AquaSense

Veluwse vennen en leemkuilen onder de loep:

ontwikkeling van een beleidsvisie voor toekomstig onderzoek en beheer

in opdracht van	Zuiveringsschap Veluwe

uitvoering	Dr. H. van Dam ir. A.J. Otte

rapportnummer	code opdrachtgever	status
96.0675		Eindrapportage

autorisatie	naam	paraaf	datum
opgemaakt	Dr. H. van Dam	i.o.	11-01-'96
goedgekeurd	Dr. J.T. Meulemans	JM	11-01-'96

AquaSense TEC

Kruislaan 411a
Postbus 95125
1090 HC Amsterdam
telefoon 020-5922244
telefax 020-5922249

Generaal Foulkesweg 72
6703 BW Wageningen
telefoon 0317-419039
telefax 0317-426151

Citeren als: AquaSense TEC (1996). Veluwse vennen en leemkuilen onder de loep: ontwikkeling van een beleidsvisie voor toekomstig onderzoek en beheer in opdracht van: Zuiveringsschap Veluwe. Rapportnr.: 96.0675

© AquaSense
Het copyright van deze notitie is uitdrukkelijk voorbehouden aan AquaSense. Niets uit dit rapport mag worden vermenigvuldigd op welke manier dan ook zonder schriftelijke toestemming van AquaSense, noch mag het worden gebruikt voor elk ander doel dan waarvoor het is vervaardigd zonder deze toestemming.

Inhoud

Samenvatting 1

1 Inleiding 5

2 Methoden 7
- 2.1 Analyse van topografische kaarten 7
- 2.2 Archief- en literatuuronderzoek 9
  - 2.2.1 Beïnvloeding en beheer 11
  - 2.2.2 Fysische en chemische gegevens 11
  - 2.2.3 Plantengroei 13

3 Resultaten 17
- 3.1 Algemene karakteristieken 17
  - 3.1.1 Ontstaan en hydrologie 18
  - 3.1.2 Betekenis van vennen en leemkuilen 22
- 3.2 Abiotische karakteristieken 28
  - 3.2.1 Ligging en omgevingskenmerken 29
  - 3.2.2 Beïnvloeding en beheer 31
  - 3.2.3 Fysische en chemische gegevens 31
- 3.3 Biotische karakteristieken 35
  - 3.3.1 Rode-Lijst- en doelsoorten 36
  - 3.3.2 Vegetatietypen 38
  - 3.3.3 Veranderingen in de tijd 41
  - 3.3.4 Invloed van de omgeving 41
  - 3.3.5 Beheersinvloeden 43
  - 3.3.6 Fysische en chemische relaties 45
- 3.4 Streefbeelden 46
  - 3.4.1 Vennen 46
  - 3.4.2 Leemkuilen 47
- 3.5 Knelpunten en maatregelen 48
  - 3.5.1 Vennen 48
  - 3.5.2 Leemkuilen 50

4 Plannen voor nader onderzoek 51

5 Literatuur 55

Dankwoord 63

Bijlagen
- 1 Lijst van Veluwse vennen en leemkuilen
- 2 Omgevingskenmerken
- 3 Beïnvloeding en beheer
- 4 Chemische gegevens
- 5 Vegetatietypen
- 6 Verdeling van de vegetatietypen over watertypen en perioden
- 7 Bronnen voor Bijlagen 3-5

Samenvatting

Dit rapport levert een visie op de toekomstige activiteiten van het Zuiveringsschap Veluwe ten aanzien van de Veluwse vennen en leemkuilen. Daartoe is een analyse verricht van de reeds beschikbare gegevens.

Ontstaan, hydrologie en betekenis van vennen en leemkuilen

Vennen zijn van oorsprong (matig) voedselarme plassen op voedsel- en kalkarme zandgrond. Omdat ze (grotendeels) door regenwater worden gevoed wisselt de waterstand. De karakteristieke flora en fauna is van internationale betekenis. Door de lage buffercapaciteit en voedselarmoede zijn vennen kwetsbaar voor verzuring en vermesting.

De meeste geïsoleerde Veluwse vennen zijn na de laatste ijstijd ontstaan door inspoeling van ijzer tot een voor water ondoordringbare oerlaag. Dit proces is thans nog gaande, b.v. op het Deelense Zand (Hoge Veluwe). Sommige vennen, zoals in het Mosterdveen bij Vierhouten, worden gevoed door toestroming van grondwater over een leemlaag. Door verschillen in morfologie en eventuele toestroming van grondwater zijn er verschillen in de mate van waterstandsfluctuatie. Leemkuilen worden al sinds eeuwen gegraven. De leem is o.a. gebruikt voor het bakken van stenen en als vloerbedekking.

Het grootste ven op de Veluwe, de Gerritsfles, wordt al vanaf 1918 door biologen en chemici onderzocht; sinds 1979 worden er kwartaalmonsters genomen en onderzocht in het kader van een Amerikaans-Europees monitoringsnetwerk. Waarschijnlijk mede ten gevolge van reducties van zwavelemissies is het sulfaatgehalte sedertdien afgenomen en herstellen de kiezelwieren uit dit ven zich van verzuring, evenals in enkele andere Veluwse vennen. In detail is van de meeste Veluwse vennen en leemkuilen weinig bekend. Uit onderzoekingen van beperkte aantallen vennen blijkt de bijzondere betekenis, met name op het gebied van de microflora en herpetofauna (vooral heikikker) van de vennen in het Mosterdveen. De leemkuilen bij Staverden herbergen een unieke flora, zowel van algen als hogere planten.

Ligging, omgeving en beheerstoestand

De 237 vennen (mediane grootte 4 are, mediane maximale diepte 5 dm) komen over de hele Veluwe verspreid voor, maar er zijn duidelijke concentraties tussen Nunspeet en Vierhouten (o.a. Mosterdveen), bij Epe, in het Kroondomein en op het Deelense Zand. De 41 leemkuilen (mediane grootte 3 are, mediane maximale diepte 7 dm) liggen geconcentreerd bij Staverden en verpreid op de oostelijke stuwwal, ten noorden van Hoenderloo. Ruim 80% van de wateren is hydrologisch geïsoleerd en niet verdrogingsgevoelig. Bij 4% van de vennen en 10% van de leemkuilen is er invloed van grondwater of kwel. Bos komt aan de oevers van 45% van de vennen en 84% van de leemkuilen voor, 27% van de vennen ligt in een open heidelandschap. De omgeving van 81% van de vennen en 98% van de

leemkuilen wordt verstoord door wegen, paden en gebouwen.

Van slechts 27% van de onderzochte wateren is iets over beïnvloeding en beheer in de periode 1984-1994 bekend; van vroegere perioden nog minder. Het meest komt betreding voor (68 gevallen). Daarnaast worden veel vennen en leemkuilen als zoelplaats voor de steeds talrijker worden wilde zwijnen gebruikt (59). Andere activiteiten zijn schaatsen, zwemmen, uitzetten van vis en gebruik als eendenvijver of jachtplasje (28). Doelbewust uitgevoerde maatregelen als kappen, plaggen, verwijderen van veenmos, baggeren en uitdiepen worden in 69 gevallen genoemd, waarvan baggeren en uitdiepen het meest.

Chemie

In de periode 1984-1994 werden in 16% van de vennen en 24% van de leemkuilen fysische en chemische waarnemingen verricht, in vroegere perioden nog minder. In de meest recente periode zijn de vennen zuur (mediane pH 4,3) en nauwelijks gebufferd (alkaliniteit 0,03 meq/l). Het ammoniumgehalte bedraagt 0,23 mg/l en het totaalfosfaatgehalte 0,07 mg/l. Voor de leemkuilen zijn deze waarden respectievelijk 6,1, 0,31, 0,17 en 0,17, waaruit het zwak zure, zwakgebufferde en iets voedselrijkere karakter blijkt. In de vennen daalde het mediane sulfaatgehalte van 18,0 in de periode 1971-1984 naar 9,0 in de periode 1984-1994. De pH is het laagst in vennen die niet of nauwelijks door recreatie of andere activiteiten worden verstoord. In vennen waar gezoeld of geschaatst wordt komen hogere concentraties van totaal fosfaat (respectievelijk 0,11 en 0,17 mg/l) voor dan in ongestoorde vennen (0,05 mg/l).

Plantengroei in relatie tot beheer

In de periode 1984-1994 werden van 31% van de wateren gegevens over de plantengroei gevonden, maar de gegevens zijn zeer wisselend van aard, kwaliteit en kwantiteit. Er werden 15 bijzondere soorten (Rode Lijst, natuurdoeltypen) gevonden, waarvan de bruine snavelbies het meest (37 vindplaatsen) voorkwam, vooral op de Noord-Veluwe. Het Mosterdveen is het rijkst aan bijzondere soorten. Gemiddeld werd er 0,5 bijzondere soort per water gevonden, maar in leemkuilen, die vaak in het bos liggen en een dikke sliblaag hebben, slechts 0,2. Relatief veel bijzondere soorten (1,0-1,4) komen voor in wateren met een geringe mate van verstoring door grasland, akkers, tuinen en erven in de naaste omgeving.

Er werden twaalf vegetatietypen onderscheiden, die voorkomen bij verschillende combinaties van waterstandsfluctuatie, voedselrijkdom en verzuring. Het talrijkst zijn de vegetatietypen uit water dat is vermest (32%) of is verzuurd (16%). Vaak zijn deze typen niet goed uit elkaar te houden. Daarnaast komen vegetaties van het snavelbies-zonnedauwtype (18%) en het hoogveentype (14%) frequent voor. Vegetaties uit zwakgebufferde wateren werden maar in 6% van de gevallen gevonden, relatief veel in leemkuilen. Dergelijke vegetaties zijn op de Veluwe altijd zeldzaam geweest.

Van de periode 1901-1945 tot de periode 1985-1994 nam het aantal onderzochte vennen met voor verzuring karakteristieke vegetaties toe van 0 tot 41%, terwijl het aantal vennen met vegetaties van licht vermeste (metatrofe) situaties in hetzelfde tijdsbestek toenam van 9 tot 87%. De hoogveenvegetaties namen af van 44 tot 17% en de snavelbies-zonnedauwvegetaties bleven ongeveer gelijk (33 en 30%).

Vegetaties uit vermest water werden vaak bij een dikke sliblaag gevonden. Dergelijke vegetaties werden vaak in vennen, maar vooral in leemkuilen, gevonden, waar zich een dik pakket bladeren ophoopt. In sommige gevallen maakte de zware beschaduwing elke plantengroei onmogelijk. Vegetaties uit voedselrijk milieu worden ook aangetroffen in jacht-, eenden- en visplasjes.

Hoewel systematisch onderzoek naar de samenhang tussen het voorkomen van vegetaties en uitgevoerde beheersmaatregelen in de Veluwse vennen niet of nauwelijks is verricht kan toch een aantal correlaties worden gesignaleerd. In wateren die zijn gebaggerd of uitgediept komen vegetaties van verzuurd milieu minder voor dan in vennen die zijn afgelsoten voor recreanten of waar weinig recreatie plaatsvindt. Betreding door voetgangers of ruiters doet vegetaties van het verzuurde type verminderen en van het metatrofe type toenemen, evenals schaatsen en zwemmen. Bij intensieve betreding verdwijnt de vegetatiezonering. Bij zwemmen komen vegetaties uit zwakgebufferd water voor.

Wilde zwijnen hebben veel negatieve invloeden op vennen en leemkuilen. Bij het zoelen verrijken ze de wateren met voedingsstoffen, o.a. fosfaat. Bovendien vernielen ze de vegetatie, vooral die van het hoogveentype in vennen en op hellingen van leemkuilen. In extreme gevallen vernielen ze zelfs de oerlaag, waardoor vennen zijn verdwenen. Verder verstoren ze de herpetofauna.

Streefbeelden

In het streefbeeld voor de vennen ontbreken de soorten uit verzuurd en vermest water, terwijl de van nature aanwezige vegetaties uit zuur tot zwak zuur water wel aanwezig zijn. De pH van de zure vennen is 4-5, de alkaliniteit <0,1 meq/l en het sulfaatgehalte is lager dan 10 mg/l. In zwakgebufferde vennen zijn deze waarden respectievelijk 5-7, 0,1-1 en 15. In slechts weinig vennen komen vegetaties uit zwak gebufferd water of aan toevoer van grondwater gebonden vegetaties voor. De vennen liggen zo veel mogelijk in een open landschap en intensieve beïnvloeding door diverse vormen van recreatie en wilde zwijnen ontbreekt.

Het streefbeeld voor de leemkuilen is dat voor zwakgebufferde wateren, met dezelfde waarden voor pH, alkaliniteit en sulfaatgehalte als de zwakgebufferde vennen. Het totaalfosfaatgehalte is lager dan 0.07 mg/l. Er komen geen soorten uit verzuurd water voor. Uit voedselrijk water zijn er alleen soorten die in helder water voorkomen. Het bos staat zover van de leemkuilen dat er geen vallende bladeren in het water komen. Er is geen intensieve beïnvloeding door diverse vormen van recreatie en wilde zwijnen.

Knelpunten en maatregelen

Het restaureren van de geïsoleerde verzuurde, van nature reeds zure, vennen door baggeren en toevoer van bufferstoffen is zinloos voor de vegetatie. Alleen voor het laten voortbestaan van populaties van amfibieën, b.v. de heikikker, kan bemergeling zinvol zijn. Voorts is baggeren (op kleine schaal) een normale en essentiële beheersmaatregel voor sommige vegetatietypen en de herpetofauna. Het gehalte aan zware metalen van de bagger overschrijdt soms de normen. Bos rond de vennen dient geleidelijk te worden verwijderd, ten minste in een zone van enige tientallen meters rond het ven, liefst in een zone van enige honderden meters in de zuidwestrichting. De randvegetaties van vennen moeten worden geplagd voor de ontwikkeling van soorten van natte heiden. Enkele geëutrofieerde vennen aan de rand van de Veluwe kunnen worden gerestaureerd door het verwijderen van de modderlaag en toevoer van gebufferd, voedselarm grond- of oppervlaktewater. Invloed van intensieve recreatie en wilde zwijnen wordt geweerd.

De leemkuilen bieden goede perspectieven voor het voortbestaan of vestigen van vegetaties uit zwakgebufferde wateren. Daartoe dient in sommige gevallen de te dikke sliblaag te worden verwijderd. Het bos dient tot op enkele tientallen meters van de kuilen geleidelijk te worden verwijderd opdat de boombladeren niet in het water terecht komen. Te intensieve betreding door recreanten en zoelen van wilde zwijnen moet worden tegengegaan.

Onderzoek

Er wordt voortgesteld een meetnet in te stellen van tussen de vijftig en honderd wateren, die elk eens per vier jaar worden onderzocht. Enkele wateren worden frequenter (een tot meerdere malen per jaar) onderzocht. Bij de keuze van de bemonsteringspunten wordt optimaal gebruik gemaakt van de reeds beschikbare informatie en er wordt zo goed mogelijk aangesloten op reeds bestaande meetprogramma's en wensen van terreinbeheerders. De beheerstoestand van deze wateren wordt regelmatig vastgelegd, terwijl er monsters worden genomen voor de analyse van chemie en kiezelwieren. In het veld wordt de toestand van de vegetatie vastgelegd. Zonodig worden andere groepen organismen (macrofauna, adulte libellen, herpetofauna) onderzocht.

Speciale aandacht verdienen de lange-termijneffecten van bemergeling. Tevens dienen de negatieve gevolgen van recreatie en het zoelen van wilde zwijnen te worden onderzocht en de mogelijkheden om deze te voorkomen.

De betrokkenheid van het Zuiveringsschap Veluwe bij restauratieprojecten in de Gelderse Vallei kan worden vergroot. Tenslotte verdient het aanbeveling de mogelijkheden te onderzoeken van het creëren van laag-alkaliene aquatische ecosystemen in kwelgebieden langs de Veluwerand.

1 Inleiding

In het Provinciale Waterhuishoudingsplan van Gelderland, het Integraal Waterbeheersplan Veluwe en Vallei (IWVV) en de Voorjaarsnota 1994 van het Zuiveringsschap Veluwe is opgenomen dat de vennen op de Veluwe mogelijk waardevolle ecosystemen herbergen. In dit kader dient de waterkwaliteitsbeheerder plannen te ontwikkelen voor de toekenning van functies aan en het beheer van deze vennen.

Het Zuiveringsschap Veluwe wil eerst een visie ontwikkelen waarin de activiteiten ten aanzien van vennen kunnen worden geplaatst. AquaSense TEC is gevraagd om een studie te verrichten om een plan van aanpak op te stellen, waarvan dit rapport het resultaat is. Er zal worden aangegeven tegen welke achtergronden een beleidsformulering kan plaatsvinden, in welke richting het beheer zich zou moeten ontwikkelen, welk onderzoek hiervoor noodzakelijk is en welke rol de waterkwaliteitsbeheerder op zich zou kunnen nemen bij het beheer van vennen.

Daartoe is eerst een inventarisatie gemaakt van de ligging en omgeving van de vennen, alsmede de reeds beschikbare gepubliceerde en ongepubliceerde onderzoekgegevens. Omdat op de topografische kaarten leemkuilen niet altijd eenvoudig van vennen zijn te onderscheiden en het verhoudingsgewijs om een gering aantal gaat, zijn de leemkuilen eveneens bij de studie betrokken. Naast de vennen en leemkuilen zijn ook enkele doorbraakkolken van de IJssel op de overgang van het kalkarme pleistocene zand naar de kalkrijkere rivierafzettingen opgenomen.

2 Methoden

2.1 Analyse van topografische kaarten

Door de opdrachtgever werd ons een lijst van ruim 200 kleine, stilstaande oppervlaktewateren verstrekt, waarop voor elk water een nummer, het kaartbladnummer van de topografische kaart (schaal 1 : 10 000), de coördinaten van het centrum van het water en de naam van het water volgens de topografische kaart (1 : 25 000) waren vermeld. De ligging van de wateren was door de opdrachtgever ook aangegeven op fragmenten van de topografische kaart (1 : 10 000).

Tijdens de analyse van de topografische kaarten werden nog tientallen kleine vateren ontdekt die niet op de oorspronkelijke lijst stonden. Sommige wateren waren zo klein dat er een loep voor nodig was om ze goed te kunnen zien; hetgeen verwerkt is in de titel van dit rapport. De coördinaten van de betreffende wateren werden ingemeten en gerapporteerd aan de opdrachtgever, waar ze van een nummer werden voorzien.

Grote kunstmatige stilstaande oppervlaktewateren, zoals het Heerderstrand, en natuurlijke oppervlaktewateren waaraan op de topografische kaarten al valt te zien dat ze in bepalende mate door de landbouw worden beïnvloed, zoals het Grijze Veen en het Aanschotergat bij Voorthuizen, zijn niet bij deze studie betrokken. Enkele grote pingo-restanten, zoals het Uddelermeer en het Bleekemeer (Schimmel 1976) zijn niet bij dit onderzoek betrokken omdat zij al in sterke mate door de mens zijn beïnvloed en niet te verwachten is dat zij op korte termijn kunnen worden gerestaureerd (Cuppen 1981).

Kunstmatige poelen en drinkbakken, veelal aangelegd voor het wild, zijn buiten beschouwing gelaten, hoewel deze in de hoge droge delen van de Veluwe, zoals het Staatswildreservaat tussen Hoog-Buurlo, Hoenderloo en Beekbergen, vaak de meest voorkomende oppervlaktewateren zijn en met name voor de herpetofauna belangrijke waarden kunnen hebben (Van Dijk 1986, Leentvaar 1990).

Soms was het moeilijk van de kaart af te lezen welke plasjes tot de categorie vennen en leemkuilen behoren. Dat bleek vaak pas bij de inventarisatie van biologische gegevens. Vooral in de Gelderse Vallei deed dit probleem zich voor. Zo is het plasje in de Doelen (nr 5991) wellicht eerder een laagveenpoeltje dan een ven.

Naast de vennen en leemkuilen die met open water op de topografische kaarten (schaal 1 : 25 000) staan weergegeven zijn er nog tal van kleine, meest tijdelijk droogvallende wateren, die als drassige laagten of in het geheel niet als zodanig op deze kaarten zijn aangegeven, b.v. enkele vennetjes in Morena en De Dellen ten N.W. van Epe (Schermerhorn 1981, Kampf 1978). In het algemeen zijn

Figuur 1: Ven rond 1955 (prentbriefkaart, uitgave K. Zuidam, Ermelo).

Figuur 2: Leemkuil rond 1960 (prentbriefkaart, uitgave Putter Bazar).

dergelijke laagten niet opgenomen, tenzij er bijzonder veel over bekend is of wanneer er veel bijzondere soorten in zijn aangetroffen, zoals enkele van de leemkuilen bij Staverden. Enkele zeer kleine vennen in de Tongerense Heide en met water gevulde bomkraters in De Bieze (Kroondomein) zijn opgenomen omdat er onderzoek is verricht naar de restauratie van vennen (Bellemakers *et al.* 1991, Bellemakers & Van Dam 1992, Bobbink *et al.* 1994), hoewel ze niet op de topografische kaarten staan aangegeven. De overgang van natte heide naar (tijdelijk) droogvallend ven is in veel gevallen zeer geleidelijk, zodat het moelijk is om hier consequent te zijn. Omdat de waterstand in de vennen wisselt staat een zelfde ven op sommige uitgaven van de topografische kaart als drasland en op andere uitgaven weer als open water.

De oppervlaktes zijn met transparant millimeterpapier geschat van de topografische kaart met schaal 1 : 10 000. De overige gegevens zijn afgelezen van de topografische kaart met schaal 1 : 25 000 in de Grote Provincie Atlas (Topografische Dienst 1991) en gecodeerd als in Tabel 1.

2.2 Archief- en literatuuronderzoek

Gegevens omtrent relevante aspecten van de vennen werden opgezocht in gepubliceerde en ongepubliceerde stukken, die in het bezit zijn van het Zuiveringsschap Veluwe en AquaSense TEC. In Agralin, het bibliotheekinformatiesysteem van de Landbouwuniversiteit Wageningen en de instituten van de Dienst Landbouwkundig Onderzoek, werden overige relevante literatuurreferenties opgespoord en de betreffende stukken werden bestudeerd. Veel ongepubliceerd materiaal werd aangetroffen in het Natuurwetenschappelijk Archief (tot eind 1995 bij het Informatie en Kenniscentrum Natuurbeheer te Wageningen, daarna bij het Nationaal Natuurhistorisch Museum te Leiden), het archief van het Staatsbosbeheer te Driebergen, bij de afdeling Bos- en Beplantingen van de Gemeente Nunspeet en in het archief van de Nederlandse Vereniging voor Aquatische Ecologie (AquaSense TEC, Wageningen). Enkele oude vegetatieopnamen werden opgezocht in het bestand van het Project Oude Vegetatiegegevens (DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Wageningen). De beheerders van archieven van de Stichting Gelders Landschap (Arnhem) en de Vereniging Natuurmonumenten ('s-Graveland) zonden enkele stukken toe, evenals de Bosgroep Gelderland (Ellecom) en de Koninklijke Houtvesterij Het Loo. Voorts werden ongepubliceerde gegevens verstrekt door de heer H.L. Menke (Epe), lid van diverse regionale plantenwerkgroepen, de heer J.L. Ebregt (Plantenwerkgroep Hoge Veluwe, Zieuwent), de heer T. Reijnders en ir. S. van der Werf (DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Wageningen), drs. M.J.S. Bellemakers, drs. E. Brouwer en de heer C. Nobbe (Vakgroep Oecologie, Katholieke Universiteit Nijmegen.

Omdat de meeste onderzochte wateren klein en naamloos zijn was het vaak moeilijk om exacte uit te maken van welke wateren de archief- en literatuurgegevens afkomstig zijn, zoals veel oude gegevens van de leemputten van Staverden.

Tabel 1: Codering van de gegevens die van de topografische kaarten (Topografische Dienst 1991) werden afgelezen.

Vorm

C ringvormig
D driehoekig
E rond of ellipsvormig
H halve-maanvormig
L langwerpig
N niervormig
T haltervormig
O onregelmatig
R rechthoekig
U hoefijzervormig

Wal

1 er is een wal aanwezig

Hydrologie

B bacterievliezen (kwel), uit literatuur (bron tussen haakjes)
D sloot binnen 100m van venoever
G grondwatervoeding, uit literatuur (bron tussen haakjes)
S sloot van/naar ven

Land 0m = landgebruik aan de oever
Land < 100m = overige soorten landgebruik binnen 100m van de oever

A akker
B erven, tuinen
D dras en riet
G gemengd bos
H heide
K kampeerterrein
L loofbos
M meertje
N naaldbos
S stuifzand
W weide (grasland)

Verstoring = bebouwing, erven, tuinen, paden en wegen binnen 100m van de oever

B bebouwing (opstallen)
H halfverharde weg
O onverharde weg
P pad
V verharde weg

Gemeente

AP Apeldoorn
AR Arnhem
BA Barneveld
BR Brummen
ED Ede
EP Epe
ER Ermelo
HA Hattem
HE Heerde
NU Nunspeet
NY Nijkerk
PU Putten
RE Renswoude
RO Rozendaal
SC Scherpenzeel
VO Voorst

Dergelijke onzekere gegevens zijn niet verwerkt. Alle overige gegevens werden, zoveel mogelijk in verkorte vorm, op formulieren in een vast stramien vastgelegd.

Bij het vastleggen van de gegevens werden vier perioden onderscheiden: A: 1901 - 1945, B: 1946 - 1970, C: 1971 - 1984 en D: 1985 - 1994.

De literatuurreferenties (bronnen) werden vastgelegd in een bestand, waarin zij behalve met de gebruikelijke bibliografische gegevens ook met een viercijferig volgnummer aangeduid. Deze z.g. bronnummers worden in de tabellen en bijlagen gebruikt en verklaard in Bijlage 7.

2.2.1 Beïnvloeding en beheer

Per ven of leemkuil werd per periode aangegeven welke vorm(en) van beheer en eïnvloeding werden gevonden volgens de codering van Tabel 2. Daarnaast werden aantekening gehouden van bijzondere gevallen waarin een duidelijke invloed van beheersmaatregelen op de venecosystemen werd geconstateerd.

2.2.2 Fysische en chemische gegevens

Van de in Tabel 3 vermelde variabelen werd per ven of leemkuil genoteerd welke (rekenkundige) gemiddelde waarden er per jaar werden gemeten. Tevens werd

Tabel 2: Vormen van beïnvloeding en beheer

A	omrasterd
B	betreding van venoevers
C	beschadigen en/of vernielen van oerbank
D	drenkplaats schapen
E	opzetten waterstand
EE	eendenvijver/kokmeeuwen
F	begrazing door koeien (drenkplaats)
G	geen of weinig sporen van recreatie waargenomen (wandelgebied)
H	uitlaten van honden
I	vergraven
J	jacht
K	kappen van bomen om ven
L	opslag uit ven verwijderen
N	gesloten, niet toegankelijk voor publiek
M	bemergeld
O	geplagd
P	planten verwijderd (b.v. veenmos)
Q	uitzetten van vis en/of bemesting voor viskweek
R	ruiters op oevers en/of in het water
S	schapen wassen
T	takken op venoevers en/of venbodem
TT	turfsteken
U	uitdiepen, baggeren
V	varen met bootjes
W	wilddrinkplaats/zoelplaats
X	gemaaid
Y	ijspret (schaatsen)
Z	zwemmen en/of pootjebaden

het aantal waarnemingen per jaar aangetekend. Indien van dezelfde auteur meerdere waarnemingen over een reeks van twee tot drie jaren bekend is zijn in de tabellen vaak gemiddelden vermeld. Daarbij is slechts één jaartal (meestal het middelste) vermeld. De pH-metingen uit de vijftiger jaren uit de excursierapporten van de Stichting Onderzoek Levensgemeenschappen door Glas, Moller Pillot en Peters werden uitgevoerd met pH-papier. Deze en andere twijfelachtige waarnemingen werden buiten beschouwing gelaten.

Het opzetten van een consistent gegevensbestand kostte bijzonder veel tijd en moeite, omdat steeds moest worden nagegaan welke eenheden er zijn gebruikt en er zonodig moest worden omgerekend. Bekende valstrikken zijn de referentietemperatuur van het elektrisch geleidingsvermogen, meting van nitraat, ammonium en fosfaat als zodanig of als stikstof, respectievelijk fosfaat, terwijl ook de manier waarop de alkaliniteit wordt bepaald kan verschillen (b.v. tot het omslagpunt van methyloranje bij het Zuiveringsschap Veluwe en tot pH = 4,5 bij het Waterleidingbedrijf Midden-Nederland). Het Zuiveringsschap Veluwe heeft steeds weer veranderende veld- en laboratoriumformulieren met deels andere categorieën. In dezelfde formulieren zijn ook niet alle velden consistent op dezelfde manier ingevuld.

Van de kwantitatieve variabelen uit Tabel 3 werd per ven, leemkuil of kolk per periode het rekenkundig gemiddelde berekend. Daarbij werden waarden beneden de detectiedrempel op de helft van de detectiegrens gesteld. Waarden boven de bovenste detectiegrens werden gesteld op 1,5 maal die detectiegrens. Dat was relatief vaak het geval bij de waterdiepte.

Van deze gemiddelden per waterlichaam per periode werden medianen berekend. Een rekenkundig gemiddelde is hier niet op zijn plaats, omdat veel waarden scheef zijn verdeeld.

De kleur van het water, zoals opgegeven door de bronnen, werd gebruikt als maat voor het humusgehalte. De klasse-indeling is vermeld in Tabel 4. In een aantal gevallen werd de kleur niet genoemd, maar wel het kaliumpermanganaat-

Tabel 3: Geïnventariseerde fysische en chemische gegevens

symbool	eenheid	variabele
pH	-	waterstofexponent
EC20	mS/m	elektrisch geledingsvermogen bij 20 °C
Cl	mg/l	chloride
Ca	mg/l	calcium
Alk	meq/l	alkaliniteit ('M-getal')
tP	mg/l P	totaal fosfaat
NO_3	mg/l N	nitraat
NH_4	mg/l N	ammonium
SO_4	mg/l	sulfaat
d	cm	maximale waterdiepte
b	-	bodemtype
h	-	humus

Tabel 4: Klasse-indeling van bodemtype, dikte van de sliblaag en kleur

Bodemtype

Z	zand
ZL	zand/leem
ZV	zand/veen
V	veen
L	leem

Slibdikte

>0 dm	aanwezig
0,1-1,0 dm	dun
1,1-2,0 dm	matig
2,1-4,0 dm	dik
4,1-9,0 dm	zeer dik
>>0	zeer dik

Kleur (humus)		Permanganaatverbuik (mg/l)
KL	kleurloos	0-20
LB	lichtbruin	20-55
BR	bruin	55-85
DB	donkerbruin	≥85
BG	bruingroen	
GG	geelgroen	

verbuik. Dat is dan omgerekend naar kleur volgens de relatie in Tabel 4, die is afgeleid uit regressieberekeningen van kleur en permanganaatverbruik uit 127 monsters van vennen (H. van Dam, ongepubliceerd). In Tabel 4 zijn ook de indelingen voor bodemtype en dikte van de sliblaag vermeld.

2.2.3 Plantengroei

Vanwege de grote heterogeniteit van de beschikbare biologische gegevens uit de vennen en leemkuilen (zie 3.1.2) zijn de macrofyten uitgekozen om enigszins een overzicht van de ruimtelijke variatie van de vennen en leemkuilen te krijgen en van de invloed van beheersmaatregelen daarop. In bijzondere gevallen zijn er tamelijk uitvoerige inventarisaties van de macrofyten verricht. Daarnaast zijn er nog talrijke publikaties en rapporten waarin, vaak min of meer globale gegevens over de plantengroei zijn te vinden.

Er is gebruik gemaakt van de tamelijk volledige venbeschrijvingen van de Stichting Onderzoek Levensgemeenschappen (b.v. Moller Pillot 1958) en andere excursierapporten (b.v. De Smidt 1953, NJN 1959, Van Dijk 1974), zeer globale vegetatiekaarten (b.v. Buitenhuis e.a. 1959), gedetaileerde vegetatiekaarten (b.v. Van de Steeg 1990, Drenth 1994). botanische landschapsbeschrijvingen (b.v. Tideman 1943, Berendse 1974), lijsten van een of enkele vegetatieopnamen per ven (b.v. Schoof-van Pelt 1973, Provincie Gelderland 1989), opnamen uit het archief van het project Oude Vegetatiegegevens (b.v. Vlieger 1936), floristische inventarisaties (b.v. Hottinga 1983, Menke 1979), kanttekeningen

Tabel 5: Afkortingen, vegetatietypen en namen van de belangrijkste plantesoorten. * = in Rode Lijst (CBS, 1992) of doelsoort voor vennen of hoogveen (Bal *et al.*, 1995).

Veg. type	Nederlandse naam	Wetenschappelijke naam	Veg. type	Nederlandse naam	Wetenschappelijke naam
H	*Beenbreek	*Narthecium ossifragum*	M	Mannagras	*Glyceria fluitans*
H	*Eenarig wollegras	*Eriophorum vaginatum*	M	Melkeppe	*Peucedanum palustre*
H	Kleine veenbes	*Oxycoccus palustris*	M	Moerasstuisgras	*Agrostis canina*
H	Lavendelheide	*Andromeda polyfolia*	M	Pitrus	*Juncus effusus*
H	Ronde zonnedauw	*Drosera rotundifolia*	M	Sikkelmos	*Drepanocladus* spec.
			M	Waternavel	*Hydrocotyle vulgaris*
D	*Bruine snavelbies	*Rhynchospora fusca*	M/E	Biezeknoppen	*Juncus conglomeratus*
D	Kleine zonnedauw	*Drosera intermedia*	M/E	Fijne waterranonkel	*Ranunculus aquatilis*
D	Naaldwaterbies	*Eleocharis acicularis*			
D	Witte snavelbies	*Rhynchospora alba*	E/M	Riet	*Phragmites australis*
			E	Blaaszegge	*Carex vesicaria*
L	*Veenbloembies	*Scheuchzeria palustris*	E	Blauw glidkruid	*Scutellaria galericulata*
L	*Veenmoszegge	*Carex limosa*	E	Buigzaam glanswier	*Nitella flexilis*
			E	Fioringras	*Agrostis stolonifera*
O	Draadzegge	*Carex lasiocarpa*	E	Gele lis	*Iris pseudacorus*
O	Wateraardbei	*Potentilla palustris*	E	Gele plomp	*Nuphar lutea*
O/M	Waterdrieblad	*Menyanthes trifoliata*	E	Grof hoornblad	*Ceratophyllum demersum*
			E	Grote egelskop	*Sparganium erectum*
Z	*Drijvende egelskop	*Sparganium angustifolium*	E	Grote waterweegbree	*Alisma plantago-aquatica*
Z	*Drijv. waterweegbree	*Luronium natans*	E	Hoge cyperzegge	*Carex pseudocyperus*
Z	*Duizendknoopfont. kr.	*Potamogeton polygonifolius*	E	Holpijp	*Equisetum fluviatile*
Z	*Kleinste egelskop	*Sparganium natans*	E	Kroos	Lemnaceae
Z	*Oeverkruid	*Littorella uniflora*	E	Kr. boterbloem	*Ranunculus repens*
Z	*Vlottende bies	*Scirpus fluitans*	E	Lidrus	*Equisetup palustre*
Z	Waterlobelia	*Lobelia dortmanna*	E	Liesgras	*Glyceria maxima*
Z	Waterpostelein	*Lythrum portula*	E	Lisdodde	*Typha* spec.
Z/M	Fonteinkruid	*Potamogeton spec.*	E	Moeraswalstro	*Galium palustre*
			E	Smalle waterpest	*Elodea nuttallii*
(B)	Klein blaasjeskruid	*Utricularia minor*	E	Tandzaad	*Bidens* spec.
B	Snavelzegge	*Carex rostrata*	E	Watermunt	*Mentha aquatica*
B	Veenmos	*Sphagnum* spec.	E	Waterpeper	*Polygonum hydropiper*
B	Veenpluis	*Eriophorum angustifolium*	E	Waterscheerling	*Cicuta virosa*
			E	Watertorkruid	*Oenanthe aquatica*
P	Grassen	Poaceae	E	Witte waterlelie	*Nymphaea alba*
P	Pijpestrootje	*Molinia caerulea*	E	Wolfspoot	*Lycopus europaeus*
			(E)	Grote wederik	*Lysimachia vulgaris*
V	Knolrus	*Juncus bulbosus*	(E)	Waterbies	*Eleocharis palustris*
(V)	Veelst. waterbies	*Eleocharis multicaulis*			
			-	Greppelrus	*Juncus bufonius*
G	Veldrus	*Juncus acutiflorus*	-	Sterrekroos	*Callitriche* spec.
			-	Trekrus	*Juncus squarrosus*
M	Drijvend fonteinkruid	*Potamogeton natans*	-	Wilde gagel	*Myrica gale*
M	Egelboterbloem	*Ranunculus flammula*	-	Zomprus	*Juncus articulatus*
M	Hennegras	*Calamagrostis canescens*	-	Zwarte zegge	*Carex nigra*

over de plantengroei in rapporten over andere onderwerpen, zoals kiezelwieren en andere micro-organismen (b.v. Leentvaar 1957, Notenboom-Ram 1976, Dresscher 1984) of macrofauna (b.v. Mulder 1989), inventarisaties van natuurgebieden per gemeente (b.v. Schimmel 1959), ruilverkavelingsadviezen (b.v. Westhoff 1977), beheersplannen (b.v. Lensink 1985, Cuppen 1990) en populaire lectuur voor natuurliefhebbers (b.v. Wigman 1930, Gazenbeek 1973). Daarnaast zijn door diverse personen op speciaal verzoek ongepubliceerde

waarnemingen ter beschikking gesteld (Menke 1995, Reijnders 1995, Ebregt 1995, Van der Werf 1995). Ook de ongepubliceerde waarnemingen van de medewerkers van het Zuiveringsschap Veluwe werden zoveel mogelijk gebruikt. Het rapport van Schimmel (1957) is een van de eerste botanische beschrijvingen van het Mosterdveen. Het is echter niet apart in dit rapport verwerkt, daar zijn gegevens zijn overgenomen en aangevuld door Glas *et al.* (1959).

Er werd een lijst opgesteld van 77 soorten water- en moerasplanten die vaak uit vennen en leemkuilen worden genoemd (Tabel 5). Dit is geen complete lijst van alle soorten uit alle onderzochte wateren, maar de afzonderlijke wateren kunnen er wel mee getypeerd worden. Een aantal soorten uit voedselrijk water ontbreekt, omdat deze toch altijd samen voorkomt met soorten die wel in de lijst staan. Ook ontbreken enkele soorten, zoals klokjesgentiaan, blauwe zegge, sterzegge en moeraswolfsklauw en veenbies, die weliswaar regelmatig om vennen voorkomen, maar door incidentele bezoekers, vooral buiten het zomerseizoen vaak worden gemist. Verder ontbreken in Tabel 5 soorten sommige soorten uit het Oeverkruidverbond als moerashertshooi en witbloemige waterranonkel die uitsluitend in de Kolk bij de Veluwsche Bandijk (2290) werden gevonden en een enkele aan grondwater gebonden soorten als blonde zegge en waterlepeltje, die slechts op enkele plaatsen in de Gelderse Vallei worden gevonden.

Voor elk water werd per bron en per jaar genoteerd welke plantesoorten werden aangetroffen, zo mogelijk op een schaal van 1 (weinig voorkomend) tot 3 (veel voorkomend). De 2 werd gebruikt voor soorten die matig veel voorkomen of waarvan alleen de presentie bekend was.

Voor het toedelen van plantesoorten aan vegetatietypen is uitgegaan van een de successielijnen in een Veluws ven, zoals dat bij het doornemen van de basisgegevens uit de literatuur en overzichten van sommige deelgebieden werd verkregen (b.v. Schimmel 1976, Van Dijk 1992, Drenth 1994, Giesberts & Oldhof 1994) Dit beeld werd vervolgens gerelateerd aan indelingen van vennen naar de plantengroei elders in den lande (b.v. Westhoff *et al.* 1973, Van Dam & Kooyman-van-Blokland 1978, Barkman 1992, Van Dam & Arts 1993, Grontmij 1993). Tevens werd gebruik gemaakt van het recente overzicht van de plantengemeenschappen van wateren, moerassen en natte heiden (Schaminée *et al.* in druk) en de compilatie van indicatorsoorten voor waterstand, buffering en voedselrijkdom in vennen (Aggenbach & Jalink, in druk).

Voor elk ven en elke periode waarvoor voldoende gegevens beschikbaar waren zijn een of twee vegetatietypen toegewezen, rekening houdend met de aard en de hoeveelheid van de aangetroffen plantesoorten. Er is naar gestreefd om slechts één type toe te wijzen. In het geval dat er meerdere typen voorkomen is het toegewezen type dan het verst voortgeschreden successiestadium. In veel gevallen komen er meerdere typen voor en zijn dan twee contrasterende typen aangewezen. Deze keuze draagt vaak een subjectief element, omdat de gegevens vaak schaars zijn. Soms komen er ook veel verschillende typen in een ven voor, zoals in de Ossenkolk (ven 4885).

In Tabel 5 is aangegeven welke soorten als bijzonder zijn aan te merken. Dat zijn soorten die op de Rode Lijst (CBS 1991) staan of zijn aangewezen als doelsoort voor het natuurdoeltype vennen (Bal *et al.* 1995).

De onderscheiden vegetatietypen en het gemiddelde aantal doelsoorten werden gerelateerd aan de omgevingskenmerken, de waterchemie en het beheer door het opstellen van kruistabellen.

3 Resultaten

3.1 Algemene karakteristieken

Vennen (Fig. 1) zijn van oorsprong voedselarme tot matig voedselarme, ondiepe plassen op voedsel- en kalkarme zandgrond, met wisselende waterstand. Er zijn in Nederland 3-4000 vennen, voornamelijk in Noord-Brabant en Drenthe. Vanouds liggen de meeste vennen in een open landschap van heide en stuifzand. De voedselarmoede, winddynamiek en hydrologie zijn van uitermate groot belang voor de samenstelling van de levensgemeenschappen in vennen. De oorspronkelijke natuurlijke variatie in vennen is in eerste aanleg nog vergroot door het traditionele kleinschalige agrarische beheer, b.v. turfsteken, plaggen van de oevers en wassen van schapen (Westhoff *et al.* 1973, Van Dam & Buskens 1993, Vahle 1995, Aggenbach & Jalink, in druk).

Doordat vennen geheel of grotendeels door regenwater worden gevoed, wisselt de waterstand. Door de geringe toevoer van voedingsstoffen is de plantaardige produktie gering en is de dichtheid van de consumenten laag. Aan het einde van de voedselketen staan in beginsel geen gewervelde, maar ongewervelde dieren, vooral (larven van) insekten. De planten vertonen aanpassingen aan de armoede aan voedingsstoffen (stikstof-, fosfor- en anorganische koolstofverbindingen). Door de vaak sterk zure omgeving zijn de bacteriële afbraakprocessen geremd en treedt ophoping van organische stof op (detritus, hoogveen). Het water is daarom vaak bruin gekleurd door de aanwezigheid van humusstoffen. Door de ophoping van organisch materiaal komen de voedingsstoffen niet meer voor de plantengroei beschikbaar en treedt een verdere voedselverarming op.

