

# De geologie en de samenstelling van het grondwater op de dalhelling tussen Bunde en Elsloo.

J.G.J.M. CORTEN, Echterstraat 20, Echt.

H.J.T. WEERTS, Geografisch Instituut R.U. Utrecht.

De dalhelling tussen Bunde en Elsloo (figuur 1), die in het streekplan van Zuid-Limburg (Provincie Limburg, 1977) aangeduid wordt als een natuurgebied met hoge landschappelijke waarden, werd reeds in 1949 door S.J. Dijkstra beschreven als een geologisch en biologisch waardevol gebied. De bossen op deze Maasdalhelling, die de overgang vormt van het hoogterras van de Maas (St. Pietersbergniveau) naar het laagterras van de Maas, hebben de status van beschermd natuurreserveaat ('Bunderbos ca.'). Ook in de algehele herziening van het voorontwerp streekplan Zuid-Limburg (Provincie Limburg, 1986) wordt aangegeven dat het beleid voor dit gebied gericht moet worden op het handhaven en/of ontwikkelen van de aanwezige natuur- en landschappelijke waarden.

Op deze helling bevinden zich vele bronnen en bronzones, die gevoed worden door grondwater uit het bovenste grondwaterpakket dat over de slecht doorlatende oligocene afzettingen afstroomt. De hoogte waarop deze bronnen zich bevinden varieert globaal tussen de 50 meter + NAP bij Elsloo en 85 meter + NAP bij Bunde. Ter hoogte van Geulle wordt deze helling doorsneden door de Geulle breuk (figuur 1), die een spronghoogte heeft van circa 15-25 meter. De invloed van deze breuk is waarschijnlijk beperkt tot het Tertiair.

In dit artikel wordt de invloed van de Geulle breuk op de geologische situatie, de samenstelling van het dagzomend grondwater en de invloed hiervan op de vegetatie in de bossen op de dalhelling beschreven.

## De geologische situatie

Voor de beschrijving van de geologische situatie heeft het geologisch profiel zoals TEN BERGE & ROMEIN (1962) dit hebben beschreven als uitgangspunt gediend (figuur 2).

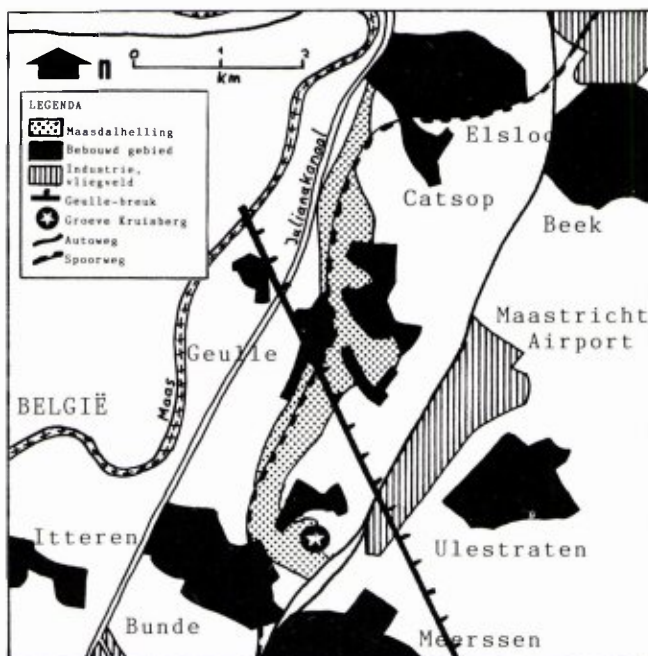
Bij de beschrijving van de geologie van deze dalhelling hebben TEN BERGE & ROMEIN (1962) geen onderscheid gemaakt tussen het deel van de helling ten zuiden en ten noorden van de Geulle breuk. Zij beschrijven kort dat langs deze breuk een afschuiving heeft plaatsgevonden, waardoor de afzettingen ten noorden van de breuk circa 25 meter dieper zijn komen te liggen en geven één geologisch profiel voor het gehele gebied. De geologische opbouw van de dalhelling is aan weerszijden van de Geulle breuk echter verschillend en kan als volgt worden beschreven (TEN BERGE & ROMEIN, 1962; KUYL, 1980; CORTEN, 1985; WEERTS, 1987):

ten noorden van de Geulle breuk (figuur 3):

### hoogte in meters

+ NAP	omschrijving
105 - 95	terrasgrind (St. Pietersbergniveau)
95 - 85 à 80	fijn zand (Afzettingen van Kakert)
85 à 80 - 65 à 60	afwisseling van kleiig zand en zandige klei met kalkconcreties (Afzettingen van Boom)

Voor de Afzettingen van Boom wordt in het algemeen een dikte van circa 40 meter aangenomen. Doordat deze afzetting 1 à 2% naar het noordwesten is scheefgesteld en naar het noorden toe dikker wordt (JONGMANS, 1931; VAN DER HEYDE *et al.* 1980) loopt de dagzoom van deze afzetting af van circa 80 - 60 meter + NAP pal ten noorden



Figuur 1. De Maasdalhelling tussen Bunde en Elsloo.

