

Opdrachtgever : RIZA

## **LEIDRAAD BEGRENZING WATERSYSTEMEN**

Eindrapportage

2233400

9 januari 1997

**IWACO B.V.  
Vestiging Noord  
Postbus 8064  
9702 KB Groningen  
(050) 521 42 14**

935 8712

**COLOFON:**

IWACO B.V.  
Vestiging Noord  
Postbus 8064, 9702 KB Groningen  
Chopinlaan 12, 9722 KE Groningen  
Telefoon (050) 521 42 14  
Fax (050) 526 14 53

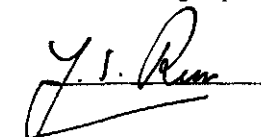
Projectnummer: 2233400  
Projecttitel: Begrenzing watersystemen  
Documenttitel: Eindrapportage  
Publicatiedatum: 9 januari 1997  
Opdrachtgever: RIZA

Trefwoorden: Waterhuishouding, GIS

Adviesgroep Hydrologie & Waterbeheer

Projectleider: Ir. J.S. Rus

Hoofd adviesgroep: Ir. J.S. Rus

 d.d. 01/1/97

Niets uit deze uitgave mag worden veeleenvoudigd en/of openbaar gemaakt worden door middel van druk, fotokopie, microfilm, elektronisch of op geluidsband of op welke andere wijze ook en evenmin in een retrieval systeem worden opgeslagen zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de opdrachtgever.

## INHOUDSOPGAVE

|                                                                   |           |
|-------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. INLEIDING</b>                                               | <b>1</b>  |
| <b>2. DOELSTELLING EN EISEN TE STELLEN AAN METHODIEK</b>          | <b>3</b>  |
| 2.1 Algemene doelstelling                                         | 3         |
| 2.2 Nadere doelstellingen begrenzing watersystemen                | 3         |
| <b>3. ONDERBOUWING METHODIEK BEGRENZING WATERSYSTEMEN</b>         | <b>6</b>  |
| <b>4. UITWERKING METHODIEK</b>                                    | <b>10</b> |
| 4.1 Aanpak en definities                                          | 10        |
| 4.2 Stappenplan op hoofdlijnen                                    | 16        |
| 4.3 Aandachtspunten en alternatieven voor de gekozen<br>methodiek | 20        |
| <b>5. REFERENTIES</b>                                             | <b>29</b> |

## FIGUREN

1. Afbakening schaalniveaus
2. Oppervlaktewatersystemen (vrij afwaterend en bemalen) in relatie tot het ontvangende watermedium
3. Stroomgebieden in Nederland volgens de PAWN-indeling
4. Kaart van de in WSV onderscheiden watersystemen
5. Detailopname (grond)waterscheiding afvoergebied
6. Gebieden met belangrijke grondwatersamenhang
7. Voorbeeld nadere indeling (grote) afwateringseenheid
8. Voorbeeld van samenvoeging van afwateringsgebieden binnen afvoergebied op basis van niet-afvoer criteria

## BIJLAGEN

Bijlage 1.       Onderbouwing methodiek

### Figuren bijlage 1:

- 1.1 Opbouw watersysteem
- 1.2 Voorbeelden van lokale systemen
- 1.3 Voorbeeld regionaal watersysteem
- 1.4 Voorbeelden grondwatersystemen op verschillende schaalniveaus

## **VERVOLG INHOUDSOPGAVE**

### **Tabellen bijlage 1:**

1.      Overzicht criteria indeling in watersystemen
2.      Toetsing begrenzingsmethodieken/criteria

Bijlage 2.      Lijst van afkortingen

Bijlage 3.      Samenstelling werkgroep (CIW7-subwerkgroep  
                    'watersystemen'/IPO-RWSR deelproject 1)

## 1. INLEIDING

Zowel nationaal als provinciaal wordt in het integrale waterbeleid en -beheer meer en meer uitgegaan van de watersysteembenadering. Daarbij wordt een werkwijze voorgestaan van waaruit de zorg voor de waterhuishouding wordt benaderd en waarbij wordt uitgegaan van de samenhang binnen de waterhuishouding en die van de waterhuishouding met zijn relevante omgeving [1]. Alom wordt de watersysteembenadering meer en meer onderkend als een effectieve methode voor gebiedsgericht waterhuishoudkundig beleid en beheer. Voor watersysteem-gericht beleid en beheer is het (kunnen) begrenzen van watersystemen een voorwaarde. Dus hebben zowel het rijk, als provincies, waterbeheerders en gemeentes in toenemende mate behoefte aan een methodiek om watersystemen te kunnen begrenzen.

Gelet op de onderlinge afhankelijkheid van het waterhuishoudkundig beleid van het rijk, provincies, waterbeheerders en gemeentes, ligt een uniforme methodiek voor de begrenzing van watersystemen in de beheersgebieden van de genoemde instanties voor de hand. Verder is het wenselijk dat de watersystemen, die door de verschillende instanties worden begrensd, op elkaar aansluiten. Dat wil zeggen dat na het samenvoegen van de watersystemen op het niveau van waterschappen, er systemen of stroomgebieden ontstaan die aansluiten op de grenzen van de regionale systemen. Dit geldt uiteraard ook na de verdere samenvoeging tot nationale systemen of stroomgebieden. Op verschillende fronten wordt gewerkt aan het begrenzen van watersystemen. Het rijk is daar in het kader van de landelijke watersysteemverkenning het eerst mee begonnen. Daarna hebben de provincies dit in IPO-verband opgepakt. Ook individuele waterbeheerders en terreinbeheerders zijn bezig met het begrenzen van watersystemen. Vooral ten behoeve van onderlinge vergelijkbaarheid van de resultaten en het uniform rapporteren van de diverse waterbeherende instanties, bestaat er behoefte aan een algemene en landsdekkende begrenzingsmethodiek voor watersystemen.

Het ontwikkelen van een uniforme methodiek van watersysteembegrenzen ten behoeve van watersysteemrapportage(s), is een typische taak voor de CIW-werkgroep VII 'Informatievoorziening en rapportage'. Deze werkgroep heeft de ad-hoc subwerkgroep 'Watersystemen' opgedragen een leidraad te ontwerpen voor het begrenzen van watersystemen die door nationale, regionale en lokale waterbeheerders kan worden gebruikt.

In IPO-verband wordt gewerkt aan een Regionale Watersysteem Rapportage (RWSR). Het betreft de ontwikkeling van een methode om de toestand en het gebruik van watersystemen op een samenhangende en kwantitatieve wijze te kunnen beschrijven en te kunnen toetsen aan beleidsdoelstellingen. Van belang is dat de methode een basis vormt waarmee de provincies op onderling vergelijkbare wijze over watersystemen kunnen rapporteren [2].

Met betrekking tot het begrenzen van watersystemen en het bewerken van ruimtelijke informatie over watersystemen zijn de activiteiten van het RWSR-programma en die van CIW overlappend. Om dubbel werk en de ontwikkeling van verschillende methodieken te voorkomen is besloten om de betrokken projectgroepen voor genoemde programma's te fuseren.

De voorliggende leidraad heeft betrekking op beide opdrachten. Het ontwikkelen van een methodiek voor het begrenzen van watersystemen is de doelstelling van deze leidraad. Voor het verzamelen, bewerken en presenteren van ruimtelijke (watersysteem-) informatie is het hanteren van een uniforme begrenzingsmethode zeer wenselijk.

De meeste informatie met betrekking tot de toestand van het water en milieu is echter beschikbaar in de vorm van puntinformatie. Een indeling in watersystemen leidt daarom niet zonder meer tot een informatiesysteem waarbij op eenvoudige wijze op verschillende schaalniveaus puntgegevens bewerkt en gepresenteerd kunnen worden. Dit geldt ook voor het aggregeren en integreren van watersysteeminformatie. Het richting geven aan het gebruik van watersystemen voor deze doeleinden is een belangrijke vervolgstap binnen het RWSR-programma, maar is buiten de voorliggende leidraad gehouden.

De leidraad is bedoeld als algemene richtlijn. In situaties waarin deze richtlijn niet voldoet kan van de leidraad (b.v. gebiedsgericht) worden afgeweken.

In het volgende hoofdstuk (hoofdstuk 2) wordt nader ingegaan op de doelstellingen van de leidraad. In hoofdstuk 3 wordt de keuze van de methodiek nader toegelicht (een meer uitgebreide onderbouwing hiervan is opgenomen in bijlage 1 van de leidraad). De uitwerking van deze methodiek komt aan de orde in hoofdstuk 4. In dit hoofdstuk worden eerst de aanpak en de gebruikte definities toegelicht (4.1). Daarna volgt het stappenplan op hoofdlijnen met toelichting (4.2). In paragraaf 4.3 wordt een aantal aandachtspunten behandeld en worden alternatieven aangeboden in situaties waar de gekozen methodiek niet werkt. De belangrijkste referenties zijn opgenomen in hoofdstuk 5. In bijlage 2 wordt een aantal gebruikte afkortingen verklaard.

De voorliggende leidraad is het product van de CIW7-subwerkgroep 'watersystemen', met vertegenwoordigers uit CIW en IPO. Voor de samenstelling van deze werkgroep wordt verwezen naar bijlage 3.

## **2. DOELSTELLING EN EISEN TE STELLEN AAN METHODIEK**

### **2.1 ALGEMENE DOELSTELLING**

De doelstelling van de leidraad is het opstellen van een algemeen bruikbare en uniforme methodiek voor het begrenzen van watersystemen op nationaal, regionaal en lokaal niveau. De op te stellen methodiek moet toepasbaar zijn voor het beantwoorden van een groot deel van de vragen in het kader van het algemene waterhuishoudingsbeleid en -beheer op elk (bestuurlijk)niveau. Zij dient ruimte te bieden voor meerdere toepassingsmogelijkheden binnen de watersector in verschillende gebieden. De methodiek dient bruikbaar te zijn voor het toetsen van bestaande en toekomstige beleidsplannen. De indeling in watersystemen dient zodanig te zijn dat beleids- en beheersvragen op verschillende niveaus (Rijk, Provincie, Waterschap/Gemeente) op elkaar aansluiten en bij integratie op een hoger niveau onder één noemer gebracht kunnen worden. Daarnaast is het wenselijk dat de watersystemen zodanig ingedeeld worden dat het formuleren van beleid en beheer niet alleen mogelijk is vanuit de invalshoek water, maar ook vanuit natuur, milieu en ruimtelijke ordening.

### **2.2 NADERE DOELSTELLINGEN BEGRENZING WATERSYSTEMEN**

Uitgaande van genoemde doelstelling - geschiktheid ten aanzien van waterhuishoudkundig beleid en beheer - kunnen de volgende afgeleide/nadere doelstellingen geformuleerd worden:

- watersysteemeisen;
- wensen ten aanzien van uniformiteit, schaal en gebiedsdekkend zijn;
- geschiktheid voor monitorings- en informatiedoeleinden;
- geschiktheid ten aanzien van opdeling en aggregatie (aansluiting, bewerking);
- geschiktheid ten aanzien van flexibiliteit en stabiliteit (duurzaamheid) en duidelijkheid/herkenbaarheid.
- beheers- en operationele bruikbaarheid

In het volgende wordt een korte toelichting gegeven op genoemde doelstellingen:

#### **Watersysteemeisen**

Allereerst zijn de begrensde systemen 'zelfstandige' eenheden waarin fysica, chemie en biologie onderling procesmatig samenhangen. Watersystemen dienen zelfstandige hydrologisch en ecologisch samenhangende gebieden te vormen overeenkomstig de gangbare definitie van een watersysteem (zie hoofdstuk 3). Met name de samenhang tussen grond- en oppervlaktewater is hierbij van belang. Watersystemen kunnen evenwel verschillen qua fysica (morfologie), chemie en biologie. Met andere woorden de begrenzingsmethodiek werkt of dient differentiërend te kunnen werken, zowel op lokaal, regionaal als nationaal niveau.

Zo kan een meer of een plas een afzonderlijk watersysteem vormen naast het omringende land dat ook weer ingedeeld kan worden in watersystemen. In dit voorbeeld is sprake van aangrenzende 'aquatische' en 'terrestrische' watersystemen die fysisch, chemisch en biologisch geheel verschillend zijn. Op een hoger aggregatieniveau dient het zo te zijn dat beide typen systemen op grond van een bepaalde samenhang weer één geheel (watersysteem) kunnen vormen.

#### **Wensen ten aanzien van uniformiteit, schaal en gebiedsdekkend zijn**

De begrenzingsmethodiek dient uniform toepasbaar te zijn op ieder schaalniveau. Deze doelstelling is met name van belang om de op verschillende niveaus begrensde systemen op elkaar aan te doen sluiten. Wanneer dit een harde voorwaarde zou zijn, heeft dit consequenties voor de vrijheid van methodiek en dient het aantal begrenzingscriteria te worden beperkt. Gebeurt dat niet, dan zijn op elk niveau meerdere verschillende watersystemen mogelijk. Om te komen tot een landelijke, uniforme en zo simpel mogelijke leidraad is het laatste minder gewenst en dient het aantal begrenzingscriteria zo beperkt mogelijk te zijn.

Het gebiedsdekkend zijn van watersystemen is geen harde voorwaarde. Vanwege de hydrologische samenhang binnen en tussen watersystemen (neerslag-afvoer, infiltratie-kwel) verdient een gebiedsdekkend systeem evenwel de voorkeur.

#### **Geschiktheid voor monitorings- en informatiedoelinden**

De toestand van de begrensde watersystemen is door metingen op een bepaald aantal punten te beschrijven. Voor het monitoren van de toestand van een watersysteem alsmede het geven van bepaalde watersysteeminformatie gelden aanvullende eisen. Het gaat hierbij om de vertaling van meetpuntinformatie naar vlakinformatie of andersom en het op een bepaalde wijze kunnen clusteren (aggregeren en integreren) van gebiedsinformatie. Het kunnen indelen van watersystemen in 'homogene' deelgebieden die gerepresenteerd kunnen worden door één of meerdere meetpunten is hierbij van belang. De begrenzingsmethodiek dient behulpzaam te zijn bij het opslaan, verwerken en rapporteren van watersysteeminformatie. Daarbij is het noodzakelijk dat gebiedsinformatie gekoppeld kan worden aan meetpunten. De koppeling dient zodanig te zijn dat selecties van kenmerken en type gebieden gemaakt kunnen worden. Dit kan plaatsvinden door middel van GIS-systemen, databases of combinaties van beiden. Van belang is om aansluiting te zoeken bij ontwikkelde en gangbare informatiesystemen. Met de begrenzingsmethodiek verkregen systemen zijn mede richtinggevend voor de (optimalisatie van de) inrichting van meetnetten.

#### **Geschiktheid ten aanzien van opdeling en aggregatie (aansluiting, bewerking)**

Het op een juiste wijze kunnen aggregeren en integreren van gebiedsinformatie is een duidelijke monitorings- en informatiedoelstelling. In die zin valt deze doelstelling onder de voorgenoemde monitoringseisen. Echter ook vanuit andere invalshoeken en belangen is het op samenhangende en eenduidige wijze kunnen opdelen en samenvoegen van watersystemen van belang (beheers- en beleidszaken). Zo heeft een waterbeheerder er veelal belang bij dat de naburige beheerder aan wie water doorgevoerd wordt of van wie water afgenomen wordt, eenzelfde indeling aanhoudt.

#### **Geschiktheid ten aanzien van flexibiliteit, stabiliteit en duidelijkheid/herkenbaarheid**

De methodiek dient flexibel te zijn ten aanzien van bijzondere wensen en omstandigheden en dient ruimte te laten voor eigen invullingen van waterbeheerders en beleidsmakers. Deze doelstelling tast die van uniformiteit aan.

Het is daarom zinvol om op hoofdlijnen een uniforme methodiek af te spreken (kapstok/raamwerk), waarbij de waterbeheerders en beleidsmakers een zekere vrijheid hebben om naar eigen wensen een nadere uitwerking aan de methodiek te geven.

Grenzen van watersystemen kunnen zich wijzigen als gevolg van natuurlijke veranderingen en/of menselijke ingrepen. Hierbij kan gedacht worden aan wijzigingen in het peilbeheer of veranderende afstroming door omleidingen. Als voorwaarde kan gesteld worden dat een watersysteem een zekere duurzaamheid dient te hebben als het om de begrenzing gaat. Op hogere aggregatieniveaus zal dit evenwel eerder gelden dan op lagere!

Tot slot kan gesteld worden dat watersysteempgrenzen duidelijk vastgesteld dienen te kunnen worden en dat er een zekere mate van herkenbaarheid dient te zijn (grenzen langs topografische herkenbare lijnen).

#### **Beheers- en operationele bruikbaarheid**

Voor sturingsmogelijkheden binnen het (oppervlakte)waterbeheer is het wenselijk dat grenzen van watersystemen overeen komen met die van beheerseenheden (peilgebieden, afwaterings-eenheden). Voor het beheer van grondwater kan een andere indeling wenselijk zijn (grondwatersystemen of watervoerende pakketten) hoewel peilbeheer een belangrijk sturingselement is voor (ondiep) grondwaterbeheer. Ten aanzien van het waterbeheer is het ook wenselijk dat de indeling van watersystemen van (aangrenzende) waterschappen op elkaar afgestemd is.

Daarnaast speelt nog een aantal praktische en pragmatische aandachtspunten een rol bij de begrenzing van watersystemen. Het betreft onder andere de aansluiting van de methodiek en de resulterende indeling in watersystemen bij bestaande en voor verschillende doeleinden gebruikte indelingen. Genoemd kunnen worden de 'Gegevensstandaard Water 1996' van de Unie van Waterschappen en CIW [12], de (verbeterde) PAWN-indeling [3] en het REGIS/WIS systeem [4 en 5]. Van belang is ook dat de indeling zo mogelijk aansluit bij nationale watersysteemmodellen, zoals het recentelijk ontwikkelde MOZART-model van RIZA. Hoewel de koppeling met nationale indelingen zinvol kan zijn dient de indeling in watersystemen in eerste instantie gebaseerd te zijn op actuele basisgegevens van de waterschappen.

