

Dieses Experiment kann in einem nach Süden gerichteten Raum oder an einem windstillen Platz durchgeführt werden.

### - 1 – PRINZIP:

Die Sonne ist ein Stern unter den 200.000.000.000 in unserer Milchstraße. Sie befindet sich 30.000 Lichtjahre (1 Lichtjahr = 9500 Mrd km) vom Zentrum der Milchstraße und umrundet dieses einmal in 225 Millionen Jahren mit einer Geschwindigkeit von 250 km/s!

- Die Sonne ist 4,5 Mrd Jahre alt

- Ihr Durchmesser beträgt 1.392.000km am Äquator (er ist 110 Mal größer als derjenige der Erde

- Die Sonne besteht aus Gas, der allergrößte Teil ist Wasserstoff und Helium, welches bei den hohen Temperaturen ionisiert ist

- Ihr Kern ist der Ort nuklearer Kettenreaktion (Kernfusion), wo große Mengen Energie freigesetzt werden; die Temperatur beträgt dort 14 Mio Grad.

Die Photosphäre ist die Grenze zwischen der Sonne und ihrer Atmosphäre (vom griechischen photos "Licht") und ist der hellste sichtbare Teil der Sonne. Kleine Konvektionsbewegungen finden in den obersten 2000km statt. Die Sonnenoberfläche scheint voller Reiskörner oder "Granulen" zu sein. Diese sind heiße Blasen, welche von kälterer Materie umringt sind, deshalb sind diese weniger hell. Sonnenflecken erscheinen dunkel, weil sie ungefähr 2000°C kühler als die umgebende Photosphäre sind. Jedoch ist die Temperatur der Photosphäre ungefähr 5700°C, und somit ist ein Sonnenfleck immer noch extrem heiß, wenn man von Temperaturen auf der Erde ausgeht. Er erscheint nur dunkel im Vergleich mit der helleren Photosphäre. Die durchschnittliche Anzahl dieser dunklen Flecken beträgt 5 bis 10. Man kann sie sehen, wenn das Solarscope korrekt fokussiert ist.

Sonnenflecken gibt es in allen Formen und Größen, vom einzelnen, isolierten Flecken bis zur komplexen Gruppe, welche von wenigen bis zu über hundert Flecken enthalten kann. Sonnenflecken entstehen und vergehen ständig und die Sonne sieht jeden Tag etwas anders aus. Die Größe der Sonnenflecken gibt eine Vorstellung von den Ausmaßen der Sonne. Ein typischer kleiner bis mittlerer Sonnenfleck hat ungefähr die selbe Größe wie die Erde während die größten Sonnenflecken bis zu zehn Erddurchmesser lang sind. Die meisten Gruppen "leben" für ungefähr drei Monate. Wegen der Rotation der Sonne bewegen sich die Flecken. Um Parallaxenfehler zu vermeiden muß man die Sonne täglich beobachten. Die Anzahl Sonnenflecken ist nicht konstant aber variiert in einem Zyklus von Maximum zu Minimum und zurück zum Maximum und sofort mit einer Periode von 11 Jahren. Im Sonnenfleckenmaximum ist die Sonne an den meisten Tagen stark gepunktet während im Sonnenfleckenminimum tagelang kein einziger Fleck zu sehen sein mag.

Astronomen benutzen den Ausdruck "Sonnenfleckenzyklus"; warum die Sonnenaktivität sich so ändert ist ein weiteres Rätsel der Solarforschung.

Ein paar weitere Informationen über die Sonne:

- Die Oberflächentemperatur beträgt 5700°C.
- Das Maximum der Abstrahlung liegt bei 0,5 Mikrometern Wellenlänge, also mitten im sichtbaren Bereich
- Die Rotationsgeschwindigkeit ist am Äquator verschieden von der am Pol wegen verschiedener Viskositäten der Sonne
- Die Rotationsrate am Äquator: 24,9 Tage
- Die Rotationsrate am Pol: 35-40 Tage
- Inklination: 82°49' (bezüglich der Ekliptik)

Bei bekannter Breite kann man die Geschwindigkeit der Sonnenrotation berechnen:

$$\text{Sonnenrotationsdauer} = 24,9 + 0,0188 \cdot l + 0,00216 \cdot l^2$$

Hierbei ist  $l$  entweder die nördlich oder südliche Breite in Grad (siehe Arbeitsblatt 4 zur Definition der Breite)

Die synodische Rotation ist: 27,5 Tage[1] (am Äquator). Da Erde und Sonne den selben Rotationsinn haben scheint die Sonne langsamer zu rotieren.

