

**Fosfaatverzadiging in afwateringsgebieden van kwetsbare
ecosystemen**

**A. Breeuwsma
M. Boland
J.G.A. Reijerink**

Rapport 507

DLO-Staring Centrum, Wageningen, 1997

6 MEI 1997



LSn 935961 *

REFERAAT

Breeuwsma, A., M. Boland en J.G.A. Reijerink, 1997. *Fosfaatverzadiging in afwateringsgebieden van kwetsbare ecosystemen*. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Rapport 507. 66 blz.; 1 fig.; 2 tab.; 29 ref.; 3 aanh.; 6 kaarten.

Van 1990 tot 1994 is de fosfaatverzadigingstoestand van de bodem in ecologisch kwetsbare gebieden in kaart gebracht. Voor de begrenzing en indeling van de gebieden is gebruik gemaakt van afwateringseenheden, de status binnen de ecologische hoofdstructuur en het milieurendement. Het blijkt dat de ecologisch kwetsbare gebieden grotendeels met fosfaat verzadigd zijn; ongeveer 20% van de landbouwgronden is sterk verzadigd en 6% zeer sterk verzadigd. Daarmee wordt de algemene milieukwaliteitsnorm langdurig overschreden. Voor deze gronden is een gebiedsgerichte aanpak vereist op basis van lagere fosfaatverliesnormen en sanering. De gegevens uit dit onderzoek kunnen een belangrijke rol vervullen bij het natuurgerichte milieu- en waterbeleid.

Trefwoorden: Ecologische Hoofdstructuur, fosfaattuitspoeling, milieubescherming, natuurbeleid

ISSN 0927-4499

©1997 DLO-Staring Centrum, Instituut voor Onderzoek van het Landelijk Gebied (SC-DLO)
Postbus 125, 6700 AC Wageningen.
Tel.: (0317) 474200; fax: (0317) 424812; e-mail: postkamer@sc.dlo.nl

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DLO-Staring Centrum.

DLO-Staring Centrum aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Inhoud

	blz.
Woord vooraf	7
Samenvatting	9
1 Inleiding	11
1.1 Aanleiding en voorgeschiedenis van het onderzoek	11
1.2 Indeling van het rapport	12
2 Berekening van de fosfaatverzadiging	13
2.1 Invoergegevens	13
2.2 Berekening van de fosfaatverzadigingsgraad en fosfaatverzadigde oppervlakte	15
3 Hydrologie en natuur in ecologisch kwetsbare gebieden	17
3.1 Typering	17
3.2 Indeling	18
3.3 Beschrijving per geografische eenheid	20
3.3.1 Oostelijk zandgebied	20
3.3.2 Centraal zandgebied	24
3.3.3 Zuidelijk zandgebied	26
4 Fosfaatverzadigingstoestand van de afwateringseenheden	33
4.1 Oppervlakte fosfaatverzadigde gronden	33
4.2 Ligging van de fosfaatverzadigde gronden	33
5 Bruikbaarheid van de onderzoeksresultaten voor gebiedsgericht natuur-, milieu- en waterbeleid	35
6 Conclusies en aanbevelingen	37
Literatuur	39
<i>Aanhangsels</i>	
1 Ecologisch kwetsbare gebieden per geografische eenheid.	43
1a Ecologisch kwetsbare gebieden per geografische eenheid in het oostelijk zandgebied	45
1b Ecologisch kwetsbare gebieden per geografische eenheid in het centraal zandgebied	47
1c Ecologisch kwetsbare gebieden per geografische eenheid in het zuidelijk zandgebied	49

Kaarten/bijlagen

- 1 Ecologisch kwetsbare gebieden in het Oostelijk Zandgebied
- 2 Ecologisch kwetsbare gebieden in het Centraal Zandgebied
- 3 Ecologisch kwetsbare gebieden in het Zuidelijk Zandgebied
- 4 Oppervlak fosfaatverzadigde gronden per afwateringseenheid in procenten van het landbouwareaal
- 5 Mediaanwaarde (50-percentiel) van de fosfaatverzadigingsgraad van de landbouwgronden per afwateringseenheid
- 6 Fosfaatverzadigingsgraad die bij 10% van de landbouwgronden per afwateringseenheid wordt overschreden (90-percentiel)

Woord vooraf

Dit rapport bevat de resultaten van het derde en laatste onderdeel van het onderzoek naar de fosfaatverzadigingstoestand van de bodem in mestoverschotgebieden. Dit onderzoek werd in opdracht van de ministeries LNV en VROM in de periode 1988-1993 uitgevoerd voor de onderbouwing van het fosfaatverzadigde grondenbeleid in het kader van de mestwetgeving. In twee eerder verschenen rapporten zijn resultaten weergegeven voor cellen van 2,5 km x 2,5 km (Reijerink en Breeuwsma, 1992) en een beschrijving van het model en de invoergegevens (Reijerink et al., 1993). In dit rapport zijn de resultaten van de modelberekeningen weergegeven voor de afwateringsgebieden van kwetsbare ecosystemen.

Dit deel van het onderzoek werd mede gefinancierd door de Directie NBLF van het ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij en begeleid door drs. J.J.C. Karres. Dit betreft met name de selectie, indeling en beschrijving van de gebieden. De basisgegevens hiervoor werden verzameld en beschreven door DHV (drs. J.L. Fiselier, 1992) in overleg met de toenmalige regionale NMF directies. Deze gegevens zijn voor dit rapport bewerkt door drs. M. Boland. De modelberekeningen van de fosfaatverzadiging zijn uitgevoerd door DLO-Staring Centrum.

Samenvatting

In het kader van de mestwetgeving kreeg DLO-Staring Centrum in 1990 van de ministeries Landbouw, Natuurbeheer en Visserij (LNV) en Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (VROM) de opdracht de fosfaatverzadiging van de bodem in de mestoverschotgebieden in kaart te brengen. Het beleidsdoel was op basis van dit onderzoek ongeveer 60 000 - 80 000 ha fosfaatgevoelige gebieden aan te wijzen.

In samenwerking met de toenmalige regionale Natuur, Milieu en Faunabeheer (NMF)-directies van het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij en de provincies werd door DHV een indeling in ecologisch kwetsbare gebieden gemaakt. Dit betreft gebieden waar de uitspoeling van fosfaat uit de bodem direct nadelige gevolgen heeft voor waardevolle eutrofiëringsgevoelige ecosystemen die deel uitmaken van de Ecologische Hoofdstructuur (EHS). De begrenzing en indeling is gebaseerd op hydrologische criteria (afwateringseenheden van een gedigitaliseerd TNO-bestand), ecologische status (natuurkern of natuurontwikkelingsgebied) en te verwachten milieurendement (substantieel vs gering).

Door DLO-Staring Centrum werd in de periode 1990-1994 de methodiek voor het in kaart brengen van de fosfaatverzadigingstoestand uitgewerkt en toegepast voor cellen van 2,5 km x 2,5 km, respectievelijk de ecologisch kwetsbare gebieden. Dit rapport bevat de resultaten voor laatstgenoemde gebieden.

Het blijkt dat de ecologisch kwetsbare gebieden grotendeels fosfaatverzadigd zijn. Ongeveer 20% van de landbouwgronden is sterk verzadigd en 6% zeer sterk verzadigd. Dit betreft met name de stroomgebieden van onder andere de Hagmolenbeek (Zuid-Oost Twente), de Lunterse en Barneveldse beek (Gelderse Vallei), de Beerze en de Reusel (Midden-Brabant), de Dommel en de Aa (Oost-Brabant) en de Leubeek en Molenbeek (Noord-Limburg). Het milieurendement van de aanpak van fosfaatverzadigde gronden is in een aantal van deze gebieden mede afhankelijk van de sanering van andere bronnen.

Als gevolg van de fosfaattoestand van de bodem in de ecologisch kwetsbare gebieden zal het generieke mest- en milieubeleid tot een langdurige overschrijding van de Algemene Milieukwaliteits (AMK)-normen leiden. Voor het natuurgerichte milieubeleid is een gebiedsgerichte aanpak van fosfaatverzadigde gronden vereist. Daarbij kan gebruik worden gemaakt van lagere fosfaatverliesnormen en saneringstechnieken zoals die door DLO-Staring Centrum zijn ontwikkeld.

De gegevens uit dit onderzoek kunnen samen met een uitspoelingsmodel worden gebruikt om de effecten van diverse scenario's voor de aanpak van fosfaatverzadigde gronden door te rekenen op het niveau van de ecologisch kwetsbare gebieden. Deze berekeningen kunnen een belangrijke rol vervullen bij het aangeven van de kansen voor het verwezenlijken van natuurdoeltypen binnen de EHS.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding en voorgeschiedenis van het onderzoek

In de mestwetgeving werd in de eerste fase een Regeling fosfaatverzadigde gronden opgenomen met als doel te voorkomen dat in de toekomst de fosfaatuitspoeling naar het grond- of oppervlaktewater aanzienlijk toe zou nemen. Deze regeling hield in dat voor fosfaatverzadigde gronden de fosfaateindnormen zouden worden vervroegd, waarbij er niet meer fosfaat via dierlijke mest aan de grond mocht worden toegediend dan door het gewas kan worden opgenomen. Bij de opstelling van dit artikel werd uitgegaan van een beperkt areaal fosfaatverzadigde gronden (5000 - 10 000 ha, Breeuwsma en Schoumans, 1986). Op basis van een bemonsteringsprotocol zouden de fosfaatverzadigde gronden *perceelsgewijs* door de provincies worden aangewezen. De nadere vaststelling van de definitie voor een fosfaatverzadigde grond door de Technische Commissie Bodembescherming (TCB, 1990), leidde tot een verscherping van de criteria, en had tot gevolg dat het geschatte fosfaatverzadigde areaal veel groter werd (ca. 300 000 ha, Breeuwsma et al., 1990). Door het veel omvangrijker areaal fosfaatverzadigde gronden, moest van een perceelsgewijze aanpak worden afgezien, in verband met de grote bemonsteringsinspanning. Bovendien zou de aanwijzing van het totale areaal fosfaatverzadigde gronden tot een onverwerkbaar mestoverschot leiden.

Daarom werd in de Notitie Mestbeleid tweede fase (LNV, 1990a) voorgesteld het probleem *gebiedsgericht* aan te pakken. Hierbij zouden de meest kwetsbare gebieden worden aangewezen die dienden te worden beschermd tegen de nadelige gevolgen van een verhoogde fosfaatuitspoeling, met dien verstande dat er geen onverwerkbaar mestoverschotten zouden mogen ontstaan. Daarbij werd gedacht aan de aanwijzing van ca. 60 000 - 80 000 ha in *gebieden waar het risico van verhoogde fosfaatuitspoeling groot is en waar uitspoeling direct nadelige gevolgen heeft voor waardevolle eutrofiëringsgevoelige water-ecosystemen die deel uitmaken van de Ecologische Hoofdstructuur*.

Ter voorbereiding van de aanwijzing van 60 000 - 80 000 ha fosfaatgevoelige gebieden kreeg DLO-Staring Centrum in 1990 de opdracht van de ministeries LNV en VROM daartoe een meer gedetailleerde ruimtelijke inventarisatie uit te voeren van de fosfaatverzadigingstoestand van het gehele mestoverschotgebied en in het bijzonder van de ecologisch kwetsbare gebieden.

De resultaten voor het totale zandgebied in Midden- en Zuid-Nederland zijn reeds eerder gepubliceerd (Reijerink en Breeuwsma, 1992), evenals de gevolgde methodiek (Reijerink et al., 1993). Het huidige rapport beschrijft de fosfaattoestand van de bodem in de voedingsgebieden van ecologisch kwetsbare ecosystemen. De indeling van deze gebieden is primair gebaseerd op hydrologische criteria. Daarnaast speelt de status in de Ecologische Hoofdstructuur een rol en het milieurendement. De resultaten van het onderzoek zijn in verband met juridische en maatschappelijke problemen niet toegepast in het mestbeleid (Staatscourant, 1992). Wel zijn de gegevens ondertussen gebruikt om de fosfaatuitspoeling naar grond- en oppervlaktewater te berekenen als functie van fosfaatverliesnormen (Groenenberg

et al., 1996). Daarnaast kunnen ze een belangrijke rol gaan spelen bij het ontwikkelen van gebiedsgericht natuur, milieu- en waterbeleid.

1.2 Indeling van het rapport

In hoofdstuk 2 wordt een beknopte beschrijving gegeven van het rekenmodel waarmee de fosfaatverzadiging is berekend. In hoofdstuk 3 wordt de hydrologie en natuur in de afwateringsgebieden van de kwetsbare ecosystemen beschreven. De fosfaattoestand van deze gebieden komt in hoofdstuk 4 aan bod. Hoofdstuk 5 gaat in op de bruikbaarheid van de resultaten bij een gebiedsgerichte aanpak van het natuur-, milieu- en waterbeleid.

In hoofdstuk 6 worden tenslotte de belangrijkste conclusies en aanbevelingen samengevat.

2 Berekening van de fosfaatverzadiging

In dit hoofdstuk wordt een korte toelichting gegeven op het rekenmodel dat voor de berekening van de fosfaatverzadiging van de afwateringseenheden is gebruikt. Voor een uitgebreide behandeling van het rekenmodel wordt verwezen naar Reijerink et al. (1993). Eerst wordt een overzicht gegeven van de invoergegevens van het rekenmodel, daarna wordt ingegaan op de berekening van de fosfaatverzadigingsgraad en de fosfaatverzadigde oppervlakte.

2.1 Invoergegevens

De gegevensverwerking in het model is uitgevoerd met een geografisch informatie systeem (ARC/INFO). De invoer van het model bestaat uit beschrijvende en geografische gegevens. De *beschrijvende* gegevens bestaan uit het fosfaatbindend vermogen en het natuurlijk fosfaatgehalte die per kaarteenheid van de bodemkaart, schaal 1 : 50 000, zijn berekend, en de fosfaatbelasting die per gewasgroep voor rastercellen van 2,5 x 2,5 km is berekend. De *geografische* invoergegevens bestaan uit de digitale Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50 000, een rastercellenbestand dat zelf is aangemaakt, de LGN-bodemgebruikskaart (Landelijke Grondgebruiks-databank Nederland) die het bodemgebruik per pixel van 25 x 25 m geeft, en het Basisbestand Ruimtelijke Structuren (BARS) waarmee de begrenzing van de landbouwgebieden ten opzichte van de overige vormen van bodemgebruik is vastgesteld.

Fosfaatbindend vermogen

De bodem van de afwateringseenheden in de mestoverschotgebieden bestaat hoofdzakelijk uit kalkloze zandgronden. Het fosfaatbindend vermogen van deze gronden wordt voornamelijk bepaald door het ijzer- en aluminiumgehalte. Door toepassing van lineaire regressie is een verband afgeleid tussen het fosfaatbindend vermogen en het (oxalaat-extraheerbaar) ijzer- en aluminiumgehalte van de bodem (Lexmond et al., 1982 en Schoumans et al., 1986). Met meetgegevens over het ijzer- en aluminiumgehalte uit het Bodemkundig Informatie Systeem van het DLO-Staring Centrum is van elke bodemeenheid op de bodemkaart, schaal 1 : 50 000 het fosfaatbindend vermogen berekend. Behalve het ijzer en aluminiumgehalte, is ook de gemiddelde hoogste grondwaterstand (GHG) van belang. Deze is gerelateerd aan de grondwatertrap (Gt) die op de bodemkaart staat aangegeven en bepaalt de dikte van de laag waarvoor de fosfaatverzadigingsgraad wordt berekend. Het totale fosfaatbindend vermogen van de meest voorkomende bodemeenheden varieert van ca. 10 000 kg P₂O₅ per ha (natte gronden) tot ca. 50 000 kg P₂O₅ per ha (droge gronden) (Reijerink et al., 1993).

Achtergrondgehalte fosfaat

Een deel van het fosfaatbindend vermogen is bezet door fosfaat dat door natuurlijke

of menselijke oorzaak vóór de periode met mestoverschotten in de bodem aanwezig was. Deze hoeveelheid wordt aangegeven met het 'natuurlijk' fosfaatgehalte of achtergrondgehalte. Het achtergrondgehalte van de bodemlaag tot aan de GHG varieert van ca. 800 kg P₂O₅ per ha tot ca. 3500 kg P₂O₅ per ha.

