

Die  
**totale**  
**Sonnenfinsternis**  
am  
**29. März 2006**

*Robert Nufer*



## Vorwort

Zur Vorbereitung und als Zeichen der Vorfreude auf die totale Sonnenfinsternis am 11. August 1999 schrieb ich damals die Urform dieses Artikels. Ich verteilte ihn Freunden und Bekannten und sorgte dafür, dass auch einige Schulklassen den Artikel zu sehen bekamen. Bei den sonntäglichen Sonnenbeobachtungen des Astronomischen Vereins Basel vor der Finsternis gaben wir den Artikel den interessierten Besuchern gegen einen kleinen Unkostenbeitrag ab.

Jetzt, ein Jahr vor der nächsten totalen Sonnenfinsternis am 29. März 2006, habe ich den Artikel mit aktuellen Daten und Graphiken ergänzt. Mein Ziel ist es nach wie vor, astronomisch Interessierten eine Freude zu machen. Natürlich kann man heute viel professionellere Artikel vom Internet herunterladen, aber das, was Sie jetzt in der Hand halten, ist das ‚hausgemachte‘ Produkt eines ‚normalen‘ Hobbyastronomen. Sämtliche Daten und Graphiken in diesem Artikel sind von mir berechnet und programmiert worden.

Ich selbst konnte bereits fünf totale Sonnenfinsternisse bestaunen. „Meine Erste“ fand im November 1994 im Norden Chiles statt. Arthur und Aranka Von Känel weihten mich ein, nachdem sie bei der „Big One 1991“ in Baja California vom Finsternisfieber angesteckt worden waren. Man sagt: „Wer einmal hingehet, geht immer hin!“ Im Februar 1998 ging ich wieder hin. Es war eine weitere Reise nach Südamerika, diesmal nach Venezuela, mit meinem Freund Patrick Gfeller. Am 11. August 1999 spielte das Wetter in Frankreich nicht mit und am 21. Juni 2001 erlebte ich mit einer Gruppe um Walter Staub (SAG) eine faszinierende Finsternis in Sambia. Am 4. Dezember 2002 konnte ich meine bisher letzte totale Sonnenfinsternis kurz vor Sonnenuntergang im australischen Outback geniessen. Mit Manfred und Verena Grünig verbrachte ich drei traumhafte Wochen auf dem fünften Kontinent. Und natürlich werde ich auch in Zukunft wieder hingehen!

Als Hobbyastronom konnte ich mir in den letzten Jahren einige Kenntnisse in Astronomie, Mathematik und vor allem in Computerprogrammierung aneignen. Einen Grossteil meines Wissens verdanke ich meinen Freunden im Astronomischen Verein Basel.

Therwil, 4. Juni 2005

Robert Nufer  
Im Römergarten 1  
CH-4106 Therwil (Schweiz)

Email: [Robert Nufer](mailto:Robert.Nufer@bluewin.ch)  
Web : <http://RobertNufer.ch>

## Die totale Sonnenfinsternis am 29. März 2006

Nach einer nur in Mittel- und Südamerika sichtbaren ringförmig-totalen Sonnenfinsternis am 8. April 2005 findet die nächste totale Sonnenfinsternis am 29. März 2006 über dem Atlantik, Afrika und (Vorder-)Asien statt. Es ist die 29. von insgesamt 71 Sonnenfinsternissen, welche zum Saroszyklus 139 gehören. Sonnenfinsternisse in ungeraden Saroszyklen finden am aufsteigenden Knoten statt und verlaufen der Reihe nach von ganz nördlich immer etwas weiter südlich. Da die Finsternis am 29. März 2006 noch in der ersten Hälfte des Zyklus liegt, findet die Totalität hauptsächlich nördlich des Äquators statt. Sie dauert im Maximum gut vier Minuten.

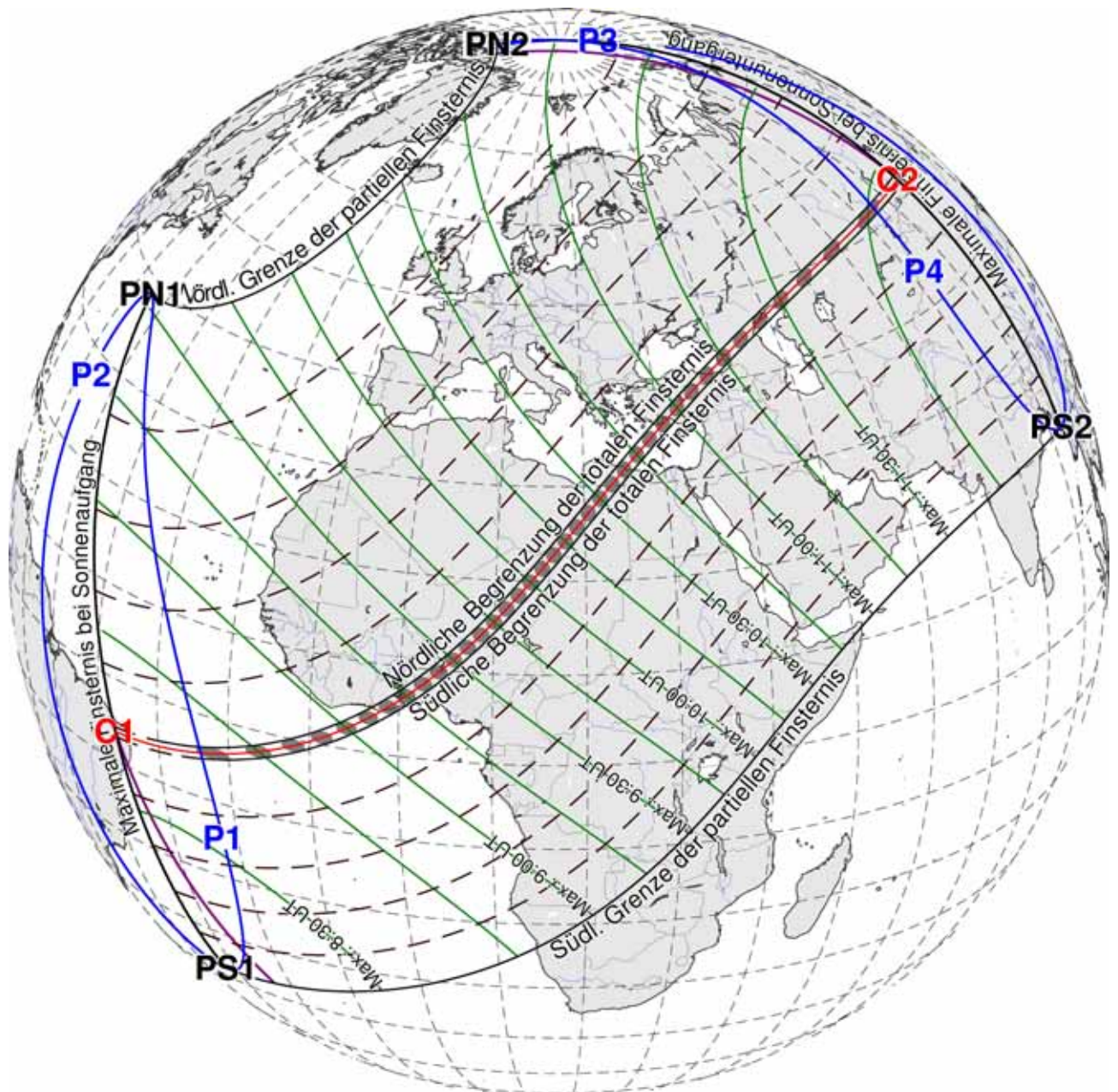


Abbildung 1: Orthographische Projektion der Sonnenfinsternis am 29. März 2006. Die partielle Finsternis beginnt um 07:37 Universal Time (UT) bei Sonnenaufgang im Punkt **P1** und endet um 12:46 UT bei Sonnenuntergang im Punkt **P4**.

(A5L\_08.EPS)



Die vorangehende Graphik in orthographischer Projektion stellt die Erde so dar, wie sie von unendlich weit betrachtet aussähe. Man sieht also genau die Hälfte der Erdoberfläche. Am besten erkennt man Gebiete in der Mitte der betrachteten Kugeloberfläche. Je weiter man gegen die Peripherie schaut, desto mehr werden die entsprechenden Regionen gestaucht, bis sie sich am Horizont den Blicken ganz entziehen.

Eine andere Art der Projektion, welche gerne für Sonnenfinsternisse benutzt wird, ist die stereographische Projektion. Man stelle sich die Erde durchsichtig und das Gradnetz der Erde als Drahtgitter vor. Auf die Stelle der Erde, welche man in der Gesichtsfeldmitte haben will, werde ein riesiges flaches Blatt Papier gelegt, welches die Erde nur an genau diesem einen Punkt berührt. An der gegenüberliegenden Seite der Erde werde eine Lampe angezündet, welche nun das Gradnetz als Schatten auf dem Papier abbildet. Der Vorteil dieser Projektion liegt darin, dass ausser dem Punkt der Lampe selbst die ganze Erde dargestellt werden kann. Es gibt also kein „hinten und vorne“. Im weiteren ist sie winkeltreu. Schaut man kleine Regionen an verschiedenen Orten der Projektion an, so erscheinen diese recht natürlich.

Die Frage, ob die totale Finsternis am 29. März 2006 in Brasilien zu sehen ist oder nicht, kann in der stereographischen Projektion viel besser entschieden werden. In Abbildung 2 sieht man, dass dies tatsächlich, wenn auch ganz knapp, der Fall ist.

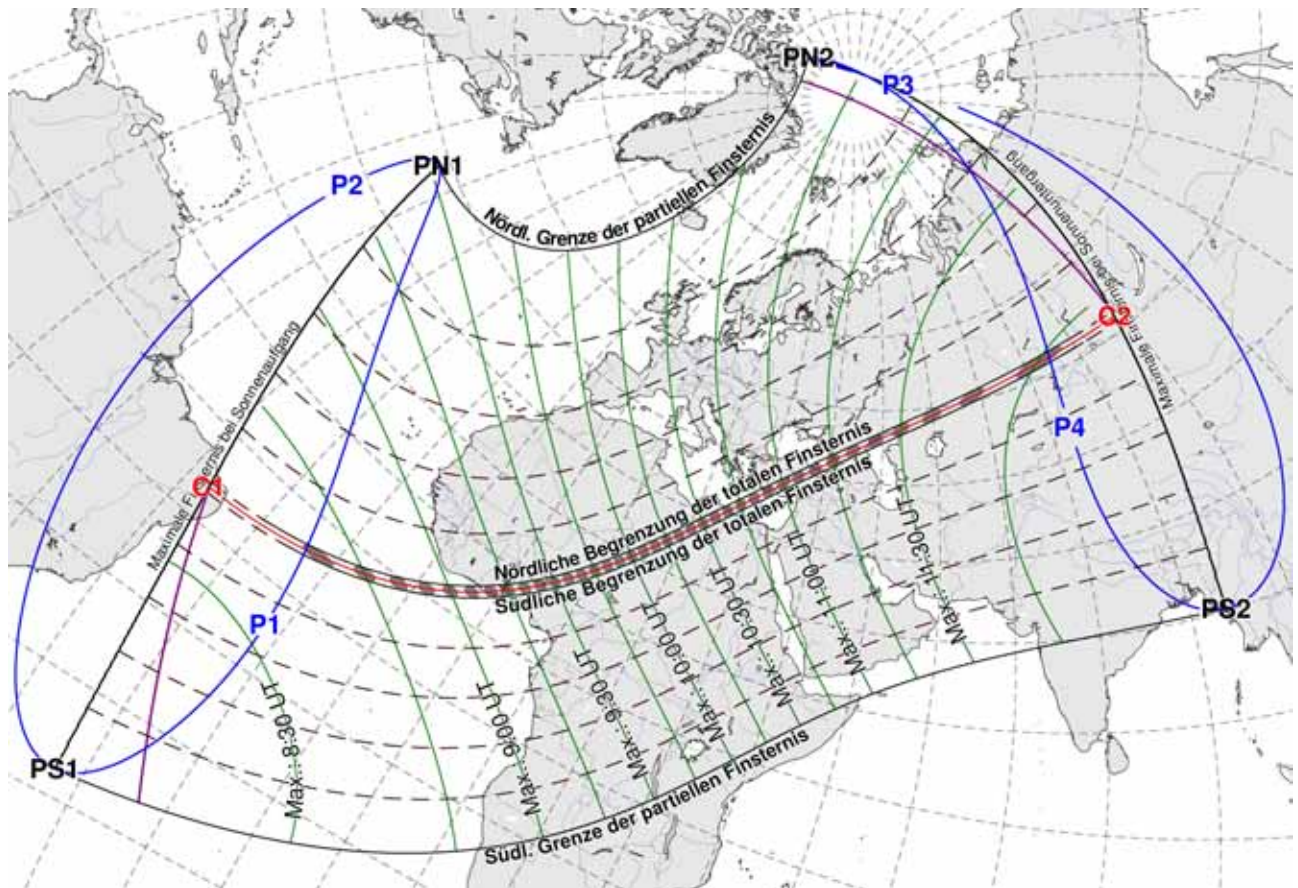


Abbildung 2: Stereographische Projektion der Sonnenfinsternis am 29. März 2006. In dieser Darstellung werden die peripheren Gebiete einer Kugel nach aussen geklappt. Damit sind die Anfangs- und Endregionen der Finsternis besser sichtbar. (A5L\_06.EPS)

## Die Elemente der Finsternis

Der Beobachter einer Sonnenfinsternis sieht am Himmel eine Scheibe, die Sonne, welche von einer zweiten Scheibe, dem für ihn unsichtbaren Mond, in einer praktisch geradlinigen Bewegung verdeckt und dann wieder freigegeben wird. Erscheint der Mond von der Erde aus betrachtet grösser als die Sonne, so tritt, wenn man am richtigen Ort steht, eine totale Sonnenfinsternis ein.

