

ICW Nota 1945
januari 1989

ALTERRA
Wageningen Universiteit & Research centre
Omgevingswetenschappen
Centrum Water & Klimaat
Team Integraal Waterbeheer



PROGRAMMERINGSSTUDIE VERSNIPPERING

Onderdeel hydrologische aspecten

nota

Ir J.M.P.M. Peerboom

instituut voor cultuurtechniek en waterhuishouding, wageningen

Nota's van het Instituut zijn in principe interne communicatiemiddelen, dus geen officiële publikaties.

Hun inhoud varieert sterk en kan zowel betrekking hebben op een eenvoudige weergave van cijferreeksen, als op een concluderende discussie van onderzoeksresultaten. In de meeste gevallen zullen de conclusies echter van voorlopige aard zijn omdat het onderzoek nog niet is afgesloten.

Bepaalde nota's komen niet voor verspreiding buiten het Instituut in aanmerking

I N H O U D

INHOUD.....	1
SAMENVATTING.....	2
VOORWOORD.....	4
HOOFDSTUK 1 INLEIDING.....	5
HOOFDSTUK 2 DE PLAATS VAN DE HYDROLOGIE	7
2.1 Landbouw.....	7
2.2 Landschapsbouw en Cultuurhistorie.....	8
2.3 Ecologie.....	8
HOOFDSTUK 3 HYDROLOGIE EN VERSNIPPERING.....	11
3.1 Mogelijke Hydrologische ingrepen i.v.m. Versnippering.....	11
3.2 Analyse Hydrologische Mechanismen i.v.m. Versnippering.....	13
3.2.1 Algemeen.....	13
3.2.2 Gevoeligheid voor Versnippering.....	14
3.2.2.1 Functionele Versnippering.....	15
3.2.2.2 Hydrologische Versnippering.....	16
3.2.3 Versnippering op Verschillende Schaalnivo's.....	17
3.2.3.1 Locale Schaal.....	17
3.2.3.2 Regionale Schaal.....	19
3.2.3.3 Nationale Schaal.....	20
3.2.4 Oorzaken, Gevolgen en Samenhang.....	21
3.3 Randeffecten.....	22
3.4 Voorlopige Conclusies en Onderzoeksvragen.....	22
HOOFDSTUK 4 ONDERZOEK.....	24
4.1 Overzicht Onderzoeken en Onderzoekende Instanties.....	24
4.2 Onderzoek naar Probleemveld.....	25
4.2.1 Hydrologische Eisen van Functies.....	25
4.2.2 Hydrologische Versnippering van Functionele Eenheden...26	
4.2.3 Regionale Processen en Relaties.....	28
4.2.4 Nationale Relaties.....	29
4.3 Algemene Analyse en Formulering Stand van het Onderzoek...30	
4.4 Onderzoekswensen.....	31
HOOFDSTUK 5 LITERATUUR.....	33
BIJLAGEN	
1. Samenstelling onderzoeks- en begeleidingsgroep.....	36
2. Enekele belangrijkste hydrologische fenomenen.....	37

S A M E N V A T T I N G

In de voorliggende studie staat de vraag centraal "Welke rol speelt de hydrologie binnen de problematiek van de versnippering van het Nederlandsche landschap", om van daaruit te komen tot een aantal onderzoeksaanbevelingen. Aangezien de hydrologie op zich zelf geen belang vertegenwoordigt, moet de relatie van de hydrologie met het thema versnippering beschouwd worden via andere invalshoeken die wel belangen vertegenwoordigen en waar de hydrologie invloed op heeft, zoals de landschapsecologie, de cultuurhistorie en de landbouw. Uiteindelijk is de vraag hoe door de hydrologische situatie de landbouwkundige, landschapsecologische of cultuurhistorische situatie zodanig beïnvloed wordt dat er gesproken kan worden van versnippering. In dit geval wordt met name de relatie tussen hydrologie en ecologie beschouwd.

Aangezien versnippering impliceert dat gebruiksfuncties veranderen vanwege schaalverandering en/of doorsnijding van functionele eenheden, kan vanuit de hydrologie slechts de vraag beantwoord worden of er schaalverandering of doorsnijding optreedt en niet of er dientengevolge verandering van functie optreedt. M.a.w. de hydrologie kan slechts antwoord geven op de vraag of de functionele situatie in losse stukken vervalt (fragmentatie) maar niet of het formaat en de vorm van deze stukken een functieverandering teweeg brengen (versnippering). De hydrologie kan dus functionele fragmentatie veroorzaken, die zich los daarvan kan ontwikkelen als functionele versnippering.

Naast functionele fragmentatie en versnippering, kan er ook hydrologische fragmentatie en versnippering plaatsvinden, die vervolgens de functionele situatie beïnvloeden. Onder hydrologische fragmentatie wordt dan verstaan het verschijnsel waarbij een hydrologische eenheid in stukken vervalt, bij versnippering veroorzaakt deze fragmentatie expliciet een hydrologische verandering.

Of hydrologische fragmentatie functionele fragmentatie en/of versnippering veroorzaakt of dat het omgekeerde gebeurt is moeilijk te bepalen. Hydrologie en bodemgebruik staan in voortdurende interactie met elkaar, en vormen lange oorzaak-effect-ketens, waarvan begin en eind moeilijk aanwijsbaar zijn.

De proceskennis die benodigd is voor het beschrijven van de hydrologische invloed op functionele veranderingen op met name locale en regionale schaal, is in principe reeds ontwikkeld of wordt ontwikkeld vanuit verschillende onderzoeksdoelen. Kennis hieruit voortkomend kan eenvoudig in het licht van de versnipperingsproblematiek beschouwd worden. Toepassing vraagt a.h.w. een nabewerking van bestaande kennis.

Proceskennis aangaande hydrologische fragmentatie en versnippering wordt met name ontwikkeld in verband met de bufferzoneproblematiek, vooral op locale schaal. Kennis hieruit voortvloeiend heeft direct betrekking op het (hydrologische) versnipperingsvraagstuk.

Leemten in de kennis omtrent de hydrologische invloed op versnippering moeten vooral gezocht worden op nationale schaal. Nationale inventarisatie van versnippering vanuit de verschillende invalshoeken is of nog niet uitgevoerd of wel uitgevoerd maar zelden gekoppeld aan hydrologische verschijnselen.

Behalve aan inventarisatie op nationale schaal, ontbreekt het ook aan

systematische kennis omtrent de effecten van het waterhuishoudkundig beheer en de planning op het versnipperingsproces in zijn algemeenheid, zoals de effecten van optimalisering van het peilbeheer, samenvoeging van waterschappen etc.

De voornaamste onderzoekswensen hebben dan ook betrekking op inventariserend en deels analyserend onderzoek op nationale schaal. Daarnaast is het uitvoeren van een of meerdere integrerende case-studies op regionale schaal gewenst in samenhang met andere invalshoeken.

V O O R W O O R D

Dit is het verslag van een studie naar de hydrologische aspecten in verband met de versnippering van het Nederlandsche landschap, die op het ICW is uitgevoerd in opdracht van de Raad het Milieu- en NatuurOnderzoek (R.M.N.O.).

Deze deelstudie maakt onderdeel uit van de "Programmeringsstudie Versnippering" waarin een drietal D.L.O.-instituten de opdracht kreeg om een visie vanuit hun specifieke invalshoeken te geven op het onderwerp "Versnippering". Deze invalshoeken waren naast de hydrologie respct. de landschapsecologie (RIN), de cultuurhistorie (STIBOKA), de ruimtelijke opbouw van het landschap (RBL De Dorschkamp), en de sociale en psychologische aspecten van het landschap (RBL De Dorschkamp).

Het uiteindelijke doel van de programmeringsstudie was:

- het ontwikkelen van een gemeenschappelijk begrippenkader vanuit de verschillende invalshoeken m.b.t. het onderwerp versnippering.
- het analyseren van de mechanismen die leiden tot versnippering en het formuleren van mogelijke oplossingsrichtingen.
- het rubriceren en evalueren van het bestaande onderzoek m.b.t. (aspecten van) versnippering en het formuleren van een onderzoeksprogramma.

De studie stond onder begeleiding van een begeleidingscommissie van de R.M.N.O., waarvan de samenstelling in bijlage 1. gegeven wordt.

De inhoud van deze nota dient als onderdeel van een in het voorjaar 1989 te verschijnen rapport, dat onder verantwoordelijk van het secretariaat van de R.M.N.O. uitgegeven zal worden. Dit rapport zal alle eerder genoemde invalshoeken behandelen.

Bij deze wil ik dr Jan van Bakel die als projectleider fungeerde en drs Rolf Kemmers die het concept kritisch bestudeerd heeft, van harte bedanken voor hun steun tijdens de studie. Tevens wil ik de leden van de onderzoeksgroep en de begeleidingscommissie bedanken voor de goede samenwerking.

Jacques Peerboom.

1 I N L E I D I N G

Om de reikwijdte van het onderwerp "Hydrologie en Versnippering" te kunnen aangeven, moet allereerst een definitie van het begrip "Hydrologie" gegeven worden. C.H.O.-T.N.O. (1986) definieert het begrip als volgt:

"De leer van het voorkomen, het gedrag en de chemische en fysische eigenschappen van water in al zijn verschijningsvormen op en beneden het aardoppervlak, uitgezonderd het water in de zeeën en oceanen."

De hydrologie houdt zich dus bezig met zowel de kwalitatieve als de kwantitatieve eigenschappen van het grond- en oppervlaktewater en hun onderlinge samenhang. Het menselijk handelen in relatie met de waterhuishouding staat, zeker in een door water beheerst gebied als Nederland, vaak centraal binnen de hydrologie.

Uitgaande van de definitie speelt de hydrologie in de problematiek van de versnippering van het landschap zeker ook een rol, hetzij in de vorm van oorzaken, gevolgen danwel in de vorm van neveneffecten.

De rol van de hydrologie in het projectkader is echter afwijkend van de rol van andere participerende disciplines binnen de studie. Alle disciplines proberen vanuit hun invalshoek oorzaken en gevolgen van de versnippering aan te dragen. Met name de gevolgen van de versnippering vanuit een bepaalde discipline beschouwd, dienen echter allen, de hydrologie uitgezonderd, een eigen op zich zelf staand belang dat als zodanig in het beleid verwoord wordt. Voorbeelden zijn het belang dat in het beleid gehecht wordt aan het beschermen van de natuur, het instandhouden van cultuur-historische monumenten en de opbouw van een evenwichtig landschap. Aan de hydrologie op zichzelf wordt in het beleid echter geen belang gehecht, de hydrologie wordt in het beleid slechts gewaardeerd in relatie met andere belangen; niet het handhaven van een hoge grondwaterstand wordt gewaardeerd, maar het daarmee samenhangende behoud of verbetering van een natuurgebied.

Dit betekent dat bij een studie naar de relatie van de hydrologie met het thema versnippering sterker dan bij de andere invalshoeken, het zwaartepunt ligt bij de relatie met andere sectoren die wel een direct maatschappelijk belang dienen i.c. de landbouw, de natuur, het landschap en de cultuur-historie etc.

De probleemstelling die in dit deelonderzoek centraal staat:

"Welke rol speelt de hydrologie binnen de problematiek van de versnippering van het Nederlandse landschap."

geeft aanleiding tot enkele onderzoeksvragen, t.w.:

in globale zin:

1. Welke hydrologische mechanismen dragen bij tot de versnippering van het landschap en waardoor worden deze mechanismen in gang gezet?
2. Wat zijn de hydrologische gevolgen van versnippering en welk effect hebben deze gevolgen op de bestaande functies in het landelijk gebied.

NOTA 1945 / JAN 1989

3. Hoe kan het proces zowel wat oorzaken als gevolgen betreft beïnvloed worden.

in specifieke zin:

1. Wat is de stand en het perspectief van het bestaande onderzoek m.b.t. het thema.
2. Welk aanvullend onderzoek is noodzakelijk.

In het navolgende zal getracht worden deze onderzoeksvragen te beantwoorden. Allereerst zal daarvoor globaal de positie bepaald worden die de hydrologie inneemt in relatie met andere disciplines en de daaruit voortvloeiende belangen.

