

CONCEPT-RAPPORT

WATERKWALITEIT BRONBOSSEN LANDGOED MIDDACHTEN

Januari, 2000

Hanhart Consult, Wageningen

Opdrachtgever:
Bosgroep Gelderland
Zutphensestraatweg 47A
6955 AE Ellecom

Colofon

Hanhart Consult
Eco-hydrologisch en Bodemkundig Adviesbureau
Junusstraat 15
6701 AX Wageningen
telefoon: 0317 – 415 494

Projectnummer:	99-02
Projecttitel:	Waterkwaliteit bronbossen landgoed Middachten
Opdrachtgever:	Bosgroep Gelderland
Auteur:	ir. K. Hanhart

INHOUDSOPGAVE

1. INLEIDING.....	1
2. GEBIEDSBESCHRIJVING.....	3
2.1. Ligging van de bronbossen	3
2.2. Bodemopbouw	3
2.3. Grondwaterstroming.....	4
2.4. Waterhuishouding	6
2.5. Vegetatie	7
2.6. Beheer	8
3. VELDONDERZOEK.....	9
3.1. Opzet van het veldonderzoek.....	9
3.2. Verruiging van de bosvegetatie	9
3.3. Ligging van de kwelgebieden van de grondwatersystemen.....	10
3.4. Voedselrijkdom van het grond- en oppervlaktewater	11
3.5. Verdroging in de bronbossen	12
3.6. Oorzaken van de verruiging per deelgebied	14
4. CONCLUSIES	16
5. AANBEVELINGEN.....	18
GERAADPLEEDE LITERATUUR.....	21
BIJLAGE 1: Bodemopbouw bronbossen (Boll en Ubbink, 1979).	
BIJLAGE 2: Waterkwaliteit bronbossen.	
BIJLAGE 3: Grondwateronttrekking en stijghoogten watervoerende pakket.	

LIJST VAN TABELLEN

Tabel 1: Chemische samenstelling bronwater bronbos Middachten (Maas, 1959).....	5
Tabel 2: Beoordelingscriteria watermonsters	11

LIJST VAN FIGUREN

Figuur 1: Ligging bronbossen landgoed Middachten	
Figuur 2: Waterhuishouding bronbossen en aangrenzende percelen	
Figuur 3: Bodemkaart van de A-locatie (Boll en Ubbink)	
Figuur 4: Geo-hydrologische schematisatie	
Figuur 5: Zichtbare verruiging van de bosvegetatie	
Figuur 6: Globale ligging van de grondwatersystemen	
Figuur 7: Nitraatgehalten grond- en oppervlaktewater	

1. INLEIDING

Achtergrond:

Aan de zuidoostzijde van het landgoed Middachten bevinden zich op de overgang van de Veluwe stuwwal en IJsseldal een aantal zeer natte bospercelen. In deze bospercelen treedt kwelwater via bronnen uit de bodem. Het kwelwater wordt door bosgreppels verzameld en afgevoerd naar de IJssel via de Ruitersbeek en enige kleine afvoersloten. De bronbossen vormen een voor Nederland zeer zeldzaam complex van bron en beek. De bronbossen van Middachten worden gekarakteriseerd door het naast elkaar voorkomen van een relatief groot aantal relatief ongestoorde en goed ontwikkelde bosgemeenschappen met onderlinge overgangen. De bronbossen herbergen een aantal zeldzame tot zeer zeldzame bosplanten. Gezien de grote waarde zijn de bronbossen door de Provincie Gelderland aangewezen als A-locatie.

Probleemstelling:

De indruk bestaat, dat er in delen van de bronbossen verruiging van de bosvegetatie heeft plaatsgevonden. Karakteristieke plantensoorten van de hier aanwezige bosgemeenschappen worden verdrongen door meer algemene soorten, zoals grote brandnetel, braam, etc. De verruiging wordt veroorzaakt door toename van de voedselrijkdom van bodem en water.

Doelstelling:

Het onderzoek heeft tot doel om de volgende vragen te beantwoorden:

- 1) Is de vegetatie in de bronbossen de afgelopen jaren verruigd, en zo ja, in welke delen?
- 2) Wat is de oorzaak van de verruiging?
 - a) afwatering van voedselrijk oppervlaktewater vanuit landbouwpercelen?
 - b) aanvoer van voedselrijk grondwater vanaf hoger gelegen landbouwpercelen?
 - c) vrijkomen van voedingsstoffen in de bodem door verdroging van de bronbossen?
 - d) andere oorzaken?
- 3) Welke maatregelen kunnen worden genomen tegen evt. verdere verruiging?

Leeswijzer:

In hoofdstuk 2 wordt een beschrijving gegeven van de bodemopbouw, grondwaterstroming, waterhuishouding en vegetatie in de bronbossen en nabije omgeving. In hoofdstuk 3 worden de resultaten van het veldonderzoek beschreven. In hoofdstukken 4 en 5 worden de conclusies gepresenteerd en aanbevelingen gedaan om de verruiging van de vegetatie in de bronbossen te verminderen.

2. GEBIEDSBESCHRIJVING

2.1. Ligging van de bronbossen

De bronbossen bevinden zich in het landgoed Middachten in de Gemeente Rheden (zie figuur 1). De bronbossen bevinden zich aan de zuidoostzijde van het landgoed op de overgang van de Veluwe stuwwal en het IJsseldal.

Ten noordoosten van kasteel Middachten bevindt zich het Kooibos (zie figuur 2). Dit gedeelte van het bronbos bestaat uit parkbos, nat moerasbos en een eendenvijver. In de bospercelen bevinden zich enige laaggelegen kwelplekken. Aan de zuidoost- en noordoostzijde van het Kooibos bevindt zich de brede Paardengracht, waarmee kwelwater wordt opgevangen en afgevoerd naar de slotgracht van kasteel Middachten.

Het Kooibos wordt door de Paardengracht en het Hermansdijkje gescheiden van “de Elst” (op de topografische kaart 1:25.000 aangegeven als het Faisantenbosch). De Elst bestaat uit vochtige tot zeer natte bospercelen met eik, voormalig essenhakhout en zwarte els. In de bospercelen bevinden zich een groot aantal kwelmoerassen en bronnen. In het bronbos van de Elst ontspringt een continu stromend bosbeekje: de Ruitersbeek. Het meest westelijke deel van de Elst wordt gevormd door “De Wijert”, een hooggelegen bron zonder afvoer naar de omgeving, waarin zich een Elzenbroekbos heeft gevormd.

De Elst wordt door de verharde Eikenstraat afgescheiden van enige bospercelen ten noordoosten van de Elst. Deze bospercelen worden in dit rapport verder aangeduid als de bospercelen bij het Avegoor. Dit deel van het bronbos bestaat vochtige tot zeer natte bospercelen met populier, es en zwarte els. In de bospercelen bevinden zich meerdere bronnen en kwelmoerassen. De bospercelen worden doorsneden door de Ruitersbeek en een naamloze beek.

De bronbossen grenzen aan de hoge noordwestzijde vrijwel overal aan verpachte landbouwpercelen en boerderijen. De hooggelegen landbouwpercelen ten noordwesten van de Middachter Allee bestaan uit akkers waarop meestal mais wordt geteeld, de lager gelegen percelen ten zuidoosten van de Middachter Allee bestaan uit weilanden, een boomkwekerij, een kleine maïsakker en een opslagplaats. De bospercelen bij het Avegoor worden aan de noordzijde begrensd door weilanden, bebouwing, een sterk bemest voetbalveld en parkbos van het landgoed Avegoor.

De bronbossen grenzen aan de lage zuidoostzijde aan weilanden van de uiterwaarden van de IJssel.

De hoogste heuvels van de Veluwe hebben een maaiveldshoogte van ca. 100 m+NAP. De akkers ten weilanden op de stuwwalflank ten noordwesten van de bronbossen bevinden zich op 26 tot 12 m+NAP. De hoogteligging van de bronbossen varieert van ca. 12 m+NAP ter hoogte van de Wijert tot ca. 9,8 m+NAP in de laagste delen van de Elst en het Avegoor. De uiterwaarden van de IJssel bevinden zich op ca. 9,7 tot 7,7 m+NAP.

2.2. Bodemopbouw

De bodem van de bronbossen bestaat uit holocene veen en kleilagen behorende tot de Betuwe Formatie (zie figuur 3 en bijlage 1). De veen en kleilagen zijn afgezet in een voormalige meander van de IJssel, die zich hier tot een diepte van 8 m+NAP in de stuwwal heeft ingesneden. Het veen wigt in de richting van de stuwwal en de uiterwaarden uit. Aan de kant van de uiterwaarden wordt het veen in de Elst en het Avegoor bedekt met een geleidelijk aan dikker wordende kleilaag

De veen- en kleilagen van de Betuwe Formatie zijn aan de hoge stuwwalzijde afgezet op pleistocene dekzand en zandig afspoelingmateriaal van de stuwwal behorende tot de Formatie van Twente (zie geologische dwarsprofielen in bijlage 1). In de richting van het IJsseldal gaat de Formatie van Twente over in pleistocene fluviatiele klei-, veen- en grindrijke zandafzettingen van de Formatie van Kreftenheye.

De Formaties van Kreftenheye en Twente zijn afgezet op gestuwde vroeg pleistocene zanden behorende tot de Formatie van Drente.

2.3. Grondwaterstroming

2.3.1. Geo-hydrologische schematisatie

De ondergrond van de bronbossen kan geschematiseerd worden als een matig doorlatende en deels slecht doorlatende deklaag met hieronder een goeddoorlatend watervoerend pakket (zie figuur 4).

Het matig doorlatende deel van de deklaag bestaat uit veen (Betuwe Formatie). Het slecht doorlatende deel van de deklaag bestaat uit komklei (Betuwe Formatie) en klei (Formatie van Kreftenheye). Het watervoerende pakket bestaat uit dekzand (Formatie van Twente), gestuwd zand (Formatie van Drente) en grindrijk zand (Formatie van Kreftenheye).

2.3.2. Grondwatersystemen

In de ondergrond van de bronbossen kunnen de volgende drie grondwatersystemen worden onderscheiden (zie figuur 4):

- Veluwe systeem (blauw),
- enk-systeem (groen),
- uiterwaarden systeem (bruin).

Regionale Veluwe-systeem:

Het grondwater van het regionale Veluwe systeem is geïnfiltreerd op de hooggelegen stuwwal van de Veluwe. Het hier geïnfiltreerde water stroomt via het watervoerende pakket in zuidoostelijke richting naar het IJsseldal. Het aanstromende grondwater wordt hier gestuwd door de slecht doorlatende deklaag in het IJsseldal. Op de overgang van zand naar klei en waar de deklaag uit matig doorlatend veen bestaat kan het grondwater van het Veluwe-systeem uit de bodem treden. Het grondwater kan als bronwater uit de bodem treden in puntbronnen en diffuse kwelplekken. Het grondwater kan ook als kwelwater uittreden in wanden en bodem van sloten en beken. Deze kwel in sloten en beken is te herkennen aan zgn. bacterievliezen, ontstaan door oxidatie van ijzerrijk grondwater. Wanneer het oppervlaktewater een hoog fosfaatgehalte heeft, is kwel te herkennen aan een lichtbruine neerslag van ijzerfosfaat. Het overgrote deel van het grondwater van het Veluwe-

systeem treedt echter niet uit als kwelwater maar stroomt onder de deklaag door naar de IJssel.

