

1100 jaar in het spoor van de Leonidenkomeet.

Een kort historisch overzicht.

Peter Bus¹

1. Eerste Spoorstraat 16, 9718 PB Groningen

Inleiding

Al zo'n 5000 jaar zijn waarnemingen opgetekend betreffende het fenomeen meteor. Zoals vele andere hemelverschijnselen werden ze meestal in verband gebracht met slechte voortekenen en hierdoor werd de nachtelijke hemel systematisch in de gaten gehouden. Dankzij dit bijgeloof zijn er veel meteoroverschijningen opgetekend waaronder de zogenaamde sterrenregens. De oudst tot nu bekende sterrenregen is gedateerd in de 16^e of 17^e eeuw voor Christus "om middernacht vielen sterren als regen" volgens Chinese bronnen.

I. Hasegawa [1] verzamelde uit Chinese, Japanse, Koreaanse en Europese bronnen tot aan het begin van de 20^e eeuw ruim 460 data waarop uitzonderlijke meteoractiviteit heeft plaatsgevonden waaronder meteorregens.

Rangschikt men de data van deze uitzonderlijke meteoractiviteit in Hasegawa's lijst naar zonslengtes, dan valt er een patroon op van de ook nu nog bekende meteorzwermen.

In de periode 687 voor Christus tot 1803 staan de Lyriden met 12 registraties in deze lijst. De Perseiden 37 keer in de periode 36 -1906. De Orioniden 11 keer (585-1906), Andromediden 12 keer (1741-1885), De Geminiden 8 keer (1533-1884), en de Ursiden met 4 keer (1532-1882). De Leoniden staan maar liefst 48 keer vermeld.

De van diverse auteurs afkomstige historisch bekende opgetekende Leonidenactiviteit zijn nu in een tabel geplaatst.. Tevens zijn bij de activiteiten de bijbehorende zonslengtes en de Juliaanse datum gegeven.

Waarnemingen van uitzonderlijke meteoractiviteit in het jaar 855 duiden

erop dat dit wel eens de eerste gedocumenteerde Leonidenactiviteit zou kunnen zijn.

Leoniden waarnemingen

Al voor het begin van onze jaartelling draait een komeet zijn rondjes om de zon. De planeten Jupiter en Saturnus zijn de belangrijkste planeten die invloed op de omloopbaan uitoefenen. Deze zorgen ervoor dat de positie van de dalende knoop van de komeetbaan tussen de omlopen van de jaren 834 en 868 voor het eerst binnen de aardbaan kon terechtkomen [2]. Het stof van deze komeet kon door deze baanwijziging voor het eerst in de buurt van de aarde komen waardoor meteoractiviteit kon ontstaan. Aan het begin van de 10^e eeuw werd de eerste activiteit hiervan opgetekend en sindsdien is regelmatig melding gemaakt van intense meteoractiviteit rond de eerste helft van oktober in de 10^e en 11^e eeuw. In de loop der eeuwen verschoof de datum van de hoogste activiteit steeds later in het jaar tot rond 18 november aan het begin van dit nieuwe millennium.

Maar liefst 48 keer staan de Leoniden in de lijst van Hasegawa vermeld. De eerste vermelding is in 902 en de laatste in 1903 (zie beide lijsten aangevuld tot in 2000).

Uiteraard is de lijst van Hasegawa niet compleet. Zo zou een Leonidenregen rond 1766 of 1767 boven Zuid-Amerika zichtbaar zijn geweest maar er zijn vast nog ergens onbekende bronnen met vermelding van uitzonderlijke meteoractiviteit.

Uit de omschrijvingen "*men ziet de hele nacht kleine vuurtjes die als pijlen naar het westen vliegen*", "*vurige tongetjes vlogen na middernacht naar het westen*" of "*sterren vielen als re-*

gen" is alleen op te maken dat het hier moet zijn gegaan om uitzonderlijke meteoractiviteit [1,3]. Uit welk sterrenbeeld de meteoren kwamen is meestal niet duidelijk en een ZHR is onmogelijk uit de omschrijving af te leiden.

Pas in de 19^e eeuw begon men langzamerhand met het tellen van het aantal meteoren dat men in een bepaald tijdsvak had gezien. Vaak ontbrak het hier ook nog aan belangrijke informatie, zoals grensmagnitude en bewolking, etc. die nodig is om een zogenaamde activiteitencurve van een meteorenzwerm te kunnen maken.