Daarna zullen systematisch de hydrologische ingrepen behandeld worden die een rol kunnen spelen bij het vraagstuk versnippering.

Vervolgens wordt een inventarisatie en analyse uitgevoerd van het bestaande onderzoek m.b.t. het vraagstuk hydrologie en versnippering.

Tenslotte zal getracht worden vanuit het bestaande onderzoek, onderzoekswensen voor de toekomst te formuleren.

2 D E P L A A T S V A N D E H Y D R O L O G I E

Zoals in de inleiding werd aangegeven, staat de hydrologie steeds in dienst van een bepaald belang. Hydrologische ingrepen worden aldus steeds ingegeven met het oog op instandhouding of versterking van bepaalde van belang geachte functies in het landelijke gebied. Omgekeerd worden hydrologische gevolgen of randeffecten van bepaalde (al dan niet hydrologische) ingrepen steeds gewaardeerd op grond van het effect op deze functies.

Aangezien het thema versnippering betrekking heeft op veranderende functies van het landschap, zal, om inzicht te krijgen in de rol van de hydrologie binnen het thema versnippering, in het navolgende ingegaan worden op de plaats die de hydrologie inneemt binnen de verschillende disciplines die met versnippering te maken hebben.

2.1 Landbouw

Van oudsher heeft de waterbeheersing (als onderdeel van de hydrologie) in het teken gestaan van de landbouw. Met name in vroeger tijden werd haast iedere hydrologische ingreep geïnitieerd door de landbouw, hydrologische effecten werden getoetst aan het landbouwkundig belang.

Water is om voornamelijk om twee redenen van belang voor de landbouw:

- Water is een bepalende factor in de gewasproductie; een groot tekort of overschot van water in de wortelzone reduceert de gewasverdamping en daarmee de productie van het gewas.
- Water beïnvloedt de bewerkbaarheid van de grond; een overschot aan water in de grond doet de draagkracht afnemen, met als gevolg onbewerkbaarheid of bewerkbaarheid met gewasschade.

De hydrologie was in vroeger tijden dan ook voornamelijk gericht op de kwantitatieve aspecten van de waterhuishouding, i.c. het afvoeren van het overschot aan water in natte en het aanvoeren van voldoende water voor beregening en infiltratie in droge tijden.

In ruilverkavelingsverband werden daarom grote hoeveelheden land gedraineerd, werden adequate waterlopen- en slotenstelsels aangelegd en werd een begin gemaakt met het optimaliseren van het peilbeheer.

De laatste tijd richt de hydrologie zich echter niet alleen op ingrepen ten behoeve van de landbouw, maar ook op het kwantificeren en het zo mogelijk beperken van ongewenste neveneffecten via het grond- en oppervlaktewater voortkomend uit landbouwkundige activiteiten. Behalve negatieve effecten in kwantitatieve zin zoals de effecten van grondwaterstandsverlagingen en grondwateronttrekkingen voor de landbouw, op natuurgebieden, hebben de kwalitatieve aspecten van het grond- en oppervlaktewater meer aandacht gekregen. Te denken valt aan de nitraat- en fosfaatbelasting op het grondwater t.g.v. intensieve landbouw, de invloed van de waterhuishouding op de standplaats van natuurlijke vegetatie etc.

NOTA 1945 / JAN 1989

2.2 Landschapsbouw En Cultuurhistorie

Het landschap in Nederland wordt in hoge mate bepaald door het voorkomen van water, behalve de directe invloed van water op het landschap in de vorm van open water is er een sterke indirecte invloed door de invloed van het grondwater op de bovengrondse processen en activiteiten. In grote delen van Nederland heeft de verschijningsvorm van grond- en oppervlaktewater de cultuur-historie sterk medebepaald in de vorm van nederzettingpatronen, grondgebruiksvormen etc., belangrijke hydrologische ontwikkelingen zijn dan ook vaak in de tijd te traceren via de cultuurhistorie.

WACKERLIN (1984) typeert de landschappelijke waarde van het oppervlaktewater aan de hand van vier kenmerken die het landschap beïnvloeden, t.w.

- ruimtelijke kenmerken (vorm e.d.)
- temporele kenmerken (fluctuaties e.d.)
- ecologische kenmerken (flora en fauna)
- functionele kenmerken (gebruik)

In het geval van de indirecte invloed van water op het landschap via het grondwater wordt niet gesproken over kenmerken maar over indicatoren die door de hoedanigheid van het grondwater ontstaan, aangezien het grondwater niet als zodanig in het landschap te zien is. WACKERLIN (1984), onderscheidt 3 typen:

- geomorfologische indicatoren (door water gevormde landvormen)
- ecologische indicatoren (onder invloed van water staande flora en fauna)
- antropogene indicatoren (door water beïnvloed menselijk gebruik)

Vanwege de invloed van water op het landschap door de toevoeging of eliminatie van directe of afgeleide kenmerken, is het aannemelijk dat met name hydrologische ingrepen, veranderingen in het landschap teweeg kunnen brengen. Dit geldt op korte termijn vooral de ecologische indicatoren en in zekere zin de antropogene indicatoren (m.n. i.v.m. ruilverkaveling). De geomorfologische indicatoren worden doorgaans niet of slechts op zeer lange termijn door menselijke ingrepen beïnvloed. Door de samenhang van grond- en oppervlaktewater is er bijna altijd sprake van zowel een directe (oppervlaktewater) als van een indirecte (grondwaterindicatoren) beïnvloeding van het landschap, waarbij de indirecte invloed het meest in het oog springt vanwege het verhoudingsgewijs grote oppervlak dat beïnvloed wordt.

2.3 Ecologie

Binnen de landschapsecologie speelt de hydrologie een zeer vooraanstaande rol, als belangrijkste factor die van invloed is op de standplaats van veel natuurlijke vegetaties. Onder standplaats wordt hier verstaan, de directe omgeving van de plantenwortels, dus de omgeving van waaruit de plantenwortel water, zuurstof en mineralen onttrekt, operationeel vaak overeenkomend met het begrip "bodem".

In dit verband is water een zogenaamde conditionele milieufactor, d.w.z. dat deze factor tevens andere milieufactoren bepaalt, zoals de zuurstofvoorziening, de mineralenbeschikbaarheid en de temperatuur. De dimensie van deze van water afgeleide milieufactoren is afhankelijk van de herkomst van het betrokken water, de voorgeschiedenis en de processen ter plekke op de standplaats. Het kwantificeren van deze factoren is dan ook een complexe zaak waarbij relaties in de tijd, de ruimte en op het grensvlak standplaats-plant een rol spelen (zie ook KEMMERS, 1986). VERMEER (1986) onderscheidt een viertal relaties die van belang zijn bij het beschrijven van de invloed van de waterhuishouding op natuurlijke vegetaties (fig. 1):

- operationele relaties, die betrekking hebben op het grensvlak tussen wortel en bodemomgeving.
- conditionele relaties, die betrekking hebben op de omringende bodemomgeving van de plantenwortel, de feitelijke standplaats.
- positionele relaties, die betrekking hebben op de ruimtelijke beïnvloeding van de standplaats door de omringende omgeving.
- sequentiele relaties, die betrekking hebben op de veranderingen die het hele systeem in de tijd door maakt.

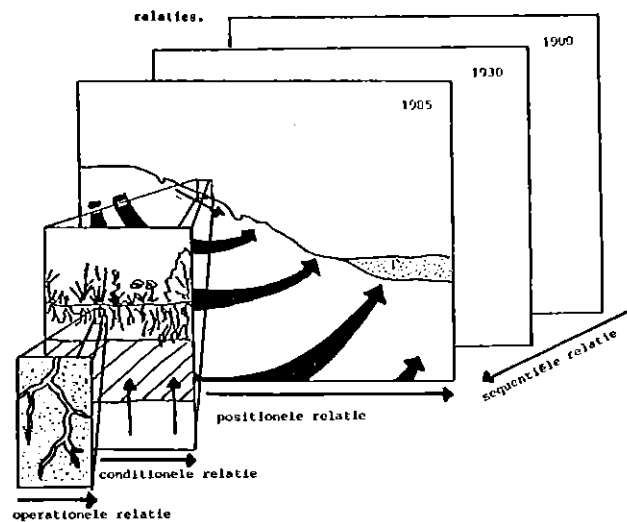


Fig. 1 Relatietypen i.v.m. de invloed van water op de ecologie (VERMEER, 1986)

Het is duidelijk dat de invloed van de hydrologie op het ecologisch leven een complexe materie betreft, waarin naast kwantitatieve aspecten nadrukkelijk ook kwalitatieve aspecten en belangrijke rol spelen. Vanwege de grote hoeveelheid natuurlijke vegetatietypen die onder de directe invloed van het grondwater staan (ongeveer 50%), de kwetsbaarheid en de vele mogelijke beïnvloedingsrelaties, gaan veel hydrologische ingrepen gepaard met veranderingen in het ecologisch milieu.

De invloed van water op de natuurlijke fauna loopt meestal parallel met de invloed op de flora, de natuurlijke vegetatie geldt meestal als "standplaatsfactor" voor de natuurlijke fauna, waardoor er sprake is van een

NOTA 1945 / JAN 1989

indirecte relatie. Een directe invloed van de factor water op de natuurlijke fauna verloopt bijna altijd via het oppervlaktewater, in sporadische gevallen echter ook via het grondwater (loopkevers, wormen etc.)

3 HYDROLOGIE EN VERSNIPPERING

Door de grote invloed die hydrologische ingrepen hebben op bijna alle functies in het landelijk gebied, is het te verwachten dat aan het specifieke thema versnippering aspecten zitten die met de hydrologie in verband gebracht kunnen worden. Dit geldt in dezelfde mate voor de tegenhanger van versnippering, namelijk het grootschaliger en eenvormiger worden van het landschap (ontsnippering).

In het navolgende zal allereerst aandacht gegeven worden aan enige concrete hydrologische ingrepen die mechanismen in gang zetten die invloed kunnen hebben op de versnippering van het landschap of juist het tegenovergestelde. Daarna wordt getracht deze hydrologische mechanismen in verband met het proces van versnippering te analyseren.

3.1 Mogelijke Hydrologische Ingrepen I.v.m. Versnippering

Bij het indelen van hydrologische ingrepen kan onderscheid gemaakt worden in ingrepen betrekking hebbende op open water en grondwater, deze kunnen vervolgens weer onderverdeeld worden in stromend en niet stromend en in diep en ondiep. Een andere indeling is mogelijk in ingrepen betreffende de waterkwaliteit en de waterkwantiteit enz. In aansluiting met de in studies over landschap gebruikelijke termen, zal hier een indeling gehanteerd worden op basis van de vorm van de ingrepen in het kaartvlak, temeer daar het verschijnsel versnippering een ruimtelijk proces is, dat wordt beïnvloed door ruimtelijk uitwerkende hydrologische processen.

Er wordt in dit verband onderscheid gemaakt in punt-, lijn- en diffuse ingrepen. Het gaat daarbij in alle drie de gevallen om fenomenen met het karakter van een put (voeding, water stroomt toe), een bron (lozing, water stroomt weg) danwel van een barriere (weerstand, water wordt tegengehouden). Hierbij zijn de begrippen "put" en "bron" overigens zeer betrekkelijk, de plaats van de waarnemer (op met maaiveld of in de watervoerende laag) bepaalt de naamgeving.

De benamingen punt, lijn en diffuus zijn relatieve begrippen, zo is de ontwatering van een perceel op zeer kleine schaal een lijn-ingreep te noemen i.c. drainbuizen, met hetzelfde recht is het echter een diffuse ingreep te noemen binnen het oppervlak van het perceel dat overal aangrijpingspunten kent in de vorm van drainbuizen en ontwateringssloten, voor een groter omsluitend natuurgebied tenslotte, heeft het perceel als geheel het karakter van een punt of een vlak. Bij het hanteren van deze begrippen is het dus van belang om de schaal waarop het begrip betrekking heeft te vermelden, in te meeste gevallen aan te duiden als lokaal, (supra-/sub-)regionaal en nationaal.