Lokale enk-systeem:

Het lokale enk-systeem is een klein onderdeel van het Veluwe-systeem en bestaat uit het regenwater dat op de akkers en weilanden ten noordwesten van de bronbossen is geïnfiltreerd en via het watervoerende pakket in zuidoostelijke richting naar het bronbos stroomt. Hier treedt het, evenals het water van het Veluwe-systeem, uit in bronnen, diffuse kwelplekken, sloten en beken. Het water van het lokale systeem bevindt zich echter minder diep dan het water van het Veluwe-systeem (zie figuur 4).

Lokale uiterwaarden-systeem;

Het lokale uiterwaarden systeem bestaat uit regenwater dat in de uiterwaarden is geïnfiltreerd en via de matig doorlatende deklaag (veen) naar de bronbossen stroomt. Hier treedt dit water uit in bronnen, kwelplekken, sloten en beken.

2.3.3. Grondwaterkwaliteit

Veluwe-systeem:

Door de lange weg die het grondwater door bodem moet afleggen verblijft het grondwater van het veluwe systeem zeer lang in de bodem (10-tallen tot duizenden jaren). Door de lange verblijftijd in de bodem is het grondwater van het Veluwe-systeem relatief kalkrijk. Hierdoor is de pH van dit water is neutraal tot licht basisch: pH: 7-8; en het elektrisch geleidend vermogen (EGV) vrij hoog: ca. 400-600 mmho/cm.

Lokale systemen:

Het grondwater van het lokale enk-systeem en uiterwaarden-systeem heeft een veel kortere stroombaan en verblijft daarom een veel kortere tijd in de bodem: enige weken tot maanden. Door de korte verblijftijd lijkt de samenstelling van dit grondwater vrij veel op het geïnfiltreerde regenwater: kalkarm en vrij zuur. Doordat de bodem in de infiltratiegebieden van de lokale-systemen in veel gevallen bemest wordt, zijn de nitraat en fosfaatgehalten van dit grondwater vaak hoog.

Meting grondwaterkwaliteit door Maas (1959):

De kwaliteit van het bronwater van de belangrijkste bronnen in de Veluwezoom is in 1956 bepaald door Maas (zie tabel 1).

Tabel 1: Chemische samenstelling bronwater bronbos Middachten (Maas, 1959)

locatie	pH	totale hardheid D	Ca mg/l	Mg mg/l	NO3 mg/l
Renkumsebeek, zuidtak, bron	5,5	1,9	8,8	2,9	3,4
Heelsumsebeek bij Wodanseiken	6	2,8	15,9	2,5	9,6
Hemelse berg, kleine bron	7	6,9	36,5	7,7	67,6
Paasberg, NO bron	6	2,9	12,1	5,2	17,4
Beekhuizen, bij waterval	6,5	3,5	18,7	3,8	0
Zypendaal, bron	6,5	5,8	33,6	4,7	28
Middachten, bron in Kooibos	7,5	5,4	30,8	4,7	12,6
Middachten, bron in de Elst	7,5	7,4	43,6	5,5	8,6

Uit de metingen van Maas is te zien dat het bronwater dat het nitraatgehalte van de bronnen van Middachten in de jaren '50 rond de 10 mg/l lag. Dit nitraatgehalte is vrij laag ten opzichte van de nabijgelegen bronnen zoals Zypendaal, Paasberg en Hemelseberg. Alleen het bronwater van de bronnen die de Renkumse en Heelsumsebeek voeden heeft een lager nitraatgehalte.

2.3.4. Grondwaterwinning

Op een afstand van 1 km ten noordoosten van de bronbossen bevindt zich de drinkwinning Ellecom met een vergunning van 6 miljoen m³/jaar (zie figuur 1).

2.4. Waterhuishouding

De waterhuishouding van de bronbossen is weergegeven in figuur 2.

Kasteel Middachten:

De grachten van kasteel Middachten worden gevoed door kwelwater. De kwel is hier de afgelopen jaren echter verminderd.

Kooibos:

In het verleden bevonden zich in het Kooibos enige bronnen. Omstreeks de 17^{de} eeuw zijn de Paardengracht en Wijert gegraven om kwelwater aan de bodem te onttrekken en af te voeren naar een watermolen even ten zuiden van het kasteel. De Paardengracht en Wijert worden reeds aangegeven op een kaart van 1740. Na een extreem droge zomer in 1947 viel de kasteelgracht droog waardoor de vissen en palingen door meeuwen konden worden opgepikt en meegenomen. Doordat veel vissen tijdens de vlucht op de daken van het kasteel vielen trad ernstige stankoverlast op. Hierna is een pomp aangelegd om de kasteelgracht vanuit de paardengracht te voeden. Deze pomp functioneert niet langer. De eendenvijver is later aangelegd. Deze is op de topografische kaart van 1865 nog niet aangegeven. Op deze kaart zijn wel de kleine zijsloten van de Paardengracht aangegeven.

De vierkante Wijert:

In het verleden was de Wijert een grote bron, die de oorsprong vormde van de Ruitersbeek (Boll en Ubbink, 1979). vermoedelijk in de 17-de eeuw is de bron uitgegraven en omdijkt om kwelwater aan te trekken voor het aandrijven van de watermolen bij het kasteel. De kleine PVC duikers (Ø10 cm) voor de uitstroming van de Wijert naar de Paardengracht en Elst zijn verstopt. De Wijert is hierdoor een stagnerend water geworden met hierin een Elzenbroek-achtige vegetatie.

De Elst:

De bronnen in de Elst voeden een stelsel van ondiepe greppels die afwateren op de Ruitersbeek. Een aantal bronnen lijkt verdroogd. Op de perceelsgrens met het weiland aan de noordwestkant van de Elst bevindt zich een afwateringsgreppel die in open verbinding met de Elst staat. Een deel van de weilanden in de uiterwaarden wateren via een greppel en de bermsloot van de Eikenstraat af op het bronbos in de Elst.

Percelen ten oosten van de Eikenstraat:

De Ruitersbeek stroomt via een duiker onder de Eikenstraat naar de bospercelen bij het Avegoor. Hier bevinden zich enkele (verdroogde) bronnen die via ondiepe greppels water naar de Ruitersbeek voeren. De Ruitersbeek heeft zich enige decimeters in de ondergrond

ingesneden. In het bos liggen twee voormalige beekmeanders met een fraaie bron. Aan de noordoostkant van het bosje bevinden zich een droogstaande en watervoerende beekloop van een naamloze beek die vermoedelijk in het Avegoor ontspringt. De beekloop wordt hier door een goedlopende bron gevoed. Een deel van de weilanden in de uiterwaarden watert via de bermstoot van de Eikenstraat af op de Ruitersbeek.

Op de grens met de weilanden van de uiterwaarden komen beide beken samen en stroomt de Ruitersbeek door de weilanden van de uiterwaarden naar de IJssel. Langs de loop van de Ruitersbeek bevinden zich nog enkele fraaie oude meanders met kwelplekken in Elzenbroekbos.

2.5. Vegetatie

2.5.1. Natuurwaarde

De bronbossen van Middachten worden tot de meest waardevolle van Nederland gerekend (Maas, 1959 en Westhof, 1973). De zeer grote natuurwaarde hangt samen met een aantal factoren:

- de grote oppervlakte van bronnen in de Elst en percelen bij het Avegoor (de Elst bevat de meest gave bronvegetaties),
- het hoge kalkgehalte van het bronwater,
- het voorkomen van een aantal (zeer) zeldzame plantensoorten,
- het voorkomen van verschillende relatief intacte bosgemeenschappen.

De hoge natuurwaarde is voor de Provincie Gelderland aanleiding geweest om de bronbossen aan te wijzen als bosreservaat (A-locatie).

2.5.2. Bosgemeenschappen

De beschrijving van de bosgemeenschappen is gebaseerd op:

- het rapport “A-locatie bossen in Gelderland”,
- mondelinge en schriftelijke informatie van de heer van Hees van Alterra, Wageningen
- het artikel: “Verdroging in de A-locatie Middachten: indicatie op grond van oude en nieuwe vegetatieopnamen (Bijlsma en van Os, nog niet verschenen),
- Wilde planten (Westhof et al, 1973).

Gierstgras-Beukenbos:

Op de lemige zandgronden van de flank van de stuwwal komt het Gierstgras-Beukenbos (*Milio-Fagetum*) voor. Dit bostype wordt hier gekarakteriseerd door Dalkruid (*Maianthemum bifolium*), Hulst (*Ilex aquifolium*) en Brede stekelvaren (*Dryopteris dilatata*).

Gewoon Eiken-Haagbeukenbos:

Op de lagere delen, op lemige of kleiige bodem, komt het Gewoon Eiken-Haagbeukenbos (*Stellario-Carpinetum*) voor met als karakteristieke soorten: Blauwsporig en Gewoon bosviooltje (*Viola reichenbachiana* en *riviana*), Gevlekte Aronskelk (*Arum maculatum*), Breed longkruid (*Pulmonaria officinalis*), Vogelkers (*Prunus padus*), Groot Springzaad (*Impatiens noli-tangere*), Elzenzegge (*Carex elongata*), Voorjaarshelmbloem (*Corydalis solida*) en onder de oude beuken bij het kasteel het zeer zeldzame Overblijvend Bingelkruid (*Mercurialis perennis*).

Gewone Elzenbroek:

In de laagste delen op veengrond treft men het Gewone Elzenbroek (*Carici elongatae Alnetum*). Op de laagste, door kalkrijke kwel gevoede, niet gestuwde plaatsen in de Elst en Avegoor komt het zeer zeldzame Elzenbronbos (*Chrysopenio-oppositifolii-Alnetum*) met als karakteristieke soorten Paarbladig en Verspreidbladig Goudveil (*Chrysopenium oppositifolium en alternifolium*), Dotterbloem (*Caltha palustris*) en bittere Veldkers (*Cardamine amara*) en de mossoort *Cratoneuron filicium*.

Vogelkers-Essenbos:

Op de ietwat hoger gelegen delen, waar het veen met een dunne kleilaag is bedekt lijkt het Vogelkers-Essenbos (Pruno-Fraxinetum) voor te komen met Hazelaar (*Corylus avellana*), Gele dovenetel (*Lamium galeopdolon*), Bosanemoon (*Anemone nemorosa*), Slanke sleutelbloem (*Primula elatior*), Moerasstreekzaad (*Crepis paludosa*), Adderwortel (*Polygonum bistorta*) en het uiterst zeldzame Knikkende Nagelkruid (*Geum rivale*)

In de bronbeken groeit volop Groot moerasscherm (*Apium nodiflorum*).

2.6. Beheer

Het beheer in de Elst en Avegoor is gericht op instandhouding de hier aanwezige bosvegetaties en kleinschalige houtproductie. Het beheer van het Kooibos is gericht op instandhouding als parkbos en kleinschalige houtproductie.

3. VELDONDERZOEK

3.1. Opzet van het veldonderzoek

Verruiging van de bosvegetatie kan in principe verschillende oorzaken hebben:

- aanvoer van voedselrijk oppervlaktewater vanuit landbouwpercelen naar het bronbos,
- aanvoer van voedselrijk grondwater naar het bronbos,
- vrijkomen van voedingsstoffen door verdroging in het bronbos
- verhoogde lichtinval in kapvlaktes in het bronbos,
- versnelde afbraak van populierenblad in het bronbos.

