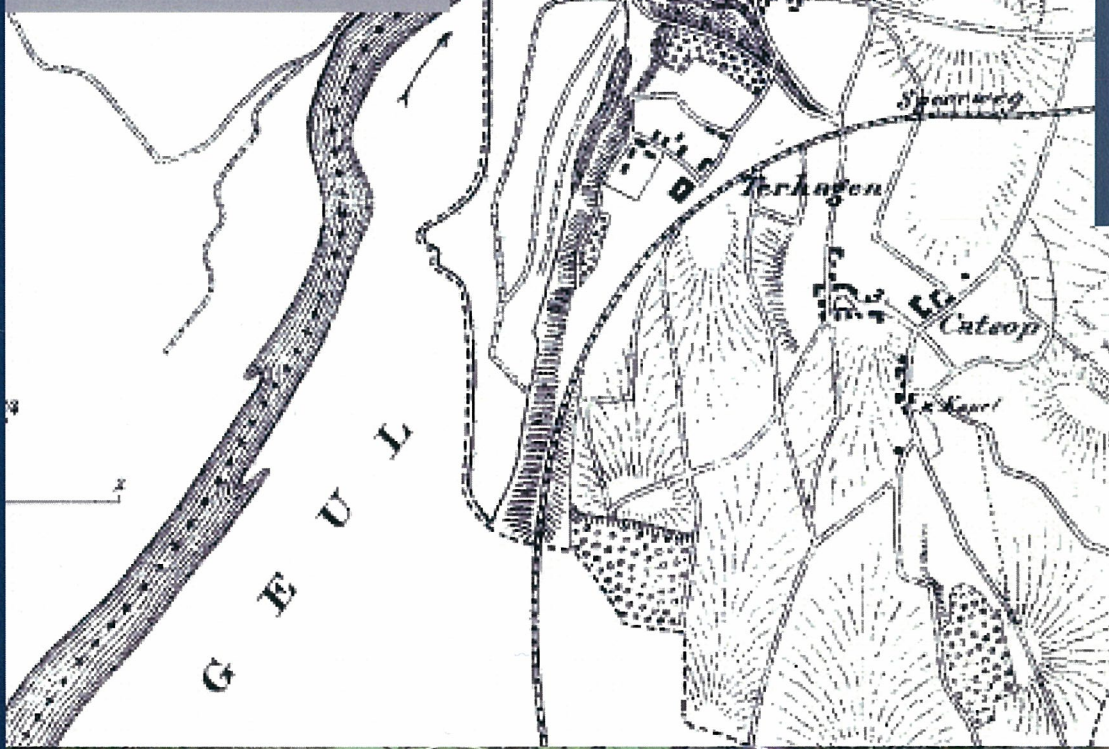


Antropogene invloeden en systeemanalyse Natura2000-gebied Bunder- en Elslöerbos Definitief eindrapport

9V3983



A COMPANY OF



ROYAL HASKONING

HASKONING NEDERLAND B.V.
RUIMTELIJKE ONTWIKKELING

Randwycksingel 20
Postbus 1754
6201 BT Maastricht
+31 (0)43 356 62 00 Telefoon
+31 (0)43 361 23 52 Fax
info@maastricht.royalhaskoning.com E-mail
www.royalhaskoning.com Internet
Arnhem 09122561 KvK

Documenttitel	Antropogene invloeden en systeemanalyse Natura2000-gebied Bunder- en Elsloërbos
Verkorte documenttitel	Ecohydrologische systeemanalyse
Status	Definitief eindrapport
Datum	18 november 2009
Projectnaam	Hydrologische systeemanalyse Natura2000- gebied Bunder- en Elsloërbos
Projectnummer	9V3983
Opdrachtgever	Dienst Landelijk Gebied - Zuid
Referentie	9V3983/R003/MVDH/AH/Maas

Auteur(s)	Dr. H. de Mars, ing. P. Stofmeel, ir. E.W.J.M. van Rijsselt
Collegiale toets	Ing. P. Stofmeel
Datum/paraaf	18-11-09 
Vrijgegeven door	Ir. M.P.A. van den Heuvel
Datum/paraaf	18-11-09 

INHOUDSOPGAVE

	Blz.
1 INLEIDING	1
1.1 Aanleiding	1
1.2 Doel	1
1.3 Methode	1
1.4 Leeswijzer	2
2 GEBIEDSBESCHRIJVING	3
2.1 Ligging studiegebied	3
3 GEOHYDROLOGISCHE SYSTEEM	5
3.1 Inleiding	5
3.2 Algemene beschrijving geologie en geomorfologie	5
3.3 Geohydrologische opbouw per deelgebied	9
3.3.1 Inleiding	9
3.3.2 Het gebied ten zuiden van de Geulle breuk	9
3.3.3 Het gebied tussen de Schin op Geul breuk en de Geulle breuk	10
3.3.4 Ten noorden van de Schin op Geul breuk	10
4 HYDROLOGISCH SYSTEEM	11
4.1 Ondiep grondwatersysteem	11
4.2 Bronniveaus versus geohydrologische opbouw	12
4.2.1 Het gebied ten zuiden van de Geulle breuk	12
4.2.2 Het gebied tussen de Geulle breuk en Schin op Geul breuk	12
4.2.3 Ten noorden van de Schin op Geul breuk	13
4.3 Grondwaterstanden	13
4.4 Intrekgebied en afvoeren	16
5 HYDROLOGISCHE VERANDERINGEN	19
5.1 Ontwateringssysteem spoorlijn	19
5.2 Gegraven, rechtgetrokken beken	19
5.3 Overkluizingen	20
5.4 Drainage	21
5.5 Zandvangen Waterschap	21
5.6 Julianakanaal	21
5.7 Grensmaas	21
5.8 Drinkwater: bronnen & waterputten	22
5.8.1 Terhagen	23
5.8.2 Geulle	23
5.8.3 Kasen	24
5.8.4 Waterputten	24
5.9 Pompputten WML	25
5.10 Molens	25

6	MORFOLOGISCHE INGREPEN	27
6.1	Spoorinsnijding	27
6.2	Spoorverzakkingen (1864, 1892, 1982)	27
6.3	Groeven en vuilstorten	29
6.3.1	Terhagen	29
6.3.2	Slingerberg: zandgroeve	29
6.3.3	Snijdersberg: kiezelgroeve	29
6.3.4	Groeve Leukdervoetpad	30
6.3.5	Groeven Kruisberg	30
6.4	Vliegtuigcrash	31
6.5	Openluchttheater	31
6.6	Kabels en leidingen	31
7	VERANDERD GRONDGEBRUIK EN NIEUWE INFRASTRUCTUUR	33
7.1.1	Bos	33
7.1.2	Kasteelpark Elsloo	34
7.1.3	Medammerweide	34
7.1.4	Fruitteelt	34
7.1.5	Nederzettingen – verhard oppervlak	34
7.1.6	Het verdwenen dorp Materberch	36
7.1.7	Vliegveld Maastricht Aachen Airport	36
7.1.8	Autosnelweg A2	37
7.1.9	Julianakanaal	38
8	SYNTHESE	39
8.1	Integratie en samenvattend overzicht	39
8.1.1	Bronzones en slecht doorlatende lagen	39
8.1.2	Morfologische ingrepen en veranderingen in het landgebruik	39
8.1.3	Van schapenwei naar kalktufbron?	40
8.1.4	Verhard oppervlak - infiltratie	41
8.1.5	Debieten en brongebruik	42
8.1.6	Verleggen bronbeken	43
8.2	Relevantie	43
9	AANBEVELINGEN NADER ONDERZOEK	45
10	REFERENTIES	47

BIJLAGEN:

Bijlage 1: Doorsneden profielen

Bijlage 2: Hoogtekaart (AHN)

Bijlage 3: Kaarten hoogte kleilagen

Bijlage 4: Hoogteligging bronnen per deelgebied

Bijlage 5: Antropogene invloeden

1 INLEIDING

1.1 Aanleiding

Dienst Landelijk Gebied heeft Royal Haskoning, vestiging Maastricht, in het kader van een nog op te stellen beheerplan, gevraagd om middels een bureaustudie een rapportage op te stellen waarin een hydrologische systeemanalyse en een inventarisatie van de antropogene invloeden op de waterhuishouding in het Natura2000-gebied Bunder- en Elsloërbos is opgenomen.

De afgelopen 200 jaar zijn er vele fysieke ingrepen in het gebied gepleegd waardoor de waterhuishouding in meer of mindere mate verstoord is. Deze informatie is vaak wel bekend maar meer in detail doorgaans slecht gedocumenteerd. De aanleg van de spoorlijn door het gebied en de twee spoorwegverzakkingen nabij Elsloo, eind negentiende eeuw, zijn hier bijvoorbeeld een treffend voorbeeld van. Niet alleen het formuleren van relevante herstelmaatregelen wordt hierdoor bemoeilijkt. Ook de aard en omvang van maatregelen zijn daardoor lastig te overzien, laat staan te plannen. De kwaliteit van het grondwater en daarmee van de bronnen staat eveneens onder druk door eutrofiering, met negatieve gevolgen voor de habitatkwaliteit. Voor het formuleren van maatregelen is het van groot belang om het achterliggende hydrologische systeem en de omvang van het intrekgebied in beeld te hebben. Dan kunnen er meer gefundeerd maatregelen worden geformuleerd en de consequenties voor andere functies in beeld worden gebracht.

1.2 Doel

Doel van het onderzoek is een goed beeld te krijgen van de actuele hydrologische situatie, de intrekgebieden van verschillende bronclusters in het bijzonder en de activiteiten en ontwikkelingen welke invloed hebben gehad op de waterhuishouding van het gebied.

1.3 Methode

Door middel van een bureau-, literatuuronderzoek en interviews is getracht een zo eenduidig en duidelijk mogelijk beeld te schetsen van de hydrologische situatie in het Bunder- en Elsloërbos. Twee belangrijke databestanden verdienen op deze plaats speciaal te worden genoemd:

- REGISII, het meest actuele, landelijke geohydrologische informatiesysteem. Hierin zijn talloze geologische bodemprofielen en peilbuisgegevens opgeslagen.
- Bronnenbestand DLG, een bestand van bronnen in het Bunderbos dat begin 2009 met GPS is ingemeten (x, y, z). De andere, gedateerde bestanden van o.a. het Waterschap Roer en Overmaas zijn niet (meer) benut. Dat bestand omvat niet alleen minder bronnen, maar ook de hoogteligging is daarin niet vastgelegd.

Van de bronnen welke liggen ten westen van de spoorlijn tussen Bunde en de Kiezelberg te Elsloo zijn geen gegevens bekend. (zie ook paragraaf 8.1.1).

Het overzicht over de antropogene invloeden en ingrepen is tot stand gekomen door allerlei documentatie en gegevens te screenen op ingrepen en gebruiksvormen die mogelijk van invloed zijn op het grond- en oppervlaktewatersysteem, of dat zijn geweest.

Het ging bij deze inventarisatie om het gebied in en direct rond het Bunder- en Elsloërbos. Naast allerlei heemkundige informatie zijn ook diverse partijen (Waterschap Roer en Overmaas, Prorail, Maastricht Aachen Airport en Rijkswaterstaat) benadert met een verzoek om nadere informatie. Bij de openbare bibliotheken in Stein, Meerssen en Maastricht heeft ook literatuuronderzoek plaatsgevonden.

1.4 Leeswijzer

Het eerste hoofdstuk wordt gebruikt om de aanleiding en het doel van deze rapportage kort toe te lichten. In hoofdstuk 2 volgt een algemene gebiedsbeschrijving. Het geohydrologische systeem wordt beschreven in hoofdstuk 3 en in hoofdstuk 4 komt het hydrologisch systeem aan bod. Daarna worden in hoofdstuk 5 de hydrologische veranderingen behandeld. De morfologische ingrepen en het veranderde grondgebruik worden afzonderlijk in de hoofdstukken 6 en 7 behandeld. Aan de synthese wordt in hoofdstuk 8 aandacht besteed. Als laatste worden in hoofdstuk 9 aanbevelingen tot nader onderzoek beschreven.

Bij deze rapportage hoort een kaartbijlage (bijlage 5). Het is voor het volgen van de tekst van hoofdstuk 5, 6 en 7 zeer aan te bevelen deze kaart naast de tekst te leggen.

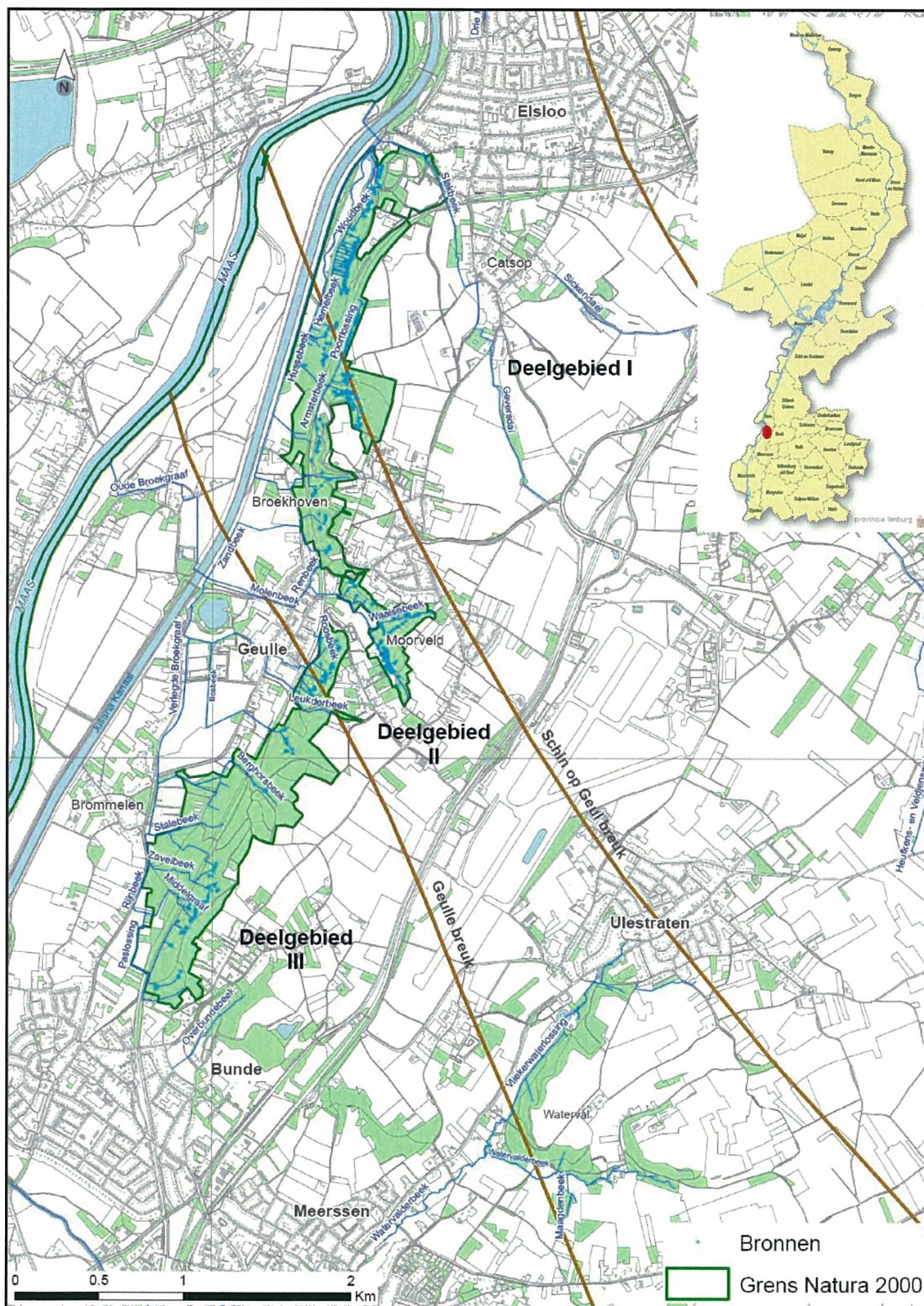
2 GEBIEDSBESCHRIJVING

Het N2000-gebied Bunder- en Elsloërbos bestaat uit hellingbossen met honderden bronnen. Het gebied kent een doelstelling voor het behoud en ontwikkeling van vijf habitattypen. Twee daarvan hebben de status van *sence of urgency* namelijk Kalktufbronnen (H7220) en Vochtige alluviale bossen (H91E0_C), waartoe ook de overige bronnen in dit bosgebied zijn te rekenen. Deze status geeft aan dat er op zeer korte termijn maatregelen uitgevoerd moeten worden om de achteruitgang van deze natuurwaarden te stoppen.

2.1 Ligging studiegebied

Het 189 ha grootte studiegebied Bunder- en Elsloërbos ligt binnen de provincie Limburg in de gemeente Meerssen en Stein. Het gebied omvat de dalhelling van het Maasdal tussen Bunde en Elsloo met een klein stuk van natte delen in het dal grenzend aan de hellingvoet. Het bestaat uit twee deelgebieden die van elkaar worden gescheiden door de bebouwing en wegen van Bunde. Het zuidelijke deel tussen Bunde en Geulle bestaat uit het Bunderbos (meest zuidelijk, helling), Geullerbosch (Maasdal) en Armenbosch (ten zuiden van Geulle, helling). Het noordelijk deel tussen Geulle en Elsloo betreft het Elsloërbos/ Geulderbos (helling). Aan de hellingvoet met bos en grasland/moeras ligt een waterloop, de Hemelbeek. Door het gebied lopen twee breuklijnen, de Schin op Geul breuk en de Geulle breuk.