In bijlage 2. zijn de voor deze studie belangrijkste hydrologische fenomenen globaal gerubriceerd naar vorm, type en de schaal en de overwegende aard van de uitwerking, als kader waarbinnen deze deelstudie zich afspeelt. Bij deze indeling wordt de nadruk gelegd op de uitwerking die de fenomenen (veelal open-water verschijnselen) hebben op het systeem van de grondwaterbeweging. Specifieke open-water verschijnselen, die geen directe relatie hebben met het grondwater hebben, worden niet in beschouwing genomen. Te denken valt

NOTA 1945 / JAN 1989

b.v aan de invloed van open-water op het landschapsbeeld, de recreatieve aspecten van open water etc.

In bijlage 1. wordt geen principeel onderscheid gemaakt tussen punt- en vlakfenomenen, vanwege de overeenkomsten in stromingstype bij deze verschijnselen (radiaal). In beide gevallen gaat het om ingrepen die ruimtelijk een gelijkvormige radiale invloedssfeer vertonen, waarin de waterindicatoren zich manifesteren.

In de meeste gevallen betreft het hier ingrepen van het puttype, waarbij water van de omgeving onttrokken wordt, hetgeen in het algemeen een verdrogend effect heeft op de omgeving, maar vaak ook de plaatselijke kwel-/wegzijingssituatie kan beïnvloeden. De schaal waarop de ingrepen invloed hebben wordt in hoge mate bepaald door de intensiteit waarmee water onttrokken wordt en de diepte waarop zich dit afspeelt. Naarmate de schaal van de ingreep groter wordt, neemt in het algemeen ook het kwalitatieve aspect aan de ingreep in belang toe, vanwege de invloed van het diepe grondwater op de locale en regionale kwelstromingen. Door de toenemende intensivering van de landbouw wordt het kwalitatieve aspect bij ondiepe ingrepen echter ook belangrijker.

In het geval van dumpingen en lozingen van chemisch afval wordt in analogie met het voorgaande gesproken van een bron-type (er wordt iets toegevoegd).

Bij lijningrepen is er sprake van een loodrecht op de lijn gerichte invloed van de ingreep op de grondwaterstroming. De vorm van de invloedssfeer is in dit geval niet gelijkvormig maar langgerekt in de richting van de lijn. Evenals bij de punt-ingrepen, wordt de grootte van de invloedssfeer bepaald door de mate van onttrekking of toevoeging (debiet) en de diepte waarop onttrokken danwel toegevoegd wordt; een grote diepte van de lijnput betekent een grote onttrekking, in het geval van toevoegingen geldt het tegenovergestelde.

De invloedssfeer van natuurlijke en kunstmatige waterlopen wordt nog sterk uitgebreid door de interactie met de aangesloten watergangen die lokaal de grondwaterstand beïnvloeden. Dit betekent tevens dat de invloedssfeer relatief snel reageert vanwege de bijna weerstandsloze weg die het water via de watergangen in het gebied aflegt.

In het geval van diffuse verschijnselen, is de bron of de put ruimtelijk niet als zodanig aan te wijzen. Dit wordt veroorzaakt ofwel doordat de ingrepen zo talrijk zijn dat de invloedssferen van de verschillende ingrepen in elkaar overlopen zoals bij beregening door de landbouw ofwel doordat het fenomeen een ruimtelijk continu karakter heeft zoals in het geval van zure depositie. In de meeste gevallen is de invloedssfeer ruimtelijk gelijk aan het gebied waar het fenomeen aangrijpt. Veelal vinden diffuse verschijnselen dicht aan het oppervlak plaats, waardoor de invloedssfeer van de afzonderlijke ingrepen beperkt blijft, de ruimtelijke spreiding en het aantal van de ingrepen bepaalt de mate en de schaal van de verschijnselen.

3.2 Analyse Hydrologische Mechanismen I.v.m. Versnippering.

3.2.1 Algemeen

Om antwoord te kunnen geven op de vraag welke hydrologische oorzaken ten grondslag kunnen liggen aan "de versnippering van het Nederlandsche landschap", danwel welke hydrologische gevolgen de versnippering kan hebben, zullen eerst de begrippen "landschap" en "versnippering" nader ingevuld en mogelijk ingeperkt moeten worden.

Als er gesproken wordt over landschap, heeft dat in het algemeen betrekking op het waarneembare deel van de aarde dat onderhevig is aan wisselwerkingen met fysische, biologische en antropogene omgevingsfactoren. In een vorige paragraaf werd de invloed van water op het landschap via waterkenmerken van het open water en via waterindicatoren van het grondwater geschetst. In hydrologische zin zijn de direct visuele waterkenmerken vaak slechts onderdeel van het middel om het systeem van het grondwater, en daarmee de waterindicatoren, te manipuleren. Vandaar dat in dit onderdeel van de studie het oog voornamelijk gericht is op de wisselwerking die het open water met het grondwater heeft, en vervolgens de wisselwerking die het grondwater op het visuele deel van de aarde heeft.

Het begrip versnippering heeft betrekking op areaalverkleining en doorsnijding van functionele eenheden in het landschap, waarbij de eenheden van functie veranderen t.g.v. deze fragmentatie. De som der functionele delen (snippers) is na versnippering niet meer gelijk aan het geheel, versnippering voegt een positieve of negatieve meerwaarde toe aan het landschap.

In dit geval, waarbij de interactie tussen oppervlakte- en grondwater voorop staat, gaat doorsnijding van functionele eenheden vaak gepaard met areaalverkleining indien versnippering aan de orde is. Bij doorsnijding vindt deze areaalverkleining "van binnenuit" plaats (b.v. aanleggen van een waterloop met een brede laterale uitwerking), in de meeste andere gevallen vindt areaalverkleining plaats "van buitenaf" (b.v. de oprukkende ontwatering rondom natuurgebieden).

Behalve van het verschijnsel functionele verschijnsel, kan er ook sprake zijn van hydrologische versnippering, dat aanduidt dat een hydrologische eenheid in stukken vervalt of kleiner wordt, waarbij de overblijvende kleinere eenheden vanwege hun grootte, hydrologisch veranderen. In dat geval verandert de communicatie met de omgeving van de nieuwe eenheid in vergelijking met de oorspronkelijke grote eenheid. Hydrologische versnippering is in dit kader dan ook een gevolg van hydrologische fragmentatie

De hydrologie kan uitspraken doen over de hydrologische geschiktheid van een bepaalde standplaats voor een bepaalde functie, gegeven de aan water gerelateerde eisen. Ook kan de hydrologie in ruimtelijke zin uitspraken doen over de grootte van een gebied dat aan de te stellen eisen voldoet. M.a.w. er kan een uitspraak gedaan worden over een mate van fragmentatie die in bepaalde situaties optreedt. Of de overblijvende arealen voldoende zijn voor het vervullen van de functie is geen hydrologisch vraagstuk meer, maar een

NOTA 1945 / JAN 1989

landschapsecologisch, -psychologisch of een landschapsbouwkundig vraagstuk. Er kan dus formeel slechts antwoord gegeven worden op de vraag of er fragmentatie middels areaalverkleining c.q. doorsnijding plaatsvindt en niet of er daadwerkelijk functionele versnippering plaatsvindt. Dit sluit nauw aan bij de eerder genoemde "dienstverlenende" functie die de hydrologie in dit kader inneemt.

Er kan daarentegen wel een hydrologische uitspraak gedaan worden over de hydrologische fragmentatie van een eenheid, en de daardoor veranderende werking van een hydrologische eenheid t.o.v. de niet-gefragmenteerde situatie, m.a.w. er kan in principe wel een uitspraak gedaan worden over hydrologische versnippering.

Het antwoord op de vraag in hoeverre hydrologische ingrepen hebben bijgedragen tot areaalverkleining en doorsnijding van functionele eenheden, is moeilijk "hard" te maken, vanwege de vele andere ontwikkelingen die met hydrologische ingrepen gepaard gaan; de hydrologie is vaak een aspect in het hele proces.

Ook het kwantificeren van het nauwere begrip hydrologische versnippering is een twijfelachtige zaak. Het wel of niet zijn van een hydrologische eenheid is vaak arbitrair en afhankelijk van het schaalnivo. Onder een hydrologische eenheid verstaan wij het hele complex van 3 dimensionale waterstromingen in de bodem. Dit patroon van stromingen heeft echter een grote dynamiek, heeft zowel kwantitatieve als uiteenlopende kwalitatieve aspecten en kan zeer lokaal en regionaal variëren. Een uitspraak in kwantitatieve zin over "de hydrologische versnippering van Nederland" kan derhalve moeilijk verwacht worden.

Een en ander betekent dat een analyse van de versnippering met hydrologische oorzaak danwel een analyse van de hydrologische versnippering zich vooralsnog zal moeten beperken tot het aangeven van mechanismen en gevoeligheden t.a.v. hydrologische ingrepen.

3.2.2 Gevoeligheid Voor Versnippering

Onder de kop "gevoeligheid voor versnippering" worden in het navolgende zowel functionele en hydrologische fragmentatie en versnippering beschouwd. Voor het goede begrip worden deze fenomenen hier nogmaals gedefinieerd:

Onder fragmentatie wordt hier verstaan het proces waarbij areaalverkleining en doorsnijding optreedt van functionele eenheden in het landschap of de waterhuishouding.

Onder functionele versnippering wordt verstaan het proces waarbij fragmentatie leidt tot verandering van functies in het landschap (vrij vertaald R.M.N.O.-definitie).

Onder hydrologische (of ondergrondse) versnippering wordt verstaan het proces waarbij fragmentatie leidt tot verandering van de werking en daarmee vaak de functie van hydrologische eenheden.

In dit verband wordt dus het oorspronkelijke begrip "versnippering"

gescheiden in een component "fragmentatie" en een component "(eigenlijke) versnippering". Zoals reeds gezegd is de tweede term specifiek van aard dan de eerste; niet alleen de verandering maar ook de reden van de verandering van functies (fragmentatie) is belangrijk.

3.2.2.1 Functionele Versnippering

De hydrologische oorzaken die aan het proces functionele versnippering (in ons geval dus eigenlijk hydrologische fragmentatie) ten grondslag kunnen liggen, zijn feitelijk al in de eerste paragraaf van dit hoofdstuk aangegeven; alle genoemde hydrologische ingrepen hebben effect op de locale, regionale of nationale grondwater- en/of de daarmee samenhangende oppervlaktewaterstroming, die op hun beurt een relatie met functies in het landschap hebben. In feite zijn dus alle hydrologische ingrepen potentieel versnipperend. Of de ingrepen daadwerkelijk de functies in het landschap beïnvloeden, hangt samen met de eisen die de functies aan de hydrologische situatie stellen, of beter met de gevoeligheid van het pakket van eisen. Met gevoeligheid of tolerantie wordt in dit verband bedoeld, de uiterste grenzen die een grootheid in waarde kan hebben zodat de functie nog uitgeoefend kan worden.

Iedere beïnvloedende factor heeft een andere tolerantie, samen bepalen ze het bufferend vermogen van een functie, hoe groter het bufferende vermogen, hoe kleiner is de kans dat de functie aangetast wordt door ingrepen. Hydrologische toleranties kunnen gegeven worden voor de gemiddelde grondwaterstand, de seizoensfluctuaties in grondwaterstand, de chemische samenstelling van het water etc. Voor natuurgebieden zijn er een groot aantal nauwe toleranties gedefinieerd, die voor iedere type natuurgebied weer verschillen. Voor de landbouw geldt eigenlijk slechts een tolerantie i.c. de grondwaterstand, die in vergelijking met die van natuurgebieden vrij uniform en ruim is.

De motieven die aan de toleranties ten grondslag liggen, zijn vaak verschillend.

In het geval van natuurgebieden worden de toleranties bepaald met het oog op het voortbestaan van verschillende soorten natuurlijke flora en fauna, overschrijding van de toleranties heeft direct fysiek gevolgen voor de functie (herbergen van natuurwaarden). Met name voor natuurgebieden is het tevens van belang hoe vaak en hoe hevig toleranties overschreden worden, m.a.w. de toleranties worden mede bepaald door de stochastiek van het optreden van van bepaalde verschijnselen.

Bij de landbouw worden toleranties ingegeven door economische motieven, overschrijding van de toleranties heeft tot gevolg dat economische exploitatie niet meer mogelijk is, met menselijke hand wordt de functie (het bedrijven van landbouw) veranderd.

