



Fritz Gackstatter

## Lunisolarer Einfluss auf die Entstehung von Erdbeben

Herrn Erik W. Grafarend zum 75. Geburtstag

### 1. Klassifizierung der Springfluten nach Fergus J. Wood und das Große 2004/12/26 Erdbeben in Indonesien

Da bei Voll- oder Neumond die Gravitationskräfte von Mond und Sonne zusammenwirken sind bei den Syzygien die Fluten besonders hoch. Die Bezeichnung Springflut bringt dies zum Ausdruck. Die Gezeitenkräfte des Mondes sind umgekehrt proportional zur dritten Potenz des lunaren Abstandes.

Darum sind die Springfluten dann besonders stark wenn der Mond auf seiner elliptischen Bahn um die Erde nahe beim Perigäum ist. Fergus J. Wood hat in seinem wunderbaren Werk *Tidal Dynamics* [1] die Springfluten in Abstandsklassen eingeteilt. Die beiden Klassen „extreme proxigean spring tides“ und „maximum proxigean spring tides“ sind durch extreme Mondnähe,

(1) Parallaxe  $\pi \geq 61'29.0''$  oder Abstand  $r \leq 356641\text{km}$ ,

ausgezeichnet; siehe [1, II, p. 165]. Die beiden Klassen mit Eigenschaft (1) stehen nun im Mittelpunkt unserer Untersuchungen.

In den Tafeln 16 und 16a in [1, I, p. 159-218] findet man die lunisolaren Ephemeriden für den Zeitraum 1600 – 2164, in Tafel 13 in [1, I, p. 141] stellt Wood eine Liste der Springfluten mit Eigenschaft (1) für die 400 Jahre von 1600 – 1999 zusammen. Ich habe diese Liste im neuen Millennium weitergeführt und 2006 folgende überraschende Beobachtung gemacht:

*Die erste Springflut mit extremer Mondnähe (1) im neuen Jahrtausend gab es am 10. Januar 2005. Einen halben synodischen Monat zuvor, am 26. Dezember 2004, hat ein Erdbeben der Magnitude 9.1 vor der Küste von Sumatra den Tsunami im Indischen Ozean ausgelöst.*

Diese Entdeckung wurde in [2] veröffentlicht. Am 11. Januar 2007 habe ich darüber einen Vortrag vor der Sozietät gehalten.

Im Anhang findet man die ersten beiden Seiten von Woods Tafel 16a mit den Daten

(2) 2005/01/10 N Parallaxe  $\pi = 61' 29.5''$ .

### 2. Die vier extremen Springfluten im neuen Millennium und die großen Beben in Indonesien 2004, Chile 2010 und Japan 2011

Das zeitliche Zusammentreffen der extremen Springflut (2) mit dem starken Beben vor Sumatra veranlasst zu weiteren Untersuchungen über den lunisolaren Einfluss auf die Entstehung von Erdbeben. Die Ergebnisse wurden in einer gemeinsamen Arbeit mit Christoph Gackstatter in [3] veröffentlicht. Am 9. Dezember 2010 habe ich vor der Sozietät einen Vortrag zum Thema gehalten. Nach Woods Tafel 16a stand die extreme Springflut

(3) 2011/03/19 F Parallaxe  $\pi = 61' 29.6''$

bevor. Acht Tage zuvor, am 11. März 2011, gab es die Katastrophe in Japan. Unser Kollege Herbert Hörz hat diesen Sachverhalt in [4] erläutert.

Nach Tafel 16a hatten wir im neuen Millennium bisher vier Springfluten mit Abstandsnähe (1), angrenzende synodische Monate können von der Tafel abgelesen werden. Wir erstellen eine Liste mit den stärksten Erdbeben in diesen synodischen Monaten:

2004/12/12	N	61' 8.2"			
2004/12/26	F			9.1	Indonesien
2005/01/10	N	61' 29.5"	extr. proxigean		
2008/12/12	F	61' 29.3"	extr. proxigean		
2009/01/03				7.7	Indonesien
2009/01/11	F	61' 15.3"			
2010/01/30	F	61' 29.3"	extr. proxigean		
2010/02/27				8.8	Chile
2010/02/28	F	61' 10.5"			
2011/02/18	F	61' 3.5"			
2011/03/11				9.0	Japan
2011/03/19	F	61' 29.6"	extr. proxigean		
2011/04/18	F	61' 6.7"			

