

Ijsbergen en ijstijden

door Bert Boekschoten
g.j.boekschoten@vu.nl



▲ Afb. 1. Uitgespoelde keien op het strand van Disko Baai (Groenland), achtergelaten door een gestrande ijsberg. Foto: Simon Troelstra.

Ijsbergen zijn opvallende fenomenen op zee. Nieuw onderzoek laat zien dat hun smeltwater een belangrijke rol speelt tijdens het opkomen van ijstijden.

Ijstijd is een relatief nieuw woord dat Nederlanders aan een Duits gedicht ontleenden. Eiszeit werd bedacht in 1837 door K.F. Schimper. Zijn gedicht staat in het mooie boekje (2014) van Gemma Venhuizen. Maar ijsberg is een Middelnederlands woord dat vele talen uit deze Middeleeuwse voorloper van het modern Nederlands overnamen. Kennelijk waren de ervaringen van Nederlandse zeelieden voor zeer velen van waarde – want bevaren moest je zijn, om ijsbergen te hebben gezien. Zelfs in het Spaans worden ze iceberg genoemd. En dat, terwijl in de golf van Labrador toch vele ijsbergen uit Groenland zullen hebben rondgedreven toen in de 16e eeuw Baskische walvisvaarders daar hun harpoenen slingerden. Het schiereiland is vernoemd naar de 15e eeuwse Portugese ontdekkingsreiziger João Fernandes Lavrador.

Steen op drift

Op de huidige Nederlandse kust komen geen ijsbergen aandrijven – daarvoor moet je op veel noordelijker gelegen kusten zijn. Toch is wel eens vermoed, dat dat tijdens het Pleistoceen wel gebeurde. Met name vondsten van granietkeien aan de Franse Kaalkust hebben tot die gedachte aanleiding

gegeven. Uit de aard van die stenen kon wel een Zweeds-Noorse herkomst worden afgeleid; er waren nimmer stenen uit Groenland of Spitsbergen. Ook waren die keien steeds van het formaat van een flink brood, niet groter of kleiner. Ze werden ooit als ballast onderin het ruim van schepen geworpen, die dekladingen Scandinavisch hout vervoerden. Aldus kon zo'n vrachtschip stabiel blijven varen. Eenmaal op bestemming aangekomen in één van de vele kleine havenplaatsen, werd de overmaat aan stenenlast uitgeruimd. Zo bleven die keien achter in westelijk Europa. In Groningen zag je ballaststenen als bestrating langs de kaden van de Middeleeuwse vaarwegen rondom de stad, tot in de 70er jaren de gemeente die hobbelige oppervlakten niet meer naar de eisen van de tijd achtte, en ze opruimde. Stenen uit schepen beschermden ook het waterfront van de dijken rond de oude Zuidoerzee.

Werkelijk door drijvende ijsbergen vervoerd steenmateriaal was onderdeel van ingevroren partijen morene, en is dus ongesorteerd, van steengruis tot ware rotsblokken. Aan de noordkust van IJsland liggen uitgespoelde keien, achtergelaten door gestrande en gesmolten ijsbergen, als logge zeehonden op een plaat, langs de strandlijn. Hun stevig, compact stollingsgesteente werd door gletsjers losgeschuurd uit Groenlandse rotsen. Ze zijn heel anders dan de grillige en bla-

zenrijke vulkanieten waaruit IJsland zelf bestaat. De kust van Groenland ligt bezaaid met keien die uit de gebergten in het achterland op het ijs werden aangevoerd (afb. 1).

IJsbergen of IJstijd

De grote geoloog Lyell schreef in 1830, in navolging van de pionierende Duitse aardwetenschapper Voigt in 1780, dat alle keilemlagen restanten waren van afgesmolten ijsbergen en dat lössafzettingen van keilemlagen het fijnkorrelig equivalent waren. Leem en löss zouden zijn achtergebleven op de bodem van een Pleistocene zee. Lyell's gedachtegang werd gestuurd door een uitzonderlijke afzetting in het westelijke Schotse laagland. Daar trof hij morenemateriaal aan, met zeeschelpen erin. Een lokale Schotse gletsjer lag daar ooit bovenop een klif, en is tegen het einde van de laatste ijstijd afgesmolten en zo is dit morenemateriaal op de onderzeese rotsbodem terechtgekomen waar schelpdieren leefden – een heel ongewone situatie, maar dat had Lyell toen niet door.

Agassiz toonde in 1840 aan dat in het Zwitserse laagland de morenen nimmer in zee werden afgezet door middel van ijsbergen. Het eerdere inzicht van Schimper, dat er recent een ijstijd had bestaan, werd door die waarneming ondersteund. Dat beeld was echter te catastrofaal voor veel geologen die geleidelijk aanhingen. Het duurde drie decennia voordat ijstijden algemeen werden aanvaard. Het kostte moeite te erkennen dat er geologisch gezien kort geleden een ijskoud klimaat heerste in westelijk Europa en dat mammoeten weliswaar olifanten waren, maar daarom nog geen tropische dieren. Acceptatie van bijzondere theorieën kost soms veel tijd.