Bodems die zijn beïnvloed door (eeuwenlange) potstalbemesting (o.a. enkeerdgronden en laarpodzolgronden) hebben veel hogere gehalten, tot maximaal ca. 10 000 kg P₂O₅ per ha (Reijerink et al., 1993).

Fosfaatbelasting via dierlijke mest en kunstmest

Bij het berekenen van de hoeveelheid fosfaat die via bemesting (dierlijke mest en kunstmest) in de bodem is terecht gekomen, worden drie perioden onderscheiden. In de *periode vóór 1950* is er vanuit gegaan dat er gemiddeld genomen geen fosfaatoverschot is geweest, dat wil zeggen dat de fosfaatgift gelijk is geweest aan de gewasonttrekking. In de *periode 1950-1970* is het fosfaatoverschot met literatuurgegevens geschat. Voor de *periode na 1970*, toen de grootste hoeveelheid fosfaat in de bodem terecht is gekomen, zijn meer nauwkeurige en gedetailleerde gegevens gebruikt. De fosfaatbelasting van de bodem via dierlijke mest is met een gedetailleerd rekenmodel van het LEI berekend. Dit model gebruikt de jaarlijkse gegevens van de Landbouwtelling over de samenstelling van de veestapel en de oppervlakte landbouwgewassen. Met een toewijzingsschema worden op bedrijfsniveau de mestsoorten verdeeld over de landbouwgewassen. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen vijf gewasgroepen: maïs, gras, hakvruchten, granen en overige landbouw-gewassen. De resultaten van de afzonderlijke bedrijven zijn geaggregeerd tot gemiddelden van rastercellen van 2,5 x 2,5 km. Voor het kunstmestgebruik zijn zowel vóór als na 1970 literatuurgegevens gebruikt. Het gemiddelde geaccumuleerde fosfaatoverschot in de periode 1950-1990 in de mestoverschotgebieden is bij grasland ca. 2900 kg P₂O₅ per ha en bij maïsland ca. 7000 kg P₂O₅ per ha (Reijerink et al., 1993).

Bodemgebruik

Het niveau van de fosfaatverzadiging van de bodem is tevens afhankelijk van het bodemgebruik. De fosfaatverzadigingsgraad van maïsland is meestal hoger dan die van grasland omdat het sterker bemest is. Verder is er ook een verband tussen bodemgebruik en bodemeenheid. De laaggelegen gronden bestaan hoofdzakelijk uit grasland, terwijl maïsland veelal op de hoger gelegen gronden voorkomt. Voor dit onderzoek is uitgegaan van de situatie in 1986 via een overlay van het LGN-bodemgebruiksbestand en de bodemkaart, schaal 1 : 50 000.

2.2 Berekening van de fosfaatverzadigingsgraad en fosfaatverzadigde oppervlakte

Voor het berekenen van de fosfaatverzadigingsgraad zijn de kaart met het fosfaatbindend vermogen en de rastercellenkaart met de fosfaatbelasting over elkaar heen gelegd. Hierbij zijn deelgebieden ontstaan die worden begrensd door cel, bodem en grondwatertrapgrenzen. De fosfaatverzadigingsgraad is per deelgebied, per gewasgroep berekend met:

$$\text{FVG} = \frac{P_{\text{nat.}} + P_{\text{bel.}}}{\text{FBV}} \times 100\%$$

waarin:

FVG = fosfaatverzadigingsgraad (%)

$P_{\text{nat.}}$ = natuurlijk fosfaatgehalte (kg P_2O_5 per ha)

$P_{\text{bel.}}$ = netto fosfaatbelasting (= bruto fosfaatbelasting - gewasonttrekking) (kg P_2O_5 per ha)

FBV = fosfaatbindend vermogen (kg P_2O_5 per ha)

De fosfaatverzadigde oppervlakte per deelgebied is berekend door de oppervlaktepercentages van de gewasgroepen waarvan de fosfaatverzadigingsgraad groter is dan 25%, te sommeren. Bij het in kaart brengen van de fosfaatverzadiging, zijn de uitkomsten (fosfaatverzadigingsgraad en oppervlakte per bodemgebruiksvorm) van de deelgebieden geaggregeerd en is voor elke afwateringseenheid een fosfaatverzadigingscurve berekend. Deze geeft de fosfaatverzadigde oppervlakte als functie van de verzadigingsgraad. De fosfaatverzadiging van de afwateringseenheden is op twee manieren met de fosfaatverzadigingscurve in kaart gebracht.

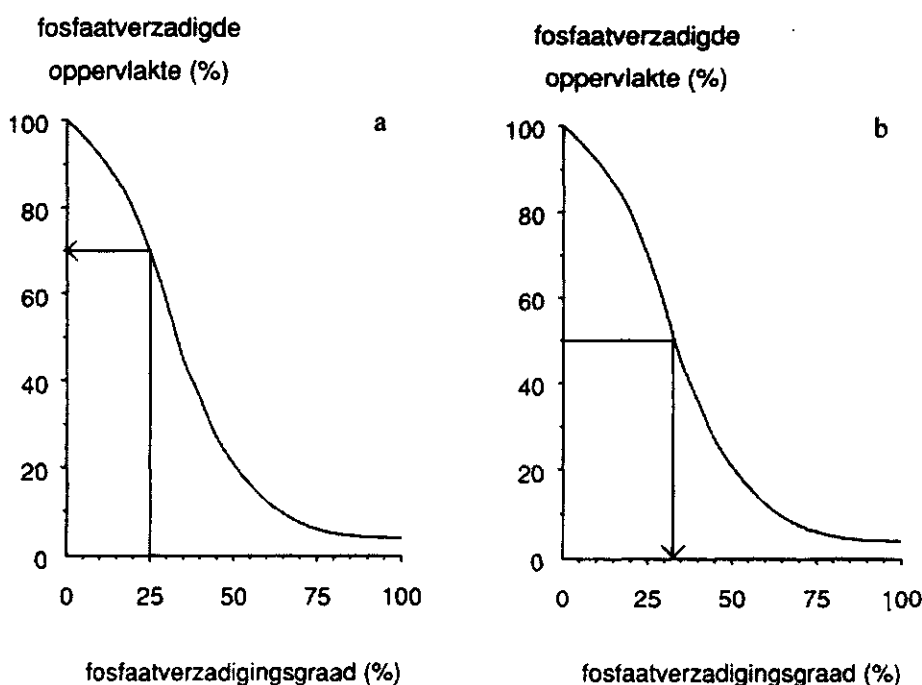


Fig. 1 Bepaling van het fosfaatverzadigde oppervlakte (1a) en de fosfaatverzadigingsgraad (1b) via de fosfaatverzadigingscurve

In de eerste plaats is de *fosfaatverzadigde oppervlakte* per afwateringseenheid in beeld gebracht door het oppervlaktepercentage bij een fosfaatverzadigingsgraad van 25% van de fosfaatverzadigingscurve af te leiden (figuur 1a).

Ten tweede is met de *fosfaatverzadigingsgraad* het niveau van de verzadiging per afwateringseenheid aangegeven. Deze is bij oppervlaktepercentages van 10% (90-percentiel) en 50% (50-percentiel) vastgesteld (figuur 1b). Het 90-percentiel is de fosfaatverzadigingsgraad waarbij 10% van de oppervlakte deze of een hogere waarde heeft. Dit percentiel geeft een indruk van het areaal met de sterkst verzadigde gronden. De mediaanwaarde of het 50-percentiel is de fosfaatverzadigingsgraad waarbij 50% van de oppervlakte een lagere en 50% van de oppervlakte een hogere waarde heeft. Deze waarde geeft een beeld van het gemiddelde niveau van de fosfaatverzadigingsgraad van een gebied.

3 Hydrologie en natuur in ecologisch kwetsbare gebieden

3.1 Typering

Sinds het begin van deze eeuw zijn voedselarme milieus in Nederland op grote schaal verdwenen door activiteiten als ontginning en bemesting. Hierdoor zijn soorten en levensgemeenschappen die zijn gebonden aan voedselarme milieus sterk achteruit gegaan en worden deze alleen nog aangetroffen in natuurterreinen, perceelsranden en lijnvormige landschapselementen (LNV, 1990b).

Vermesting (eutrofiëring) treedt vooral op door een verhoogde milieubelasting in de vorm van stikstof en fosfaat. De belangrijkste bronnen zijn lozingen op het oppervlaktewater door rioolwaterzuiveringsinstallaties (rwzi's) en industrieën en de uit- en afspoeling van meststoffen van landbouwgronden.

Grote stagnante wateren zijn gevoelig voor fosfaatbelasting. Overmatige belasting uit zich in overmatige algengroei. Dit leidt tot aantasting van de structuur en het functioneren van deze aquatische ecosystemen. Dit is zichtbaar aan een minimaal doorzicht, het verdwijnen van de onderwatervegetatie en de snoek, en een toename van de brasem. In meer besloten water, zoals poelen en sloten, leidt eutrofiëring tot overmatige groei van macrofyten.

Stromende beken zijn over het algemeen minder kwetsbaar voor fosfaatbelasting dan stilstaande wateren. De kwetsbaarheid van beken voor fosfaatbelasting is echter sterk toegenomen door het stuwen van beken en door afname van zomerse afvoer. Het natuurlijke fosfaatgehalte van beken ligt tussen 0 - 0,15 mg (ortho)P/l (CUWVO, 1988). Door overmatige bemesting is het fosfaatgehalte van grondwater en beekwater al vaak hoger dan 0,15 mg P/l. Effecten van overmatige fosfaatbelasting van de beekloop worden zichtbaar door de aanwezigheid van draadalgen (met name in de bovenlopen) en macrofyten.

Kwelmilieus (kwelzone in beekdalen en kwelwaterafhankelijke milieus) worden direct door vermist grondwater beïnvloed. Doorslag van fosfaat tengevolge van bemesting kan op den duur tot vermist van kwelmilieus leiden. Daarnaast zijn er kwelmilieus die periodiek door beekwater worden overstroomd (inundatie). De in de kwelzone gelegen kwetsbare ecosystemen, zoals soortenrijke schraalgraslanden, ondervinden negatieve effecten door eutrofiëring.

Dit wordt zichtbaar aan een afname in het aantal (bijzondere) plantensoorten (het grasland verruigt).

In dit hoofdstuk worden de waardevolle eutrofiëringsgevoelige ecosystemen beschreven voor zover deze:

- a) deel uitmaken van de Ecologische Hoofdstructuur (EHS) én
- b) risico lopen op een verhoogde fosfaatbelasting welke leidt tot negatieve effecten (eutrofiëring).

Voor dit onderzoek zijn de volgende kwetsbare ecosystemen onderscheiden:

- *grote wateren* (inclusief de Noordzee, Waddenzee en IJsselmeer); het verzamelbekken van al het afgevoerde grond- en oppervlaktewater;
- *de grote rivieren* (inclusief uiterwaarden); het watersysteem voert het grond- en oppervlaktewater af;
- *eutrofiëringsgevoelige stagnante wateren*; het watersysteem wordt gevoed door kwel en aanvoer van oppervlaktewater;
- *beeksystemen (inclusief kwelzone)*; beken worden in belangrijke mate gevoed door ondiep grondwater;
- *kwelwaterafhankelijke milieus*; er worden kwelmilieus aangetroffen om de stuwwallen, in de overgangszone tussen zand en klei en plaatselijk als gevolg van geologische breuken (b.v. bij de Peelrandbreuk).

De grote wateren en de grote rivieren zijn aangegeven als natuurkerngebied en natuurontwikkelingsgebied in de EHS. Uit dit oogpunt zouden gebieden met de grootste fosfaatdoorslag, dus gebieden met de hoogste fosfaatverzadigingsgraad en -oppervlakte aangewezen moeten worden als potentieel bedreigend voor deze wateren. Gezien de belasting vanuit andere bronnen (V en W, 1990) en gebieden (Kroes et al., 1990) wordt deze bedreiging relatief gering geacht. Op grond van deze overweging worden de rivieren en de meeste grote wateren buiten beschouwing gelaten. Een uitzondering hierop vormen de grote wateren, die hoofdzakelijk worden gevoed door afwateringsgebieden, in het oostelijk, midden en zuidelijk zandgebied én waar vanuit het beleid al verschillende inspanningen worden geleverd ter vermindering van de fosfaatbelasting uit andere bronnen, of waar de bijdrage van de landbouw relatief hoog is of wordt. Het gaat om de volgende grote wateren:

- het *Veluwemeer/Drontermeer*; er is sprake van een verhoudingsgewijs geringe fosfaatbelasting, zodat naar verwachting elke vermindering van de fosfaatbelasting zal resulteren in een daling van het fosfaatgehalte tot meer natuurlijke waarden;
- het *Wolderwijd/Nuldernauw*; de bijdrage vanuit de landbouw in de totale fosfaatbelasting bedraagt 60% (RWS, 1986); de fosfaatbelasting is relatief laag en elke verdere vermindering resulteert in een daling van het fosfaatgehalte tot meer natuurlijke waarden;
- het *Eemmeer*; de fosfaatbelasting is op dit moment erg hoog; het aandeel van de landbouw bedraagt ongeveer 20% en vanuit de rioolwaterzuiveringsinstallaties ongeveer 65% (RWS, 1988);
- het *Volkerak-Zoommeer*; het voedingsgebied is deels in België en deels in Nederland gelegen; de landbouwkundige bijdrage in de fosfaatbelasting is substantieel.

3.2 Indeling

Bij de indeling van de gebieden is gebruik gemaakt van door TNO gedigitaliseerde kaarten met afwateringseenheden¹. Een afwateringsgebied van een waardevol eutrofiëringsgevoelig ecosysteem wordt in deze studie ook wel aangeduid als een

¹ De hoofdafwateringsgebieden op de waterstaatskaarten zijn hierbij nader ingedeeld in sub-eenheden.

ecologisch kwetsbaar gebied voor fosfaat. De (potentiële) fosfaatbelasting in deze gebieden is hoofdzakelijk afkomstig van fosfaatsuitleiding.

De gebieden die als 'ecologisch kwetsbaar' zijn aangeduid, zijn gekarakteriseerd als:

1. beekstelsel (code B): de beekloop met alle daarmee samenhangende grondwater- en oppervlaktewaterafhankelijke milieus in het beekdal; óf
2. eutrofiëringsgevoelig stagnerend water (code W): stagnerend water, voor zover in beschouwing genomen en verder meren, plassen en sloten; óf
3. kwelmilieu en kwelwaterafhankelijke water (code I); hierbij zijn de *inzijgebieden* van grondwaterstromen met een *relatief korte* verblijftijd en een directe relatie met het kwelgebied nader omgrensd; een bijzondere plaats nemen oppervlaktewateren in die in hoge mate afhankelijk zijn van kwelwater, maar zelf buiten de kwelzone gelegen zijn; deze situatie doet zich bij een aantal stuwwalcomplexen voor (b.v. bij de Utrechtse Heuvelrug en de stuwwal bij Nijmegen); ook hierbij zijn de *inzijgebieden* van het kwelgebied nader omgrensd.

Het afwateringsgebied van een kwetsbaar ecosysteem kan meerdere afwateringseenheden omvatten (bijvoorbeeld de grote wateren). Ook is het mogelijk dat in het afwateringsgebied van grote stagnerende eutrofiëringsgevoelige wateren verschillende ecologisch waardevolle beeksystemen gelegen zijn. In een dergelijk geval is de bijbehorende afwateringseenheid aangeduid als een associatie van beide codes (B/W). In veel gevallen zal een *inzijgebied* van kwelwaterafhankelijke wateren (groep 3) zijn gelegen binnen het afwateringsgebied van een eutrofiëringsgevoelig stagnerend water. In dit geval is de afwateringseenheid aangeduid met beide coderingen (W/I).