In de meeste percelen van de bronbossen in Middachten heeft de verruiging meer dan één oorzaak.

In het veldonderzoek is in de eerste plaats onderzocht in welke delen van de bronbossen de bosvegetatie verruigd is (zie paragraaf 3.2).

Vervolgens is geprobeerd om de oorzaken van de verruiging te achterhalen. In de eerste plaats is onderzocht welke delen van de bronbossen worden gevoed door kwelwater vanuit het regionale Veluwe-, lokale enk- of uiterwaardensysteem (zie paragraaf 3.3). Dit is van belang, omdat aan de hand van de stroombaan kan worden vastgesteld, waar zich de bron van eventuele vermessing van het kwelwater bevindt. In paragraaf 3.4 is vervolgens onderzocht welke grondwatersystemen vermist zijn en waar de bron van vermessing zich globaal bevindt.

Aangezien verruiging van de bosvegetatie ook kan worden veroorzaakt door het vrijkomen van voedingsstoffen in de bodem na verdroging, is nagegaan in hoeverre de bronbossen zijn verdroogd (paragraaf 3.5). Aangezien in de bronbossen geen grondwater- en oppervlaktewaterstanden worden gemeten, is gekeken of er op grond van andere gegevens een indruk kan worden gekregen van de eventuele verdroging.

De resultaten van het onderzoek zijn per deelgebied samengevat in paragraaf 3.6.

3.2. Verruiging van de bosvegetatie

Percelen met sterke verruiging:

In de bronbossen vindt op een aantal plaatsen sterke verruiging van de bosvegetatie plaats (zie figuur 5):

- Kleine kapvlaktes, met name in het Kooibos en in de Elst nabij de Eikenstraat. De ruigtevegetatie wordt hier gekarakteriseerd door ondoordringbare braamstruwelen.
- Percelen in de Avegoor en de Elst waar populier is aangeplant. De ruigtevegetaties worden hier gekarakteriseerd door een relatief groot aandeel van stikstofindicatoren zoals brandnetel, hondsdrif, witbol, etc.

Percelen met matige verruiging:

- Strook langs de hoge noordwestzijde en lage zuidoostzijde van de bronbossen. De ruigtevegetaties worden ook hier gekarakteriseerd door een relatief groot aandeel van stikstofindicatoren zoals brandnetel, hondsdrif, witbol, etc.

Percelen met geringe verruiging:

In de overige beschaduwde delen van de bronbossen is op het oog weinig verruiging waar te nemen. Uit de vergelijking van oude en recente vegetatieopnames door Alterra (Bijlsma en van Os, ongepubliceerd) blijkt echter dat de diversiteit van de soorten in de bronbossen de afgelopen decennia is afgenomen. Zeldzame soorten zoals Moerasstreepzaad, Adderwortel en Donkergroene basterdwederik zijn bijvoorbeeld vrijwel verdwenen, terwijl Dotterbloem en Knikkend nagelkruid sterk zijn afgenomen. Het verdwijnen of afnemen van zeldzame soorten wijst op een verandering of verstoring, mogelijk door verdroging en/of vermesting.

3.3. Ligging van de kwelgebieden van de grondwatersystemen

De ligging van de kwelgebieden van de drie grondwatersystemen is bepaald aan de hand van de waterkwaliteit van kwelwater in bronnen en diffuse kwelplekken en kwelwater in sloten en beken. In januari 2000 was de kwel in de bronbossen goed op gang gekomen. In deze periode zijn 37 watermonsters genomen. Met behulp van elektrodes is de pH en EGV van de monsters vastgesteld. De resultaten van de metingen worden getoond in bijlage 2.

De meetresultaten van de 37 watermonsters zijn uitgezet op een pH-EGV grafiek (zie bijlage 2). In deze grafiek kunnen de watermonsters van het Veluwe-systeem worden onderscheiden aan de hand van de relatief hoge pH (7-8) en hoge EGV (40 tot 700 mmho/cm). De watermonsters van de lokale grondwatersystemen zijn te herkennen aan de lagere pH (6-7) en lagere EGV (ca 150-300 mmho/cm). De pH van het lokale grondwater is nog opvallend hoog. Dit wijst op een sterke buffering van het enigszins zure grondwater van de lokale systemen. De watermonsters met een pH van ca. 7 en EGV tussen de 300 en 400 mmho/cm zijn vermoedelijk mengingen van grondwater van het Veluwe-systeem en de lokale systemen. Uit de meting van pH en EGV blijkt dat het water van de huislozingen kraanwater van het Veluwe-systeem zijn. Het betreft hier mogelijk spoelwater van melktanks.

Kwelgebied van het Veluwe-systeem:

Aan de hand van de pH en EGV van de watermonsters is in figuur 6 met een blauwe kleur globaal aangegeven waar het grondwater van het Veluwe-systeem als bronwater aan het bodemoppervlak uittreedt of als kwelwater in de bodem of wanden van ondiepe greppels uittreedt. Dit is vooral het geval in het noordoostelijk deel van het Kooibos, het noordwestelijk deel van de Elst en een klein deel van de percelen ter hoogte van het Avegoor. Het kwelgebied heeft mogelijk een uitloper in de richting van de uiterwaarden ter hoogte van het Kooibos.

Kwelgebied van het lokale enk-systeem:

Ten noordwesten van deze zone treedt lokaal grondwater van het enk-systeem uit de bodem. Dit is bijvoorbeeld het geval in de Wijert, ter hoogte van de boerderij van Bosman en in de percelen ten oosten van de Eikenstraat. In diepe greppels en sloten treedt nog kwelwater van het Veluwe-systeem uit de bodem. Dit is bijvoorbeeld het geval bij sommige diepe sloten in het Kooibos en een diepe uitgegraven bron in de Elst bij boerderij Bosman.

Kwelgebied van het lokale uiterwaarden systeem:

Ten zuidoosten van de kwelzone van het Veluwe-systeem treedt kwelwater van het uiterwaarden-systeem uit de bodem. Dit is met name het geval in het zuidoostelijk deel van de Elst en percelen bij het Avegoor.

3.4. Voedselrijkdom van het grond- en oppervlaktewater

Om een indruk te krijgen van de voedselrijkdom van het grond- en oppervlaktewater in de bronbossen zijn op 17 en 18 november 1999 24 watermonsters genomen in bronnen en kwelplekken, sloten en beken. Voor de vaststelling van de voedselrijkdom is door het Water laboratorium Oost te Doetinchem het nitraatgehalte van de watermonsters gemeten. Analyse van het fosfaatgehalte is niet uitgevoerd, omdat de concentratie van fosfaat in het water te sterk wordt beïnvloed door andere factoren zoals de aanwezigheid van organische stof in de bodem. De resultaten van bemonstering zijn weergegeven in figuur 7 en bijlage 2.

Beoordeling van de watermonsters:

De in 1959 door Maas gemeten nitraatgehalten van resp. 12,6 en 8,6 mg/l voor het Kooibos en de Elst kunnen worden beschouwd als de “natuurlijke” nitraatgehalten voor de bronbossen in Middachten. Deze nitraatgehalten hangen samen met de eeuwenlange matige bemesting van de infiltratiegebieden van de lokale grondwatersystemen (enkeerdgronden en uiterwaarden). Deze nitraatgehalten zijn lager dan de streefwaarde en grenswaarde voor nitraat in grondwater in Nederland van respectievelijk 25 en 50 mg/l. Op basis van de metingen van Maas en algemeen geldende streef- en grenswaarden worden de monsters daarom als volgt beoordeeld (zie tabel 2).

Tabel 2: Beoordelingscriteria watermonsters

beoordeling:	nitraatgehalte mg/l
natuurlijk	0 - 12,5
verhoogd	12,5 - 25
hoog	25 - 50
zeer hoog	50 - 100

Grondwater van het lokale enk-systeem:

Het grondwater van het lokale enk-systeem ter hoogte van het Kooibos en de Wijert heeft een hoog tot zeer hoog nitraatgehalte. De hoge nitraatgehalten worden veroorzaakt door bemesting van de akkers en weilanden en boomkwekerij aan weerszijden van de Middachter Allee. Door het ontbreken van riolering wordt huishoudelijk water in het bronbos en de Wijert geloosd. Ook kan lekkage van voedselrijk water vanuit de stortplaats achter boerderij Wachter een rol spelen.

Het grondwater van het lokale enk-systeem ter hoogte van de Elst heeft een hoog nitraatgehalte. De hoge nitraatgehalten zijn waarschijnlijk veroorzaakt door bemesting van de akkers en weilanden aan weerszijden van de Middachter Allee. De hoge nitraatgehalten ter hoogte van de boerderij Bosman worden waarschijnlijk veroorzaakt door weglekken van mest door de betonplaten van het erf of mestopslag.

Het grondwater van het lokale enk-systeem ter hoogte van landgoed Avegoor heeft een natuurlijk nitraatgehalte van 8 mg/l. Het infiltratiegebied van dit lokale systeem bestaat vooral uit het park van het landgoed Avegoor en wordt op het voetbalveld naast het asielzoekerscentrum na, niet bemest.

Grondwater van het lokale uiterwaarden-systeem:

Het grondwater van het lokale uiterwaarden-systeem heeft een natuurlijk nitraatgehalte van 2 tot 14 mg/l. Deze natuurlijke nitraatgehalten wijzen op geringe uitspoeling van nitraat uit

de kleigrond van de bemeste weilanden.

Grondwater van het regionale Veluwe-systeem:

Het bron- en kwelwater grondwater van het Veluwe-systeem heeft een natuurlijke concentratie van ca. 1-12 mg/l. In de kop van de korte kwel sloten in het Kooibos en in een bron ter hoogte de boerderij van de heer Bosman is een hoog nitraatgehalte in het Veluwe-systeem gemeten. Deze hoge nitraatgehalten van het schone grondwater van het Veluwe-systeem zijn zeer waarschijnlijk veroorzaakt door sterke verontreiniging door grondwater van het lokale systeem. In het Kooibos hangt deze sterke verontreiniging samen met bemesting van hoger gelegen akkers. Ter hoogte van de boerderij Bosman wordt de verontreiniging mogelijk veroorzaakt door een lekkende mestopslag.

Oppervlaktewater:

- Het water in het uitstroompunt van het Kooibos, bij de duiker van de Paardengracht naar de uiterwaarden, heeft een natuurlijke nitraatconcentratie van 12 mg/l. Het relatief lage nitraatgehalte wijst erop dat het meeste water uit het Kooibos afkomstig is uit het schone Veluwe-systeem.
- Het slootwater in het uitstroompunt van de percelen van de Elst langs het Hermansdijkje naar leiding 4, heeft eveneens een natuurlijk nitraatgehalte van 7 mg/l. Het aandeel schoon grondwater van het Veluwe-systeem is nog groter.
- Het water in het uitstroompunt van de rest van de Elst (Ruitersbeek voor de duiker onder de Eikenstraat heeft een verhoogd nitraatgehalte van 15 mg/l. Het verhoogde nitraatgehalte is waarschijnlijk veroorzaakt door verontreiniging van het grondwater vanuit het enk-systeem, met name ter hoogte van boerderij Bosman.
- Het water in het uitstroompunt van de Elst en percelen bij het Avegoor heeft een lager nitraatgehalte van 13 mg/l. Het enigszins verontreinigde water van de Ruitersbeek is hier verdund met schoon water van het enk-systeem ter hoogte van het Avegoor.

