



CONTROVERSE EXPERTS OVER DALING NEDERLAND MET 40 CM/EEUW

Drijfzand



Als de analyse van dr.ir. Schokking juist is, zijn direct dijkversterkingen aan de kust noodzakelijk.

NEDERLAND LIGT, ZOALS DE MEESTE mensen weten, voor een groot deel onder de zeespiegel. Met kunst en vliegwerk houden we al jaren onze voeten droog. Vandaar dat we ontwikkelingen als zeespiegelstijging door het broeikas-effect en bodemdaling met argusogen in de gaten houden. We willen immers niet dat de zee bij verrassing terugpakt wat hem volgens de natuurlijke gang van zaken toebehoort. Onlangs luidde dr.ir. Floris Schokking, directeur van GeoConsult in Haarlem en lid van de subcommissie Bodembeweging en Zeespiegelvariatie van de

'In de kustprovincies zijn zettingsverschillen tussen peilmerken van 14 cm/eeuw tot zelfs 40/cm eeuw normaal'

king met de vakgroep Ingenieurs Geologie van de TU Delft, toont aan dat in het noorden en westen van Nederland lokaal met bodemdalingen van circa 20 cm per eeuw en langs de Hollandse kust mogelijk tot 40 cm per eeuw

rekening moet worden gehouden en dat is eenzelfde orde van grootte als de zeespiegelstijging gerelateerd aan het broeikas-effect', schrijft Schokking in het novembernummer van het vakblad *Land + Water*. 'Als de maximale bodemdaling van decimeters per eeuw en de verwachte zeespiegelstijging door het broeikas-effect tegelijkertijd optreden, is het niet meer mogelijk de stabiliteit van de kust met jaarlijkse maatregelen te verzekeren en is de veiligheid tegen overstromingen zonder verdergaande ingrepen niet meer gewaarborgd.'

Het artikel veroorzaakte veel ophef en verschillende dagbladen besteedden aandacht aan de publicatie. Verkeer en Waterstaat stuurde na het verschijnen van *Land + Water* een persbericht rond waarin het ministerie de geclaimde bodemdaling van 40 cm/eeuw ontkennde; deze zou volgens hen niet meer bedragen dan enkele centimeters per eeuw.

GEOLOGISCHE MECHANISMEN

De bovenste grondlagen in Nederland bestaan voor een groot gedeelte uit een pakket van veen en klei. Dit keer staat echter niet de bodemdaling ten gevolge van de oxidatie van veen ter discussie. De geologische mechanismen die Schokking aanhaalt als oorzaak van

zijn voorspelling, spelen zich veel dieper in de bodem af. Bodemdaling kan het gevolg zijn van een samengaan van verschillende mechanismen: isostasie, tektoniek en compactie.

Prof.dr. Frans Barends, hoogleraar aan de faculteit CITG van de TU Delft en tevens werkzaam bij GeoDelft, geeft een korte toelichting op deze verschijnselen: 'De oorzaak van isostasie is te vinden onder de harde aardkorst. Daar bestaat de aarde uit vloeibare magmastromen. Deze stromen zijn, mede ten gevolge van de laatste ijstijd, nog in beweging en moeten nog tot rust komen.' De lagen hierboven steunen op dit magma en bewegen daardoor mee.

Tektoniek speelt zich hoger in de bodem af. 'De harde aardkorst is onderhevig aan de dynamiek van de aardplaten. Het bewegen van deze platen door bijvoorbeeld het gewicht van nieuwe afzettingen veroorzaakt eveneens bodembeweging.' De kustprovincies hellen hierbij naar het noordwesten, terwijl Limburg naar boven komt.

Het langzaam en voortdurend samenpersen van grondlagen door het eigen gewicht en bovenbelasting heet compactie. 'Bij sommige lagen, vooral bij klei en veen, is dit proces vertraagd doordat er veel water inzigt. Dan spre-

ken we van consolidatie. Dit proces is te vergelijken met het uitknijpen van een spons', zegt Barends. Schokking verklaart de door hem geclaimde bodemdaling van 40 cm aan de Nederlandse kust als een samengaan van 2 tot 3 cm/eeuw bodemdaling ten gevolge van isostasie, circa 15 cm/eeuw ten gevolge van tektoniek en maar liefst 18 cm/eeuw ten gevolge van compactie van diepe kleilagen. De waarden die hij gebruikt voor de isostatische en tektonische bodemdaling, ontleent hij aan eerdere publicaties van collega's. Van de compactie van de kleilaag heeft hij geen cijfers. Het is volgens hem de meest aannemelijke verklaring voor de extra bodemdaling.

