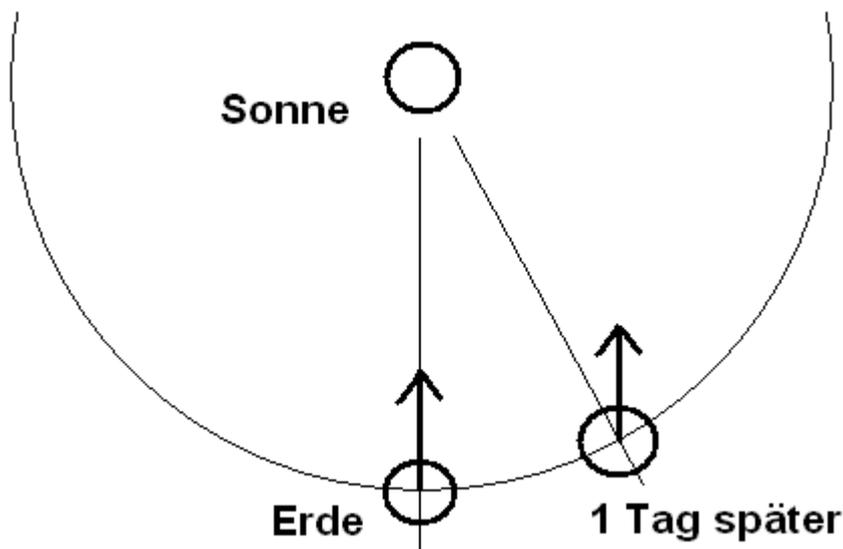


# Messungen mit dem Solarscope

## 1 Demonstration der Erdrotation:

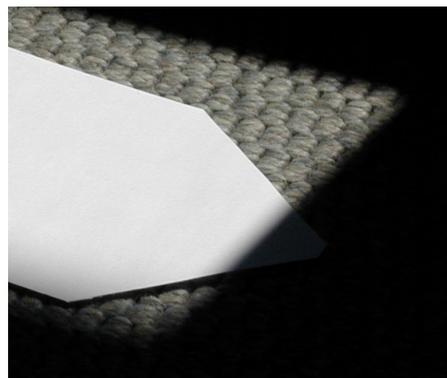
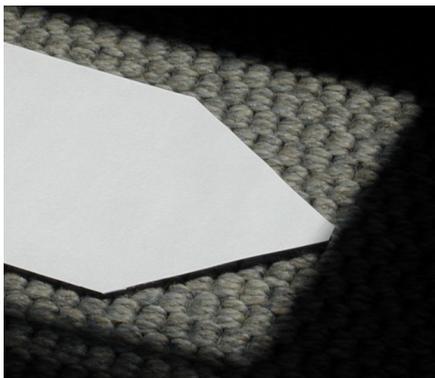
Wenn man sich an den Hilfslinien orientiert erkennt man das Wandern des Sonnenbildes innerhalb von Minuten. Dies ist einmal eine Folge der Erdrotation aber auch die Bewegung der Erde um die Sonne liefert einen kleinen Beitrag.

Die Erde rotiert vom Weltall aus gesehen einmal in 23 h 56 min 4,098 s (siderische Umlaufszeit) um die eigene Achse. Durch die Bewegung der Erde um die Sonne kommen noch rund 4 Minuten dazu bis die Sonne von der Erde aus gesehen wieder an derselben Stelle steht, sodass im Mittel 24 Stunden vergehen. Auf Grund der Ellipsenbahn ist dieser Wert jedoch nicht immer gleich groß.



## Demonstration der Erdrotation anhand eines Schattens:

Wir markieren den Schatten eines Gegenstandes (z.B. Fensterrahmen) am Boden mit einem Papierstück. Man kann dann gut das Wandern des Schattens beobachten.



Zwischen den beiden Bildern liegen rund 5 Minuten.

## 2 Die Größe von Sonnenflecken:

Dazu kann man das Sonnenbild abfotografieren und anhand eines Ausdruckes können dann die Flecken im Verhältnis zur Sonnengröße ausgemessen werden. Damit die Verzerrung nicht zu groß ist, sollten die Flecken nicht zu nahe am Rand liegen.

---

Im Folgenden ist der Ausdruck des Sonnenbildes vom 8. August 2003 zu sehen.  
Bestimme die Größe des markierten Sonnenflecks und vergleiche mit der Größe der Erde.



Wir benötigen dazu den realen Sonnendurchmesser = .....

Sonnendurchmesser auf dem Bild = ..... Fleckengröße auf dem Bild = .....

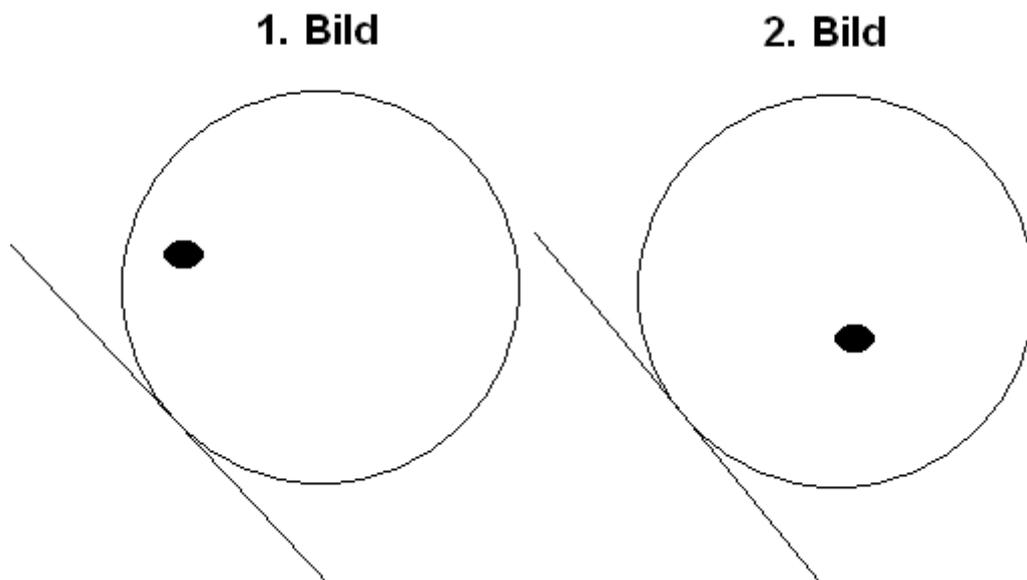
Die reale Fleckengrößen erhalten wir über eine Schlussrechnung:

### 3 Die Sonnenrotation:

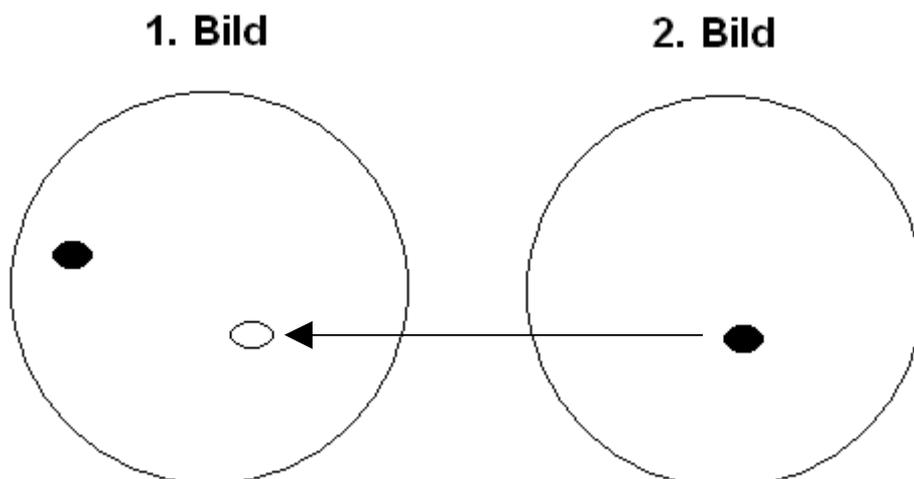
Dazu fotografiert man das Sonnenbild mit einem markanten Sonnenflecken und dann ein zweites mal **nach rund drei Tagen am Besten zur selben Zeit**, damit die Bilder dieselbe Sonnenorientierung aufweisen!

Aus dem Vergleich der ausgedruckten Bilder kann man die Rotationszeit abschätzen.

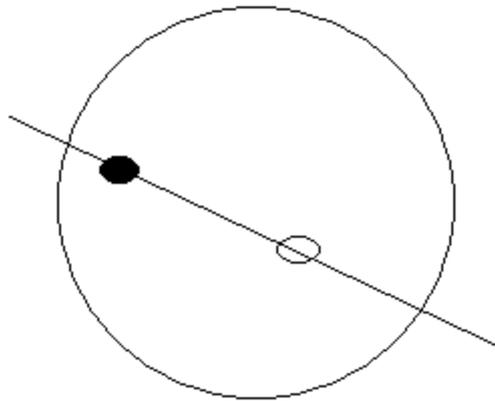
Vor dem Fotografieren orientiert man jedoch jeweils den Projektionsschirm so, dass die eine Hilfslinie zur Bewegung der Sonne parallel ist. Dazu lässt man den Sonnenrand entlang der Hilfslinie laufen. Man muss den Schirm mehrmals nachjustieren (drehen) bis dies erreicht ist.



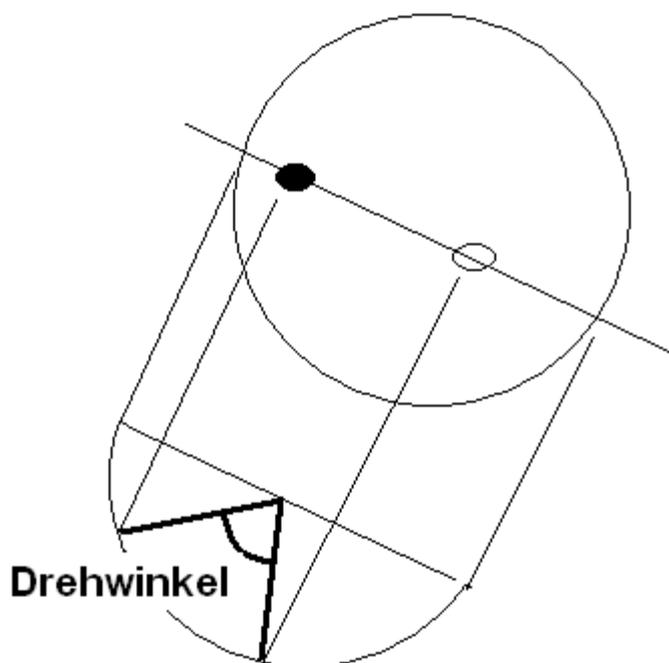
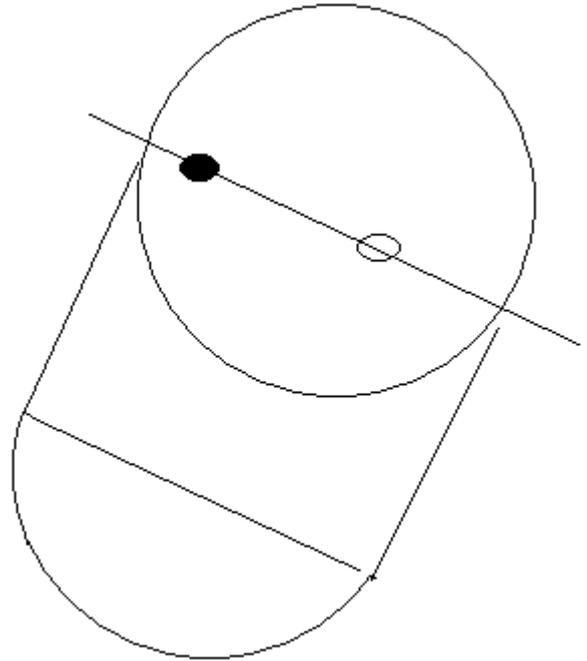
Die Ausdrücke legt man dann so übereinander, dass sich das Sonnenbild und die Hilfslinie überdecken. Dies geht am Besten an einer Fensterscheibe, damit das untere Bild durchscheint. Dann markiert man den unteren Fleckenort.



Dann kann man die Rotationsrichtung bestimmen, die nicht mit der Bewegungsrichtung übereinstimmen muss, indem man die beiden Flecken mit einer Linie verbindet.