<b>Midden Oligoceen.</b>		} Afzettingen van Boom
ca. 40 m.	afwisselend kalkhoudende klei- en zandlagen met kalkconcreties, de z.g. septarien. Deze zijn zo genoemd omdat de kalkconcreties door calcietsepten verdeeld zijn;	
5 à 10 m.	kalkvrij zand;	
ca. 5 m.	kalkhoudende klei met <i>Nucula compta</i> schelpen, ook wel Nucula-klei genoemd;	
0,25 m.	zand met schelpen en platte blauwe vuurstenen (schuifstenen).	} Afzettingen van Berg
<b>Onder Oligoceen.</b>		} Afzettingen van Goudsberg
4 m.	kalkhoudende klei met o.a. veel <i>Cerithium plicatum</i> schelpen, ook wel Cerithienklei genoemd met een humeuze kleiband (vegetatielaagje) aan de bovenkant. Dit laagje is op het land gevormd, terwijl het Oligoceen overigens een strandafzetting is.	
ca. 20 m.	kalkvrij zand.	} Afzettingen van Klimmen

Figuur 2. De opbouw van het Oligoceen tussen Bunde en Elsloo volgens TEN BERGE & ROMEIN (1962).

van de Geulle breuk tot 50 - 10 meter + NAP bij Elsloo. Wordt bij de Geulle breuk van een dikte van 40 meter uitgegaan voor deze afzetting, dan zou de spronghoogte van de Geulle breuk 45 - 50 meter moeten zijn. ten zuiden van de Geulle breuk (figuur 3):

hoogte in meters + NAP	omschrijving
105 - 95	terrasgrind (St. Pietersbergniveau)
95 - 85 à 80	kalkvrij fijn zand (Afzettingen van Waterval)
85 à 80 - 80 à 75	klei met <i>Nucula compta</i> schelpen (Afzettingen van Kleine Spouwen)
80 à 75 - 65 à 60	kalkvrij zand met schelpen en platte blauwe vuurstenen/schuifstenen (Afzettingen van Berg)
65 à 60 - 60 à 55	klei met <i>Cerithium plicatum</i> schelpen, met een humeuze kleiband (vegetatielaagje) aan de bovenkant (Afzettingen van Goudsberg)
daaronder	kalkvrij zand (Afzettingen van Klimmen)

De hierboven beschreven afzettingen worden over vrijwel de gehele dalhelling bedekt met een laag hellingsafzettingen. Deze beschrijving wijkt enigszins af van de door TEN BERGE & ROMEIN (1962) gegeven beschrijving. De volgende waarnemingen hebben hieraan ten grondslag gelegen:

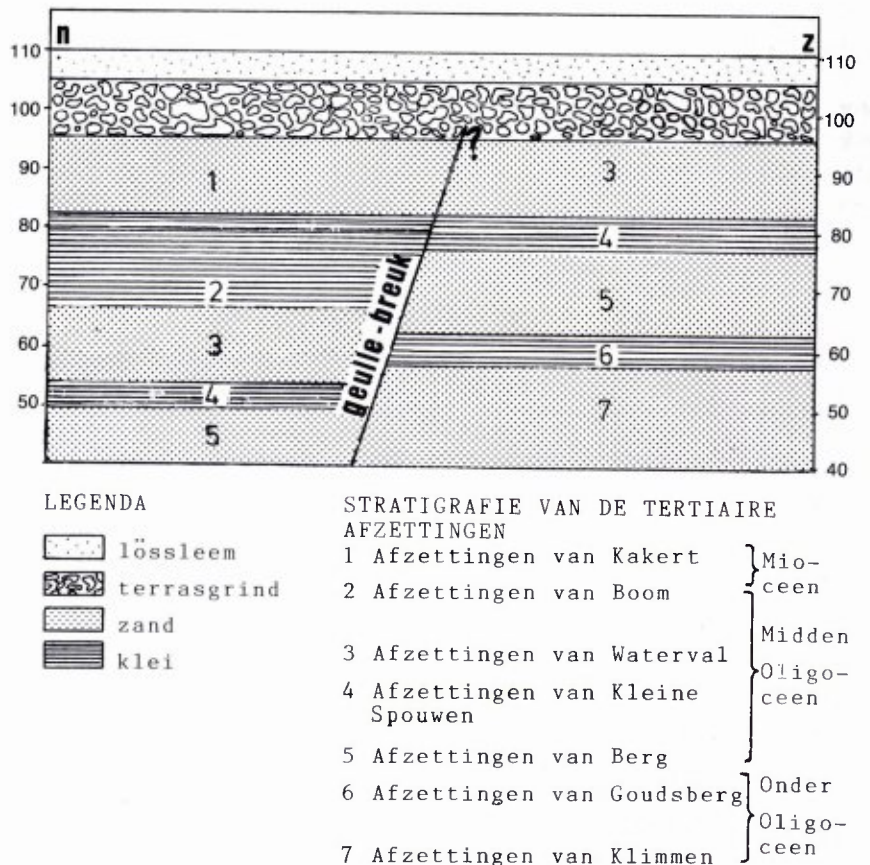
— Aan weerszijden van de Geulle breuk is geen verschil waargenomen in de hoogte van de hoogst

