

Der Canon der Finsternisse

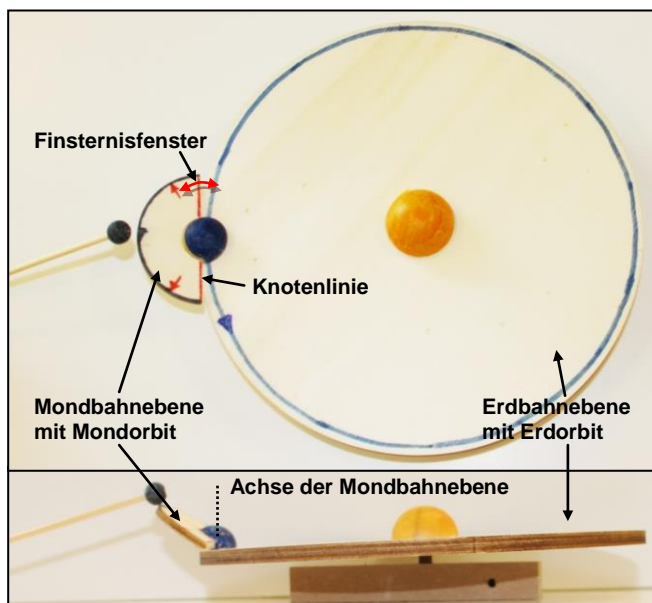
Sonnen- und Mondfinsternisse gehören seit jeher zu den beeindruckendsten Himmelschauspielen. Ihr Auftreten mag uns als selten vorkommende Besonderheit der Natur erscheinen. Ist das wirklich so? Wie viele Finsternisse sind eigentlich in einem Jahr zu erwarten? Und wann und in welcher Abfolge treten diese auf?

U. a. diesen Fragen wollen wir nachgehen und dazu das sogenannte **Finsternisdiagramm** nutzen (siehe weiter hinten), welches über viele Jahre hinweg (y-Achse) die zeitliche Abfolge der Finsternisse im Jahresverlauf (x-Achse) darstellt.

Wir wollen auch verstehen, wie es zur festgestellten zeitlichen Abfolge der Finsternisse kommt. Diese beruht auf der Bewegung der beteiligten Himmelskörper (Mond um Erde, Erde um Sonne) und kann mit einem Modell (genannt „**Lunarium**“), welches die Orientierung der Mondbahn (mit drehbarer Knotenlinie) in Bezug auf die Erdbahn räumlich zeigt, erklärt werden.

Zur Erklärung notwendig sind auch folgende **Fakten und Zusammenhänge**:

- Eine Finsternis tritt auf, wenn Lichtquelle (Sonne), Schattenwerfer (Mond oder Erde) und Beobachter (Erde oder Mond) **räumlich betrachtet** nahezu auf einer Geraden stehen.
- Die Periodendauer von Vollmond zu Vollmond (synodische Umlaufzeit) beträgt ca. 29,53 Tage.
- Die Mondbahnebene ist gegenüber der Erdbahnebene um ca. 5° geneigt.
- Die Mondbahnebene ist wie ein Kreisel zu betrachten. Dieser behält seine Lage im Raum bei, wenn keine Kraft an einer Achse zieht. Die Anziehungskraft der Sonne auf den Mond zieht jedoch an der Achse des Mondbahnkreisels und führt zu einer „Torkelbewegung“ der Achse und damit der Mondbahnebene.
- Nach 27,21 Tagen (drakonitische Umlaufzeit) hat die torkelnde Mondbahnebene wieder ihre Ausgangsposition erreicht. Die Knotenlinie der Mondbahn hat dann wieder ihre Ausgangslage erreicht.



Das Lunarium zeigt räumlich, wie die Mondbahn zur Erdbahn orientiert ist. Mit Hilfe dieses Modells kann man demonstrieren, wann es im Voll- oder Neumondzeitraum zu einer Finsternis kommt und wann nicht. Dies geschieht dann, wenn der Mond im sogenannten Finsternisfenster steht, welches einen Bereich markiert in dem sich der Mond noch nahe der Knotenlinie (Schnittlinie zwischen Erdbahnebene und Mondbahnebene) befindet. Die Mondbahnebene ist drehbar auf der Erdbahn angebracht, so dass ihre Drehung und damit die Drehung der Knotenlinie im Modell demonstriert werden kann. Für die gezeigte Vollmondkonstellation kommt es zu keiner Mondfinsternis.
© Olaf Fischer

Aufgaben

- 1.) Informiere dich in den anhängenden Tabellen über die Sonnen- und Mondfinsternisse im Zeitraum 2015 – 2035 und trage diese in das ebenfalls anhängende Finsternisdiagramm ein (Beispiel-eintragung liegt vor)!
- 2.) Warum finden mehrere Finsternisse nacheinander (in **Finsternis-Saisons**) jeweils etwa im Abstand von ca. 2 Wochen statt? Zeige (und erkläre) diese Tatsache mit Hilfe des Lunariums für die 2. Finsternis-Saison im Jahre 2018!
- 3.) Warum treten die Finsternis-Saisons im zeitlichen Abstand von etwas weniger als einem halben Jahr auf? Wann wäre der Abstand genau ein halbes Jahr? Warum ist der Abstand etwas kleiner? Bestimme die zeitliche Verkürzung! Nutze das Lunarium und die obigen Fakten und Zusammenhänge und finde eine Erklärung!