---

Date and UT of geoc.:	2006- 3-29		
conjunction in RA	: 10:33:17.36		
Julian date	: 2453823.93978		
Date and UT of	: 2006- 3-29		
greatest eclipse	: 10:11:17.62		
Julian date	: 2453823.92450		
	h m s		h m s
RA of sun	: 00:31:31.738	Hourly motion	: 00:00:09.106
and moon	: 00:30:46.589	Hourly motion	: 00:02:12.258
	o ' "		o ' "
Declination of sun	: 03:24:10.34	Hourly motion	: 00:00:58.46
Declination of moon	: 03:44:36.25	Hourly motion	: 00:17:54.69
Equat. HP of sun	: 8.81	True semidiameter:	00:16:01.1
Equat. HP of moon	: 01:00:51.40	True semidiameter:	00:16:35.0
tan(f1)	: 0.00468261		
tan(f2)	: 0.00465927		
$\mu'$	: 0.26187567		
$d'$	: 0.00027152		

---

*Tabelle 1: Die Elemente der Finsternis. Die Tabelle zeigt die scheinbaren Örter, Bewegungsrichtungen und Grössen von Sonne und Mond. Die Beiden befinden sich zu diesem Zeitpunkt, kurz nach Frühlingsanfang, im Sternbild der Fische.*

## Die Eckpunkte der Finsternis

Um einen Überblick über den Verlauf einer Sonnenfinsternis zu bekommen, werden vor deren ganzen Berechnung einige Eckpunkte ermittelt, welche geometrisch und dynamisch herausragenden Situationen entsprechen.

Sonnenfinsternisse beginnen dann, wenn der Mantel des Mondhalbschattens die Erdoberfläche in einem Punkt tangential berührt. Zu diesem Zeitpunkt ist die Sonne an der entsprechenden Stelle der Erdoberfläche am Horizont, es ist also Sonnenaufgang. Dieser Punkt wird mit P1 oder 1. Penumbra-Kontakt bezeichnet. Ab diesem Zeitpunkt wandert der Halbschatten über die Erde. Entsprechend endet eine Sonnenfinsternis in einem Punkt P4 bei Sonnenuntergang.

Die Finsternis am 29. März 2006 verläuft relativ nahe am Äquator, deshalb gibt es eine südliche und eine nördliche Begrenzung der partiellen Finsternis. Zwischen den beiden Zeitpunkten P2 und P3 verläuft der gesamte Halbschatten des Mondes auf der Erdoberfläche. Analog dazu, und natürlich interessanter, ist aber der Beginn der Totalität. Durch den viel kleineren Durchmesser des Kernschattens läuft bei totalen Sonnenfinsternissen fast immer der ganze Kernschatten über die Erde. So liegen also die entsprechenden Punkte U1 und U2, Beginn und Ende der Totalität bei Sonnenaufgang, sowie U3 und U4, Beginn und Ende der Totalität bei Sonnenuntergang, zeitlich und örtlich sehr nahe beieinander. Es gibt nur sehr wenige Finsternisse, bei denen der Kernschatten die Erdoberfläche in hohen geographischen Breiten nur streift, so dass U2 und U3 nicht existieren.

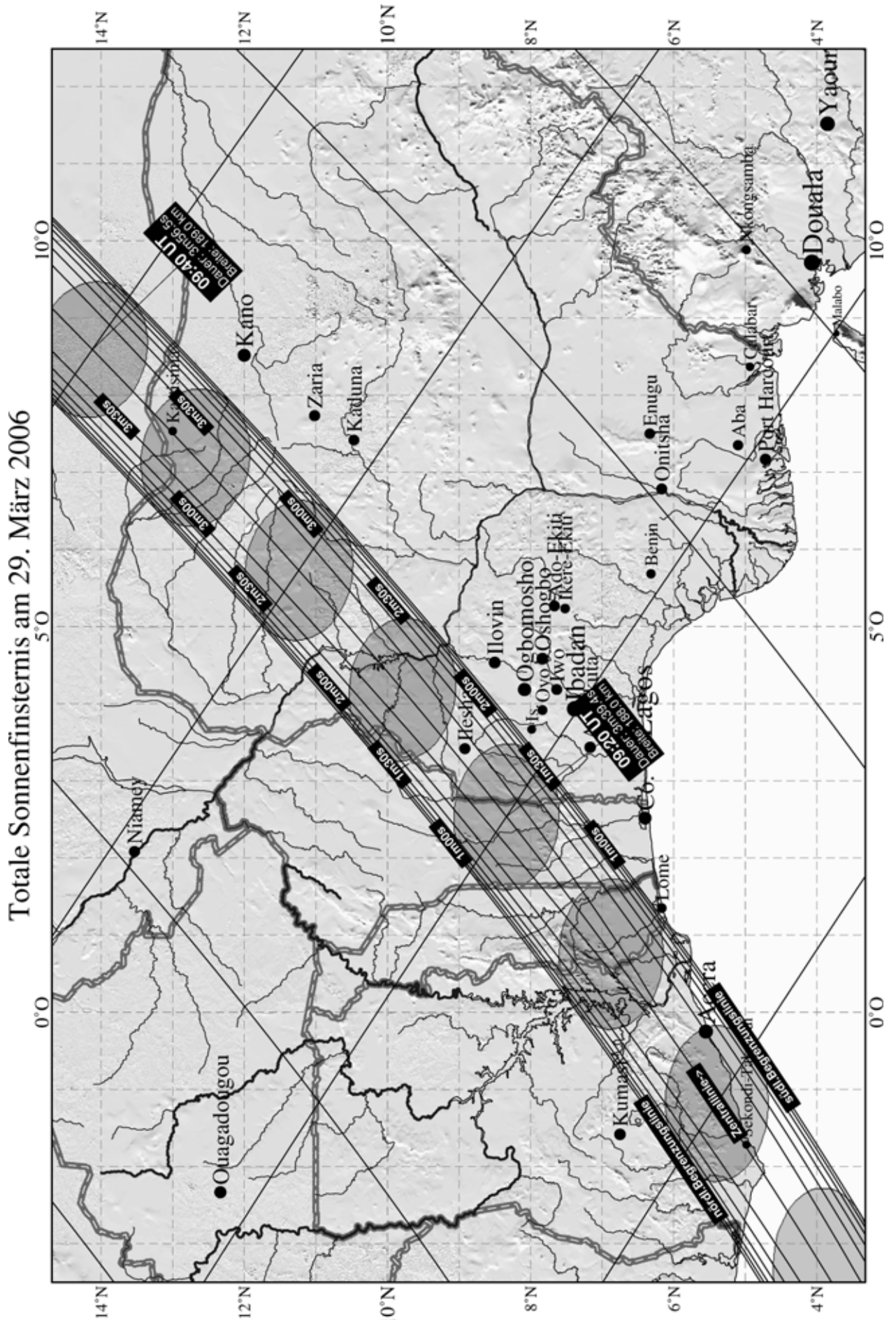
Der 'beste' Punkt zum Beobachten der Finsternis ist natürlich G0, welcher Ort und Zeitpunkt der maximalen Finsternis beschreibt.

Pkt	Zeit (TDT) hh:mm:ss.s	Zeit (UT) hh:mm:ss.s	geogr. Breite grad:mm.m	ephem. Länge grad:mm.m	geogr. Länge grad:mm.m
P1	07:37:53.6	07:36:48.7	- 14:27.5	22:23.3	22:07.0
P2	09:45:41.9	09:44:37.0	27:28.5	56:59.1	56:42.8
P3	10:38:33.0	10:37:28.1	84:27.6	-149:27.7	-149:44.0
P4	12:46:45.3	12:45:40.4	43:26.5	- 82:46.3	- 83:02.5
PN1	09:32:49.6	09:31:44.7	38:31.8	54:42.2	54:25.9
PS1	08:28:19.3	08:27:14.4	- 37:45.2	33:15.0	32:58.7
PN2	10:51:16.5	10:50:11.6	82:45.0	99:34.1	99:17.9
PS2	11:56:34.6	11:55:29.7	20:10.0	- 93:18.9	- 93:35.2
U1	08:35:29.3	08:34:24.4	- 06:31.1	37:16.4	37:00.1
U2	08:37:33.5	08:36:28.6	- 06:04.6	37:49.0	37:32.7
U3	11:46:59.3	11:45:54.4	51:47.0	- 98:48.8	- 99:05.0
U4	11:49:01.3	11:47:56.4	51:21.2	- 98:14.3	- 98:30.6
UN1	08:36:56.8	08:35:51.9	- 05:43.5	37:41.1	37:24.8
US1	08:36:06.3	08:35:01.4	- 06:52.3	37:24.4	37:08.1
UN2	11:47:35.1	11:46:30.2	52:07.6	- 98:43.1	- 98:59.4
US2	11:48:25.2	11:47:20.3	51:00.6	- 98:20.2	- 98:36.5
C1	08:36:31.3	08:35:26.4	- 06:18.0	37:32.7	37:16.4
C2	11:48:00.4	11:46:55.5	51:34.0	- 98:31.5	- 98:47.8
G0	10:12:22.5	10:11:17.6	23:09.1	- 16:28.6	- 16:44.9

*Tabelle 2: Die Eckpunkte der totalen Sonnenfinsternis am 29. März 2006. in der ersten Kolonne bedeuten P=Penumbra (Halbschatten), U=Umbra (Kernschatten), C=Central (Schattenachse), N=nördlich, S=südlich und G=Greatest (Maximal)*

## Der Weg der Finsternis

Die totale Finsternis beginnt bei Sonnenaufgang im äussersten Nordosten Brasiliens. Der Mondschaten rast dann über den Atlantik Richtung Afrika, wo er in Ghana aufs Festland trifft. Nach Benin, Nigeria, Niger, Tschad und streift er durch Libyen, wo mit gut vier Minuten die maximale Totalitätsdauer zu beobachten sein wird. Dann durchquert er das östliche Mittelmeer und trifft an der türkischen Südküste aufs asiatische Festland. In Anatolien werden die Beobachtungsbedingungen wohl ideal sein, schönes Wetter vorausgesetzt. Weiter schweift der Mondschaten über einige Länder der ehemaligen UdSSR, um knapp nördlich der Mongolei bei Sonnenuntergang die Erdoberfläche wieder zu verlassen. Dies nach einer "Reise" von 13'000 Kilometern.



Totale Sonnenfinsternis am 29. März 2006

Abbildung 3: Übersicht über den Verlauf der Totalitätszone in Westafrika.