Huislozingen:

Het nitraatgehalte van de onbekende huislozing in het Kooibos en de boerderij Bosman is niet erg hoog. De meting is echter een momentopname, mogelijk wordt er soms nitraatrijk water in de bronbossen geloosd.

Instroming van nitraatrijk oppervlaktewater:

- Het bemeste weiland naast boerderij Bosman watert via een ondiepe greppel af naar het centrum van de Elst. Hoewel deze greppel meestal droog staat, kan via deze greppel voedselrijk oppervlaktewater het bronbos instromen. Afdamming van deze greppel is gewenst. Afwatering van het weiland kan plaatsvinden via de greppel achterlangs de koeienstal naar de bermgreppel van de Eikenstaat.
- Het weiland in de uiterwaarden ten zuidoosten van de Elst kan bij hoge waterstanden via een greppel de Elst instromen. Afdammen is hier niet gewenst omdat de Elst bij hoge IJsselstanden via deze greppel kan volstromen.
- De bemeste weilanden tussen de Eikenstraat en de Ruitersbeek wateren deels af op de bospercelen van de Ruitersbeek via de bermgreppel van de Eikenstraat. De bermgreppel dient daarom ter hoogte van de weilanden te worden afgedamd.

3.5. Verdroging in de bronbossen

Naast vermesting van grond- en oppervlaktewater kan verruiging van de bosvegetatie ook worden veroorzaakt door het vrijkomen van voedingsstoffen na verdroging. Op dit moment worden er in de bronbossen geen grondwater- en oppervlaktewaterstanden gemeten. Hierdoor kan geen harde uitspraak worden gedaan over eventuele verdroging van de

bronbossen.

Om toch een indruk te krijgen van eventuele verdroging van de bronbossen is in dit onderzoek gekeken naar indirecte aanwijzingen voor verdroging zoals:

- veldwaarnemingen (zoals drooggevallen bronnen en greppels),
- het vergelijken van oude en recente vegetatieopnamen,
- het vergelijken langjarige reeks stijghoogten in het Veluwe-systeem in peilbuizen 177 en 253 met de langjarige onttrekkingsgegevens van het pompstation Ellecom.

Veldwaarnemingen:

De veenbodem in het centrale deel van de bronbossen is betrekkelijk ongevoelig voor een verlaging van de grondwaterstand, omdat het maaiveld hier met de grondwaterstand meezakt. Het zakken van het maaiveld is soms te zien aan het zichtbaar worden van de wortels van oude elzen, die met hun wortels op de zandbodem staan. Dit verschijnsel is in de Elst niet zichtbaar.

De bodem in de hogere delen van het bronbos, bestaande uit zand, een dunne veenlaag op zand of een kleilaag op veen, is wel gevoelig voor een verlaging van de grondwaterstand. Tijdens het veldwerk in oktober 1999 is vastgesteld dat een aantal bronnen en greppels in de zandgronden met een dunne veenlaag, aan de hoge noordwestzijde van de Elst, zijn drooggevallen. Gezien het feit dat de bron- en kwelvegetatie ook is verdroogd, moet worden gevreesd dat de verdroging hier permanent is. De Ruitersbeek heeft zich in de bospercelen bij het Avegoor enige decimeters ingesneden. De insnijding heeft een verlaging van de grondwaterstand veroorzaakt in de aangrenzende zandbodems met een dunne veenlaag en veenbodems met een kleilaag.

Vergelijking van oude en recente vegetatiegegevens:

Om een indruk te krijgen van de mogelijke verdroging van de vegetatie in de bronbossen is door Alterra een selectie van oude vegetatieopnames uit de periode 1932-1956 gemaakt (Bijlsma en van Os, ongepubliceerd). Hieraan zijn opnames van Maas uit 1959 toegevoegd. Om een vergelijking met de huidige situatie te kunnen maken, zijn de opnames verdeeld in 5 vegetatiekundige eenheden:

1. Beken,
2. Bronnen,
3. Beekbegeleidend Elzenbroek,
4. Vogelkers-Essenbos en Eiken-Haagbeukenbos,
5. Gierstgras-Beukenbos en Wintereiken-Beukenbos.

Vervolgens zijn in september 1999 op 25 locaties nieuwe vegetatieopnamen verricht, zodanig dat alle vegetatiekundige eenheden aan bod kwamen. Vervolgens zijn beide perioden per vegetatiekundige eenheid vergeleken op basis van:

- gemiddeld (naar bedekking gewogen) Ellenberg-getal,
- aantal soorten per vochtgetal (kruidlaag).

Uit de resultaten zijn door de onderzoekers de volgende conclusies getrokken:

- Het bleek dat het vochtgetal per vegetatiekundige eenheid sinds de jaren '30-'50 ongeveer hetzelfde is gebleven. Alleen bij de bronnen kan een geringe afname van het vochtgetal geconstateerd worden.
- De diversiteit van de vochtminnende soorten in het beekbegeleidend Elzenbroekbos en Vogelkers-Essenbos is sinds de periode '30-'50 aanzienlijk afgenomen. Moerasstrepzaad, Adderwortel en Donkergroene bastaardwederik zijn bijvoorbeeld bijna verdwenen terwijl Dotterbloem en Knikkend nagelkruid sterk zijn afgenomen.
- Omdat de locaties van de oude opnames niet bekend zijn kan geen conclusie worden

getrokken met betrekking tot de eventuele verdroging van het bronbos.

Ondanks het feit dat het vochtgetal per vegetatiekundige eenheid vrijwel gelijk is gebleven, sluit dit onderzoek niet uit dat het gebied verdroogd is. Het is bijvoorbeeld heel goed mogelijk dat de vegetatiekundige eenheden in de loop der tijd verschoven zijn. De afname van soortdiversiteit en het verdwijnen van zeldzame soorten duidt op verstoring. Deze verstoring kan worden veroorzaakt door verdroging, vermesting, natuurlijke successie of een verandering van het beheer. Het beekbegeleidend Elzenbroek en Elzenbronbos zijn hierbij buiten schot gebleven omdat deze niet onder invloed staan van verdroging (meezakkend maaiveld) of vermesting (gevoed door schoon grondwater van het Veluwe-systeem).

Stijghoogten grondwater van het Veluwe-systeem in peilbuizen 177 en 253:

Een eventuele afname van de stijghoogte van het grondwater van het Veluwe-systeem kan worden vastgesteld met peilbuis 177 in het talud van de Eikenstraat. Deze peilbuis heeft een filter op 10 m beneden maaiveld in het watervoerende pakket en wordt sinds 1975 tweemaal per maand afgelezen. Peilbuis 253 langs de Beekhuizenseweg op de Veluwe stuwwal (52 m+NAP) heeft een filter op ca. 50 m diepte in hetzelfde watervoerende pakket. Deze peilbuis wordt sinds 1989 tweemaal per maand afgelezen.

De gemiddeld hoogste stijghoogte in peilbuis 177 is sinds 1975 op een constant niveau van 9,40 m+NAP gebleven (zie bijlage 3). In de periode 1981-1990 is de stijghoogte tijdelijk zelfs enige centimeters hoger geweest. De GHG is sinds 1975 met ca. 3 cm gedaald tot een niveau van 9,27 m+NAP. De stijghoogte in peilbuis 253 varieert van ca. 18 tot 19 m +NAP. Deze meetperiode van deze buis is echter te kort en de variatie te langzaam om eventuele veranderingen vast te kunnen stellen.

In meetperiode van peilbuis 177 (175 tot heden) is de grondwaterwinning in Ellecom geleidelijk toegenomen van 3,7 miljoen m³/jaar naar de vergunde 6,0 miljoen m³/jaar. Uit het verloop van de stijghoogten in peilbuizen 177 en 253 kan voorzichtig worden geconcludeerd dat de aanvoer van grondwater vanuit het Veluwe-systeem in de meetperiode nauwelijks is beïnvloed door de winning in Ellecom.

Conclusies:

- Hoewel metingen van de grondwater- en oppervlaktewaterstand in de bronbossen ontbreken bestaan er indirecte aanwijzingen dat er een geringe daling van de grondwater- en oppervlaktewaterstand heeft plaatsgevonden. Aangezien het maaiveld van de veengronden met het grondwaterpeil meezakt is de verdroging alleen merkbaar in de overige bodems.
- De daling van de grondwaterstand wordt ter hoogte van de bospercelen bij het Avegoor veroorzaakt door dieper insnijden van de Ruitersbeek.
- De geringe daling wordt in de Elst vermoedelijk veroorzaakt door de verbetering van de ontwatering en afwatering van de aangrenzende uiterwaarden, waardoor grondwater versneld via de matig doorlatende veenlaag naar de IJssel wordt afgevoerd.
- In het Kooibos is minder sprake van verdroging omdat het oppervlaktewater hier wordt gestuwd.

3.6. Oorzaken van de verruiging per deelgebied

Kooibos:

De bosvegetatie van het hooggelegen Gierstgras-Beukenbos, lager gelegen Eiken-Haagbeukenbos en hogere delen van het Elzenbroekbos zijn plaatselijk sterk verruigd. De

verruiging wordt hier veroorzaakt door:

- aanvoer van lokaal grondwater met een hoog tot zeer hoog nitraatgehalte afkomstig van bemeste akkers, weilanden en boomkwekerij ten noordwesten van het Kooibos,
- verhoogde lichtinval in kleine kapvlaktes,
- versnelde afbraak van bladafval onder populieren.

Mogelijk wordt de verruiging ook veroorzaakt door een huislozing ter hoogte van boerderij "De Enk". Tijdens het veldwerk is in het geloosde water geen hoog nitraatgehalte gemeten. Verdroging speelt hier geen rol door de opstuwing van het oppervlaktewater.

Wijert:

De verruiging van het Elzenbroekbos in de Wijert wordt veroorzaakt door:

- aanvoer van lokaal grondwater met een hoog nitraatgehalte vanuit de aangrenzende weilanden en boerderij van de familie Wagter.

De Elst:

De bosvegetatie in het hooggelegen Gierstgras-Beukenbos en lagergelegen Eiken-Haagbeukenbos aan de noordwestkant van de Elst is enigszins verruigd door:

- verlaging van de grondwaterstand.

De bosvegetatie van het Eiken-Haagbeukenbos en Elzenbronbos in het noordwestelijke en centrale deel van de Elst ter hoogte van de boerderij van de familie Bosman is sterk verruigd door:

- aanvoer van lokaal grond- en oppervlaktewater met een hoog nitraatgehalte vanuit de bemeste weilanden en akkers ten noordwesten van de Elst. Gezien de hoge nitraatgehalten in de bronnen ter hoogte van de mestopslagplaatsen vindt hier mogelijk lekkage van mest naar de ondergrond plaats.
- verlaging van de grondwaterstand,
- versnelde afbraak van blad onder populieren,

Mogelijk wordt de verruiging hier ook veroorzaakt door een huislozing via een duiker in het bedrijfsgebouw van boerderij Bosman. Tijdens het veldwerk is in het geloosde water geen hoog nitraatgehalte gemeten (10 mg/l).