Figuur 2.1 Ligging studiegebied



3 GEOHYDROLOGISCHE SYSTEEM

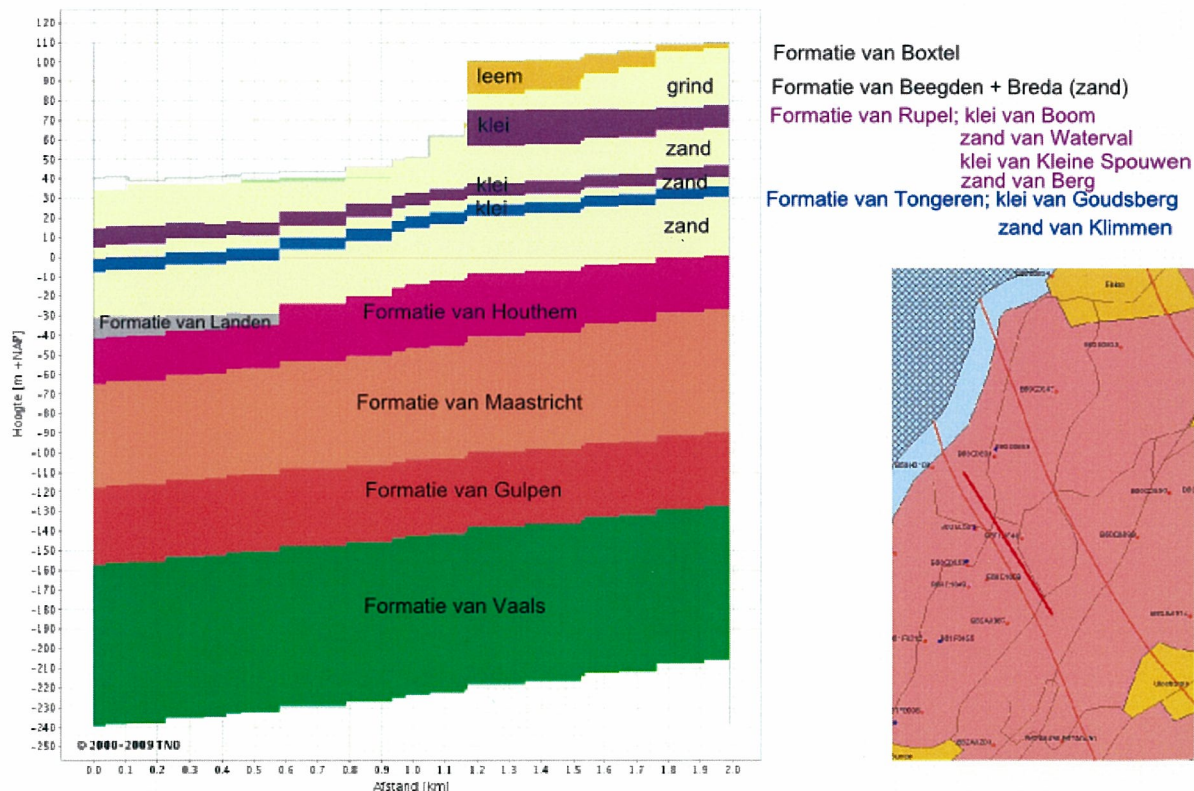
3.1 Inleiding

De sporen in de ondergrond van het Zuid-Limburgs landschap zijn stille getuigen van de ontstaansgeschiedenis. In deze paragraaf wordt de ontstaansgeschiedenis van de ondergrond en de vorm van het landschap (geomorfologie) beschreven. In het Bunder- en Elsloërbos kunnen verschillende deelgebieden worden onderscheiden, die qua opbouw van de ondergrond iets verschillen. Op hoofdlijnen komt de opbouw echter overeen. Daarom wordt in paragraaf 3.2 eerst een algemene beschrijving van de geologie in het Bunder- en Elsloërbos gegeven. In paragraaf 3.3 wordt vervolgens per deelgebied de relevante verschillen ten opzichte van de algemene geologische opbouw beschreven.

3.2 Algemene beschrijving geologie en geomorfologie

De oudste afzettingen in de ondergrond stammen uit het Boven-Krijt. In deze periode drong de zee Zuid-Limburg binnen. In het begin werden kust- en strandafzettingen gevormd met een afwisseling van fijne zanden en klei, gevolgd door kalkafzettingen (Hendrix & Meinardi, 2004). De zeezandafzettingen vormen de Formaties van Aken en Vaals. De kalkafzettingen behoren tot de Formaties van Gulpen en Maastricht.

Figuur 3.1 Schematische weergave van de bodemopbouw over het Bunderbos in west-oost richting

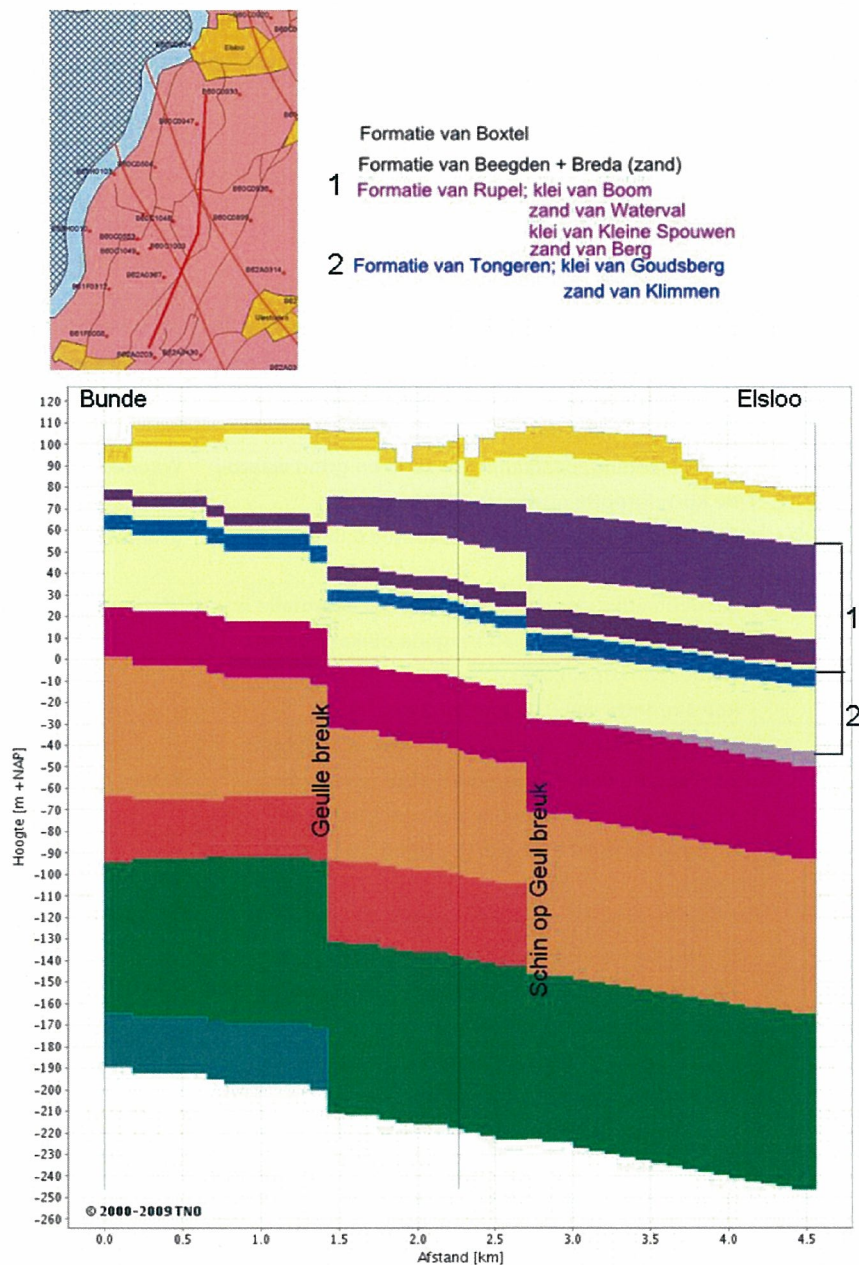


Na deze periode werd in het subtropisch tot tropisch klimaat van het Tertiair zowel terrestrische als marine afzettingen gevormd. In het Paleoceen werd de zachte kalksteen van de Formatie van Houthem gevormd en begon de verlanding weer.

In het Oligoceen was Limburg weer geïnundeerd waardoor er aan de kust of in een ondiepe zee zandige kleien of kleihoudende glauconietzanden werden afgezet. De latere Miocene afzettingen zijn deels marien en deels terrestrisch, veroorzaakt door twee duidelijke transgressies met daartussen een regressieve periode waarbij de kustlijn verschuift van meer continentaal naar bekkenwaarts. Deze afzettingen bestaan uit fijne zanden afgewisseld met bruinkoollagen en rivierafzettingen bestaande uit zand, klei en grind. Deze lagen worden tot de Formaties van Tongeren, Rupel en Breda gerekend.

Het reliëf van het Bunderbos is ontstaan in het Pleistoceen. Door opheffing van de Ardennen begon de Maas zich diep in op het toenmalige, matig glooiende landschap uit het Tertiair in te snijden. In perioden dat de opheffing vertraagde of zelfs stagneerde, vormde de Maas een dalvlakte, waarin zand en grind werd neergelegd. Bij latere opheffingen herhaalde dit proces zich. Hierdoor werden de rivierterrassen gevormd. De afzettingen op de rivierterrassen uit deze periode worden tot de Formatie van Beegden gerekend. Het plateau van Schimmert vormt een dergelijk rivierterras. De overgang van het ene naar het andere terras kenmerkt zich door grote hoogteverschillen over zeer korte afstand (zie ook bijlage 3). Het Bunder- en Elsloërbos ligt op de terrasrand, de overgang van het plateau van Schimmert naar het laagterras, waar de Maas tegenwoordig stroomt. Bij deze insnijdingen werden ook tal van eerder door de rivier afgezette grind- en zandlagen aangesneden, waardoor op de terrasrand zeer oude afzettingen weer aan maaiveld zijn komen te liggen (dagzomen).

Figuur 3.2 Profiel van zuid naar noord over de Geulle- en Schin op Geul breuk



In de beschrijving van de ontstaansgeschiedenis van het landschap zijn verschillende soorten afzettingen (formaties) beschreven. De hoogteligging en dikte van deze Formaties zijn weergegeven in de figuren 3.1 en 3.2 (REGISII). In figuur 3.1 is een dwarsprofiel van west naar oost getekend. Dit dwarsprofiel toont duidelijk het hoogteverschil over de terrasrand. In figuur 3.2 is een dwarsprofiel op het Plateau van Schimmert in zuid-noordrichting getekend. De Geulle breuk en Schin op Geul breuk zijn duidelijk zichtbaar.

Het dwarsprofiel afkomstig van REGISII is een schematisatie op basis van boorgegevens, de hierin weergegeven breuken zijn in werkelijkheid niet zo abrupt maar bestaat uit een breukzone waarover de kleilaag versmeerd is geraakt (zie ook hs. 4.1). In tabel 3.1 voor de in de figuren 3.1 en 3.2 weergegeven lagen kort een beschrijving gegeven van de kenmerken van deze afzetting.

Tabel 3.1 Beschrijving formaties en geohydrologische schematisatie

Formatie <i>Afzetting</i>	Lithologie	Geohydrologische schematisatie
Formatie van Boxtel	Löss; door wind getransporteerde leem bestaande uit silt wat een korrelgrootte heeft van 0,002 tot 0,05 mm. Doordat het afgezet is door de wind wordt het gekenmerkt door een goede sortering. Er zijn aanwijzingen dat deze lösslaag kalk bevat.	Deklaag, op het plateau staat in deze laag geen grondwater
Formatie van Beegden	Maas-afzetting, bestaande uit zand en grind waarbij de korrelgrootte opwaarts groter wordt. (Witteveen+Bos, 2008). De textuur is 0,05 mm >2 mm.	Watervoerend pakket (voor zover er grondwater in staat)
Formatie van Breda	Glauconiethoudend marien zand, deze formatie is in het onderzoeksgebied nergens dikker dan 1m. (Witteveen+Bos, 2008). Dit zand heeft een korrelgrootte van 0,05 mm tot 2 mm.	Watervoerend pakket
Formatie van Rupel	Mariene afzetting, bestaande uit de 4 afzettingen:	
<i>Klei van Boom</i>	Afwisseling van kleiige groengrijze zanden en zandige kleien. Plaatselijk met veel glauconiet. Korrelgrootte tot 0,25 mm (Bokeloh en Broeren, 1990)	Slecht doorlatende laag
<i>Zand van Waterval</i>	Fijne, sterk leemhoudende zanden. Textuur: 0,05 mm tot 0,21 mm. (Bodemkaart van Nederland, 1970)	Watervoerend pakket
<i>Kleiafzettingen van Kleine Spouwen</i>	Kleiige zanden met kleilenzen. Korrelgrootte: zand (0,05 mm tot 2 mm) en klei (<2 µm)	Slecht doorlatende laag
<i>Zandafzettingen van Berg</i>	Grijze, matig fijne tot grove zanden met aan de basis een laag platte afgeronde blauwzwarte vuurstenen. Korrelgrootte: 0,15 mm tot 2 mm. (Bodemkaart van Nederland, 1970)	Watervoerend pakket
Formatie van Tongeren	ondiep mariene tot continentale condities, bestaande uit de 2 afzettingen:	
<i>Afzetting van Goudsberg</i>	Lagunaire tot continentale afzetting van klei met veel schelpen. Aan de bovenkant enkele bruinkoollagen, verder kleiig fijn zand en uitgespoelde schelpenlagen. (Bokeloh en Broeren, 1990 en Witteveen+Bos, 2008)	Slecht doorlatende laag
<i>Zanden van Klimmen</i>	Ondiep mariene afzetting van uiterst fijn zand (korrelgrootte: 0,05 mm tot 0,105 mm) met weinig glauconiet, zeker aan de basis kunnen deze zanden sterk kleihoudend zijn.	Watervoerend pakket
Formatie van Landen	Afzettingen bestaan uit ondiep-mariene of lagunaire sedimenten, vooral klei, zandige klei en mergel.	Slecht doorlatende laag

Formatie <i>Afzetting</i>	Lithologie	Geohydrologische schematisatie
Formatie van Houthem	De formatie bestaat uit lichtgrijze tot lichtgele sterk kalkhoudende zandsteenlaag	Watervoerend pakket
Formatie van Maastricht	Zachte zandige / grovere, geelachtige kalksteenlagen met een duidelijke afwisseling van hardere en zachtere lagen	Watervoerend pakket
Formatie van Gulpen	Witte, fijnkorrelige kalksteenlagen (tufkrijt)	Watervoerend pakket
Formatie van Vaals	Glaconiethoudend zand en klei (Vaalser groenzand)	Zeer slecht doorlatende basis
Formatie van Aken	Zand en klei	Zeer slecht doorlatende basis

3.3 Geohydrologische opbouw per deelgebied

3.3.1 Inleiding

Tijdens de opheffing van de Ardennen in het Pleistoceen en in oudere perioden met opheffingen zijn er breuken ontstaan in de ondergrond. De afzettingen zijn hierdoor aan weerszijden van de breuk ten opzichte van elkaar verschoven in hoogteligging. In het Bunder- en Elsoërbos worden de oudere afzettingen in noordelijke richting steeds dieper aangetroffen. Ook de dikte en zelfs het voorkomen van afzettingen kunnen door de opheffing en breukvorming aan weerszijden van de breuk van elkaar verschillen.

In het gebied van het Bunder- en Elsoërbos zijn twee breuken aanwezig. Deze breuken de Schin op Geul breuk in het noorden en Geulle breuk in het zuiden lopen beiden Zuidoost - Noordwest (figuur 2.1). Hierdoor kan het onderzoeksgebied opgedeeld worden in de volgende drie deelgebieden:

- I. ten noorden van de Schin op Geul breuk;
- II. het gebied tussen de Schin op Geul breuk en de Geulle breuk;
- III. het gebied ten zuiden van de Geulle breuk.

In de volgende paragrafen wordt ingegaan op de verschillen in de geologische opbouw in de drie deelgebieden.

3.3.2 Het gebied ten zuiden van de Geulle breuk

Het gaat hier globaal om het gebied tussen Bunde en de zuidkant van Geulle. Het grote verschil ten op zichte van de andere twee deelgebieden is dat hier in de Formatie van Rupel slechts één kleilaag wordt aangetroffen (figuur 3.2; zie ook bijlage 1 profiel 1 en 2). Dit is de klei van Kleine Spouwen. Deze kleilaag heeft ook een geringere dikte (ca. 5 meter) dan elders en neemt in zuidelijke richting af. De westelijke verbreidingsgrens van de kleilaag Kleine Spouwen komt overeen met de zone waarin de bronnen worden aangetroffen. De ondergelegen klei van Goudsberg van de Formatie van Tongeren is iets dikker ca. 8 meter.

