# De Gilze-Rijen breuk bij Tilburg

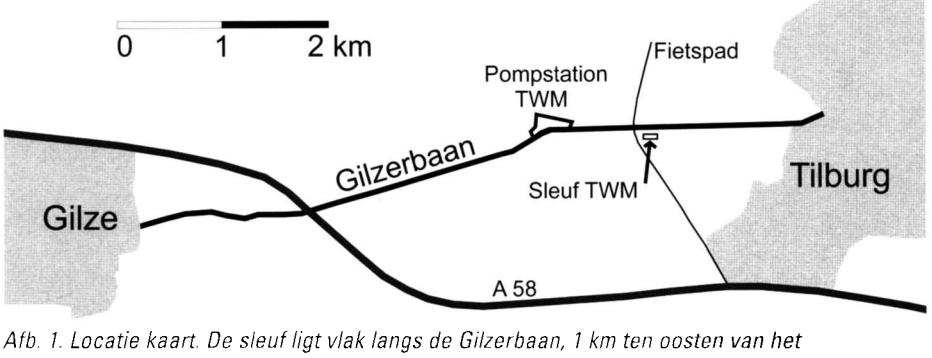
Ronald T. van Balen, Kees.Kasse, Dick Edelman
*R. T. van Balen, K. Kasse, Afdeling Kwartairgeologie en Geomorfologie, Faculteit Aarde- en Levenswetenschappen, Vrije Universiteit Amsterdam, Ronald.van.balen@falw.vu.nl*
*D. Edelman, Tilburgsche Waterleiding-Maatschappij*

**Afgelopen zomer is door de Tilburgsche Waterleiding-Maatschappij (TWM) een sleuf gegraven over de Gilze-Rijen breuk. Deze breuk ligt aan de zuidwestrand van een groot dalingsgebied in Zuid-Nederland, de Roerdal Slenk. Andere, meer bekende breuken behorende tot dit dalingssysteem zijn de Peelrand Breuk bij Roermond en Uden, en de Feldbiss Breuk bij Bree, Born en Sittard. De afgelopen jaren zijn er verschillende sleuven gegraven door Nederlandse, Belgische en Duitse onderzoekers over sommige delen van deze breuken (zie www.geo.vu.nl/~quageo), met als hoofddoel de aardbevingsgeschiedenis van de breuken vast te stellen.**

Het is al sinds de jaren 60 van de vorige eeuw bekend dat de breuken van de Roerdal Slenk de grondwaterstroming beïnvloeden (voor een overzicht zie Bense et al., 2003). Bijvoorbeeld, de wijstgronden (natte, moerasachtige plekken) langs de Peelrand Breuk op de Peel hangen samen met de slechte horizontale doorlaatbaarheid van de breuken, wat leidt tot grondwaterstagnatie. De slechte doorlaatbaarheid is een gevolg van versmering van klei langs het breukvlak, neerslag van ijzeroxides langs het breukvlak, verzet van watervoerende pakketten en verstoring van de opeenstapeling (pakking) van de sedimentkorrels. Vanwege de invloed van breuken op grondwaterstroming heeft de TWM besloten een sleuf te graven over de Gilze-Rijen breuk, midden in hun waterwingebied, om de invloed van de breuk op grondwaterstroming beter te documenteren. Dat breuken het Tilburgse water beïnvloeden wordt vermoed op basis van de chemie van het drinkwater. Uit de chemische samenstelling van het water blijkt namelijk dat oppervlaktewater de diepergelegen watervoerende pakketten infiltreert, en daarmee ook de kwaliteit ervan negatief beïnvloedt.

De sleuf is gegraven langs de Gilzerbaan, vlakbij het grondwaterpompstation van de TWM (Afb. 1). De locatie van de breuk is zo goed als mogelijk ingeschat aan de hand van ondiepe boringen, geologische en bodemkundige kaarten, en de morfologie van het landschap. De positie van de breuk is als een kleine terreintrede in het veld te herkennen. De locatie van de sleuf was goed gekozen, want na opening waren er twee prachtige breuken zichtbaar (Afb. 2; helaas was op het moment van de foto opnamen de rechter breuk overstort). Beide breuken hellen naar het oosten en in beide gevallen is het oostelijke blok gezakt ten opzichte van het westelijke; het zijn dus afschuivingen, wat overeenkomt met wat verwacht was op basis van de geologie van de Roerdal Slenk. Dat er twee breuken zijn gevonden is ook niet onverwacht. In drie dimensies zijn breuken vertakkende structuren, op kleine (cm) en grote (km) schalen. Een soortgelijke breukstructuur is ook waargenomen in een sleuf over de Peelrand Breuk (Van den Berg et al., 2002).