Ijsbergertijd

Tijdens de IJstijden zijn ijsbergen de Noordzee wel degelijk binnengedreven – in wat er toen van de Noordzee over was tenminste. Want door de opslag van water in ijsvorm in de gletsjers daalde de zeespiegel in ijs-tijdfasen aanzienlijk en was de Noordzee aanmerkelijk kleiner dan nu. We kennen ijsbergen van spectaculaire foto's (afb. 2) als prachtige, ongenaakbare sneeuw-witte formaties. Avontuurlijke geesten hebben uit de onderkant van die vaak platte reuzenschot-sen losse brokken ijs gehakt. Ze tinkelen zo leuk als je ze laat smelten in een long drink. Dat bijzondere ijs is zelfs in de handel, als luxury cocktail ice. Het extra geluidseffect wordt veroorzaakt door lucht onder druk, achtergebleven toen een dik sneeuwdek in-

een geperst werd van fijn- tot grofkorrelig gerekristalliseerde sneeuw. Die opgesloten lucht bleef in het landijs van Groenland en Antarctica steken, en werd door honderden meters ijs overdekt. Ijsboringen in beide gebieden brachten een weelde aan gegevens over de klimaatontwikkeling aan het licht, want er is onder de huidige ijsformaties ook Pleistoceen ijs blijven liggen.

De klimaatschommelingen in het latere deel van de ijstijd konden uit het gas in de boorkernen gereconstrueerd en gedateerd worden door de radioactieve ouderdomsbepaling



▲ Afb. 2 IJsberg, los drijvend fragment van gletsjer. Foto: Amanderson2 via Wikimedia Commons CC BY 2.0.

van laagjes vulkanische as. De as bleef behouden tussen fossiele sneeuwstormdekens. Die analyses toonden aan dat Antarctica een bepalende rol speelde in het klimaat van de laatste miljoenen jaren. Het Zuidpoolgebied kon een veel grotere massa sneeuw en ijs opslaan dan het Noordpool-areaal, dat immers in hoofdzaak uit zee-ijs bestaat. Drijfijss en pakijss worden geen honderden meters dik.

Export van kou

Antarctische ijsbergen komen in onze tijd – doordat grote stukken afbreken – veel vaker in het nieuws dan de arctische, die vooral van de Groenlandse gletsjers afkalven. De opwarming van het klimaat is daarvoor een belangrijke reden. De witte gletsjerijssstromen, die ik in 1972 nog vanuit zuidelijk Groenland in de zee zag uitsteken, hebben zich door afsmelting diep teruggetrokken op het land in hun rotsige dalen (afb. 3). Er is dus vandaag de dag minder productie van Groenlandse ijsbergen. De grote ijsplaten, zoals het Ross-ijsplateau op Antarctica, overkappen nog hele stukken zee, en van daaruit vindt nog steeds een reusachtige export van kou noordwaarts plaats. Want smeltende ijsbergen, grijsig van kleur door vrijgekomen morenensteentjes, drijven naar lagere breedten.

Het is die export, welke de aandacht trok van een internationale groep onderzoekers, gecoördineerd vanuit Cardiff, in Wales (Starr et al., 2021). Onder hen is Jeroen van



▲ Afb. 3. Fasen van afsmelting in Groenlandse gletsjertong. Credits: NASA/Goddard Space Flight Center Scientific Visualization Studio. Historic calving front locations courtesy of Anker Weidick and Ole Bennike, Geological Survey of Denmark and Greenland.

der Lubbe, werkzaam aan de Vrije Universiteit in Amsterdam. Hen boeiden de langzaam afsmeltende ijsbergen uit Antarctica, die veel minder spectaculair zijn dan de pas gevormde. Je ziet die zelden op foto's, daarom (afb. 4) een kiek van een vrijwel weggesmolten exemplaar uit de noordelijke poolstreken, gestrand in ondiep water op de kust van Labrador.

Het is nu wel algemeen aanvaard dat cyclische, astronomische factoren, van plaats tot plaats anders uitwerkend, het klimaat op de hele aarde altijd en overal beïnvloeden en hebben beïnvloed. Lokaal en per tijdsspanne zijn daarvoor Milankovitch-curven ontwikkeld. Het blijkt dat die stralingscurven goed correleren met koude en warme klimaatfasen. Bevindt zich tijdens zo'n koude periode een groot continent aan één van de polen, dan kan er koude in sneeuwvorm worden opgeslagen. Sneeuw is wit, en weerkaatst zonnewarmtestraling; het blijft daarom lang liggen. Zo komt het tot opslag van koude in het poolland.

