

Bier, bubbels en bommen

De koning viert vandaag met zijn familie zijn verjaardag in Groningen (gefeliciteerd Majesteit!), maar uiteraard wordt er door het hele land gefeest en geproost op koning Willem-Alexander. Twee tips van de QU-redactie: 1) drink met mate, en 2) pas op dat niemand bovenop je bierflesje slaat. Dat laatste resulteert in een vervelend fenomeen: binnen enkele tellen stroomt er een enorme hoeveelheid schuim uit je bierflesje.

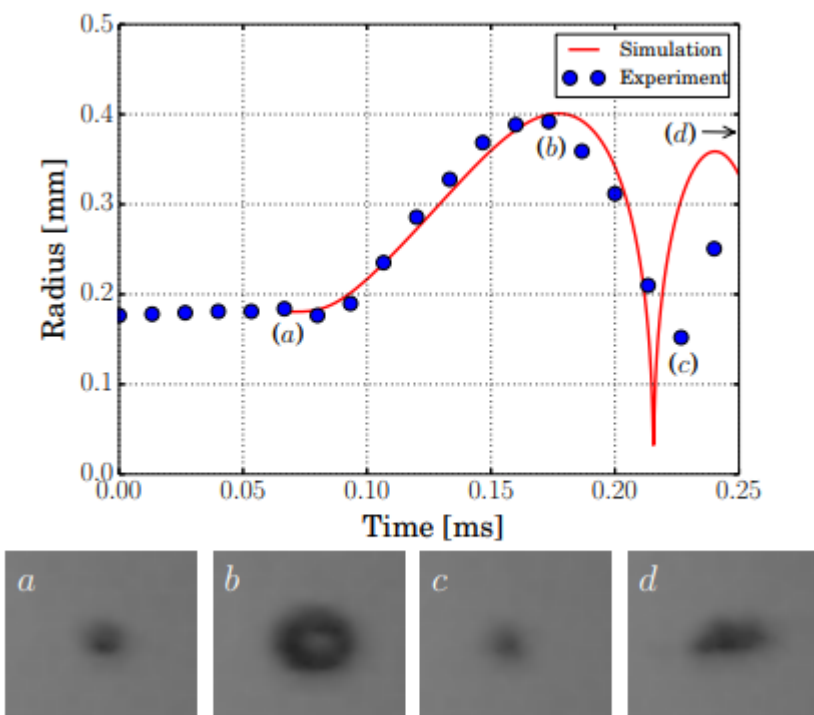


Afbeelding 1. “Beer tapping”. Screenshot uit [deze video](#) van Scientific American.

Dit overstromen is niet alleen vervelend voor de eigenaar van het bierflesje (en grappig voor wie deze truc uithaalt), het blijkt ook een interessante en complexe gebeurtenis als we die bekijken vanuit de vloeistofmechanica. Nog niet zo heel lang geleden (in 2013) hebben wetenschappers uit Spanje en Frankrijk zich gebogen over de vraag hoe deze schuimeruptie precies ontstaat. Daarbij ontdekten ze (gewapend met een hogesnelheidscamera) dat het proces uit drie delen bestaat.

Fase 1: Drukgolven en implosie van bubbels (± 0.2 ms)

De plotselinge impact op het bierflesje van een vast materiaal (in de standaarduitvoering meestal een ander bierflesje) veroorzaakt een (krimpende) drukgolf door het glas in de richting van de bodem. Eenmaal daar aangekomen wordt een deel van die golf doorgegeven aan de vloeistof als een nieuwe (expanderende) drukgolf die richting het vloeistofoppervlak beweegt. Hoe efficiënt de golf wordt doorgegeven aan de vloeistof hangt af van het materiaal van het flesje – glas werkt beter dan plastic. Bij het oppervlak kaatst de golf weer terug als een (krimpende) drukgolf, en dit gaat zo door totdat de golven gedempt zijn. Als een direct effect van deze op en neer reizende drukgolven groeien en krimpen de in het bier aanwezige gasbubbels – zie afbeelding 2. Dit wordt de bubbels uiteindelijk te veel, waardoor ze imploderen.

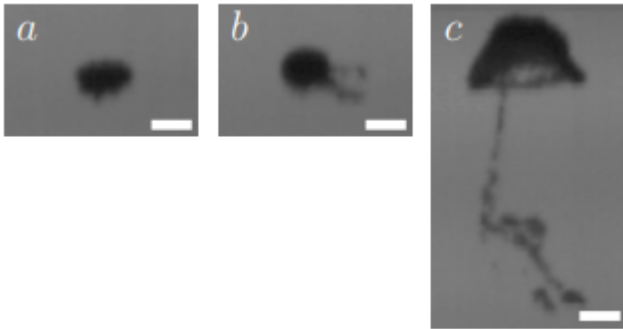


Afbeelding 2. Tijdsverloop van de bubbels. De straal van een bubbel in de loop van de tijd. Bron: arxiv.org/abs/1403.2678.

Fase 2: Diffusie (± 10 ms)

Het imploderen van de bubbels gaat snel en de bubbels knappen allemaal vrijwel tegelijkertijd; daardoor is er een sterke groei van het totale oppervlak dat gas en vloeistof

scheidt. Deze plotselinge toename leidt tot diffusie van koolzuur van de vloeistof in de nieuwe lege ruimte (de geïmplodeerde bubbels). Daardoor groeien de ‘wolken’ van bubbels heel snel (ongeveer 100 keer sneller dan een enkele bubbel zou doen als die hetzelfde volume zou hebben als zo’n wolk). Deze fase eindigt als de lokale toevoer van koolzuur op is – zie foto a en b van afbeelding 3.



Afbeelding 3. De groei van een wolk van bubbels.Bron: arxiv.org/abs/1403.2678.

Fase 3: Opwaarts drijven

De groeiende bubbelwolken veroorzaken een opwaartse kracht, die leidt tot het vormen van vortex-ringen: draaiende ringen van bubbels. Terwijl die ringen opstijgen door de opwaartse kracht, versnellen ze weer het transport van koolzuur naar de bubbels. Dit zelf-versterkende proces lijkt een beetje op het vormen van de typische ‘paddenstoel’ bij de ontploffing van een atoombom (zie foto c in afbeelding 2). Meerdere van dit soort wolken stijgen nu snel naar het oppervlak en vormen daar een constante aanvoer van schuim – die dan weer over de rand van het bierflesje stroomt.

Het resultaat? Vrijwel al het koolzuur is opgegaan aan het vormen van schuim – dus naast een natte hand houd je ook nog eens een dood biertje over. Dubbel zonde!

Hoewel... het bestuderen van dit soort processen is meer dan een leuk tijdverdrijf voor natuurkundigen. We kunnen met dit onderzoek namelijk niet alleen “*beer tapping*” beter begrijpen, het geeft ook meer inzicht in een aantal andere processen waar vergelijkbare, door gasbubbels veroorzaakte uitbarstingen ontstaan. Daarbij kan je denken aan explosieve vulkaanuitbarstingen, maar ook aan zeldzame zogenoemde ‘limnische uitbarstingen’ waarbij opgehoopt koolzuurgas in grote hoeveelheden uit een meer omhoog komt. Niet alleen maar zonde, dus!

De wetenschappers maakten over hun bevinding de onderstaande video:

Het wetenschappelijke artikel zelf is hier te vinden: <https://arxiv.org/pdf/1403.2678v3.pdf>.