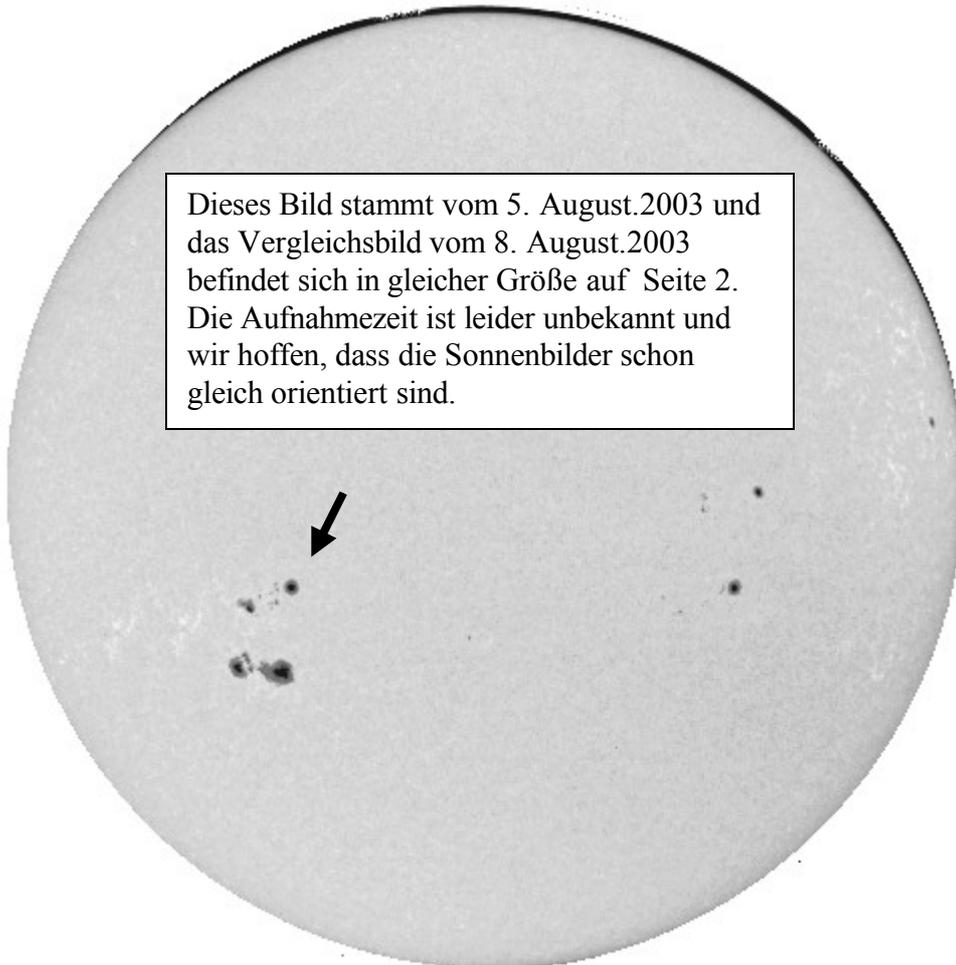
Mit folgender Konstruktion bestimmt man den Drehwinkel.



Über eine Schlussrechnung kann man jetzt die Dauer der Sonnenrotation in Höhe der Sonnenflecken bestimmen. Der Wert sollte je nach „Fleckenhöhe“ zwischen 27 und 30 Tagen liegen. (siderisch vom All aus gesehen zwischen rund 25 und 28)

|        |   |            |
|--------|---|------------|
| 3 Tage | - | Drehwinkel |
| y Tage | - | 360°       |
|        |   |            |

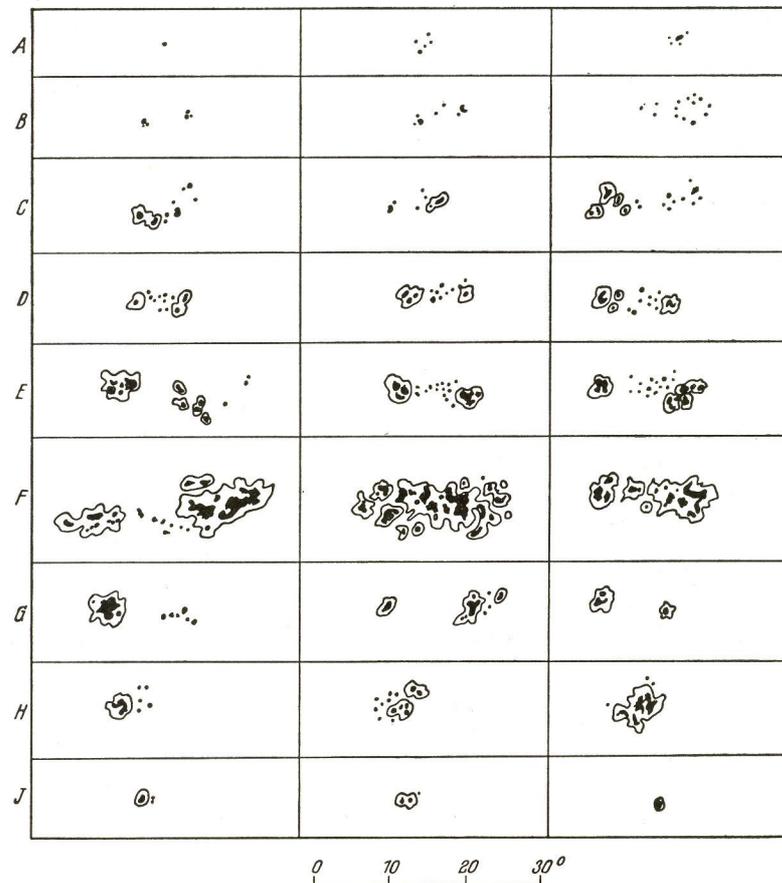
**Zur Bestimmung verwenden wir folgende Bilder:**



Wir erhalten für die Sonnenrotation = ..... Tage

## 4 Die Bestimmung der Sonnenfleckenrelativzahl:

Anhand eines Sonnenbildes muss man zuerst die Sonnenfleckengruppen klassifizieren. Zu jeder Gruppenart sind im Folgenden drei Beispiele angegeben.



### Klasse oder Gruppenart

### Merkmal

- A ... Kleiner Einzelfleck oder Gruppe von Einzelflecken ohne Hofstruktur.
- B ... Sonnenfleckengruppe mit mehr oder weniger ausgeprägter Hauptfleckenbildung (bipolare Bildung); Flecken ohne Höfe.
- C ... Bipolare Gruppe, bei der einer der Hauptflecken Hofbildung aufweist.
- D ... Bipolare Gruppe mit größeren Hauptflecken, die von Höfen umgeben sind.
- E ... Größere bipolare Gruppe, deren Hauptflecken Höfe oft verwickelter Struktur haben. Zwischen den Hauptflecken viele einfache oder mit kleinen Höfen versehene Einzelflecke. Ausdehnung zumeist größer als  $10^\circ$ .
- F ... Sehr große bipolare oder durch Hoffelder umrandete Sonnenfleckengruppe von mindestens  $15^\circ$  Längsausdehnung.
- G ... Große bipolare Gruppe, bei der die Zwischenflecke vergangen sind. Noch größer als  $10^\circ$ .
- H ... Aus einem größeren Hauptfleck mit Hof bestehende Gruppe, oft von kleinen Einzelflecken umgeben. Ausmaße größer als  $2.5^\circ$ .
- I ... Einpoliger kleiner Hoffleck. Ausmaße kleiner als  $2.5^\circ$ .

