



Terwijl klimaatwetenschappers en politici steggelen over rampscenario's met een zeespiegelstijging van enige decimeters per eeuw, stijgt in de Kaspische Zee het waterniveau per decenium evenveel als elders in tienduizenden jaren. Verslaggever Bruno van Wayenburg ging op stap met Delftse en Russische geowetenschappers, die ter plekke bodemonderzoek doen.

■ **vrijdag 20 oktober** De smalle motorboot vaart tussen de modderige oevers van drassige eilandjes vol wilgen en riet. Het lijkt hier de Biesbosch wel, of de Friese meren. Minder Nederlands zijn de chagrijnig kijkende zee-arenden, die hier en daar op een boomtak zitten en die sloom klapwiekend wegvliegen als ze de boot zien.

We zitten in de delta van de Wolga, een driehoek vol riviervertakkingen die via zo'n achthonderd mondingen uitkomen in de Kaspische Zee. In het noorden liggen de dorre steppes van Zuid-Rusland. Zestig kilometer naar het oosten ligt Kazachstan. Hier komt nog steur voor, de uitstervende spil van de Russische kaviaarindustrie en in de zomer flamingo's en pelikanen.

"Waar we nu varen was begin vorige eeuw nog zee", zegt Bob Hoogendoorn, de postdoc van de TU Delft die de expeditie leidt. Aan Hoogendoorns promotor, hoogleraar geologie Salomon Kroonenberg aan de TU Delft, had ik gevraagd of ik mee kon met veldonderzoekers in deze regio. Ik had het hoofdstuk ►



• Schelpen in de modder maken het mogelijk om de desbetreffende aardlaag te dateren met de koostof-14 methode.



• De data die overdag verzameld zijn, moeten diezelfde avond nog worden uitgewerkt.



► over de Kaspische Zee gelezen in zijn populair-wetenschapelijke *De menselijke maat*. Over hoe deze grootste binnenzee ter wereld stijgt en daalt, veel heftiger en sneller dan andere zeeën, en over hoe die schommelingen nog altijd niet goed begrepen, laat staan voorspelbaar zijn. Kroonenberg vertelde dat meegaan niet gemakkelijk zou zijn. Een paar honderd kilometer verderop ligt de politiek onrustige Kaukasus, en Rusland verleent maar spaarzaam visa voor deze streek. In mei 2006 mislukte een eerdere versie van deze expeditie doordat apparatuur niet door de Russische douane kwamen. “Voor 500 dollar per dag stonden ze daar in het depot op het vliegveld. Elke dag kwamen ze met nieuwe eisen en formulieren”, aldus Kroonenberg. “Via onze Russische partners hebben we nog voorzichtig gepolst: ‘moet er soms ergens smeergeld betaald worden?’, maar zij hadden ook geen idee.” Maar nu is het dan toch gelukt. Naast Hoogendoorn zitten in de boot promovendi Vladimir ‘Volodja’ Slobodjan en Ivan ‘Vanja’ Koroljov en studente Anna Koerjakova, van de Moskouse staatsuniversiteit. Na een maand veldwerk kijken zij nauwelijks meer op van de arenden. Als we afmeren op één van de punten die Hoogendoorns GPS-apparaat aanwijst, worden kisten vol boorapparatuur uit de kuip geladen: pijpen, buizen, platen en andere roestvrijstalen spullen. Slobodjan en Koroljov beginnen meteen met boren.

Het is zwaar werk: met een overmaatse kurketrekker haalt

‘Clay, clay, silty clay, sand’, dicteert Hoogendoorn.

