P. Verdonschot
Groenendael 103
8271 EE IJsselmuiden

VOORONDERZOEK NAAR LANDSCHAPSECOLOGISCHE RELATIES TUSSEN ECOSYSTEMEN

W.Vos
W.B.Harms
A.H.F.Stortelder
(redactie)

rapport nr.246
Rijksinstituut voor onderzoek
in de bos- en landschapsbouw
DE DORSCHKAMP
Wageningen 1982

191491

INHOUDSOPGAVE

blz.

Inhoudsopgave 3

Voorwoord 5

Samenvatting 7

Summary 11

1. Inleiding 15

2. Planologisch kader 19

2.1. De taak en werkzaamheden van de Rijksplanologische Dienst 19

2.2. Het gebruik van landschapsecologische kennis en inzichten ten behoeve van het nationale ruimtelijke beleid 20

2.3. De bijdrage van kennis over en inzicht in landschapsecologische relaties aan de nationale ruimtelijke planning 21

2.4. De behoefte aan kennis over en inzicht in landschapsecologische relaties ten behoeve van het nationale ruimtelijke beleid 23

3. Theoretisch-methodologisch kader 27

3.1. Landschapsecologische relaties 27

3.2. Het ruimtelijk relatiestelsel 29

3.3. De werking van het ruimtelijk relatiestelsel 32

4. De classificatie van landschapsecologische relaties 35

4.1. De werkwijze bij het opstellen van classificatiesystemen 35

4.2. De classificatie van agentia 36

4.3. De classificatie van her- en inkomstgebieden 45

4.4. De classificatie van landschapsecologische relaties 57

5. De kartering van landschapsecologische relaties 61

5.1. Enkele beperkingen 61

5.2. Kaartschaal en karteerbaarheid 61

5.3. De kartering van agentia 63

5.4. De kartering van her- en inkomstgebieden 64

5.5. De kartering van landschapsecologische relaties 65

5.6. De toereikendheid van de bestaande informatie 65

5.7. Teledetectie als hulpmiddel 69

5.8. Automatische gegevensverwerking als hulpmiddel 69

6. Globaal overzicht van landschapsecologische relaties 73

6.1. Enkele beperkingen 73

6.2. Relaties door luchtbewegingen 73

6.3. Relaties door zeewaterbewegingen 81

6.4. Relaties door oppervlaktewaterbewegingen 89

6.5. Relaties door grondwaterbewegingen 103

6.6. Relaties door vogels 114

blz.

6.7. Relaties door waterdieren 126
6.8. Relaties door landdieren 136

7. De betekenis van landschapsecologische relaties 147

7.1. De betekenistoekenning 147
7.2. De betekenis van relaties door luchtbewegingen 149
7.3. De betekenis van relaties door zeewaterbewegingen 152
7.4. De betekenis van relaties door oppervlaktewaterbewegingen 156
7.5. De betekenis van relaties door grondwaterbewegingen 162
7.6. De betekenis van relaties door vogels 167
7.7. De betekenis van relaties door waterdieren 176
7.8. De betekenis van relaties door landdieren 178

8. Literatuur 181

Bijlagen 187

1. Agentia van het vierde classificatieniveau 188
2. Overzicht van de her- en inkomstgebieden van grondwaterstromen, de geïsoleerde gebieden, de bijbehorende potentieel-natuurlijke vegetatietypen en enkele waardevolle actuele vegetatietypen 198
3. Verklarende woordenlijst 203
4. Namenlijst 209

VOORWOORD

In de jaren 1979 tot en met 1982 is er op het Rijksinstituut voor onderzoek in de bos- en landschapsbouw "De Dorschkamp" in opdracht van de Rijksplanologische Dienst gewerkt aan een vooronderzoek naar landschapsecologische relaties en hun betekenis voor de nationale ruimtelijke planning. Er werd niet méér beoogd dan het geven van een eerste aanzet voor diepgaander en meeromvattend onderzoek.

In dit rapport is een belangrijk deel van de resultaten samengevat. Het heeft een algemeen en noodzakelijkerwijs globaal karakter. Voor uitgebreidere beschouwingen verwijzen we naar verschillende thematische en regionale studies, die in het kader van ditzelfde vooronderzoek zijn uitgevoerd, zoals die over relaties via het grond- en oppervlaktewater, de migratie van vogels en vissen en de lokale en regionale relaties van de natuurgebieden "De Kampina" en "Het Naardermeer" en hun omgeving. In een afzonderlijk rapport is ook nader ingegaan op de toepassing van kennis over landschapsecologische relaties in de ruimtelijke planning.

Er is gepoogd zoveel mogelijk aan te sluiten bij de beschouwingswijze en bevindingen van eerder door of in opdracht van de Rijksplanologische Dienst uitgevoerd milieuonderzoek, zoals de Landelijke Milieukartering (Kalkhoven, Stumpel en Stumpel-Rienks, 1976) en de studie Naar een Globaal Ecologisch Model voor de ruimtelijke ontwikkeling van Nederland (Van der Maarel en Dauvellier (samenstellers, 1978)).

Het onderzoek is uitgevoerd door een groep onderzoekers uit verschillende disciplines. Gedurende kortere of langere tijd werden bijdragen geleverd door:

drs. W. Vos	- fysische geografie (projectcoördinator)
ir. A. van den Berg	- automatische gegevensverwerking
dr. Th.J. Beukeboom	- geohydrologie
drs. A.B.M. Boezeman	- biologie
drs. M.J. Dumont	- biologie, hydrobiologie
drs. A. Ebregt	- biologie, vegetatiekunde
drs. J.M.J. Farjon	- fysische geografie, hydrologie
drs. W.B. Harms	- biologie
ir. J.W. van der Hek	- milieuhygiëne, hydrobiologie
ir. Tj. Hofstra	- milieuhygiëne, hydrobiologie
drs. J.H.M.J. Jonkers	- fysische geografie, hydrologie
drs. R.G.M. Kwak	- ornithologie
ir. P.W. Lahaye	- civiele planologie
drs. L. Reyrink	- ornithologie
ir. H.J. Roelofs	- geohydrologie
drs. H. Sprangers	- biologie
drs. A.H.F. Stortelder	- biologie, vegetatiekunde, ornithologie
prof.dr. D. Zaslavsky	- hydrologie

Het onderzoek is begeleid door een door de opdrachtgever ingestelde Begeleidingscommissie, bestaande uit de volgende personen:

drs. M. Burggraaff	- Rijksplanologische Dienst (voorzitster)
dr. J. van Donselaar (tot oktober 1981)	- Rijksplanologische Dienst
ir. H.G.M. Geenen (tot oktober 1981)	- Stichting voor Bodemkartering
drs. J. Kalkhoven	- Rijksinstituut voor Natuurbeheer
dr. J. Klijn (vanaf oktober 1981)	- Rijksplanologische Dienst

prof.dr. E. van der Maarel (tot juni 1979)	- Katholieke Universiteit Nijmegen nu: Universiteit van Uppsala (Zweden)
ir. J.C. Pape (vanaf oktober 1981)	- Stichting voor Bodemkartering
prof.dr.ir. L.J. Pons	- Landbouwhogeschool Wageningen
dr. J.J. de Vries (vanaf juni 1979)	- Vrije Universiteit Amsterdam
dr.ir. J. Wesseling	- Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding
prof.dr.ir. I.S. Zonneveld	- ITC Enschede en Landbouwhogeschool Wageningen

In verschillende fasen van het onderzoek zijn er contacten geweest met allerlei instituten en instellingen. Van de organisaties, die gegevens ter beschikking hebben gesteld of anderszins bereidwillig hun medewerking toonden, dienen genoemd te worden: Dienst Grondwaterverkenning TNO te Delft, Directie Faunabeheer van het Ministerie van Landbouw en Visserij, Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding (ICW) te Wageningen, Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee (NIOZ) op Texel, Rijksinstituut voor Natuurbeheer (RIN) te Leersum en Arnhem, Rijksinstituut voor Drinkwatervoorziening (RID) te Den Haag, Rijkswaterstaat (verschillende instellingen), Rijksinstituut voor Visserijonderzoek (RIVO) te IJmuiden, Stichting voor Bodemkartering (Stiboka) te Wageningen, Stichting Ornithologisch Veldonderzoek Nederland (SOVON), de Vereniging tot Behoud van Natuurmonumenten in Nederland te 's-Graveland, de Organisatie ter verbetering van de binnenvisserij (OVB) te Nieuwegein en het Delta-instituut voor Hydrobiologisch Onderzoek te Yerseke.

