

# De dreun boven Friesland

Casper ter Kuile \* en Peter Jenniskens †

3 oktober 1992

## Inleiding

Woensdagavond 19 augustus 1992 rond 22<sup>h</sup>31<sup>m</sup> zomertijd wordt het noordelijk deel van Nederland opgeschrikt door een luide dreun. Gevolgen: trillende ramen en klapperende deuren. Een vrouw meldt dat 'het water in het aquarium zo klotste dat de vissen er bijkans uitvlogen'. Meest buitensig was de melding als zou de gevel van een huis gescheurd zijn als gevolg van de dreun. Maar deze melding werd later teruggenomen. De dreun werd gehoord, en een luchtverplaatsing werd gevoeld, op Texel, op Terschelling, in het zuiden van Friesland, in Groningen en in Drente. Wat is er precies gebeurd boven noordelijk Nederland?

Een aantal leden van de *Dutch Meteor Society (DMS)* tezamen met vele anderen zijn vanaf die gedenkwaardige avond vele dagen volop in touw geweest om de waarheid te achterhalen rond het 'Mysterie van Friesland'.

Zoals bij de Glanerbrug zouden we graag traject en baan in de ruimte van zo'n object uit waarnemingen willen afleiden (Jenniskens et al. 1990). Het heeft niet zo mogen zijn.

Tijdens een op het KNMI georganiseerde afsluitende bijeenkomst op vrijdag 29 augustus is vastgesteld dat de waargenomen trillingen zijn veroorzaakt door een militair vliegtuig van niet-Nederlandse oorsprong dat zich voortbewoog met een supersone snelheid.

Dit artikel poogt in de vorm van een chronologisch verslag een beeld te geven van de gebeurtenissen in de twee weken na de klap. Naast een overzicht van beschikbare waarnemingen worden berekeningen van de locatie van het bronpunt gepresenteerd en worden bovenstaande conclusies onderbouwd.

## Chronologisch verslag

### Woensdagavond: Werk aan de winkel voor meteorminnend Nederland?

Woensdagavond de 19-de augustus rond 23<sup>h</sup>00<sup>m</sup> is weerman Piet Paulusma van de Friese omroep de eerste die via Teletext melding maakt van een lichte aardbeving in Friesland. Even voor twaalf uur middernacht meldt het TV-journaal een mogelijke meteorietval. Op een kaartje van Nederland is een cirkel getrokken rond Den Helder. Het nieuws blijkt afkomstig van Dr. Hein Haak verbonden aan de seismologische afdeling van het K.N.M.I. Telefonisch contact nog diezelfde avond leert dat het gaat om een akoestisch signaal dat gedetecteerd is door een aantal seismische stations rond Assen. Uit de tijdstippen waarop het geluid werd geregistreerd valt af te leiden dat de knal uit het westen kwam. In

Friesland heeft de politie van Leeuwarden dan juist ca. 100 meldingen van verontruste landgenoten verwerkt die allen spreken van een forse dreun en sommigen zelfs van lichtverschijnselen. Helaas zijn geen specifieke gegevens genoteerd en geen namen en adressen van waarnemers. Een meteorietval met een schokgolf en akoestische effecten moet zichtbaar zijn geweest in alle delen van Nederland waar het onbewolkt is geweest. Tussen 00<sup>h</sup>00<sup>m</sup> en 2<sup>h</sup>00<sup>m</sup> wordt contact gelegd met andere politie posten. Steeds opnieuw spreekt men over de schokgolf en de bijbehorende knal en het gerommel. Maar er zijn betrekkelijk weinig meldingen van lichtverschijnsel. Dan is het al diep in de nacht, en de meeste officiële instanties geven geen thuis meer. DMS waarnemer Jos Nijland in Benningbroek (NHld) wordt uit bed gebeld. Of de all-sky buiten gestaan had. Helaas viel de klap te vroeg in de avond en was er wat bewolking. Geen foto. Ook andere posten blijken nog niet in de lucht te zijn geweest.

### Donderdag 20 augustus.

#### Satelliet brengt onderzoekers op dwaalspoor

Op de sterrenwacht in Leiden wordt het 'Glanerbrug' scenario uit de kast gehaald. Vooral veel telefoontjes van de pers, die door Peter Jenniskens en Els Zikken te woord wordt gestaan. De politieposten worden benaderd en het KNMI. De hamvraag is: is er een grote vuurbol geweest? Zoveel mogelijk waarnemingen van het lichtverschijnsel worden nagetrokken. Dat blijken er maar een handjevol. De meeste aandacht gaat naar de waarneming van Klaas Vos uit Norg. Deze nam een langzaam bewegend sterachtig object waar tussen 22<sup>h</sup>15<sup>m</sup> en 22<sup>h</sup>30<sup>m</sup> gedurende zo'n 43 seconden. Het bewoog van NO naar NW, had geen wake, geen flares, geen fragmentatie. Meest opmerkelijk die dag was dat de waarneming bevestigd werd door twee andere waarnemers in Groningen en Lemmer. J. van der Wiel uit Groningen beschreef hetzelfde verschijnsel, maar stelde de tijd voor Studio Sport (22<sup>h</sup>15<sup>m</sup>), tussen 22<sup>h</sup>05<sup>m</sup> en 22<sup>h</sup>10<sup>m</sup>. Mevr. Hendriksen uit Lemmer merkte ook de schok, maar die was pas 10 tot 15 minuten later. De tijdwaarnemingen zijn consistent met een tijd van 22<sup>h</sup>10<sup>m</sup> tot 22<sup>h</sup>15<sup>m</sup>. In Lemmer bewoog het object met een grotere (hoek-) snelheid toen het over de waarnemers heen bewoog. Het kwam uit de richting 42° oost van noord and verdween na 27 seconden plotseling boven de waarnemers.

Robert Haas wijst ons op de waarschijnlijkheid dat het hier om een gewone satelliet gaat die door een laag onder de horizon staande zon wordt beschenen. Dan zijn er enkele vage aanwijzingen van een echte meteor. De waarnemers zijn ongeïdentificeerd en het zijn er weinig.

\* Akker 145, 3732 XD De Bilt

† Lijtweg 704, 2341 HD Oegstgeest

**Donderdagavond 20 augustus.  
Concurrentie tussen TV-zuilen  
(en meteorwaarnemers).**

Donderdagavond, de 20-ste augustus, meent Niek de Kort van het Meteorieten Documentatie Centrum voor de NOS-TV dat een meteorietval de meest waarschijnlijke oorzaak is van de waargenomen trillingen in noordelijk Nederland. Het NOS weet zelfs een traject (van noord naar zuid) en een explosiepunt (boven Joure). Op het andere net, op het RTL-4 journaal, vertelt Peter Jenniskens van de Leidse Sterrenwacht, en woordvoerder van de Dutch Meteor Society, dat er nog geen duidelijkheid is omtrent de ware aard van het natuurverschijnsel. De passage die oproept om waarnemingen te melden is helaas uit het interview geknipt. NOS-laait pakt uit met fraaie filmpjes over binnenkomend ruimtegruis. Gastspreker Theo Jurriens van de Kapteyn Sterrenwacht in Groningen deelt mee dat hij contact heeft gehad met de ESA te Darmstadt, maar dat die hem pas begin volgende week kunnen mededelen of er satellieten naar beneden zijn gekomen.