De bovenzijde van de klei van Kleine Spouwen, waar deze dagzoomt, ligt op een niveau variërend tussen 70 m+NAP in het zuiden tot 55 m+NAP in het noorden. De bovenzijde van de klei van Goudsberg, waar deze dagzoomt, ligt op een niveau van 60 tot 45 m+NAP.

3.3.3 Het gebied tussen de Schin op Geul breuk en de Geulle breuk

Het gaat hier om het gebied dat zich globaal uitstrekt tussen de zuidkant van Geulle en de Materberg (Poort van de Hemelbeek).

Door een afschuiving is het gebied ten noorden van de Geulle breuk 25 meter lager komen te liggen. In dit deelgebied wordt binnen de Formatie van Rupel, twee kleilagen aangetroffen (figuur 3.2, bijlage 1, profiel 3). De hoogst gelegen laag, de Klei van Boom, wordt ten zuiden van de Geulle breuk niet aangetroffen.

De dikte van deze kleilaag varieert van 10 tot 15 meter en neemt eveneens af in zuidelijke richting. De dikte van de andere, dieper liggende kleilaag in de Formatie van Rupel en de Klei van Goudsberg (Formatie van Tongeren) bedragen beide ongeveer 5 meter. In noordelijke richting neemt de dikte van deze Oligocene afzettingen toe door de geringe helling van de oudere diepere lagen. Dit is vooral zichtbaar bij de klei van Boom (zie figuur 3.2).

Ter plaatse van de bronnen ligt de bovenzijde van de drie aanwezige kleilagen op een niveau van:

- klei van Boom (Rupel): 75 m+NAP in het zuiden tot 45 à 60 m+NAP in het noorden;
- klei van Kleine Spouwen (Rupel): 40 m+NAP in het zuiden tot 5 à 10 m+NAP in het noorden;
- klei van Goudsberg (Tongeren): 30 m +NAP in het zuiden tot 5 m +NAP in het noorden.

Alleen de klei van Boom dagzoomt in dit deelgebied op de dalflank. De overige lagen liggen dieper en lopen onder het Maasdal door (bijlage 1, profiel 3).

3.3.4 Ten noorden van de Schin op Geul breuk

Het gaat hier voor wat betreft het N2000-gebied om de helling tussen de Materberg en Elsloo. Ten opzichte van het middelste deelgebied zijn de lagen gedaald langs de Schin op Geul breuk. De dikte van de bovenste kleilaag in Formatie van Rupel (klei van Boom) is ca. 30 tot 36 meter. Alle drie de kleilagen worden op het plateau van Schimmert tot aan de Maas aangetroffen, maar alleen de Klei van Boom dagzoomt op de steilrand (bijlage 1, profiel 4). Ter plaatse van de bronnen ligt de bovenzijde van de drie kleilagen op een niveau van:

- klei van Boom (Rupel): 45 à 60 m+NAP;
- klei van Kleine Spouwen (Rupel): 10 m+NAP à 5 m+NAP;
- klei van Goudsberg (Tongeren): 5 à 15 m+NAP.

Ten noorden van de Schin op Geul breuk wordt de Formatie van Maastricht niet meer aangetroffen, daarentegen word bovenop de Formatie van Houthem de Formatie van Landen aangetroffen. Dit zijn ondiep-mariene of lagunaire sedimenten vooral klei, zandige klei en mergel. De dikte van deze laag neemt toe in noordelijke richting.

4 HYDROLOGISCH SYSTEEM

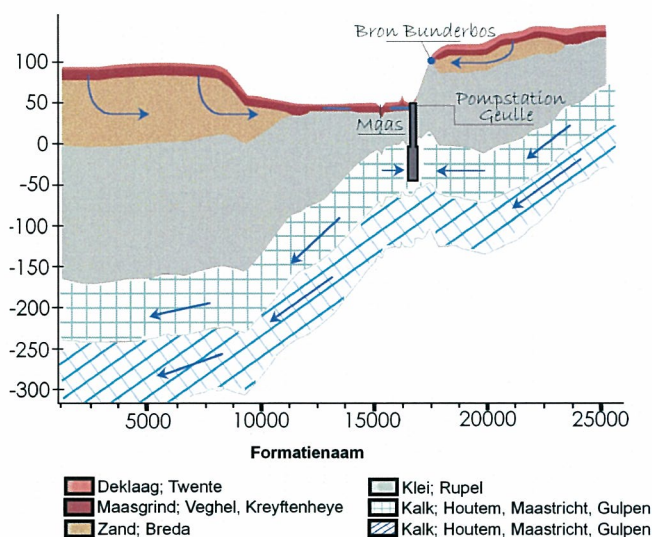
4.1 Ondiep grondwatersysteem

Het grondwatersysteem kan onderverdeeld worden in een diepe en ondiepe grondwatersystemen c.q. watervoerende pakketten (tabel 3.1). Het ondiepe systeem wordt bepaald door neerslag, oppervlaktewater en het grondwater in de Formaties van Beegden en Breda en de doorlatende Oligocene afzettingen in de Formatie van Rupel. De diepere systemen bestaan uit het grondwater in de Formatie van Tongeren en kalksteenafzettingen van de Formaties van Houthem en Maastricht. Het diepe en ondiepe systeem worden van elkaar gescheiden door de slecht doorlatende klei afzettingen in de Formatie van Tongeren en Landen.

Voor de bronnen in het Bunderbos gaat de aandacht uit naar het ondiepe systeem.

Neerslag die valt op het Plateau van Schimmert (Centraal Plateau) infiltreert gedeeltelijk en zorgt voor de grondwateraanvulling van het eerste watervoerende pakket. Het stagneert in het noorden op de kleilagen van Boom en Kleine Spouwen (Formatie van Rupel) en in het zuiden op de klei Kleine Spouwen en klei van Goudsberg (Formatie van Rupel en Tongeren). Het infiltrerende water dat op deze lagen stuit, stroomt vervolgens over de kleilagen voornamelijk in noordwestelijke richting, overeenkomend met de algemene scheefstelling van de afzettingen (1%). Afhankelijk van de reliëfverschillen in het niveau van de kleilagen, kan lokaal een wat afwijkende afstroming over deze slecht doorlatende lagen plaatsvinden (zie bijlage 3).

Figuur 4.1 Schematisatie grondwaterstromen nabij Bunderbos (MER Grensmaas)



Een specifieke rol is nog weggelegd voor de breukzones. Gewoonlijk wordt aangenomen dat deze zijn versmeerd als gevolg van de verzakkingen, en daardoor slecht doorlatend zijn. In het geval dat dikke kleilagen (bijv. Klei van Boom) zijn verschoven, is dat aannemelijk. Als het echter gaat om dunne lagen (bijv. Klein Spouwen en Goudsberg), kan dit effect wel eens minder zijn. Hoewel hierover geen informatie bestaat zou een bepaalde mate van doorlatendheid niet zonder meer mogen worden uitgesloten.

In de oppervlakkig gelegen afzettingen van de Formatie van Beegden en Breda ontbreken kleilagen.

Dat de breukzone daar net zo slecht doorlatend zou zijn als in de diepere ondergrond ligt dan ook een stuk minder voor de hand. In deze studie is er vanuit gegaan dat grondwater in deze afzettingen in voorkomende gevallen over de breukzones kan afstromen. Uit metingen van bronwaterkwaliteit blijkt dat de gemeten concentraties van de bronnen variëren. Enkele bronnen hebben een verlaagde chloridenconcentratie wat aangeeft dat instroom van water uit de onverzadigde zone naar de watervoerende laag waarschijnlijk is. (Hendrix & Meinardi, 2004).

4.2 Bronniveaus versus geohydrologische opbouw

Aan de westrand van het Plateau van Schimmert (Centraal Plateau) worden op tal van plaatsen bronnen aangetroffen. Deze bronnen vallen samen met het dagzomen van kleilagen. De vraag is welke?

4.2.1 Het gebied ten zuiden van de Geulle breuk

Ten zuiden van de Geulle breuk is de variatie van de bronhoogte beperkt, ca 60 en 70 m+NAP. Deze hoogte komt overeen met de diepte waarop de kleilagen van Kleine Spouwen worden aangetroffen. De bronnen in dit deelgebied ontvangen dus vooral water dat over de Klei van Kleine Spouwen stroomt.

De noordelijke bronnen in dit deelgebied ontvangen waarschijnlijk een extra hoeveelheid grondwater, afkomstig uit het gebied even ten noorden van de Geulle breuk. Hier ligt de slecht doorlatende laag op een wat hoger niveau in het profiel. Na passage van de Geulle breuk stroomt het grondwater parallel aan de breuk naar de noordelijke bronnen (figuur 3.2 en 4.1, bijlage 3, kaart 4 Zuid).

Het is ons bekend dat ter hoogte van Brommelen, ten westen van de spoorlijn nog enkele kwelzones en kleine bronnetjes liggen. Deze zijn niet gekarteerd en ontbreken daardoor op kaart. Deze zone ligt aan de voet van de steilrand. De hoogteligging (afgeleid van het AHN) daarvan is dusdanig (ca. 50 m) dat hier misschien toch sprake is van grondwater dat afstroomt over de slecht doorlatende Afzetting van Goudsberg (Formatie van Tongeren).

4.2.2 Het gebied tussen de Geulle breuk en Schin op Geul breuk

Tussen de Geulle breuk en Schin op Geul Breuk worden bronnen aangetroffen tussen ca. 40 tot 80 m+NAP. Ondanks de variatie is er in dit deelgebied maar één laag die daar voor verantwoordelijk kan zijn; Klei van Boom (figuur 3.2, zie ook bijlage 1, profiel 3). Vanwege de hogere ligging van de eerste kleilaag ten opzichte van de bovenste slecht doorlatende lagen in de overige twee deelgebieden (figuur 3.2), maakt het erg aannemelijk dat er ook grondwater over de breuken naar het noordelijke en met name het zuidelijke deelgebied afstroomt (kaart 4, zie ook 4.2.1). Een ander gedeelte stroomt over de Geulle breuk naar het zuidelijke deelgebied, hierbij voegt het zich bij water dat over de kleilaag van Kleine Spouwen (bijlage 3, kaart 3 Noord) stroomt. De Klei van Kleine Spouwen van het zuidelijke deelgebied sluit aan op de kleilaag van Boom van het middelste deelgebied (zie ook figuur 3.2).

4.2.3 Ten noorden van de Schin op Geul breuk

De bronnen ten noorden van de Schin op Geul breuk worden aangetroffen op twee verschillende niveaus één op ca. 40 en de tweede op ca. 55 m+NAP.

Toch moeten deze twee niveaus worden gevoed door het water dat over de kleilaag van Boom afstroomt, zie bijlage 3, kaart 2 Noord. Het is de enige laag die daarvoor in aanmerking komt. De hoogte en de grote dikte van deze kleilaag vallen samen met de hoogte waarop de bronnen worden aangetroffen. De andere slecht doorlatende lagen liggen daarvoor veel te diep (figuur 3.2, zie ook bijlage 1, profiel 4).

Een mogelijke verklaring voor het aantreffen van de bronnen op een hoogte van 40 m+NAP is dat het "kleilandschap" van de Klei van Boom, daar nabij de steilrand wellicht diep is ingesneden. Het gaat echter gezien de hoogteligging nog steeds om de Formatie van Rupel. (zie ook bijlage 5).

In alle drie de deelgebieden is op basis van de gegevens slechts één laag aan te wijzen die de bronnen voedt. Het gaat steeds om de bovenste kleilaag die in het desbetreffende deelgebied wordt aangetroffen.

De hoogteligging van de bronnen op de hellingen komt overeen met het niveau van de bovenste kleilaag. De voeding vindt plaats door grondwater dat afstroomt in de Formaties van Beegden en/of Breda.

4.3 Grondwaterstanden

Binnen het studiegebied komen slechts zeven peilbuislocaties voor. De ligging van de betreffende locaties is weergegeven in figuur 4.3. Vijf locaties liggen verspreid op het plateau, op grote afstand van het N2000-gebied in de omgeving van Ulestraten en Geverik. De andere twee locaties bevinden zich in het zuidelijk deel van het Maasdal tussen Brommelen en Geulle. Slechts op drie plaatsen bevinden zich peilfilters op meerdere diepten, in verschillende afzettingen (tabel 4.1).

Sinds eind 2008 zijn enkele zeer ondiepe, zogenaamde OGOR-buizen operationeel in het N2000-gebied (Provincie Limburg 2008).

Tabel 4.1 Grondwaterstanden peilbuizen

Peilbuis	Locatie	Filter	MV	Bovenkant filter (m+NAP)	Onderkant filter (m+NAP)	Grondwaterstand (m+NAP)	Formatie
B60C2293	Noord Plateau	1	98.48		93.16	95.0 – 97.1	Beegden
B60G2304	Noord	1	98.67		-	94.8 – 97.2	(Beegden)
B62A0448	Noord	1	114.85	96.73	94.71	96.9 – 97.8	Beegden
B62A0313	Midden	1	109.60	82.95	80.95	92.0 – 94.0	Rupel (zand van waterval)
B62A0430	Zuid	1	109.54			93.0 – 95.0	Beegden (grind)
	Plateau	2				66.7	Tongeren (zand)
		3				48.0	Tongeren (klei)
		4				47.0	Tongeren (klei)
		5				38.5 – 43.0	Houthem

Peilbuis	Locatie	Filter	MV	Bovenkant filter (m+NAP)	Onderkant filter (m+NAP)	Grondwaterstand (m+NAP)	Formatie
							(kalksteen)
B61F0425	Zuid	1	42.59	39.59	37.59	37.0 - 41.1	Beegden (grind)
	Maasdal	2		35.59	33.59	37.0 - 41.1	Tongeren (zand)
		5		-67.41	-72.41	34.5 - 39.0	Houthem (kalksteen)
B60C1059	Zuid	1	43.29	35.29	33.29	37.7 - 41.1	Beegden (grind)
	Maasdal	2		24.79	22.29	37.7 - 41.1	Tongeren (zand)
		3		12.29	10.29	32.5 - 41.0	Houthem (kalksteen)

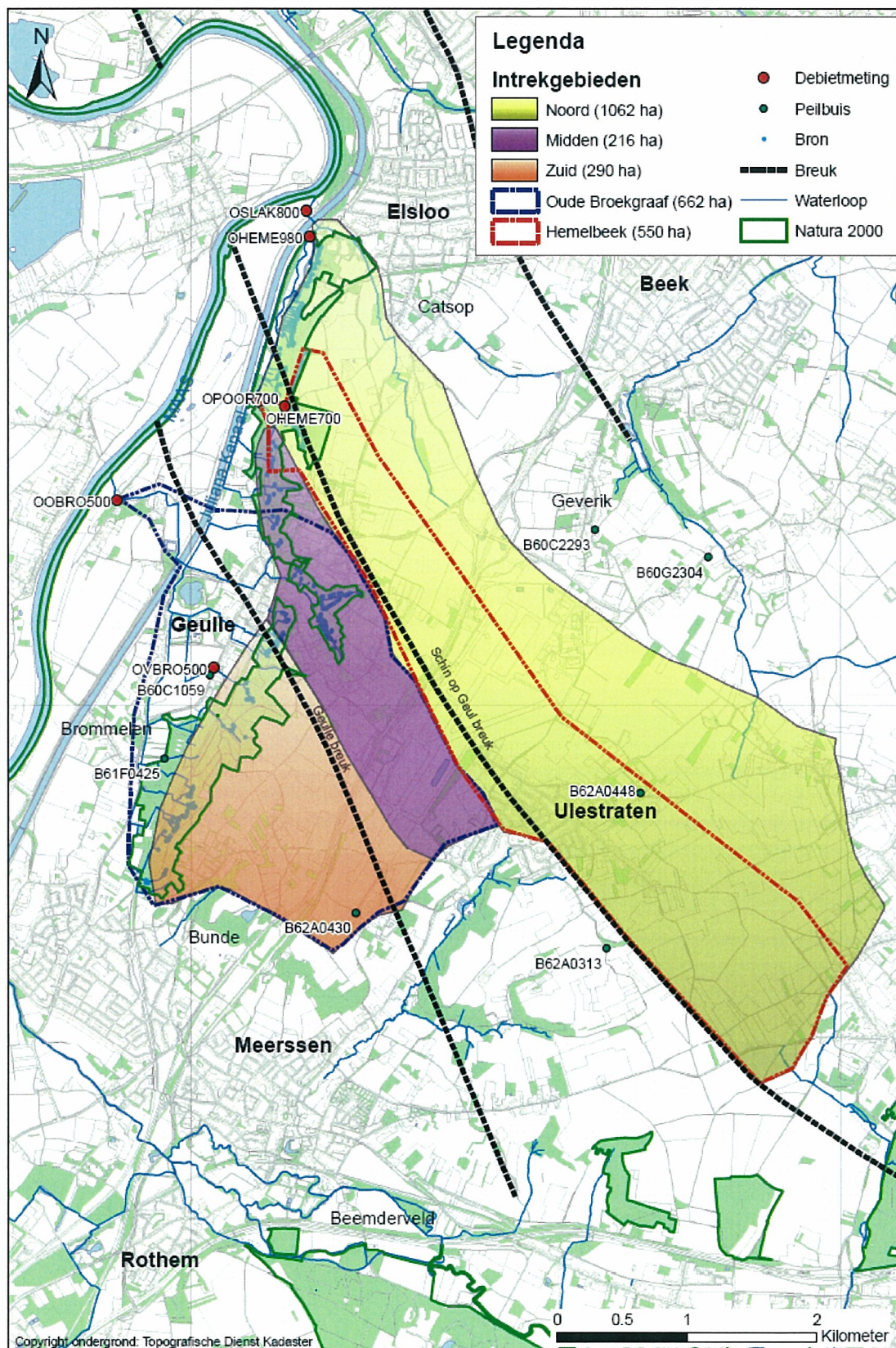
De ondiepe grondwaterstand in de Formatie van Beegden op het plateau van Schimmert is onder andere gemeten in peilbuis B62A0430 filter 1 en varieert van 93,0 tot 95,0 m+NAP. Diverse filters noordelijker op het plateau laten een vergelijkbare waterstand zien (zie tabel 4.1; B60C2293, B62A0313). Deze grondwaterstanden liggen daarmee dus voldoende hoog om de bronnen op de dalflank te kunnen voeden. Het is freatisch grondwater dat afstroomt over de hoogst gelegen kleilagen in de Formatie van Rupel). Door variatie in het neerslagoverschot of tekort fluctueert het grondwatervniveau. Door opbolling van het grondwater kan het neerslagoverschot of tekort meer of minder zijn bij de bronnen, hier is namelijk sprake van, mede afhankelijk van de oppervlakte, het achterliggende intrekgebied, hoe grote hoe constanter.