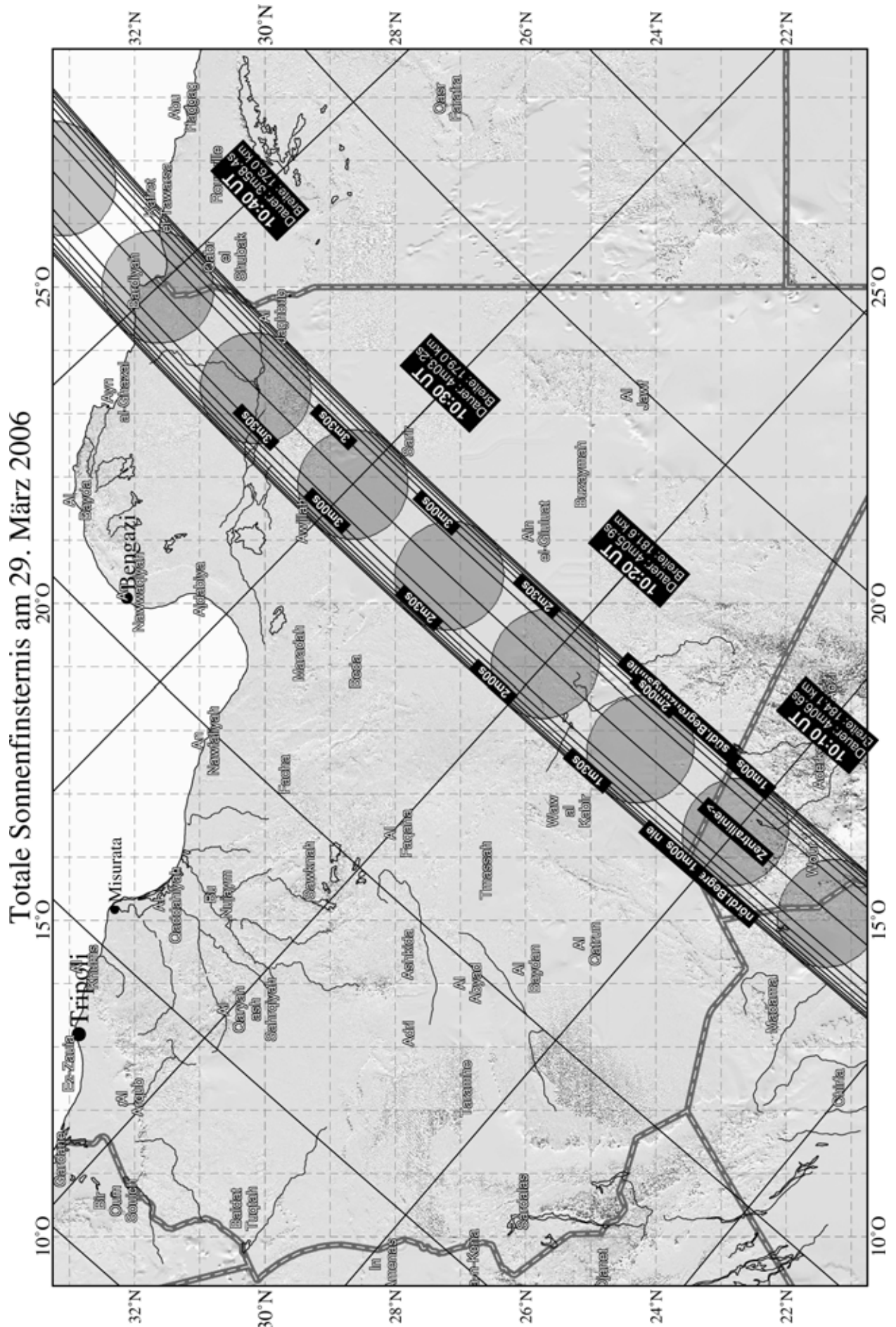
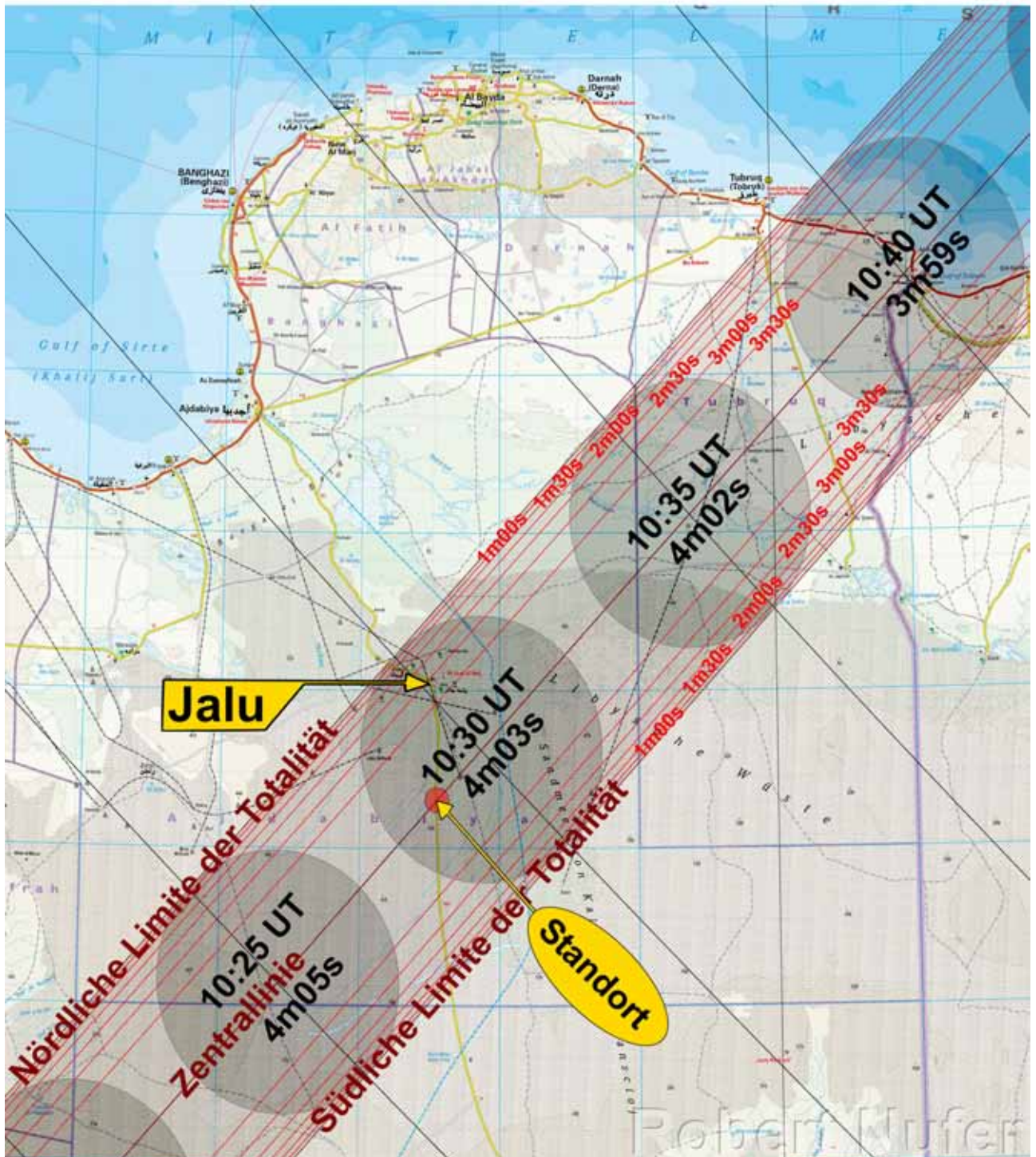


Abbildung 4: Übersicht über den Verlauf der Totalitätszone in Libyen.



# Totaler Sonnenfinsternis am 29. März 2006 in Libyen



Ausschnitt aus der Karte **Libyen 1:1'600'000** © Reise Know-How Verlag, Bielefeld  
 Verwendet mit freundlicher Genehmigung des Verlags.

Abbildung 5: Übersicht über den Verlauf der Totalitätszone in Libyen. Rot eingezeichnet ist der voraussichtliche Beobachtungsort auf der Strasse südlich der Oase Jalu. Die roten Linien nördlich und südlich der Zentrallinie geben die Zonen an, in denen die Totalitätsdauer ein Vielfaches von 30 Sekunden sind: 3m30s, 3m00s, 2m30s, ...



## Sichtbarkeit der Finsternis in einigen Städten, in denen die Magnitude grösser als 0.75 ist

Die folgende Liste enthält die Kontaktzeiten der Finsternis, sowie Magnitude und Totalitätsdauer. Berücksichtigt wurden die Länder, in welchen mindestens eine grössere Stadt eine Magnitude von 0.75 sehen wird. Die Liste der Städte und Länder ist relativ alt und stimmt nicht mehr ganz mit der heutigen politischen Situation überein. Die erste Kolonne enthält die Städtenamen innerhalb der alphabetisch sortierten Länder. Daneben stehen fünf Kolonnenblöcke, je ein Block für den 1. Kontakt (Beginn der partiellen Phase), den 2. Kontakt (Beginn der Totalität), dem Maximum der partiellen oder totalen Phase, dem 3. Kontakt (Ende der Totalität) und dem 4. Kontakt (Ende der partiellen Phase).

Innerhalb der Kolonnen-Blöcke bedeuten:

- UT<sub>x</sub> Universal time (=MEZ - 1 Stunde oder MESZ - 2 Stunden)  
 P° Positionswinkel des Mondzentrums in Grad (vom nördlichen Sonnenrand Richtung Osten)  
 V° Positionswinkel des Mondzentrums in Grad (vom höchsten Punkt des Sonnenrandes Richtung Osten)  
 A° Sonnenstand. Höhe der Sonne über dem mathematischen Horizont in Grad.

Im mittleren Kolonnen-Block bedeuten

- magn Magnitude der partiellen Finsternis. Die Magnitude ist definiert als der lineare Anteil des vom Mond bedeckten Sonnendurchmessers.  
 mm:ss Dauer der Totalität in Minuten und Sekunden. Bei Städten in der Totalitätszone ist der ganze Block in Fettschrift gedruckt.

	UT <sub>1</sub>	P°	V°	A°	UT <sub>2</sub>	P°	V°	A°	UTmax	P°	V°	A°	magn.	UT <sub>3</sub>	P°	V°	A°	UT <sub>4</sub>	P°	V°	A°
												<b>mm:ss</b>									
<b>Ägypten</b>																					
Cairo	09:27:37	234	249	62					10:47:37	316	294	61	0.866					12:06:15	38	353	50
Alexandria	09:27:05	231	248	61					10:47:10	316	297	60	0.920					12:06:05	41	359	50
Giza	09:27:34	233	249	62					10:47:36	316	295	61	0.884					12:06:20	39	355	50
Shubra-El-Khema	09:27:42	234	249	62					10:47:41	316	294	61	0.867					12:06:19	38	354	50
El-Mahalla	09:28:38	233	247	61					10:48:37	316	295	60	0.894					12:07:12	40	356	49
Port Said	09:31:17	234	245	62					10:51:01	316	293	59	0.874					12:09:04	39	355	48
Tanta	09:28:19	233	248	62					10:48:19	316	295	60	0.889					12:06:57	40	356	50
Mansura	09:29:24	233	247	61					10:49:18	316	294	60	0.887					12:07:45	40	356	49
Assyut	09:23:04	237	257	65					10:42:58	315	293	64	0.802					12:01:49	34	346	52
Zagazig	09:28:54	234	248	62					10:48:49	316	294	60	0.874					12:07:17	39	354	49
Suez	09:29:57	236	247	63					10:49:40	316	291	60	0.839					12:07:44	37	351	49
Ismailia	09:30:18	235	246	62					10:50:05	316	292	60	0.860					12:08:13	38	353	49
Faiyum	09:25:43	234	252	63					10:45:48	316	295	62	0.857					12:04:42	38	352	51
Damanhur	09:27:46	232	248	61					10:47:49	316	296	60	0.905					12:06:35	41	358	50



	UT <sub>1</sub>	P°	V°	A°	UT <sub>2</sub>	P°	V°	A°	UTmax	P°	V°	A°	magn. mm:ss	UT <sub>3</sub>	P°	V°	A°	UT <sub>4</sub>	P°	V°	A°
Menia	09:23:31	236	255	64					10:43:35	315	294	63	0.828					12:02:37	36	349	52
Kafr-El-Dwar	09:27:19	232	248	61					10:47:23	316	297	60	0.914					12:06:16	41	358	50
Beni-Suef	09:25:49	235	252	63					10:45:52	316	294	62	0.847					12:04:40	37	351	51
Sohag	09:23:14	239	258	65					10:42:51	315	291	64	0.774					12:01:21	32	343	53
Shebin-El-Kom	09:27:58	233	248	62					10:47:58	316	295	61	0.883					12:06:38	39	355	50
<b>Griechenland</b>																					
Athinai	09:30:11	218	238	53					10:46:56	137	131	55	0.863					12:03:24	57	28	49
Thessaloniki	09:34:19	215	232	50					10:49:04	138	133	53	0.794					12:03:31	62	36	48
Piraeus	09:30:03	218	238	53					10:46:49	137	131	55	0.863					12:03:19	57	28	49
Patrai	09:28:22	216	238	52					10:44:18	137	135	55	0.822					12:00:20	59	33	50
Peristeri	09:30:33	214	235	50					10:45:17	137	136	54	0.782					12:00:07	62	38	50
Calithea	09:30:05	218	238	53					10:46:50	137	131	55	0.863					12:03:19	57	28	49
Larissa	09:31:50	215	235	51					10:47:05	138	134	54	0.805					12:02:12	61	35	49
Iraclion	09:27:01	222	243	55					10:45:34	137	128	58	0.947					12:03:42	52	19	51
<b>Israel</b>																					
Jerusalem	09:37:33	237	240	62					10:56:33	317	288	57	0.834					12:13:12	38	351	45
Tel Aviv-Yafo	09:37:06	236	240	61					10:56:13	317	289	57	0.849					12:13:03	39	353	45
Haifa	09:38:29	235	238	61					10:57:30	317	289	56	0.864					12:14:10	40	354	44
Holon	09:37:00	236	240	61					10:56:08	317	289	57	0.848					12:12:58	39	353	45
Bat Yam	09:36:58	236	240	61					10:56:06	317	289	57	0.848					12:12:57	39	353	45
Petah Tiqwa	09:37:19	236	240	61					10:56:24	317	289	57	0.847					12:13:11	39	353	45
Ramat Gan	09:37:08	236	240	61					10:56:15	317	289	57	0.848					12:13:04	39	353	45
Be'er Sheva	09:36:06	237	241	62					10:55:13	317	288	58	0.827					12:12:05	37	350	46
Rishon Leziyyon	09:37:00	236	240	61					10:56:07	317	289	57	0.846					12:12:57	39	352	45
Netanya	09:37:35	236	239	61					10:56:41	317	289	57	0.854					12:13:27	39	353	45
Ben Beraq	09:37:13	236	240	61					10:56:20	317	289	57	0.848					12:13:08	39	353	45
<b>Libyen</b>																					
Tripoli	09:08:19	212	253	49					10:23:17	136	156	58	0.765					11:40:31	60	48	60
Bengazi	09:14:12	220	254	54					10:32:47	135	141	61	0.916					11:52:24	52	25	57
Misurata	09:09:02	215	254	50					10:25:23	136	152	60	0.814					11:43:45	58	41	60
<b>Türkei</b>																					
Istanbul	09:41:49	220	228	52					10:57:51	139	124	51	0.884					12:12:30	57	25	43
Ankara	09:45:05	225	228	53					11:02:09	139	118	50	0.973					12:17:07	53	16	41
Izmir	09:35:09	221	235	54					10:52:28	138	125	54	0.914					12:08:48	55	22	47