Door echter het oorspronkelijk waarnemingsverslag goed te lezen valt er toch nog veel uit deze waarnemingen op te maken en een redelijke activiteitscurve vast te stellen.

In de loop van de 20^e eeuw werden er meer regels gemaakt waaraan meteorwaarnemingen aan moeten voldoen. Onder andere regelmatig de grensmagnitude bepalen in het waarnemingsveld, de waarnemingsrichting, de helderheid en het tijdstip van een meteor, bewolking, maanlicht, schemering, het intekenen van de meteor op een sterrenkaart en de tijdstippen van het begin en einde van de waarnemingen en de duur van de pauzes.

Als een waarnemer zich hier strikt aan houdt dan kan uit zijn waarnemingen een zogenaamde activiteitencurve worden afgeleid.

Wijkt echter de waarnemer hier van af, dan kunnen er foute conclusies worden getrokken zoals bij de waarnemingen van de Leoniden in 1966. Een groep van 13 Amerikaanse waarnemers zou op Kitt Peak in Arizona gedurende 20 minuten zo'n 150 dui-

zend Leoniden per uur per persoon hebben gezien. "Om 4h45m de hoeveelheid meteoren was zo groot dat we moesten gissen hoeveel er te zien waren door het hoofd gedurende 1 seconde langs de hemel te zwiepen. Dan de ogen dicht doen en in gedachten het aantal meteoren te tellen" [4]. Hierna gingen de 13 waarnemers met elkaar in overleg en bereikte een overeenstemming dat ze zo'n 40 Leoniden per seconde hadden gezien.

Door deze waarnemers zijn hier twee belangrijke fundamentele fouten gemaakt. Ten eerste de waarneemmethode. Tellingen per seconde met de door hun omschreven methode levert enorme telfouten op. Probeer maar eens een groep overvliegende ganzen in een nette V-formatie op deze manier te tellen. Hooguit komt men tot 8 à 10 ganzen als men dan al niet de tel kwijt geraakt is ondanks de nette V-formatie. Dus laat staan een grote hoeveelheid meteoren die op willekeurig plekken aan de hemel verschijnen.

Ten tweede, overleg met de andere waarnemers is een doodzonde en het beïnvloedt de objectiviteit van de waarnemingen in hoge mate.

Het staat buiten kijf dat deze 13 waarnemers een grote hoeveelheid Leoniden hebben gezien. Maar uit een nauwkeurige analyse blijkt dat de activiteitscurve juist op het moment dat zij zijn overgegaan op een andere waarneemmethode een zogenaamd bult in hun curve laat zien. Andere Amerikaanse waarnemers geven beduidend lagere aantallen die wel in overeenstemming zijn met het verloop van de activiteitscurve. Hieruit is op te maken dat tijdens het maximum de ZHR zo'n 50 duizend moet zijn geweest, ook nog een zeer hoog aantal.

Wellicht dat de 13 waarnemers ook nog alleen het maximaal aantal meteoren dat men per seconde zou hebben gezien, hebben geteld als de maximum activiteit. Ikzelf zou dan dezelfde fout hebben gemaakt voor de maximum activiteit op 18 november 1999. Rond 2h05m UT werd een aan-

tal keren 5 à 7 Leoniden per seconde waargenomen. Gecorrigeerd voor de radianthoogte zou dit een ZHR opleveren van zo'n 65 duizend Leoniden. In werkelijkheid was in deze periode de maximale ZHR zo'n 3600.

Historische activiteit

In de tabellen staan alle opgetekende historische Leonidenactiviteit volgens de bronnen [1, 5 en 6]. Bij de meeste gemelde tijdstippen kunnen grote vraagtekens worden gezet. Uit de tijdstippen van Hasegawa blijkt dat deze meestal op of rond het dagdeel 0,7 (in UT) te liggen, het tijdstip rond de astronomische schemering waarbij de radiant hoog aan de ochtendhemel staat in Azië. Voor Mason geldt in principe hetzelfde maar dan meer gericht rond de astronomische schemering in Europa en de VS. Ook bij gemelde activiteiten van andere zwermen komt het vaak voor dat bij de hoogste radiantstand ook het tijdstip van maximum is opgetekend. Onderzoekers moeten hier terdege rekening mee houden indien ze voorspellingsmodellen gebruiken gebaseerd op deze historische waarnemingen. Afwijkingen van meerdere uren in de voorspellingen zijn dan beslist niet uitgesloten.