Sonnenfinsternisse

Cat Num	Canon Plate	Calendar Date	TD of Greatest Eclipse		ΔT s	Luna Num	Saros Num	Ecl. Type
			Date	Eclipse				
9541	478	2015 Mar 20	09:46:47	69	188	120	T	
9542	478	2015 Sep 13	06:55:19	69	194	125	P	
9543	478	2016 Mar 09	01:58:19	70	200	130	T	
9544	478	2016 Sep 01	09:08:02	70	206	135	A	
9545	478	2017 Feb 26	14:54:33	70	212	140	A	
9546	478	2017 Aug 21	18:26:40	70	218	145	T	
9547	478	2018 Feb 15	20:52:33	71	224	150	P	
9548	478	2018 Jul 11	03:02:16	71	229	117	P	
9549	478	2018 Aug 11	09:47:28	71	230	155	P	
9550	478	2019 Jan 06	01:42:38	71	235	122	P	
9551	478	2019 Jul 02	19:24:07	71	241	127	T	
9552	478	2019 Dec 26	05:18:53	72	247	132	A	
9553	478	2020 Jun 21	06:41:15	72	253	137	Am	
9554	478	2020 Dec 14	16:14:39	72	259	142	T	
9555	478	2021 Jun 10	10:43:07	72	265	147	A	
9556	478	2021 Dec 04	07:34:38	73	271	152	T	
9557	478	2022 Apr 30	20:42:36	73	276	119	P	
9558	478	2022 Oct 25	11:01:20	73	282	124	P	
9559	478	2023 Apr 20	04:17:56	73	288	129	H	
9560	478	2023 Oct 14	18:00:41	74	294	134	A	
9561	479	2024 Apr 08	18:18:29	74	300	139	T	
9562	479	2024 Oct 02	18:46:13	74	306	144	A	
9563	479	2025 Mar 29	10:48:36	75	312	149	P	
9564	479	2025 Sep 21	19:43:04	75	318	154	P	
9565	479	2026 Feb 17	12:13:06	75	323	121	A	
9566	479	2026 Aug 12	17:47:06	75	329	126	T	
9567	479	2027 Feb 06	16:00:48	76	335	131	A	
9568	479	2027 Aug 02	10:07:50	76	341	136	T	
9569	479	2028 Jan 26	15:08:59	76	347	141	A	
9570	479	2028 Jul 22	02:56:40	77	353	146	T	
9571	479	2029 Jan 14	17:13:48	77	359	151	P	
9572	479	2029 Jun 12	04:06:13	77	364	118	P	
9573	479	2029 Jul 11	15:37:19	77	365	156	P	
9574	479	2029 Dec 05	15:03:58	77	370	123	P	
9575	479	2030 Jun 01	06:29:13	78	376	128	A	
9576	479	2030 Nov 25	06:51:37	78	382	133	T	
9577	479	2031 May 21	07:16:04	78	388	138	A	
9578	479	2031 Nov 14	21:07:31	79	394	143	H	
9579	479	2032 May 09	13:26:42	79	400	148	A	
9580	479	2032 Nov 03	05:34:13	79	406	153	P	
9581	480	2033 Mar 30	18:02:36	80	411	120	T	
9582	480	2033 Sep 23	13:54:31	80	417	125	P	
9583	480	2034 Mar 20	10:18:45	80	423	130	T	
9584	480	2034 Sep 12	16:19:28	81	429	135	A	
9585	480	2035 Mar 09	23:05:54	81	435	140	A	
9586	480	2035 Sep 02	01:56:46	81	441	145	T	
9587	480	2036 Feb 27	04:46:49	82	447	150	P	
9588	480	2036 Jul 23	10:32:06	82	452	117	P	
9589	480	2036 Aug 21	17:25:45	82	453	155	P	
9590	480	2037 Jan 16	09:48:55	82	458	122	P	
9591	480	2037 Jul 13	02:40:36	83	464	127	T	
9592	480	2038 Jan 05	13:47:11	83	470	132	A	
9593	480	2038 Jul 02	13:32:55	84	476	137	A	
9594	480	2038 Dec 26	01:00:10	84	482	142	T	
9595	480	2039 Jun 21	17:12:54	84	488	147	A	
9596	480	2039 Dec 15	16:23:46	85	494	152	T	
9597	480	2040 May 11	03:43:02	85	499	119	P	
9598	480	2040 Nov 04	19:09:02	85	505	124	P	
9599	480	2041 Apr 30	11:52:21	86	511	129	T	
9600	480	2041 Oct 25	01:36:22	86	517	134	A	
9601	481	2042 Apr 20	02:17:30	86	523	139	T	
9602	481	2042 Oct 14	02:00:42	87	529	144	A	
9603	481	2043 Apr 09	18:57:49	87	535	149	Th	
9604	481	2043 Oct 03	03:01:49	88	541	154	A-	
9605	481	2044 Feb 28	20:24:39	88	546	121	As	
9606	481	2044 Aug 23	01:17:02	88	552	126	T	
9607	481	2045 Feb 16	23:56:07	89	558	131	A	
9608	481	2045 Aug 12	17:42:39	89	564	136	T	
9609	481	2046 Feb 05	23:06:26	90	570	141	A	
9610	481	2046 Aug 02	10:21:13	90	576	146	T	