Afgegrensde ijstijden

Ijstijden zetten echter abrupter en schoksgewijs in dan je op grond van de geleidelijke instralingseffecten van de zon zou verwachten. En dienaangaande brengt het eerdergenoemde onderzoek van Starr et al. (2021) opheldering. De oorzaak is de export van kou via ijsbergen naar het oceanische stromingssysteem. De afsmeltende witte

bergen stranden in minderheid op kusten, om daar dikke stenen achter te laten. De grote massa ijs verdwijnt in zee, en laat op de oceaانبodem klei, zand en stenen achter. Dat dat niet geleidelijk gebeurt, werd in 1988 aangetoond door Hartmut Heinrich, uit Hamburg. Tijdens ijstijden komt nog veel meer afgezonken morenenmateriaal op de oceaانبodem terecht, en ook veel dichterbij de evenaar dan nu het geval is. Het gaat niet alleen om dikke keien met gletsjerklassen, maar ook om kleine hoekige steentjes en scherpkantige brokjes veldspaat. Alles oorspronkelijk afkomstig vanonder de grote steenpuinmolen die een gletsjer ook is.

Het spoor van de ijsbergen, ook in het verleden, kan worden teruggevonden door het bemonsteren van zeebodemplagen. Een oceanische heerbaan van ijsbergen is gekarteerd door Starr et al. (afb. 5) vanaf de Ross-ijsplateau, vanaf Antarctica via de Weddellzee. Deze verliep noordoostwaarts naar de zeeën bezuiden Zuid-Afrika, en vond zijn eindpunt in het onderzeese Agulhas Plateau.

Boven dat platform smolten duizenden jaren geleden nog ijsbergen weg, die hun laatste vrachten morene daar achterlieten. Nu is, in sindsdien opgewarmde streken, de typische ijsbergmodderlaag het bewijs in de zeebodem voor die oude situatie. Maar niet van sedimenttransport alleen. Veel volumineuzer was uiteraard de hoeveelheid smeltwater, druipend vanaf de smeltende gevaarten. Van de kwantiteit van het smeltwater krijgen we ook een indruk. De watermassa zelf is in de oceanische kringloop onnaspeurlijk verdwenen, maar wordt inschatbaar door de dateerbare laagjes afgezonken morenemateriaal.

Maar niet van sedimenttransport alleen. Veel volumineuzer was uiteraard de hoeveelheid smeltwater, druipend vanaf de smeltende gevaarten. Van de kwantiteit van het smeltwater krijgen we ook een indruk. De watermassa zelf is in de oceanische kringloop onnaspeurlijk verdwenen, maar wordt inschatbaar door de dateerbare laagjes afgezonken morenemateriaal.

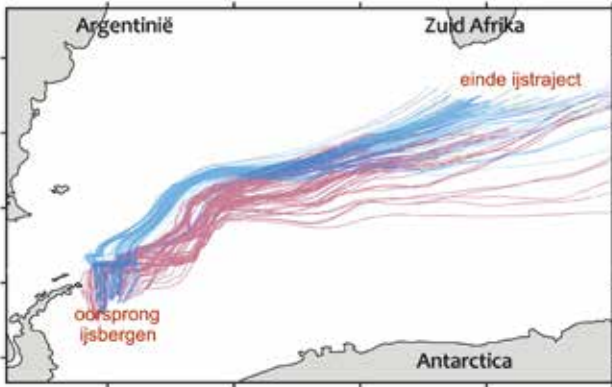
Uittocht van ijsbergen

Uit het nieuwe onderzoek blijkt dat een grote uittocht van ijsbergen steeds voorafgaat aan belangrijke omslagen in het systeem van zeestromingen. En voor dit laatste geven genoemde onderzoekers een verklaring. Het neerzijgende, koude smeltwater vormt een

▼ Afb. 4. Vrijwel weggesmolten ijsberg, op de kust van Labrador. Foto: J.H. Looijenga.



gesloten circuit in de oceaan rondom Antarctica (afb. 6A en B). In ondieper water ontstaat een nieuw circuit, dat zoeter (dus lichter) maar kouder water exporteert richting evenaar. Door dit nieuwe stromingspatroon verkoelt het wateroppervlak in voorheen gematigde gebieden. Deze omslag van oceaanaanwatertemperatuur kan verklaren, waarom er echte ijstijden optraden. De gelijkmatige,



graduele schommelingen van zoninstraling die door Milankovitch al in 1920 zijn beschreven, werden in het Pleistoceen versterkt door het ijsbergeffect. Sinds de Krijttijd (toen het huidige planetenstelsel zijn beslag kreeg) zijn zulke episodische slingeringen ongeveer dezelfde. Zij zijn het gevolg van astronomische factoren met ieder hun eigen tijdsverloop. Even gradueel is de scholentektoniek waardoor Antarctica rondom de Zuidpool kwam te liggen. Door het ijsbergeffect duurde de omslag in zeestroming veel korter, één- tot tweeduizend jaren.