De toleranties voor de functie landschap zijn samengesteld uit verschillende toleranties van de vele deelfuncties die het landschap tot een eenheid maakt, dit houdt in dat iedere verandering altijd wel invloed heeft op een deelfunctie. De afgeleide tolerantie voor de functie landschap kan afgeleid worden uit het aantal "deeltoleranties" die overschreden worden.

Toleranties met een economisch motief zijn i.t.t. die met een direct fysieke achtergrond, te manipuleren. Te denken valt aan het toekennen van

NOTA 1945 / JAN 1989

beheersvergoedingen voor boeren die daarvoor b.v. een hydrologisch minder optimale situatie beheren t.b.v. de natuur. De tolerantie voor de functie landbouw wordt hiermee verruimd m.b.v subsidies.

Overigens ligt het gebruik niet zonder meer vast met het voldoen aan een tolerantie, verschillende toleranties kunnen overlap vertonen. Dit betekent dat hydrologische fragmentatie bij kan dragen of een gevolg kan zijn van functionele fragmentatie, er hoeft echter niet altijd sprake te zijn van beïnvloeding.

Het ligt voor de hand dat het verschijnsel functionele versnippering in het licht van hydrologische ingrepen gezien, vooral van toepassing is op natuurgebieden, enerzijds vanwege het toch al geringe bufferend vermogen van natuurgebieden t.o.v. hydrologische ingrepen, en anderzijds vanwege de grote inspanning die gedaan wordt om de productieomstandigheden in met name de landbouw (die veelal strijdig zijn met die voor de functie natuur) te optimaliseren m.b.v. het waterbeheer. Vandaar dat bij de beschrijving van het proces van functionele versnippering met een hydrologische achtergrond de nadruk ligt op de effecten die ingrepen hebben op de areaalverkleining en doorsnijding van eenheden met een natuurlijke functie. Aangezien de functie natuur een onderdeel vormt van de functie landschap, wordt hiermee ook de functie landschap impliciet betrokken.

3.2.2.2 Hydrologische Versnippering

Bij het vanuit hydrologische oogpunt beschrijven van de gevoeligheid van eenheden voor hydrologische versnippering, kan wel gesproken worden van versnippering in de formele zin van het woord; t.g.v. ingrepen waarbij hydrologische eenheden in losse stukken vervallen kan een uitspraak gedaan worden over het hydrologisch functioneren t.g.v. schaalverkleining en/of doorsnijding. De gevoeligheid van systemen voor hydrologische versnippering hangt af van de communicatie van die systemen met de buitenwereld, indien die communicatie verstoord wordt is er sprake van versnippering.

In het geval van areaalverkleining van hydrologische eenheden bepaalt de oppervlakte-omtrek verhouding de gevoeligheid voor versnippering. Hoe kleiner een eenheid wordt, hoe kleiner wordt ook de oppervlakte-omtrekverhouding. De grotere relatieve omtrek impliceert dat het contact met het omringende (afwijkende) systeem groter wordt, en dat de invloed van dat systeem groter wordt en dus de aard van de versnipperde eenheid veranderd. E.e.a. is verduidelijkt in fig 2.

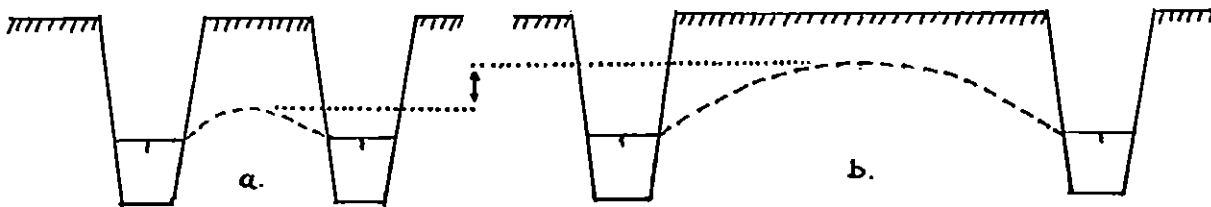


Fig 2. hydrologische versnippering d.m.v. schaalverkleining, uitmondend in grondwaterstandverlaging (a. kleine eenheid, b. grote eenheid).

In het geval van hydrologische versnippering waarin sprake is van doorsnijding van hydrologische eenheden, wordt een grotere eenheid verdeelt in enkele kleinere zonder dat in principe areaalverkleining optreedt. De communicatie met de buitenwereld wordt dan niet alleen beïnvloed, maar ook de communicatie intern. De communicatie met de buitenwereld wordt veelal gewijzigd doordat de doorsnijding deel uitmaakt van het omringende systeem (b.v. waterlopenstelsel), waardoor de contact-omtrek met dat systeem groter wordt. De communicatie intern wordt beïnvloed als er sprake is van doorsnijding van verbindingen die binnen het systeem een rol spelen (b.v. intern waterlopenstelsel).

3.2.3 Versnippering Op Verschillende Schaalnivo's

3.2.3.1 Locale Schaal

Het verschijnsel versnippering bezien op locale schaal, houdt in dat het proces beschouwd wordt op de schaal waarop de snippers zich in hoofdzaak manifesteren, op dit nivo ontstaat de snipper, de wording van de snipper staat centraal.

Op deze schaal is er sprake van versnippering t.g.v. ingrepen met een lokaal danwel grootschaliger karakter. Is er sprake van ingrepen met een lokaal karakter, dan speelt zich dat meestal af in het eerste watervoerende 'pakket', bij grootschaliger (regionale) ingrepen zijn vaak ook de diepere pakketten betrokken.

Als we spreken over hydrologische versnippering, dan heeft dat betrekking op hydrologische eenheden die uiteenvallen. Op dit nivo is het begrip "hydrologische eenheid" betrekkelijk statisch. Een eenheid wordt in dit geval meestal gekarakteriseerd door toestand-eigenschappen van het grondwater, zoals de grondwaterstand cq. -trap, de chemische samenstelling etc., die voor de eenheid (met een zekere statistische spreiding) uniform zijn.

Als een dergelijke eenheid in formele zin hydrologisch versnipperd wordt,

NOTA 1945 / JAN 1989

dan heeft dit betrekking op de beïnvloeding van deze min of meer statische eigenschappen. Op het lokale nivo is het begrip "hydrologische versnippering" dan ook dubieus; door het uiteenvallen van de beschreven eenheden wordt de invloed van de omringende wereld steeds groter, m.a.w. de snipper neemt steeds meer (m.o.m. statische) eigenschappen over van de buitenwereld hetgeen eerder "ontsnippering" i.p.v. "versnippering" inhoudt. Een voorbeeld hiervan is het voormalige natte natuurgebied dat na ruilverkaveling in verkleinde vorm ingeklemd wordt tussen een grootschalig landbouwgebied met intensieve drainage (zie fig. 2.), door de invloed van het landbouwgebied is de grondwaterstand in het natuurgebied voor een groot deel afhankelijk van die in het landbouwgebied, er ontstaat een hydrologisch (afzonderlijk) onbeheersbare eenheid.

Functionele versnippering op lokale schaal heeft betrekking op functies die in het gedrang komen t.g.v. schaalverkleining en doorsnijding. Hydrologisch beperkt het probleem zich tot de vraag op welke manier functies beïnvloed worden door grondwatereigenschappen. In dit geval treedt dus ook fragmentatie van hydrologische eenheden op waarbij de gefragmenteerde eenheden verschillende (hydrologische) eigenschappen kunnen aannemen in vergelijking met de ongefragmenteerde situatie. Het in stukken vallen op zich is echter niet de oorzaak van deze verandering i.t.t. hydrologische versnippering.

Op lokale schaal kan de invloed van het hydrologische systeem op de functie van een gebied beschreven worden op het nivo van conditionele en standplaatsfactoren. In fig 3. is een dergelijk systeem voor natuurlijke gebieden gegeven.

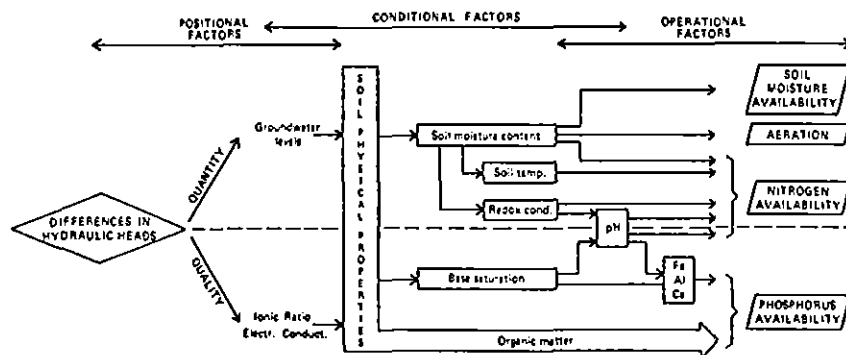


Fig. 3. De invloed van de hydrologie op conditionele en standplaatsfactoren op natuurgebieden (KEMMERS, 1986).

Om ruimtelijk inzicht te krijgen in de verschillende effecten die hydrologische ingrepen op lokale schaal hebben, kan niet in algemene zin gesproken worden; iedere ingreep heeft verschillende invloed afhankelijk van zijn omgeving, hierbij vormen de positionele (regionale) factoren de randvoorwaarde. Locale ingrepen veranderen de standplaats min of meer van binnen uit, regionale ingrepen veranderen de hele ruimtelijke context van een standplaats. Een voorbeeld van het eerste is de aanleg van een waterloop met gebiedsvreemd water door een natuurgebied, die de waterkwaliteit in het natuurgebied drastisch kan veranderen. Een voorbeeld van het tweede is de

verandering van een kwelgebied in een wegzijgingsgebied door regionale ingrepen. In beide gevallen krijgt de standplaats een andere aard, en daarmee ook mogelijk een andere functie.

In het licht van de functionele versnippering op lokale schaal gezien, zijn het vaak de lokale ingrepen die versnipperend werken, aangezien lokale ingrepen selectief kunnen werken en dus kunnen "verkleinen" en "doorsnijden". Regionale ingrepen zijn door hun grote schaal vaak niet selectief, en zorgen in het algemeen voor "verdwijning" (ontsnippering) op lokale schaal.

Of lokale ingrepen daadwerkelijk functionele arealen verkleinen of doorsnijden is echter wel in hoge mate afhankelijk van de regionale randvoorwaarde. Zo maakt het groot verschil uit of aanvoer van gebiedsvreemd water plaatsvindt in een kwel- of een infiltratiegebied.

3.2.3.2 Regionale Schaal

Op regionale schaal wordt niet zozeer de versnippering beschouwd van een object in nieuwe kleinere objecten, maar meer het proces van versnippering van verschillende objecten binnen een landschap cq. regionale hydrologische eenheid.

De hydrologische eenheden waar het op deze schaal om gaat worden niet zozeer gekarakteriseerd door toestand-eigenschappen, maar door dynamische eigenschappen met een specifieke samenhang. Op lokale schaal was er sprake van kwel- of infiltratiegebieden die de randvoorwaarde bepalen, op regionale schaal staat het verband tussen kwel en infiltratie centraal. Hydrologische versnippering op deze schaal wordt dientengevolge minder door verkleining van een eenheid veroorzaakt, maar eerder door doorsnijding, waardoor de samenhangen verstoord worden en dus de eigenschappen van de hydrologische eenheid veranderen. Een voorbeeld is de aanleg van een kanaal door een gebied dat dient als doorstroomgebied van grondwater naar elders, door de aanleg wordt het gebied vanwege de doorsnijding verdeeld in twee gebieden, een gebied waar het grondwater van links naar rechts stroomt en een ander waar het precies omgekeerd verloopt.

Doorgaans worden geen hydrologisch onbeheersbare gebieden gecreerd (zoals vaak op lokale schaal) maar hydrologische verschillende maar beheersbare gebieden.

De vraag op welke wijze functionele fragmentering op regionale schaal aangrijpt onder invloed van hydrologische ingrepen, is moeilijk eenduidig beantwoorden. Mede door de hydrologische regionale situatie vertoont een landschap op regionale schaal een zekere eenheid (zie o.a. DE JONGH en VAESSEN, Globale landschappenkaart van Nederland naar visuele kenmerken van water). Fragmentatie van een dergelijk systeem kan plaatsvinden doordat de hydrologische eigenschappen binnen de landschappelijke eenheid gefragmenteerd worden, waardoor verschillende hydrologische subeenheden ontstaan met een andere functie. Het is echter ook mogelijk dat door uniformering van de hydrologische situatie, meer kansen ontstaan voor verschillende functies.