In de tekst zijn opmerkingen verwerkt van ir. H. Dijkstra (De Dorschkamp), drs. F.J.A. Saris, (WLO), prof.dr. A.W.L. Veen (Rijksuniversiteit Groningen), prof.dr.ir. A.P.A. Vink (Universiteit van Amsterdam).

SAMENVATTING

Landschapsecologische kennis en inzichten laten zich veelal niet zonder meer toepassen in de ruimtelijke planning. In het recente verleden is er op initiatief van de Rijksplanologische Dienst (RPD) op verschillende manieren gewerkt aan een betere toepasbaarheid. Belangrijke stappen waren de ontwikkeling van een theoretisch en methodologisch kader, zoals neergelegd in het GEM (Van der Maarel en Dauvellier, samenstellers, 1978), en de uitvoering van een landelijke milieukartering (Kalkhoven, Stumpel en Stumpel-Rienks, 1976).

In toenemende mate wordt duidelijk dat de manier waarop verschillende gebieden elkaar beïnvloeden grotere aandacht verdient in de ruimtelijke planning dan tot heden het geval was. Met een opdracht van de RPD aan het Rijksinstituut voor onderzoek in de bos- en landschapsbouw "De Dorschkamp" voor een vooronderzoek naar landschapsecologische relaties en hun betekenis voor de nationale ruimtelijke planning, is er gepoogd enige duidelijkheid te scheppen in dit probleemveld. Dit rapport doet verslag van dit vooronderzoek. Daarnaast is er in de vorm van vervolg-opdrachten gewerkt aan uitwerkingen van verschillende aspecten, zoals de relaties onderhouden door grondwater, oppervlaktewater, waterdieren en broedvogels, alsmede aan een rapport, waarin de toepassing van de verworven inzichten in enkele concrete planningproblemen centraal staat.

Hier wordt in een eerste verkenning gepoogd antwoord te geven op de volgende vragen:

- Op welke wijze kunnen ruimtelijke relaties (verder aangeduid als landschapsecologische relaties) worden beschreven? Zie hoofdstuk 3 en 4.
- Op welke wijze kunnen deze relaties en hun betekenis voor de levensgemeenschappen kartografisch of anderszins worden weergegeven? Zie hoofdstuk 5.
- In hoeverre zijn de bestaande landschapsecologische kennis en de in kaarten of op andere wijze opgeslagen gegevens bruikbaar voor een meeromvattend voortgezet onderzoek voor heel Nederland? Zie hoofdstuk 5.
- Welke landschapsecologische relaties zijn van belang voor de nationale ruimtelijke planning? Zie hoofdstuk 6 en bijlage 1.
- Op welke wijze kan de betekenis van landschapsecologische relaties voor de levensgemeenschappen van de betreffende gebieden worden bepaald? Zie hoofdstuk 7.
- Wat is de betekenis van de onderscheiden relaties voor de levensgemeenschappen van de betreffende gebieden? Zie hoofdstuk 7.

Het beschrijven van landschapsecologische relaties

Er wordt van een landschapsecologische relatie gesproken, als er een uitwisseling van materie, energie en/of organismen tussen verschillende gebieden plaatsvindt, die tot uitdrukking komt in de voorkomende organismen en hun organisaties. Een bijzondere vorm kan zich voordoen, wanneer er in het geheel of in bepaalde opzichten geen uitwisseling is, maar een gebied zijn ecologische hoedanigheden juist hieraan dankt.

Bij de beschrijving van landschapsecologische relaties wordt uitgegaan van een algemeen model van het ruimtelijk relatiestelsel waarvan de volgende elementen in dit verband de belangrijkste zijn: agentia, media, in- en herkomstgebieden en regulatoren.

Agentia worden opgevat als datgene dat door een beweging van het ene gebied naar het andere een uitwisseling van materie, energie en/of organismen tot stand brengt: de materiële drager van een relatie. Er kunnen abiotische, biotische en antropische agentia onderscheiden worden.

Media kunnen omschreven worden als datgene waarlangs, waardoor of waarin één of meer agentia zich bewegen. Hierbij is het mogelijk dat een agens tevens medium is voor een ander agens, zoals in het geval van bewegende lucht, waarin vogels vliegen of stromend water, waarin vissen zwemmen.

In- en herkomstgebieden zijn gebieden waartussen relaties worden onderhouden. Afhankelijk van de bewegingsrichting van het betreffende agens, spreken we van een herkomst-, dan wel een inkomstgebied. Daarnaast kunnen er ook geïsoleerde gebieden voorkomen.

Als het gaat om abiotische en antropische agentia, noemen we de betrokken gebieden invloedsgebieden. Ze worden gekenmerkt door een passieve afhankelijkheid van de levensgemeenschappen van de aan-/afvoer. De gebieden, die verschillende functies hebben voor de dieren die ertussen bewegen, worden functiegebieden genoemd. Ze worden gekenmerkt door de mogelijkheid om aan bepaalde levensvoorwaarden van een diersoort te voldoen. Bewegingen treden op, wanneer niet aan alle levensvoorwaarden voldaan kan worden binnen één gebied. De betreffende diersoort heeft dan meerdere gebieden nodig om al zijn behoeften te bevredigen. Het gaat hier dus om een actieve afhankelijkheidsbetrekking tussen gebied en migrerend dier.

Regulatoren worden hier uitsluitend opgevat als de hulpmiddelen, waarmee de mens relaties probeert te beheersen door de natuurlijke agentia te beïnvloeden. Dit kan op velerlei wijzen gebeuren, zoals door dijken, stuwen, dammen, kribben, kanalen, windsingels, geluidswallen, voorzieningen voor grondwaterinfiltratie en -onttrekking, vistrappen, wildrasters, eendenkooien, enzovoort.

Vanuit beschrijvingen van agentia, in- en herkomstgebieden en regulatoren kan er gekomen worden tot beschrijvingen van relatietypen. Voor dit doel zijn er classificatiesystemen ontwikkeld voor zowel de agentia, de in- en herkomstgebieden als de relaties. De regulatoren zijn overwegend meegenomen in de classificatie van de agentia, omdat ze het actuele karakter van de agentia mede bepalen.

De weergave van landschapsecologische relaties

De kartering komt neer op de integratie van de in kaarten of tabellen neergelegde informatie over agentia en her- en inkomstgebieden. Voor elk gebied kan aangegeven worden wat voor relatie(s) het heeft met zijn omgeving. De basis van de kaartbeelden wordt dat ook gevormd door een indeling in her- en inkomstgebieden (invloeds- of functiegebieden). Daaroverheen is voor de abiotische relaties overeenkomstig de patronen der agentia een symbolische aanduiding gegeven van de betreffende relatietypen.

De meest voor de hand liggende symbolen zijn pijlen. Deze kunnen door onderbrekingen van de lijntjes en door de dikte te variëren niet alleen het patroon, maar ook de temporele kenmerken weergeven.