Naast de hydrologische indeling in eutrofiëringsgevoelige stagnerende wateren, beeksystemen en kwelwaterafhankelijke wateren is een onderverdeling toegepast op grond van:

- *de status van het ecologisch kwetsbare gebied*; op basis van het Natuurbeleidsplan (NBP) en provinciale plannen (natuurbeleidsplan en waterhuishoudingsplan) is nader onderscheid worden gemaakt in *natuurkerngebieden* (subcode 1) en *natuurontwikkelingsgebieden* (subcode 2). Kerngebieden zijn gebieden met bestaande actuele waarden van internationale of nationale betekenis van voldoende omvang. Gebieden die reële perspectieven bieden voor het ontwikkelen van natuurwaarden van (inter)nationale betekenis of voor het aanzienlijk verhogen van bestaande natuurwaarden worden aangeduid als ontwikkelingsgebied (potentiële natuurwaarden);
- *het verwachte milieurendement*; voor zover mogelijk is onderscheid gemaakt in een *substantieel milieurendement* (subcode a) en *gering milieurendement* (subcode b), al naar gelang het terugdringen van fosfaatsuitleiding wel of niet een bijdrage zal leveren aan de verbetering van de waterkwaliteit in de kwetsbare gebieden.

In het zuidelijk zandgebied zijn een aantal afwateringsgebieden buiten beschouwing gelaten (witte gebieden op de kaart) omdat deze buiten de EHS vallen. Daarnaast zijn ook de gebieden die overwegend uit veen- of kleigronden bestaan als witte gebieden weergegeven.

3.3 Beschrijving per geografische eenheid

Deze paragraaf geeft een overzicht van de gebieden die als ecologisch kwetsbaar zijn aangegeven (bijlage 1). De indeling heeft begin 1991 plaatsgevonden. Eventuele planologische wijzigingen sinds 1991 zijn niet meer verwerkt. Alleen de afwateringseenheden van de ecologisch kwetsbare gebieden voor fosfaat zijn op kaarten ingekleurd. De kleur heeft betrekking op de hoofdindeling. De tint geeft aan dat het respectievelijk om een natuurontwikkelingsgebied (licht) of natuurkerngebied (donker) gaat. In de kaartbeelden is het onderscheid in gering en substantieel milieurendement achterwege gelaten, omdat voor dit onderscheid niet overal de benodigde informatie beschikbaar was. Op grond van het onderscheid in gering of substantieel milieurendement kunnen zonder nader onderzoek dan ook geen prioriteiten worden gesteld.

In aanhangsel 1 zijn de ecologisch kwetsbare gebieden voor fosfaat gegroepeerd per geografische eenheid (Oostelijk, Centraal en Zuidelijk Landgebied) en is voor elk gebied de bijbehorende afwateringseenheid en legenda + code aangegeven. De hierna volgende toelichting omvat een korte beschrijving van de hydrologische systemen, vegetatie, natuurwaarden en -voor zover bekend- relevante beleidsplannen en fosfaatbelastinggegevens.

3.3.1 Oostelijk zandgebied²

Het oostelijk zandgebied wordt gekenmerkt door de aanwezigheid van dekzandruggen en geologisch en geomorfologisch waardevolle stuwwallen. De stuwwallen verschillen sterk in omvang en komen zowel voor in het noordelijk (Salland en Twente) als het zuidelijk deel (Montferland). In het noordelijke deel watert het merendeel van de beken af in westelijke richting, terwijl de beken op de oostflank van de stuwwal Oldenzaal afwateren in oostelijke richting op de Dinkel.

In het oostelijke deel van de provincie Gelderland ontspringen diverse beken op het Oost-nederlands plateau. Het grondwater kwelt, na een relatief korte verblijftijd in het dunne pakket, op in de beekdalen (Bleuten et al., 1985).

** Kwetsbare kwelmilieus rondom Stuwwallen*

Rondom de stuwwal Ootmarsum en Oldenzaal (aanhangsel 1a: I.1 en I.2) komen in de oeverzone van de beken vochtgebonden en kwelindicerende plantensoorten voor. Door de gradiënt in natte gebieden vanaf de beek naar droge gebieden op de hoger

² Voor de provincie Overijssel is de aanduiding gebaseerd op het provinciaal Waterhuishoudingsplan (1991) en provinciaal Beleidsplan Natuur en Landschap Overijssel (BNLO; 1992); een substantieel milieurendement geldt voor alle afwateringseenheden, waarbinnen lozingen vóór 2000 worden gesaneerd. Voor de provincie Gelderland is de aanduiding gebaseerd op het NBP en de functiekaart in het Gelderse Waterhuishoudingsplan - ontwerp (1990). Door gebrek aan gegevens is er nauwelijks onderscheid gemaakt in substantieel en gering milieurendement.

gelegen stuwwallen, verscheidenheid aan bodemtypen en verschillen in grondgebruik zijn op de stuwwal Ootmarsum en Oldenzaal, alsmede in de aangrenzende kwelgebieden veel biotisch waardevolle elementen ontstaan. Hierbij kunnen worden genoemd: droge en vochtige heideterreinen, zeggenmoerassen, blauwgraslanden, bron- en broekbossen, houtsingels en poelen. Deze elementen bezitten een grote verscheidenheid aan zeldzame diersoorten (zoals steenmarter, grote gele kwikstaart, blauwborst, kwartelkoning en boomkikker).

De beeksystemen van de stuwwal Ootmarsum worden door korte grondwaterstromen gevoed. De bronnen en bovenlopen in de directe omgeving van de Springendalsebeek en Hazelbekke/Elsenbeek zijn gelegen in een natuurkerngebied en in het kader van de eerste fase Relatienotagebied begrensd. Bronnen en bovenlopen van de Mosbeek zijn gelegen in een natuurontwikkelingsgebied en eveneens in het kader van de eerste fase Relatienota begrensd. De brongebieden van de beeksystemen van de stuwwal Oldenzaal zijn veelal gelegen in natuurkerngebied. De bovenlopen zijn deels in natuurkern- en deels in -ontwikkelingsgebied gelegen.

De bronnen en bovenlopen van beeksystemen op de zuidelijke en zuidwestelijke delen van de stuwwal Ootmarsum wateren via de droogdalen en gegraven watergangen af op het kanaal Almelo-Nordhorn. Het kanaal Almelo-Nordhorn ontleend haar natuurwaarden aan de diverse bodemtypen en daaraan gekoppelde vegetatie die tijdens het graven op de oevers zijn geplaatst. De aanwijzing van het kanaal als beschermd natuurmonument is in voorbereiding. De directe omgeving van het kanaal met haar zandpaden is van belang voor reptielen en amfibieën.

Aan de zuid-zuidwestrand van de stuwwal Oldenzaal komen veelal natte graslanden voor in Broekmaten, Voorste Maten, Reutemerweutse, Reutermerveen, Westermaten en Lage Veld.

Ten westen van de stuwwal Oldenzaal ligt het geomorfologisch waardevol bekken van Hengelo (aanhangel 1a: I.3), dat door een groot aantal beken wordt doorsneden. Er is een gevarieerd landschap waar beekdalen met broekbossen, beekbegeleidende bosjes en beekdalgraslanden afwisselen met dekzandruggen, waarop essen, bossen en heideontginningen voorkomen. De best ontwikkelde natte ecosystemen treft men aan nabij een breuk in de ondergrond bij Gravenbosch. In deze door kwalitatief goed grondwater gevoede kwelzone komen gevarieerde elzenbroekbossen en enkele blauwgraslanden voor.

Het gebied is aangeduid als een complex van natuurkern- en -ontwikkelingsgebied. Het streefbeeld (deels in te vullen in het kader van de landinrichting Saasveld-Gammelke) is gericht op ontwikkeling van een natuurlijk beekdal met brede inundatievlakten en plaatselijke ontwikkeling van moeras en broekbos. De middenlopen van de beeksystemen zijn deels in de provinciale EHS (tweede fase Relatienotagebied of natuurontwikkelingsgebied) gelegen en deels buiten de provinciale EHS (aangegeven als verbindingzone).

Rondom de stuwwal Montferland komen aan de zuidzijde meerdere natuurgebieden voor, die bestaan uit oppervlaktewater met mesotrofe levensgemeenschappen (aanhangel 1a: I.4). Deze gebieden zijn aangeduid als natuurkerngebied. Ze worden

gevoed door kwelwater dat zijn oorsprong vindt op de stuwwal. Hiertoe behoren onder andere een complex van oude Rijnstrangen.

*** *Beekgebied Zuid-oost Twente***

Het beekgebied Zuid-oost Twente (aanhangel 1a: II.1) wordt gekenmerkt door een afwisselend landschap met beekdalen, dekzandruggen, escomplexen en landgoederen. Het gebied is aangeduid als een complex van natuurkern- en -ontwikkelingsgebied.

In de beekdalen komen broekbossen, beekdalgraslanden en plaatselijk houtwallen en beekbegeleidend bos voor. In het zuidelijk deel ligt het natuurreservaat Buurserzand, een zeer waardevol vochtig heideterrein (met o.a. zonedauw, beenbreek en klokjesgentiaan), afgewisseld met bos en vennen, waar een rijke vogelstand voorkomt. Eveneens in het zuiden ligt het Witte Veen, een laaggelegen nat gebied met bos en heide met een rijke avifauna en boomkikkerpopulatie. Langs de Buurserbeek komt een bijzondere vegetatie voor met onder andere bosbes, gele ganzenbloem, slanke waterkers en kleine egelskop. De Bruninksbeek in het oostelijke deel ligt in natuurontwikkelingsgebied. Het beekstelsel Rutbeek/Boekelerbeek ligt in een natuurkerngebied van de provinciale EHS. In het noordelijk deel van dit beekstelsel komt loof- en naaldbos voor met veenmos- en korstmosrijke vochtige heideterreinen (met onder andere snavelzegge). Hier worden vooral tweede fase Relatienotagebieden begrensd ten behoeve van herstel en ontwikkeling van natuurlijke beekdalsystemen.

*** *Beekstelsel van de Regge***

Het beekstelsel van de Regge omvat meerdere afwateringseenheden (aanhangel 1a: II.2). In het bovenstroomse deel van de Regge ligt het landgoed Twickel, dat via de Twickelervaart afwatert op de Boven-Regge. Binnen het bosrijke landgoed liggen waardevolle natte heideterreinen (beschermde natuurmonumenten) en vennen. Aan de uitmonding van een watergang naar de Exosche Aa en Boven Regge ligt een klein moerassig gebied - Ypelo - met verspreid voorkomende kwel. In dit gebied is de eerste fase Relatienota toegepast.

Langs het gereguleerde beekstelsel van de Midden- en Beneden-Regge zijn natuurwaarden gelegen in de nog aanwezige meanders, de kleine bosjes en perceelranden. Binnen het afwateringsgebied van de Beneden-Regge ligt het landgoederengebied Eerde/Eerder Achterbroek (kasteel Eerde). Er komen voornamelijk voedselarm bos afgewisseld met heideterreinen (jeneverbes), natte graslanden en hoogveenrestanten (Beerzerveld met o.a. wollegras, beenbreek en veenbes) voor.

Het afwateringsgebied van de Beneden-Regge is in zijn geheel aangeduid als natuurkerngebied, uitgezonderd de directe omgeving van de Regge, die is aangeduid als -ontwikkelingsgebied. Langs de Midden-Regge (natuurontwikkelingsgebied) zijn op enkele plaatsen eerste fase Relatienotagebieden begrensd en is toepassing van de tweede fase Relatienota en Natuurontwikkeling in verdere studie.

*** *Ligtenbergerveld en Elsenerveld***

Het Ligtenbergerveld (aanhangsel 1a: II.3) is een laaggelegen kwelgebied aan de oostelijke flank van de Sallandse Heuvelrug met grasland als belangrijkste grondgebruiksvorm. Door de aanvoer van schoon kwelwater uit de Sallandse Heuvelrug heeft het gebied hoge potenties voor een bijzondere kwelvegetatie. De huidige kwelindicatoren (holpijp, biezeknoppen, zompzegge en duizendknoopfonteinkruid) komen nu vooral in de slootranden en perceelranden voor. Het gebied is aangeduid als natuurontwikkelingsgebied. Een landinrichtingsproject (Rijssen) is momenteel in voorbereiding.

Het Elsenerveld (aanhangsel 1a: II.3) vormt een komvormige deels met veen opgevulde depressie in een dekzandgebied, met een afwisselend landschap. Het Elsenerveld heeft waardevolle heide- en veenvegetatie met o.a. veenmossen, veenbes en veenpluis. Het Elsenerveld wordt omgeven door hooggelegen heuvelcomplexen met bossen en schraallandbegroeiingen. Het gebied is gelegen in natuurkerngebied. Ten behoeve van landinrichtingsproject Rijssen wordt de toepassing van de tweede fase Relatienota en Natuurontwikkeling voorbereid.

*** *Landgoederen Diepenheim***

Door het landgoederengebied lopen verschillende waardevolle beken langs hoger gelegen essen (aanhangsel 1a: II.4). Op de beekoverstormingsvlakten komen waardevolle broekbossen en natte graslanden voor. Er wordt een tweede fase Relatienotagebied begrensd voor extensivering van het agrarisch grondgebruik in het beekdal.

*** *De Achterhoek***

In de Achterhoek kunnen een aantal grotere beeksystemen worden onderscheiden, waaronder de Groenlosche Slinge (aanhangsel 1a: II.5). Een deel van de beeksystemen is aangeduid als natuurkerngebied, een deel als -ontwikkelingsgebied en enkele beeksystemen als een complex van zowel natuurkern- als -ontwikkelingsgebied. De bovenloop van de Groenlosche Slinge, Schaarsbeek en Berkeldal zijn als natuurontwikkelingsgebied aangewezen; de laatste twee maken deel uit van het Winterswijkse beken project. De Winterswijkse beken, aangewezen als natuurkerngebied, behoren tot de meest waardevolle van de provincie Gelderland. Er komen binnen dit gebied lokale kwelvensters voor. In de directe omgeving ligt het Korenburgerveen, eveneens aangewezen als natuurkerngebied en uiterst gevoelig voor fosfaatbelasting. Het Korenburgerveen wordt deels gevoed met kwel uit de directe omgeving.

*** *De Graafschap***

Afwateringseenheden binnen de Graafschap - een omvangrijk natuurkerngebied - zijn aangeduid als waardevolle kwelmilieus en beeksystemen (aanhangsel 1a:II.6).

3.3.2 Centraal zandgebied³

Het centraal zandgebied wordt gekenmerkt door het voorkomen van twee grote, aaneengesloten infiltratiegebieden: de Utrechtse Heuvelrug en de Veluwe. Het grondwater stroomt van de infiltratiegebieden naar de daartussen gelegen Gelderse Vallei. In het noordelijke deel van de vallei stroomt het grondwater in noordelijke richting, in het middendeel in westelijk richting en in het zuiden van de vallei beweegt het grondwater in zuid-westelijke richting. De beken in de vallei behoren tot het type laaglandbeken. Dit type beken wordt gevoed door een vrij vlak gelegen, doorgaans uitgestrekt brongebied met een uitgebreid stelsel van kwelgreppels en kwel sloten. De beken worden in de vallei bovendien, op diverse plaatsen langs de beekloop, gevoed door uittreidend grondwater vanuit aanliggende percelen. Dit maakt de beekmilieus extra kwetsbaar voor belasting door het omliggende landgebruik (Project Gelderse Vallei, Werkgroep Natuur en Landschap, 1991).

Het merendeel van de beken in de Gelderse Vallei watert af op de Veluwe-randmeren. Het grootste deel watert af op het Eemmeer. Daarnaast watert een deel af op het Wolderwijd-Nuldernauw, De Noord-West-Veluwe watert hier ook op af en daarnaast op het Veluwemeer-Drontermeer.

Aan de oostzijde van de Veluwe ontspringen beken en sprengen, die afwateren op het Apeldoorns Kanaal.