Een opmerkelijk detail in de tabel is de meteoren activiteit gedateerd op 17 en/of 18 oktober 855. Volgens deze datum zou de hoogste activiteit, indien dit Leoniden betrof, zo'n 7 dagen na knooppassage zijn opgetreden. Uit de bronnen is niet op te maken uit welk sterrenbeeld de activiteit kwam. Het is opmerkelijk dat de gemelde activiteit dan halverwege twee periheliumpassages is opgetreden, een zogenaamde "off-season" activiteit, die bij de Leoniden vaker schijnt op te treden zoals blijkt uit de waarnemingen van 1554, 1582, 1885 en 1886.

De datum van de waarnemingen op 3 november 1532 en 7 november 1582 suggereert dat de activiteit zo'n 10 dagen later heeft plaatsgevonden dan op grond van de knopen van de banen. Een foute datumnotatie voor de waar-

neming van 855 [3] of een verkeerde datering veroorzaakt door de Gregoriaanse kalender en het verkeerd toepassen hiervan, is voor de waarnemingen van 1532 en 1582 niet uitgesloten [3]. Ook is het natuurlijk mogelijk dat in 855 een geïsoleerde hoge activiteit is geweest van een andere zwerm. Tot ongeveer het jaar 834 kwamen geen stofdeeltjes van de komeet binnen de aardbaan. Pas in 902 werd voor het eerst met zekerheid Leonidenactiviteit opgemerkt.

In de tabellen zijn ook de tijdstippen gegeven, bepaald door o.a. Peter Jenniskens, Yeomans en deze auteur (EPB). Deze zijn gebaseerd op gedetailleerde waarnemingen waarbij de tijdstippen nauwkeurig konden worden bepaald.

De tijdstippen vanaf 1994 zijn voornamelijk gebaseerd op tijdstippen bepaald door Jenniskens, Marco Langbroek, uit IMO verslagen en deze auteur aan de hand van radio en visuele waarnemingen. Het maximumtijdstip van de activiteit van de vuurbollen in 1998 bepaald door deze auteur wijkt duidelijk af van die van de andere onderzoekers. De oorzaak is gelegen dat het maximum bepaald door de andere auteurs uit radio- en radarwaarnemingen, geen rekening is gehouden met de observability functie. Uit berekeningen volgt dat het maximum eerder moet zijn gevallen. Hetzelfde geldt ook voor de waarnemingen van 1965. De gecorrigeerde radarwaarnemingen suggereren dat ook hier het maximum eerder moet zijn gevallen. Mogelijk zijn meerdere stofsporen die hun oorsprong vinden in het verleden hiervoor verantwoordelijk [18,19].

De tabellen geven een overzicht van de opgetekende activiteiten van de Leoniden. Dit wil niet zeggen dat deze compleet zijn.

Activiteit in het verleden kan zijn waargenomen en niet zijn opgetekend of de bronnen zijn nog niet bekend of zijn verloren gegaan of de activiteit is niet waargenomen door bewolking of iets dergelijks.

