

Achter het nieuws **Britse explosie hier te 'horen'**

Het infrageluid van de explosie in de olieopslagplaats bij Hemel Hempstead, half december, was tot aan onze kant van de Noordzee meetbaar. Of de explosie voor mensen hier ook echt te horen was, zoals de BBC meldde, betwijfelen de experts. *George van Hal*

“Ik heb in elk geval niks gehoord,” stelt Arno Eisses, die geluidsmodellen doorrekent bij TNO Industrie & Techniek. A priori onmogelijk is het volgens hem echter niet, mits de omstandigheden meehelpen. “Allereerst moet de windrichting goed zijn. Als die waait van de bron naar de ontvanger dan blijft de energie in de geluidsgolf, beter bewaard,” aldus Eisses. Uit satellietbeelden van de enorme roetwolk die door de brand ontstond, blijkt dat de wind die dag inderdaad in noord-oostelijke richting de Noordzee overstak, ruwweg richting België en Nederland.

Een explosie veroorzaakt in eerste instantie een schokgolf die zich als een halve bol op het aardoppervlak uitbreidt en dus in alle richtingen even sterk is. De intensiteit van het geluid neemt daardoor in het begin kwadratisch af: twee keer zo ver weg is het geluid vier keer zo zwak. Over grote afstanden speelt ook de demping door de lucht zelf mee: de luchttrillingen ‘vervallen’ spontaan tot warmte. Dit geldt echter voor hoge tonen veel sterker dan voor lage.

De bolvormige uitbreiding vervormt echter al snel, omdat de atmosfeer geen statische, homogene laag lucht is. Naar boven toe neemt de temperatuur – en dus de geluidssnelheid – snel af, terwijl de windsnelheid meestal met de hoogte toeneemt. Verticaal afnemende temperatuur heeft de neiging om het geluid meer naar boven te richten. Verticaal toenemende

windsnelheid buigt benedenwinds het geluid af richting het aardoppervlak, terwijl die bovenwinds het geluid juist omhoog richt. Dus bovenwinds versterken beide effecten elkaar en ontstaat een ‘geluidsschaduw’. Benedenwinds domineert meestal het effect van de wind en is een geluidsbron op veel grotere afstand hoorbaar.

Na zonsopgang treedt soms temperatuurinversie op, waarbij de temperatuur juist toeneemt op grotere hoogte. Eisses: “De temperatuureffecten zijn doorgaans minder sterk dan de windeffecten, maar als het windstil is kunnen ze een rol spelen. Dat verklaart bijvoorbeeld waarom op een mooie windstille zomeravond (juist na een zonnige warme dag is het temperatuureffect sterk) geluid van een verre trein of auto-weg soms zo goed hoorbaar is.”

Dat grote explosies soms tot op honderden kilometers afstand te horen zijn, komt mede omdat veel geluidsenergie via hogere luchtlagen zo sterk wordt afgebogen, dat het in een boog terugkeert naar het aardoppervlak en daaraan weer reflecteert. Zo kan het via meerdere sprongen grote afstanden afleggen zonder dat het al te veel verzwakt. De ondergrond moet dan wel geschikt zijn. Eisses: “Bij een ondergrond die weinig geluidsenergie absorbeert, zoals water, verzwakt de golf minder dan bij een ondergrond die veel absorbeert, zoals akkerland of bosgrond.”