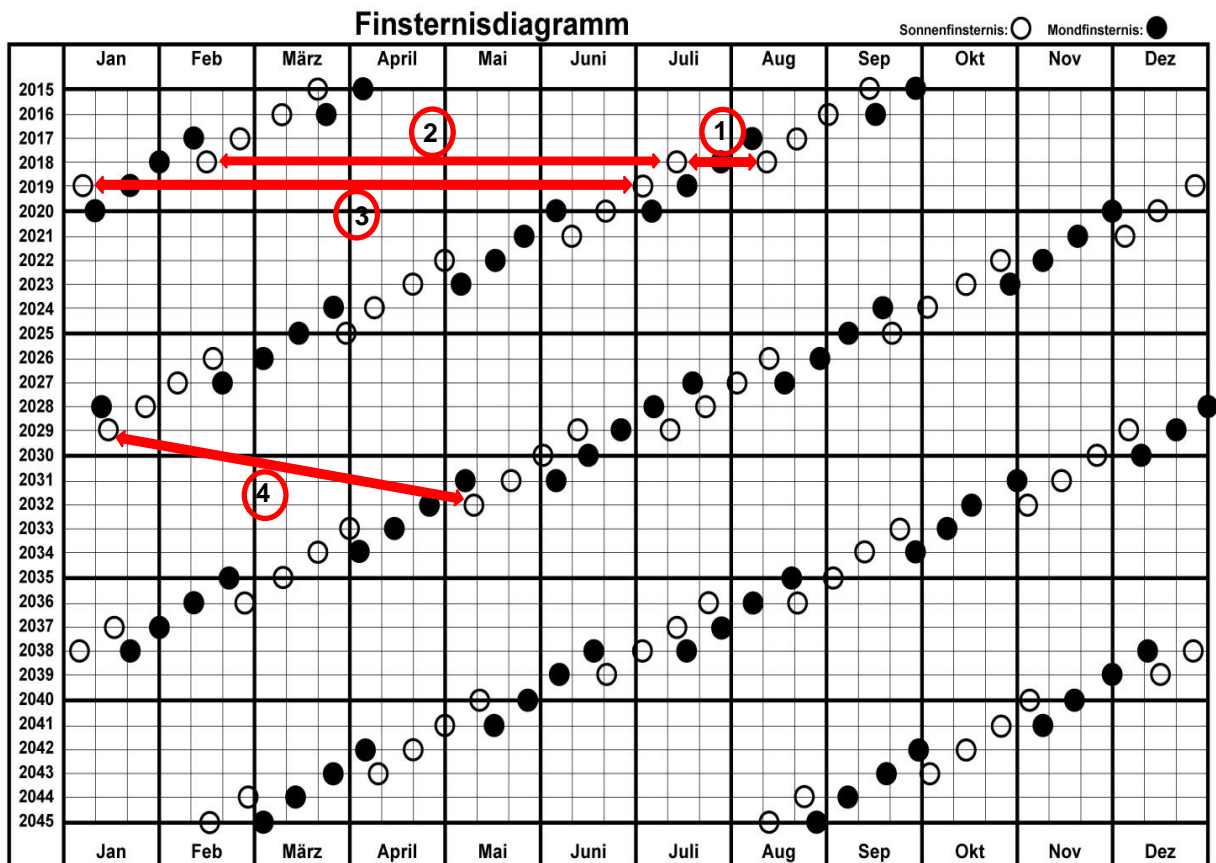
Mondfinsternisse

Cat Num	Canon Plate	Calendar Date	TD of Greatest Eclipse		ΔT s	Luna Num	Saros Num	Ecl. Type
			Date	Eclipse				
9661	484	2005 Apr 24	09:55:55	65	65	141	N	
9662	484	2005 Oct 17	12:04:27	65	71	146	P	
9663	484	2006 Mar 14	23:48:34	65	76	113	N*	
9664	484	2006 Sep 07	18:52:25	65	82	118	P	
9665	484	2007 Mar 03	23:21:59	65	88	123	T	
9666	484	2007 Aug 28	10:38:27	66	94	128	T-	
9667	484	2008 Feb 21	03:27:09	66	100	133	T	
9668	484	2008 Aug 16	21:11:12	66	106	138	P	
9669	484	2009 Feb 09	14:39:22	66	112	143	N	
9670	484	2009 Jul 07	09:39:43	66	117	110	N	
9671	484	2009 Aug 06	00:40:18	66	118	148	N	
9672	484	2009 Dec 31	19:23:46	67	123	115	P	
9673	484	2010 Jun 26	11:39:34	67	129	120	P	
9674	484	2010 Dec 21	08:18:04	67	135	125	T	
9675	484	2011 Jun 15	20:13:43	67	141	130	T+	
9676	484	2011 Dec 10	14:32:56	68	147	135	T	
9677	484	2012 Jun 04	11:04:20	68	153	140	P	
9678	484	2012 Nov 28	14:34:07	68	159	145	N	
9679	484	2013 Apr 25	20:08:38	68	164	112	P	
9680	484	2013 May 25	04:11:06	68	165	150	Nb	
9681	485	2013 Oct 18	23:51:25	68	170	117	N	
9682	485	2014 Apr 15	07:46:48	69	176	122	T	
9683	485	2014 Oct 08	10:55:44	69	182	127	T	
9684	485	2015 Apr 04	12:01:24	69	188	132	T	
9685	485	2015 Sep 28	02:48:17	69	194	137	T	
9686	485	2016 Mar 23	11:48:21	70	200	142	N	
9687	485	2016 Sep 16	18:55:27	70	206	147	N	
9688	485	2017 Feb 11	00:45:03	70	211	114	N	
9689	485	2017 Aug 07	18:21:38	70	217	119	P	
9690	485	2018 Jan 31	13:31:00	71	223	124	T	
9691	485	2018 Jul 27	20:22:54	71	229	129	T+	
9692	485	2019 Jan 21	05:13:27	71	235	134	T	
9693	485	2019 Jul 16	21:31:55	71	241	139	P	
9694	485	2020 Jan 10	19:11:11	72	247	144	N	
9695	485	2020 Jun 05	19:26:14	72	252	111	N	
9696	485	2020 Jul 05	04:31:12	72	253	149	N	
9697	485	2020 Nov 30	09:44:01	72	258	116	N	
9698	485	2021 May 26	11:19:53	72	264	121	T	
9699	485	2021 Nov 19	09:04:06	73	270	126	P	
9700	485	2022 May 16	04:12:42	73	276	131	T-	
9701	486	2022 Nov 08	11:00:22	73	282	136	T+	
9702	486	2023 May 05	17:24:05	73	288	141	N	
9703	486	2023 Oct 28	20:15:18	74	294	146	P	
9704	486	2024 Mar 25	07:13:59	74	299	113	N	
9705	486	2024 Sep 18	02:45:25	74	305	118	P	
9706	486	2025 Mar 14	06:59:56	75	311	123	T	
9707	486	2025 Sep 07	18:12:58	75	317	128	T	
9708	486	2026 Mar 03	11:34:52	75	323	133	T	
9709	486	2026 Aug 28	04:14:04	75	329	138	P	
9710	486	2027 Feb 20	23:14:06	76	335	143	N	
9711	486	2027 Jul 18	16:04:09	76	340	110	Ne	
9712	486	2027 Aug 17	07:14:59	76	341	148	N	
9713	486	2028 Jan 12	04:14:13	76	346	115	P	
9714	486	2028 Jul 06	18:20:57	77	352	120	P	
9715	486	2028 Dec 31	16:53:15	77	358	125	T	
9716	486	2029 Jun 26	03:23:22	77	364	130	T+	
9717	486	2029 Dec 20	22:43:12	78	370	135	T	
9718	486	2030 Jun 15	18:34:34	78	376	140	P	
9719	486	2030 Dec 09	22:28:51	78	382	145	N	
9720	486	2031 May 07	03:52:02	78	387	112	N	
9721	487	2031 Jun 05	11:45:17	78	388	150	N	
9722	487	2031 Oct 30	07:46:45	79	393	117	N	
9723	487	2032 Apr 25	15:14:51	79	399	122	T	
9724	487	2032 Oct 18	19:03:40	79	405	127	T	
9725	487	2033 Apr 14	19:13:51	80	411	132	T	
9726	487	2033 Oct 08	10:56:23	80	417	137	T	
9727	487	2034 Apr 03	19:06:59	80	423	142	N	
9728	487	2034 Sep 28	02:47:37	81	429	147	P	
9729	487	2035 Feb 22	09:06:12	81	434	114	N	
9730	487	2035 Aug 19	01:12:15	81	440	119	P	
9731	487	2036 Feb 11	22:13:06	82	446	124	T	
9732	487	2036 Aug 07	02:52:32	82	452	129	T+	
9733	487	2037 Jan 31	14:01:38	82	458	134	T	
9734	487	2037 Jul 27	04:09:53	83	464	139	P	
9735	487	2038 Jan 21	03:49:52	83	470	144	N	
9736	487	2038 Jun 17	02:45:02	83	475	111	N	
9737	487	2038 Jul 16	11:35:56	84	476	149	N	
9738	487	2038 Dec 11	17:45:00	84	481	116	N	
9739	487	2039 Jun 06	18:54:25	84	487	121	P	
9740	487	2039 Nov 30	16:56:28	85	493	126	P	
9741	488	2040 May 26	11:46:22	85	499	131	T-	
9742	488	2040 Nov 18	19:04:40	85	505	136	T+	
9743	488	2041 May 16	00:43:03	86	511	141	P	
9744	488	2041 Nov 08	04:35:05	86	517	146	P	
9745	488	2042 Apr 05	14:30:11	86	522	113		