[1] Dies ist ein Mittel. Es schwankt über das Jahr hinweg wegen der ungleichmäßigen Bahngeschwindigkeit der Erde auf ihrem Orbit um die Sonne.

## - 2 - MESSUNG:

Es ist am besten die Messungen in Gruppen zu je 2 Personen vorzunehmen.

- 1) befestige den Meßschirm am Solarscope (siehe Anleitung)
- 2) Lege die Sonnenflecken fest, die Du für das Experiment nutzen möchtest
- 3) Um sicher zu gehen, daß der Sonnenpfad parallel zu den Linien auf dem Meßschirm sind, kann der Schirm um den Linsentubus herum gedreht werden.
- 4) Wie auf der Zeichnung dargestellt ist das Solarscope so zu drehen, daß Sonne und ihr Bild übereinstimmen. Um eine Parallaxe mit anderen Messungen zu vermeiden ist die genaue Zeit festzuhalten.
- 5) Um die Sonnenfleckenbewegung zu messen:  
Notiere wann ein Sonnenfleck eine vertikale Linie (Y-Achse) auf dem Meßschirm erreicht.  
 $t_0$ : Zeit wenn der linke Rand des Fleckens die Achse erreicht.  
 $t_1$ : Zeit wenn der rechte Rand des Fleckens die Achse erreicht.

-----Saut de page-----

Beispiel:

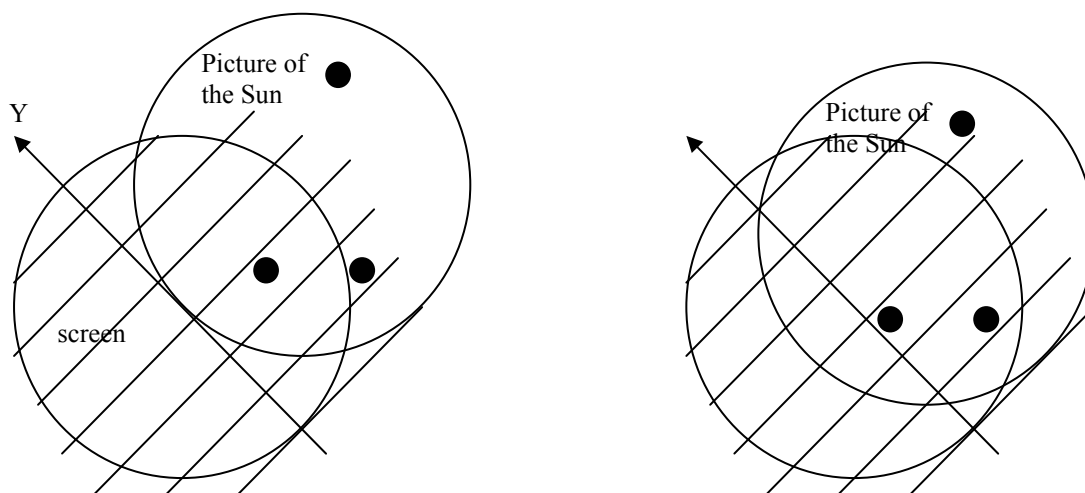
$t_0 = 0$  sec. Der linke Rand berührt die Y-Achse.

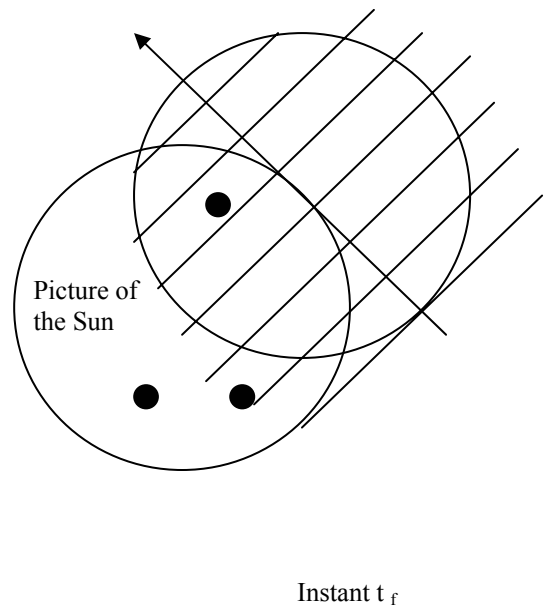
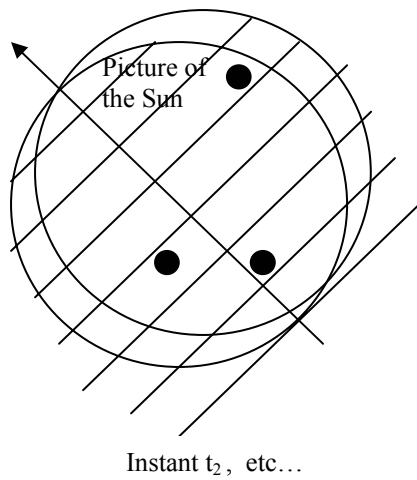
$t_1 = 0,48$  sec. Ein Sonnenfleck erreicht die Achse