Year	Month	Day in UT (Hasegawa)		Solar longitude (2000.0)	JD	Day in UT (Mason)		Solar longitude (2000.0)	JD	T Comet	Longitude node Comet (2000.0)
855	okt	18,0	va	224,49	2033636,5					27 Oct 834	217,22
855	okt	17,0-17,5 ?	va	223,73	2033636,3	(EPB)				16 Jan 868	218,66
902	okt	14,0	va	220,42	2050799,5	13,2	r	219,61	2050798,7	28 Sep 901	219,88
931	okt	15,8	va	221,78	2061393,3	15,9	va	221,88	2061393,4	24 Jan 935	220,02
931	okt	16,7	r	222,69	2061394,2						
934	okt	13,7	r	219,91	2062487,2						
934	okt	14,7	r	220,91	2062488,2	14,2	r	220,41	2062487,7		
934	okt	15,0	va	221,21	2062488,5						
967	okt	14,7	va	220,45	2074541,2	14,8	va	220,55	2074541,3	15 Mar 968	220,09
1002	okt	14,7	va	220,47	2087325,2					8 Jun 1001	220,27
1002	okt	14,8	va	220,57	2087325,3	14,8	r	220,57	2087325,3		
1002	okt	15,8	va	221,58	2087326,3						
1035	okt	14,8	va	220,11	2099378,3	14,9	va	220,21	2099378,4	6 Jan 1035	220,41
1037	okt	14,7	va	220,50	2100109,2	14,7	va	220,50	2100109,2		
1097	okt					17,0?	va	222,42 ?	2122026,5	25 Jun 1102	222,63
1101	okt					17,2	va	222,59	2123487,7		
1199	okt					21,1	va	225,37	2159285,6	14 Jan 1201	223,30
1202	okt					19,0	r	223,49	2160379,5		
1237	okt	18,8	va	223,32	2173163,3	18,8	va	223,32	2173163,3	29 Oct 1234	224,43
1238	okt	18,7	r	222,96	2173528,2	18,7	r	222,96	2173528,2		
1366	okt	22,0	VR	225,45	2220283,5	22,2	VR	225,65	2220283,7	18 Oct 1366	225,43
1399	okt					23,0?	va	225,99 ?	2232337,5	20 May 1400	226,79
1466	okt	22,7	va	225,50	2256809,2	22,8	va	225,61	2256809,3	31 Jul 1466	227,03
1498	okt					24,9	va	227,51	2268499,4	6 Sep 1499	227,26
1532	okt	24,7	r	227,59	2280918,2	24,9	r	227,79	2280918,4	25 Feb 1533	227,50
1532	okt	25,9	r	228,80	2280919,4						
1532	nov	3	va	236,97	2280927,5	(Yeomans)					
1533	okt	23,5	va	226,13	2281282,0						
1533	okt	24,7	va	227,33	2281283,2	25,0	r	227,63	2281283,5		
1533	okt	25,7	va	228,34	2281284,2						
1533	okt	26,7	va	229,34	2281285,2						
1533	okt	27,7	r	230,35	2281286,2						
1535	okt					26,0	va	228,13	2282014,5		
1538	okt	26,7	va	229,06	2283111,2	26,8	va	229,17	2283111,3		
1554	okt	24,7	va	226,95	2288953,2	24,8	va	227,05	2288953,3	13 Mar 1567	228,65
1566	okt	25,7	r	227,88	2293337,2	25,9	r	228,08	2293337,4		
1566	okt	26,7	r	228,89	2293338,2						
1566	okt	27,7	r	229,89	2293339,2						
1582	nov					7,0	va	240,18	2299193,5		
1594	nov	5,7	r	228,70	2303565,2	5,9	va	228,90	2303565,4	20 Jul 1600	229,02
1601	nov	5,7	r	228,91	2306122,2	5,9	r	229,11	2306122,4		
1602	nov	5,7	va	228,65	2306487,2						
1602	nov	6,7	va	229,65	2306488,2	6,9	r	229,86	2306488,4		
1625	nov	4,7	va	227,75	2314887,2					21 Jun 1633	230,22
1625	nov	5,7	va	228,76	2314888,2	5,9	va	228,96	2314888,4		
1625	nov	6,7	va	229,76	2314889,2						
1666	nov					6,9	r	229,44	2329864,4	5 Jun 1666	230,56
1698	nov	8,8	r	231,15	2341554,3	8,9	r	231,25	2341554,4	10 Oct 1699	230,70
1766	nov					12,0?	r	232,93 ?	2366393,5	24 Feb 1767	232,91
1799	nov	12,3	vr	232,76	2378446,8	12,3	VR	232,76	2378446,8	2 Mar 1800	232,96
1800	nov					12,0?	r	232,20 ?	2378811,5		

Onderschrift bij de tabellen

Opgetekende activiteit volgens verschillende auteurs die in veel gevallen dezelfde bronnen hebben geraadpleegd (onder kolom 3 de tijdstippen van Hasegawa [1] en onder kolom 4, zijn notaties van de activiteit; onder kolom 7 de tijdstippen van Mason [6] en onder kolom 8 zijn notaties van de activiteit. Onder kolom 7 komen staan de auteursnamen tussen haakjes die een ander tijdstip van maximum activiteit hebben berekend).