Bij de biotische relaties kan veelal niet met pijlen gewerkt worden, omdat de richtingen niet precies bekend zijn, te sterk in de tijd variëren, per soort kunnen verschillen, enzovoort. Ze zijn in het algemeen, met verwijzing naar de betreffende functiegebieden, in tabelvorm met symbolen (pijlen en aanduidingen voor de functies) aangegeven.

De regulatoren zijn met symbolen, als toevoeging op de relatiesymbolen, aangegeven.

In het rapport zijn vele kleinschalige kaartjes van relaties opgenomen. Uitwerkingen op grotere schalen worden gegeven in afzonderlijke rapporten over grondwater- en oppervlaktewaterrelaties, over twee bestudeerde proefgebieden (De Kampina en Het Naardermeer) en over de toepassing van kennis over relaties in de ruimtelijke planning.

Toereikendheid van bestaande informatie

Er is nagegaan welke gegevensbestanden aanwezig zijn in Nederland met bruikbare informatie voor een nationale kartering van landschapsecologische relaties, die binnen een redelijke termijn en met een redelijk budget kan worden uitgevoerd. In het onderzoek is, waar mogelijk, gebruik gemaakt van deze bestaande gegevens.

Samenvattend kan worden gesteld dat er nogal wat kennis is opgeslagen over abiotische agentia. Dit

betreft zowel het regime van lucht- en waterbewegingen als de fysisch-chemische kwaliteit. Ten dele is deze informatie echter slechts met enige bewerking hanteerbaar te maken.

Over de bewegingen van dieren is over het algemeen echter veel minder systematisch bekend. Er zijn wel globale verspreidingskaarten van broedvogels, zoogdieren, reptielen en amfibieën, sommige trekvogelsoorten, maar daarentegen niet van andere trekvogelsoorten en vrijwel niet van waterdieren (zowel in zoet, brak als zout water). Gedetailleerde kennis over het voorkomen en (trek)gedrag der soorten is slechts exemplarisch voorhanden.

Wanneer er geen informatie over de relaties zelf, maar wel over de verspreiding der migrerende soorten (bijvoorbeeld nestplaatsen, overwinteringsplaatsen) beschikbaar is, is het in principe mogelijk vanuit algemene kennis over het (trek)gedrag de mogelijke relaties te interpreteren. In het onderzoek is dat op verschillende momenten gebeurd.

Er wordt kort aangeduid dat, en waarom, men weinig hoeft te verwachten van remote sensing technieken met betrekking tot de voorliggende problematiek. Daarentegen wordt er veel waarde gehecht aan een verkenning van de mogelijkheden van automatische gegevensverwerking. Verschillende bestaande, relevant geachte, gegevens zijn al in uitgebreide bestanden opgeslagen.

Relevante landschapsecologische relaties

In principe zijn voor de nationale ruimtelijke planning de volgende relaties van belang:
- alle relaties, die zich afspelen op nationaal en internationaal niveau;
- alle relaties, die algemeen voorkomen op regionaal en lokaal niveau;
- alle relaties, die vanuit het nationale ruimtelijke beleid gezien zeldzaam zijn, dan wel nationaal zeldzame ecologische hoedanigheden in stand houden of tot stand zouden kunnen brengen.

De hiermee verwoorde criteria zijn bepalend geweest voor de keus van de in de classificatiesystemen van agentia, her- en inkomstgebieden en relaties opgenomen typen.

Om een eerste indruk te krijgen van de mogelijk relevante relaties, is een probleemsignalering uitgevoerd aan de hand van de Persoverzichten van Staatsbosbeheer over de periode 1974-1978. Daaruit werd al duidelijk dat het gaat om een zeer breed veld van problemen, die op enigerlei wijze voortkomen uit de invloed van verschillende gebieden op elkaar. Vervolgens werd aan de hand van onderzoek in twee proefgebieden (De Kampina en Het Naardermeer), thematische studies en literatuuronderzoek verder gewerkt aan een overzicht van landschapsecologische relaties.

In hoofdstuk 6 wordt aan de hand van voorbeelden en overzichtskaarten een eerste globale beschrijving gegeven van een belangrijk deel van de relevant geachte relaties. Gezien het karakter van het onderzoek (vóór-onderzoek) is een uitputtende beschrijving achterwege gebleven.

Betekenistoekenning aan relaties

De werkzaamheden met betrekking tot het toekennen van betekenis aan relaties heeft in hoge mate een verkennend karakter gehad. De ontwikkeling van het denken over milieuwaardering is nog volop aan de gang. Hieraan wordt een bijdrage geleverd door verschillende werkwijzen als mogelijkheden aan te geven. Er zijn tenminste twee benaderingswijzen denkbaar:
- aangeven van de mate waarin een relatie voorwaarde is voor de aanwezigheid van een levensgemeenschap in een bepaald gebied;
- aangeven van de mate waarin een relatie verschillen tussen de levensgemeenschappen van de op elkaar betrokken her- en inkomstgebieden in stand houdt of tot stand brengt.

In het eerste geval wordt de betekenis per gebied toegekend aan de inkomende en/of uitgaande relatie(s), in het tweede geval aan de relatie(s) tussen twee of meer gebieden. Bij de eerste werkwijze kan men betekenis toekennen aan het voorwaardelijke of bedreigende karakter van de relatie(s) zelf, maar ook

aan dat van één of meer herkomstgebieden voor één of meer inkomstgebieden met bepaalde levensgemeenschap(pen).

In hoofdstuk 7 wordt een globale kwalitatieve beschrijving gegeven van de betekenis van de belangrijkste in hoofdstuk 6 beschreven relaties. Daarbij staat de vraag centraal welke relaties voorwaardelijk of bedreigend zijn voor de momenteel hoog gewaardeerde gebieden.

Om de toegankelijkheid van het rapport zo groot mogelijk te maken, is er in de bijlagen een verklarende woordenlijst opgenomen.

SUMMARY

In most cases, landscape ecology knowledge and insight cannot be applied directly in physical planning. In recent years, at the initiative of the National Physical Planning Agency (R.P.D.), several ways of improving landscape ecology's applicability have been tried. Important steps in this were the development of a theoretical and methodological framework, as described in the General Ecological Model (Van der Maarel and Dauvellier, 1978) and the mapping of the natural environment in The Netherlands. (Kalkhoven, Stumpel and Stumpel-Rienks, 1976).

It is becoming increasingly clear that the way in which different areas influence each other deserves much more attention in physical planning than has so far been the case.

The R.P.D. commissioned "De Dorschkamp" Research Institute for Forestry and Landscape Planning to carry out a pilot study of landscape cology relations and their significance for national physical planning, in order to shed more light on this complex of problems. This report gives an account of this preliminary research. Furthermore, in subsequent research projects the working out of different aspects, such as the relations resulting from groundwater, surface water, aquatic animals and breeding birds, was studied. In the resulting report the applicability of the acquired insight to concrete planning problems is the central theme.