Zusatzaufgabe

Das Zusammenspiel der zwei für das Zustandekommen einer Finsternis entscheidenden Perioden (synodischer und drakonitischer Monat) führt dazu, dass sich verschiedene Finsternisperioden herausbilden, die sich innerhalb entsprechender Finsternis-Zyklen zeigen. Schon im Finsternis-Diagramm erkennt man, dass es zu einer Wiederholung der Musterabfolge kommt.

- 1.) Der Zyklus mit der kürzesten Periode von 6 synodischen Monaten (rund 177 Tage) ist der Semester-Zyklus. Analysiere das Diagramm und bestimme am Beispiel, wieviele Sonnenfinsternisse innerhalb eines Semester-Zyklus möglich sind!
- 2.) Der bekannteste unter den verschiedenen Finsternis-Zyklen ist der Saros-Zyklus, innerhalb dessen etwa 72 Sonnenfinsternisereignisse im Abstand von 18,03 Jahren stattfinden. Identifiziere im Diagramm (+Tabelle) 2 Finsternisse, die zu einem Saros-Zyklus gehören und ergänze den Pfeil im Diagramm! Beschrifte ihn mit "5"!



Die Eintrauna erfolgt jeweils am Schnittpunkt zwischen Tao (Richtung x-Achse) und Jahr (Richtung y-Achse).

Einige Finsternisperioden:

- 1: 1 synodischer Monat, gehört zum Finsternis-Zyklus ‚Nova‘, der aber nur eine Periode enthält.*
- 2: 5 synodische Monate, gehört zum Finsternis-Zyklus ‚Pentalunex‘, der wie Nova auch nur eine Periode enthält.*
- 3: 6 synodische Monate, gehört zum Semester-Zyklus, der den ersten „echten“ Finsternis-Zyklus darstellt.
- 4: 41 synodische Monate (ca. 3,31 Jahre), gehört zum Finsternis-Zyklus namens ‚Hepton‘. Dieser kann etwa 46 SoFi enthalten und ca. 46 Jahre andauern.
- 5: 223 synodische Monate (ca. 18,03 Jahre), gehört zum Saros-Zyklus, dem bekanntesten der Finsternis-Zyklen. Dieser enthält etwa 72 SoFis und dauert ca. 1333 Jahre.

*Nova und Pentalunex bilden wegen der ausbleibenden Wiederholungen keine echten Finsterniszyklen.

Zur SoFi-Abfolge sei noch folgende Statistik erwähnt: schon nach 1 Lunation (synodischer Monat) in 11,4 % aller Fälle, nach 6 Lunationen in 65,5 % aller Fälle und nach 5 Lunationen in 23,1 % aller Fälle.

© Olaf Fischer.



W I S wissenschaft in die schulen!



Finsternisdiagramm

Sonnenfinsternis: ○ Mondfinsternis: ●

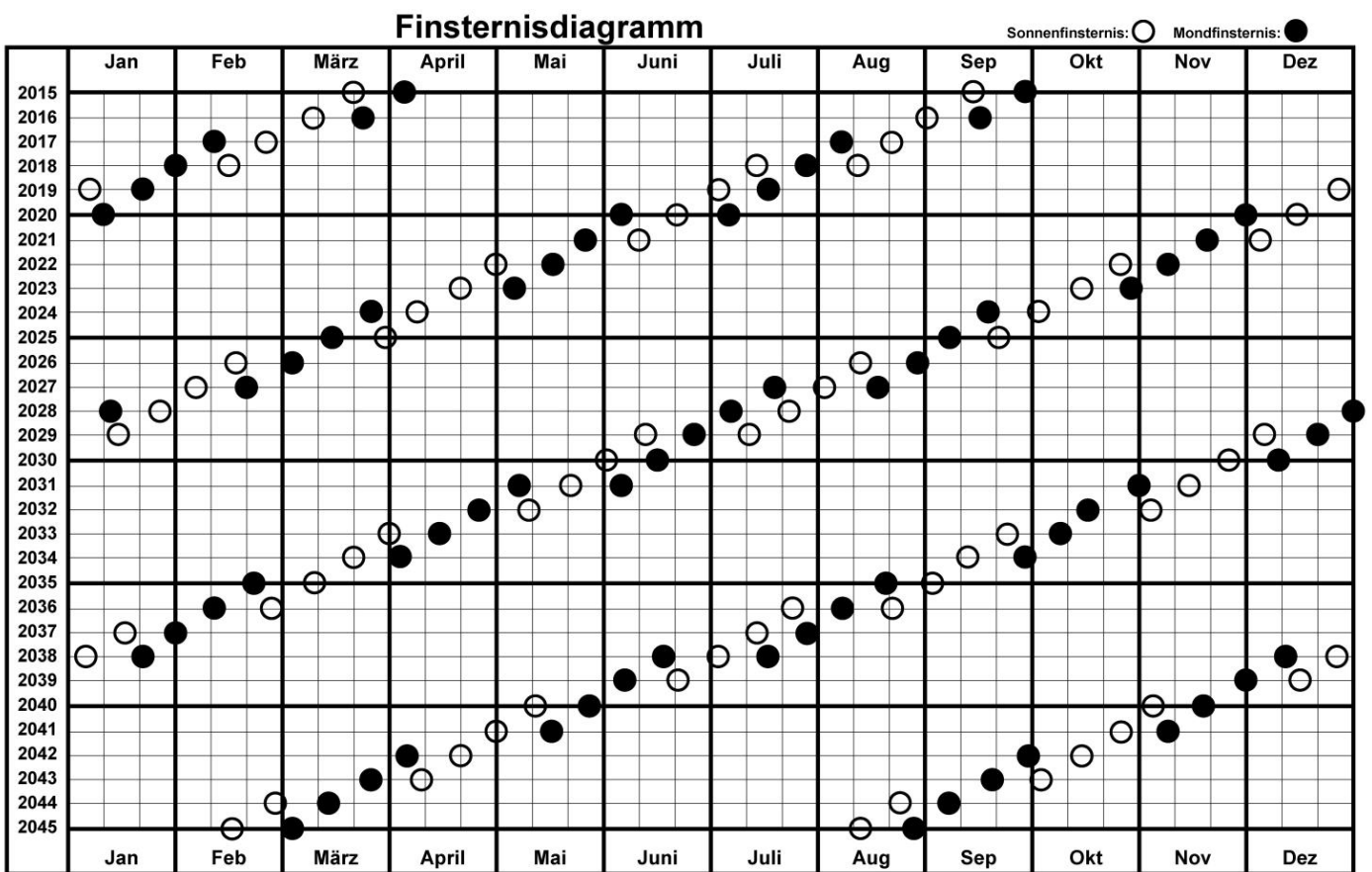
	Jan	Feb	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
2015			○	●					○	●		
2016												
2017												
2018												
2019												
2020												
2021												
2022												
2023												
2024												
2025												
2026												
2027												
2028												
2029												
2030												
2031												
2032												
2033												
2034												
2035												
2036												
2037												
2038												
2039												
2040												
2041												
2042												
2043												
2044												
2045												
	Jan	Feb	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez

Die Eintragung erfolgt jeweils am Schnittpunkt zwischen Tag (Richtung x-Achse) und Jahr (Richtung y-Achse).

Ergebnisse

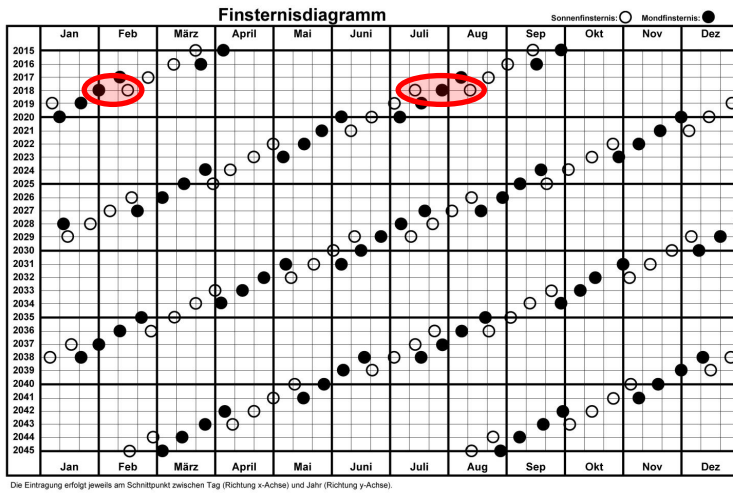
- 1.) Informiere dich in den anhängenden Tabellen über die Sonnen- und Mondfinsternisse im Zeitraum 2015 – 2035 und trage diese in das ebenfalls anhängende Finsternisdiagramm ein (Beispieleintragung liegt vor)!

→ Meistens treten in einem Jahr 4 Finsternisse auf – 2 Sonnenfinsternisse und 2 Mondfinsternisse.



Die Eintragung erfolgt jeweils am Schnittpunkt zwischen Tag (Richtung x-Achse) und Jahr (Richtung y-Achse).

2.) Warum finden mehrere Finsternisse nacheinander (in **Finsternis-Saisons**) jeweils etwa im Abstand von ca. 2 Wochen statt? Zeige (und erkläre) diese Tatsache mit Hilfe des Lunariums für die 2. Finsternis-Saison im Jahre 2018!



Stellvertretend für alle anderen Finsternis-Saisons sind die zwei im Jahr 2018 rot hervorgehoben.

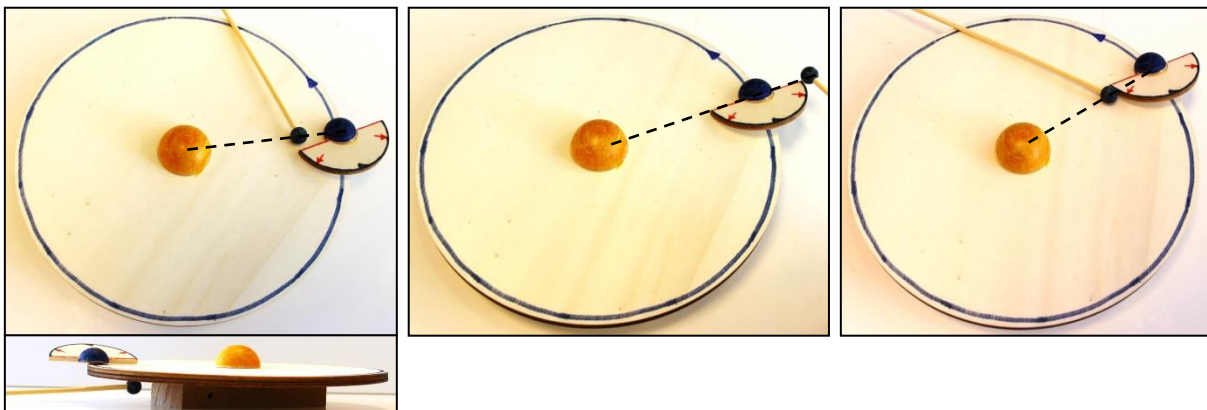
Die erste Finsternis-Saison in 2018 beginnt mit einer totalen Mondfinsternis am 31.1. (in Europa am frühen Nachmittag, Mond etwa im absteigenden Knoten) und endet mit einer partiellen Sonnenfinsternis am 15.2. (sichtbar im südlichen Südamerika und in Antarktis, Mond unterhalb der Erdbahnebene). Die zweite Finsternis-Saison enthält 3 Finsternisse: partielle Sonnenfinsternis am 13.7. (Mond unterhalb der Erdbahnebene), totale Mondfinsternis am 27.7. (Mond etwa im aufsteigenden Knoten), partielle Sonnenfinsternis am 11.8. (Mond oberhalb der Erdbahnebene). © Olaf Fischer.