De verruiging van het Eiken-Haagbeukenbos en Vogelkers-Essenbos in het zuidoostelijke deel van de Elst wordt veroorzaakt door:

- verlaging van de grondwaterstand,
- verhoogde lichtinval in kleine kapvlaktes,
- afwatering van voedselrijk oppervlaktewater vanuit de sloten in de uiterwaarden naar de Elst.

Het bos ter hoogte van het Avegoor:

De bosvegetatie van het Eiken-Haagbeukenbos en Vogelkers-Essenbos is verruigd door:

- verlaging van de grondwaterstand door insnijden van de Ruitersbeek,
- verhoogde inval van licht in kleine kapvlakten,
- versnelde afbraak van populierenblad,
- afwatering van voedselrijk oppervlaktewater vanuit de uiterwaarden naar het bronbos.

4. CONCLUSIES

- 1) In delen van de bronbossen van het landgoed Middachten is de bosvegetatie matig tot plaatselijk sterk verruigd.
- 2) De verruiging in verschillende delen van de bronbossen wordt veroorzaakt door:
 - De aanvoer van lokaal grondwater met een plaatselijk hoog tot zeer hoog nitraatgehalte vanuit de bemeste landbouwpercelen ten noordwesten van de bronbossen. De hoogste nitraatgehalten zijn gemeten ter hoogte van “De Enk” en de boerderijen van de families Wachter en Bosman.
 - De verlaging van de grondwaterstand in de Elst en de bospercelen bij het Avegoor. De verlaging wordt waarschijnlijk veroorzaakt door het insnijden van Ruitersbeek in de bospercelen bij het Avegoor en verbetering van ontwatering en afwatering in de uiterwaarden.
 - De verhoogde lichtinval in kleine kapvlaktes.
 - De versnelde afbraak van populierenblad.
 - Het afsluiten van de bron de Wijert.

5. AANBEVELINGEN

Verbetering van de kwaliteit van het **bron- en kwelwater** in de bronbossen door:

- 1) Voorkomen van de vermoedelijke lekkage van voedselrijk water uit mestopslagplaatsen en/of ingekuilde mais bij boerderij Bosman. De verhoging van het nitraatgehalte in het bron- en kwelwater is hier bijzonder ernstig, omdat de mestopslag en/of ingekuilde mais pal bovenstrooms van het meest waardevolle deel van de bronbossen liggen.
- 2) Voorkomen van lekkage van voedselrijk water uit de stortplaats tussen boerderij Wachter en de Enk.
- 3) Vermindering van de bemesting van de akkers en weilanden ten noordwesten van het Kooibos en de Elst tot het traditionele niveau. Hoewel de vermesting van het bron- en kwelwater vanuit de kleigronden in de uiterwaarden aanzienlijk minder ernstig is, heeft vermindering van bemesting hier ook de voorkeur.

Verbetering van de kwaliteit van het **oppervlaktewater** in de bronbossen door:

- 4) Afsluiten van de huislozingen ter hoogte van de Enk en de koeienstal van boerderij Bosman.
- 5) Aansluiting van de boerderijen ten noordwesten van de bronbossen op het riool.
- 6) Afdammen van:
afwateringsgreppel van weiland naast boerderij Bosman naar de Elst,
noordoostelijke bermgreppel Eikenstraat ter hoogte van weiland.

Terugbrengen van **verruiging** in de bronbossen door:

- 7) Omvorming van populier via natuurlijke verjonging naar boomsoorten van de desbetreffende bosgemeenschap (beuk, eik, haagbeuk, es, zwarte els).

Hydrologisch en vegetatiekundig **meetnet**:

- 8) Op dit moment worden de peilen van het grondwater en oppervlaktewater in de bronbossen niet gemeten. Hierdoor bestaat het gevaar dat een eventuele verlaging van het (grond)waterpeil door ingrepen in de waterhuishouding in de omgeving van de bronbossen (zoals een grondwateronttrekking, verdiepte aanleg spoorlijn, verbetering afwatering in landbouwgebied) niet wordt gesignaleerd. Wanneer de peilverlaging achteraf toch wordt opgemerkt, heeft men geen bewijs dat de peilverlaging veroorzaakt is door de ingreep, er is immers geen nul-situatie bekend. Wanneer de (grond)waterpeilen in de bronbossen echter worden gemeten kan het moment van de verlaging gerelateerd worden aan het moment dat de ingreep in de waterhuishouding plaatsvond en kan de veroorzaker van de verlaging worden gedwongen om de verlaging ongedaan te maken.

Hetzelfde geldt voor de kwaliteit van het bron- en kwelwater in de bronbossen. Uit het onderzoek is gebleken dat de vegetatie in de bronbossen ernstig wordt bedreigd door nitraatrijk grondwater vanuit de hoger gelegen landbouwgronden en boerderijen. Door regelmatige meting van de kwaliteit van het opwellende bron- en kwelwater kan een eventuele verdere verslechtering van de kwaliteit worden gesignaleerd.

Hoewel er nu in het kader van de OBN-regeling geen directe maatregelen kunnen worden getroffen om de aanvoer van nitraatrijk grondwater te verminderen, streeft het landgoed Middachten op de lange termijn naar uitvoering van de in dit rapport geformuleerde aanbevelingen. Aan de hand van de meting van de kwaliteit van het bron- en kwelwater kan worden afgeleid in hoeverre het door het landgoed gevoerde beleid succesvol is.

Aangezien het uiteindelijk om de kwaliteit van de vegetatie in de bronbossen gaat, wordt tenslotte aanbevolen om ter plaatse van de meetpunten een vegetatieopname te verrichten. De opname van de vegetatie kan op deskundige wijze worden verzorgd door Alterra-DLO.

Hanhart Consult zal in samenwerking met Alterra een voorstel uitwerken voor een hydrologisch meetnet.

Omleiding Ruitersbeek:

- 9) Met betrekking tot de mogelijke omleiding van de Ruitersbeek, voor wateraanvoer aan de vijverpartijen van het landgoed Twickel, kan in het algemeen worden opgemerkt dat de bronbossen van landgoed Middachten binnen Nederland als het mooiste en meest gave voorbeeld van dit bostype worden beschouwd. Ingrijpen in het hydrologisch systeem van de bronbossen om water naar vijvers met veel lagere natuurwaarde te leiden zou alleen mogen plaatsvinden wanneer **volledige zekerheid** bestaat dat de natuurwaarde van de bronbossen van Middachten geen gevaar loopt.

Deze zekerheid kan alleen worden verkregen door hydrologisch onderzoek van de bronbossen en aanwezigheid van een hydrologisch meetnet voor het waarnemen van eventuele ongewenste ontwikkelingen. Het hydrologisch onderzoek zou zich met name moeten richten op de samenhang tussen de waterpeilen in het bronbos, uiterwaarden en Ruitersbeek.

GERAADPLEEGDE LITERATUUR

Boll, H. en P. Ubbink, 1979
Beheersvoorstellen voor de bronbossen van het landgoed Middachten. Afstudeerverslag nr. 1286 Larenstein.

Bijlsma, R.J. & L.J. van Os, ongepubliceerd
Verdroging in de A-locatie Middachten: indicatie op grond van oude en nieuwe vegetatieopnamen. Alterra, Wageningen.

Den Ouden, J.B., M. Vocks, M.E.A. Broekmeyer & H.G.J.M. Koop, 1998
A-locatie bossen in Gelderland; Kenschets, beoordeling en adviezen met betrekking tot behoud en ontwikkeling van relictten van inheemse bosgemeenschappen in de Provincie Gelderland. IBN-rapport 240.

Maas, F.M. 1959
Bronnen, bronbeken en bronbossen van Nederland, in het bijzonder die van de Veluwezoom. Een plantensociologische en oecologische studie-; proefschrift Landbouwhogeschool 1959; uitg. H. Veenman & zonen.

RGD, 1977
Geologische kaart van Nederland, kaartblad 4 oost, met toelichting. Rijks Geologische Dienst, Haarlem.

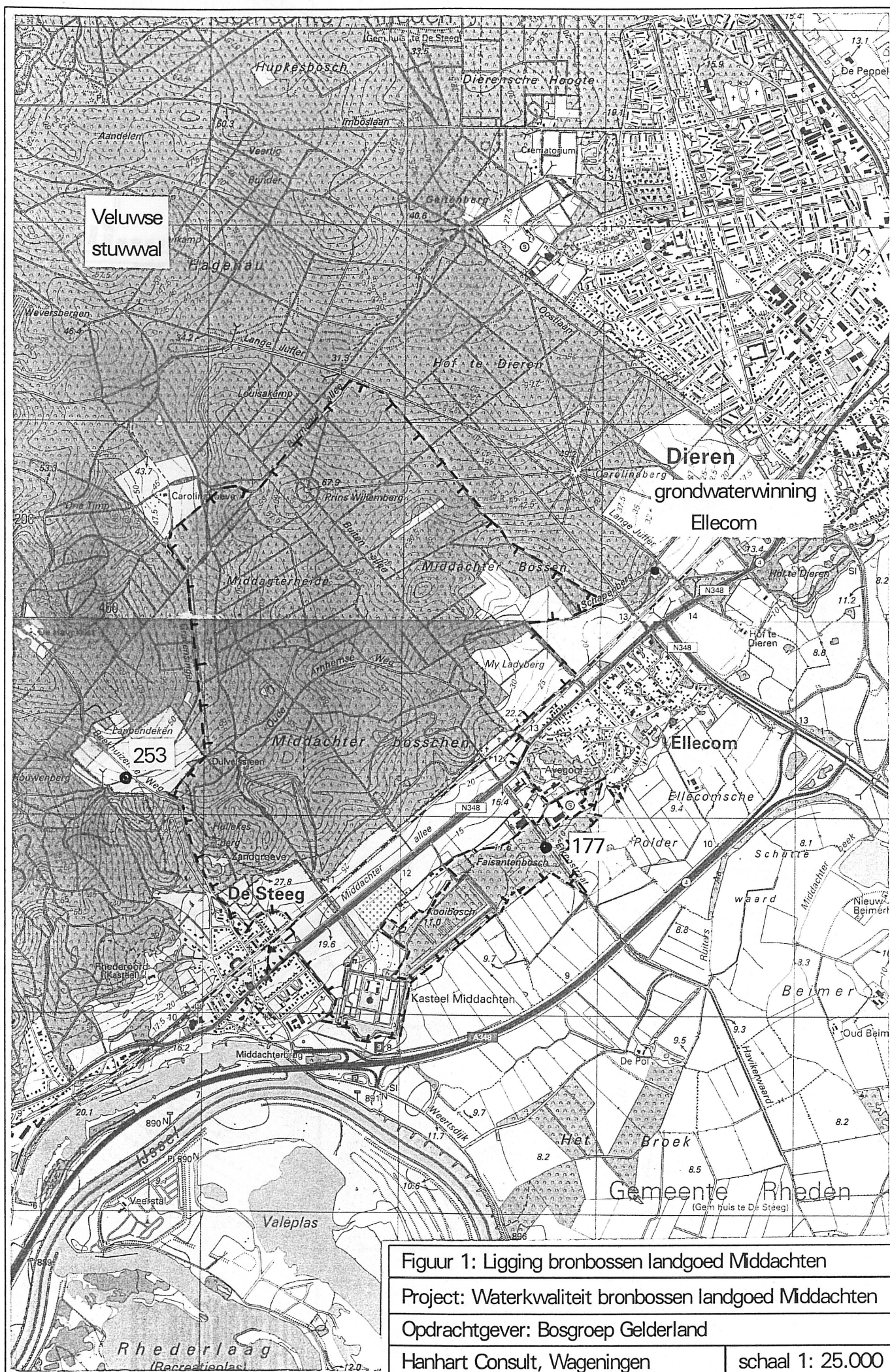
Schaminee, J.H.J., E.J. Weeda en V. Westhoff. 1995
De vegetatie van Nederland; Deel 2: Plantengemeenschappen van wateren, moerassen en natte heiden. Opulus press, Uppsala, Leiden.