### 3. ONDERBOUWING METHODIEK BEGRENZING WATERSYSTEMEN

#### **Begrip watersysteem**

Om te kunnen komen tot een bruikbare, uniforme methodiek voor het begrenzen van watersystemen dient de definitie van 'watersysteem' duidelijk te zijn. In de Derde Nota Waterhuishouding [1] worden twee begrippen gehanteerd die tezamen duidelijk maken hetgeen onder een watersysteem verstaan dient te worden:

#### **Waterhuishoudkundig systeem:**

'Een samenhangend geheel van oppervlaktewateren en grondwatervoorkomens, waarbij in overeenstemming met het derde Indicatief Meerjarenprogramma water 1985 - 1989 met oppervlaktewater wordt bedoeld: het samenhangend geheel van water, waterbodems, oevers, technische infrastructuur en de biologische component'.

#### **Watersysteem:**

'Het kader gevormd door het waterhuishoudkundige systeem met zijn relevante omgeving, waarvan de begrenzing mede afhankelijk is van de functionele samenhang(en) waarop men de aandacht richt'.

Op grond van deze definities is een watersysteem opgebouwd uit fysieke elementen (tezamen het waterhuishoudkundig systeem vormend) en functionele elementen. Onder het begrip watersysteem wordt evenwel niet altijd hetzelfde bedoeld. In het oppervlaktewaterbeheer wordt het begrip watersysteem vaak gehanteerd voor open wateren met aangrenzende oevers en waterbodems, maar zonder het omringende land er direct bij te betrekken. Een grondwatersysteem gaat uit van de samenhang tussen infiltratie- en kwelgebieden, waarbij het netwerk van oppervlaktewateren met oevers, waterbodems en infrastructuur minder of geen rol speelt. Bij de inrichting van natuurgebieden ligt de nadruk meer op de ecohydrologische samenhang. Ook kunnen watersystemen in principe op zeer uiteenlopende schalen in kaart gebracht worden. Op het laagste (schaal)niveau kan men sloten of delen van sloten (inclusief waterbodems en oevers) onderscheiden. Op het hoogste niveau kan men stroomgebieden van de grote rivieren (Rijn, Maas) of zeeën (Noordzee, Waddenzee) in kaart brengen. De methodiek van indelen in systemen behoeft voor deze uiteenlopende schalen niet van elkaar te verschillen. Alle elementen zoals oppervlaktewater, grondwater, oevers, waterbodems, infrastructuur, omgeving en de biologische componenten kunnen op beide schaalniveaus aanwezig zijn. Wel kunnen op bepaalde schaalniveaus elementen vervallen of minder belangrijk zijn. Zo zijn oevers meer van belang voor een lokale systeemanalyse dan voor een probleem op stroomgebiedniveau. In bijlage 1 wordt een nadere analyse van de verschillende onderdelen van een watersysteem en hun samenhang gegeven.

### **Begrenzingsmethoden**

Er zijn meerdere criteria en methodes aan te geven om watersystemen te begrenzen. Afhankelijk van de invalshoek waaruit en de schaal waarop gewerkt wordt zijn verschillende indelingen mogelijk en in omloop. Ter verduidelijking kan een aantal voorbeelden genoemd worden:

- een waterkwantiteitsbeheerder zal een indeling voorstaan op grond van beheerseenheden, waar peilen, waterafvoer en wateraanvoer geregeld kunnen worden;
- voor de ontwikkeling van kwelafhankelijke natuurwaarden is een indeling op basis van grondwatersystemen met een afbakening van kwel- en infiltratiegebieden van belang;
- voor het grondwaterbeheer is een indeling in grondwatersystemen en/of watervoerende pakketten en scheidende lagen een voor de hand liggend uitgangspunt;
- in de waterhuishoudingsplannen van de provincies worden aan bepaalde wateren ecologische functies toegekend, waarvoor bepaalde waterkwaliteitsnormen en doelstellingen gelden. Hierbij wordt een indeling in watertypen toegepast op basis van het aquatische milieu, waarbij de morfologie van het oppervlaktewater en andere aan het water gerelateerde factoren, zoals de bodemopbouw, een belangrijke rol spelen;
- voor de monitoring van het water- en milieubeleid zal een indeling noodzakelijk zijn waarbij puntinformatie gekoppeld kan worden aan vlakinformatie;
- een provincie als beleidsmaker is voor het opstellen van omgevingsplannen in belangrijke mate geïnteresseerd in een indeling naar functies van gebieden.

Genoemde indelingen richten zich veelal op bepaalde delen of aspecten van het watersysteem, maar zijn in het algemeen niet gebaseerd op een evenwichtige samenhang van de onderdelen binnen het systeem en tussen de systemen.

Uitgaande van de elementen van een watersysteem kan men komen tot een aantal uitgangspunten of criteria om watersystemen te begrenzen:

- \* A1 Oppervlaktewaterstroming (stroomgebieden/afvoergebieden)
- \* A2 Grondwaterstroming (grondwatersystemen)
- \* A3 Ecologische samenhang (ecosystemen)
- \* B Directe fysieke omgeving en morfologie (watertype)
- \* C Gebiedsdekkende fysieke elementen (bodem, reliëf, geologie)
- \* D Functionele elementen (functietoekenning, functies, zoals natuur, landbouw, etc.)

Voor een nadere toelichting van deze indeling wordt verwezen naar bijlage 1 en in het bijzonder tabel 1 van deze bijlage.

### **Keuze methodiek**

Om te komen tot een gewenste methodiek voor het begrenzen van watersystemen zijn de hiervoor genoemde begrenzingsmethoden getoetst aan de in hoofdstuk 2 genoemde doelstellingen. De resultaten van deze toetsing zijn weergegeven in tabel 2 van bijlage 1.

Op grond van de gegeven inventarisatie en evaluatie kan gesteld worden dat geen enkele methode of criterium geheel voldoet aan genoemde doelstellingen. Met name de doelstelling van uniformiteit kan botsen met bepaalde beheers- en beleidsdoelstellingen. Dit heeft als consequentie dat de methodiek voor bepaalde situaties aangepast dient te worden. Het betreft dan nadere indelingen op bepaalde schaalniveaus waarbij ook andere criteria een rol toebedeeld dienen te krijgen. Het flexibel zijn van de begrenzingsmethodiek, zonder de basisaanpak aan te tasten mag als doelstelling dan ook niet vergeten worden.

Indien de hydrologische samenhang als uitgangspunt wordt genomen vallen de indelingen gebaseerd op watertypen en gebiedsdekkende fysieke en functionele elementen (B,C en D) af. Een indeling naar functies en naar grondgebruik is daarnaast ook minder wenselijk omdat functies en vormen van grondgebruik (snel) kunnen wijzigen (weinig stabiel). Een indeling naar morfologie van het oppervlaktewater en haar directe fysieke omgeving (watertype) (B) valt mede af door het niet gebiedsdekkend zijn. Bij alle drie indelingen (B, C en D) is het moeilijk om te komen tot eenduidige aggregatiemethoden terwijl de grenzen van eenheden vaak niet overeenkomen met die van waterbeheersgebieden.

Ecologische relaties (ecosystemen) zijn in een nat land als Nederland in grote mate gebaseerd op en gerelateerd aan hydrologische samenhang (ecohydrologische systemen). Een indeling op grond van ecologische samenhang (A3) is echter minder wenselijk omdat de indeling met name gericht is op de functie natuur en daarmee niet gebiedsdekkend is. Ook behoeven de indelingen niet overeen te komen met (oppervlaktewater-) beheerseenheden van waterschappen, terwijl door mogelijke functiewijzigingen, watersysteemgrenzen weinig stabiel zijn.

Watersystemen begrensd op basis van oppervlaktewaterstroming en grondwaterstroming (A1, A2) hebben als belangrijkste kenmerken dat zij zelfstandige hydrologisch samenhangende gebieden vormen. Door de hydrologische samenhang is er vaak ook sprake van een ecologische samenhang in het watersysteemgebied.

Een indeling gebaseerd op grondwaterstroming of grondwatersystemen (A2) richt zich alleen op de grondwatersamenhang en past minder bij de waterbeheerspraktijk van de waterschappen. Echter in gebieden met weinig of geen oppervlaktewaterstelsels (b.v. duingebieden) zal op bepaalde schaalniveaus ingedeeld moeten worden op basis van grondwatersystemen. Daarbij moet men bedenken dat op een bepaald schaalniveau in veel gebieden grenzen van oppervlaktewatersystemen overeenkomen met die van grondwatersystemen. Dit geldt bijvoorbeeld voor het ondiepe grondwater boven scheidende lagen in hellende gebieden (sub-regionale systemen). Ook is het bijna altijd zo dat de grens tussen oppervlaktewatersystemen op lokale schaal gevormd wordt door een (lokale) grondwaterscheiding op perceelsniveau. Een en ander betekent dat oppervlaktewatersystemen en grondwatersystemen op bepaalde niveaus geïntegreerd of op elkaar aangesloten kunnen worden. Verder dient te worden opgemerkt dat belangrijke sturingsmogelijkheden voor grondwaterstroming en grondwatersystemen liggen in het oppervlaktewaterbeheer (denk aan peilverhogingen om grondwatersystemen te herstellen).

Het bovenstaande overwegende leidt ertoe dat de voorkeur uitgaat naar een begrenzingsmethodiek met als basis de stroming van oppervlaktewater (A1). **Het betreft dan de stroming van oppervlaktewater in de afvoersituatie, passend bij de 'natuurlijke' hydrologische kringloop.** Daar waar nodig dient de methodiek ruimte te laten voor andere indelingen, waarbij een indeling op basis van grondwatersystemen de voorkeur geniet (zie paragraaf 4.3).

Ten aanzien van een aantal andere punten (wateraanvoersituaties, geen eenduidige stroming in grote, vlakke poldergebieden, noodzaak tot verdere indeling van grotere peilvakken, geschiktheid voor monitoring, etc.) kan de methode minder geschikt zijn. In paragraaf 4.3 van het volgende hoofdstuk zal nader ingegaan worden op een aantal bijzondere situaties en zullen alternatieven aangegeven worden voor de gekozen methodiek. Opgemerkt wordt nog dat doelbewust niet gekozen is voor een indeling op basis van wateraanvoer. Een wateraanvoersituatie past niet of minder bij de 'natuurlijkheid' van een watersysteem en vormt veelal geen gemiddeld beeld van de oppervlaktewaterstroming.

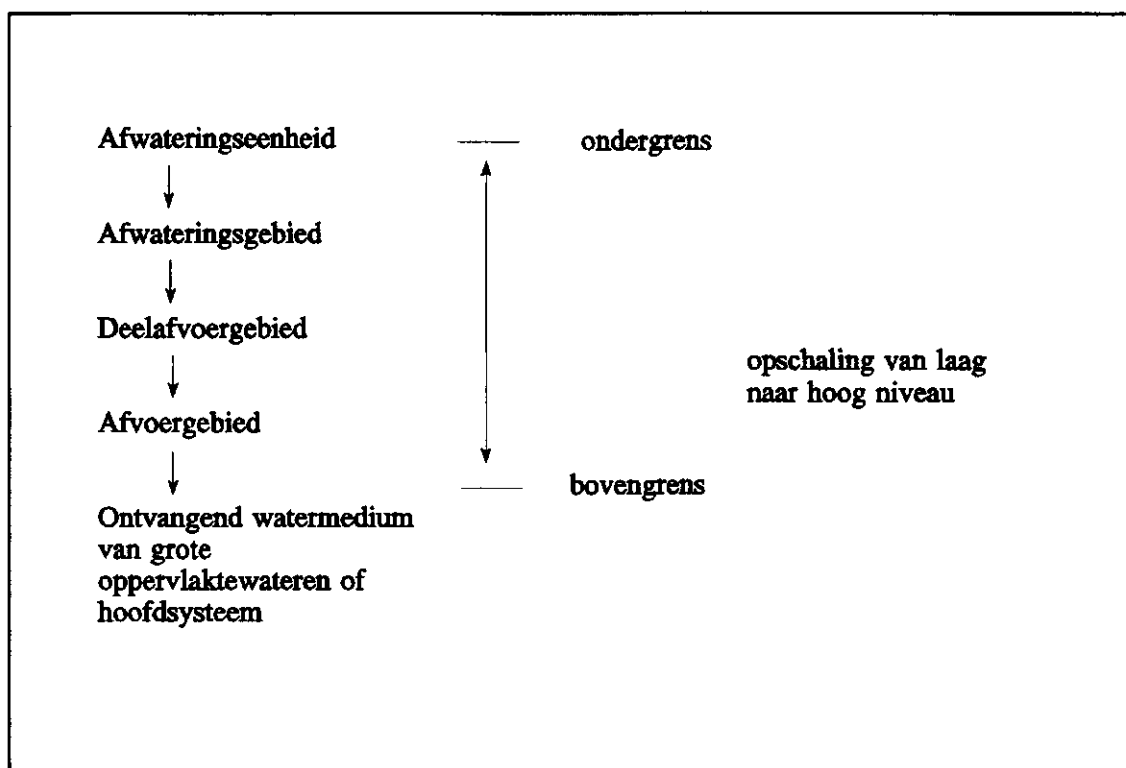
## 4. UITWERKING METHODIEK

### 4.1 AANPAK EN DEFINITIES

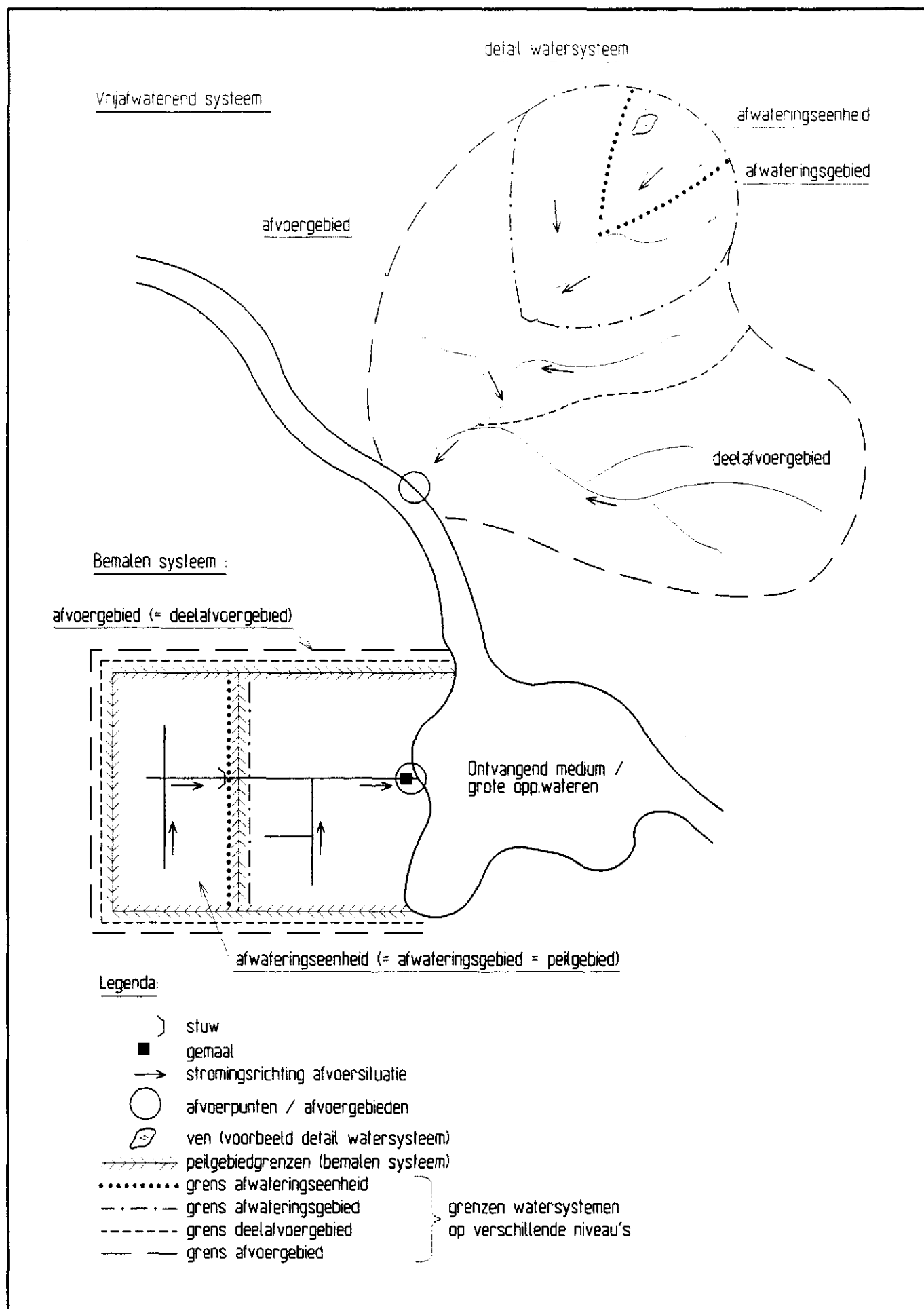
Bij de stroming van oppervlaktewater in de **afvoersituatie** ontstaat een samenhangend, hiërarchisch netwerk van waterlopen en afvoergebieden. Op het laagste niveau kunnen afwateringseenheden onderscheiden worden. Op het hoogste niveau komt men uit bij stroomgebieden van grote oppervlaktewateren. Uiteindelijk komt men in ons land uit bij de Noordzee. Om de methodiek handen en voeten te geven is het zinvol om de **aggregatiegrenzen** vast te stellen. Het gaat hierbij om een onder- en bovengrens waarbinnen de begrenzing en uitwerking van watersystemen op verschillende niveaus kan plaatsvinden. De twee niveaus zijn:

- ondergrens : afwateringseenheid (hydrologische basiseenheid).
- bovengrens : ontvangend watermedium of hoofdsysteem van grote oppervlaktewateren (grote rivieren, Noordzee, Waddenzee, IJsselmeer, grote boezemgebieden, etc.).