Naast de breukstructuren zijn ook vervormingen van sedimenten in de sleuf te zien die ontstaan zijn onder invloed van opvriezing en ontdooiing van bodems tijdens de laatste ijstijd.

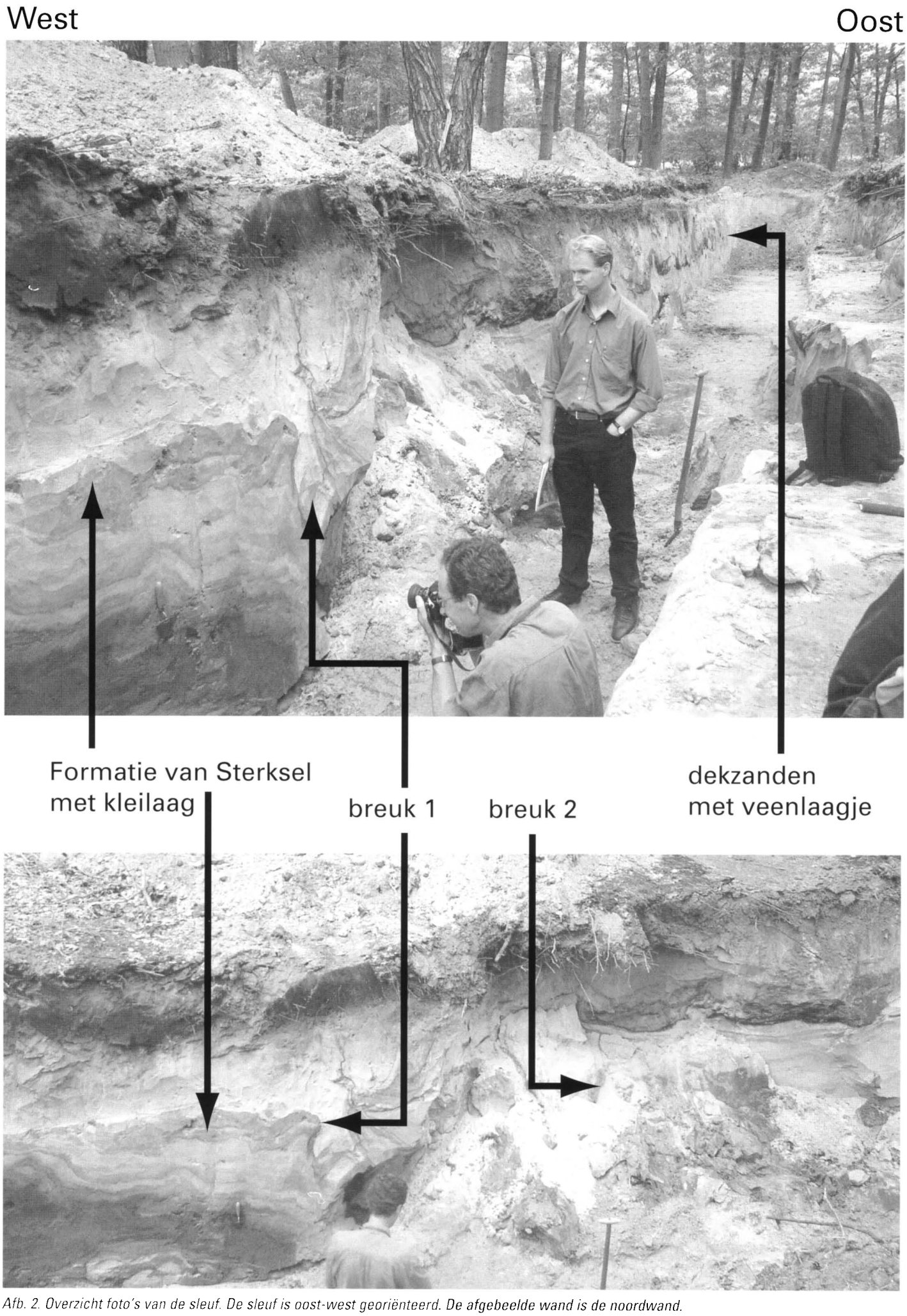



*Afb. 1. Locatie kaart. De sleuf ligt vlak langs de Gilzerbaan, 1 km ten oosten van het pompstation van de TWM.*