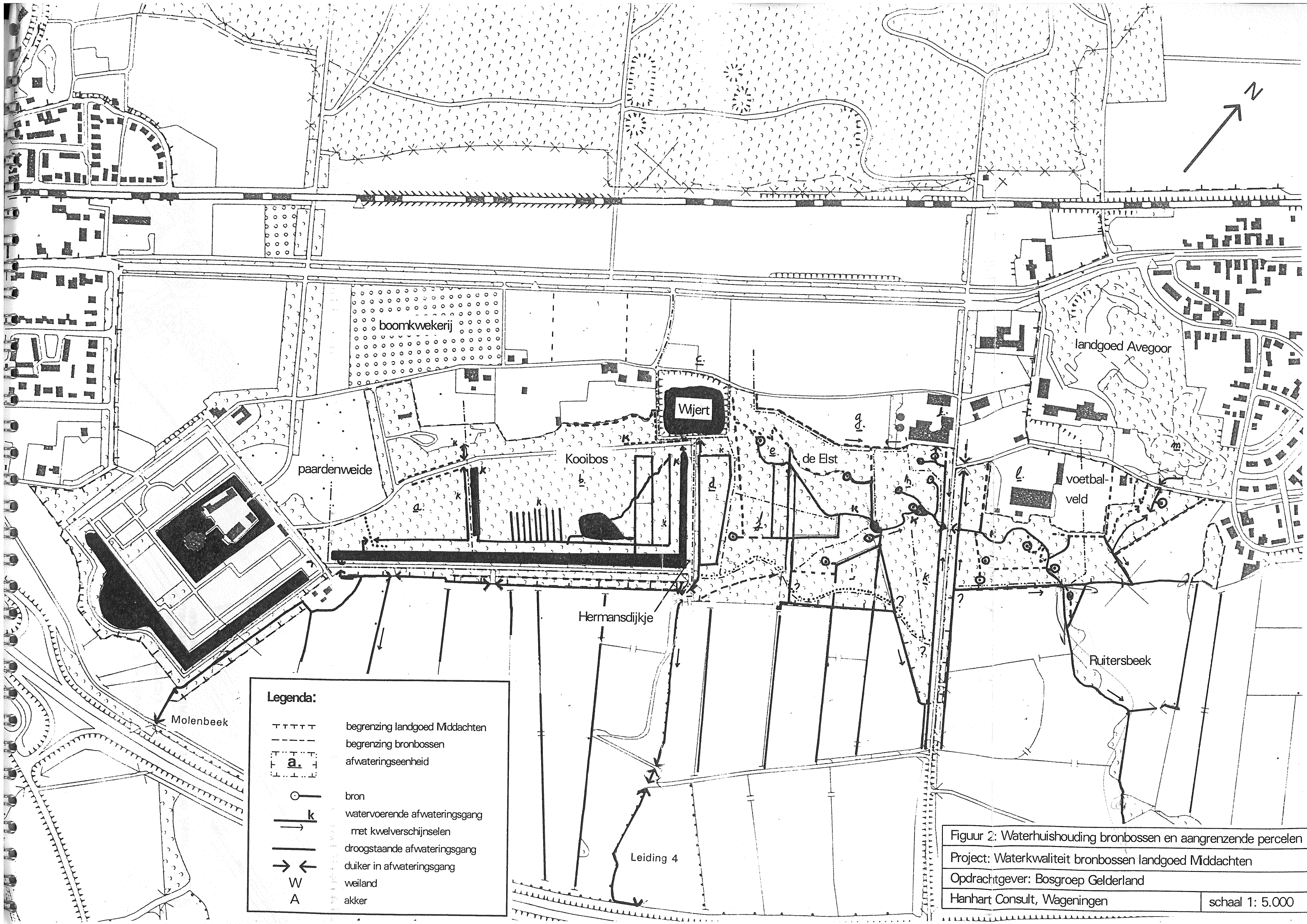
Schoute, H.R., 1976
Grondwaterkaart van Nederland, inventarisatierapport Arnhem, kaartblad 40 Oost. Dienst grondwaterverkenning, TNO.

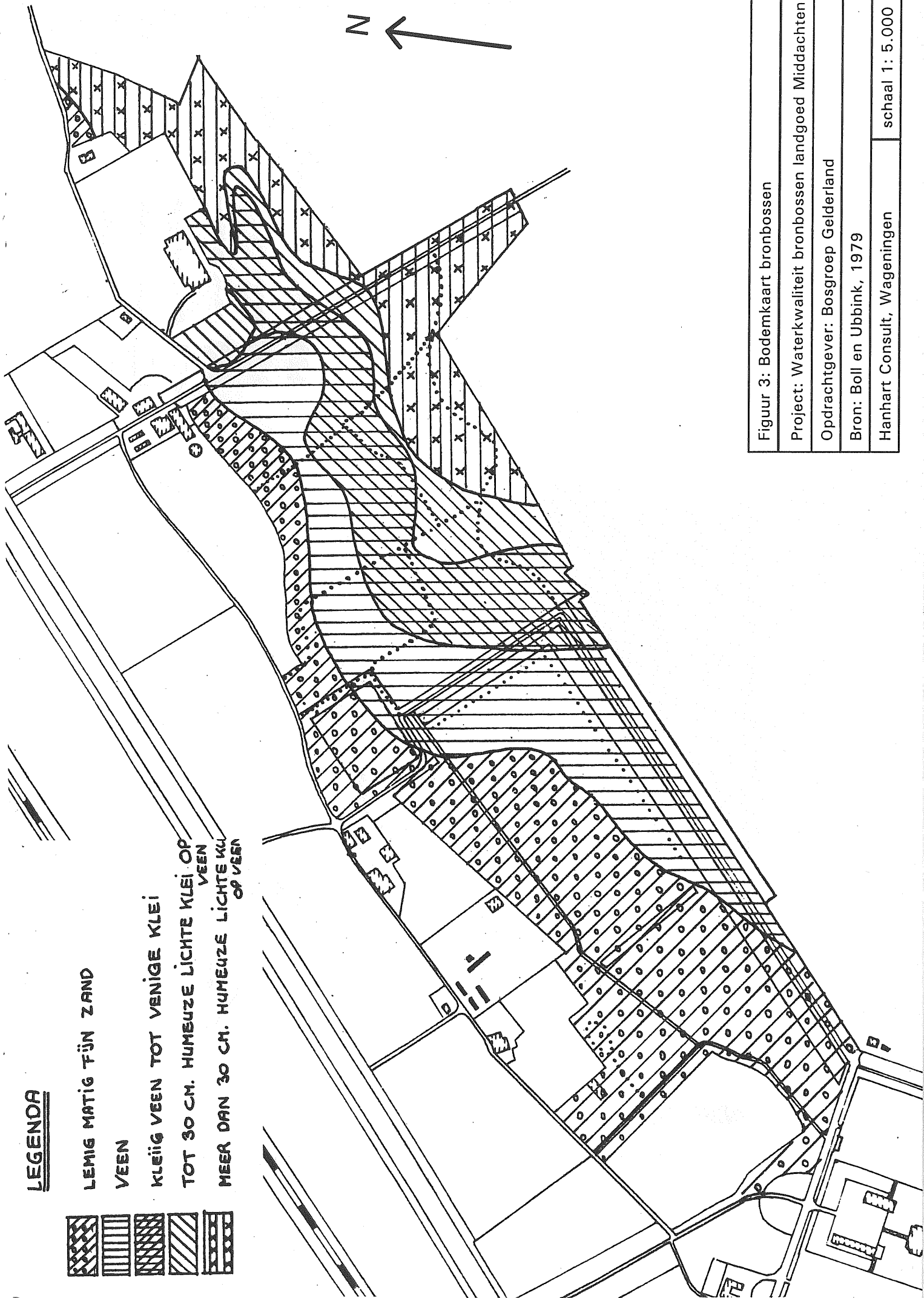
Stiboka, 1975
Bodemkaart van Nederland, kaartbladen 40 west Arnhem en 40 oost Arnhem met toelichting. Stichting voor Bodemkartering, Wageningen.

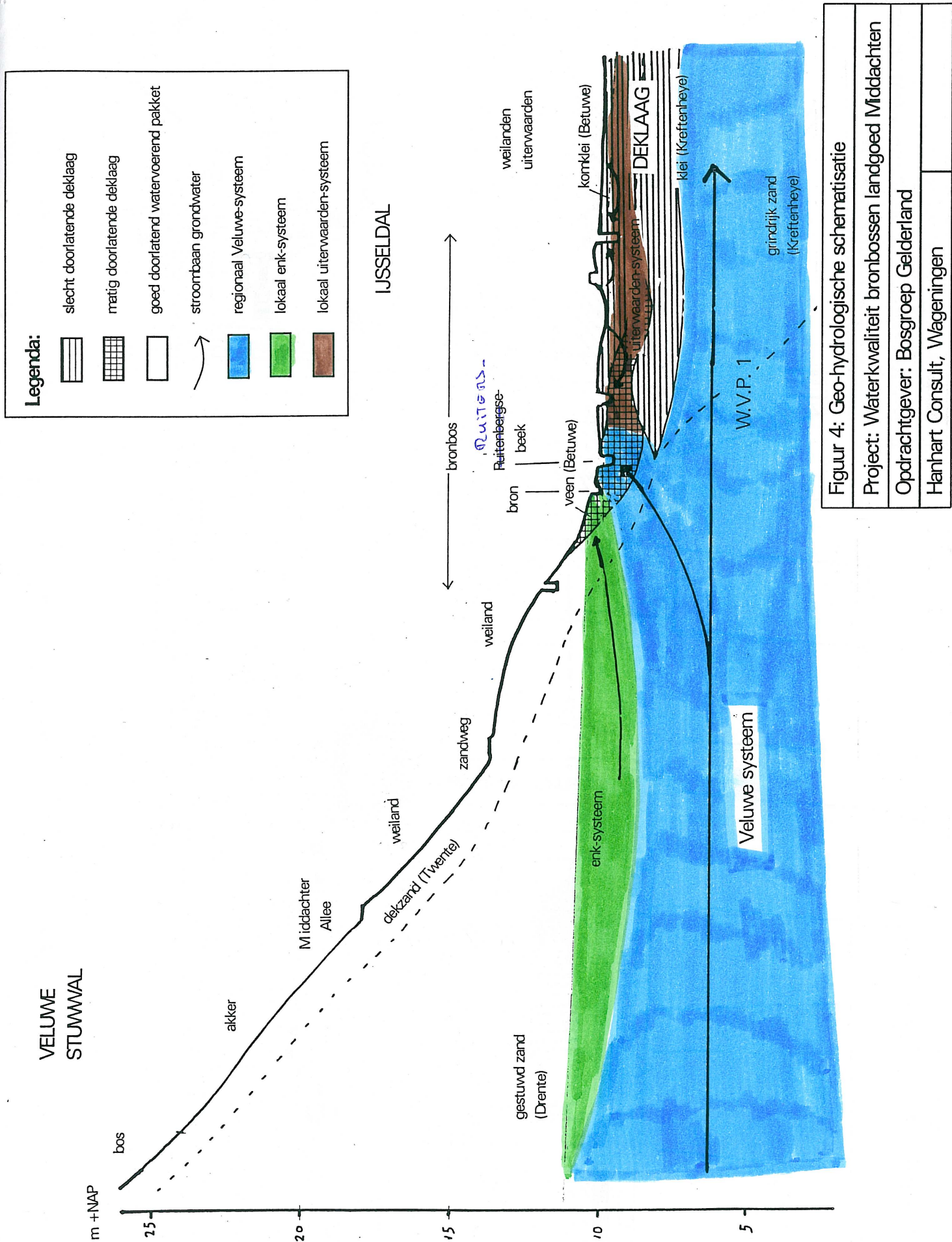
Stiboka en RGD, 1980
Geomorfologische kaart van Nederland, kaartblad 40. Stichting Bodemkartering, Wageningen en Rijks Geologische Dienst, Haarlem