In figuur 1 is deze afbakening schematisch weergegeven.



Figuur 1. Afbakening schaalniveaus



Figuur 2. Oppervlaktewatersystemen (vrij afwaterend en bemalen) in relatie tot het ontvangende watermedium

Om tot afstemming van indelingen van watersystemen op verschillende niveaus te komen is het van belang om genoemde begrippen nader te definiëren en om de orde van grootte van de systemen op de verschillende niveaus aan te geven. Ter verduidelijking van de definities kan verwezen worden naar figuur 2.

De hier gehanteerde begrippen zijn zoveel mogelijk afgestemd op de 'Gegevensstandaard Water 1996' van de Unie van Waterschappen [12]. De 'Gegevensstandaard Water' dekt echter niet alle begrippen die hier gebruikt worden, hetgeen de introductie van enkele aanvullende en/of afwijkende begrippen noodzakelijk heeft gemaakt.

In de 'Gegevensstandaard Water' worden slechts twee gebiedsdekkende niveaus voor de waterafvoer onderscheiden, namelijk afwateringseenheden en afvoergebieden. Deze beide begrippen zijn in de leidraad overgenomen hoewel voor de watersysteemindeeling aanpassingen van deze begrippen noodzakelijk kunnen zijn. De aanpassingen kunnen betrekking hebben op extra indelingen van gebieden (denk aan een apart lokaal watersysteem binnen een afwateringseenheid) of op aggregatie van gebieden. Het begrip peilgebied uit de 'Gegevensstandaard Water' kan een derde niveau vormen (tussen afwateringseenheid en afvoergebied in) maar richt zich in feite op een gebied met een bepaald peilbeheer en niet op een bepaald afwateringsgebied. Daarom is deze term niet meegenomen in de benaming van watersystemen op verschillende niveaus. In plaats van peilgebied wordt hier de term afwateringsgebied gehanteerd.

#### **Afwateringseenheden**

Volgens de 'Gegevensstandaard Water' is een afwateringseenheid een gebied dat een (hydrologische) relatie heeft met een afvoervak. Het is een beheerseenheid op het laagste niveau. Deze definitie is ook bruikbaar om watersystemen op het laagste niveau in te delen. Soms zullen nadere indelingen of samenvoegingen noodzakelijk zijn.

Afwateringseenheden dienen dan beschouwd te worden als de basis-gebiedseenheden van watersystemen. Het zijn als het ware de puzzelstukjes waarmee watersystemen (op verschillende niveaus) worden opgebouwd. Het zijn kleine watersystemen op lokale schaal. Afwateringseenheden kunnen variëren van gebieden bestaande uit één of enkele grote percelen met een beperkt aantal sloten tot gebieden met een kleinschalig en intensief afwateringssysteem. Ook de grotere lokale watersystemen met een bijzonder, voor het gebied afwijkend karakter kunnen tot deze categorie gerekend worden (grotere ven-gebieden, onderbemalingen, grotere eenheden gerioleerd gebied, etc., zie beschrijving detail-watersystemen in paragraaf 4.3. Om praktische redenen dient een afwateringseenheid echter een zekere minimum oppervlakte te hebben. Ter oriëntatie kan uitgegaan worden van een orde van grootte van 10 tot 200 ha.

Een afwateringseenheid in een bemalen poldergebied komt overeen met een peilvak of peilgebied met een eigen peilbeheer (peilgebieden met grote oppervlaktes vallen direct in de categorie afwateringsgebieden). Het te handhaven peil in de afvoersituatie (veelal winterperiode) bepaalt de begrenzing. In vrij afwaterende gebieden heeft men een zekere vrijheid voor het kiezen van de grootte van een afwateringseenheid. Het meest praktisch is om vanaf de waterscheiding punten te kiezen waar waterlopen bij elkaar komen. Afwateringseenheden, zoals gedefinieerd door de waterschappen vormen bij voorkeur de basis-polygonen van oppervlaktewaterstelsels binnen REGIS/WIS [4].

### **Afwateringsgebieden**

Afwateringsgebieden ontstaan door afwateringseenheden stroomafwaarts samen te voegen. In deze begrenzingsmethodiek zijn het gebieden of watersystemen van middelbare grootte: 100 tot 2.000 ha. Afwateringsgebieden vormen intermediaire gebieden tussen het niveau van afwateringseenheden en deelafvoergebieden/afvoergebieden in. Een afwateringsgebied komt qua schaalniveau globaal overeen met de kleinere sub-regionale watersystemen, termen die gebruikelijk gehanteerd worden in grondwatersysteemanalyses (figuur 1.4 en [6]). In bemalen poldergebieden komt een afwateringsgebied overeen met een (groot) peilgebied of meerdere peilgebieden (afwateringseenheden).

### **Deelafvoergebieden**

Stroomafwaarts vormen afwateringsgebieden deelafvoergebieden. Deelafvoergebieden zijn afvoergebieden van waterlopen die niet direct lozen op het ontvangend watermedium, maar onderdeel zijn van het gehele afvoergebied van een hoofdwaterloop, afwaterend op genoemd medium.

De introductie van deelafvoergebieden kan noodzakelijk zijn voor de begrenzing van watersystemen (extra niveau) binnen grote afvoergebieden of stroomgebieden. Deelafvoergebieden hebben een orde van grootte van 1.000 tot 20.000 ha. en komen overeen met sub-regionale en (kleinere) regionale watersystemen. Voor bemalen poldergebieden is deze 'extra' knip veelal niet nodig.

### **Afvoergebieden**

Volgens de 'Gegevensstandaard Water' is een afvoergebied een gebied begrensd door stroomscheidingen, waaruit, beschouwd vanuit het afvoerpunt, het water van dat gebied afstroomt of via bemaling getransporteerd wordt naar het desbetreffende afvoerpunt. Deze definitie laat vrij hoe groot een afvoergebied is en op welke wateren een afvoergebied loost. In de voorliggende methodiek wordt een nadere invulling aan het begrip afvoergebied gegeven: onder afvoergebieden worden die gebieden verstaan die direct op het gedefinieerde ontvangende watermedium lozen. Deze definitie houdt in dat afwateringseenheden, afwateringsgebieden en deelafvoergebieden lozend op het ontvangende watermedium eveneens afvoergebieden zijn. Onderscheid kan gemaakt worden tussen bemalen afvoergebieden en vrijafwaterende afvoergebieden (figuur 2).

Een vrijafwaterend afvoergebied is het gebied waaruit het afstromende water onder vrij verval door een bepaalde hoofdwaterloop wordt afgevoerd. De stroomgebieden van de kleinere beek/riviersystemen zoals we deze in Nederland kennen (Barneveldse beek, Drentse A, Regge, Dommel, etc.) vormen allen afvoergebieden. Nabij het ontvangende watermedium kunnen echter ook kleine tot zeer kleine vrij afwaterende afvoergebieden voorkomen.

De grootte van een afvoergebied kan daardoor sterk variëren: van minder dan 10 ha tot 100.000 ha. Voor grotere afvoergebieden is het zinvol om deelafvoergebieden te begrenzen. Soms is er niet èèn enkel afvoerpunt maar kan de hoofdwaterloop vertakt zijn met meerdere afvoerpunten op het ontvangend watermedium.

Onder een bemalen afvoergebied wordt verstaan een gebied dat via èèn of meerdere gemalen afwatert op het ontvangende watermedium (boezem, zee, rivier, etc.). Ook bemalen afvoergebieden kunnen sterk in grootte variëren: van minder dan 10 ha tot meer dan 10.000 ha. (vergelijk IJsselmeerpolders met zeer kleine, veelal oudere kleine bemalingsgebieden langs rivieren, zee, meren en boezemwatergangen). Kleine bemalen afvoergebieden bestaande uit een of enkele peilgebieden, komen overeen met afwateringsgebieden of afwateringseenheden. In figuur 2 is een voorbeeld gegeven van een middelgroot bemalen afvoergebied, waarbij slechts twee indelingsniveaus zijn aangebracht: afvoergebied (= deelafvoergebied) en afwateringseenheden (= afwateringsgebieden).

#### **Ontvangend watermedium of hoofdsysteem**

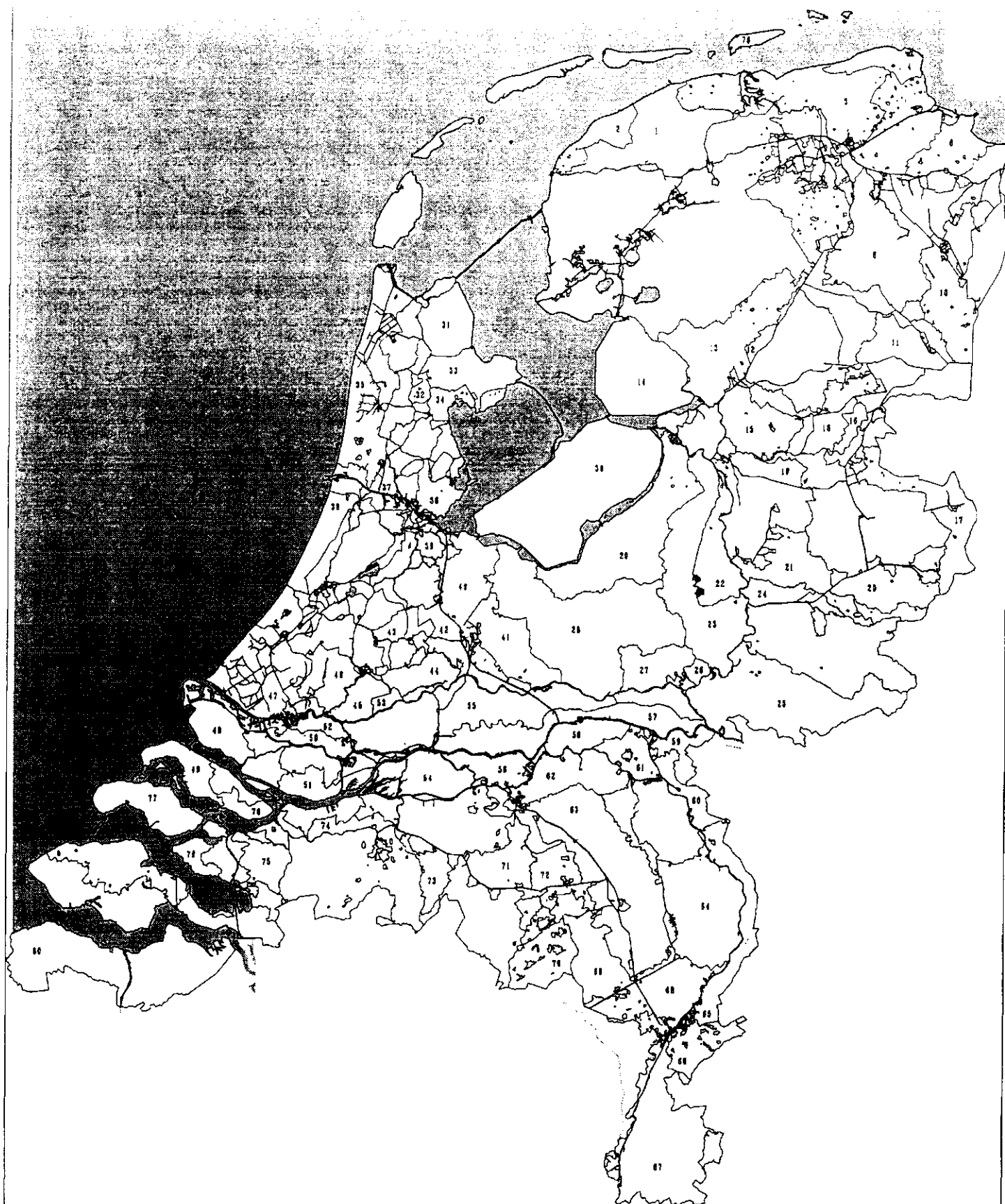
Afvoergebieden lozen op grotere wateren (Noordzee, IJsselmeer, grote rivieren, boezemwateren, etc.) welke op zich ook weer watersystemen vormen. Zo vormt het IJsselmeer een onderdeel van het Rijn-watersysteem. Uiteindelijk komt men uit bij de Noordzee.

Van het ontvangende watermedium van grote oppervlaktewateren kunnen een aantal typeringen/karakteristieken gegeven worden:

- het betreft grote waterlichamen, waarbij de verhouding tussen de wateraanvoer van het betrokken watersysteem en het totale watervolume van het ontvangende medium klein is (verzamelbak-principe);
- en/of - de waterstroming is veelal niet eenduidig, dat wil zeggen in één en dezelfde richting b.v. IJsselmeer, Friese Boezem, Markermeer);
- en/of - een groot deel van het afvoer- of stroomgebied ligt buiten Nederland; er is als het ware weinig relatie tussen de (relatief kleine) hoeveelheid gebiedseigen water wat aan het systeem wordt toegevoegd en het water uit het achterland.

#### **Cluster van afvoergebieden**

Indien er sprake is van meerdere kleine afvoergebieden die in elkaars nabijheid op het watermedium van grote oppervlaktewateren lozen kan het nodig zijn deze gebieden te clusteren op basis van hydrologische samenhang met het ontvangend watermedium.



PAWN district indeling  
(1995, op basis van het WIS)

27-SEP-1998



RWS-RIZA

Figuur 3. Stroomgebieden in Nederland volgens de PAWN-indeling

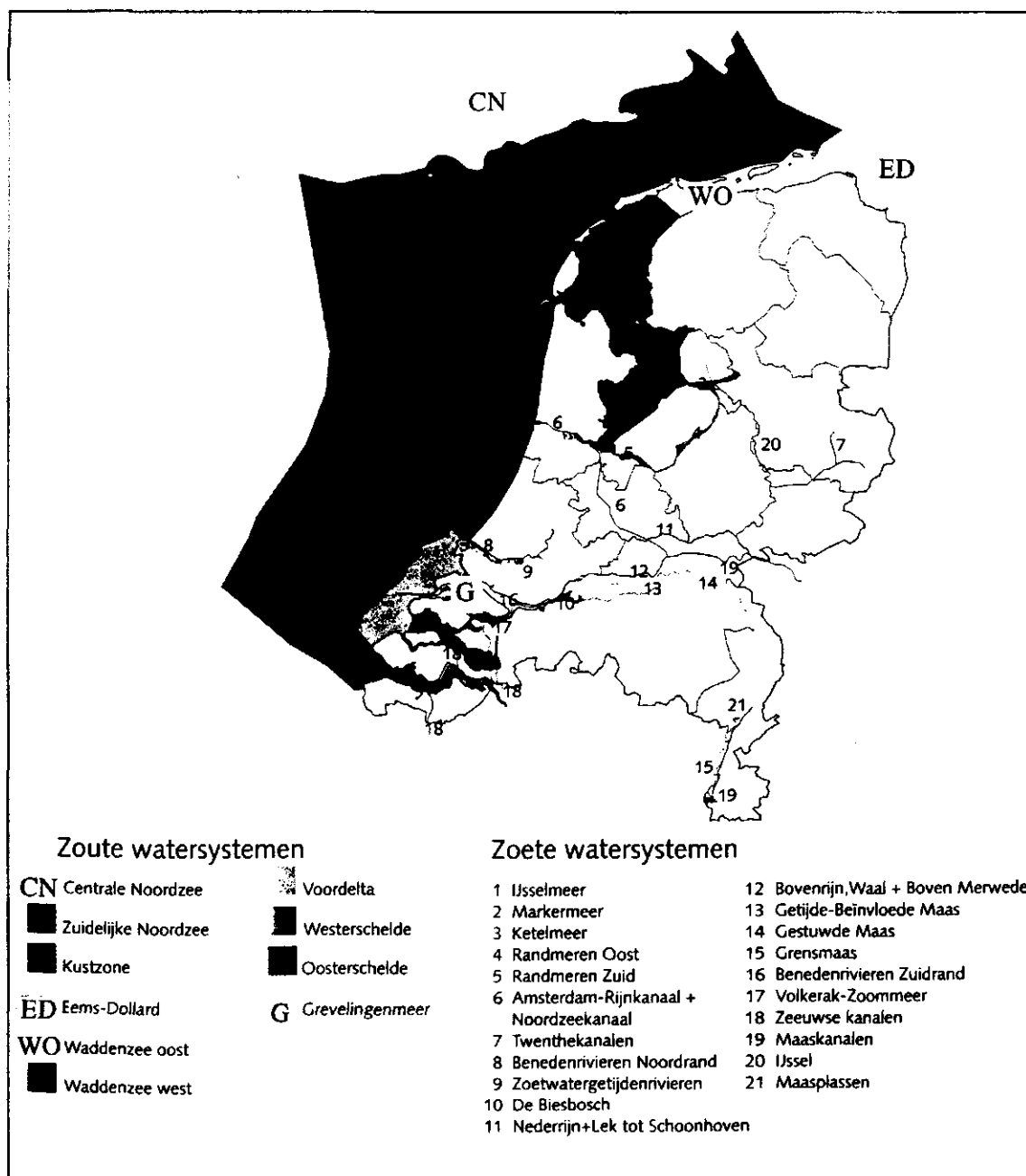
## 4.2 STAPPENPLAN OP HOOFDLIJNEN

### Stappenplan

1. Leg het ontvangende watermedium van grote oppervlaktewateren (hoofdsysteem) vast;
2. Bepaal de lozingspunten van afvoergebieden welke lozen op het ontvangende watermedium;
3. Begrens de afvoergebieden (resultaat is: watersystemenkaart lozend op ontvangend watermedium);
4. Deel de afvoergebieden in in afwateringseenheden (hydrologische basiseenheden);
5. Bouw het watersysteem van het afvoergebied hiërarchisch op, uitgaande van de afwateringseenheden en maak (indien nodig) gebruik van tussenniveaus: afwateringsgebieden en deelafvoergebieden. Hierbij kunnen globaal de volgende schaalniveaus aangehouden te worden:
  - \* 10 - 200 ha (afwateringseenheden)
  - \* 100 - 2.000 ha (afwateringsgebieden)
  - \* 1000 - 20.000 ha (deelafvoergebieden)
6. Indien gewenst voeg de kleine afvoergebieden samen tot grotere eenheden.