*Die drei stärksten Erdbeben im neuen Jahrtausend – Indonesien mit Magnitude 9.1, Chile mit 8.8 und Japan mit 9.0 – fallen in die an die vier extremen Springfluten angrenzenden synodischen Monate.*

Zwischen den Neumonden 2000/01/06 und 2014/01/01 zählen wir 173 synodische Monate, fünf davon gehören zu den extremen Springfluten:  $5/173 = 2.9\%$  der Periode sind somit besonders kritisch. Gibt es eine physikalische Begründung für diesen Sachverhalt?

Wir führen obige Liste vorsichtshalber weiter und berücksichtigen die nächsten drei Springfluten mit Abstandseigenschaft (1):

2016/10/16	F	61' 10.1"			
2016/11/14	F	61' 30.2"	extr. proxigean		
2017/12/03	F	61' 15.1"			
2018/01/02	F	61' 29.4"	extr. proxigean		
2022/12/23	N	61' 3.8"			
2023/01/21	N	61' 29.6"	extr. proxigean		
2023/02/20	N	61' 4.0"			

Die N- und F-Graphen in [3, Fig. 1] zeigen die globale Entwicklung des Mondabstandes. In der extremen Springflut 2023/01/21 sehen wir den „Sarosnachfolger“ zu 2005/01/10. Bei den vier Schaltjahren 2008, 2012, 2016 und 2020 dauert die Sarosperiode 18 Jahre und 11 Tage.

### 3. Schwebungsoszillationen der lunaren Abstandsfunktion

Da die Frequenzen der elliptischen Ungleichheit und der Epektionsanomalie in der Bewegung des Mondes sich wenig unterscheiden entsteht eine Schwebungsinterferenz bei der lunaren Abstandsfunktion mit der langen Periode  $U_e = 411.8$  Tage. In [3, Fig. 2] sind die epektionalen Schwebungsoszillationen dargestellt.

Da die Gezeitenkräfte umgekehrt proportional zur dritten Potenz des lunaren Abstandes sind, erwarten wir in den Bereichen mit den hohen Amplituden der Schwebungsoszillationen eine stärkere seismische Aktivität als in den Bereichen mit den kleinen Amplituden. Die oben genannten an die

extremen Springfluten angrenzenden synodischen Monate gehören zu Bereichen mit hoher Amplitude. Eine physikalische Begründung für die starken Erdbeben kann gegeben werden.

Wir betrachten erst den synodischen Monat 2004/12/12 – 2005/01/10 mit dem 9.1 Beben vor Sumatra. Mit  $\pi = 61' 8.2''$  ist der N-Abstand am Monatsanfang überdurchschnittlich klein (es ist eine „perigean spring tide“ nach der Klassifikation von Fergus Wood), am Monatsende ist der Abstand extrem klein. Bei Vollmond F zwischen den N's ist der Mondabstand groß. Da die Gezeitenkräfte umgekehrt proportional zur dritten Potenz des lunaren Abstandes sind ist die Torsion des Erdellipsoids am Monatsanfang überdurchschnittlich groß, am Monatsende extrem groß. Beim Vollmond zwischen den N's ist die Spannung klein. Wenn der Mond von N nach F und dann zurück nach N läuft variiert die Spannung überdurchschnittlich. In dieser extremen Spannungsschwankung sehen wir einen Auslöser des großen Erdbebens.

In den anderen drei Fällen unserer Liste können wir entsprechend argumentieren: Wenn der Mond von F nach N und dann zurück nach F läuft variiert die Spannung überdurchschnittlich, sodass ein Auftreten der großen Erdbeben nicht überrascht.