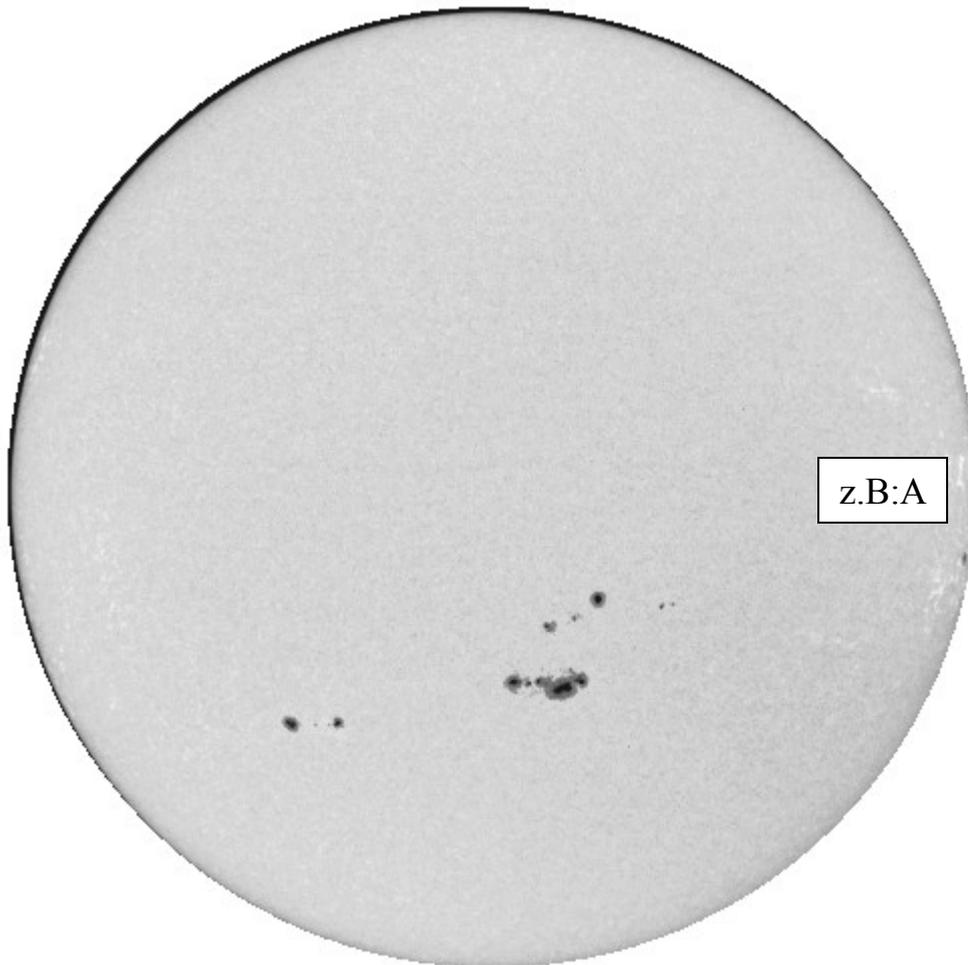
Die Sonnenfleckenrelativzahl erhält man jetzt mit folgender Formel:

$$R = 10 * (\text{Zahl der Gruppen}) + \text{Gesamtsumme der Flecken}$$

Da diese Zahl vom Beobachtungsgerät abhängig ist, müsste man nach vielen Beobachtungen und Vergleichen einen Korrekturfaktor für die Station erstellen.

**Übung 1:**

Bestimme anhand des Bildes vom 8.August.2003 die Gruppenart und die Relativzahl.



Zahl der Gruppen = ..... Gesamtzahl der Sonnenflecken = ..... **Relativzahl** = .....

**Übung 2:**

- Wir rufen dann [www.spaceweather.com](http://www.spaceweather.com) auf und bestimmen die Sonnenfleckenrelativzahl des heutigen Tages anhand des Bildschirmbildes.

Zahl der Gruppen = ..... Gesamtzahl der Sonnenflecken = ..... **Relativzahl** = .....

- Dann betrachten wir das Sonnenbild im Solarscope und bestimmen ebenfalls die Relativzahl

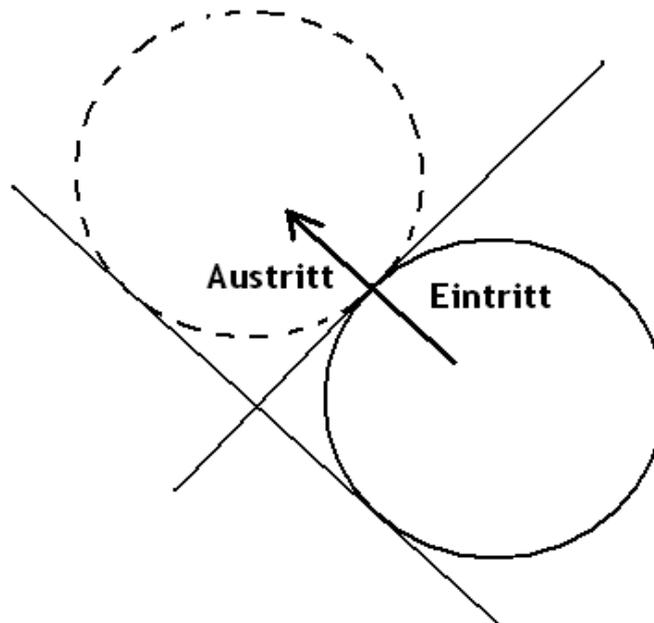
Zahl der Gruppen = ..... Gesamtzahl der Sonnenflecken = ..... **Relativzahl** = .....

## 5 Der Sonnendurchmesser:

Zuerst orientieren wir den Projektionsschirm wieder so, dass die eine Hilfslinie zur Bewegung der Sonne parallel ist. Dazu lassen wir den Sonnenrand entlang der Hilfslinie laufen.

Wir müssen den Schirm wieder mehrmals nachjustieren (drehen) bis dies erreicht ist.