### Toelichting

In de eerste plaats dient opgemerkt te worden dat het voorgestelde stappenplan **niet nieuw** is maar nauw aansluit bij bestaande indelingen op nationaal, provinciaal en op waterschapsniveau. Zo worden op nationaal niveau PAWN-districten gebruikt voor de voorbereiding van het waterhuishoudkundig beleid (figuur 3). De beheerseenheden van de waterschappen vormen de basis voor het REGIS/WIS informatiesysteem. Het is daarom zaak om bestaande indelingen en informatiesystemen als eerste handvat te gebruiken. De analyse en oriëntatie op bestaande indelingen is van belang om een eerste goede afstemming te krijgen tussen de watersysteemindeling op rijksniveau en die van de provincies alsmede tussen de provincies onderling. Overigens dient wel beseft te worden dat een aantal bestaande indelingen in sommige gebieden verouderd is (Waterstaatskaarten, PAWN-districten). De uiteindelijke indeling dient dan ook gebaseerd te worden op actuele, door de waterschappen aan te leveren gegevens. Hierbij is het van belang om de 'Gegevensstandaard Water' van de Unie van Waterschappen te gebruiken. Verder dient bij voorkeur de indeling met behulp van GIS te worden gerealiseerd. Ook dient met nadruk vermeld te worden dat het aantal indelingsniveaus met bijbehorende gebiedsgroottes geen harde voorwaarde is, maar slechts een richtlijn. De methodiek laat provincies en waterbeheerders de vrijheid om een eigen invulling hier aan te geven (meer of minder niveaus, andere gebiedsgroottes). In het volgende wordt per stap of serie van stappen een korte toelichting gegeven. Voor een uitgebreidere behandeling van aandachtspunten en alternatieven (in geval het stappenplan niet voldoet) wordt verwezen naar paragraaf 4.3.



Figuur 4. Kaart van de in WSV onderscheiden watersystemen

- Ad. 1) Als uitgangspunt voor het vaststellen van het ontvangende watermedium kan de kaart van zoete en zoute Rijkswatersystemen, zoals gehanteerd in de WSV gebruikt worden (figuur 4). Daarmee wordt tevens aansluiting gevonden bij de indeling van watersystemen op nationaal niveau. Voor meerdere provincies voldoet dit 'nationale' ontvangende watermedium niet en zal een uitbreiding van het ontvangend hoofdsysteem nodig zijn.

Het gaat hierbij om het aanbrengen van een tussenniveau tussen de rijkswateren en de afvoergebieden. Zo is in Friesland de Friese Boezem een provinciaal ontvangend watermedium. Ook elders zal het noodzakelijk zijn om bepaalde hoofdwateren, zijnde niet-rijkswateren (boezemwateren, kanalen, meren) als ontvangend watermedium aan te wijzen. Het vastleggen van het ontvangende watermedium van grote oppervlaktewateren dient bij voorkeur in overleg tussen Rijk, Provincie en de waterschappen plaats te vinden.

- Ad 2/3) Bij de bepaling van de afvoerpunten met bijbehorend afvoergebied dient men een zekere minimum afvoeroppervlakte aan te houden. Aanbevolen wordt om gebieden met een oppervlakte kleiner dan ca. 10 ha niet mee te nemen. Deze gebieden hebben vaak een directe (hydrologische) relatie met het ontvangend watermedium van grote oppervlaktewateren en kunnen veelal tot het watersysteem van dit hoofdsysteem gerekend worden (denk aan uiterwaarden langs de rivieren, oeverlanden en kleine zomerpolders langs boezemwateren). Ook kan het voorkomen dat er meerdere afvoerpunten zijn van hetzelfde afvoergebied. Liggen deze dicht bij elkaar en wordt er afgevoerd op hetzelfde hoofdsysteem dan kan er èèn afvoergebied begrensd worden. In geval de afvoerpunten voor een belangrijk deel water van verschillende gebieden afvoeren en meer bovenstrooms een gezamenlijk afvoergebied bezitten kan het noodzakelijk zijn meerdere afvoergebieden te onderscheiden.

- Ad 4/5) Een indeling in afwateringseenheden zoals gedefinieerd in de 'Gegevensstandaard Water' vormt bij voorkeur de basis voor de watersysteem-afwateringseenheden. Afwateringseenheden, zoals gedefinieerd door de waterschappen dienen zo mogelijk ook overeen te komen met de basiseenheden in de REGIS/WIS-aanpak, waardoor uniforme geografische bewerkingen vergemakkelijkt kunnen worden. In REGIS is een afwateringseenheid gedefinieerd als de kleinste eenheid binnen een stroomgebied (afvoergebied) en vormt daarbij een basis-polygoon in het GIS.

- Ad 6) De voorgestelde methodiek zal in eerste instantie leiden tot mozaïeken van sterk in grootte variërende afvoergebieden met als uniforme eigenschap het hebben van een direct afvoerpunt op het hoofdsysteem van grote oppervlaktewateren. Kleine afvoergebieden bestaan daarbij uit èèn of enkele afwateringseenheden. Voor grote afvoergebieden kan een verdere indeling in afwateringsgebieden en deelafvoergebieden noodzakelijk zijn. Naast een indeling in afvoergebieden is het belangrijk om op verschillende schaalniveaus watersystemen te verkrijgen die qua grootte vergelijkbaar zijn. Dit is mogelijk door de kleinere afvoergebieden direct lozend op het hoofdsysteem samen te voegen tot grotere.

De mate van samenvoeging hangt af van het gewenste schaalniveau:

- schaalniveau 100 - 2.000 ha.: samenvoeging van kleine afvoergebieden in grootte overeenkomend met afwateringseenheden (samenvoeging op sub-regionaal niveau);
- schaalniveau 1.000 - 20.000 ha: samenvoeging van kleine en middelkleine - afvoergebieden in grootte overeenkomend met respectievelijk afwateringsseenheden en afwateringsgebieden (samenvoeging op regionaal/provinciaal niveau);
- schaalniveau > 20.000 ha : samenvoeging van kleine, middelkleine en middelgrote afvoergebieden in grootte overeenkomend met respectievelijk afwateringseenheden, afwateringsgebieden en deelafvoergebieden (samenvoeging op nationaal niveau).

### Resultaten

De uitvoering van de methodiek leidt tot een aantal uniforme producten waarover op verschillende niveaus overeenstemming bestaat. De belangrijkste (basis) producten zijn:

- vastgelegd ontvangend medium van grote oppervlaktewateren of hoofdsystemen;
- indeling in hydrologische basiseenheden of afwateringseenheden;
- indeling in afvoergebieden.

Daarnaast is het wenselijk dat er aanvullende watersysteemindelingen komen van gebieden met overeenkomende groottes (via extra indelingsniveaus en/of samenvoeging):

- indeling in afwateringsgebieden (orde van grootte: 200 tot 2.000 ha)
- indeling in deelafvoergebieden (orde van grootte: 2.000 tot 20.000 ha)

Voor lokale en regionale invulling geeft de methodiek een aantal vrijheden:

- nadere indeling van afwateringseenheden op grond van andere criteria (zoals bodem, grondwatersituatie, geomorfologie, etc.). Dit is met name van belang voor gebieden die grote afwateringseenheden opleveren, b.v. grote peilgebieden.
- samenvoeging van watersystemen op een bepaald indelingsniveau tot tussenniveaus op grond van andere, niet afwateringscriteria :
  - van afwateringseenheden binnen afwateringsgebieden
  - van afwateringsgebieden binnen deelafvoergebieden
  - van deelafvoergebieden binnen afvoergebieden

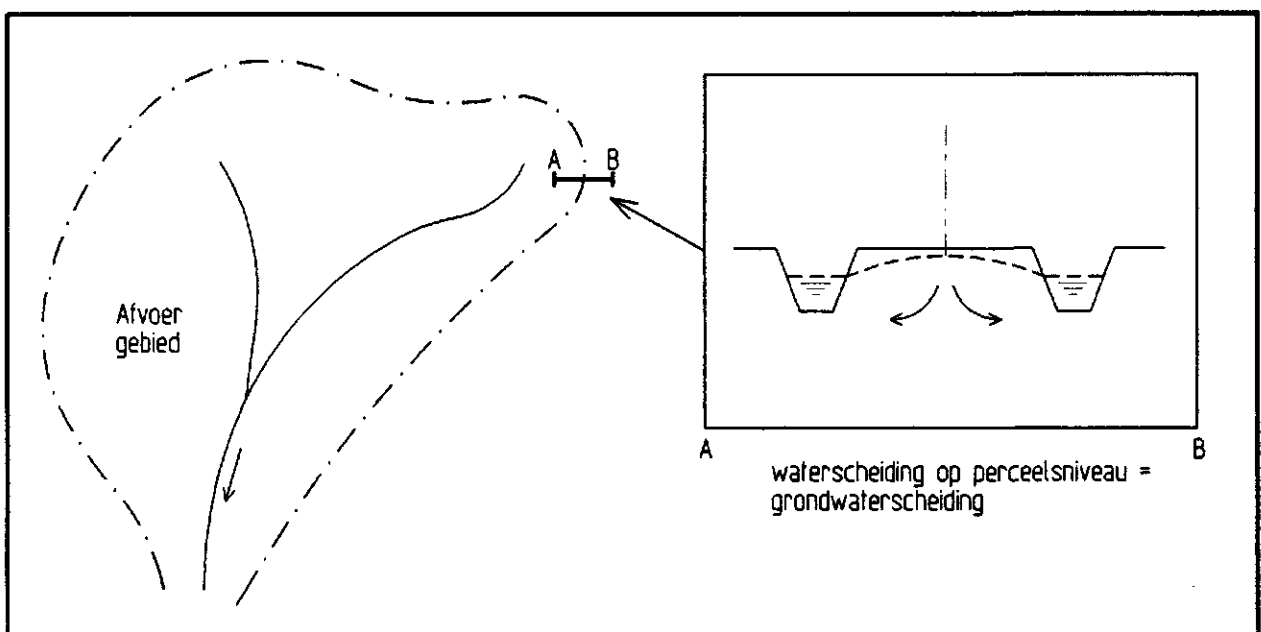
#### 4.3 AANDACHTSPUNTEN EN ALTERNATIEVEN VOOR DE GEKOZEN METHODIEK

In het volgende wordt een aantal situaties besproken waarin de gekozen methodiek niet of minder goed werkt. Voor deze situaties worden aanbevelingen gegeven voor alternatieve uitwerkingen.

##### **Gebieden met weinig of geen oppervlakteafvoer**

In hoger gelegen, goed doorlatende gronden met een grote infiltratiecapaciteit zal de afstroming van oppervlaktewater beperkt zijn. Te denken valt aan duingebieden of zandige heuvelruggen zoals de Veluwe en de Utrechtse heuvelrug. De natuurlijke grondwateraanvulling (neerslag minus verdamping) wordt in deze gebieden grotendeels afgevoerd via het grondwater. Alleen onder (zeer) natte omstandigheden wordt in bepaalde delen van deze gebieden water oppervlakkig afgevoerd (droog, latent drainagesysteem dat dan in werking treedt). In deze gebieden dienen watersystemen begrensd te worden op basis van de stroming van het grondwater, ofwel op basis van grondwatersystemen.

Deze indeling sluit echter veelal goed aan bij die van oppervlaktewatersystemen. Bedacht dient te worden dat de grondwatersysteemgrenzen in deze gebieden - bijzondere gevallen daargelaten - overeenkomen met waterscheidingen welke ook gelden bij een indeling in oppervlaktewatersystemen, zoals afvoergebieden, afwateringsgebieden en afwaterings-eenheden. Op het laagste indelingsniveau of bij de exacte begrenzing van watersystemen zal men immers bijna altijd op (ondiepe) grondwaterscheidingen uitkomen (figuur 5). De grenzen lopen over de kavels en volgen in principe de waterscheidingen op perceelsniveau (opbolling). In geval van drainage dient op het laagste niveau een nog meer gedetailleerde begrenzing aangehouden te worden: de opbolling van het grondwater tussen de drains!

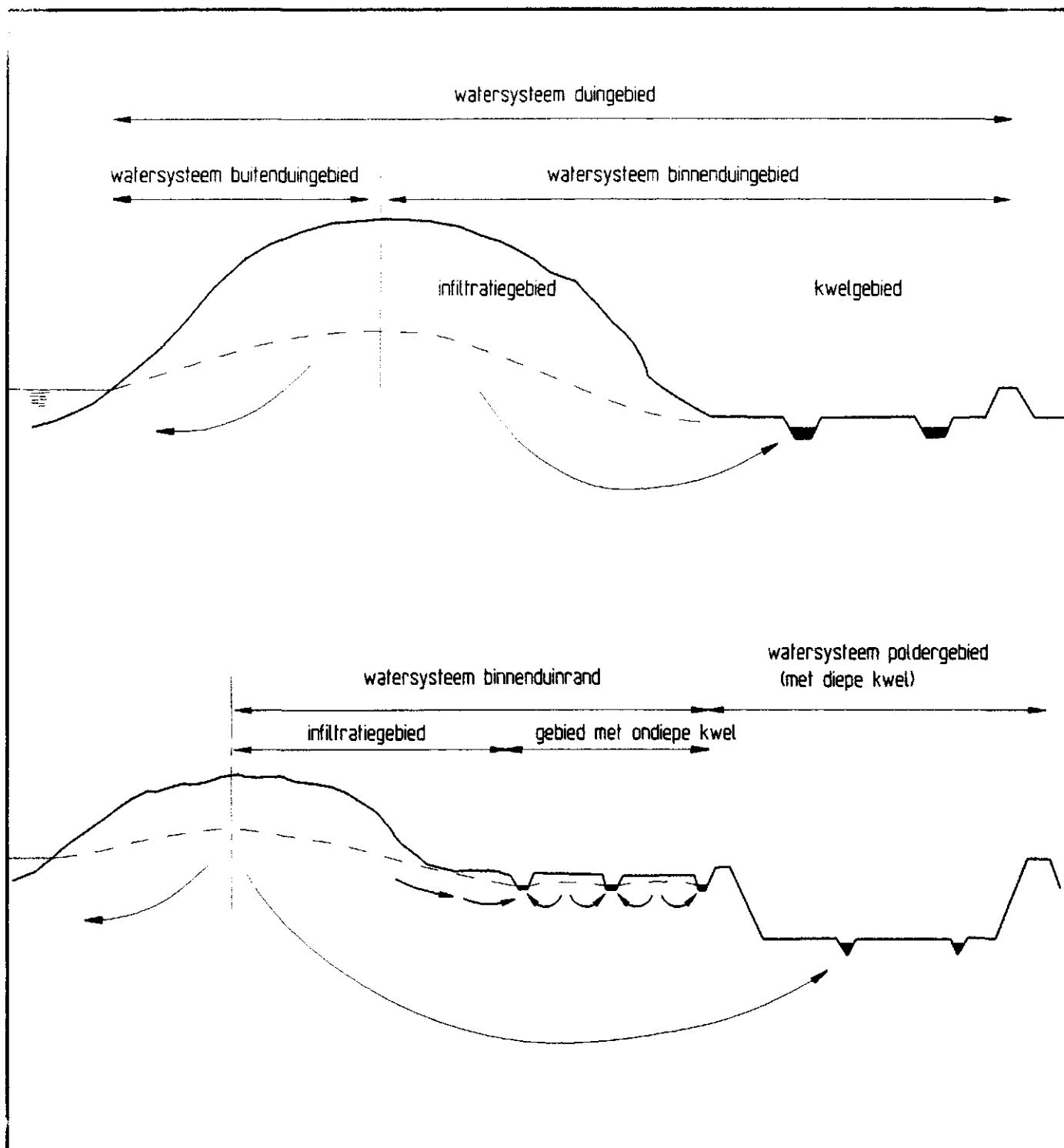


Figuur 5. Detailopname (grond)waterscheiding afvoergebied

Vanuit dit principe is een duinrug van enkele kilometers breedte te vergelijken met een kavel van enkele hectares. Voor beide dient men bij de uiteindelijke begrenzing uit te gaan van de ligging van de grondwaterscheiding. In de praktijk kan het er op neer komen dat men in genoemde gebieden basiseenheden moet onderscheiden van aanzienlijke omvang ter grootte van afwateringsgebieden of stroomgebieden (figuur 6). Het kan dan gaan om alleen infiltratiegebieden met afstroming naar het ontvangende medium (b.v. de zee) of verder weg gelegen kwelgebieden.