** Afwateringsgebied van het Eemmeer*

Binnen het deel van de Gelderse Vallei dat afwatert op het Eemmeer dient nader onderscheid te worden gemaakt in:

- a) het afwateringsgebied van het Eemmeer (aanhangel 1b: I.1); het Eemmeer is aangewezen als staatsnatuurmonument; alle afwateringseenheden binnen dit gebied zijn aangeduid als natuurkerngebied; de fosfaatbelasting is voor ongeveer 20% afkomstig van de landbouw, met name de intensieve veehouderij en voor ongeveer 65% van rwzi's (RWS, 1988); een waterkwaliteitsverbetering van het Eemmeer is slechts te bereiken na een aanzienlijke belastingvermindering van 90%;
- b) ecologisch waardevolle en voor fosfaatbelasting gevoelige wateren binnen het afwateringsgebied van het Eemmeer (aanhangel 1b: I.1):
 - het stroomgebied van de Modderbeek en Moorsterbeek: het fosfaatgehalte in deze beken is hoog (0,31 - 0,74 mg Ptot/l); de beeksystemen zijn aangeduid als een complex van natuurkern- en -ontwikkelingsgebied;
 - het stroomgebied van de Heiligenbergerbeek (deels) en de Woudenbergse Grift: dit is een kwelgebied met lokale en regionale kwel afkomstig van de Utrechtse Heuvelrug; door de verschillende mengverhoudingen is de variatie in kwelwatertypen erg groot, hetgeen heeft geleid tot het ontstaan van bijzondere en gevarieerde plantengroei in de vele sloten en vochtige loof-

³ Aanduiding van ecologisch kwetsbare gebieden in de provincie Utrecht vond plaats op basis van actuele en potentiële natuurwaarden en het NBP. Voor de provincie Gelderland is de aanduiding gebaseerd op het NBP en de functiekaart in het Gelderse Waterhuishoudingsplan - ontwerp (1990). De aangeduide gebieden zijn veelal gelegen in een complex van natuurkerngebied en natuurontwikkelingsgebied. Door gebrek aan gegevens is nauwelijks onderscheid gemaakt in substantieel en gering milieurendement.

- bossen; de beeksystemen zijn aangeduid als een complex van natuurkern- en natuurontwikkelingsgebied;
- kwelgebied ten zuiden van Veenendaal; dit is een gebied met regionale kwel afkomstig van de Utrechtse heuvelrug en de Veluwe met hoge actuele waarden (Project Gelderse Vallei, Werkgroep Natuur en Landschap, 1991); in het noorden van dit gebied, nabij Veenendaal komen uiterst waardevolle biotopen voor amfibieën voor; dit kwelgebied is aangeduid als een complex van natuurkern- en -ontwikkelingsgebied;
 - kwelgebied ten westen van Eemland (natuurkerngebied);
 - kwelgebied ten noord-westen van Amersfoort: dit is een kwelgebied met actuele en potentiële waarden; het is aangeduid als natuurkerngebied;

*** Afwateringsgebied van het Wolderwijd-Nulderneauw**

Het afwateringsgebied van het Wolderwijd-Nulderneauw omvat het gebied ten noorden van Nijkerk en Kromme beek en het gebied rond Ermelo en Putten. Binnen het afwateringsgebied (aanhangsel 1b: I.2) kan nader onderscheid worden gemaakt in:

- a) het afwateringsgebied van het Wolderwijd-Nulderneauw; het Wolderwijd-Nulderneauw is aangeduid als natuurkerngebied;
- b) het ecologisch waardevolle stroomgebied van de Schuitenbeek en de Veldbeek, aangeduid als natuurkerngebied.

*** Afwateringsgebied van het Veluwemeer-Drontermeer**

Binnen het afwateringsgebied van het Veluwemeer-Drontermeer (aanhangsel 1b: I.3) kan nader onderscheid worden gemaakt in:

- a) het afwateringsgebied van het Veluwemeer-Drontermeer (aangeduid als natuurkerngebied);
- b) ecologisch waardevolle en voor fosfaatbelasting gevoelige wateren binnen het afwateringsgebied van het Veluwemeer-Drontermeer:
 - een aantal waardevolle beken die ontspringen op de Veluwe en afwateren op het Veluwemeer-Drontermeer. Hiertoe behoort ondermeer de Hierdense Beek, één van de meest waardevolle grote beken in de provincie Gelderland; de Hierdense Beek ligt in zijn geheel in het natuurkerngebied van de Veluwe;
 - een kwelzone langs het Veluwemeer waarin sprake is van regionale kwel, door kwel gevoede sloten en waardevolle laaglandbeken; deze zone is in zijn geheel aangeduid als een natuurkerngebied;
 - een aantal kwelmilieus in ten oosten van het Drontermeer gelegen polders; deze kwelmilieus zijn aangeduid als natuurontwikkelingsgebied.

*** Beken en kwelzone van de oostelijke en zuidelijke Veluwezoom**

Een groot aantal waardevolle beken en sprengen is gelegen ten westen van het Apeldoorns Kanaal (aanhangsel 1b: II.1).

Het gaat grotendeels om actuele natuurwaarden in natuurkerngebieden en in natuurontwikkelingsgebied. De gebieden zijn op de kaart aangeduid als natuurkerngebied. Het betreft in totaal meer dan 20 beken en beekjes die gevoed worden met kwelwater

van de Veluwe. Een deel van het stroomgebied tussen de Veluwe en het Apeldoorns kanaal ligt in cultuurgrond.

In de zuidelijke Veluwezoom (aanhangel 1b: II.2) zijn de Renkumse beek en Heelsumsche beek als waardevolle eutrofiëringsgevoelige beeksystemen aangeduid en nader onderscheiden als natuurkerngebied.

*** Kwelmilieus op overgang van zand naar klei (oostelijke en zuidelijke Veluwezoom)**

In de oostelijke en zuidelijke Veluwezoom zijn enkele infiltratiegebieden van kwelwaterafhankelijke wateren met belangrijke natuurwaarden aangeduid (aanhangel 1b: III.1 en III.2). De kwelmilieus zijn gelegen in natuurkerngebied.

3.3.3 Zuidelijk zandgebied⁴

Het zuidelijk zandgebied wordt gekenmerkt door een dekzandlandschap dat ontwaterd wordt door een aantal beken. De beken oefenen een drainerende werking uit op het ondiepe grondwater. Detailontwatering vindt plaats via een stelsel van sloten. Het ondiepe grondwater kwelt op in de beken en de beekdalen.

In de grotere beken (Dommel, Mark en Aa) is er tevens sprake van diep kwelwater. Infiltratie en kwel vindt met name plaats in de boven- en middenstroomse delen van het stroomgebied. Door afvoerverbeteringen is de kwelzone in de beekdalen smaller geworden.

Grote delen van het westelijk deel van Noord-Brabant wateren af op het Volkerak-Zoommeer en het Markiezaatsmeer. De beken in het midden en oostelijke deel van Noord-Brabant en Noord- en Midden-Limburg wateren af op de Maas. Een aantal beken in Midden-Brabant (waaronder de Beerze) en beken die gevoed worden vanuit het Peelgebied hebben van oorsprong een zuur karakter. De meeste beken in Limburg hebben een klein stroomgebied. Ze hebben daardoor vooral 's zomers een geringe waterafvoer en zijn daarom kwetsbaar voor fosfaat.

⁴ Aanduiding van ecologisch kwetsbare beeksystemen in de provincie N-Brabant en de provincie Limburg vond plaats op basis van ecologische doelstellingen toegekend aan beken in de provinciale Waterhuishoudingsplannen en de natuurwaardenkaart behorende bij het NBP. Vrijwel alle beeksystemen zijn aangeduid als kerngebied, omdat in het fijnmazige mozaïk van actuele en potentiële natuurwaarden geen nader onderscheid kon worden gemaakt.

Voor N-Brabant is het milieurendement afgeleid van de fosfaatbalans; indien meer dan 50% van de totale P-vracht wordt veroorzaakt door natuurlijke uitspoeling en uit- en afspoeling vanuit de landbouw, wordt door mindering van de fosfaatuitspoeling een substantieel milieurendement verwacht. In Noord- en Midden-Limburg vormt fosfaatuitspoeling het belangrijkste aandeel in de fosfaatbelasting. De aangegeven afwateringseenheden in Limburg overlappen grotendeels met gebieden die in het intentieprogramma bodembescherming als zeer waardevol zijn aangeduid.

*** Afwateringsgebied van het Volkerak-Zoommeer**

Het afwateringsgebied van het Volkerak-Zoommeer omvat het grootste gedeelte van westelijk Noord-Brabant (zie kaart 3 en aanhangsel 1c: I.1). Een deel van het voedingsgebied, met name van de boven-Mark, is in België gelegen. Het Volkerak-Zoommeer is nader aangeduid als natuurkerngebied.

De totale belasting van het Volkerak-Zoommeer bedraagt ca 200 ton P vanuit het afwateringsgebied per jaar. Daarnaast vindt belasting plaats vanuit het Hollands Diep (ca 130 ton P/jaar, waarvan 35 ton P/jaar voor rekening van de landbouw) en direct op het Volkerak-Zoommeer lozende polders en rwzi's (Akkoord m.b.t. Integraal plan ter bestrijding van de eutrofiëring van het Volkerak-Zoommeer). Via de Dintel en de Vliet bedraagt de bijdrage vanuit de landbouw in de P-belasting 75 ton P/jaar vanuit de Nederlandse zijde en 50 ton P/jaar vanuit de Belgische zijde. Om eutrofiëring c.q. overmatige algengroei in het meer te stoppen is een aanzienlijke vermindering van de belasting nodig tot ca. 180 ton P/jaar (DHV, 1989).

*** Afwateringsgebied van het Markiezaatsmeer**

Het Markiezaatsmeer is een natuurgebied met internationale natuurwaarden en aangewezen als natuurkerngebied in de EHS (aanhangsel 1c: I.2). Voor het Markiezaatsmeer zijn geen gegevens bekend over de fosfaatbelasting. Aangenomen wordt dat een vermindering van fosfaatuitspoeling een relatief groot effect heeft op de waterkwaliteit van dit meer. Het afwaterend stroomgebied is klein en beïnvloeding door andere bronnen is beperkt.

*** Beeksystemen in het stroomgebied van de Boven-Mark (Westelijk-Brabant)**

In westelijk Noord-Brabant zijn verschillende beeksystemen als ecologisch kwetsbaar voor fosfaat aangeduid (aanhangsel 1c: II.1).

Er zijn nog weinig beken die relatief in oorspronkelijke staat verkeren, zoals het Merkske, de Strijbeekse Beek en de Chaamse Beken (Provincie Noord-Brabant, 1991). Deze beken zijn opgenomen als eutrofiëringsbestrijdingsproject. Ze beschikken nog over een min of meer gave morfologie en herbergen plaatselijk nog karakteristieke levensgemeenschappen. De beeksystemen zijn aangeduid als een complex van natuurkern- en -ontwikkelingsgebied.

Het beekdal van het Merkske wordt mede gekenmerkt door kwelwaterafhankelijke beekbegeleidende milieus, waaronder schraalgraslandvegetaties (Benelux-Economische Unie, 1988). Binnen dit gebied komt de P-belasting voor gelijke delen ten laste van landbouw, neerslag en natuurlijke uitspoeling en de aanvoer vanuit België. Een vermindering van fosfaatbelasting vanuit de landbouw zal vooral van positieve invloed zijn op de in het beekdal gelegen kwelmilieus.

In de Strijbeekse beek bedraagt de aanvoer uit België ca 1/5 deel. De bijdrage in de P-belasting afkomstig uit de landbouw is verder dominant. Dit geldt eveneens voor de Galdersche beek en de Bavelse Leij. Door terugdringing van fosfaatuitspoeling zou een substantieel milieurendement kunnen worden bereikt.

De P-belasting in de Chaamse beken komt voor gelijke delen ten laste van effluentlozing en landbouw, neerslag en natuurlijke uitspoeling. In het kader van het accord voor de Chaamse beken wordt de P-belasting door effluentlozingen en overstorten op korte termijn aanzienlijk teruggebracht.

*** *Beeksystemen van het midden en oostelijke deel van Noord-Brabant***

In het midden en oostelijke deel van Noord-Brabant zijn eveneens verschillende beeksystemen aangeduid als ecologisch kwetsbaar voor fosfaat. Deze beeksystemen zijn nader aangeduid als een complex van natuurkern- en -ontwikkelingsgebied. Hieronder worden deze per stroomgebied nader toegelicht.

— Stroomgebied Beerze-Reusel

Het stroomgebied van de Beerze, Reusel, Rosep en het Spruitenstroompje (aanhangel 1c: II3) vormen onderdeel van het ROM-gebied Beerze en Reusel. Verder is het stroomgebied van de Beerze aangewezen als strategisch groen project (LNV/VROM, 1992). De beekloop van de Beerze en de Reusel bezitten op meerdere plaatsen nog een natuurlijk karakter, met kenmerkende soorten voor stromend water. In het beekdal van de Reusel komen enkele kwelafhankelijke schraalgraslanden en broekbossen voor.

De P-aanvoer is in de Reusel voor ca 1/3 afkomstig van de landbouw en voor 2/3 van effluentlozingen door rwzi's. De rwzi Hilvarenbeek loost op de middenloop van de Reusel en is van invloed op enkele benedenstrooms gelegen trajecten met een natuurlijk karakter; de rwzi Hapert loost bovenstrooms van de veelvuldig gestuwde middenloop van de Groote Beerze en is daarom van invloed op een groot deel van het gebied. De bijdrage door effluentlozingen zal conform het voorgenomen beleid de komende jaren sterk worden verminderd, waardoor het relatieve aandeel van de landbouw groter wordt.

In met name de bovenloop van de Beerze komt thans intensieve veehouderij voor, alsmede grote mestoverschotten.

In het Spruitenstroompje - gelegen in de bovenloop van de Reusel - zijn de P-gehalten relatief laag. In dit stroomgebied is de bijdrage van de landbouw, neerslag en natuurlijke uitspoeling dominant. Met name hier zal een vermindering van fosfaatuitspoeling effect resulteren. De Rosep - zijloop van de Reusel - is een grotendeels vrij meanderende en snel stromende en niet gestuwde beek die hoofdzakelijk wordt gevoed door kwelwater. In dit stroomgebied is de P-belasting geheel ten laste van landbouw, neerslag en natuurlijke uitspoeling. De landbouw (o.a. intensieve veehouderij) is in de bovenloop gelegen.

Alhoewel snel stromende beken doorgaans minder kwetsbaar zijn voor hogere P-belasting is een verdere vermindering van het huidige hoge P-gehalte (>0,2-0,5 mg Ptot/l) zeer gewenst.

— Stroomgebied Boven-Dommel

Het beekstelsel de Boven-Dommel (aanhangel 1c: II.4) herbergt nog levensgemeenschappen van stromend water. Een aanzienlijk deel van het voedingsgebied is in België gelegen. Naar schatting neemt de aanvoer uit België ca 3/4 van de P-balans

voor haar rekening en bedraagt de bijdrage uit landbouw, neerslag en natuurlijke uitspoeling ca 1/4. Er komen in het dal van de Boven-Dommel kwelwater afhankelijke milieus voor, gelegen in natuurkern- en -ontwikkelingsgebied. De Tongelreep is opgenomen als eutrofiëringsbestrijdingsproject en het natuurontwikkelingsproject Achelse Kluis is onlangs in uitvoering genomen.

In de Kleine-Dommel zijn effluentlozingen verantwoordelijk voor meer dan de helft van de P-balans. Iets minder dan de helft komt voor rekening van landbouw, neerslag en natuurlijke uitspoeling.

Binnen het gebied van de Beneden-Dommel domineert de bijdrage van de rwzi-Eindhoven (ca 381 ton P) tegenover ca 28 ton P afkomstig van landbouw, neerslag en natuurlijke uitspoeling. Op korte termijn is geen verregaande defosfatering van de rwzi-Eindhoven te verwachten. Het milieurendement als gevolg van het terugdringen van fosfaatuitspoeling wordt dan ook gering geacht.

*** *Beken in Midden- en Noord-Limburg westelijk van de Maas***

De aangeduide beeksystemen zijn overwegend aangewezen als natuurkerngebied (aanhangel 1c: II.7). De watertoevoer bestaat voornamelijk uit via sloten en greppels afstromende neerslag en uittredend oppervlakkig grondwater. Vrijwel alle beekdalen staan rechtstreeks in contact met freatisch grondwater. Het overgrote deel van de beken in dit gebied is genormaliseerd en wordt door verontreiniging beïnvloed. In het Leudal (delen Tungelroysebeek) zijn nog beektrajecten aanwezig die 'natuurlijk' aandoen. Ook de benedenloop van de Everlosche Beek en de Oostrumschebeek zijn in dit opzicht interessant. In het zuidelijk deel hebben zich enkele diep ingesneden beekdalen gevormd.

