

# Na 43 jaar een tweede Příbram !!

Pavel Spurny<sup>1</sup>, Dieter Heinlain<sup>2</sup> en Jürgen Oberst<sup>3</sup>

1. Astronomical Institute, Ondřejov Observatory, 251 65 Ondřejov, Czech Republic

2. DLR Fireball Network, Lilienstrasse 3, 86156 Augsburg, Germany

3. DLR Institute of Space Sensor Technology and Planetary Exploration, Rutherfordstrasse 2, 12489 Berlin, Germany

Spectaculair nieuws in de zomer van 2002. Er is een zeer fraai 1751 gram zwaar wegend fragment gevonden behorend bij de vuurbol van 6 april 2002. Het object had exact dezelfde baan als de Příbram, neergekomen op 7 april 1959. Hiermee hebben onze Tsjechische collega's na 43 jaar hun tweede Příbram !

## Inleiding

Op 6 april 2002 drong een groot fragment de dampkring binnen en verlichtte een enorm gebied van Westelijk Oostenrijk en Beieren. De vuurbol verscheen om 20h20m17s.7 UT en werd door duizenden toevallige waarnemers gezien vanuit vrijwel heel midden Europa. Daarnaast, en veel belangrijker, werd de vuurbol vastgelegd door 7 stations van het EN : 5 Duitse, één Tsjechische en één Oostenrijkse.

De Tsjechische stations zijn voorzien van de meest nauwkeurige optiek : Zeiss Distragon f/3.5-35 mm fish-eye lenzen, maar de meeste Tsjechische stations waren op 6 april helaas bewolkt.

Naast fotografische waarnemingen zijn er ook registraties van twee radiometers, opgesteld in Ondřejov en Kunžak, die nauwkeurige gegevens verschaffen over de lichtcurven, maximale helderheid en exact tijdstip van de vuurbol. Daarnaast is de vuurbol waargenomen door enkele infrarood stations in Duitsland en in Deelen en zijn er seismische waarnemingen vanuit Oostenrijk, Zuid Duitsland en Zwitserland.

De vuurbol had een intreesnelheid van 21 km/s en bereikte een maximale absolute helderheid van magnitude -17.2. Volgens berekeningen moet er zo'n 20 kg aan meteorieten zijn neergekomen.

Eén steenmeteoriet, een H-chondriet, van 1,75 km, werd gevonden in het



**Figuur 1 :** *De Neuschwanstein bolide in een opname van station EN-45 Streitheim.*

berekende inslaggebied, gelegen in ruig bergachtig terrein.

De heliocentrische baan van deze meteoriet is vrijwel identiek aan die van de eerst gefotografeerde meteorietval in de geschiedenis : de Příbram, die neerkwam op 7 april 1959. De beide banen komen zó nauwkeurig overeen, dat er nauwelijks twijfel mogelijk is over eenzelfde oorsprong.

## Het traject van de vuurbol

De vuurbol startte zijn lichtgevende traject op een hoogte van 85,0 km, ongeveer 10 km ten ONO van Innsbruck in Oostenrijk. De maximale helderheid van magnitude -17,2 werd bereikt op een hoogte van slechts 21 km boven het ski-oord Garmisch-Partenkirchen, in Duitsland. Het eindpunt lag op ongeveer 16 km ten W van Ga-

Pa. Een zo diep doordringende vuurbol is bijzonder zeldzaam. De invalshoek van het object bedroeg 49,5 graden. De positiebepalingen in de atmosfeer zijn voldoende nauwkeurig. Alle meetpunten liggen binnen 200 meter van een rechte lijn en de standaarddeviatie voor de meetpunten bedraagt ongeveer 76 meter. Met de huidige generatie fish-eye lenzen kan een nauwkeurigheid van een factor 10 beter worden gehaald.

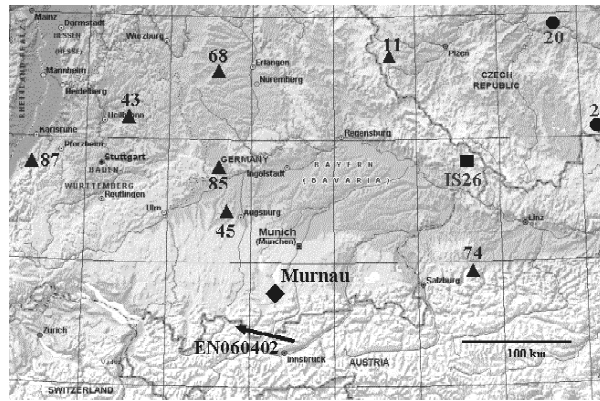
De sectoronderbrekingen zijn minder goed te meten op deze oude spiegelcamera's. Slechts op 3 stations (45, 85 en gedeeltelijk 74) zijn de breaks te meten tot aan de eindflare. Alleen station 45 laat metingen toe tot op 19 km hoogte. De beginsnelheid kon goed uit de metingen worden bepaald, maar voor de eindsnelheid hebben we moeten terugvallen op dynamische modellen.