Westhoff, V., P.A. Bakker, C.G. van Leeuwen, E.E. van der Voo, S. Zonneveld, 1973
Wilde Planten, flora en vegetatie in onze natuurgebieden. Vereniging tot behoud van natuurmonumenten in Nederland.







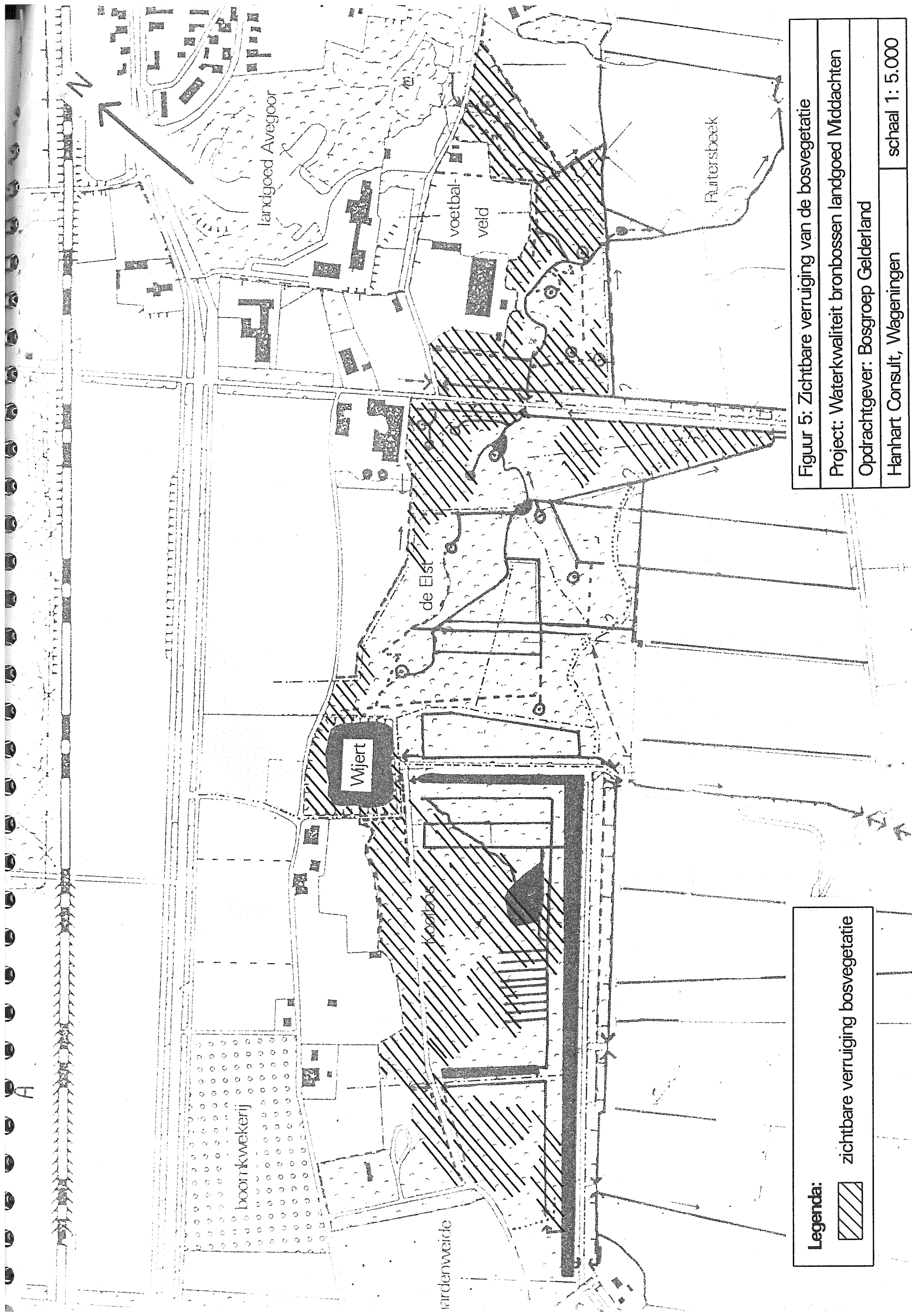


Figuur 4: Geo-hydrologische schematisatie

Project: Waterkwaliteit bronbossen landgoed Middachten

Opdrachtgever: Bosgroep Gelderland

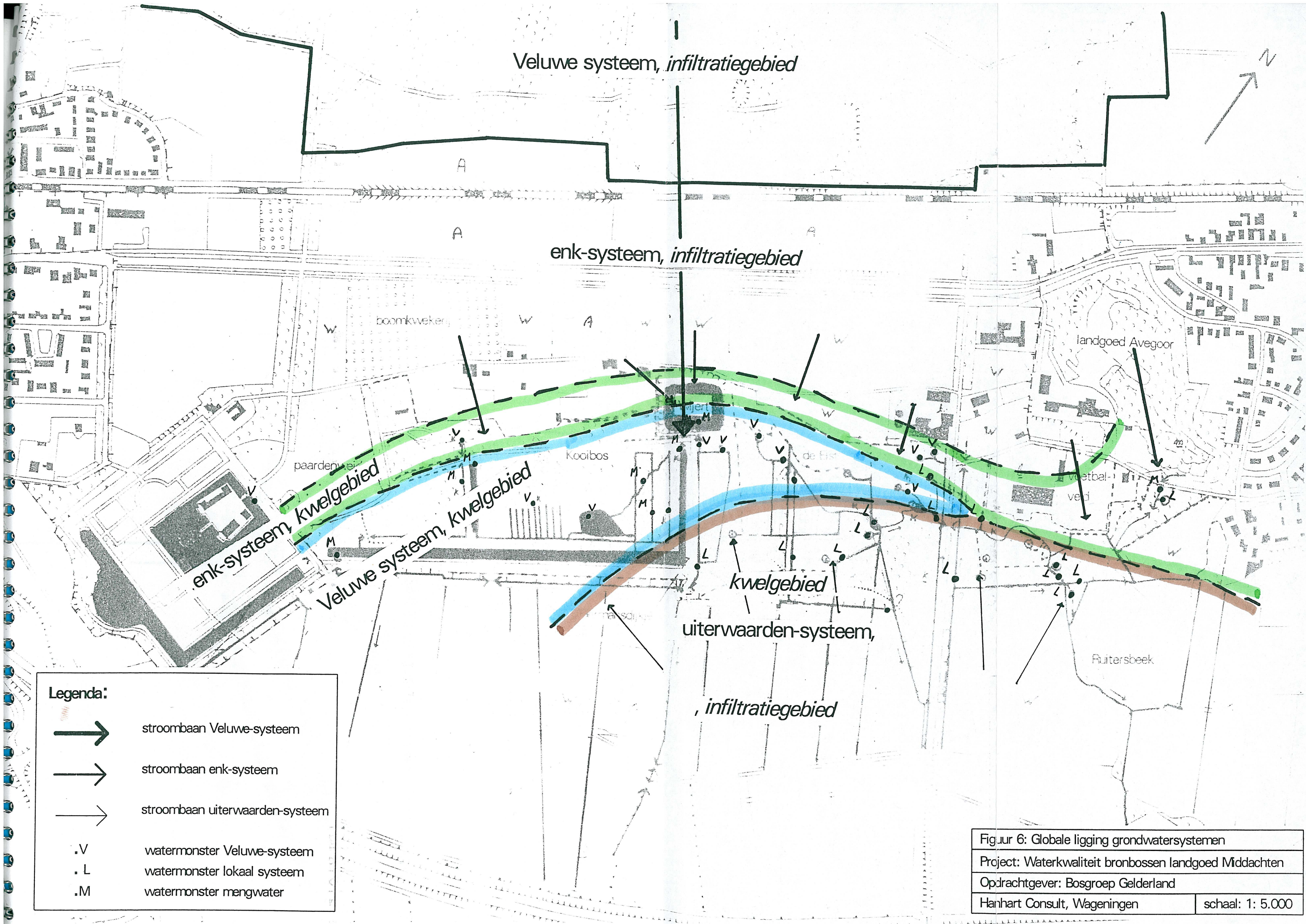
Hanhart Consult, Wageningen



Legenda:


 zichtbare verruiging bosvegetatie

Figuur 5: Zichtbare verruiging van de bosvegetatie
Project: Waterkwaliteit bronbossen landgoed Middachten
Opdrachtgever: Bosgroep Gelderland
Hanhart Consult, Wageningen **schaal 1: 5.000**