**Stratigrafie**

Vanwege de structuur, afschuivingen naar het oosten, zijn de jongste afzettingen te vinden in de rechterbovenhoek van het sleufwandprofiel. Deze jongste 'afzetting' is een goed ontwikkelde podsole bodem van Holocene ouderdom. De bodem is gevormd in fijnkorrelige zandafzettingen, behorende tot de dekzandafzettingen van het koudste deel van de laatste ijstijd, het Weichselien. Deze dekzandafzettingen komen niet voor in de linkerwand van het profiel. De dekzandafzettingen in Nederland kunnen worden onderverdeeld op basis van twee kenmerkende lagen: de Usselo laag (een Allerød bodem) en de Beuningen grindlaag. Deze lagen representeren korte tijdintervallen, zijn op veel plekken in Nederland gevonden en zijn over grote afstanden te correleren. De Usselo laag is niet gevonden in de sleuf. De Beuningen grindlaag is misschien aanwezig in de Holocene bodem, maar dit is niet met zekerheid vastgesteld. De Beuningen grindlaag (soms met windkanters), is ontstaan door uitblazing van grindhoudend zand in een poolwoestijn omgeving; het is een fossiel grindplaveisel vergelijkbaar met grindplaveisels in bijvoorbeeld de Sahara (woestijnpantsers). De laag van Beuningen wordt vooral gevonden op plekken die hoog waren in het poolwoestijnlandschap. In lage delen van het landschap kan de Beuningen laag ontbreken, doordat daar de sedimentatie van zand een doorgaand proces was. De plek waar de sleuf gegraven is zal relatief hoog geweest zijn in het poolwoestijnlandschap gezien de positie op de rand van de Roerdal Slenk. Dit wordt ook aannemelijk gemaakt door het ontbreken van dekzandafzettingen in het westelijke deel van het profiel. Het dekzand in de sleuf is dus ouder dan de Beuningen grindlaag, wat betekent dat ze stratigrafisch behoren tot het Oud Dekzand I, de Beverborg Member van de Twente Formatie, met een op basis van correlaties geschatte ouderdom van 17 tot 19 duizend jaar voor heden (BP).

Onder het dekzandpakket ligt een dunne (20 cm) laag venig materiaal van onbekende ouderdom. Dit veen is verplooid door processen die samenhangen met permafrost tijdens het Weichselien, zie beneden. Deze cryoturbate verschijnselen en het veen dateren mogelijk beide uit het Midden-




*Afb. 2. Overzicht foto's van de sleuf. De sleuf is oost-west georiënteerd. De afgebeelde wand is de noordwand.*

*Afb. 3. Close-up van symmetrische plooien veroorzaakt door vorstwerking (cryoturbatie).*

Pleniglaciaal van het Weichselien, circa 30 duizend jaar BP. De ouderdom van het zand onder het veen is onzeker. De korrelgrootte en textuur komt overeen met dekzand, maar sedimentaire structuren laten zien dat het is afgezet door ondiep, stromend water. Waarschijnlijk is het gevormd in het Midden-Pleniglaciaal, en betreft het verspoelde dekzanden.

De afzetting, die stratigrafisch onder de verspoelde dekzanden ligt, bevindt zich aan de westkant (linkerkant) van het profiel. Dit zijn fijnkorrelige fluviatiele afzettingen met grindjes. De sedimentaire structuren laten zien dat deze afzettingen door een grotere rivier zijn neergelegd. Bovendien is de textuur anders dan die van de verspoelde dekzanden. Ook de kleur is verschillend. Dekzanden neigen naar geel-bruin, de kleur van dit zand is eerder grijzig-bruin. Aan de hand van de bodemkaart kon vastgesteld worden dat deze afzetting een grote regionale verbreiding heeft, en in het algemeen bestaat uit grindhoudend grof zand. Aanvullende regionale geologische informatie laat zien dat deze afzetting behoort tot de Formatie van Sterksel, een afzetting van de Rijn en Maas uit het Midden-Pleistoceen. In de sleuf ligt deze eenheid met een discordant contact op een 2 meter dik pakket kleien en fijne zanden die ook tot de Formatie van Sterksel behoren.