dagzomende bronnen ( $\pm 80$  meter + NAP). Op grond hiervan is aangenomen dat aan weerszijden van de breuk de bovenkant van de hoogst voorkomende slecht door-

latende laag zich op ongeveer dezelfde hoogte ten opzichte van NAP bevindt.

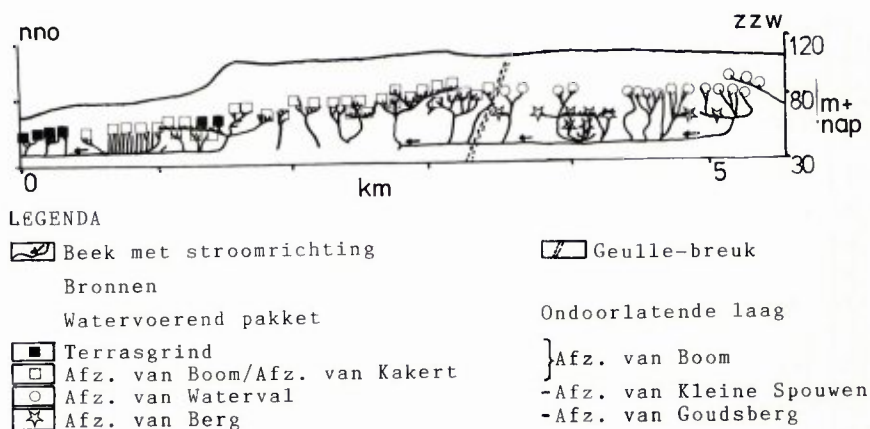
— In de groeve Kruisberg is een pakket zand ontsloten van circa 10 meter dikte. TEN BERGE & ROMEIN (1962) hebben deze afzetting (Afzettingen van Waterval) beschreven als een pakket van 5 à 10 meter kalkvrij zand (figuur 2).

— Op grond van veldwaarnemingen en van boring 62A-16 (Rijks Geologische Dienst, Geologisch Bureau Heerlen), waarin de Afzettingen van Goudsberg op  $\pm 60$  meter + NAP zijn aangetroffen, kan de dikte van de Afzettingen van Berg ten Zuiden van de Geulle breuk op circa 15 meter geschat worden. In boring 62A-203 bij de groeve Kruisberg (Rijks Geologische Dienst, Geologisch Bureau Heerlen) wordt voor deze afzetting een dikte van circa 6,50 meter aangegeven.



Figuur 3. Stratigrafie van de Tertiaire afzettingen in de omgeving van de Geulle-breek.

Indien wordt uitgegaan van een spronghoogte van de Geulle breuk van circa 25 meter en de hierboven beschreven waarnemingen, kan worden geconcludeerd dat de maximale dikte van de Afzettingen van Boom op de helling pal ten noorden van de Geulle breuk circa 15 - 20 meter moet zijn. JONGMANS (1931) heeft aange- toond dat de dikte van de Afzettingen van Boom verder noordelijk (bij Cat- sop) ongeveer 40 meter is.



Figuur 4. De bronnen en beken op de Maasdalhelling tussen Bunde en Eisloo.

## Het grondwater in de tertiaire afzettingen

Op de plaatsen waar de slecht doorlatende oligocene afzettingen (Afzettingen van Boom, Afzettingen van Kleine Spouwen en de Afzettingen van Goudsberg) dagzomen bevinden zich bronnen en bronzones. In figuur 4 zijn deze bronnen en bronzones schematisch weergegeven. Het grondwater dat in deze bronnen uittreedt is afkomstig van het neerslagoverschot dat op het Plateau van Schimmert in de waterdoorlatende afzettingen infiltreert en vervolgens stagneert op de slecht doorlatende afzettingen. Hierna stroomt het water over deze afzettingen af en treedt op het dagzoomcontact uit.

De grondwaterstroming op het Plateau van Schimmert vindt globaal in noord-westelijke richting plaats. Deze stromingsrichting komt overeen met de helling van de oligocene afzettingen, die in het algemeen ook noord-westelijk gericht is (JONGMANS, 1931; VAN DER HEYDE *et al.*, 1980).