Onder de kolommen: 1 en 2: jaar en maand van opgetekende activiteit; 3 en 7: dag + decimaal in UT (de

naam van de bron staat tussen haakjes. Indien een andere naam tussen haakjes, dan is het tijdstip berekend volgens deze onderzoeker); 4 en 8: mate van activiteit: va = verhoogde activiteit, r = leonidenregen: ZHR >3600, vr = vuurbollenregen: ZHR >3600, R = Leonidenregen: ZHR >7200; VR = Vuurbollenregen: ZHR >7200; 5 en 9: Zonslengte in graden voor het equinox 2000.0; 6 en 10: Juliaanse datum; 7 en 11: datum waarop de komeet door het perihelium is gegaan; 12: Lengte van de dalende knoop van de komeet in graden voor het equinox 2000.0.

Year	Month	Day in UT (Hasegawa)		Solar longitude (2000.0)	JD	Day in UT (Mason)		Solar longitude (2000.0)	JD	T Comet	Longitude node Comet (2000.0)
1831	nov					13,2	va	232,45	2390134,7	2 Jan 1833	233,12
1832	nov					13,1	R	233,10	2390500,6		
1833	nov	13,0	R	232,75	2390865,5	13,4	R	233,15	2390865,9		
1834	nov					13,5	r	232,99	2391231,0		
1835	nov					13,5	va	232,73	2391596,0		
1836	nov					14,2	va	234,19	2391962,7		
1864	nov					14,1	va	233,90	2402189,6	11 Jan 1866	233,25
1865	nov					14,2	va	233,75	2402554,7		
1866	nov	14,04	R	233,33	2402919,5	(Jenniskens)					
1866	nov	14,05	R	233,34	2402919,6	(EPB)					
1866	nov					14,1	va	233,39	2402919,6		
1867	nov	12,7	va	231,71	2403283,2	14,4	r	233,43	2403284,9		
1867	nov	14,385	r	233,41	2403284,9	(Jenniskens)					
1867	nov	14,39	r	233,42	2403284,9	(EPB)					
1868	nov	14,04	r	233,82	2403650,5	(Jenniskens)					
1868	nov					14,4	va	234,18	2403650,9		
1869	nov	14	va	233,52	2404015,5	14,2	va	233,72	2404015,7		
1885	nov	14,7	va	234,13	2409860,2		va			1 Jul 1899	234,59
1885	nov	15,7	va	235,13	2409861,2		va				
1886	nov	16,7	va	235,88	2410227,2		va				
1891	nov	16,7	va	235,59	2412053,2		va				
1897	nov	14,7	va	234,05	2414243,2	14,8	va	234,15	2414243,3		
1898	nov	15,07	va	234,16	2414608,6	(Jenniskens)					
1898	nov					15,4	va	234,49	2414608,9		
1899	nov	14,7	va	233,53	2414973,2	14,8	va	233,63	2414973,3		
1900	nov					16,4	va	234,98	2415339,9		
1901	nov					15,5	va	233,82	2415704,0		
1901	nov	15,84	va	234,16	2415704,3	(Jenniskens)					
1901	nov	16,0	va	234,32	2415704,5		va				
1903	nov	16,2	va	234,00	2416434,7	16,2	va	234,00	2416434,7		
1903	nov	16,35	va	234,16	2416434,9	(Jenniskens)					
1930	nov					17,3	va	235,19	2426297,8	12 Jul 1932	235,06
1931	nov					17,4	va	235,04	2426662,9		
1932	nov	17,2	va	235,58	2427028,7	(EPB)					
1932	nov					17,5	va	235,89	2427029,0		
1961	nov					17,3	va	235,25	2437620,8	30 Apr 1965	235,12
1965	nov	16,85	vr	234,76	2439081,4	(EPB)					
1965	nov					17,2	vr	235,12	2439081,7		
1966	nov					17,5	R	235,16	2439447,0		
1969	nov					17,4	va	235,30	2440542,9		
1994	nov	18,33	va	235,82	2449674,8	(for used sources				28 Feb 1998	235,26
1995	nov	18,10	va	235,33	2450039,6	since 1994 see					
1996	nov	17,20	va	235,16	2450404,7	below this tabel).					
1996	nov	17,30	va	235,27	2450404,8						
1997	nov	17,45	va	235,16	2450769,9						
1997	nov	17,55	va	235,27	2450770,1						
1998	nov	16,83	vb	234,28	2451134,3	(EPB)					
1998	nov	17,10	vb	234,58	2451134,6						
1998	nov	17,87	va	235,32	2451135,4						
1999	nov	18,09	r	235,29	2451500,6						
2000	nov	17,35	va	235,29	2451865,9						
2000	nov	18,08	va	236,03	2451866,6						
2000	nov	18,14	va	236,09	2451866,6						
2000	nov	18,33	va	236,28	2451866,8						