	UT <sub>1</sub>	P°	V°	A°	UT <sub>2</sub>	P°	V°	A°	UTmax	P°	V°	A°	magn. mm:ss	UT <sub>3</sub>	P°	V°	A°	UT <sub>4</sub>	P°	V°	A°
Adana	09:44:40	231	230	56					11:02:49	318	292	52	0.963					12:18:24	46	5	41
Bursa	09:40:35	221	230	53					10:57:09	138	123	52	0.905					12:12:20	56	23	44
Gaziantep	09:48:03	233	228	56					11:05:51	319	290	50	0.932					12:20:42	45	2	39
<b>Konya</b>	<b>09:41:33</b>	<b>227</b>	<b>232</b>	<b>55</b>	<b>10:57:48</b>	<b>213</b>	<b>192</b>	<b>53</b>	<b>10:59:35</b>	<b>138</b>	<b>117</b>	<b>53</b>	<b>3:34</b>	<b>11:01:22</b>	<b>64</b>	<b>42</b>	<b>52</b>	<b>12:15:36</b>	<b>50</b>	<b>11</b>	<b>43</b>
<b>Kayseri</b>	<b>09:47:10</b>	<b>229</b>	<b>228</b>	<b>55</b>	<b>11:03:44</b>	<b>287</b>	<b>262</b>	<b>50</b>	<b>11:04:42</b>	<b>319</b>	<b>294</b>	<b>50</b>	<b>1:56</b>	<b>11:05:40</b>	<b>351</b>	<b>326</b>	<b>50</b>	<b>12:19:39</b>	<b>49</b>	<b>9</b>	<b>40</b>
Eskisehir	09:41:43	223	230	53					10:58:44	138	121	52	0.939					12:14:04	54	20	43
Mersin	09:43:16	230	231	57					11:01:33	318	293	52	0.969					12:17:26	47	5	42
Diyarbakir	09:53:47	235	224	55					11:10:43	320	288	48	0.910					12:24:16	45	1	36
Icel	09:43:16	230	231	57					11:01:33	318	293	52	0.969					12:17:26	47	5	42
<b>Antalya</b>	<b>09:37:26</b>	<b>226</b>	<b>235</b>	<b>56</b>	<b>10:54:19</b>	<b>193</b>	<b>175</b>	<b>54</b>	<b>10:55:52</b>	<b>138</b>	<b>119</b>	<b>54</b>	<b>3:06</b>	<b>10:57:25</b>	<b>82</b>	<b>63</b>	<b>54</b>	<b>12:12:39</b>	<b>50</b>	<b>12</b>	<b>45</b>
Erzurum	09:57:33	233	221	52					11:13:42	320	289	45	0.950					12:26:22	48	5	34
Malatya	09:51:09	232	226	55					11:08:23	319	290	49	0.951					12:22:34	47	5	38
Samsun	09:51:48	227	223	52					11:08:06	140	115	47	0.993					12:21:44	53	15	38
Sakarya	09:43:08	222	228	52					10:59:33	139	122	51	0.914					12:14:19	56	22	42
Kocaeli	09:42:36	221	228	52					10:58:56	139	122	51	0.906					12:13:43	56	23	43
Kahramanmaras	09:47:56	232	228	56					11:05:40	319	291	50	0.952					12:20:34	46	4	39
<b>Sivas</b>	<b>09:50:49</b>	<b>229</b>	<b>225</b>	<b>54</b>	<b>11:06:35</b>	<b>278</b>	<b>251</b>	<b>48</b>	<b>11:07:46</b>	<b>319</b>	<b>293</b>	<b>48</b>	<b>2:22</b>	<b>11:08:57</b>	<b>1</b>	<b>334</b>	<b>48</b>	<b>12:21:54</b>	<b>50</b>	<b>10</b>	<b>38</b>
Elazig	09:52:59	233	224	54					11:09:58	320	290	48	0.945					12:23:43	47	4	37
Denizli	09:36:35	224	235	55					10:54:30	138	122	54	0.962					12:11:05	52	17	46
Urfa	09:50:27	234	227	56					11:07:56	319	288	49	0.912					12:22:14	44	1	38
Adapazari	09:43:08	222	228	52					10:59:33	139	122	51	0.914					12:14:19	56	22	42
Balikesir	09:38:05	220	232	53					10:54:49	138	125	53	0.898					12:10:24	56	24	45
Trabzon	09:56:16	230	221	52					11:12:21	320	291	45	0.999					12:25:13	50	10	35
Manisa	09:35:53	221	234	54					10:53:08	138	125	54	0.915					12:09:21	55	22	46
Kutahya	09:40:25	223	231	54					10:57:34	138	122	52	0.938					12:13:09	54	20	44
Zonguldak	09:45:58	222	226	52					11:02:06	139	120	49	0.920					12:16:21	56	22	41
Van	09:59:29	237	221	53					11:15:26	320	286	45	0.882					12:27:32	44	359	33
<b>Hatay</b>	<b>09:37:26</b>	<b>226</b>	<b>235</b>	<b>56</b>	<b>10:54:19</b>	<b>193</b>	<b>175</b>	<b>54</b>	<b>10:55:52</b>	<b>138</b>	<b>119</b>	<b>54</b>	<b>3:06</b>	<b>10:57:25</b>	<b>82</b>	<b>63</b>	<b>54</b>	<b>12:12:39</b>	<b>50</b>	<b>12</b>	<b>45</b>
Isparta	09:38:36	225	233	55					10:56:38	138	120	53	0.987					12:13:02	51	14	45
<b>Zypern</b>																					
Nicosia	09:38:54	231	236	58					10:57:49	318	294	55	0.951					12:14:36	45	3	44
Limassol	09:37:42	231	237	59					10:56:47	317	294	55	0.944					12:13:48	44	2	45

Tabelle 3: Sichtbarkeit der Sonnenfinsternis am 29. März 2006. Aufgeführt sind nur Städte, in welchen die Magnitude mehr als 0.75 beträgt.

## Das Entstehen von Sonnenfinsternissen

Eine Sonnenfinsternis tritt dann bei Neumond ein, wenn sich der Mond auf seiner Bahn um die Erde genau zwischen die Sonne und die Erde schiebt und sein Schatten über die Erde läuft. Läge die Mondbahn genau in der Erdbahnebene, fände jeden Monat bei Neumond eine Sonnenfinsternis statt. Die Mondbahn ist aber gegenüber der Erdbahnebene um gut fünf Grad geneigt, deshalb verfehlt der Mondschaten meistens die Erde. Befindet sich der Mond aber bei Neumond in der Nähe der Schnittlinie von Mond- und Erdbahnebene, so überstreicht der Mondschaten die Erde und ein Betrachter in diesem Schattenbereich erlebt eine Sonnenfinsternis. Die Schnittpunkte der Mondbahn mit der Erdbahnebene nennt man den auf- oder absteigenden Knoten, je nachdem der Mond die Erdbahnebene von unten (Süden) oder von oben durchstösst.

Eigentlich ist die Bezeichnung Sonnenfinsternis nicht ganz richtig, denn die Sonne wird im Gegensatz zum Mond bei Mondfinsternissen nicht verfinstert. Es handelt sich vielmehr um eine Sonnenbedeckung durch den Mond, wie wir sie am Nachthimmel unter dem Begriff Sternbedeckung kennen.

Zufälligerweise erscheint der Mond und die Sonne von der Erde aus gesehen fast gleich gross. Beide Scheiben haben am Himmel einen Durchmesser von etwa einem halben Grad. Durch die etwas elliptischen Bahnen vor allem des Mondes scheint dieser aber einmal etwas grösser und einmal etwas kleiner als die Sonne zu sein. Sehen wir den Mond während einer Sonnenfinsternis grösser als die Sonne, so entsteht eine totale Sonnenfinsternis, weil der Kernschatten des Mondes für einige Sekunden oder Minuten die Sonne ganz verdeckt. Im anderen Fall bleibt immer ein Ring aus Sonnenlicht um den Mond sichtbar und man spricht von einer ringförmigen Sonnenfinsternis. Selten treten auch Mischformen auf, nämlich die ringförmig-totalen Sonnenfinsternisse.

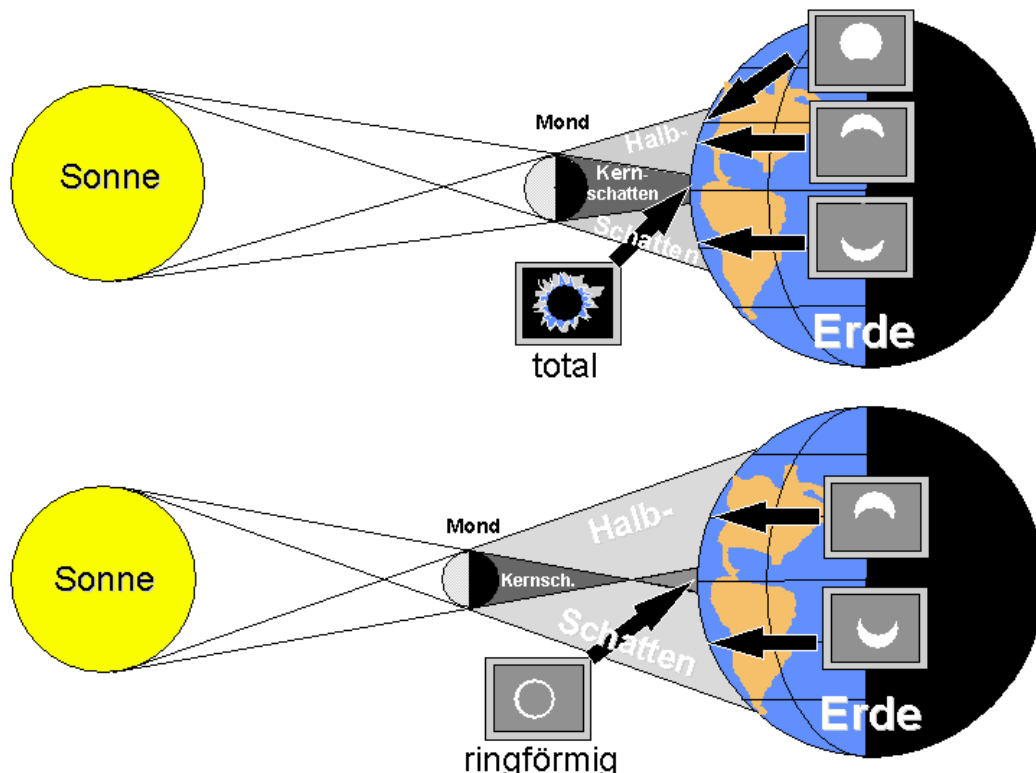


Abbildung 7: Bei der totalen Sonnenfinsternis (oben) erreicht der Kernschatten des Mondes die Erde. Bei der ringförmigen Finsternis (unten) ist der Kernschattenkegel des Mondes zu kurz, deshalb sieht man vom Boden aus einen Ring aus Sonnenlicht um den Mond herum.