In 1984 zijn in de maand april 48 bronnen/bronzones op deze helling bemonsterd. Hierbij zijn 32 monsters ten noorden van de breuk genomen en 16 monsters ten zuiden van de breuk. Bij dit onderzoek zijn de volgende waterkwaliteitsparameters onderzocht: natrium, kalium, calcium, nitraat, chloride, bicarbonaat, sulfaat, fosfaat, ammonium, de zuurgraad en het elektrisch geleidingsvermogen.

Met behulp van een clusteranalyse (methode van Ward) is onderzocht of het verschil in geologische opbouw

aan weerszijden van de Geulle breuk leidt tot verschillen in de samenstelling van het dagzomend grondwater op de dalhelling. Een clusteranalyse is een statistische methode waarbij uit het totaal aantal genomen monsters op diverse niveaus groepen worden gevormd, waarbij de eigenschappen (= samenstelling van het dagzomende grondwater) van de monsters binnen één groep een grote overeenkomst vertonen. Zo'n groep monsters met sterk op elkaar gelijkende eigenschappen wordt een cluster genoemd. Bij deze methode worden op het hoogste niveau uiteindelijk alle monsters weer tot één groot cluster samengenomen (BERKOUWER, 1978). De resultaten van zo'n clusteranalyse kunnen in de vorm van een dendrogram worden weergegeven. Figuur 5 geeft het resultaat van de clusteranalyse met 41 van de in totaal 48 bemonsterde bronnen op deze wijze weer. De 7 bronnen waarbij niet alle waterkwaliteitsparameters onderzocht zijn, zijn hierbij buiten beschouwing gelaten. De uiteindelijke clustering tot één cluster op het hoogste niveau is in deze figuur niet weergegeven.

Uit het figuur blijkt dat er binnen deze groep monsters 3 clusters kunnen worden onderscheiden. Cluster 1 bestaat vrijwel geheel uit monsters van de bronnen ten noorden van de Geulle breuk (met uitzondering van monster 35). Cluster 2 bestaat uitsluitend uit monsters van bronnen ten zuiden van de Geulle breuk. Cluster 3 tenslotte bestaat uit één monster dat

genomen is in de bronzone pal ten westen van de groeve/stortplaats Kruisberg (figuur 1).

Uit deze clusteranalyse kan geconcludeerd worden dat het dagzomend grondwater ten noorden van de Geulle breuk een andere samenstelling heeft dan het dagzomend grondwater ten zuiden van de breuk. Bezien we dit verschil in samenstelling van het grondwater in relatie met de hiervoor beschreven geologische situatie, dan kan het volgende worden opgemerkt. Ten zuiden van de Geulle breuk zal het grondwater grotendeels stagneren op de Afzettingen van Kleine Spouwen en afstromen door de goed doorlatende Afzettingen van Waterval. Dit grondwater dagzoomt op de dalhelling in een bronzone op circa 80 meter + NAP (figuur 4). Een deel van het grondwater zal op de Afzettingen van Goudsberg stagneren en door de goed doorlatende Afzettingen van Berg afstromen. Hierdoor bevindt zich op de dalhelling een tweede bronzone op circa 60 meter + NAP (figuur 4). Beide watervoerende pakketten bestaan hier uit goed doorlatende zanden die kalkloos zijn.

Ten noorden van de Geulle breuk stagneert het grondwater op de Afzettingen van Boom. Het watervoerende pakket bestaat hier uit de Afzettingen van Boom (die immers zijn opgebouwd uit kleiig zand en zandige klei), de Afzettingen van Kakert en plaatse- lijk het terrasgrind (figuur 4). Met name de Afzettingen van Boom, waar- door het grondwater ten dele stroomt,

bevat beduidend meer kalk dan de Afzettingen van Waterval en de Afzettingen van Berg.

Het verschil in de samenstelling van het dagzomend grondwater blijkt eveneens uit tabel I. Het duidelijkst is dit zichtbaar bij de concentratie aan bicarbonaat en in mindere mate bij calcium, de zuurgraad en het elektrisch geleidingsvermogen. Het grondwater ten zuiden van de Geulle breuk kan gekarakteriseerd worden als matig hard tot tamelijk hard, het grondwater ten noorden van de breuk als hard.