$t_f = 2,16$  sec. Der rechte Rand des Fleckens berührt die Y-Achse.

Bildgröße 122mm

Der Sonnenfleck befindet sich bei XXXX mm von der linken Seite des Sonnenbildes. Die Y-Achse ist gedreht um die Genauigkeit der Messung zu erhöhen.





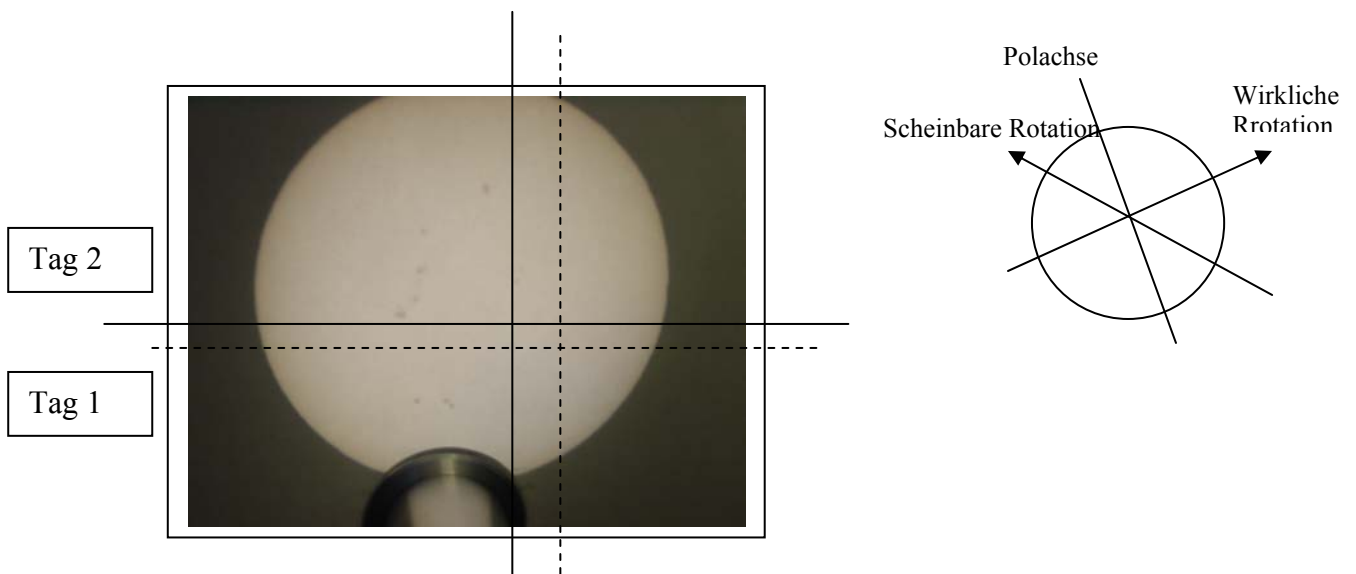
NB: Die Messungen wurden am Morgen durchgeführt, so daß die der Pfad der Sonne im Solarscope nach unten geht.

- 6) Schreibe alle Messungen auf die Tafel um alle diejenigen Rechnungen durchzuführen, die Du brauchst.
- 7) Tägige mehrere Messungen der Position der Sonnenflecken, z.B. jeden Tag zur gleichen Zeit, um Parallaxenfehler zu vermeiden. (Parallaxenfehler: auf Grund der Erdrotation scheint der Sonnenfleck seine Richtung zu ändern).
- 8) Zeichne auf dem Meßschirm die verschiedenen Positionen der Sonnenflecken  $t_1, t_2$  von jedem Tag ein.