Die maximale Dauer der Totalität kann gut siebeneinhalb Minuten betragen. Dies tritt dann ein, wenn der Mond auf dem erdnächsten Punkt seiner Bahn ist und die Sonne sich in Erdferne befindet. Letzteres ist jeweils um den 6. Juli. Mit einer Maximaldauer der Totalität von gut vier Minuten gehört diese totale Finsternis schon zu den Längeren.

## Der Saroszyklus

Schon die Babylonier wussten, dass sich Sonnenfinsternisse in Abständen von 223 Neumonden wiederholen. In dieser Zeit passiert der Mond den auf- oder absteigenden Knoten praktisch exakt 242 mal. Findet also an einem bestimmten Datum eine Sonnenfinsternis statt, so findet nach 6585.3 Tagen eine fast gleiche Finsternis statt. Nach unserem heutigen Kalender entspricht dies 18 Jahren und  $10 \frac{1}{3}$  oder  $11 \frac{1}{3}$  Tage, je nachdem, ob in diesen gut 18 Jahren vier oder fünf Schalttage liegen. Die modernen Zahlen <sup>1)</sup> der für das Entstehen von Finsternissen relevanten Mondmonate sind

1 synodischer Monat (Neumond-Neumond) = 29.53059 Tg    223 synod. Monate = 6585.32157 Tg  
 1 drakonitischer Monat (Knoten-Knoten) = 27.21222 Tg    242 drakon. Monate = 6585.35724 Tg

Die ungefähr 0.3 Tage hinter dem Dezimalpunkt sorgen allerdings dafür, dass die Finsternis etwa 120 Grad weiter westlich stattfindet, weil sich die Erde in diesen acht Stunden entsprechend weit nach Osten dreht. Da beide Zahlen (6585.xxx) nicht hundertprozentig übereinstimmen, reißt ein Saroszyklus nach gut tausend Jahren wieder ab. Die erste Finsternis eines Zyklus findet beim grösstmöglichen Abstand des Mondes vom Knoten statt, bei dem ein Teil des Mondschattens die Erde gerade noch streift, immer in hohen geographischen Breiten. Mit jeder weiteren Finsternis innerhalb der Serie nähert sich der Zeitpunkt des Knotendurchgangs dem Zeitpunkt des Neumondes und damit der Schattenverlauf der Äquatorregion, um am Ende der zweiten Zyklushälfte die Erde in der Nähe des gegenüberliegenden Pols zu verlassen.

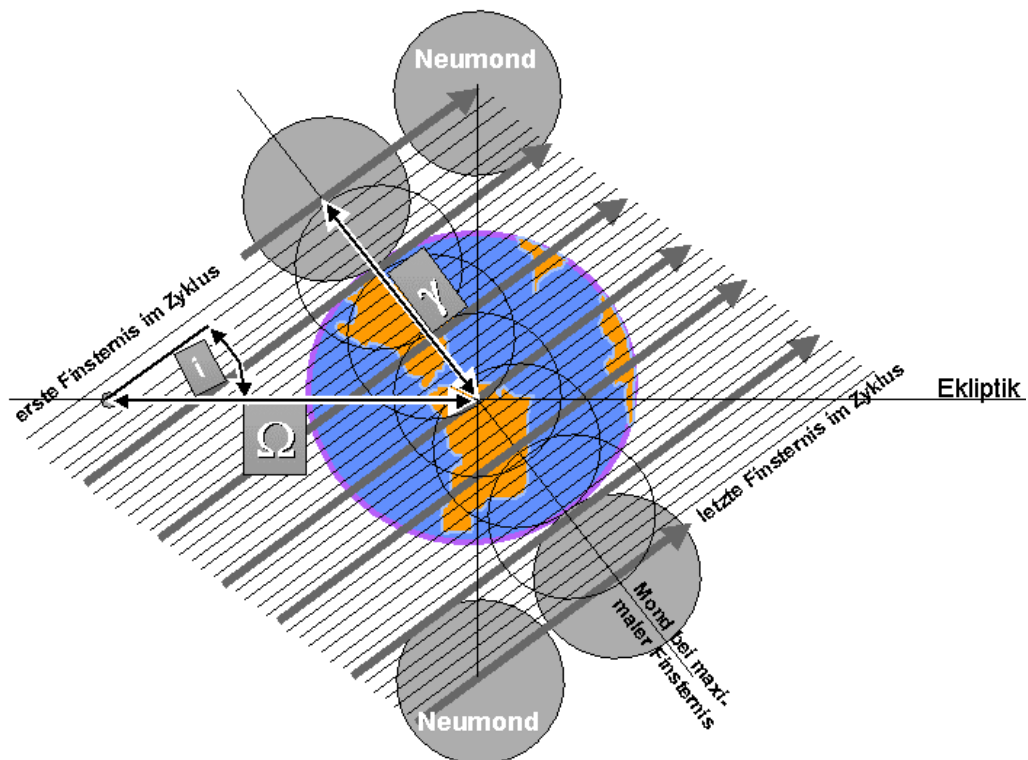


Abbildung 8: Der Saroszyklus (schematisch). Die erste Finsternis ist partiell und der Halbschatten des Mondes streift die Erde nur knapp. Maximum der Finsternis ist dann, wenn die Distanz  $\gamma$  minimal ist.  $\gamma$  ist der Abstand der Schattenachse bei maximaler Finsternis ausgedrückt in Erdradien. Neumond ist dann, wenn der Mond die gleiche geozentrische ekliptikale Länge wie die Sonne hat.

In der folgenden Tabelle erkennt man sehr schön, dass die Zeitpunkte der maximalen Finsternis (1. Zeitangabe) zu Beginn des Zyklus etwa eine Viertelstunde vor Neumond, in dessen Mitte (Nummern 40 bis 46) gleichzeitig mit diesem, und am Ende des Zyklus wiederum eine Viertelstunde, aber nach Neumond, stattfinden. Bei Finsternissen mit gerader Sarosnummer ist es genau umgekehrt, denn diese finden am absteigenden Knoten des Mondes statt.

Nr	Datum/Zeit	Neu- mond	Finsternis- typ	Nr	Datum/Zeit	Neu- mond	Finsternis- typ
1	17.Mai 1501 3:29	3:43	partiell 0.09	37	25.Juni 2150 0:18	0:16	total
2	28.Mai 1519 10:22	10:36	partiell 0.23	38	5.Juli 2168 7:47	7:44	total
3	7.Juni 1537 17:15	17:28	partiell 0.38	39	16.Juli 2186 15:16	15:12	total
4	19.Juni 1555 0:08	0:21	partiell 0.53	40	27.Juli 2204 22:45	22:41	total
5	29.Juni 1573 7:03	7:15	partiell 0.68	41	8.Aug. 2222 6:17	6:13	total
6	20.Juli 1591 14:02	14:14	partiell 0.82	42	18.Aug. 2240 13:53	13:47	total
7	30.Juli 1609 21:06	21:17	partiell 0.97	43	29.Aug. 2258 21:32	21:27	total
8	11.Aug. 1627 4:16	4:26	hybrid	44	9.Sep. 2276 5:18	5:11	total
9	21.Aug. 1645 11:32	11:42	hybrid	45	20.Sep. 2294 13:09	13:02	total
10	1.Sep. 1663 18:57	19:06	hybrid	46	1.Okt. 2312 21:07	21:00	total
11	12.Sep. 1681 2:31	2:40	hybrid	47	13.Okt. 2330 5:12	5:05	total
12	23.Sep. 1699 10:14	10:22	hybrid	48	23.Okt. 2348 13:24	13:17	total
13	4.Okt. 1717 18:07	18:14	hybrid	49	3.Nov. 2366 21:44	21:36	total
14	16.Okt. 1735 2:09	2:16	hybrid	50	14.Nov. 2384 6:10	6:02	total
15	26.Okt. 1753 10:20	10:27	hybrid	51	25.Nov. 2402 14:43	14:34	total
16	6.Nov. 1771 18:40	18:46	hybrid	52	5.Dez. 2420 23:21	23:12	total
17	17.Nov. 1789 3:08	3:14	hybrid	53	17.Dez. 2438 8:04	7:54	total
18	29.Nov. 1807 11:42	11:48	hybrid	54	27.Dez. 2456 16:49	16:39	total
19	9.Dez. 1825 20:21	20:27	total	55	8.Jan. 2475 1:36	1:26	total
20	21.Dez. 1843 5:05	5:10	total	56	18.Jan. 2493 10:23	10:13	total
21	31.Dez. 1861 13:50	13:55	total	57	30.Jan. 2511 19:08	18:58	total
22	11.Jan. 1880 22:36	22:40	total	58	10.Feb. 2529 3:51	3:40	total
23	22.Jan. 1898 7:21	7:25	total	59	21.Feb. 2547 12:29	12:18	total
24	3.Feb. 1916 16:03	16:06	total	60	3.März 2565 21:01	20:50	total
25	14.Feb. 1934 0:41	0:44	total	61	15.März 2583 5:26	5:15	total
26	25.Feb. 1952 9:14	9:17	total	62	26.März 2601 13:43	13:31	total
27	7.März 1970 17:41	17:44	total	63	6.Apr. 2619 21:52	21:39	partiell 0.99
28	18.März 1988 2:02	2:04	total	64	17.Apr. 2637 5:51	5:38	partiell 0.91
<b>29</b>	<b>29.März 2006 10:15 10:17</b>		<b>total</b>	65	28.Apr. 2655 13:41	13:28	partiell 0.82
30	8.Apr. 2024 18:21	18:23	total	66	8.Mai 2673 21:23	21:09	partiell 0.72
31	20.Apr. 2042 2:21	2:21	total	67	20.Mai 2691 4:55	4:41	partiell 0.61
32	30.Apr. 2060 10:13	10:13	total	68	31.Mai 2709 12:20	12:05	partiell 0.48
33	11.Mai 2078 17:59	17:59	total	69	11.Juni 2727 19:37	19:22	partiell 0.35
34	22.Mai 2096 1:40	1:39	total	70	22.Juni 2745 2:49	2:33	partiell 0.21
35	3.Juni 2114 9:16	9:15	total	71	3.Juli 2763 9:55	9:39	partiell 0.07
36	13.Juni 2132 16:48	16:46	total				

Tabelle 4: Die Finsternisse des Saroszyklus 139. In den Spalten stehen die Nummer innerhalb des Zyklus, Datum und Zeit (UT) bei Maximum der Finsternis, die Zeit (UT) des Neumondes und der Typ der Finsternis. Bei partiellen Finsternissen wird noch die ungefähre Magnitude angegeben. Die Tabelle wurde mit einfachen Formeln aus 3) und 4) berechnet. Die Fehler bei den Zeitangaben betragen nur einige wenige Minuten.

## Ein seltenes Naturereignis ?

Sonnenfinsternisse treten jährlich mehrmals auf. Es gibt pro Jahr mindestens zwei und maximal deren fünf! Einige davon sind aber nicht total. Und der Kernschatten des Mondes, auch wenn er weit über zweihundert Kilometer breit werden kann und mehrere Tausend Kilometer der Erde trifft, überstreicht jeweils nur einen sehr kleinen Teil der Erdoberfläche. Die letzte totale Sonnenfinsternis in Basel fand am 22. Mai 1724 statt. Die nächste wird in Basel erst wieder am 3. September 2081 stattfinden. An einem bestimmten Ort auf eine totale Sonnenfinsternis warten kann also sehr, sehr lange dauern. Im Durchschnitt muss man etwa 400 Jahre an einer bestimmten Stelle auf eine totale Sonnenfinsternis warten. Interessant ist die Tatsache, dass die Finsternis vom 12. Mai 1706 und ihre direkte Nachfolgerin im Saroszyklus 133, diejenige vom 22. Mai 1724,



beide praktisch das ganze Gebiet der heutigen Schweiz überstrichen. Der Schnittpunkt der beider Zentrallinien lag in der Nähe des Vierwaldstättersees.