**Vrijdag 21 augustus: de 'Ster van Tsjuchem'**

Na de berichtgeving in de media van de vorige dag wordt een grote vloed waarnemingen verwacht. Even wordt op de Sterrenwacht erover gedacht om het bordje 'Meteorieten Crisis Centrum' weer uit de motteballen te halen, maar het geweld blijft uit. Vooral veel telefoontjes van de media. Contact met Theo Jurriens leert dat deze waarnemingen verzamelt en natrekt in Groningen en Drenthe. Ook hier ongeveer dezelfde verhalen over een druk- en geluidsgolf compleet met secundaire effecten. Ook Theo richt zich specifiek op die waarnemers die menen een lichtschijnsel te hebben waargenomen. In een programma van radio Noord waarin Jurriens optreedt, volgt het verslag van een meisje uit Tsjuchem, dat een meteor had gezien. Maar dit verschijnsel was 'rond elf uur', in ieder geval na 22<sup>h</sup>45<sup>m</sup>. Een vijftal visuele waarnemers bevestigt de waarneming van de meteor. Vanuit Doornspijk (Gld) wordt door Henk Bos een nauwkeurige richting gemeten met behulp van iemand van de landmeetkundige dienst: 333°.2 ten opzichte van noord, dus richting Zuid Friesland, en werd de tijd gesteld tussen 22<sup>h</sup>45<sup>m</sup> en 22<sup>h</sup>50<sup>m</sup>. Het helderheidsverloop was gelijkmatig: in één keer fel en na drie seconden plotseling uit. Abe de Boer uit Vriescheloo (Gr.) ziet de meteor rond half elf, een korte flits van 0.7 sec. onder een hoek van 30 graden van rechts naar links in de richting van Oude Pekela (NW). Ook hij rapporteert een gelijkmatige helderheid. Mevr. Weeber uit Vaassen (Gld) meldt de meteor in het Noorden en iets scheef van links naar rechts bewegend. Een helder wit licht, naar oranje toe, dat 3 seconden te zien was. Het tijdstip is onzeker. J. Martini uit Usquert (Volkskrant 27/8) ziet de meteor richting ZW bewegen, geel en oranje met een donkerrode kern. Paul Admiraal tenslotte zag de meteor vanuit Terhorne (Fr.) in NNW richting. Duurde korter dan één seconde en de tijd is onzeker. Ook de heer Boonstra uit Langweer (Fr.) heeft de meteor waarschijn-

lijk gezien. Hij hoorde de knal, ging buiten kijken en zag toen de lichtflits (RTL-4 journaal). Ongetwijfeld een mooie meteor, deze 'ster van Tsjuchem', en voor waarnemers in Gelderland en Groningen globaal in de goede richting. Maar was niet uitzonderlijk helder (-1 a -3?), van korte duur en te laat. Waarschijnlijk verscheen de meteor nog ten noorden van Terschelling boven de Noordzee.

De aandacht concentreert zich even op het plaatsje Balk in Gaasterland (Fr.), waar een lichtgloed zou zijn waargenomen. Toch een grond explosie? Meldingen van grote schade blijven uit. De penetrante brandlucht die daar kort voor de klap wordt waargenomen blijkt te traceren tot een in brand staande hooiberg langs de provinciale weg ten zuidoosten van Balk. De gloed zal kunstmatige verlichting zijn geweest, verspreid door een opkomende mist.

**Vrijdagavond 21 augustus:  
Leidsch persbericht meldt: geen meteoriet.  
(maar wat dan wel??)**

Tegen het einde van de middag komt geen nieuwe informatie meer binnen. Op de sterrenwacht wordt besloten om middels een kort persbericht het onderzoek af te ronden. Dit kan geen meteorietval zijn geweest, want alle lichtverschijnselen zijn terug te voeren op een overkomende satelliet lang voor de dreun en een niet uitzonderlijke meteor een kwartier na de dreun. En het was licht of onbewolkt in een groot deel van noord Nederland: in het zuiden van Friesland, in Groningen, Drenthe en Overijssel. De vuurbol had waargenomen moeten zijn. Natuurlijk werd niet gespeculeerd over de oorzaak van de dreun. Voor ons telde alleen de vraag of het een meteorietval kon zijn geweest. Maar de nieuwsgierigheid was gerezen. Nu na een vlugge veroordeling de meteorietinslag onschuldig bleek te zijn omdat het lichtverschijnsel niet was gezien, wie of wat was dan de dader? Bij Veronica's radio programma 'Het zwarte gat' op zondagmiddag krijgt iedereen, werkelijk iedereen, de kans om zijn zegje te doen. We worden gewaarschuwd voor de zwarte wachters die ons middels explosies in de lucht het Nieuwe Tijdperk aankondigen. En, hoedt U, er komen steeds meer van dit soort verschijnselen ...

**Rekenwerk en een cruciale waarneming  
brengen ons op het spoor ...**

Inmiddels wordt vrijgevig informatie uitgewisseld. De contacten met Dr. Haak zijn hartelijk. Via het KNMI ontvangen we de registraties van het geluid. In het weekend ontwerpt Casper ter Kuile een eenvoudig computer model waarmee de lokatie van het bronpunt bepaald kan worden. Zondag de 23-ste wordt het resultaat met dat van Haak vergeleken. DMS en KNMI blijken beide uit te komen op een punt enige kilometers ten westen van het eiland Texel. In het begin van de nieuwe week wordt duidelijk dat de explosie zich inderdaad voor de kust van Texel moet hebben afgespeeld. Cruciale waarneming blijkt een tijdsregistratie van Prof. de Jager, die zijn vakantie op Texel doorbracht. Hij plaats de knal vroeger dan enig ander, op 22<sup>h</sup>25<sup>m</sup>56<sup>s</sup>. Er is eerst de nodige misverstand omdat de waarneming over

enige schijven in de krant werd gerapporteerd. De eerste melding luidde: 'Het raadselachtige verschijnsel deed zich woensdagavond om vier minuten en 56 seconden voor half elf voor (...) Ook hij nam behalve drukgolven een lichtverschijnsel waar dat duidt op een meteoriet. Een flinke grote, schat de Jager, minstens enkele decimeters in doorsnede. De astronoom vermoedt dat de steen op een hoogte van 10 kilometer uit elkaar is gespat' (Volkskrant 20/8/92). Navraag door Haak leert het juiste tijdstip en bovendien dat de Jager géén lichtverschijnsel heeft gezien, want hij verbleef op dat moment in een caravan. De Jager's waarneming plaatst alle dreun waarnemingen, die tot in Groningen (Theo Jurriens), Assen en bij de grens met Duitsland zijn gedaan, in een lange waaier in westelijke richting. Carl Johannink meldt een nul-waarneming uit Callantsoog (NHld), vanuit Doornspijk (Gld) werd wel een lichtverschijnsel gezien maar geen geluid gehoord. De seismometers van het KNMI te de Bilt en Winterswijk hebben niets gedetecteerd.

### Wordt het een detective á la Agatha Christie of Sherlock Holmes?

Een duik in het verleden en een sprong in de toekomst leert ons dat de 'dreun van Friesland' niet op zichzelf staat. In Nederland blijkt ook in 1976 in Groningen zo'n knal te zijn geregistreerd. Ook toen dacht men aan een grote meteoriet hoewel de ware toedracht nooit is opgehelderd. Via Marco Langbroek vernemen we dat in juni van dit jaar in het westen van Nederland ook een stevige dreun is waargenomen waarvan de herkomst onduidelijk is gebleven. Enkele weken na de 'klap van Friesland' meldt Marco Langbroek ons dat er in de Zuidwesthoek van Friesland opnieuw een beving is waargenomen (Telegraaf). Tjerk Deelstra uit Lemmer meldt trillende muren en deuren en rammelend glaswerk. Dit keer registreert het KNMI geen uitslag op de seismometers. Inmiddels doen verhalen opgeld over een geheim vliegtuig dat mach 3 zou vliegen en verantwoordelijk werd gesteld voor dergelijke knallen boven Schotland en boven Nevada, USA (Aviation Week & Space Technology). Marc de Lignie maakt ons erop attent dat een supersoon vliegtuig dat een bocht beschrijft een tijdlang mach 1 kan vliegen. Frits van den Berg van de Natuurkundewinkel van de Rijks Universiteit te Groningen geeft achtergrondinformatie over het ontstaan en de voortplanting van schokgolven veroorzaakt door een 'sonic boom'. Het lijkt erop dat we de oplossing moeten zoeken in de richting van een vliegtuig dat de geluidsbarrière doorbreekt.

Dit, langs een west-oost lijn scherp begrensde gebied en de lokatie op de Noordzee doen vermoeden dat daar een supersoon vliegtuig door de geluidsbarrière is gegaan. Het lijkt waarschijnlijk dat het toestel daarna de Noordzee is opgedraaid in de richting van een Amerikaanse basis in Schotland. Navraag bij Eurocontrol leert dat daar alleen vliegtuigen geregistreerd worden die hun identificatiecode doorgeven. Contacten met Dutch MIL en de voorlichting van de Koninklijke Luchtmacht leren dat op het bewuste tijdstip geen radarreflecties zijn waargenomen in de omgeving van Texel. Daarmee vervalt de mogelijkheid van een normaal (Nederlands-) militair toestel dat de geluidsbarrière

heeft doorbroken. Blijft over een militair toestel dat zich onzichtbaar voor radarstraling voortbeweegt.

Op dinsdag pakt de Leeuwarder courant het verhaal van de Aurora op. Op donderdag komt de Volkskrant nog met het beeld dat alles bijzonder onduidelijk is en een meteorietval toch wel het meest voor de hand ligt. Haak houdt de 'onwaarschijnlijke meteoriet hypothese' voorlopig maar overeind.

