Supersonisch vliegen: het klappen van de zweep

Het lijkt meer iets uit de toekomst dan uit het verleden: supersonisch naar je vakantiebestemming vliegen, oftewel: sneller dan de geluidssnelheid van zo'n 1200 kilometer per uur. Toch was dat van 1969 tot 2003 mogelijk. Passagiersvliegtuigen vlogen in 3,5 uur van Londen naar New York – een prestatie die in combinatie met het tijdsverschil ervoor zorgde dat de aankomsttijd in New York uren eerder lag dan de vertrektijd in Londen.

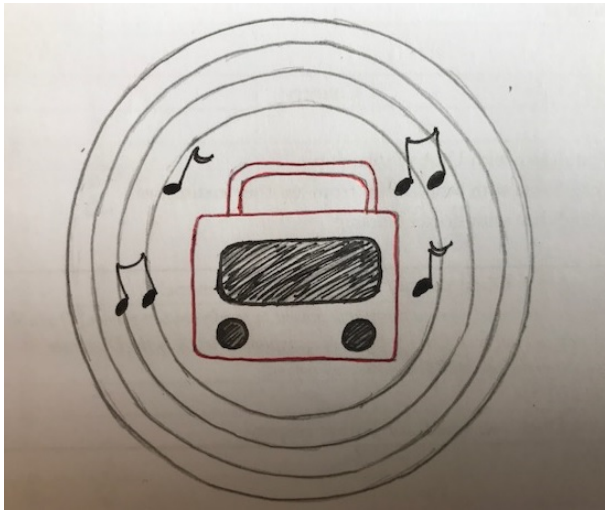
Afbeelding 1. De Concorde.Foto: Spaceaero2.

De Brits-Franse samenwerking, die haar toestellen *Concorde* ('eendracht') doopte, stopte onder andere met de supersonische vluchten naar aanleiding van een ramp met één van de

vliegtuigen in 2000 – én om een andere reden, die we hieronder uitvoeriger zullen bespreken. Maar er zijn berichten dat supersonische passagiersvliegtuigen weer ontwikkeld worden, en nog beter dan ooit tevoren.

De Concordes mochten alleen sneller dan het geluid vliegen boven zee; daarom stonden met name transatlantische vluchten op het programma. De reden daarvoor: het doorbreken van de zogeheten ‘geluidsbarrière’ veroorzaakt een supersonische ‘boom’. Niets meer of minder dan een enorme knal, maar wel eentje die ruiten aan diggelen doet slaan en gehoorproblemen kan opleveren binnen een behoorlijke straal rondom de plaats delict. Alle vliegtuigen die sneller dan het geluid bewegen veroorzaken zo’n knal: zo bleken enkele mysterieuze knallen in Groningen begin dit jaar na enig onderzoek niet door een aardbeving veroorzaakt te zijn, maar door een straaljager die boven de Noordzee door de geluidsbarrière vloog.

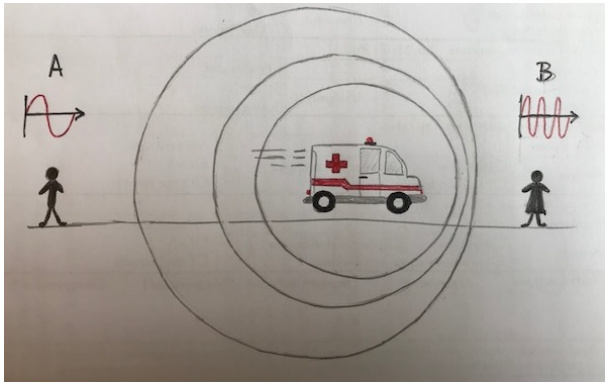
Hoe werkt zo’n supersonische knal? Om die vraag te beantwoorden moeten we ons eerst realiseren dat geluid wordt overgedragen via *golven*. Denk aan het gooien van een steentje in een vijver: dat veroorzaakt cirkelvormige golffronten om het steentje heen, die zich concentrisch uitbreiden. Op een vergelijkbare manier brengt een geluidsbron de lucht eromheen aan het trillen, en die trillingen worden als golven doorgegeven – zie afbeelding 2. Die golven reizen met een vaste snelheid: de snelheid van het geluid.



Afbeelding 2. Geluidsgolven.Geluidsgolven verspreiden zich concentrisch rond een geluidsbron. Elk golffront beweegt met 1200 km/u van de bron af.