Dann messen wir anhand der senkrechten Hilfslinie die Zeit für den Durchlauf des Sonnenbildes.



**Aus dieser Zeit kann man jetzt den Sonnendurchmesser ermitteln:**

Die (mittlere) Sonne bewegt sich in 24 Stunden einmal um die Erde (scheinbar) das entspricht also 360 Grad.

$$360^\circ \text{ entspricht } 24 \text{ h} \implies \frac{360^\circ}{24} = 15^\circ \text{ pro Stunde}$$

Die (mittlere) Sonne bewegt sich also in einer Stunde um  $15^\circ$  weiter.

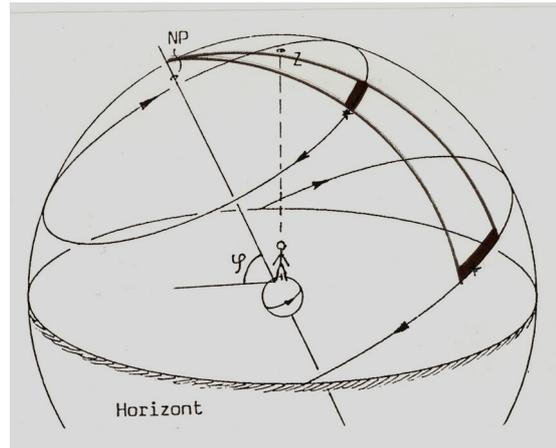
Die gemessene Durchlaufszeit müssen wir jetzt zuerst in Stunden umrechnen und mit der Multiplikation des obigen Faktors bekommen wir eine Gradangabe.

$$\text{Durchmesser in Grad} = \frac{\text{Zeit in Sekunden}}{3600} * 15^\circ \quad (\text{Nur für Deklination } \delta = 0)$$

**Die obige Formel gilt jedoch nur, wenn sich die Sonne auf dem Himmelsäquator befindet.**

Unter der Deklination versteht man den Abstand eines Himmelsobjektes vom Himmelsäquator.

Wenn die Deklination nicht  $0^\circ$  beträgt läuft das Objekt am Himmel langsamer, z.B. der Polarstern mit fast  $90^\circ$  Deklination ( $\delta \approx 90^\circ$ ) bewegt sich fast überhaupt nicht.



Befindet sich die Sonne nicht am Äquator, so muss deshalb ein Faktor (der Kosinus der Deklination) berücksichtigt werden.

Die allgemeingültige Formel lautet jetzt:

$$\text{Durchmesser in Grad} = \frac{\text{Zeit in Sekunden}}{3600} * 15^\circ * \cos \delta$$

Die Deklination der Sonne erhält man aus Jahrbüchern oder einfach mit dem Programm Cartes du Ciel. Dazu sucht man die Sonne und markiert sie mit der Maus. Über die rechte Maustaste und den **Punkt Identifikation: Nächstes Objekt** erhält man die gewünschten Daten. (Vorher das Datum und die Beobachtungszeit eingeben)

Identifikation

```

Planet
Sonne 2009- 5-29 8h42m
Durchmesser: 31.6 '
Entfernung: 1.0136 ua
Positionswinkel: -16.4
Pol-Inklination: -1.0
Zentralmeridian: 14.8

J2000 RA: 4h24m32.71s DE: +21°37'29.4"
Date RA: 4h25m06.20s DE: +21°38'45.4"
  
```

Deklination

Zentrieren  
 Identifikation : Nächstes Objekt  
 Identifikation : Alle Objekte

Zum Vergleich ist dann hier auch noch der Sonnendurchmesser in Bogenminuten angegeben.

## Messung des Sonnendurchmessers:

Datum: .....

Durchlaufszeit = .....min .....sec = ..... s

Deklination = ..... = ..... (Dezimalgrad)

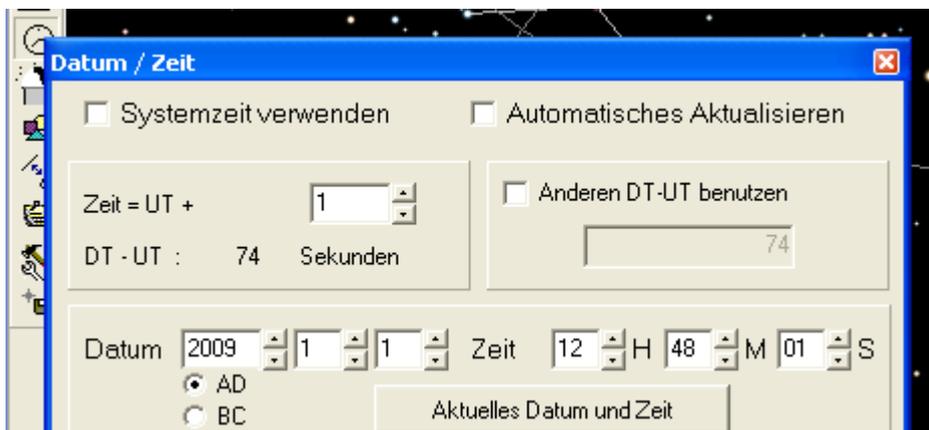
Durchmesser laut Cartes du Ciel = .....

Berechneter Durchmesser in Grad =

## 6 Der Sonnendurchmesser im Lauf des Jahres

Man müsste dazu über ein ganzes Jahr regelmäßig den Sonnendurchmesser bestimmen.

Da dies sehr mühsam ist, ermitteln wir den Sonnendurchmesser mit dem Programm Cartes du Ciel. Zuerst schalten wir die Systemzeit aus und stellen den 1. Jänner ein.



Dann suchen wir die Sonne, markieren sie und über die rechte Maustaste zentrieren wir sie.