De grondwaterstanden in de dieper gelegen watervoerende pakketten, zowel in het Maasdal als op het plateau (voorzover bekend) zijn vaak zo laag, dat het onmogelijk is dat dit grondwater de bronnen op de steilrand kan voeden.

Zo ligt de stijghoogte van het diepe grondwater in Formatie van Maastricht en Formatie van Houthem in het zuidelijke deelgebied op het plateau op 38 tot 42 m+NAP (B62A0430). Deze grondwaterstand daalt in westelijke richting naar 34 tot 40 m+NAP (bij B61F0425). De grondwaterstand in deze formaties wordt ter plaatse van het Bunderbos en Geullerbosch beïnvloed door waterwinning (WML pompstation Geulle). Dit blijkt ook uit peilbuis gegevens waarbij de diepe filters fluctuaties vertonen van de diepe grondwaterwinning. De ondiepe filters hebben deze fluctuaties niet waaruit blijkt dat het ondiepe grondwater en de bronnen geen effect ondervinden van de (diepe)winning.

De diepere filters van peilbuis B62A0430 in het zuidelijke deelgebied (filter 2 & 4) in het Zand van Klimmen (Formatie van Tongeren) laten dusdanig hoge grondwaterstanden zien, dat vanuit de watervoerende pakketten theoretisch bronnen op de onderrand van de steilrand zouden kunnen worden gevoed.

Figuur 4.3 Deelgebieden



4.4 Intrekgebied en afvoeren

Aan de hand van waarnemingen van neerslagstation Maastricht van het KMNI (gelegen bij vliegveld) is voor de laatste 30 jaar de gemiddelde neerslag bepaald. De langjarig gemiddelde neerslag is ca. 775 mm/jaar. Voor dezelfde periode komt de gemiddelde referentie-gewasverdamming op ca 577 mm/jaar. Het langjarig neerslagoverschot komt hiermee op ca. 200 mm/jaar (bron KNMI).

Voor de drie deelgebieden is het intrekgebied van de bronnen bepaald. Met de oppervlakte van het (potentiële) intrekgebied en het neerslagoverschot is vervolgens de afvoer per deelgebied berekend (zie tabel 4.2 en figuur 4.3). De omvang van het potentiële intrekgebied is bepaald op grond van het reliëf van de bovenkant van de desbetreffende slecht doorlatende laag (zie figuur 4.3 en bijlage 3).

Tabel 4.2 Oppervlakte en afstroming per deelgebied

	Deelgebied	Oppervlak (ha)	Berekend debiet (l/s)
Noord	Ten noorden van Schin op Geul breuk	1062	67,4
Midden	Tussen Geulle en Schin op Geul breuk	216	13,7
Zuid	Ten zuiden van Geulle breuk	290	18,4

Van slechts een beperkt aantal waterlopen zijn langjarige afvoerdebieten bekend (bron: WRO). Door de berekende afstroming, bepaald aan de hand van intrekgebied en neerslagoverschot, te vergelijken met het debietmetingen kan een eerste inschatting worden gegeven of de omvang van het intrekgebied overeenkomt. Enkele meetpunten liggen soms ver stroomafwaarts in het Maasdal, waardoor ze minder goed bruikbaar zijn voor dit doel.

Hemelbeek-systeem

Het water van de Hemelbeek is afkomstig van het Noordelijke deelgebied (1062 ha) hetgeen dan zou overeenkomen met een afstroming van circa 67 l/s (tabel 4.2). Dit lijkt op het eerste gezicht aardig overeen te komen met de bekende debietmetingen. Die laten gewoonlijk een afvoer zien van ca. 50-75 l/s. Dit is inclusief de toestroom uit de Slakbeek en de Hussebeek, de drainagesloot onderlangs het Julianakanaal. Het intrekgebied van de bronnen in het Elsloërbos zal dus kleiner zijn. Zo ligt verder stroomopwaarts bij de Poort van de Hemelbeek (Hemelbeek-Broekhoven) nog een meetpunt, waarvoor een debiet wordt opgegeven van ca. 25-30 l/s. Hiermee valt een intrekgebied te berekenen dat ca. 395-455 ha beslaat. Echter, het potentiële intrekgebied voor dit deelsysteem zou ca. 550 ha omvatten (figuur 4.2).

Oude Broekgraaf

De Oude Broekgraaf (meetpunt OOBRO500) heeft een debiet in de orde van ca. 10-25 l/s en wordt gevoed door het gehele zuidelijke deelgebied en gedeelte van het deelgebied tussen de Geulle breuk en de Schin op Geul breuk.

Op basis van de waterlopenkaart valt af te leiden dat de helft van het middelste deelgebied in zuidelijke richting afstroomt via de Zandbeek en Molenbeek naar de Oude Broekgraaf. Het overige gedeelte van dit middelste stroomgebied stroomt via de Hussebeek naar het noorden waar het uiteindelijk uitkomt op de Hemelbeek.

Het totale intrekgebied van de Oude Broekgraaf komt hiermee op ca. 662 ha. Uitgaande van een neerslagoverschot van 200 mm/jaar zou dat neerkomen op een debiet van 42 l/s.

Dit is beduidend meer dan het gemeten debiet van 10-25 l/s. Een mogelijke verklaring voor deze discrepantie zou kunnen zijn dat een deel van het water in het Maasdal infiltreert (vanwege de goed doorlatende Maasgrinden en lagere Maaspeil).

Neemt men alleen het potentiële intrekgebied van de Oude graaf op het plateau in beschouwing (485 ha). Dan levert dat een afvoer op van circa 31 l/s. Er zijn evenwel geen meetreeksen bekend van de steilrand om dit te verifiëren.

De bronnen op de steilrand staan echter niet bekend als bronnen die veel water leveren.

Wel zijn er van enkele bronbeken incidentele metingen bekend (archief H. de Mars). Deze variëren tussen 0,1 en 1 l/s. Zo heeft de meest zuidelijke bronbeek, de Paslossing, vrijwel tegen Bunde, bij het verlaten van de zandvang een debiet van circa 0,15 l/s. Dit komt uitgaande van een neerslagoverschot van 200 mm overeen met een intrekgebied van amper 2,5 ha. Dat betekent dat het intrekgebied zich hooguit uitstrekt tot in de achtertuinen van Kasen en daarmee dus grotendeels in het bos zelf ligt. Ook voor de andere stelsels zal het intrekgebied gewoonlijk beperkt van omvang zijn (<20 ha). Het potentiële intrekgebied is echter beduidend groter.

5 HYDROLOGISCHE VERANDERINGEN

5.1 Ontwateringsstelsel spoorlijn

Van meet af aan zijn er problemen geweest met de waterhuishouding rond het spoor. Vooral het traject ten noorden van Geulle staat hierom bekend. De aanleg van de Poortlossing in 1928, is hier een van de meest ingrijpende voorbeelden van (zie hs 5). Ook de aanwezigheid van rabatten in de hellingbossen ten westen van het spoor tussen Broekhoven en Elsloo getuigen hier van (zie bijlage 5). Van meer recente datum zijn de grindkoffers langs het spoor.

Nadat in 1982 nog een verzakking op de Sniijdersberg had plaatsgevonden, waarbij er een grote hoeveelheid zand op het spoor terecht was gekomen (zie bijlage 5) zijn opnieuw maatregelen getroffen door de spoorbeheerder. Hier liggen ter weerszijden van het spoor drainagevoorzieningen, waarvan het water wordt geloosd op de Renbeek en de Zandbeek. Ook nabij de IJzeren brug (Brommelen), is toen ten oosten van de spoorlijn, schuin tegenover de kwartsietputten over een traject van 2 kilometer een grindkoffer aangelegd met vier zandvangen (verdeeld over 50 m). De grindkoffer en zandvangen zijn door middel van drainagebuizen met elkaar verbonden. Recent is dit systeem nog geheel vernieuwd. Het overtollige water uit deze voorzieningen wordt via een duiker en een stenen goot richting Maasdal gestuurd waarbij het water wordt geloosd op de Stalebeek en de Berghorstbeek.

Hoeveel water bij de Brommelen brug en bij de Sniijdersberg via deze drainagesystemen wordt onttrokken, afgevoerd is niet bekend.

De zandvangen worden circa vijf maal per jaar leeggezogen. Het zand wordt in de nabije omgeving gedeponeerd, zodanig dat dit niet meer in het systeem terecht komt (Bunderbos, baanvak Maastricht – Sittard, tussen km 6.800 en 8.000, Strukton Rail Zuid, september 2009).

Langs het spoortraject bevinden zich geen damwanden (pers. med. A. v/d Wouw, Prorail).

5.2 Gegraven, rechtgetrokken beken

Aan de westzijde van de spoorlijn zijn onder andere de Zandbeek, Hussebeek, Heiligenbeek, Bosbeek en Paaslossing-Verlegde Broekgraaf rechtgetrokken om de afwatering te bevorderen.

Deels hangt dat ook samen met de aanleg van het spoor, eind negentiende eeuw. Veel bronbeken met name die in het bosgebied bij Bunde (Geullerbosch) worden sindsdien over kortere of langere afstand langs het spoor afgeleid in greppels of via afwateringstelsels (zie aldaar, bijlage 5).

Belangrijke aanpassingen aan het waterlopendstelsel hebben rond 1928-1934 plaatsgevonden in het stroomgebied van de Hemelbeek.

De Hemelbeek is toen noordwaarts omgeleid, richting kasteel Elsloo, via de Wiert. Mogelijk is toen ook 'de Kromme Diek' doorsneden en is toen een verbinding gemaakt tussen de Materbergerbeek en de Wiert (= nu als geheel Hemelbeek; zie ook figuur 5.1).

Medio jaren 90 van de vorige eeuw is de Hemelbeek in het kader van natuurontwikkeling iets westwaarts verlegd en stroomt sindsdien door de graslanden. Dit heeft plaatselijk voor vernatting gezorgd rond de Krome Diek (Peters G., Elsloo.info; deel 25) (bijlage 5).

Figuur 5.1 Bovenloop Hemelbeek, Materbergerbeek en ligging Sourbandtj (S) 1811 (bron: www.ngz.watwaswaar.nl)



Rode cirkel: Materbergerbeek buigt voor de Kromme Diek westwaarts af, en heeft geen contact met de beek die daar "ontspringt" en noordwaarts stroomt, richting Elsloo. De Sourbantj (S) is het huidige perceel met herfsttijlozen aldaar.

Veel recht getrokken beken zijn de afgelopen decennia/eeuwen extensief onderhouden. Bij tijd en wijle werd de verzande bedding opgeschoond. Het vrijkomende zand werd op de oevers geworpen. Hierdoor ontstonden lage wallen, zoals langs de Paslossing (Bunde). Het meest extreme voorbeeld is de Stalebeek bij de camping Brommelen. Hier heeft de beek zelfs een opgeleid karakter. De waterloop en wallen liggen duidelijk hoger dan het aangrenzende bos. (zie ook figuur 8.1).

5.3 Overkluizingen

Op tal van plaatsen komen overkluisde beken voor (WRO). De meest trajecten bevinden zich, ten westen van de spoorlijn, in Geulle en omgeving. Het gaat hier om de benedenloop van de Walsbeek (Molenbeek) en de Renbeek, verder onder meer delen van het Bergzijkpe, Heiligenbeek en Leukderbeek.

Korte overkluisde beektrajecten zijn ook nog te vinden aan de zuidpunt van het Bunderbos en bij het Kasteel Elsloo, benedenloop Slakbeek.

5.4 Drainage

Omwille van onder andere de spoorlijn zijn er verscheidene drainagesystemen aangelegd (zie hiervoor). De systemen vangen het water wat uit het bos komt af en loodsen het via overkluizingen onder het spoor door. Ook in de kasteeltuin zijn drainagemiddelen aangebracht (zie ook kasteeltuin: hs. 7.1.2).

5.5 Zandvangen Waterschap

Vooraf in het bosgebied tussen Geulle en Brommelen zijn medio jaren negentig van de 20^e eeuw op meerdere plaatsen in bronbeken, betonnen zandvanginstallaties aangebracht. Van sommige is de functie en het belang duidelijk. Van anderen is de noodzaak echter niet direct duidelijk. Ze vormen een aantasting van de beek. De informatie op kaart berust op een eigen inventarisatie, aangezien binnen de looptijd van dit onderzoek geen digitaal bestand beschikbaar was.

In de Hemelbeek wordt een wat verbreed en verdiept traject als "zandvang" gebruikt. Het periodiek uitgebaggerde materiaal wordt aan de westkant van het wandelpad gestort, in een ruigte met onder meer veel Reuzenpaardeestaart. Aan de bosrand bij Brommelen ligt langs de weg nog een oude, niet meer gebruikte zandvang. De contouren van deze vierkante kuil zijn nog altijd zichtbaar in het bos. De kuil slijt langzaam steeds verder dicht. Op de kaart in bijlage 5 is de globale ligging van alle installaties aangeven.

5.6 Julianakanaal

Het kanaal is in 1935 aangelegd ten behoeve van de scheepvaart. Ter hoogte van Elsloo liggen grote drainageconstructies (o.a. Hussebeek) om te voorkomen dat de kanaaldijk ten gevolge van drijfzand onbruikbaar wordt. Het kanaal oefent door zijn hoge ligging ten opzichte van het maaiveld en de ondoorlatende kanaalbodems geen hydrologische druk uit op het Bunder- en Elsloërbos. Bij de aanleg zijn de benedenlopen van beken omgelegd (zie hiervoor).

5.7 Grensmaas

Al vanaf 1900 wordt er grind gewonnen in het zomerbed van de Maas. In 1928 komt daar bovendien de kanalisatie en aanleg van het Julianakanaal bij. Met de aanleg van de stuw bij Borgharen is benedenstrooms van de stuw een peilverlaging opgetreden. Aangenomen wordt dat door deze ingrepen tussen 1900 en 1950 het Maaspeil naar schatting 1,5 m is gedaald. Na 1950 is als gevolg van de verder gaande grindwinning in het zomerbed het Maaspeil nogmaals circa 1,5 m gedaald (Lambert 1989, Oranjewoud 1989). Grindwinning in het zomerbed werd in 1970 gestaakt. De rivierbodem bleek daarbij sinds 1921-1937 minimaal 0,5 tot maximaal 4,5 m te zijn verlaagd. Grindwinning ter hoogte van Ifteren-Geulmonding zorgde tussen 1950-1956 voor een verlaging van 3.20 m (Lambert 1989). Een gemiddelde grondwaterstanddaling kan niet gegeven worden doordat het per traject kan verschillen (denk aan weerdverlaging, etc.). Daarnaast is er sprake van een continue erosie in het zomerbed. Deze gaat tot op de dag van vandaag door met een snelheid in de orde van 1- 4 cm/jaar (Lambert 1989). Sinds 1980 zou het Maasbed dan al weer 30 tot 120 cm zijn gezakt.

Naar aanleiding van de hoogwateren van 1993 en 1995 is men gestart met een grootschalig afgraven van het winter- en zomerbed van de Grensmaas. Hierbij heeft men zich tot doel gesteld door middel van grindwinning de uiterwaarden een meer natuurlijk uiterlijk te geven waarbij tevens de rivier meer ruimte krijgt. De werkzaamheden in het kader van het Grensmaasplan leiden tot veranderingen in de waterhuishouding. Plaatselijk worden die gemitigeerd door kleischermen (o.a. Bunde) en de recent aangelegde grinddrempels (Elsloo-Meers). De grondwaterstanden zakken hierdoor verder weg.

5.8 Drinkwater: bronnen & waterputten

Bepaalde bronnen in het Bunder- en Elsloërbos fungeerden tot de aanleg van waterputten of de komst van de waterleiding begin 20^e eeuw, eeuwenlang als de dagelijkse drinkwatervoorziening voor de bewoners van hogerop gelegen dorpen en gehuchten. Vanuit de dorpen liepen dan ook veel betreden paden naar de betreffende bron. De bronnen werden vaak aangepast om het putten van water te vergemakkelijken. De verschillende bronnen en waterputten (incl. wasplaatsen) die voor deze doeleinden werden gebruikt staan weergegeven op de kaart die is bijgevoegd als bijlage 5.