### Vrijdag 28 augustus : de ontmaskering van de dader.

De apotheose volgt op vrijdag 28 augustus bij het KNMI als Hein Haak van de Seismologische dienst van het KNMI, Theo Jurriens van de Rijks Universiteit Groningen, Niek de Kort van het Meteorieten Documentatie Centrum en Casper ter Kuile namens het team van de Dutch Meteor Society bij elkaar komen en na een vijf uur durende discussie gezamenlijk een persverklaring opstellen waarin een supersoon vliegtuig verantwoordelijk wordt gehouden voor de klap van Friesland. Derhalve geen meteoriet inslag en ook geen ruimteschroot.

### Analyse van de waarnemingen

#### De weersgesteldheid boven Nederland.

We gaan nu dieper in op een aantal aspecten van het onderzoek. Allereerst is van belang hoe de weersgesteldheid boven Nederland was tijdens de vermeende vuurbol. De meteogegevens van woensdagavond 19 augustus op pagina 705 van Teletext geven het volgende beeld: De meeste stations melden op 20<sup>h</sup>00<sup>m</sup> en 22<sup>h</sup>00<sup>m</sup> een half tot zwaar bewolkte hemel. De meteoplots van Meteo Schiphol geven aan dat in een groot deel van Nederland sprake is geweest van cirrusbewolking. Op een aantal plaatsen is tevens alto- en/of stratocumulus aanwezig.

Via Jacob Kuiper hebben we de beschikking gekregen over satellietbeelden van 12<sup>h</sup>00<sup>m</sup>, 15<sup>h</sup>00<sup>m</sup> en 24<sup>h</sup>00<sup>m</sup>. Deze beelden geven aan dat het boven Nederland over het algemeen slechts licht tot half bewolkt is geweest op de bewuste avond.

Van station De Bilt zijn tevens beschikbaar de verticale temperatuurprofielen van 19<sup>h</sup>31<sup>m</sup> en 1<sup>h</sup>11<sup>m</sup>. Uit die metingen volgt dat er later in de avond en nacht een inversie is ontstaan op circa 300 meter hoogte. Te De Bilt bedraagt het temperatuurverschil tussen aardoppervlak en inversie om 1<sup>h</sup>11<sup>m</sup> ongeveer twee graden. In Leeuwarden blijkt het temperatuurverschil tussen aardoppervlak en de inversie om 22<sup>h</sup>30<sup>m</sup> ongeveer vijf graden te zijn. De uitstraling te Leeuwarden is blijkbaar groter dan die te De Bilt. Dit betekent dat er boven Leeuwarden minder bewolking aanwezig is dan boven De Bilt.

Bij de telefonische interviews wordt specifiek gevraagd of sterren zichtbaar waren. Zulks was het geval in Groningen (van der Wiel: Grote Beer), Lemmer (mevr. Hendrix), Texel (kennissen van Carl Johannink), Hengelo (Ben Kokkeler: helder), Steenwijk (Jacob Kuiper: helderste sterren zichtbaar), Spier (Waaiburg) en Doornspijk (Bos: heilig, sterren in het zenit te zien). Dat daarnaast ook een satelliet van 22<sup>h</sup>05<sup>m</sup> tot 22<sup>h</sup>15<sup>m</sup> door een aantal personen is opge-

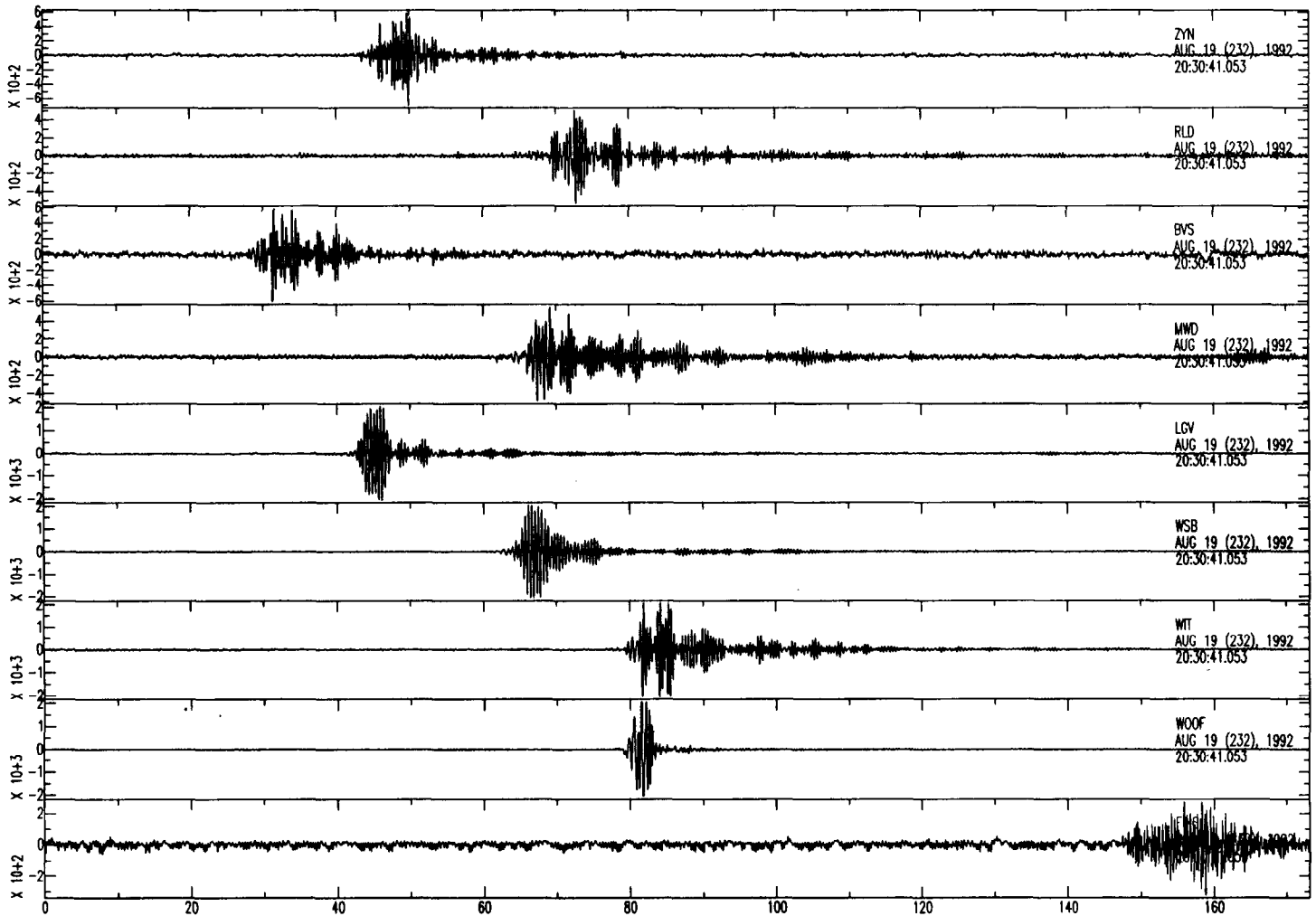


Figure 1: *Seismische registraties verschillende KNMI meetstations. op 19 augustus 1992 omstreeks 20<sup>h</sup>32<sup>m</sup> UT.*  
 Bron : Dr.H.Haak, Seismologische Dienst KNMI.

merkt duidt op een min of meer onbewolkte hemel. Dit geldt evenzo voor de heldere meteor die door een aantal waarnemers is gerapporteerd. We moeten concluderen dat een eventuele vuurbol vanuit een groot aantal plaatsen in Nederland waargenomen had moeten zijn, ook door de cirrusbewolking heen.

#### Mogelijke terugkeer van een satellietfragment

Hein Haak heeft contact opgenomen met het volgstation voor satellieten van de PTT in het Friese plaatsje Burum. Er zijn door het grondstation geen storingen in de verbindin-

gen gesignaleerd. Zo'n storing kan het gevolg zijn van een ionisatiespoor dat door een meteoriet gedurende korte tijd in de atmosfeer wordt achtergelaten.

Terugkerende onderdelen van satellieten zijn tegenwoordig aan de orde van de dag, maar wel op wereld schaal. De kans dat een onderdeel van een satelliet boven een klein land als Nederland naar beneden komt is klein. Heel weinig van de meteoren 's-nachts zijn het gevolg van in de dampkring terugkerend ruimteschroot. Evenals bij meteorieten is ook hier sprake van ionisatie en dus van een vuurbol waarbij de helderheid afhangt van de grootte van het fragment en het materiaal waaruit het is opgebouwd.