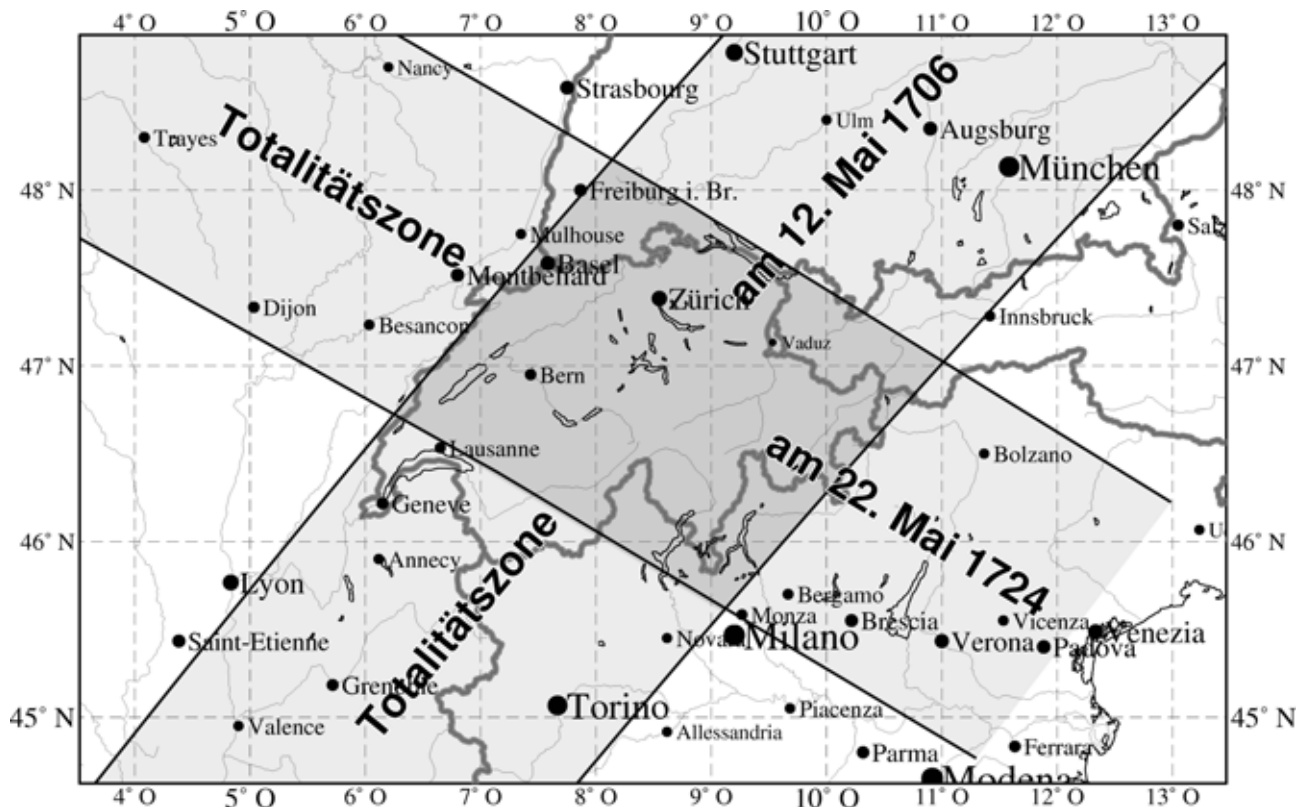


Abbildung 9: Die Totalitätszonen der beiden Finsternisse von 1706 und 1724.

Allgemein bezeichnet man diejenige von 1724 als die letzte in der Schweiz sichtbare, auch wenn es an diesem Tag regnete. Die Graphik zeigt jedoch, dass die Totalitätszone unmittelbar südöstlich der heutigen Schweiz bei Sonnenuntergang endete. Selbst bei schönem Wetter hätten also nur sehr wenige Menschen bei guten Horizontbedingungen die Totalität in dieser Region direkt beobachten können, betrug doch der Sonnenstand weniger als drei Grad über dem mathematischen Horizont. (A5L\_01.EPS)

## Die Finsternisse in der Antike

Die Tatsache, dass wir mehrere tausend Jahre alte Aufzeichnungen oder Hinweise von Sonnen- und Mondfinsternissen aus verschiedenen antiken Kulturen haben, lässt uns erahnen, wie tief der Eindruck auf die Menschen ist, welcher das Erleben einer solchen Finsternis hinterlässt. Wer selbst einmal eine totale Sonnenfinsternis bewundern konnte, wird begreifen, dass sich auch unter noch so bruchstückhaften Überlieferungen unserer Ahnen Aufzeichnungen von Sonnen- und Mondfinsternissen befinden. Wenngleich die Menschen alter Kulturen die Gesetze der Himmelsmechanik verglichen mit dem heutigen Wissensstand nur partiell kannten, so waren ihnen die Rhythmen von Sonne, Mond und den hellen Planeten bekannt. Alles, was es dazu brauchte, war eine aufmerksame Beobachtung des Laufes von Sonne und Mond, sowie eine sorgfältige Tabellierung der bemerkenswerten Ereignisse in Form einer Tagesliste. Möglicherweise war der wichtigste Rhythmus, der Saroszyklus, bereits mehr als 2000 Jahre, vielleicht sogar fast 3000 Jahre vor Christi Geburt bekannt<sup>2)</sup>, also lange bevor die Ursache der Finsternisse verstanden wurde.

Die alte Bezeichnung 'Drachenpunkt' für den Schnittpunkt der Mond- mit der Erdbahn widerspiegelt heute noch die einstige Ansicht, dass ein Drache das Sonnenfeuer während der Finsternis frass und dann wieder ausspuckte. Finsternisse finden tatsächlich nur dann statt, wenn sich der Mond in der Nähe eines der beiden Drachenpunkte (die heutige Bezeichnung ist Knoten) befindet.

Viele alte Geschichten und Legenden ranken sich um Finsternisse. Da sollen die beiden chinesischen Astronomen Hi und Ho geköpft worden sein, weil sie eine tatsächlich eingetretene

Sonnenfinsternis nicht vorausgesagt hatten. Kriege sollen durch die plötzliche Dunkelheit auf dem Schlachtfeld beeinflusst worden sein. So zum Beispiel die Schlacht zwischen Lydiern und Medern am 28. Mai 585 v.Chr., zum Zeitpunkt einer von Thales von Milet vorausberechneten Sonnenfinsternis. Und schliesslich soll Kolumbus am 29. Februar 1504 einem indianischen Häuptling auf dem heutigen Jamaika mit einer Mondfinsternis gedroht und ihn so um Nahrung für seine Mannschaft erpresst haben <sup>7,8)</sup>.

Hinweise auf Sonnenfinsternisse gibt es seit fast 5000 Jahren, dennoch gilt als die älteste sicher datierte Aufzeichnung einer totalen Sonnenfinsternis diejenige vom 15. Juni 763 v.Chr. Solche alten Aufzeichnungen können heute unter anderem dazu verwendet werden, das langsame Abbremsen der Erdrotation zu bestimmen. Viele weitere Hinweise zu antiken Finsternissen liefert <sup>9)</sup>.

## Finsternisse und die Erdrotation

Berechnet man Finsternisse vor Hunderten von Jahren, was himmelsmechanisch kein Problem ist, und nimmt eine konstante Tageslänge von 86400 Sekunden an, so stellt man fest, dass die Finsternisse an ganz anderen Orten hätten stattfinden müssen, als man alten Aufzeichnungen entnimmt. Der Grund dafür ist eine permanente Verlangsamung der Erdrotation durch innere Reibung und Gezeiten. Der Effekt dieser Zunahme der Tageslänge ist mit 45 Nanosekunden pro Tag äussert gering. In hundert Jahren nimmt die Tageslänge um nur 160 Millisekunden zu, aber die Orientierung der Erde entlang ihrer Rotationsachse ist die stetige Aufsummierung dieser Differenz. Diese macht in 2500 Jahren etwa sechs Stunden oder 90 Grad aus. (Einen interessanten Artikel dazu findet man in <sup>5)</sup>.)

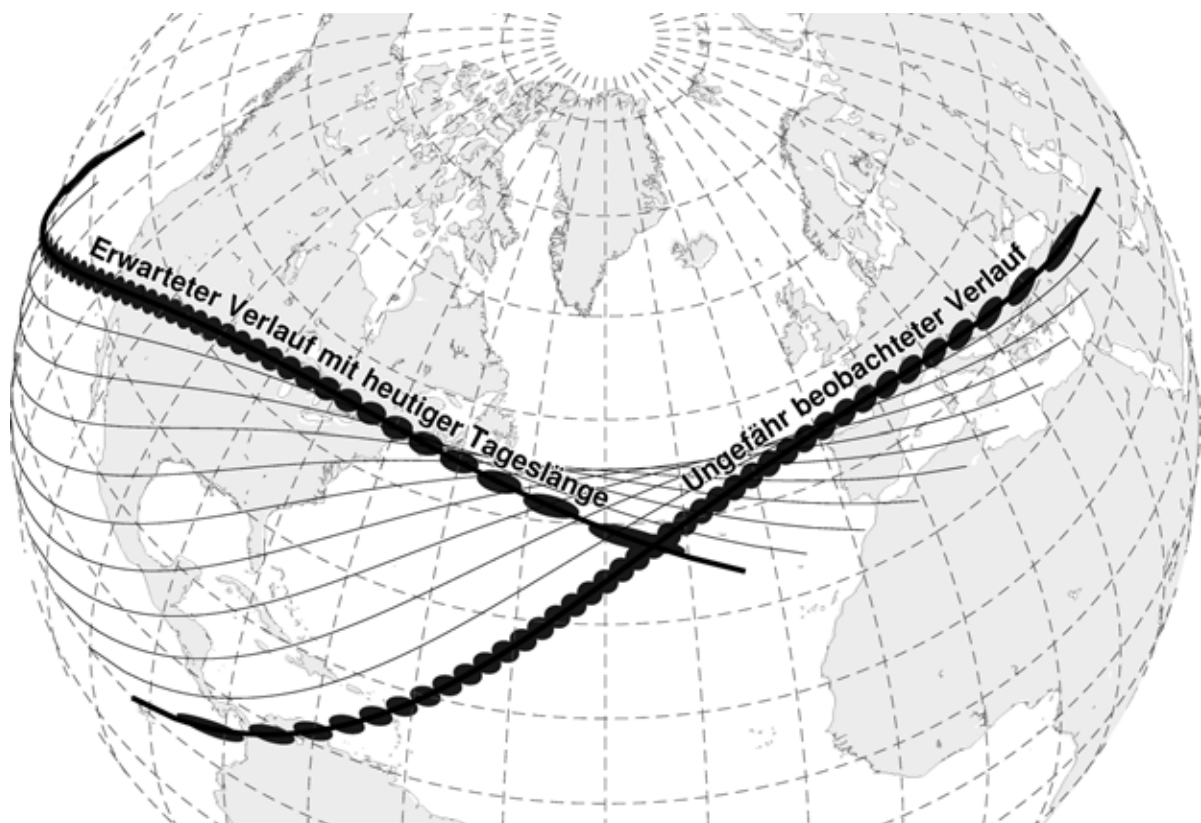


Abbildung 10: Verlauf der Totalitätszone der totalen Sonnenfinsternis am 28. Mai 585 v.Chr. Die Finsternis, welche tatsächlich beobachtet wurde, soll von Thales von Milet (640 - 562 v.Chr.) für eine 'kleinasiatische Küstenstadt' vorausberechnet worden sein. Die Graphik zeigt, dass die Finsternis mit einer konstanten heutigen Tageslänge unmöglich hätte in Kleinasien beobachtet werden können. (A5L\_07.EPS)

## Ein atemberaubendes Erlebnis

Vor tausendmal tausend Jahren hat Gott es so gemacht, dass es heute zu dieser Sekunde sein wird; in unsere Herzen aber hat er die Fibern gelegt, es zu empfinden...

(Aus Adalbert Stifter: Die Sonnenfinsternis am 8. Juli 1842)

Viele derer, die einmal eine totale Sonnenfinsternis erlebt haben, werden versuchen, weitere zu erleben, auch wenn diese nur für kurze Zeit und am anderen Ende der Welt zu beobachten sind!

Eine gute Stunde vor der Totalität scheint der von Westen kommende Mondrand die Sonne zu berühren: der erste Kontakt. Jetzt beginnt die Bedeckung der Sonnenscheibe. Man spricht von der partiellen Phase. Nach einer halben Stunde ist etwa die Hälfte des Scheibendurchmessers der Sonne bedeckt. Wer nicht informiert ist, merkt bis jetzt noch gar nichts, obschon etwa ein Drittel des Sonnenlichts fehlt. Unser Auge-Gehirn-System gleicht einen so langsamen Lichtabfall für uns unmerklich aus. Dann aber beginnt das Licht allmählich fahl zu werden, ganz anders als bei Sonnenuntergang. Durch die Horizontnähe der untergehenden Sonne durchdringt dort nämlich das Sonnenlicht sehr viel Erdatmosphäre, welche die kurzwelligeren blauen Anteile aus dem Sonnenlicht wegstreut, so dass nur das langwellige rote Licht übrigbleibt: So entstehen Abend- und Morgenrot. Ganz anders hingegen entsteht die Dunkelheit während einer Sonnenfinsternis. Die Sonne steht mehr oder weniger hoch am Himmel und das Licht wird in seiner Gesamtheit durch eine undurchsichtige Gesteinskugel, den Mond, abgeblockt. Unser Gehirn versucht dabei den allabendlichen Rotstich der untergehenden Sonne zu korrigieren, was der Beobachter als Fahlheit und eher grünstichig erlebt.