Grondwater uit grote infiltratiegebieden komt vaak tot afstroming in nabij gelegen beekdalen of poldergebieden. Op een hoger aggregatieniveau (b.v. afvoergebiedsniveau) kan men dan weer komen tot een samenhangend systeem van grond- en oppervlaktewater (infiltratiegebied en kwelgebied met oppervlakte wateren, zie voorbeelden watersystemen binnenduinrand van figuur 6). In geval het geïnfiltreerde water - stromend onder andere watersystemen door - op grotere afstand en meestal diffuus tot afstroming komt is er sprake van een complex grondwatersysteem (figuur 6, onderste figuur). Omdat het kwelwater veelal een lange verblijftijd kent en een beperkt aandeel heeft in de waterbalans van het ontvangende systeem en omdat de ligging van de stroombanen vaak moeilijk aan te geven is, is het moeilijk en weinig praktisch om de begrenzing van watersystemen te baseren op deze complexe grondwatersamenhang.

Aanbevolen wordt dan ook om te begrenzen op basis van afwatering, waarbij afwateringseenheden of gebieden gekarakteriseerd worden: infiltratie-afwateringseenheden met infiltratiekarakteristieken (b.v. hoeveelheid infiltratie en afstromingsrichting van het geïnfiltreerde water) en kwel-afwateringseenheden met kwelkarakteristieken (b.v. hoeveelheid kwel en oorspronggebied van de kwel).



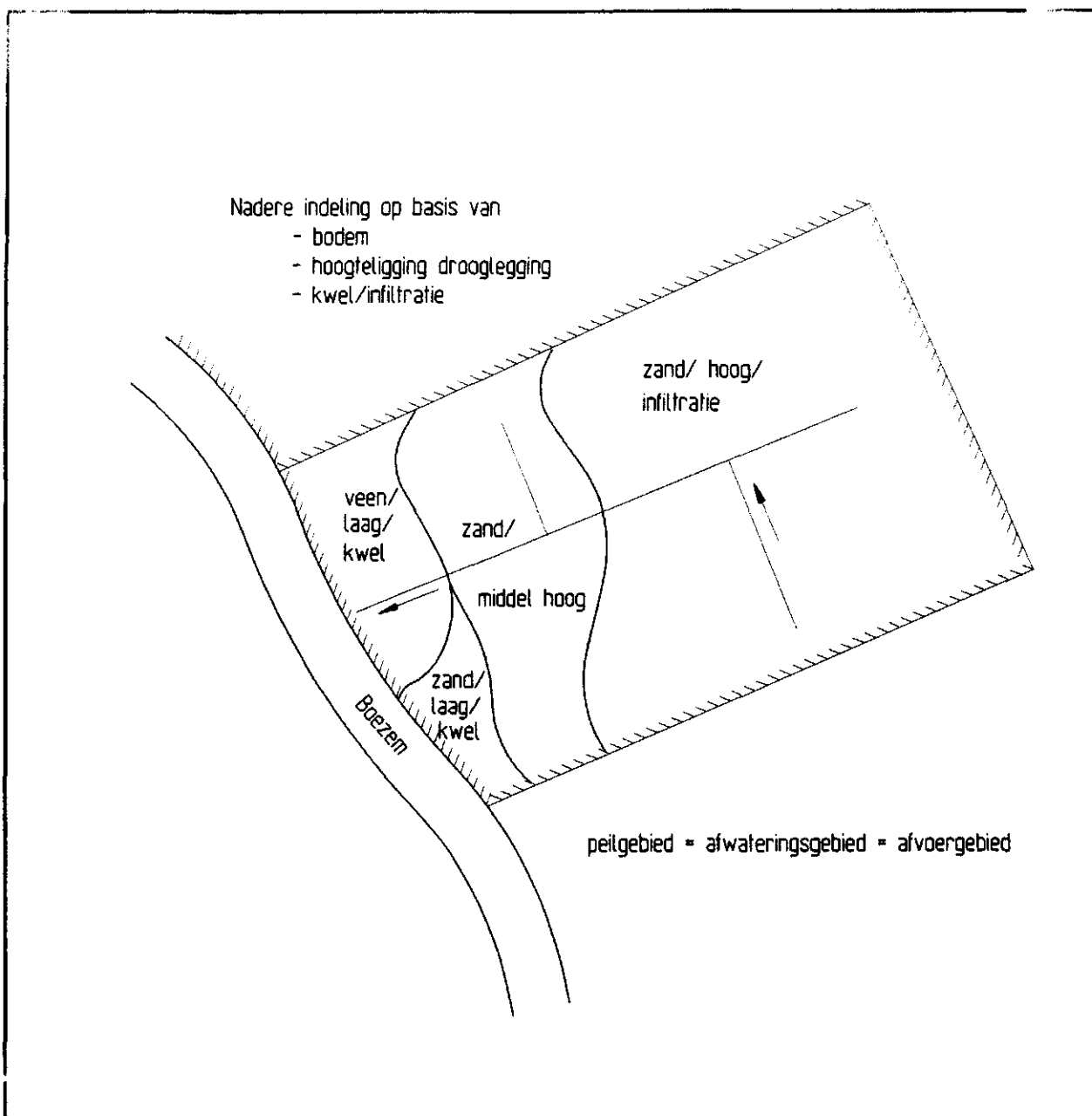
Figuur 6. Gebieden met belangrijke grondwatersamenhang

### **Detail-watersystemen**

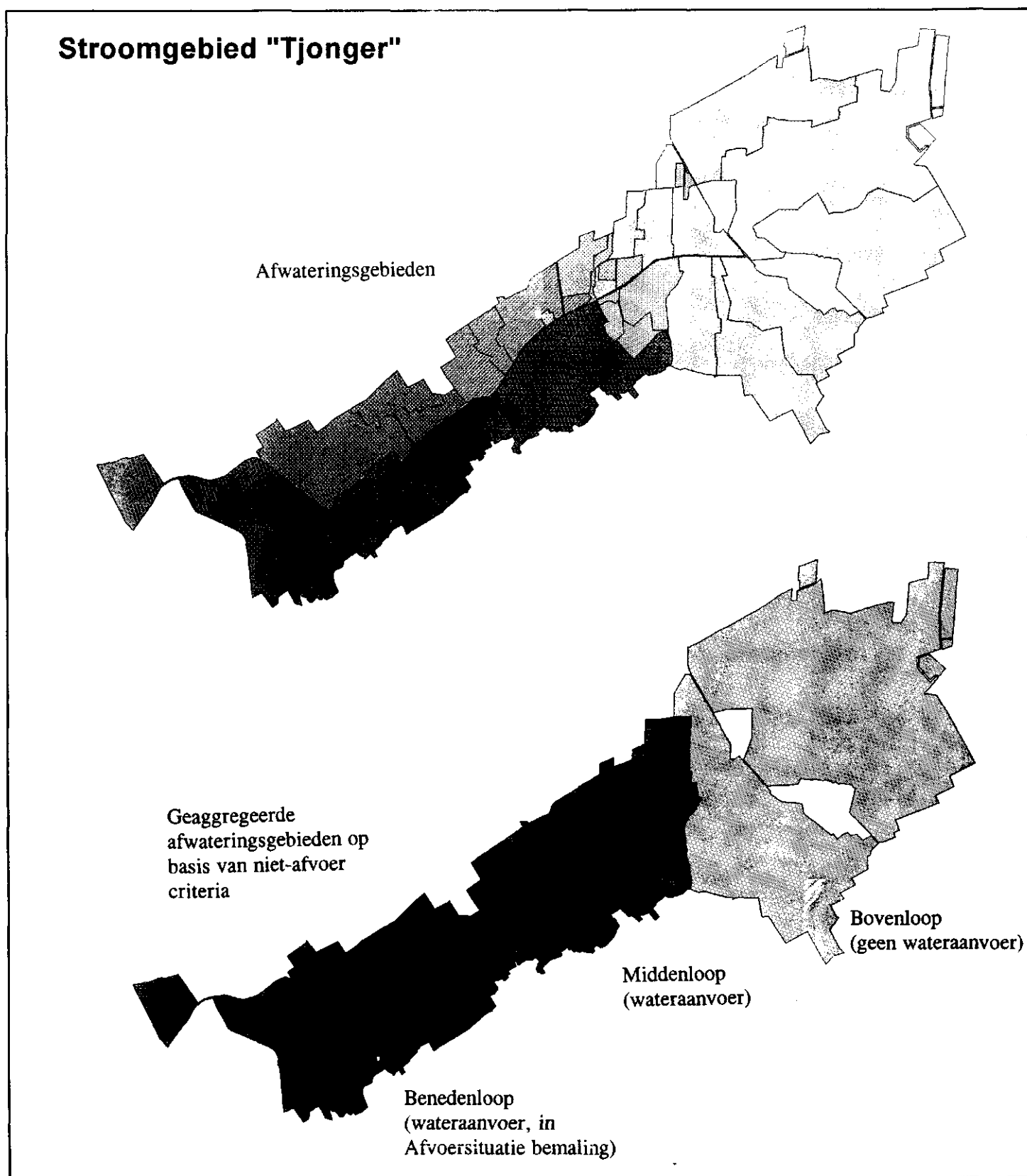
Onder detail-watersystemen worden kleine tot zeer kleine hydrologische eenheden verstaan met in het algemeen een beperkt aandeel in de gebiedsafvoer. Veelal worden deze eenheden aangeduid als (kleinere) lokale watersystemen. Als richtlijn kan uitgegaan worden van gebieden kleiner dan 10 ha. Ook vallen de (kleinere) watersystemen met een bijzonder karakter onder detail- watersystemen: vennen en dobben, onderbemalingen, zandwinputten, kleine eenheden gerioleerd gebied, etc. Een detail-watersysteem ligt in een afwateringseenheid en kan een bijzondere karakteristiek van de desbetreffende afwateringseenheid zijn. Een detail-watersysteem vormt in principe echter geen onderdeel (ruimtelijke, gebiedsdekkende bouwsteen) binnen de begrenzings- en aggregatiemethodiek (zie figuur 2). Er kunnen zich echter situaties voordoen waarbij een verdere indeling van afwateringseenheden tot het niveau van detail-watersystemen noodzakelijk is.

### **Nadere indeling afwateringseenheden**

In vlakke poldergebieden kunnen de afwateringseenheden grote peilgebieden beslaan, waarbij de afstromingsrichting weinig eenduidig is, dat wil zeggen het water stroomt niet altijd in dezelfde richting. Qua grootte komt een dergelijk peilgebied overeen met b.v. een afwateringsgebied. Het kan dan nodig zijn om deze peilgebieden nader in te delen op grond van andere criteria b.v. kwel/infiltratie, bodemopbouw, etc. Op deze wijze kan een nadere detaillering, tot op het schaalniveau van hydrologische basiseenheden, aangebracht worden die past in de hoofdsystematiek. Als voorbeeld is in figuur 7 een nadere indeling van een peilgebied gegeven, bestaande uit zand- en kleigebieden met verschillende kwelintensiteiten. Ook met betrekking tot specifieke functies kan het noodzakelijk zijn afwateringseenheden nader in te delen. Zo kan het wenselijk zijn om voor de functie natuur afzonderlijke beheers-eenheden te vormen binnen afwateringseenheden.



Figuur 7. Voorbeeld nadere indeling (grote) afwateringseenheid



Figuur 8. Voorbeeld van samenvoeging van afwateringsgebieden binnen afvoergebied op basis van niet-afvoer criteria

### **Nadere indeling afwateringsgebieden en afvoergebieden**

In hellende, vrij afwaterende gebieden is de waterstroming veelal eenduidig ofwel, zonder duidelijke waterhuishoudkundige ingrepen stroomt het water in dezelfde richting. In dit soort gebieden heeft men een zekere vrijheid voor het kiezen van de grootte van afwateringseenheden. De indeling kan zo gekozen of verfijnd worden dat zij via samenvoeging van gebieden globaal past bij grenzen op grond van andere criteria. Clustering van afwateringseenheden binnen een afwateringsgebied of van afwateringsgebieden binnen afvoergebieden op grond van andere criteria kan wenselijk zijn en leidt dan tot een extra indelingsniveau. In figuur 8 is een dergelijk tussenniveau voor het afvoergebied of stroomgebied van de Tjonger in Friesland gegeven. Met name voor gebieden met de functie natuur, waarvoor vaak specifieke doelstellingen gelden met bijbehorende beheersmaatregelen kan een extra indelingsniveau wenselijk zijn.

### **Duurzaamheid watersysteemgrenzen**

In hellende gebieden zijn grenzen van afwateringseenheden en gebieden vaak stabiel: stuwmaatregelen leiden tot wijzigingen in de stand van het oppervlaktewater, maar meestal niet tot wijzigingen in de afstromingsrichting (uitzonderingen daargelaten).

In de vlakke poldergebieden kunnen watersystemen zich wijzigen door het plaatsen of verwijderen van een enkele schotbalk in de stuw. Het betreft dan vaak peilgebieden (afwateringseenheden) ofwel watersystemen op een laag schaalniveau. Op een hoger schaalniveau (b.v. afwateringsgebieden met lozing via een gemaal) zal dit minder vaak voorkomen.

Indien de begrenzing van afwateringseenheden weinig stabiel is wordt voorgesteld om afwateringsgebieden :

- niet verder in te delen
- of in te delen op basis van andere, meer relevante criteria.

Een en ander betekent dat men de voorgestelde methodiek volgt tot op het niveau van afwateringsgebieden, waarvan de grenzen min of meer stabiel zijn.

### **Afvoerafhankelijke stromingssituaties**

In bepaalde situaties hangt het afvoersysteem af van de afvoerintensiteit. Hierbij kan gedacht worden aan beeksystemen waarbij de topafvoeren worden afgekoppeld. Hoewel iedere situatie afzonderlijk bekeken zal moeten worden is het wenselijk om de begrenzing te baseren op de gemiddelde afvoersituatie. Indien onder gemiddelde afvoeromstandigheden de bovenloop van een beek afgekoppeld wordt zal het noodzakelijk zijn om een 'knip' aan te brengen in het afvoergebied, waarmee er een bovenstrooms en een benedenstrooms afvoergebied ontstaan.

### **Door wateraanvoer wijzigt de grens van het watersysteem**

In een wateraanvoersituatie kan de richting van de waterstroming zich wijzigen en daarmee de systeemgrenzen en de hiërarchische opbouw van watersystemen die begrensd zijn op basis van afwatering. Of en in welke mate dit gebeurt hangt af van de waterhuishoudkundige situatie en de wijze van wateraanvoer. In poldergebieden, begrensd door boezemwateren of hogere polders, kan en wordt vaak water ingelaten op meerdere punten. Indien bij wateraanvoer de peilgebieden gehandhaafd blijven, blijven ook de grenzen gelijk. Alleen de waterhuishoudkundige situatie binnen een dergelijk peilgebied wijzigt zich (waterstromingssituatie, meerdere inlaten met mogelijk verschillende waterkwaliteiten). Vaak treft men echter bij wateraanvoer een andere waterhuishoudkundige indeling aan, waarbij peilgebieden samengevoegd worden of waarbij extra peilgebieden ontstaan (b.v. het opzetten van water in hogere, drogere delen).

In dit soort situaties kan men kiezen voor een wat grovere indeling op het niveau van afwateringsgebieden of men houdt de basisindeling op het niveau van afwateringseenheden aan met daarbij een tweede indeling voor de situatie van wateraanvoer.

In vrij afwaterende gebieden wordt veelal water bovenstrooms ingelaten (b.v. uit een systeem van hoger gelegen kanalen, met opvoergemalen in ieder kanaalpand). De stromingsrichting van het water, althans voor de hoofdwaterlopen, wijzigt dan niet. De waterkwaliteit echter wel. Stroomafwaarts bestaat het oppervlaktewater uit een mix van inlaatwater en gebiedseigen oppervlaktewater. Voor vrij afwaterende gebieden kan men het beste de watersysteembegrenzing op basis van 'natuurlijke' afwatering aanhouden, waarbij per afwateringseenheid of afwateringsgebied aangegeven wordt of en in welke mate wateraanvoer een rol speelt (watersysteemkarakteristiek). Indien wateraanvoer in belangrijke mate een watersysteem beïnvloedt, kan een nadere aggregatie van afwateringseenheden (binnen afwateringsgebieden) of afwateringsgebieden (binnen deelafvoer- en afvoergebieden) zinvol zijn. Een voorbeeld van een dergelijke extra indelingsniveau is de indeling van het afvoergebied van de Tjonger in Friesland (figuur 8).

#### **Provinciegrens overschrijdende watersystemen**

Voor watersystemen die in meerdere provincies liggen kunnen er afstemmingsproblemen zijn met betrekking tot functietoekenning, normering, monitoring, gebiedsindeling, etc. De oplossing van deze problemen ligt op bestuurlijk en politiek niveau. De voorgestelde methodiek is echter wel een stimulans voor provincies om aandacht te schenken aan genoemde afstemmingsproblemen.

#### **Stedelijk water**

De waterhuishouding van stedelijke gebieden kan complex zijn. Soms zal het noodzakelijk zijn om afzonderlijke stedelijke watersystemen af te bakenen. In het algemeen vormen of maken stedelijke watersystemen echter ook deel uit van bepaalde afwateringseenheden, afwateringsgebieden, deelafvoergebieden of afvoergebieden. De methodiek kan dan gewoon gevolgd worden. Wel zal men zich in bepaalde situaties moeten afvragen of het gewenst is om watersysteemgrenzen te leggen binnen het stedelijk gebied.