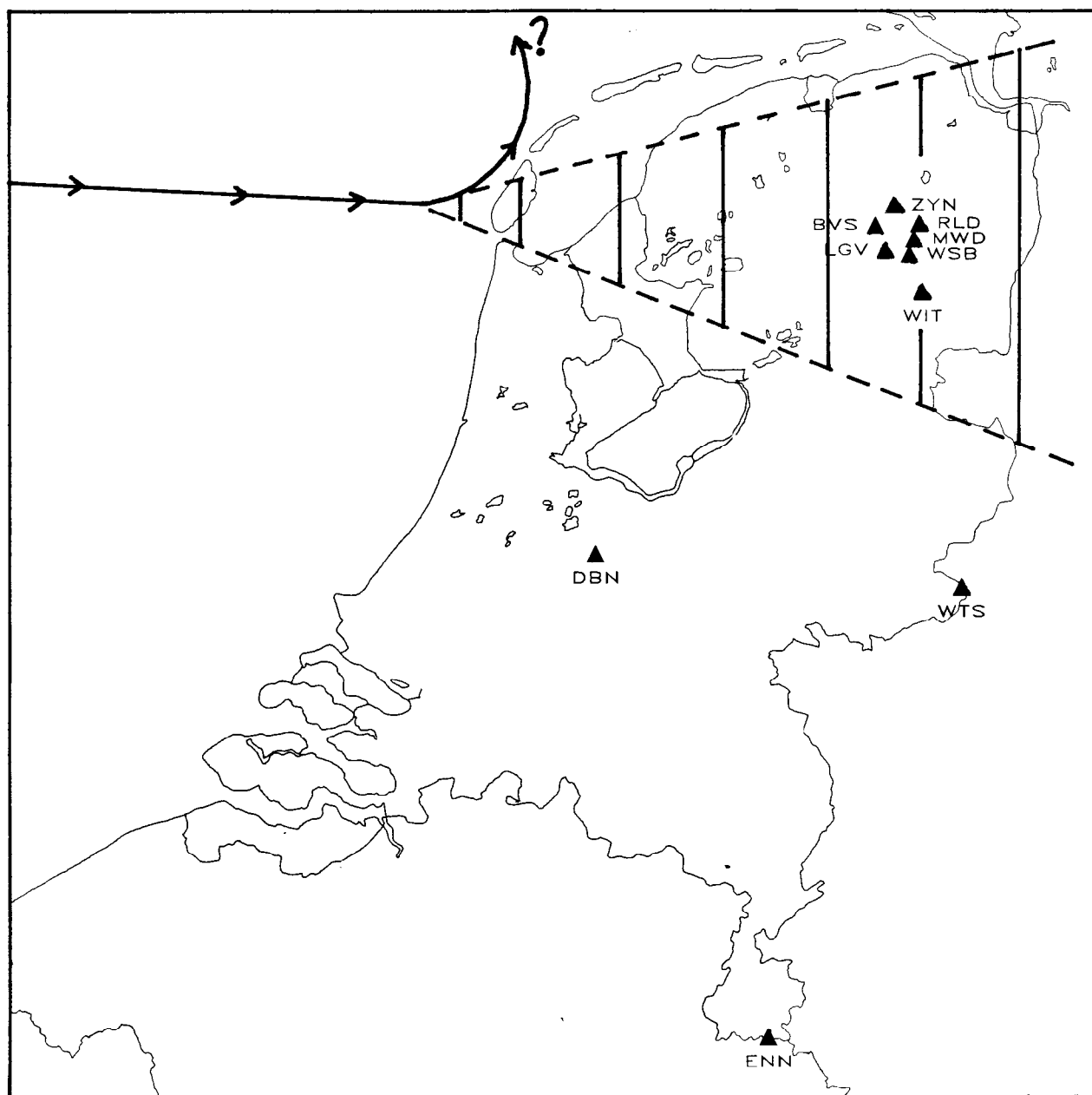


Figure 2: Kaart van Nederland met de coördinaten van de seismische stations in Nederland en de lokaties van het bronpunt.  
Bron : Dr.H.Haak, Seismologische Dienst KNMI

Aangezien er bij de schok- en geluidsgolf geen lichtverschijnselen zijn waargenomen moeten we er van uitgaan dat er geen ruimteschroot boven Texel in de dampkring is teruggekeerd. De Europese ruimtevaartorganisatie ESA te Darmstadt houdt het aantal objecten dat rond de aarde cirkelt voortdurend in de gaten. Theo Jurriens heeft bij de ESA in Darmstadt navraag gedaan of er objecten zijn terugge-

keerd in de dampkring. Er blijken twee objecten te zijn teruggekeerd die echter niet de trillingen kunnen verklaren boven het noorden van Nederland. Contacten met de Belgische VVS Werkgroep Kunstmanen en de Nederlandse Werkgroep Kunstmanen van de NVWS (Leo Barhorst) hebben niet geleid tot een identificatie van de satelliet die door de waarnemers werd gerapporteerd.

## De geluidwaarnemingen

Veel waarnemers in de zuidwest hoek van Friesland (het gebied ingesloten door Bolsward, Sneek, Joure het IJsselmeer en de Afsluitdijk) horen een knal en voelen gelijktijdig een schokgolf: Trillende ramen, deuren, bloemenvazen, zonneweringen, etc., worden gerapporteerd. Mensen gaan zelfs de straat op, en er lijkt sprake van onrust. Alle 06-11 meldingen worden automatisch doorgegeven aan het politiebureau te Leeuwarden. De vloed aan meldingen voorkomt een nauwkeurig vastleggen van informatie. De volgende dag wordt zulks wel gedaan.

Uit de gegevens nagetrokken door Theo Jurriens blijkt dat de schok het gehele noorden van Nederland bestreken moet hebben. Alleen uit het gebied rond Leeuwarden zijn relatief weinig meldingen binnengekomen. De zuidelijke begrenzing van het golffront ligt ongeveer langs de lijn Schagen-Enkhuizen-Emmeloord-Meppel-Coevorden. De noordelijkste waarnemer is uit West-Terschelling (de heer Balema) en naar verluidt is ook te Ameland geluid gehoord. Kennissen van Carl Johannink houden vakantie op het eiland Texel op een camping nabij het plaatsje Midden-Eierland. De vrouw neemt een langzaam opzwellend geluid waar, eindigend met een korte plof. Het is een heel zacht geluid. De man hoort niets. Beiden voelen een drukgolf en een trilling aan de grond. De satelliet van 22<sup>h</sup>15<sup>m</sup> wordt ook hier waargenomen. Carl zelf bevindt zich in Callantsoog en meldt daar geen schokken of geluiden te hebben waargenomen. Prof. de Jager meldt vanaf een locatie nabij het plaatsje Den Hoorn op Texel een tijd van 22<sup>h</sup>25<sup>m</sup>56<sup>s</sup>. De heer Holtrop rapporteert een tijd van 22<sup>h</sup>28<sup>m</sup> vanuit Oudehorne nabij Gorredijk in Friesland (Telegraaf 21/8/92). De heer Ligter in Amen (Drente) bevestigt de KNMI registratie: 22<sup>h</sup>31<sup>m</sup>. Terwijl hij een café in wil lopen wordt de deur door een drukgolf voor hem dichtgeduwd. Sterke trillingen houden zes tot tien seconden aan. De heer Balema op Terschelling hoort, terwijl hij TV kijkt, een geluid alsof een grote stapel hout in elkaar stort. Bij Spier in Drente wordt door Mevr. van Waaienburg een gerommel waargenomen. Twee tot drie seconden ervoor was een kort oplichten van de hemel gezien, maar dat kan niets met het geluid te maken hebben (dat er immers minuten over doet om in Drenthe te arriveren). Het gerommel komt uit het westen. Andere kampeerdere hebben naar verluidt de schok gevoeld. De klap zou bijzonder luid zijn geweest in Zuid Friesland. D. Algra uit Balk meldt een dreun en vervolgens een vier seconden lang narommelen. Vliegtuigbemanningen hebben geen meldingen van opmerkelijke verschijnselen doorgegeven aan de dienstdoende meteoroloog van Meteo Schiphol (melding via Jacob Kuiper). Niemand meldt scherpe knallen. Overall is sprake van een dreun en zeker narommelen. Dit wijst op een bron op grote afstand.

## Registraties door de seismometers van het KNMI

We beschikken niet alleen over subjectieve waarnemingen door personen maar ook over objectieve metingen door in-

strumenten. Het KNMI heeft rond Assen een zevental seismometers opgesteld die tot doel hebben grondverzakkingen als gevolg van de gaswinning door de NAM te kunnen vaststellen. Het zijn deze seismometers die de luchtdruk golf indirect hebben geregistreerd.