Jetzt beginnt man auch ein leichtes Abkühlen zu bemerken. Die Aufregung der Vorfreude auf das, was einen in wenigen Minuten erwartet, hat einem etwas Schweiß auf die Haut getrieben, was nun als Frösteln wahrgenommen wird und man wird sich seiner Anspannung bewusst. Die Temperatur fällt während der partiellen Phase bis zur Totalität um etwa fünf Grad.

Bis eine Minute vor der Totalität wird es gleichmässig langsam immer dunkler. Dann aber macht sich die Unebenheit der Mondoberfläche bemerkbar. Wenige Sekunden vor dem Beginn der Totalität scheint die Sonne nur noch aus einigen tiefer liegenden Tälern am Rand des Mondes. Wie von einem himmlischen Dimmer gesteuert erlöschen jetzt die letzten einzelnen Lichtpunkte und es ist fast Nacht. Im gleichen Moment erscheint die Korona, ein Lichtsaum über der Sonnenoberfläche, welcher normalerweise nicht sichtbar ist, da er durch das millionenfach hellere Sonnenlicht überstrahlt wird. Zusammen mit dem letzten Sonnenstrahl, der eben noch sichtbar ist, glaubt man einen mit einem Diamanten besetzten Fingerring zu sehen. Dann verschwindet auch dieser letzte gleissende Lichtstrahl: Dies ist der zweite Kontakt und die Totalität beginnt. Am innersten Sonnenrand erkennt man einen feinen roten Saum, die Chromosphäre und feine Fädchen, die Protuberanzen. In Wirklichkeit sind dies gewaltige Gasausbrüche an der Sonnenoberfläche. Am dunkeln Himmel erkennt man einige Planeten und die hellsten Sterne werden sichtbar. Jetzt erfasst einen ein Staunen und phantastisches Schauern und man wird sich bewusst, in welcher grandiosen Weise wir in unser Universum eingebunden sind.

Das hatte keiner geahnt - ein einstimmiges "Ah" aus aller Munde, und dann Totenstille, es war der Moment, da Gott redete und die Menschen horchten. (Adalbert Stifter)

Wer sich ein abgelegenes Plätzchen ausgesucht hat, wird bemerken, dass es um ihn herum ruhig geworden ist. Der Wind lässt nach und das Rauschen der Bäume und Blätter wird weniger. Doch am auffallendsten dürfte das Verstummen der Vögel sein. Diese hören auf zu zwitschern und suchen sich ein Nachtlager. Einige Blütenpflanzen beginnen sich zu schliessen.

Wer Pech hat und in der Nähe von "zivilisierten Mitmenschen" ist, muss sich auf Lärm aus Grölen und Hupkonzerten gefasst machen!

Am Horizont sieht man vielleicht Berge, welche nicht in der Totalitätszone liegen, denn der Kernschatten des Mondes hat einen Radius von nur einigen Dutzend Kilometern.

Nach viel zu kurzer Zeit findet der dritte Kontakt statt und auf der westlichen Seite des Mondes kommt der erste Sonnenstrahl hervor. Der Spuk ist vorbei und es wird wieder hell. Nach einer guten Stunde wird der letzte Teil des Mondes die Sonnenscheibe ganz freigegeben haben. Dieser vierte Kontakt beendet die Sonnenfinsternis des Beobachters. In den nächsten Minuten und Stunden werden weitere Menschen Hunderte oder Tausende von Kilometern (meist) weiter östlich in den Genuss des gleichen Schauspiels kommen.

Im Herzen aber bleibt ein wunderschönes und unauslöschliches Erlebnis zurück und man fragt sich: "Wann findet die nächste totale Sonnenfinsternis statt?"

## Tipps zur Beobachtung

Wer an diesem grossartigen Ereignis teilhaben will, sollte sich möglichst früh an die Vorbereitungen machen. Es gilt, einen günstigen Beobachtungsort zu finden und für Fotofreunde, den Ablauf des Fotografieren während der Finsternis im Trockenen, besser gesagt bei Tageslicht, durchzuspielen.

Im Gegensatz zu den nächtlichen astronomischen Beobachtungsbedingungen spielt der Beobachtungsort bei Sonnenfinsternissen praktisch keine Rolle! Allerdings ist in Städten und Dörfern mit dem automatischen Einschalten der Strassenbeleuchtung zu rechnen! Es kommt also eher darauf an, sich zu entscheiden, wie und mit wem man zur Finsternis reisen will.

Das einzig nicht Berechenbare ist dann noch das Wetter. Wenige Tage vor der Finsternis werden meteorologische Satellitenbilder die besten Wegweiser sein. Wer kann, wird dorthin fahren, wo die Sonne scheint (Schlafsack). Langzeit-Wetterstatistiken sind zwar für echte Finsternis-Freaks fesselnd, weil sie zu Diskussionen anregen, haben aber objektiv gesehen in diesem Zusammenhang keinen Sinn.

### **ACHTUNG auf die AUGEN während der partiellen Phasen !**

- NICHT mit ungeschützten Augen direkt in die Sonne schauen, sondern geeignete Folien benutzen! Im Autozubehör-Handel gibt es mit Aluminium bedampfte Plastikfolien, sogenannte "Rettungsfolie", welche ein- oder zweifach genommen werden kann. Damit lässt sich die partielle Phase von Auge gut beobachten.
- Sonnenbrillen allein sind KEIN geeigneter Schutz für die Augen!
- Russ geschwärzte Scheiben sind KEIN geeigneter Schutz für die Augen!
- NICHT mit Fotoapparat, Feldstecher oder Fernrohr in die Sonne schauen! Im Fotofachhandel sind spezielle Sonnenfolien, sogenannte "Mylar"-Folien, erhältlich, welche optischen Ansprüchen genügen. Diese müssen derart vor der Optik fixiert werden, dass sie einerseits **sicher nicht herunterfallen, auch wenn neugierige Kinder in der Nähe sind!!!!**, sich aber für Aufnahmen während der Totalität schnell entfernen lassen.
- Während der Totalität besteht keine Gefahr für die Augen. Das Licht der Korona ist mehrere hunderttausend mal schwächer als das Sonnenlicht. Die Korona wird mit blossen Augen oder mit dem Feldstecher betrachtet. Es darf beliebig geguckt und gestaunt werden...
- ...aber Achtung nach der Totalität. Wenn der erste Sonnenstrahl hinter dem Mond hervorkommt, gelten wieder die ganzen Vorsichtsmassnahmen.



## Fotografieren während der Finsternis

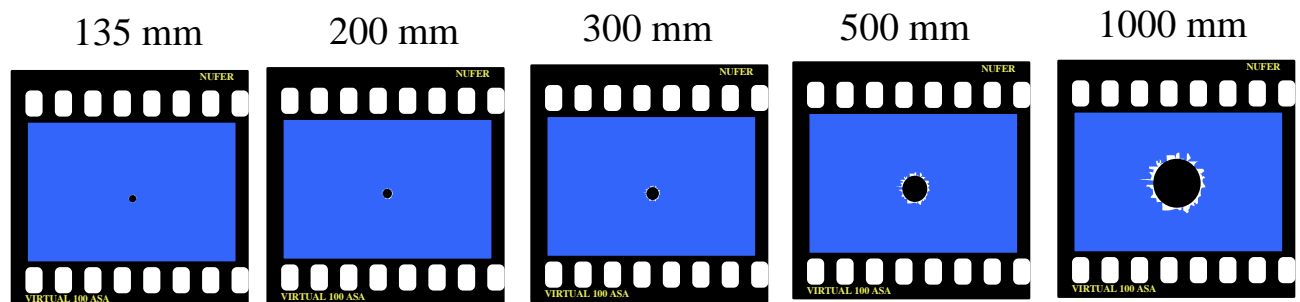
Es gibt viele verschiedene Arten, eine totale Sonnenfinsternis fotografisch auf ein Bild zu bannen. Aber wohl jeder, der zum ersten Mal eine solche erleben kann, will "sein" Portrait der Korona machen. Dazu braucht es einen Fotoapparat mit einem Teleobjektiv und ein Stativ. Zusätzlich sind ein Motor und ein Drahtauslöser eine ideale Kombination. Je länger die Brennweite des Objektivs ist, desto grösser wird die Sonne auf dem Film abgebildet.

Die folgenden zwei Tabellen geben einen Überblick über den Abbildungsmassstab der Sonne bei Verwendung verschiedener Optiken und vorgeschlagene Belichtungszeiten für die verschiedenen Phänomene während der Totalität in Form eine Belichtungstabelle.

Die Helligkeit des Himmels und der Kontrast der Korona während der Totalität hängen sehr stark von den momentanen Bedingungen am Aufnahmeort ab und lassen sich nicht genau vorher-sagen. Dunst, Staub und (Cirrus-)Bewölkung, sowie reflektiertes Sonnenlicht von Bergen ausserhalb der Totalitätszone haben einen grossen Einfluss darauf. Es ist deshalb wichtig, dass nicht nur ein Bild, sondern eine ganze Serie von Bildern mit verschiedenen Belichtungszeiten gemacht wird. Damit hat man gute Chancen, die verschiedenen Phänomene zu erwischen. (Tabelle 6)

Beispiel der Optik	Brennweite	ungefähres Gesichtsfeld	abgebildete Grösse von Sonne / Mond
	mm	Grad	mm
Sigma 15 mm 1:2.8	15	100° x 77°	0.16
	18	90° x 67°	0.18
stärkste verzeichnungsfreie Weitwinkelobjektive	24	74° x 53°	0.23
starke Weitwinkelobjektive	28	65° x 46°	0.26
"normales" Weitwinkelobjektiv	35	54° x 38°	0.32
"normales" Objektiv	50	40° x 27°	0.44
"normales" Teleobjektiv	135	15° x 10°	1.18
NIKKOR 200 mm 1:4	200	10.3° x 6.9°	1.7
	300	6.9° x 4.6°	2.6
	400	5.2° x 3.4°	3.5
Pro Optik Maksutov-Cassegrain System 500 mm 1:5.6	500	4.1° x 2.7°	4.4
	1000	2.1° x 1.4°	8.7
	1500	1.4° x 0.9°	13
Celestron C-8	2000	1.0° x 0.7°	17
Celestron C-11	2800	0.7° x 0.5°	24

Tabelle 5: Die abgebildete Grösse der Sonne (oder des sie verdeckenden schwarzen Mondes) auf 24 x 36 mm Kleinbildfilm hängt direkt von der verwendeten Brennweite ab. Mit einem 200er-Tele beträgt die Grösse der abgebildeten Sonne erst 1.7 mm. Vorzugsweise sind deshalb noch grössere Brennweiten zu verwenden (graue Bereiche). Zur besseren Veranschaulichung sind unten einige Beispiele aufgeführt.



Filmempfindlichkeit ASA / ISO	Blende f/										
	1.4	2	2.8	4	5.6	8	11	16	22	32	
25											
50	2	2.8	4	5.6	8	11	16	22	32	44	
100	2.8	4	5.6	8	11	16	22	32	44	64	
200	4	5.6	8	11	16	22	32	44	64	88	
400	5.6	8	11	16	22	32	44	64	88	128	
800	8	11	16	22	32	44	64	88	128		
1600	11	16	22	32	44	64	88	128			
Aufnahme-Objekt	Belichtungszeit Sekunden										
				1/4000	1/2000	1/1000	1/500	1/250	1/125	1/60	1/30
Perlschnur-Phänomen				1/4000	1/2000	1/1000	1/500	1/250	1/125	1/60	1/30
Chromosphäre			1/4000	1/2000	1/1000	1/500	1/250	1/125	1/60	1/30	1/15
Protuberanzen		1/4000	1/2000	1/1000	1/500	1/250	1/125	1/60	1/30	1/15	1/8
innerste Korona	1/4000	1/2000	1/1000	1/500	1/250	1/125	1/60	1/30	1/15	1/8	1/4
Korona bis 0.1 R <sub>S</sub>	1/2000	1/1000	1/500	1/250	1/125	1/60	1/30	1/15	1/8	1/4	1/2
Korona bis 0.15 R <sub>S</sub>	1/1000	1/500	1/250	1/125	1/60	1/30	1/15	1/8	1/4	1/2	1
Korona bis 0.2 R <sub>S</sub>	1/500	1/250	1/125	1/60	1/30	1/15	1/8	1/4	1/2	1	2
Korona bis 0.35 R <sub>S</sub>	1/250	1/125	1/60	1/30	1/15	1/8	1/4	1/2	1	2	4
Korona bis 0.5 R <sub>S</sub>	1/125	1/60	1/30	1/15	1/8	1/4	1/2	1	2	4	8
Korona bis 0.75 R <sub>S</sub>	1/60	1/30	1/15	1/8	1/4	1/2	1	2	4	8	16
Korona bis 1 R <sub>S</sub>	1/30	1/15	1/8	1/4	1/2	1	2	4	8	16	32
Korona bis 2 R <sub>S</sub>	1/15	1/8	1/4	1/2	1	2	4	8	16	32	1 min
Korona bis 4 R <sub>S</sub>	1/8	1/4	1/2	1	2	4	8	16	32	1 min	2 min
Korona bis 6 R <sub>S</sub>	1/4	1/2	1	2	4	8	16	32	1 min	2 min	
Korona bis 8 R <sub>S</sub>	1/2	1	2	4	8	16	32	1 min	2 min		