#### **Schaal**

Zoals in de vorige hoofdstukken uiteengezet is kunnen watersystemen op verschillende schaal begrensd worden. De kleinste eenheden zijn volgens de voorgestelde methodiek de afwateringseenheden, de grootste eenheden zijn de afvoergebieden met daartussen de afwateringsgebieden, deelafvoergebieden en mogelijke extra indelingen (tussen-niveaus en verfijning van afwateringseenheden, figuren 2, 7 en 8). De grootte van deze eenheden kan echter per regio sterk verschillen, afhankelijk van de fysisch-geografische en waterhuishoudkundige omstandigheden. Deze schaalproblematiek is onder andere naar voren gekomen in het watersysteembegrenzingsonderzoek van Friesland [8 en 9]. In het vrij afwaterende deel van Friesland zijn op basis van de voorgestelde methodiek relatief grote afvoergebieden (daar stroomgebieden genoemd) met oppervlaktes van 10.000 tot 20.000 ha afgebakend. De afwateringsgebieden hebben in dit deel van Friesland een gemiddelde grootte van 100 à 1.000 ha en de afwateringseenheden 10 à 100 ha. Verder zijn ook zinvolle subindelingen gegeven, waarbij binnen het afvoergebied afwateringsgebieden zijn geaggregeerd op grond van niet-waterafvoer criteria. De grootte van de afvoergebieden past bij een beleidsindeling, terwijl de grootte van afwateringsgebieden en afwateringseenheden bij beheersindelingen past.

Verwacht wordt dat men elders in den lande tot andere schaalniveaus komt, waarbij b.v. de extra indeling in deelafvoergebieden noodzakelijk zal zijn. Uit het Friese onderzoek is verder gebleken dat, uitgaande van de Friese Boezem als ontvangend watermedium, de bemalen afvoergebieden- en watersystemen veel kleiner van omvang zijn dan de vrij afwaterende afvoergebieden. Een bemalen afvoergebied is vaak gelijk aan een afwateringsgebied of zelfs afwateringseenheid. Op beheersniveau geeft een dergelijke indeling weinig problemen. Op beleidsniveau kan het noodzakelijk zijn de onderscheiden watersystemen op het hoogste niveau (afvoergebiedniveau) samen te voegen tot grotere eenheden op grond van voor het waterhuishoudkundig beleid van belang zijnde criteria. In Friesland vindt samenvoeging plaats op basis van hydrologische samenhang binnen de boezemwateren en op geomorfologische aspecten.

### **Monitoringsaspecten**

Een belangrijke eis/wens met betrekking tot de indeling in watersystemen is de functionaliteit van deze systemen voor het monitoren van de water- en milieukwaliteit. Het gaat daarbij om de vertaling van meetpuntinformatie naar vlakinformatie (gebiedsinformatie) of andersom. Het kunnen indelen van watersystemen tot detailniveaus waarbij 'homogene' deelgebieden ontstaan, welke gerepresenteerd kunnen worden door meetpunten, is hierbij van belang. De voorgestelde methodiek is bij uitstek geschikt voor het monitoren van de oppervlaktewaterkwantiteit en kwaliteit. Voor andere meetnetten is zij minder van belang (b.v. bodemkwaliteitsmeetnet). Voor het geven van watersysteeminformatie en het koppelen van meetpuntinformatie aan vlakinformatie zijn echter (veelal) dezelfde gebiedsdekkende basiskaarten nodig (denk aan bodemkaarten noodzakelijk voor bijna alle meetnetten hier genoemd). Andere, niet-oppervlaktewatermeetnetten maken dus ook gebruik van de basis-GIS-kaarten.

## 5. REFERENTIES

1. Ministerie van Verkeer en Waterstaat (1989). Water voor nu en later, derde Nota waterhuishouding. Tweede Kamer, vergaderjaar 1988-1989, 21 250, nrs. 1-2.
2. Interprovinciaal overleg IPO (1996). Projectprogramma voor de doorstart van de regionale watersysteemrapportage. April 1996.
3. Abrahamse, A.H., Baarse, G., Beek, E. van (1982). Policy Analysis of Water Management for the Netherlands, Vol. XII, Model for Regional Hydrology, Agricultural Water Demands and Damages from Drought and Salinity. Rand, Delft Hydraulics Laboratory, april 1982.
4. TNO-GG (1996). Notitie REGIS en waterschappen. G.I.-96 TNO Grondwater en Geo-Energie.
5. Rijkswaterstaat (1995). Handleiding Waterstaatkundige Informatie Systeem (WIS). Meetkundige Dienst. Hoofdafdeling Geo-Advisering, mei 1995.
6. Engelen, G.B. and Jones, G.P. (1986). Developments in the analysis of groundwater flow systems. IAHS publication no. 163, ISBN 0-947571-01-9.
7. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, RIZA en RIKZ (1996). Achtergrondnota Toekomst voor Water. RIZA nota 96.058, rapport RIKZ-96.030.
8. IWACO (1995). Watersysteembegrenzing Friesland. Presentatiedocument. Rapport 22.2811.0, 5 juli 1995.
9. Meerendonk J.H. van (1996). Van water naar watersystemen in Friesland. H<sub>2</sub>O nr. 10/1996.
10. Bureau SME/Infoplan (1994). IPO-project A900: informatiebehoefte provinciale milieubeleidsplanning + bijlagenrapport.
11. IWACO (1995). Integratie van natuur- en milieumeetnetten Drenthe. Rapport 22.2275.0, 17 oktober 1995.
12. Unie van Waterschappen (1996). Gegevensstandaard Water 1996. Deelrapport 2: beschrijving Entiteiten, 16 september 1996.
13. Engelen, G.B., J.M.J. Gieske en S.O. Los (1989). Grondwaterstromingsstelsels in Nederland. Achtergrondreeks Natuurbeleidsplan nr. 2. Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij. Staatsbosbeheer, 1989.
14. CUWVO (1988). Ecologische normdoelstellingen voor nederlandse oppervlaktewateren. Werkgroep V-1 van de Coordinatiecommissie Uitvoering Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren.
15. STOWA (1993, 1994). Ekologische beoordeling en beheer van oppervlaktewater. Meerdere deelprojecten/deelrapporten onder STOWA-project 2.1.4.

## **Bijlage 1**

### **Onderbouwing methodiek begrenzing watersystemen**

## ONDERBOUWING METHODIEK BEGRENZING WATERSYSTEMEN

### 1. BEGRIP WATERSYSTEEM

Om te kunnen komen tot een bruikbare, uniforme methodiek voor het begrenzen van watersystemen dient de definitie van 'watersysteem' duidelijk te zijn. In de Derde Nota Waterhuishouding [1] worden twee begrippen gehanteerd die tezamen duidelijk maken hetgeen onder een watersysteem verstaan dient te worden:

Waterhuishoudkundig systeem:

'Een samenhangend geheel van oppervlaktewateren en grondwatervoorkomens, waarbij in overeenstemming met het derde Indicatief Meerjarenprogramma water 1985 - 1989 met oppervlaktewater wordt bedoeld: het samenhangend geheel van water, waterbodem, oevers, technische infrastructuur en de biologische component'.

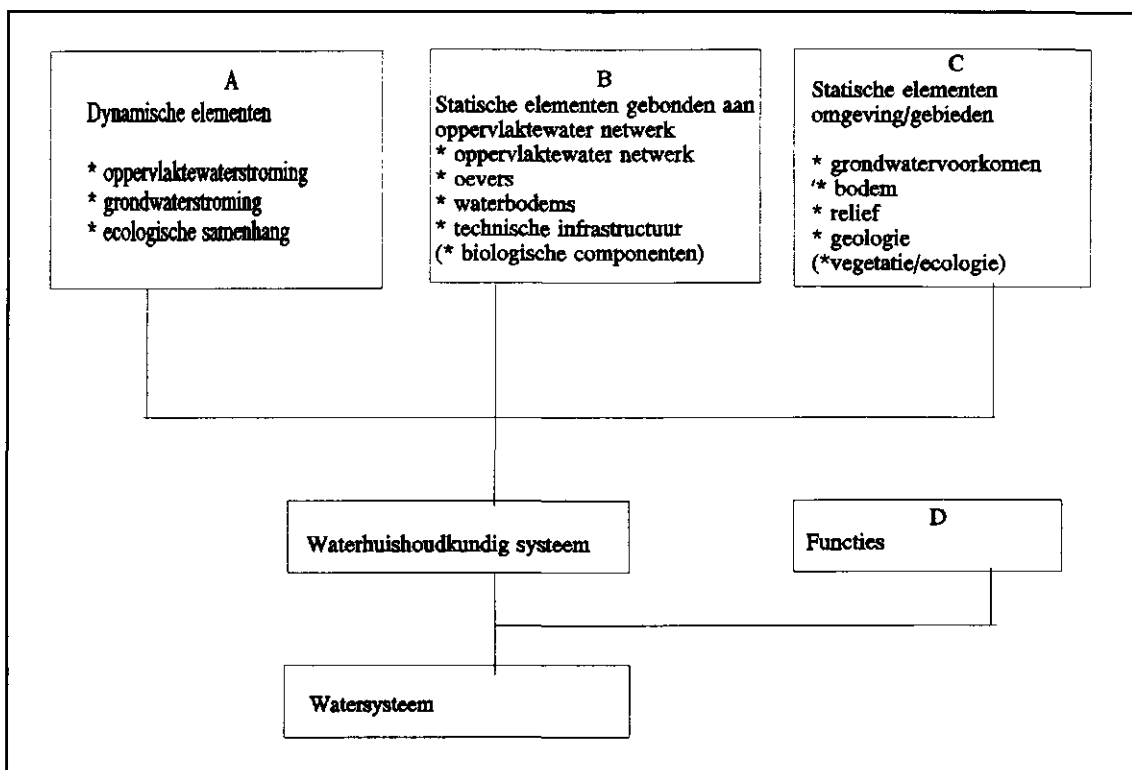
Watersysteem:

'Het kader gevormd door het waterhuishoudkundige systeem met zijn relevante omgeving, waarvan de begrenzing mede afhankelijk is van de functionele samenhang(en) waarop men de aandacht richt'.

Op grond van deze definities is een watersysteem opgebouwd uit fysieke elementen (tezamen het waterhuishoudkundig systeem vormend) en functionele elementen.

Binnen de fysieke omgeving van een watersysteem kunnen dynamische en statische elementen onderscheiden worden. Onder statische elementen worden plaatsgebonden elementen verstaan zoals oevers, waterbodems, de waterhuishoudkundige infrastructuur met veelsoortige kunstwerken en elementen van de relevante omgeving zoals bodem en reliëf. De dynamische elementen dragen zorg voor de samenhang tussen verschillende onderdelen van een systeem; het gaat hier met name om de elementen oppervlaktewater en grondwater. Biologische componenten kunnen plaatsgebonden (statisch) of plaatsonafhankelijk (dynamisch) zijn. Een bepaalde oeverbegroeiing kan binnen een watersysteem als een statisch element worden beschouwd. Faunistische elementen zijn evenwel meer dynamisch en zorgen voor interacties tussen bepaalde delen van een watersysteem. Statische elementen kunnen weer onderverdeeld worden in elementen behorend bij het netwerk van oppervlaktewateren (niet gebiedsdekkend) en gebiedsdekkende elementen b.v. delen van stroomgebieden met een bepaald bodemtype, reliëf, geologische opbouw, etc.).

Juist de dynamische elementen zorgen voor de samenhang tussen verschillende onderdelen van een watersysteem. De ecologische samenhang tussen onderdelen van een watersysteem kan complex zijn, waarbij meerdere 'oorzaak-gevolg' relaties kunnen voorkomen. Binnen de hydrologische samenhang (oppervlaktewater en grondwater) vormen de aan- en afvoer van stoffen en nutriënten belangrijke onderdelen. In figuur 1.1 is getracht de opbouw van en de samenhang tussen de verschillende elementen van een watersysteem weer te geven.



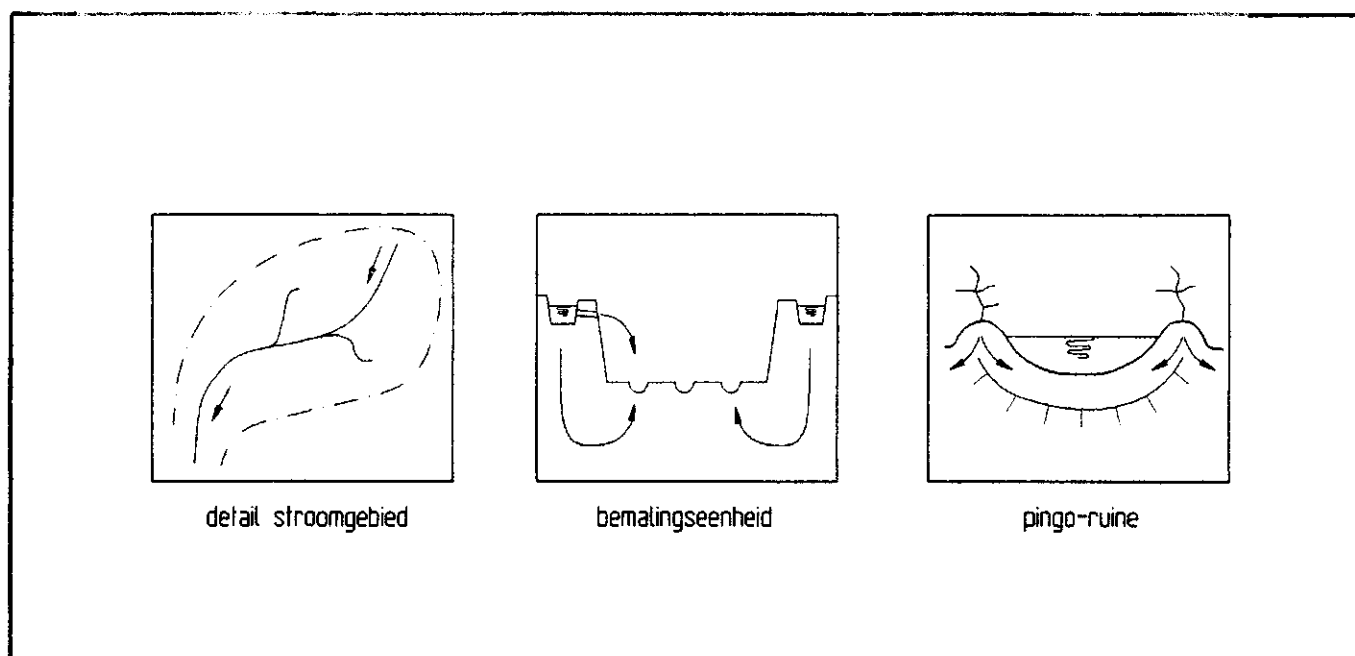
Figuur 1.1 Opbouw watersysteem

Van belang bij de indeling in watersystemen is de **schaal** waarop men werkt en de **systemensamenhang**. Met betrekking tot schaalniveaus en samenhang binnen en tussen watersystemen volgt hier een korte toelichting.

### Schaal

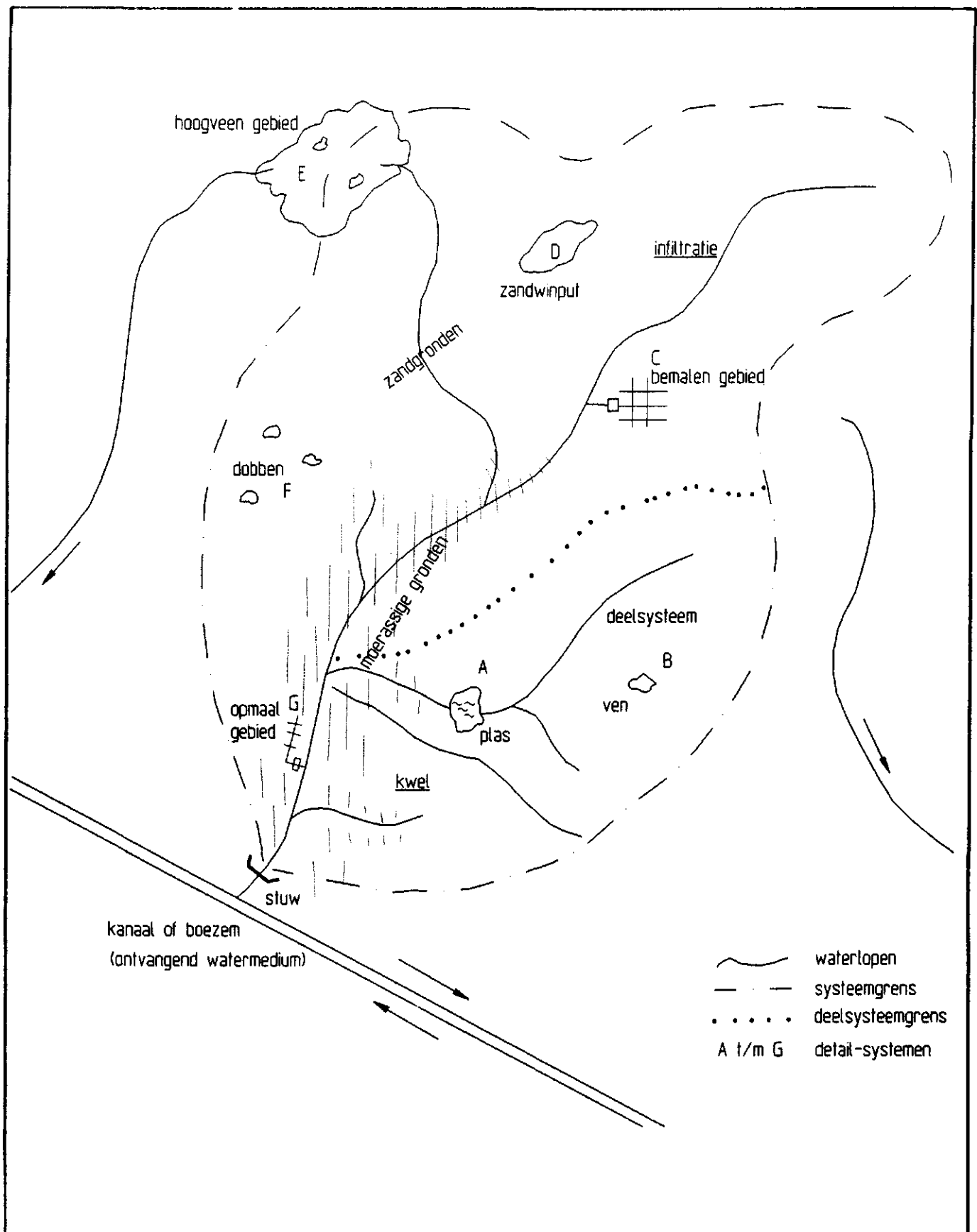
Watersystemen kunnen in principe op zeer uiteenlopende schalen in kaart gebracht worden. Op het laagste (schaal)niveau kan men sloten of delen van sloten (inclusief waterbodems en oevers) onderscheiden. Op het hoogste niveau kan men stroomgebieden van de grote rivieren (Rijn, Maas) in kaart brengen. De methodieken van indelen in systemen voor deze uiteenlopende schalen behoeven niet van elkaar te verschillen. Alle elementen zoals oppervlaktewater, grondwater, oevers, waterbodems, infrastructuur, omgeving en de biologische componenten zijn op beide schaalniveaus aanwezig. Bij een indeling op lokale schaal valt veelal een aantal indelingscriteria weg omdat zij niet onderscheidend zijn voor het in te delen gebied (bijvoorbeeld bodemtype, waterhuishouding, biotische elementen, die gelijk kunnen zijn binnen het gebied). Zo is een bovenloop in een zand-weilandgebied zonder wateraanvoer en ecologische verbindingzones eenvoudig te begrenzen op grond van de ligging van de waterscheiding (begrenzing afwateringseenheid). Veelal is deze grens topografisch bepaald. Deze gebieden zijn in sterke mate homogeen. Ook kleine polders vormen veelal eenvoudig af te bakenen homogene gebieden, hoewel hier de (zomerse) inlaat van oppervlaktewater en de toestroming van kwelwater de gebieden meer afhankelijk maakt van hun omgeving.