Worden de overige onderzochte waterkwaliteitsparameters in deze tabel nader bekeken, dan is met name het hoge nitraatgehalte in het grondwater opvallend. De MTC-norm (maximaal toelaatbare concentratie van voor menselijke consumptie bestemd water) van de EG-richtlijn, die voor nitraat

11,3 mg-N/l bedraagt (Raad voor de Europese Gemeenschappen, 1976), wordt door  $\pm 66\%$  van de onderzochte monsters overschreden. Het in deze EG-richtlijn gestelde richtniveau van 5,6 mg-N/l wordt door  $\pm 90\%$  van de monsters overschreden. Deze hoge gehalten aan nitraat in het grondwater in Zuid-Limburg worden door SCHOUTEN *et al* (1986) toegeschreven aan de verschuivingen die in de agrarische bedrijfsvoering en het agrarisch ruimtegebrek hebben plaatsgevonden. Genoemd worden een toename van de teelt van maïs en suikerbieten ten koste van granen, het feit dat een steeds groter deel van de stikstofgift in de landbouw gerealiseerd wordt door toediening van dierlijke mest (dierlijke mest heeft een grotere verontreinigingspotentie dan kunstmest) en een sterke intensivering van het gebruik van graslanden.

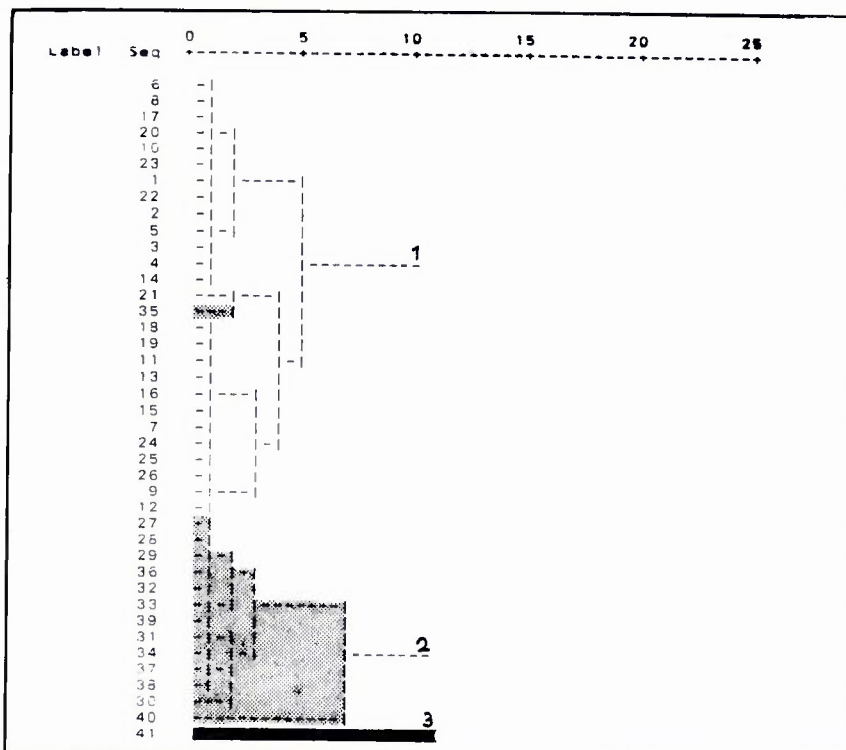
Ook kan het sulfaatgehalte van het grondwater verhoogd genoemd worden. Het in de EG-richtlijn gestelde richtniveau van 100 mg/l wordt weliswaar slechts door 10% van de monsters overschreden, de gemiddelde sulfaatconcentratie benadert deze norm echter zeer dicht. SCHOUTEN *et al* (1986) merken eveneens op dat de sulfaatgehalten in het bronwater in Zuid-Limburg sedert 1940 zijn toegenomen.

Bij de clusteranalyse bleek één monster sterk af te wijken van alle andere. Dit monster is genomen bij de bronzone pal ten westen van de stortplaats Kruisberg (figuur 1). De bodem van deze groeve bevindt zich  $\pm 2$  meter boven het grondwatervniveau (PROVINCIE LIMBURG, 1982). Uit tabel 1 blijkt dat dit monster gekenmerkt wordt door hoge concentraties aan ammonium, kalium, chloride, natrium, bicarbonaat en een hoog elektrisch geleidingsvermogen. Daarnaast zijn in dit monster hoge concentraties aan zware metalen gemeten (met name koper en borium) en is het grondwater praktisch zuurstofloos. Op deze stortplaats is huishoudelijk afval, bouw- en sloopafval en bedrijfsafval gestort (PROVINCIE LIMBURG, 1982). Een deel van het gestorte bedrijfsafval bestaat uit keramisch afval.

## Relatie grondwaterkwaliteit - vegetatie

De invloed die de samenstelling van het grondwater op de vegetatie heeft kan onderverdeeld worden in een van nature aanwezige invloed en een antropogene invloed.