Tabelle 6: Belichtungszeiten für totale Sonnenfinsternisse. Die Belichtungsformel wurde <sup>10)</sup> entnommen. Die grauen Felder können folgendermassen als Beispiel verwendet werden: Benutzt wird ein 100 ASA Kleinbildfilm bei Blende 8. Die Entfernung ist natürlich auf Unendlich gestellt. Zu Beginn wird die Belichtungszeit auf 1/4000 gestellt. Unmittelbar vor dem zweiten Kontakt werden einige Aufnahmen gemacht. Wenn die Totalität beginnt, wird jeweils die Belichtungszeit auf die nächst längere Stufe gedreht und ausgelöst. So wird eine ganze Belichtungsreihe gemacht. Ist das Stativ fest montiert, so kann dies 'blind' erfolgen, denn die Sonne bewegt sich praktisch nicht in diesen paar Sekunden. Am besten 'fährt' man wieder die Belichtungsleiter hoch. Wer diese Prozedur geübt hat und 'im Schlaf' beherrscht, kann während dieser Belichtungsreihe die Natur beobachten. (R<sub>S</sub> = Sonnenradien)

Die obige Tabelle enthält gemäss der Einleitung des Kapitels nur grobe Richtwerte. Ob zum Beispiel Blende 5.6 oder 8 eingestellt wird, spielt keine grosse Rolle. Ob die Kamera 1/4000 oder nur 1/1000 Sekunden als kürzeste Verschlusszeit zulässt, spielt auch keine Rolle. Wichtig ist nur, dass der vorhandene Belichtungsspielraum der Kamera in Form einer Belichtungsreihe möglichst mehrmals abgefahren wird.

Sonnenfinsternis heisst Neumond, also mondlose Nächte!

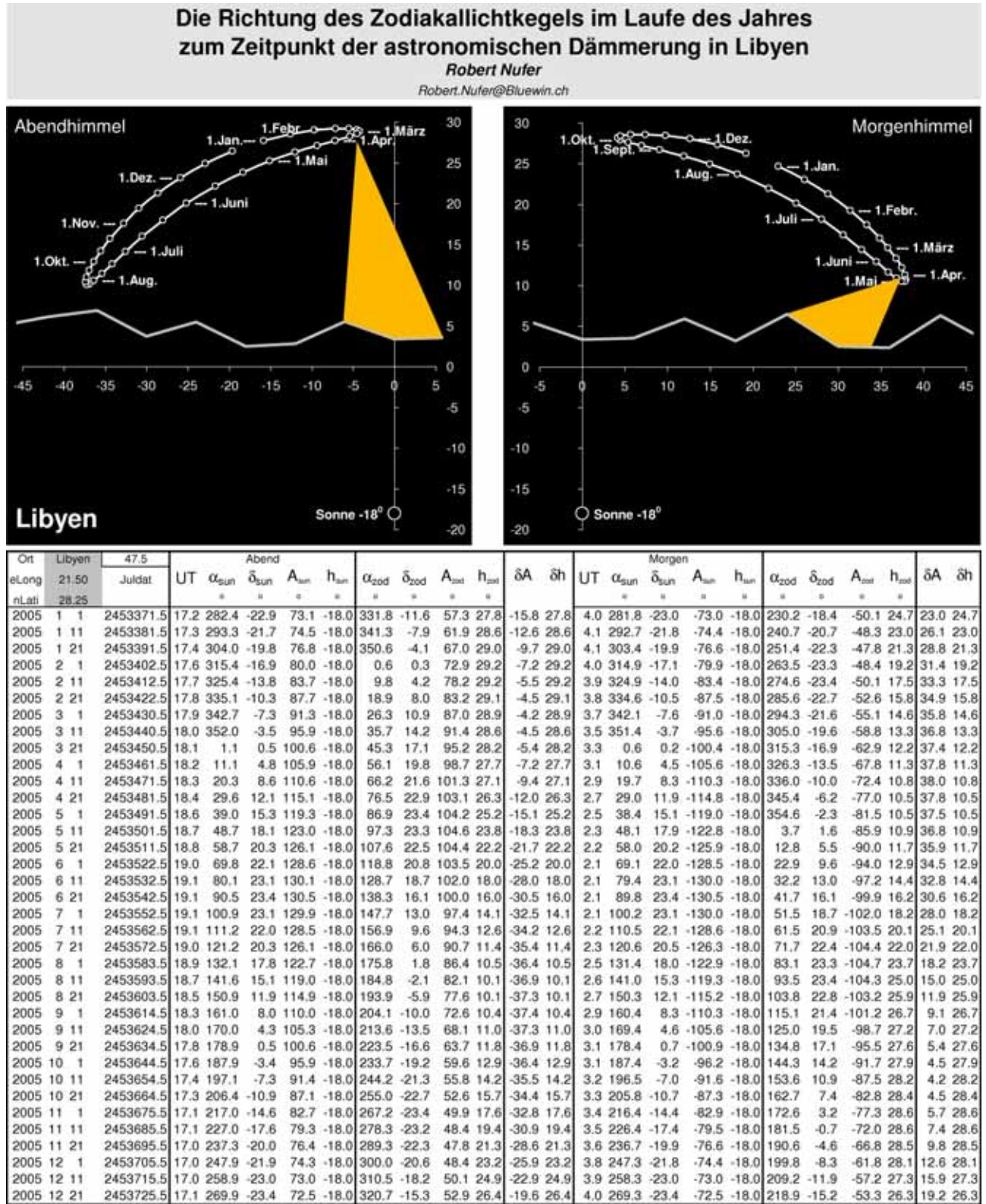


Abbildung 11: Die Richtung des Zodiakallichtkegels in Libyen. Ende März sind die Beobachtungs-Voraussetzungen ideal nach Sonnenuntergang. Der Lichtkegel steht dann fast senkrecht im Westen.

## Das Temperaturgefälle während einer totalen Sonnenfinsternis

Das Messen der Temperatur kann ein interessantes Experiment sein, das auch von und mit Kindern durchgeführt werden kann. In der folgenden Abbildung habe ich allerdings eine etwas professionellere automatische Methode benutzt: Zwei batteriebetriebene und vorprogrammierte Messgeräte speicherten während zwei Tagen alle elf Sekunden die Temperatur und die relative Luftfeuchtigkeit. Es war die totale Sonnenfinsternis am 21. Juni 2001 in Sambia. So konnte der Vortag ohne Sonnenfinsternis mit dem Finsternistag verglichen werden. Die Messgeräte wurden damals zwischen Autodach und Dachzelt aufgestellt. Die Messungen waren derart genau, dass ich die beiden Messkurven jeweils um 2°C oder 4 % auseinanderverschieben musste, um zu zeigen, dass beide Geräte auch wirklich das Gleiche messen. Die beiden oberen Temperatur-Diagramme zeigen nebst dem Temperaturverlauf auch die abnehmende Thermik im Tagesverlauf. In den beiden rechten Diagrammen sieht man die Trägheit des Temperaturabfalls, resp. des relativen Feuchtigkeitsanstiegs. Die partielle Phase begann um 13:35 und endete etwas nach 16:20. Das Temperaturminimum, ein Gefälle von etwa 4°C, wurde erst gut 10 Minuten nach der Totalität, die dreieinhalb Minuten dauerte, erreicht, das Feuchtemaximum sogar noch etwas später.

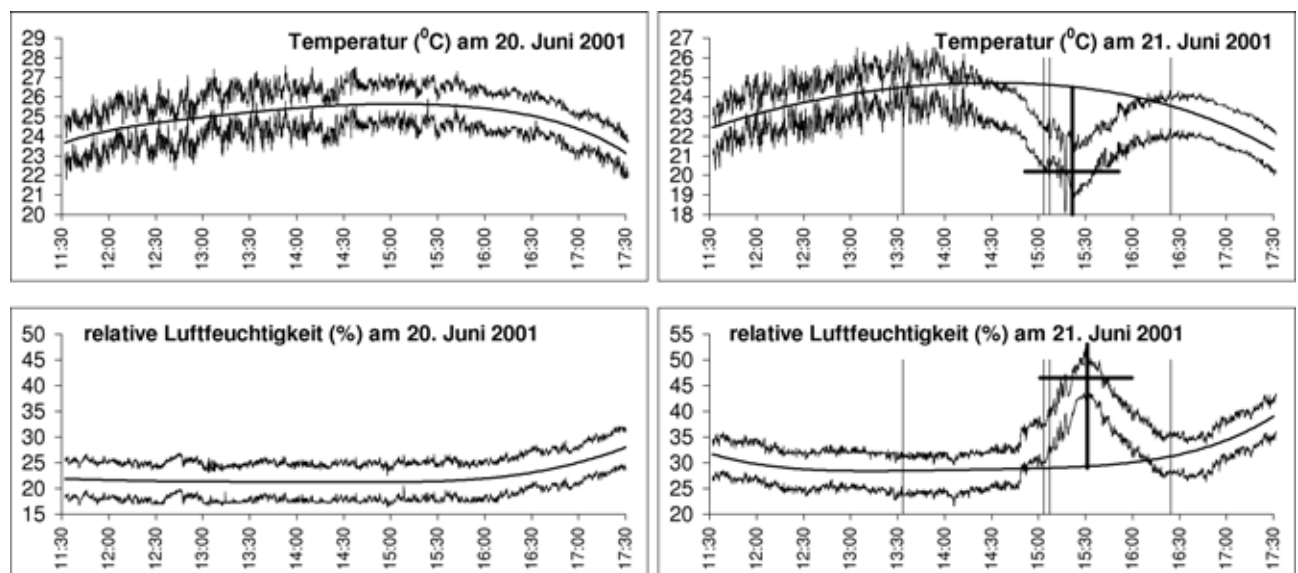


Abbildung 12: Temperatur- und relativer Feuchtigkeitsverlauf am Tag vor und am Tag einer totalen Sonnenfinsternis am Beispiel der totalen Sonnenfinsternis am 21. Juni 2001 in Sambia

## Literaturhinweise

- 1) Explanatory Supplement to the Astronomical Almanac, University Science Books, 1992
- 2) Meyers Handbuch über das Weltall, Meyers Lexikonverlag, 1973
- 3) Jean Meeus, Astronomical Algorithms, Willman-Bell Inc., 1991
- 4) Charles Kluepfel, What Saros Number?, Sky and Telescope, Oktober 1985, Seite 366f
- 5) Richard Stephenson, Early Chinese Observations and Modern Astronomy, Sky and Telescope, Januar 1999, Seite 48ff
- 6) Hans Roth, Der Sternenhimmel 1999, Birkhäuser Verlag, 1999
- 8) Camille Flammarion, Himmelskunde, 1879
- 9) Barry Hetherington, A Chronicle of Pre-Telescopic Astronomy, Springer Verlag, 1996
- 10) Fred Espenak and Jay Anderson, Total Solar Eclipse of 1999 August 11, NASA Reference Publication 1398, 1997

**Inhaltsverzeichnis**

<b>Vorwort .....</b>	<b>1</b>
<b>Die totale Sonnenfinsternis am 29. März 2006.....</b>	<b>1</b>
<b>Die Elemente der Finsternis .....</b>	<b>3</b>
<b>Die Eckpunkte der Finsternis .....</b>	<b>3</b>
<b>Der Weg der Finsternis .....</b>	<b>4</b>
<b>Sichtbarkeit der Finsternis in einigen Städten, in denen die Magnitude grösser als 0.75 ist .....</b>	<b>9</b>
<b>Das Entstehen von Sonnenfinsternissen.....</b>	<b>12</b>
<b>Der Saroszyklus.....</b>	<b>13</b>
<b>Ein seltenes Naturereignis ? .....</b>	<b>14</b>
<b>Die Finsternisse in der Antike .....</b>	<b>15</b>
<b>Finsternisse und die Erdrotation .....</b>	<b>16</b>
<b>Ein atemberaubendes Erlebnis .....</b>	<b>17</b>
<b>Tipps zur Beobachtung.....</b>	<b>18</b>
<b>Fotografieren während der Finsternis .....</b>	<b>19</b>
<b>Sonnenfinsternis heisst Neumond, also mondlose Nächte!.....</b>	<b>21</b>
<b>Das Temperaturgefälle während einer totalen Sonnenfinsternis .....</b>	<b>22</b>
<b>Literaturhinweise .....</b>	<b>22</b>