De beken in het noordelijk deel van dit gebied, met name in het grote stroomgebied van de Grootte Molenbeek ontspringen op de Peelrug en zijn van oorsprong voedsel-arm en zuur. De beken tussen de Grootte Molenbeek en de Maas zijn gelegen in oude Maasmeanders en functioneren als de ontwateringslopen van deze vrij natte, deels met veen gevulde laagten of broeken (Tolkamp, 1983). De beken ten zuiden van het afwateringskanaal ontspringen grotendeels in (voormalige) veengebieden en de bovenlopen zijn deels gelegen op Brabants en Belgisch grondgebied.

Naast normalisatie en regulatie vormt uit- en afspoeling van meststoffen van bemeste percelen een van de belangrijkste bedreigingen van beeklevensgemeenschappen. In veel wateren in Noord-West Limburg is de invloed van de landbouw onmiskenbaar, hetgeen zich uit in hoge (>0,15 mg P_{tot}/l) fosfaatgehalten in het oppervlaktewater. Hoge fosfaatgehalten worden aangetroffen in de Oostrumschebeek, de Lollebeek, Kabroekse Beek, Grote Molenbeek en Everlosebeek, alsook in de Tungelroysebeek, Dijkerpeel, Roggelsebeek, Halensebeek.

*** *Beken in Midden- en Noord-Limburg oostelijk van de Maas***

In midden en noord-Limburg zijn oostelijk van de Maas de ecologisch kwetsbare beeksystemen aangeduid als natuurkern- dan wel natuurontwikkelingsgebied (aanhangel 1c: II.8).

Op het hoog-, midden- en laagterras van de Maas doet zich de situatie voor dat door het verval van het terrein de stroomsnelheid in (trajecten van) beken vrij hoog kan zijn (Waterschap Zuiveringsschap Limburg, 1985). Naar de beken treedt slechts een geringe grondwaterstroming op. Kwel en kwelafhankelijke natuurwaarden komen in deze beekdalen verhoudingsgewijs weinig voor. In de Aalsbeek heeft de macrofaunalevensgemeenschap de karakteristieke samenstelling van die van een snelstromende beek van het Geultype (Tolkamp, 1983).

De zijbeken van de Roer en ook de Swalm hebben op veel plaatsen het karakter van bergbeekjes (Tolkamp, 1983). De gaafheid van deze beken is landschappelijk en natuurwetenschappelijk van groot belang. De zuidelijk gelegen Roer, Swalm, Rodebeek, Bosbeek en Vlootbeek en de zijlopen Putbeek en Pepinusbeek behoren tot de zogenaamde Gerrisbeken. Het substraat bestaat uit grof zand in het noordoostelijk deel en uit lemig fijn zand op grind in oostelijk Midden-Limburg. Kenmerkende macrofauna soorten voor stromend water (onder andere kreeftachtigen, haften- en kokerjuffersoorten) worden hier aangetroffen, alsmede op sommige plaatsen de vlottende waterranonkel.

Het grootste deel van de aangeduide beken heeft nog fosfaatgehalten van minder dan 0,15 mg P_{tot}/l. Uitzonderingen zijn de Eppenbeek, Swalm, Maasnielderbeek, Rur en de Roer, die gevoed wordt door de erg voedselrijke uit Duitsland afkomstige Mühlenbach.

*** *Kwelwaterafhankelijke wateren***

— Kwelzone overgang zand naar kleigebied

Er is geen nauwkeurige informatie over de ondiepe grondwatercomponent voor de kwelzones op de overgang zand-veen/klei. In eerste instantie zijn daarom gehele afwateringseenheden aangeduid (tab.3: III.1). Van de kwelgebieden zijn geen nauwkeurige fosfaatbalansen bekend. Aangenomen wordt, mede gezien het feit dat effluentlozingen en grensoverschrijdende verontreiniging veelal ontbreken, dat een vermindering van fosfaatuitspoeling een substantieel milieurendement zal opleveren.

— Stuwwal van Nijmegen

Om de stuwwal van Nijmegen komen meerdere waardevolle en voor fosfaatuitspoeling kwetsbare natuurgebieden voor (aanhangel 1c: III.2), waaronder:

- het rijk van Nijmegen; dit gebied is in zijn geheel aangewezen als natuurkerngebied; van groot belang zijn de vele bronnen en kwelgebieden (o.a. de Bruuk) die erg gevoelig zijn voor fosfaatbelasting;
- de Ooypolder; deze polder wordt gevoed door kwel afkomstig van de stuwwal van Nijmegen en vormt een belangrijk gebied voor water- en weidevogels;
- ten westen van Nijmegen is een complex van landgoederen gelegen waarvan een aantal zijn aangeduid als natuurkerngebied; binnen deze landgoederen komen wateren voor met waardevolle mesotrofe levensgemeenschappen, die door regionale kwel worden gevoed.

— Kwelzone rondom de Peelgebieden

Rondom het Peelgebied komen een aantal kwelmilieus voor die gevoed worden door

deels in cultuurgrond gelegen inzigtgebieden.

Deze kwelmilieus zijn gevoelig voor fosfaatuitspoeling. Het infiltratiegebied behorende bij deze kwelmilieus is gezien de omvangrijkheid niet nader omgrensd en in kaart gebracht. Binnen de EHS maken deze milieus deel uit van een natuurkerngebied.

4 Fosfaatverzadigingstoestand van de afwateringseenheden

4.1 Oppervlakte fosfaatverzadigde gronden

Tabel 1 geeft de arealen landbouwgronden met een fosfaatverzadigingsgraad van >25, >50 en >75%, per kwetsbaar ecosysteem. Het totale areaal landbouwgronden in de ecologisch kwetsbare gebieden is 365 500 ha. Hiervan is 73% (265 500 ha) fosfaatverzadigd, waarvan 22% sterk verzadigd en 6% zeer sterk verzadigd. Deze percentages komen overeen met cijfers die eerder zijn berekend voor gebieden van 2,5 km x 2,5 km (Reijerink en Breeuwsma, 1992). De fosfaatverzadigingstoestand van de beeksystemen verschilt niet veel van die in de voedingsgebieden van stagnant oppervlaktewater. Ook tussen natuurkern en -ontwikkelingsgebieden bestaat weinig verschil in fosfaatverzadiging. In de kwelwaterafhankelijke gebieden is de bodem minder verzadigd dan in de overige gebieden.

Tabel 1 Areaal landbouwgrond waarbij een verzadigingsgraad van 25, 50 en 75% wordt overschreden in ecologisch kwetsbare gebieden binnen de EHS

Type ecosysteem		Landbouw- areaal ha	Fosfaatverzadigingsgraad					
			fvg>25%		fvg>50%		fvg>75%	
Hydrologische typering	natuurkern- of natuurontwikke- lingsgebied	ha	ha	%	ha	%	ha	%
			Beeksystemen	kerngebied	221 100	160 200	72	47 700
	ontwikkelingsgebied	54 200	40 100	74	11 600	21	3 900	7
Stagnant water	kerngebied	81 800	61 100	75	20 700	25	3 400	4
	ontwikkelingsgebied	1 700	1 300	76	300	18	200	12
Infiltratie gebied	kerngebied	6 700	2 800	42	800	12	200	3
	ontwikkelingsgebied	0	0	0	0	0	0	0
Totaal in ecologisch kwetsbare gebieden		365 500	265 500	73	81 100	22	22 200	6

4.2 Ligging van de fosfaatverzadigde gronden

Kaart 4 geeft voor de afwateringseenheden (ecologisch kwetsbare gebieden) het percentage landbouwgrond dat met fosfaat verzadigd is. Bij de afwateringseenheden op de Veluwe en de Utrechtse Heuvelrug is het beeld wat vertekend omdat slechts een klein deel van de oppervlakte uit landbouwgrond bestaat. De afwateringseenheden met het grootste percentage fosfaatverzadigde gronden komen voor in de Achterhoek, Gelderse Vallei, Noord-Brabant en Noordelijk West-Limburg. In de meeste gevallen is het percentage verzadigde gronden groter dan 80%. In de afwateringseenheden in Salland en Twente komen minder fosfaatverzadigde gronden voor: het percentage varieert hier tussen 60 en 80%. In afwateringseenheden met veel klei- en/of veengronden, die in dit onderzoek als niet-verzadigd zijn aangemerkt, is het

percentage meestal minder dan 40%. Deze afwateringseenheden komen vooral langs de Maas en Oude IJssel voor.

Kaart 5 geeft de mediaanwaarde (50-percentiel) van de fosfaatverzuigingsgraad per afwateringseenheid. Hiermee wordt een beeld gekregen van het niveau van de fosfaatverzuiging. Uit de figuur blijkt dat in de Gelderse Vallei in verschillende afwateringseenheden meer dan de helft van het landbouwareaal *sterk* verzuigd is (fosfaatverzuigingsgraad groter dan 50%). Daarnaast komen ook in Noord-Brabant enkele *sterk* verzuigde afwateringseenheden verspreid voor. De overige afwateringseenheden hebben meestal een fosfaatverzuigingsgraad tussen 35 en 50%. In het Oostelijk Zandgebied (Salland, Twente en de Achterhoek) is de fosfaatverzuigingsgraad lager (25-35%).

Om een completer beeld te krijgen van het niveau van de fosfaatverzuiging, is ook het 90-percentiel van de fosfaatverzuigingscurve in beeld gebracht. Kaart 6 toont de fosfaatverzuigingsgraad die bij 10% van het landbouwareaal wordt overschreden. Hiermee wordt een goed beeld van de verspreiding van de *zeer sterk* verzuigde gronden verkregen. De meeste *zeer sterk* verzuigde gronden komen in afwateringseenheden in Noord-Brabant en Limburg voor (tabel 2).

Tabel 2 Overzicht van de ecologisch kwetsbare gebieden met de meeste zeer sterk fosfaatverzuigde gronden

Provincie	Gebied	Beken
Overijssel	Zuid-Oost Twente	Hagmolenbeek e.a.
Gelderland	Gelderse Vallei	Lunterse beek, Barneveldse beek, Moorsterbeek, Modderbeek, e.a.
Noord-Brabant	Midden-Brabant, Oost-Brabant	Beerze, Reusel, Boven-Dommel en Aa
Limburg	Midden- en Noord-Limburg	Leubeek, Molenbeek, e.a.

Dit betreft met name de stroomgebieden van de Beerze en de Reusel, de Boven-Dommel, de Aa en de gebieden in Midden- en Noord-Limburg ten westen van de Maas (o.a. Leubeek en Molenbeek). Daarnaast komen ook in Gelderland en Overijssel *zeer sterk* verzuigde gronden voor in de stroomgebieden van de Lunterse beek en de Barneveldse beek (incl. kleine beken zoals de Moorsterbeek en de Modderbeek), respectievelijk in het beekgebied Zuid-Oost Twente (Hagmolenbeek e.a.).

Vanuit het oogpunt van fosfaatverzuiging zou de aanpak van fosfaatverzuigde gronden vooral in deze gebieden tot een substantieel milieurendement kunnen leiden. Als gevolg van de lokale invloed van andere bronnen (zuiveringsinstallaties, industrie, e.d.) geldt dit echter niet overal. Bij de beken in de Gelderse Vallei is bijvoorbeeld het milieurendement voor het Eemmeer beperkt. Ook in de beken zelf kan het rendement tegenvallen, bijvoorbeeld in de Dommel.

5 Bruikbaarheid van de onderzoeksresultaten voor gebiedsgericht natuur-, milieu- en waterbeleid

Uit het onderzoek blijkt dat veel ecologisch kwetsbare gebieden sterk of zeer sterk fosfaatverzadigde gronden omvatten. Doordat het opgehoopte fosfaat slechts langzaam uitspoelt duurt het heel lang voordat de waterkwaliteit in deze gronden aan de Algemene Milieu Kwaliteits (AMK)-doelstellingen zal kunnen voldoen. Ondanks het generieke mestbeleid (Integrale Notitie Mest- en Ammoniakbeleid, 1995) blijft de uitspoeling hoog (Groenenberg et al., 1996). Uit het onderzoek van Groenenberg et al. blijkt bovendien dat *sanering* van de zeer sterk verzadigde gronden nog niet tot het gewenste effect leidt. De uitspoeling in de ecologisch kwetsbare gebieden daalt door deze aanvullende maatregel op gebiedsniveau vaak niet meer dan 20%. Dit komt door de bijdrage van de overige (fosfaatverzadigde) gronden waarvoor de generieke normen gelden.

Om aan de AMK-doelstellingen te kunnen voldoen zal daarom niet alleen aan sanering van fosfaatverzadigde gronden moeten worden gedacht maar ook aan *negatieve fosfaatverliesnormen*. Dat wil zeggen dat de gewasonttrekking groter moet zijn dan de fosfaatgift. Dit hoeft uiteraard geen blijvende maatregel te zijn omdat de fosfaattoestand van de bodem afneemt en daardoor ook de uitspoeling.

Het probleem van de fosfaatverzadigde gronden kan in principe met behulp van de genoemde instrumenten, sanering en lagere (negatieve) verliesnormen, worden opgelost. Bij sanering wordt in de eerste plaats aan een technische sanering via de toevoeging van fosfaatbindende bestanddelen aan de bodem en/of hydrologische maatregelen gedacht (Schoumans en Kruijne, 1995). Daarnaast kan het hanteren van negatieve verliesnormen ook als een (landbouwkundige) vorm van sanering worden beschouwd. Verder zou ook toediening van fosfaatbindende bestanddelen aan de mest overwogen kunnen worden (Shreve et al., 1995) Het voordeel van deze methode is voor de boer dat dan ook bij bemesting met dierlijke mest negatieve verliesnormen zijn te realiseren omdat het toegediende fosfaat niet beschikbaar is voor de plant. Daardoor hoeft er minder mest te worden afgevoerd.

De gegevens die in dit onderzoek zijn verzameld kunnen worden gebruikt om het milieueffect van dergelijke maatregelen op gebiedsniveau door te rekenen. Daarmee zouden zij een belangrijke rol kunnen spelen bij het natuurgerichte milieubeleid (LNV, 1995) en het daarmee verbonden milieu- (VROM, 1990) en waterbeleid (V en W, 1990). Via het doorrekenen van scenario's voor (eind)verliesnormen en saneringsmogelijkheden kan een indruk worden verkregen van:

1. mogelijkheden om op gebiedsniveau versneld AMK-doelstellingen te realiseren;
2. mogelijkheden om BMK-doelstellingen te verwezenlijken;
3. de kansrijkdom van verschillende natuurdoeltypen binnen de EHS voor wat fosfaat betreft;
4. maatregelen ten aanzien van verliesnormen en sanering die zowel binnen de EHS als in buffergebieden noodzakelijk zijn om natuur- en milieudoelstellingen binnen de EHS te verwezenlijken;

5. gebieden waar de natuur- en milieudoelstellingen door deze maatregelen kunnen worden gerealiseerd.

Daarbij moet worden aangetekend dat de begrenzing van de EHS- en buffergebieden mogelijk een complicatie op kan leveren omdat deze niet op ecohydrologische criteria gebaseerd hoeft te zijn zoals bij de afwateringseenheden in deze studie wèl het geval is. Voor meer gedetailleerde regionale studies verdient het aanbeveling de begrenzing van EHS- en buffergebieden - voorzover dat nog niet is gebeurd - aan te passen aan (eco)hydrologische eenheden omdat de effecten van fosfaat (en nitraat) op de omgeving via grond- en oppervlaktewater tot uiting komen.