In een rapport uit 1926 van de TWM is een boorprofiel opgenomen, parallel aan de Gilzerbaan. Dit oost-west boorprofiel ligt een tiental meters te noorden van de sleuf, is 2 kilometer lang, en heeft een dichtheid van 1 boring per 25 meter, waarbij de gemiddelde boordiepte ongeveer 15 meter is. Uit dit boorprofiel blijkt dat in de oostkant van de sleuf de Formatie van Sterksel zich op een diepte variërend van 1 tot 2 meter bevind, ten opzichte van de bodem van de sleuf. Het eerste pakket afzettingen van deze formatie is daar een 10 meter dik pakket kleien. Daaronder ligt een minimaal 8 meter dik pakket grove zanden met grinden. Aan de westkant van de sleuf is de bovenste 9 meter stratigrafie grof zand met grind, behorend tot de Formatie van Sterksel. Daaronder ligt een enkele meters dik kleipakket, met daar weer onder fijne zanden. Deze pakketen behoren tot de Formatie van Waalre; de klei staat bekend als 'Bavel klei'. Deze formatie is niet aangeboord aan de oostelijk kant.

**Structuren**

In de sleuf zijn in ieder geval twee, maar misschien drie, soorten deformatiestructuren te zien:

1. structuren die veroorzaakt zijn door vorst verschijnselen,
2. structuren die direct samenhangen met breuken,
3. structuren die wellicht gemaakt zijn door aardbevingen.

Het veenlaagje in de oostkant van het profiel is verplooid (geïnvolueerd). In feite zijn de zanden onder en boven het veenlaagje ook verplooid, maar het veenlaagje laat door zijn afwijkende kleur de deformatie goed zien (Afb. 3). De verplooiing is ontstaan

*Afb. 4. Detail opname van de deformatiezone van breuk 1. Zichtbaar zijn onder andere verstijlende kleinere breukjes in het zand, plooivormen in de klei, en uitgeloogd wit zand langs het hoofdbreukvlak (rechts).*

doordat zanden van onder het veenlaagje omhooggeperst zijn in de dekzandafzettingen. De verplooiingen zijn symmetrisch in de oostkant van het profiel en asymetrisch nabij de breuken, waarbij de asymmetrie richting het oosten wijst. De plooien horen bij bevriezingsverschijnselen tijdens glaciale omstandigheden. De koudste periodes van ijstijden worden gekenmerkt door permanent bevroren bodems, de permafrost bodem. Echter, de bovenste meter van een bodemprofiel is tijdens de zomer ontdooid; de echte permanent bevroren bodem begint op een meter beneden maaiveld. Tijdens de glaciale winters bevriest de bodem van boven af. Tussen de permafrost en de bevriezende bodem bevindt zich dan een met water verzadigde laag. Deze krijgt een hoge waterdruk doordat de bevroren bodem steeds dikker wordt naar beneden toe, ijs een groter volume heeft dan water, en het water niet kan ontsnappen. Het gevolg is het ontstaan van drijfzanden en -modder, waarbij het zwaardere zand wegzakt en het lichtere omhoog beweegt. In dit geval lag het veenlaagje ongeveer op de grens. Aangezien de verplooiingen asymetrisch zijn bij de breuk is de papnatte sedimentmassa bovendien een klein beetje van de helling afgegleden. Daar zijn ook andere aanwijzingen voor, zie beneden.

Van grote afstand zijn de breuken goed aanwijsbaar. Van dichterbij is er meer detail te zien bij de westelijke breuk (Afb. 4). De vervormingszone is hier breder dan alleen de breuk zelf. Tot op een afstand van minimaal 3 meter van de breuk zijn vervormingen in de klei- en zandlagen gevonden. In deze zone deformeren de kleilagen voornamelijk door te plooien, terwijl de zandige eenheden duidelijk door meerdere breukjes verbroken zijn. De breukjes zijn gekromd: het bovenste deel helt steiler dan het onderste. Deze ombuiging is pas in tweede instantie ontstaan, door oostwaartse (is hellingwaarts) afglijding van de hele sedimentstapel, nadat de breukjes gevormd waren. In het verlengde van de breukjes, richting het bovenliggende klei-pakket, worden de breukjes vager en gaan over in plooivormen.