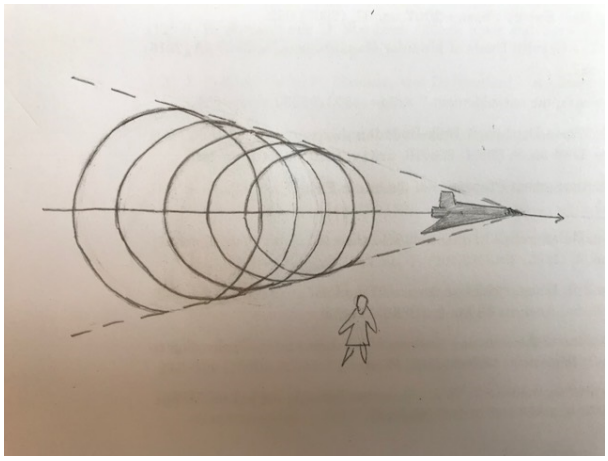
Stereo’s, gesprekspartners en intercoms staan over het algemeen stil, maar wat gebeurt er

als een geluidsbron beweegt? De golffronten komen in de richting waarin de bron beweegt dichter bij elkaar te staan, terwijl ze ‘achter’ de geluidsbron juist verder uit elkaar liggen. Dit veroorzaakt het welbekende Dopplereffect: de frequentie van een geluidsbron die naar je toe beweegt (bijvoorbeeld een ambulance) ligt hoger dan de frequentie van dezelfde geluidsbron als die van je af beweegt: zie afbeelding 3.



Afbeelding 3. Het Dopplereffect.De frequentie waargenomen door A is lager dan de frequentie die B waarneemt.

Wij zijn geïnteresseerd in de situatie waarin de geluidsbron sneller gaat dan het geluid zelf, oftewel sneller dan de golffronten– maar wel nog nieuwe geluidsgolven blijft produceren. Dit drukt de golffronten heel dicht op elkaar, en zodra het object sneller gaat dan de geluidssnelheid (die snelheid wordt ook wel ‘Mach 1’ genoemd) ontstaat er een ‘schok-kegel’: zie afbeelding 4. Dit betekent dat de waarnemer in de afbeelding niets hoort terwijl het vliegtuig op hem afkomt: pas zodra het vliegtuig hem (een stuk) voorbij is en de geluidskegel hem op de grond bereikt, hoort hij zoveel geluid in één keer dat hij dat ervaart als een knal: de ‘sonic boom’.



Afbeelding 4. Door de geluidsbarrière.De waarnemer op de grond hoort het vliegtuig pas als de kegel van geluid áchter het vliegtuig hem bereikt.

Overigens is het doorbreken van de geluidsbarrière niet voorbehouden aan vliegtuigen (of vallende mensen) alleen: het klassieke 'klappen' van een zweep is hetzelfde fenomeen. Hoewel degene die de zweep laat klappen natuurlijk nooit met 1200 km/uur haar arm kan bewegen, wordt wel een golfbeweging in de zweep gestart die – omdat de zweep steeds dunner en lichter wordt – in het puntje uitmondt in een enorme hoeveelheid energie en dus een heel hoge snelheid, waardoor het uiteinde de geluidsbarrière doorbreekt.

Zoals gezegd raken zowel mensen als dieren (en ruiten) vaak nogal van slag als een vliegtuig boven hen sneller dan het geluid vliegt – reden genoeg om het supersonisch vliegen (dat toch al erg duur en benzine-slurpend was) te staken. De nieuwe generatie ingenieurs hoopt dat probleem nu echter te gaan oplossen. Meerdere bedrijven investeren hierin: zowel Boeing, Airbus, NASA als de start-up Boom zijn bezig met een ontwerp. Boom heeft zelfs al enkele modellen van de *Boom Supersonic XB-1* voorverkocht. Enkele van die vliegtuigen worden overigens verwacht met vijf keer de geluidssnelheid te gaan vliegen: dat mogen we 'hypersonisch' noemen.

Hoe lossen de bovengenoemde bedrijven het probleem van de luide knal op? In principe is er maar één oplossing voor de sonic boom: geruisloos vliegen, of in elk geval een stuk stiller. Een aanzienlijke verbetering ligt dan ook in het aerodynamische design – het slanker maken van het vliegtuig zou bijvoorbeeld al kunnen helpen. Maar er zijn ook patenten aangevraagd op andere technieken die het supersonische vliegtuig superstil moeten maken, waarbij de motoren zich bijvoorbeeld op uitsteeksels vóór de vleugels bevinden. De uitlaatgassen moeten dan een luchtlaag creëren waarop de schokgolf die de neus van het vliegtuig veroorzaakt gereflecteerd wordt, zodat de sonic boom de grond niet bereikt. Andere aanpassingen aan het vliegtuig beogen een vergelijkbaar effect.

Het zal nog wel even duren voor je weer in een paar uur van Londen naar New York kunt vliegen: de eerste tests zullen vooral gedaan worden met éénmansvliegtuigjes. Als je tot die tijd de 'sonic boom' wilt bestuderen kun je dus beter nog maar wat oefenen met die zweep.