De natuurlijke invloed heeft betrekking op het verschil in kalkgehalte van het grondwater aan weerszijden van de breuk. Het voorkomen van de zeer zeldzame plantensoort Hangende zegge (*Carex pendula* Huds.) is vrijwel geheel beperkt tot de bronniveaus ten zuiden van de breuk. EVERS (1983) heeft dit eveneens geconstateerd. Dit is te verklaren door middel van het lagere kalkgehalte van het hier dagzomende grondwater. Ten noorden van de Geulle breuk komen door het hoge



- Bronnen ten noorden van de Geulle breuk
- Bronnen ten zuiden van de Geulle breuk
- Verontreinigde bron groeve Kruisberg

Figuur 5. Dendrogram clusteranalyse waterkwaliteit 'Bunderbos ca', variabelen: pH, EG, Ca, HCO<sub>3</sub>, Na en Cl.

kalkgehalte in het dagzomende grondwater veelvuldig travertijnafzettingen op de bronniveaus en langs de beken voor, hetgeen plaatselijk tot de vorming van watervalletjes heeft geleid. Indien uit dagzomend kalkhoudend grondwater koolzuur ontwijkt, als gevolg van temperatuursverandering of drukontlasting, ontstaat travertijn (ook wel kalksinters genoemd) dat uit op elkaar afgezette kalkkorsten bestaat (PANNEKOEK, 1973). Hierdoor bevindt zich op dit deel van de dalhelling een afwisseling van kalkloze en kalkrijke en van droge en natte milieus, waardoor sterk gevarieerde vegetatietypen op korte afstand van elkaar voorkomen. De algehele soortenrijkdom is hierdoor groter dan ten zuiden van de Geulle breuk (EVERS, 1983). Aan kalk gebonden soorten als Bosrank (*Clematis vitalba* L.), Daslook (*Allium ursinum* L.) en Overblijvend bingelkruid (*Mercurialis perennis* L.) komen in het Bunderbos dan ook voornamelijk ten noorden van de Geulle breuk voor. Wat de antropogene invloed betreft kan in de eerste plaats het hoge nitraatgehalte worden genoemd. Wat de invloed hiervan op de vegetatie in de bronzones is, is nog onduidelijk. Wel is er op een aantal bronniveaus verruiging van de vegetatie geconstateerd (veelvuldig voorkomen van Brandnetel en Kleefkruid). Andere factoren zoals bijvoorbeeld een hogere lichtinval, bronerosie en bodembeweging kunnen hierbij echter eveneens een rol spelen. Nader onderzoek hiernaar is gewenst, mede gezien het feit dat het beleid voor dit gebied gericht is op het handhaven en/of ontwikkelen van de natuurwaarden (PROVINCIE LIMBURG, 1986). De invloed van de stortplaats Kruisberg uit zich in het volledig afsterven van de vegetatie op het bronniveau ten westen van de stortplaats. Zoals reeds vermeld is het dagzomende grondwater hier praktisch zuurstofloos. Hierdoor treedt er gebrek aan zuurstof op in de bodem, waardoor de vegetatie kan afsterven. Daarnaast zal het bodemmilieu reducerend blijven, waardoor toxische gereduceerde stoffen niet geoxideerd worden. Hiermee zou, in combinatie met de hoge gehalten aan zware metalen, het afsterven van de vegetatie verklaard kunnen

Parameter	Ligging t.o.v. Geulle Breuk						Kruisberg	
	noorden			zuiden			n	x
	n	$\bar{x}$	$\sigma$	n	$\bar{x}$	$\sigma$		
pH	32	7.8	0.2	15	7.1	0.3	1	6.7
EG	26	869	122	14	543	192	1	1698
NO <sub>3</sub> -N	31	15	8	15	12	5	1	2
NH <sub>4</sub> -N	32	0.0	0.0	15	0.4	1.4	1	36.6
PO <sub>4</sub> -P	32	0.0	0.0	15	0.0	0.1	1	0.0
K	32	4.1	4.2	15	6.9	5.7	1	78.1
SO <sub>4</sub>	32	87	13	15	92	13	1	43
Cl	32	39	8	15	46	19	1	177
Na	32	15	6	15	22	8	1	148
Ca	26	69	8	14	49	16	1	92
HCO <sub>3</sub>	26	342	56	14	90	42	1	703
O <sup>2</sup>	5	40	15	4	30	15	1	0

EG: Elektrisch geleidingsvermogen, in  $\mu\text{S}/\text{cm}$  bij 25 °C  
 NO<sub>3</sub>-N: Nitraat-stikstof  
 NH<sub>4</sub>-N: Ammonium-stikstof  
 PO<sub>4</sub>-P: Orthofosfaat-fosfor  
 K: Kalium  
 SO<sub>4</sub>: Sulfaat  
 Cl: Chloride  
 Na: Natrium  
 Ca: Calcium  
 HCO<sub>3</sub>: Bicarbonaat  
 O<sup>2</sup>: zuurstofverzadiging van het water, in %

n: aantal bemonsterde bronnen  
 x: gemiddelde waarde  
 $\sigma$ : standaardafwijking van het gemiddelde

alle in ppm (mg/l)

Tabel 1. Samenstelling van het dagzomende grondwater.

worden. Welke factoren hierbij de grootste invloed hebben kan echter niet nader worden aangegeven. Waar de natuurlijke invloed van het grondwater juist tot een verrijking van de vegetatie heeft geleid, vormt de antropogene invloed via het grondwater een bedreiging voor de grondwatergebonden vegetaties.