Een voorbeeld van zo'n registratie van het station te Witteveen is weergegeven in figuur 1.

De seismologen van het KNMI toonden vrijwel direct na de 'beving' aan dat hier sprake is geweest van een luchtdruk golf in plaats van een 'ordinaire' aardbeving. Aardbevingsgolven planten zich voort door de aardkorst met een snelheid van circa 5000 km/uur terwijl een schokgolf zich door de atmosfeer voortplant met een snelheid van circa 1000 km/uur. Uit het tijdsverschil waarop de schokgolf bij de seismometers arriveert kunnen de seismologen van het KNMI vaststellen dat het in dit geval een schokgolf is geweest die zich via de lucht heeft verplaatst.

Uit de golfvorm, de frequentie en de variatie daarin (het zogeheten spectrum) kan veel informatie worden gehaald. Van 'sonic booms' veroorzaakt door supersoon vliegverkeer zijn nauwkeurige registraties beschikbaar. Een 'sonic boom' wordt gekenmerkt door de karakteristieke N-golf veroorzaakt door het vleugelprofiel van het vliegtuig. Door de grote afstand tussen de seismische stations en het bronpunt is de N-golf sterk vervormd en niet meer in het spectrum te traceren. Wel is de kenmerkende golfduur van circa 300 milliseconde in het spectrum zichtbaar. Er wordt 3 minuten en 40 seconden na de eerste klap nog een zwakkere dreun vastgelegd. Deze laatste registratie is een reflectie van de schokgolf tegen de hogere lagen van de aardse dampkring op circa 75 kilometer hoogte. De seismometers van het KNMI te De Bilt en Winterswijk hebben de schokgolf niet geregistreerd. Hieruit valt te beredeneren dat de schokgolf tamelijk scherp begrensd is geweest en ten noorden van de lijn De Bilt - Winterswijk over Nederland is getrokken.

## Radarwaarnemingen

Hein Haak neemt contact op met de luchtverkeersleiding van Eurocontrol te Limburg en verneemt dat men daar op de avond van 19 augustus meerdere radarreflecties heeft waargenomen. Een lijst met radarreflecties wordt aan Haak toegezonden. Rond 22<sup>h</sup>25<sup>m</sup> zijn ten westen van Texel geen reflecties geregistreerd. Later belt ook Casper ter Kuile met Eurocontrol, die hem voor nadere informatie doorstuurt naar Dutch MIL, de grote radarpost van het Ministerie van Defensie te Nieuw Millingen op de Veluwe. Het gesprek met Dutch MIL levert geen resultaat op. Eventuele gegevens zijn wel te achterhalen maar alleen via een opdracht van de voorlichting van de Koninklijke Luchtvaart te Den Haag. Dutch MIL geeft nog de volgende aanvullende informatie: militaire toestellen mogen buiten 30 mijl uit de kust en boven 35000 voet (= 12 km) met supersone snelheden vliegen.

Woensdag 26 augustus belt de voorlichting van de Koninklijke Luchtmacht terug en meldt niets op de radar gezien te hebben. Er dient op deze plaats op gewezen te worden dat er tegenwoordig militaire vliegtuigen bestaan die vrijwel geen radarreflectie geven. Een recente versie van zo'n geheim (Amerikaans) toestel wordt aangeduid met de code-

naam Aurora. Dit vliegtuig kan onopgemerkt voor de radar naderen maar kan zijn aanwezigheid wel verraden indien het een 'sonic boom' produceert wanneer het supersoon vliegt. Hein Haak heeft nagegaan dat de Frans-Britse Concorde niet in de buurt was op het moment van de 'sonic boom'. Theo Jurriens heeft contact gezocht met de NAVO-basis in Schotland vanwaar vermoed wordt dat het vliegtuig (de Aurora) wel eens gesignaleerd is. Men ontkent dat het bewuste vliegtuig bestaat en dat het dus niet de oorzaak kan zijn geweest van de 'sonic boom' in Noord-Nederland.

### Schatting coördinaten bronpunt

#### Reflectie van de geluidsgolven tegen grondoppervlak en inversielaag

Met alle tijdsbepalingen kan in theorie de locatie van het bronpunt worden berekend. Het is dan wel nodig een schatting te maken van de geluidssnelheid. Deze is afhankelijk van de hoogte van het bronpunt, de weersituatie en de afgelegde weg van het geluid.

Voor een nadere beschouwing van de door de schokgolven afgelegde weg gaan we ervan uit dat het bronpunt gelegen is enige kilometers ten westen van het eiland Texel. Deze locatie wordt aannemelijk gemaakt in de berekening verderop in dit artikel. Het front van de druk- en geluidsgolf beweegt zich in oostelijke richting naar het vasteland toe. Volgens de meteogegevens is het boven Noord-Nederland redelijk helder zodat het aardoppervlak sneller afkoelt dan de luchtlag daarboven. Als gevolg daarvan ontstaat in de loop van de avond een inversielaag op zo'n 300 meter boven het aardoppervlak. Deze inversielaag werkt als een reflectielaag voor geluidsgolven. Door de meervoudige reflecties tussen aardoppervlak en inversielaag verzwakt de geluidsgolf relatief weinig. Dit is de reden dat de geluidsgolf ook ver in het binnenland nog wordt opgemerkt.

Voorbeelden van dit type natuurkundig verschijnsel zijn b.v. de schietoefeningen door de landmacht in Oldebroek op de Veluwe die 70 km verder in De Bilt nog hoorbaar kunnen zijn. Ook is het bekend dat de bombardementen op Londen in de tweede wereldoorlog soms in het westen van Nederland hoorbaar zijn geweest. Hiermee is aannemelijk gemaakt dat, onder gunstige weerkundige condities, een schok- c.q. geluidsgolf over een afstand van vele tientallen kilometers waarneembaar kan zijn.

#### Een schatting van de geluidssnelheid

Bij de bepaling van het bronpunt is het van belang de geluidssnelheid nauwkeurig te kennen. Dit is temeer belangrijk omdat de seismische stations van het KNMI rond Assen relatief dicht bij elkaar liggen ten opzichte van de afstand tot het bronpunt. Een kleine fout in de geluidssnelheid heeft al snel een grote fout in de lokatie van het bronpunt tot gevolg. We zijn er bij de berekeningen vanuitgegaan dat het bronpunt zich op 10 kilometer hoogte bevindt omdat dit een gebruikelijk vlieghoogte is.

De geluidssnelheid bij 20°C en op zeeniveau bedraagt 342 m/s. De geluidssnelheid is evenredig met de wortel uit de absolute temperatuur. De temperatuur neemt geleidelijk af

Nr.	Naam	Code	Lengte	Breedte	Tijdstip
1	Bovensmilde	BVS	6°27'	52°59'	22 <sup>h</sup> 31 <sup>m</sup> 11 <sup>s</sup> ,3
2	Laaghalerveen	LGV	6°30'	52°55'	22 <sup>h</sup> 31 <sup>m</sup> 22 <sup>s</sup> ,7
3	Marwyksoord	MWD	6°38'	52°57'	22 <sup>h</sup> 31 <sup>m</sup> 47 <sup>s</sup> ,8
4	Rolde	RLD	6°39'	53°00'	22 <sup>h</sup> 31 <sup>m</sup> 51 <sup>s</sup> ,7
5	Westerbork	WSB	6°36'	52°55'	22 <sup>h</sup> 31 <sup>m</sup> 44 <sup>s</sup> ,2
6	Witteveen	WIT	6°40'	52°48'	22 <sup>h</sup> 32 <sup>m</sup> 01 <sup>s</sup> ,6
7	Zeyen	ZYN	6°32'	52°03'	22 <sup>h</sup> 31 <sup>m</sup> 27 <sup>s</sup> ,8
8	Texel	TEX	4°43'	53°01'	22 <sup>h</sup> 31 <sup>m</sup> 56 <sup>s</sup> ,0

Table 1: Seismische stations KNMI met tijdstippen aankomst schokgolf.

met toenemende hoogte. Bij het schatten van de geluidssnelheid houden we rekening met de reflectie tegen het grondoppervlak en tegen de inversielaag boven het vasteland. De afstand tussen bronpunt en Sneek bedraagt 60 km. Op een hoogte van 10 kilometer, bij een temperatuur van -50°C, is de geluidssnelheid 300 m/s. De gemiddelde geluidssnelheid vanaf een punt op 10 km hoogte tot het aardoppervlak is dan 320 m/s. De gemiddelde temperatuur over het traject Sneek - Assen bedraagt circa 290 K. De geluidssnelheid over dit traject is: 342 m/s. De druk- en geluidsgolf beweegt zich op dit traject door de onderste 300 meter van de atmosfeer. De top van de inversie ligt rond 22<sup>h</sup>30<sup>m</sup> ongeveer op 300 meter boven het aardoppervlak. Voor de gemiddelde geluidssnelheid over het traject bronpunt tot Assen vinden we 331 m/s. De geluidsgolf zal het eiland Texel via een rechte lijn hebben bereikt. Voor de geluidssnelheid wordt in dit geval een waarde van 320 m/s aangenomen.