In het eerste geval is er vaak sprake van een verzameling lokale hydrologische ingrepen waardoor opeenvolging van functies kan ontstaan. Als

NOTA 1945 / JAN 1989

voorbeeld kan in dit geval dienen het plaatselijk aanleggen van drainage in een veen-weidegebied. Door de plaatselijk betere ontwatering kan intensievere landbouw plaatsvinden met vernietiging van de aanwezige natuurwaarden als gevolg. Op de andere minder goed ontwaterde percelen kan slechts minder intensieve landbouw plaatsvinden, waardoor natuurwaarden minder in het gedrang komen.

In het tweede geval gaat het om maatregelen waarbij op grote schaal veranderingen in het hydrologische systeem aangebracht worden, die tot gevolg hebben dat de hydrologische karakteristieken binnen de toleranties van meer functies komen te liggen. Een enigszins ludiek maar wel duidelijk voorbeeld is de aanleg van een polder. Waar eerst slechts plaats was voor een beperkt aantal functies (aquatische natuur, watersport) wordt door inpoldering ruimte gemaakt voor een veelheid van functies (landbouw, natuur, recreatie etc.) die deels geïntegreerd maar voor een groot deel gefragmenteerd in het gebied voorkomen.

Een complexer voorbeeld is het aanleggen van een drinkwateronttrekking uit diepere pakketten. De onttrekking heeft tot gevolg dat de regionale kwel-/wegzijingssituatie gewijzigd wordt, het grondwater zal over een groot gebied naar de put toe stromen. Of de maatregel regionaal ver- of ontsnipperend uit zal werken is in principe volledig afhankelijk van de bestaande situatie, in het algemeen zal de ecologische geschiktheid verschuiven binnen het gebied, of de nieuwe geschiktheden ook aan nieuwe functies gekoppeld worden is onzeker. Lokaal zal er echter steeds een gebruikszonering opgelegd worden rondom de put, ter bescherming van de drinkwatervoorziening, hetgeen op zich versnippering betekent.

Op deze regionale schaal bepaalt niet alleen het uiteenvallen van leefgebieden in verschillende delen de mate van versnippering, maar ook het al dan niet aanwezig zijn van ecologische infrastructuur zoals corridors e.d. Deze infrastructuur wordt vaak deels door de hydrologie beïnvloed, te denken valt aan b.v. slootkanten die vaak de functie van verbindende elementen vervullen tussen verschillende leefgebieden.

3.2.3.3 Nationale Schaal

Bij een beschouwing op nationale schaal is de aandacht gericht op het proces versnippering als nationaal probleem. In ons geval ligt de vraag voor de hand welke hydrologische ontwikkelingen op nationale schaal belangrijk bij (hebben) kunnen dragen aan fragmentering van functionele eenheden en hydrologische versnippering.

In het algemeen kan gesteld worden dat technische vooruitgang (op korte termijn) de noodzaak vermindert om de natuurlijke eenheid als randvoorwaarde voor ontwikkeling te accepteren; t.g.v. technische vooruitgang staat er in Ouagadougou een kunstijsbaan, en dichter bij huis wordt er op de Veluwe volop landbouw bedreven waar enkele eeuwen terug nog "slechts" heide groeide. Dit verschijnsel geldt in het geval van invulling van het landschap vooral de hydrologie. Door ontwikkelingen op het gebied van ontwatering, peilbeheer etc. is de keuzevrijheid toegenomen om functies aan delen van het landelijke gebied toe te kennen. Dit is op zich de bron van potentiële versnippering (landbouwgebieden binnen oorspronkelijke natuurgebieden b.v.)

maar ook van potentiële ontsnippering (het hele natuurgebied als landbouwgebied b.v.).

Uit deze algemene constatering kunnen enkele concrete nationale tendenzen afgeleid worden.

Zo is het middel van de ruilverkaveling of meer in algemene zin het middel van de landinrichting, bij uitstek een ontwikkeling waarmee de hydrologie en daarmee voor een deel de functionele indeling van het landschap naar de menselijke hand gezet wordt. M.n. als scheiding van functies de tendens is, worden verschillende hydrologische eenheden gecreeerd of geaccentueerd, daarmee wordt fragmentatie een feit, of er daarbij ook functionele versnippering optreedt is zoals gezegd geen hydrologische vraagstelling. Hydrologische versnippering wordt in het kader van landinrichtingsprojecten, bestemmingsplannen, streekplannen e.d. steeds meer onderkend, getuige enig recent onderzoek naar de werking van bufferzones en de implementatie in het beleid hiervan (o.a. ADRIAANSE en BUNINGH, 1987).

Een andere ontwikkeling is de optimalisering van het peilbeheer. Hierbij wordt gepoogd het grondwaterpeil voor een functie binnen een beheerseenheid optimaal te handhaven. Dit heeft meestal tot gevolg dat er scherp begrensde eenheden ontstaan met een eenzijdige functie. Binnen de eenheid kan dit proces gezien worden als ontsnipperend, buiten de eenheid is er sprake van scherp begrensde fragmenten.

Op nationale schaal zijn er wellicht nog vele ontwikkelingen te vermelden die versnippering tot gevolg kunnen hebben waarbij ook hydrologische aspecten een rol spelen. Vaak is er sprake van maatregelen op het vlak van het nationale waterbeheer, deze voldoen echter veelal aan de wensen van het regionaal beheer, zodat deze effecten dan ook beter op het regionale nivo beschouwd kunnen worden.

3.2.4 Oorzaken, Gevolgen En Samenhang

Uit het voorgaande is wel gebleken dat hydrologische mechanismen een rol spelen bij het thema versnippering.

Functionele en hydrologische fragmentatie lopen vaak parallel, door een verandering van functie kan de plaatselijke hydrologische situatie gefragmenteerd raken, anderzijds kan door fragmentatie van een hydrologische eenheid een fragmentatie van het gebruik optreden. Als gevolg van de fragmentatie kan hydrologische of functionele versnippering optreden.

Of het verschijnsel versnippering hydrologische oorzaken heeft of dat nou juist het verschijnsel versnippering hydrologische gevolgen heeft, is moeilijk te zeggen en wordt vooral bepaald door het schaal- en abstractienivo waarop gekeken wordt.

Nemen we het voorbeeld van een natuurgebied waarin intensieve landbouw geïntroduceerd wordt, dan kan de regionale wens tot uitbreiding van het areaal landbouwgrond gezien worden als de oorzaak van de functionele fragmentatie van het natuurgebied. T.g.v. deze introductie wordt tevens een regionaal hydrologisch gefragmenteerde situatie gecreeerd. T.g.v. van de hydrologische fragmentatie kunnen op lokaal nivo de overblijvende natuurgebieden langs de randen aangetast worden, hetgeen neerkomt op een

NOTA 1945 / JAN 1989

verdere functionele fragmentatie. Tenslotte kan door de areaalverkleining van de natuurgebieden, de oppervlakte zo klein worden dat t.g.v. functionele versnippering het gebied ecologisch degenerereert of t.g.v. hydrologische versnippering het gebied hydrologisch en ecologische degenerereert.

Alles overziende kan dus beter niet gesproken worden over hydrologische oorzaken of gevolgen van versnippering, maar beter in globale zin over hydrologische aspecten i.v.m. versnippering die gedurende het hele proces zowel een ondersteunende (hydrologische fragmentatie t.b.v. verschillende gebruiksvormen) als een afbrekende rol (hydrologische versnippering in de vorm van hydrologisch onbeheersbare gebieden) kunnen spelen. Inventarisatie op nationale schaal is voor deze invalshoek vanwege het diffuse karakter van de samenhang met het onderwerp versnippering dan ook minder zinnig. Zinniger is het om te komen tot procesbeschrijvingen op locale en regionale schaal.

3.3 Randeffecten

In het voorgaande is met name aandacht geschonken aan de hydrologische aspecten van fragmentatie en versnippering die verband houden met de interactie tussen (bodem)water en biotische omgeving, met name plantengroei. De reden hiervoor is dat het waterbeheer op locale en regionale schaal overwegend in dienst staat van deze biotische omgeving (gewasgroei, bescherming natuurgebieden). Daar vanuit gaande werd geconcludeerd dat in hoofdzaak natuurgebieden gevoelig zijn voor versnippering t.g.v. hydrologische ingrepen.

In veel gevallen vervult het waterbeheer behalve deze primaire "zorg voor gewasgroei en natuurbeheer", ook een (vaak) secundaire functie. Te denken valt aan de scheepsvaart, de recreatie en de landschapsbeleving.

Versnippering of fragmentering van de arealen voor deze functies kan dus ook plaatsvinden. Zo reduceren hydrologische ingrepen in open waterlopen in de vorm van b.v. stuwen, duikers e.d. de recreatieve functie van die waterlopen (zwemmen in de zomer, schaatsen in de winter), het aanleggen van grote open waterlopen kan de bereikbaarheid en de openheid van een landschap aantasten. Behalve de constatering dat het verschijnsel optreedt, valt hier echter weinig specifiek hydrologisch aan toe te voegen.

3.4 Voorlopige Conclusies En Onderzoeksvragen

Uit het voorgaande kunnen enkele voorlopige conclusies getrokken worden voor wat betreft het proces versnippering in relatie met de hydrologie:

- Er is sprake van twee soorten versnippering, t.w. functionele en hydrologische versnippering. Functionele versnippering heeft betrekking op functies die veranderen en hydrologische versnippering op hydrologisch functioneren, beiden met als oorzaak schaalverkleining en doorsnijding van eenheden.
- Over hydrologische versnippering kan de hydrologie uitspraken doen, over functionele versnippering kan de hydrologie alleen het voorafgaande proces fragmentatie met hydrologische oorzaken of

- gevolgen beschrijven en niet de versnippering op zich.
- Op alle schaalnivo's heeft hydrologische fragmentering en versnippering invloed op het proces functionele versnippering. Hydrologische oorzaken en gevolgen zijn echter niet goed afzonderlijk aan te duiden.
- Gezien de actuele situatie en hydrologische gevoeligheden, spelen hydrologische aspecten vooral een rol bij de versnippering van natuurlijke terreinen.

Om aan de onderzoeksoopdracht te voldoen, moeten hieruit enkele specifieke probleemvelden geformuleerd worden, die onderwerp van studie zijn of nog moeten worden. Als voornaamste probleemvelden kunnen genoemd worden (allen met name betrekking hebbende op terreinen met een natuurlijke functie):

- de hydrologische eisen die gesteld worden door de functie en de wijze waarop hieraan voldaan kan worden (locaal nivo).
- de processen die gebieden hydrologisch onbeheersbaar maken (hydrologische versnippering) en de oplossingsmethodieken hiervoor (locaal nivo).
- de processen van regionale fragmentatie die invloed hebben op het hydrologische functioneren van functionele eenheden enerzijds, en hydrologische processen die invloed hebben op regionale functionele fragmentatie anderzijds (regionale nivo).
- de nationale processen die invloed hebben op hydrologische fragmentatie in het algemeen (nationaal nivo).

In het volgende hoofdstuk zal enig concreet onderzoek naar deze vragen behandeld worden, bovendien zal aangegeven worden op welke punten het onderzoek tot nog toe tekort geschoten is.

NOTA 1945 / JAN 1989

4 O N D E R Z O E K

4.1 Overzicht Onderzoeken En Onderzoekende Instanties

Zoals reeds in het begin werd vermeld, is het accent van de hydrologie als wetenschap de laatste jaren mede komen te liggen op de niet agrarische aspecten van het waterbeheer. Dit vond enerzijds plaats onder druk van maatschappelijke ontwikkelingen die meer aandacht vroegen voor milieu, natuur en landschap, en anderzijds door de grote wordende bedreigingen die met name de ontwikkelingen in het landbouw met zich mee brachten voor de kwantitatieve maar heel nadrukkelijk ook voor de kwalitatieve aspecten van het grond- en oppervlaktewater.