6 Conclusies en aanbevelingen

Conclusies

1. De ecologisch kwetsbare zandgebieden binnen de Ecologische Hoofdstructuur (EHS) zijn in het midden en zuiden van ons land grotendeels (voor 73%) fosfaatverzadigd. Dit geldt zowel natuurkern- als natuurontwikkelingsgebieden. Ongeveer 20% van de landbouwgronden in deze gebieden is *sterk* fosfaatverzadigd en 6% *zeer sterk* verzadigd.
2. De sterkst verzadigde gronden liggen in de Gelderse Vallei, Oost- en Midden-Brabant en Westelijk Noord-Limburg. Dit betreft met name de stroomgebieden van o.a. de Hagmolenbeek, Lunterse Beek en Barneveldse Beek, Beerze en Reusel, Dommel en Aa, Leubeek en Molenbeek.
3. Uit ander onderzoek is gebleken dat ondanks het (generieke) mestbeleid in de toekomst, voorzover dat niet reeds het geval is, de normen voor de Algemene Milieu Kwaliteit (AMK) in vrijwel alle ecologisch kwetsbare gebieden, zullen worden overschreden. Om natuurdoeltypen binnen de EHS te kunnen realiseren zijn zeer waarschijnlijk aanvullende maatregelen nodig in de vorm van o.a. lagere fosfaatverliesnormen en sanering. Deze maatregelen zullen zowel binnen de EHS als in buffergebieden nodig kunnen zijn.

Aanbevelingen

1. De gegevens die in dit en ander onderzoek zijn verkregen over de fosfaattoestand van de bodem en de hydrologie van de afwateringseenheden van ecologisch kwetsbare ecosystemen kunnen worden gebruikt om de effecten van diverse scenario's voor de aanpak van fosfaatverzadigde gronden op de kwaliteit van grond- en oppervlaktewater door te rekenen. Dergelijke berekeningen kunnen vervolgens worden gebruikt bij het aangeven van de kansrijkdom op het verwezenlijken van natuurdoeltypen.
2. Het is voor de praktijk interessant om de bruikbaarheid van dergelijke onderzoeksresultaten bij de vormgeving van het gebiedsgerichte natuur-, milieu- en waterbeleid nader te toetsen in één of meer voorbeeldgebieden.

Literatuur

Benelux-Economische Unie, 1988. *Ecohydrologisch onderzoek van het Merkske stroomgebied, Eindrapport: Een hydrologisch en vegetatiekundig onderzoek ten dienste van natuurbeschermingsbeleid.*

Bleuten, W., H.J.S.M. Vissers en N.H.S.M. de Wit, 1985. *Ruimtelijke effecten van bemesting via ondiep grondwater.* Rijksuniversiteit Utrecht.

Breeuwsma, A. en O.F. Schoumans, 1986. *Fosfaatophoping en -uitspoeling in de bodem van mestoverschotgebieden.* Den Haag, Ministerie VROM, Staatsuitgeverij, Bodembeschermingsreeks nr. 74.

Breeuwsma, A., J.G.A. Reijerink en O.F. Schoumans, 1990. *Fosfaatverzadigde gronden in het Oostelijk, Centraal en Zuidelijk zandgebied.* DLO-Staring Centrum, Rapport 68, 63 p.

CUWVO, 1988. *Ecologische normdoelstellingen voor Nederlandse oppervlaktewateren.*

DHV Raadgevend Ingenieursbureau BV, 1989. *Probleemverkennde studie bestrijding eutrofiëring Volkerak-Zoommeer.*

Groenenberg, J.E., G.J. Reinds en A. Breeuwsma, 1996. *Simulation of phosphate leaching in catchments with phosphate-saturated soils in The Netherlands.* DLO-Staring Centrum, Report 116, 61 p.

Lexmond, Th.M., W.H. van Riemsdijk en F.A.M. de Haan, 1982. *Fosfaat en koper in de bodem in gebieden met intensieve veehouderij.* VROM, Bodembeschermingsreeks 9.

Kroes, J.G., C.W.J. Roest, P.E. Rijtema en L.J. Locht, 1990. *De invloed van enige bemestingsscenario's op de afvoer van stikstof en fosfor naar het oppervlaktewater in Nederland.* DLO-Staring Centrum, Rapport 55.

LNV, 1990a. *Notitie Mestbeleid tweede fase.* Den Haag. Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij. Brief aan de Tweede Kamer, nr. VEB 90-105.

LNV, 1990b. *Natuurbeleidsplan. Regeringsbeslissing.* Den Haag. Tweede Kamer. 21 149, nrs. 2-3.

LNV, VROM, 1992. *Ontwerp-planologische kernbeslissing Structuurschema Groene Ruimte.* Den Haag.

LNV, 1993. *Notitie Mestbeleid derde fase.* Den Haag. Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij.

LNV, 1995. *Natuurgericht Milieubeleid*.

Project Gelderse Vallei, Werkgroep Natuur en Landschap, 1991. *Verkenning natuur en landschap in de Gelderse Vallei*.

Provincie Noord-Brabant, 1991. *Waterhuishoudingsplan 1991-1995, 'Werken aan Water'*. Toelichting/Bijlagen. Den Bosch.

Reijerink, J.G.A. en A. Breeuwsma, 1992. *Ruimtelijk beeld van de fosfaatverzadiging in mestoverschotgebieden*. Wageningen, Staring Centrum, Rapport 222.

Reijerink, J.G.A., A. Breeuwsma, H.H. Luesink en H. Kleijer, 1993. *Rekenmodel voor de fosfaatverzadigingstoestand van mestoverschotgebieden*. Wageningen, Staring Centrum, Rapport 241.

RWS, 1986. *Plan van aanpak bestrijding overmatige algengroei als bijdrage tot het integrale waterbeheer van de Veluwerandmeren (BOVAR)*.

RWS, 1988. *Fosfaat- en stikstofbelasting van het Eemmeer en Gooimeer*. Beknopte rapportage over het van oktober 1982 tot en met mei 1984 uitgevoerde nutriëntenbelastingsonderzoek van het Eem- en Gooimeer.

Schoumans, O.F., W. de Vries en A. Breeuwsma, 1986. *Een fosfaattransportmodel voor toepassing op regionale schaal*. Stichting voor Bodemkartering, Rapport 1951, 69 p.

Schoumans, O.F. en R. Kruijne, 1995. *Onderzoek naar maatregelen ter vermindering van de fosfaatuitspoeling uit landbouwgronden*. DLO-Staring Centrum Rapport 374, 75 p.

Shreve, F.R. et al., 1995. *Reduction of P in runoff from field-applied poultry litter using chemical amendments*. J. Environ. Qual. 24: 106-111.

Staatscourant (1992). *Ontwerp-wijziging Besluit gebruik dierlijke meststoffen*. Staatscourant 218, 10 november 1992, p. 8.

TCB, 1990. *Advies over het protocol fosfaatverzadigde gronden*. Brief van de Technische Commissie Bodembescherming aan de Minister van VROM, d.d. 6 maart 1990, kenmerk S/90-09.

Tolkamp, H.H., 1983. *Beken in Noord- en Midden Limburg*.

V en W, 1990. *Derde Nota Waterhuishouding*. Den Haag, Tweede Kamer, vergaderjaar 1988-1989, 1989-1990, 21250, nrs. 1-2.

VROM, 1990. *Nationaal Milieubeleidsplan 2*. Den Haag, Tweede Kamer, vergaderjaar 1993-1994, 23560, nrs. 1-2.

Waterschap en Zuiveringsschap Limburg, 1985. Waterkwaliteitsbeheersplan 1985-1991.

Niet gepubliceerde bronnen

Fiselier, J., 1992. *Toelichting voedingsgebieden ecologisch kwetsbare wateren in het kader van de Regeling fosfaatdoorslagrisicogebieden*. DHV Raadgevend Ingenieursbureau BV, Intern basisdocument.

Aanhangsel 1 Ecologisch kwetsbare gebieden per geografische eenheid.

Per afwateringseenheid zijn ecologisch kwetsbare gebieden aangeduid en nader onderscheiden met een legenda-codering. In totaal kunnen er 12 verschillende legenda-eenheden worden onderscheiden, te weten:

Groep 1. Beeksystemen inclusief kwelzone:

B1a: natuurkerngebied, substantieel milieurendement;

B1b: natuurkerngebied, gering milieurendement;

B2a: natuurontwikkelingsgebied/ecologische verbindingzone, substantieel milieurendement;

B2b: natuurontwikkelingsgebied/ecologische verbindingzone, gering milieurendement.

Groep 2. Eutrofiëringsgevoelige stagnante wateren:

W1a: natuurkerngebied, substantieel milieurendement;

W1b: natuurkerngebied, gering milieurendement;

W2a: natuurontwikkelingsgebied/ecologische verbindingzone, substantieel milieurendement;

W2b: natuurontwikkelingsgebied/ecologische verbindingzone, gering milieurendement.

Groep 3. Infiltratiegebied van overige kwelmilieus en kwelwaterafhankelijke wateren:

I1a: natuurkerngebied, substantieel milieurendement;

I1b: natuurkerngebied, gering milieurendement;

I2a: natuurontwikkelingsgebied/ecologische verbindingzone, substantieel milieurendement;

I2b: natuurontwikkelingsgebied/ecologische verbindingzone, gering milieurendement.

Aanhangsel 1a Ecologisch kwetsbare gebieden per geografische eenheid in het oostelijk zandgebied

Geografische eenheid	PAWN-nr ⁵	Legenda-eenheid	Ecologisch kwetsbaar gebied
I Stuwwallencomplexen:			
1) Ootmarsum	222009 222026 222031 222032 222026	B1aB2a/I1a B1aB2a/I1a I1a I2a/B1b B1aB2a/I1a	resp. Springendalse beek en bronnen aan oostzijde Hazelbekke/Elsenbeek en Mosbeek aan westzijde Kanaal Almelo-Nordhorn afwatering van bronnen en beken op het kanaal Almelo-Nordhorn
2) Oldenzaal	222029 222125 222115	B1aB2b/I1a B1aB2a/I1a B1aB2b/I1a	Voltherbeek en Roelingsbeek Elsbeek Bioemenbeek, Snoeyinksbeek en Bethlehemsebeek
3) Bekken van Hengelo	222021 264023	B1bB2a/I1a B1a/I1a	Rossumerbeek, Weerselerbeek, Saasvelderbeek en Lemselerbeek Gammelerkerbeek, Deurningerbeek en Slangenbeek
4) Montferland	326002	W1a/B1a	bovenloop Deurningerbeek/Jufferenbeek oppervlaktewater met mesotrofe levensgemeenschappen
II Beeksystemen			
1) beekgebied Zuid-oost Twente	230001 264015 264021	B1aB2a B1aB2a B1bB2b	Buurserbeek en Zodgebeek Bruninksbeek, Veldbeek, Houwbeek en Rutbeek/ Boekelerbeek Hegebeek
2) Beekstelsel v/d Regge	222023 222111 222104 222105	B1bB2b B1bB2b B2b B2b	landgoed Twickel, via Twickelse Vaart afwaterend op Boven-Regge kwelgebied Ypelo, afwaterend op Boven-Regge Beneden Regge (Eerde/Eerder Achterbroek) Beneden De Bevert (Eerde/Eerder Achterbroek)
3) Ligtenbergerveld & Elsenveld	222110	B2bB1b	waardevol kwelgebied in Ligtenberger- en Elsenveld
4) Landgoederen Diepenheim	264005	B2a	Diepenheimse beek

⁵ Nummering afwateringseenheden, overeenkomstig met de nummering in kaart 1.

(vervolg)

Geografische eenheid	PAWN-nr ⁶	Legenda-eenheid	Ecologisch kwetsbaar gebied	
II Beeksystemen				
5) de Achterhoek	230002	I1a/W1a	Needse Achterveid	
	230005	B1a/W1a	Dortherbeek	
	280002	B2a	Groenlosche Slinge	
	280003	B1aB2a	Whemerbeek	
	280005	W2a	Ramsbeek ⁷	
	280006	B1a/W1a	Leerinkbeek	
	280013	B1aB2a	Beurzer beek	
	280017	W1a/I1a	Ratumsche beek	
	280018	B1aB2a	Ratumsche beek	
	292001	B2a	Baakse beek	
	292003	I1a/W1a	Bovenloop Veengoot	
	310001	B1a	Aa-strang	
	310002	B1a	Bovenslinge	
	310005	B2a	Schaarsbeek	
	310006	B2a	Bovenslinge	
	310007	B2a/I1a	Benedenslinge	
	310008	B1a	Keysersbeek	
	310010	B1a/B2a	Bielheimerbeek	
	6) de Graafschap	230007	B1a/I1a	Haarbeek
		230008	I1a	
258001		I1a/B1a		
260002		I1a/B1a		
262001		B1a/W1a	Eefse beek	
270001		I1a/W1a		
272001		I1a/B1a		
278001		I1a/B1a		
280008		B1a/I1a	Barchemse Veengoot	
280009		B1aB1b/I1a	Berkel	
280010		B1a/I1a	Berkel	
280011		B1a/I1a	Onderlaatsche Laak en Brummelerlaak	
280012		B2b	Berkel	
280020		B1a/I1a	bemaling bij Wildenborsche Veengoot	
292006		B1a/I1a	Baakse Beek	
292007		B1a/I1a	Benedenloop Veengoot	

⁶ Nummer afwateringseenheid, overeenkomstig met de nummering op kaart 1.

⁷ Ten behoeve van natuurgebied in Duitsland; maakt zelf geen deel uit van de EHS.

Aanhangsel 1b Ecologisch kwetsbare gebieden per geografische eenheid in het centraal zandgebied

Geografische eenheid	PAWN-nr ⁸	Legenda-eenheid	Ecologisch kwetsbaar gebied
I Grote wateren			
1) Afwateringsgebied Eemmeer	250001	W1bE	afwatering Eemmeer
	252001	W1bE	„
	254001	W1bE	„
	346001	W1bE	„
	346003	W1bE	„
	346005	W1bE	„
	346007	W1bE	„
	346020	W1bE	„
	t/m		
	346034	W1bE	„
	346038	W1bE	„
	346040	W1bE	„
	346043	W1bE	„
	346044	B1aB2a/W1bE	Modderbeek/afwatering Eemmeer
	346024	B1aB2a/W1bE	Moorsterbeek/afwatering Eemmeer
	346026	I1aI2a/W1bE	Heiligenbergerbeek & Woudengergse grift/afwatering Eemmeer
	346010	I1aI2a/W1bE	kwelgebied zuidelijk van
	346033	I1a/W1bE	Veenendaal/afwatering Eemmeer
	346004	I1a/W1bE	kwelgebied ten westen van Eemland/afwatering Eemmeer
	346037	W1bE/I1a	„
	346041	W1bE/I1a	afwatering Eemmeer/kwelgebied
	346042	W1aN	noordwesten van
	236004	W1aN/B1a	Amersfoort
236005		„	
36007	W1aN	afwatering Wolderwijd/Nuldernauw	
2) Afwateringsgebied Wolderwijd-Nuldernauw	236006		afwatering Wolderwijd/Nuldernauw/stroomgebied van Schuitenbeek en Veldbeek
	236008	W1aV/B1a	afwatering Wolderwijd/Nuldernauw
	236011	W1aV/B1a/I1a	afwatering Wolderwijd/Nuldernauw
	236012	W1aV/B1a/I1a	afwatering Veluwemeer/stroomgebied Hierdensebeek
3) Afwateringsgebied Veluwemeer-Drontermeer	236009	W1aV/B1a/I1a	afwatering Veluwemeer/kwelzone langs
	236010	W1aV	Veluwemeer
	236013	I2a/W1aD	„
	235014	W1aV	„
	236015	W1aD	afwatering Veluwemeer

⁸ Nummering afwateringseenheden, overeenkomstig met de nummering in kaart 2

(vervolg)

Geografische eenheid	PAWNnr ⁸	Legenda-eenheid	Ecologisch kwetsbaar gebied
II Beeksystemen			
1) Beken en sprengen oostelijke Veluwezoom	244002 244003 244004 244006 244007 244009 t/m 244012 244014 244017 t/m 244020 288001	B1a B1a B1a B1a B1a B1a B1a B1a B1a	beken en sprengen van de oostelijke Veluwe " " " " " " " " Sierense en Leuvenheimse beek
2) Beken in de zuidelijke Veluwezoom	294001 296001	B1a B1a	Renkumse beek Heelsumsche beek
III Infiltratiegebied			
1) oostelijke Veluwezoom	266001 266002 266003 286001	11a/W1a 11a/W1a 11a/W1a 11a/W1a	kwelmilieu " " "
2) zuidelijke Veluwezoom (overgang van zand naar klei)	011002 011003 013012 294001 296001	11a 11a 11a/B1a B1a B1a	kwel in overgang zand naar klei " kwel in overgang zand naar klei/Rozendaalse beek Renkumse beek Heelsumsche beek

⁸ Nummering afwateringseenheden, overeenkomstig met de nummering in kaart 2

Aanhangsel 1c Ecologisch kwetsbare gebieden per geografische eenheid in het zuidelijk zandgebied

Geografische eenheid	PAWN-nr ⁹	Legenda-eenheid	Ecologisch kwetsbaar gebied
I Grote wateren			
1) Afwateringsgebied Volkerak-Zoommeer	744001	W1bZ	afwatering Volkerak-Zoommeer
	746006	W1bZ	„
	746007	W1bZ	„
	746008	W1bZ/I1a	afwatering Volkerak-Zoommeer/kwel in overgang zand naar klei
	752001	B1aB2a/W1bZ	stroomgebied Zoom/afwatering Volkerak-Zoommeer
	758002	W1bZ	afwatering Volkerak-Zoommeer
	758003	W1bZ	afwatering Volkerak-Zoommeer
	758007	W1bZ	„
	t/m		
	758010		
	758021	W1bZ	„
	758022	W1bZ	„
	758030	W1bZ	„
	758040	W1bZ	„
	758050	W1bZ/I1a/I2a	afwatering Volkerak-Zoommeer/kwel in overgang zand naar klei
	758051	W1bZ	afwatering Volkerak-Zoommeer
	758052	W1bZ	„
	758060	W1bZ	„
	758062	W1bZ	„
	758063	W1bZ	„
	758064	W1bZ/I1a/I2a	afwatering Volkerak-Zoommeer/kwel in overgang zand naar klei
	758065	W1bZ	afwatering Volkerak-Zoommeer
	758066	W1bZ	„
	758068	W1bZ	„
	758069	W1bZ	„
	758078	W1bZ	„
	758081	W1bZ/I1a/I2a	afwatering Volkerak-Zoommeer/kwel in overgang zand naar klei
758082	W1bZ	afwatering Volkerak-Zoommeer	
t/m			
758084			
2) Afwateringsgebied Markiezaatsmeer	748001	W1bM	afwatering Markiezaatsmeer
	754001	B1a/W1aM	„
	750001	W1aM	„
	750002	W1bM	„
			„

⁹ Nummering afwateringseenheden, overeenkomstig met de nummering in kaart 3.