WATERPASSING

Maar hoe komen we eigenlijk aan die gegevens? Hoe meten we bodemdaling? 'De absolute bodemdaling kunnen we niet bepalen', zegt geodeet ir. Adriaan Houtenbos. Hij is, evenals Schokking, lid van de Subcommissie Bodembeweging en Zeespiegelvariatie. 'Aan de hand van meetgegevens kunnen we wel dalingsverschillen tussen meetpunten detecteren, maar geen absolute daling per meetpunt.'

Heel Nederland is voorzien van speciale meetpunten, die zijn te verdelen in ondergrondse en bovengrondse merken, ook wel peilmerk genoemd. Een peilmerk is doorgaans een ingemetselde bout die zich op een gebouw of andere constructie bevindt. Nederland telt ongeveer 35 000 peilmerken. Ondergrondse merken zijn speciale meetpunten die steunen op het Pleistoceen zand, een in vergelijking met het slappe-lagenpakket van veen en klei redelijk stabiele laag. Van die meetpunten zijn er in Nederland een kleine driehonderd te vinden. Houtenbos: 'Bij een nauwkeurigheidswaterpassing (NWP) controleren we de hoogte van de ondergrondse merken ten opzichte van het nulpunt in Amsterdam. Voor dat punt houden we een onveranderlijke hoogte aan ten opzichte van

het Normaal Amsterdams Peil, NAP.' De NAP-hoogte van 0 m is ongeveer gelijk aan het gemiddelde zeeniveau.

Met een waterpasinstrument, een kijker die horizontaal waterpas kan worden gezet, is te meten hoeveel twee verschillende punten in hoogte van elkaar verschillen. Door dit verschil op te tellen bij de aangehouden hoogte van het uitgangspunt is de hoogte van het tweede punt te berekenen. Vervolgens kan het hoogteverschil van het volgende punt ten opzichte van het laatst gemeten punt weer worden geregistreerd en daarvan de hoogte worden bepaald. Op deze manier komen alle meetpunten aan bod.

'Een meetfout werkt door in alle hoogten. Daarom meten we in kleine kringen. Wanneer we weer bij het beginpunt van de kring uitkomen, moet de som van de gemeten hoogteverschillen nul zijn. Op deze manier hebben we een extra controle', zegt Houtenbos.

In totaal is in Nederland vijf keer een nauwkeurigheidswaterpassing gedaan (zie histogram op pag. 42). De adviesdienst Geoinformatie en ICT (AGI), voorheen de meetkundige dienst van Rijkswaterstaat, voert de regie over deze metingen. De resultaten van de tweede tot en met de vijfde NWP zijn voor iedereen (digitaal) op te vragen. Het netwerk van ondergrondse merken is te gebruiken als referentiekader voor regionale metingen.

Behalve landsdekkende nauwkeurigheidswaterpassingen vinden er ook regionale metingen plaats. 'Deze metingen worden in principe opgehangen aan de hoogten van de ondergrondse merken als bepaald in de tweede NWP van rond 1930. Dit is uiteraard niet correct, de bodem is sinds de tweede waterpassing veranderd, maar op deze manier voorkomt het AGI administratieve instabiliteit; het is immers geen doen om alle referentiepunten in bouwtekeningen en andere documenten bij iedere waterpassing te veranderen. De doelstelling van het NAP is ruimtelijke homogeniteit. Het AGI wil 5 januari

overstappen naar de vijfde NWP als referentie. Ze moeten immers een keer overgaan.'

PARADOX

Houtenbos ziet het meten van bodemdaling als één grote paradox: 'We willen eigenlijk de hoogteverschillen van hetzelfde punt meten in de tijd, maar we meten de hoogteverschillen van verschillende punten op één tijdstip.'

'Het probleem van de meetgegevens is dat het uitsluitend relatieve waarden zijn. Absolute bodemdaling kunnen we niet bepalen', zegt Houtenbos. 'Door voor het referentiepunt een hoogte aan te nemen ten opzichte van het NAP, kunnen we wel hoogten berekenen voor alle meetpunten, maar deze waarden zijn volledig afhankelijk van de keuze van het referentiepunt en de hoogte die we voor dit punt aannemen.' Vanwege de verschillende referentiepunten heeft het geen zin om de gepubliceerde (berekende) hoogten met elkaar te vergelijken. 'Het is mogelijk dat bij verschillende projecten verschillende hoogten zijn berekend voor hetzelfde punt op dezelfde dag. Bij deze metingen is dan blijkbaar uitgegaan van verschillende startpunten.'