Figuur 5.2 Elsloo 1811, Kasteel Elsloo, de Wiert en Terhagerpötje (fontaine, in rode cirkel)



5.8.1 Terhagen

Het Terhagerpötje: Deze sterke bron in de Terhagerberg, gelegen in een ver terugwijkende nis in de steile dalrand, fungeerde vanouds als water- en wasplaats van Terhagen. Na aanleg van de kasteeltuin (ca. 1820), lag de bron binnen de kasteeltuin, maar behielden de bewoners een vrije doorgang naar de bron.

Het aloude toegangspad loopt sindsdien onder een poort door, strikt gescheiden van het padenstelsel in de kasteeltuin. De bron maakt tegenwoordig een vervallen, zwaar betreden indruk. Er treedt veel erosie op (Peters G., Elsloo.info; deel 24, 26). Opvallend is ook de aanwezigheid van een plastic drainagebuis die uit de steile helling pal boven de bron steekt.

5.8.2 Geulle

In Geulle-beneden aan de kant van de Maas, had men meestal een pomp op het erf, want op 5 tot 7 meter diepte bevond zich water.

De inwoners van Geulle-boven waren aangewezen op bronwater. De bewoners van Den Hook haalden het water bij de bron '**het Peulke**' in het Geerkendal (beneden bij de spoorlijn. De contouren van het slingerpad zijn nog te zien). De mensen van de Snijdersberg haalden het water aan de '**Riën**' bij café Lombok. De bewoners uit Broekhoven haalden het water aan de Laakbeek die onder het spoor door loopt. Ook op de grens tussen Geulle en Elsloo in het Dommendaal werd bij '**de Wesj**' (vele liters per minuut) water gehaald. Een gedeelte van de inwoners van Moorveld haalde het water bij de '**Klaospôt**' in de helling van de Bloemberg in het Dennenbos. Een ander gedeelte van hoog Moorveld haalde het water beneden in het bos bij de Putstraat (nu Bospad) bij het **Waterputje in de Breuk** (Maassen J.; De Sjakel, 2001) (zie bijlage 5).

De Klaospôt (figuur 5.3) geeft nog een goed beeld van hoe bronnen er in het recente verleden uitzagen. Deze bron is nog altijd gevat in een met keien omgeven putje waaruit het water kan worden geschept. Tijdens een veldbezoek in 2008 zaten in het putje de larven van de vuursalamander (De Mars, 2008).

Figuur 5.3 Klaospôt anno 2008



5.8.3 Kasen

De **Ravekoel** (Ravebron), ligt ter hoogte, van de eeuwenoude Hoeve de Locht, thans aangeduid als de Peerdstaal. Hier daalt van de noordzijde een oud pad naar de bron af. Bij deze bron werd door een deel van de bewoners van Kasen en de Locht voor de komst van de waterputten in 1900 water geput. Het grootste deel van de bewoners van Kasen haalde haar water in de **Riën** (Rouwet 1993; Oberndorf & Niesten 1994).

5.8.4 Waterputten

Pas in 1864 werden in Moorveld, Hussenberg en Snijdersberg waterputten gegraven. Ze waren 20-25 m diep (Klei van Boom). Opmerkelijk is dat de putten in de jaren dertig min of meer droog kwamen te staan. Dit werd geweten aan de staatmijn Maurits (Heerlyckheit Geul, 1997). Het is echter niet ondenkbaar dat de aanleg van het pompstation Geulle op de Essendijk, rond 1931 hier aan heeft bijgedragen. Bij een proefboring achter de camping bij Brommelen spoot het water destijds nog uit de boorcaseing, die circa een meter boven maaiveld stond (zie figuur 5.4).

In Kasen werd in 1899 een circa 25 m diepe put geslagen, tot de op daar ter plaatse aanwezige slecht doorlatende laag. De put gelegen op de Kasennerweg is tussen 1900 en 1950 veelvuldig gebruikt maar sinds de aansluiting op de waterleiding buiten gebruik geraakt. In de loop der tijd is de put gedeeltelijk opgevuld geraakt waardoor de watervoerendheid stopte. Ook bij Hoeve de Locht (Peerdstaal) werd rond 1900 een eigen waterput gegraven die tot 1950 (komst waterleiding) in gebruik bleef. Geulle werd al in 1926 aangesloten op het waterleidingnet. In 1933 werden Bunde en Kasen aangesloten op het waterleidingnet, waardoor de verschillende putten in onbruik raakten. Aan de Ulestratense kant van de Kruisberg is pas in 1948 een aansluiting op het waterleidingnet gerealiseerd.

Figuur 5.4 Bommelen: Aangeboord artesisch grondwater 1931



Toen spoot het boven de grond. Tegenwoordig is de stijghoogte van het diepere grondwater hier vele meters beneden maaiveld (zie tabel 4.1; B61F0425), als gevolg van de waterwinning en de verlaging van het Grensmaaspeil.

5.9 Pompputten WML

Begin 20e eeuw wordt de drinkwatervoorziening in de regio sterk verbeterd en raken de waterputten weer in onbruik. In de onmiddellijke omgeving worden twee drinkwaterpompstations opgericht, bij de kernen Geulle en Waterval. Hier liggen 4 respectievelijk 7 pompputten.

De putten onttrekken grondwater uit de Formatie van Maastricht en de Formatie van Houthem (diepere grondwatersysteem). Voor de globale ligging van de putten zie bijlage 5. De drinkwaterwinning bij Geulle, aan de Essendijk, is omstreeks 1931 gestart (N.V. Waterleiding Maatschappij Limburg, 2008).

Als gevolg van de onttrekkingen worden verlagingen geregistreerd van 1 a 2,5 m afhankelijk van de onttrekkingsregime en de plaats ten opzichte van de winputten.

5.10 Molens

In Geulle stonden tot begin 20^e eeuw twee watermolens bovenstrooms van de spoorlijn. De Onderste molen, een bovenslagmolen bestaat nog steeds. De molen is buiten gebruik. De weijer is enkele jaren geleden volledig uitgebaggerd door het Waterschap en daarmee ging een soortenrijk moeras met o.a. veel Reuzenpaardestaart verloren (De Mars et al 1998, 2003). De weijer fungeert thans als waterbuffer. Hogerop in het dal, deels in het huidige bos lag bij de samenvloeiing van twee beken de Bovenste molen, eveneens een bovenslagmolen. Afgaand op de oude kaarten was ook deze molen voorzien van een weijer. De molen werd begin 20^e eeuw opgeheven. Grondsporen zijn nog steeds in het bos te herkennen.

Aan de achterzijde van kasteel Elsloo bevindt zich ook al eeuwen een watermolen op de Slakbeek. Ook bij deze molen hoort een weijer. Vanaf de molen wordt de beek ondergronds afgeleid naar de dijk bij het Julianakanaal.

Er is nog een vierde molen geweest; de Materberchmolen. Deze lag nabij de Poort van de Hemelbeek, aan de voet van de Materberg (zie 7.9.5).

6 MORFOLOGISCHE INGREPEN

In de afgelopen eeuwen hebben de bewoners rond het Bunderbos zich niet onbetuigd gelaten als het gaat om grondverzet in en direct rond het gebied. Om te beginnen wordt daardoor de oorspronkelijke bodemopbouw gewijzigd en daarmee de ontwikkeling van de vegetatie beïnvloed, ook op langere duur.

In bepaalde gevallen zouden door dergelijke ingrepen ook slecht doorlatende lagen kunnen worden blootgelegd of, erger, worden doorsneden. In beide gevallen heeft dat dan ook hydrologische consequenties.

Verreweg de grootste ingreep is de aanleg van de spoorlijn geweest.

6.1 Spoorinsnijding

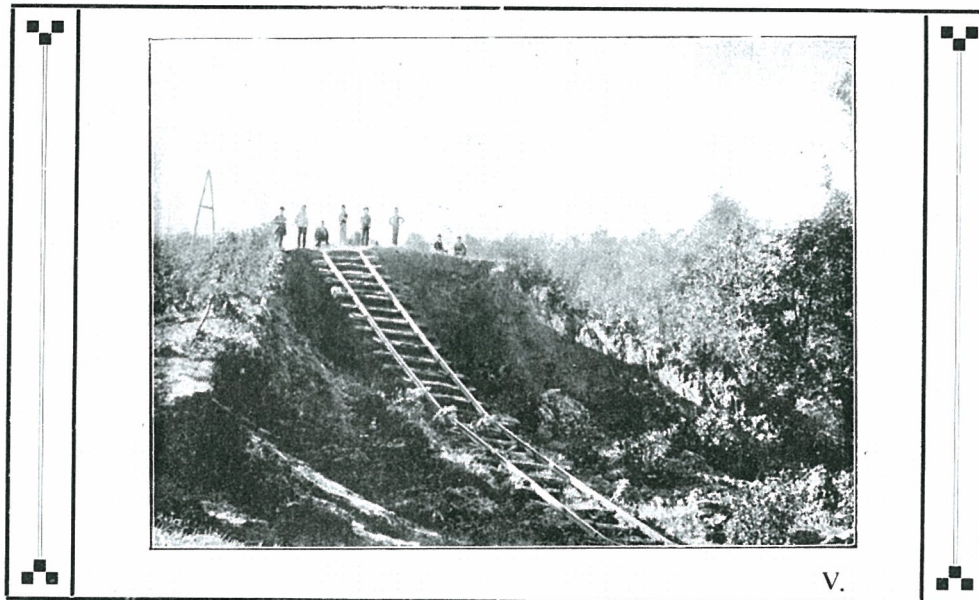
Tijdens de aanleg van de spoorlijn in 1863 wordt het spoorbed op verschillende plaatsen in de steilrand een of tweezijdig ingesneden. Daarnaast zijn er plaatsen waar ze op een dijklichaam is gelegd.

Vanaf de spoorovergang bij Bunde tot aan de zuidrand van het Bunderbos ligt de spoorlijn over korte afstand eenzijdig ingesneden in het talud. Het aansluitende deel ter hoogte van de Zandberg ligt ze op een talud. Daarna ligt ze over een korte afstand aan de oostkant eenzijdig ingesneden (waterscheiding spoorbermsloot en zijtak Middelgraaf). De dalen van de Middelgraaf en de Zavelbeek worden weer overbrugd met een dijk. Daartussen ligt ze eenzijdig ingesneden. **Ter hoogte van de IJzeren brug ligt de spoorlijn tweezijdig ingesneden tot de kruising met de Bosbeek, even ten zuiden van Geulle. Op dit traject snijdt ze plaatselijk watervoerende lagen aan (zie 5.1).** Het aansluitende traject ter hoogte van Geulle voert de spoorlijn over een hoog dijklichaam. Noordelijker, **vanaf de Snijdersberg tot aan Broekhoven snijdt de spoorlijn de steile helling aan de oostkant weer aan.** Ook hier wordt een watervoerende laag aangesneden (zie 5.1). Vanaf Broekhoven ligt de spoorlijn tot aan de bron van de Poortlossing weer op een spoordijk, waarvan de hoogte in het landschap plaatselijk aanzienlijk kan verschillen. Vanaf de bron van de Poortlossing tot aan Terhagen, de noordrand van het N2000-gebied, ligt ze diep ingesneden in het terrein. Maar ze snijdt hier geen watervoerende lagen aan. Ter hoogte van Elsloo ligt ze vervolgens afwisselend ondiep, een of tweezijdig ingebed (Peters G., Elsloo.info; deel 27).

6.2 Spoorverzakkingen (1864, 1892, 1982)

Eind 1864, kort na de aanleg van de spoorlijn voltrok zich een grote aardverschuiving, waarbij zuidelijk van Terhagen 150.000 m³ zand wegzakte. De pas aangelegde spoorlijn was over een lengte van 400 m verdwenen en er ontstond een gat van 20 m diep (zie bijlage 5). **Van het onderliggende Lage Bos bleef weinig over.** Hierna werd het spoor op de plaats gelegd waar ze nu ligt (Kengen 1926; De Sjakel, september 2003). Ook dat tracé bleek niet veilig want in de herfst van 1892 trad bij Geulle, ter hoogte van de Slingerberg, een verzakking op. De spoorlijn verzakte andermaal, ditmaal over een lengte van 85 m en liet een gat van 5 m diep achter (figuur 6.1). Vervolgens werd een 600 m lange tijdelijke spoorlijn aangelegd om de lijndienst in stand te houden. Deze lag ten oosten van de spoordijk waar nu het wandelpad ligt ofwel spoorlijnkilometer 10.2-10.8 (Kengen 1926; De Sjakel, oktober 2003).

Figuur 6.1 Verzakte spoorlijn ter hoogte van de Slingerberg (1892)



In 1928 wordt de spoorlijn tussen Broekhoven en Elsloo opnieuw aangepakt. Het spoor werd nu definitief enigszins oostwaarts aangelegd. De spoordijk werd opnieuw opgebouwd en daarbij werd ten oosten van het spoor een diepe geul gegraven om het toestromende grondwater af te vangen. Deze waterloop staat nu bekend als de Poortlossing. Ook de Hemelbeek wordt bij die gelegenheid verlegd en noordwaarts afgeleid (zie ook hs. 4, figuur 4.1).

Figuur 6.2 Zand- en Kiezelberg (1928)



Gedurende deze werkzaamheden (1928-1934) kwamen bergen grond vrij. Deze bergen werden ten westen van de spoorlijn en ongeveer een kilometer boven Broekhoven in depot gezet.

Vermoedelijk werd het vrijgekomen materiaal apart opgeslagen om op een later tijdstip te verwerken. Dit is nooit gebeurd en de storthopen zijn in het landschap achter gebleven. Ze staan plaatselijk bekend als de Zand- en Kiezelberg (Peters G., Elsloo.info; deel 43). Op de kaart in bijlage 5 zijn de betreffende depots apart aangegeven.

In 1982 doet zich weer een verzakking bij Geulle voor. Ditmaal verzakt het steile talud van de spoorinsnijding in de Sniijdersberg (pers. med. A. van de Wouw, Prorail). Deze aardverschuiving zorgt er voor dat er een grote berg zand op het spoor terechtkomt.

Deze verzakking geeft aanleiding tot het aanbrengen van extra drainage (zie paragraaf 5.4).

6.3 Groeves en vuilstorten

Vooraf in de nabijheid van de bebouwing lagen ook wel kleinschalige winplaatsen van leem, zand en kiezel. Het laatst genoemde materiaal speelde een rol bij de verharding van paden. Op verschillende plekken (Kruisberg) zijn de groeves gebruikt als stort. De groeven zijn in bijlage 5 weergegeven.

6.3.1 Terhagen

De Terhagerberg is de naam voor de hellingen vanaf het kasteel tot aan het gehucht Terhagen (Peters G., Elsloo.info; deel 48). De kloof van het Terhagerpötje waarin de bron ontspringt is ontstaan door kiezelafdeling (zie ook 5.8.1). Het voetpad dat ook nu nog bestaat tussen de bronkom en Terhagen is ook te danken aan graafwerk die samenhangt met de aanleg van het kasteelpark, begin 19 eeuw (zie ook 7.1.2).

6.3.2 Slingerberg: zandgroeve

In Geulle-Broekhoven lag halverwege de flank van de Slingerberg een zandgroeve. Hier werd wit zand gedolven voor lokaal gebruik. Het zand werd benut als opvul- en voegzand. In 1920 werden hier tijdens de bouw van de kerk tientallen karrenvrachten zand gehaald. Eind jaren dertig raakte de groeve uitgeput, verdere ontzanding ter plaatse werd verboden vanwege landschappelijke waarde (Maassen, 2002, Woude v/d, 2005a).

6.3.3 Sniijdersberg: kiezelgroeve

In Geulle-Hulsen lagen op de flank van de Sniijdersberg twee kiezelgroeves. Op de eerste plek, ter hoogte van het huidige huis "Beeldenhof", werd de winning al vroeg gestaakt omdat men te dicht onder de bebouwing van het hogerop gelegen buurtschap Sniijdersberg kwam. Later werd deze groeve benut als huisvuilstort (Woude v/d, 2005b). Na het beëindigen van de afgravingen hier, is een vervangende groeve geopend bij het toenmalige café Lombok (figuur 6.3). In 1936-1937 werd daar beneden een nieuwe toegangsweg aangelegd waardoor men gelijkvloers de groeve in en uit kon rijden. In de jaren vijftig van de 20^e eeuw raakte ook deze groeve in onbruik. Er zijn toen echter nog wel enkele tonnen kiezel en zand afgevoerd naar het vliegveld in Eindhoven.

De uitgegraven helling is vervolgens glooiend afgewerkt en beplant met bos (Maassen, 2002).

Figuur 6.3 Kiezelgroeve ter hoogte van de Snijdersberg



6.3.4 Groeve Leukdervoetpad

Tot in de jaren vijftig heeft gelegen in het Leukdervoetpad een kleine groeve gelegen, bijna bovenaan, tegenover het weiland dat achter de woningen op de Klinkenberg ligt. De kleine afgraving heeft de gebruikelijke ontwikkeling van de tijdelijke stortplaats doorgemaakt voordat het gebied afgedekt werd met grond en de helling opnieuw beplant werd met eik en acacia (Warrimont J.P. de, et al. 1998).