va = enhanced activity (activity higher than annual activity); vb = enhanced activity of very bright meteors; r = Leonidrain: ZHR >3600; R = storm: ZHR >7200; vr = rain of very bright meteors: ZHR >3600; VR = storm of very bright meteors: ZHR >7200.
Note: in column 3,5,6,7,9,10 and 12, read for a comma a decimal point. For determination the time of maximum since 1994, sources used are from Jenniskens, Langbroek and IMO observations reports and my own radio observations.

Enkele definities in de tabellen

Een *Meteorenregen* heb ik als volgt gedefinieerd: als gedurende een periode van 7 à 8 minuten een ZHR van meer dan 3600 wordt bereikt waarbij de totale activiteitscurve tenminste 60 minuten breed is. De periode van 7 à 8 minuten is bepaald volgens statistische regels voor perioden: \sqrt{T} . Hierbij is $T = 60$ minuten, de minimale

breedte van de activiteitscurve. De ZHR is bepaald volgens [7,8].

In de tabellen zijn Leonidenregens terug te vinden onder de kolommen 4 en 8 en aangegeven met de letter r. Indien de ZHR >7200 dan is dit aangegeven met een hoofdletter R.

Noot: Een ZHR van 1000 is duidelijk geen meteorregen hoewel men dit vaak wel in de literatuur tegen komt.

In 1999 zag de auteur gedurende een periode van 9 minuten een hoeveelheid van zo'n 1100 meteoren per uur (dit is niet de ZHR!). Omgerekend ongeveer 1 Leonide per 3 seconden. Dit maakte op de auteur bepaald geen indruk van een regen hooguit dat het "druppelde". Hoewel in deze maximum-periode er een aantal bursts waren van 5 à 7 Leoniden per seconde, waren er ook een aantal perioden van zo'n 5 à 10 seconden waarin geen enkele Leonide zichtbaar was.

Een *Meteorstorm* heeft precies dezelfde betekenis als meteorenregen. Echter men vertaalt dit oorspronkelijk uit het Engels voortgekomen woord letterlijk naar het Ne-

derlands als een nog hogere activiteit dan een meteorenregen.

Verhoogde activiteit (in de tabel aangegeven met: va) is activiteit significant hoger dan volgens het langjarige gemiddelde.

Activiteit van vuurbollen (in de tabellen aangegeven met: vb) is activiteit significant hoger dan volgens het langjarige gemiddelde maar voornamelijk gekenmerkt door veel heldere meteoren.

Vuurbollenregen is ZHR >3600 gekenmerkt door veel heldere meteoren (in de tabellen aangegeven met: vr) en een vuurbollenregen met een ZHR >7200 is in de tabellen aangegeven met de hoofdletters VR.

Hierdoor is ook niet met zekerheid te zeggen of er in 2001 wel of niet een Leonidenregen zal gaan optreden hoewel sommige modellen dit wel verwachten. Uit de tabellen is op te maken dat er geen bronnen bekend zijn die aangeven dat op meer dan 3 jaren na periheliumdoorgang van de komeet een Leonidenregen is opgetreden. Op grond hiervan *lijkt* de kans in 2001 erg klein op activiteit met een ZHR van 3600 of meer.

Het nieuwe Leoniden seizoen en voorspellingsmodellen

Het nieuwe seizoen voor de Leoniden begon in 1994. In 1993 ben ik weer begonnen met het waarnemen van meteoren met behulp van een radio. In 1993 vertoonden de Leoniden weinig activiteit. De maximale activiteit was hooguit 2 à 3 Leoniden per uur.