➔ Zu einer Finsternis (Sonnenfinsternis: SoFi, Mondfinsternis: MoFi) kommt es, wenn die Syzygienlinie (Verbindungsgerade Sonne-Erde-Mond oder Sonne-Mond-Erde in Draufsicht auf die Erdbahnebene) im Bereich des Finsternis-Fensters (um die Knotenlinie herum) liegt. Die "Breite" des Finsternis-Fensters erlaubt es, dass mehrere Finsternisse kurz nacheinander bei den aufeinanderfolgenden Voll- und Neumondkonstellationen stattfinden. Deren zeitlicher Abstand beträgt einen halben synodischen Monat, bzw. etwa 14,74 Tage. Je besser die Breite des Fensters genutzt werden kann, desto mehr Finsternisse sind möglich. Meist erfolgen 2 Finsternisse nacheinander (SoFi-MoFi oder MoFi-SoFi). Ab und an, wie im Juli 2018, können es auch drei sein (SoFi-MoFi-SoFi (siehe Abb. unten) oder MoFi-SoFi-MoFi).

SoFi am 13. 7. 2018
Mond ist unterhalb der Erdbahnebene vor dem aufsteigenden Knoten, aber schon im Finsternis-Fenster

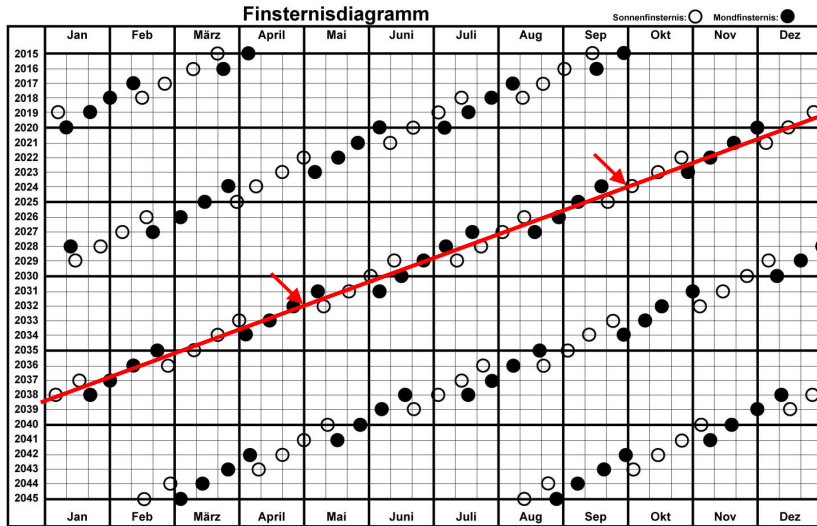
$\frac{1}{2}$ synodischen Monat später
MoFi am 27. 7. 2018
Mond ist nahezu im aufsteigenden Knoten, also in der Erdbahnebene (mitten im Finsternis-Fenster)

$\frac{1}{2}$ synodischen Monat später
SoFi am 11. 8. 2018
Mond ist nun oberhalb der Erdbahnebene nach dem aufsteigenden Knoten



Die drei 3 aufeinanderfolgenden Finsternisse (hier SoFi, MoFi, SoFi) der zweiten Finsternis-Saison in 2018 nachgestellt mit dem Lunarium. Während der Mond bei der Mondfinsternis fast im Knoten (auf der roten Linie am Schnittpunkt mit der Erdbahnebene) steht, befindet er sich bei den beiden einrahmenden Sonnenfinsternissen abseits des Knotens, aber noch im Finsternis-Fenster, dessen eine Hälfte vom Knoten bis zum Pfeil reicht (andere Hälfte symmetrisch auf der anderen Seite der Mondbahnebene). Das Finsternis-Fenster kennzeichnet den Bereich, in dem Sonnen- und Mondfinsternisse auftreten können. Es hat eine zeitliche Breite von ca. 33 Tagen. Die Drehung der Knotenlinie wird an dieser Stelle noch nicht thematisiert, d. h., die Knotenlinie behält beim Zeigen zunächst ihre Richtung bei. © Olaf Fischer.

- 3.) Warum treten die Finsternis-Saisons im zeitlichen Abstand von etwas weniger als einem halben Jahr auf? Wann wäre der Abstand genau ein halbes Jahr? Warum ist der Abstand etwas kleiner? Bestimme die zeitliche Verkürzung! Nutze das Lunarium und die obigen Fakten und Zusammenhänge und finde eine Erklärung!



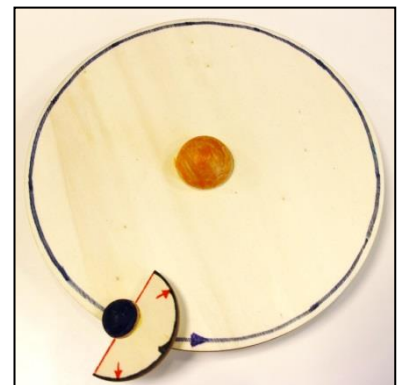
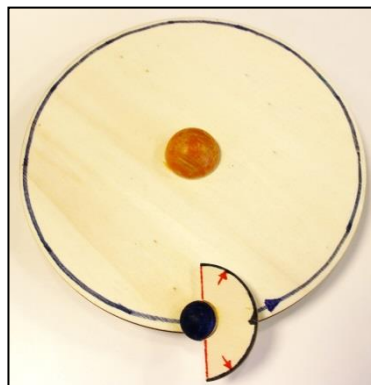
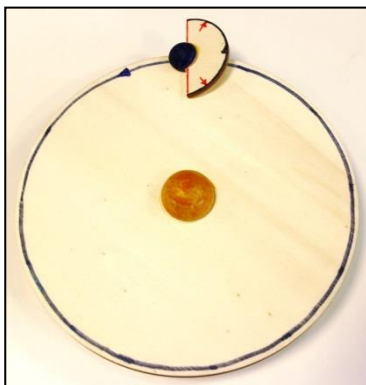
Die Eintragung erfolgt jeweils am Schnittpunkt zwischen Tag (Richtung x-Achse) und Jahr (Richtung y-Achse).

Die Finsternis-Saisons finden im zeitlichen Abstand von etwas weniger als einem halben Jahr statt. Zur Bestimmung der zeitlichen Verschiebung in Bezug auf ein halbes Jahr wird eine vermittelnde Gerade genutzt. An ihr können an geeigneten Punkten (Pfeile) gut Werte abgelesen werden.