6.3.5 Groeven Kruisberg

De groeve op de Kruisberg ontstond waarschijnlijk als een oude zand en kiezelkuil, maar bleef geruime tijd in bedrijf dat daardoor een diepe groeve ontstond. Uiteindelijk is een groot gebied vergraven. De winning werd tot in het grondwater doorgezet, waardoor er nu in het overgebleven deel van de groeve ook nog water staat. Ergens midden vorige eeuw is de groeve ook in gebruik genomen als stortplaats. In die periode zijn hier naast huishoudelijk afval ook andere afvalstoffen (keramische industrie Maastricht) terecht gekomen. Eind vorige eeuw werd een forse verontreiniging (met name barium) vastgesteld van het grondwater (Woude v/d, locatiecode 2600023, 2005, Hillegers H., 1989). De kwaliteit van de bronnen van de Overbundebeek werden daardoor negatief beïnvloed (De Mars et al. 1998). Deze vervuiling maakte sanering noodzakelijk. Inmiddels is de stort afgedekt en wordt ze bemalen. (Segers 2007).

Direct nabij deze grote groeve lag in de westelijke helling van de Kruisberg nog een veel oudere, kleinere groeve. Midden twintigste eeuw werd deze groeve vooral gebruikt als stortplaats van aan de veiling van Bunde doorgedraaid fruit. De groeve en latere stortplaats (Woude v/d, locatiecode 2600023, 2005) zijn zodanig afgedekt en de helling is zodanig 'gerepareerd' dat vanaf het fietspad de vroegere ingreep in het landschap niet meer te zien is (Warrimont J.P. de, et al. 1998).

6.4 Vliegtuigcrash

Eind 1944 wordt boven het Steinderbosch een Duitse Messerschmitt Bf 110G-4, door luchtafweer neergehaald. Het toestel is na een glijvlucht op enkele honderden meters ten zuiden van de spoorbrug en een twintigtal meters ten westen van de spoorlijn bij Terhagen neergestort op de zogenaamde Kniensheuvel, en geëxplodeerd. De inslag en de daarop volgende explosie hebben een diepe krater geslagen. De krater werd in 1946 afgedekt en de omgeving is vrij gemaakt van explosieve. Eind 2002 zijn er ter plaatse opgravingen verricht (Notten, 2003).

6.5 Openluchttheater

In 1928 is in een stuk hellingbos, ter hoogte van huis Jenniskens halverwege de Moorveldsberg een circa 600 vierkante meter groot terrein verhuurt aan de toneelvereniging. Er werd een theater aangelegd in een natuurlijke uitholling in de helling. Met betonblokken werden 12 zittrappen gerealiseerd. Tot op heden is alleen nog maar een brok beton te zien van de speelvloer tussen de braamstruiken en de brandnetels (Warrimont J.P. de, et al. 1998).

6.6 Kabels en leidingen

Uit de klic-melding komen geen bijzonderheden naar voren. De meeste kabels en leidingen in het gebied lopen langs de wegen of spoorlijn. De grootste leidingen (en daarmee ook de voor dit project belangrijkste) staan aangegeven op de kaart in bijlage 5. Het gaat om hoofdwatervleidingen voor gas, water en riolering. Al deze leidingen zijn in de nabijheid van Geulle gelokaliseerd.

7 VERANDERD GRONDGEBRUIK EN NIEUWE INFRASTRUCTUUR

Dit hoofdstuk gaat in op een aantal opvallende veranderingen in het landgebruik en de infrastructuur sinds circa 1800 in en rond het Bunderbos. Sommige van deze ontwikkelingen kunnen direct dan wel indirect van invloed zijn op de hydrologie van het Bunder- en Elsloërbos. Andere zijn bepalend voor de ontwikkelingstoestand van de (bos)vegetatie in delen van het N2000-gebied.

7.1.1 Bos

De Tranchotkaart en de topografische kaart uit 1840 geven niet voor alle delen van het huidige N2000-gebied een duidelijk beeld van het toenmalige grondgebruik. In bepaalde delen is de aan- of afwezigheid van bos niet goed vast te stellen. Duidelijk is wel dat bepaalde delen begin 19^e eeuw niet met bos begroeid waren. Aan de hand van de opgaven in de kadastrale opname uit de periode 1811-1832, kon echter een getrouwe weergave van het grondgebruik worden vervaardigd op basis waarvan ook het toenmalige bosareaal nauwkeurig is te bepalen. **De meeste bospercelen waren toendertijd in gebruik als hakhout (zie bijlage 5).**

Opvallend is dat grote delen van de hellingen rond Geulle, tussen het Leukdervoetpad en de Poort van de Hemelbeek, volgens de kadastrale opgaven door hooilanden en schaapsweiden worden ingenomen. Alleen een stukje nabij Moorveld was in die periode grotendeels met bos bedekt (zie ook bijlage 5).

Op de kadastrale kaart is op de steile dalflank nabij Terhagen een verkavelingstructuur zichtbaar (zie figuur 7.1). De kavels bestonden uit een woning met tuinen, en vooral ook boomgaarden.

Figuur 7.1 Terhagen 1811, boomgaarden en huis op de helling



Opvallend is ook de smallere gordel met bos ten noorden van de Poort van de Hemelbeek. Alleen het bosgebied ten zuiden van Geulle, komt grotendeels overeen met de huidige situatie, en vormde een aaneengesloten oppervlak (Geullerbosch).

7.1.2 Kasteelpark Elsloo

Het park is rond 1820 aangelegd en het terrein is daartoe danig vergraven. Eind 20^e eeuw is het volledig gerestaureerd. Daarbij is ook drainage aangelegd/verbeterd in alle grazige percelen en langs paden. Op sommige plaatsen zijn de drainage buizen als gevolg van erosie zichtbaar geworden ('Drainage in weide en langs paden' bijlage 5). Tot ca. 1967 was langs de west-helling bij de Moerascypresen een pompje 'Ketcher' in bedrijf dat werd gebruikt om bronwater dat uit de helling stroomde naar de hoger gelegen wei in de drinkbak van de koeien te pompen (van Os, 2000).

Een gedeelte van het park ligt binnen de begrenzing van het N2000-gebied. Daartoe behoort ook de meest zuidelijke weide op de helling voet, nabij Terhagen (o.a. voorkomen Herfsttijloos). Van de markante heuvelkaap die het terrein daar aan de zuidzijde begrensd, is uit overlevering bekend dat hier grondverzet is gepleegd. Zowel het storten van grond als het egaliseren van de top wordt genoemd (Peters, Elsloo.info; deel 4).

7.1.3 Medammerweide

De 'Medammerwei(de)' is het voormalige zwembadterrein tussen de Kaakstraat en Terhagen. Momenteel is het gehele terrein geruimd en onderdeel van het kasteelpark. Het 50 m bad is tot op heden nog aanwezig in de bodem. Op de voormalige ligweide is sprake van spontane bosontwikkeling.

De 'Medammerweide' is oorspronkelijk kasteelbezit en komt in de archieven voor als de "Slackenweide" of "des Heren Slackenweide". De naam komt van "de Slak(en)", het dal van de Slakbeek welke gedeeltelijk door de weide loopt (Peters, Elsloo.info; deel 23, 24).

7.1.4 Fruitteelt

Eind 19^e en de eerst helft van de 20^e eeuw werd het plateaugebied tussen Kasen en Moorveld gekenmerkt door een besloten landschap van hoogstamboomgaarden (Rouwet, 1993). Hiervan is weinig meer over, tegenwoordig bestaat het gebied voornamelijk uit landbouwpercelen.

7.1.5 Nederzettingen – verhard oppervlak

In de nabije omgeving van het N2000-gebied liggen de dorpen Bunde, Geulle, Elsloo en op wat grotere afstand Beek. Daarnaast liggen boven op het plateau dicht aan de rand van het hellingboscomplex dorpjes als Kasen, Moorveld, Snijdersberg-Hussenberg. Op de kaart die is bijgevoegd als bijlage 5 is de uitbreiding van de bewoningskernen en daarmee het verharde oppervlak ten opzichte van 1900 globaal af te lezen. Hierbij valt op te maken dat vooral Bunde, Elsloo en Beek sinds 1900 sterk zijn gegroeid (zie ook tabel 7.1). Ze liggen echter buiten de invloedssfeer van de bronnen en hun uitbreiding heeft daarop dus geen invloed. De aandacht moet vooral uitgaan naar de dorpskernen op het plateau. Ook die zijn vaak fors uitgebreid, zoals Snijdersberg-Hussenberg en Kasen. Moorveld daarentegen heeft een minder grote groei doorgemaakt. De grootste

toename van verharding komt echter voor rekening van Ulestraten boven op het plateau en het Vliegveld (tabel 7.1).

Het verharde oppervlak van de woonkernen is rond 1975 aangesloten op de riolering. Voor zover bekend is er geen gescheiden rioolstelsel aanwezig. Voorheen was het regenwater in zijn geheel afgekoppeld.

Tabel 7.1 Ontwikkeling ruimtebeslag per bewoningskern

Maasdal	opp. 1900 (ha)	opp. 2009 (ha)	totaal vergroot opp. (ha)
Geulle	4	33	29
Westbroek + Brommelen	5	18	13
Bunde	14	144	130
Plateau			
Moorveld	15	21	6
Snijdersberg + Hussenberg	11	32	21
Schietecoven	4	5	1
Kasen	5	18	13
Ulestraten	14	56	42
Vliegveld		47	47
A2		7.5	7.5
Overig (grotendeels buiten intrekgebied)			
Elsloo	10	146	136
Catsop	9	20	11
Beek	38	198	160
Meerssen	6	147	141

Binnen het intrekgebied van het Bunderbos is het areaal verhard oppervlak dus sinds 1900-1975 flink toegenomen (totaal 186 ha).

In woongebieden bestaat deze "toename" echter voor een deel ook uit tuinen. Vooral in de ruim opgezette dorpen op het plateau, is het werkelijke areaal verhard oppervlak beduidend minder. De schatting hiervoor lopen uiteen van 10% voor Kasen, en hooguit 25-30% voor Snijderberg-Hussenberg tot een maximum van 40-50% voor Ulestraten en Elsloo. Afhankelijk van de bebouwingsdichtheid zal hier dus meer of minder neerslagwater infiltreren (zie 8.1.4).

Voor het vliegveld geldt 100% van het op de kaart (bijlage 5) weergegeven oppervlak. Dit bestaat alleen uit verhard oppervlak, dat volgens de verkregen informatie afvoert op riolering (zie 7.1.7)

Figuur 7.2 Globale locatie verdwenen gehucht Materberch en haar molen



7.1.6 Het verdwenen dorp Materberch

Nabij de Poort van de Hemelbeek waar die onder de spoorlijn doorgaat, heeft ooit een gehucht genaamd Materberch gelegen (16-17^e eeuw; figuur 7.2). Bij dit dorp lag toen ook een watermolen op de *Materbergbeek* (thans bovenloop Hemelbeek) voor het malen van graan, ter plaatse bekend als de Materberchmolen (Peters G., Elsloo.info; deel 45). (zie bijlage 5).

7.1.7 Vliegveld Maastricht Aachen Airport

Naast de omliggende kernen maakt ook de verharding op het vliegveld deel uit van het verhard oppervlak. Ongeveer 47 ha van het terrein bestaat uit verhard oppervlak (zie ook tabel 7.1 en 8.1).

Bodembescherming

De luchthaven bevindt zich geheel binnen het Bodembeschermingsgebied Mergelland (tevens aangewezen als kwetsbaar gebied). Het zuidelijke deel van de luchthaven bevindt zich in het niet-freatische grondwaterbeschermingsgebied Geulle (tevens aangewezen als kwetsbaar gebied).

Tankstation platform cargo

Op het platform Cargo van de luchthaven Maastricht Aachen Airport is een afleverinstallatie voor brandstoffen aanwezig voor het materieel van MAA. De afleverinstallatie is voorzien van een vloeistofdichte vloer volgens de nationale beoordelingsrichtlijn BRL 2362 (KIWA). De vloer is aangesloten op een oliebrandstofwaterafscheider. Om het tankstation is aan drie zijden een fysieke afscherming aangebracht in de vorm van een van gewapend beton gemaakte muur.

Naast de opslag van brandstof is er op het terrein in de materieelloods waarin strooimiddelen als ureum en kaliumacetaat liggen opgeslagen.

Opslagtank de-icingvloeistof voor vliegtuigen

In de materieelloods staat tevens een dubbelwandige vloeistof-zeecontainer met een inhoud van 18.000 liter, t.b.v. de opslag van de-icingvloeistof.

Riolering en waterhuishouding

De riolering voor de verhardingen en de gebouwen op het huidige luchtvaartterrein van MAA bestaat uit een gescheiden stelsel zgn. DWA en RWA. De RWA (regenwaterafvoer) als ook de DWA (droogweerafvoer), is aangesloten op het rioleringsstelsel van de gemeente Beek voor de noordzijde van de luchthaven (opp. 1/3 MAA) en op de riolering van de gemeente Meerssen voor het zuidelijk gedeelte (opp. 2/3 MAA). Het RWA stelsel, waarin voornamelijk het regenwater van de verhardingen terecht komt, is aangesloten op een drietal bassins. Twee van de bassins bevinden zich aan de noordzijde en een aan de zuidoostzijde van de luchthaven.

De toegestane lozingshoeveelheid op de riolering van de gemeente Beek, bedraagt per bassin 10 l/s. Naast lozing op de bestaande riolering van de gemeente Meerssen, wordt een gedeelte van het regenwater van de zuidelijk bassin, middels infiltratiebuizen, in de bodem geïnfiltreerd ter voorkoming van uitdroging van de ondergrond.

Nieuwe situatie

De afvoer van water zal bij de herinrichting van het huidige luchtvaartterrein en aanleg van het bedrijventerrein opnieuw bekeken worden. De bestaande capaciteit in het toekomstige bedrijventerrein, van zowel DWA als RWA, is te klein om de waterproblematiek op te lossen. Hiervoor dient een nieuw rioleringsplan ontworpen te worden. Het voornemen bestaat om een verbeterd gescheiden stelsel aan te leggen voor het toekomstige bedrijventerrein waarop het bestaande bassin zuidoost op de luchthaven wordt aangesloten en zoveel mogelijk natuurlijk te laten afvloeien of te infiltreren.

Voor het nieuwe bedrijventerrein (gepland tussen 2010 en 2012 met een opp. Van ca. 72,5 ha aan de oostzijde van het huidige luchtvaartterrein) is een groenplan gemaakt (bron: MER MAA, 2004). Een groot gedeelte (60-80%) van het regenwater zal in dit groenplan worden opgevangen in wadi's, waarna het water in de ondergrond zal worden geïnfiltreerd d.m.v. infiltratiebuizen tot op de kiezellaag (10-12 m diep). (pers. med.: J. Dumoulin; MAA).

7.1.8 Autosnelweg A2

Eind jaren 60 van de vorige eeuw is de autosnelweg A2 aangelegd. De weg beslaat ruim 7 ha en ligt deels op het plateau maar snijdt ter hoogte van Bunde diep in de terraswand in. Ter plaatse van de parkeerplaats (Kruisberg) treedt daardoor water uit (plaatsbepaling zie bijlage 5). Wellicht dat daardoor dieper liggende scheidende lagen doorsneden zijn.

Aan de noordkant van het vliegveld, is het afgelopen decennium een nieuwe verdiept aangelegde afslag gerealiseerd. De ingraving van afslag Beek heeft oppervlakkig plaatsgevonden, er heeft geen doorgraving van de lagen plaatsgevonden. Ook is het mogelijk dat strooizout en overig wegwater van de A2 de grondwaterkwaliteit beïnvloed. Het regenwater wordt in principe via de riolering afgevoerd (pers. med.: J. Huisman; Rijkswaterstaat).

7.1.9 Julianakanaal

Voor nadere details zie paragraaf 5.6.

8 SYNTHESE

In de voorgaande hoofdstukken is stil gestaan bij de vele ingrepen in en rond het Bunderbos en de werking van het hydrologische systeem. In dit hoofdstuk worden de belangrijkste conclusies hieruit getrokken en worden ook de ingrepen in de context van het huidige watersysteem geplaatst. Daarbij wordt een globale kwantificering van de mogelijke effecten op het hydrologisch systeem gepresenteerd en wordt de relevantie daarvan aangegeven. In de onderstaande tabel 8.1 is hiervan een samenvattend overzicht gepresenteerd.