Diese zeigen eine Bewegung auf Grund der Sonnenrotation.

Um die Sonnenrotation richtig zu erhalten benötigt man 3 bis 5 Messungen innerhalb 15 aufeinanderfolgenden Tagen, besser noch mehrere Messungen innerhalb eines Monats, denn die Dauer einer Umdrehung der Sonne beträgt 25-34 Tage vom Äquator bis zum Pol.

Vergiß nicht, daß die Bilder des Solarscope invertiert sind. Dies gilt es zu beachten, wenn man die wahre Rotationsrichtung herausbekommen möchte.



### 3 – ERGEBNISSE

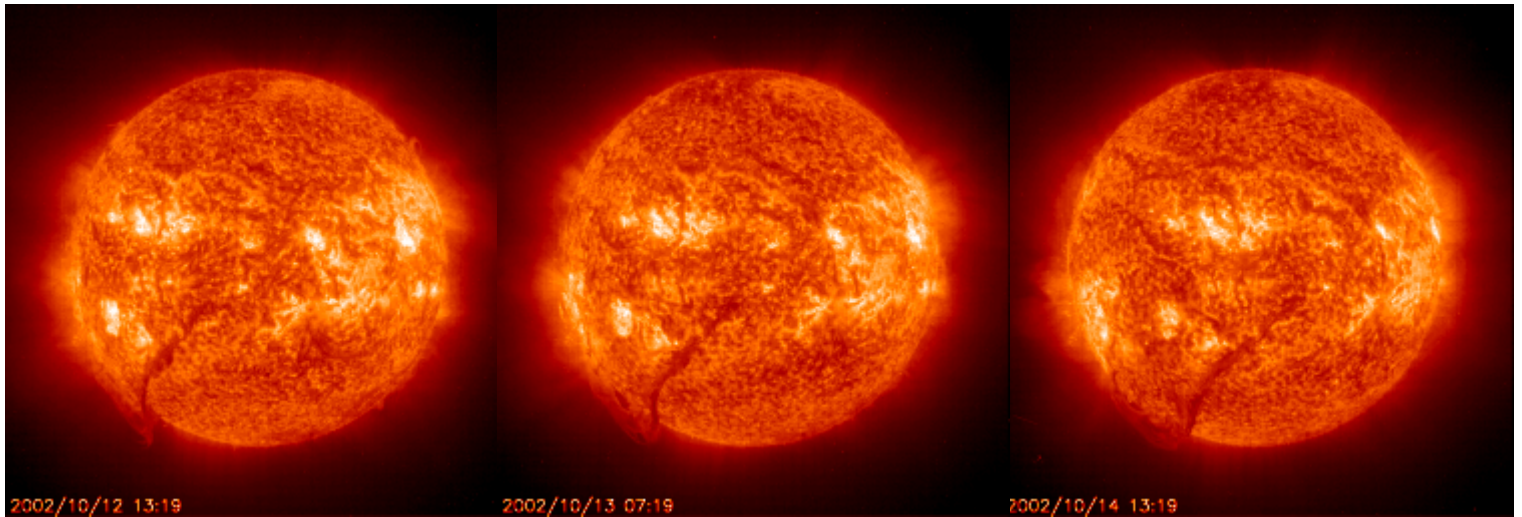
Es ist wichtig, daß Du die Sonnenfleckenanzahl in einem Standardformat aufschreibst. Dieses erlaubt es Dir, die Beobachtungen direkt mit denen von Soho zu vergleichen.

Dazu markiere auf dem gleichen Schirm die Position der Sonnenflecken an verschiedenen Tagen.

Schüler können hierbei das Entstehen und Verschwinden sowie die ungefähr 30 Tage Rotationsdauer beobachten.

### 4 -WEITERFÜHRENDES

Option: vergleiche die Sonnenflecken mit Bildern, die von Soho geliefert werden: [www.soho.com](http://www.soho.com)