Aan de westelijke onderkant van de profielsleuf, aan de basis van het pakket kleien en zanden, waren vervormingen zichtbaar waarvan de oorzaak niet goed vastgesteld kon worden. De kleilaag wisselde hier abrupt van dikte en het leek erop dat horizontale zandlagen in de klei geïntrudeerd waren, omdat de overgang klei-zand zeer abrupt was en omdat de dikte van het zand sterk varieerde (0,5 – 5 cm). Het zou kunnen dat het hier ook om cryoturbate verstoringen gaat, want deze zijn ook bekend uit het Midden-Pleistoceen. Maar, injecties van zand kunnen ook veroorzaakt worden door aardbevingen. Tijdens krachtige aardbevingen, bijvoorbeeld de aardbeving van Roermond in 1992, kan door het schudden van de bodem drijfzand ontstaan. Net als bij plooiing veroorzaakt door vorstverschijnselen kan het zand vervolgens gaan bewegen. Tijdens de Roermond aardbeving zijn in de omgeving van Roermond zandvulkanen ontstaan.

**Discussie en Conclusies**
Tussen de twee breuken is het zand opvallend wit gekleurd. Het bestaat lithologisch gezien bijna puur uit kwarts. Buiten deze zone zijn dezelfde zandpakketten geel-bruin gekleurd en bevatten ze een klein aandeel klei. Dit verschil wordt verklaard door uitloging. Het infiltrerende regenwater, dat door het uitgeloogde zandpakket stroomt, lost alles op behalve het moeilijk verweerbare kwarts. Met andere woorden de witte pakketten zijn een residu. Door de uitloging hebben deze pakketten een zwakkere samenhang gekregen. Het is dan ook geen toeval, dat juist dit deel van de sleufwand ingestort is. De uitloging is dus een sterke aanwijzing voor preferente grondwaterstroming langs de breuk, naar beneden toe (als het water naar boven zou stromen, dan zou er juist mineraalneerslag zijn geweest). Dit bevestigt dus het beeld wat de TWM had.

Helaas is de Bavel klei niet aan weerszijden van de breuken aangeboord; het zou een mooi niveau zijn geweest om verplaatsingssnelheden van de breuk te bepalen. Uit de discordante relatie tussen de top van Formatie van Sterksel en klei in de westkant van het sleufprofiel blijkt dat na afzetting van de klei er (tektonisch) reliëf ontstaan is, dat vervolgens genivelleerd is door de Rijn en Maas. De diepteligging van dit klei niveau in het oostelijk deel van het profiel is onbekend; heel misschien is het het 10 meter dikke kleipakket. In dat geval is de verplaatsing ongeveer 4 meter in minimaal 700 duizend jaar geweest, dat geeft een verplaatsingssnelheid van maximaal 0,0056 millimeter per jaar. Het dekzand en verspoelde dekzandpakket zijn niet aangetroffen in het westelijke deel van het profiel. Dit betekent dat het of nooit daar is afgezet, of het is er wel afgezet maar ondertussen weer geërodeerd (niet onlogisch gezien de verspoelde dekzanden). De top van de Formatie van Sterksel is niet te herkennen in de boorbeschrijvingen van de oostelijke kant van het profiel. Dit hoeft niet per se te betekenen dat het daar niet aanwezig is, aangezien het om een relatief dun pakket gaat. Het is verleidelijk om de top van de Formatie van Sterksel (als zijnde een schatting voor de basis van het dekzand op het westelijke deel) chrono-stratigrafisch te correleren met de meest diepliggende verspoelde dekzanden in de sleuf, als minimum schatting voor het verzet langs de breuk sinds het begin van de dekzandafzetting. Maar de complicatie hierbij is dat het dekzand waarschijnlijk is afgezet op een hellende ondergrond. De verplaatsing langs de breuken is niet eenduidig uit te splitsen in een deel voor, een deel tijdens en een deel na de dekzandafzetting. Nader onderzoek, gebruik makend van absolute dateringsmogelijkheden, moeten hierover meer uitsluitsel geven.