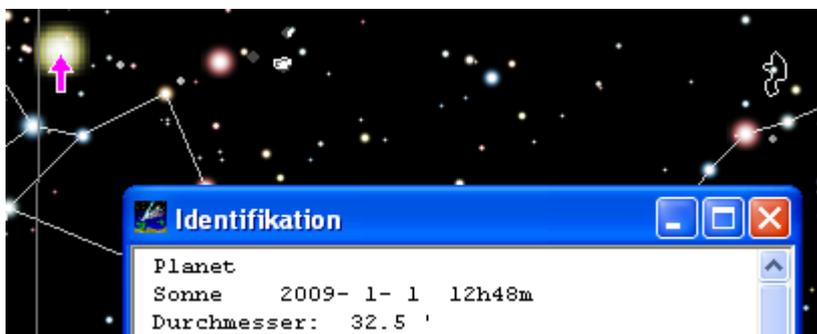


Anschließend wählen wir (wieder über die rechte Maustaste) **Verfolgen starten Sonne**

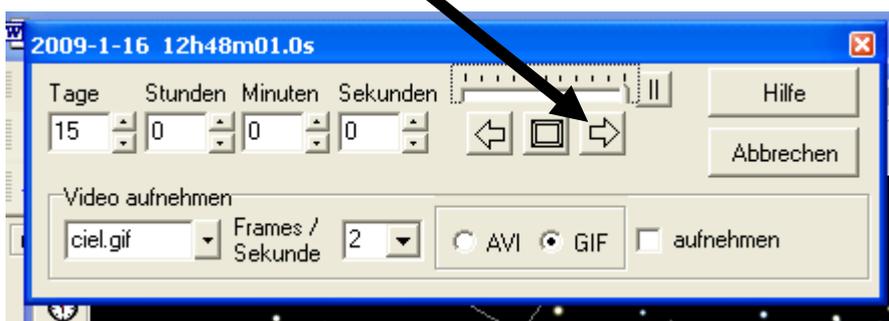
Dann stellen wir 15 Tage ein, setzen Stunden auf Null und ziehen den Schieberegler ganz nach rechts womit man auf Einzelschritte einstellt. Dieses Fenster nicht mehr schließen!!



Nach dem Markieren der Sonne holen wir uns mit der rechten Maustaste (Identifikation Nächstes Objekt) den ersten Sonnendurchmesser. Dieses Fenster anschließend schließen!



Mit einem Druck auf den Pfeilbutton springen wir 15 Tage vor und holen uns dann wie oben den nächsten Sonnendurchmesser.



Dies wiederholen wir 24 mal und erstellen eine Tabelle.

|                          |               |               |       |               |       |
|--------------------------|---------------|---------------|-------|---------------|-------|
| <b>Tage</b>              | <b>1.</b>     | <b>16.</b>    | ..... | <b>181.</b>   | ..... |
| <b>Sonnendurchmesser</b> | <b>32,5 ´</b> | <b>32,5 ´</b> | ..... | <b>31,5 ´</b> | ..... |

Jetzt erstellen wir eine Grafik dazu, wobei wir auf Grund der geringen Änderungen auf der y-Achse nicht bei 0 sondern bei 31´ (Bogenminuten) beginnen

# Lehrerhandreichung:

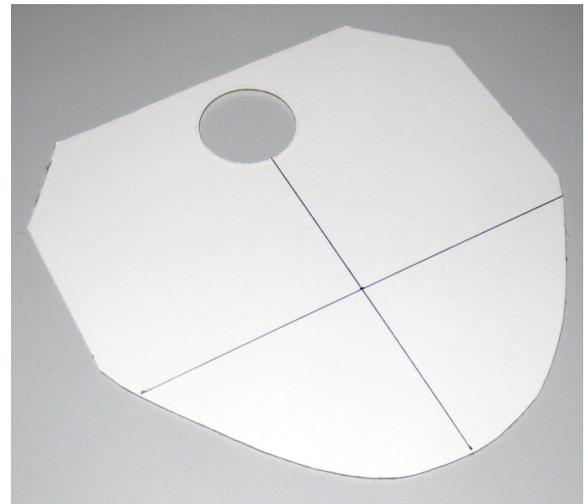
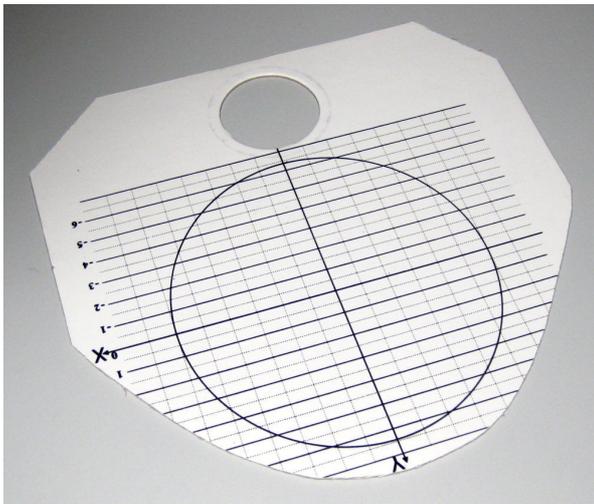
## Kleine Umbauten

- 1) Das Plastikrohr ist zu lang und damit entstehen Abschattungen beim Sonnenbild. Ich habe deshalb beim Rohr unten ein Stück abgeschnitten.

Zuerst die Schärfe einstellen und dann kann man ausmessen wie viel man problemlos abschneiden kann. Nach dem Einstellen der Schärfe habe ich mit einem Klebestreifen die Lage markiert. Der Joghurtbecher dient als Staubschutz während der Lagerung.



- 2) Der Projektionsschirm lässt sich nicht beliebig drehen und deshalb muss man die Ecken wegschneiden. Weiters habe ich auf die Rückseite zwei einfache Linien gezeichnet mit denen ich die Messungen ausführe.



**Zu Punkt 1 Demonstration der Erdrotation anhand eines Schattens:**

Diese für uns banale Tatsache ist für Schüler meistens verblüffend.