Het ven-ecosysteem vertoont geen grote extremen in fysisch-chemische omstandigheden, behalve door droogvallen bij uitzonderlijke droogte, waardoor tijdelijk concentratieverhoging van mineralen en voedingsstoffen optreedt. Dit zelfde treedt jaarlijks in mindere mate op in de zomer door droogvallen van oevergedeelten. Door de armoede aan kalk en bicarbonaten is de buffercapaciteit laag. Vennen hebben een specifieke flora en fauna, die is aangepast aan deze omstandigheden en internationale betekenis heeft (CUWVO 1988, Verkaar *et al.* 1992).

Het voedselarme, zwak gebufferde water en de geringe diepte maakt de vennen zeer kwetsbaar voor verdroging, verzuring en vermesting. De oorspronkelijke levensgemeenschappen van de Nederlandse vennen zijn daardoor dan ook in sterke mate negatief beïnvloed. Tevens heeft de aanplant van bos negatieve effecten op de vennen gehad door versterking van de verzuring en reductie van de winddynamiek. De achteruitgang betreft met name de isoëtide plantesoorten en de sieralgen, maar ook andere groepen van waterorganismen (Van Dam & Buskens 1993, Beije *et al.* 1994).

Leemkuilen zijn door de mens gegraven laagten, waar in een aantal gevallen permanent of periodiek water stagneert (Fig. 2). Over de verspreiding van

leemkuilen in Nederland is weinig bekend. Ons zijn enkele waterhoudende leemkuilen bekend bij Gilze-Rijen, Udenhout (Noord-Brabant), Eibergen (Oost-Gelderland) en Dalfsen (Overijssel). Vermoedelijk liggen de meeste op de Veluwe. Soms hebben ze een bijzondere flora en fauna, die verschilt van die in vennen (Cuppen 1983).

3.1.1 Ontstaan en hydrologie

De meeste vennen op de Veluwe liggen hoog boven het grondwater. Niettemin kan er water stagneren door de aanwezigheid van een ondoordringbare laag aan de onderzijde. Het water van de Gerritsfles (7430) stagneert op een ijzeroerbank van slechts enkele millimeters dikte (Schimmel & Ter Hoeve 1952).Onder de vennen op de heide bij het Deelense Zand ligt een ondoordringbaar laagje van slechts enkele millimeters dikte. Vanwege de dunne ondoorlatende bodem zijn de Veluwse vennen uiterst kwetsbaar voor beschadiging. Wanneer vroeger in droge zomers de waterstand laag werd, diepten de boeren de vennen niet uit om meer water te krijgen: '...in een ven moi nooit graoven ... dan lup 't leege...' (Schimmel 1985). Onder de Elspeter Heide komt plaatselijk leem voor, maar de kleinere veentjes en vennetjes rusten toch op een oerlaagje van soms maar een millimeter dikte (Beijerinck 1950).

Het ontstaan van vennen op een oerlaag is voor de Gerritsfles, het grootste Veluwse ven, uitgebreid beschreven door Van Dam (1987). Rond 1800 was dit ven nog slechts een natte plek in de heide, waar de B-laag van het podzolprofiel tamelijk ondoordringbaar voor water geworden was. Door de reducerende omstandigheden werden de ijzerhuidjes van de inwaaiende stuifzandkorrels opgelost. Het ijzer spoelde door het netto-neerslagoverschot naar beneden en verkitte daar, onder oxyderende omstandigheden, tot een oerlaag. Zolang er, tot ongeveer 1900, met het stuivende zand voldoende ijzer werd aangevoerd, kon de diepte en oppervlakte van het ven toenemen. De groei stagneerde toen het omringende stuifzand werd bebost.

De vennetjes en veentjes in de Elspeter Heide zijn na de laatste ijstijd ontstaan door stagnatie van water op de bevroren ondergrond in terreindepressies. Later is daar nog veel zand ingestoven (Beijerinck 1950). Het Kootwijkerveen en thans overstoven vennen bij Kootwijk en Hulshorst zijn ontstaan aan het einde van het Subboreaal, ca. 3000 jaar geleden (Van Zinderen Bakker 1948, Polak 1968, Heidinga 1984). Het veen dat werd gevormd is vanaf de Middeleeuwen door de mens afgegraven. In 1506 was het Asselse Veld (Kroondomein) al een heide-veld, waar ruwe turf werd gestoken. In natte jaren ging dit echter "kwalijk" (Hacke Oudemans, z.j.). In het Kootwijkerveen ging dit afgraven door tot in deze eeuw (Blokland & Van der Laan 1992).

Van sommige vennen in het Deelense Zand (Hoge Veluwe) neemt de oppervlakte nog steeds toe, zoals van de Zandfles (9648), terwijl er ook nog nieuwe vennen ontstaan, zoals ven 9654. Hierdoor kunnen o.a. vegetaties van dopheide

verdrinken. Van het afgestorven organisch materiaal van deze planten profiteert o.a. de pitrus. Een oude Hessenweg, die tot 1700 in gebruik was, loopt nu door drie vennen van het Deelense Zand heen (Van der Werf z.j., 1965).

De oerlaag is vaak zeer kwetsbaar, zoals die van de drasse plek in de Westeindse Heide (4909), die in 1985 door zware militaire voertuigen werd beschadigd (Heinen & Van Dijk 1986). De oerlaag van een ven op de Haelberg bij Epe is in de eerste helft van de tachtiger jaren kapot gestoten bij een "opknapbeurt". De restanten van dit ven bevatten zelden nog water. In de Tongerense Heide bij Epe is in 1944 de oerlaag onder een ven kapot gereden door een voertuig, waarna het ven voortdurend droog stond (H.L. Menke, pers. meded.). De oerlaag onder het ven op de Ramenberg (9677) is door wilde zwijnen kapot gestoten, waardoor het ven voortdurend droogstaat (Lensink & Kiewiet 1985).

Van het Pingoven in het Speulderveld (4870) en het Varkensven (9665) tussen Beekbergen en Loenen wordt vermoed dat ze pingo-ruïnes zijn, daterend uit de laatste ijstijd (Schouten 1978, Reijnders 1988).

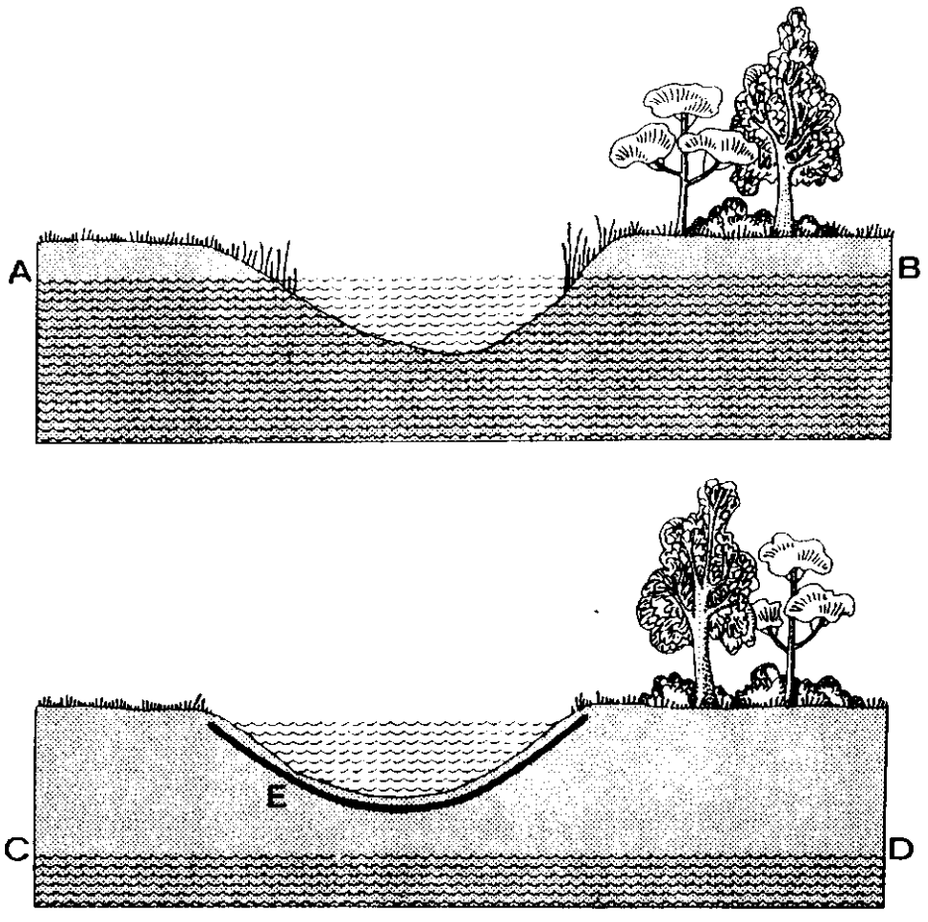
Aangenomen mag worden dat het water in de meeste Veluwse vennen op een oerlaag stagneert, maar er zijn ook andere typen stagnerende lagen, zoals veenachtig materiaal onder de Waschkolk bij Nunspeet (4910) (Ter Hoeve & Roos 1955a,b). Overigens bevat de Waschkolk tegenwoordig nauwelijks water meer, vermoedelijk doordat de onderliggende veenlaag ten dele is doorgraven bij de reconstructie van de weg Nunspeet-Epe, op 500 m afstand van het ven, in het midden van de jaren zeventig (M.P. Karsemeijer, pers. meded.).

Het gebied van het Mosterdveen bij Vierhouten wijkt af van de meeste Veluwse vennengebieden door de aanwezigheid van een Laat-Pleistocene leemlaag onder het hele vennencomplex. De vennen aan de rand van de leemplaat worden in hoofdzaak door locaal infiltrerend regenwater gevoed, maar die in het centrum worden mede gevoed door toestromend schijngrondwater, dat door het contact met het bodemmateriaal iets sterker gebufferd en iets rijker aan mineralen is dan het regenwater (Fig. 4). Dientengevolge komen er in het Mosterdveen verschillende ventypen voor en is het gebied, als een van de weinige vennengebieden op de Veluwe, rijk aan gradiënten (Giesberts & Olthof 1994).

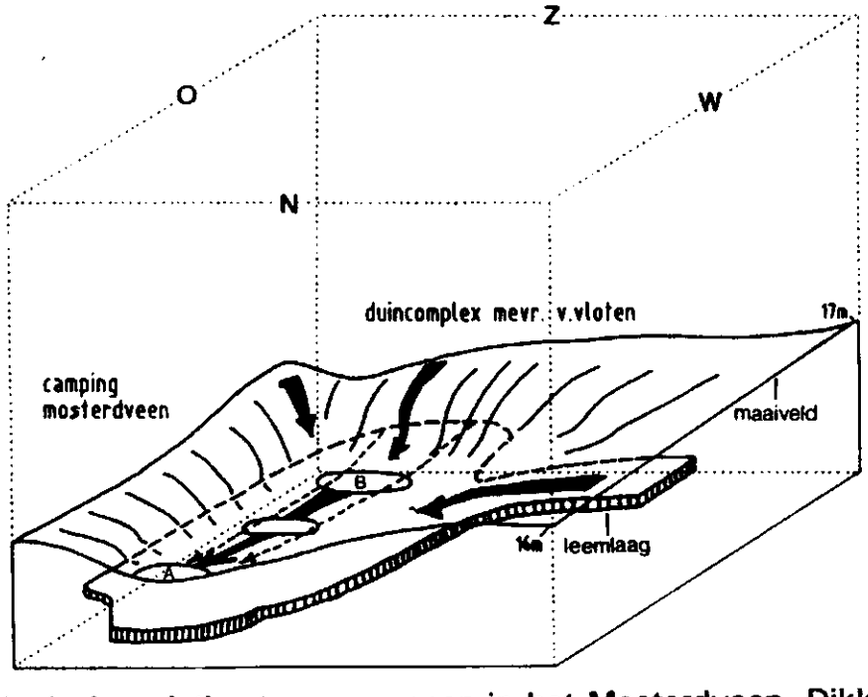
Ook in het Deelense Zand is er soms sprake van toestromend schijngrondwater, zoals bij de IJzeren Man (9637-9640, 9642).

In de Gelderse Vallei komen enkele vennen voor die door betrekkelijk kalkrijk regionaal grondwater worden gevoed, zoals het ven in de Heide bij Hoef (5281) en de Rietput bij Barneveld (Van Eck 1973, Westhoff & Roozen 1991).

Sommige vennen, b.v. die in het Wekeromse Zand (7422-7425) zijn gegraven als drinkplaatsen voor het roodwild en worden door grondwater gevoed (De Smidt 1954). Daar de waterstand tussen 1960 en 1980 in dit gebied enkele meters is gedaald zijn deze plassen halverwege de jaren zeventig drooggevallen (Van der Heijden & Frenken 1979). Een ander kunstmatig type is de Tonnetjes-



Figuur 3: Doorsnede van een door grondwater gevoed ven (boven) en van een ven met oerbank (E) en schijngrondwaterspiegel (onder). A-B en C-D grondwaterspiegel (Schimmel 1976).



Figuur 4: Hydrologische relaties tussen vennen in het Mosterdveen. Dikke pijlen geven de stroming van oppervlaktewater en dunne pijlen die van grondwater aan (Drenth 1994).

delle (4896), dat is ontstaan door afdamming van een dalletje (H.L. Menke, pers. meded.). De Zandplas bij Tongeren (1237) is ontstaan doordat Rijkswaterstaat hier in de jaren zeventig zand heeft gezogen (Van den Ancker *et al.* 1982). Het Hessengat (9685) is een kunstmatige plas, waarvan de bodem met leem is bekleed. Hij werd aangelegd als drinkplaats voor de paarden die de karren over de Hessenwegen trokken (S. van der Werf, pers. meded.).

De mate van waterstandsfluctuatie wordt bepaald door de morfologie van het waterbekken en eventuele toestroming van (schijn)grondwater. In een ven met zeer vlakke oevers zijn de fluctuaties groter dan in een ven met steile oevers. In een ven waar in droge tijden toevoer van grondwater plaatsvindt is de fluctuatie geringer dan in een ven waar dit niet het geval is. Met betrekking tot de waterstand en de variaties daarin onderscheidt Van Dijk (1992) vier typen: *permanente vennen* bevatten altijd water, ook tijdens extreem droge jaren (maximale diepte 10-12 dm), *semi-permanente vennen* vallen in extreem droge jaren gedurende korte tijd droog (maximale diepte 4-8 dm), *semi-temporaire vennen* vallen elke zomer droog (maximale diepte (1)2-3 dm), *temporaire vennen* bevatten alleen in de winter water (maximale diepte 2-3 dm).

In de stuwwallen zijn de oorspronkelijk horizontaal gelaagde rivierzanden schuin en soms zelfs verticaal omhoog geperst. Daartussen liggen klei- en leemlagen, die als glijvlak dienden voor het bevroren materiaal. De leem dagzoomt op de stuwwallen in smalle banen tussen het grove zand (Van Oosten 1979, Eilander *et al.* 1982). Op de bodemkaarten schaal 1 : 50 000 zijn de leembanen niet aangegeven, maar op de gedetailleerde bodemkaart van Epe en Heerde wel (b.v. Van Liere & Steur 1955). Op diverse plaatsen, o.a. in het Kroondomein, is leem uitgegraven voor wegverharding (Eilander *et al.* 1982. H.L. Menke, pers. meded.). Materiaal uit het Cannenburgergat (0887) is gebruikt voor het bakken van stenen voor kasteel de Cannenburgh, dat in de zestiende eeuw geheel werd herbouwd (H.L. Menke, pers. meded.). Leem uit De Leemkuil bij Tongeren (1238) werd op zijn minst vanaf de achttiende eeuw gebruikt bij de bouw van huizen en ovens en als vloerbedekking. In de tweede helft van de negentiende eeuw werd leem uit deze kuil gebruikt voor het vruchtbaar maken van bouwlanden (Van den Ancker *et al.* 1982). Leem werd ook gebruikt voor de bekleding van sprengebodems (Schellekens & Van Wingerden, in druk). De meeste leemkuilen bevatten geen water (en zijn dan ook niet bij dit onderzoek betrokken).

De leemputten bij Staverden zijn uitgegraven in fluvio-glaciale klei, die in het Saalien werd afgezet (Van de Steeg 1982). De leem werd gebruikt bij het aanleggen van wegen en het bakken van stenen in een veldoven (Heimans 1940, Schimmel 1957). Omdat het leemgehalte van de bodem in dit gebied wisselt, zijn er ook chemische verschillen tussen de verschillende kuilen.

3.2.1 Betekenis van vennen en leemkuilen

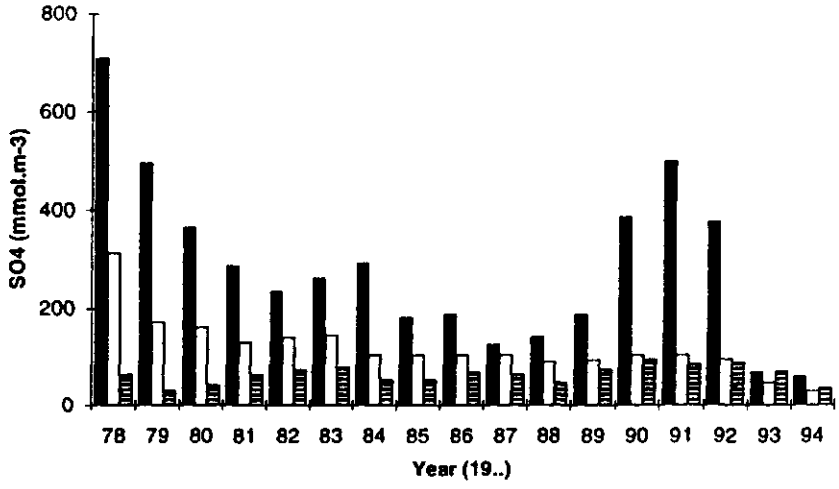
De oudste gepubliceerde hydrobiologische gegevens betreffende de Veluwse vennen zijn waarschijnlijk die van Redeke & De Vos (1932). De Gerritsfles (7430) onderzochten zij tussen 1928 en 1931 zeer uitvoerig. Daarnaast publiceerden zij ook enkele waarnemingen van 1915 uit een niet nader te lokaliseren ven in de Elspeter Heide en een ven en een waterkuil bij Assel uit 1930. Hier vonden zij o.a. de zeldzame watervlooien *Scapholeberis microcephala* en *Eurycercus glacialis*, samen met de vrij zeldzame koppotige *Moraria brevipes*.

In 1918 werd er onder leiding van Prof. Max Weber en dr. J. Romijn een expeditie naar de Gerritsfles georganiseerd. In 1950 werd het ven opnieuw geïnventariseerd door de Hydrobiologische Vereniging. De belangrijkste resultaten werden gepubliceerd door Dresscher *et al.* (1952). Er werden tal van karakteristieke soorten gevonden, waaronder de zeldzame 'ijstijdrelicten' *Eurycercus glacialis* (een watervlo) en *Dytiscus lapponicus*, de Laplandse watertor (Weber 1919). Bij herhaling van deze inventarisatie in 1977 bleek er door verzuring een achteruitgang te hebben plaatsgevonden van soorten uit het oeverkruidverbond en microscopische algen, maar niet van micro- en macrofauna. Doordat er in de kleinere Kempesfles (9620) minder milieuvariatie is dan in de Gerritsfles komen hier minder soorten macrofauna voor (Higler 1979, Van Dam *et al.* 1983). Zie Van Dam & Buskens (1993) voor een uitgebreide samenvatting van het Gerritsflesonderzoek.

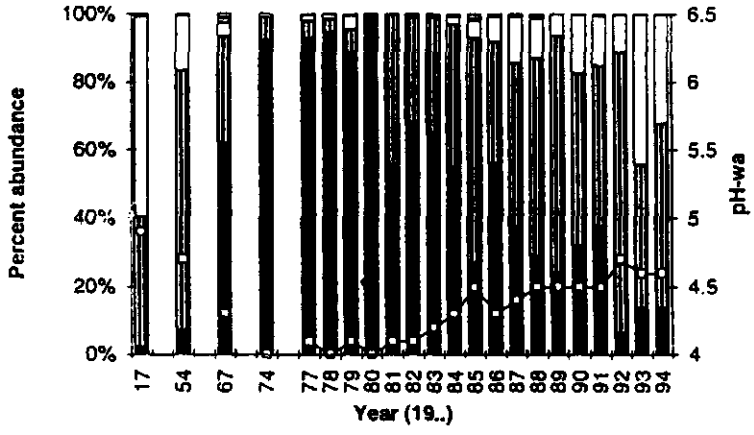
Vanwege de relatief grote hoeveelheid oude gegevens van de Gerritsfles zijn de chemie en de kiezelwieren, die zeer gevoelig zijn voor verzuring, vanaf 1979 elk kwartaal bemonsterd, samen met die uit twee andere Nederlandse vennen. De gegevens worden verzameld als onderdeel van het International Co-ordinated Programme on the Acidification of Rivers and Lakes (OECD/UN) voor het volgen van de invloed van verzuring op oppervlaktewateren in Europa en Noord-Amerika (Skjelkvåle 1994) en het Global Environmental Monitoring System (UNEP/WHO 1991). Het blijkt dat de sulfaatconcentratie van de Gerritsfles in de laatste 15 jaar is afgenomen en dat verzuringsgevoelige kiezelwieren sinds 1981 weer terugkeren (Fig. 5, 6). Vergelijkbare veranderingen werden in andere Nederlandse vennen gevonden, waaronder de Kempesfles (9620) en de Deelensche Wasch (9641) (AquaSense TEC 1995).

Van de talrijke overige Veluwse vennen zijn van voor 1950 nauwelijks vegetatiekundige gegevens en van voor 1970 nauwelijks hydrobiologische gegevens bekend. De zeer belangrijke vondsten in het Mosterdveen, van. o.a. de veenbloembies, werden vastgelegd in excursierapporten (Schimmel 1957, Glas *et al.* 1959), die slechts voor insiders beschikbaar zijn. In vegetatiekarteringen van de Veluwse heidevelden is er bijna nooit veel aandacht aan de vennen besteed: ze staan meestal als open water aangegeven of met een slechts zeer globale aanduiding als 'plantengemeenschappen van voedselarm water' (b.v. Broekhuizen & Velthuis 1966, Rijkee & Van der Laan 1967, Schimmel ca. 1968, Post 1987, Tol *et al.* 1994). De teloorgang van botanische schatkamers in de

Gelderse Vallei door ontginning en ruilverkaveling is slechts gedocumenteerd door zeer globale beschrijvingen in excursierapporten en andere grijze literatuur (Tideman 1943, Dirkse 1969, Berendse 1974).



Figuur 5: Veranderingen van de mediane jaarlijkse concentratie sulfaat in de Gerritsfles (open kolommen), Achterste Goorven bij Oisterwijk (zwart) en Kliplo bij Dwingeloo (gearceerd) van 1978 tot en met 1994. 100 $mmol.m^{-3}$ = 9,6 $mg.l^{-1}$ SO_4 (AquaSense TEC 1995).



Figuur 6: Verandering van de relatieve hoeveelheden van verzuringsgevoelige kiezelwieren, het verzuringsresistente kiezelwier *Eunotia exigua* (zwart), overige soorten kiezelwieren uit zuur water (gearceerd) in de Gerritsfles vanaf 1916 tot en met 1994. De perioden 1916-1918, 1950-1958 en 1960-1973 zijn respectievelijk aangegeven als 17, 54, 67 en 74. De met de kiezelwieren berekende pH (pH-wa) is met witte blokjes en getrokken lijn aangegeven (AquaSense TEC 1995).

De (droge halfopen) hellingen van de leemkuilen hebben soms een speciale betekenis vanwege het voorkomen van een speciale (leem)flora, zoals hokjespeul, bochtige klaver, fraai hertshooi, berghertshooi en stijve ogentroost. Hoewel deze flora sterk is bedreigd, o.a. door gewoel van wilde zwijnen, wordt daar in dit rapport verder geen aandacht aan besteed (Menke 1979, H.L. Menke, pers. meded.). Veel van de waterbevattende leemkuilen liggen midden in het bos en zijn te donker voor hogere planten. In de overige waterbevatte leemkuilen komen soms zeldzame plantesoorten uit zwakgebufferde wateren voor (Cuppen 1983, 1989).

Een eerste overzicht van de hydrobiologische waarden ontstond door de inventarisatie in 46 Veluwse vennen van chemie, kiezelwieren en watervlooien (Notenboom-Ram 1976) ten behoeve van het Veluwe-onderzoek (Ten Houte de Lange 1977). Hieruit bleek dat de hydrobiologische waarde van 70% van de onderzochte wateren groot of zeer groot was, gebaseerd op de criteria voor diversiteit en mate van voedselrijkdom. Als belangrijkste bedreiging werd de (toenemende) recreatiedruk genoemd.

Dresscher (ca 1980, 1984, 1977-1983) inventariseerde microörganismen in enkele vennen en leemkuilen van de Noord-Veluwe. In de vennen werden voornamelijk soorten uit zuur en (matig) voedselarm water gevonden. In De Leemkuil bij Tongeren (1238) kwamen flagellaten en bacteriën uit rottingsslik voor. In twee vennen bij Nunspeet (4898 en 4917) kwamen diverse soorten voor die zelden of nooit in Nederland waren aangetroffen.

Desmidiaceeën of sieralgen uit de Gerritsfles, Kempesfles, het Mosterdveen en enkele andere vennen bij Nunspeet werden onderzocht door Heimans (1918), Dresscher *et al.* (1952), Bouton (1988), Hoogendijk (1973), Coesel & Hoogendijk (1975), Van Geest (1987) en Van Dam & Buskens (1993). In de eerste twee vennen is de sieralgenflora na 1950 sterk verarmd door verzuring. In enkele van de vennen in het Mosterdveen en o.a. de Ossenkolk (4885) werden bijzondere soorten gevonden.

De sieralgen uit de leemputten bij Staverden werden onderzocht door Coesel (1975, 1981) en Coesel & Kooyman-van Blokland (1976). Er werden bijna 120 soorten aangetroffen, waaronder een voor de wetenschap nieuwe soort, hetgeen uniek is in Nederland. In geen enkel ven of vennencomplex komen zoveel soorten voor. Goudwieren, waarvan sommige nieuw voor de wetenschap, uit deze leemputten werden onderzocht door Ellis-Adam (1982, 1983) en Schoonoord & Ellis-Adam (1984).

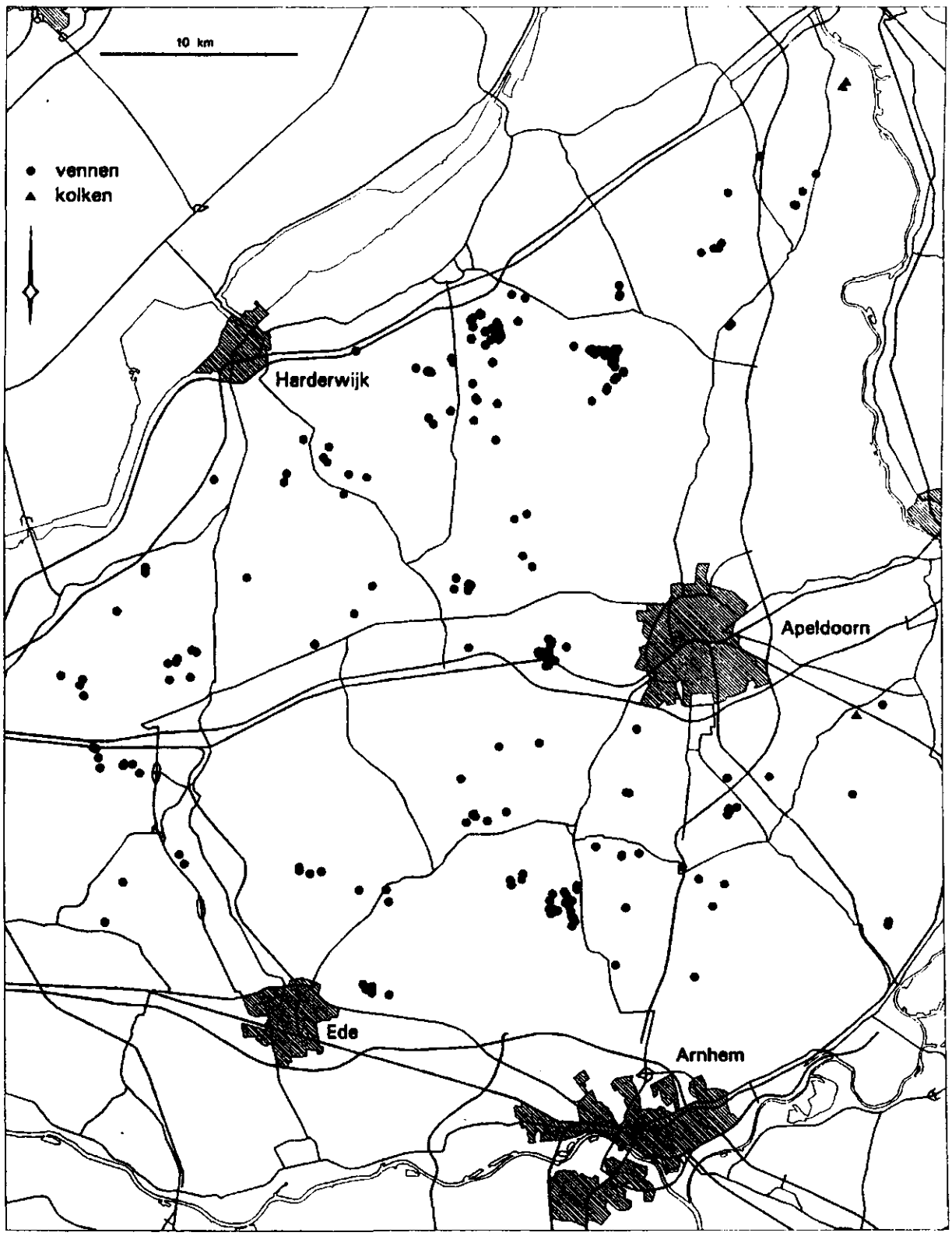
In de tachtiger jaren werden diverse inventarisaties van macrofauna in vennen en leemkuilen verricht, o.a. door Cuppen (1983, 1989). Uit de samenvatting door Awater (1990) blijkt dat de voedselarme vennen een karakteristieke levensgemeenschap hebben, die verschilt van overige wateren door het voorkomen van een groot aantal tot zuur water beperkte soorten en het ontbreken van diergroepen als slakken, bloedzuigers, kreeftachtigen etc. De mate van droogvallen is zeer goed herkenbaar in de macrofaunasamenstelling. In zwak zuur, zwak

gebufferd water treden deels andere soorten op.

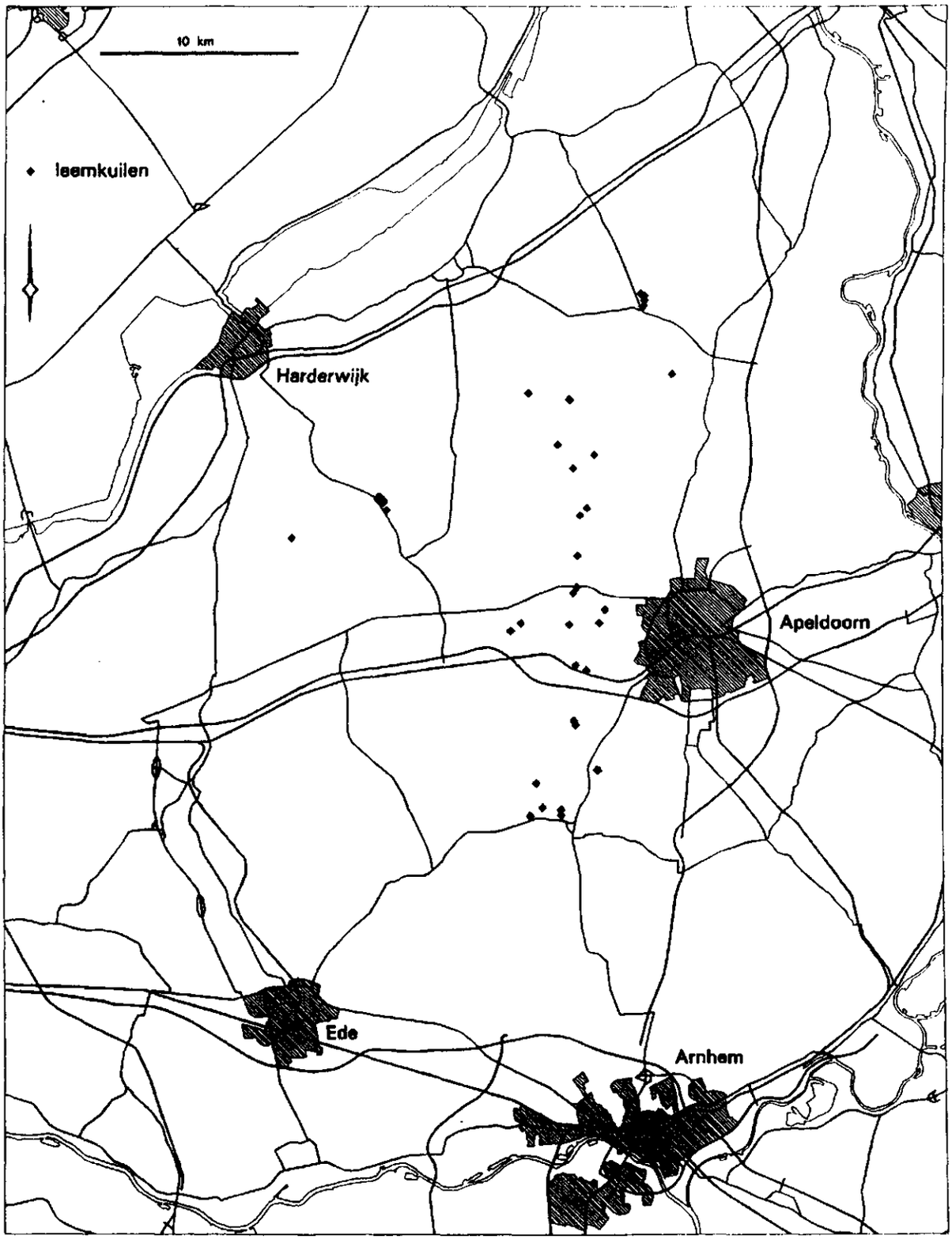
De herpetofauna van de vennen bij Nunspeet is het best ontwikkeld in vennen met geleidelijke overgangen tussen ven en omgeving, met voldoende open en relatief warm water (dus geen bos tot aan de venrand) en wordt negatief beïnvloed door het gewroet van wilde zwijnen (Heinen & Van Dijk 1986). De belangrijkste soort uit de vennen is de heikikker, die landelijk gezien steeds verder achteruit gaat (Sparreboom 1981). Door verzuring vermindert het voortplantingssucces, doordat de eieren beschimmeld raken. In diverse vennengebieden van de Veluwe werden beschimmelingspercentages in de buurt van tachtig vastgesteld. In de zwak gebufferde leemkuilen komt echter nog een goede amfibieënpopulatie voor (Van Dijk 1988, 1988, Cuppen 1989). Door bekalking van vennetjes in de Tongerense Heide daalde het beschimmelingspercentage tot (normale) waarden rond tien. Als gevolg van mineralisatie van organisch materiaal door de bekalking gingen kiezelwieren uit voedselrijk water optreden, hoewel de nutriëntenconcentraties niet meetbaar waren verhoogd (Bellemakers *et al.* 1991, Bellemakers & Van Dam 1992). Op de Hoge Veluwe worden bij diverse vennen regelmatig volwassen bruine kikkers, heikikkers en gewone padden waargenomen. Ze zetten wel eieren af, maar deze komen in het zeer zure water niet tot ontwikkeling, met uitzondering van het Ranonkelven, dat niet op de kaart staat en in het zuidelijk deel van het Deelensche Zand tegen de Heiweg ligt. Deze weg is hier tijdens de bezettingsjaren opgehoogd met hoogovenslakken. Dit verschaft voldoende buffercapaciteit om een normale ontwikkeling van de larven van salamanders, gewone pad en bruine kikker mogelijk te maken. De amfibieën planten zich ook voort in kunstmatige wateren, zoals betonnen drinkbakken en drinkvijvers die van een leembodem voorzien zijn in het gebied van de Hoge Veluwe (C.F. van de Bund, pers. meded.).

Vissen komen van nature in de zure vennen niet voor. Wel is ten behoeve van de hengelsport in sommige vennen en leemkuilen vis uitgezet, zoals in de Kreelsche Plas (8373) en het Cannenburgergat (887). De betreffende soorten zijn niet van bijzonder belang.

Uit het bovenstaande blijkt dat er in de Veluwse vennen belangrijke biologische waarden aanwezig zijn, die vooral te danken zijn aan het overheersen van de voedselarme component in het landschap. De rijkste gebieden zijn die met gradiënten, zoals het Mosterdveen. Doordat steeds weer andere groepen van organismen in steeds weer verschillende vennen zijn geïnventariseerd is er echter geen systematisch overzicht van deze biologische waarden. Tevens ontbreken systematische tijdreeksen, waaruit veranderingen, o.a. door beheersmaatregelen, in de loop der tijd goed zijn te zien. Alleen voor de Gerritsfles zijn veel gegevens bekend, terwijl ook in de Deelensche Wasch en Kempesfles een goed beeld is van de veranderingen vanaf het begin van deze eeuw, voornamelijk door verzuring. De macroflora en vooral de microflora is sterker veranderd dan de macrofauna. De drie laatstgenoemde vennen zijn van internationaal belang doordat ze deel uitmaken van een wereldwijd netwerk voor monitoring van de invloed van verzuring op oppervlaktewateren.



Figuur 7: Verspreiding van de vennen en kolken.



Figuur 8: Verspreiding van de waterhoudende leemkuilen.

3.2 Overzicht van de vennen en leemkuilen

3.2.1 Ligging en omgevingskenmerken

De nummers, namen en situering van de onderzochte wateren is aangegeven in Bijlage 1. De geografische verspreiding van de 237 vennen en 3 kolken is weergegeven in Fig. 7 en die van 41 leemkuilen in Fig. 8. De vennen komen over het hele gebied verspreid voor, maar er zijn concentraties in de boswachterij Nunspeet en het daaraan grenzende Mosterdveen, in diverse landgoederen (Welna, Tongeren) en natuurreservaten (Tongerense Heide) bij Epe, op de Asselse Heide in het Kroondomein bij Apeldoorn en op het Deelense Zand in het Nationale Park de Hoge Veluwe bij Ede. De leemkuilen liggen geconcentreerd bij Staverden en verder verspreid over de oostelijke stuwwal, noordelijk van Hoenderloo, met een kleine concentratie bij Tongeren, ten noordwesten van Epe. Het Solsche Gat bij Putten ligt geïsoleerd.

De omgevingskenmerken zijn vermeld in Bijlage 2 en samengevat in de Tabellen 6 (aantallen) en 7 (percentages). De mediane grootte van de vennen is 4 are, die van de leemkuilen 3 are. Vennen die op de topografische kaart als drasland staan vermeld zijn met grootte 0 are aangegeven. De meeste vennen hebben een grootte tussen 1 en 100 are. De Gerritsfles is met 520 are een uitschieter.

De meeste wateren (64%) zijn ongeveer rond, ellipsvormig of rechthoekig, maar onregelmatige vormen komen regelmatig (9%) voor. Ruim 80% is hydrologisch geïsoleerd en is dus niet verdrogingsgevoelig. Bij 10% is er directe verbinding met een sloot en bij 5% is er een sloot binnen 100 m van de oever, waardoor eventueel ontwatering kan optreden. Bij 4% van de vennen en 10% van de leemkuilen wordt invloed van grondwater of kwel gerapporteerd.

Veel vennen hebben meerdere vormen van bodemgebruik langs de oever. Heide komt langs 65% van de oevers voor en bos langs 45%. Het aandeel van stuifzand (1%) is nog maar zeer gering. Daarnaast komen dras-, riet- en grasland (19%) veel voor. Leemkuilen liggen vaker in het bos (84%) dan vennen. Het bodemgebruik binnen 100 meter van de oever is diverser, soms komen er akkers voor (6%) en (al of niet bemest) grasland komt bij 22% van de onderzochte wateren voor. Toch is het opmerkelijk dat nog 27% van de vennen in een geheel open halfnatuurlijk landschap van heide, stuifzand, drasland en vennen ligt; hoewel dat natuurlijk veel minder is dan in het begin van de vorige eeuw, toen het allergrootste deel van de Veluwe uit een dergelijk landschap bestond (De Man 1812).

Binnen 100 meter van 19% van de vennen en slechts 2% van de leemkuilen is geen verstoring door wegen, paden of gebouwen. Meestal zijn er onverharde wegen aanwezig. In de buurt van 12% van de wateren zijn gebouwen.

Het ligt voor de hand dat vennen een zand- en/of veenbodem hebben en leemkuilen een le(e)m(ige) bodem.Toch worden er nog drie leemkuilen met een

Tabel 6: Omgevingskenmerken (aantallen) per watertype. V = vennen, L = leemkuilen, K = kolken, T = totaal.