## Conclusies

Als gevolg van de afschuiving langs de Geulle breuk is de geologische opbouw van de dalhelling tussen Bunde en Elsloo aan weerszijden van de breuk verschillend. Ten noorden van de breuk wordt het bovenste gedeelte van het Oligoceen door de Afzettingen van Boom gevormd, met daarboven de miocene Afzettingen van Kakert. Ten zuiden van de breuk ontbreken deze afzettingen en vormen de Afzettingen van Waterval het bovenste deel van het Oligoceen. Het verschil in geologische opbouw uit zich in de samenstelling van het op deze dalhelling dagzomende grondwater. Ten noorden van de breuk is dit grondwater kalkrijker dan ten zuiden van de breuk. Dit is het gevolg van het feit dat het grondwater ten zuiden van de breuk op de Afzettingen van Kleine

Spouwen en de Afzettingen van Goudsberg stagneert en door de goed doorlatende kalkloze Afzettingen van Waterval en Afzettingen van Berg afstroomt. Ten noorden van de Geulle breuk stagneert het grondwater op de afzettingen van Boom en stroomt grotendeels door deze afzetting en de Afzettingen van Kakert af. Met name de Afzettingen van Boom bevatten beduidend meer kalk dan de Afzettingen van Waterval en de Afzettingen van Berg.

Door het verschil in kalkgehalte van het dagzomende grondwater is de samenstelling van de vegetatie op de bronniveaus aan weerszijden van de breuk verschillend. Daarnaast komen ten noorden van de breuk veelvuldig travertijnafzettingen voor.

Als gevolg van diverse agrarische activiteiten is het nitraatgehalte van het grondwater sterk verhoogd, veelal tot boven de MTC-norm van 11,3 mg-N/l uit de EG-richtlijn. Op dit moment kan de exakte invloed hiervan op de vegetatie van de bronniveaus nog niet worden aangegeven, alhoewel op een aantal bronniveaus verruiging is geconstateerd. Nader onderzoek hiernaar is gewenst, aangezien het 'Bunderbos ca' een waardevol natuurgebied is en het beleid voor dit gebied gericht is op het handhaven en/of ontwikkelen van de natuurwaarden.

De stortplaats Kruisberg heeft een sterk negatieve invloed op de kwaliteit van het grondwater. Als gevolg van de verontreiniging van dit grondwater is de vegetatie op het bronniveau pal ten westen van deze stortplaats volledig afgestorven.

## Dankwoord

Hierbij willen de auteurs de volgende personen bedanken:

W.M.J. Evers (Katholieke Leergangen Sittard) voor zijn opmerkingen met betrekking tot de vegetatie van het Bunderbos.

P. van Rooijen en W.M. Felder (Rijks Geologische Dienst, Geologisch Bureau Heerlen) voor hun opmerkingen met betrekking tot de geologie.

## Summary

On the hillslope from the main-terrace (110 meters above Mean Sea Level) to the flood-plain (40 m + MSL) of the Meuse River between Bunde and Elsloo (Southern Limbourg, The Netherlands), many natural springs are found. These springs receive their water from the unconfined aquifer in the loesscovered main-terrace deposits (sand and gravel) and Tertiary deposits (sand and clay) which are found under the main-terrace deposits. These Tertiary deposits have been broken by faults. One of these faults, the Geulle-Fault, intersects the hillslope from the main-terrace to the flood-plain of the Meuse near Geulle.

The different geological structure on both sides of the Geulle-Fault leads to differences in the water

quality of the groundwater. The differences in water quality on both sides of the fault have led to differences in the groundwater dependent vegetation in the forests of the Bunderbos nature reserve, which is growing near the springs and the numerous brooks in this area.

There is also human influence upon the water quality of the groundwater, mainly caused by the use of fertilizers and natural manure in agriculture. As a result of this influence, the nitrate and sulphate levels in the groundwater have risen. Due to this, the groundwater dependent vegetation of the Bunderbos area may change. Another human influence on the water quality of the groundwater near the Bunderbos is caused by a waste-diposal here (Kruisberg pit). Water in the springs in the vicinity of this former sand and gravel pit is strongly polluted with chloride, sodium, potassium, ammonium, and heavy metals. The vegetation near these springs is dead.

It can be concluded that, whereas the natural influences upon the groundwater quality have led to an enrichment of the vegetation of the Bunderbos area, the human influence forms a serious threat to the groundwater dependent vegetation here.