In 1994 werd op 17, 18 en 20 november waargenomen. Op 17 november was er een lage Leoniden activiteit terwijl op de 18^e de activiteit bij het aanzetten van de radio al duidelijk aanwezig was. Eerst werd nog gedacht dat door atmosferische omstandigheden of door poollicht de zender rechtstreeks werd ontvangen, maar na telefonisch contact met Wim Zanstra bleek dat de magnetometer geen activiteit vertoonde. Sindsdien is elk jaar de activiteit van de Leoniden door de radiowaarneemmethode of visueel waargenomen.

Spoedig na deze ervaring volgden reeds de eerste voorspellingen voor de

komende Leonidenactiviteit volgens verschillende modellen. In eerste instantie waren deze modellen gebaseerd op historische verschijningen. Er leken overeenkomsten te zijn tussen het tijdstip waarin de komeet door het perihelium was gegaan, de afstand van de komeetbaan tot de aardbaan én de periode in dagen erna voor de hoogte van de activiteit [2,9,10,11].

Hierna volgden spoedig nieuwere modellen gebaseerd op storingen op de banen van de komeet en de stofdeeltjes waarbij Kazimirchak-Polonskaya *et al* [12], reeds in 1968 mee waren begonnen.

De nu bekendste zijn die van Wu & Williams [13] en de laatste jaren die van McNaught & Asher [14], Göckel & Jehn [15] en Lyytinen & Van Flandern [16]. Het model van McNaught & Asher is voornamelijk gebaseerd op het model van Reznikov [17]. Reznikov voorspelde de uitbarsting van de Draconiden in 1998 waarbij het waargenomen tijdstip vrijwel precies samenviel met zijn verwachting.

De auteurs van [15], [16] en [17] hebben ook rekening gehouden met de stofdeeltjes en de verspreiding hiervan in hun banen.

Tot nu toe geven de modellen van [14] en [16] het tijdstip van het maximum ruim binnen een uur wel juist aan, maar de hoogte van de activiteit wijken fors af met als enige uitzondering die van Lyytinen (zie grafiek 1). Een goed komeetmodel voor de stofsporen moet nog worden bepaald. Claims van verschillende auteurs dat hun modellen kloppen na

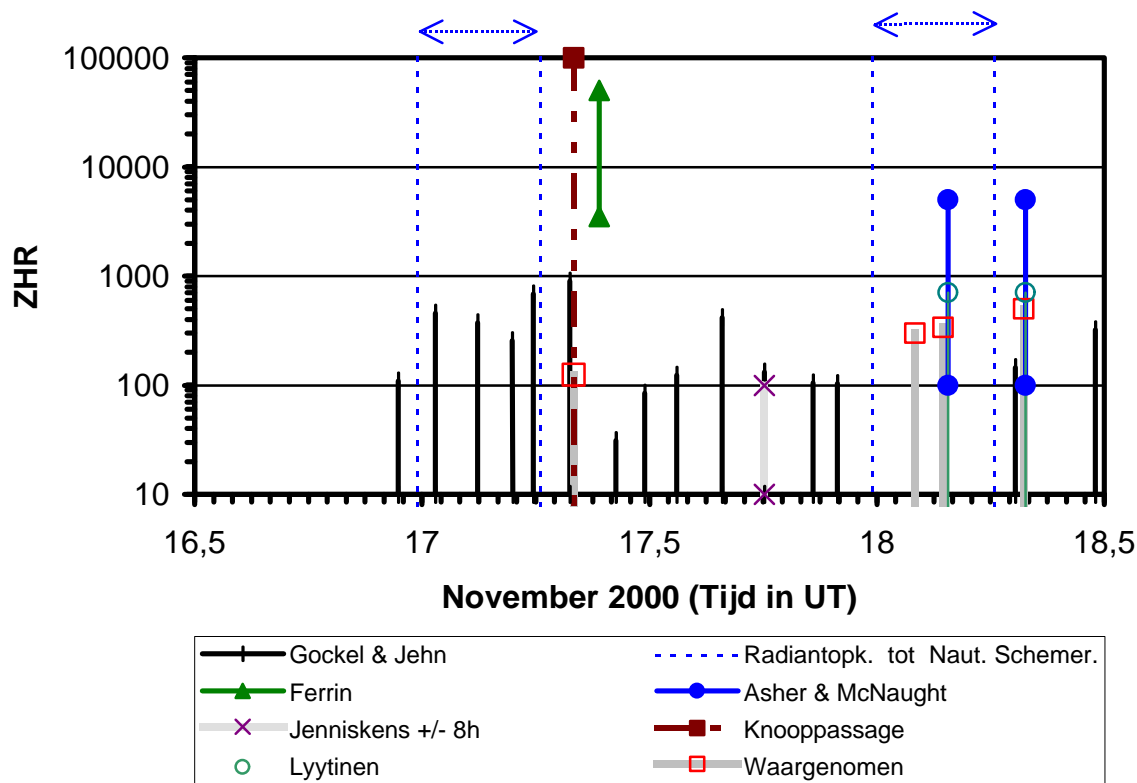
aanleiding van o.a. de activiteit in 2000 is alleen "whisfull thinking" en ik zou er nu nog beslist niet blindelings op vertrouwen.