Oppervlakte (are) #	V	L	K	T
0	40	2	0	42
1	17	5	0	22
2-4	70	20	0	90
5-9	36	9	0	45
10-19	30	3	1	34
20-49	28	2	2	32
50-99	14	0	0	14
100-199	2	0	0	2
200-499	0	0	0	0
500-1000	1	0	0	1

Oppervlakte	V	L	K	T
diaan:	4	3	34	4

Vorm #	V	L	K	T
ringvorm	3	0	0	3
driehoek	13	0	1	14
rond / ellips	76	18	0	94
h. maan	3	0	0	3
langwerp.	52	11	0	63
nierv.	6	2	0	8
halterv.	3	1	0	4
onregelm.	25	0	2	27
rechthoek	20	6	0	26
hoefijzerv.	1	0	0	1
onbekend	36	3	0	39

Hydrologie #	V	L	K	T
kwel	3	0	0	3
sloot 100 m	14	0	0	14
grondwater	6	4	0	10
sloot	26	1	1	28
geïsoleerd	193	36	2	231

Landgebruik aan oever #	V	L	K	T
stuifzand	3	0	0	3
heide	156	15	0	171
dras, riet	19	0	0	19
naaldbos	47	12	1	60
gem. bos	18	8	2	28
loofbos	41	14	1	56
gras	25	3	1	29
kampeer	2	0	0	2
erf, tuin	3	0	0	3
akker	1	0	0	1

Alleen heide, stuifzand. dras of meertje #	V	L	K	T
	65	0	0	65

Landgebruik binnen 100m van oever #	V	L	K	T
meertje	85	10	0	95
stuifzand	6	0	0	6
heide	184	23	2	209
dras, riet	28	0	0	28
naaldbos	112	29	1	142
gem. bos	26	8	2	36
loofbos	64	21	1	86
gras	54	8	2	64
akker	15	2	0	17
kampeer	8	0	0	8
erf, tuin	4	0	0	4

Verstoring #	V	L	K	T
geen	45	1	0	46
pad	43	4	2	49
onv. weg	160	39	3	202
halfv. weg	18	4	0	22
verh. weg	35	4	1	40
opstallen	29	5	0	34

Gemeenten #	V	L	K	T
Apeldoorn	58	17	1	76
Barneveld	16	0	0	16
Brummen	3	0	0	3
Ede	46	3	0	49
Epe	37	11	0	48
Ermelo	10	7	0	17
Hattem	0	0	1	1
Heerde	8	0	0	8
Nunspeet	41	2	0	43
Nijkerk	8	0	0	8
Putten	6	1	0	7
Renswoude	1	0	0	1
Rozendaal	1	0	0	1
Scherpenzeel	1	0	0	1
Voorst	1	0	1	2

Slibdikte #	V	L	K	T
onbekend	159	21	2	182
aanwezig	30	4	1	35
dun	14	1	0	15
matig	6	6	0	12
dik	20	3	0	23
zeer dik	9	6	0	15

Bodem #	V	L	K	T
zand	73	3	1	77
zand/leem	4	5	0	9
zand/veen	5	0	0	5
veen	1	0	0	1
leem	0	10	0	10
onbekend	155	23	2	180

Humus #	V	L	K	T
kleurloos	16	1	1	18
lichtbruin	11	1	0	12
bruin	28	3	0	31
donkerbruin	6	0	0	6
bruingeel	0	1	0	1
geelgroen	2	0	0	2
onbekend	175	35	2	212

Tabel 7: *Omgevingskenmerken (percentages) per watertype. V = vennen, L = leemkuilen, K = kolken, T = totaal*

Oppervlakte (are) %	V	L	K	T
0	17	5	0	15
1	7	12	0	8
2-4	29	49	0	32
5-9	15	22	0	16
10-19	13	7	33	12
20-49	12	5	67	11
50-99	6	0	0	5
100-199	1	0	0	1
200-499	0	0	0	0
500-1000	0	0	0	0

Vorm %	V	L	K	T
ringvorm	1	0	0	1
driehoek	5	0	33	5
rond / ellips	32	44	0	33
h. maan	1	0	0	1
langwerp.	22	27	0	22
nierv.	3	5	0	3
halterv.	1	2	0	1
onregelm.	11	0	67	10
rechthoek	8	15	0	9
hoefijzerv.	0	0	0	0
onbekend	15	7	0	14

Hydrologie %	V	L	K	T
kwel	1	0	0	1
sloot 100 m	6	0	0	5
grondwater	3	10	0	4
sloot	11	2	33	10
geïsoleerd	81	88	67	82

Landgebruik aan oever %	V	L	K	T
stuifzand	1	0	0	1
heide	66	37	0	61
dras, riet	8	0	0	7
naaldbos	20	29	33	21
gem. bos	8	20	67	10
loofbos	17	34	33	20
gras	11	7	33	10
kampeer	1	0	0	1
erf, tuin	1	0	0	1
akker	0	0	0	0

Alleen heide, stuifzand. dras of meertje %	V	L	K	T
	27	0	0	23

Landgebruik binnen 100m van oever %	V	L	K	T
meertje	36	24	0	34
stuifzand	3	0	0	2
heide	77	56	67	74
dras, riet	12	0	0	10
naaldbos	47	71	33	50
gem. bos	11	20	67	13
loofbos	27	51	33	30
gras	23	20	67	23
akker	6	5	0	6
kampeer	3	0	0	3
erf, tuin	2	0	0	1

Verstoring %	V	L	K	T
geen	19	2	0	16
pad	18	10	67	17
onv. weg	67	95	100	72
halfv. weg	8	10	0	8
verh. weg	15	10	33	14
opstallen	12	12	0	12

Gemeenten %	V	L	K	T
Apeldoorn	24	41	33	27
Barneveld	7	0	0	6
Brummen	1	0	0	1
Ede	19	7	0	17
Epe	16	27	0	17
Ermelo	4	17	0	6
Hattem	0	0	33	0
Heerde	3	0	0	3
Nunspeet	17	5	0	15
Nijkerk	3	0	0	3
Putten	3	2	0	2
Renswoude	0	0	0	0
Rozendaal	0	0	0	0
Scherpenzeel	0	0	0	0
Voorst	0	0	33	1

Slibdikte %	V	L	K	T
onbekend	67	51	67	65
aanwezig	13	10	33	12
dun	6	2	0	5
matig	3	15	0	4
dik	8	7	0	8
zeer dik	4	15	0	5

Bodem %	V	L	K	T
zand	31	7	33	27
zand/leem	2	12	0	3
zand/veen	2	0	0	2
veen	0	0	0	0
leem	0	24	0	4
onbekend	65	56	67	64

Humus %	V	L	K	T
kleurloos	7	2	33	6
lichtbruin	5	2	0	4
bruin	12	7	0	11
donkerbruin	3	0	0	2
bruingeel	0	2	0	0
geelgroen	1	0	0	1
onbekend	74	85	67	75

zandbodem opgegeven.

3.2.2 Beïnvloeding en beheer

De in de literatuur gerapporteerde beïnvloeding en beheer van de wateren is volledig opgesomd in Bijlage 3. Tabel 8 geeft hiervan een samenvatting. Het percentage wateren waarvan in dit opzicht iets bekend is bedraagt in de perioden 1901-1945, 1946-1970, 1971-1984 en 1984-1994 respectievelijk 1, 9, 18 en 27%, zodat de gegevens zeer onvolledig zijn. Dit is bij de interpretatie van belang. Het is daardoor ook niet zinvol om verschillen tussen perioden te traceren. Daarom zijn in Tabel 8 alleen de totalen over alle perioden vermeld. Hierbij zijn verschillende vermeldingen van dezelfde beïnvloeding of maatregel in dezelfde periode als één vermelding genomen.

De meest voorkomende beïnvloeding (68 gevallen) is betreding, al of niet per paard. Dit geeft aan dat er een zware recreatiedruk is op sommige vennen. Daarop volgt met 59 gevallen het gebruik als drink- of zoelplaats door het wild, meestal wilde zwijnen. Andere, bij grote intensiteit voor de natuur vaak schadelijke invloeden, zoals schaatsen, zwemmen, uitzetten van vis en gebruik als eendenvijver of jachtplasje worden 28 maal gerapporteerd. In relatief veel gevallen (37) wordt er uitdrukkelijk vermeld dat de wateren niet toegankelijk zijn of dat er weinig invloed van het publiek valt te bespeuren. Doelbewust uitgevoerde beheersmaatregelen voor het verwijderen van organisch materiaal (kappen, plaggen, verwijderen van planten zoals veenmos, baggeren, uitdiepen) worden in 69 gevallen genoemd. Recent zijn 12 vennen bemergeld als maatregel tegen verzuring.

Naast de in Tabel 8 genoemde beïnvloedingen werden betrekkelijk weinig nog genoemd: beschadiging oerbank door wilde zwijnen of vergravingen, drenkplaats voor schapen, begrazing door koeien, uitlaten van honden, turfsteken, aanplant van rhododendrons om het ven, opzetten of verlagen van de waterstand.

Sommige vennen werden in het verleden gebruikt om jaarlijks in juni de schapen te wassen, dit is o.a. bekend van de Deelense Was, de Gerritsfles en de Waskolk bij Nunspeet (Heldring & Haasloop Werner 1845, Van Dam 1987) en is fraai te zien op een foto in Schimmel (1976). Het wassen van schapen veroorzaakt een stijging van het nutriëntengehalte, de alkaliniteit en de pH (Van Dam 1987). De Deelensche Wasch is in de vorige eeuw vergraven, waarschijnlijk om het ven beter als wasplaats geschikt te maken (S. van der Werf, pers. meded.).

3.2.3 Fysische en chemische gegevens

De kwalitatieve fysische gegevens zijn samengevat in de Tabellen 6 en 7. Van de meeste wateren (64%) is onbekend of er al of niet een sliblaag aanwezig is. In 12% wordt de aanwezigheid van slib gerapporteerd en in 13% van de

gevallen wordt deze als dik tot zeer dik beoordeeld, met name bij leemkuilen, waar de bomen vaak tot aan de rand van het water staan, en waar zich bladeren in ophopen. Van 73% van de wateren is het humusgehalte onbekend. Van de wateren waarvan dit wel bekend is heeft ongeveer de helft sterk humeus (bruin tot donkerbruin) en ongeveer de helft zwak humeus (kleurloos tot lichtbruin) water.

De in de literatuur gevonden kwantitatieve gegevens zijn volledig opgenomen in Bijlage 4 en samengevat per periode en watertype in Tabel 9. Als laatste kolom is hierin het aantal analyses van ammonium opgenomen. Omdat ammonium bijna altijd samen met andere variabelen wordt bepaald is dit een goede indicatie voor het aantal beschikbare analyses van de andere variabelen. Er zij hier, wellicht ten overvloede, nog opgewezen dat als analyse hier het periodegemiddelde per waterlichaam geldt.

Van de periode 1901-1945 zijn geen chemische analyses bekend, behalve uit de Gerritsfles (Van Dam & Buskens 1993), maar die is hier niet bij betrokken. Uit de periode 1946-1970 zijn te weinig analyses bekend om uitspraken te kunnen doen over veranderingen ten opzichte van volgende perioden. In de periode 1971-1984 zijn veel analyses gedaan in de vennen, maar nog slechts weinig in de leemkuilen. De meeste analyses dateren uit de periode 1985-1994, maar ook dan nog zijn er nog gegevens van slechts 16% van de vennen en 24% van de leemkuilen.

Zoals te verwachten valt zijn de vennen zuur. De mediane samenstelling komt goed overeen met die van verzuurde vennen in Nederland (Maenen 1987, Van Dam & Buskens 1993), maar het ammoniumgehalte is aan de lage kant, vergeleken met dat van diepere vennen, zoals Achterste Goorven, Gerritsfles en Kliplo, waar gemiddelden tussen 0,7 en 2,5 mg/l NH_4-N werden gemeten. In de ondiepe vennetjes van de Tongerense Heide werden eveneens lage ammoniumconcentraties gemeten (Bellemakers *et al.* 1991, Bellemakers & Van Dam 1991). Wellicht is dit een gevolg van voortdurende nitrificatie en denetrificatie bij de wisselende waterstand. De leemkuilen onderscheiden zich van de vennen door hogere waarden voor pH, calcium en alkaliniteit. Dankzij het wat kalkrijkere uitgangsmateriaal zijn de leemkuilen nog zwak gebufferd. In de enige onderzochte kolk komen nog hogere waarden voor deze variabelen voor, maar desalniettemin is deze nog als zwak gebufferd te beschouwen. Uit het verschil in totaal fosfaat met de vennen blijkt het voedselrijkere karakter van de leemkuilen.

In Figuur 9 zijn voor de verschillende variabelen de minima, medianen en maxima van de vennen in de perioden 1971-1984 en 1985-1994 uitgezet, naast die van de leemkuilen uit de laatste periode. Het scheve karakter van de verdelingen blijkt uit de weinig centrale plaats van de medianen. De spreiding binnen de perioden is zeer groot, waardoor het niet waarschijnlijk is dat er significante veranderingen in de loop der tijd kunnen worden geconstateerd. Toch kan het zinvol zijn deze veranderingen nader te onderzoeken. Zo is de mediaan van sulfaat in de vennen van de periode 1971-1984 tot 1985-1994 afgenomen van 18 tot 9 mg/l. Dit is goed in overeenstemming met de significante daling van

Tabel 8: Aantal malen dat beheersmaatregelen per watertype zijn gerapporteerd. V = vennen, L = leemkuilen, K = kolken, T = totaal.

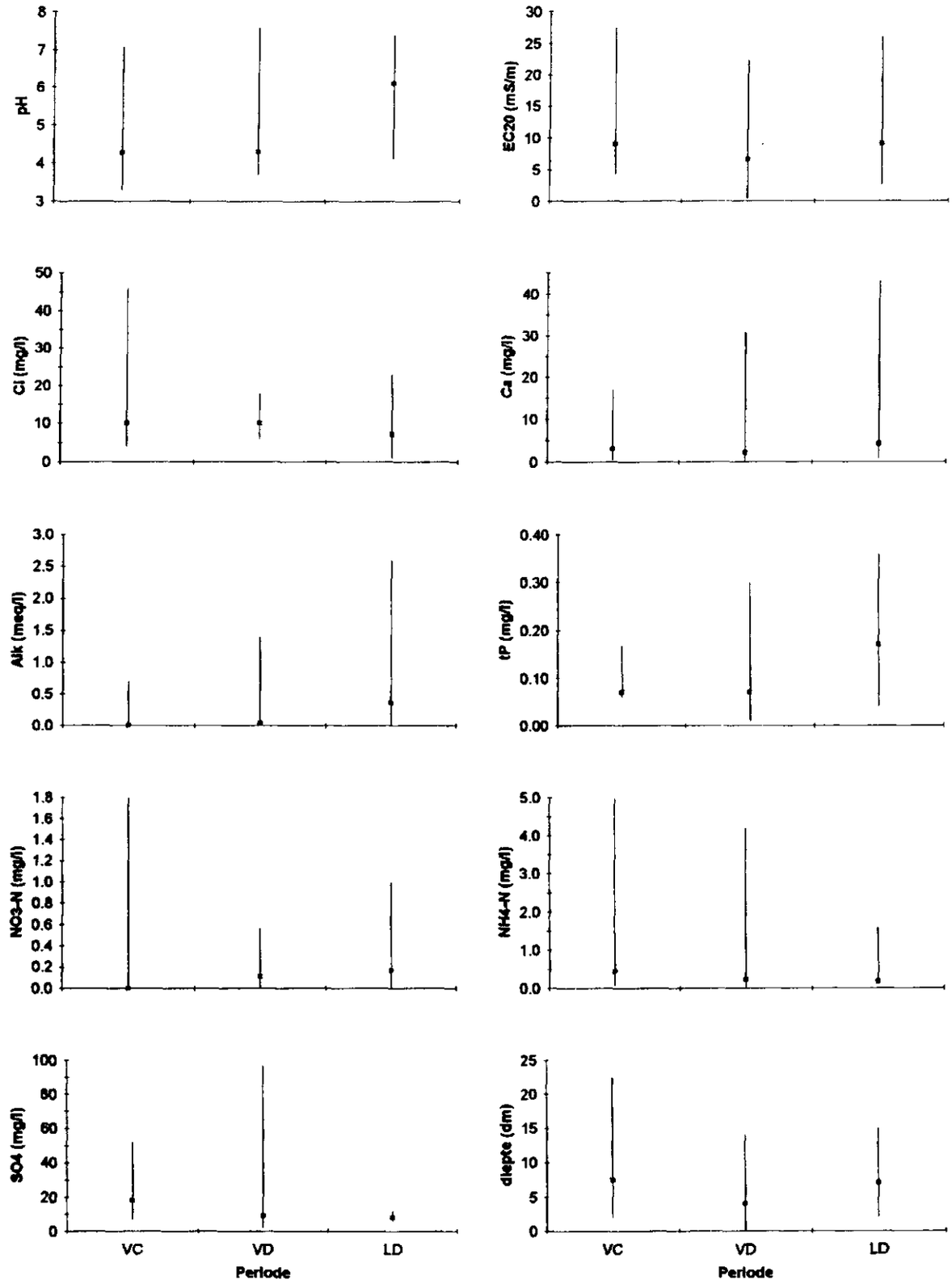
	V	L	K	T
afgesloten en weinig recreatie	32	5	0	37
betreding, ruiters	51	15	2	68
kappen opslag	8	1	0	9
plaggen	14	4	0	18
planten verwijderen	16	0	0	16
baggeren, uitdiepen	22	4	0	26
schaatsen	5	0	0	5
zwemmen	9	0	1	10
wilddrinkplaats / zoelen	41	18	0	59
eendenvijver, jacht	8	1	0	9
uitzetten vis	3	1	0	4
bemergeling	12	0	0	12

Tabel 9: Overzicht van de medianen van fysische en chemische variabelen. Periode A: 1901 - 1945, B: 1946 - 1970; C: 1971 - 1984, D: 1985 - 1994.

Watertype	Periode	pH -	EC20 mS/m	Cl mg/l	Ca mg/l	Alk meq/l	tP mg/l	NO_3-N mg/l	NH_4-N mg/l	SO_4 mg/l	diepte dm	aantal monsters NH_4
Vennen	B	4.2	8.0	14	6.0	0.03	-	0.02	0.38	13.5	6	2
	C	4.3	9.0	10	3.0	0.00	0.07	0.00	0.44	18.0	8	37
	D	4.3	6.6	10	2.1	0.03	0.07	0.11	0.23	9.0	4	38
	A-D	4.3	7.0	10	2.5	0.03	0.07	0.06	0.31	14.0	5	77
Leemkuilen	B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-
	C	5.0	8.3	7	7.5	0.16	-	0.00	0.09	7.0	8	3
	D	6.1	9.0	7	4.2	0.36	0.17	0.17	0.17	8.0	7	10
	A-D	6.0	8.9	7	4.8	0.31	0.17	0.15	0.16	8.0	7	13
Kolken	B	-	-	22	-	-	-	-	-	-	25	-
	C	7.1	16.5	19	17.0	0.70	-	0.05	0.66	20.0	-	1
	D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	A-D	7.1	16.5	21	17.0	0.70		0.05	0.66	20.0	25	1
Totaal	B	4.2	8.0	16	6.0	0.03	-	0.02	0.38	13.5	6	2
	C	4.3	8.9	10	3.0	0.00	0.07	0.00	0.39	18.0	8	41
	D	4.4	6.8	9	2.2	0.07	0.11	0.13	0.20	8.0	5	48
	A-D	4.3	7.5	10	2.6	0.03	0.09	0.07	0.26	12.0	6	91

Tabel 10: Overzicht van medianen van fysische en chemische variabelen in vennen (1971 - 1994) uitgesplitst naar beheersmaatregel (n = aantal waarnemingen).

	pH		EC20		Cl		Ca		Alk		tP		NO_3-N		NH_4-N		SO_4		diepte	
	-	n	mS/m	n	mg/l	n	mg/l	n	meq/l	n	mg/l	n	mg/l	n	mg/l	n	mg/l	n	dm	n
afgesloten en weinig recreatie	4.1	27	6.8	21	10.0	16	2.4	16	0.02	15	0.05	5	0.00	15	0.17	16	18	16	6	26
betreding, ruiters	4.4	29	7.0	25	9.6	20	2.5	21	0.02	21	0.11	10	0.08	21	0.32	21	14	20	7	26
kappen opslag	4.6	4	5.3	4	9.2	4	2.0	4	0.15	4	0.08	4	0.03	4	0.06	4	6	4	4	5
plaggen	4.3	10	6.4	10	12.5	4	3.0	4	0.08	4	0.11	4	0.14	4	0.10	4	8	4	4	7
planten verwijderen	4.5	7	5.3	7	10.0	7	3.3	7	0.03	7	0.08	6	0.08	7	0.31	7	7	7	4	9
baggeren, uitdiepen	4.3	15	6.7	15	11.0	9	3.3	9	0.09	9	0.10	7	0.08	9	0.20	9	8	9	5	13
schaatsen	4.3	4	7.7	4	11.0	3	2.5	3	0.00	3	0.17	2	0.08	3	0.93	3	8	3	10	4
zwemmen	4.4	7	9.0	7	10.0	7	3.3	7	0.03	7	0.06	4	0.07	7	0.32	7	16	7	10	6
wilddrinkplaats / zoelen	4.2	23	5.9	22	10.0	11	2.3	11	0.03	10	0.11	7	0.08	11	0.25	11	9	11	5	22
eendenvijver, jacht	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0
uitzetten vis	5.0	1	8.9	1	-	0	-	0	0.07	1	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0
bemergeling	4.2	9	4.4	9	10.0	5	3.0	5	0.03	5	0.02	4	0.12	5	0.19	5	6	5	4	9



Figuur 9: Spreiding (verticale lijnen) en medianen (punten) van de kwantitatieve fysische en chemische gegevens in de vennen, periode 1971-1984 (VC), periode 1985-1994 (VD) en leemkuilen periode 1985-1994 (LD).

sulfaat in de Gerritsfles (Figuur 5) en andere Nederlandse vennen, waaronder Deelensche Wasch en Kempesfles (AquaSense TEC). Deze daling is mede gevolg van de dalende atmosferische depositie van zwavelverbindingen (Erisman 1992).

Bij de vennen in het Mosterdveen die door grondwater worden gevoed bleek het elektrisch geleidingsvermogen en de concentraties van ionen als sulfaat, chloride, calcium en magnesium hoger dan in de vennen die (bijna) uitsluitend door regenwater worden gevoed (Giesberts & Olthof 1994, Drenth 1994).

In Tabel 10 zijn voor de vennen de medianen van fysisch-chemische variabelen per beheersmaatregel vermeld. De vennen die ontoegankelijk zijn of waar weinig recreatie is, zijn het sterkst verzuurd, zoals blijkt uit de lage pH (4,1), lage alkaliniteit (0,02 meq/l) en hoge sulfaatconcentraties (18 mg/l). Het nitraatgehalte is er zeer laag (0,00 mg/l). Het lijkt erop dat bij betreding door voetgangers en paarden wat hogere concentraties (0,11 mg/l) fosfaat voorkomen dan in de relatief onbeïnvloede vennen (0,05 mg/l). In de vennen waar opslag is verwijderd is de alkaliniteit relatief hoog (0,15 mg/l). Mogelijk komt dit doordat in een van deze vennen relatief basisch grondwater komt (Heide bij Hoef) en in een ander intensief wordt gezoeld (Kempesfles). In de vennen waar geplagd is komen hoge nitraatconcentraties (0,14 mg/l) voor. Het schaatsen geschiedt, evenals zwemmen, in relatief diepe (10 dm) vennen en leidt tot eutrofiëring, gezien de hoge concentraties van fosfaat (0,17 mg/l) en ammonium (0,93 mg/l) en de verhoging van nitraat ten opzichte van de weinig beïnvloede vennen. Ook in vennen waar de wilde zwijnen zoelen is de fosfaatconcentratie (0,11 mg/l) hoger dan in de onbeïnvloede (0,05 mg/l) vennen. Het ven waarin vis is uitgezet heeft een relatief hoge (maar voor een gezonde visstand veel te lage) pH van 5.0 en een hoog geleidingsvermogen (8,9 mS/m). Het is moeilijk om een oordeel te geven over de bemergelde vennen omdat in diverse gevallen de chemische analyse eerder is geschied dan de bemergeling, b.v. in de Asselse Heide. In tegenstelling tot de verwachting zijn het elektrisch geleidingsvermogen 4,4 mS/m) en het fosfaatgehalte (0,02 mg/l) er hoger dan in de afgesloten vennen met weinig recreatie, terwijl het nitraatgehalte hoog is (0,12 mg/l).

Voor de leemkuilen en kolken zijn er te weinig waarnemingen om ze op een vergelijkbare manier uit te splitsen.

3.3 Biotische karakteristieken

In Tabel 11 is het percentage wateren per periode vermeld, waarvan gegevens over de plantengroei werden gevonden. Tussen 1900 en 1995 werd van ongeveer de helft van de wateren gegevens aangetroffen, maar vooral uit de eerste helft van de eeuw zijn de gegevens uitermate schaars. Bij de vennen neemt het aantal wateren met gegevens toe tot 31% in de meest recente periode. Van 3% van de vennen zijn van alle vier onderscheiden perioden gegevens bekend en van 6% zijn er gegevens uit drie perioden (Bijlage 5). Van de leemkuilen zijn de oudste gegevens uit 1963. De aanvankelijke achterstand

Tabel 11: Percentage wateren waarvan gegevens omtrent de plantengroei aanwezig is (V = vennen, L = leemkuilen, K = kolken, T = alle wateren).

Periode	V	L	K	T
1901 - 1945	3	0	0	3
1946 - 1970	18	2	33	19
1971 - 1984	23	17	67	26
1985 - 1994	31	54	0	42
1901 - 1994	47	54	100	56

op de vennen is in de meest recente periode omgezet in een voorsprong. Van de kolken zijn van 100% gegevens bekend, maar deze zijn daarop speciaal geselecteerd. Overigens loopt de aard van de gegevens zeer sterk uiteen: van vermeldingen van een enkele zeer algemene of juist zeldzame soort (hetgeen in een aantal gevallen voldoende is om een vegetatietype toe te wijzen) tot uitgebreide floristische inventarisaties of vegetatiekarteringen.

De oppervlakte van de meeste vennen is klein. Aangezien er een duidelijke negatieve relatie is tussen de venoppervlakte en het aantal daarin voorkomende plantesoorten betekent dit dat de diversiteit van plantesoorten in de meeste Veluwse vennen niet hoog kan zijn. In vennen die ver van andere vennen zijn verwijderd, zoals veel van de Veluwse vennen, is het aantal plantesoorten nog lager dan in vennen die dichtbij andere vennen liggen (Biere *et al.* 1983). De aard van ons basismateriaal staat onderbouwing van deze stelling helaas niet toe.

3.3.1 Rode-Lijst- en doelsoorten

De verspreiding van bijzondere soorten (13 soorten van de Rode Lijst en van natuurdoeltypen) en nog 2 karakteristieke soorten is vermeld in Tabel 12. Hierin zijn eerst de soorten uit voedselarme tot matig voedselrijke venen en vervolgens die uit zwak gebufferde wateren genoemd. Met name de soorten uit de venen stellen vaak hoge eisen aan de waterhuishouding (Aggenbach & Jalink, in druk), vooral met betrekking tot de constantie van het waterpeil.

De meest voorkomende soort (37 vindplaatsen) is de bruine snavelbies, die vooral op de Noord-Veluwe veel is aangetroffen, met name in het Kroondomein (Asselse Heide, De Bieze), bij Epe en in het Mosterdveen. In de talrijke vennen op de Hoge Veluwe komt de soort in verhouding weinig voor. De vennen in het Mosterdveen zijn rijk aan bijzondere soorten; in het Andromedaven zijn er tussen 1943 en 1994 zelfs 9 aangetroffen. Ook in de overige vennen bij Nunspeet komen veel bijzondere soorten voor. De soorten uit zwakgebufferde wateren werden slechts weinig gevonden. De drijvende egelskop, die in dit opzicht nog enigszins marginaal is, werd nog het meest aangetroffen. Er zijn enkele klassieke groeiplaatsen op de Veluwe, zoals de Waschkolk bij Nunspeet (sinds 1917) en de Gerritsfles (sinds 1922). Deze soort komt typisch voor in niet al te zure,

Tabel 12: Overzicht van de vindplaatsen van Rode Lijst-soorten (*), doelsoorten (*) en enkele overige karakteristieke soorten. Elke vindplaats is aangeduid met nummer en naam. De letter geeft de periode aan (A = 1901-1945; B = 1946-1970; C = 1971 - 1984; D = 1985 - 1994).

***Veenmoszegge**	
4881D	Andromedaven
***Veenbloembies**	
4879B	Mosterdveen (ven 5, F)
4881ABCD	Andromedaven (Most.v. 30, C)
Draadzegge	
2295C	Ven in de Poll
4878BCD	Platte Veentje (Most.v.6, A)
4879BCD	Mosterdveen (ven 31, D)
4880D	Mosterdveen (G, Witte Klap)
4881ACD	Andromedaven (Most.v.30, C)
4885BC	Ossenkolk ven 8
4887D	Mosterdveen (ven E)
4910C	Waschkolk
4917C	Ronde Huisven N (Vak 65)
4920C	Zandenbosven-W (Vak 66)
5291B	Lijmgat
9622B	Smidsplas
***Eenarig wollegras**	
732D	Kootwijkerveen
902CD	Eenarig Wollegrasven
1211D	Ven Van Manenpad/ven 1
2295C	Ven in de Poll
4879C	Mosterdveen (ven 31, D)
4880B	Mosterdveen (G, Witte Klap)
4885C	Ossenkolk ven 8
4887D	Mosterdveen (ven E)
4889D	Mosterdv. (ven B, zwemplas)
7092AB	Ven ten O. van Dusschoten
9620BD	Kempflesch
Lavendelheide	
4877CD	Mosterdveen (ven 5, F)
4880BCD	Mosterdveen (G, Witte Klap)
4881ABCD	Andromedaven (Most.v. 30, C)
4885BCD	Ossenkolk ven 8
7092ABC	Ven ten O. van Dusschoten
9639D	IJzeren Man
9644BCD	Andromedafles
9651D	Ven op Hoge Veluwe
***Beenbreek**	
6587D	Ven op Asselse Hei
732D	Kootwijkerveen
743D	De Bieze-W
4877CD	Mosterdveen (ven 5, F)
4880B	Mosterdveen (G, Witte Klap)
4887D	Mosterdveen (ven E)
4889D	Mosterdv. (ven B, zwemplas)
5292B	Ven op Appelsche Heide
5294C	Ven in de Bunt-midden
7430B	Gerritsfles
9639D	IJzeren Man
9640BD	IJzeren Man
9649B	Wolfskuilen
9653BD	Zuidfles
***Bruine snavelbies**	
670D	Ven op Asselse Hei
674D	Ven op Asselse Hei
675D	Ven op Asselse Hei
677D	Ven op Asselse Hei
678D	Ven op Asselse Hei
741D	De Bieze-midden
743D	De Bieze-W
899BC	Kikkersgat
902CD	Eenarig Wollegrasven
***Bruine snavelbies (vervolg)**	
903C	Vlakven
904C	Ven 1 km ten W Heerderstrand
1211CD	Ven Van Manenpad/ven 1
1215D	Ven Van Manenpad/ven 5
1217D	Drasse plek bij Duiveland
1221D	Ven Van Manenpad/ven 11O
1222D	Ven Van Manenpad/ven 12
1223D	Ven Van Manenpad/ven 13
4870C	Put 7 Staverden (Pingoven)
4876C	Zuidelijk ven Speulderveld
4877CD	Mosterdveen (ven 5, F)
4878BCD	Platte Veentje (Most.v.6, A)
4879BCD	Mosterdveen (ven 31, D)
4885C	Ossenkolk ven 8
4888D	Mosterdveen (ven H)
4898AC	Ronde Huisven-Z (Vak 63)
4916A	Mythsteeven
4923C	Ven op Landgoed Weina
4931CD	Ven 8 op Landgoed Tongeren
4932D	Ven 5 op Landgoed Tongeren
4937D	Ven 3 op Landgoed Tongeren
5281A	Ven in Heide bij Hoef
9622B	Smidsplas
9643B	Ven met de Punt (Oostfles)
9645D	Berg en Dal
9648B	Zandflesch
9653BD	Zuidfles
9660B	Ven in Klein Zwitserland
***Drijvende egelskop**	
875C	Salamandergat
4880D	Mosterdveen (G, Witte Klap)
4881BD	Andromedaven (Most.v. 30, C)
4885C	Ossenkolk ven 8
4889BCD	Mosterdv. (ven B, zwemplas)
4910CD	Waschkolk
7430ABCD	Gerritsfles
***Duizendknoopfonteinkruid**	
875C?D	Salamandergat
4874D	Leemput 4 bij Staverden
4881CD	Andromedaven (Most.v. 30, C)
5281A	Ven in Heide bij Hoef
***Vlottende bies**	
741D	De Bieze-midden
4791D	Watergraafsmeertje
4871BD	Leemput 1 bij Staverden
4874D	Leemput 4 bij Staverden
4886D	Greespiek (Elsp. Hei 20 MT)
7430A	Gerritsfles
***Drijvende waterweegbree**	
265C	Daendelskolkje
878D	Ruetbron
7430A	Gerritsfles
887BD	Cannenburgergat
***Oeverkruid**	
265BC	Daendelskolkje
9643B	Ven met de Punt (Oostfles)
***Waterlobelia**	
7430A	Gerritsfles
***Kleinste egelskop**	
1238BCD	De Leemkuil bij Tongeren
4880D	Mosterdveen (G, Witte Klap)

voedselarme tot matig voedselarme vennen in de buurt van stuifzanden. De soort komt op een niet al te dikke sliblaag voor, die regelmatig moet worden verstoord (Van der Voo 1973). De soort nam toe toen experimenteel bagger uit de Gerritsfles werd verwijderd (Van Dam & Buskens 1993). De drijvende waterweegbree is thans gebonden aan leemkuilen en kwam in de Gerritsfles voor toen deze nog als schapenwas werd gebruikt.

Het aantal bijzondere soorten per periode per water ligt tussen 0 en 6; het gemiddelde is 0,49.

3.3.2 Vegetatietypen

De belangrijkste milieuvariabelen voor de plantengroei van vennen die niet worden verstoord door verdroging en eutrofiëring zijn de hoogte van de waterstand en de fluctuaties daarvan. Verreweg de meerderheid van de Veluwse vennen is van nature zuur, vanwege de aard van de ondergrond.

In ondiepe, periodiek droogvallende vennen met sterk wisselende waterstand (z.g. halfvennen) is het pijpestrootje (type **P**) verreweg dominant, soms vergezeld van wat veenmos of knolrus. Wanneer de schommelingen van de waterstand minder extreem zijn, gaan vooral langs de oever al gauw snavelzegge en veenpluis optreden. Deze 'basiscombinatie' (type **B**) kan in bijna alle typen vennen, behalve de meest geëutrofieerde, voorkomen. Als waterplanten komen vaak slechts waterveenmos en knolrus, in bescheiden hoeveelheden, voor.

In vennen met relatief geringe peilfluctuaties (< ca 0,5 m) kan hoogveenvorming optreden. Door de groei van waterveenmos ontstaat een tapijt (trilveen) van levend plantenmateriaal. Zodra dit boven water uitkomt verschijnen andere soorten veenmossen, witte snavelbies, zonnedauwsoorten (type **D**) en veenpluis. Door de groei van bultvormende veenmossen ontstaat een afwisseling van bult- en slenkvegetaties. De bulten worden geheel afhankelijk van het regenwater en daardoor voedselarmer dan de omringende slenken. Karakteristiek zijn soorten als kleine veenbes, lavendelheide en op de overgang van bult naar slenk eenarig wollegras (type **H**).

In vennen met toestromend grondwater of toevoer van stuivend zand vindt een vergelijkbare successie plaats, maar de soortenrijkdom is meestal groter. Door de grotere beschikbaarheid van mineralen en de onder invloed daarvan grotere afbraak van organisch materiaal komen in het eerste verlandingsstadium ook soorten voor als waterdrieblad en in ondiepere delen ook draadzegge (type **O**). In de wat hogere delen komt ook vaak beenbreek (type **H**) voor, die overigens ook vaak indicatief is voor de aanvoer van horizontaal toestromend, met mineralen verrijkt grondwater. Eveneens in de contactzone van toestromend ondiep grondwater en ombrotroof (uitsluitend door regenwater gevoed) veenwater ligt het optimale milieu voor veenbloembies en veenmoszegge (type **L**).

In de geïsoleerde Veluwse vennen zijn soorten van minerale bodem en een zwak gebufferde waterlaag uit het oeverkruidverbond en in het bijzonder isoëtiden

(type Z) altijd zeldzaam geweest. In de atlas van de Nederlandse flora (Mennema *et al.* 1980, 1985) worden biesvarens niet van de Veluwe vermeld. Daarvoor zijn de vennen niet diep genoeg. Biesvarens kwamen niet in Gelderland voor (Thijsse 1926). Waterlobelia kwam vroeger op enkele plaatsen in de Gelderse Vallei voor, o.a. in het Aanschotergat en het Grijze Veen bij Voorthuizen, waar ook andere soorten uit het oeverkruidverbond werden gevonden (Tideman 1943, Smits & Tromp 1988) en op de hogere gronden van de Veluwe o.a. in de relatief diepe en destijds zwak gebufferde Gerritsfles (Van Dam & Buskens 1993). Binnen de gemeente Apeldoorn kwam de soort niet voor (Kok Ankersmit 1879). In de studie van Schoof-van Pelt (1973) over de verspreiding en ecologie van het oeverkruidverbond zijn slechts zeer weinig opnamen van Veluwse vennen te vinden, in tegenstelling tot Noord-Brabant, Noord-Limburg en Twenthe. De meeste van deze opnamen betreffen dan nog een betrekkelijk wijd verspreide associatie, die van de veelstengelige waterbies, die meer dan andere gemeenschappen uit het oeverkruidverbond bestand is tegen grote schommelingen in de waterstand (Schoof-van Pelt (1973). Oeverkruid is hoogstens op enkele tientallen plaatsen gevonden (Arts *et al.* 1989, Mennema *et al.* 1985). Recent werd het nog aangetroffen in een leemput bij Staverden, maar in zuur water, dat niet optimaal geschikt is voor de ontwikkeling van deze soort (Smits & Tromp 1988, Van de Steeg 1989). Overigens zij hier nog opgemerkt dat het tot het oeverkruidverbond behorende priemkruid slechts één maal in ons land is gevonden, in de vorige eeuw tussen Ede en Lunteren. Af en toe worden soorten uit zwakgebufferd water aangetroffen op plaatsen waar sprake is van een bescheiden toevoer gebufferd water, b.v. door landbouwactiviteiten, zoals in een vennetje op de Hoge Veluwe met witte waterranonkel voorkomt (Van der Werf z.j.). Het meest komt thans nog de vlottende bies voor, gevolgd door drijvende waterweegbree, oeverkruid en kleinste egelskop. De drijvende egelskop is ook bij dit type ondergebracht, hoewel deze strikt genomen niet bij het oeverkruidverbond hoort.

Langs vennen waar min of meer permanent grondwater toevloeit wordt vaak de veldrus (type G) aangetroffen. In zeer zeldzame gevallen is dit grondwater basisch en relatief kalkrijk. Dan kunnen soorten als blonde zegge, waterlepeltje en parnassia gaan optreden.

In veel gevallen is de venvegetatie door de mens beïnvloed. Bij een relatief bescheiden toevoer van voedingsstoffen, b.v. door aangrenzende landbouwgrond, maar ook door atmosferische depositie, gaan soorten als sikkelmos, mannagras en pitrus (type M, metatroof) in beduidende aantallen voorkomen. Bij verdergaande eutrofiëring gaan soorten als waterpest, gele plomp, riet, liesgras, watermunt (type E) optreden.

Bij verzuring gaat knolrus (type V) overheersen, vaak vergezeld van veenmos

Over de oorspronkelijke vegetatie van leemkuilen is weinig bekend. In het leemkuilencomplex bij Staverden worden vanouds veel soorten uit zwakgebufferd water gevonden (type Z). In enkele van de overige leemkuilen komen

Tabel 13: Procentuele verdeling van de vegetatietypen per watertype over alle perioden. V = vennen, L = leemkuilen, K = kolken, T = totaal.

		V	L	K	T
H	Hoogveen	14	-	-	12
D	Snavelbies-zonnedauw	18	9	-	17
L	Veenbloembies-veenmoszegge	2	-	-	1
O	Oligo-mesotroof	3	-	-	2
Z	Zwak gebufferd	6	25	50	9
B	Basis	5	-	-	4
P	Pijpestrootje	2	-	-	2
V	Verzuurd	19	-	-	16
G	Grondwater	1	-	-	1
M	Metatroof	20	30	34	22
E	Eutroof	9	32	17	12
N	Geen planten	-	5	-	1

Tabel 14: Procentueel voorkomen van vegetatietypen uit verzuurd en metatroof water in vier perioden (Snav. = Snavelbies-zonnedauwtype; n = aantal vennen met vegetatiegegevens).

Periode	Hoogveen	Snav.	Verzuurd	Metatroof	n
1901 - 1945	44	33	0	11	9
1946 - 1970	26	28	16	22	51
1971 - 1984	14	14	17	29	65
1985 - 1994	17	30	41	33	87

dergelijke soorten eveneens voor, maar toch overheersen daar soorten van eutroof water (type **E**). In leemkuilen die geheel tussen bomen verscholen liggen ontbreken planten (bijna) geheel (type **N**).

In Tabel 5 is vermeld voor welke vegetatietypen de geïnventariseerde plantesoorten het meest indicatief zijn.

In Bijlage 5 zijn de gevonden vegetatietypen per ven vermeld, met de verwijzingen naar de gebruikte literatuur. Uit de samenvatting in Tabel 13 blijkt dat in vennen het vegetatietypen uit metatroof (licht geëutrofieerd) water (pitrusmannagras) het meest voorkomt (20%), gevolgd door dat uit verzuurd water (knolrus-veenmos, 19%). Bij het toewijzen van vegetatietypen was het trouwens vaak moelijk om een keuze tussen verzuurd of metatroof te maken omdat verzuring en vermesting door atmosferische depositie van zwavel- en stikstofverbindingen vaak gelijktijdig plaatsvinden. Ook zijn er nog veel vennen met relatief weinig wisselende waterstand waarin vegetaties van het snavelbieszonnedauwtype (18%) en met hoogveensoorten (14%) voorkomen. Ongeveer 6% van de vegetatietypen uit kan tot het zwak gebufferde type worden gerekend en respectievelijk 3, 2 en 1% behoren tot de zeldzame oligo-mesotrofe,

veenbloembies-veenmoszegge- en grondwatertypen, terwijl 9% karakteristiek is voor voedselrijk water. In de leemkuilen behoort een groter percentage (25) van de vegetatietypen tot het zwakgebufferde type. Dit is meer dan in de vennen, als gevolg van de hogere alkaliniteit (Tabel 9). Aan de andere kant komen (hoog te waarderen) vegetatietypen hier weinig voor: het snavelbies-zonnedauwtype nog het meest. Onder andere door de sterke beschaduwing en bladinval komen er in een aantal leemkuilen geen planten voor of zijn er alleen planten van licht of sterk eutroof water (52%). In de kolken behoort 50% van de vegetatietypen tot het zwakgebufferde type, maar daar waren ze ook speciaal op uitgezocht.

3.3.3 Veranderingen in de tijd

In Bijlage 6 is per periode vermeld in welk percentage van de vennen waaruit vegetatiegegevens beschikbaar zijn de onderscheiden vegetatietypen voorkomen. Omdat in veel gevallen de aantallen klein zijn, is het trekken van conclusies slechts in beperkte mate mogelijk. De belangrijkste resultaten zijn vermeld in Tabel 14. Er lijkt een afname van hoogveensoorten te zijn (bedenk dat de oudste gegevens juist vaak betrekking hebben op bijzonder mooi ontwikkelde vegetaties). Het snavelbies-zonnedauwtype is in de loop der tijd ongeveer constant aanwezig in 30% van de vennen, maar in slechts 14% tussen 1971 en 1984. In deze periode vonden veel globale inventarisaties plaats, die juist buiten het seizoen voor de betreffende soorten werden uitgevoerd, b.v. Notenboom-Ram (1976). De toename van de de vegetatietypen uit verzuurd water en in iets mindere mate die uit metatrofe wateren is onmiskenbaar.

3.3.4 Invloed van de omgeving

In Tabel 15 is de relatie tussen het voorkomen van vegetatietypen en een aantal omgevingskenmerken aangegeven, alsmede het gemiddeld aantal bijzondere soorten. De invloed van een kenmerk is groot als de verdeling van de vegetatietypen voor dit kenmerk in betekenende mate afwijkt van de verdeling van de vegetatietypen over alle watertypen (de vierde regel met getallen in Tabel 15). De relatie tussen watertype en vegetatietype is hierboven al aan de orde geweest. De slibdikte heeft een duidelijke invloed. Vooral bij de vegetatietypen uit eutroof en metatroof water komen dikke sliblagen (>4 dm) voor, soms ook in zwakgebufferd en verzuurd water. Verder komt het eutrofe vegetatietype veel voor in wateren die door bos zijn omgeven; dit zijn vooral leemkuilen. In sommige zwaarbeschaduwde leemkuilen komen zelfs geen water- en moerasplanten voor.