The description of landscape ecology relations (chapter 3)

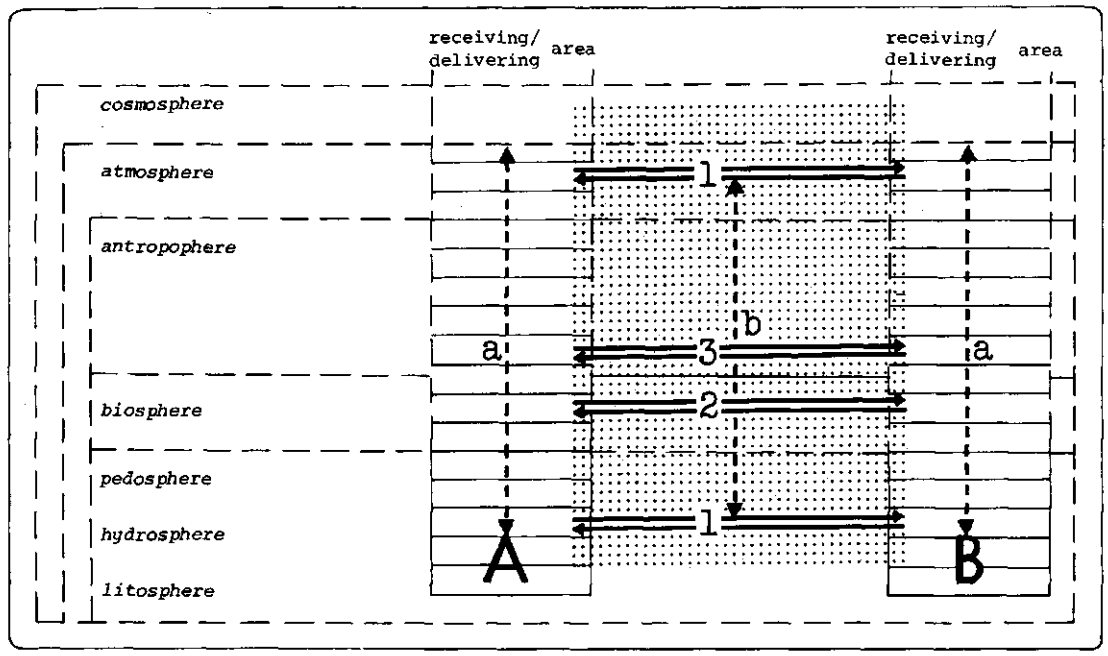
The ecological relations that occur between ecosystems can be defined as exchanges of matter, energy and/or organisms between various areas that are environmental prerequisites for the ecosystems of at least one of the areas.

Systems in general and ecosystems in particular are not only formed by their components, but also by the relations between them. Certain ecosystems or landscapes can only exist because of the absence of certain exchanges with their environment.

The ecological relations between ecosystems can be worked out as shown in figure.
The following main aspects can be recognized:

- Agencies: migrating factors that accomplish the spatial exchanges of matter, energy and/or organisms. At the highest level of classification they can be subdivided into:

  Abiotic agencies: groundwater at various depths, surface water, seawater, air, slope deposits etc.;
  Biotic agencies : birds, mammals, amphibians, fishes and other aquatic animals, insects etc.;
  Anthropic agencies: man and his means of transport.
  These great groups of agencies can be subdivided into a great number of different types according to what is transported by them (chemical compounds, heat, species, etc.), their pattern (distance, direction and form of the transportation paths or networks (like convergent or divergent, dendritic, parallel)) and their temporal characteristics (speed, frequency, irregularities).
- Media: the medium is the environment (air, water, soil) of the agencies that enables the movements to take place over or through it.
  Water and soil can be subdivided into many different types according to the way they influence the movements of the agencies.
- Receiving and delivering areas: the areas between which the exchanges of matter, energy and/or organisms take place. The areas linked by abiotic and anthropic agencies are called influence areas: their ecosystems are passively interdependent and this is reflected in the biotic components of at



Simplified model of ecological relations between ecosystems.

least one of the systems. Those areas linked by biotic agencies perform one or more functions (for instance as breeding, foraging or rest areas) for the animals that maintain the interactions: there is an active interdependence between these areas and the migrating (species) populations. This interdependence is reflected in the biotic components of both systems. In this case the areas are called function areas. Many different types of influence areas and function areas can be distinguished.

- Spatial characteristics of the relation system: location of the areas with respect to each other, dimensions of the areas and relative height with respect to each other.
- The various ways of human influence on ecological relations between ecosystems.
  In the first place, human influence can locally affect the characteristics of one or both areas by land use (fertilization, lowering the groundwater level, ploughing, dumping of waste, industrial activities etc.). As a result of local land use there can be some emission of matter, energy and/or organisms in air, water and soil and also some far-reaching influence by withdrawing of, for instance, groundwater or surface water. Secondly, man can function as an agency: walking, driving, sailing, flying, cycling and by using pipelines, cables and other means of transportation. The transport can be meant to counteract the natural processes. Examples are irrigation in extremely well drained areas, pumping seepage water out of polders, fertilizing land that is impoverished by leaching processes.
  In the third place, man can influence the natural agencies by means of regulators such as dikes, barrages, wind breaks, duck decoys, road crossings for toads.

So far, only simple relations between two areas have been mentioned. In reality we have to deal with chains or networks of relations at various scales and levels. These complex systems can be described as mentioned before.

If these relations are systematically described, for every type of agency some basic types of relations can be identified:

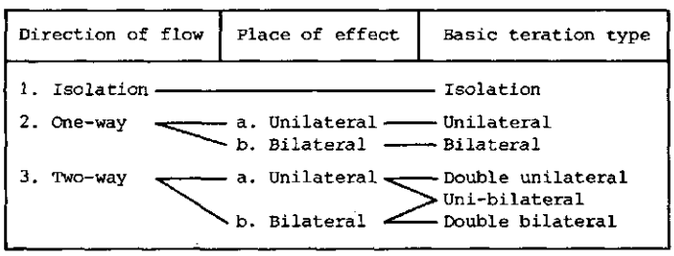
Depending on the direction of the movement of the agencies:

1. Isolation, when there is no exchange at all between the areas.
2. One-way relations, when there is a flow from one area to the other.
3. Two-way relations, when there is a flow in both directions.

The last two types can be subdivided according to the effect of the relation on the connected areas:

a. Unilateral relations, when there is an effect on one of the two areas.
b. Bilateral relations, when there is an effect on both areas.

In the case of two-way relations there can be a unilateral effect of the flow in one direction, and a bilateral effect of the flow in the other direction: uni-bilateral relations. This leads to six basic relation types:



Representing landscape ecology relations (chapter 4).

Mapping involves integrating information about agencies and receiving and delivering areas, from tables and maps. The relation (or relations) between each area and its environment can be indicated. Therefore the basis for the maps is formed by a division into delivering and receiving areas (influence or function areas). On top of this a symbolic notation of the relevant types of relations is given for the abiotic relations in accordance with the patterns of agencies. The most obvious symbols are arrows. By interrupting the lines and by varying their thickness, these arrows can not only show the pattern, but also the temporal characteristics.

In biotic relations arrows cannot be used in most cases, because the directions are not known exactly, or because they vary too much in time, or because there is too much difference between the various species, etc. In general, biotic relations have been presented in tables, with symbols (arrows and signs for the functions), and with reference to the relevant function areas. The regulators have been presented as symbols, added to the other symbols used. The report contains many small-scale maps of relations.

The practicability of existing information (chapter 5).

Research was done to ascertain what data bases with information useful for the country-wide mapping of landscape ecology relations in a reasonable period and for a reasonable budget exist in The Netherlands. In this study, existing data were used, whenever possible.

It was concluded that much is known about abiotic agencies, both concerning the regime of air and water movements and their physical and chemical quality. In some cases some adaptation is necessary to make the information usable. In general we have less systematic knowledge about the movements of animals.

When information is available on the biogeography of migrating species, but not on the relations themselves, it is possible to interpret the possible relations on the basis of general knowledge of migration. In our research, this occurred several times. The reasons why remote sensing techniques to not offer much hope in relation to the problems mentioned, are briefly discussed. Automatic data processing has great potential. Existing, relevant data have already been stored in data banks.

Relevant landscape ecology relations (chapter 6).

In principle the following relations are important for national physical planning:
- all relations at a national and international level;
- all relations at a regional and local level;
- all relations that are rare from a point of view of national physical policy and all relations that preserve or develop ecological qualities that are rare at a national level.

These criteria determined the choice of types that occur in the classification systems of agencies, delivering and receiving areas and relations.