**Über den lunisolaren Einfluss auf die Entstehung von Erdbeben:** *Eine genaue Erdbebenvorhersage ist unmöglich. Vielschichtige Effekte wirken bei der Entstehung eines Erdbebens zusammen. Wenn ein starkes Erdbeben im zeitlichen Bereich der hohen Amplituden der Schwebungsoszillationen der lunaren Abstandfunktion auftritt, dann haben die lunisolaren Kräfte einen Beitrag zur Entstehung des Bebens geleistet.*

Der synodische Monat 2016/10/16 – 2016/11/14 ist der nächste kritische Zeitraum, mit Parallaxe  $\pi = 61' 30.2''$  haben wir einen besonders nahen Vollmond am Ende des Monats. Eine überdurchschnittlich große seismischen Aktivität ist zu erwarten.

#### 4. Epilog

Nach den bisherigen Studien ist es sehr wahrscheinlich dass die Schwebungsoszillationen der lunaren Abstandsfunktion einen Einfluss auf die Verteilung der Erdbeben haben. Im Jahre 2010 hat Christoph Gackstatter einen statistischen Test für die Gesamtheit der gemessenen Erdbeben durchgeführt; siehe [3, p. 800-804]. Mehr als 650.000 Erdbeben aus den Zeitraum 1973 – 2010 liegen seinem Test zugrunde. Mit dem kleinen p-Wert von 1.83 % gewinnt er folgendes überraschende Ergebnis:

*Die Evekionsanomalie in der Bewegung des Mondes – entdeckt von Hipparchos und in die Epizykeltheorie von Ptolemäus eingebaut – hat einen statistisch signifikanten Einfluss auf die Verteilung der Erdbeben.*

Im Computerzeitalter können riesige Datenmengen verarbeitet werden. Die Evekion ist verantwortlich für die Schwebungsoszillationen der lunaren Abstandsfunktion. Hat der Mond einen Einfluss auf die Entstehung der Erdbeben? Diese Frage wurde immer wieder kontrovers diskutiert. Ein signifikanter Beweis für den Einfluss des Mondes ist nun gegeben.

Gegenwärtig werden von Biologen Methoden zur Vorhersage von Erdbeben entwickelt. Wir erwähnen das „Disaster Alert Mediation using Nature (DAMN)“ Programm von M. Wikelski. Das Verhalten der Tiere gibt Hinweise auf bevorstehende Erdbeben. Beispielsweise haben Tage vor dem 2009/04/06 L'Aquila Beben Frösche ihre Brutstätten verlassen.

Es wäre interessant, wenn man im nächsten kritischen synodischen Monat 2016/10/16 – 2016/11/14 durch Tierbeobachtungen kritische Regionen einzugrenzen könnte. Geophysik, Biologie und Astronomie müssen in der Erdbebenforschung zusammenarbeiten.

#### Literaturverzeichnis

- [1] F.J. Wood: *Tidal Dynamics*, 2 Vol. Journal Coastal Research, Special Issues 30 and 31, 2001.
- [2] F. Gackstatter: *Lunisolar effect on spring tides, earthquakes, and tsunamis*. Journal Coastal Research **23**, 528-530, 2007.
- [3] F. Gackstatter, C. Gackstatter: *Lunisolar effect on the trigger of earthquakes*. Astron. Nachr. **332**, 795-804, 2011.

[4] H. Hörz: *Ist der Zufall erkenn- und beherrschbar? – Grundzüge einer dialektischen Theorie des Zufalls.* Leibniz Online 14/2012.

Anhang mit den ersten beiden Seiten von Woods Tafel 16a:

TABLE 16a

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
				/DAY	/DAY			h			/DAY	/DAY	
2451727.3	2000/ 7/ 1-19	N	61 21.4	16.956	16.426	21.7	23.0	3	61 21.5	16.958	16.430	21.7	23.0
2451756.8	2000/ 7/31- 2	N	61 5.3	16.880	15.803	19.4	18.2	-18	61 11.1	16.896	16.182	21.0	18.4
2451919.2	2001/ 1/ 9-20	F	61 21.1	17.126	16.477	22.4	22.0	13	61 24.0	17.116	16.350	21.7	-21.9
2451948.8	2001/ 2/ 8- 7	F	61 25.4	17.092	15.558	17.7	-14.9	-9	61 26.8	17.094	15.818	19.1	-15.1
2452140.7	2001/ 8/19- 3	N	61 23.5	16.957	15.247	16.5	12.8	3	61 23.6	16.952	15.163	16.0	12.7
2452170.2	2001/ 9/17-11	N	61 7.7	16.901	14.059	6.7	2.1	-19	61 13.6	16.912	14.449	11.1	2.4
2452332.7	2002/ 2/27- 9	F	61 24.3	17.053	14.621	12.8	-8.3	10	61 26.2	17.043	14.385	10.4	-8.2
2452362.2	2002/ 3/28-18	F	61 23.0	16.984	13.873	1.3	3.1	-11	61 25.1	16.973	13.954	4.2	3.0
2452524.6	2002/ 9/ 7- 3	N	60 57.7	16.833	14.109	10.8	6.2	25	61 7.3	16.796	13.764	4.5	5.8
2452554.1	2002/10/ 6-11	N	61 25.9	17.017	13.802	-1.2	-5.1	3	61 26.0	17.017	13.810	-1.8	-5.2
2452583.7	2002/11/ 4-21	N	61 6.6	17.022	14.397	-13.3	-15.5	-20	61 13.3	17.005	13.970	-8.3	-15.3
2452746.1	2003/ 4/16-20	F	61 22.1	16.993	13.920	-7.5	10.2	9	61 23.6	17.000	14.117	-10.0	10.3
2452775.6	2003/ 5/16- 4	F	61 18.1	16.945	15.190	-18.6	19.0	-13	61 20.6	16.936	14.769	-15.9	18.9
2452938.0	2003/10/25-13	N	61 0.8	16.961	13.900	-10.4	-12.1	23	61 9.4	16.938	14.649	-16.3	-12.4
2452967.6	2003/11/23-23	N	61 27.2	17.121	15.721	-21.4	-20.4	1	61 27.2	17.121	15.740	-21.5	-20.4
2452997.1	2003/12/23-10	N	61 3.4	17.027	16.902	-26.8	-23.4	-22	61 11.5	17.009	16.523	-25.2	-23.4
2453159.5	2004/ 6/ 3- 4	F	61 21.3	16.930	16.499	-25.1	22.4	9	61 22.7	16.927	16.781	-26.1	22.4
2453189.0	2004/ 7/ 2-11	F	61 18.0	16.862	17.127	-27.4	23.0	-12	61 20.6	16.864	17.169	-27.5	23.0
2453351.5	2004/12/12- 1	N	61 8.2	17.035	16.841	-26.9	-23.1	21	61 15.1	16.994	17.189	-27.9	-23.1
2453381.0	2005/ 1/10-12	N	61 29.5	17.072	16.984	-26.7	-21.9	-2	61 29.6	17.093	17.036	-26.9	-21.9
2453572.9	2005/ 7/21-11	F	61 22.2	16.879	16.426	-25.2	20.4	9	61 23.6	16.876	16.082	-23.8	20.3
2453602.5	2005/ 8/19-18	F	61 18.5	16.918	14.528	-16.2	12.6	-12	61 21.1	16.912	15.037	-19.1	12.7
2453764.9	2006/ 1/29-14	N	61 11.8	17.041	15.518	-21.9	-17.9	-18	61 17.2	17.032	14.800	-18.0	-17.7
2453794.4	2006/ 2/28- 1	N	61 26.1	17.092	13.852	-10.2	-8.1	5	61 26.4	17.088	13.970	-11.4	-8.2
2453986.4	2006/ 9/ 7-19	F	61 22.2	16.980	13.582	-6.8	5.9	8	61 23.5	16.977	13.470	-4.2	5.8