(vervolg)

Geografische eenheid	PAWN-nr ⁹	Legenda-eenheid	Ecologisch kwetsbaar gebied
II Beeksystemen			
1) beken in stroomgebied Boven-Mark (Westelijk-Brabant)	758004 758005 758006 758020 758023 758025 758027 758029	B1bB2b B1bB2b B1bB2b B1aB2a B1aB2a B1bB2b B1aB2a B1aB2a	Aa of Weerij/Turfvaart - Bijloop Turfvaart - Bijloop (bovenloop) Turfvaart - Bijloop (benedenloop) Merkske Strijbeekse beek Galdersche beek Chaamse beek Bavelsche Leij
2) beken in stroomgebied Zandleij (Midden-Brabant)	762002 762003	B1bB2b B1bB2b	Zandleij Broekleij
3) beken in stroomgebied Beerze-Reusel (Midden-Brabant)	764060 764061 764062 764063 764064 764065 764066 764067 764068 764069 764070 764071	B1aB2a B1aB2a B1bB2b B1aB2a B1bB2b B1aB2a B1aB2a B1bB2b B1bB2b B1bB2b B1aB2a B1bB2b	Kleine Beerze Grote Beerze Beerze Reusel Rovertsche Leij Poppelsche Leij Spruitenstroompje Nieuwe Leij (incl. Oude Leij) Voorste Stroom (benedenloop Nieuwe Leij) Achterste Stroom (benedenloop Reusel) Rosep Essche Stroom
4) beken in stroomgebied Boven-Dommel	764039 764041 764042 764044 764046 764047 764048 764050 764051 764057 764058 764059	B1bB2b B1bB2b B1bB2b B1bB2b B1bB2b B1aB2a B1bB2b B1bB2b B2b B1aB2a B1aB2a B1aB2a	Dommel (boven Valkenswaard) " " Tongelreep Dommel (beneden Valkenswaard) Sterkselse Aa - Kleine Dommel (boven) Strijper Aa - Bulder Aa Kleine Dommel (Geldrop) Kleine Dommel (beneden) Keersop (bovenloop) Beekloop en benedenloop Keersop Run

⁹ Nummering afwateringseenheden, overeenkomstig met de nummering in kaart 3

(vervolg)

Geografische eenheid	PAWN-nr ⁹	Legenda-eenheid	Ecologisch kwetsbaar gebied
II Beeksystemen	764052	B2b	Ekkersrijt
	764053	B1bB2b	Hooidonksche beek
5) beken in stroomgebied Beneden-Dommel	764054	B1bB2b	Dommel
	764055	B1aB2a	Dommel
	764056	B1bB2b	Scheeken
	764073	B1bB2b	Dommel
	764076	B2b	Bruggenrijt
	764077	11a12a	Bossche Broek
6) stroomgebied de Aa	764026	B1aB2a	Goorloop
7) Beken in Midden- en Noord-Limburg, westelijk van de Maas	772010	B1a/B2a/B1b	Loobek
	772011	B1a	Oostrumse beek
	772012	B1a/B2a	Grote Molenbeek
	772014	B2a	Helenavaart
	772015	B1a	Everlosche beek
	772016	B2a	Kwitsbeek en Boschbeek
	772017	B1a	Broekhuizermolenbeek en Langevenseloop
	772018	B1a	Molenbeek van Lottum
	772019	B1a	Springbeek
	774010	B1a	Tasbeek
	774011	B1a	Snepehiderbeek
	774021	B1a	Tungelroyse en Roggelsche beek
	774023	B1a	Haelensche Beek
	774025	B2a	Tungelroyse beek
	774026	B1a	Veldhover en Lozerbeek
	764020	B1a	Eeuwelse loop

⁹ Nummering afwateringseenheden, overeenkomstig met de nummering in kaart 3

(vervolg)

geografische eenheid	PAWN-nr ⁹	legenda-eenheid	ecologisch kwetsbaar gebied
II Beeksystemen			
8) Beken in Midden- en Noord-Limburg, oostelijk van de Maas	770003	B1a	
	770004	B1a/B2a	Tielebeek
	770005	B2a	Kroonbeek
	770006	B1b	Niers
	770007	B1a	Kendel
	770008	B2a	Kleefsche beek
	770011	B2a	Katerbosch
	772002	B1a	Eckeltsche beek
	772003	B1a	Heukelomsche beek
	772004	B1a	Bergerheide
	772005	B2a	Papenbeek
	772006	B1a	Molenbeek
	772007	B1a	Gelderns kanaal ¹⁰
	772008	B1a	Lingsforsterbeek
	772009	B2a	Vorsterbeek
	772021	B2a	Wilderbeek
	772023	B1a	Aalsbeek
	772026	B1a	Schandelosche beek en Haagbeek
	772028	B1a	Loomerbroeklossing
	772030	B1a	Roode beek
	772032	B2a	Looijse graaf
	774002	B2a	Huilbeek
	774003	B1a	Gansbeek
	774004	B1a	Reuverbeek
	774006	B1a	Swalm
	774007	B1a	Eppenbeek
	774008	B1a	Leigraaf ¹¹
	774009	B1a	Maasnielderbeek
	776003	B1a	Roer
	776004	B1a	Vlootbeek
	778018	B1a/B2a	Canjelbeek

⁹ Nummering afwateringseenheden, overeenkomstig met de nummering in kaart 3

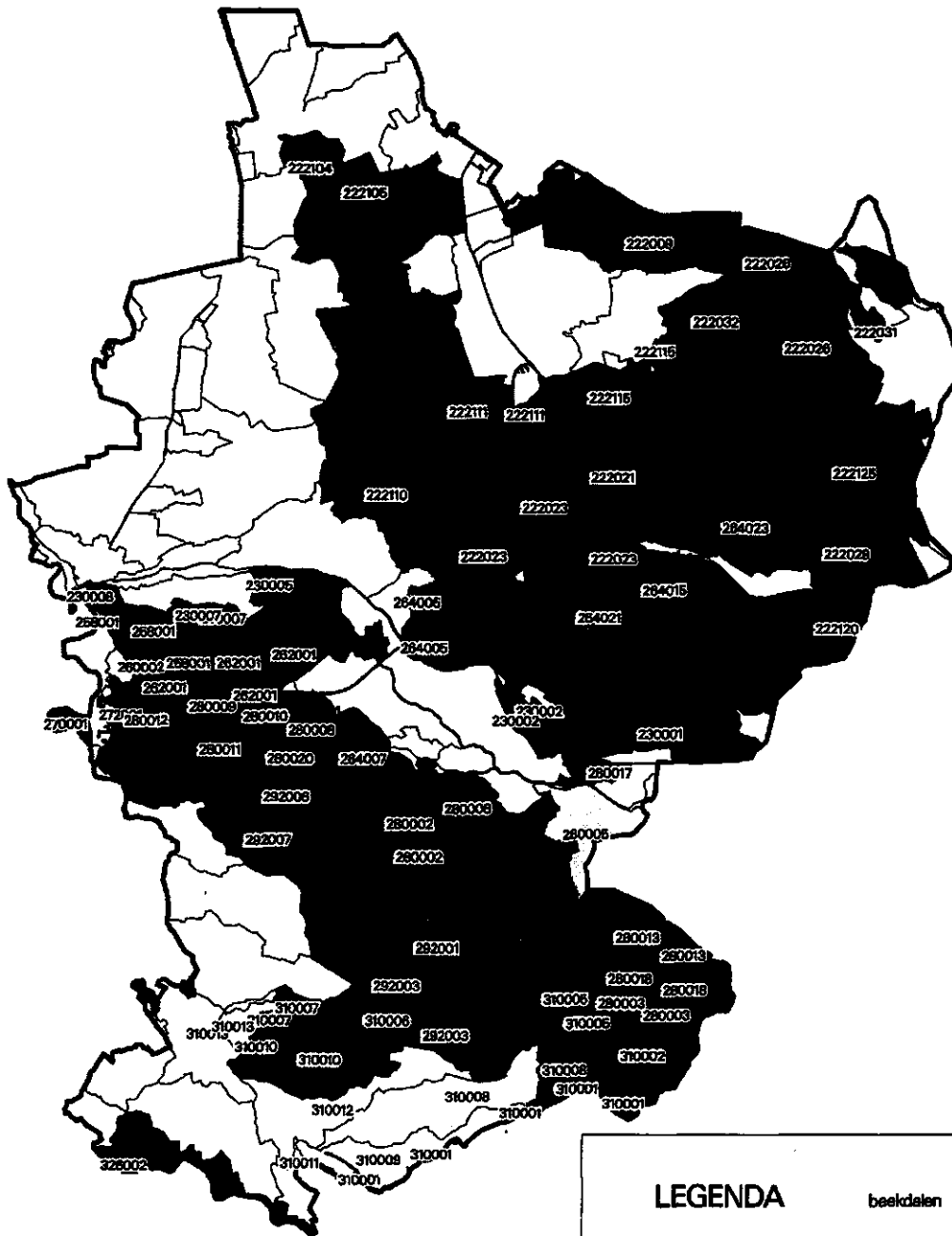
¹⁰ In verband met kwelwaterafhankelijke vegetatie.

¹¹ In verband met inzig/kwelrelaties met de Vuilbeemden

(vervolg)

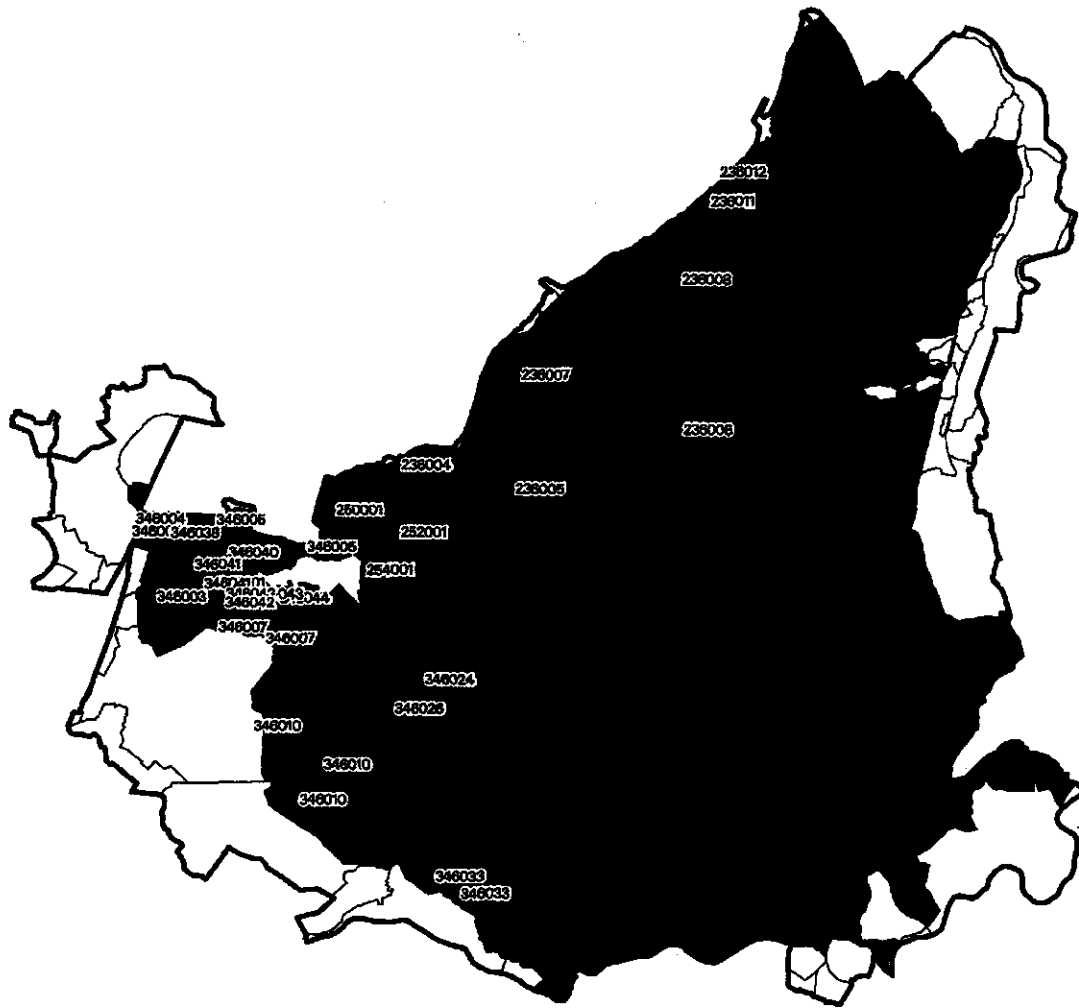
geografische eenheid	PAWN-nr ⁹	legenda-eenheid	ecologisch kwetsbaar gebied
III Infiltratiegebieden			
1) Kwelzone overgang zand naar klei	724006	I1a/I2a	kwel in overgang zand naar klei
	724012	I1aI2a	„
	732001	I1a	„
	756002	I1a	„
	764077	I1a/I2a	„
2) Stuwwal bij Nijmegen	318002	I1a/W1a	kwelgebied
	318004	I1a/W1a	„
	322001	I1a/W1a	„
	322002	I1a/W1a/B1a	kwelgebied/Groesbeekse beek
	770002	I1a/B1a/W1a	kwelgebied/Maas-Waal kanaal