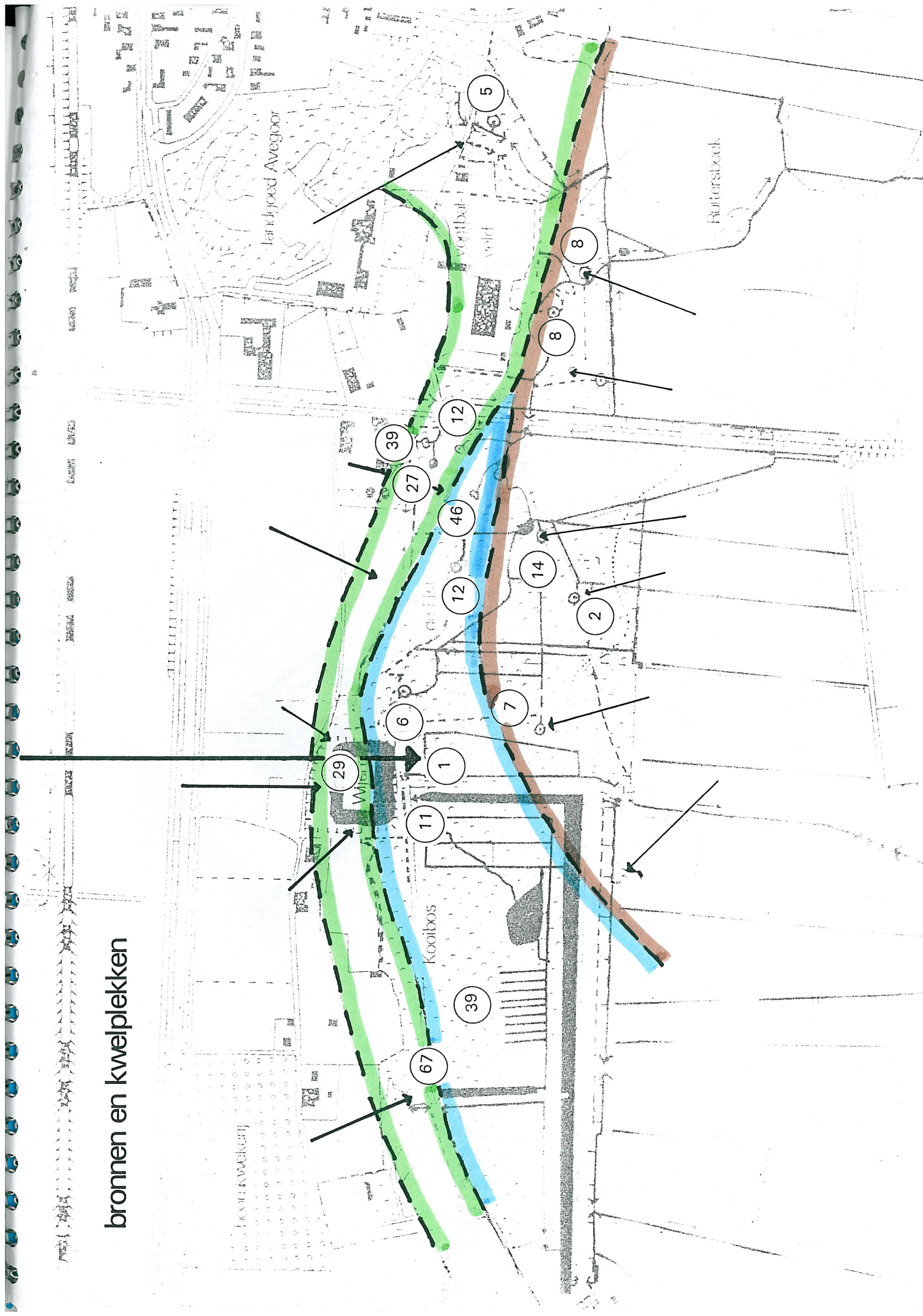


Legenda:

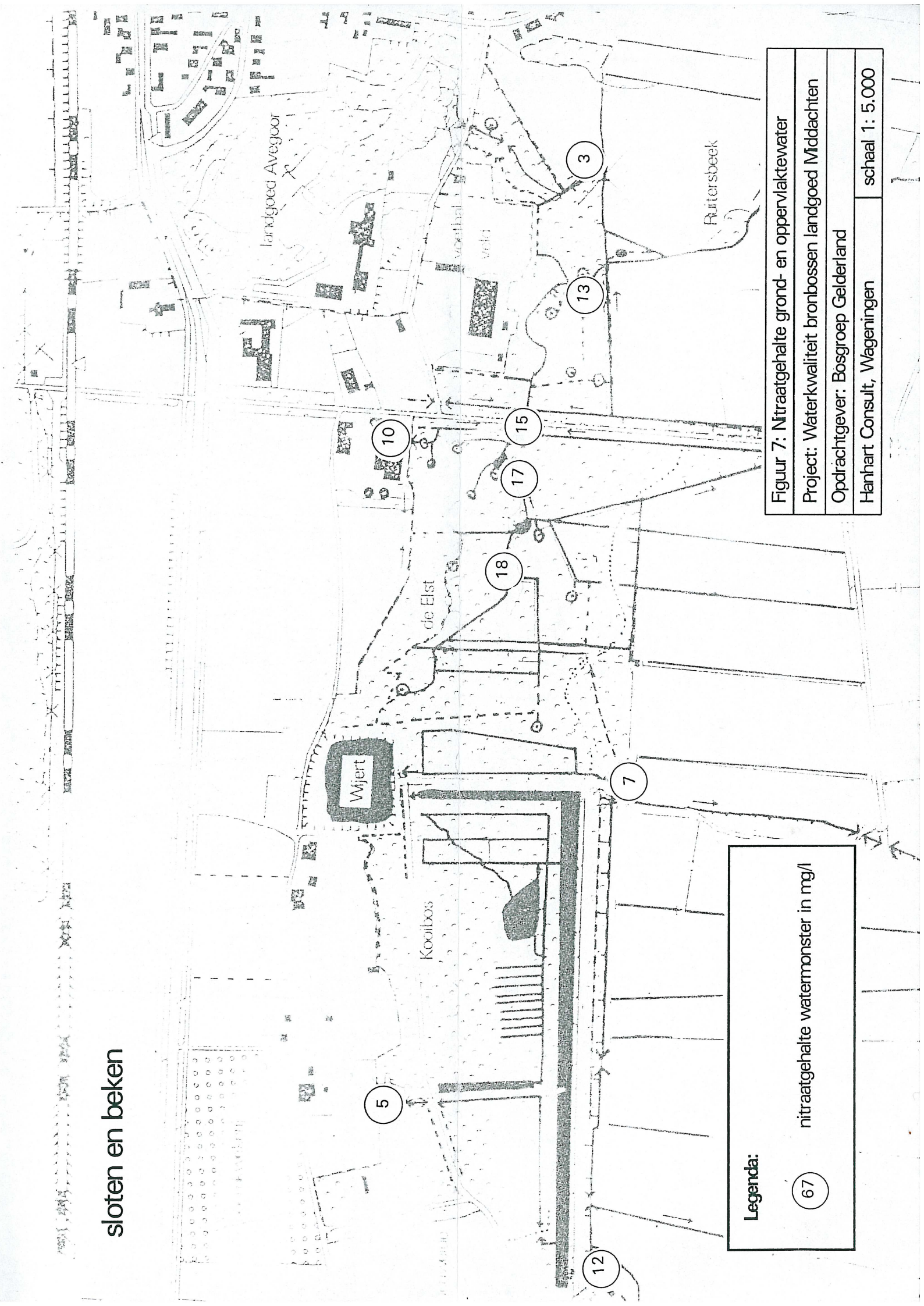
- stroombaan Veluwe-systeem
- stroombaan enk-systeem
- stroombaan uiterwaarden-systeem
- .V watermonster Veluwe-systeem
- .L watermonster lokaal systeem
- .M watermonster mengwater

Figuur 6: Globale ligging grondwatersystemen
Project: Waterkwaliteit bronbossen landgoed Middachten
Opdrachtgever: Bosgroep Gelderland
Hanhart Consult, Wageningen
schaal: 1: 5.000

bronnen en kwelplekken



sloten en beken



Legenda:

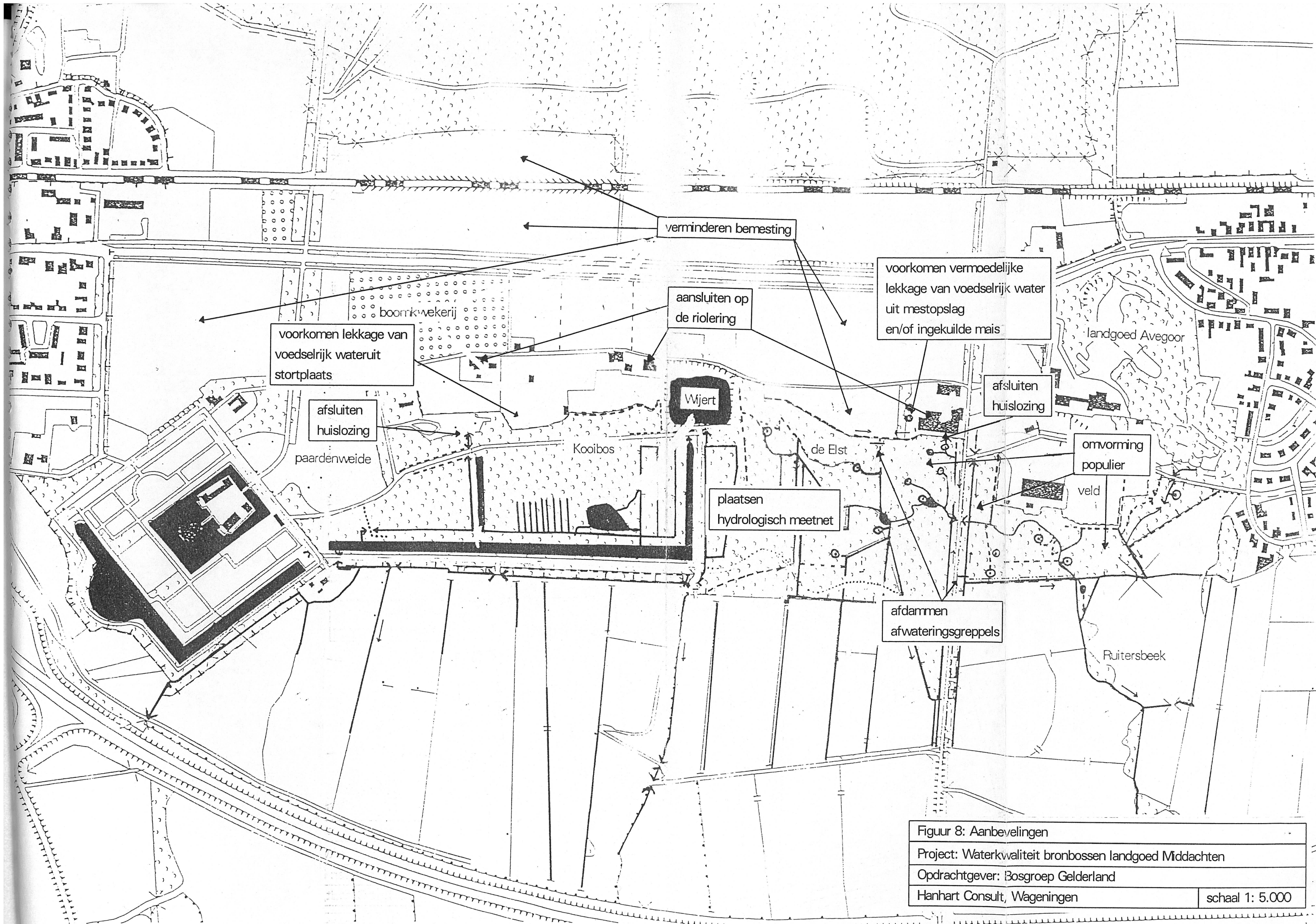
67 nitraatgehalte watermonster in mg/l

Figuur 7: Nitraatgehalte grond- en oppervlaktewater

Project: Waterkwaliteit bronbossen landgoed Middachten

Opdrachtgever: Bosgroep Gelderland

Hanhart Consult, Wageningen schaal 1: 5.000



Figuur 8: Aanbevelingen	
Project: Waterkwaliteit bronbossen landgoed Middachten	
Opdrachtgever: Bosgroep Gelderland	
Hanhart Consult, Wageningen	schaal 1: 5.000