2454015.9	2006/10/ 7- 3	F	61 18.1	17.016	13.556	6.9	-5.4	-13	61 21.1	17.020	13.421	3.1	-5.2
2454178.3	2007/ 3/19- 3	N	61 12.4	17.034	13.339	0.3	-0.7	15	61 16.8	17.031	13.475	5.0	-0.5
2454207.9	2007/ 4/17-12	N	61 23.2	17.000	14.230	13.7	10.4	-6	61 23.8	16.998	14.049	12.0	10.3
2454399.8	2007/10/26- 5	F	61 26.9	17.038	14.640	16.3	-12.3	7	61 27.8	17.031	14.936	18.1	-12.4
2454429.3	2007/11/24-15	F	61 19.6	17.047	16.508	25.4	-20.6	-15	61 23.2	17.033	15.988	23.2	-20.4
2454591.7	2008/ 5/ 5-12	N	61 13.4	16.908	15.502	21.2	16.4	15	61 17.3	16.914	16.132	23.8	16.6
2454621.3	2008/ 6/ 3-19	N	61 21.9	16.925	17.060	27.0	22.4	-6	61 22.6	16.918	16.939	26.6	22.4
2454813.2	2008/12/12-17	F	61 29.3	17.110	17.184	27.0	-23.1	5	61 29.7	17.112	17.186	27.0	-23.1
2454842.8	2009/ 1/11- 8	F	61 15.3	17.093	16.091	23.4	-21.8	-17	61 20.2	17.072	16.675	25.5	-21.9
2455005.2	2009/ 6/22-20	N	61 11.0	16.891	16.803	25.9	23.4	15	61 14.8	16.902	16.503	24.7	23.4
2455034.7	2009/ 7/22- 3	N	61 19.8	16.957	15.538	20.3	20.3	-7	61 20.5	16.959	15.780	21.5	20.3
2455226.7	2010/ 1/30- 6	F	61 29.3	17.143	14.941	16.0	-17.7	3	61 29.5	17.142	14.855	15.4	-17.6
2455256.3	2010/ 4/28-12	F	61 10.5	16.979	13.758	8.2	-7.8	-20	61 16.8	16.972	14.098	9.3	-8.1
2455418.6	2010/ 8/10- 3	N	61 12.6	16.918	14.478	12.7	15.6	15	61 16.4	16.896	14.149	9.1	15.4
2455448.1	2010/ 9/ 8-10	N	61 22.5	16.959	13.871	1.4	5.6	-6	61 23.3	16.967	13.911	3.1	5.7
2455610.6	2011/ 2/18- 8	F	61 3.5	16.995	14.050	7.7	-11.7	23	61 12.4	16.956	13.876	1.9	-11.4
2455640.1	2011/ 3/19-18	F	61 29.6	17.030	14.096	-4.1	-0.5	1	61 29.6	17.030	14.101	-4.3	-0.5
2455669.6	2011/ 4/18- 3	F	61 6.7	16.885	14.833	-14.7	10.7	-21	61 14.0	16.850	14.370	-10.1	10.4
2455832.0	2011/ 9/27-11	N	61 16.1	16.948	14.172	-6.0	-1.6	14	61 19.5	16.935	14.418	-9.3	-1.8
2455861.6	2011/10/26-20	N	61 23.6	17.060	15.222	-15.8	-12.5	-7	61 24.7	17.057	15.034	-14.4	-12.4
2456024.0	2012/ 4/ 6-19	F	61 3.9	16.915	14.506	-10.4	6.8	22	61 11.8	16.924	15.044	-14.6	7.2
2456053.5	2012/ 5/ 6- 4	F	61 25.7	16.989	15.765	-18.3	16.6	-1	61 25.7	16.989	15.758	-18.2	16.6
2456083.0	2012/ 6/ 4-11	F	61 2.1	16.834	16.243	-21.6	22.5	-22	61 10.0	16.824	16.090	-20.6	22.4
2456245.4	2012/11/13-22	N	61 18.9	17.076	15.852	-18.6	18.3	13	61 21.6	17.067	16.100	-19.8	18.4
2456275.0	2012/12/13- 9	N	61 22.9	17.111	16.343	-20.9	-23.2	-10	61 24.5	17.111	16.357	-20.9	-23.2
2456437.4	2013/ 5/25- 4	F	61 3.6	16.861	15.951	-19.4	21.0	22	61 11.1	16.860	16.157	-20.2	21.1
2456466.9	2013/ 6/23-12	F	61 25.3	16.918	16.182	-19.7	23.4	-1	61 25.3	16.918	16.186	-19.7	23.4