To obtain a preliminary impression of the possible, relevant relations, problems were identified using press-cuttings from the State Forest Service covering the period 1974-78. From this, it became clear that we were dealing with a broad spectrum of problems that result from the fact that different areas influence each other. Furthermore, with the help of research in two trial areas (De Kampina and Het Naardermeer), thematic studies and a literature survey were developed into an overview of landscape ecology relations.

Chapter 6 gives a rough description (with the help of examples and maps) of an important part of those relations that are considered relevant.

As this is only a preliminary study, an exhaustive description has not been attempted.

Significance of relations (chapter 7).

The ascribing of significance to relations is only at a reconnaissance stage. The philosophy of environmental assessment is still being developed. For the determination of the significance of relations, at least two approaches are conceivable:
- Stating the degree in which a relation determines the presence of an ecosystem in a particular area.
- Stating the degree in which a relation maintains or brings about differences between the ecosystems of receiving and delivering areas that influence each other.

In the first case, the significance is given to the receiving and/or delivering relation or relations, per area, in the second case the relations can be classified according to how they affect the spatial diversity of the relation system in question. They emphasize or maintain the differences between the ecosystems and the functions they provide for migrating animals (spatial differentiation) or, conversely, decrease the differences (spatial levelling-off).

In chapter 7 the significance of the most important relations described in chapter 6 are roughly and qualitatively described. The central question is which relations are conditional for highly appreciated areas, and which relations form a threat.

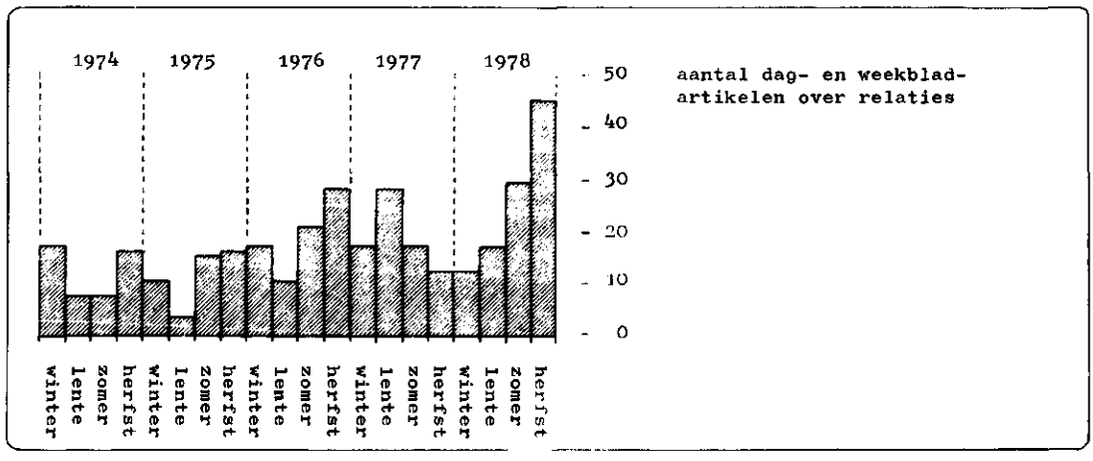
For greater accessibility to this report, a glossary has been added to the appendices.

1. INLEIDING

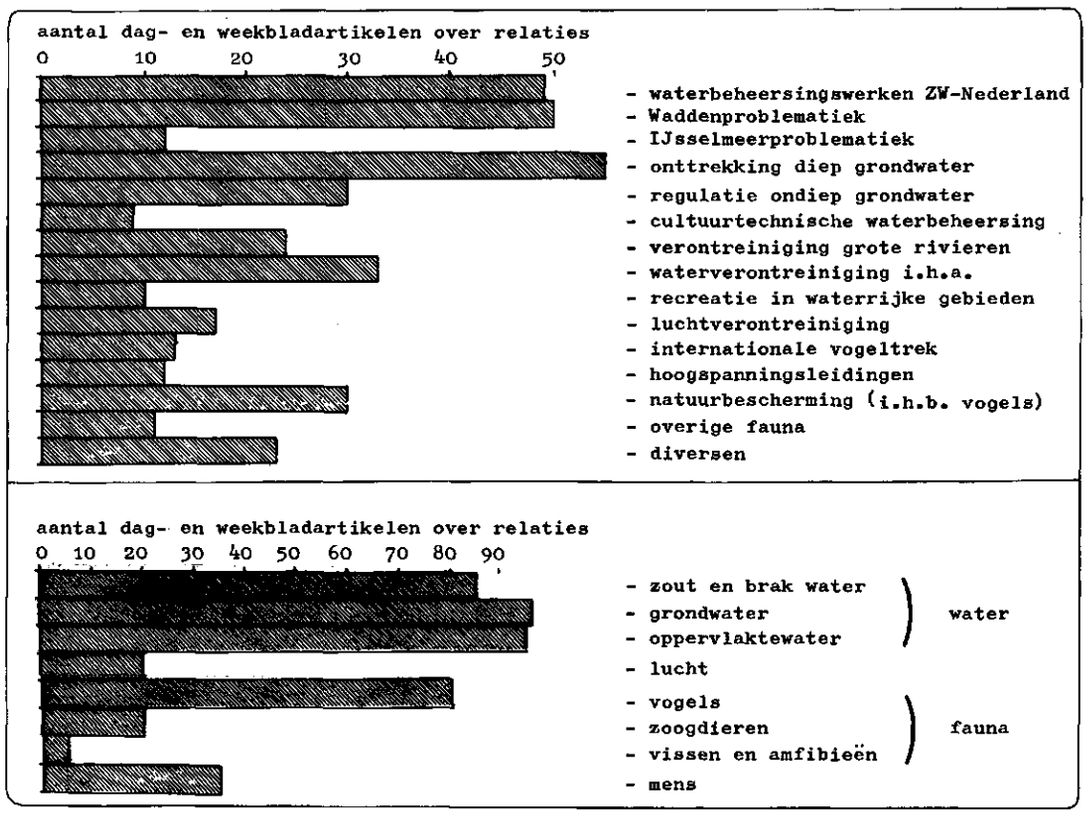
Bij vele problemen van de ruimtelijke ordening is op enigerlei wijze de manier waarop verschillende gebieden elkaar beïnvloeden in discussie. Het gaat dan om uiteenlopende zaken, zoals enkele planologische principes, milieudifferentiatie, milieucompartimentering, scheiding en verweving van functies, enz., maar ook om de uitwerking daarvan door het creëren van bufferzones, natuurreservaten en Relatienota-gebieden. Bij uitstek is het echter in discussie, bij de allocatie van bestemmingen met belangrijke emissies van verontreinigende stoffen en van bestemmingen of ingrepen, die anderszins hun omgeving sterk kunnen beïnvloeden, zoals grondwateronttrekkingen, diepe ontgrondingen, het afsluiten van riviermonden of zeearmen en inpolderingen. Veelal worden er beslissingen genomen zonder een bevredigend inzicht in de intensiteit en het karakter van de betreffende ruimtelijke relaties. Zo vormt het creëren van een natuurreservaat niet zonder meer een garantie voor het behoud van de aanwezige kwaliteit, als de omgeving een oncontroleerbare negatieve invloed erop uitoefent.