Slobodjan de eerste modder naar boven. Hoogendoorn inspekt de hoop en leest voor: klei (heel fijne korreltjes), zand (grote korrels), bruin, grijs, of een mengsel daarvan (*silty clay*). Koerjakova noteert alles op een formulier. Na de eerste meters worden de monsters genomen met de guts (‘chjoets’, hebben de Russen het woord overgenomen), een dunne buis die aan één zijde open is. Die moet je de grond in schuiven, ronddraaien, naar boven halen, platleggen, afstrijken, en dan het langwerpige

bodemmonster indelen in vakjes van 10 centimeter. ‘Clay, clay, silty clay, sand’, dicteert Hoogendoorn. Zijn er roestvlekken, laagvorming, zwarte resten van organisch materiaal? Een paar keer klinkt hij triomfantelijk: “Hele schelpen!” Schelpen tonen aan dat het gebied ooit onder water lag. Bovendien kun je ze dateren met de koolstof-14-methode, net als oude bladresten.

zaterdag 21 oktober Volodja Slobodjan en Vanja Koroljov zijn oude studievrienden, die elkaar constant bezighouden met studentikoze *inside jokes*, filmcitaten en gekibbel. ‘Vova, nou moet je wel even wat gaan doen’, ‘Vanja, kijk naar jezelf, ik ben druk bezig’, ‘Vova, noem je dat druk bezig?’ Enzovoort. ‘Als een getrouwd stel’, merk ik op. ‘Dat zegt iedereen’, bevestigt Hoogendoorn. Vandaag boren ze temidden van riet in plaats van gras, maar het werk is verder hetzelfde. Na de smalle guts wordt het gat met een bredere boor uitgeboord, dan worden er buizen in het gat geduwd, om te voorkomen dat de wanden instorten. Daarmee kom je dieper; het is het nieuwste van het nieuwste in de bodemboorwereld, zegt Hoogendoorn. Ik mag ook eens proberen: draaien aan het T-vormige handvat van de boor, omhoogtrekken, buizen in het gat duwen. Makkelijk is het niet. Ik had me wat anders voorgesteld bij geologische boringen: meer hightech, minder puur geploeter. In de zon die vandaag schijnt, zijn Volodja en Vanja al snel doorweekt van het zweet. Net als grote delen van Nederland is de Wolgadelta het resul-

“Hele schelpen!” Schelpen tonen aan dat het gebied ooit onder water lag.

taat van eeuwenlang aanslibben. Gestaa stapelden de klei- en zandlaagjes zich op, afhankelijk van de plaatselijke omstandigheden: snelstromend water in smalle rivieraftakkingen zet alleen relatief zware zanddeeltjes af. Als het water langzamer stroomt, in een baai of in open zee, zakken de veel kleinere kleideeltjes naar beneden. De boringen moeten dit natuurlijke archief uitlezen en de geschiedenis van de Wolga en de Kaspische Zee in kaart bren-

gen. De Kaspische Zee, waarvan het oppervlak nu 27 meter onder het gemiddelde peil van de oceanen ligt, is volgens Kroonenberg een waar laboratorium voor zeespiegelstijging. “Wat elders in duizenden jaren gebeurt, gebeurt hier in honderd jaar.” Naast de Wolga komen er nog een paar kleinere rivieren uit in deze binnenzee, terwijl alleen via verdamping water kan ontsnappen. Door deze bijzondere omstandigheden varieert de waterstand flink. Vanaf 1930 daalde de zee, wat op den duur de visvangst en de irrigatie bedreigde. De Sovjetunie bedacht megalomane plannen om noordwaartse rivieren als de Ob om te buigen naar het zuiden. Toen begon de zee in 1979 weer onbedaarlijk te stijgen. Begin jaren negentig werden fabrieken en steden met overstroming bedreigd. Plaatselijke bestuurders klopten aan bij Kroonenberg, een Nederlander immers. Zouden Hollandse dijken helpen, of misschien zelfs woonboten?