Hier im Diagramm zeigen die Pfeile auf die Werte (30. April, 2032) und (30. September, 2024). Aus den abgelesenen Zeitdifferenzen (5 Monate pro 8 Jahre) ergibt sich, dass das Finsternisjahr (drakonitisches Jahr) rund 19 Tage kürzer ist als das tropische Jahr (Kalenderjahr).

© Olaf Fischer.

- ➔ Würde die Mondbahnebene ohne weitere äußere Einflüsse (die Gravitation der Sonne) sein, so würde sie stabil im Raum stehen und die Finsternisperioden würden halbjährlich versetzt (ca. 182,5 Tage) immer in den gleichen Monaten auftreten (siehe Abb. 8).
- ➔ Bedingt durch die Gravitationswirkung der Sonne wirkt eine Kraft auf die Achse des Mondbahnenkreisels, die zu einem Ausweichen der Achse (einer Präzession) führt. Dadurch dreht sich auch die Knotenlinie. Im Diagramm wird ersichtlich, dass der zeitliche Abstand zwischen den Finsternis-Saisons kürzer als ein halbes Jahr ist. Das bedeutet, die Knotenlinie dreht sich entgegen der Bewegung des Mondes – also im Uhrzeigersinn.
- ➔ Die zeitliche Verkürzung kann anhand der Schräge der roten Linie wie folgt abgelesen werden. (Ohne zeitliche Verkürzung stünde diese senkrecht.):
Es werden die Zeitdifferenzen zwischen den durch die Pfeile markierten Punkten ermittelt.
 $5 \text{ Monate} / (2032 - 2024) = 0,625 \text{ Monate} / \text{Jahr} = 0,625 \cdot (365,25/12) \text{ Tage} / \text{Jahr} \approx 19,0234 \text{ Tage} / \text{Jahr}$.
Die zeitliche Verkürzung beträgt also rund 19 Tage pro Jahr bzw. rund 9,5 Tage kürzer als ein halbes Jahr. (Der reale Wert beträgt 18,61 Jahre.)



Ohne Drehung der Knotenlinie würde die nächste Mitte eines Finsternis-Fensters nach genau einem halben Jahr (ca. 182,5 Tage) erreicht (Bild 1 → Bild 2). Infolge der Drehung der Knotenlinie im Uhrzeigersinn dauert es aber nur etwa 173,3 Tage (Bild 1 → Bild 3). © Olaf Fischer.

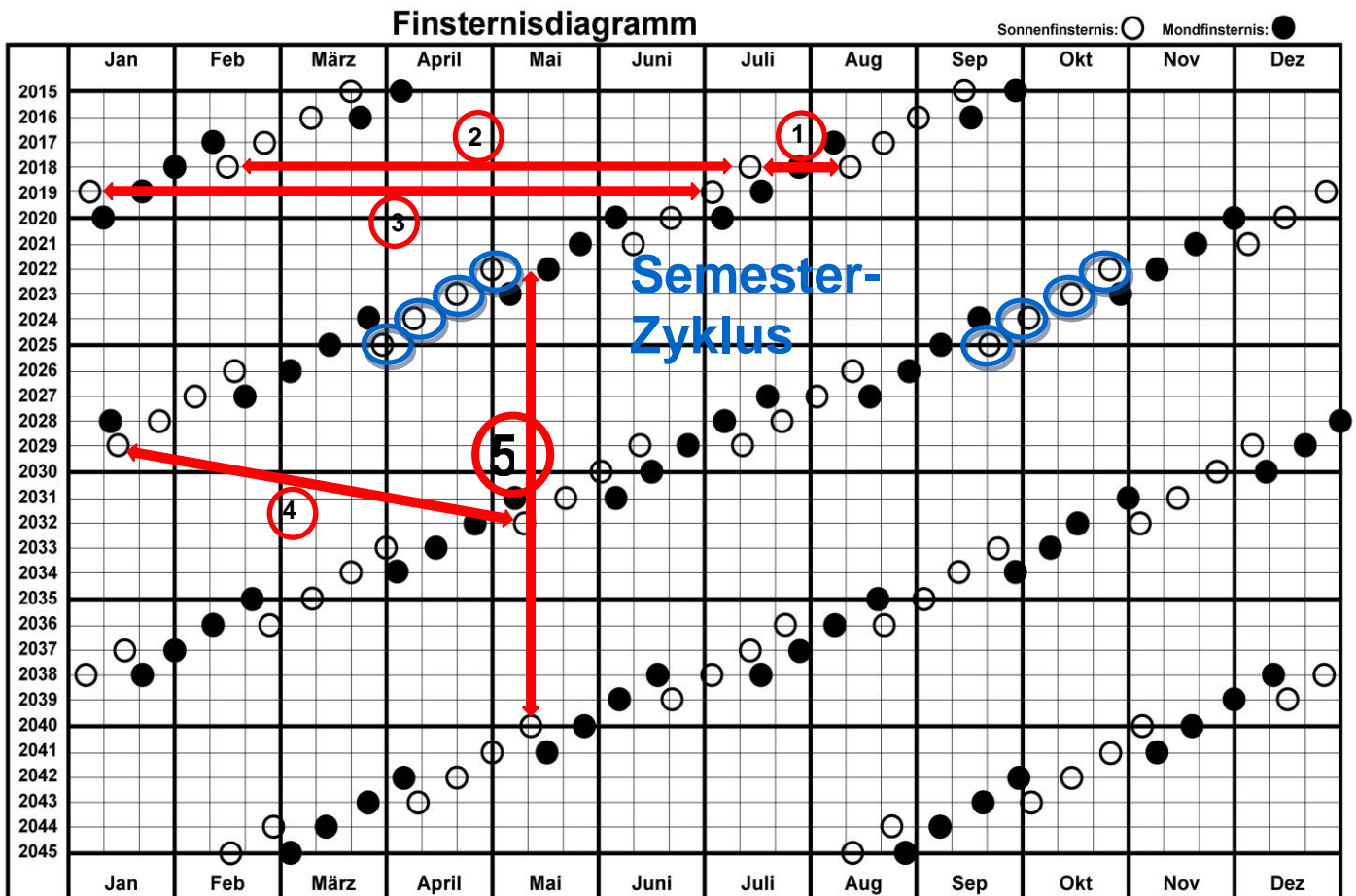
Zusatzaufgabe

Das Zusammenspiel der zwei für das Zustandekommen einer Finsternis entscheidenden Perioden (synodischer und drakonitischer Monat) führt dazu, dass sich verschiedene Finsternisperioden herausbilden, die sich innerhalb entsprechender Finsternis-Zyklen zeigen. Auch im Finsternis-Diagramm erkennt man, dass es zu einer Wiederholung der Musterabfolge kommt.