**Zu Punkt 2 Die Größe der Sonnenflecken:**

Sonnendurchmesser = 12,8 cm

Fleckgröße = 2 mm = 0,2 cm

Sonnendurchmesser real = 1.392.000 km

$$\frac{0,2 \text{ cm}}{x} = \frac{12,8 \text{ cm}}{1.392.000 \text{ km}}$$

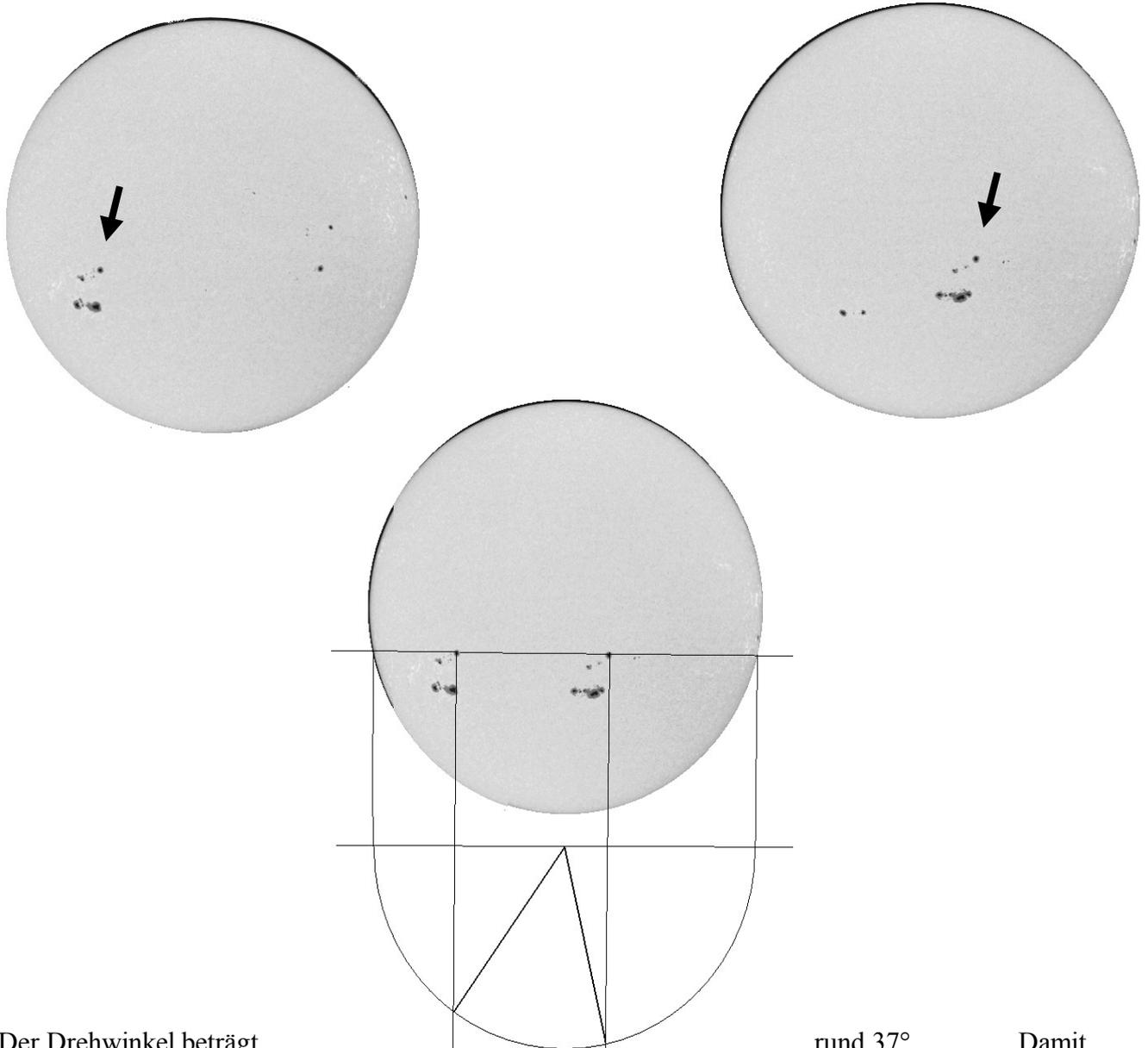
$$x = 1.392.000 * 0,2 / 12,8 \text{ km} \approx 21.750 \text{ km}$$

Der „kleine“ Fleck ist damit rund 2 mal größer als die Erde. (Erddurchmesser rund 12.740 km)

### Zu Punkt 3 Die Sonnenrotation: (synodisch zwischen 27 und 30 Tagen)

Die zwei Bilder stammen von [www.spaceweather.com](http://www.spaceweather.com)

Das eine Bild ist vom 5. August 2003 und das zweite vom 8. August 2003 also drei Tage später.  
(Aufnahmezeit leider unbekannt)



Der Drehwinkel beträgt  
erhalten wir:

rund  $37^\circ$

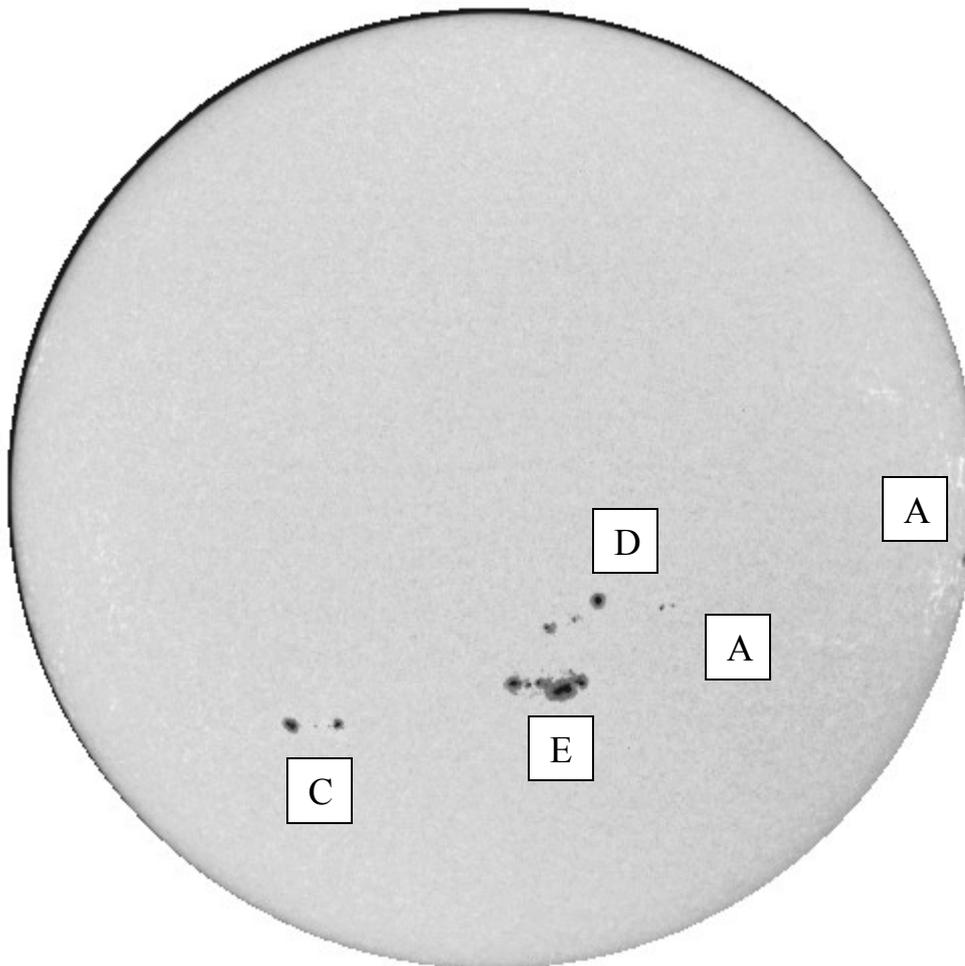
Damit

|        |   |             |
|--------|---|-------------|
| 3 Tage | - | $37^\circ$  |
| x Tage | - | $360^\circ$ |
|        |   |             |

Wir erhalten für die Sonnenrotation rund 29 Tage Dies gilt von der Erde aus gesehen.