Zonder dit effect zou de knal van een explosie, puur door de bolvor-

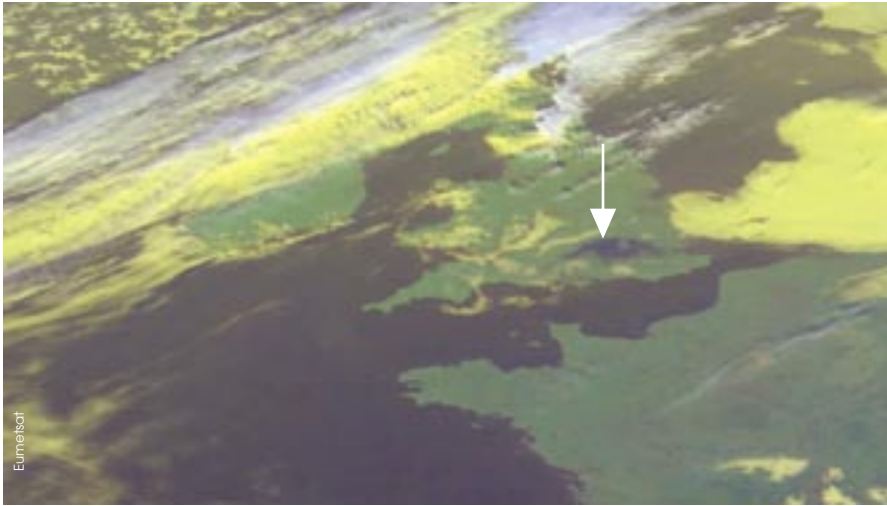
mige uitdijning van de schokgolf, over duizend kilometer 130 decibel aan intensiteit verliezen, plus nog 11 decibel door demping, dus totaal 141 decibel. Bij zoveel demping zou geen enkele explosie nog hoorbaar zijn.

De rekenmodellen van Eisses beperken zich trouwens tot geluidsoverdracht tot twintig kilometer, waarbij het geluid niet hoger door de atmosfeer gaat dan een kilometer. Over grotere afstanden lopen geluidspaden hoger door de atmosfeer, waar het temperatuurprofiel veel grilliger is, dus de afbuiging ook.

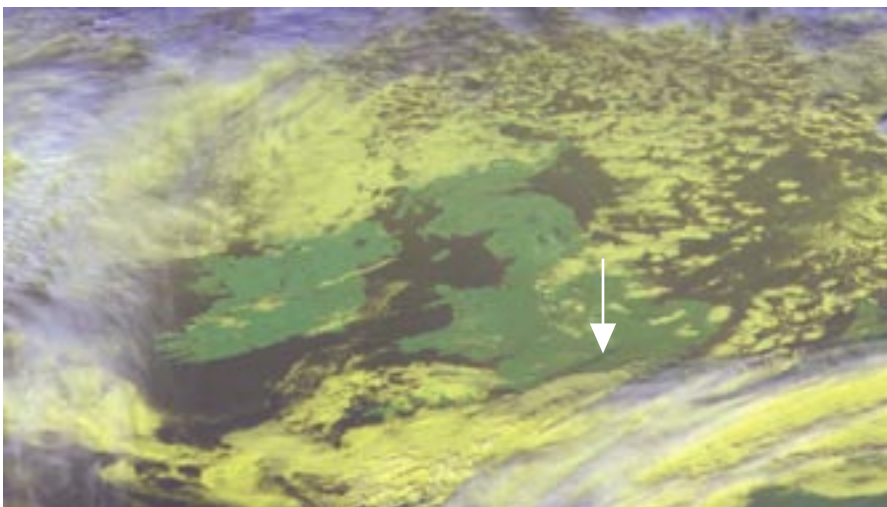
Door alle factoren die meespelen is het lastig te zeggen of de Hemel-Hempstead-knal hier inderdaad te horen was. “Zonder het na te rekenen kan ik er eigenlijk geen uitspraken over doen,” vertelt Eisses, maar als de omstandigheden ideaal zijn, zóu het dus kunnen. Toch houdt hij een slag om de arm: “Ik ben niet overtuigd of het met de omstandigheden van het moment überhaupt mogelijk was.”

Infrageluid Dat wil niet zeggen dat de effecten hier niet merkbaar waren. Het KNMI registreerde de Britse explosie in een voor mensen onhoorbaar laag frequentiegebied. Geluid tussen de twintig en twintigduizend hertz (trillingen per seconde) is hoorbaar, daaronder spreekt men van infrageluid.