De problematiek van de ruimtelijke relaties heeft al enige tijd de aandacht van een breed gezelschap van landschapsecologen. C.G. van Leeuwen stelde het bij verschillende gelegenheden op fundamentele wijze aan de orde (Van Leeuwen, 1968 en 1977). Recentelijk zijn ook in verschillende op de toepassing gerichte landschapsecologische situaties relaties onderhouden door vogels, grond- en oppervlaktewater bestudeerd bij het beoordelen van veranderingen van het ruimtegebruik (zie o.a. Te Boekhorst, Farjon, Harms e.a. (1977), Vos, Bieleman, Duysing e.a. (1977), Vos, Farjon, Van der Hek e.a. (1978), Dijkstra, Stortelder en Vos (1979), Harms, Loopstra en Vos (1980). Uit een analyse van de werkwijze van milieukarteringen ten behoeve van de ruimtelijke planning, gepubliceerd in de jaren 1971 - 1976, blijkt dat dit aspect in de beginfase van het toegepast landschapsecologisch onderzoek in Nederland slechts zelden in de beschouwingen werd betrokken (Burggraaff, Van Deijll, Laeijendecker e.a., 1979).

Dat de betekenis van de wederzijdse beïnvloeding van verschillende gebieden ook in toenemende mate doordringt tot de "niet-deskundige" Nederlander, blijkt uit de dag- en weekbladartikelen, opgenomen in de Persoverzichten van Staatsbosbeheer in de periode 1974 - 1978 (Vos, 1979). Het aantal artikelen, dat een probleem behandelde met het karakter "hier wordt iets gedaan .... en daar merk je er iets van" en waarin dat als zodanig werd onderkend, nam geleidelijk toe (figuur 1). De door de pers behandelde pro-



Figuur 1. Het aantal dag- en weekbladartikelen over ruimtelijke relaties, opgenomen in de Persoverzichten van Staatsbosbeheer, per seizoen (1974-1978) (Vos, 1979).



Figuur 2. Het aantal dag- en weekbladartikelen over ruimtelijke relaties, opgenomen in de Persoverzichten van Staatsbosbeheer (1974-1978), geordend naar thema's en agentia (Vos, 1979).

blemen beslaan een beperkt aantal thema's (figuur 2). Enkele van deze thema's komen aan de orde in meer dan de helft van het totale aantal artikelen. Ze betreffen "spectaculaire" en geografisch goed herkenbare problemen: de Deltawerken, de Waddenproblematiek, de IJsselmeerproblematiek (Markerwaard, Veluwerandmeren), de onttrekking van diep grondwater in pleistoceen Nederland en de verontreiniging van de grote rivieren (Rijn, Maas, Schelde). Andere veel behandelde thema's houden ook verband met de problematiek van waterkwaliteit en -kwantiteit, zoals de daling, onttrekking, beheersing e.d. van het ondiepe grondwater. Belangrijke thema's waarin de vogels centraal staan, zijn die met betrekking tot het verdwijnen van natte gebieden, de internationale vogeltrek en de draadslachtoffers door aanvaring met hoogspanningsleidingen. Minder frequent behandelde thema's waren de luchtverontreiniging, de bewegingen van zoogdieren, de recreatie-invloed in het algemeen en die in waterrijke gebieden in het bijzonder, de rivierdijkverzwaring, de bodemdaling ten gevolge van gaswinning en het opbergen van radioactief afval in zoutformaties. De aandacht wisselt nogal met de tijd: als we een analyse zouden maken van de artikelen van het afgelopen jaar zou het thema "zure neerslag" waarschijnlijk zeer hoog scoren.

Uit het voorgaande wordt duidelijk, dat vele van de door de pers behandelde ruimtelijke relaties over grotere afstanden spelen: van regionaal tot internationaal. Het is dan ook niet verbazingwekkend dat er veelvuldig melding wordt gemaakt van de betrokkenheid van de nationale overheid bij de behandelde relatie-problemen.

De toenemende aandacht van de Rijksplanologische Dienst voor ruimtelijke relaties in het landschap komt amper tot uitdrukking in de Oriënteringsnota (1974) geformuleerde hoofdlijnen van het te voeren ruimtelijk beleid. In de Verstedelijkingsnota (1976) en in sterkere mate in de Nota landelijke gebieden

(1977) wordt daarentegen op vele plaatsen op de betekenis ervan gewezen en komt deze onderkenning van de problematiek ten dele tot uitdrukking in de geformuleerde beleidsvoornemens. Het meest duidelijk blijkt dit in de Nota landelijke gebieden uit de argumenten achter de drie gepresenteerde ontwikkelingsmodellen. Centraal staan hier de vóór- en nadelen van verschillende vormen van scheiding en verwerving van functies.

In de Jaarverslagen van de Rijksplanologische Dienst van de jaren 1974 - 1978 komen dezelfde thema's aan de orde als hiervoor genoemd. Daarnaast worden nog vermeld: de verontreiniging van de Noordzee en de kustwateren (onder meer als gevolg van olie- en gaswinning en andere industriële activiteiten), geluidshinder door luchtvaart en wegverkeer, de gevaren van kernreactoren voor hun omgeving en zeer in het algemeen de problematiek van bufferzones en open ruimten in stedelijke gebieden.

De betekenis van ruimtelijke relaties wordt in de voorkomende gevallen afgemeten aan de positieve of negatieve invloed ervan op de betreffende levensgemeenschappen en/of de volksgezondheid.

Uit deze inleidende probleemsignalering kunnen we concluderen dat er enige orde op zaken gesteld dient te worden in een breed en nog weinig ontgonnen onderzoeksgebied, op zodanige wijze, dat het resultaat toepasbaar is in de ruimtelijke planning.

In overleg met de opdrachtgever beoogt het voorliggende onderzoek hiertoe een aanzet te geven door zich te richten op de volgende vragen:

- Op welke wijze kunnen ruimtelijke relaties in het landschap (verder aangeduid als landschapsecologische relaties) worden beschreven?
- Op welke wijze kan de betekenis van landschapsecologische relaties voor de levensgemeenschappen van de betreffende gebieden worden bepaald?
- Op welke wijze kunnen deze relaties en hun betekenis voor de levensgemeenschappen kartografisch, of anderszins op een voor de toepassing in de nationale ruimtelijke planning bruikbare wijze, worden gepresenteerd?
- Welke landschapsecologische relaties zijn van belang voor de nationale ruimtelijke planning?
- Wat is de betekenis van deze relaties voor de levensgemeenschappen van de betreffende gebieden?
- In hoeverre zijn de bestaande landschapsecologische kennis en de in kaarten of op andere wijze opgeslagen gegevens bruikbaar voor een meeromvattend voortgezet onderzoek voor heel Nederland?

Voor een antwoord op deze vragen dient men niet alleen dit samenvattende rapport, maar ook de verschillende regionale en thematische studies te raadplegen. De nadruk ligt hier en in de deelstudies op de methodologie en het geven van een overzicht van mogelijk relevante relaties. Nadrukkelijk dient gesteld te worden dat het niet de bedoeling was welke vorm van "relatie-theorie" dan ook door empirisch onderzoek verder te onderbouwen of te verwerpen. Dat vraagt langduriger en fundamenteler onderzoek.

Na deze inleiding wordt in hoofdstuk 2 het planologisch kader van de studie geschetst. Behandeld worden de taak, werkzaamheden en werkwijze van de Rijksplanologische Dienst, voor zover van belang voor het onderzoek. Hierbij wordt aangegeven voor welke werkzaamheden van de RPD kennis over landschapsecologische relaties van belang kan zijn. Tevens wordt aangeduid welke criteria gehanteerd kunnen worden bij het onderscheiden van relevante relaties, gezien vanuit de taak en werkzaamheden van de RPD. De betekenis van dit hoofdstuk is in de eerste plaats gelegen in het hanteerbaar maken van de onderzoeksresultaten door aan te geven hoe een onderzoek als het onderhavige zich verhoudt tot de werkzaamheden van de opdrachtgever.

In hoofdstuk 3 wordt kort ingegaan op enkele theoretische aspecten van relaties in het algemeen en landschapsecologische relaties in het bijzonder, en uitgebreider op enkele methodologische aspecten van de studie. Deze verhandeling mondt in hoofdstuk 4 uit in een overzicht van de classificatiesystemen, die gehanteerd zijn bij het typeren van de relaties, de bij de relaties betrokken gebieden en de migrerende factoren (agentia), waardoor relaties tot stand komen.