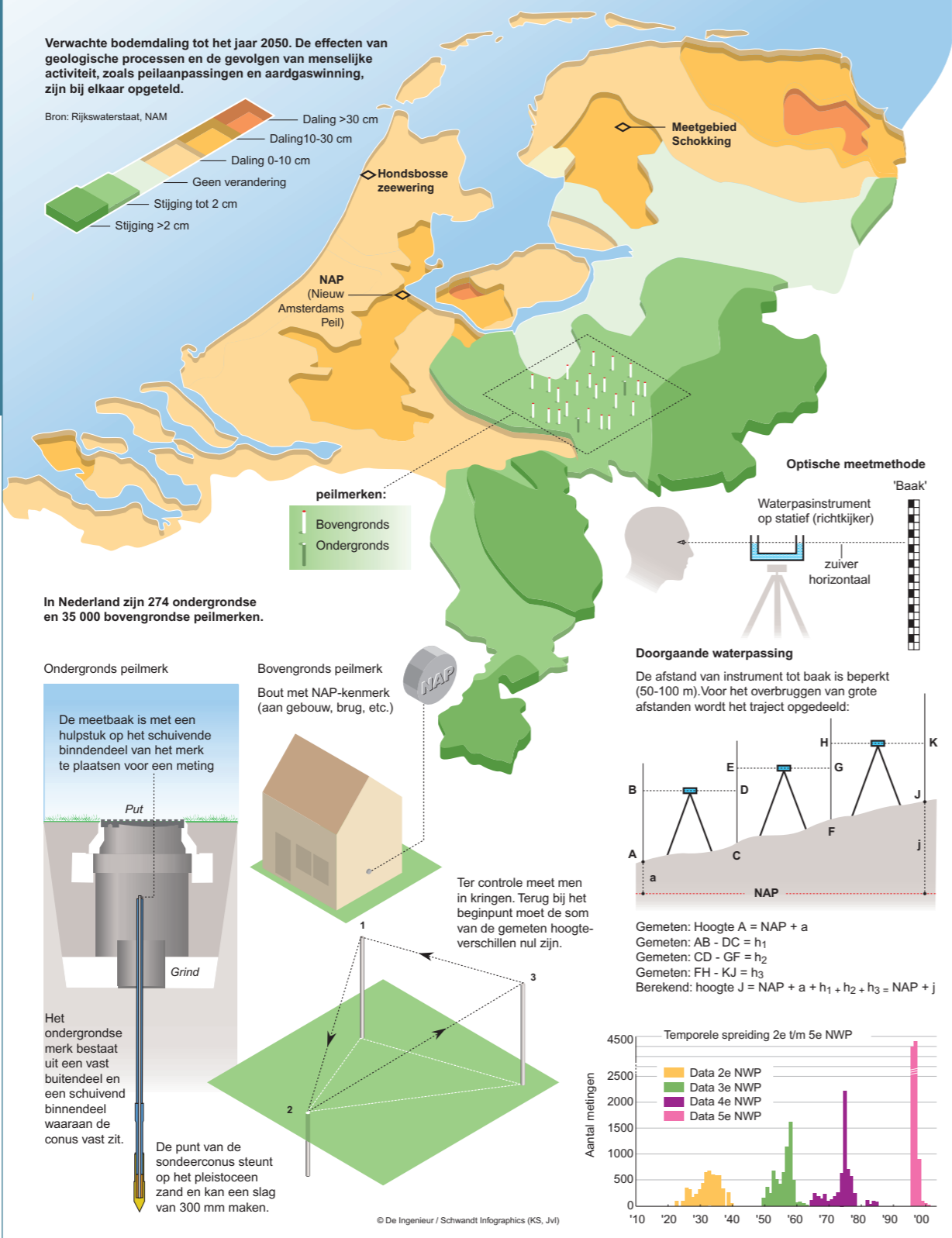
Een andere belangrijke factor bij de metingen is de stabiliteit van de meetpunten. Die zakken onder invloed van zijn eigen gewicht in meer of mindere mate weg in de ondergrond. Dit vertroebelt het beeld van de bodemdaling. 'Peilmerkdaling is de som van de bodemdaling en de zetting van de constructie waarop het merk is verankerd. In de kustprovincies zijn zettingsverschillen tussen peilmerken van 14 cm/eeuw tot zelfs 40 cm/eeuw normaal. Voor de berekening van

'De meest voor de hand liggende verklaring voor de hoge dalingsnelheden is compactie van kleien in de ondergrond'

BODEMDALING IN NEDERLAND

Verwachte bodemdaling tot het jaar 2050. De effecten van geologische processen en de gevolgen van menselijke activiteit, zoals peilaanpassingen en aardgaswinning, zijn bij elkaar opgeteld.