“De explosie produceerde een breed spectrum aan frequenties, zowel hoorbaar als niet-hoorbaar,” vertelt Láslo Evers van het KNMI. “De lage frequen-



Fijnstof Opnamen van een weersatelliet, waaruit blijkt dat de enorme rookwolk van de brand op de eerste dag richting Nederland en België drijft (boven). De dagen daarna draaide de wind meer naar noordoosten (onder)



ties hebben een grote golflengte en zijn daarom minder vatbaar voor verstoringen door obstakels. Ze dempen minder snel en zijn dus tot op grotere afstanden te horen.” Geluid met een frequentie van één hertz heeft bijvoorbeeld een golflengte van rond de 330 meter. “Je kunt je voorstellen dat zo’n golf zich niet zoveel aantrekt van gebouwen of wolken onderweg.”

De frequentie van het infrageluid hangt samen met de kracht van de explosie. “Dat komt omdat een krachtige explosie meer lucht verplaatst. Daardoor krijg je vanzelf een lagere frequentie. Denk bijvoorbeeld aan speakers. Hoog geluid heeft een hoge frequentie en is al met kleinere speakers te maken. Maar voor laag geluid zijn grotere speakers nodig.” Bij extreem zware explosies, zoals de uitbarsting van de Indonesische vulkaan Krakatoa in 1883, kan infrageluid zelfs meerdere malen de wereld rondgaan.

In het Britse geval heeft het infrageluid van de explosie ook Frankrijk en Duitsland bereikt. “De golf heeft dus in elk geval zo’n duizend kilometer afgelegd.” Volgens Evers is dit te vergelijken met de gasexplosie vorig jaar in België. “Ook daarvan maten we het infrageluid. Dat bleek zeshonderd á achthonderd kilometer ver te komen.”

Aan de hand van de frequentie en amplitude van het geluid, is vervolgens te bepalen hoe sterk de explosie is geweest. Evers: “Bij de Belgische explosie ging het om een equivalent van veertig ton TNT.” Ter vergelijking: de kernbom bij Hiroshima wordt geschat op dertienduizend ton TNT. “Voor de explosie uit Engeland verwacht ik minimaal die Belgische waarde te vinden, maar vermoedelijk zelfs meer.” De gemeten amplituden zijn bij deze explosie namelijk hoger, maar daar mag niet meteen een conclusie aan verbonden worden. De golf is ook heel hoog geko-

men (tussen de 50 en 100 kilometer) en werd daar beïnvloed door sterke wind en temperatuurcontrasten. “Daar moeten we dus eerst nog voor corrigeren.”

Infrageluid meet men met speciale microfoons, of, zoals in Nederland, met ‘microbarometers’: aangepaste barometers die, in plaats van drukverschillen met een periode van een half uur, ook drukverschillen met een periode van rond een seconde kunnen waarnemen. “We hebben een hele serie microbarometers staan, zodat we ook de richting waaruit het afkomstig is kunnen bepalen.”

De infrageluidssensoren zijn in eerste instantie bedoeld om naleving van het kernstopverdrag te kunnen controleren. “Wereldwijd zet men daarom nu zestig infrageluid-arrays neer.” Mocht er dan ergens een kernproef plaatsvinden, dan hoort men daarvan de effecten.

Bij het KNMI staan de sensoren op de afdeling seismologie. Een laagfrequente schokgolf die tegen een huis aankomt heeft namelijk vergelijkbare effecten als een aardbeving. “Daar moeten we onderscheid tussen kunnen maken. Zo krijgen we wel eens meldingen van aardbevingen in Noord-Nederland. Dat blijkt soms veroorzaakt door militaire vliegtuigen die door de geluidsbarrière gaan. Als de resulterende laagfrequente geluidsgolf een huis raakt, dan gaan de ramen trillen.”

Overigens veroorzaakt de bron van infrageluid zelf ook vaak nog een (lichte) aardbeving. “Hoe ver zo’n ‘beving’ komt hangt af van hoe goed de explosie aan de grond koppelt en in welk type sediment het plaatsvindt. Hoe dieper de explosie, hoe groter de beving. Maar in het algemeen komt infrageluid verder.” ■