## Literatuur

BERGE TEN, J.R.J. en B.J. ROMEIN, 1962. De geologie van de Maasvallei en zijn oostelijke helling tussen Bunde en Elsloo. *Natuurhist. Maandbl.* 51 (7/8) : 103-108.

BERKOUWER, Y., 1978. Clustan. Centrum voor Data Analyse, faculteit der Sociale Wetenschappen. Rijksuniversiteit Utrecht.

CORTEN, J.G.J.M., 1985. Waterkwaliteit in een deel van Zuid-Limburg. *Doktoraalverslag vakgroep Fysische Geografie Rijksuniversiteit Utrecht.*

DIJKSTRA, S.J., 1949. De helling tussen Geulle en Bunde. Een onzer, geologisch en biologisch, inte-

ressantste gebieden. *Natuurhist. Maandbl.* 38 (7/8) : 75-78.

EVERS, W.M.J., 1983. De vegetatie van het Bunderbos ca. deel 2. *Doktoraalverslag Botanisch Laboratorium, afdeling Geobotanie Katholieke Universiteit Nijmegen.*

HEIJDE VAN DER P.K.M., KUYL, O.S. en P. VAN ROOIJEN, 1980. *Grondwaterkaart van Nederland, inventarisatie-rapport Maastricht 61 en Heerlen 62 West en 62 Oost. rapport no. GWK 28, Dienst Grondwaterverkenning TNO Delft (District Zuid).*

JONGMANS, W.J., 1931. *Geologische onderzoekingen voor de Nederlandse Spoorwegen in Limburg in verband met bodemafschuivingen. Overdruk uit "Spoor- en Tramwegen" no. 3, 4, 5, 6.*

KUYL, O.S., 1980. *Toelichting bij de Geologische kaart van Nederland, schaal 1 : 50.000, Heerlen (62 W oostelijke helft, 62 O westelijke helft). Rijks Geologische Dienst Haarlem.*

PANNEKOEK, A.J. (red), 1973. *Algemene geologie (2e herziene druk). Wolters-Noordhoff Groningen.*

PATJN, R.J.H., 1966. *Waterwinning in Zuid- en Midden-Limburg, nu en in de toekomst. Meded. Geol. Stichting C-VI-8, Maastricht.*

PROVINCIE LIMBURG, 1977. *Streekplan Zuid-Limburg.*

PROVINCIE LIMBURG, 1982. *Afvalstoffenplan Limburg.*

PROVINCIE LIMBURG, 1986. *Voorontwerp streekplan Zuid-Limburg, algehele herziening.*

RAAD VOOR DE EUROPESE GEMEENSCHAPPEN, 1976. *Richtlijn betreffende de kwaliteit van voor menselijke consumptie bestemd water. Publicatieblad nr. L 229.*

SCHOUTEN, C.J., M.C. RANG en W.P. HENDRIX, 1986. *Nitraatbelasting van het grond- en oppervlaktewater in het 'tekortgebied' Zuid-Limburg. H<sub>2</sub>O 19 (15) : 340-345.*

WEERTS, H.J.T., 1987. *De landschappen van het Bunderbos en omgeving. Een fysisch geografische studie. Doctoraalverslag vakgroep Fysische Geografie Rijksuniversiteit Utrecht.*

# Bibliomania Natura 2

Woyt, Johan Jacob (1671-1709). *Gazophylacium medico-physicum, of Schat-kamer der genees- en natuur-kundige zaken, behelzende de meest Kunst-woorden, die in de Geneeskunde gebruikelijk zyn.....; naar de 14e Hoogduitsche druk opnieuw vertaald en vermeerderd; 2e Nederduitsche druk. Te Amsterdam, by Abraham Graal, en Gerrit de Groot en Zoon, 1766. 876 p.*

GREETJE TH. FLATON, *Natuurhistorisch Museum Maastricht*

Het boek verscheen in 1709 onder de titel "Thesaurus pharmaceutico-chirurgicus latino-germanicus, oder Medicinische Schass-Kammer". Deze Hoogduitse uitgave was reeds tienmaal herdrukt, voordat in 1745 de eerste Nederduitse uitgave verscheen.

De rest van de titel: "Verhandelingen van veele in- en uit-wendige Ziekten, beneffens derzelve Genees-middelen: Alle de Mineralen, Metalen en Aarden: Vreemde en Inlandsche Dieren, Kruiden, Bloemen, Zaden, Sappen, Olien, Harssen, enz. En alle zeldzame Speceryen in de Medicynen ge-

bruikelijk", geeft de inhoud van het boek exact weer. Vele woorden en begrippen, plante- en diernamen zijn ook nu nog gebruikelijk. Maar tussen Aabam (lood) en Zythos (bier) staat vrij veel Abracadabra.....

Op de schutbladen voor en achter in het boek staan enkele (onleesbare)re-