Ook uit de literatuur is bekend dat bladval een belangrijke eutrofiëringsbron is. Vooral aangeplante bomen en struiken, zoals rhododendrons, staan vaak (te) dicht op het water. Schoolvoorbeelden zijn de vennetjes in de buurt van het Ronde Huis en het Mythsteeven bij Nunspeet, die over een periode van enkele decennia zeer snel zijn dichtgegroeid (Van Dijk 1987, A.C. Ellis-Adam pers. meded.). Als gevolg van de verdikking van de baggerlaag, o.a. door stikstofdepositie en bladinval worden in diverse leemkuilen soorten als blauw glidkruid,

drijvende waterweegbree, waterpostelein en het kranswier *Nitella flexilis* (buigzaam glanswier) verdongen. In vennen is dat o.a. het geval met veelstengelige waterbies, witte snavelbies en zonnedauw (Cuppen 1990).

Het type van zwakgebufferd water komt ook relatief veel in het bos voor, eveneens in leemkuilen (Tabel 15). Zoals te verwachten valt, komen de meta- en eutrofe typen veel voor als er verstoring door gebouwen in de buurt van het water is. Ook de vegetaties van het hoogveentype gedijen hier, en in vennen waarin sloten uitmonden. In een geïsoleerde uithoek van het water kunnen dergelijke vegetaties zich vaak ontwikkelen, zolang ze niet vernietigd worden door betreding etc. Ook in kwelsituaties zijn hoogveenvegetaties aangetroffen. Dat heeft te maken met de wat dubbelzinnige positie van beenbreek, die zowel in echte hoogvenen als in situaties met grondwaterstroming kan optreden. Vegetaties van het veenbloembies-slijkzegge-type en het oligo-mesotrafente type zijn (bijna) geheel aan invloed van grondwater gebonden. Het humusgehalte is, althans op het onderhavige schaalniveau, niet van direct belang.

Tabel 15: Aantal malen dat de verschillende vegetatietypen in de periode 1971 - 1994 zijn gevonden en gemiddeld aantal bijzondere soorten bij geselecteerde omgevingskenmerken.

		H	D	L	O	Z	B	P	V	G	M	E	N	aantal bijzondere soorten
Watertype	ven	15	26	1	3	7	2	6	35	-	28	5	-	0.5
	leemkuil	-	3	-	-	6	-	-	2	-	7	11	2	0.2
	kolk	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0
	totaal	15	29	1	3	13	2	6	37	-	35	16	2	0.5
Slibdikte	0 - 4 dm	12	22	1	3	6	2	4	27	-	17	7	2	0.7
	4 - 9 dm	-	-	-	-	4	-	-	2	-	6	5	-	0.0
Land 0 m	heide, stuifzand,drasland	13	29	1	2	10	2	6	36	-	28	4	-	0.5
	bos	6	3	1	2	8	1	2	4	-	12	15	2	0.5
	grasland	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	1.3
Land 100 m	heide, stuifzand, drasland, vennen	13	29	1	2	11	2	6	36	-	30	6	-	0.5
	bos	9	19	1	3	10	2	3	13	-	23	16	2	0.5
	grasland	1	-	-	-	1	-	-	2	-	2	3	-	0.6
	akkers, tuinen, erven	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	1.0
Verstoring	gebouwen	4	-	1	-	-	-	1	-	-	4	2	-	1.4
	wegen en paden	10	23	1	3	9	2	2	27	-	30	13	2	0.5
	geen	5	6	-	-	4	-	4	10	-	5	3	-	0.3
Hydrologie	kwel	2	2	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	0.7
	sloot ,100 m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
	grondwater	2	3	1	2	1	-	-	1	-	2	3	-	1.2
	sloot	3	2	-	-	1	-	-	1	-	1	1	-	0.5
	geïsoleerd	9	23	-	1	11	2	6	35	-	32	11	2	0.4
Humus	zwak	4	8	-	1	5	1	-	10	-	5	2	-	0.6
	sterk	4	10	1	1	2	-	-	8	-	8	3	-	0.7

Er zijn gemiddeld weinig bijzondere soorten (0,2) in leemkuilen. Ze ontbreken geheel in wateren met een dikke sliblaag. Dat zijn vaak leemkuilen. Op plaatsen met invloed van grondwater is het aantal bijzondere soorten (1,2) duidelijk hoger dan in geïsoleerde wateren (0,4). Voorts valt het op dat er in wateren met grasland aan de oever en met akkers, tuinen en erven in de naaste omgeving relatief veel (1,0-1,4) bijzondere soorten voorkomen. Dergelijke soorten worden kennelijk gestimuleerd door een geringe mate van verstoring. Het optreden van bijzondere soorten in de contactzone van voedselrijk en voedselarm, met dominantie van de laatste component, is reeds lang bekend (Van Leeuwen 1966).

3.3.5 Beheersinvloeden

Het aantal malen dat de verschillende vegetatietypen bij de diverse beheersmaatregelen zijn aangetroffen is weergegeven in Tabel 16. De invloed van een naatregel is groot als de verdeling van de vegetatietypen voor deze maatregel in betekenende mate afwijkt van de verdeling van de vegetatietypen in wateren die afgesloten zijn of weinig recreatie hebben. In veel gevallen is het aantal gevallen

Tabel 16: Aantal malen dat vegetatietypen per soort beheersmaatregel zijn waargenomen (alle perioden) en gemiddeld aantal soorten per beheersmaatregel.

	H	D	L	O	Z	B	P	V	G	M	E	N	# bijz. soorten
afgesloten en weinig recreatie	4	5	1	2	4	2	1	9	-	8	5	1	0.6
betreding, ruiters	8	13	4	2	7	1	1	8	-	23	11	1	0.7
kappen opslag	2	1	-	1	2	-	1	2	-	1	2	-	0.4
plaggen	1	5	-	-	3	-	-	6	1	5	4	1	0.3
planten verwijderen	3	2	-	1	-	-	1	3	-	8	1	-	0.5
baggeren, uitdiepen	6	8	1	1	4	-	-	5	-	7	5	1	0.9
schaatsen	2	1	-	-	-	-	-	1	-	4	-	-	1.0
zwemmen	1	-	-	-	5	-	-	2	-	6	1	-	0.7
wilddrinkplaats / zoelen	4	9	-	1	8	-	-	16	-	21	11	2	0.3
eendenvijver, jacht	-	-	-	-	-	1	-	-	1	2	4	-	0.5
uitzetten vis	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	0.0
bemergeling	-	8	-	-	1	-	-	6	-	3	-	-	0.5

Tabel 17: Procentuele verdeling van enkele vegetatietypen over geselecteerde beheersmaatregelen.

	Z	V	M	E
afgesloten en weinig recreatie	10	21	19	12
betreding, ruiters	9	10	29	14
baggeren, uitdiepen	11	13	18	13
schaatsen	0	13	50	0
zwemmen	33	13	40	7
wilddrinkplaats / zoelen	11	22	29	15
eendenvijver, jacht	0	0	33	67

klein of de verdeling betrekkelijk homogeen en kunnen geen conclusies worden getrokken. Enkele duidelijke relaties zijn omgerekend naar percentages van de vegetatietypen bij elke beheersmaatregel en weergegeven in Tabel 17. Hieruit blijkt dat bij **betreding** minder vegetaties van het verzuurde type en meer vegetatietypes van het metatrofe type voorkomen. Bij **schaatsen** en **zwemmen** is dat ook het geval. Bij zwemmen komen ook vegetaties uit zwakgebufferd milieu voor (het is de vraag of die vegetaties er komen door het zwemmen of dat de wat diepere plassen met zulke vegetaties worden uitgekozen voor het zwemmen). In **gebaggerde** of **uitgediepte** wateren komt het type uit verzuurd milieu minder voor dan in de afgesloten vennen. Het **zoelen** lijkt het voorkomen van metatrafente vegetaties te bevorderen. In **jacht- en eendenplasjes** komen uitsluitend vegetaties van de metatrofe en eutrofe typen voor. Het is moeilijk om een oordeel te geven over de **bemergelde vennen** omdat in relatief veel gevallen (Asselse Heide) de vegetatieanalyse eerder is geschied dan de bemergeling. **Baggeren, uitdiepen** en **schaatsen** lijken een positieve invloed te hebben op het aantal bijzondere soorten (Tabel 16). In wateren waar wordt **gezoeld** of - merkwaardigerwijze - **geplagd** is het aantal bijzondere soorten duidelijk lager dan in de afgesloten wateren. Bij uitzetten van vis komen geen bijzondere soorten voor.

In een aantal vennen in de gemeente Nunspeet zijn in de periode 1989-1991 op voorstel van Heinen & Van Dijk (1986) diverse beheersmaatregelen uitgevoerd. In hoofdzaak betreffen deze het **verwijderen van plantengroei**, voornamelijk door middel van schaven. Systematisch onderzoek naar de effecten hiervan is niet uitgevoerd. Wel zijn de hogere planten en de fauna van deze vennen van 1987 tot en met 1991 regelmatig geïnventariseerd door een inwoner van Nunspeet. Zijn bevindingen zijn samengevat in een overzicht, waaruit blijkt dat in sommige van de 'gerenoveerde' vennen de flora en fauna in eerste instantie is verarmd (Bonhof 1992). Dit zijn vooral de vennen 4886 (De Greesplek), 4905 (Ven in Jodenbos) en 4908 (Gat van Jan van Beek), die bijzonder radicaal zijn kaalgeschaafd. De drasse plek in de Westeindse Heide (4909) bevatte voor de renovatie 's winters water, daarna niet meer. Door het verwijderen van de plantengroei kunnen sommige zeldzame plantesoorten soms jarenlang afwijzig blijven: zo werd in 1973 de rijke begroeiïng met kleinste egelskop verwijderd uit De Leemkuil bij Tongeren (1238) (KNNV 1973). In 1994 was de soort weer met weinig exemplaren aanwezig. In andere zeer kleine vennetjes echter, heeft het voorzichtig **opschonen** tot goede resultaten geleid, zoals in het Eenarig Wollegrasven (902) (H.L. Menke, pers. meded.). Bij de Gietense Flessen op de Hoge Veluwe zijn in 1993 enkele stukjes handmatig **afgeplagd**. Hier verschenen o.a. kleine zonnedauw, trekrus en pitrus (J. Ebregt, pers. meded.)

In de literatuur wordt vermeld dat door **recreanten** wordt vaak rommel bij vennen achtergelaten. Dit kan tot eutrofiëring aanleiding geven, zoals bij de vennen langs de toeristische rondweg door de boswachterij Nunspeet (Staatsbosbeheer 1976), en het Kikkersgat (899). Nadat de vennetjes in de Leuvenheimse Heide (5119-5120) voor het publiek werden opengesteld verdwenen diverse zeldzame plantesoorten en vond eutrofiëring plaats (Kern *et al.* 1957, [Staatsbosbeheer 1970?]). Bij het Varkensven (9665) bij Beekbergen is door de

intensieve **betreding** nauwelijks meer sprake van een vegetatiezonering rond het ven (Lensink & Stouten 1985). Soorten als zonnedauw en snavelbies zijn hierdoor verdwenen. Ook de vegetatie rond het Pluizenmeer (894) is sterk aangetast door betreding (Gaasenbeek 1959). De vennen van het uiterst waardevolle Mosterdveen worden sinds de dertiger jaren omgeven door kampeeraccomodaties. Tot 1982 hadden de kampeerders in dit planologisch monstrum vrij toegang tot de vennen. Om de negatieve invloeden van betreding en eutrofiëring enigszins tegen te gaan is een aantal vennen uitgerasterd en is er intensief toezicht, maar de negatieve directe en indirecte invloeden (o.a. door eutrofiëring van het stroomgebied) vallen niet geheel uit te sluiten (Drenth 1994).

Doordat een deel van de Leemkuil bij Tongeren (1238) door **wilde zwijnen** als zoelplaats wordt gebruikt vindt er eutrofiëring plaats, waardoor zeldzame planten als de kleinste egelskop achteruit gaan. Ook in vennen heeft het woelen van wilde zwijnen een eutrofiërende werking, waardoor verruiging plaats vindt (H.L. Menke, pers. meded.). Hoogveenvegetaties in de boswachterij Nunspeet zijn door het zoelen vernield (Staatsbosbeheer 1976). In sommige vennen, zoals dat op de Ramenberg (9677) hebben de wilde zwijnen de ondoordringbare bodemlaag zelfs kapot gestoten, waardoor het nu voortdurend droogstaat (Lensink & Kiewiet 1985). Slechts in uitzonderlijke gevallen hebben wilde zwijnen een positieve invloed, zoals in het Cannenburgergat (887), waar bij het zoelen een poel is gevormd waarin zeldzame plantesoorten als waterpostelein en drijvende waterweegbree groeien (Cuppen 1990). Door de toename van de aantallen wilde zwijnen op de Veluwe (Ten Houte de Lange 1977) vanaf ca 1950 zal deze invloed sterk zijn toegenomen,

Door het **uitzetten van vis** in vennen en leemkuilen kunnen niet alleen planten uit eutroof water gaan optreden, maar ook kan het water door karperachtigen zodanig worden vertroebeld dat waterplanten verdwijnen, zoals door Cuppen (1990) in het Cannenburgergat (887) werd geconstateerd.

Jacht kan zowel positieve als negatieve effecten op de vennen hebben. Wilde zwijnen kunnen de vennen eutrofiëren en vernielen, maar afsluiting t.b.v. de jacht kan ook intensieve betreding en verstoring door recreanten voorkomen.

Het **drenken van schapen** kan eutrofiëring veroorzaken, b.v. in Het Flesje (4884) (Bonhof 1992).

3.3.6 Fysische en chemische relaties

Hoewel in de loop der tijd veel chemische analyses van het oppervlaktewater van de Veluwse vennen en leemkuilen zijn verricht, zijn deze nooit op een samenhangende manier verwerkt en in relatie gebracht tot de voorkomende vegetatietypen. Tabel 18 is daartoe een eerste poging. Van sommige vegetatietypen zijn er weinig (L, O, B, P, N) of geen (G) waarnemingen, zodat daar geen

Tabel 18: Medianen van fysische en chemische variabelen per vegetatietype voor alle wateren in alle perioden (n = aantal waarnemingen). Bij vegetatietype G ontbreken fysisch-chemische waarnemingen.

	H		D		L		O		Z		B		P		V		M		E		N	
	med.	n	med.	n	med.	n	med.	n	med.	n	med.	n	med.	n	med.	n	med.	n	med.	n	med.	n
pH	4.3	17	4.3	27	4.5	2	4.2	5	4.9	18	4.0	6	5.2	1	4.2	30	4.3	35	6.5	20	6.3	2
EC20	6.8	14	6.4	23	5.6	2	5.8	4	9.0	17	6.5	4	-	0	7.6	30	7.1	34	11.0	17	21.7	1
Cl	10	14	10	19	11	2	10	3	10	15	10	2	-	0	9	22	9	23	10	9	-	0
Ca	1.9	14	2.0	19	1.1	2	0.9	3	3.5	15	3.0	3	-	0	2.3	22	3.0	23	10.8	12	-	0
Alk	0.06	13	0.03	18	0.12	2	0.10	3	0.08	16	0.00	3	-	0	0.01	22	0.01	24	0.61	13	1.90	1
tP	0.10	10	0.09	14	0.11	2	0.06	3	0.11	4	0.01	1	-	0	0.06	15	0.09	10	0.13	2	-	0
NO_3-N	0.08	12	0.13	19	0.07	2	0.10	3	0.05	15	0.00	3	-	0	0.15	22	0.01	22	0.03	12	-	0
NH_4-N	0.39	13	0.28	19	1.05	2	0.26	3	0.25	15	0.12	3	-	0	0.36	22	0.31	22	0.17	12	-	0
SO_4	8.0	13	8.0	19	6.9	2	7.6	3	14.8	14	14.0	3	-	0	12.5	22	12.0	21	16.0	9	-	0
Diepte	6	19	5	36	13	3	6	6	8	19	5	6	4	4	4	44	7	43	8	20	6	4

duidelijke uitspraken over kunnen worden gedaan. De pH is het hoogst in de eutrofe wateren (6.5) en de wateren zonder planten (6.3), waarschijnlijk als gevolg van intensieve zwavelreductie in de diepe modderlaag en het carbonaat in de bodem (leemkuilen). Dit doet de alkaliniteit stijgen tot respectievelijk 0,61 en 1,90 meq/l. In de wateren met vegetaties uit zwakgebufferde wateren zijn de pH met 4,9 en de alkaliniteit met 0,08 meq/l relatief hoog, maar in absolute zin laag. Veel van de soorten uit dit type hebben een hogere pH dan 6 en een alkaliniteit boven 0,4 meq/l nodig voor optimale groei (Arts *et al.* 1990). Het calciumgehalte is het hoogst in de typen van eutroof water (10,8) en relatief hoog in de zwakgebufferde wateren (3,5 mg/l), maar in absolute zin is dit nog laag. In de wateren met planten uit verzuurd water komen relatief lage fosfaatconcentraties (0,06 mg/l) voor en in die van het eutrofe type relatief hoge concentraties (0,13 mg/l). Zoals te verwachten valt komen bij het verzuurde type ook hoge ammoniumconcentraties voor (0,36 mg/l), evenals hoge nitraatconcentraties (0,15 mg/l). Wellicht worden bij het eutrofe type hogere sulfaatconcentraties (16,0 mg/l) gemeten dan bij de zwakgebufferde, verzuurde en metatrofe typen (12,0 - 14,8 mg/l). De diepte van de eutrofe, metatrofe en zwakgebufferde typen (7-8 dm) is groot ten opzichte van het verzuurde type (4 dm).

3.4 Streefbeelden

3.4.1 Vennen

In de geïsoleerde vennen met eigen waterhuishouding en de vennen die mede door grondwater worden gevoed kunnen, afhankelijk van de aard van de peilfluctuaties en de mate van grondwatertoevoer van nature de vegetatietypen B (basiscombinatie van snavelzegge en veenpluis), P (pijpestrootje), H (hoogveen), D (snavelbies-zonnedauw), L (veenbloembies-veenmoszegge), O (oligo-mesotroof) en Z (zwak gebufferd) voorkomen. Deze typen worden beschreven in

paragraaf 3.3.2 en de indicerende soorten in Tabel 5. In de zeer weinige vennen met een permanente en aanzienlijke toevoer van grondwater komt type G voor. In het streefbeeld voor alle vennen ontbreken de vegetatietypen van verzuurd, metatroof en eutroof water geheel of nagenoeg geheel. Deze typen worden eveneens nader omschreven in paragraaf 3.3.2 en Tabel 5.

De fysisch-chemisch streefbeelden voor zure, ongebufferde vennen (met vegetatietypes B, P, H, D en in mindere mate L en O) en voor zwakgebufferde wateren (met o.a. vegetatietype Z) werden beschreven in Tabel 19. Die zijn onleend aan het abiotisch streefbeeld voor Friese vennen, dat een compilatie is van fysisch-chemische gegevens van vegetatietypen van Nederlandse vennen uit diverse bronnen, zoals Schaminée *et al.* (1992) en Van Dam & Arts (1993) (Grontmij 1993). Deze waarden zijn meer richtinggevend dan strikt normerend. Het streefbeeld voor grondwatervennen sluit aan bij de samenstelling van het Ven in de heide bij Hoef uit Tabel 19.

Tabel 19: Fysisch-chemisch streefbeeld van zure, ongebufferde vennen en zwakgebufferde wateren (Grontmij, 1993) met een ecologische doelstelling van het hoogste niveau, in vergelijking met de mediane samenstelling van Veluwse vennen en leemkuilen (1985 - 1994) en een grondwaterachtig ven (Ven in Heide bij Hoef, 5281).

	Streefbeeld		Mediane samenstelling		
	zure, ongebufferde vennen	zwak gebufferde wateren	vennen	leemkuilen	grondwater-ven
Zuurgraad (pH)	4 - 5	5 - 7	4.3	6.1	7.6
El. geleid. verm. (mS/m)	< 10	< 10	6.6	9.0	22.4
Chloride (mg/l)	< 20	< 30	10	7	16
Calcium (mg/l)	1 - 3	10	2.1	4.2	31
Alkaliniteit (meq/l)	< 0.1	0.1 - 1	0.03	0.36	1.4
Totaal fosfaat (mg P/l)	< 0.07	< 0.07	0.07	0.17	0.1
Nitraat (mg N/l)	< 0.2	< 0.2	0.11	0.17	0.03
Ammonium (mg N/l)	< 0.7	0.2	0.23	0.17	0.02
Sulfaat (mg/l)	< 10	< 15	9.0	8.0	20

In het ideale geval liggen de vennen zo veel als mogelijk in een open landschap om de wind vrij spel te kunnen geven in de vormgeving van de vegetatiezonering. Bos tot aan de oever van het ven is zeer ongewenst. Te intensieve beïnvloeding door recreanten (betreding door voetgangers en ruiters, schaatsen, zwemmen) en wilde zwijnen is ongewenst. Een geringe mate van deze activiteiten kan verzuring enigszins tegengaan. Sportvisserij is niet gewenst.

3.4.2 Leemkuilen

In het biotisch streefbeeld voor leemkuilen passen vooral de soorten uit het zwakgebufferde type Z, terwijl soorten uit het type V niet aanwezig behoren te zijn. Soorten uit de typen M en E zijn slechts in beperkte mate vertegenwoordigd, met name soorten van helder water, zoals buigzaam glanswier (paragraaf 3.3.2, Tabel 5), terwijl het type N (geen planten) ontbreekt.

Het fysisch-chemisch streefbeeld komt overeen met dat van de zwak-gebufferde wateren in Tabel 19.

Het bos staat zover van de leemkuilen dat er zich geen bladeren in kunnen accumuleren. Beïnvloeding door recreanten, zoals betreding door voetgangers en ruiters, zoelen van wilde zwijnen en sportvisserij zijn ongewenst.

3.5 Knelpunten en maatregelen

3.5.1 Vennen

In Tabel 19 zijn naast de streefbeelden ook de waargenomen samenstellingen van de verschillende watertypen vermeld. De mediane samenstelling van de zure, ongebufferde vennen komt ongeveer overeen met het streefbeeld. Dat betekent dat ongeveer de helft van dit type vennen niet aan dit streefbeeld voldoet. De belangrijkste oorzaak is de verzuring en de begeleidende vermesting, waardoor in 41% van de vennen het vegetatietype uit verzuurd water en in 33% het vegetatietype uit metatroof water voorkomt. Sommige vennen zijn in meerdere of mindere mate geëutrofieerd door het zoelen van wilde zwijnen, jacht, schaatsen, zwemmen of visserij.

Voor het tegengaan van verzuring is in eerste instantie brongericht beleid noodzakelijk, waarbij de depositie van (potentieel) zuur wordt gereduceerd tot ten hoogste 1,4 keq/ha/jaar (LNV 1995). Zolang deze doelstelling nog niet is gehaald zijn effectgerichte maatregelen noodzakelijk. Het uitgebreide onderzoek naar dergelijke maatregelen in verschillende typen Nederlandse vennen is samengevat door Cals *et al.* (1993). Het blijkt dat het geen zin heeft om in een plas waarvan bekend is dat er vroeger alleen zuurminnende plantesoorten groeiden, maatregelen te treffen met de hoop of verwachting zeldzame soorten uit het zwakgebufferde milieu te krijgen. De meeste verzuurde Veluwse vennen zijn voorheen (zwak)zure vennen die verder zijn verzuurd. Het uitbaggeren van dergelijke vennen of het treffen van andere maatregelen met als doel andere plantesoorten te krijgen (bijvoorbeeld uit het Oeverkruidverbond) is in dit type wateren verspilde moeite, weggegooid geld en vaak zelfs ongewenst (zie ook Drenth 1994). Na uitbaggeren zullen immers dezelfde plantesoorten terugkomen als in de uitgangssituatie en in de meest ongelukkige gevallen wordt zelfs een fraaie hoogveenontwikkeling verstoord. Ook in voorheen zwakgebufferde, thans verzuurde wateren met een voedselarme bodem zijn de perspectieven voor herstel van de vegetatie ongunstig.

Verdere verzuring van dit type vennen kan echter wel problematisch zijn voor amfibieeënpopulaties, b.v. heikikkers. Bij experimenten in de Tongerense Heide werd in het vroege voorjaar mergel toegevoegd (250 - 500 kg/ha) om de alkaliniteit te doen stijgen tot maximaal 0,2 meq/l, waardoor het beschimmelingspercentage afnam van ruim 80 tot 10% of minder. Als gevolg van mineralisatie van organisch materiaal door de bekalking gingen kiezelwieren uit voedselrijk water optreden, hoewel de nutriëntenconcentraties na ruim anderhalf jaar niet meetbaar waren verhoogd. Over de lange-termijneffecten van bekalking in

4 Plannen voor nader onderzoek

Hoewel de gebruikte gegevens zeer onvolledig zijn mag worden aangenomen dat daarmee toch een redelijk beeld is verkregen van de belangrijkste waarden van de Veluwse vennen en leemkuilen en de voornaamste vormen van menselijke beïnvloeding. Het tegengaan van de invloeden van verzuring, vermesting en te intensief bezoek door recreanten en wilde zwijnen, alsmede het uitvoeren van normale beheersmaatregelen als kleinschalig baggeren en plaggen en het volgen van de daarmee gepaard gaande veranderingen voor de natuurwaarden, zijn de belangrijkste opgaven voor de komende jaren. Daarnaast is het van belang om een systematisch overzicht te hebben van de huidige ecologische toestand van de vennen en leemkuilen en de toekomstige veranderingen daarin.

Het is onmogelijk om de toestand (beheer, chemie, macrofyten, microfyten, herpetofauna, macrofauna, microfauna) van alle 281 wateren jaarlijks te inventariseren en in de tijd te volgen. Er moeten keuzes worden gemaakt met betrekking tot het aantal te bemonsteren wateren, de frequentie van de bemonstering en de aard van de bemonstering, op een zodanige manier dat een zo representatief mogelijk beeld kan worden verkregen van de toestand van de wateren en de invloed van beheersmaatregelen daarop.

Er kan worden gedacht aan een permanent meetnet dat tussen de vijftig en honderd wateren omvat. Daar de veranderingen in vennen langzaam gaan is het voldoende om elk water slechts eens in de vier jaar te bemonsteren (zie b.v. Van Dam & Arts 1993 en AquaSense TEC 1995). In een bemonsteringsjaar kan elk ven en elke leemkuil eventueel meerdere (2-4) malen worden bezocht. Per jaar worden dan dertien tot vijfentwintig wateren onderzocht. Om de veranderingen van jaar tot jaar (vooral veroorzaakt door verschillen in de hoeveelheid nuttige neerslag) na te gaan kunnen enkele vennen en leemkuilen jaarlijks enkele malen worden bemonsterd. De bemonstering kan worden geïntensiveerd vlak voor en nadat in wateren maatregelen worden uitgevoerd.

De keuze van de bemonsteringspunten dient zeer zorgvuldig te geschieden. De criteria hiervoor dienen, mede afhankelijk van de doelstelling van het meetnet, nog nader te worden geformuleerd. In dit stadium kan al wel worden gezegd dat daarbij optimaal gebruik moet worden gemaakt van de informatie die bij eerder onderzoeking reeds van de onderzochte wateren is verzameld, terwijl er zo goed mogelijk moet worden aangesloten op reeds lopende meetprogramma's en wensen en inzichten van terreinbeheerders. De informatie uit het verleden is voor de algemene kenmerken, het beheer, de chemie en de vegetatie goeddeels in dit rapport samengevat. Voor andere groepen van organismen wordt verwezen naar de literatuurlijst. Door het Zuiveringsschap Veluwe zijn in sommige wateren gedurende kortere of langere tijd reeksen waarnemingen verzameld, die echter vaak onregelmatig zijn, waardoor trendanalyse lastig is. Consistente meetreeksen zijn vanaf 1979 uit de Gerritsfles (metingen elk kwartaal), de Kempesfles (elk jaar vanaf 1986) en de Deelensche Wasch (elke vier jaar vanaf 1983) verzameld door RIN/IBN-DLO/AquaSense TEC, maar sinds 1 januari 1995

is de publieke financiering van dit meetnet gestaakt. In 1995 is de bemonstering van de Gerritsfles gecontinueerd met ondersteuning van het Beijerinck-Poppingfonds, maar voor 1996 is er nog geen budget. Spoedige besluitvorming hierover is noodzakelijk. De wensen en inzichten van de betrokken terreinbeheerders dienen te worden geïnventariseerd.

Eveneens dient te worden vastgesteld welke abiotische en abiotische variabelen worden geïnventariseerd. Ook daar is het van belang om zo goed mogelijk gebruik te maken van kennis en ervaring die bij eerdere inventarisaties is opgedaan.

Van de abiotische variabelen komen zowel de beheerstoestand als de fysisch-chemische toestand in aanmerking. Daartoe kunnen de IAWM-veldformulieren worden gebruikt (Van der Hammen *et al.* 1984), terwijl voor intensiteit van de recreatie, bezoek van wilde zwijnen etc. informatie van de terreinbeheerders kan worden verkregen. Voor de fysisch-chemische toestand is naast de gebruikelijke informatie over algemene parameters en nutriënten ook informatie over de ionenbalans, inclusief aluminium en organische anionen gewenst (zie b.v. Van Dam & Buskens 1993 en AquaSense TEC 1995). Deze informatie moet op een systematisch en consistente manier worden vastgelegd, om op den duur trends te onderkennen. Door de steeds weer veranderende veld- en laboratoriumformulieren met deels andere categorieën van het Zuiveringsschap Veluwe was het b.v. lastig om voor dit rapport de informatie goed te ordenen.

Van de organismen zullen zeker de macrofyten worden bestudeerd omdat zij in het veld relatief makkelijk zijn te bestuderen, een wezenlijk onderdeel van de ecosystemen uitmaken en de aanwezigheid van bijzondere soorten een relatief groot publiek aanspreekt. Bovendien zijn er, ten minste voor vennen en hoogvenen, doelsoorten (LNV 1995, Tabel 5). Op zijn minst is een Tansley-opname van het hele ven of de hele leemkuil nodig (Van der Hammen *et al.* 1984). Daarnaast is het wenselijk de vegetatiezonering globaal te beschrijven (b.v. Van Dam 1983) of vast te leggen in eenvoudige schetsen (b.v. Heinen & Van Dijk 1986).

De keuze van de overige groepen van organismen is minder eenvoudig en is erg afhankelijk van de doelstellingen van het onderzoek. In aanmerking komen microflora (fytoplankton algemeen, kiezelwieren, sieralgen), microfauna, macrofauna, adulte libellen en herpetofauna.

Het fytoplankton in het algemeen is in enkele vennen en leemkuilen onderzocht. Er komen wel zeldzame en karakteristieke soorten voor, maar het onderzoek is zeer tijdrovend. Van de kiezelwieren is reeds zeer veel informatie beschikbaar. Het zijn uitstekende indicatoren voor verzuring en vermesting. Er is een historisch referentiekader (Notenboom-Ram 1976, Van Dam & Buskens 1993), terwijl de kiezelwieren veel sneller dan de macrofyten reageren op veranderingen van de zuurgraad en de trofietoestand (Van Dam & Arts 1993, AquaSense TEC in voorb.). De bemonstering gaat snel en door standaardisatie van methoden zijn de resultaten snel en op een overzichtelijke wijze te interpreteren. De sieralgen

zijn zeer karakteristiek voor een aantal leemkuilen en vennen die niet te sterk zijn verzuurd (b.v. Hoogendijk 1973, Coesel 1975), maar de relaties tussen milieuvariabelen en het voorkomen van sieralgen is lastiger te leggen dan bij de kiezelwieren (Van Dam & Arts 1993).

De microfauna (Cladocera) van een aantal Veluwse vennen werd bestudeerd door Notenboom-Ram (1976). Er zijn karakteristieke soorten watervlooien aangetroffen, maar over relaties tussen milieuveranderingen en het voorkomen van watervlooien in Veluwse stilstaande oppervlaktewateren is niets bekend. In de sterk verzuurde Gerritsfles konden tussen 1950 en 1977 geen duidelijke veranderingen van de microfauna worden aangetoond (Higler 1979). De ruimetelijke verspreiding van macrofauna is in een aantal vennen en leemkuilen bekeken (Awater 1990), maar macrofauna is veel minder dan de microfyten en macrofyten gevoelig voor veranderingen in het milieu: tussen 1918 en 1977 werden geen wezenlijke veranderingen in de macrofauna van de Gerritsfles gevonden (Higler 1979). Wel veranderde de macrofaunasamenstelling door bemergeling Blokker-Roersma 1993). De macrofaunabemonstering en analyse is ruim drie keer zo duur als die van kiezelwieren. Voor de adulte libellen vond Cuppen (1989) verschillen tussen vennen en leemkuilen. De samenstelling van de libellenfauna wordt mede bepaald door de aard van het omringende landschap (bomen, struiken). Dat is van belang wanneer er bij vennen en leemkuilen bos gekapt gaat worden. Over de veranderingen over lange termijn bij de Veluwse vennen en leemkuilen van de adulte libellen is niets bekend. Zij hebben het voordeel dat ze een relatief groot publiek aanspreken. Dat is ook het geval voor de herpetofauna, maar de inventarisatie hiervan is lastig, doordat vaak herhaalde bezoeken noodzakelijk zijn.

Derhalve wordt hier voorgesteld om routinematig bij vennen naast de macrofyten de kiezelwieren te bemonsteren en andere groepen alleen te bestuderen als daar een speciale aanleiding toe is.

Naast de verzuringstoestand, die goed bekend is verdienen de lange-termijneffecten van bemergeling aandacht. Hiertoe kunnen de reeds beschikbare gegevens van de Tongerense Heide vanaf 1988 tot 1994 worden uitgewerkt. Door een goede opzet van het meetnet of door speciale onderzoekprojecten dient meer zicht te worden verkregen op de negatieve aspecten van recreatie en wilde zwijnen en de mogelijkheden om deze effecten te voorkomen.

Continuering van de inbreng van het Zuiveringsschap Veluwe bij enkele restauratieprojecten van zwakgebufferde wateren in de Gelderse Vallei (Heide bij Hoef, Appelse Heide) is zinvol. Wellicht is het zinvol deze inbreng uit te breiden en dergelijke projecten ook elders te initiëren.

Van sommige belangrijke vennengebieden, b.v. het Deelensche Zand (Hoge Veluwe) zijn weinig gegevens omtrent flora en fauna bekend. Het zou aanbeveling verdienen om floristische werkgroepen te vragen in dergelijke gebieden inventarisaties te verrichten en deze met materiele bijdragen te ondersteunen.

Tenslotte is het verstandig om eens over de grenzen van de vennen en leemkuilen heen te kijken. Aan de randen van de Veluwe, waar nog relatief kalkrijk en voedselarm water opkwelt liggen prachtige kansen voor de ontwikkeling van zwakgebufferde aquatische systemen. Door relatief eenvoudige hydrologische ingrepen heeft het voormalige Verbrande Bos bij Staverden zich ontwikkeld tot een waar floristisch paradijs, waar het krioelt van planten uit zwakgebufferde wateren. Over de overige aquatische flora en fauna is hier echter niets of nauwelijks iets bekend (Roelofs *et al.* 1993). Er zijn vast nog wel meer van dit soort gebieden te creëren.

5 Literatuur

Aggenbach, C.J.S. & M.H. Jalink, 1995 (in druk). Indicatorsoorten voor waterstand, buffering en voedselrijkdom in vennen. KIWA Onderzoek en Advies, Nieuwegein.

Ancker, H. van den, M. Hulshoff & A. Stolte, 1982. Het landgoed "Tongeren": verleden, heden, toekomst. Intern rapport 13. Fysisch-geografisch en Bodemkundig laboratorium, Universiteit van Amsterdam, Amsterdam / Vakgroep Natuurbeheer, Landbouwhogeschool, Wageningen / Copijn, Utrecht. 154p. + bijl.

AquaSense TEC, 1995. Chemical and biological monitoring in acid sensitive surface waters in The Netherlands 1994. Report to the Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment, Department of Air Pollution and Acidification (Contract 94140115) by H. van Dam & A. Mertens. Report 95.0538. 28p. + ann.

Arentsen, W.G., 1995. Uitgevoerde beheersmaatregelen in vennen en leemkuilen binnen de Koninklijke Houtvesterij Het Loo. 1pp.

Arnolds, E., (red.), 1967. Biologisch kadervormingskamp Achterveld, 3 t/m 7 juli 1967. Jaarboek K.J.N.: 94-128.

Arts, G.H.P., A.J. de Haan, M.B. Siebum & G.M. Verheggen, 1989. Extent and historical development of the decline of Dutch soft waters. Proceedings of the Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen, Series C 92: 281-295.

Arts, G.H.P., J.G.M. Roelofs & M.J.H. de Lyon, 1990. Differential tolerances among soft-water macrophyte species to acidification. Canadian Journal of Botany 68: 2127-2134.

Assema, R. van, 1985. Een onderzoek naar de macrofauna in een aantal stromende en stilstaande wateren in de gemeente Apeldoorn. Doctoraalverslag 201. Laboratorium voor Aquatische Oecologie, Katholieke Universiteit, Nijmegen. 78p.

Awater, R.H.C.M. (red.), 1990. De meetlat: een biologisch beoordelingsssysteem voor het oppervlaktewater in Gelderland. Afdeling Water, Dienst Milieu en Water, Provincie Gelderland, Arnhem. 63p. + bijl.

Bal, D., H.M. Beije, Y.R. Hoogeveen, S.R.J. Jansen & P.J. van der Reest, 1995. Handboek natuurdoeltypen in Nederland. IKC-rapport 11:Informatie- en KennisCentrum Natuurbeheer, Wageningen. 407p.

Barkman, J.J., 1992. Plant communities and synecology of bogs and heath pools in the Netherlands. In: Verhoeven, J.T.A. (Ed.) Fens and bogs in the Netherlands: vegetation, nutrient dynamics and conservation. Geobotany 18. Kluwer, Dordrecht. 173-235.

Beije, H.M., H. van Dam & S. van der Werf, 1994. Heiden, vennen en stuifzanden. In: H.M. Beije, L.W.G. Higler, P.F.M. Opdam, T.A.W. van Rossum & H.J.P.A. Verkaar (red.) Levensgemeenschappen (3e druk). Bos- en Natuurbeheer in Nederland 1. Backhuys, Leiden. 217-272.

Beijerinck, M.W., 1950. De Liesberg en de Turfberg bij Vierhouten. In: De Waard, D. (red.) Sporen der ijstijd. Publicatie 8. Nederlandse Geologische Vereniging, Zutphen. 16-28.

Belle, F. van, 1986. Oldenaller beheersplan 1986 t/m 1995. Vereniging tot Behoud van Natuurmonumenten, 's-Graveland. 52p. + bijl.

Bellemakers, M.J.S. & H. van Dam, 1992. Improvement of breeding success of the moor frog (*Rana arvalis*) by liming of acid moorland pools and the consequences of liming for water chemistry and diatoms. Environmental Pollution 78: 165-171.

Bellemakers, M.J.S., H. van Dam & A.J.M. Roozen, 1991. Kan de Heikikker worden behouden door bekalking van heidevennen? De Levende Natuur 92: 228-232.

Berendse, F., 1974. Over de biologiese en landschappelijke betekenis van het noordelijk deel van de Gelderse Vallei en de polder Arkemheen. Verslag 225. Landbouwhogeschool, afd. Natuurbeheer, Wageningen / Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum. 64p. + bijl.

Biere, A., W. Joenje, E. Oosterveld & P. Schipper, 1983. Zijn vennen eilanden? Mededelingen Werkgemeenschap Landschapsecologisch Onderzoek 10: 190-196.

Blokker-Roersma, M., 1993. Vennen op de Veluwe: de effecten van bemergeling op de macrofauna van vennen. Afstudeerrapport. Rijkshogeschool IJsselland, Deventer. 35p.

Blokland, K., Y. van der Laan, 1992. Ecohydrologisch onderzoek in het Kootwijkerveen. Doctoraalverslag. Interfacultaire vakgroep Milieukunde, Rijksuniversiteit Utrecht, Utrecht. 85p. + bijl.

Bobbink, R., E. Brouwer, M. Coenraats, M.C.C. de Graaf, L.P.M. Lamers, J.G.M. Roelofs, P.J.M. Verbeek & G.M. Verheggen, 1994. Monitoring van effectgerichte maatregelen tegen verzuring en eutrofiëring in oppervlaktewateren en heischrale milieus. Interim-rapport 1994 (concept). Werkgroep Milieubiologie, Vakgroep Oecologie, Katholieke Universiteit Nijmegen, Nijmegen. 84p. + bijl.

Bonhof, L., 1992. Vennen op terreinen van de Gemeente Nunspeet. 8p.

Bouton, N., 1988. Onderzoek naar de Desmidiaceeënflora in een aantal West-Europese meren en vennen. Interne Rapporten van het Hugo de Vries-laboratorium 249. Hugo de Vries-laboratorium, Universiteit van Amsterdam, Amsterdam. 80p. + ann.

Broekhuizen, S. & H.A.R. Velthuis, 1966. Verslag van het vegetatiekundig onderzoek van het Asselse Veld (1965). Rijksinstituut voor Veldbiologisch Onderzoek ten behoeve van het Natuurbehoud, Zeist. 20p. + bijl.

Brouwer, E., 1995. Vegetatie-opnamen de Bieze, oktober 1994. Vakgroep Oecologie, Katholieke Universiteit Nijmegen, Nijmegen. 1p.

Buitenhuis, A., 1959. De bodemgesteldheid van de militaire oefenterreinen De Liesberg en Elspeetse Heide. Rapport 511. Stichting voor Bodemkartering, Wageningen. 28p. + bijl.