⁹ Nummering afwateringseenheden, overeenkomstig met de nummering in kaart 3



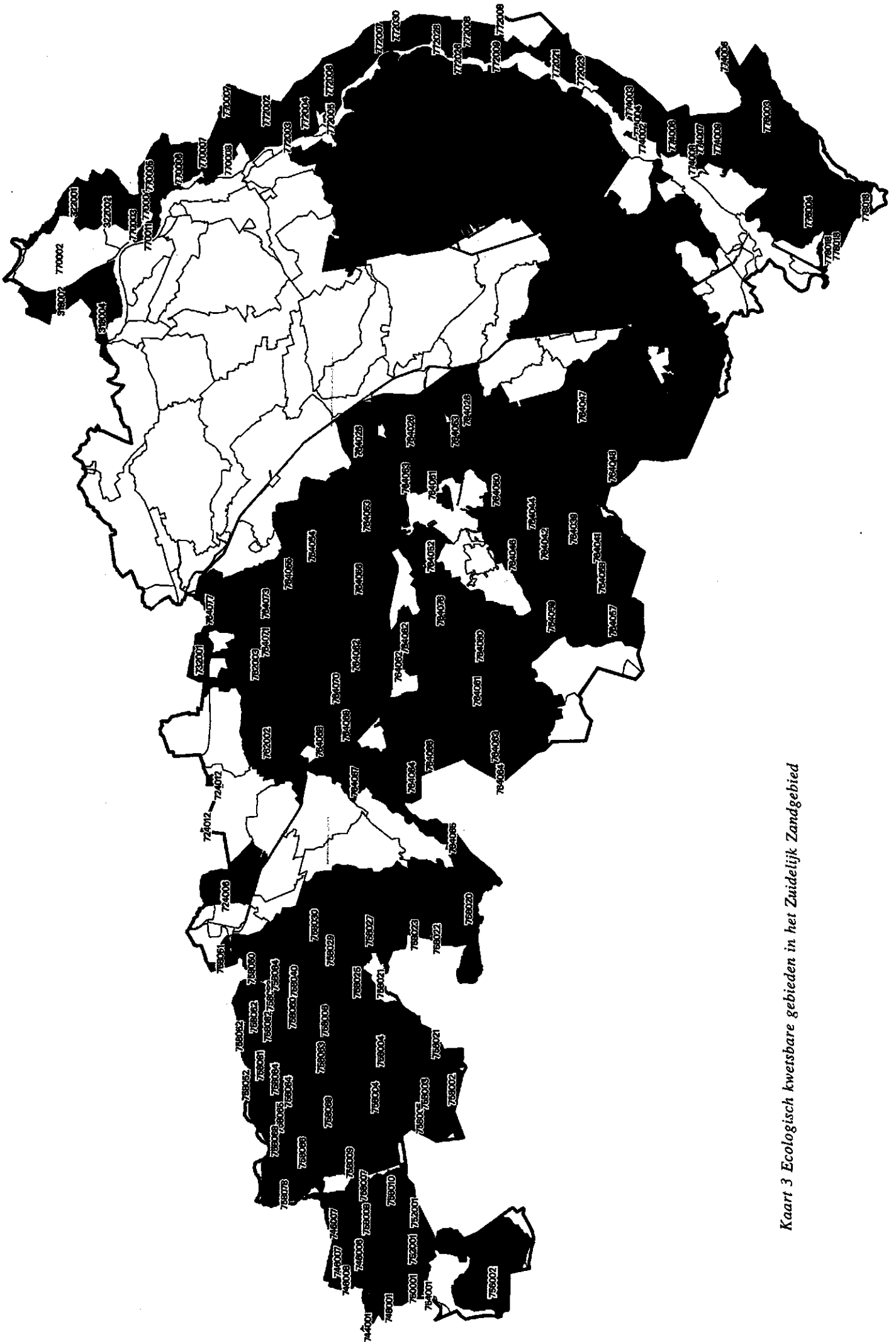
LEGENDA			
	beekdelen	stagnante wateren	infiltratie gebieden
natuurkamgebieden	■	■	■
Natuurontwikkelings- gebieden	■	□	■
niet onderscheiden	□		

Kaart 1 Ecologisch kwetsbare gebieden in het Oostelijk Zandgebied



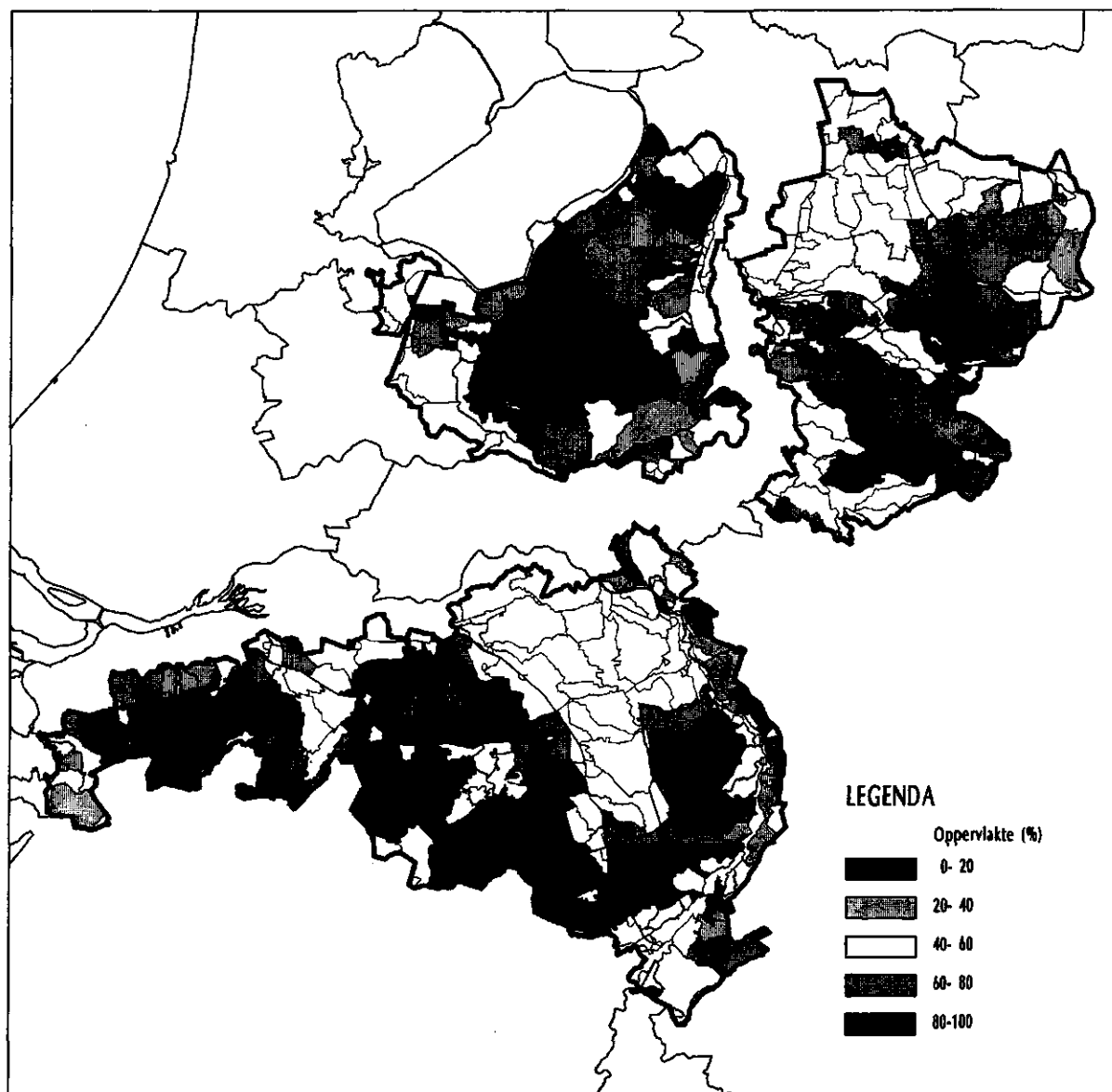
LEGENDA	beekdalen	stagnante wataren	infiltratie gebieden
natuurskerngebieden	■	■	■
Netuurontwikkelings- gebieden	■	□	■
niet onderscheiden	□		

Kaart 2 Ecologisch kwetsbare gebieden in het Centraal Zandgebied



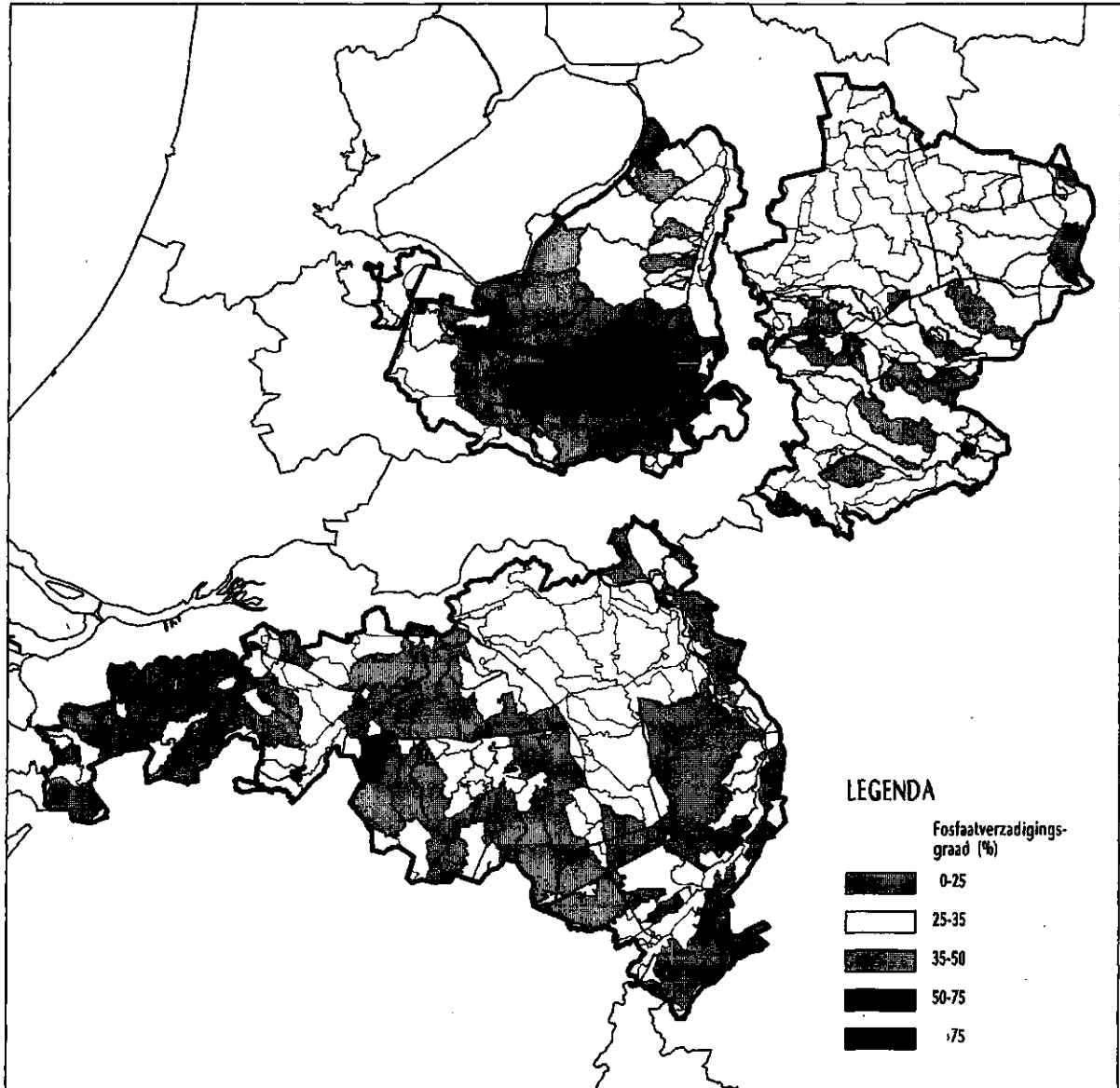
Kaart 3 Ecologisch kwetsbare gebieden in het Zuidelijk Zandgebied

Oppervlaktepercentage fosfaatverzadigde landbouwgronden
per afwateringseenheid (fosfaatverzadigingsgraad > 25%)



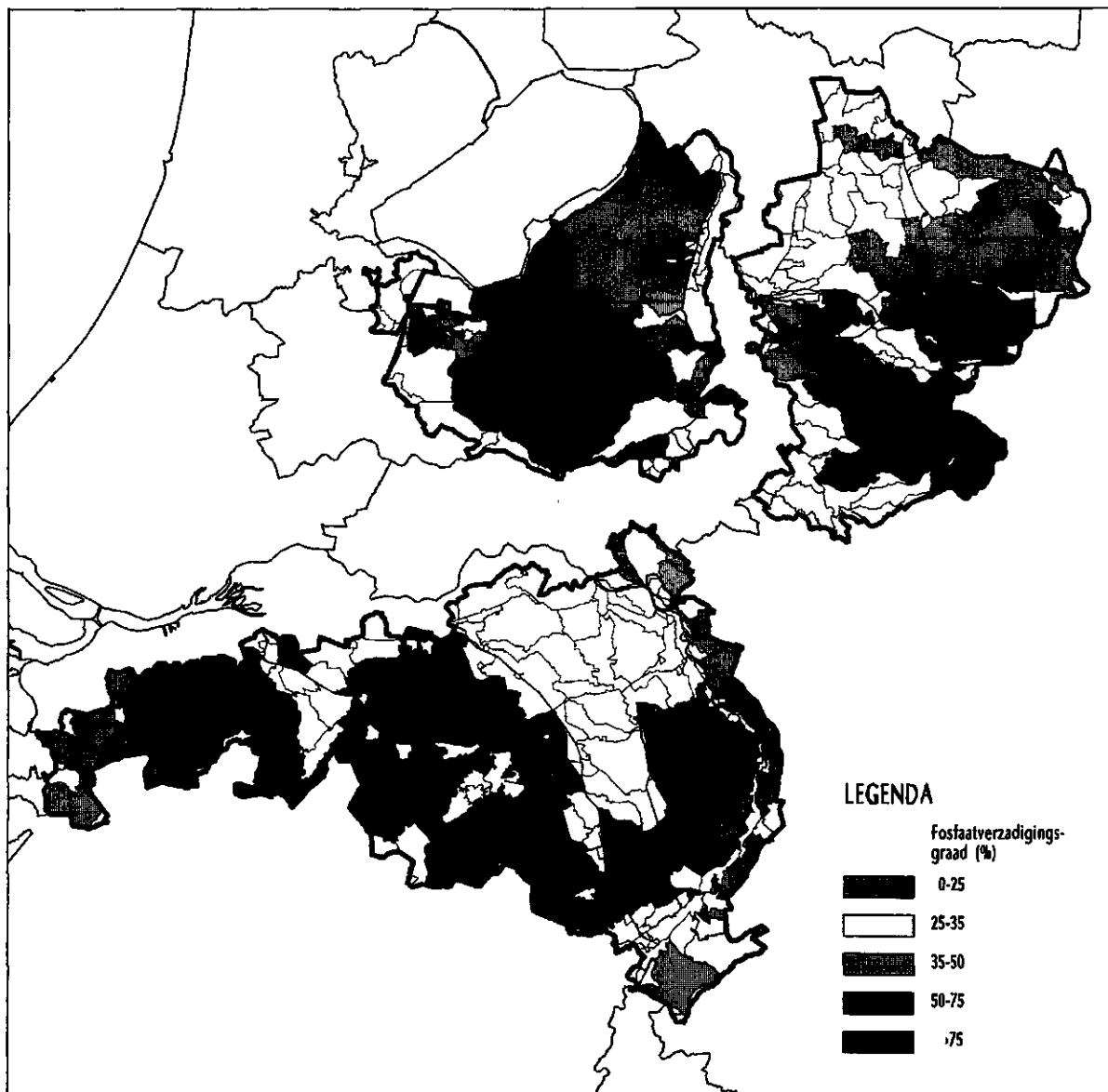
Kaart 4 Oppervlak fosfaatverzadigde gronden per afwateringseenheid in procenten van het landbouwareaal

Fosfaatverzadigingsgraad van de landbouwgronden per afwateringseenheid (50%)



Kaart 5 Mediaanwaarde (50-percentiel) van de fosfaatverzadigingsgraad van de landbouwgronden per afwateringseenheid

Fosfaatverzadigingsgraad van de landbouwgronden per afwateringseenheid (%)



Kaart 6 Fosfaatverzadigingsgraad die bij 10% van de landbouwgronden per afwateringseenheid wordt overschreden (90-percentiel)