Vanoudsher op het agrarisch en civiel-technisch waterbeheer gerichte onderzoeksinstituten zoals het Instituut coor Cultuurtechniek en Waterhuishouding Wageningen en het Waterloopkundig Laboratorium Delft, richtten hun aandacht dan ook steeds meer op het integrale waterbeheer, waarin naast de landbouw ook plaats is voor natuur- en landschapsbehoud en -ontwikkeling etc.

Anderzijds gingen onder druk van de ontwikkelingen in de landbouw m.b.t. het grond- en oppervlaktewater meer niet-hydrologische instituten zich bezighouden met aan de hydrologie verwante vraagstukken. Te denken valt aan b.v het Rijksinstituut voor Natuurbeheer, R.B.L. De Dorschkamp etc.

Over het algemeen kan gesteld worden dat onderzoeken naar natuur en landschap in het landelijk gebied zelden plaatsvinden zonder aandacht voor hydrologische aspecten, en dat hydrologische ingrepen zelden gepleegd worden zonder afweging van natuur- en landschapswaarden. De hydrologische deelaspecten bij het oplossen van geïntegreerde onderzoeksvragen worden vaak ingebracht door vanoudsher op de hydrologie gerichte instituten zoals I.C.W., STIBOKA, W.L., L.U., T.N.O.-D.G.V. e.d.

Behalve onderzoek uit eigen middelen, worden onderzoeken geïnitieerd en gefinancierd door derden. In het geval van onderzoek naar hydrologie en natuur en landschap/versnippering, zijn het ministerie van Landbouw & Visserij, het ministerie van V.R.O.M., ministerie van Verkeer & Waterstaat en de provincies e.d. belangrijke opdrachtgevers.

Gezien de beschikbare tijd voor deze programmeringsstudie is het ondoenlijk om een uitputtend overzicht te verschaffen omtrent het onderzoek op het probleemveld. Dit geldt des te meer, aangezien er weinig gericht onderzoek naar versnippering en hydrologie voorhanden is. Een aantal aspecten zijn echter wel terug te vinden in vele uiteenlopende onderzoeken m.n. op het gebied van de eco-hydrologie.

Vandaar dat het navolgende toegespitst is op enkele grotere onderzoeksprogramma's die een meer algemene strekking hebben (veel algemener dan het object versnippering). Deze programma's zullen in het volgende met name behandeld worden:

- S.W.N.B.L.-onderzoek (Studiecommissie Waterbeheer Natuur Bos en Landschap) bij R.I.N., STIBOKA, I.C.W., De Dorschkamp, W.L.
Hierin worden de effecten van waterbeheer op het gebied van natuur, bos en landschap nader beschouwd. Behalve het verbreden van het algemene inzicht op het gebied van de genoemde thema's, staat het doen van aanbevelingen in de richting van beheer en beleid voorop.

- Bufferzone-onderzoek op het I.C.W.
Hierin worden de mogelijkheden onderzocht om te komen tot beschermende maatregelen voor natuurgebieden in de vorm van waterbeheerstechnische maatregelen in combinatie met het bodembeschermingsbeleid, hierbij wordt gestreefd naar algemeen toepasbare methodieken.
- Onderzoek "Landschapsecologische relaties via grond- en oppervlaktewater" op De Dorschkamp (reeds afgerond).
Hierin wordt de regionale en nationale waterhuishouding in relatie met het voorkomen van soorten vegetatie onderzocht, uitmondend in (1:500.000) landschapsecologische relatiekaarten.

Andere (hier niet behandelde) onderzoeken zijn wellicht het verdrogingsonderzoek in opdracht van het ministerie van VROM uitgevoerd op de Universiteit van Amsterdam, de studie "Interactiemodel hydrologie - vegetatie" op het instituut voor oecologisch onderzoek etc.

4.2 Onderzoek Naar Probleemveld

4.2.1 Hydrologische Eisen Van Functies

De belangrijkste schakel tussen hydrologisch onderzoek en ecologie wordt gevormd door het zogenaamde standplaatsonderzoek. Dit houdt in dat er eisen geformuleerd worden waaraan de standplaats, de directe omgeving van de natuurlijke vegetatie rondom het wortelstelsel, moet voldoen om een natuurlijke functie te kunnen vervullen. Deze eisen bepalen de ecologische waardering van een hydrologische situatie. In de problematiek van versnippering bepaalt de eis aan de standplaats of een hydrologische ingreep invloed heeft op de vervulling van de functie in een gebied

Alhoewel zowel hydrologische als ecologische kennis omtrent de standplaats en de beïnvloedende processen redelijk voorhanden is, is het operationele gebruik van die kennis in het verleden niet goed mogelijk gebleken. Dat neemt niet weg dat er talrijke studies verschenen zijn waarin standplaatsfactoren onderzocht zijn in specifieke gebieden. Met name zijn er veel studies verricht om de gevolgen van specifieke hydrologische ingrepen op specifieke natuurgebieden te inventariseren. Te denken valt hierbij aan studies m.b.t. gevolgen van grondwaterstandsverlaging, chemische invloeden bij veranderingen in kwel-/wegzijging, eutrofiering door intensivering van de landbouw etc. De meeste van deze onderzoeken hebben een vergelijkend kwalitatief karakter en zijn niet zonder meer toepasbaar in de praktijk van het waterbeheer, specifiek ecologische kennis blijft geboden. Om o.a. hydrologische aan ecologische kennis te koppelen en om deze meer algemeen operationeel te maken is in 1982 de Studiecommissie Waterbeheer, Natuur, Bos en Landschap (SWNBL) ingesteld door het toenmalige ministerie van CRM. Als een van de voornaamste thema's is in het kader van de SWNBL, de relatie tussen de standplaats en hydrologische factoren en de relatie tussen de standplaats en de plant in beschouwing genomen vanuit het oogpunt van waterbeheer. Dit heeft geresulteerd in een inventarisatie van bestaande kennis (zie o.a. VAN WIRDUM en VAN DAM 1984), methodieken voor het

NOTA 1945 / JAN 1989

inventariseren van relevante standplaatsfactoren (zie o.a. RIJKSWATERSTAAT, 1984a) en tot instrumenten/computerprogramma's om in het operationele beheer toe te passen (zie o.a. MANKOR en KEMMERS, 1987). Voor een deel bouwt het SWNBL-project voort op de z.g.n. WAFLO-studie (zie o.a. REIJNEN en WIERTZ, 1983). Het ontwikkelde WAFLO-model had echter een te beperkt bereik voor het operationele waterbeheer. Het WAFLO-model doet uitspraken over het verdwijnen van bepaalde plantensoorten in natuurgebieden t.g.v. grondwaterstandsverlaging; grondwaterstandsverhoging en met name grondwaterkwaliteitsaspecten zijn slechts zeer te dele verwerkt (ADRIAANSE, 1987). Het model is gebaseerd op zogenaamde formele beslisregels op basis van "deskundigen-ervaring". Een ander nadeel van WAFLO vormt de vereiste deskundigheid voor het toepassen van het model.

Voor het waterbeheer wordt in de SWNBL uiteindelijk gezocht naar een z.g.n. natuurtechnisch model, waarin op basis van betrekkelijk eenvoudig te kwantificeren milieufactoren, een snelle uitspraak gedaan kan worden over de beïnvloede natuurwaarden, waarbij specifieke ecologische kennis niet vereist is.

Standplaatsfactoren worden vooralsnog geformuleerd in termen van toleranties van gemiddelde concentraties, zomer- en wintergrondwaterstanden etc. Het aspect van ruimtelijke en temporele variabiliteit van hydrologische verschijnselen en de invloed daarvan op natuurwaarden heeft (nog) minder de aandacht. Uitbreiding van de bestaande methodieken met statistische en stochastische technieken is wenselijk.

4.2.2 Hydrologische Versnippering Van Functionele Eenheden

Als de verschillende factoren bekend zijn die de standplaats in een situatie beïnvloeden en als bekend is welke invloed de standplaats op de natuurlijke functie van een gebied heeft, kan een pakket van eisen samengesteld worden waaraan de hydrologische situatie moet voldoen. Zoals eerder reeds werd opgemerkt, kan functionele versnippering optreden als het overblijvende gebied vanuit ecologisch oogpunt te klein blijkt te zijn en uitsterving van soorten optreedt, aan de hydrologische randvoorwaarden voor wat betreft de standplaatsfactoren kan dan echter wel voldaan zijn.

Als er daarentegen hydrologische versnippering optreedt, is de overblijvende (oorspronkelijk geschikte) hydrologische eenheid echter te klein om te kunnen voldoen aan de eisen van de standplaats.

Om een gefragmenteerde hydrologische situatie die door versnippering dreigt uit te sterven, te behouden, wordt tegenwoordig vaak het middel van de hydrologische buffering toegepast. Hydrologische buffering houdt in dat er maatregelen genomen worden om de oorspronkelijke hydrologische situatie in een gebied te handhaven, in de meeste gevallen door het tegenwerken van invloeden uit de directe omgeving. Dat kan in het uiterste geval inhouden dat een gebied volkomen geïsoleerd wordt van zijn omgeving, het kan echter ook inhouden dat er rondom het gebied een zekere gebruikszonering ingesteld wordt of dat er bepaalde soorten gebiedsvreemd water ingelaten wordt. Van belang is in welke wisselwerking het gebied met zijn omgeving staat; iedere gebied moet kunnen beschikken over een "bron" om zich te voeden en tevens

over een "put" waarop het kan lozen (KEMMERS,1982), zo ook liggen bufferzones steeds in een veld met een put en een bron.

Om in een vroeg stadium te kunnen onderkennen of een maatregel kan leiden tot hydrologische versnippering, is in opdracht van de Rijksplanologische dienst een studie uitgevoerd naar de mogelijkheden tot instellen van verschillende bufferzones bij de afstemming van streekplannen en landinrichtingsplannen (ADRIAANSE en BUNINGH, 1987). Hiertoe is een aantal veel voorkomende landschappen gedefinieerd met daarbij een aantal veel voorkomende ingrepen. Voor iedere situatie is globaal onderzocht in hoeverre bestaande situaties gevoelig zijn voor versnippering en in welke gevallen een buffering zinvol zou zijn. De gepresenteerde indeling geeft een snelle indruk aan niet hydro- of ecologen over de mogelijke problemen en oplossingen en of er gericht deskundig onderzoek nodig is.

Bij het instellen van bufferzones is de vorm waarin dit gebeurt afhankelijk van de ingreep en de plaastelijke situatie; kwelgebieden met een van buiten naar binnen gerichte stroming zullen andere maatregelen vragen tegen b.v. eutrofiering dan infiltratiegebieden die hiertegen veel minder of zelfs helemaal niet beschermd hoeven te worden. Ook vragen bedreigingen van de waterkwaliteit andere beschermingsmaatregelen dan bedreigingen met een kwantitatief karakter.

In het geval dat bufferzones aangelegd worden om in eerste instantie een bedreiging van kwantitaieve aard tegen te gaan, zoals b.v. bij het optreden van een verminderde kwelintensiteit t.g.v. landbouwkundige onttrekkingen, heeft dat vaak ook kwalitatieve effecten; door het verminderen van de kwelintensiteit zal ook het aandeel van relatief mineralenrijk grondwater afnemen.

Ofschoon het instellen van bufferzones reeds praktisch is bij het uitvoeren van b.v. landinrichtingsplannen, ontbreekt een algemene methodiek. Dat is ook niet zo verwonderlijk gezien de grote verschillen in gebieden en bedreigende maatregelen.

Voor het instellen van buffers om inspoeling van nitraat in natuurgebieden tegen te gaan, is inmiddels een start gemaakt met het ontwikkelen van een min of meer algemene methodiek toepasbaar op beekdalen (ADRIAANSE en KEMMERS, 1988). De bedoelde buffers bestaan in dit geval uit stroken landbouwgrond rondom het natuurgebied waar niet of slechts beperkt bemest mag worden. Nitraten die buiten deze stroken in het grondwater terecht komen zullen op hun weg naar het natuurgebied gedenitrificeerd worden en geen bedreiging meer vormen. Al naar gelang de stromingsrichting van het grondwater, zal een strook nodig zijn van 0 (stroming van het natuurgebied af) tot enkele 100'en meters.