#### Berekening coördinaten bronpunt

Voor de berekeningen is gebruik gemaakt van de registraties van de seismische stations van het KNMI die staan opgesteld rond Assen. Voor het tijdstip waarop de schokgolf de seismometer bereikt is die uitslag aangenomen die significant boven het ruisniveau uitkomt. Tabel 1 vat alle posities van de seismische stations en tijdstippen waarop het schokfront bij de stations arriveert samen. Het bronpunt wordt nu bepaald door te zoeken naar de beste positie voor een aangenomen geluidssnelheid van 320 m/s.

Er kan voor wat betreft de ligging van het bronpunt beter gesproken worden van een waarschijnlijkheidsverdeling. Dit kan inzichtelijk gemaakt worden door het gebied waarin het bronpunt kan liggen uit te beelden in de vorm van een ellips. Deze ellipsoïde ligt niet in een plat vlak maar maakt een hoek met de horizontaal.

Indien we een hoogte aannemen van 12.000 meter als de meest waarschijnlijke dan vinden we een lokatie met de coördinaten:

Topografische X-coördinaat = 110.000 m

Topografische Y-coördinaat = 561.900 m

Geografische lengte-coördinaat = 4°43'

Geografische breedte-coördinaat = 53°03'

Tijdstip bron 22<sup>h</sup>25<sup>m</sup>18<sup>s</sup>

In figuur 2 is een kaart van Nederland opgenomen waarin aangegeven de coördinaten van de seismische stations in

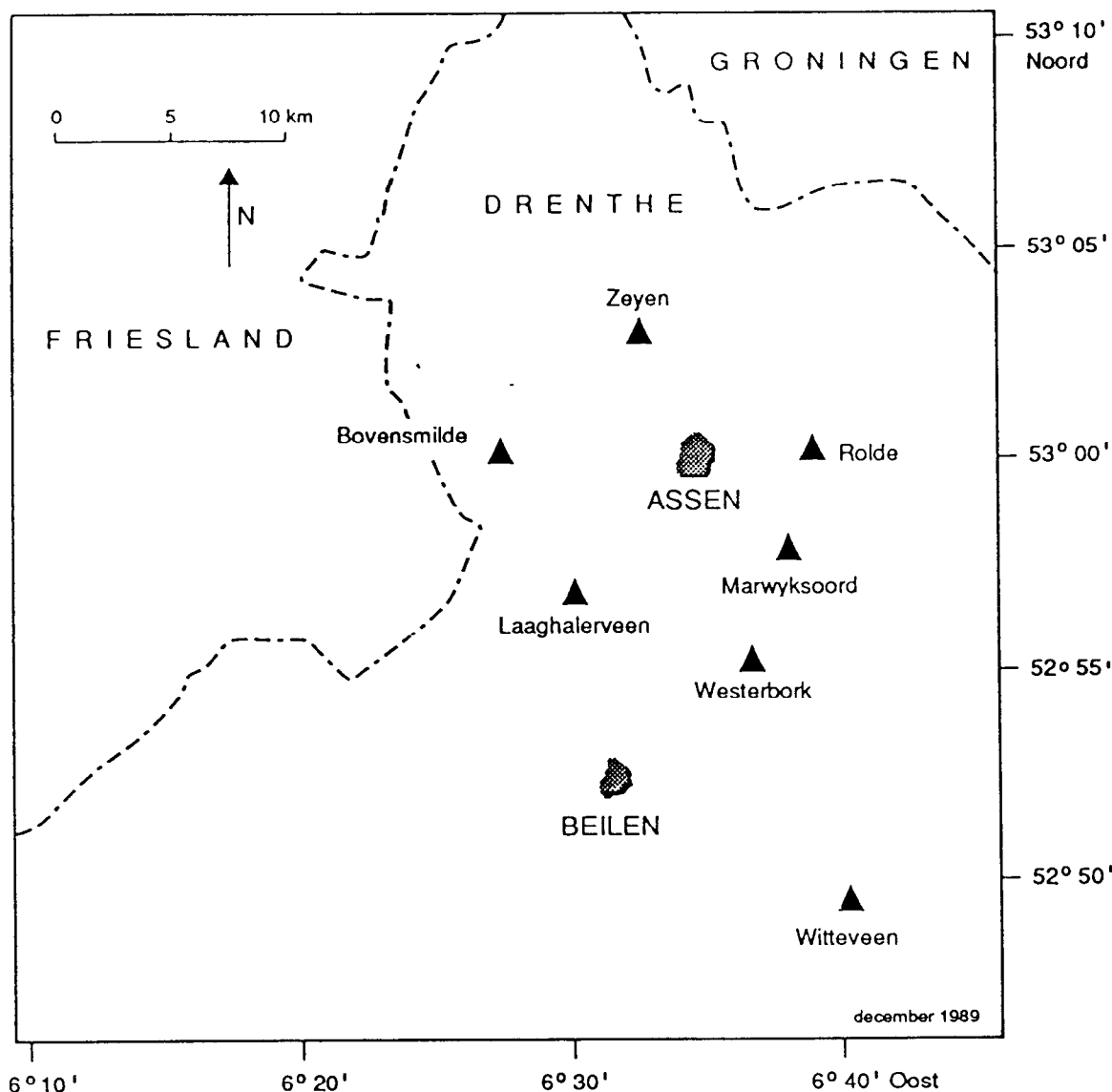


Figure 3: *Netwerk seismometers rond Assen. Seismologische Dienst KNMI.*

Nederland en de lokaties van het bronpunt.

Enige opmerkingen bij de nauwkeurigheid van de berekeningen. De grootste noord-zuid afstand tussen de meetpunten van het KNMI-netwerk rond Assen bedraagt 25 kilometer. De gemiddelde afstand van de seismische stations tot het bronpunt is circa 120 kilometer. Daaruit volgt dat de richting (het azimuth) van de geluidsgolf binnen een enkele graad nauwkeurig valt te bepalen. De nauwkeurigheid waarmee de lengtecoördinaat bepaald kan worden ligt in de orde van 25 kilometer (lengte van de ellips). Van groot belang hierbij is de nauwkeurigheid van het door de Jager opgegeven tijdstip en de schatting van de geluidssnelheid. Uit het voorgaande volgt dat het tijdstip van de bron ligt tussen  $22^{\text{h}}24^{\text{m}}$  en  $22^{\text{h}}26^{\text{m}}$ . Evenzo zit er een flinke onnauwkeurigheid in de hoogte van het bronpunt. Meest waarschijnlijk ligt dit tussen 5000 en 30000 meter (eindpunten ellips). Dhr. Haak van het KNMI heeft soortgelijke

	Westelijk	Oostelijk punt
Gemiddelde geluidssnelheid	326 m/s	337 m/s
Geogr. lengte coördinaat	$4^{\circ}25'$	$4^{\circ}47^{\text{m}}$
Geogr. breedte coördinaat	$53^{\circ}04'$	$53^{\circ}03'$
Topo- X-coördinaat bronpunt	90.000 m	114.000 m
Topo- Y-coördinaat bronpunt	563.500 m	561.700 m
Hoogte bronpunt	28.000 m	5.500 m
Azimuth bronpunt	$274^{\circ}$ (N = 0)	$274^{\circ}$ (N = 0)
Tijdstip bron	$22^{\text{h}}24^{\text{m}}02^{\text{s}}$	$22^{\text{h}}25^{\text{m}}36^{\text{s}}$

Table 2: *Locatie van de ellipsoïde.*

berekeningen voor de lokatie van het bronpunt uitgevoerd. Bij een aangenomen geluidssnelheid van 320 m/s vindt Haak een bronpunt op  $53^{\circ}10^{\text{m}}$  NB en  $4^{\circ}$  OL. Het azimuth ligt op  $280^{\circ}$ .