In hoofdstuk 5 wordt een beschouwing gegeven over de kartering van relaties. Er wordt gerefereerd aan kaarten, die ten dele zijn opgenomen in dit samenvattende rapport en overigens in de rapporten van de thematische studies. Met deze kaarten wordt in geen enkel opzicht volledigheid nagestreefd. Ze kunnen ook niet opgevat worden als het eindpunt van de ontwikkeling van een werkwijze. Als voorbereiding op voortgezet onderzoek, wordt in dit hoofdstuk tevens ingegaan op de toereikendheid en beschikbaarheid van de bestaande gegevens.

In hoofdstuk 6 worden de verschillende van belang geachte relaties kort aan de hand van voorbeelden besproken. Ter illustratie zijn vele kleinschalige kaartjes en figuren opgenomen.

In hoofdstuk 7 wordt kort ingegaan op de manier waarop ten behoeve van de nationale ruimtelijke planning betekenis kan worden toegekend aan landschapsecologische relaties. Om praktische redenen gaat het hierbij vooralsnog steeds uitsluitend om de betekenis, zoals die tot uitdrukking komt in de betrokken levensgemeenschappen. De beschouwing heeft een verkennend karakter.

De lezer, die op de hoogte is van het doen en laten van de Rijksplanologische Dienst, kan de paragrafen 2.1. en 2.2. overslaan. Wie zijn tijd niet wil besteden aan theoretische en methodologische beschouwingen, doet er goed aan hoofdstuk 3,4 en 5 over te slaan. Voor korte omschrijvingen van de belangrijkste gehanteerde begrippen wordt verwezen naar de verklarende woordenlijst (bijlage 3). De Nederlandse en Latijnse namen van in de tekst genoemde plante- en diersoorten zijn samengevat in bijlage 4.

2. PLANOLOGISCH KADER*

2.1. De taak en werkzaamheden van de Rijksplanologische Dienst

De zin van het onderhavige onderzoek is in de eerste plaats gelegen in het gebruik van de resultaten in de nationale ruimtelijke planning. Meer in het bijzonder wordt beoogd met het onderzoek dienstbaar te zijn aan de werkzaamheden van de Rijksplanologische Dienst (RPD).

De RPD draagt overeenkomstig artikel 52 van de Wet op de Ruimtelijke Ordening (1964) aan de ruimtelijke ordening bij door:

1. de verantwoordelijke minister bij te staan in zijn taak tot voorbereiding van het nationaal ruimtelijk beleid;
2. onderzoek te verrichten en advies te verstrekken ten behoeve van de ruimtelijke ordening;
3. het houden van algemeen toezicht op de naleving van de wet.

Zo algemeen en formeel gesteld, staat de RPD voor een brede taak met vele mogelijkheden om invloed uit te oefenen op de ruimtelijke ontwikkelingen in Nederland. Om een beeld te krijgen van de toepassingsmogelijkheden van de onderzoeksresultaten, dienen we echter te kijken naar de werkelijke werkzaamheden. Deze laten zich globaal onderverdelen in twee categorieën:

- het voorbereiden van plannen;
- het toetsen en beoordelen van plannen.

Met betrekking tot het voorbereiden van plannen kan een onderscheid worden gemaakt in:

a. Het voorbereiden van het nationale ruimtelijke beleid voor de lange termijn, waaronder begrepen wordt:
   - het opstellen van beleidsnota's inzake ruimtelijke ordening, zoals de Tweede Nota over de ruimtelijke ordening (1966) en de Derde Nota over de ruimtelijke ordening (1974, 1976, 1977);
   - het opstellen van ruimtelijke facetplannen (structuurschets), zoals die over de verstedelijking en de landelijke gebieden;
   - het deelnemen aan de voorbereiding van structuurschema's, zoals die inzake verkeer en vervoer, vaarwegen, drink- en industriewatervoorziening, en van andere planologische kernbeslissingen.
b. Het deelnemen aan de interdepartementale voorbereiding van beslissingen over nationale projecten, zoals de voorhaven IJmuiden, de aanlanding van het L.N.G., de ontwikkeling van het Waddengebied, de Markerwaard, het ontgrondingenbeleid; verschillende van deze projecten hebben een internationaal karakter en zijn onderwerp van internationaal overleg.

Met betrekking tot het toetsen en beoordelen van plannen kan een onderscheid worden gemaakt in:

a. Het toetsen van streekplannen aan de eisen en bedoelingen van de Wet op de Ruimtelijke Ordening in het algemeen en aan de hoofdlijnen van het nationale ruimtelijke beleid in het bijzonder.
b. Het beoordelen van en adviseren over middellange termijnplannen van een bepaalde sector, zowel naar de wijze van voorbereiding (goede onderbouwing) als naar de beleidskant (bijvoorbeeld het Meerjarenplan personenvervoer en het Tienjarenplan drinkwatervoorziening).
c. Het beoordelen van en adviseren over projectplannen van een bepaalde sector, zowel naar de wijze van voorbereiding als naar de beleidskant (bijvoorbeeld Tracénota's van rijkswegen en Ruilverkavelingsplannen).
d. Het beoordelen van en adviseren over diverse beleidsvoornemens, zoals met betrekking tot gemeentelijke of provinciale grenswijzigingen, aanwijzingen tot beschermd stads- of dorpsgezicht of tot be-

---

* Voor dit hoofdstuk werd schriftelijke informatie over de Rijksplanologische Dienst geleverd door mevr. drs. M. Burggraaff.

schermd natuurmonument.

e. Het beoordelen van en adviseren over ontwikkelingen buiten Nederland, die op enigerlei wijze gevolgen kunnen hebben voor de ontwikkelingen op het Nederlandse grondgebied.

2.2. Het gebruik van landschapsecologische kennis en inzichten ten behoeve van het nationale ruimtelijke beleid

In de belangrijkste nota's die onder verantwoordelijkheid van de voorloper van de RPD, de Rijksdienst voor het Nationale Plan, in de jaren vijftig en zestig tot stand zijn gekomen, wordt slechts incidenteel blijk gegeven van het gebruik van milieu-informatie en een op onderzoek gebaseerde visie op de ontwikkeling van "natuur en landschap" ("Het Westen en Overig Nederland" (1956), "De ontwikkeling van het westen des lands" (1958) en de eerste "Nota inzake de ruimtelijke ordening in Nederland" (1960)).

In de onder verantwoordelijkheid van de RPD tot stand gekomen Tweede Nota inzake de ruimtelijke ordening (1966) wordt een visie geëtaleerd, die belangrijk meer aandacht geeft aan de kwaliteit van het fysische milieu. Bij verschillende gelegenheden werd ook deze nota echter ernstig gekritiseerd, met name wat betreft het ontbreken van een ecologische achtergrondvisie en het ontbreken van een onderbouwing van de beleidsvoornemens met adequate ecologische informatie (KNAG-symposium "Ruimtelijke ordening en geografie" (1966), Zonneveld (1970), Prillevitz (1971).

Door de ontwikkeling van het Werkproces ruimtelijke ontwikkeling Nederland (WERON) in het begin van de jaren zeventig en het tot stand komen van een Werkgroep Natuurlijk Milieu in dat verband, kreeg de inbreng van ecologische kennis en inzichten een formele plaats in de werkzaamheden van de RPD met betrekking tot de nationale ruimtelijke planning op langere termijn.

De landschapsecologische verworvenheden lieten zich bij de ontwikkeling van het WERON echter niet zonder meer toepassen in de ruimtelijke planning. Om dit beter mogelijk te maken werd door de RPD het tot stand komen van een theoretisch en methodologisch kader (het GEM) en een landelijke milieukartering bevorderd.