Bron: Rijkswaterstaat, NAM



bodemdaling moeten deze uitschieters worden verwijderd. Ik heb het vermoeden dat dit bij de berekening van Schokking onvoldoende is gedaan. Eigenlijk zou er voor de verwerking van de meetgegevens ook een norm of richtlijn moeten bestaan. Nu is alleen de meetmethode genormeerd.'

DEEPE KLEI

Terug naar de claim van Schokking. Hij onderzocht in Midden-Friesland de 'natuurlijke' daling van de peilmerken, die worden gebruikt voor de monitoring van een mogelijke verzakking ten gevolge van gaswinning. Hij maakte hiervoor gebruik van meetgegevens van voor het begin van de boringen. 'Er

'Bekende tektonische structuren lopen door tot Noord- en Zuid-Holland'

zijn daar bodemdalingssnelheden van de bovenkant van het Pleistoceen gemeten van maximaal 15 cm/eeuw. Omdat dit snelheden zijn gerelateerd aan de ondergrondse meetpunten die in dat gebied zelf ook een dalende beweging ten gevolge van isostasie vertonen, moet deze kantelingssnelheid er nog bij worden opgeteld. De bodemdalingssnelheid is dan maximaal 18 cm/eeuw', zegt Schokking. 'Het is zeer onwaarschijnlijk dat deze daling een gevolg is van tektonische werking, omdat hier niet een uitgesproken tektonisch bekken

voorkomt zoals bij de zogenaamde Roerdalslenk en Peelhorst in Noord-Brabant. In Midden-Friesland komen wel tertiaire kleien voor met een dikte van circa 800 m. De meest voor de hand liggende verklaring voor de hoge dalingsnelheden is daarom compactie van kleien in de diepe ondergrond.'

Klei bestaat uit kleine plaatjes die in ongeordende toestand meer ruimte innemen dan wanneer ze (bijvoorbeeld ten gevolge van blootstelling aan hoge, constante druk) allemaal in het horizontale vlak liggen. Normaal

gesproken vindt deze compactie geleidelijk plaats met het aangroeien van de bovenliggende lagen. Volgens Schokking is een deel van de tertiaire kleien in het noorden van Nederland lokaal 'ondergeconsolideerd'. Hiermee bedoelt hij dat de mate van samendrukking niet overeenkomt met de huidige belasting door het eigen gewicht en de last van de bovenliggende lagen. De klei kan daardoor op een later moment nog aanzienlijk samendrukken.

Schokking: 'Klei raakt mogelijk onderge-

consolideerd wanneer er bijvoorbeeld in korte tijd veel sedimentafzetting plaatsvindt. De compactiesnelheid kan de afzettingssnelheid als het ware niet meer bijbenen. In sommige gevallen vormt zich zelfs een seal, een slecht doorlatende laag die de ondergeconsolideerde laag als het ware afschermt. Hierdoor ontstaan hoge poriënwaterdrukken. Bij de afstroming van het onder druk staande water kunnen scheuren optreden. Dit scheurpatroon is onder andere in het Noordzee-bekken waargenomen met 3D seismiek. Dit is mogelijk ook het geval met de kleien onder het vaste land. Helaas is dit niet verifieerbaar. Het seismisch onderzoek is uitgevoerd door een gaswinnend bedrijf en dus niet openbaar.'

KUST

Wellicht, suggereert Schokking, bevinden zich onder het Nederlandse kustgebied wel ongeconsolideerde kleilagen. Tektonische activiteit is daar ook niet ondenkbaar. Schokking: 'Bekende tektonische structuren lopen door tot Noord-Holland en Zuid-Holland.' Tel hierbij de 3 cm kanteling ten gevolge van isostasie en verwachte zeespiegelstijging bij op en Nederland lijkt op een ramp af te stevenen. Volgens Schokking is er echter niet alleen sprake van een theorie: 'In de omgeving van de Hollandse kust zijn lokaal bodemdalingssnelheden gemeten tussen de 30 en 40 cm/eeuw.'