8.1 Integratie en samenvattend overzicht

8.1.1 Bronzones en slecht doorlatende lagen

Het onderzoek laat zien dat in elk deelgebied zeer waarschijnlijk vooral de eerste scheidende laag verantwoordelijk is voor de voeding van de aanwezige bronnen. Dat wordt mede onderbouwd door de constatering dat de grondwaterstanden boven deze laag op het plateau voldoende hoog zijn om de bronnen te kunnen voeden. Ook de oude waterputten haalden hun water van boven deze laag. In de diepere pakketten is die gewoonlijk veel te laag. In de deelgebieden Noord en Midden gaat het om de Klei van Boom (Rupel 1). In het deelgebied Zuid gaat het om de Klei van Kleine Spouwen (Rupel 2). Hier zou aan de voet misschien nog sprake kunnen zijn van invloed van voeding van het onderliggende watervoerend pakket. Het is bekend dat hier nog bron- en kwelzones liggen, maar deze bleken niet te zijn ingemeten. De analyse kon hier slechts bij benadering plaatsvinden. Vooral in dit zuidelijke deelgebied lijken de kleilagen vaak niet overal door te lopen tot aan de steilrand. Een deel van het afstromende water treedt dan niet uit op de steilrand, maar infiltreert in het Maasdal of stuit mogelijk lager op de helling eventueel op deze tweede slecht doorlatende laag, waarna het alsnog aan de dag treedt, samen met het water dat over deze laag afstroomt.

8.1.2 Morfologische ingrepen en veranderingen in het landgebruik

Morfologisch hebben zich vooral tussen Geulle en Elsloo op veel plaatsen ingrijpende veranderingen voorgedaan. Grote delen van het gebied zijn in het recente verleden verzakt en vergraven. De verzakking van 1864 en daarop volgende herstel- en werkzaamheden sloegen zelfs grote delen van het toen nog aanwezige Elsloërbos weg. De meest markante tekens in het gebied zijn de Zand en Kiezelberg, maar ook de diep uitgegraven Poortlossing hoort daarbij, evenals de rabatachtige structuren ten westen van de spoorlijn. Al deze ingrepen moeten de hydrologische omstandigheden drastisch hebben beïnvloed. Het effect moge duidelijk zijn, maar in welke mate dit heeft bijgedragen aan het veranderen van het debiet of droogval is niet bekend. Van oudere datum is noordelijker de aanleg van de kasteeltuin en het toenmalige zwembad. In hoeverre dit hydrologisch van invloed is geweest valt niet meer na te gaan. In de kasteeltuin zit echter plaatselijk wel een nog een vrij recent aangelegde drainage, bedoeld om de paden droog te houden. Ook heeft er enige tijd een waterpomp gefunctioneerd ("Ketcher"), om hogerop gelegen percelen van water te voorzien.

Daarnaast zijn er op tal van plaatsen zand en kiezelgroeven geweest. Het gaat hier steeds om betrekkelijk kleine ingrepen, die wel een lidteken achterlieten in het landschap, ook als ze worden afgedekt.

Zolang het daarbij blijft, is er vaak weinig van te merken. Er zijn twee uitzonderingen. Het Terhagerpötje (Elsloo) heeft haar bestaan te danken aan een het graven naar kiezel. De erosienis waarin de het Terhagerpötje ligt, lijkt steeds dieper te eroderen. Mogelijk is daardoor een deel van de dalflank ter hoogte van de pal daar achterliggende bron, verdroogd. Hier zijn in droge greppels kalktufafzettingen aanwezig. Ook uit een oude groeve aan de Slingerberg stroomt water via een drainage af. Deze plekken waren van nature al erg nat zodat de ingreep vanuit dat perspectief beperkt is te noemen. Een andere groep groeves werd na sluiting nog een tijd benut als stortplaats. Deze huisvuilstorten kunnen zeer lokaal een effect op de bronwaterkwaliteit hebben. De groeve Kruisberg is van een andere orde. Deze stortplaats in deze grote groeve heeft grote problemen voor de kwaliteit van het grondwater met zich meegebracht. Echter, de groeve ligt vanouds buiten het intrekgebied van het Bunderbos, zeker nu de groeve wordt bemalen.

8.1.3 Van schapenwei naar kalktufbron?

Opzienbarend is dat grote delen van de helling tussen Geulle en Elsloo, op enkele stukken na bosvrij waren en uit schapenweide bestonden. Het hier nu aanwezige bos is veelal secundair bos dat eind 19^e -begin 20^e eeuw is opgeslagen. De verbossing van de hellingen zal van invloed zijn geweest op de bodemvorming en voor een verkoeling van microklimaat hebben gezorgd.

Alleen het Materbergerbos, een strook bij Moorveld en het Geullerbosch zijn als oude boskernen van het N2000-gebied te betitelen (zie ook bijlage 5). Dit kan van belang zijn voor de natuurkwaliteit van de betreffende bossen. Opvallend is dat het voorkomen van de Vuursalamander en tot op zekere hoogte ook Hangende zegge grotendeels lijkt samen te vallen met deze oude boskernen. De overige delen waren lange tijd boomloos of werden rond 1900 vernietigd. Omgekeerd is het bijzonder intrigerend dat het voorkomen van de kalktufbronnen nagenoeg samenvalt met dit voorheen boomloze en/of vergraven gebied. Verbossing van standplaatsen leidt tot lagere bodemtemperaturen, een diepere doorworteling van het substraat en de opbouw van een humusrijke bovenlaag. Het is voorstelbaar dat dit leidt tot een hogere CO₂-spanning in een bodem die eeuwenlang niet bebost is geweest. Deze verhoogde CO₂-spanning is noodzakelijk om een oververzadiging met kalk in grondwater te bewerkstelligen.

Als gevolg van sterke bodemverstoringen en het grondverzet is het goed voorstelbaar dat er veel organisch materiaal in de ondergrond is beland. Eenmaal in de ondergrond treedt, daar afbraak op. Dat gaat ook met een hogere CO₂-spanning (afbraak) gepaard. In deze geroerde, relatief kalkrijke bodems lost de kalk vervolgens op. Bij het dagzomen van het grondwater ontwijkt het CO₂ naar de atmosfeer en slaat de kalk al snel weer neer; de kalktufbron is geboren. **Indien deze theorie klopt zou de "motor" voor de kalktufformatie wel eens in het bos zelf kunnen liggen.** Daar is nog een aanwijzing voor. **Veel kalktufbronnen zijn diffuse sijpelbronnen, met een beperkt debiet. Dat doet ook al een klein intrekgebied vermoeden.** Het hoge kalkgehalte van het grondwater dat toestroomt en het bodemmateriaal, werkt dit ook nog in de hand omdat al snel oververzadiging wordt bereikt.

Bij gebrek aan kwaliteitsmeetpunten direct bovenstrooms van de kalktufbronzones is de oplossing hiervoor niet te achterhalen.

Waar komt de kalk dan vandaan. In de profiel beschrijvingen zijn hier geen aanduidingen voor gevonden. **Echter uit de literatuur is bekend dat bepaalde lössafzettingen kalkrijk zijn** (STIBOKA, 1970).

Bovendien is bekend dat er direct onder de lössafzettingen in de grindafzettingen zelfs wel gelaagde kalkconcreties (zgn. lösskindl) kunnen worden aangetroffen (Beckers, 1923). Hieruit valt op te maken dat het door de lössformaties naar de ondergrond infiltrerende water zeer kalkrijk is. De lössafzettingen op het Plateau van Schimmert zijn het dikst rond Geverik.

Het fenomeen 'kalktuf' was overigens bij bewoners van Moorveld wel bekend gezien de legende van de Auvermennekes. Volgens volksverhalen woonden in de Blomberg bij Moorveld, nabij de Kloaspüt kabouters in de berg. Welke de potten en pannen van de bewoners uit poetsten. Toen in Geulle voor de eerste keer het angelusklokje luidde, werd er uit de Blomberg een akelig gejammer gehoord. De voorste helft van de berg stortte in en er vormde zich een beek die de Heiligenbeek werd genoemd. Alles wat in die beek ligt of valt wordt met een kalklaagje bedekt (Varis 2001). Ook hier zien we dus de relatie met bodemverstoring.

8.1.4 Verhard oppervlak - infiltratie

Het toegenomen areaal bebouwing en verhard oppervlak speelt op het plateau maar een beperkte rol. Het totale ruimtebeslag (ca. 171 ha) is gezien tegen het totale oppervlak 1568 slechts 11%. Een deel hiervan bestaat echter uit ruim opgezette woonwijken. Wordt hier rekening mee gehouden dan blijkt verhard oppervlak 97,5 ha te beslaan, waarvan ongeveer de helft voor rekening van het vliegveld komt (47 ha, 3%).

Uitgaande van het gemiddelde neerslagoverschot (200 mm) van de regio betekent dat een verminderde grondwateraanvulling van 195.000 m³ per jaar (6.2 l/s; tabel 8.1). Toch verdient dit algemene beeld nog wel enige nuance. De verschillen zijn per deelgebied vrij groot.

Vooraf deelgebied (Midden) bezit in vergelijking met de andere twee deelgebieden een relatief groot areaal verhard oppervlak in relatie tot het totale oppervlak van het potentiële intrekgebied (12,5%). Hiervan kan een aanzienlijk effect uitgaan op de afstroming van de hoeveelheid grondwater. In het zuidelijke deelgebied is dit nauwelijks aan de orde. Sterker nog, de extensieve bebouwing van Kasen kon tegenwoordig wel eens een zegen zijn voor de grondwaterkwaliteit door de afname van de bemestingsdruk.

Echter, een sterke toename van verhard oppervlak, vlak bij de plateaurand kan voor kleine bronsystemen op de dalflank wel gevolgen hebben. Zo zou in de omgeving van Snijdersberg-Hussenberg een verdere verdichting van de bebouwing een relevante factor kunnen gaan vormen.

Tabel 8.1 Ruimtebeslag verhard oppervlak voor de intrekgebieden van de bronnen per deelgebied

	<i>deelgeb. (ha)</i>	Noord 1062		Midden 216		Zuid 290		Totaal 1568	
	<i>relative dichtheid %</i>	abs	gewogen	abs	gewogen	abs	gewogen	abs	gewogen
<i>Intrekgebied</i>									
Vliegveld	100	29	29	15	15	3	3	47	47
A2	100	3	3	1,5	1,5	2,5	2,5	7	7
Catsop	50	4	2					4	2
Snijdersberg	25	2	0,5	14	3,5			16	4
Ulestraten	50	53	27	4	2			57	29
Hussenberg	30			2	0,5			2	0,5
Geulle	50			1	0,5			1	0,5
Moorveld	25			15	4			15	4
Kasen	10					18	2	18	2
Schietecoven	30					4,5	1,5	4,5	1,5
totaal (ha)		91	61,5	52,5	27	28	9	171,5	97,5
% intrekgeb.			5,8		12,5		3,1		6,2
afname									
infiltratie m3/j			123000		54000		18000		195000
afname in l/s			3,9		1,7		0,6		6,2

8.1.5 Debieten en brongebruik

De gemeten afvoer van deelgebied Noord lijkt redelijk te kloppen met de omvang van de potentiële intrekgebieden. Echter, inzoomend op de steilrand ontstaan opvallende afwijkingen omdat het gemeten debiet dan sterk afwijkt van de berekende. Dit doet vermoeden dat niet al het grondwater in bronnen dagzoomt maar ondergronds “door”stroomt naar het Maasdal. (zie ook 8.1.1)

In het zuidelijke deelgebied blijkt de potentiële afvoer zelfs sterk af te wijken van de gemeten afvoer. Mogelijk infiltreert ook hier veel water in de goed doorlatende ondergrond van het Maasdal. Hoewel het aantal echte metingen beperkt is, kenmerken de bronnen in dit deelgebied zich gewoonlijk door lage afvoeren (<1 l/s) en de intrek gebieden lijken daarmee beperkt van omvang. Afgaand op de indicaties liggen sommigen daarvan amper buiten de begrenzing van het N2000-gebied. Noordelijk van Geulle zijn krachtiger bronsystemen aanwezig met een dito groter intrekgebied. Echter ook in dat gebied zijn bronzones aanwezig met lage afvoeren, die wijzen op een klein intrekgebied. En juist daaronder bevinden zich veel kalktufbronnen.

Het ontbreken van ten minste één of enkele ronden met debietmetingen van de bronnen en bronbeken op steilrand valt in dit licht te betreuren.

Het gebruik van bronnen voor de drinkwatervoorziening is nooit erg ingrijpend geweest. Bij veel bronnen waren amper voorzieningen aanwezig. In de omgeving Geulle zien we enkele bronnen die echt omgebouwd waren tot tappunten. De invloed hiervan is zeer lokaal terwijl het cultuurhistorische belang daarentegen vrij groot is.

Het Terhagerputje is een uitzondering. De bron heeft haar bestaan mogelijk mede te danken aan kiezeldeleving die daar in het grijze verleden heeft plaatsgevonden. De insnijding ter plaatse in de dalflank lijkt echter ook haar weerslag te hebben op de dalflank, waar daar verdroogde kalktufafzettingen zijn aan te treffen. De bron erodeert sterk. Een te treffen maatregel kan zijn het ophogen van de bedding.

8.1.6 Verleggen bronbeken

De bronbeken zijn op tal van plaatsen vergraven en of verlegd, om uiteenlopende redenen. Vooral de aanleg en reparaties aan de spoorlijn heeft geleid tot omleidingen en kunstwerken. Op sommige plaatsen zijn over ruime afstand drainage voorzieningen aangebracht (bij Brommelen en bij Snijdersberg). Hier worden watervoerende lagen in de helling aangesneden. Het water wordt er kunstmatig afgevoerd en ten westen van de spoorlijn geloosd. Kwantificeren van deze afvoer is niet mogelijk omdat hiertoe de gegevens ontbreken, maar lijkt lokaal aanzienlijk. Het debiet van de Stalebeek lijkt er voor een groot deel door te worden bepaald. Ook de Hemelbeek en Poortlossing zijn in hoge mate kunstmatig. De Hemelbeek werd in die tijd noordwaarts afgeleid en zuidwaarts aanzienlijk verlengd. Recent is de beekloop opnieuw omgelegd, nu door de graslanden. De Poortlossing bij Elsloo geldt als het voorbeeld van een volstrekt kunstmatige sterk drainerende waterloop. Ze werd rond 1928 gegraven. Vooral ten westen van de spoorlijn, in het Maasdal, zijn alle beken rechtgetrokken of overkluisd (buiten N2000). De Stalebeek bij Brommelen ligt deels zelfs opgeleid (zie figuur 8.1) waardoor het (bron)water doelbewust langs een naastliggend lager gelegen bosperceel wordt geleid. Deze ingreep gaat waarschijnlijk terug tot omstreeks 1890 (aanleg spoorlijn). Daarnaast heeft vermoedelijk de drooglegging ten behoeve van de bosbouw zoals die in de 19^e eeuw (en daarvoor) heeft plaatsgevonden eraan bijgedragen.

Figuur 8.1 Zandvang en opgeleide Stalebeek nabij Brommelen



8.2 Relevantie

In de onderstaande tabel 8.2 zijn de belangrijkste bevindingen nog eens op een rijtje gezet. Er is een globale inschatting gemaakt van de relevantie van de ingrepen die de afgelopen 200 jaar hebben plaatsgevonden. Hierbij is uitsluitend gekeken naar de hydrologische impact.

Uit het overzicht is af te leiden dat de meest ingrijpende gebeurtenissen met verstrekken gevolgen samenhangen met de verzakkingen van de spoorlijn. Een groot oppervlak is daardoor volledig verstoord geraakt.

In het verlengde daarvan hebben tot op de dag van vandaag de insnijding en drainagevoorzieningen op veel plaatsen een flinke invloed op de bronzones. Getuige de hoeveelheid water die er dagzoomt en/of wordt afgevoerd. De aanleg van groeven, zandvangen en buffers hebben lokaal zeker een invloed (op de kwantiteit), in bepaalde gevallen ook op de waterkwaliteit (vuilstort).

Tabel 8.2 Overzicht van ingrepen en de mogelijke hydrologische gevolgen voor het N2000-gebied

Ingrepen binnen N2000		
Spoorverzakkingen 1864-1982		
Spoorinsnijding		
drainage spoorlijn, rabatten		
bos ontwikkeling 1800-1900		
molens <1900		
zandvangen/buffers >1995		
groeven in N2000		
overige beekomleggingen		
drainage paden Elsloo		
kasteeltuin <1850		
medammerweide		
kabels en leidingen		
drinkwaterbronnen <1900		
vliegtuigcrash 1944		
Ingrepen buiten N2000 (invloed binnen N2000)		
toename bebouwing		
Grensmaas <1970		
Julianakanaal		
Vliegveld		
Drinkwaterwinning Geulle >1930		
A2		
beekomleggingen/overkluizingen		
beregening		
groeven buiten N2000		
vuilstort Kruisberg		
voormalig theater		
drinkwaterputten dorpen <1950		

effect binnen N2000:

- geen effect
- mogelijk effect
- beperkt effect
- aanzienlijk effect
- groot effect

omvang ingreep:

- lokaal
- plaatselijk aanzienlijk
- grootschalig

Buiten het natuurgebied hebben de toename van verhard oppervlak, de aanleg van het Julianakanaal en het vliegveld de nodige effecten met zich meegebracht. Ten aanzien van het Vliegveld en de bebouwing is er nadrukkelijk op gewezen dat dit vooral voor het middelste deelgebied een relevante factor is. In het zuidelijke en noordelijke deelgebied is dit veel minder aan de orde.