Cals, M.J.R., M.J.S. Bellemakers, M. Maessen & J.G.M. Roelofs, 1993. Voorwaarden en perspectieven voor herstel van verzuurde en geëtrofieerde oppervlaktewateren. In: Cals, M., de Graaf, M. & Roelofs, J. (red.) Effectgerichte

maatregelen tegen verzuring en eutrofiëring in natuurterreinen. Vakgroep Oecologie, Katholieke Universiteit Nijmegen, Nijmegen. 31-62.
Cals, M.J.R. & J.G.M. Roelofs, 1990. Prae-advies effectgerichte maatregelen tegen verzuring en eutrofiëring in oppervlaktewateren. Vakgroep Aquatische Oecologie en Biogeologie, Katholieke Universiteit Nijmegen, Nijmegen. 30p. + bijl.
CBS, 1991. Botanisch basisregister. Centraal Bureau voor de Statistiek, Voorburg. 79p.
Coesel, P.F.M., 1975. Beknopt rapport over de Desmidiaceeënflora van de leemputten bij Staverden. Hugo de Vries-Laboratorium, Amsterdam. 4pp.
Coesel, P.F.M., 1981. *Spirotaenia diplohelica* spec. nov. (Chlorophyta, Mesotaeniaceae). Acta Botanica Neerlandica 30: 433-437.
Coesel, P.F.M. & E.M.G. Hoogendijk, 1975. Bijdragen tot de kennis van de Nederlandse Desmidiaceeënflora. 2. Desmidiaceeeën uit het Mosterdveen. Gorteria 7: 123-128.
Coesel, P.F.M. & H. Kooyman-van Blokland, 1976. Bijdragen tot de kennis der Nederlandse desmidiaceeënflora. 4. De leemputten bij Staverden. Gorteria 8: 61-69.
Cuppen, H.P.J.J., 1981. De hydrobiologische betekenis van het Uddelermeer. Regionale Milieuraad Oost-Veluwe, Apeldoorn. 35p.
Cuppen, H.P.J.J., 1983. Een onderzoek naar de flora en fauna van een aantal vennen en leemkuilen bij Hoog Soeren (gem. Apeldoorn). Regionale Milieuraad Oost-Veluwe, Apeldoorn. 12p + bijl..
Cuppen, H.P.J.J., 1989. De wateren in de Koninklijke Houtvesterij Het Loo: mate van verzuring, onderhoudstoestand en beheer. Landschapsecologisch en Hydrobiologisch Adviesbureau Cuppen. 27p. + bijl.
Cuppen, H.P.J.J., 1990. Beheersplan voor 15 wateren in de Koninklijke Houtvesterij Het Loo. Landschapsecologisch en Hydrobiologisch Adviesbureau Cuppen. 21p. + bijl.
CUWVO, 1988. Ecologische normdoelstellingen voor Nederlandse oppervlaktewateren. Coördinatiecommissie Uitvoering Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren, Werkgroep V-1, Den Haag. 154p.
Dam, H. van, ongepubliceerde waarnemingen.
Dam, H. van, 1983. Vennen in Midden-Brabant. RIN-rapport 83/23. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum. 125p. + ann.
Dam, H. van, 1986. Excursieverslag Kempesfles. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum. 7p.
Dam, H. van, 1987. Verzuring van vennen: een tijdsverschijnsel. Proefschrift Landbouwuniversiteit Wageningen. 175p.
Dam, H. van, 1989. Brief aan NVVS d.d. 5/4/89 inzake Kreelse Plas. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum. 1p.
Dam, H. van & G.H.P. Arts, 1993. Ecologische veranderingen in Drentse vennen sinds 1900 door menselijke beïnvloeding en beheer. Provincie Drenthe, Assen / DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Leersum / Grontmij Advies en Techniek, De Bilt. 144p.
Dam, H. van & R.F.M. Buskens, 1993. Ecology and management of moorland pools: balancing acidification and eutrophication. Hydrobiologia 265: 225-263.
Dam, H. van & H. Kooyman-van Blokland 1978. Man-made changes in some Dutch moorland pools, as reflected by historical and recent data about diatoms and macrophytes. Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie 63: 587-607.
Dam, H. van, C. van Dijk, L.W.G. Higler, H.H. Hoekstra, K. Kersting, Leentvaar, P., Repko, F., Schroevers, P. & Sinkeldam, J.A. 1983. Verslag van de hydrobiologische waarnemingen in de Gerritsfles en Kempesfles op 2 en 3 november 1977. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum. 59p.
Dijk, G. van, 1978. Excursie-rapport Leemputten bij Staverden. 5p.
Dijk, G. van, 1986. Excursierapport Mosterdveen c.a. 5p.
Dijk, G. van, 1986. Excursierapport Ossenkolk.
Dijk, J.J.A. van, 1986. De herpetofauna van het Staatswildreservaat (1986). Staatsbosbeheer. 14p. + bijl.
Dijk, J.J.A. van, 1987. Een plan ter renovatie van de vennen gelegen bij het Ronde Huis in de Boswachterij Nunspeet. Nunspeet. 11p. + bijl.
Dijk, J.J.A. van, 1988. Het Mosterdveen bij Vierhouten. Directie Natuur-, Milieu en Faunabeheer, Arnhem. 27p.
Dijk, J.J.A. van, 1991. Verslag van een onderzoek naar de effecten op de populatie-ontwikkeling van de Heikikker veroorzaakt door de bekalking van verzuurde vennen op de Tongerense Heide. [Intern Rapport] D092:[Directie Natuur, Bos, Landschap en Fauna, Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij], [Arnhem]. 25p. + bijl.
Dijk, J.J.A. van, 1992. Herstelplan voor het Smidsveen gelegen op het Landgoed Tongeren. Conceptrapport. 54p.
Dijk-Boomgaardt, C. van & J. van Dijk, 197X. De veentjes bij Nunspeet. ? ?: 17-20.
Dijk, J. van & W. de Wilde, 1974. Excursierapport diverse vennetjes in de gemeente Nunspeet. 2p.
Dijk, J.J.A. van, 1988. Onderzoek naar verspreiding, ecologie, bedreigingen en het nemen van beheersmaatregelen voor de herpetofauna op de Noord-Veluwe en het dal van de Gelderse IJssel: onderzoek verricht in de periode 1980-1985. Consulentschap Natuur-, Milieu- en Faunabeheer, Arnhem. 93p. + bijl.
Dirkse, G.M., 1969. Veldbotanische schets van het noordoostelijk deel der Gelderse Vallei. Amoeba 45: 23-31.
Drenth, W.W., 1994. Beheersvisie voor het beschermd natuurmonument Mosterdveen. A&W-rapport 98. Altenburg & Wymenga Ecologisch Onderzoek, Veenwouden. 44p. + bijl.
Dresscher, T.G.N., 1977-1983. Plassen op de Veluwe, ongepubliceerde planktongegevens.
Dresscher, T.G.N., 1984. Micro-organismen in een paar Veluwse vennen. De Levende Natuur 85: 62-63.
Dresscher, T.G.N., ca 1980. Een oriënterend hydrobiologisch onderzoek naar het voorkomen van micro-organismen in twee kleine vennen in de "Boswachterij Nunspeet". 9p.
Dresscher, T.G.N., F. de Graaf, A.A. de Groot, J. Heimans, G.P.H. van Heusden, Koster, J.T., Meyer, W., Mo"rzer Bruyns, M.F., Schimmel, H.J.W., de Vos, A.P.C., de Vries, H.F., van der Werff, A. 1952. De Gerritsflesch bij Kootwijk. Publicatie 4. Hydrobiologische Vereniging, Amsterdam. 22p.

Eck, W. van, 1973. Het weekend in Nijkerkerveen. In: Smittenberg, J.C. Plantengroei in enkele Nederlandse landschappen. Bondsuitgeverij van de Jeugdbonden voor Natuurstudie, Amsterdam. 319-322.

Eilander, D.A., J.L. Kloosterhuis, H. de Jong, J. Koning, 1982. Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50 000. Toelichting bij de kaartbladen 26 Oost Harderwijk en 27 West Heerde. Stichting voor Bodemkartering, Wageningen. 184p.

Ellis-Adam, A.C., 1982. *Chrysostephanosphera hyalocytobia* spec. nov. (Chrysophyceae). Acta Botanica Neerlandica 31: 169-174.

Ellis-Adam, A.C., 1983. Some new and interesting benthic Chrysophyceae from a Dutch moorland pool complex. Acta Botanica Neerlandica 32: 1-23.

Erisman, J.W., 1992. Atmospheric deposition of acidifying compounds in The Netherlands. Proefschrift Rijksuniversiteit Utrecht. 155p.

Gaasenbeek, H., 1959. Rapport betreffende de natuurwetenschappelijke betekenis van de natuurgebieden in de boswachterij "Zwolsche Bos". Staatsbosbeheer, Zwolle. 8p. + bijl.

Gabriels, R., 1985. Een onderzoek naar de Diptera in een aantal stromende en stilstaande wateren in de gemeente Apeldoorn. Interstudie, Nijmegen / Regionale Milieuraad Oost-Veluwe, Apeldoorn. 42p.

Gazenbeek, J., 1973. Oase in het rijk van Mars. In: Gazenbeek, J. Langs heidezoom en hessenspoor (2e druk). Zomer & Keuning, Wageningen. 49-56.

Geest, A.S. van, 1987. Een inventarisatie van desmidiaceeën uit enkele Veluwse vennen en een onderzoek naar de bruikbaarheid van biometrische methoden voor het beschrijven van nauwverwante taxa (Chlorophyta, Conjugatophyceae). Doctoraalverslag. Hugo de Vrieslaboratorium, Universiteit van Amsterdam, Amsterdam. 51p.

Geldersch Landschap, ca 1993. Beheersvisie Wekeromse Zand.

Giesberts, K. & J. Olthof, 1994. Ecohydrologisch onderzoek van het vennengebied Mosterdveen. Vakgroep Waterhuishouding, Landbouwuniversiteit Wageningen, Wageningen. 97p. + bijl.

Sinkel, R.E. van & H.J.P. van Muyden, 1976. Landgoed Welna. Doctoraalverslag 352:Landbouwhogeschool, afd. Natuurbeheer, Wageningen. 66p.

Glas, P., E.E. van der Voo, H.J. Verhoeven & C.A. Bastiaanssen, 1959. Excursie-rapport Mosterdveen. Stichting Onderzoek Levensgemeenschappen, Zeist. 14p.

Grontmij, 1993. Ecologisch beheersprogramma voor vennen in Friesland. Grontmij afd. Watersystemen, Drachten. 145p.

Hacke Oudemans, J.J., z.j. [1964?]. Het Asselse Veld: enige historische aantekeningen. 2p.

Hammen, H. van der, T.H.L. Claassen & P.F.M. Verdonschot, 1984. Handleiding voor hydrobiologische milieu-inventarisatie: eindverslag Interprovinciale Ambtelijke Werkgroep Milieu-inventarisatie, subwerkgroep Hydrobiologie. Provinciale Waterstaat van Noord-Holland, Haarlem. 61p. + bijl.

Hanekamp, G. & P. Aukes, 1966. Inventarisatie van de natuurgebieden in de Gemeente Barneveld. Staatsbosbeheer, Arnhem. 6p.

Heidinga, H.A., 1984. Indications of severe drought during the 10th century AD from an inland dune area in the central Netherlands. Geologie en Mijnbouw 63: 241-248.

Heijden, C.J.J.M. van der & G.W.P. Frenken, 1979. Beheersplan 1979-1989 van het landgoed Wekeromse Zand gelegen onder de gemeente Ede. Stichting Het Gelders Landschap, Arnhem. 56p. + bijl.

Heimans, J., 1918. Kempensflesch. 1p.

Heimans, J., 1940. Terrein Staverden. 1p.

Heinen, M. & J. van Dijk, 1986. Vennen in Nunspeet, het behouden waard: een inventarisatie naar de vegetatie, herpetofauna, onderhoudstoestand en het beheer van 23 vennen in de gemeente Nunspeet. Apeldoorn. 38p. + bijl.

Heldring, O.G. & G. Haasloop Werner, 1845. Wandelingen over de Veluwe. Van Eldik Thieme, Arnhem. 81p.

Herder-Brouwer, J., 1975. Een onderzoek naar enige aspekten van trofie. Doktoraalverslag. Vakgroep Plantensystematiek en Oecologie van Lagere Planten, Vrije Universiteit, Amsterdam. 11p.

Higler, L.W.G., 1967. Makrofauna van de Waschkolk bij Nunspeet (gem. Ermelo). Excursierapport. Rijksinstituut voor Veldbiologisch Onderzoek ten behoeve van het Natuurbehoud, Zeist. 15p.

Higler, L.W.G., 1979. Limnological data on a Dutch moorland pool through sixty years. Hydrobiological Bulletin 13: 138-143.

Hoogendijk, E.M.G., 1973. Inventarisatie van de Desmidiaceeën in het Mosterdveen bij Vierhouten. Verslag M.O.-stage Bijzondere Plantkunde. Hugo de Vrieslaboratorium, afd. Thallophyta, Amsterdam. 34p.

Hottinga, A.M., 1983. Inventarisatielijst hogere planten Mosterdveen te Nunspeet 8 augustus 1981. Floristenwerkgroep IJsselstreek, Nunspeet. 6p.

Jansen, G.W. & R. Jonkheer, 1991. Vegetatiekartering heideterreinen Veluwe: deelgebied Ugchelen/Hoenderloo. Nieuwland, Wageningen. 36p.

Kampf, H., 1978. Beheersplan voor het landgoed De Dellen 1979-1988 van de Stichting Het Gelders Landschap. 78.060. Heidemij Nederland, Arnhem. 59p. + bijl.

Kern, J., T. Reichgelt & V. Westhoff, 1957. Excursie-rapport landgoederen Bingerden en Wielbergen; vennetje bij de Kievit, Spankeren. 2p.

KNNV, 1973. Inventarisatie Landgoed Tongeren, Epe. Kon. Ned. Natuurhistorische Vereniging, Gewest IJsselstreek, Epe. 8p.

Kok Ankersmit, H.J., 1879. Naamlijst van planten binnen de gemeente Apeldoorn tusschen de jaren 1850 en 1878 waargenomen. Nederlandsch Kruidkundig Archief Ser. 2 3(2): 175-213.

Krüger, J.H.J. & A. Valkman, 1973. Natuurwetenschappelijk rapport noord-oost Veluwe. Doctoraalverslag 166. Landbouwhogeschool, afd. Natuurbeheer, Wageningen. 100p. + bijl.

Leentvaar, P., 1957. Hydrobiologische toestand van de Daendelskolk onder Hattum op 3 juli 1957. 2p.

Leentvaar, P., 1958. Plankton van de vennen op het landgoed Huize de Vennen op 4 juli 1958. Staatsbosbeheer,

Utrecht. 2p.
Leentvaar, P., 1980. De hyrobiologische waterkwaliteit van de Daendelskolk (gem. Hattem). Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum. 3p.
Leentvaar, P., 1984. Nationale Park de Hoge Veluwe, hydrobiologisch onderzoek. De Schouw 31: 86-93.
Leentvaar, P., 1984. Nationale park de Hoge Veluwe. Onderzoek vijver bij St. Hubertus en 3 vennen in 1983.
Leentvaar, P., 1991. Nationaal Park de Hoge Veluwe: onderzoek vennen en drinkpoelen in 1990. ongepubliceerd rapport.
Leeuwen, C.G. van, 1966. Het botanisch beheer van natuurreservaten op structuur-ecologische grondslag. Gorteria 3(2): 16-28.
Lensink, R. & H.P. Kiewiet, 1985. Ramenberg: beheersplan 1985 t/m 1994. Vereniging tot Behoud van Natuurmonumenten in Nederland, 's-Graveland. 24p. + bijl.
Lensink, R. & P.B. Stouten, 1986. De Reeënberg: beheersplan 1986 t/m 1995. Vereniging tot Behoud van Natuurmonumenten in Nederland, 's-Graveland. 25p. + bijl.
Lichthart, R.H., 1978. Oldenaller beheersrichtlijnen. Vereniging tot Behoud van Natuurmonumenten, 's-Graveland. 23p. + bijl.
Liere, W.J. van & G.G.L. Steur, 1955. Een bodemkartering van de gemeente Epe en een bodemkundige verkenning van een deel van de gemeente Heerde. Verslagen Landbouwkundig Onderzoek 61.13:Staatsdrukkerij, 's-Gravenhage.
LNV, 1995. Natuurgericht milieubeleid. Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, directie Natuurbeheer, Den Haag. 96p.
Londo, G., 1974. Excursie-rapport Vennetje langs toeristische weg door Boswachterij Nunspeet vlak bij het Ronde Huis (het meest noordwestelijke van 3 kleine dicht bij elkaar gelegen vennetjes). Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum. 1p.
Londo, G. & E.E. van der Voo, 1975. Excursierapport Mosterdveen. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum. 1p.
Londo, G. & E.E. van der Voo, 1975. Excursie-rapport Ossekolk. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum. 1p.
Londo, G. & E.E. van der Voo, 1975. Excursie-rapport Waskolk. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum. 1p.
Luttikholt, A.J.G., 1989. Effecten van bekalking op diatomeeën in verzuurde vennen op de Tongerense Heide (gemeente Epe). Intern Rapport 89/29:Internationale Agrarische Hogeschool Larenstein, Wageningen / Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum. 50p.
Man, M.J. de, 1812. Topographische kaart van de Veluwe en de Veluwe-zoom (herdruk 1984). Canaletto, Alphen aan de Rijn.
Menke, H.L., 1979. Leemkuil in rustgebied Soerel II (1978-1979). KNNV Gewest IJsselstreek, Floristische Werkgroep, Epe. 4p.
Menke, H.L., 1995. persoonlijke mededelingen.
Mennema, J., A.J. Quené-Boterenbrood & C.L. Plate, 1980. Atlas van de Nederlandse flora. 1. Uitgestorven en zeer zeldzame planten. Kosmos, Amsterdam. 226p.
Misset, H.P., 1957. Vochtige heide-, moeras- en bosgebieden "De Bunt" en "De Doelen" gelegen ten westen van de Blokhuissteeg en ten noorden na de weg Zwarte Broek-Nijkerkerveen. 3p.
Moller Pillot, H., 1958. Excursie-rapport Vennen op de Hoge Veluwe. Stichting Onderzoek Levensgemeenschappen, Zeist. 13p.
Moller Pillot, H., 1958. Excursierapport Gerritsflesch. Stichting Onderzoek Levensgemeenschappen, Zeist. 4p.
Moller Pillot, H., 1958. Excursierapport Smitsplas. Stichting Onderzoek Levensgemeenschappen, Zeist. 7p.
Moller Pillot, H., 1958. Excursierapport Kempesflesch. Stichting Onderzoek Levensgemeenschappen, Zeist. 4p.
Moller Pillot, H., 1958. Excursie-rapport Vennen op de Appelse Heide. Stichting Onderzoek Levensgemeenschappen, Zeist. 6p.
Moller Pillot, H., 1958. Excursie-rapport Ven in het Wekeromse Zand. Stichting Onderzoek Levensgemeenschappen, Zeist. 2p.
Mulder, J., 1989. Hydrobiologisch onderzoek in vennen en leemkuilen op de Veluwe. [31p].
Mutsaers, K., 25/8/1973. Gek op stuifzand in boswachterij Nunspeet. Gelderland Nu.
Natuurwetenschappelijke Commissie van de Voorlopige Natuurbeschermingsraad, 1956. Brief 56492 inzake R.V. Nijkerk. 4p.
NJN, 1959. Appelse Hei. Verslag in het kader van het werk dat de N.J.N. verricht t.b.v. het Staatsbosbeheer. 2p.
NJN, 1959. Kruishaarse Hei. Verslag in het kader van het werk dat de N.J.N. verricht t.b.v. het Staatsbosbeheer. 2p.
NJN, 1964. Heide bij Halvinkhuizerveld, coördinaten 166,5-473. 2p.
NJN, 1967. De Hoef. Verslag in het kader van het werk dat de N.J.N. verricht t.b.v. het Staatsbosbeheer. 7p.
Nobbe, C., 1995. Vegetatieopnamen Tongerense Heide aug.-okt. 1988. pers. meded.
Notenboom-Ram, E., 1976. Hydrobiologisch onderzoek in een aantal stilstaande wateren op de Veluwe. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum. 63p. + bijl.
NWC Natuurbeschermingsraad, 1957. Brief aan secretaris Voorlopige Natuurbeschermingsraad. 2p.
Odé, B., 1994. Oldenaller: waterlepeltje, stijve moerasweegbree, wijdbloeiende rus. Beheeradvies Rode lijst-soorten 6p.
Oosten, M.F. van, (red.), 1979. Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50 000. Toelichting bij de kaartbladen 33 West Apeldoorn en 33 Oost Apeldoorn. Stichting voor Bodemkartering, Wageningen. 173p.
Pape, J.C., (red.), 1965. Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50 000. Toelichting bij kaartblad 32 Oost Amersfoort. Stichting voor Bodemkartering, Wageningen. 93p.
Peters, J.H., 1958. Excursie-rapport 4 Vennen op Klein Zwitserland. Stichting Onderzoek Levensgemeenschappen, Zeist. 7p.
Peters, J.H., 1958. Excursie-rapport Ossenkolk. Stichting Onderzoek Levensgemeenschappen, Zeist. 5p.
Peters, J.H., 1958. Excursie-rapport Ven in het Zwolsche Bos. Stichting Onderzoek Levensgemeenschappen, Zeist. 4p.
Peters, J.H., 1958. Excursie-rapport Pluizenmeer. Stichting Onderzoek Levensgemeenschappen, Zeist. 4p.

Post, M., 1987. Toelichting op de vegetatiekaart (1981) van het Nationale Park De Hoge Veluwe. RIN-Rapport 87/25: 49p.
Provincie Gelderland, 1989. Lijst van vegetatie-opnamen. Provincie Gelderland, Dienst L+L, afd. NL, Arnhem. 12p.
Redeke, H.C. & A.P.C. de Vos, 1932. Beiträge zur Kenntnis der Fauna niederländischer oligotropher Gewässer. Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie 28: 1-45.
Reijnders, T., 1972. De vegetatie van de Strabrechtse Heide. In: Paarsboek Strabrechtse Heide/E9. Werkgroep voor Natuurbehoud en Milieubeheer Stadsgewest Eindhoven, Eindhoven. 18-14.
Reijnders, T., 1988. Speulderveld; relaties tussen waterhuishouding, relief en vegetatie van een Noord-Veluwse heide. Concept-rapport. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Arnhem. 61p. + bijl.
Reijnders, T., 1995. persoonlijke mededelingen.
Reinink, M. & J. van der Steen, 1982. Makrofauna onderzoek ter beoordeling van de waterkwaliteit van enkele vennen en plassen. Verslag LEN 75. Rijksuniversiteit Utrecht, Afdeling Landschapsecologie en Natuurbeheer, Utrecht. 49p.
Rijkee, A.C. & M.W. van der Laan, 1967. Verslag van het vegetatiekundig onderzoek op het Uddelse Buurtveld. 31p. + bijl.
Roelofs, J.G.M., M.C.C. de Graaf, P.J.M. Verbeek & M.J.R. Cals, 1993. Methodieken voor herstel van verzuurde en gëeutrofieerde heiden en schraallanden. In: Cals, M., de Graaf, M. & Roelofs, J. (red.) Effectgerichte maatregelen tegen verzuring en eutrofiëring in natuurterreinen. Vakgroep Oecologie, Katholieke Universiteit Nijmegen, Nijmegen. 127-146.
Schaminée, J.H.J., V. Westhoff & G.H.P. Arts, 1992. Die Strandlingsgesellschaften (Littorelletea Br.-Bl. et Tx. 43) der Niederlande, in europäischem Rahmen gefasst. Phytocoenologia 20: 529-588.
Schaminée, J.H.J., E.J. Weeda & V. Westhoff, 1995 (concept). De vegetatie van Nederland. 2. Plantengemeenschappen van wateren, moerassen en natte heiden. Opulus Press, Leiden. 377p. + bijl.
Schellekens, A.G.A. & W.K.R.E. van Wingerden, in druk. Ecologische verkenning Veluwe. 2. Bouwstenen. LB&P Ecologisch Advies, 's-Hertogenbosch.
Schermerhorn, P.W., 1981. Beheersplan natuurterrein Morena 1982-1992. Stichting Het Gelders Landschap, Arnhem. 18p. + bijl.
Schimmel, H., 1950. Overzicht van de natuurgebieden in de gemeente Barneveld. Staatsbosbeheer, afd. Natuurbescherming en Landschap, Utrecht. 4p. + bijl.
Schimmel, H., 1950. Overzicht van de natuurgebieden in de gemeente Heerde. Staatsbosbeheer, afd. Natuurbescherming en Landschap, Utrecht. 3p. + bijl.
Schimmel, H., 1957. Excursierapport "Kolkje van Daendels". 4p.
Schimmel, H., 1957. Leemkuilen bij Staverden. 9p.
Schimmel, H., ca 1970. Vegetatiekartering van het "Asselse Veld". Staatsbosbeheer, Arnhem. 4p. + bijl.
Schimmel, H. & J. ter Hoeve, 1964. Waarnemingen aan vennen op Tongeren en in Smidsveen. Excursierapport Staatsbosbeheer. 2p.
Schimmel, H.J.W., 1957. Excursierapport Mosterdveen. 8p.
Schimmel, H.J.W., 1976. Meren en vennen. Dijkhuizen, S., Schimmel, H. & Westra, R. Ontdek de Veluwe. Nederlandse landschappen. Instituut voor Natuurbeschermingseducatie, Amsterdam / VARA, Hilversum. 147-159.
Schimmel, H.J.W. & J. ter Hoeve, 1952. Bodemgesteldheid en waterhuishouding van de 'Gerritsflesch' bij Kootwijk. Tijdschrift van het Koninklijk Nederlandsch Aardrijkskundig Genootschap 69: 16-28.
Schoof-van Pelt, M.M., 1973. Littorelletea: a study of the vegetation of some amphiphytic communities of Western Europe. Proefschrift. Katholieke Universiteit, Nijmegen. 216p. + ann.
Schoonoord, M.P. & A.C. Ellis-Adam, 1984. *Chrysocrinus honorarius* spec. nov. (Stylococcaceae, Chrysophyceae); some stages of its lorical development and its distribution on the substrate. Acta Botanica Neerlandica 33: 399-418.
Schouten, G., 1978. Een hydrobiologische kwaliteitsbeoordeling van twee beken en een ven in de gemeente Apeldoorn aan de hand van makrofaunistisch onderzoek. Apeldoorn. 68p.
Sissingh, G., 1943. Opnamen Mosterdvennen in bestand Project Oude Vegetatiegegevens (IBN-DLO, Wageningen).
Sissingh, G. e.a., 1971. Verslag van de doelstellingsbespreking voor de boswachterij het "Zwolse Bos" gehouden op 16 november 1971 te Arnhem. 3p.
Smidt, J.T. de, 1954. Excursie rapport Wekeromse Zand (westelijk complex). 1p.
Smidt, J. de, 1953. Stuifzand "Zandenbosch". 1p.
Smit, J.J., 1972. Natuurgebieden in de ruilverkaveling "Brummen-Voorst". Ingenieursverslag 125:Landbouwhogeschool, afd. Natuurbeheer, Wageningen. 31p.
Smits, H. & V. Tromp, 1988. Littorellion vegetatie in Nederland in historisch perspectief. Rapport 260. Vakgroep voor Aquatische Oecologie en Biogeologie, Katholieke Universiteit Nijmegen, Nijmegen. 96p. + bijl.
Sparreboom, M., (red.), 1981. De amfibieeën en reptielen van Nederland, België en Luxemburg. Balkema, Rotterdam. 284p.
Staatsbosbeheer, 1969. Inventarisatie van de natuurgebieden in de gemeente Epe. 6p. + bijl.
[Staatsbosbeheer?], [1970?]. Beschrijving van de natuurgebieden in de gemeente Brummen. 35p.
Staatsbosbeheer, 1976. Beheersplan voor de boswachterij "Nunspeet" voor de periode 1 augustus 1970 - 1 augustus 1980. 55p. + bijl.
Steeg, H.M. van de, 1990. Een vegetatiekartering van het natuurmonument De leemputten bij Staverden 1989. Adviesbureau voor Oecologie en Natuurbeheer, Nijmegen. 35p. + bijl.
Steeg, H. van de, 1982. Beheersplan beschermd natuurmonument Leemputten bij Staverden. Gemeente Ermelo, Ermelo / Staatsbosbeheer, Arnhem. 42p.
Ten Houte de Lange, S.M., 1977. Rapport van het Veluwe-onderzoek: een onderzoek van natuur, landschap en cultuurhistorie ten behoeve van de ruimtelijke ordening en het recreatiebeleid. Pudoc, Wageningen. 263p. + bijl.

Ter Hoeve, J. & P. Roos, 1955. Nadere gegevens over de waterhuishouding van de "Waschkolk" onder Nunspeet. Staatsbosbeheer, afd. Nb, Utrecht. 7p.
Ter Hoeve, J. & P. Roos, 1955. Aanvullende gegevens over de waterhuishouding van de "Waschkolk" onder Nunspeet. Staatbosbeheer, afd. Nb, Utrecht. 3p.
Thijsse, J.P., 1926. De flora en fauna. In: Baren, J. van, Bigot, L.C.T., Blink, H., Bloemers, H.P.J. & Hoefer, F.A. (red.) Gelderland. Van Loghum Slaterus, Arnhem. 75-117.
Tideman, P., 1943. Kaartblad no 390: Putten. 6p.
Tideman, P., 1943. Kaartblad no 354: Nunspeet. 3p.
Tideman, P., 1943. Kaartblad no 409: Nijkerk. 8p.
Tideman, P., 1943. Kaartblad no 429: Barneveld. Algemeene beschrijving der Geldersche Vallei. 10p.
Tol, G.J., P.H. Oldeman & A.J. Griffioen, 1994. Toelichting bij de vegetatiekaart van 1992 van het Nationaal Park "De Hoge Veluwë". IBN-rapport 067:IBN-DLO, Wageningen. 42p.
Topografische Dienst, 1991. Grote provincie atlas 1 : 25 000 Gelderland Veluwe. Wolters-Noordhoff Atlasprodukties, Groningen. 127p.
UNEP/WHO, 1991. GEMS/WATER 1990-2000: the challenge ahead. Report WHO/PEP/91.2:World Health Organization, Geneva. 24p. + ann.
Vahle, H.C., 1995. Oligotrophe Heideweiher als anthropogene Ökosysteme. Natur und Landschaft 70: 295-301.
Verkaar, D., L. van Duuren & J. Schaminée, 1992. De internationale betekenis van Nederland voor hogere planten op grond van biografische gegevens. De Levende Natuur 93: 34-39.
Vlieger, J., 1936. Opname Zandflesch in bestand Project Oude Vegetatiegegevens (IBN-DLO, Wageningen).
Voo, E.E. van der & G. Londo, 1973. Excursierapport Waschkolk. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum. 1p.
Voo, E.E. van der & G. Londo, 1973. Excursierapport Ossenkolk. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum. 2p.
Voo, E.E. van der & G. Londo, 1973. Excursierapport Mosterdveen. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum. 2p.
Vries, M. de, 1994. Concept-notitie: Hydrologische beschrijving Erica-Noord. 8p. + bijl.
Weber, M., 1919. Beschouwingen over de fauna van Nederland. Bijdragen tot de Dierkunde 21: 175-193.
Werf, S van der. Ongepubliceerde gegevens.
Werf, S. van der, z.j.. Voorlopige indeling van de plassen op de Hoge Veluwe. Ongepubliceerd manuscript. 4p.
Werf, S. van der, 1965. The National Park "De Hoge Veluwë", September 1, 1965. Laboratorium voor Plantensystematiek van de Landbouwhogeschool, Wageningen. 3p.
Westhoff, V., P.A. Bakker, C.G. van Leeuwen, E.E. van der Voo & I.S. Zonneveld, 1973. Wilde planten, flora en vegetatie in onze natuurgebieden. III. De hogere gronden. Vereniging tot Behoud van Natuurmonumenten in Nederland, Amsterdam. 359p.
Westhoff, V., J.L.J. Hendriks & L.J. Draaijer, 1977. Advies betreffende de ruilverkaveling "Brummen-Voorst". Natuurbeschermingsraad, Natuurwetenschappelijke Commissie, Utrecht. 28p.
Westhoff, V. & A.J.M. Roozen, 1991. Het waterlepeltje (*Ludwigia palustris* (L.) Elliott) bij Barneveld. Stratiotes 2: 3-8.
Wigman, A.B., 1930. Naar den plas in 't zand. In: Bernink, J.B., Broer, A.L., Dingeldein, W.H., Drijver, J., Gazenbeek, J., Koster, F., de Zwerver, M., van Schaick, J.I., de Stoppelaar, R.J., Strijbos, J.P., Tepe, R., Tinbergen, N., Tolman, R., van Veldhuizen, A., Vijverberg, J. & Wigman, A.J. De luister van het land. Schoonderbeek, Laren. 297-300.
Wijngeeren, R.F. van & P. Sollman, 1990. Inventarisatierapport Salamandergat. 2p.
Willemsen, G.F., 1987. Bijzondere plantesoorten in het Nationale Park De Hoge Veluwe; voorkomen en veranderingen. RIN-rapport 87/6. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum. 42p. + bijl.
Woudstra, A. & N. Schotsman, 1971. Het Kroondomein tussen eksploitering en konservering: een natuurwetenschappelijke evaluatie van de Koninklijke Houtvesterijen op de Veluwe als uitgangspunt voor het toekomstig beheer. Rapport 90. Landbouwhogeschool, afd. Natuurbeheer, Wageningen / Rijksinstituut voor Natuurbeheer, afd. Botanie, Leersum. 138p. + bijl.
Zinderen Bakker, E.M. van 1948. Palynologisch en stratigrafisch onderzoek van Veluwse venen. Tijdschrift van het Koninklijk Nederlandsch Aardrijkskundig Genootschap 65: 174-192.
Zuiveringsschap Veluwe. ongepubliceerde gegevens.
[1950?]. Twee heide- en moerasterreinen ten O. van Nijkerkerveen. Excursierapport. Staatsbosbeheer, afd. Natuurbescherming en Landschap, Utrecht. 2p.
1952. Overzicht van de natuurgebieden in de gemeente Hattem. Staatsbosbeheer, afd. Natuurbescherming en Landschap, Utrecht. 3p.
[1955?]. Objecten kaartblad 32E (Nijkerk).
1959. Overzicht van de natuurgebieden in de gemeente Scherpenzeel. Staatsbosbeheer, Dienstvak Natuurbescherming, Utrecht. 6p.
1962. Overzicht van de natuurgebieden in de gemeente Heerde (anno 1962). Staatsbosbeheer, afd. Natuurbescherming en Landschap, Utrecht. 6p. + bijl.
1966. Inventarisatie van de natuurgebieden in de gemeente Brummen. 7p.
1968. Inventarisatie gemeente Scherpenzeel natuurgebieden. Staatsbosbeheer, Dienstvak Natuurbescherming, Utrecht. 2p.
1971. Overzicht van de natuurgebieden in de boswachterij "Zwolse Bos" en enige aangrenzende bezittingen van de gemeente Epe en Heerde, benevens enkele globale opmerkingen ten aanzien van het beheer. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum. 4p.
1975. Beheersplan voor de boswachterij "Hoenderloo", beheersperiode 1970-1980. Staatsbosbeheer, Utrecht. 49p. + bijl.
1979-1994. Diverse excursierapporten en verslagen Milieugroep NO Veluwe, KNNV Epe-Heerde, H.P.J.J. Cuppen en Floristische Werkgroep IJsselstreek volgens mededelingen H.L. Menke (pers. meded.).

1983. Gietelse en Appensche Veld Voorst. Floristische Werkgroep IJsselstreek. 95p.
1984. *Beheersplan beschermd natuurmonument Leemputten bij Staverden. Staatsbosbeheer, consulentschap Natuurbehoud*, Arnhem. 58p.
[1990?]. De grote landschapseenheden: beschrijving van Nijkerk-Arkemheen. Directie Natuur-, Milieu- en Faunabeheer. 11p.

Dankwoord

Drs. C.J.S. Aggenbach (KIWA Onderzoek en Advies, Nieuwegein), W.G. Arentsen (Koninklijke Houtvesterij Het Loo, Apeldoorn), F. van Belle (Vereniging Natuurmonumenten, 's-Graveland), drs. M.J.S. Bellemakers (Vakgroep Oecologie, Katholieke Universiteit Nijmegen), A. Brandwijk (Informatie- en Kenniscentrum Natuurbeheer, Wageningen), drs. E. Brouwer (Vakgroep Oecologie, Katholieke Universiteit Nijmegen), C.F. van de Bund (Bennekom), J.L. Ebregt (Zieuwent), drs. A.C. Ellis-Adam (Hugo de Vrieslaboratorium, Universiteit van Amsterdam), dr. L.W.G. Higler (DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Wageningen), ing. M.A.P. Horsthuis (DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Wageningen), M.P. Karsemeijer (Gemeente Nunspeet, afd. Bos en Beplantingen), G. Koopmans (Bosgroep Gelderland, H.L. Menke (KNNV Epe-Heerde, Epe), Ellecom), C. Nobbe, (Vakgroep Oecologie, Katholieke Universiteit Nijmegen), dr. J.G.M. Roelofs (Vakgroep Oecologie, Katholieke Universiteit Nijmegen), Irs. A.J.M. Roozen (Stichting Het Gelders Landschap, Arnhem), T. Reijnders (Leersum), drs. A.H.P. Stumpel (DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Wageningen), J. Vink (Staatsbosbeheer, Driebergen), ir. S. van der Werf (Bennekom), dr. W.K.R.E. van Wingerden (DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Wageningen) en H.G.M. van Zandbrink (Provincie Gelderland) worden bedankt voor het beschikbaar stellen van ongepubliceerde gegevens. Ing. M. Blokker en ing. C. van Lemel (Zuiveringsschap Veluwe, Apeldoorn) waren behulpzaam bij het verifiëren en invoeren van de basisgegevens. Ir. H. Houweling (DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Wageningen) leverde de verspreidingskaartjes van de wateren. J.A. Sinkeldam (DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Wageningen) hielp bij de interpretatie van enkele planktongegevens.