Deze laatste bewering roept enige vragen op. Andere onderzoekers constateerden namelijk met behulp van dezelfde meetgegevens bodemdalingen van maximaal 10 cm/eeuw. Met behulp van zogenaamde getijdenstations is ook waargenomen dat er langs de Nederlandse kust al een kleine eeuw sprake is van een relatieve zeespiegelstijging. Omdat de meetstations goed gefundeerd op het land staan, vormen de gemeten waarden eigenlijk de som van de zeespiegelstijging en de bodemdaling. Uit deze metingen blijkt een zeespiegelstijging van minimaal 12 cm

(Harlingen) en maximaal 23 cm (Hoek van Holland) per eeuw. Zou er inderdaad sprake zijn van een bodemdaling van 40 cm/eeuw, zoals Schokking beweert, dan betekent dit dat de zeespiegel minimaal 17 cm daalt in plaats van stijgt, namelijk het verschil tussen 40 cm bodemdaling minus, bij Hoek van Holland, 23 cm relatieve zeespiegelstijging.

ONDERGRONDS

Schokking uit zijn twijfels over de resultaten van de bodemdalingsonderzoeken van anderen. 'Die zijn uitsluitend gebaseerd op metingen aan de 274 ondergrondse merken. De spreiding van de meetpunten is hierbij te groot om lokale bodemdalingssnelheden te detecteren. De spreiding van de getijdenstations is zelfs nog groter', zegt Schokking. De geoloog maakt daarom ook gebruik van de bovengrondse peilmerken. Maar geldt daarvoor niet de eerder gemaakte opmerking van Houtenbos over instabiele uitschieters? Schokking: 'Wij hebben in samenwerking met de TU Delft een op geostatistiek gebaseerde methode ontwikkeld waarmee de instabiele punten kunnen worden geïdentificeerd en uitgesloten in de analyse. We doen dat door de peilmerksnelheden te confronteren met de ondiepe geologie, de hydrologische omstandigheden en de funderingscondities.'

'Het gaat bij mijn metingen om lokale fenomenen; de 20 tot 40 cm daling vindt dus niet langs de hele kust plaats. Momenteel is er alleen gemeten tussen Schoorl en Callants-oog, op de Hondschosse Zeewering en ook ter plaatse van de duinen.'

BEWIJS

Houtenbos twijfelt echter aan de methode van Schokking, waarbij hij elimineert aan de hand van de ondiepe geologie, de hydrologische omstandigheden en de funderingscondities. 'Met name de funderingscondities zijn vaak moeilijk te achterhalen. Ik vraag me af of Schokking deze gegevens voor zijn metingen

aan de kust heeft achterhaald.' Overigens is het volgens Houtenbos makkelijk na te gaan of de conclusies van Schokking correct zijn: 'Als de bodem inderdaad lokaal ernstig verzakt door compactie van diepe kleilagen, moeten de peilmerken in de directe nabijheid soortgelijk gedrag vertonen. Compactering van een 800 m dikke kleilaag is volgens mij altijd te detecteren bij meerdere merken. Zonder deze bevestiging is Schokkings stelling onverdedigbaar.'

De beide door Houtenbos verlangde verificaties blijken echter niet mogelijk. Schokking weigert de door hem gebruikte gegevens en toegepaste analysemethode ter inzage te geven. 'Dit onderzoek is gedaan in opdracht van een gaswinningsbedrijf, de gegevens zijn geheim.'

Bovendien vindt hij 'het niet de taak van een journalist om te spitten in dit soort gegevens. GeoConsult is een gerenommeerd bedrijf, op de verstrekte gegevens moet men gewoon vertrouwen.' Ook op het aanbod om de gegevens aan iemand als Houtenbos voor te leggen gaat Schokking niet in.

'Ik wil op korte termijn met AGI, Rijkswaterstaat, RIKZ, het ministerie van Verkeer en Waterstaat en TAW een bespreking om de beschikbare gegevens te bestuderen. Het uitvoeren van regionaal historisch bodemdalingsonderzoek, vergelijkbaar met mijn onderzoek in Midden-Friesland, lijkt mij een mogelijkheid om meer duidelijkheid te verkrijgen.'

Houtenbos draait de volgorde der dingen liever om. 'Laat eerst maar duidelijk worden dat de omliggende peilmerken de lokale bodemdalingssnelheden bevestigen. Is dat het geval, dan is pas gereede aanleiding voor een geologisch onderzoek om dit resultaat te verifiëren.' ●



Nederland telt circa 274 ondergrondse peilmerken.