Toen stopte de stijging, drie meter hoger dan 1979, op het oude niveau. Niemand weet precies waarom. Watertoevoer, verdamping, klimaat, bodembewegingen, grondwaterstromen en nog andere factoren spelen allemaal ongetwijfeld hun rol, maar exacte voorspellingen doen, liefst van tevoren en niet achteraf, is tot nog toe onmogelijk gebleken. Er zijn aanwijzingen dat de Kaspische Zee de afgelopen tienduizend jaar nog veel wilder geschommeld heeft, tussen de -80 en -20 meter. Zo zijn er schelpen aangetroffen in bergen rond de Kaspische Zee. Door met de koolstof-14-methode de leeftijd van die schelpen te

“Wat elders in duizenden jaren gebeurt, gebeurt hier in honderd jaar.”

bepalen, zijn de *highstands*, de hoogste zeespiegelniveaus in de loop der jaren, inmiddels redelijk in kaart gebracht, zegt Hoogendoorn. Maar de *lowstands*, de laagste punten in de grafiek, blijken veel lastiger uit te vogelen. Eén aanwijzing is een middeleeuwse muur in de stad Derbent, die nu over het strand doorloopt tot diep onder water. Dat betekent dus dat de zee toen lager gestaan heeft. Maar dat is maar één periode. Hoogendoorn laat een gra-

fiekje zien van de zeespiegel over de afgelopen tienduizend jaar: de lowstands zijn er ingevuld met stippellijnen met vraagtekens erbij. De bedoeling is, dat deze boorcampagne daar ononderbroken lijnen van maakt. Dat is niet alleen leuk voor Kaspische Zee-fanaten, maar mogelijk ook voor klimaatonderzoekers. Zo is er over neerslaghoeveelheden in het verleden veel minder bekend dan over temperaturen. De Wolga beslaat met zijn afwateringsgebied een groot deel van Europees Rusland, zodat de Kaspische Zee wel eens een goede graadmeter van Europese natte en droge tijden zou kunnen blijken. Vandaag is een succesvolle dag, besluiten de onderzoekers: maar liefst acht keer zijn er dateerbare resten gevonden, op verschillende hoogten. We varen terug naar onze thuisbasis, het onderzoekersdorpje Damtsjik, een rommelig gehucht van zo’n vijftig huizen aan het eind van de steppeweg, midden in het reservaat. Er wonen alleen mensen die iets met het reservaat te maken hebben: onderzoekers, koks, en ook Ivan Aleksejevich, onze dove bootman. De onderzoekers wonen in een huis aan de rand van het dorp, spartaans maar ruim. ‘s Avonds worden, na het eten, de genomen monsters gelabeld, en in zakjes gestopt, voor latere analyse van chemische samenstelling en oude stuifmeelkorrels. De hal raakt gevuld met zakken modder. Hoogendoorn en Koerjakova voeren de boorresultaten in op een laptop. Belangrijk, on-Russisch detail: tijdens veldwerk wordt er geen druppel gedronken, is de strikte regel. Om een uur of tien tolt iedereen zijn bed in.

zondag 22 oktober “Ik wil naar huis”, jammert Anja Koerjakova, terwijl ze diep in haar regenjas wegkruipt. Na dagen mooi weer regent het op de laatste meetdag en waait er een koude wind. Alles rond de boorput lijkt in blubber te veranderen, Slobodjan en Koroljov veranderen in modderworstelaars, het papier van de formulieren wordt pappig, ook de bodemmonsters in de guts dreigen weg te spoelen waar we bij staan. Langzamerhand begint hun studentikoze meligheid Hoogendoorn behoorlijk te irriteren, bekend hij, al was het maar omdat hij het niet kan verstaan. Ook Anja Koerjakova zucht af en toe nadrukkelijk. De regen houdt niet op. “De laatste dagen zijn het zwaarst. Dan zit de routine erin en is de gang eruit”, zegt Hoogendoorn. ►



► De opluchting is voelbaar als we opbreken. Op de thuisbasis is er, bij uitzondering, wodka en een toast met mooie woorden van Hoogendoorn, vooral voor Koerjakova. Daarna wordt er weer gewerkt.