Op de voet van het Geullerbosch en in mindere mate bij Elsloo, geldt dat de veranderingen in het Grensmaaspeil sterk bepalend zijn geweest voor de waterhuishouding. De rol van de drinkwaterwinning bij Geulle is op grond van de voorliggende informatie niet helemaal duidelijk. De onttrekking heeft de overdruk in het diepe pakket teniet gedaan. Dit geldt alleen aan de voet van de hellingen. In hoeverre dat aan maaiveld nog relevant is in het licht van de grote dalingen van het Maaspeil en daarmee de freatische grondwaterstand, is de vraag. Bij Elsloo (Hemelbeekvallei) geldt dat dit effect ook bestaat maar dat dit gebied begin 20^e eeuw volledig op de schop is geweest. Eind 20^e eeuw is het gebied nogmaals gedeeltelijk als gevolg van natuurontwikkeling op de schop geweest.

Het droogvallen van de waterputten in de jaren 30 en de aanleg van de waterleiding rond dezelfde tijd hebben wellicht met elkaar te maken. Uit persoonlijke mededelingen is bekend dat de jaren 30 als droog werden bestempeld. (pers. med. F. van Westreenen)

AANBEVELINGEN NADER ONDERZOEK

Hoofdzaken

Een eerste vereiste blijft het in beeld brengen van de intrekgebieden van de bronzones in het N2000-gebied. De beschikbare informatie is veel te summier om hier duidelijke uitspraken over te doen. Een of tweemaal een debietmeting in relatief droge periode kan hier al veel informatie over verschaffen. De basisafvoer is dan gewoonlijk tamelijk stabiel. Daardoor kunnen de intrekgebieden van de vele kleine bronsystemen op de steile helling beter worden afgebakend.

Het is gewenst om te kunnen beschikken over grondwatermeetpunten op het plateau in de nabijheid van het N2000-gebied. De daar beschikbare meetpunten liggen op grote afstand. Hiermee ontbreekt ook essentiële informatie over de grondwaterkwaliteit. De kwaliteit is nu alleen bekend van het water dat uittreedt in de bronnen en in enkele recent geplaatste OGOR-buizen. Deze informatie is ook in verband met het vraagstuk rond de kalktuf-vorming van belang. De focus kan daarbij liggen op het freatisch watervoerend pakket.

De informatie over de afwatering van de spoorlijn vertoont enkele lacunes als het gaat om debieten en de afvoerlocaties naar de omgeving. Een kort, aanvullend veldonderzoek kan hier naar verwachting de benodigde informatie voor opleveren.

Overige

Ten aanzien van de kalktuf-vorming zou bij nader geo-chemisch onderzoek de rol van bodemverstoring en nitraatbelasting in beschouwing moeten worden genomen. Dit onderzoek doet vermoeden dat dit proces wellicht op korte afstand wordt gegenereerd. Mede ook gezien het beperkte debiet van de meeste van deze bronnen.

De nut en noodzaak van diverse zandvanginstallaties in het in het bos dient te worden heroverwogen. De reden van hun aanwezigheid is niet altijd helder (bijv. achter Brommelen). Ook alternatieve oplossingen die meer recht doen aan het watersysteem en het natuurgebied als geheel zouden hierbij moeten worden betrokken.

De potenties voor natuurherstel en kansen voor vernatting in de terreinen met de diep ingegraven rabat-complexen ten westen van de spoorlijn, tussen Broekhoven en Elsloo zou nader bekeken kunnen worden.

Onderzocht zou moeten worden in hoeverre de vele recht getrokken waterlopen, met name rond Brommelen (stroomgebied Verlengde oude broekgraaf), wellicht met een beperkte herinrichting tot ecologisch waardevollere stelsels kunnen worden omgevormd. Daarmee zou ook de relatie met het Grensmaasdal worden versterkt.

- Beckers J., 1923. Over diluviale en alluviale kalkafzettingen in Zuid-Limburg. Maandblad van het Natuurhistorisch Genootschap in Limburg. 12 (7): 32-34.
- Bokeloh D. & Broeren A., 1990. Waterkwaliteit van bronnen op het plateau van schimmert: geogene en antropogene invloeden. Wageningen.
- Dagblad het Zuiden., 1927. Grondboringen in de Spoordijk te Elsloo. In Heemkundesnippers Maasstreek nr. 30., Juni 2001.
- Hendrix W.P.A.M., Meinardi C.R., 2004. Bronnen en bronbeken van Zuid-Limburg; Kwaliteit van grondwater, bronwater en beekwater. Utrecht.
- Hillegers H., 14 juli 1989. Nadere landschappelijke en ecologische uitwerking Overbunde/Dennenberg. Maastricht.
- Jansen P., Harink M., Jumelet J.C., Dooren van N., 2004. Milieueffectrapport aanwijzing en zonering Maastricht Aachen Airport. Nijmegen.
- Janssen H. G., 1997. Heerlyckheit Geul; De geschiedenis van Geulle deel 1. Geulle.
- Kengen, A. C., 1926, Uit Geul's verleden. Wetenswaardigheden van de Parochie en de Gemeente Geul (Hollandsch-Limburg). Sittard.
- Lambert J., 1989. Verdrongingsonderzoek Limburg: verandering van de grondwater stijghoogte DGV/TNO. Delft.
- Maassen J., januari 2000. De molenaar (mulder). De Sjakel. Geulle.
- Maassen J., februari 2001. De halte van Geulle. De Sjakel. Geulle.
- Maassen J., december 2001. De drinkwatervoorziening. De Sjakel. Geulle.
- Maassen J., Notten P. januari 2002. De drinkwatervoorziening, De waterputten (2). De Sjakel. Geulle.
- Maassen J., Notten P. februari 2002. De drinkwatervoorziening (3). Poelen. De Sjakel. Geulle.
- Maassen J., april 2002. De zand- en kiezelgroeve. De Sjakel. Geulle.
- Maassen J., juni 2002. Brandstof. De Sjakel. Geulle.
- Maassen J., april 2003. Het Openluchttheater te Geulle. De Sjakel. Geulle.
- Mars, H. de, C.R. van Gool en Tijen C., 1989. Ecohydrologische Atlas Limburg 1989-1996. Provincie Limburg. Maastricht.
- Mars, H. de, L Wortel en P Kloet., 2004. Ecohydrologische atlas Limburg: Evaluatie verdrogingstoestand 2003. Provincie Limburg. Maastricht.
- Mar/B., april 2000., Nao de zandberg bie den Aelser duiker. De Sjakel. Geulle
- Medelingen van de Bryologische werkgroep der koninklijke Nederlandse natuurhistorische vereniging., april 1952. 6^e jaargang no. 1-2.
- Notten P., april 1999., Bewoners vertellen (1). De Sjakel. Geulle.
- Notten P., mei 1999., Bewoners vertellen (2). De Sjakel. Geulle.
- Notten P., februari 2000., Sleeën in de Moorveldsberg. De Sjakel. Geulle.
- Notten P., oktober 2001., Een weiland, vijftig jaar geleden. De Sjakel. Geulle.
- Notten P., augustus 2002., De bronnen in het hellingbos. De Sjakel. Geulle.
- Notten P., januari 2003., Een vliegtuig neergestort. De Sjakel. Geulle.
- Notten P., februari 2003., 13 knotlindes in het dennenbos. De Sjakel. Geulle.
- Oberndorff T., Niesten M., 1994, Meerssen; Impressies uit het rijke verleden van een jonge gemeente. Meerssen.
- Oranjewoud., 1989. Verdrogingsonderzoek Limburg, Oorzaken analyse en correlatieonderzoek. Oosterhout.
- Os van P., Juli 2000. Waterpompje Kasteelpark Elsloo. Heemkundesnippers Maasstreek nr. 28.

- Peters G. Elsloo.info; deel 4: Elsloo na het jaar 1000/burcht in de Maas. Elsloo.
- Peters G. Elsloo.info; deel 24: De Medammerwei en 't Kestjèl. Elsloo.
- Rouwet, E., 1993. Kasen een gehucht verkend. Venray.
- Segers M.C., 2007. Hoofdrapport Waterplan Meerssen. Maastricht.
- STIBOKA., 1970. Bodemkaart van Nederland. Wageningen.
- Strukton Rail Zuid., 2009. Bunderbos, baanvak Maastricht – Sittard, tussen km 6.800 en 8.000. Eindhoven.
- Varis A., februari 2001. Geulle in vroeger tijden; 29. Volksverhalen uit Geulle. De Sjakel. Geulle.
- Varis A., september 2003. Geulle in vroeger tijden; 60. Dorus Knoppen en de spoorweg-verzakking van 1892. De Sjakel. Geulle.
- Varis A., oktober 2003. Geulle in vroeger tijden; 61. Petrus Regout en de spoorwegverzakking van 1892. De Sjakel. Geulle.
- Varis A., november 2003. Geulle in vroeger tijden; 62. De spoorweghalte. De Sjakel. Geulle.
- Vermulst J.A.P.H., 2002. Stroomgebiedsvisie Geul en Jeker. Maastricht.
- Vermulst J.A.P.H., 2002. Stroomgebiedsvisie Geleenbeek, Rode Beek en Worm. Maastricht.
- Warrimont J.P. de, et al., 1998. Geulle he(e)melsbreed : geologie, flora en fauna van Geulle. Geulle.
- Waterleiding Maatschappij Limburg., 2008, Invloed van winplaatsen Waterval en Geulle op Natura 2000-gebied Bunder- en Elsloërbos, Witteveen+Bos. Maastricht.
- Woude van der H., 2005a. Afdeklaagonderzoek voormalige stortplaatsen; Slingerberg, Geulle te Meerssen, locatiecode 2600029. Maastricht.
- Woude van der H., 2005b. Afdeklaagonderzoek voormalige stortplaatsen; Snijdersberg, Geulle te Meerssen, locatiecode 2600030. Maastricht.
- Woude van der H., 2005c. Afdeklaagonderzoek voormalige stortplaatsen; Dennenberg, Bunde te Meerssen, locatiecode 2600023. Maastricht.

Websites

- <http://ngz.watwaswaar.nl/>, 2009
- <http://www.molendatabase.nl/nederland/molen.php?nummer=410>, 2009
- <http://www.geulle.com/>, 2009

Persoonlijke mededelingen

- Dhr. J. Huisman (Rijkswaterstaat)
- Dhr. P. Kloet (Staatsbosbeheer)
- Dhr. T. Oberndorf (Bunde)
- Dhr. A. van de Wouw (Prorail)
- Dhr. J. Dumoulin (Maastricht Aachen Airport)
- Dhr F. Heijens (Waterschap Roer en Overmaas)

=O=O=O=

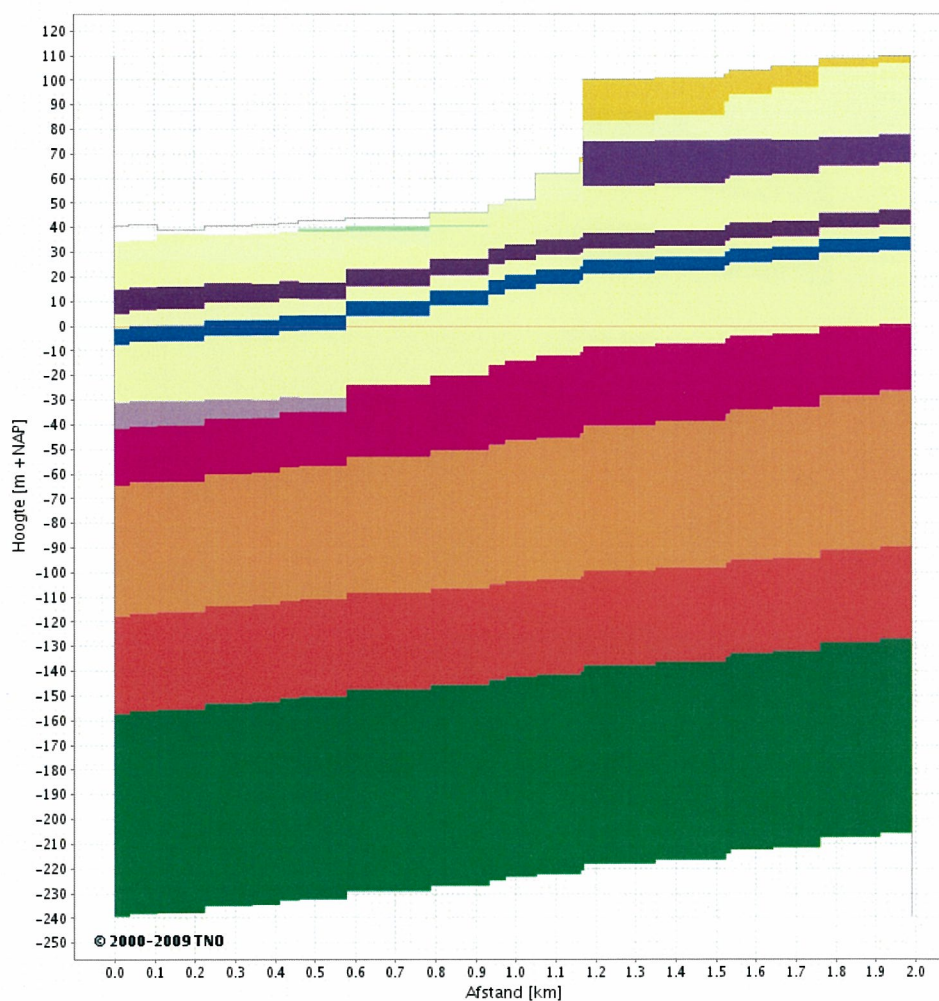
Bijlage 1

Doorsneden profielen

Profiel 3, tussen 'Schin op Geul' breuk en de 'Geulle' Breuk



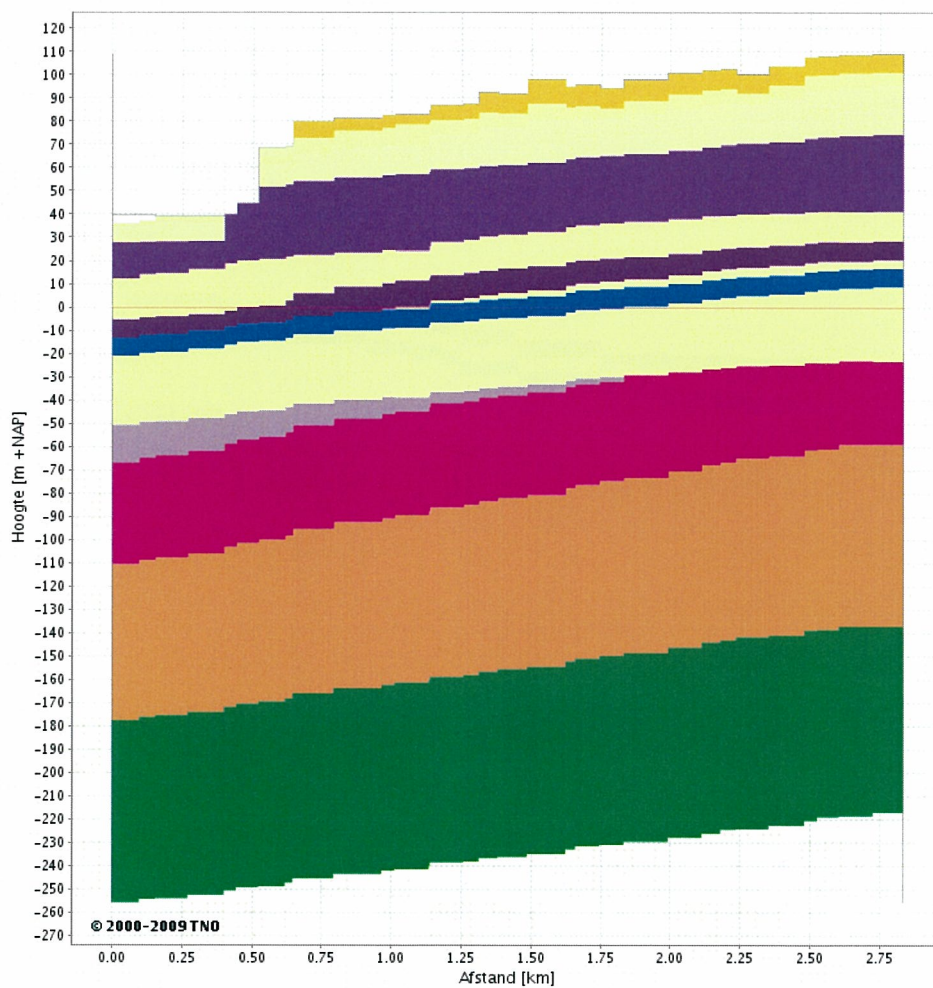
Boxtel (laagpakket van Schimmert)	(oranje)
Rupel (laagpakket van Boom)	(paars)
Rupel (laagpakket van Bilzen/Kleine Spouwen)	(paars)
Rupel (laagpakket van Berg)	(paars)
Tongeren (laagpakket van Goudsberg)	(blauw)
Tongeren (laagpakket van Klimmen)	(blauw)
Houthem (Kalksteen van Geleen)	(rose)



Profiel 4, ten noorden van de 'Schin op Geul' breuk



Beegden	(oranje)
Rupel (laagpakket van Boom)	(paars)
Rupel	(geel)
Rupel (laagpakket van Bilzen/Kleine Spouwen)	(paars)
Tongeren	(blauw)



A COMPANY OF



ROYAL HASKONING

Bijlage 2 Hoogtekaart AHN

Bijlage 3

Kaarten hoogte kleilagen

Bijlage 4

Hoogteligging bronnen per deelgebied

Bijlage 5

Antropogene invloeden