Wetenschap is mensenwerk

Het effect van ijsbergen op het klimaat is een inzicht dat dankzij multidisciplinaire, internationale samenwerking en financiering tot stand kwam. De auteurs van deze Nature-bijdrage werken in het VK, Duitsland, China, de USA, Spanje, Japan, India en in Nederland (Amsterdam en Utrecht). We zijn met deze samenwerking wel ver af van een eeuw ge-

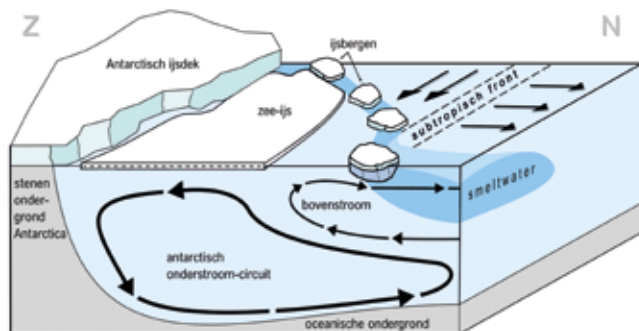
leden, toen Albrecht Penck (1858–1945) het ijstijdonderzoek domineerde. Penck, die al in 1879 bewees dat in Noord-Duitsland minstens drie ijstijden hadden huisgehouden, publiceerde met Brückner van 1901–1909 het standaardwerk over de grote glaciaties in de Alpen. Aan hem danken we de ijstijden-vierling, de naamgeving geïnspireerd door de rivieren Günz, Mindel, Riss en Würm. Termen die vroeger ook in Nederland gangbaar waren, maar alleen bekleven voor ijstijden in de Alpiene regio. Penck, sinds 1906 hoogleraar te Berlijn, begaf zich hiernaast echter op politieke paden. Lebensraum was het motto dat hij uitdroeg. En Penck hield, zonder goede grond, de deelname tegen van de Joodse Milankovitch aan het Quartaircongres in Wenen (1936). Het aanzien van de veelvuldig internationaal onderscheiden, autoritaire “ijsberg” Penck is nadien geheel weggesmolten. Zijn studies aan ijstijdafzettingen hebben hun substantie behouden. Zo herkende en classificeerde hij glaciële afzettingen. Maar ondanks zijn veldervaring en bereidheid ontbrak het Penck aan inzicht voor oorzaken erachter...

Literatuur

- Heinrich, H. (1988) Cyclic ice rafting in the Northeast Atlantic Ocean. *Quaternary Research* Vol. 29 pp 142-152.
- Penck, A.F.K. (1879) Die Geschiebformationen Norddeutschlands. *Zeitschrift Deu. Geol.Ges.* Vol 31 pp. 117-203.
- Penck, A.F.K. & E. Brückner (1901-1909). *Die Alpen im Eiszeitalter*. Tauchnitz.
- Starr, A., Hall, I.R., Barker, S. et al. (2021) Antarctic icebergs reorganize ocean circulation during Pleistocene glacials. *Nature* 589, 236–241. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-03094-7>.
- Venhuizen, G. (2014) *IJstijden*. Athenaem.

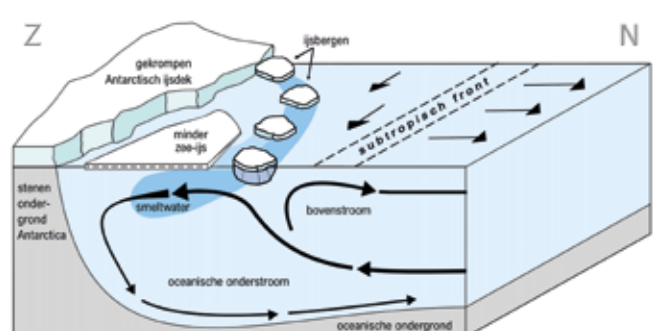
Met dank aan Jan Heutink voor de verzorging van de afbeeldingen.

◀ Afb. 5. Trajecten van ijsbergen vanaf Antarctica; blauw: tijdens glaciaal, rood: actueel. Naar Starr et al. (2021).



Glaciaal stroomschema zuidelijk halfrond: smeltwater bereikt ondiepe subtropische oceaan

6A



Interglaciaal stroomschema zuidelijk halfrond: smeltwater beperkt tot Antarctische Oceaan

6B

▼ Afb. 6. A. Afsmelting en stroming in ijstijden. B. Afsmelting en stroming, zoals thans. Naar Starr et al., 2021.