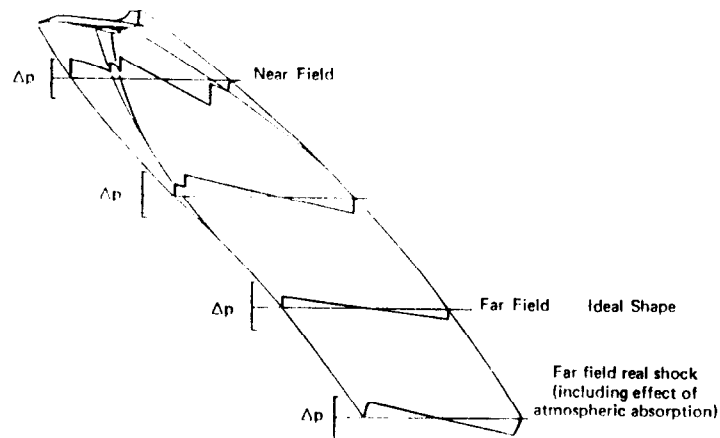


Figure 4: Ontwikking van een N-golf van dichtbij naar grote afstand. Naar [4]

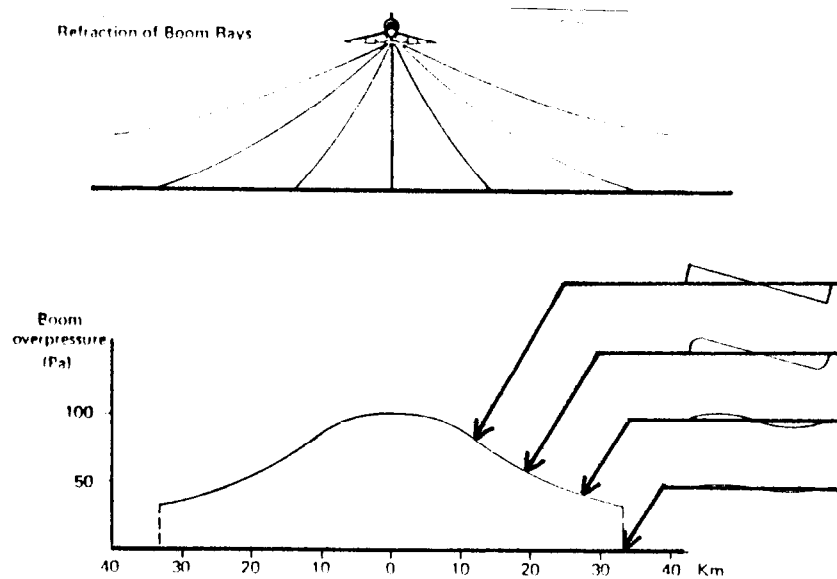


Figure 5: Sterktevariaties van een luchtdruk golf op de grond als functie van de afstand tot het spoor. Naar [4]

### Trajekt van het vliegtuig.

Wij gaan er vanuit dat een vliegtuig verantwoordelijk is voor de waargenomen schok- en geluidsgolf. De vraag kan gesteld worden waar het toestel vandaan kwam en in welke richting het voortbewoog. De boeggolf van een vliegtuig in de lucht lijkt sterk op die van een schip in het water. De snelheid waarmee de boeggolf zich zijwaarts verplaatst is altijd gelijk aan de geluidssnelheid. Indien het vliegtuig langzamer vliegt dan de geluidssnelheid beweegt het schokfront zich voor het vliegtuig uit. Vliegt het toestel met de geluidssnelheid dan hoopt de geluidsenergie zich op vlak voor het toestel. Het is deze opeenhoping van geluidsenergie die een forse 'sonic boom' tot gevolg kan hebben. De sterke schok- en geluidseffecten in zuid-west Friesland zouden als volgt kunnen worden verklaard. Een vliegtuig vliegt enige tijd boven de Noordzee van west naar oost in de richting van Texel met een snelheid die ongeveer gelijk is aan de geluidssnelheid. Het is vliegtuigen niet toegestaan om boven het vasteland van Europa supersoon te vliegen. Het toestel zal dus moeten

afbuigen naar het noorden waar het boven de Noordzee supersoon mag vliegen. Het schokfront gaat echter rechtdoor en raakt in zuid-west Friesland het aardoppervlak. Vandaar beweegt het schokfront zich via meervoudige reflecties tussen aardoppervlak en inversielaag verder naar het oosten. Vermoedelijk zal het vliegtuig tijdens het maken van de bocht naar het noorden lager dan de geluidssnelheid hebben gevlogen. Dit zou een verklaring kunnen vormen voor het feit dat uit de noord-west hoek van Friesland weinig waarnemingen zijn binnengekomen.

Dr. Haak van het KNMI geeft een andere verklaring voor de 'dreun van Friesland'. Het bewuste vliegtuig zou uit het zuiden komen en met een snelheid van ongeveer mach 3 naar het noorden vliegen. Via een speciaal voor dit geval ontwikkeld wiskundig model kan Haak aantonen dat er een focusering van de schok- en geluidsgolf plaatsvindt boven zuid-west Friesland indien het toestel een lichte bocht beschrijft langs de Nederlandse kust naar het noord-oosten. Het zal duidelijk zijn dat het laatste woord over het door het vliegtuig beschreven traject nog niet is gevallen.

## Conclusies

Een samenvatting van de waarnemingen en de redenering die leidt tot het verwerpen van de meteoriettheorie.

- De drukgolf met bijbehorende geluidseffecten van deze 'explosie' wordt waargenomen door een groot aantal personen in de zuid-westhoek van Friesland. Er komen ook meldingen binnen uit Drenthe, Groningen, Texel en de kop van Noord-Holland. In totaal zijn bij het KNMI en de Leidsche Sterrenwacht circa 200 meldingen binnengekomen. De schokgolf en geluidseffecten zijn het sterkst waargenomen in Z-W Friesland.
- Slechts weinig waarnemers nemen een vuurbol waar. Wat er aan visuele waarnemingen binnenkomt blijkt bij navraag niet betrekking te hebben op de 'explosie' maar merendeels op een overkomende satelliet en een gewone heldere meteor.
- In Noord-Nederland is het helder geweest waaronder eveneens het eiland Texel. Verder zijn ook flinke delen van Oost-Nederland min of meer onbewolkt geweest. Vanuit die gebieden had een heldere vuurbol zeker gerapporteerd moeten worden.
- Vergelijking met de Glanerbrug leert dat die vuurbol over grote delen van Nederland is waargenomen terwijl die vuurbol circa 10 minuten na zonsondergang is verschenen.
- Het tijdstip van de 'Friesland' was buitengewoon gunstig gelegen in de avond. Het was een zwoele zomeravond, zeker in Noord- en Oost-Nederland. Vele mensen genoten nog van hun vakantie en zaten buiten in de tuin, op terrasjes, op de camping of lieten de hond uit. Kortom: er moeten vele duizenden mensen buitenshuis in de open lucht zijn geweest.
- Van de duizenden mensen die onder een min of meer heldere hemel buiten hebben gezeten moet minimaal 10% en waarschijnlijk wel 25% de zeer heldere vuurbol hebben gezien.
- Stel dat van dit aantal mensen enkele procenten de media, politie, KNMI, Volkssterrenwachten en andere publieke instellingen inlicht. Dat impliceert dat de telefoons bij b.v. het KNMI en de Leidsche Sterrenwacht roodgloeiend moeten hebben gestaan met meldingen over een waargenomen vuurbol. Dit laatste is niet het geval geweest.
- Wel vele waarnemingen over de schokgolf en de geluidseffecten. Gelardeerd met (bij-) verschijnselen als trillende ramen en deuren, omvallende bloempotten en visen die uit aquaria springen ...

Uit het bovenstaande moeten we besluiten dat het onbekende object geen meteorietval betreft. Daarmee is ook de mogelijkheid van in de atmosfeer terugkerend ruimteschroot verworpen. Deze terugkeer heeft visueel ongeveer dezelfde kenmerken als de val van een meteoriet. Ook het binnentreden in de dampkring van een kleine komeetkern moet worden uitgesloten.

Een zuiver meteorologisch verschijnsel dient ook te worden uitgesloten daar Nederland zich toen in een weerkundig gesproken rustige periode bevond. Onweer is niet gemeld.

Rest slechts de ongeveer enig overgebleven mogelijkheid van een vliegtuig dat de geluidsbarrière heeft doorbroken. Een toestel van de burgerluchtvaart valt uit te sluiten omdat deze niet harder vliegen dan de geluidssnelheid. De Concorde uitgezonderd maar deze begeeft zich niet boven de Noordzee. Blijft over een militair toestel. Er zijn dan drie opties mogelijk.