Dankwoord

Met dank aan Carl Johannink voor het kritisch doorlezen van dit artikel en voor zijn opmerkingen.

Bronnen:

- 1] I. Hasekawa, *Historical Records of Meteor Showers*, in *Meteoroids and their Parent Bodies*, J. Štohl and I.P. Williams (eds.), Astron. Inst., Slovak Acad. Sci., Bratislava, 209-223, (1993).
- 2] Yeomans, D.K., K.K. Yau and P.R. Weisman, *Icarus* **124**, 407-413, (1996).
- 3] J. Buisman, *Duizend jaar Weer, Wind en Water in de Lage Landen*, Uitg. Van Wijnen, Franeker, (1995).
- 4] D. Milon, *J. Br. Astr. Ass.* **77**, 2, 89-93 (1967).
- 5] D.K. Yeomans, *Icarus*, **47**, 492-499, (1981).
- 6] J.W. Mason, *J.Br. Astron. Assoc.* **105**, 5, (1995).
- 7] P. Jenniskens, *Astron. Astrophys.* **287**, 990-1013 (1994).
- 8] P. Jenniskens, *Astron. Astrophys.* **295**, 206-235 (1995).
- 9] L. Kresák, *Astron. Astrophys.* **279**, 646-660 (1993).
- 10] P. Jenniskens, *Meteoritics & Planetary Science*, Vol. **31**, 177-184, (1996).



- 11] I. Ferrin, *Astron. Astrophys.* **348**, 295-299 (1999).
- 12] Kazimirchak-Polonskaya, E.I., Belyaev, N.A., Astapovich, I.S., Terenteva, A.K. in *Physics and Dynamics of Meteors*, eds. L. Kresák and P.M. Millman, IAU Symp. 33, 449-475, (1968).
- 13] Wu, Z., and I.P. Williams, *Mon. Not. R. Soc.* **280**, 1210-1218 (1996).
- 14] McNaught, R.H., and D.J. Asher, *WGN*, **27:2**, 85-102 (1999).
- 15] Göckel, G., and R. Jehn, *Mon. Not. R. Astron. Soc.* **317**, L1-L5 (2000).
- 16] Lyytinen, E.J., and T. Van Flandern, *Predicting the strength of Leonid Outbursts (2000)*.
- 17] E.D. Reznikov, e-mail bericht in september 1998.
- 18] D.J. Asher, *Mon. Not. R. Astron. Soc.* **307**, 919-924 (1999).
- 19] E.P. Bus, *Radiant*, **21**, 5, 117-121 (1999).

Figuur 1 (boven) :

Waargenomen Leonidenactiviteit en "voorspelde" activiteit. De waargenomen activiteit, met een open vierkantje aangegeven, is duidelijk afwijkend t.o.v. van de voorspellingsmodellen met als enige uitzondering die van Lyytinen.. De activiteit rond knooppassage is beduidend lager (ca. factor 10 tot > 100).

In geen enkel model komt het maximum op de 18^e rond 2h UT voor! De tijdstippen van de maxima rond 3h30m UT en 8h UT vallen systematisch een kwartier vroeger en de activiteit is ruim een factor 2 tot 20 lager. Kortom, de meeste modellen voor de hoogte van de activiteit zijn zeer onbetrouwbaar. De tijdstippen komen wel dicht in de buurt van de modellen. Noot: de y-as is logaritmisch.