Op lokale schaal komen echter ook heterogene watersystemen voor, met binnen het watersysteem een variatie aan abiotische en biotische omstandigheden. Voorbeelden hiervan zijn dobben en vennen met hun directe omgeving. Door de sterke interne fysische samenhang, welke verschilt met die van de omgeving zijn deze lokale systemen veelal duidelijk af te bakenen. Enkele voorbeelden van op lokale schaal te onderscheiden systemen zijn weergegeven in figuur 1.2.



Figuur 1.2 Voorbeelden van lokale systemen

Bij een regionale watersysteemindeeling heeft men veelal te maken met heterogene gebieden waarbinnen de abiotische en biotische omstandigheden in sterke mate kunnen verschillen en waarbij meerdere systeemelementen een rol spelen (figuur 1.3). In dit geval zal rekening gehouden moeten worden met meer indelingscriteria en zal een keuze gemaakt moeten worden. Een gangbare indeling op dit niveau is de indeling in stroomgebieden of afvoergebieden, gebaseerd op één criterium: afstromend oppervlaktewater.



Figuur 1.3 Voorbeeld regionaal watersysteem

### **Systeemsamenhang**

Onder systeemsamenhang wordt verstaan de samenhang van de elementen of onderdelen binnen een watersysteem alsmede de samenhang tussen watersystemen. De samenhang is van belang voor het aggregeren en nader indelen van watersystemen. Bij het op een samenhangende wijze aggregeren van kleine tot grotere eenheden zijn aspecten van fysieke/functionele overeenkomsten en hydrologisch/ecologische samenhangen van belang. Bij aggregeren op grond van gebiedsdekkende statische elementen van watersystemen gaat het om het bij elkaar voegen van gebieden met identieke karakteristieken (gebieden met hetzelfde bodemtype, grondgebruik, functie, etc.). Dit kan gebeuren zonder dat er sprake is van hydrologische samenhang tussen geaggregeerde deelgebieden.

Indien ingedeeld en geaggregeerd wordt op basis van hydrologische beïnvloeding dan vormt het water een verbindend element. Voor oppervlaktewatersystemen in de afvoersituatie (stroomgebieden) vindt aggregatie plaats door stroomafwaarts langs de hoofdstroom nieuwe afwateringsgebieden aan de oude toe te voegen. Het watersysteem van een bepaald punt van hoofdstroom wordt gevormd door het afwaterende achterland. Op deze wijze wordt gekomen tot een eenduidige en (hydrologisch) samenhangende opbouw van een watersysteem.

## **2. MOGELIJKE BEGRENZINGSMETHODEN**

Er zijn meerdere criteria en methodes aan te geven om watersystemen te begrenzen. Afhankelijk van de invalshoek waaruit en de schaal waarop gewerkt wordt zijn verschillende indelingen mogelijk en in omloop. Ter verduidelijking kunnen een aantal voorbeelden genoemd worden:

- een waterkwantiteitsbeheerder zal een indeling voorstaan op grond van beheerseenheden, waar peilen, waterafvoer en wateraanvoer geregeld kunnen worden;
- voor de ontwikkeling van kwelafhankelijke natuurwaarden is een indeling op basis van grondwatersystemen met een afbakening van kwel- en infiltratiegebieden van belang;
- voor het grondwaterbeheer is een indeling in watervoerende pakketten en scheidende lagen een voor de hand liggend uitgangspunt;
- in de waterhuishoudingsplannen van de provincies worden aan bepaalde wateren ecologische functies toegekend, waarvoor bepaalde waterkwaliteitsnormen en doelstellingen gelden. Hierbij wordt een indeling in watertypen toegepast op basis van het aquatische milieu, waarbij de morfologie van het oppervlaktewater en andere aan het water gerelateerde factoren, zoals de bodemopbouw, een belangrijke rol spelen;
- voor de monitoring van het water- en milieubeleid zal een indeling noodzakelijk zijn waarbij puntinformatie gekoppeld kan worden aan vlakinformatie.
- een provincie als beleidsmaker is in belangrijke mate geïnteresseerd in een indeling naar functies; het gaat hierbij veelal om relatief grote gebieden.

Genoemde indelingen richten zich veelal op bepaalde delen of aspecten van het watersysteem, maar zijn in het algemeen niet gebaseerd op een evenwichtige samenhang van de onderdelen binnen het systeem en tussen de systemen.

Uitgaande van de elementen van een watersysteem kan men komen tot een samenhangend overzicht van criteria om watersystemen te begrenzen. In tabel 1.1 is dit overzicht gegeven waarbij in de linkerkolom de hoofdelementen en in de middelste kolom de onderscheiden basiselementen van een watersysteem staan aangegeven. In de rechterkolom worden gangbare indelingen genoemd welke - in meer of mindere mate - overeenkomen met de onderscheiden basiselementen.

Het overzicht van tabel 1.1 leidt tot de volgende begrenzingscriteria:

- A1 Oppervlaktewaterstroming (stroomgebieden/afvoergebieden)
- A2 Grondwaterstroming (grondwatersystemen)
- A3 Ecologische samenhang (ecosystemen)
- B Directe fysieke omgeving en morfologie (watertype)
- C Gebiedsdekkende fysieke elementen (bodem, reliëf, geologie)
- D Functionele elementen (natuur, landbouw, etc.)

Tabel 1.1 Overzicht criteria indeling in watersystemen

| Hoofdelementen watersyste-<br>men                         | Basis elementen watersysteem                             | Gangbare indelingen/<br>benamingen                                    |
|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| A Dynamische fysieke<br>elementen                         | A1 oppervlaktewaterstroming                              | --> stroomgebieden/afvoerge-<br>bieden                                |
|                                                           | A2 grondwaterstroming                                    | --> grondwatersystemen                                                |
|                                                           | A3 ecologische samenhang                                 | --> natuurdoeltypen,<br>ecosystemen                                   |
|                                                           |                                                          |                                                                       |
| B Statische fysieke elementen<br>oppervlaktewater netwerk | morfologie oppervlaktewater,<br>directe fysieke omgeving | --> watertypen                                                        |
| C Gebiedsdekkende fysieke<br>elementen                    | grondwatervoorkomen                                      | --> watervoerende pakket-<br>ten/scheidende lagen                     |
|                                                           | bodem, geologie                                          | --> bodemtypen, geologische<br>formaties, stratigrafische<br>eenheden |
|                                                           | geomorfologie, reliëf                                    | --> geomorfologische eenheden                                         |
|                                                           | vegetatie, grondgebruik                                  | --> grondgebruiktypen                                                 |
| D Functionele elementen                                   | functies                                                 | --> functiekaarten (gebieden,<br>wateren)                             |

Hieronder volgt per indelingscriterium een korte toelichting:

### **A1) Oppervlaktewaterstroming - stroomgebieden of afvoergebieden**

Waterkwaliteitsbeheerders begrenzen watersystemen op grond van afwatering, wateraanvoer en peilbeheer. Het betreft een indeling van gebiedsdekkende oppervlaktewatersystemen. Deze indeling is terug te vinden op de oude waterstaatskaart (1:50.000) en wordt op dezelfde wijze toegepast in het WIS (Water Informatie Systeem ofwel de digitale waterstaatskaart, [4]). Ook de PAWN-indeling gaat uit van afvoergebieden [3]. De indeling in afwateringsgebieden en afvoergebieden heeft ook een belangrijke functie voor het waterkwaliteitsbeheer en geeft inzicht in de emissies van stoffen in het landelijke gebied. Het RIVM zoekt voor haar nationale emissieregistratie ook een - op GIS gebaseerde - afwateringsindeling.

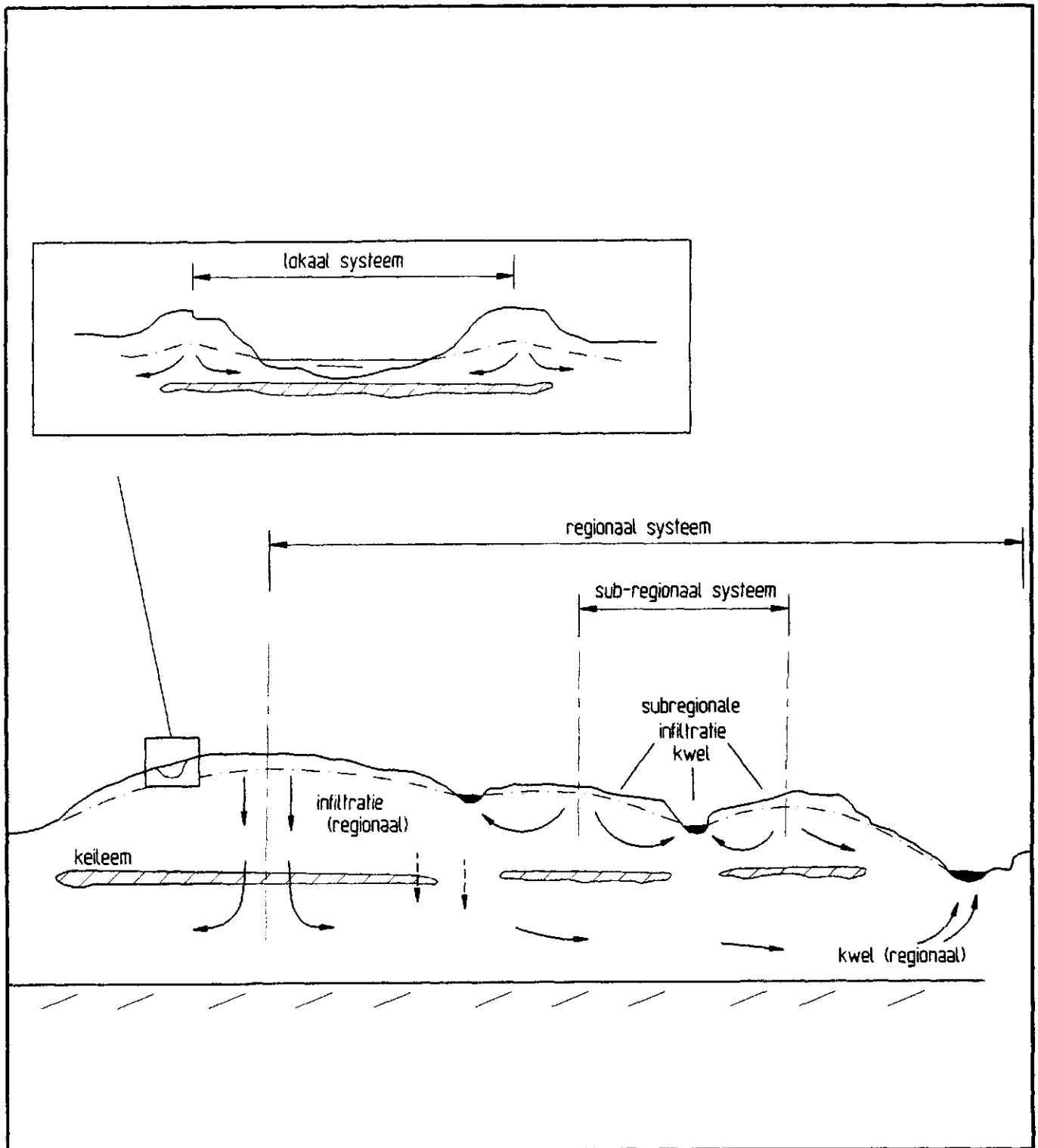
Neerslag-afvoermodellen en de hieraan gekoppelde stoftransportmodellen voor het beschrijven van het gedrag van diffuse verontreinigingen en puntlozingen gaan uit van afwaterings- en stroomgebieden [5].

De indeling is van toepassing op ieder schaalniveau. De kleinste eenheden worden gevormd door peilvakken of peilgebieden (in bemalen polders) en vrije afwateringseenheden (in stroomgebieden); de grootste eenheden zijn stroomgebieden van b.v. de grote rivieren.

Onderscheid kan gemaakt worden in afwateringsgebieden/afvoergebieden en wateraanvoergebieden. Grenzen van deze gebieden vallen vaak niet samen. Grenzen op grond van oppervlaktewaterstroming in de afvoersituatie passen meer bij de natuurlijke hydrologische kringloop en zijn meer stabiel dan die van wateraanvoergebieden. In vrij afwaterende gebieden komen de grenzen van afstromende oppervlaktewatersystemen veelal overeen met topografische grenzen. De zwaartekracht is de drijvende kracht achter deze systemen, hetgeen leidt tot een eenduidige waterstroming (in één richting gaande). In bemalen meer vlakke poldergebieden is de indeling naar afwatering minder stabiel en hangt met name af van eventuele wijzigingen in de bemaling. Echter ook in bemalen gebieden is er veelal een duidelijke relatie tussen topografie (maaiveldligging) en grenzen van peilvakken of polder-eenheden. Bij een vast peilbeheer en bemalingssysteem is in de afwateringssituatie de waterstroming veelal ook eenduidig. Voor boezemgebieden b.v. de Friese boezem) en grote oppervlaktes met meerdere inmaal- en uitmaulpunten behoeft dit niet te gelden.

### **A2) grondwaterstroming (grondwatersystemen)**

Binnen het geohydrologisch onderzoek heeft de grondwatersysteemanalyse een vaste plaats en functie gekregen. Een grondwatersysteem wordt beschouwd als een dynamisch samenhangend stromingslichaam van grondwater met in- en uitvoerzones. Deze zones kunnen natuurlijk of kunstmatig zijn. In een natuurlijk systeem is er sprake van een samenhangend systeem van infiltratie- en kwelgebieden (figuur 1.4). Grondwatersysteemanalyses worden onder andere toegepast binnen onderzoek en planvorming op het gebied van natuurontwikkeling. Ook voor het verkrijgen van inzicht in de verspreiding van bodemverontreinigingen via het grondwater zijn grondwatersysteemanalyses zinvol. Onderscheid wordt veelal gemaakt tussen regionale, sub-regionale en lokale hydrologische systemen. Een pingo-ruïne met infiltratie op de wal en kwel langs de rand van het meertje is een voorbeeld van een lokaal systeem (figuur 1.2). Regionale systemen zijn te vinden op de kaart van 'Grondwaterstromingsstelsels in Nederland' [13]. Zo vormt het Drents Plateau met omliggende kwelgebieden één regionaal systeem.



Figuur 1.4 Voorbeelden grondwatersystemen op verschillende schaalniveaus

Vaak komen grenzen van grondwatersystemen - ruwweg - overeen met die van oppervlakte-watersystemen , maar uitzonderingen komen ook voor. Met name in gebieden met veel grondwatervoeding en weinig oppervlakkige afstroming (b.v. de duingebieden) komen de indelingen niet overeen.

### **A3) ecologische samenhang (ecosystemen)**

Water is een belangrijk element in de samenhang binnen en tussen natuurgebieden. De opzet van de EHS is voor een groot deel gebaseerd op de voor de natuur van belang zijnde hydrologische potenties en samenhang van gebieden (netwerken van kwelgebieden, oppervlaktewateren, beekdalen, etc.). De EHS is evenwel niet gebiedsdekkend en geeft geen informatie over de gebieden buiten de EHS. Hetzelfde geldt voor een indeling in natuurdoeltypen welke met name van belang is voor dat deel van Nederland met een (toekomstige) natuurfunctie.