Bijlage 1. Lijst van Veluwse vennen en leemkuilen

De bladnummers zijn van de topografische kaart, schaal 1 : 10 000

Bij het type is K kolk, L leemkuil en V ven.

nr	coördinaten		blad	type	naam
265	202.10	497.55	27Bn	K	Daendelskolkje
266	201.90	497.28	27Bn	K	Kolkhuis
601	185.18	469.45	33An	L	Heidensgat
611	185.70	469.85	33An	L	Brouwerij
631	188.20	469.77	33An	L	Het Pomphul
641	188.00	468.93	33An	V	De Veentjes
651	188.52	467.70	33Az	L	Leemkuil bij Hasloo
655	187.08	469.33	33An	V	Ven op Asselse Hei
656	187.12	469.30	33An	V	Ven op Asselse Hei
657	187.16	469.26	33An	V	Ven op Asselse Hei
658	187.21	469.21	33An	V	Ven op Asselse Hei
659	187.25	469.20	33An	V	Ven op Asselse Hei
660	187.18	469.05	33An	V	Ven op Asselse Hei
661	187.10	468.75	33An	V	Groot Ven op Asselse Hei
662	186.75	468.65	33Az	V	Ven op Asselse Hei
663	186.62	468.67	33Az	V	Ven op Asselse Hei
664	186.60	468.55	33Az	V	Ven op Asselse Hei
665	186.56	468.70	33Az	V	Ven op Asselse Hei
	186.72	468.50	33Az	V	Ven op Asselse Hei
	187.03	468.60	33Az	V	Ven op Asselse Hei
668	187.07	468.63	33Az	V	Ven op Asselse Hei
669	187.11	468.50	33Az	V	Ven op Asselse Hei
670	187.07	468.42	33Az	V	Ven op Asselse Hei
671	186.82	468.60	33An	V	Klein Ven op Asselse Hei
672	187.12	468.39	33Az	V	Ven op Asselse Hei
673	187.20	468.37	33Az	V	Ven op Asselse Hei
674	186.98	468.33	33Az	V	Ven op Asselse Hei
675	187.03	468.34	33Az	V	Ven op Asselse Hei
676	187.27	468.26	33Az	V	Ven op Asselse Hei
677	187.32	468.25	33Az	V	Ven op Asselse Hei
678	187.40	468.23	33Az	V	Ven op Asselse Hei
679	186.93	467.95	33Az	V	Ven op Asselse Hei
680	187.08	467.99	33Az	V	Ven op Asselse Hei
701	188.63	473.32	33An	L	Leemkuil Koningseik
702	188.60	471.70	33An	L	Varkensleemkuil
703	188.41	471.40	33An	L	Ruitersgat
705	189.73	469.87	33An	L	Leemkuil Tribune
707	190.01	470.55	33Bn	L	Reigerskooi
721	182.27	471.90	33An	V	Klein Zeilmeer
731	182.37	472.45	33An	V	Groot Zeilmeer
732	183.00	468.90	33An	V	Kootwijkerveen
741	183.05	471.98	33An	V	De Bieze-midden
12	183.13	472.10	33An	V	De Bieze-O
3	183.00	472.15	33An	V	De Bieze-W
744	182.98	471.83	33An	V	De Bieze-Z
875	191.58	464.70	33Bz	V	Salamandergat
876	188.50	464.66	33Az	L	Hamerkolken-Z
877	188.43	464.87	33Az	L	Hamerkolken-N
878	189.07	467.45	33Az	L	Ruetbron
880	185.36	475.48	27Cz	V	Ven in Heegse Veld
881	186.00	475.75	27Cz	V	Ven in Kozakkenveld
884	186.27	473.05	33An	V	Hoog Soerense Veld-Z
885	185.78	473.60	33An	V	Hoog Soerense Veld-N
886	188.75	475.37	27Cz	L	Leemkuil Kruisakkers
887	188.40	477.80	27Cz	L	Cannenburgergat
888	193.35	482.60	27Dn	L	Plas bij Schaveren
889	189.49	478.50	27Cz	L	Stadhoudersleemkuil
890	196.25	485.15	27Dn	V	Epenhorst-ZO
891	196.36	485.25	27Dn	V	Epenhorst-NW
893	194.80	488.83	27Bz	V	Hooge Heide
894	195.45	489.05	27Bz	V	Pluizenmeer
895	199.95	491.93	27Bz	V	De Dreef
896	199.53	491.26	27Bz	V	Koerberg-W
897	199.63	491.23	27Bz	V	Koerberg-O
898	200.62	492.80	27Ez	V	Groot Stokkert
899	197.75	493.70	27Bz	V	Kikkersgat
900	187.58	479.00	27Cz	L	Prinsenkuil
901	189.10	475.75	27Cz	L	Leemkuil Valkenberg

nr	coördinaten		blad	type	naam
902	195.70	489.06	27Bz	V	Eenang Wollegrasven
903	195.83	489.31	27Bz	V	Vlakven
904	196.15	491.86	27Bz	V	Ven 1 km ten W Heerderstrand
1206	190.89	482.90	27Dn	V	Ven Van Manenpad oost
1207	190.90	482.86	27Dn	V	Ven Van Manenpad oost
1208	190.55	482.60	27Dn	V	Ven Van Manenpad oost
1209	190.44	482.50	27Dn	V	Ven Van Manenpad oost
1210	190.07	482.10	27Dn	V	Ven Van Manenpad oost
1211	190.44	483.47	27Dn	V	Ven Van Manenpad/ven 1
1212	190.30	483.50	27Dn	V	Ven Van Manenpad/ven 2
1213	190.18	483.67	27Dn	V	Ven Van Manenpad/ven 3
1215	189.91	483.72	27Dn	V	Ven Van Manenpad/ven 5
1217	190.04	481.97	27Dn	V	Drasse plek bij Duiveland
1220	190.30	483.30	27Dn	V	Ven Van Manenpad/ven 11W
1221	190.35	483.38	27Dn	V	Ven Van Manenpad/ven 11O
1222	190.35	483.28	27Dn	V	Ven Van Manenpad/ven 12
1223	190.45	483.14	27Dn	V	Ven Van Manenpad/ven 13
1225	189.30	481.45	27Cn	V	Gortelse Berg
1228	188.15	481.30	27Cn	L	Spookkuil-W
1229	188.20	481.29	27Cn	L	Spookkuil-midden
1230	188.17	481.32	27Cn	L	Spookkuil-O
1234	190.67	486.75	27Dn	V	Ven bij El Rancho
1235	190.64	486.65	27Dn	V	Drasse plek bij El Rancho
1236	190.63	487.20	27Dn	V	Brandput aan Stenenkomweg
1237	191.90	486.33	27Dn	L	De Zandplas
1238	191.87	486.05	27Dn	L	De Leemkuil bij Tongeren
1239	191.90	486.55	27Dn	L	De Lichtbaak-O
1240	191.72	486.66	27Dn	L	De Lichtbaak-W
2079	204.30	454.53	33Gn	V	Ven in Leuvenheimse Hei-Z
2080	204.33	454.73	33Gn	V	Ven in Leuvenheims Hei-N
2085	202.56	461.28	33Gn	V	Ven in Empesche Hei
2290	202.78	465.42	33Ez	K	Kolk t.N. Veluwsche Bandijk
2295	204.11	465.92	33Ez	V	Ven in de Poll
4320	177.23	483.95	26Hn	V	De Houtsnip
4775	178.10	472.08	32Fn	V	Het Sol
4780	171.73	472.50	32Fn	V	Ven bij Klein Spriel
4790	177.18	470.67	32Fn	V	Zonneland
4791	175.17	469.10	32Fn	V	Watergraafsmeertje
4870	178.70	476.05	26Hz	L	Put 7 Staverden (Pingoven)
4871	178.45	476.25	26HZ	L	Leemput 1 bij Staverden
4872	178.40	476.22	26Hz	L	Leemput 2 bij Staverden
4873	178.55	476.15	26Hz	L	Leemput 3 bij Staverden
4874	178.68	476.20	26Hz	L	Leemput 4 bij Staverden
4875	178.47	476.36	26Hz	L	Leemput 5 bij Staverden
4876	178.85	475.65	26Hz	L	Zuidelijk ven Speulderveld
4877	184.40	485.30	27Cn	V	Mosterdveen (ven 5, F)
4878	184.50	485.15	27Cn	V	Platte Veentje (Most.v.6, A)
4879	184.50	484.50	27Cn	V	Mosterdveen (ven 31, D)
4880	184.15	485.02	27Cn	V	Mosterdveen (G, Witte Klap)
4881	184.50	484.50	27Cn	V	Andromedaven (Most.v. 30, C)
4882	183.20	482.30	27Cz	V	Ven bij Turfberg (Elsp.H.21)
4883	181.20	480.30	27Cz	V	Elspeetse Hei ven 19
4884	180.95	480.60	27Cz	V	Het Flesje (Elsp. Hei 18)
4885	184.20	483.35	27Cn	V	Ossenkolk ven 8
4886	182.08	480.94	27Cz	V	Greesplek (Elsp. Hei 20 MT)
4887	184.52	484.75	27Cn	V	Mosterdveen (ven E)
4888	184.30	484.83	27Cn	V	Mosterdveen (ven H)
4889	184.56	484.83	27Cn	V	Mosterdv. (ven B, zwemplas)
4896	184.40	479.50	27Cn	V	Tonnetjesdelle
4897	183.27	480.47	27Cn	V	Noorderheide/Elspeet
4898	183.07	485.45	27Cn	V	Ronde Huisven-Z (Vak 63)
4899	184.62	484.65	27Cn	V	Mosterdveen
4901	184.47	481.30	27Cn	V	Callunahoeve
4902	186.07	481.63	27Cn	L	Ven in Vierhouterbos
4903	183.35	481.58	27Cn	V	Veentje in Elspeetsche Heide
4904	183.43	481.48	27Cn	V	Drasse plek in Elsp. Heide
4905	182.10	483.53	27Cn	V	Ven in Jodenbos
4906	182.17	483.37	27Cn	V	Drasse plek in Jodenbos

nr	coördinaten		blad	type	naam
4907	180.30	483.07	27Cn	V	Ven in Horstmeer
4908	181.08	482.85	27Cn	V	Gat van Jan van Beek
4909	180.88	482.91	27Cn	V	Drasse plek Westeindse Heide
4910	185.15	486.75	27Cn	V	Waschkolk
4911	184.10	484.48	27Cn	V	Ven langs Plaggeweg
4912	183.82	484.22	27Cn	V	Ven in Sprengenbosch
4913	183.10	484.55	27Cn	V	Randven Huize de Vennen
4914	183.10	484.50	27Cn	V	Huize de Vennen
4915	183.81	484.88	27Cn	V	Roo Steeven
4916	183.18	485.13	27Cn	V	Mythsteeven
4917	183.17	485.55	27Cn	V	Ronde Huisven-N (Vak 65)
4918	183.60	485.75	27Cn	V	Zandenbosven-O (Vak 66)
4919	183.56	485.73	27Cn	V	Zandenbosven-Z (Vak 66)
4920	183.54	485.78	27Cn	V	Zandenbosven-W (Vak 66)
4921	188.35	484.17	27Cn	V	Ven op Landgoed Welna
4922	189.15	483.97	27Cn	V	Ven op Landgoed Welna
4923	189.25	483.90	27Cn	V	Ven op Landgoed Welna
4924	189.30	484.00	27Cn	V	Ven op Landgoed Welna
4925	189.38	483.81	27Cn	V	Ven op Landgoed Welna
4926	189.43	483.78	27Cn	V	Ven op Landgoed Welna
4927	189.47	483.81	27Cn	V	Ven op Landgoed Welna
4928	189.50	483.90	27Cn	V	Ven op Landgoed Welna
4929	189.65	483.97	27Cn	V	Ven op Landgoed Welna
4930	189.99	483.94	27Cn	V	Ven op Landgoed Welna
4931	190.40	483.77	27Dn	V	Ven 8 op Landgoed Tongeren
4932	190.40	483.90	27Dn	V	Ven 5 op Landgoed Tongeren
4933	185.83	486.57	27Cn	V	Ven in Rentel. Voorschotb.-N
4934	185.48	485.40	27Cn	V	Ven in Rentel. Voorschotb.-Z
4935	190.48	483.80	27Dn	V	Ven 7 op Landgoed Tongeren
4936	190.60	484.00	27Dn	V	Ven 1 op Landgoed Tongeren
4937	190.44	484.01	27Dn	V	Ven 3 op Landgoed Tongeren
5112	175.91	479.18	26Hz	V	Ven bij Ullerberg-O
5113	175.62	478.64	26Hz	V	Drasland bij Ullerberg-N
5114	175.82	478.42	26Hz	V	Drasland bij Ullerberg-Z
5115	174.60	479.55	26Hz	V	Ven bij Ullerberg-W
5116	170.06	477.52	26Hz	V	Ven in Groevenbeek/M.T.
5117	173.75	477.83	26Hz	V	Ven bij de Paalberg
5118	173.62	477.40	26Hz	V	Ven bij de Kriemelberg
5119	177.83	477.63	26Hz	V	Ven in Leuvenumse Veld-N
5120	176.65	476.79	26Hz	V	Ven in Leuvenumse Veld-Z
5121	174.00	474.20	32Fn	L	Solsche Gat
5122	176.92	477.80	27Hz	V	Ven ten N van Postweg
5280	166.55	472.75	32En	V	Drinkpoel in Heide bij Hoef
5281	166.55	473.00	32En	V	Ven in Heide bij Hoef
5284	165.10	470.77	32En	V	Ven bij Deuverden
5291	167.70	468.10	32Ez	V	Lijmgat
5292	168.10	468.18	32Ez	V	Ven op Appelsche Heide
5293	169.13	468.69	32Ez	V	Ven op Appelsche Heide
5294	168.17	468.35	32Ez	V	Moordgat
5295	168.90	468.78	32Ez	V	Ven op Appelsche Heide
5991	162.25	467.45	32Ez	V	Plas in De Doelen
5992	163.35	467.25	32Ez	V	Ven in de Bunt-N
5993	163.40	466.42	32Ez	V	Ven in de Bunt-Z
5994	163.20	466.95	32Ez	V	Ven in de Bunt-midden
7092	168.62	467.38	32Ez	v	Ven ten O. van Dusschoten
7095	167.77	467.25	32Ez	V	Ven bij Dusschoten
7109	165.88	462.90	32Ez	V	Ven in Landgoed Erica-Noord
7110	164.23	462.70	32Ez	V	Ven bij Kallenbroek
7111	164.15	463.22	32Ez	V	Ven bij Kallenbroek
7112	165.40	462.83	32Ez	V	Ven bij Kallenbroek
7113	165.43	462.84	32Ez	V	Ven bij Kallenbroek
7114	165.45	462.91	32Ez	V	Ven bij Kallenbroek
7115	163.88	463.75	32Ez	V	Ven bij Kallenbroek
7116	163.96	463.71	32Ez	V	Ven bij Kallenbroek
7117	164.02	463.69	32Ez	V	Ven bij Kallenbroek
7260	166.23	462.43	32Gn	V	Plas bij Klein Bylaer
7415	178.77	456.40	32Hn	V	Den Roekel
7418	178.90	455.78	32Hz	V	De Hartenberg
7421	177.40	456.40	32Hn	V	Ven in Wekeromse Zand
7422	175.47	457.35	32Hn	V	Ven in Wekeromse Zand
7423	174.90	457.25	32Hn	V	Ven in Wekeromse Zand
7424	174.35	457.57	32Hn	V	Ven in Wekeromse Zand

nr	coördinaten		blad	type	naam
7425	174.36	457.40	32Hn	V	Ven in Wekeromse Zand
7430	184.54	463.80	33Az	V	Gerritsfles
7432	186.60	463.98	33Az	V	Schaapherdersven
7451	185.75	457.20	33Cn	V	Ven in Observatiepark-N
7452	185.10	456.88	33Cn	V	Ven bij Koperen Kop
7453	185.68	456.92	33Cn	V	Ven in Observatiepark-Z
7455	185.15	456.63	33Cn	V	Ven ten Z. van Koperen Kop
8020	164.47	454.75	32Gn	V	Ven bij Groot Wolfswinkel
8080	168.50	457.75	32Gn	V	De Buzerd-Z
8082	168.25	458.23	32Gn	V	De Buzerd-NW
8085	165.40	456.80	32Gn	V	Groot Wagensveld-N
8370	178.87	450.98	32Hz	V	Ven ten O van De Ginkel
8371	178.00	451.10	32Hz	V	Ven ten W van De Ginkel
8372	178.00	451.42	32Hz	V	Ven ten NW van De Ginkel
8373	177.70	451.28	32Hz	V	Kreelsche Plas
8374	177.55	451.55	32Hz	V	Ven in Kreelsche Zand
9615	183.27	460.30	33Cn	V	Smidsplas
9616	183.95	459.93	33Cn	V	Ven ten ZW van Ossenberg
9620	182.60	462.12	33Cn	V	Kempflesch
9621	184.92	460.40	33Cn	V	Ven bij Ossenberg
9622	183.35	460.15	33Cn	V	Smidsplas
9623	183.21	460.25	33Cn	V	Smidsplas
9624	182.88	459.85	33Cn	V	Smidsplas
9625	186.82	460.46	33Cn	L	Leemkuil bij Dabbeloo-ZO
9626	186.18	460.05	33Cn	L	Leemkuil bij Dabbeloo-ZW
9627	186.48	461.70	33Cn	L	Leemkuil bij Dabbeloo-N
9628	187.77	460.08	33Cn	L	Leemkuil bij Struikberg-N
9629	187.77	460.35	33Cn	L	Leemkuil bij Struikberg-Z
9630	189.60	462.38	33Cn	L	Leemkuil bij Waterberg-W
9631	189.67	462.37	33Cn	L	Leemkuil bij Waterberg-O
9632	189.48	458.60	33Cn	V	Ven ten Z van Hoenderloo
9637	187.08	455.40	33Cz	V	IJzeren Man
9638	187.30	455.40	33Cz	V	IJzeren Man
9639	187.30	455.27	33Cz	V	IJzeren Man
9640	187.39	455.28	33Cz	V	IJzeren Man
9641	187.25	456.18	33Cz	V	Deelense Wasch
9642	187.50	455.31	33Cz	V	IJzeren Man
9643	188.30	454.95	33Cz	V	Ven met de Punt (Oostfles)
9644	188.18	455.28	33Cz	V	Andromedafles
9645	188.26	455.84	33Cz	V	Berg en Dal
9646	188.50	456.42	33Cz	V	Gietense Flesschen-Z
9647	188.50	456.60	33Cz	V	Gietense Flesschen-N
9648	188.10	455.55	33Cz	V	Zandflesch
9649	187.10	455.83	33Cz	V	Wolfskuilen
9650	187.15	455.40	33Cz	V	Ven op Hoge Veluwe
9651	187.15	455.17	33Cz	V	Ven op Hoge Veluwe
9652	188.37	454.75	33Cz	V	Ven op Hoge Veluwe
9653	188.23	454.52	33Cz	V	Zuidfles
9654	187.97	456.12	33Cz	V	Ven op Hoge Veluwe
9655	187.90	455.72	33Cz	V	Ven op Hoge Veluwe
9656	187.85	456.28	33Cn	V	Ven op Hoge Veluwe
9657	188.24	454.97	33Cz	V	Ven op Hoge Veluwe
9660	196.27	460.55	33Dn	V	Ven in Klein Zwitserland
9661	196.24	460.50	33Dn	V	Ven in Klein Zwitserland
9662	196.34	460.47	33Dn	V	Ven in Klein Zwitserland
9663	196.32	460.41	33Dn	V	Ven in Klein Zwitserland
9664	196.20	460.23	33Dn	V	Ven in Klein Zwitserland
9665	196.67	460.62	33Dn	V	Varkensven
9666	196.20	462.15	33Dn	V	Ven bij de Munsterman
9668	198.33	462.20	33Dn	V	Plas ten ZW van Albaplas
9670	191.05	461.40	33Dn	V	Spelderholt-W
9672	191.67	458.26	33Dn	V	Woeste Hoefweg-O
9673	190.79	458.16	33Dn	V	Woeste Hoefweg-NW
9674	190.78	458.12	33Dn	V	Woeste Hoefweg-ZW
9675	190.43	452.48	33Dz	V	Ven op Terlet
9676	193.86	457.58	33Dn	V	Ven bij Woeste Hoeve
9677	194.69	456.93	33Dn	V	Ven bij Ramenberg
9678	190.98	455.46	33Dz	V	Ven in Deelerwoud
9679	195.41	455.53	33Dz	V	Ven in Loenermark
9680	191.20	461.37	33Dn	V	Spelderholt-O
9681	196.00	456.67	33Dn	V	Ven op de Trapjesberg
9685	194.44	451.85	33Dz	V	Hessengat

Bijlage 2. Omgevingskenmerken.

Verklaring in tabellen 1 en 4.

code	Oppervlak (are)	Vorm	Wal	Hydrologie	Land 0 m	Land 100 m	Verstoring	Gemeente	Slibdikte (cm)	Bodem	Humus
265	15	D		S	GW	H	O	AP	>0	Z	KL
266	38	O			G	WH	OVP	HA			
601	0	X			HN		O	AP	50	L	
611	14	L		G	L	N	O	AP	50	L	
631	2	X		G	L	W	OV	AP	30	L	
641	2.5	X						AP	90	ZL	
651	5	E		G	WL	A	OB	AP	60	Z	
655	4	E			H	M		AP	30	Z	
656	7	L			H	M		AP	30	Z	
657	3	E			H	M	O	AP	30	Z	
658	2	L			H	M		AP	30	Z	
659	3	E			H	M		AP	40	Z	
660	3	L			H	M		AP	30	Z	
661	70	E			H	M	O	AP	50	Z	KL
662	10	D			H	M		AP			
663	40	H			H	M		AP			
664	25	D			H	M		AP	40	Z	
	4	L			H	M		AP			
	5	E			H	M	O	AP			
667	12	O			HD	M	O	AP	30	Z	
668	5	E			H	DM	OV	AP			
669	7	L			HD	M		AP	30	Z	
670	12	E			HD	M	V	AP	30	Z	BR
671	12	R			H	M	O	AP	5	Z	
672	4	N			HD	M	VO	AP		Z	KL
673	1	E			H	DM	VO	AP			
674	2	E			H	M	V	AP	50	Z	
675	1	E			H	DM	V	AP		Z	
676	1	L			H	DM	O	AP		Z	
677	2	L			HD	M	O	AP	30	Z	
678	8	L			HD	M	O	AP		Z	
679	3	L			H	LM	O	AP	30	Z	
680	2	E			H	M	O	AP			
701	5	R			L	N	O	AP	20	L	
702	3	L			L		O	AP	40	L	
703	2	L			L	N	OH	AP	10	L	
705	2	L	1		NL		O	AP	20	L	
707	12	L			L	N	OH	AP	60	ZL	
721	17	E			NL		O	AP			
731	38	C		G	D	NL	OH	AP	40	Z	BR
	40	O		S	H	NL	O	AP	10	ZV	
.	60	L			H	M		AP	40	Z	BR
742	18	L			H	M		AP			
743	25	O			H	M	O	AP	40	Z	GG
744	3	E			H	M		AP			
875	4	E			HN	G	O	AP	>>0	Z	DB
876	1	E			N	H	O	AP			
877	0	X			N	HW	O	AP			
878	3	E		G	G	N	O	AP	40	ZL	
880	0	L			N		HB	NU			
881	12	N			N		O	NU	30	ZL	
884	0	X			H		O	AP			
885	0	X			H			AP			
886	8	L			G		O	AP	20	ZL	
887	30	L			HL	N	O	EP	60	L	
888	7	E			H	LWA	OB	EP			
889	6	L			L		O	EP	20	L	
890	9	T			WL	HN	POVBH	EP			
891	6	T			WN		PHB	EP			
893	5	E			G	H	OB	EP	>>0	Z	BR
894	4	R			H	NL	OP	EP	20	Z	DB
895	2	E		S	NL		OP	HE		Z	BR
896	2	E			G	WM	BOV	HE			
897	2	E			WG	M	OV	HE			
898	10	E			WL	H	OP	HE			

code	Oppervlak (are)	Vorm	Wal	Hydrologie	Land 0 m	Land 100 m	Verstoring	Gemeente	Slibdikte (cm)	Bodem	Humus
899	13	E			H	LG	POV	HE	>0	Z	BR
900	5	L			L		O	EP	20	ZL	
901	6	L			HN	W	O	NU	20	L	
902	0	L			H	N	OP	HE			
903	0	E			H	N	VOP	HE			
904	0	L			HN		O	HE			
1206	0	X			HL	M	O	EP			
1207	0	X			HL	M	O	EP			
1208	3	E			H	N	O	EP	5	Z	LB
1209	0	X			H	N	P	EP			
1210	15	O			H	N	O	EP			
1211	0	E			H	GM	O	EP	>0	Z	LB
1212	0	X			H	NM		EP	0	Z	BR
1213	0	X			H			EP	>0	Z	BR
1215	3	E			H	N	O	EP	0	Z	LB
1217	0	X			H	N	O	EP			
1220	0	X			H	NM	O	EP	>0	Z	LB
1221	0	X			H	GM	O	EP	>0	Z	LB
1222	0	X			H	GM	OP	EP	>0	Z	BR
1223	0	X			H		P	EP		Z	KL
1225	1	E			H		O	EP	20	Z	
1228	2	E			G	LMH		EP		ZL	
1229	2	T			G	LMH	O	EP			
1230	3	E			G	LMH	O	EP			
1234	8	E			H	DN	VBW	EP			
1235	0	X			HN	M	WVB	EP			
1236	2	E			N	A	O	EP			
1237	36	N			N		OP	EP			
1238	10	N			G		OP	EP	>>0	Z	KL
1239	2	L			N	W	OP	EP			
1240	2	E			HNW		PB	EP			
2079	4	E			H	NW	VO	BR			
2080	12	E		D	L	NHW	VO	BR			
2085	1	E		D	L	H	V	BR			
2290	34	O			NL		OP	VO			
2295	3	E		S	L	NH	O	VO			
4320	2	E			W	NH	OB	NU			
4775	17	E			WL	AB	VH	PU			
4780	12	E			WV	A	OB	PU			
4790	2	E			W	L	O	BA			
4791	22	D			G	N	O	BA	>0	Z	
4870	3	E			H	NM	O	ER	>0		
4871	3	E		S	H	NM	O	ER	>0		BG
4872	3	E			H	NM	O	ER	>0		BR
4873	3	E			H	NM	O	ER			BR
4874	3	E			H	NM	O	ER			LB
4875	3	E			H	NM	O	ER			
4876	3	E			H	NM	O	ER	>0	Z	BR
4877	0	X		G	HLN		POH	NU	>0	Z	DB
4878	6	E		G	DHK	NL	PH	NU	>0	Z	BR
4879	0	X		G	HG	SM	OH	NU	>0	Z	LB
4880	4	L			N	K	POH	NU	>0	Z	
4881	0	X		G	HG	KM	HB	NU	20	ZV	BR
4882	0	X			HN		O	NU	>0	V	BR
4883	4	L			H	N	O	NU	>0	Z	BR
4884	15	E		G	H	NMK	OP	NU	>0	ZL	GG
4885	35	L			N		OVB	NU	>0	Z	BR
4886	65	O			H		O	NU	10	Z	LB
4887	0	X			DH	NL	PB	NU	>0	Z	
4888	0	X			DH	NK	PB	NU	>0		
4889	40	R			HWNBK	M	BH	NU	10	Z	BR
4896	40	O			DLH	N	P	NU			
4897	45	O			LH		P	NU			
4898	0	X			H	HLN	O	NU	>0	Z	LB
4899	15	E			HGD	MK	HB	NU			

code	Opper-vlak (are)	Vorm	Wal	Hy-dro-logie	Land 0 m	Land 100 m	Ver-sto-ring	Ge-meen-te	Slib-dikte (cm)	Bo-dem	Hu-mus
4901	4	L			GW		VB	NU			
4902	7	E			NG		O	NU			
4903	30	L			H	M	O	NU			
4904	0	X			H	M	O	NU			
4905	1	E			H	N	O	NU			
4906	0	X			WN		O	NU			
4907	1	E			G	N	O	NU			
4908	0	X			HN	N	O	NU			
4909	8	R			GH		O	NU			
4910		X			HL		PO	NU	>0	Z	KL
4911	1	R			L	WA	OH	NU			
4912	3	E			G	W	POB	NU			
4913	5	R			L	MLW	O	NU			
4914	85	R			LH	WM	OHB	NU			
4915	6	E			N	W	O	NU			
4916	7	R			N		O	NU			
4917	11	C			DLN	HM	O	NU	50	Z	DB
4918	2	E			L	NHM	OV	NU			
4919	5	E			HN	M	OV	NU			
4920	7	L			HN	M	OV	NU			
4921	5	E			H		O	EP	>0	Z	BR
4922	0	X			H	GM	O	EP			BR
4923	0	X			H	M	O	EP	>>0	Z	BR
4924	0	X			H	M	O	EP			
4925	4	D			H	M	O	EP			
4926	0	X			H	M	O	EP			
4927	2	D			H	M	O	EP			
4928	4	L			H	M	O	EP			
4929	6	L			HN	M	O	EP			
4930	0	X			HN		OP	EP			
4931	4	N			H	NM	OP	EP	20	Z	
4932	5	E			H	NM		EP	40	Z	
4933	0	X			N		O	NU			
4934	3	R			N		OP	NU			
4935	2	L			H	NM		EP	40	Z	
4936	25	L			HN		O	EP	40	Z	
4937	3	X			H	L	OP	EP	20	Z	
5112	1	E			W	N	OP	ER			
5113	0	X			H	NW	OP	ER			
5114	0	X			W	N	O	ER			
5115	3	L			W	G	PV	ER			
5116	1	E			H		P	ER			
5117	2	L		S	NB	W	BO	ER			
5118	3	E			H	NL	O	ER			
5119	1	E			H	NL	O	ER			
5120	5	L			L	NW	OHB	ER			
5121	5	E			W	L	O	PU			
5122	3	E			N	H	O	ER			
5280	1	E			H	NAW	O	PU			
5281	7	L			N	H		PU			KL
5284	3	L		D	HN	W	OP	PU			
5291	50	R		D	H	N		NY	41		BR
5292	2	H		D	H	N		NY			BR
5293	3	E			H	N		NY			KL
5294	50	O		S	NH		O	NY	20		BR
5295	20	E		S	N	H		PU			
5991	30	R			L	H	O	NY			
5992	25	O			L	H		NY			
5993	25	L		D	BWL		O	BA			
5994	75	O		D	L	HA	O	NY			
7092	2	E			H	LWA	O	BH			
7095	20	U			HLN			NY			
7109	0	E		D	HN	W	O	BA			
7110	30	R		S	LW	H	HP	BA			
7111	50	O		S	L	DA	VO	BA			
7112	3	L		S	G	HMW	O	BA			
7113	1	E		S	G	HMW	O	BA			
7114	4	L		S	G	HMW	O	BA			
7115	2	L		SD	L	DAM	VP	BA			
7116	7	L		S	LD	AM	VP	BA			
7117	2	L		S	LD	AM	VP	BA			
7260	21	D		D	L	WH	O	BA			
7415	9	D		S	W	L	VB	ED			
7416	15	E			W	N	VB	ED			
7421	15	C			NS		O	ED			
7422	6	L			HNS		O	ED			

code	Opper-vlak (are)	Vorm	Wal	Hy-dro-logie	Land 0 m	Land 100 m	Ver-sto-ring	Ge-meen-te	Slib-dikte (cm)	Bo-dem	Hu-mus
7423	11	L			N	H	OP	ED	0	Z	KL
7424	4	E			H	NL	BOP	ED			
7425	4	E			S	N	BP	ED			
7430	520	O			LH	WS	O	AP	5	Z	KL
7431	33	R			H	NL	O	BA			
7432	2	O			H	NL		AP			
7450	8	R		D	G	W	PVB	ED			
7451	2	L			N	H	V	ED			
7452	2	E			N		OVB	ED			
7453	3	H			LH		V	ED			
7455	2	O			L	N	OV	ED	>0	Z	BR
8020	25	O		S	N	HW	OPB	SC			
8080	2	L		D	L	WH	O	BA			
8082	8	O		SD	LNW			BA			
8085	10	E		D	HLN	WK	O	RE			
8370	45	N		S	LW	N	O	ED	>0	Z	LB
8371	12	N		S	W		O	ED			
8372	25	E		S	L	W	O	ED			
8373	90	E			H	N	OPB	ED	>0	Z	BR
8374	3	E			H	N	O	ED			
9615	3	E			H	NM	O	ED			
9616	18	L			HN		O	ED			
9620	95	D			LNH	S	O	ED	30	Z	LB
9621	17	O			H	G	O	ED			
9622	20	O			H	N	O	ED	5	Z	LB
9623	7	N			H	M	O	ED			
9624	7	E			H		O	ED			
9625	2	R			L	HN	VO	ED			
9626	2	R			HL	N	VOB	ED			
9627	2	R			N	HL	VOB	ED			
9628	1	R			HN	L	O	AP			
9629	1	R			L	N	O	AP			
9630	1	E			NH		OH	AP			
9631	1	E			G	NH	OH	AP			
9632	9	L			NAW	H	H	AP			
9637	3	L			H	M		ED			
9638	13	L		S	H	M		ED	5		
9639	19	E		S	H	M		ED			
9640	4	L		SB	H	M	O	ED	>0		
9641	52	E			H	W	O	ED	10	Z	KL
9642	0	X		SB	H	M	O	ED			
9643	55	D			H	M	O	ED	>0	Z	KL
9644	32	O			H			ED	>0	Z	KL
9645	85	O			HL			ED	>0	Z	
9646	105	O			H	L	O	ED		ZV	KL
9647	60	O			H		O	ED			BR
9648	115	D			H			ED			
9649	19	O			H			ED			
9650	10	O		S	H	M		ED			
9651	30	O		B	H	M		ED	10		KL
9652	6	E			H			ED			
9653	23	D			H			ED	10	Z	KL
9654	7	D			H			ED			
9655	15	D			H	W		ED		ZV	KL
9656	37	L			H			ED			
9657	1	E			H	M		ED			
9660	4	L			H	NMD	O	AP		ZV	BR
9661	6	L			H	NMD	O	AP	>0		DB
9662	4	L			HD	NM	O	AP			
9663	2	E			D	NMH	O	AP		Z	DB
9664	5	T			N	H	O	AP			
9665	12	R			H	NL	OP	AP	>0	Z	BR
9666	1	E			H	N	O	AP			
9668	13	L			G	A	O	AP			
9670	1	R			G	W	O	AP			
9672	2	R			D	N	O	AP			
9673	1	R			WH	NL		AP			
9674	3	R			W	ALN		AP			
9675	8	L			H	L	O	AP			
9676	2	R			W	AL	VOB	AP			
9677	0	X			D	N	O	AP			
9678	9	E		S	G	H	O	ED			
9679	7	L			H	N	OH	AP	>0	Z	KL
9680	2	L			N	W	O	AP			
9681	2	E			H	N	OP	AP	>>0	Z	BR
9685	3	E			H		O	RO		ZL	BR

Bijlage 3. Beïnvloeding en beheer

Verklaring in tabel 2 en bijlage 7.

	Periode:				
nr.	*01-'45*	*46-'70*	*71-'84*	*84-'94*	*bron*
265		Z		B	6046
266					
601				BW	1063
611				BW	1063
631				BW	1063
641				GW	1063
651				BW	1063
655					
656					
657					
658				GW	1063
659				GWUOM	1063; 6524
660					
661				BWUOM	1063; 6524
662					
663					
664				GW	1063
665					
666					
667					
668					
669					
670			R	BWUOM	1063; 5678; 6524
671					
672					
673					
674				BWUOM	1063; 6524
675					
676					
677				GWUOM	1063; 6524
678					
679				GW	1063
680					
701				BW	1063
702				GWUO	1063; 6524
703			B	BW	6095; 1049; 1063
705				GWOU	1063; 6524
707				UBWO	1049; 1063; 6524
721					
731			N	BW	5678; 1063
732			P	E	5852
741			N	GW	5678; 1063
742					
743				GW	1063
744					
875			T	W	5678; 6099; 6096
876					
877					
878				KBWUO	1050; 1063; 6524
880					
881				BW	1063
884					
885					
886				GW	1063
887				BWQ	1063; 5676
888			T		5678
889				BW	1063
890					
891					
893			U		5678
894		B	BR	B	5799; 5678; 6035; 5869
895			GP		5678
896					
897					
898					
899		BU	BNU		6037; 5800; 6035; 6036; 5678; 5795
900				BW	1063
901				W	1063
902				B	5869

	Periode:				
nr.	*01-'45*	*46-'70*	*71-'84*	*84-'94*	*bron*
903					
904					
1206					
1207					
1208			W	W	5678; 5795
1209					
1210					
1211					
1212				M	917
1213				MP	917
1215					
1217					
1220					
1221				M	917
1222				MP	917
1223				M	917
1225				BWUO	1063; 6524
1228				BW	1063
1229					
1230					
1234					
1235					
1236					
1237				W	6023
1238			G	BW	5678; 6023
1239					
1240					
2079		J			6081
2080		BJ			6081; 6083
2085					
2290				B	6080
2295					
4320					
4775					
4780					
4790					
4791			T		4791
4870					
4871					
4872					
4873					
4874					
4875					
4876			JG		5678
4877				BWU	1043; 5685
4878				BW	5929;5685
4879	B			AB	5985; 1043; 5685
4880				AGULP	1043; 5929; 5686; 5685
4881		BT	BT	ABU	5801; 1043; 5814; 5685; 5678; 5795
4882			K		1051
4883				WOL	5929
4884				DBWP	1051; 4051; 5684; 5929
4885	F	BW	YUBT	YTPUO	5802; 5816; 5678; 1051; 5782; 5930
4886			WY	BRYW	5678; 1051; 5930
4887				G	5685
4888				AB	1043; 5685
4889		ZU	Z	ZU	5801; 1043; 5678; 5685
4896					
4897					
4898		B	TW	BT	6098; 6105
4899					
4901					
4902					
4903					
4904					
4905				WP	5929
4906				BW	1051
4907					
4908				WPL	5930

nr.	Periode: 01-'45	46-'70	71-'84	84-'94	bron
4909				CKP	1051; 529
4910	Z	P	ZHR	ZW	5818; 5795; 5820; 5678; 1051; 5985; 5929
4911					
4912					
4913		eeMQ			6052; 6104
4914		Q			6052
4915					
4916					
4917			G		6098
4918			P		5770; 6098
4919			B		6098
4920					
4921			G		5678
4922			G		5678
4923			UZ		5678
4924					
4925					
4926					
4927					
4928					
4929					
4930					
4931				Y	6048
4932					
4933					
4934				PU	5930
4935				W	6048
4936					
4937					
5112					
5113					
5114					
5115					
5116					
5117					
5118					
5119					
5120					
5121					
5122					
5280					
5281	OJ		L	UKFOX	6006; 6018; 6019; 5870; 5782; 5293
5282		P			6011
5291		J	ee		5999; 5803
5292					
5293					
5294		J	ee		5803; 5999
5295					
5991					
5992					
5993					
5994					
7092					
7095	tt				6007
7109					
7110					
7111					
7112					
7113					
7114					
7115					
7116					
7117					
7260					
7415					
7418					
7421					
7422		W		UO	6026; 6526
7423		GW	T	UO	5804; 5678; 6026; 6526
7424		W			6026
7425		W			6026

nr.	Periode: 01-'45	46-'70	71-'84	84-'94	bron
7430			N		5678
7432				D	6097
7451					
7452					
7453					
7455			G		5678
8020					
8080					
8082					
8085					
8370					
8371					
8372					
8373			GB	QB	5678; 5882
8374					
9615					
9616					
9620		W	N	WK	5809; 2710; 5678; 5709; 5883
9621					
9622			G	O	5678; 5709
9623					
9624					
9625					
9626					
9627					
9628					
9629					
9630					
9631					
9632					
9637					
9638					
9639					
9640					
9641		SBW	ZB	ZB	5806; 5678; 5710; 6060
9642					
9643			G		5678
9644			G		5678
9645		U			
9646			X		5678
9647				O	6060
9648					
9649					
9650					
9651					
9652		W			5806
9653			G		5678
9654					
9655			G		5678
9656					
9657					
9660			G		5678
9661					
9662					
9663					
9664				W	6074
9665			TW	B	5678; 6074
9666					
9668					
9670					
9672					
9673					
9674					
9675					
9676					
9677				W	6073
9678					
9679			BV		5678
9680					
9681			T		5678
9685					

Bijlage 4. Chemische gegevens

Bronnen in bijlage 7.

Punt	jaar	pH	EC20	Cl	Ca	Alk	tP	NO3N	NH4N	SO4	diepte	aantal	bron
-	19..	-	mS/m	mg/l	mg/l	meq/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	cm		
265	57			22							250	1	6065
265	79	7.1	16.5	19	17	0.7		0.05	0.66	20		1	6045
601	79										20	1	1044
601	89	5.2	9								30		1063
611	79										80	1	1044
611	89	5.6									80	1	1063
631	79										50	1	1044
631	89	5.5	16.5								50	1	1063
641	89	4.1	17.1									1	1063
651	79										>50	1	1044
651	89	7.4	19								60	1	1063
655	89										40	1	5676
656	89										40	1	5676
657	89										40	1	5676
658	89	3.7	4.8								30	1	1063; 5676
659	89	4.2	4.2								40	1	1063
660	89										40	1	5676
661	73	4.2	9.8	12	4.5	0		0	1.1	15	>100	1	5678
661	79										>50	1	1044
661	89	3.8	4.4								90	1	1063
664	89	3.9	4.6								60		1063
667	89										40	1	5676
[illegible]	89										40	1	5676
[illegible]0	73	3.9	7.5		3	0		0	0.12	14	60	1	5678
670	79	3.9	5								30	1	1063
671	79										20	1	1044
672	73	4									50	1	5678
672	89										40	1	5676
674	89	3.8	4.1								40	1	1063
675	89										40		5678
676	89										40	1	5676
677	89	3.8	6.1								40		1063
678	89										40		5676
679	89	4.1	5.6								40		1063
701	89	6.3	5								70		1063
702	89	6.5	11								70	1	1063
703	85	7.5	26		43	2.6		0.15	0.11			1	1049; 1050
703	89	7.1	26			2.6					90	1	1063
705	89	6.1									50	1	1063
707	85	4.6	2.5		2.6	0.02		0.11	0.16			1	1049
707	89	4.6	2.5			0.02					50		1063
731	73	4.1	6.9	9	3.5	0		0	0.06	27	50	1	5676
731	89	4.5	6.6								110	1	1063
732	85	4	7.8		1.6	0		0.57	0.46			1	1049; 1050
732	92	4.5	7.9	10	1.2	0			0.95	35	30	365	5850
741	73	4.6	6.8	14	2.5	0.1		0	0.06	7	50	1	5678
741	89	4.1	11								80	1	1063
741	94	4.5		10	1.7	0.03		0.08	0.25	14		1	5454
[illegible]42	94	4.5		10	1.7	0.03		0.08	0.25	14		1	5454
[illegible]3	89	3.8	6.8								40	1	1063
743	93	4	6.7									1	5782
675	73	6	4.3	5	2.5	0.1		0	0.65	7	100	1	5676
676	79										>50	1	1044
678	85	6.7	12		12	0.3		1	0.17			1	1049
678	89	6.7	12			0.31					60		1063
881	89	4.6	12								50	1	1063
886	89	5.8	12.4			0.61					40	1	1063
887	89	6.3	5.4			0.22					110	1	1063
888	73	4.4	7.6	7	3	0		0	0.06	7	40	1	5678
889	89	6.5	21.7			1.9					30		1089
893	73	4.1	12	8	4	0		0.23	1.2	26	50	1	5678
894	56										60	1	5799; 5800
894	73	4.1	7	9	1.5	0		0	0.27	17	60	1	5678
895	73	4.6	13	11	7	0.02		0	0.31	35	100	1	5678
896	56										140	1	5800
899	73	4	11.5	9	5	0		0	0.23	19	50	1	5678
899	81	3.9	9.2								140	3	5795
900	89	5.8	8.7			0.51					60	1	1063
901	89	6.2	9.3			0.61					100		1063
1206	73	4.3	7.3	11	1.2	0		0	0.74	15	100	1	5678
1206	74	4.5	8.1	14				0.04	0.38	15	100	6	3671
1206	81	3.6	5.2								>150	3	5795
1211	83										>40	1	5733
1211	88	4.2	4.3	10	1.2	0.01	0.03	0.13	0.13	4	20	21	917; 3678
1212	88	5.6	4.6	9	3.4	0.13	0.01	0.13	0.09	5	20	21	917; 3678
1213	88	5.4	5.2	10	4.9	0.13	0.02	0.04	0.4	8	30	21	917
1215	88	4	5	9	1.4	0	0.03	0.07	0.33	6	40	21	917; 3678
1220	88	4	4.5	10	1.5	0	0.01	0.13	0.2	4	40	21	917
1221	88	4.2	4.4	10	0.9	0	0.03	0.13	0.19	4	40	21	917
1222	88	4.7	4.2	10	3.3	0.03	0.01	0.12	0.28	7	40	21	917
1223	88	4.7	4.5	9	2.2	0.03		0.04	0.18	6	60	21	917
1225	79	4.2	8.2								30	1	1063
1228	79	5.5	6.7			0.31					20		1063
1238	73	6.5	7.7	6	9.5	0.61		0	0.2	<1	>100	1	5678
4791	73	4.3	7	4	3.5	0		0	0.22	21	60	1	5678
4791	86										0		5733
4870	88	4.4	7	8	0.8	0	0.17	0.25	0.12	8	20	1	5782
4871	87										>100	1	5684
4871	88	6.7	7.1	8	7.5	0.36	0.12	0.17	0.14	7	>100	2	5782
4872	88	5.8	5	7	3.5	0.19	0.14	0.15	0.35	8	>100	2	5782
4873	70										>20	1	5733
4873	87	4.3	5.6	6	1.8	0	0.04	0.16	0.17	8	>100	1	5782
4874	87	6.1	7.5	7	4.8	0.45	0.36	0.24	1.1	10	70		5782
4875	87	6.2	14.2	1	14	1.2	0.31	0.01	1.6	6	>100	1	5782
4876	73	4	14.5	8	7.5	0		0	0.09	37	>100	1	5678
4876	76										0		5733
4876	87	4.1	9	23	2.2	0	0.17	0.17	0.11	12	70	1	5782
4877	81	3.9											1043
4877	82	4.1											1043
4877	83	4											1043
4877	84	3.9											1043
4877	85	4											1043
4877	86	3.9											1043
4877	87	4.1									30		1043; 5782
4877	88	4.6	14.8	14	5.2	0.07	0.16	0.2	0.53	32	70	8	1043; 5782
4877	91												5929
4877	94	4.6	15.7	15	5.5	0.02	0.16	0.12	0.09	17	60	1	5685; 5782
4878	57										30		5801
4878	59										0	1	5801
4878	72	4.1	6.1	10	<1.0	0.1	0.06	0.1	0.61	12		1	5655
4878	81	4.3											1043
4878	82	4.5											1043
4878	83	4.4											1043
4878	84	4.3											1043
4878	85	4.3										1	1043; 6053
4878	86	4.4											1043
4878	87	4.2										1	1043
4878	88	4.3	7.6	13	2.2	0.05	0.18	0.12	0.27	8	50	7	5782; 5685
4878	90												5929
4878	94	3.8	7.3	10	3.2	0.22	0.19	0.03	0.16	5	50	1	5782; 5929
4879	59										0	1	5801
4879	81	4.5	5.5								>100	3	5795; 1043
4879	82	4											1043
4879	83	4											1043
4879	84	3.9											1043
4879	85	3.8											1043
4879	86	3.7											1043
4879	87	3.8											1043
4879	88	3.8									70		1043
4879	94										50	1	5685
4880	81	4.3											1043
4880	82	4.4											1043
4880	83	4.2											1043
4880	84	4.1											1043
4880	85	4											1043
4880	86	4.2										1	1043; 5733
4880	87	4.2											1043
4880	88	4.1									100		1043
4880	94	4.2	3.7	6	0.9	0.15	0.05	<0.01	0.07	2	60	1	5685; 5782
4881	59										100	1	5801
4881	72	4.5	5.3	10	<1.0	0.2	0.06	0.1	3.7	9		1	5655
4881	73	4.9	4.9	10	0.5	0.1		0	0.1	7	>100	1	5678
4881	81	4.2	5.5								>100	3	1043; 5795
4881	82	4.3										1	1043
4881	83	4.1										1	1043
4881	84	4										1	1043
4881	85	4.2										1	1043
4881	86	4.2										1	1043
4881	87	5	5.6	11	1.5	0.05	0.17	0.12	0.23	7	>100	10	5782; 1043;
4881	88	4.2									100	1	1043
4881	94	4.2	6.7	11	2.2	0.22	0.1	0.02	0.11	2	150	3	5782; 5685
4882	87										50	1	5684
4882	88	3.9	7.3	10	1.7	0.03	0.12	0.35	1.2	10	40	6	5782
4883	87										70	1	5684
4883	88	4.4	4.9	8	2.6	0.14	0.11	0.09	0.08	6	40	5	5782
4884	87										40	1	5684