2456496.5	2013/ 7/22-18	F	61 2.9	16.783	15.258	-15.3	20.1	-22	61 10.9	16.786	15.750	-18.0	20.3
2456558.9	2014/ 1/ 1-11	N	61 24.3	17.088	15.994	-18.4	-23.0	10	61 26.0	17.076	15.859	-17.6	-22.9
2456688.4	2014/ 1/30-22	N	61 21.9	17.058	15.132	-12.7	-17.5	-12	61 24.4	17.044	15.386	-14.5	-17.6
2456850.8	2014/ 7/12-11	F	61 4.9	16.788	15.632	-17.0	21.9	22	61 12.3	16.773	15.319	-14.6	21.8
2456880.4	2014/ 8/10-18	F	61 26.3	16.923	15.035	-11.1	15.4	0	61 26.3	16.923	15.040	-11.2	15.4
2456909.9	2014/ 9/ 9- 2	F	61 2.8	16.886	14.349	-2.7	5.4	-22	61 10.9	16.879	14.593	-7.0	5.7
2457072.3	2015/ 2/19- 0	N	61 24.2	17.083	14.611	-8.3	-11.5	7	61 25.3	17.087	14.725	-6.9	-11.4
2457101.8	2015/ 3/20-10	N	61 15.8	17.032	14.461	0.7	-0.2	-15	61 19.3	17.015	14.503	-2.2	-0.4
2457264.3	2015/ 8/29-19	F	61 4.8	16.864	14.598	-7.2	9.3	21	61 12.0	16.855	14.470	-3.2	9.0
2457293.8	2015/ 9/28- 3	F	61 26.5	17.039	14.558	1.6	-1.9	-1	61 26.6	17.039	14.556	1.4	-1.8
2457323.3	2015/10/27-12	F	61 1.3	16.966	14.792	10.1	-12.8	-23	61 10.3	16.964	14.564	6.0	-12.4
2457485.7	2016/ 4/ 7-11	N	61 22.9	17.035	14.614	4.9	7.1	6	61 23.5	17.036	14.674	6.1	7.2
2457515.3	2016/ 5/ 6-20	N	61 12.7	16.912	15.148	12.7	16.8	-16	61 16.7	16.902	14.916	10.3	16.7
2457677.7	2016/10/16- 4	F	61 10.1	16.957	14.524	5.9	-9.0	20	61 16.4	16.927	14.820	6.5	-9.3
2457707.2	2016/11/14-14	F	61 30.2	17.074	15.380	13.8	-18.4	-2	61 30.3	17.074	15.399	13.4	-18.4
2457899.2	2017/ 5/25-20	N	61 22.5	16.925	15.625	16.2	21.1	5	61 23.1	16.929	15.728	16.8	21.1
2457928.7	2017/ 6/24- 3	N	61 11.4	16.879	16.075	19.3	23.4	-16	61 15.6	16.863	15.988	18.7	23.4
2458091.1	2017/12/ 3-16	F	61 15.1	17.023	15.727	17.6	-22.2	17	61 20.2	17.014	16.041	19.1	-22.3
2458120.7	2018/ 1/ 2- 2	F	61 29.4	17.141	16.308	20.0	-22.9	-4	61 29.7	17.137	16.311	20.0	-22.9
2458312.6	2018/ 7/13- 3	N	61 20.3	16.951	16.250	20.5	21.8	5	61 20.8	16.952	16.200	20.2	21.8
2458342.1	2018/ 8/11-10	N	61 9.9	16.914	15.404	16.3	15.2	-16	61 14.2	16.929	15.777	18.3	15.4
2458504.6	2019/ 7/21- 5	F	61 17.9	17.112	16.116	20.3	-20.0	15	61 21.8	17.099	15.858	18.9	-19.8
2458534.1	2019/ 2/19-16	F	61 26.9	17.088	15.106	14.0	-11.2	-7	61 27.7	17.091	15.289	15.2	-11.3
2458726.0	2019/ 8/30-11	N	61 22.9	16.967	14.827	12.7	9.0	5	61 23.4	16.958	14.704	11.5	8.9
2458755.6	2019/ 9/28-19	N	61 12.5	16.940	14.030	2.4	-2.1	-16	61 16.9	16.948	14.209	5.2	-1.9
2458918.0	2020/ 3/ 9-16	F	61 21.0	17.026	14.298	8.5	-4.1	12	61 23.9	17.014	14.134	5.5	-3.9
2458947.5	2020/ 4/ 8- 3	F	61 24.8										