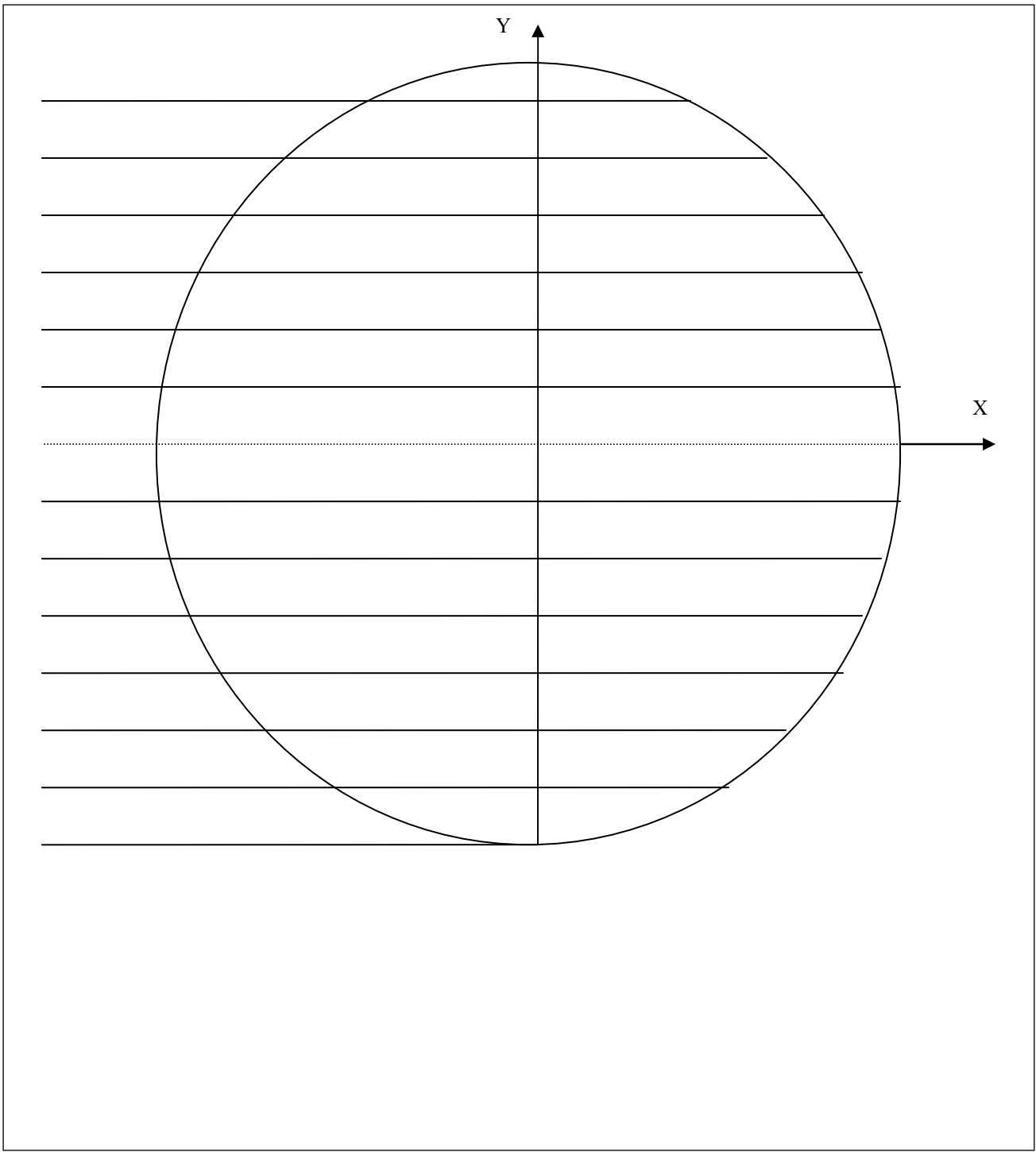
3 Bilder, aufgenommen von SOHO an drei aufeinanderfolgenden Tagen (im Internet verfügbar)

### - 5 – TABELLE FÜR DIE MESSUNGEN:

<u>Projekt 3.1 – die Rotation der Sonne (1)</u>		
Name :		
Klasse :		
Datum :		
Uhrzeit :		
Größe des Bildes (Breite) : X =                      mm		
	Position bezüglich	Position bezüglich

		der X-Achse	der Y-Achse
Linker Rand der Sonne	$t_0 = 0$ s	$X_0 = 0$	$Y_0 = 0$
Sonnenfleck Nr. 1	$t_1 =$ s	$X_1 = X * t_1 / t_f =$ mm	$Y_1 =$ mm
Nr. 2	$t_2 =$	$X_2 =$	$Y_2 =$
Nr. 3	$t_3 =$	$X_3 =$	$Y_3 =$
Rechter Rand der Sonne	$t_f =$	$X =$	

- **6 – MESSSCHIRM :**



Um die volle Größe des Messschirms zu erreichen, Größe verdoppeln.