Punt	jaar	pH	EC20	Cl	Ca	Alk	tP	NO3N	NH4N	SO4	diepte	aantal	bron
-	19..	-	mS/m	mg/l	mg/l	meq/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	cm		
4884	88	4.2	5.3	7	2.3	0.13	0.12	0.08	0.13	7	40	7	5782
4885	68	4.6	4.1	10	6							1	2015
4885	70	4	10.8									1	2015
4885	72	4.4	5.5	11	1	<0.10	0.1	0.15	0.68	2		1	5655
4885	73	4.3	7.1	11	2	0		0	0.54	13	>100	1	5678
4885	88	4.5	9	18	3.3	0.02	0.23	0.18	2.3	8	40	7	5782
4886	73	4.2	9.3	11	2.5	0		0	0.93	22	>100	1	5678
4886	81	4.3	10.5								>100	3	5795
4886	87										60	1	5684
4886	88	4.3	5.9	8	3.8	0.09	0.15	0.13	0.31	9	30	6	5782
4887	81	3.7											1043
4887	82	3.8											1043
4887	83	3.7											1043
4887	84	3.6											1043
4887	85	3.6											1043
4887	86	3.7											1043
4887	87	3.7											1043
4887	88	3.6									30		1043
4887	94	4.1	6	10	2.2	0.15	0.09	<0.01	0.07	4		1	5685; 5782
4888	81	5.2											1043
4888	82	5.4											1043
4888	83	5.3											1043
4888	84	5.4											1043
4888	85	5.2											1043
4888	86	5.2											1043
4888	87	5.3											1043
4888	88	5.1											1043
4888	94										40	1	5685
4889	59										60		5801
4889	72	5.5	9.4	12	<1.0	0.1	0.08	0.3	3.4	11		1	5655
4889	73	4.3	10.5	14	3	0		0.45	1.3	20	>100	1	5678
4889	81	4.1											1043
4889	82	4.2											1043
4889	83	4											1043
4889	84	4.1											1043
4889	85	4.4											1043
4889	86	4.2											1043
4889	87	4											1043
4889	88	4									100		1043
4889	94	3.9	7.2	10	3.3	0.15	0.06	0.07	0.19	4	100	1	5685; 5782
4898	70	4.5									60	1	6105
4898	75										40	1	6098
4898	79	4.4		11	2			0.27	2.8	9	60	1	2604
4898	87	4.5										1	6105
4905	85										10	1	1051
4909	85										10	1	1051
4910	60	4.4	13.3	26	11	0			0.46			1	2586
4910	64	4.4	12.8	18	11	0.16			0.46			1	5657
4910	67	4.3	6.2	9	1.8	0		0	0.05	12	>100	1	5657
4910	73	4.4	14	12	6.5	0		0	2	44	100	1	5678
4910	81	3.8	10								80	3	5795
4910	85	4.4	8.5	9	1.6	0		0	0.05	30		1	2582
4910	91												5929
4914	72	4.3	4.7	8	2	0.1	0.07	<0.05	2	11		1	5655
4916	72	5.2	5.2	6	1	0.5	0.17	<0.05	5	11		1	5655
4917	70	5.5											6105
4917	79	5.3		9	4			1.6	0.11	6		1	2604
4917	87	4.4											6105
4921	73	5.1	9	10	4.5	0.1		0	1.9	22	70	1	5678
4921	86										0		5773
4922	73											1	5678
4923	73	6.6	6.8	10	3.5	0.1		0	0.12	16	40	1	5678
4931	92	3.8	6.4								50	1	6048
4932	92	3.9	6.8								120	1	6048
4934	91												5929
4935	92	3.8	0.4								70	1	6048
4936	92	3.8	6.8								100	1	6048
4937	92	3.7	8.3								40	1	6048
5281	95	7.6	22.4	16	31	1.4	0.1	0.03	0.02	20	40	2	5782
5291	58										60	1	5803
5291	93	4.4	8.6									1	5782
5291	95	4.2	5.3	7	3	0.37	0.16	0.02	0.05	12	130	2	5782
5292	58										50	1	5803
5293	95	4.2	4.3	7	1.9	0.15	0.06	0.15	0.78	9	100	2	5782
5294	58										>60	1	5803
5294	93	4.4	10.3									1	5804
7109	94	4.4	6.1	7				0	0	20	1		6525
7422	92	4.3	12.5									1	6526

Punt	jaar	pH	EC20	Cl	Ca	Alk	tP	NO3N	NH4N	SO4	diepte	aantal	bron
-	19..	-	mS/m	mg/l	mg/l	meq/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	cm		
7423	58										50	1	5804
7423	74	4.3	12.5	9	5	0		0	0.19	40	30	1	5678
7423	92	4.5	6.7									1	6526
7430	74	4.1	10	10	2	0		0	0.66	26	150	1	5678
7430	85	4.6	16.8	9	1.4	0.02		0.11	1.3	12	130	42	2745
7450	73	6	13.5	23	4	0.2		0	0.47	8	>100	1	5678
7451	90	5.7	6.6	8	4.8		0.3	0.24	0.61	97		1	5782
7452	90	5.7	6.6	8	4.8		0.3	0.24	0.61	10		1	5782
7455	73	4.8									80	1	5678
8080	83										>20	1	5733
8370	73	6.5	20	24	15	0.29		0	0.2	52	>100	1	5678
8373	73	6.9	27.5	46	17	0.7		0	0.2	25	>100	1	5678
8373	89	5	8.9			0.07						1	5882
9620	58										50	1	5809
9620	73	3.8	15	9	2	0		0	1	27	80	1	5678
9620	77	3.8	13	7	4	0		0.02	0.23	33		1	2023
9620	82	4	9.2	15	2	0		0.07	0.1	13		1	5709
9620	86	4.3	6.6	10	1.1	0		0.02	0.04	8	50	1	5709
9620	87	4.1	6.2	8	1.7	0		<0.02	0.02	10	80	1	5709
9620	88	4.3	5.8	9	1.2	0		<0.01	0.21	5		1	5709
9620	89	5.1	5.8	13	1.2	0.03		<0.05	0.03	7		1	5709
9620	90	4.4	8	16	1.9	0.07		<0.05	0.02	8	70	1	5709
9620	91	5.4	4	9	1	0.03		<0.05	0.1	3	70	1	5709
9620	92	4.4	4.7	9	0.9	0.05	0.07	<0.05	0.03	5		1	5709
9620	93	4.6	4.4	9	1.4	<0.03	0.03	<0.05	0.07	7	100	1	5709
9620	94	5.8	5.8	13	1.9	0.11	<0.04	<0.05	<0.02	3	100	1	5709
9622	58										40	1	5807
9622	74	4.2	9.4	15	2	0		0	0.14	18	50	1	5678
9637	65	4.1										1	5710
9638	58												5806
9639	83	4	12	10	3	0		0.05	0.39	29			4798; 4804
9640	58											1	5806
9641	58										60	1	5806
9641	66	4.2									60	7	5710
9641	73	4.2	9	10	8	0		0	0.27	29	60	1	5678
9641	83	4.3	11.6	9	6	0		0.16	0.33	3	100	4	4798; 4808
9641	87	4.2	7.6	6	2.8	0		0.02	0.62	18	100	1	5709
9641	89	4.6	9.5	7	2.5	0.08	0.06	0.39	0.49	20	130	4	5782
9641	91	4	9.7	9	3	0		0.05	0.28	20	100	1	5709
9641	94	4	7.4	7	1.1	0	<0.04	<0.05	0.05	13		1	5709
9642	88	4.3	9.8	6	2.7	0.01	0.04	0.22	0.1	19		21	5782
9643	58										40		5806
9643	73	3	10.5	13	2	0		0	0.05	24	80	1	5678
9643	83	3.9	11.1	8	3	0		0.36	0.16	20		4	4798; 4804
9643	88	4.3	12.3	14	0.1	<0.00	0.05	0.45	2	17	100	2	5782
9644	58										50		5806
9644	65	3.8										1	5710
9644	73	3.3									50	1	5678
9644	88	4.8	10.7	12	2.1	0.08	0.13	0.09	4.2	18		2	5782
9645	58										70	1	5806
9645	65												5710
9646	58										60	1	5806
9646	73	3.8	10	10	2	0		0	0.39	13	60	1	5678
9646	83	4	10.9	9	2.5	0		0.2	1.4	21		4	4798; 4804
9646	88	4.5	7.9	9	1.2	0.05	0.13	0.26	1.7	13	>50	4	5782
9647	88	4.3	6.8	9	1.5	0	0.07	0.4	0.11	7		2	5782
9648	58										10	1	5806
9648	65	4.1										1	5710
9650	65	4.1										1	5710
9651	58										40	1	5806
9651	65	4.1										1	5710
9652	58										40	1	5806
9653	58										60	1	5806
9653	73										50	1	5678
9654	65	4.1										1	5710
9655	73	3.4									80	1	5678
9660	58										70	1	5806
9660	73	4.3	5.9	6	1.5	0		0	0.66	18	50	1	5678
9661	58										80	1	5806
9662	58										30		5806
9663	58										80	1	5806
9665	73	4.2	6.2	8	2.5	0		0.11	0.39	14	80	1	5678
9665	77											1	5692
9665	85	4.4	2.9		1.1	0.02		0.12	0.15			1	1049
9679	73	7.1	8.9	10	5.5	0.44		0	0.22	15	100	1	5678
9681	73	4.5	5.7	5	1.5	<0.02		0	1.2	19	80	1	5678
9685	73	4.5	14	10	6.5	<0.02		0	0.1	37	70	1	5678

Bijlage 5. Vegetatietypen

De getallen bij de vegetatietypen geven het aantal bijzondere soorten aan. Bronnen in bijlage 7.

nr	Periode '01-'45	'46-'70	'71-'84	'85-'94	bron
265		ZM1	ZE2		6045; 6046; 6064; 6066; 6067
266					
601			ZM	ZM	1044; 1063
611			N	E	1044; 1063
631					1044; 1063
641				M	1063
651			E	E	1044; 1063
655				V	5676
656				V	5676
657				V	5676
658				V	5676
659				ZD	1063
660				PV	5676
661			M	MV	5678; 1063
662					
663					
664				MV	1063
665					
666					
7				MV	5676
3					
669				PV	5676
670			B	DM1	5678; 1063
671					
672			B	MV	5678; 5676
673					
674			MV	MV1	5773; 1063
675				V1	5676
676				V	5676
677				DV1	1063
678				V1	5676
679				MV	1063
680					
701				E	1063
702				E	1063
703				E	1063; 6095
705				N	1063
707				E	1049; 1063
721			M		5773
731			B	MV	5678; 1063
732				HD	5850
741				ZD1	5678; 1063; 5872
742				ZH1	
743					1063
14					
675			Z1	MZ	5678; 6069; 6099
876					
877					
878			N	ZE	1044; 1063
880				M	
881					1063
884					
885					
886				E	1063
887		ZM		ZM	1063; 5869; 6095
888			M	M	5678; 6045
889				N	1063
890					
891					
893			V		5678
894		DM	M		5678; 5799
895			MV		5773
896					
897					
898					
899		D	D		5678; 5795; 5800; 6032; 6033; 6035; 6036
900				M	1063
901				E	1063
902		D	HD2	HD2	5919; 6032; 6033; 5773
903			D1		5919

nr	Periode '01-'45	'46-'70	'71-'84	'85-'94	bron
904			D1		5919
1206					
1207					
1208			M		5773; 5678; 5795; 3671
1209					
1210					
1211			D1	V1	15773
1212				V	
1213				DV	32463
1215				D1	
1217				D1	5773
1220				B	
1221				D1	
1222				D1	2463
1223				D1	
1225				DV	1063
1228				E	1063
1229					
1230					
1234					
1235					
1236					
1237			M		6023
1238		ZE1	ZE1	ZE1	5678; 6021; 6023; 6025; 5869
1239					
1240					
2079		B	M		5773; 6078; 6082
2080		M	E		6078; 6083
2085					
2290			ZM		6045; 6079
2295			H		5773; 6045
4320					
4775					
4780					
4790					
4791		B	Z1	V	5733; 5678; 6042; 6068
4870			DM1	DV	5792; 5782
4871		Z1		MZ1	5733; 5684; 5782
4872				DM	5782
4873				DM	5733; 5684; 5782
4874				Z2	5684; 5782
4875					
4876			M1	V	5733; 5678; 5792; 5782; 6071; 6072
4877			HD2	HD2	5773; 1043; 5685; 5686; 5655; 5684; 5782; 5929; 5931; 6053; 6104
4878		OD1	OD2	OD2	
4879	LD1	OD1	HO2	OD1	5801; 1043; 5685; 5655; 5782; 5933; 5931; 6104
4880		H2	H	HO2	5773; 1043; 5685; 5686; 5929; 5985; 5931; 6053
4881	LH1	LH4	LH4	LH6	5869; 5801; 1043; 5814; 5685; 5686; 5773; 5678; 5795; 5655; 5684; 5782; 5933; 5985; 5931; 6053
4882				DV	
4883				DV	1051; 5684; 5782; 5929
4884		B		M	5697; 1051; 5684; 5782; 5929
4885		HM	HM3	HM	5773; 5678; 5802; 5816; 5817; 1051; 5655; 2015; 5782; 5929; 6038; 6039; 6104
4886		B	M	MV1	5773; 5678; 5697; 5795; 1051; 5684; 5782; 5929
4887				H2	1043; 5685; 5686
4888				PM1	1043; 5685; 5686; 6053
4889		Z1	Z1	H3	5678; 5801; 1043; 5814; 5815; 5815; 5685; 5686; 6104
4896					
4897					
4898	D1	D1	D1	D	5696; 6098; 6105; 6105
4899					
4901				E1	5773
4902					
4903		B		M	5773; 5697; 1051; 5929
4904		B		M	5697
4905					1051; 5929; 5929
4906					

nr	Periode '01-'45	'46-'70	'71-'84	'85-'94	bron
4907					
4908			M	M	5773; 1051; 5929
4909				P	1051; 5929
4910	M	M	ZM	ZM	5773; 5678; 5795; 5818; 5819; 5819; 1051; 2582; 5929; 5985; 6034; 6104
4911					
4912					
4913					
4914			M		5655; 6104
4915					5770
4916					5655; 6104
4917	D1		E	E	5678; 5696; 5770; 6104; 6098; 6105
4918				M	6105; 6105
4919			E		6098
4920			ZO		5812; 5812; 5770; 6035; 6104; 6098
4921				V	5773; 5678
5112					
5113					
5114					
5115					
5116					
5117					
5118					
5119					
5120					
5121					
5122					
5280			E		
5281	G2	GE		ZE	5870; 6006; 6013; 6014; 6016; 6019
5284		E	E		5733; 6011
5291		E	E	E	5803; 5782; 5999; 6085
5292		HM			5803
5293			M1		5733
5294		E	E1	E	5803; 5782; 5999; 6085
5295					
5991		EB	EB		6005; 6007; 6008; 6009
5992					
5993					
5994					
7092	H1	H1	H		
7095					6007; 6043; 5999; 6085
7109		V			
7110			E		
7111					5733
7112					
7113					
7114					
7115			V		5733
7116					
7117					
7260					
7415					
7418					
7421					
7422		V			
7423					5804
7424					
7425					
7430	ZH	ZH	ZV	ZV	5678; 5805
7432				M	6097
7451					
7452					
7453					
7455			M		5678
8020		E	E		6043; 6044
8080			E		5733
8082					
8085					
8370			E		5678
8371					
8372					
8373			E		5678
8374					

nr	Periode '01-'45	'46-'70	'71-'84	'85-'94	bron
4922			V		5678
4923			E1		5773; 5678
4924					
4925					
4926					
4927					
4928					
4929					
4930					
4931			D1	D1	5773; 6073; 6048
4932				D1	6048
4933					
4934				M	
4935				MV	6048
4936				B	6048
4937			V	D1	5773
9615					
9616					
9620	H	HV1	V	HV1	5678; 5809; 5883; 3710
9621					
9622		MV1			5678; 5806
9623					
9624					
9625					
9626					
9627					
9628					
9629					
9630					
9631					
9632					
9637		G			5710
9638		G			5806
9639				H1	
9640		H1		H1	5806
9641		MV	MV	MV	5678; 5806; 6057
9642		V		DV	5806
9643		ZH2	V	V	5678; 5806; 4804; 5782; 6057; 6057
9644		HM	HM	HV	5678; 5806; 5710; 6057; 6057
9645		DM		PM1	5806; 6057; 6057
9646		MV	V	DV	5678; 5806; 4804; 5782; 6057; 6057
9647				MV	5782
9648		M1		P	5806; 5710; 6057
9649		H1			6057; 6057
9650					5710
9651		HD1		HD1	5806
9652		V			5806
9653		HD2		HD3	5678; 5806; 5934; 6057; 6057
9654					
9655			B		5678
9656					
9657					
9660		D1			5678; 5808
9661		D			5808
9662		D			5808
9663		D			5808
9664				M	6074
9665		D		M	5773; 5678; 5692; 6074
9666					
9668					
9670					
9672					
9673					
9674					
9675					
9676					
9677					
9678					
9679			E		5678
9680					
9681			M		5678
9685			M		5678

Bijlage 6: Verdeling van de vegetatietypen over watertypen en perioden.

Aantallen

		V	L	K	T
H	'01-'45	4	0	0	4
	'46-'70	13	0	0	13
	'71-'84	9	0	0	9
	'85-'94	15	0	0	15
D	'01-'45	3	0	0	3
	'46-'70	14	0	0	14
	'71-'84	9	1	0	10
	'85-'94	26	3	0	29
L	'01-'45	2	0	0	2
	'46-'70	1	0	0	1
	'71-'84	1	0	0	1
	'85-'94	1	0	0	1
O	'01-'45	0	0	0	0
	'46-'70	2	0	0	2
	'71-'84	3	0	0	3
	'85-'94	3	0	0	3
Z	'01-'45	1	0	0	1
	'46-'70	3	3	1	7
	'71-'84	6	2	2	10
	'85-'94	7	6	0	13
B	'01-'45	0	0	0	0
	'46-'70	7	0	0	7
	'71-'84	5	0	0	5
	'85-'94	2	0	0	2
P	'01-'45	0	0	0	0
	'46-'70	0	0	0	0
	'71-'84	0	0	0	0
	'85-'94	6	0	0	6
V	'01-'45	0	0	0	0
	'46-'70	8	0	0	8
	'71-'84	11	0	0	11
	'85-'94	35	2	0	37
G	'01-'45	1	0	0	1
	'46-'70	3	0	0	3
	'71-'84	0	0	0	0
	'85-'94	0	0	0	0
M	'01-'45	1	0	0	1
	'46-'70	11	1	1	13
	'71-'84	18	5	1	24
	'85-'94	28	7	0	35
E	'01-'45	0	0	0	0
	'46-'70	6	1	0	7
	'71-'84	15	2	1	18
	'85-'94	5	11	0	16
N	'01-'45	0	0	0	0
	'46-'70	0	0	0	0
	'71-'84	0	2	0	2
	'85-'94	0	2	0	2

Percentages van wateren waarvan vegetatiegegevens zijn

		V	L	K	T
H	'01-'45	44	0	0	44
	'46-'70	26	0	0	24
	'71-'84	14	0	0	12
	'85-'94	17	0	0	14
D	'01-'45	33	0	0	33
	'46-'70	28	0	0	26
	'71-'84	14	11	0	14
	'85-'94	30	13	0	27
L	'01-'45	22	0	0	22
	'46-'70	2	0	0	2
	'71-'84	2	0	0	1
	'85-'94	1	0	0	1
O	'01-'45	0	0	0	0
	'46-'70	4	0	0	4
	'71-'84	5	0	0	4
	'85-'94	3	0	0	3
Z	'01-'45	11	0	0	11
	'46-'70	6	100	100	13
	'71-'84	10	22	100	14
	'85-'94	8	26	0	12
B	'01-'45	0	0	0	0
	'46-'70	14	0	0	13
	'71-'84	8	0	0	7
	'85-'94	2	0	0	2
P	'01-'45	0	0	0	0
	'46-'70	0	0	0	0
	'71-'84	0	0	0	0
	'85-'94	7	0	0	6
V	'01-'45	0	0	0	0
	'46-'70	16	0	0	15
	'71-'84	17	0	0	15
	'85-'94	41	9	0	34
G	'01-'45	11	0	0	11
	'46-'70	6	0	0	6
	'71-'84	0	0	0	0
	'85-'94	0	0	0	0
M	'01-'45	11	0	0	11
	'46-'70	22	33	100	24
	'71-'84	29	56	50	32
	'85-'94	33	30	0	32
E	'01-'45	0	0	0	0
	'46-'70	12	33	0	13
	'71-'84	24	22	50	24
	'85-'94	6	48	0	15
N	'01-'45	0	0	0	0
	'46-'70	0	0	0	0
	'71-'84	0	22	0	3
	'85-'94	0	9	0	2

Bijlage 7. Bronnummers uit bijlagen 3-5 op numerieke volgorde

0209	Post	1987	Toelichting op de vegetatiekaart (198
0821	Arts	1989	Extent and historical development of
0855	Van Dam	1978	Man-made changes in some Dutch moorla
0917	Luttikholt	1989	Effecten van bekalking op diatomeeen
1043	Van Dijk	1988	Het Mosterdveen bij Vierhouten
1044	Cuppen	1983	Een onderzoek naar de flora en fauna
1049	Gabriels	1985	Een onderzoek naar de Diptera in een
1050	Van Assema	1985	Een onderzoek naar de macrofauna in e
1051	Heinen	1986	Vennen in Nunspeet, het behouden waar
1063	Cuppen	1989	De wateren in de Koninklijke Houtvest
1288	Van Dam	1987	Verzuring van vennen: een tijdsversch
1299	Cals	1990	Prae-advies effectgerichte maatregele
1301	Van der Hamm	1984	Handleiding voor hydrobiologische mil
1619	Van Dam	1983	Vennen in Midden-Brabant
1635	Heldinga	1984	Indications of severe drought during
1758	Schimmel	1952	Bodemgesteldheid en waterhuishouding
1760	Westhoff	1973	Wilde planten, flora en vegetatie in
1827	Awater	1990	De meetlat: een biologisch beoordelin
1848	Redeke	1932	Beitraege zur Kenntnis der Fauna nied
1907	Arts	1990	Diiferential tolerances among soft-wa
2013	Dresscher	1952	De Gerritsflesch bij Kootwijk
2015	Schoof-van P	1973	Littorelletea: a study of the vegetat
2023	Van Dam	1983	Verslag van de hydrobiologische waarn
2024	Bouton	1988	Onderzoek naar de Desmidiaceeenflora
2076	Higler	1979	Limnological data on a Dutch moorland
2088	CUWVO	1988	Ecologische normdoelstellingen voor N
2100	Weber	1919	Beschouwingen over de fauna van Neder
2123	Bellemakers	1992	Improvement of breeding success of th
2339	UNEP/WHO	1991	GEMS//WATER 1990-2000: the challenge
2419	Bellemakers	1991	Kan de Heikikker worden behouden door
2463	Van Dijk	1991	Verslag van een onderzoek naar de eff
2582	Smits	1988	Littorellion vegetatie in Nederland i
2604	Dresscher	ca 1	Een orienterend hydrobiologisch onde
2745	Van Dam	1993	Ecology and management of moorland po
2867	Erisman	1992	Atmospheric deposition of acidifying
2872	Van Dam	1993	Ecologische veranderingen in Drentse
2877	Cals	1993	Voorwaarden en perspectieven voor her
3195	Barkman	1992	Plant communities and synecology of b
3233	Verkaar	1992	De internationale betekenis van Neder
3235	Biere	1983	Zijn vennen eilanden?
3242	Schaminee	1992	Die Strandlingsgesellschaften (Littor
3671	Herder-Brouw	1975	Een onderzoek naar enige aspekten van
3678	Blokker-Roer	1993	Vennen op de Veluwe: de effecten van
3709	Wigman	1930	Naar den plas in 't zand
3710	Gazenbeek	1973	Oase in het rijk van Mars
3746	Grontmij	1993	Ecologisch beheersprogramma voor venn
3760	CBS	1991	Botanisch basisregister
4798	Leentvaar	1984	Nationale Park de Hoge Veluwe, Hydrob
4804	Leentvaar	1984	Nationale park de Hoge Veluwe. Onderz
5258	Belje	1994	Heiden, vennen en stuifzanden
5454	Bobbink	1994	Monitoring van effectgerichte maatreg
5567	Tol	1994	Toelichting bij de vegetatiekaart van
5655	Hoogendijk	1973	Inventarisatie van de Desmidiaceeen
5656	Broekhuizen	1966	Verslag van het vegetatiekundig onder
5657	Higler	1967	Makrofauna van de Waschkolk bij Nunsp
5670	Van Geest	1987	Een inventarisatie van desmidiaceeen
5676	Cuppen	1990	Beheersplan voor 15 wateren in de Kon
5678	Notenboom-Ra	1976	Hydrobiologisch onderzoek in een aant
5684	Mulder	1989	Hydrobiologisch onderzoek in vennen e
5685	Giesberts	1994	Ecohydrologisch onderzoek van het ven
5686	Drenth	1994	Beheersvisie voor het beschermd natuu
5692	Schouten	1978	Een hydrobiologische kwaliteitsbeoord
5695	Bal	1995	Handboek natuurdoeltypen in Nederland
5696	Dresscher	1984	Micro-organismen in een paar Veluwse
5697	Buitenhuis	1959	De bodemgesteldheid van de militaire
5709	Van Dam		ongepubliceerde waarnemingen
5710	Van der Werf	z.j.	Voorlopige indeling van de plassen op
5711	Mennema	1980	Atlas van de Nederlandse flora. 1. Ui
5713	Van Liere	1955	Een bodemkartering van de gemeente Ep
5714	Reijnders	1972	De vegetatie van de Strabrechtse Heid
5733	Provincie Ge	1989	Lijst van vegetatie-opnamen
5773	Provincie Ge	1989	Lijst van vegetatieopnamen
5779	Beijerinck	1950	De Liesberg en de Turfberg bij Vierho

5782	Zuiveringssc		ongepubliceerde gegevens
5792	Reijnders	1988	Speulderveld relaties tussen waterhu
5795	Reinink	1982	Makrofauna onderzoek ter beoordeling
5799	Peters	1958	Excursie-rapport Pluizenmeer
5800	Peters	1958	Excursie-rapport Ven in het Zwolsche
5801	Glas	1959	Excursie-rapport Mosterdveen
5802	Peters	1958	Excursie-rapport Ossenkolk
5803	Moller Pillo	1958	Excursie-rapport Vennen op de Appelse
5804	Moller Pillo	1958	Excursie-rapport Ven in het Wekeromse
5805	Moller Pillo	1958	Excursierapport Gerritsflesch
5806	Moller Pillo	1958	Excursie-rapport Vennen op de Hoge Ve
5807	Moller Pillo	1958	Excursierapport Smitsplas
5808	Peters	1958	Excursie-rapport 4 Vennen op Klein Zw
5809	Moller Pillo	1958	Excursierapport Kempesflesch
5812	Londo	1974	Excursie-rapport Vennetje langs toeri
5814	Van der Voo	1973	Excursierapport Mosterdveen
5815	Londo	1975	Excursierapport Mosterdveen
5816	Van der Voo	1973	Excursierapport Ossenkolk
5817	Londo	1975	Excursie-rapport Ossekolk
5818	Van der Voo	1973	Excursierapport Waschkolk
5819	Londo	1975	Excursie-rapport Waskolk
5849	Van Zinderen	1948	Palynologisch en stratigrafisch onder
5850	Blokland	1992	Ecohydrologisch onderzoek in het Koot
5855	Coesel	1981	Spirotaenia diplohelica spec. nov. (C
5856	Ellis-Adam	1982	Chrysostephanosphera hyalocytobia spe
5857	Ellis-Adam	1983	Some new and interesting benthic Chry
5858	Coesel	1976	Bijdragen tot de kennis der Nederland
5859	Schoonoord	1984	Chrysocrinus honorarius spec. nov. (S
5867	Aggenbach	1995	Indicatorsoorten voor waterstand, buf
5869	Menke	1995	persoonlijke mededelingen
5870	Ode	1994	Oldenaller: waterlepeltje, stijve moe
5872	Brouwer	1995	Vegetatie-opnamen de Bieze, oktober 1
5876	Rijkee	1967	Verslag van het vegetatiekundig onder
5880	Van Dijk	1988	Onderzoek naar verspreiding, ecologie
5882	Van Dam	1989	Brief aan NVVS d.d. 5/4/89 inzake Kre
5883	Van Dam	1986	Excursieverslag Kempesfles
5904	Cuppen	1981	De hydrobiologische betekenis van het
5919	Reijnders	1995	persoonlijke mededelingen
5920	Leentvaar	1991	Nationaal Park de Hoge Veluwe: onderz
5927	Van der Werf	1965	The National Park "De Hoge Veluwe",
5929	Bonhof	1992	Vennen op terreinen van de Gemeente N
5931	Hottinga	1983	Inventarisatielijst hogere planten Mo
5932	Schimmel	1957	Excursierapport Mosterdveen
5933	Sissingh	1943	Opnamen Mosterdvennen in bestand Proj
5934	Vlieger	1936	Opname Zandflesch in bestand Project
5985	Tideman	1943	Kaartblad no 354: Nunspeet
5999	Berendse	1974	Over de biologiese en landschappelijk
6001		z.j.	De grote landschapseenheden: beschrij
6004		z.j.	Objecten kaartblad 32E (Nijkerk)
6005		z.j.	Twee heide- en moerasterreinen ten O.
6006	Tideman	1943	Kaartblad no 390: Putten
6007	Tideman	1943	Kaartblad no 409: Nijkerk
6008	Natuurwetens	1956	Brief 56492 inzake R.V. Nijkerk
6009	Misset	1957	Vochtige heide-, moeras- en bosgebied
6011	NJN	1959	Kruishaarse Hei
6012	NJN	1959	Appelse Hei
6013	NJN	1964	Heide bij Halvinkhuizerveld, coordin
6014	Arnolds	1967	Biologisch kadervormingskamp Achterve
6015	NJN	1967	De Hoef
6016	Van Eck	1973	Het weekend in Nijkerkerveen
6018	Lichthart	1978	Oldenaller beheersrichtlijnen
6019	Van Belle	1986	Oldenaller beheersplan 1986 t//m 1995
6021	KNNV	1973	Inventarisatie Landgoed Tongeren, Epe
6022	Schermerhorn	1981	Beheersplan natuurterrein Morena 1982
6023	Van den Anck	1982	Het landgoed "Tongeren": verleden,
6024	Kampf	1978	Beheersplan voor het landgoed De Dell
6025	Staatsbosbeh	1969	Inventarisatie van de natuurgebieden
6026	De Smidt	1954	Excursie rapport Wekeromse Zand (west
6027	Thijsse	1926	De flora en fauna
6028	Van der Heij	1979	Beheersplan 1979-1989 van het landgoe
6030	Hacke Oudema	z.j.	Het Asselse Veld: enige historische a
6031	Woudstra	1971	Het Kroondomein tussen eksploitering
6032	Schimmel	1950	Overzicht van de natuurgebieden in de
6033		1962	Overzicht van de natuurgebieden in de
6034	De Smidt	1953	Stuifzand "Zandenbosch"
6035	Gaasenbeek	1959	Rapport betreffende de natuurwetensch

6036		1971	Overzicht van de natuurgebieden in de
6037	Sissingh	1971	Verslag van de doelstellingsbesprekin
6038	Van Dijk	1986	Excursierapport Ossenkolk
6039	Van Dijk	1974	Excursierapport diverse vennetjes in
6041	Van Ginkel	1976	Landgoed Welna
6042	Schimmel	1950	Overzicht van de natuurgebieden in de
6043		1959	Overzicht van de natuurgebieden in de
6043	Hanekamp	1966	Inventarisatie van de natuurgebieden
6044		1968	Inventarisatie gemeente Scherpenzeel
6045		1979	Diverse excursierapporten en verslage
6046	Leentvaar	1980	De hyrobiologische waterkwaliteit van
6047	Van de Steeg	1990	Een vegetatiekartering van het natuur
6048	Van Dijk	1992	Herstelplan voor het Smidsveen gelege
6049	Topografisch	1991	Grote provincie atlas 1 : 25 000 Geld
6052	Leentvaar	1958	Plankton van de vennen op het landgoe
6053	Van Dijk	1986	Excursierapport Mosterdveen c.a.
6054	Ter Hoeve	1955	Nadere gegevens over de waterhuishoud
6055	Ter Hoeve	1955	Aanvullende gegevens over de waterhui
6056	Heldring	1845	Wandelingen over de Veluwe
6057	Willemsen	1987	Bijzondere plantesoorten in het Natio
6064	Schimmel	1957	Excursierapport "Kolkje van Daendels
6065	Leentvaar	1957	Hydrobiologische toestand van de Daen
6066		1952	Overzicht van de natuurgebieden in de
6067	NWC Natuurbe	1957	Brief aan secretaris Voorlopige Natuu
6069	Heimans	1940	Terrein Staverden
070	Schimmel	1957	Leemkuilen bij Staverden
6071		1984	Beheersplan beschermd natuurmonument
6072	Van Dijk	1978	Excursie-rapport Leemputten bij Stave
6073	Lensink	1985	Ramenberg: beheersplan 1985 t//m 1994
6074	Lensink	1986	De Reeenberg: beheersplan 1986 t//m
6075	Van Dijk	1986	De herpetofauna van het Staatswildres
6078	Smit	1972	Natuurgebieden in de ruilverkaveling
6079	Westhoff	1977	Advies betreffende de ruilverkaveling
6080		1983	Gieteise en Appensche Veld Voorst
6081	Kern	1957	Excursie-rapport landgoederen Bingerd
6082		1966	Inventarisatie van de natuurgebieden
6083	[Staatsbosbe	[197	Beschrijving van de natuurgebieden in
6084	Tideman	1943	Kaartblad no 429: Barneveld. Algemeen
6085	Dirkse	1969	Veldbotanische schets van het noordoo
6094	Mutsaers	25/8	Gek op stuifzand in boswachterij Nuns
6095	Kruger	1973	Natuurwetenschappelijk rapport noord-
6096	Van Wijngeer	1990	Inventarisatierapport Salamandergat
6097	Jansen	1991	Vegetatiekartering heideterreinen Vel
6098	Staatsbosbeh	1976	Beheersplan voor de boswachterij "Nu
6099		1975	Beheersplan voor de boswachterij "Ho
6101	Menke	1979	Leemkuil in rustgebied Soerel II (197
6104	Van Dijk-Boo	197X	De veentjes bij Nunspeet
6105	Van Dijk	1987	Een plan ter renovatie van de vennen
6119	Schimmel	ca 1	Vegetatiekartering van het "Asselse
6258	AquaSense TE	1995	Chemical and biological monitoring in
i365	LNV	1995	Natuurgericht milieubeleid
6442	Vahle	1995	Oligotrophe Heideweiher als anthropog
6511	Schaminee	1995	De vegetatie van Nederland. 2. Plante
6520	Coesel	1975	Beknopt rapport over de Desmidiaceee
6522	Heimans	1918	Kempensflesch
6523	Van der Werf		Ongepubliceerde gegevens
6524	Arentsen	1995	Uitgevoerde beheersmaatregelen in ven
6525	De Vries	1994	Concept-notitie: Hydrologische beschr
6526	Geldersch La	ca 1	Beheersvisie Wekeromse Zand
6527	Westhoff	1991	Het waterlepeltje (Ludwigia palustris
6529	Nobbe	1995	Vegetatieopnamen Tongerense Heide aug
6530	Schimmel	1964	Waarnemingen aan vennen op Tongeren e
6531	Schimmel	1976	Meren en vennen
6536	Eilander	1982	Bodemkaart van Nederland, schaal 1 :
6537	Van Oosten	1979	Bodemkaart van Nederland, schaal 1 :
6538	Schelfekens	in d	Ecologische verkenning Veluwe. 2. Bou
6539	Pape	1965	Bodemkaart van Nederland, schaal 1 :
6541	Van de Steeg	1982	Beheersplan beschermd natuurmonument
6542	Dresscher	1977	Plassen op de Veluwe, ongepubliceerde
6543	Coesel	1975	Bijdragen tot de kennis van de Nederl
6544	Ten Houte de	1977	Rapport van het Veluwe-onderzoek: een
6545	Sparreboom	1981	De amfibieeen en reptielen van Neder
6547	Kok Ankersmi	1879	Naamlijst van planten binnen de gemee
6548	De Man	1812	Topographische kaart van de Veluwe en
6552	Van Leeuwen	1966	Het botanisch beheer van natuurreserv
6553	Roelofs	1993	Methodieken voor herstel van verzuurd

Vennen herstellen zich gedeeltelijk van verzuring

Met vriendelijke groeten,

Samenvatting
De Nederlandse vennen hebben belangrijke natuurwaarden die sterk zijn aangetast door verzuring. In drie vennen werd het gedeeltelijk herstel van verzuring door de vermindering van de atmosferische depositie gevolgd door regelmatige bemonstering van chemie en kiezelwieren van 1979 tot 1994 en door studie van oude monsters die sinds 1916 zijn genomen.
In twee van de drie vennen waren de mediane sulfaatconcentraties in 1994 slechts een derde van die in 1980. Piekwaarden van sulfaat werden na extreem droge zomers gemeten. In een ven met een aanvankelijk lage sulfaatconcentratie nam deze enigszins toe. In dit ven nam ook ammonium zeer sterk toe.
Kiezelwieren zijn goede indicatoren voor de verzuring door zwavelverbindingen. De hoeveelheid verzuringsindicatoren nam in twee van de drie vennen sterk af tussen 1980 en 1994. Na droge perioden namen verzuringsindicatoren toe. In het ven met aanvankelijk lage sulfaatconcentraties veranderden de soortensamenstelling van de kiezelwieren weinig. In één ven leken de monsters van 1994 veel meer op die van 1916 dan die van 1980. In een ander ven ontwikkelde zich een situatie die zich in het verleden niet had voorgedaan.
De afname van de atmosferische depositie van zwavelverbindingen had gunstige gevolgen voor de kiezelwieren. Deze positieve veranderingen zijn niet af te leiden uit de veranderingen in de plantengroei. Verdere verbeteringen van de toestand van de vennen zijn te verwachten bij verdere reductie van deze atmosferische depositie.

Inleiding
In Nederland liggen 3 à 4000 vennen. Hoewel hun gezamenlijke oppervlakte minder dan 20 km^2 bedraagt, zijn ze voor de biodiversiteit van Nederland en West-Europa van grote betekenis. Door hun oorspronkelijke voedselarmoede komen er veel soorten planten en dieren voor die in de meeste andere oppervlaktewateren ontbreken [Van Dam & Buskens, 1993; Verkaar *et al.*, 1992].
Veel natuurgebieden met vennen maken daarom deel uit van de Ecologische Hoofd-

DR. H. VAN DAM
AquaSense TEC BV
Wageningen

structuur [Van Zadelhoff & Lammers, 1995].
Vennen worden geheel of voor het grootste deel door regenwater gevoed, waardoor het water voedselarm en zwak gebufferd is. Ze zijn daardoor zeer kwetsbaar voor invloeden van buitenaf en veel vennen zijn in de loop van deze eeuw dan ook ernstig aangetast door menselijke beïnvloeding. Zo verdween in Noord-Brabant tussen 1900 en 1980 60% van de vennen door ontginning en verdroging [Mol, 1986]. Tot diep in de jaren zestig werd eutrofiëring als belangrijkste oorzaak van aantasting van de overgebleven vennen gezien [Schoof-Van Delt, 1973]. Kort daarna werd duidelijk dat verzuring door atmosferische depositie een minstens even belangrijke oorzaak was voor de achteruitgang van de karakteristieke flora en fauna van de vennen [Van Dam & Kooyman-Van Blokland, 1978; Leuven *et al.*, 1986].
In het kader van het verzuringsbeleid zijn veel maatregelen genomen voor de reductie van de zwavelemissie door industrie en huishoudens, waardoor de atmosferische depositie in Nederland tussen 1980 en 1990 met meer dan de helft is verminderd [Erisman, 1992]. Om na te gaan welke invloed deze maatregelen hebben voor de chemie en biologie van de vennen zijn vanaf 1979 tot en met 1994 regelmatig monsters genomen in drie vennen. Diatomeeën (kiezelwieren) zijn gekozen als indicatoren. Vanwege hun grote gevoeligheid voor veranderingen in de pH worden ze daartoe op internationale schaal veel gebruikt [Ter Braak & Van Dam, 1989; Battarbee, 1994].
In dit artikel worden de voornaamste resultaten gepresenteerd, die niet alleen op zichzelf van belang zijn, maar ook omdat het onderzoek een goed voorbeeld is van systematische biologische monitoring van de oppervlaktewaterkwaliteit. Het gebruik van oude monsters voor reconstructie van de referentiesituatie kan voor andere watertypen dan vennen als voorbeeld dienen. Het onderzoek was deel van een interdisciplinaire studie van atmosferische depositie, hydrologie en ecologie van verzuring van vennen door Van Dam *et al.*, [1996], die ook alle noodzakelijke details beschrijven.

Onderzochte vennen en depositie
Er werden vijf punten in drie vennen onderzocht: Kliplo (KLI) bij Dwingeloo (één punt), Gerritsfles (GER) bij Kootwijk (één punt) en Achterste Goorven bij Oisterwijk (drie punten). Omdat de trends op de drie punten in het laatste ven vergelijkbaar zijn, wordt er daarvan hier slechts één (AGE) besproken. Samen zijn deze drie vennen min of meer representatief voor verzuurde Nederlandse vennen. Na 1968 zijn deze vennen niet meer door direct menselijk ingrijpen beïnvloed. Daarvoor zijn ze soms gebruikt om te zwemmen of om schapen in te wassen [Van Dam & Buskens, 1993].
Het Achterste Goorven (oppervlakte 2,4 ha, gemiddelde diepte 0,6 m) is een lang en smal ven tussen stuifheuvels die al meer dan een eeuw geleden met grove dennen zijn beplant. In extreem droge jaren, zoals 1976, valt ruim 70% van de bodem droog. Het ven wordt grotendeels gevoed door regenwater, maar er is ook enige grondwaterinvloed. In de winter is er via een duiker afvoer naar het belendende Voorste Goorven. Waterlelie is de meest opvallende plant, terwijl knolrus vooral na droge jaren erg veel voorkomt. Het ven is voedselarm (mediane concentratie chlorofyl-*a* 10,7 µg l^{-1}) en verzuurd.
De Gerritsfles (6,0 ha, 0,6 m) ligt op de grens van stuifzand en podzolgronden in een relatief open landschap met veel pijpestrootjesgras, gedeeltelijk begroeid met grove dennen, berken en vuilbomen. Het ven heeft een schijngrondwaterspiegel en is permanent met water gevuld. In droge jaren kan ongeveer de helft van de bodem droogvallen. Onder water is de bodem voor het grootste deel bedekt met veenmossen. Ook de knolrus komt veel voor. Het ven is verzuurd en zeer voedselarm (mediane concentratie chlorofyl-*a* 1,5 µg l^{-1}).
Kliplo (0,6 ha, 0,8 m) wordt voornamelijk door stuifzand omgeven, dat gedeeltelijk met jeneverbessenheide en gedeeltelijk met moerasbos en open grove-dennenbos is begroeid. In extreem droge jaren valt slechts ongeveer 20% van de bodem droog. Het ven wordt uitsluitend door regenwater gevoed. In het open water komen nauwelijks planten voor. Tot 1986 was er nog veel drijvend fonteinkruid. Het ven is niet verzuurd en matig voedselarm (mediane concentratie chlorofyl-*a* 27,8 µg l^{-1}). Tijdens bloei van groenwieren komen chlorofylconcentraties tot 364 µg l^{-1} voor.
De atmosferische depositie van SO_x, NO_y en NH_x werd geschat met behulp van metingen van de natte depositie in de buurt van de vennen, natte en droge depositie in het Landelijk Meetnet Luchtverontreiniging en met depositiemodellen. Uit berekeningen met een ecosysteemmodel bleek dat de droge depositie van SO_x aanzienlijk is, maar die van NO_y en NH_x vermoedelijk verwaarloosbaar. De natte depositie van nitraat en ammonium tussen 1980 en 1993 op elk van de drie

leverde een duidelijk signaal op dat zowel de anti-scalant- als de sulfaatgehaltes ongewenst hoog waren en de verlening van een vergunning zouden kunnen verhinderen.
Verder werd duidelijk dat vroegtijdig overleg gewaardeerd wordt en dus is aan te bevelen. De WMO kan grotendeels aan de bezwaren van de oppervlaktewaterbeheerder tegemoet komen door de anti-scalant achterwege te laten en over te stappen op dosering van 86 mg/l zoutzuur in plaats van 70 mg/l zwavelzuur (tabel III). De consequentie hiervan is dat de opbrengst van de nanofiltratie wordt verlaagd van 90% naar 80% van de voeding.