Verplaatsingen langs breuken impliceren niet dat er ook aardbevingen geweest zijn. Het meeste verzet langs de breuken van de Roerdal Slenk vindt plaats via kruipmechanismen, waarbij de verplaatsing langs de breuk gerealiseerd wordt met een heleboel micro-aardbevinkjes (niet voelbaar; Houtgast et al., 2003). Een illustratief voorbeeld hiervan is te vinden 10 kilometer ten oosten van Roermond. Hier staat op de Peelrand Breuk een boerderij uit ~1950 waarvan de nok 20 centimeter verzet is. Dit verzet is echter geleidelijk gegaan in de afgelopen 50 jaar. Waterpasmetingen van de meetkundige dienst laten ook zien dat de verplaatsing langs breuken een geleidelijk en continu proces is. In de afgelopen 700 duizend jaar was de gemiddelde verplaatsingssnelheid langs dit deel van de Gilze-Rijen breuk wellicht in de orde van 0,0056 millimeter per jaar. Dat is ongeveer 10 keer langzamer dan de Peelrand en Feldbiss breuken in Zuid-Limburg.

**Dankwoord**
Met dank aan George Brouwers, NGV Afdeling Midden-Brabant en de Tilburgsche Waterleiding-Maatschappij.

**Literatuur**
Bense, V.F., R.T. van Balen, en J.J. de Vries, 2003. The impact of faults on the hydrogeological conditions in the Roer Valley Rift System: an overview. Netherlands Journal of Geosciences/-Geologie en Mijnbouw, 82, 41-54.

Houtgast, R.F., R.T. van Balen, C. Kasse, en J. Vandenberghe, 2003. Late Quaternary tectonic evolution and postseismic near-surface fault displacements along the Geleen Fault (Feldbiss Fault Zone – Roer Valley Rift System, the Netherlands), based on trenching. Netherlands Journal of Geosciences/Geologie en Mijnbouw, 82, in press.

Van den Berg, M.W., K. Vanneste, B. Dost, A. Lokhorst, M. van Eijk and K. Verbeeck, 2002. Paleoseismic investigations along the Peelboundary Fault: geological setting, site selection and trenching results. Netherlands Journal of Geosciences/Geologie en Mijnbouw, 81, 39-60.

Tilburgsche Waterleiding-Maatschappij, 1926. Rapport in zake uitbreiding van de prise d'eau en de pompwerken der Tilburgsche Waterleiding Maatschappij (met 23 bijlagen), pp.107.

# Geovaria

Fred Rabe

## Antarctica

**Het weer**
Antarctica is het droogste continent ter wereld en ook het koudste.
De laagste door Nederlanders gemeten waarde was 78 graden onder nul. Het waait er ook verschrikkelijk hard. Carleen Reijmers bestudeerde het weer om te promoveren en verbleef gedurende een aantal maanden ter plaatse. Het sneeuwt niet voortdurend, maar slechts gedurende vier of vijf grote buien per jaar. Deze buien vallen niet steeds in hetzelfde seizoen en vaak zijn de omstandigheden bij een dergelijke bui anders dan normaal. De temperatuur kan tijdens een bui in twee dagen stijgen van min zestig graden naar min vijfentwintig. Dat houdt in dat het ijs in de ijskernen niet onder normale omstandigheden wordt gevormd en dus dat je voorzichtig moet zijn met interpreteren. In elk geval is de ijskap van Antarctica weer langzaam aan het groeien. ('Heimwee in een zeecontainer.', Volkskrant, 22 september 2001).

**Zuidpool wordt weer winters**
De laatste regel uit het vorige stuk wordt bevestigd in artikelen in Science (18 januari 2002) en Nature (17 januari 2002). Het ijs op de westelijke zuidpoolhelft heeft zich sinds het hoogtepunt van de laatste ijstijd ruim tienduizend jaar geleden, al dertienhonderd kilometer teruggetrokken. Nog enkel millennia zo doorgaan en het zou zijn gebeurd met de ijskap. De zogeheten Ross-ijsstromen, zes grote ijsrivieren, kilometers brede stroken die ijs transporteren naar de rand van het continent, blijken echter meer materiaal te ontvangen, dan dat ze afvoeren. En de temperatuur daalt ter plaatse, terwijl wereldwijd de temperatuur stijgt in dezelfde periode. (Volkskrant, 19 januari 2002).