- Er is een Nederlands vliegtuig (b.v. een F-16) door de geluidsbarrière gegaan. Aan deze theorie kleeft het nadeel dat er geen dwingende reden is om dit voorval te verzwijgen nu de koude oorlog voorbij is. Er zijn per slot van rekening geen slachtoffers of gewonden gevallen. De piloot zou een 'reprimande' krijgen waarmee de zaak is afgedaan.
- Het kan een buitenlands toestel zijn dat door de geluidsbarrière is gegaan. Zolang dat toestel zich buiten de 30 mijls zone bevindt is er geen reden om dit voorval geheim te houden.
- Derde, en meest waarschijnlijke, mogelijkheid is dat de Nederlandse luchtmacht werkelijk niets heeft gezien op de radar. We hebben dan te maken met een geheim militair toestel dat onzichtbaar is voor de radar. De Amerikaanse Aurora is zo'n toestel. Echter, de Amerikaanse regering zal zeker niet bevestigen, dat zij met een dergelijk toestel even ten westen van Texel door de geluidsbarrière is gegaan.
- Rest nog de vrijwel uit te sluiten mogelijkheid dat er inderdaad geen vliegtuig door de geluidsbarrière is gegaan. Dit plaatst ons dan wel voor de grote vraag hoe de schokgolf en geluidseffecten dan wel zijn te verklaren.

## Conclusies

Strikt gesproken is (en blijft) het object ongeïdentificeerd. Desondanks beschikken we over goede aanwijzingen dat het object van Friesland een geheim, voor de radar onzichtbaar, militair toestel van niet Nederlandse oorsprong is geweest dat even ten westen van Texel door de geluidsbarrière is gegaan. De bevestiging van deze conclusie zou nog wel eens lang op zich kunnen laten wachten.

## Evaluatie

Een ding is zeker: allen die zich met de UBO (Unidentified Booming Object) van Friesland hebben beziggehouden hebben veel geleerd. Onze kennis over de voortplanting van geluids- en schokgolven door de atmosfeer is sterk vermeerderd. Het gebeuren vertoont in een aantal opzichten grote gelijkenis met de Glanerbrug. Zeker op organisatorisch vlak hebben we de opgedane kennis van de Glanerbrug goed in praktijk kunnen brengen. Dit keer speelde de Seismologische afdeling van Hein Haak van het KNMI een onmisbare rol in het 'plot'. Het blijkt dat het KNMI een onmisbaar instituut is bij verschijnselen die zich in de atmosfeer afspelen. Het KNMI kan snel inzicht verschaffen over de weerkundige situatie boven Nederland. Indien er iets merkwaardigs in de lucht wordt waargenomen weet het publiek het KNMI altijd te vinden. Het is dus van erg veel belang goede contacten te onderhouden met de medewerkers van het KNMI. Het zou

een goede zaak zijn een soort van 'draaiboek' op te stellen waarin staat beschreven wat te doen na een meteorietval of een ander vergelijkbaar verschijnsel. In het geval van de meteoriet gaat het erom deze zo snel als mogelijk is bij een universiteit te krijgen die gammaspectrometrische metingen kan verrichten.

Dankzij snelle contacten met politie, media en het KNMI was het mogelijk al na twee dagen een meteorietval uit te sluiten. Na een week kon ook de meest waarschijnlijke oorzaak worden aangegeven. Het lijkt erop dat wanneer er werkelijk een meteoriet in Nederland neerkomt er snel en adequaat gehandeld kan worden door gebruik te maken van de goede contacten die tijdens de Glanerbrug en nu bij de dreun boven Friesland zijn gelegd.

Al zijn we dan ook niet getuige geweest van de val van een meteoriet, het gebeuren is daarom niet minder interessant gebleken. We hebben er veel van geleerd en we hebben ons zelfs even allures aangemeten van een echte Sherlock Holmes!

### Dankbetuigingen

Dr. Hein Haak van de Seismologische afdeling van het KNMI speelde een centrale rol in het verloop van het onderzoek. Dhr. Haak ontpopte zich in de loop van de tijd als de centrale coördinator. Op zijn afdeling kwamen vele waarnemingen binnen, berekeningen werden uitgevoerd, conclusies werden getrokken en persverklaringen werden uitgegeven. Met hem zijn zeer plezierige contacten gegroeid. De politie van Leeuwarden, dhr. Bekema en Dhr. Bruinsma, zorgden voor een snel doorgeven van de waarnemingen aan ieder die daar belangstelling voor had. Dhr. Olghorst van de politie te Ruurlo trad doeltreffend op toen een vallend brok ijs werd gemeld. Jacob Kuiper (meteoroloog bij het KNMI) stelde satellietfoto's beschikbaar en gegevens over de aard en hoeveelheid bewolking die zich boven Noord-Nederland bevond op het tijdstip van de explosie. Frits van den Berg van de Natuurkundewinkel te Groningen die uitgebreide voorlichting verzorgde over het gedrag van geluidsgolven door de atmosfeer speciaal met betrekking tot supersonische knallen. Wij zijn dank verschuldigd aan Mathieu Pruppers en Paul Uyt de Haag voor het nauwgezet doornemen en becommentariëren van dit artikel. Ook geldt onze dank aan Theo Juriens (Kapteyn sterrenwacht Groningen), Henk Nieuwenhuis (planetarium Franeker), Leo Barhorst (werkgroep Kunstmannen der NVWS) voor informatie over de satelliet die over Nederland bewoog. Eurocontrol te Beek (Zuid-Limburg), Dutch MIL te Nieuw Millingen en de Luchtmacht voorlichting te Den Haag voor radargegevens over rondvliegende (militaire) toestellen op de bewuste datum en tijdstip. Het onderzoek zou niet mogelijk zijn geweest zonder de steun van de Sterrenwacht Leiden en met name van Els Zikken en Marion Blonk die de stroom berichten op het secretariaat in overzichtelijke banen leidden.

We zijn ook dank verschuldigd aan vele vertegenwoordigers van de landelijke pers, de overheid en de andere vrijwilligers van de Dutch Meteor Society team, met name aan Marc de Lignie, Carl Johannink, Hans Betlem, Jos Nijland, Erik Kelderman en Marco Langbroek.

## Referenties

- [1] Jenniskens, P.: *De Glanerbrug - meteoriet slaat gat in dak.* (1991) Uitgave Stichting Cosmogram.
- [2] Jenniskens et al., *Astron. Astrophys.* **225** 373- 376 (1992).
- [3] *Radiant 3* (1990) Themanummer 'de Glanerbrug.'
- [4] Hellings, P.: *Astrofysica voor calculators.* (1981)
- [5] Hassal, Zaveri : *Acoustic Noise Measurements*
- [6] Hasse, G.: *Meteoorbanen in de atmosfeer, Radiant 3* (1981), 33.
- [7] Betlem, H.: *Fysica van Meteoren, Radiant 2* (1980), 148.

← Vervolg van bladzijde 113.

Van een aantal sterren leert men uit het hoofd hoe ver ze uit elkaar staan, en daar vergelijkt men mee. Sommige waarnemers (PJM) zweren hierbij; zelf vind ik het een lastige en omslachtige methode. Ik werk liever met de 'vingermethode', hetgeen niets oneerbaars is, maar als volgt werkt: Men strekt de arm volledig en spreidt de vingers van de hand wijd open. De afstand tussen de toppen van duim en pink komt nu overeen met ongeveer 20° aan de hemel. Per persoon varieert dat enigszins; het zal duidelijk zijn, dat de ruwe knuist van een dokwerker iets andere waarden vindt dan Varsseveld waarneemster Inie-Minie. Voor ons is het echter nauwkeurig genoeg. Een DCV zal men toch nooit op 1° nauwkeurig kunnen schatten. Een indeling in 0°, 10°, 20°, 30°, 40° is voor ons genoeg ...

Het moeilijke van een DCV schatting is, dat men zich tegelijkertijd moet realiseren waar de meteor verschijnt én naar welk punt aan de hemel men op dat moment kijkt. In het begin lijkt dat een onmogelijke opgave maar, zoals gezegd, het wordt al snel routine. Bij mijzelf is het nu een automatisme geworden. Probeer het eens: Het levert bijzonder waardevolle informatie op!

## Referenties

- [1] Drummen, M.; Meeus, J.: *Sterrengids 1992* Stichting de Koepel, Utrecht.
- [2] Jenniskens, P.: *DMS Visueel Handboek.* Leiden, 1988.
- [3] Langbroek, M.: *Zwermenoverzicht 1992.* *Radiant 14* (1992), 2