### **B) directe fysieke omgeving en morfologie (watertype)**

Een indeling in watertypen - van belang binnen het waterkwaliteitsbeheer - is in belangrijke mate gebaseerd op de morfologie en het gedrag van oppervlaktewateren en de directe abiotische omgeving van deze wateren. De CUWVO werkgroep V-1 heeft destijds 'normdoelstellingen' geformuleerd voor een 15-tal watertypen [14]. Voor de ecologische beoordeling en het beheer van oppervlaktewater hanteert de STOWA momenteel een hoofdingeling van een 5-tal watertypen [15]: stromende wateren, ondiepe meren en plassen, sloten, kanalen en zand-, grind- en kleigaten. De indeling in watertypen kan per provincie verschillen. In bepaalde provincies wordt een verdere indeling naar bodemtype aangehouden (b.v. een verdere indeling in zandsloten, veensloten, kleislotten). De indeling is alleen gebiedsdekkend voor het oppervlaktewater. Het schaalniveau varieert sterk (van ven tot boezemwateren) en de samenhang tussen de watertypen wordt minder of niet in beschouwing genomen. Er wordt niet (direct) gekeken waar het water vandaan komt of waar het heen stroomt. Zo kan een veensloot voor een belangrijk deel water van een zandgebied ontvangen en doorvoeren.

### **C) gebiedsdekkende fysieke elementen**

Indelingen in gebiedsdekkende fysieke elementen (bodem, reliëf, grondgebruik) zijn gangbare indelingen die voor verschillende doeleinden en op meerdere schaalniveaus worden toegepast:

- bodemkaarten;
- geologische en geomorfologische kaarten;
- hoogtekaarten;
- kaarten van watervoerende pakketten, scheidende lagen;
- grondgebruik en vegetatiekaarten.

Het betreft enerzijds gebiedsdekkende informatie van het fysieke medium waarbinnen hydrologische en ecologische processen zich afspelen en anderzijds de 'bekleding' van de fysieke omgeving (vegetatie) zonder (direct) te letten op ecologische samenhangen en functies.

#### **D) functionele elementen**

Deze indeling betreft een indeling naar functies die aan gebieden of wateren worden toegekend. Voor gebieden betreft dit indelingen die in streekplannen, waterhuishoudingsplannen en bestemmingsplannen worden gehanteerd (functie landbouw, natuur, recreatie, woningbouw, etc.). Voor een belangrijk deel zullen grenzen van naar functies ingedeelde gebieden overeen komen met indelingen naar huidig grondgebruik en vegetatie. In waterhuishoudingsplannen kunnen aan bepaalde oppervlaktewateren functies toegekend worden: gebruiksfuncties (b.v. drinkwater, zwemwater, viswater, etc.) en bestemmingsfuncties (ecologische doelstellingen). Een indeling naar functies van oppervlaktewateren (ecologische functie, functie zwemwater, drinkwater, etc.) is niet gebiedsdekkend, in die zin dat landelementen niet meegenomen worden.

### **3. TOETSING AAN EISEN EN KEUZE METHODIEK**

In deze paragraaf worden de onderscheiden begrenzingscriteria geanalyseerd en getoetst aan de geformuleerde doelstellingen. Hierbij zijn in tabel 1.2 de indelingscriteria en de eisen/wensen te stellen aan de methodiek in een matrix gepresenteerd. Verder zijn de doelstellingen, zoals geformuleerd in paragraaf 2.2 van de hoofdttekst nader uitgesplitst, zodanig dat getoetst is op een 9-tal doelstellingen:

- a) zelfstandige hydrologisch en ecologisch samenhangende gebieden vormen (watersysteemis)
- b) uniform toepasbaar zijn op ieder schaalniveau
- c) gebiedsdekkend zijn
- d) geschikt zijn voor monitoringsdoeleinden en het geven van systeem informatie
- e) mogelijkheden bieden voor (eenduidige) opdeling en clustering (aggregatie/integratie)
- f) flexibel zijn ten aanzien van afwijkende indelingen
- g) stabiel zijn ten aanzien van ingrepen en natuurlijke processen
- h) duidelijk en herkenbaar zijn
- i) geschikt zijn voor operationeel waterbeheer

In de matrix betekent een '+' een positieve score (voldoet aan eis) en een '-' een negatieve score (voldoet niet aan eis). De codering '+/-' geeft een beperkte geschiktheid aan. Niet alle criteria wegen even zwaar terwijl er ook sprake is van afhankelijkheid tussen bepaalde criteria. Daarom mogen de gegevens van de tabel niet kwantitatief verwerkt of geïnterpreteerd worden. **Vooropgesteld dient te worden dat de resultaten van tabel 1.2 aanleiding kunnen geven tot discussie. De bedoeling van de tabel is om een gemiddeld en richtinggevend beeld te verkrijgen van de verschillende begrenzingsmethodieken.**

Tabel 1.2 Toetsing begrenzingsmethodieken/criteria

| Doelstellingen/eisen                                                     | A1  | A2  | A3  | B   | C   | D   |
|--------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| a) zelfstandige hydrologisch en ecologisch samenhangende gebieden        | +   | +   | +/- | -   | +/- | -   |
| b) uniform toepasbaar op ieder schaalniveau                              | +   | +   | +   | +/- | +   | +/- |
| c) gebiedsdekkend                                                        | +   | +   | -   | -   | +   | +   |
| d) geschiktheid voor monitoringsdoeleinden en het geven van systeeminfo. | +/- | +/- | +/- | +/- | -   | +/- |
| e) mogelijkheden (eenduidige) opdeling en clustering                     | +   | +/- | -   | -   | -   | +/- |
| f) flexibiliteit                                                         | +/- | +/- | +/- | +/- | +/- | +/- |
| g) stabiliteit, duurzaamheid                                             | +/- | +/- | -   | +   | +   | -   |
| h) duidelijkheid, herkenbaarheid                                         | +   | -   | +/- | +/- | -   | -   |
| i) operationeel waterbeheer                                              | +   | +/- | +/- | +/- | -   | -   |

- A1 Oppervlaktewaterstroming (stroomgebieden)  
A2 Grondwaterstroming (grondwatersystemen)  
A3 Ecologische samenhang (ecosystemen)  
B Directe fysieke omgeving en morfologie (watertype)  
C Gebiedsdekkende fysieke elementen (bodem, reliëf, geologie)  
D Functionele elementen (natuur, landbouw, etc.)  
+ voldoet aan criteria  
+/- voldoet gedeeltelijk aan criteria/beperkte geschiktheid  
- voldoet niet aan criteria

### Bespreking resultaten

Een indeling op basis van **oppervlaktewaterstroming (A1)** leidt het meest tot hydrologisch en ecologisch samenhangende gebieden en geeft de beste mogelijkheden voor uniforme clustering tot grotere gebieden en opdeling in kleinere eenheden. Ook past deze methodiek het beste bij het operationele waterbeheer. De methodiek geeft de beste mogelijkheden om gebiedsgemiddelden (afwateringsgebieden, stroomgebieden) van de kwaliteit van het af te voeren water te bepalen. Het betreft hier de vertaling van gebiedsinformatie naar meetpuntinformatie.

Er zijn echter ook nadelen aan deze systematiek:

Met name in vlakke gebieden kan de systematiek instabiel zijn, dat wil zeggen de systeemgrenzen kunnen zich wijzigen onder invloed van veranderingen in het waterbeheer (b.v. peilwijzigingen). Verder behoeven systeemgrenzen in de waterafvoersituatie niet over een te komen met die van de wateraanvoersituatie. Tot slot kunnen systemen bestaan uit inhomogene deelgebieden met verschillende fysische en functionele karakteristieken, waarbij de grenzen van deze fysische en functionele eenheden weinig overeen komen met die van de op deze wijze begrensde watersystemen.

Een indeling in **grondwatersystemen (A2)** heeft als voordeel dat de grondwater-samenhang binnen en tussen systemen duidelijk in kaart gebracht wordt (infiltratie-kwelgebieden). Voor bepaalde beleids- en beheersdoelstellingen is dit wenselijk, zoals voor grondwater gerelateerde functietoekenningen onder meer ontwikkeling van natuurgebieden) en grondwaterbeheerszaken (onder meer grondwaterkwaliteitsmonitoring). De belangrijkste nadelen van een indeling in grondwatersystemen zijn:

- de indeling is sterk gericht op één onderdeel/element van het watersysteem namelijk het grondwater;
- de samenhang tussen de te aggregeren onderdelen is vaak complex en niet eenduidig (lokale ondiepe systemen boven regionale systemen);
- de systeemgrenzen zijn moeilijk vast te stellen en kunnen in de tijd verschuiven b.v. verschuiving van waterscheiding afhankelijk van seizoen, weersomstandigheden);
- indeling in grondwatersystemen past moeilijk bij de praktijk van het oppervlaktewaterbeheer;
- de indeling is weinig geschikt voor het monitoren van oppervlaktewaterkwaliteit (een groot deel van de waterstroom in het neerslag-afvoerproces is snelle afvoer; de verblijftijdsspreiding van infiltratie-kwelstromen kan zeer groot zijn).

Watersystemen begrensd op basis van **ecologische samenhang(A3)** passen goed bij gebieden met hoofdfunctie natuur. De indeling is (dan) echter niet gebiedsdekkend en gericht op één functie (de natuurfunctie) en slechts indirect op hydrologische en abiotische basis-elementen. Ook kunnen 'droge' natuurelementen een belangrijke rol spelen bij de begrenzing. Het eenduidig nader indelen en clusteren van gebieden vormt ook een probleem. Vaak kennen natuurgebieden een eigen waterbeheerssysteem, zodat knelpunten in het operationele waterbeheer mogelijk beperkt blijven.

Een indeling gebaseerd op watertypen (**directe fysieke omgeving en morfologie,B)** sluit aan bij het monitoren en het (kwaliteits)beheer van oppervlaktewateren. Het oppervlaktewaterlichaam staat hierbij centraal; de karakteristieken van de met het waterlichaam samenhangende instroom- en uitstroomgebieden zijn minder bepalend. De methodiek is niet gebiedsdekkend (geen landelementen) en uniform toe te passen op ieder schaalniveau (bij aggregatie verkrijgt men verzamelingen van individuele watersystemen zonder veel hydrologische samenhang: b.v. zandgebieden met vennen, zandvaarten, zandsloten, diepe plassen, etc.). Verder heeft de indeling weinig relatie met het grondwater.

Het werken met **gebiedsdekkende fysieke elementen** (bodem, geologie, reliëf, grondgebruik, watervoerende pakketten/scheidende lagen, etc.) leidt in principe tot enkelvoudige thematische kaarten, welke gebiedsdekkend zijn en te gebruiken op ieder schaalniveau.

De indeling kan op bepaalde niveaus leiden tot zelfstandige, hydrologische en ecologische samenhangende onderdelen (lokaal b.v. kreekruigen, beekdalgronden; regionaal Veluwe, Drents Plateau, etc.) en sluit vaak goed aan bij indeling in grondwatersystemen (infiltratiegebieden: zandgronden, hooggelegen, diepe grondwatertrappen; kwelgebieden: veen- of moerige gronden, laag gelegen, ondiepe grondwatertrappen). Ook past zij bij verschillende milieumeetnetten: bodem- en grondwatermeetnetten. De nadelen van deze indelingen liggen op het terrein van hydrologische samenhang, (eenduidige) aggregatie, het geven van oppervlaktewaterinfo en de geschiktheid voor operationele beheersdoeleinden.

Een indeling naar **functies** kan nuttig zijn voor bepaalde beleidsdoelstellingen. De belangrijkste nadelen zijn dat de indeling veelal niet leidt tot hydrologisch samenhangende gebieden en dat zij weinig stabiel is door veranderende ontwikkelingen. Ook de herkenbaarheid van grenzen en de geschiktheid voor het operationele waterbeheer zijn nadelen. Met het laatste wordt niet bedoeld dat het waterbeheer niet afgestemd zou zijn op functies (landbouw, natuur, drinkwater, etc.) maar meer dat de aan deze functies te ontlelen grenzen vaak niet overeenkomen met voor het beheer noodzakelijke praktische, fysieke grenzen.

### **Keuze methodiek**

Op grond van de gegeven inventarisatie en evaluatie kan gesteld worden dat geen enkele methode of criterium geheel voldoet aan genoemde eisen of doelstellingen. Met name het bruikbaar zijn van de methodiek voor meerdere beheer- en beleidsdoelstellingen is een eis waaraan moeilijk kan worden voldaan zonder aanpassingen. Het betreft dan nadere indelingen op bepaalde schaalniveaus waarbij ook andere criteria een rol toebedeeld dienen te krijgen. Het flexibel zijn van de begrenzingsmethodiek, zonder de basisaanpak aan te tasten mag als doelstelling dan ook niet vergeten worden. Indien de hydrologische samenhang als uitgangspunt wordt genomen dan vallen de indelingen gebaseerd op statische fysieke elementen (B, C) en functionele elementen (D) af. Een indeling naar gebiedsfuncties en naar grondgebruik is daarnaast ook minder wenselijk omdat functies en vormen van grondgebruik (snel) kunnen wijzigen (weinig stabiel). Een indeling naar morfologie van het oppervlaktewater en haar directe fysieke omgeving (watertype) (B) valt mede af door het niet gebiedsdekkend zijn. Bij alle drie indelingen (B, C en D) is het moeilijk om te komen tot eenduidige aggregatiemethoden terwijl de grenzen van eenheden vaak niet overeenkomen met die van waterbeheersgebieden.

Ecologische relaties (ecosystemen) zijn in een nat land als Nederland in grote mate gebaseerd op en gerelateerd aan hydrologische samenhang (ecohydrologische systemen). Een indeling op grond van ecologische samenhang (A3) is echter minder wenselijk omdat de indeling met name gericht is op de functie natuur en daarmee niet gebiedsdekkend is. Ook behoeven de indelingen niet overeen te komen met beheerseenheden van waterschappen, terwijl door mogelijke functiewijzigingen watersysteemgrenzen weinig stabiel zijn.

Watersystemen begrensd op basis van oppervlaktewaterstroming en grondwaterstroming (A1, A2) hebben als belangrijkste kenmerken dat zij zelfstandige hydrologisch samenhangende gebieden vormen. Door de hydrologische samenhang is er vaak ook sprake van een ecologische samenhang in het watersysteemgebied.

Een indeling gebaseerd op grondwaterstroming of grondwatersystemen (A2) richt zich daarbij alleen op de grondwatersamenhang en past minder bij de waterbeheerspraktijk van de waterschappen. Echter in gebieden met weinig of geen oppervlaktewaterstelsels (b.v. duingebieden) zal op bepaalde schaalniveaus ingedeeld moeten worden op basis van grondwatersystemen. Daarbij moet men bedenken dat op een bepaald schaalniveau in veel gebieden grenzen van oppervlaktewatersystemen overeenkomen met die van grondwatersystemen. Dit geldt bijvoorbeeld voor het ondiepe grondwater boven scheidende lagen in hellende gebieden (sub-regionale systemen). Ook is het bijna altijd zo dat de grens tussen oppervlaktewatersystemen op lokale schaal gevormd wordt door een (lokale) grondwaterscheiding op perceelniveau. Een en ander betekent dat oppervlaktewatersystemen en grondwatersystemen op bepaalde niveaus geïntegreerd of op elkaar aangesloten kunnen worden.

Verder dient opgemerkt te worden dat bij sturing van grondwaterstroming en grondwatersystemen het oppervlaktewaterbeheer (denk aan peilverhogingen om grondwatersystemen te herstellen) een belangrijke rol speelt.

Het bovenstaande overwegende leidt ertoe dat de voorkeur uitgaat naar een begrenzingsmethodiek met als basis de stroming van oppervlaktewater (A1). Het betreft dan de stroming van oppervlaktewater in de afvoersituatie, passend bij de 'natuurlijke' hydrologische kringloop.

Ten aanzien van een aantal andere punten (wateraanvoersituaties, geen eenduidige stroming in grote, vlakke polder/boezemgebieden, noodzaak tot verdere indeling van grotere peilgebieden, geschiktheid voor monitoring, etc.) kan de methode minder geschikt zijn. In paragraaf 4.3 van de hoofdtekst van dit rapport wordt nader ingegaan op alternatieve methodes voor genoemde situaties.

## **Bijlage 2**

### **Lijst van afkortingen**

## Lijst van afkortingen

|        |                                                                                    |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------|
| CIW    | Commissie Integraal Waterbeheer                                                    |
| CUWVO  | Coördinatiecommissie Uitvoering Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren             |
| GIS    | Geografisch Informatiesysteem                                                      |
| EHS    | Ecologische Hoofdstructuur                                                         |
| IPO    | Interprovinciaal Overleg                                                           |
| MOZART | Model voor de Onverzadigde Zone voor landelijke Analyses en Regionale Toepassingen |
| PAWN   | Policy Analysis of Water Management in the Netherlands                             |
| RIVM   | Rijksinstituut voor Milieuhygiëne                                                  |
| RIKZ   | Rijksinstituut voor Kust en Zee                                                    |
| RIZA   | Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling             |
| RWSR   | Regionale Watersysteem Rapportage                                                  |
| STOWA  | Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer                                          |
| WIS    | Waterstaatkundig Informatiesysteem                                                 |
| WSV    | Water Systeem Verkenningen                                                         |

### **Bijlage 3**

**Samenstelling werkgroep (CIW7-subwerkgroep 'Watersystemen'/IPO-RWSR  
deelproject 1)**

Samenstelling werkgroep (CIW7-subwerkgroep 'Watersystemen'/IPO-RWSR deelproject 1)

De heer dr. H. de Haan (voorzitter)  
Provincie Friesland

Mevrouw A. Schäfer (secretaris)  
RIZA

De heer drs. M. Vossen  
RIZA

De heer ir. P. Latour  
RIZA

De heer ir. W. Bots  
Waterschap Regge en Dinkel

Mevrouw dr. M. Witmer  
Provincie Noord-Brabant

De heer ir. G. Miedema  
Provincie Groningen

De heer L. Kaland  
Provincie Zeeland

---