De vuurbol is van type I, dat meestal geassocieerd wordt met steenmeteorieten. De initiële massa bedroeg naar schatting ca. 600 km. Maar een klein gedeelte van de uiteindelijk overgebleven 20 kg. meteorieten zal de grond hebben bereikt in verschillende fragmenten.

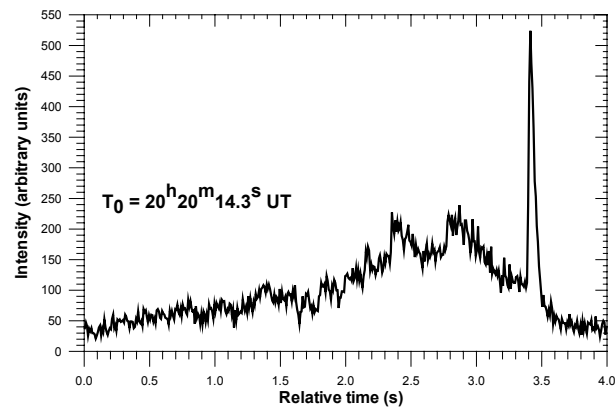
### Lichtcurves

Meestal kunnen goede lichtcurves uit fotometrie van de negatieven worden afgeleid. In dit geval echter was de geometrie ongunstig. Alle opnamen zaten zeer laag aan de horizon met nauwelijks voldoende referentiesternen.

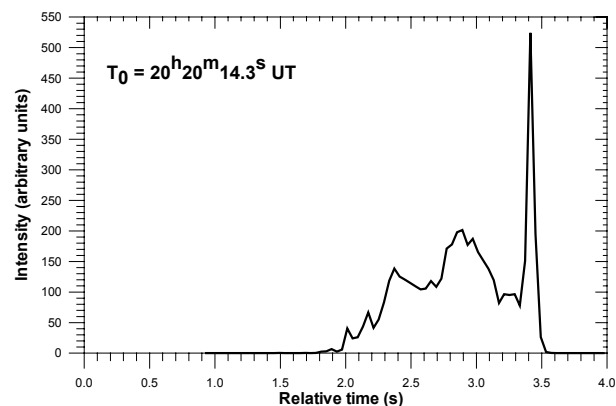
Sinds augustus 1999 zijn drie radiometers in bedrijf in Tsjechië. Zij zijn geconstrueerd in Sandia, USA, en nemen de nachthemel waar met een bemonsteringsfrequentie van 1200 Hz. Zelfs onder bewolkte hemel kunnen deze instrumenten lichtcurves bepalen van heldere boliden. De Neuschwanstein vuurbol was voldoende helder om door alle radiometers te worden opgepikt, ondanks de grote afstand en de totaal bewolkte hemel op beide locaties.



**Figuur 2 :** Posities van de fotografische posten (driehoekjes), infrasound arrays (vierkantjes) en videocamera (wybertje) ten opzichte van het vuurboltraject.



**Figuur 3 :** Lichtcurve van de Neuschwanstein meteoriet, bepaald door de Ondřejov Radiometer.



**Figuur 4 :** Idem, bepaald door de video te Murnau.

Naast de radiometer registraties werd ook een lichtcurve verkregen van een videosysteem te Murnau, Duitsland. De lichtcurve werd afgeleid uit de verlichting van het landschap, opgenomen door deze camera. Exact twee

minuten na de eindflare nam deze camera ook een 25 seconden durende detonatie op, die samen met infraroodwaarnemingen in de toekomst zullen worden geanalyseerd.