Hoogendoorn interesseert zich vooral voor de mechanica van de delta zelf. De vlakte waarin de Wolga uitmondt in de Kaspische Zee is een heel langzaam aflopende helling, die ver in de zee doorloopt. Vanwege die flauwe helling zou door een kleine verandering in zeeniveau de delta al behoorlijk op moeten schuiven. En inderdaad: in 1853, toen de eerste goede kaarten van het gebied gemaakt werden, lag de delta 25 kilometer noordelijker.

“Maar in de periode sinds 1979, toen de zee weer drie meter steeg, is de nieuwe delta niet verloren gegaan”, zegt Hoogendoorn. Een verklaring voor dat geheugeneffect is dat water in ondiepe kanalen langzamer stroomt. Langzaam water zet meer klei en zand af, waardoor het kanaal meestijgt met de zeespiegelstijging. Maar als het water eenmaal te diep is, treedt dat effect niet op, en stijgt de delta niet meer mee met een stijgende zee.

Door dit soort effecten is het nog niet zo eenvoudig om de boorkernen naar zeespiegels te vertalen. Soms verleggen de riviertakken zich, waardoor jaren opgebouwde klei- en zandlagen weggespoeld worden. Als het kanaal zich later weer vult met zand, hou je een zanderige ‘channel fill’ over in de boring, wijst Hoogendoorn aan op het schema van de boring van gisteren. “Maar tien meter verderop kan het er weer heel anders uitzien.”

woensdag 23 november Het is een maand later. Ergernissen en vermoeidheid zijn vergeten, en Hoogendoorn is enthousiast over de resultaten. “Het wordt heel moeilijk om het hiermee nog te verprutsen”, juicht hij over de telefoon. De uitgetekende boorkernen heeft hij inmiddels netjes naast seismische data gelegd, die eerder zijn gemaakt door met echoapparatuur de rivierarmen af te varen. Ultrasonische geluidspulsen kaatsen terug op overgangen in dichtheid in de grond, en geven zo een ondergronds profiel van verschillende bodemlagen.

In het zuidelijkste, breedste gedeelte van de delta mondt het rivierwater uit in zee, waardoor het zijn snelheid verliest en ter plekke veel zand en klei afzet. Het resultaat is een wirwar van kanaaltjes, veel kronkeliger vervlochten dan hoger stroomopwaarts. Op de seismische metingen is dit te zien als een bonte mix van bolle, holle en afgebroken curven. “Die zie je zowel in de ondiepe als in de diepere lagen. Blijkbaar is de monding vaker op deze plek geweest”, concludeert Hoogendoorn.

Ook twee andere gebieden, op acht en vijftien kilometer ten noorden van de huidige monding, laten consequent sporen zien van oude mondingen. Seismische metingen in de gebieden daartussen laten juist regelmatige parallelle sonarprofielen zien, vermoedelijk nagelaten door oude, ondiepe baaien, die net ten zuiden van een monding gelegen moeten hebben. Het lijkt er op dat de Wolga over de afgelopen duizenden jaren drie voorkeursplaatsen had om in de Kaspische Zee uit te monden. “Het idee dat de ondergrond een soort glad asfalt was waarover de delta traploos verschuift, klopt dus niet”, zegt Hoogendoorn.

De boringen en de seismische metingen vullen elkaar aan. Hoogendoorn: “Het idee is dat een overgang in dichtheid in de bodem een echo geeft, maar wát voor overgang je nou ziet, blijft soms een raadsel.” Door boren kun je de klei, zand, en kleurovergangen met eigen ogen zien, al is het dan maar in één punt. “Ook leveren boringen dateerbaar materiaal op, zodat de in kaart gebrachte geschiedenis een tijdperk krijgt.

Het wachten is op de uitkomsten van de koolstof-14- en andere analyses, wat nog wel een half jaar kan duren, zegt Hoogendoorn. “Dan kunnen we zeker *lowstands* vastpinnen”, belooft Hoogendoorn, “Ze zeggen wel eens: laat vijf geologen ergens naar kijken, en ze komen met zes interpretaties. Maar met deze gegevens liggen de zaken heel eenduidig vast.” ●