In de gevolgde methodiek zijn water-, zuurstof- en stikstofhuishouding op regionale schaal gemodelleerd m.b.v. computermodellen. Om de methodiek daadwerkelijk algemeen toepasbaar te maken, zal n.a.v. de verkregen resultaten de werkwijze waar mogelijk vereenvoudigd moeten worden.

Het ontwikkelen van een methodiek voor het ontwerpen van bufferzones om waterkwanititeits effecten te bestrijden is veel moeilijker, aangezien in veel gevallen niet alleen de directe omgeving van een natuurterrein beschouwd moet worden maar een heel stroomgebied vanwege de vele interacties.

Uit bovenstaande beschrijving blijkt dat uitspraken over grootte en vorm van

NOTA 1945 / JAN 1989

bufferzones in zijn algemeenheid niet zinnig zijn. Zoals beschreven bestaan bufferende maatregelen tegen vermessing vaak uit beperkte gordels om een natuurgebied waarin extensievere landbouw moet plaatsvinden. Buffers tegen verdroging kunnen bestaan uit een zekere aanvoer van gebiedsvreemd water of waterconservering, in andere gevallen zullen uitgebreide bufferzones aangelegd moeten worden, waarbinnen niet beregend mag worden. Daarnaast is de plaats waar de bedreigde gebieden voorkomen van groot belang. M.n. de plaats van een gebied t.o.v. de grondwaterstroomrichting is van belang; in een beekdalcomplex b.v. zijn 3 hydrologisch volstrekt verschillende situaties denkbaar: infiltratiegebied (bovenop), doorvoer-/infiltratiegebied (helling) en kwelgebied (onderin), die allen verschillende maatregelen vragen. Uiteraard is er binnen Nederland ook wel een gradatie aan te geven; hoge delen vormen veelal de infiltratiegebieden en lage delen veelal de kwelgebieden, lokale stromingen kunnen er echter voor zorgen dat in een overwegend infiltratiegebied verschillende kwelvensters functioneren.

4.2.3 Regionale Processen En Relaties

Zoals reeds gezegd, wordt een standplaats steeds ingesloten door bron- en put-systemen, waardoor de communicatie van de standplaats met zijn omgeving bepaald wordt. Het definiëren van betrokken bronnen en putten ofwel het bepalen van de positionele relaties, rond een standplaats is nodig om een randvoorwaarde te kunnen formuleren voor de standplaats. In de meest globale zin wordt onderscheid gemaakt in kwel-, infiltratie en geïsoleerde systemen, meer specifiek kan b.v. aangegeven worden waarvandaan, met welke intensiteit en met welke samenstelling kwelwater een standplaats binnendringt. Natuurlijke vegetatie's zijn vaak naast gebonden aan specifieke lokale standplaatsfactoren, gebonden aan bepaalde regionale grond- en oppervlaktewatersystemen; vegetatie met een voorkeur voor voedselarme milieu's zullen b.v. meestal in infiltratiegebieden voorkomen.

In de studie "Landschapsecologische relaties via het grond- en oppervlaktewater" (ROELOFS et al., 1982 en FARJON, 1982) wordt gepoogd om te komen tot een indeling van Nederland naar het voorkomen van grond- en oppervlaktewatergebonden vegetatie, afhankelijk van regionale en nationale stroompatronen. Met name de studie van ROELOFS et al. (1982) handelend over de grondwaterafhankelijke vegetatie's, is van belang in het kader van het thema versnippering. In deze studie wordt a.d.h.v. globale stromingspatronen van het diepe en ondiepe grondwatersysteem een indeling gemaakt in kwel-, infiltratie- en doorvoergebieden voor grondwaterstromingen, tevens worden min of meer geïsoleerde gebieden van de grootschalige stromingen onderscheiden. Daarnaast wordt een kaart geproduceerd met verscheidende grondwaterafhankelijke vegetatietypen en hun verspreiding in Nederland. Het gepresenteerde kaartmateriaal kan op zeer globale wijze een indruk verschaffen omtrent de gevoeligheden van natuurlijke vegetatie in bepaalde gebieden onder invloed van het grondwater. Voor het doen van uitspraken op lokale schaal zijn de gepresenteerde relaties te globaal. De veronderstelde stromingspatronen geven een bepaalde trend weer m.b.t. de overwegende richting van de grondwaterstroming. Variaties in de tijd zijn hieruit niet af te leiden, daarnaast zijn de regionale stromingen die uiteindelijk de

randvoorwaarde voor de standplaats vormen vaak van een lagere orde met de daarbij horende ruimtelijke spreiding. In het kader van het thema versnippering kunnen uit dergelijke kaarten echter wel gevoelige regio's e.d. geselecteerd worden.

Voor het formuleren van positionele relaties van specifieke standplaatsen wordt gebruik gemaakt van hydrologische systeemanalyses op beperktere schaal. Over de vraag op welke schaal en op welke wijze systeemanalyses verantwoord uitgevoerd kunnen worden, bestaat nogal onenigheid binnen de hydrologie. Met name tussen meer beschrijvend/inductief georiënteerde hydrologen en de kwantitatief/deductief georiënteerde hydrologen bestaat onenigheid over de te volgen methodiek. Voornaamste strijdpunt hiebij is in hoeverre bepaalde indicatoren van het grondwater gebruikt mogen worden om uitspraken over het stroomstelsel te doen en in hoeverre het lokale systeem buiten beschouwing gelaten mag worden. Met name de tweede groep hydrologen is terughoudend bij het doen van uitspraken zonder duidelijke experimentele en mathematische onderbouwing. Een belangrijk punt bij het beoordelen van beide "scholen" lijkt het doel en de schaal te zijn waarvoor de systeemanalyse gebruikt moet worden.

In het kader van de S.W.N.B.L. is ook de systeemanalyse voor natuurgebieden beschouwd. Een voorbeeld geeft GIESKE (1988) voor het natuurgebied de Reitma. In dit onderzoek wordt m.b.v. het toepassen van computer simulatieprogramma's een indruk verkregen van de regionale waterhuishouding bij verschillende hydrologische ingrepen. Inmiddels is ook een meer algemene analysestrategie ontwikkeld met een pakket van eisen waaraan een hydrologische systeemanalyse voor natuurgebieden moet voldoen (zie 1988)

4.2.4 Nationale Relaties

Onderzoek dat van belang is voor het thema versnippering op nationale schaal is schaars. Zoals bij de analyse van het thema werd opgemerkt wordt op de nationale schaal versnippering als proces beschouwd. Gezien de aanleiding van deze studie is het te verwachten dat versnippering als verschijnsel tot nog toe niet of onvoldoende als probleem werd onderkend, zeker niet in relatie tot het waterbeheer.

Wel is er in het kader van de S.W.N.B.L. onderzoek verricht naar het verband tussen landschap en hydrologie in zijn algemeenheid (DE JONGH en VAESSEN, 1985 en WACKERLIN, 1984). Uit deze onderzoeken komt het belang van de waterhuishouding voor het landschap sterk naar voren, tegelijkertijd wordt geconstateerd dat onderzoek hieromtrent nog niet veel verricht is. Uiteindelijk heeft de studie een landschappenkaart van Nederland opgeleverd naar hydrologische kenmerken. Ook hier wordt versnippering niet expliciet genoemd.

Het beleid op het gebied van de nationale waterhuishouding gaat uit van een integrale benadering van het waterbeheer (zie RIJKSWATERSTAAT 1984, 1985a), natuur en landschap maakt expliciet deel hiervan uit. Dezelfde meer integrale benadering wordt gevonden bij het beleid t.a.v. de landinrichting, waarbij de waterhuishouding een belangrijke rol speelt. In deze integrale benaderingen wordt wel verdroging, verzuring, eutrofiering e.d. expliciet beschouwd, versnippering echter niet als zodanig.

NOTA 1945 / JAN 1989

Aangezien verdroging, verzuring etc., in de meeste gevallen voorname oorzaken zijn van versnippering c.q. ontsnippering van functionele en/of hydrologische eenheden, betekent het opnemen van versnippering in de integrale benadering, dat evaluaties uitgebreid moet worden met een ruimtelijke component, m.a.w. niet alleen de intensiteit van de fenomenen maar ook de vorm en verspreidingspatroon moeten meegewogen worden.

Met name functionele fragmentatie met een hydrologische achtergrond als voorstadium van versnippering lijkt weinig aandacht te hebben. Zo zal met het instellen van bufferzones weliswaar een gebied "hydrologisch veilig gesteld" kunnen worden, dat neemt niet weg dat door verdergaande intensivering en rationalisering om de bufferzones heen, niet alleen hydrologische maar ook ecologische enclaves ontstaan temidden van ecologisch ongeschikte gebieden. M.a.w. verdergaande fragmentering wordt wel beteugeld m.b.v. bufferzones, de bestaande barrières (i.c. intensieve landbouwgebieden) worden echter geaccentueerd. Dit pleit voor een meer integrale aanpak, waarin niet alleen hydrologische eisen op standplaatsniveau worden geformuleerd maar ook in het ruimtelijke vlak.

4.3 Algemene Analyse En Formulering Stand Van Het Onderzoek

Uit de bovenstaande greep uit het bestaande onderzoek blijkt dat de kennis die nodig is voor het beschrijven van het verschijnsel versnippering danwel fragmentatie op locale schaal in termen van de hydrologie veelal niet specifiek op het probleem versnippering betrekking hebben maar een meer algemene hydrologische strekking hebben. In het algemeen staat steeds de vraag centraal, welke invloed de hoedanigheid van het grond- en oppervlaktewater heeft op de te vervullen functies in het landelijk gebied. Dat de functie die met name voor versnippering gevoelig is, de natuurlijke functie betreft, betekent dat de hydrologische kennis die nodig is vrij specifiek is. Deze specifieke kennisbehoefte is echter niet voorbehouden aan het oplossen van het probleem versnippering, maar is even zo noodzakelijk voor het oplossen van problemen als verzuring, vermesting, verdroging etc. Het operationaliseren van hydrologische kennis in het kader van de natuurbescherming e.d. zoals in toenemende mate gebeurt, is voldoende voor het uit hydrologisch oogpunt beschrijven van versnippering, m.n. op locale schaal. Belangrijke aandachtspunten zijn daarbij het formuleren van standplaatsfactoren en de hydrologische systeemanalyse.

Het enige actuele hydrologische onderzoeksthema dat specifiek hydrologische versnippering (op locale schaal) als thema heeft, is het bufferzone-onderzoek. Kennis vanuit het ecohydrologisch onderzoek wordt hierbij gemobiliseerd t.b.v. het instellen van beschermingszones. Methodieken voor het ontwerpen van deze zones zijn in ontwikkeling.

De hierboven genoemde specifieke (eco-)hydrologische kennis is noodzakelijk om ontwikkelingen in natuurgebieden te beschrijven. Om doelgericht uitspraken te kunnen doen over versnippering als verschijnsel op regionale/nationale schaal, moet echter ook inventarisatie plaatsvinden van functies en hydrologische condities in de plaats en de tijd.

Op regionale schaal worden reeds studies verricht naar het verband tussen

waterhuishouding en natuur en landschap. Effecten worden geformuleerd in termen van ecologische geschiktheden e.d. Op deze schaal lijkt er weinig aandacht te bestaan voor de ruimtelijke verspreiding en barrierewerking van verschillende systemen. M.a.w. geschiktheden worden slechts getoetst op fysieke parameters en veel minder aan de grootte of de vorm van geschikte gebieden, versnippering of beter hydrologische fragmentering, wordt a.h.w. niet beschouwd. Het meenemen van hydrologische (en vaak dus ook functionele) fragmentatie in regionale studies, zou betekenen dat er een extra criterium aan de analyse toegevoegd zou worden als een soort "nabewerking".

Op nationale schaal is er niet zoveel aandacht voor versnippering, zeker niet in relatie met de hydrologie. Wel is er aandacht voor globale relaties van de nationale waterhuishouding met natuur en landschap.

Deze globale relaties kunnen een ingang bieden voor het aanwijzen van hydrologisch gevoelige gebieden voor versnippering/fragmentatie. Studies als van DE JONGH en VAESSEN (1985) en ROELOFS et al. (1982) kunnen hiervoor wellicht goede aanknopingspunten vormen.