TABEL III – *Samenstelling van het concentraat bij een opbrengst van 90% en dosering van zwavelzuur en anti-scalant (a) en bij een opbrengst van 80% en dosering van zoutzuur (b).*

Parameter	Eenheid	Concentraat a 0,25 Mm^3/j	Concentraat b 0,5 Mm^3/j
pH		7,3	6,8
HCO_3	mg/l	930	360
Cl	mg/l	105	385
SO_4	mg/l	690	40
TH	mmol/l	16	9
DOC	mg/l	60	35
Kleur	mg/l Pt	120	60
CZV	mg/l O_2	164	90
N-Kjeldahl	mg/l N	3,2	1,9

Ontwerpgrondslagen praktijkinstallatie

De volgende maatregelen leiden tot een stabiele productie gedurende langere tijd:
- ander membraan (type B);
- een opbrengst van 80%;
- dosering van 70 mg/l chemisch zuiver zoutzuur tot een pH van 6,3 zonder anti-scalant.

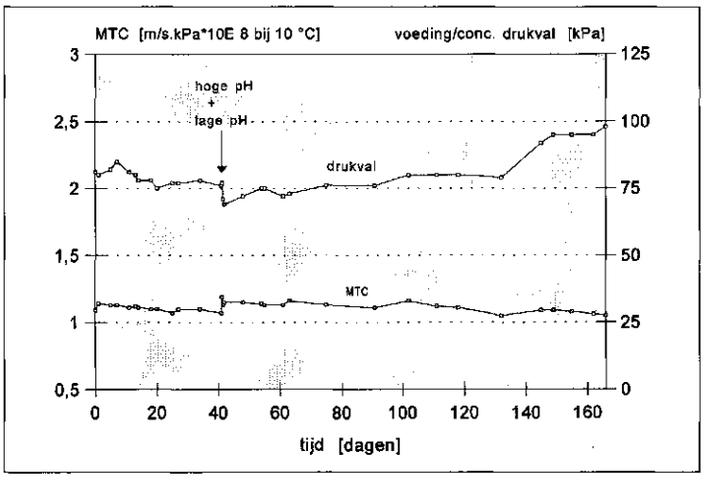
In afbeelding 5 is op basis van testbank-onderzoek (opbrengst 20%) te zien dat met dergelijke instellingen de MTC gedurende langere tijd (160 dagen) stabiel blijft.
In tabel IV is op basis van berekeningen de verwachte watersamenstelling van de voeding (nafiltraat), permeaat nanofiltratie en de gedistribueerde kwaliteit weergegeven, de kwaliteit van het reine water voldoet aan de normen die de WMO stelt.
Uitgaande van het feit dat het spoelwater van de snelfilters wordt hergebruikt, wordt uiteindelijk 10% van de onttrekking geloosd als concentraat (afb. 1).
De investeringen die met de zuivering van Ps. Hammerflier gemoeid zijn, bedragen 41 miljoen gulden voor een capaciteit van 5 miljoen m^3. De exploitatiekosten zijn naar schatting f 1,65 per m^3 geleverd drinkwater.

TABEL IV – *Verwachte watersamenstelling van nafiltraat, permeaat en rein water na beluchten en pH correctie bij een opbrengst van 80% en dosering van zoutzuur (membraantype B). Cu_{max} is een berekende waarde van het koperoplossend vermogen na 16 uur stilstand.*

Parameter	Eenheid	Nafiltraat	Permeaat	Rein water
pH		7,8	5,8	7,9
CO_2	mg/l	6	83	3
HCO_3	mg/l	200	27	137
Cl	mg/l	20	43	32
SO_4	mg/l	8	< 5	6
Ca	mg/l	76	27	53
Mg	mg/l	4	1,2	2,6
TH	mmol/l	2,1	0,8	1,5
Kleur	mg/l Pt	17	1	9
Cu_{max}	mg/l			0,7
SI				0,1

Protocol

Mede op basis van het uitgevoerde onderzoek bij de WMO is een protocol opgesteld voor de aanpak van de realisatie van nanofiltratie op een volgend pompstation:
- toetsen van de ruw watersamenstelling aan de gewenste rein watersamenstelling;
- afwegen van mogelijke scenario's met behulp van criteria CRIME-DAV;
- formuleren onderzoeksvragen, in dit stadium nadenken over mogelijke knelpunten voor de (lozings)vergunningen;
- eerste keuze maken voor bedrijfsvoering en membraanleverancier (en minimaal één alternatief) op basis van projectieberekeningen en andere (bovengenoemde) criteria;
- testbankonderzoek met één of twee membraanelementen ter bevestiging van projecties, eerste inschatting van vervuilingsproblemen, en indien van toepassing beoordelen van het functioneren van de voorzuivering;
- proefinstallatie-onderzoek op representatieve schaal gericht op de performance van alle trappen en de vervuiling/reiniging op langere termijn;
- terugkoppelen met de uitgangspunten en het uitwerken tot het uiteindelijke ontwerp;
- 'fine tuning' in de praktijkinstallatie.



Afb. 5 - Genormaliseerde flux als functie van de tijd bij een opbrengst van 20% (testbank) en dosering van 86 mg/l zoutzuur (membraantype B).

Wensen voor de nabije toekomst

Mede uit de vergelijking van het conventionele scenario met het nanofiltratie scenario [7] is geconcludeerd dat voo[illegible] [illegible]e milieuaspecten nadere aandacht verdienen.
Verbetering is mogelijk door:
- verhogen van de opbrengst waardoor de grondstof optimaal wordt benut;
- verlagen van het chemicaliënverbruik door het reduceren van het zuurgebruik en/of gedeeltelijk vervangen door een geschikte anti-scalant die niet leidt tot biofouling en die leidt tot een watersamenstelling van het concentraat die nog beter aan de wensen van het waterschap voldoet;
- verlagen van het energiegebruik door de inzet van lage druk nanofiltratiemembranen;
- op een volgende locatie de mogelijkheid te onderzoeken van het behandelen van anaëroob grondwater.

Hoewel een aantal verbeteringen en kostenbesparingen mogelijk zijn, zijn er geen belemmeringen meer die implementatie van nanofiltratie op Ps. Hamme[illegible] in de weg staan.

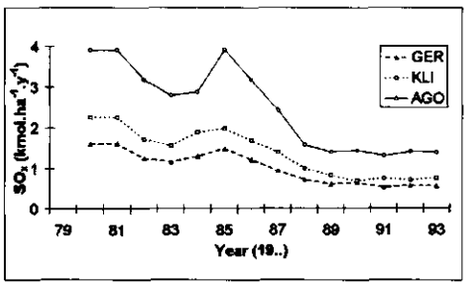
Verantwoording

Het project is uitgevoerd door een projectteam bestaande uit de auteurs en begeleid door een projectgroep met brede vertegenwoordiging uit de WMO om alle aspecten van membraanvervuiling tot ontwerp goed tot hun recht te laten komen.
Het project is ondersteund door Waterleidingbedrijf Friesland en mede uitgevoerd in het kader van het gezamenlijk onderzoeksprogramma van de waterleidingbedrijven.
De heren Hiemstra van WMO en Kruithof en Schippers van Kiwa worden bedankt voor het kritisch doornemen van het concept van dit artikel.

Literatuur

1. *Waterleidingbesluit* (1984). Staatsblad van het Koninkrijk der Nederlanden, 220: 1-35.
2. Hiemstra, P. (1990). *Zuiveringstechnisch ontwerp proefinstallatie Hammerflier*, H_2O (23) 1990, nr. 23, p. 456-459.
3. Merks, C. W. A. M. en Nederlof, M. M. (1995).

• *Vervolg op pagina 361.*



Afb. 1 - Veranderingen in de atmosferische depositie van SO_x op de vennen Gerritsfles (GER), Kliplo (KLI) en Achterste Goorven (AGO) [naar J. W. Erisman in Van Dam et al., 1996].

vennen was respectievelijk ongeveer 0,3 en 0,7 ' ! ha^{-1} jr^{-1} en vertoonde geen duid ,.e trend [Van Dam *et al.*, 1996]. Voor SO_x zijn de deposities het hoogst op het Achterste Goorven, dankzij de sterk beboste omgeving en het laagst op de relatief open gelegen Gerritsfles. Tussen 1980 en 1993 nam de depositie van SO_x af met meer dan 70%; het sterkst tussen 1985 en 1990 (afb. 1).

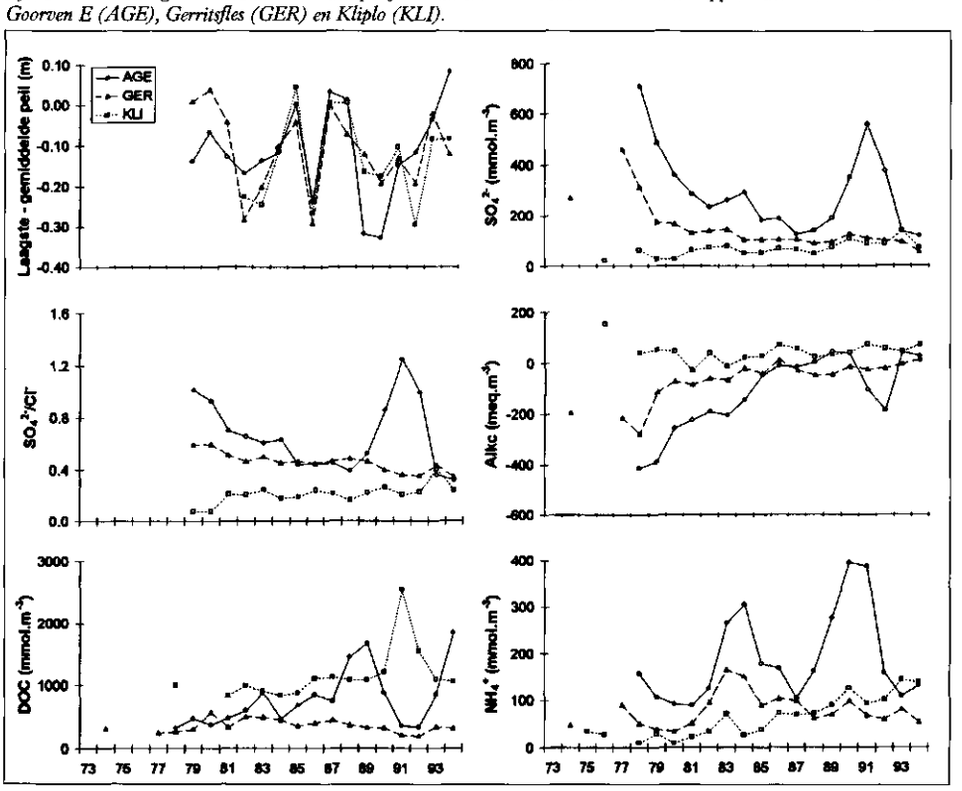
Chemie

Er werden elk kwartaal monsters genomen voor chemische analyse van macro-ionen (inclusief aluminium), nutriënten en opgeloste organische koolstof (DOC), die volgens standaardmethoden (NEN) in het laboratorium van het Waterleidingbedrijf Midden-Nederland (WMN) werden geanalyseerd. Er is veel zorg aan besteed om de analyses over de lange periode van onderzoek vergelijkbaar te houden, onder ande door bij wisseling van methoden een lang zowel de oude als de nieuwe methode te gebruiken. De concentratie van organische anionen (A) werd berekend volgens de methode van Oliver [1983] en betrokken bij het berekenen van de ionenbalansen. Het gemiddelde kationenoverschot en de standaardafwijking daarvan bedragen respectievelijk slechts 0,24 en 3,99%, wat op betrouwbare gegevens duidt. De alkaliniteit (alkc) werd berekend uit het verschil van sterke basische anionen en sterke zure anionen [Shaffer *et al.*, 1988]. In het veld werden naast de waterstand ook steeds pH en elektrisch geleidingsvermogen gemeten.
Er werden Spearman rangcorrelatiecoëfficiënten [Siegel, 1956] berekend tussen de chemische parameters en de tijd. Omdat veel van de parameters niet een monotoon stijgend of dalend verloop hadden, werden de trends ook vastgesteld door visuele inspectie van de tijdreeksen.
Enkele resultaten zijn weergegeven in tabel I en afbeelding 2. De resultaten tot 1984 zijn al eerder gepresenteerd, waaruit bleek dat de extreme droogte van 1976 een grote invloed had op de chemie van de Gerritsfles en in het bijzonder het Achterste Goorven, waar grote delen van de bodem droogvielen. De van de atmosferische depositie afkomstige en in gereduceerde vorm in de bodem opgeslagen zwavelverbindingen werden geoxideerd, waardoor hoge concentraties van sulfaat werden gemeten. Dit leidde tot lage waarden van de pH en de alkaliniteit en het oplossen van kationen als calcium en het toxische aluminium [Van Dam, 1988].
Na de tamelijk droge zomer van 1986 waren de waterstanden in de drie vennen laag, maar in het extreem natte jaar 1987 stegen deze weer snel. In het bijzonder bij het Achterste Goorven hadden de droge zomers van 1989 en 1990 grote invloed. De concentraties van sulfaat, calcium en aluminium namen sterk toe. De humusverbindingen (DOC) vormden complexen met aluminium en sloegen neer, waardoor het water helderder werd.
In het Achterste Goorven en de Gerritsfles zijn de mediane sulfaatconcentraties tussen 1980 en 1994 met respectievelijk 69% en 66% afgenomen. In Kliplo was de sulfaatconcentratie in 1994 16% hoger dan in 1980. Bij daling van het waterpeil stijgen de concentraties van veel ionen door verdamping. Om hiervoor te compenseren

TABEL I - *Medianen en trends van enkele fysische chemische variabelen. Corr. = rangcorrelatiecoëfficiënt van Spearman (x 100) met de tijd, berekend uit kwartaalwaarnemingen van 1980-1994 in Achterste Goorven E and Gerritsfles (n = 60) en 1981-1994 in Kliplo (n = 55). Alkc = berekende alkaliniteit, DOC = opgeloste organische koolstof, TIC = totaal anorganische koolstof. Haakjes betekenen dat de trend niet erg duidelijk is. C = constant, A = afname, T = toename. *** = $p \leq 0{,}001$, ** = $p \leq 0{,}01$, * = $p \leq 0{,}05$.*

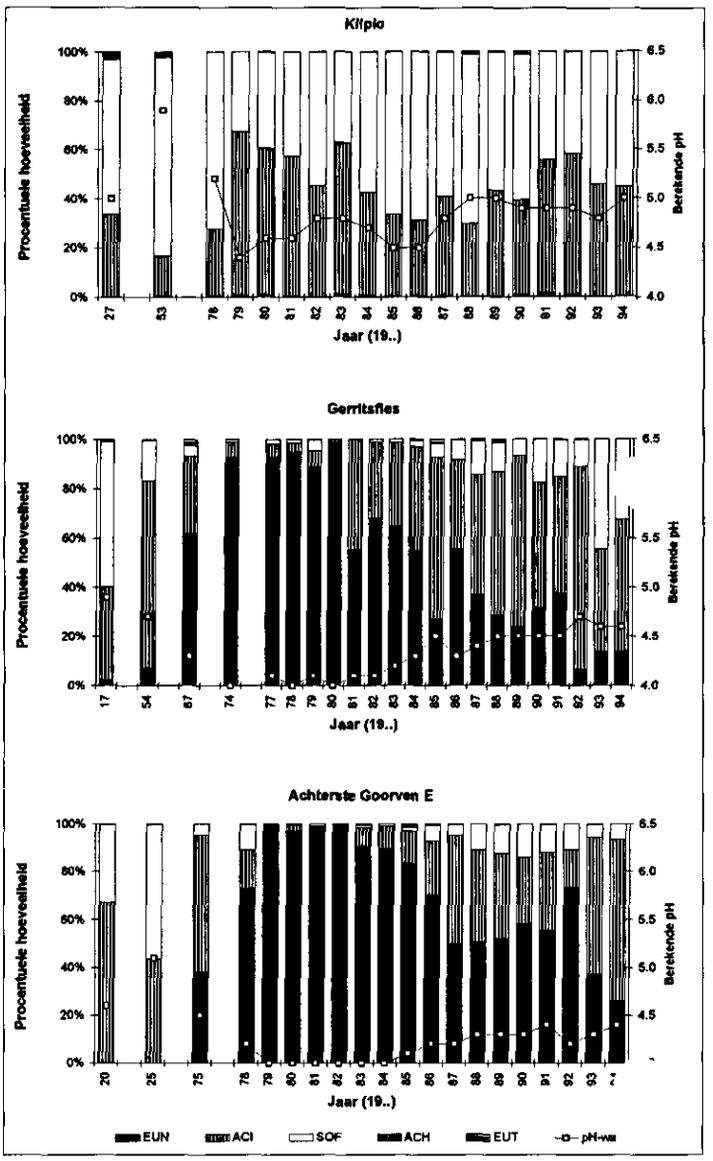
variabele	eenheid	Achterste Goorven E mediaan	corr.	trend	Gerritsfles mediaan	corr.	trend	Kliplo mediaan	corr.	trend
Al	mmol m^{-3}	21	-2	pieken 79,91	5	-33**	piek 80	4	5	C
Alkc	mmol m^{-3}	-54	57***	T, dal 91-92	-37	45***	T	39	32*	C
Ca	mmol m^{-3}	64	-7	A, piek 90-92	30	14	A tot 82	25	-1	C
Cl	mmol m^{-3}	394	-33**	A	240	-20	-	323	35**	piek 90-93
DOC	mmol m^{-3}	783	41**	T, dal 91-92	346	-41**	C	1082	51***	piek 91
K	mmol m^{-3}	43	-7	A, T sinds 92	26	-28*	A	41	72***	T
Peil	m + NAP	8,35	26*	T, dal 89-91	39,92	0	C	13,01	3	C
Na	mmol m^{-3}	304	-15	A tot 88, piek 90-91	194	-1	A, piek 90-91	261	35**	piek 90-93
NH_4	mmol m^{-3}	161	19	piek 83-84, 90-91	75	-42***	piek 83-84	70	63***	T
NO_3	mmol m^{-3}	4	5	-	6	0	C	5	3	C
pH-veld	-	4,3	43***	T	4,2	4	C	5,1	-19	C
pH-lab.	-	4,5	42***	T, dal 91-93	4,5	-12	T tot 82	5,3	-33**	A
SO_4	mmol m^{-3}	245	-29	A, piek 90-92	104	-58***	A	73	41**	C
SO_4/Cl	-	1,19	-22	A, piek 90-92	0,92	-65***	A	0,44	29*	(T)
TIC	mmol m^{-3}	296	-59***	A, T sinds 92	137	-53***	A	183	-55***	A, piek 86

Afb. 2 - Veranderingen in mediane waarden per jaar van enkele milieuvariabelen in het oppervlaktewater van Achterste Goorven E (AGE), Gerritsfles (GER) en Kliplo (KLI).



is daarom in afbeelding 2 ook het verloop van het quotiënt SO_4^{2-}/Cl^- weergegeven. In de Gerritsfles is de trend hiervan bijna lineair en significant (tabel I). Hoewel deze afname veel minder snel gaat dan die van de atmosferische depositie van zwavelverbindingen is uit berekeningen met het ecologisch model AquAcid gebleken dat deze afname het gevolg is van de vermindering van de atmosferische depositie [Van Dam *et al.*, 1996]. Helaas waren er voor het Achterste Goorven onvoldoende gegevens voor de toepassing van dit model. Daarom valt niet te bepalen welk deel van de vermindering van de sulfaatconcentratie kan worden toegeschreven aan vermindering van atmosferische depositie van SO_x en welk deel aan herstel van droogteperioden. Door de intensieve bacteriële zwavelreductie is de sulfaatconcentratie in Kliplo steeds laag [Marnette *et al.*, 1993]. Omdat de bodem niet of nauwelijks droogvalt zijn er geen pieken in de sulfaatconcentratie.
De depositie van stikstofverbindingen, in het bijzonder van ammonium en ammoniak, heeft naast die van zwavelverbindingen een grote invloed op de verzuringstoestand van gevoelige ecosystemen [Bobbink & Roelofs, 1995]. In de onderzochte vennen is meer dan 90% van de anorganische stikstof als ammonium aanwezig (tabel I). In Kliplo neemt de ammoniumconcentratie sterk toe, van 20 mmol m^{-3} in 1981 tot 142 mmol m^{-3} in 1993-1994, bij vrijwel constante depositiewaarden. In het Achterste Goorven zijn er pieken in 1981-1984 en 1989-1991.
De laatste valt samen met de sulfaatpiek en wordt wellicht veroorzaakt door de mineralisatie van stikstofcomponenten uit het sediment, maar de oorzaak van de eerste piek is niet duidelijk. In Gerritsfles is er een klein maximum in 1981-1984. Fluctuaties van het ammoniumgehalte kunnen ook worden veroorzaakt door veranderingen in de hoeveelheid knolrus, die ammonium opneemt [Schuurkes *et al.*, 1986].

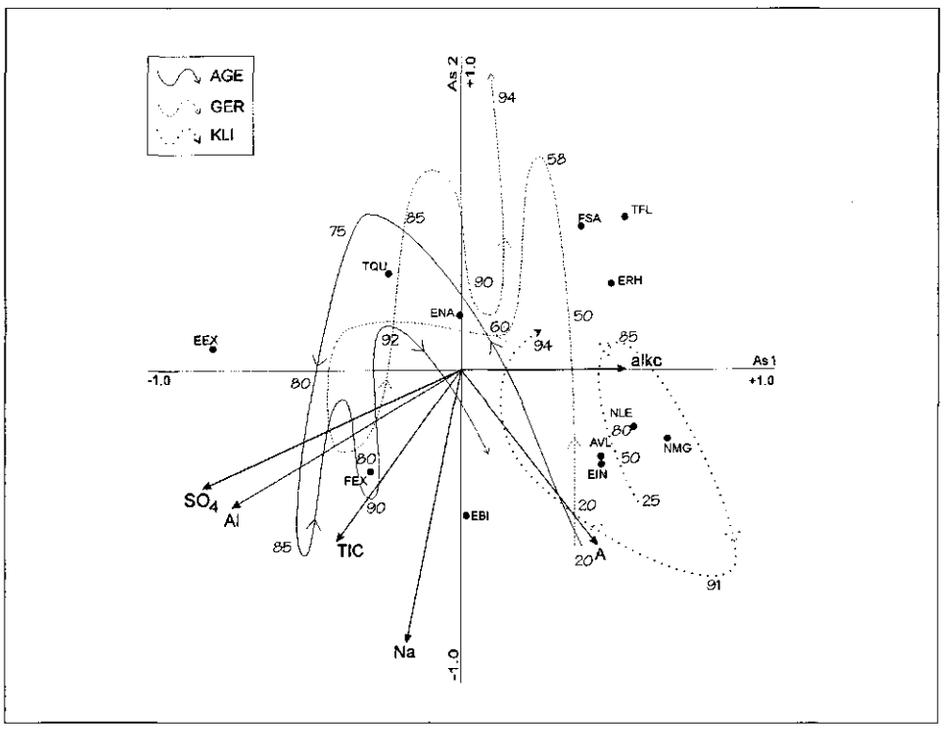
Kiezelwieren
Oude monsters (1916-1974) werden verkregen uit collecties van diverse instituten. Recent werden de kiezelwieren steeds in mei en november bemonsterd door een planktonnet voorzichtig door de allerbovenste laag van de waterbodem en waterplanten te trekken. Van de kiezelwieren werden volgens standaardmethoden preparaten gemaakt. In elk preparaat werden 400 kiezelschaaltjes geteld en gedetermineerd met de flora van Krammer & Lange-Bertalot [1986-1991] en het procentuele aandeel van elke soort werd berekend.



Afb. 3 - Lange-termijnveranderingen in relatieve hoeveelheid van ecologische groepen van kiezelwieren en berekende pH (pH-wa) in Kliplo, Gerritsfles en Achterste Goorven E. EUN = Eunotia exigua, *ACI = triviale soorten uit zure wateren, SOF = soorten uit zachte wateren en zeldzame soorten uit zure wateren, ACH =* Achnanthes minutissima, *EUT = soorten uit eutrofe, brakke of organisch verontreinigde wateren.*

Ecologische groepen en berekende pH
De 148 aangetroffen soorten werden ingedeeld in vijf ecologische groepen volgens Van Dam & Mertens [1989] en Van Dam & Arts [1993]:
EUN *Eunotia exigua:* een soort die zeer resistent is voor verzuring en de daardoor veroorzaakte hoge concentraties van zware metalen en aluminium, ACI triviale soorten uit (van nature) zure wateren, SOF soorten uit zachte wateren en zeldzame soorten uit zure wateren, ACH *Achnanthes minutissima:* een zeer algemene soort uit allerlei zoete wateren, EUT soorten uit eutrofe wateren, brakke wateren en organisch verontreinigde wateren.
De pH werd uit de kiezelwieren berekend als gewogen gemiddelde van de pH-optima van de aangetroffen soorten [Ter Braak & Van Dam, 1989].
De resultaten van de berekeningen zijn weergegeven in afbeelding 3. Sinds het begin van de eeuw is *Eunotia exigua* sterk toegenomen, vooral ten koste van de soorten uit zachte wateren. In Kliplo zijn de veranderingen gering. Behalve in Kliplo is er een duidelijke afname van de berekende pH tussen 1920 en 1980. Sinds 1978 is er een sterke afname van *E. exigua* in het Goorven en de Gerritsfles, min of meer parallel aan de afname van de atmosferische depositie van SO_x, maar met een vertraging van enige jaren (vergelijk afb. 2). Daardoor nemen de zachtwatersoorten toe en stijgt de berekende pH. De recente veranderingen in de twee vennen zijn gevolgen van het herstel van de droogte van 1976 en van de afgenomen atmosferische depositie. De toename van *E. exigua* in het Goorven na de droge zomers van 1989 en 1990 is een gevolg van de sulfaatpiek die door de droogte werd veroorzaakt.

Ordinatie
In de ecologie zijn methoden ontwikkeld om de soortensamenstelling overzichtelijk



Afb. 4 - Ordinatiediagram van de eerste twee assen van de redundantie-analyse. Significante (p ≤ 0,05) milieuvariabelen zijn met pijlen aangegeven (A = organische anionen, alkc = berekende alkaliniteit, TIC = totaal anorganische koolstof), de meest voorkomende soorten met punten (AVL = Anomoeoneis vitrea *fo.* lanceolata, *EBI =* Eunotia bilunaris, *EEX =* E. exigua, *EIN =* E. incisa, *ENA =* E. naegelii, *ERA =* E. rhomboidea, *FEX =* Fragilaria exigua, *FSA =* Frustulia rhomboides *var.* saxonica, *NLE =* Navicula leptostriata, *NMG =* N. micropunctata-*groep, TFL =* Tabellaria flocculosa, *TQU =* T. quadriseptata*). De plaats van de 124 monsters is niet apart aangegeven, maar door middel van lijnen (A. Goorven = getrokken lijn, Gerritsfles = streeplijn, Kliplo = stippellijn) is de enigszins geschematiseerde verplaatsing van de monsterpunten in de loop der tijd weergegeven. De bij deze lijnen geplaatste cijfers geven de jaren van deze eeuw aan.*

weer te geven en te relateren aan de gemeten milieuvariabelen. Als er in een verz[illegible]ling monsters *n* soorten voorkon[illegible]an de plaats van een monster in een *n*-dimensionale vectorruimte eenduidig worden weergegeven door als coördinaten de hoeveelheid van elk van de voorkomende soorten in het betreffende monster te gebruiken. De multidimensionale puntenwolk wordt geprojecteerd in een klein aantal dimensies. Deze z.g. ordinatietechnieken worden nu in de ecologie veel gebruikt [Jongman *et al.*, 1987].

Er is hier gebruik gemaakt van RDA (redundantie analyse). Hierbij wordt ervan uitgegaan dat er lineaire relaties tussen milieuvariabelen en het voorkomen van soorten bestaan. In een biplot worden niet alleen de monsters maar ook de soorten als vectoren afgebeeld. Hierdoor is het mogelijk om bij benadering de soortensamenstelling van de monsters uit een figuur af te lezen. Bovendien wordt er nog als voorwaarde gesteld dat de assen ook nog een functie moeten zijn van de milieuvariabelen. RDA is een soort multivariate vorm van regressie-analyse, waarin de soortgegevens worden gemodelleerd als een functie van de milieugegevens. Omdat alle milieuvariabelen, behalve pH, waterstand en temperatuur scheef waren verdeeld, zijn ze voor het uitvoeren van de RDA logaritmisch getransformeerd. Alleen de 26 meest algemene soorten werden gebruikt bij de analyse, waarbij tegelijkertijd de significante ($p \leq 0{,}05$) milieuvariabelen werden geselecteerd [Ter Braak 1988, 1990].

De belangrijkste resultaten zijn in afbeelding 5 weergegeven. Sulfaat is de belangrijkste milieuvariabele, die 21% van de variatie in de soortensamenstelling verklaart. De correlatiecoëfficiënt met de eerste as is in absolute zin hoog (– 0,82), zoals kan worden afgelezen uit afbeelding 5, door projectie van de pijlpunt van sulfaat op de eerste as. De volgende belangrijke variabele, natrium (≈ chloride), is hoog gecorreleerd (r = – 0,87) met de tweede as. In volgorde van belangrijkheid werden voorts nog totaal anorganische koolstof (≈ kooldioxide), organische anionen, alkaliniteit en aluminium als significante milieuvariabelen geselecteerd. Samen verklaren deze 44% van de variatie in de soortensamenstelling.

Veranderingen in concentraties van sulfaat, anorganische koolstof, organische anionen, aluminium en alkaliniteit zijn typerend voor verzurende meren en vennen [Leuven *et al.*, 1986; Reuss & Johnson, 1986]. Hoewel andere milieuvariabelen ook van belang zijn, wordt de soortensamenstelling van de kiezelwieren dus in hoge mate door de verzuringstoestand bepaald. Seizoensvariatie heeft weinig invloed op de soortensamenstelling en – verrassenderwijs – ook nitraat- of ammoniumstikstof niet, hoewel nutriënten in het algemeen een grote invloed op het voorkomen van kiezelwieren in vennen hebben [Van Dam & Buskens, 1993].

De meest belangrijke soort op de eerste as is de verzuringsresistente *Eunotia exigua* (r = – 0,80). De soort komt veel voor in monsters die rond 1980 uit het Achterste Goorven en de Gerritsfles werden genomen en waarin toen hoge sulfaatconcentraties werden gemeten. Daarentegen komen *Navicula leptostriata* en de *N. micropunctata*-groep vooral voor in water met veel organische zuren (humus) en weinig minerale zuren. Deze soorten komen vooral voor in Kliplo en de vooroorlogse monsters uit de Gerritsfles en het Achterste Goorven. Op de tweede as scoort vooral *Eunotia bilunaris,* die zowel in wateren met organische als minerale zuren kan voorkomen.

De veranderingen van de posities van de monsters uit de drie vennen zijn globaal met lijnen in afbeelding 4 weergegeven. De monsters die rond 1920 in het Achterste Goorven werden genomen liggen rechtsonder in het diagram. Dit suggereert dat het ven toen humeus van karakter was, wat ook klopt met oude beschrijvingen van de plantengroei [Van Dam & Buskens, 1993]. Er is geen duidelijke verandering in de soortensamenstelling van de kiezelwieren na de extreme droogte van 1921 [Schuurmans, 1977], toen een groot deel van de bodem van het Achterste Goorven droogviel, net als in 1976. Het monster dat in 1975, net voor dit droge jaar werd genomen ligt linksboven in het diagram, wijzend op een ven met helder water en een betrekkelijk lage sulfaatconcentratie, in overeenstemming met de directe waarnemingen van Kwakkestein [1977]. Na de extreme droogte van 1976 nam het sulfaatgehalte sterk toe en was er een explosieve toename van *Eunotia exigua.* Na de droogteperiode van 1989-1991 waren de scores op de tweede as weer tijdelijk lager door een nieuwe toename van deze soort. In 1994 is de situatie weer een heel eind op weg naar de historische toestand.

In de Gerritsfles neemt de score op de tweede as toe tussen circa 1920 en 1958, waarschijnlijk door een afname van de sulfaatconcentratie in deze periode [Van Dam, 1988]. Na het extreem droge jaar 1959 [Schuurmans, 1977] viel waarschijnlijk een groot deel van de venbodem droog,

met zwaveloxidatie en een toename van zuurtolerante soorten als gevolg. Van 1964 tot aan het einde van de jaren tachtig was *E. exigua* hier dominant, maar door de gestage afname van de sulfaatconcentratie daarna kregen ook minder verzuringstolerante soorten weer een kans. Na 1992 ging *Eunotia naegelii* veel optreden.
In oudere monsters uit de Gerritsfles ontbreekt deze soort. Anders dan in het Achterste Goorven ontwikkelt de toestand van de Gerritsfles zich niet in de richting van de historische toestand.
In Kliplo zijn de verschillen tussen oude en recente monsters betrekkelijk gering. De ligging rechtsonder van de monsters uit 1991 heeft waarschijnlijk te maken met de piek van organische anionen (≈ opgeloste organische koolstof, afb. 2) in dat jaar. De daarop volgende verschuiving naar links heeft waarschijnlijk te maken met de toename van sulfaat sindsdien (afb. 2). De eutrofiëring van dit ven, zoals blijkt uit de toename van ammonium en het af en toe optreden van groenwierenbloei, heeft zich nog niet in de kiezelwierensamenstelling gemanifesteerd.

Slotopmerkingen
Uit het onderzoek is duidelijk geworden dat de maatregelen voor de reductie van de SO_x-depositie, vooral tussen 1985 en 1990, positieve effecten op de vennen hebben: de sulfaatconcentratie is gedaald, verzuringstolerante kiezelwieren zijn afgenomen en verzuringsgevoelige kiezelwieren zijn toegenomen. Vooral na droge jaren worden de effecten van verzuring goed zichtbaar, door de oxidatie van sulfiden uit het sediment. Vergelijkbare effecten zijn ook waargenomen in andere, minder intensief bemonsterde, vennen [AquaSense TEC, 1995a, b].
De bruikbaarheid van kiezelwieren als indicatoren voor verzuring door atmosferische depositie van zwavelverbindingen is bevestigd.
In geïsoleerde vennen is sulfaat de belangrijkste milieuvariabele voor hun verspreiding. Ze reageren sneller op de verbeterde omstandigheden dan hogere planten, door hun veel kortere levenscyclus. Tot nu toe zijn in Nederland slechts verzuringsgevoelige hogere planten teruggekeerd in vennen waar zeer bewust herstelmaatregelen zijn uitgevoerd [Bellemakers *et al.*, 1993].
In enkele meren in het buitenland is met paleolimnologische methoden, waarbij restanten van kiezelwieren uit het sediment als indicatoren zijn gebruikt, herstel van verzuring aangetoond [b.v. Juggins *et al.*, 1996], maar nog niet door regelmatige 'real-time' bemonstering, omdat de beschikbare waarnemingsreeksen van vijf jaar daarvoor te kort zijn [Lancaster *et al.*, 1996]. Doordat er in Nederland, anders dan in andere landen, hoogwaardige, systematisch verzamelde meetreeksen zijn, kan waarschijnlijk voor het eerst het herstel van oppervlaktewateren van verzuring door atmosferische depositie op de voet worden gevolgd [Skjelkvåle *et al.*, 1994].
Tussen 1980 en 1994 is de emissie van SO_x in Nederland al met 70% afgenomen en verdere reducties liggen in het verschiet [Nijpels, 1989; RIVM 1993, 1995].
Daardoor valt waarschijnlijk nog een verdere verbetering van de chemische en biologische toestand te verwachten. Tussen 1980 en 1994 zijn de emissies van NO_y en NH_x slechts met respectievelijk 10 en 27% gedaald. Verdere reducties liggen in het verschiet [Nijpels, 1989; RIVM 1993, 1995], maar de emissieveranderingen zijn moeilijk in depositieveranderingen te vertalen, omdat de depositiesnelheden van anorganische stikstofverbindingen boven vennen nog zeer onzeker zijn. Met het ecosysteemmodel AquAcid kunnen concentraties van anorganische stikstofverbindingen worden berekend, maar dit model moet nog worden uitgebreid en verbeterd [Van Dam *et al.*, 1996].
Voortgezette systematische waarneming van de biologische en chemische toestand van een beperkt aantal vennen is noodzakelijk voor het ontwikkelen van dergelijke modellen en om de toekomstige verzuringstoestand te kunnen volgen. Intensieve meetgegevens van een beperkt aantal vennen geven inzicht in de processen die in tal van vennen spelen en zijn ook referentiemateriaal voor de beoordeling van de waterkwaliteit van vennen in het algemeen. Zo zal de recente langdurige droogteperiode vanaf juli 1995 ongetwijfeld van grote invloed zijn op de toestand van de vennen, evenals zomerdroogten die mogelijk door veranderingen in het klimaat frequenter zullen gaan optreden.

Verantwoording
Dr. L. W. G. Higler (IBN-DLO) gaf toestemming voor het gebruik van het door zijn instituut verzamelde gegevens. Het Staatsbosbeheer en de Vereniging Natuurmonumenten gaven toestemming tot het betreden van hun terreinen. Ing. J. A. Sinkeldam (IBN-DLO), ing. A. Mertens en ir. A. Otte gaven technische ondersteuning. Dr. ing. J. W. Erisman (RIVM) stelde zijn depositieberekeningen beschikbaar. Discussies met drs. F. G. Wortelboer (RIVM) en ir. H. Houweling (IBN-DLO) droegen bij tot beter inzicht in de chemie en hydrologie van vennen.
Het onderzoek werd ten dele gefinancierd door het Directoraat-Generaal Milieubeheer van het ministerie VROM (contactnr. 95140022).

Literatuur
AquaSense TEC, (1995a). *Chemical and biological monitoring in acid sensitive surface waters in The Netherlands 1994.* Wageningen.
AquaSense TEC, (1995b). *Veluwse vennen en leemkuilen onder de loep: ontwikkeling van een beleidsvisie voor toekomstig onderzoek en beheer.* Wageningen.
Battarbee, R. W., (1994). *Diatoms, lake acidification and the Surface Water Acidification Programme (SWAP): a review.* Hydrobiologia, 274: 1-7.
Bellemakers, M. J. S., Maessen, M., Cals, M. J. R. en Roelofs, J. G. M. (1993). *Effectgerichte maatregelen tegen verzuring en eutrofiëring van oppervlaktewateren: eindrapport monitoringsprogramma eerste fase.* Vakgroep Oecologie, Werkgroep Milieubiologie, Katholieke Universiteit Nijmegen, Nijmegen.
Bobbink, R. and Roelofs, J. G. M. (1995). *Nitrogen critical loads for natural and semi-natural ecos : the empirical approach.* Water, Air, Soil Poll., 85. 2413-2418.
Braak, C. J. F. ter (1988). *CANOCO - a FORTRAN program for canonical community ordination by [partial] [detrended] [canonical] correspondence analysis, principal components analysis and redundancy analysis (version 2.1).* DLO-Groep Landbouwwiskunde, Wageningen.
Braak, C. J. F. ter (1990). *Update notes: Canoco version 3.10.* DLO-Groep Landbouwwiskunde, Wageningen.
Braak, C. J. F. ter and Dam, H. van (1989). *Inferring pH from diatoms: a comparison of old and new calibration methods.* Hydrobiologia, 178: 209-223.
Dam, H. van (1988). *Acidification of three moorland pools in The Netherlands by acid precipitation and extreme drought periods over seven decades.* Freshw. Biol., 20: 157-176.
Dam, H. van en Arts, G. H. P. (1993). *Ecologische veranderingen in Drentse vennen sinds 1900 door menselijke beïnvloeding en beheer.* Provincie Drenthe, Assen/DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Leersum/Grontmij Advies en Techniek, De Bilt.
Dam, H. van and Buskens, R. F. M. (1993). *Ecology and management of moorland pools: balancing acidification and eutrophication.* Hydrobiologia, 265: 225-263.
Dam, H. van and Kooyman-van Blokland, '78). *Man-made changes in some Dutch moorland po as reflected by historical and recent data about diatoms and macrophytes.* Int. Revue ges. Hydrobiol., 63: 587-607.
Dam, H. van en Mertens, A. (1989). *Diatomeeën van oude en recente aquatische macrofyten uit het Beuven in relatie tot het beheer.* Diatomededelingen, 8: 15-23.
Dam, H. van, Houweling, H., Wortelboer, F. G. and Erisman, J. W. (1996). *Long-term changes of chemistry and biota in moorland pools in relation to changes of atmospheric deposition.* AquaSense TEC, Wageningen /DLO-Institute for Forestry and Nature Research (IBN-DLO), Wageningen/National Institute for Health and Environmental Protection (RIVM), Bilthoven.
Erisman, J. W. (1992). *Atmospheric deposition of acidifying compounds in the Netherlands.* Ph. D. Thesis, Utrecht University.
Jongman, R. H. G., Braak, C. J. F. ter and Tongeren, O. F. R. van (1987). *Data analysis in community and landscape ecology.* Pudoc, Wageningen.
Juggins, S., Flower, R. J. and Battarbee, R. W. (1996). *Palaeolimnological evidence for recent chemical and biological changes in the U.K. acid waters monitoring network sites.* Freshw. Biol. 36: 203-219.
Krammer, K. and Lange-Bertalot, H. (1986-1991). *Bacillariophyceae.* In: H. Ettl, J. Gerloff, H. Heynig and D. Mollenhauer, D., red. Süßwasserflora von Mitteleuropa 2/1-4. Fischer, Stuttgart.
Kwakkestein, R. (1977). *Onderzoek naar de Desmidiaceeënflora van de vennen in het gebied rond*

• *Vervolg op pagina 361.*