- Der Zyklus mit der kürzesten Periode von 6 synodischen Monaten (rund 177 Tage) ist der Semester-Zyklus. Analysiere das Diagramm und bestimme wieviele Sonnenfinsternisse innerhalb eines Semester-Zyklus möglich sind!

→ 8 - 10 Sonnenfinsternisse sind während eines Semester-Zyklus möglich.

- Der bekannteste unter den verschiedenen Zyklen ist der Saros-Zyklus, innerhalb dessen etwa 72 Sonnenfinsternisereignisse im Abstand von 18,03 Jahren stattfinden. Identifiziere im Diagramm (+Tabelle) 2 Finsternisse, die zu einem Saros-Zyklus gehören und ergänze den Pfeil im Diagramm! Beschrifte ihn mit "5"!



Die Eintragung erfolgt jeweils am Schnittpunkt zwischen Tag (Richtung x-Achse) und Jahr (Richtung y-Achse).

Finsternisperioden.

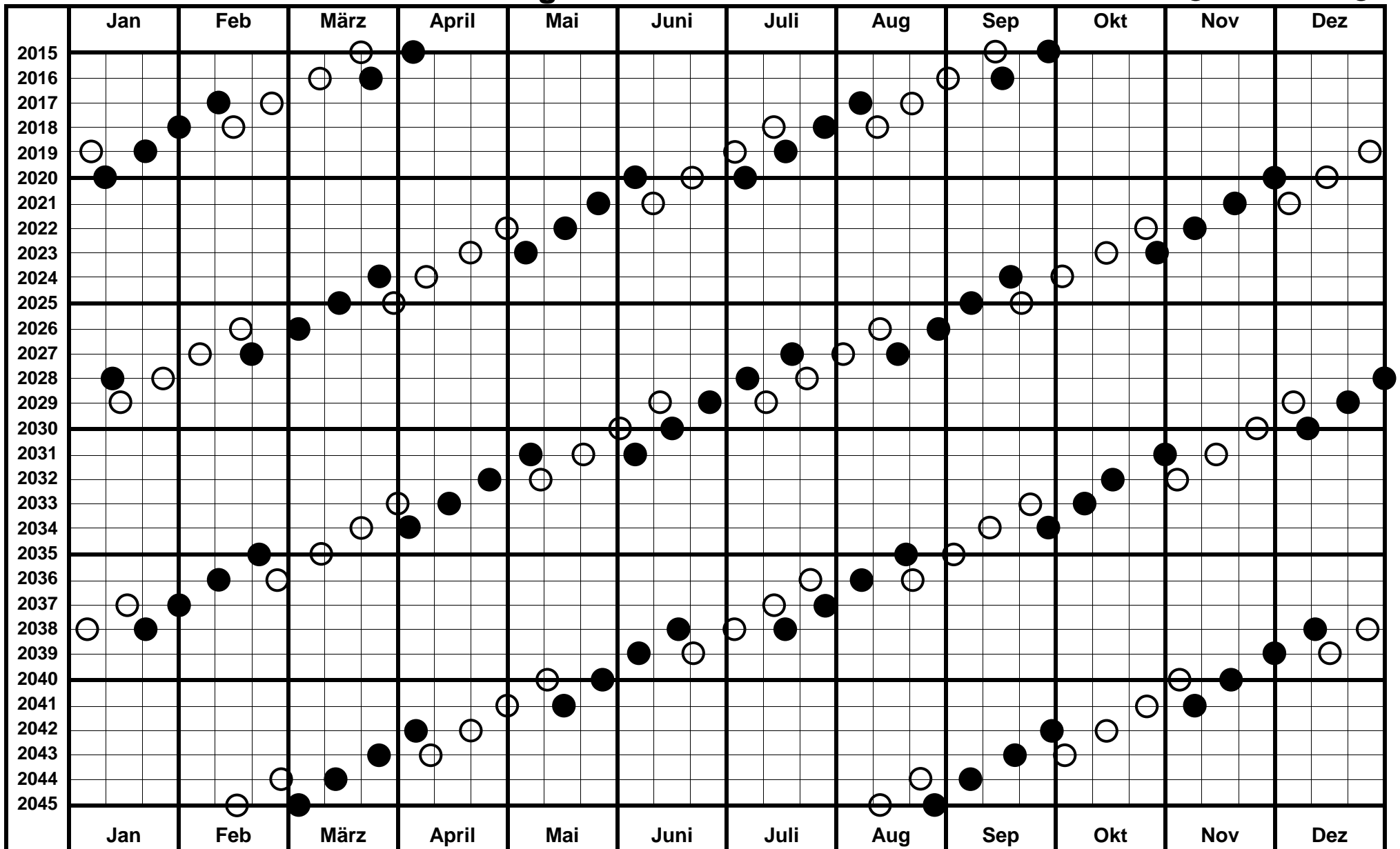
- 1: 1 synodischer Monat, gehört zum Finsternis-Zyklus ‚Nova‘, der aber nur eine Periode enthält.*
- 2: 5 synodische Monate, gehört zum Finsternis-Zyklus ‚Pentalunex‘, der wie Nova auch nur eine Periode enthält.*
- 3: 6 synodische Monate, gehört zum Semester-Zyklus, der den ersten „echten“ Finsternis-Zyklus darstellt. Er kann 8 bis 10 SoFi im Semester-Abstand enthalten.
- 4: 41 synodische Monate (ca. 3,31 Jahre), gehört zum Finsternis-Zyklus namens ‚Hepton‘. Dieser kann etwa 46 SoFi enthalten und ca. 46 Jahre andauern.
- 5: 223 synodische Monate (ca. 18,03 Jahre), gehört zum Saros-Zyklus, dem bekanntesten der Finsternis-Zyklen. Dieser enthält etwa 72 SoFi und dauert ca. 1333 Jahre.

*Nova und Pentalunex bilden wegen der ausbleibenden Wiederholungen keine echten Finsterniszyklen.

© Olaf Fischer.

Finsternisdiagramm

Sonnenfinsternis: ○ Mondfinsternis: ●



Die Eintragung erfolgt jeweils am Schnittpunkt zwischen Tag (Richtung x-Achse) und Jahr (Richtung y-Achse).

***“Die Erde ist eine kleine Bühne
in einer gigantischen
kosmischen Arena und für den
Moment unser einziger
Lebensraum.”***

Carl Sagan