Meer gerichte inventarisaties, d.w.z. het direct relateren van versnippering aan hydrologische oorzaken heeft nog niet plaatsgevonden. Combinatie van relevante kengetallen van het landschap (zoals b.v. in VEELTURF et al., 1988) met hydrologische kennis zou meer licht op het thema kunnen werpen.

Onderzoek naar de rol van het waterbeheer op het proces versnippering in het algemeen, b.v. het ontstaan van grotere peilvakken, grootschaliger waterschappen, optimaliseren peilbeheer e.d., heeft nog weinig plaats gevonden. Toekomstig hydrologisch onderzoek op dit vlak kan voor een groot deel niet los gezien worden van beleid en planning; vaak is het waterbeheer een verwezenlijking van beleidsstandpunten inclusief een mogelijke ver- cq. ontsnippering.

4.4 Onderzoekswensen

Samenvattend kan gesteld worden dat er weinig concrete behoefte is aan onderzoek op locale schaal t.a.v. versnippering aangezien dit reeds in het kader van andere (met name ver-)thema's plaatsvindt. Dit wil niet zeggen dat er geen onderzoek meer nodig is, het benodigde onderzoek vindt plaats of zou eerder plaats moeten vinden binnen het kader van andere thema's. Versnipperingsstudies op hydrologisch gebied hebben zeker op locale schaal een integrerend karakter, detailkennis moet aangeleverd worden.

Voor onderzoek op regionale schaal geldt hetzelfde: er is een grote behoefte aan onderzoek echter niet alleen t.b.v. de versnipperingsproblematiek maar ook (vooral) vanuit andere thema's. Op regionale schaal kan wellicht een aanvulling gegeven worden op het gebruikelijke onderzoek, door het expliciet beschouwen van grootte en vorm van geschikte gebieden, als "nabewerking" op het gebruikelijke onderzoek.

Op nationale schaal bestaat er behoefte aan onderzoek op grote tijd- en ruimteschaal, dat antwoord geeft op de vragen hoe versnippering algemeen als proces hydrologisch beïnvloed wordt en welke rol het beleid daarbij speelt/gespeeld heeft.

Concreet kan dat inhouden:

NOTA 1945 / JAN 1989

- inventarisatie van versnippering op nationale/regionale schaal met de hydrologie als verklarende ingang.
- onderzoek van het waterbeheer nu en in het verleden in nauwe relatie met het beleid.
- aanvullend regionaal hydrologisch onderzoek naar versnipperende/fragmenterende werking van ingrepen op regionale schaal a.d.h.v. voorbeeldstudies.

5 L I T E R A T U U R

- ADRIAANSE P.I., 1987
Hydrologische veranderingen in natuurgebieden: Overzicht van benodigde gegevens, analysemethoden en modellen. Rapporten nieuwe serie nr. 23. Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding Wageningen.
- ADRIAANSE P.I., R.H. KEMMERS, 1988
Bufferzones tegen nitraatuitspoeling in beekdalen: Een methode om de ligging en de breedte vast te stellen. Rapporten nieuwe serie nr. 27. Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding Wageningen.
- ADRIAANSE P.I., T.A. BUNNING, 1987
Afstemming streekplan - landinrichtingsplan, deelrapport "Hydrologische Buffering". L.D.-mededeling 177. Landinrichtingsdienst Utrecht en Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding Wageningen.
- BUITENHUIS A., C.E.M. van de KERKHOF, IJ van RANDEN, A.A. de VEER, 1986.
Schaal van het landschap, opbouw en gebruik van een geografisch informatiesysteem van schaalkenmerken van het landschap van Nederland, met landelijke kaarten 1:400.000. Stichting voort de Bodemkeerbering, Wageningen.
- FARJON J.M.J., 1982
Landschapsecologische relaties via het oppervlaktewater op nationaal en regionaal niveau. Dorschkamp rapport nr. 316. Rijksinstituut voor onderzoek in de bos- en landschapsbouw "De Dorschkamp", Wageningen.
- GIESKE, J.M.J., 1988
Hydrologische systeemanalyse van de Reitma (Drenthe). Studiecommissie Waterbeheer Natuur, Bos en landschap, S.W.N.B.L.-deelrapport nr. 4g Waterhuishouding en standplaats.
- JONGH, J. de, O. VAESSEN, 1985.
Globale landschappenkaart van Nederland, naar visuele kenmerken van water (schaal 1:1.000.000). Studiecommissie Waterbeheer Natuur, Bos en landschap, S.W.N.B.L.-deelrapport nr. 6a Water en landschapsbeeld.
- KEMMERS R.H., 1986
Perspectives in modeling of processes in the root zone of spontaneous vegetation at wet and damp sites in relation to regional water management. In: Verslagen en mededelingen C.H.O.-T.N.O. nr. 34, ook als Technical Bulletins (new series) I.C.W. nr. 52.

NOTA 1945 / JAN 1989

- KEMMERS R.H., 1982
Hydrologische bufferzones; werking en de relatie tot hun ruimtelijke positie in het landschap. Mededelingen nieuwe serie nr. 19, Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding Wageningen (uit:W.L.O.-mededelingen, 3/4 1982).
- MANKOR J., R.H. KEMMERS, 1987
ECONUM: een model voor de simulatie van de stikstof en fosfaathuishouding op standplaatsen met half-natuurlijke vegetatiesonder invloed van het grondwater. Studiecommissie Waterbeheer Natuur, Bos en landschap, S.W.N.B.L.-deelrapport nr. 8c Standplaats en fysiografie.
- OOSTERBAAN, G.A., A.B.J. SEPERS, 1988
Het onderzoek op het gebied van het waterbeheer bij het ministerie van Landbouw en Visserij. Notitie Stuurgroep waterbeleid. Directie Landbouwkundig Onderzoek, Wageningen.
- REIJNEN, M.J.S.M., J. WIERTZ, 1983
Projectbeschrijving WAFLO. Rijksinstituut voor natuurbeheer Leersum.
- RIJKSWATERSTAAT, Ministerie van, 1984a
Bepaling van de belangrijkste waterhuishoudkundige variabelen. Studiecommissie Waterbeheer Natuur, Bos en landschap, S.W.N.B.L.-deelrapport nr. 4 Waterhuishouding en standplaats.
- RIJKSWATERSTAAT, Ministerie van, 1984b
De waterhuishouding van Nederland. Rijkswaterstaat, 's Gravenhage.
- RIJKSWATERSTAAT, Ministerie van, 1985
Omgaan met water. Naar een integraal waterbeleid. Rijkswaterstaat 's Gravenhage.
- ROELOFS H.J., Th. BEUKEBOOM, A. EBREGT, W. VOS, 1982
Landschapsecologische relaties via het grondwater op nationaal en regionaal niveau. Dorschkamp rapport nr. 317. Rijksinstituut voor onderzoek in de bos- en landschapsbouw "De Dorschkamp", Wageningen.
- VEELENTURF P.W.M. (red.), K.J. CANTERS, A.A. de VEER, R.W. de WAAL, Y. van RANDEN, J. RUNHAAR, C.P. den HERDER, W. BAAS, J.P. SMOLDERS, 1988.
Landschapsecologische kartering van Nederland (L.K.N.), FASE II: Randstad. Concept studierapport uitgegeven voor de studiedag LKN op 16 juni 1988. Rijksplanologische dienst 's-Gravenhage.
- VERMEER, J.G., 1986
Interimrapport 1983-1985. Studiecommissie Waterbeheer Natuur, Bos en landschap.
- WACKERLIN, J.V., 1984
Verkenning naar visueel-ruimtelijke kenmerken van water in het Nederlandsche landschap. Studiecommissie Waterbeheer Natuur, Bos en

- landschap, S.W.N.B.L.-deelrapport nr. 6 Water en landschapsbeeld.
- WATERING, C.F. van de, H.J. VERKAAR (ed.), 1987.
Versnippering, verslag van een workshop gehouden op 19 mei 1987 te Utrecht. Rijkswaterstaat, dienst Weg- en Waterbouwkunde i.s.m. Centrum Milieukunde Leiden en de stichting Natuur en Milieu.
 - WIRDUM G. van, 1984
Bepaling van de belangrijkste standplaatsfactoren. Studiecommissie Waterbeheer Natuur, Bos en landschap, S.W.N.B.L.-deelrapport nr. 1 Standplaats en plant.

NOTA 1945 / JAN 1989

BIJLAGE 1: Samenstelling begeleidingscommissie en onderzoekersgroep

Onderzoekersgroep

Ir R. van de Berg	-	RBL De Dorschkamp	(voorzitter)
Drs A. Anderson	-	RBL De Dorschkamp	(sociaal ruimtelijke aspct.)
Dr F. Coeterier	-	RBL De Dorschkamp	(omgevingspsychologie)
Ir B. Strootman	-	RBL De Dorschkamp	(ruimtelijke opbouw)
Ir L. Schone	-	RBL De Dorschkamp	(ruimtelijke opbouw)
Drs R. Hengeveld	-	RIN	(landschapsecologie)
Dr P. Opdam	-	RIN	(landschapsecologie)
Drs S. Barend	-	STIBOKA	(cultuurhistorie)
Drs J. Vervloet	-	STIBOKA	(cultuurhistorie)
Dr J. van Bakel	-	ICW	(hydrologie)
Ir J. Peerboom	-	ICW	(hydrologie)

Begeleidingscommissie R.M.N.O.

Prof. dr L. Vlijm	-		(voorzitter)
drs R. Cuperus	-	R.M.N.O	(secretaris)
dr P. den Boer	-	Biologisch station Wijster	
dr J. van Damme	-	Instituut voor Oecologisch onderzoek	
Prof. dr R. Hommes	-	Erasmus Studiecentrum Milieukunde	
ir J. Pfeifer	-	Staatsbosbeheer	
ir A. Sleeking	-	Landinrichtingsdienst	
dr H. Verkaar	-	Rijkswaterstaat	
dr A. van der Zande	-	Rijkspanologische dienst	

BIJLAGE 2: Belangrijkste hydrologische fenomenen i.v.m. versnippering

BIJLAGE 2: BELANGRIJKSTE HYDROLOGISCHE FENOMENEN I.V.M. VERSNIFFERINGS-PROBLEMATIEK

1. FENOMEEN	2. VORM	3. TYPE	4. SCHAAL UITVERKINS	5. AARD UITVERKINS
Grondwateronttrekking t.b.v. drinkwater- ziening (diep >10m)	punt	put	(supra-)regionaal	kwali-/kwantitatief
Grondwateronttrekking t.b.v. de landbouw (ondiep <10m)	punt diffuus	put put	locaal locaal-regionaal	kwalitatief kwantitatief
Impolderingen en droogmakerijen	punt/vlak	put	(supra-)regionaal	kwali-/kwantitatief
Meren, spaarbekkens, bossins	punt/vlak	bron/put/neutraal	locaal-regionaal	kwali-/kwantitatief
Lozing chemisch afval op de boden en in oppervlaktewater	punt/vlak	bron	locaal-regionaal	kwalitatief
Natuurlijke en grote kunstmatige water- lopen	lijn	put/bron	regionaal-nationaal	kwali-/kwantitatief
Kleinere kunstmatige waterlopen	lijn	put/bron	locaal-regionaal	kwantitatief
Aarden en kunststof (ondergrondse) obstakels	lijn	barriere	locaal	kwali-/kwantitatief
Drainage, ontwatering afwatering	diffuus	put	locaal-nationaal	kwantitatief
Beregening uit grond- en/of oppervlaktewater	diffuus	bron	locaal-regionaal	kwali-/kwantitatief
"Optimalisering peil- beheer"	diffuus	n.v.t.	regionaal	kwali-/kwantitatief

N.b.

- met VORM wordt bedoeld, de vorm waarin het fenomeen aangrijpt, met een diffuse vorm wordt aangegeven dat het fenomeen een niet als zodanig aan te wijzen aangrijpingspunt kent.
- bij het type "bron" wordt iets aan het watersysteem toegevoegd, bij het type "put" wordt iets uit het watersysteem gehaald, bij het type "barriere" wordt water in het systeem tegengehouden cq. afgebogen.
- en 5. met de schaal en de aard van het verschijnsel wordt bedoeld de OVERWEGENDE schaal en aard van het fenomeen.