	Beginning	Maximum light	Terminal
Velocity (km/s)	20.95 ± 0.04	13.5	3.1 ± 0.8
Height (km)	84.99 ± 0.10	22.2	16.06 ± 0.05
Longitude (° E)	11.5544 ± 0.0016	10.916	10.8523 ± 0.0007
Latitude (° N)	47.3042 ± 0.0013	47.506	47.5256 ± 0.0005
Dynamic mass (kg)	600.	100.	15.
Absolute magnitude	-	-17.2	-
Slope (°)	49.75 ± 0.07	-	49.23 ± 0.07
Total length (km)/Duration (s)	90.7 / 5.3		
Ablation coefficient (s <sup>2</sup> km <sup>-2</sup> )	0.018 ± 0.002 (NF solution, ε = 104 m)		
PE coefficient / Fireball type	-4.58 / I		
EN stations No.	11 Primda, 43 Oehringen, 45 Streitheim, 68 Losaurach, 74 Gahberg, 85 Tuifstaedt, 87 Gernsbach		

Tabel 1 : Atmosferische trajectgegevens

De beide lichtkrommes, verkregen op zo verschillende wijze, komen echter zo fraai met elkaar overeen, zowel in vorm als in tijdstip van de individuele flares, dat ze een betrouwbare informatiebron vormen van het fragmentatieproces van de vuurbol tijdens de tocht door de dampkring.

#### Dark flight, berekend inslaggebied en meteorietvondst

De Neuschwanstein vuurbol was een typische meteorietdropper. Dit blijkt uit de lage eindhoogte van slechts 16

km en de berekende eindmassa van enkele tientallen kilogrammen. Er zijn posities berekend voor neergekomen meteorieten van verschillende massa's. Mogelijk is één grote meteoriet van naar schatting 15 km tegen de steile rotsachtige hellingen van de Hoher Straussberg geslagen. In onnauwkeurigheid in de berekeningen bedraagt 400 m loodrecht en 500 meter in langrichting van het traject van de vuurbol. De berekeningen van kleinere stukken hebben een grotere onzekerheid omdat ze van grotere hoogte zijn neergekomen en ook in

het programma.

#### Radiant en heliocentrische baan

Uit de baanberekeningen volgt een elliptische baan met geringe inclinatie met het aphelium in de asteroïdengordel. Een asteroïdale herkomst lijkt dan ook zeker. Deze klasse van banen is zeer gebruikelijk voor vuurbollen die diep in de atmosfeer doordringen. Echter, de baan van de Neuschwanstein meteoriet heeft een andere eigenaardigheid : hij is vrijwel identiek aan die van de eerst gefotografeerde meteorietval in de geschiedenis : De Příbram meteoriet, die neerkwam op 7 april 1959. De banen komt zo goed overeen, dat een gelijke oorsprong onmiskenbaar is. Dit geval toont aan, dat er asteroïdale meteorietzwermen zijn. Beide boliden waren ver van elkaar verwijderd in hun baan (ongeveer de helft van hun omlooptijd) toen de Příbram de aarde trof. Dit toont aan, dat de "Příbram zwerm" grote aantallen van zulke brokken telt omdat anders de kans op het fotograferen van twee meteorietvallen op vrijwel dezelfde plaats binnen 43 jaar wel heel erg klein zou zijn.

Het toont tevens het nut aan van langdurige waarnemingsprojecten zoals het Europese Vuurbolnetwerk.

#### Referentie

Proceedings ACM 2002

	Neuschwanstein	Příbram
$\alpha_R$ (deg)	190.59 ± 0.08	190.121 ± 0.010
$\delta_R$ (deg)	22.03 ± 0.12	20.425 ± 0.001
$v_\infty$ (km/s)	20.95 ± 0.04	20.886 ± 0.005
$\alpha_G$ (deg)	192.33 ± 0.09	192.343 ± 0.011
$\delta_G$ (deg)	19.58 ± 0.13	17.461 ± 0.002
$v_G$ (km/s)	17.51 ± 0.05	17.427 ± 0.006
$v_H$ (km/s)	37.46 ± 0.04	37.451 ± 0.005
$a$ (A.U.)	2.40 ± 0.02	2.401 ± 0.002
$E$	0.670 ± 0.003	0.6711 ± 0.0003
$q$ (A.U.)	0.7931 ± 0.0009	0.78958 ± 0.00007
$Q$ (A.U.)	4.01 ± 0.04	4.012 ± 0.005
$\omega$ (deg)	241.1 ± 0.2	241.738 ± 0.015
$\Omega$ (deg)	16.82666 ± 0.00001	17.80285 ± 0.00001
$i$ (deg)	11.43 ± 0.06	10.478 ± 0.004

Tabel 2 : Radiantposities en baanelementen (J2000.0) van de Neuschwanstein en de Příbram boliden.

grotere mate zijn beïnvloed door de wind.

Het totale berekende strooiveld heeft een lengte van enkele kilometers en een breedte van ongeveer 800 meter. Ondanks het moeilijke terrein, ruwe berghellingen, leiden verschillende zoekexpedities uiteindelijk tot de vondst van het 1,75 kg zware stuk H-chondriet. Het werd op 400 meter van de centrale inslaglijn gevonden op 14 juli 2002. Verdere zoektochten staan nu op