Vom Weltall aus gesehen ist die Rotation kleiner.

### Zu Punkt 4 Die Bestimmung der Sonnenfleckenrelativzahl:



Ich bin kein Sonnenspezialist, deshalb ist das Folgende mit Vorsicht zu genießen!

Zahl der Gruppen = 5    Gesamtzahl der Sonnenflecken = 16    **Relativzahl** =  $10 * 5 + 16 = 66$

**Das Sonnenobservatorium Kanzelhöhe ermittelte für diesen Tag einen Wert von 71**

### Zu Punkt 5 Der Sonnendurchmesser:

**Datum:** Messung am 11. August 2009 um 13:15 MESZ

**Gemessene Zeit** = 2 min 12,5 sec = 132,5 sec

**Deklination** =  $15^{\circ} 9' 1,7'' = 15,15047^{\circ}$

**Durchmesser in Grad** =  $\frac{\text{Zeit in Sekunden}}{3600} * 15^{\circ} * \cos \delta = 0,53289^{\circ} = 31,97'$

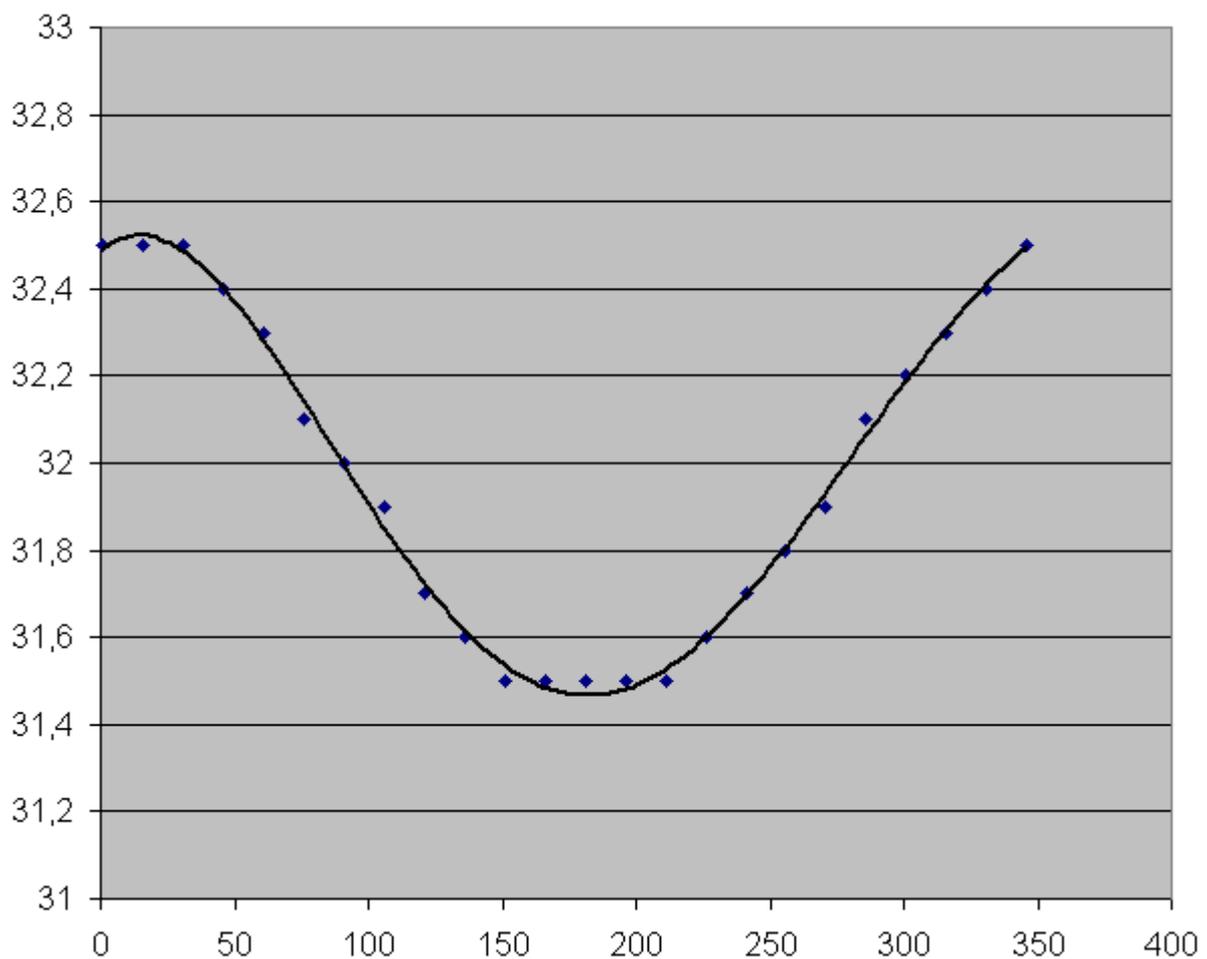
Der Vergleichswert aus Cartes du Ciel für dieses Datum und diese Zeit = 31,6'

## Zu Punkt 6 Der Sonnendurchmesser im Laufe des Jahres

Leider gibt Cartes du Ciel nur eine Nachkommastelle an.

| Tage | D [ ' ] |
|------|---------|------|---------|------|---------|------|---------|
| 1    | 32,5    | 91   | 32,0    | 181  | 31,5    | 271  | 31,9    |
| 16   | 32,5    | 106  | 31,9    | 196  | 31,5    | 286  | 32,1    |
| 31   | 32,5    | 121  | 31,7    | 211  | 31,5    | 301  | 32,2    |
| 46   | 32,4    | 136  | 31,6    | 226  | 31,6    | 316  | 32,3    |
| 61   | 32,3    | 151  | 31,5    | 241  | 31,7    | 331  | 32,4    |
| 76   | 32,1    | 166  | 31,5    | 256  | 31,8    | 346  | 32,5    |

Hier die Daten als Excel-Bild mit einer Trendlinie (Polynomisch 6. Grades da keine Winkelfunktionen angeboten werden)



Da im Jänner das Sonnenbild am größten ist, sind wir also im Jänner der Sonne am nächsten. Die Erde befindet sich dann im Perihel.