Deze ontwikkeling na de Tweede Nota inzake de ruimtelijke ordening komt tot uitdrukking in het in de Oriënteringsnota (1974) geformuleerde basisdoel voor de nationale ruimtelijke planning:
"Het bevorderen van zodanige ruimtelijke en ecologische condities, dat:

a. de wezenlijke strevingen van individuen en groepen in de samenleving zoveel mogelijk tot hun recht komen;

b. de diversiteit, samenhang en duurzaamheid van het fysisch milieu zo goed mogelijk worden gewaarborgd".

In zijn pogen dit inderdaad te doen, wordt door de RPD bij het voorbereiden van plannen enerzijds en het toetsen en beoordelen van plannen anderzijds op verschillende manieren gebruik gemaakt van landschapsecologische kennis.

Zo werd bij het opsporen van knelpunten ten gevolge van ruimtelijke ontwikkelingen, zoals de aantasting van de open ruimte en van ecologisch en/of landschappelijk waardevolle gebieden, in het kader van het werk aan de Verstedelijkingsnota gebruik gemaakt van de Landelijke Milieukartering. De oplossingen voor de knelpunten werden gezocht in een meer of mindere mate van scheiding (milieucompartimentering, zoals theoretisch onderbouwd in het GEM) of verweving van verschillende functies van het landschap voor mens en samenleving, waarbij ook weer de Landelijke Milieukartering werd betrokken.

Op een vergelijkbare wijze zijn in het kader van het werk voor de Nota Landelijke gebieden knelpunten geanalyseerd. Behalve van de Landelijke Milieukartering, werd daarbij gebruik gemaakt van de toen nog niet gepubliceerde gegevens van de zogenaamde "Bolwerkgroep" (Ministerie van CRM, 1979). Aan de hand van deze informatie werden ook hier de oplossingen gezocht in een meer of minder sterke mate van scheiding of verweving van functies.

De milieu-inbreng van de RPD bij het tot stand komen van structuurschema's heeft zich in het verleden vooral gericht op het toetsen van ruimtelijke claims vanuit de betreffende sectoren aan de doel-

stellingen van het nationale ruimtelijke beleid ten aanzien van "milieu, natuur en landschap". In figuur 4 wordt een overzicht gegeven van de structuurschema's, die zijn verschenen of zullen verschijnen.

Bij het toetsen van de claims vanuit de sectoren werd gebruik gemaakt van de genoemde nationale overzichtskarteringen en daarnaast van allerlei min of meer toevallig aanwezige informatie, vooral over effecten, die voor de betreffende problematiek van belang wordt geacht. Gerichte informatie over "natuur en landschap" werd meestal verkregen via het Ministerie van CRM (nu Ministerie van Landbouw en Visserij: natuurbeschermingsconsulenten, RIN) en milieuhygiënische informatie via het Ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiëne (nu Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke ordening en Milieu). Gezien de aard van de structuurschema's en de globaliteit van de erin opgenomen ruimtelijke claims, kon met betrekkelijk globale en kleinschalige informatie worden volstaan.

De werkzaamheden aan ad hoc-projecten, zoals de planning van een L.N.G.-terminal in de Noordzee en de voorhaven IJmuiden, volgden in grote lijnen dezelfde procedure als de structuurschema's. De benodigde informatie werd op dezelfde wijze verkregen, maar was in het algemeen gedetailleerder dan die van de globale nationale karteringen.

Samenvattend kan geconstateerd worden dat de RPD gebruik maakt van de volgende landschapsecologische kennis en inzichten:

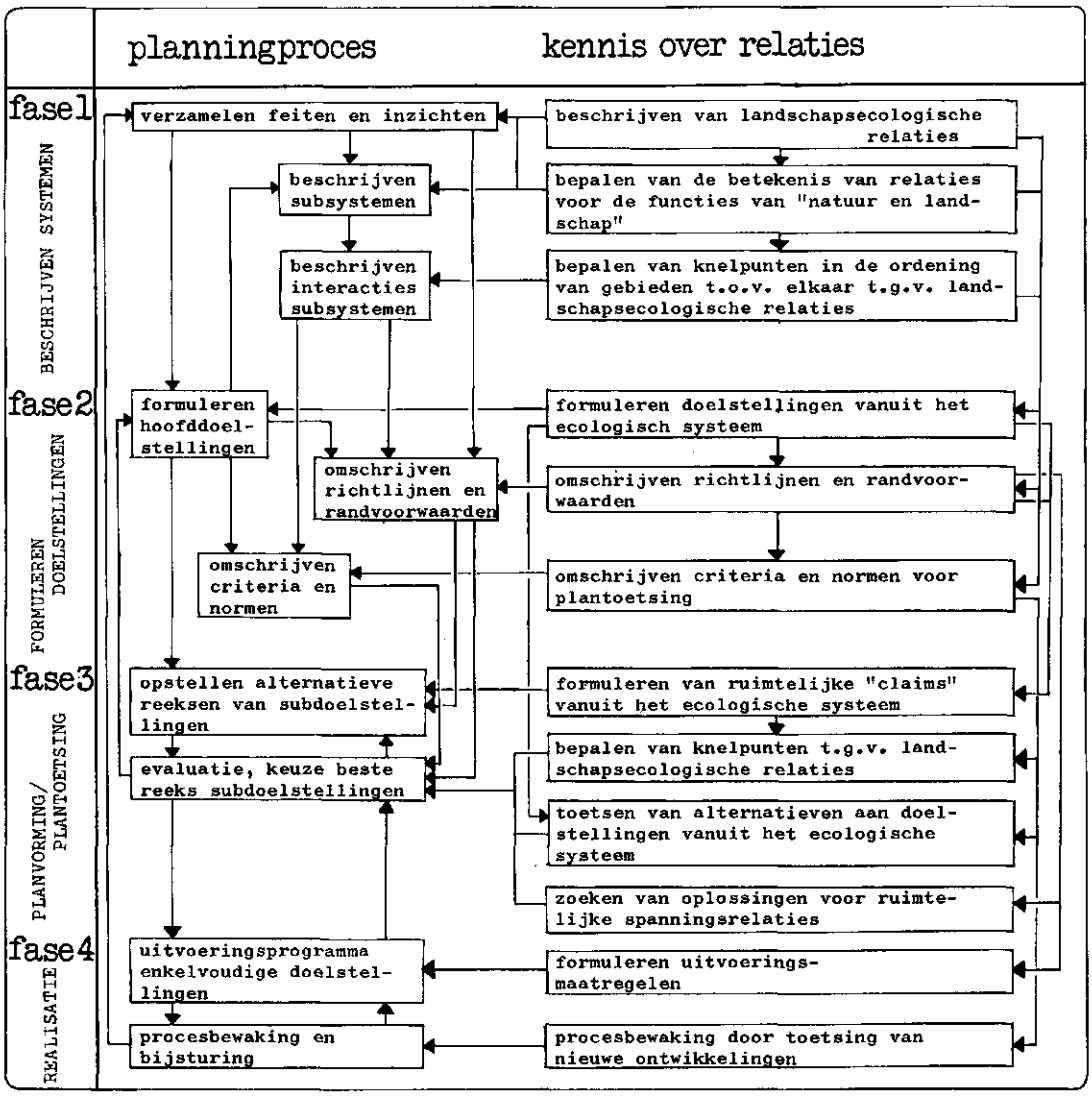
- voor de ruimtelijke planning hanteerbaar gemaakte ecologische gezichtspunten en strategieën, zoals die onder meer zijn verwoord in het GEM;
- globale informatie over "milieu, natuur en landschap" voor geheel Nederland, die het mogelijk maakt een ruimtelijke structuur te ontwikkelen, die de doelstellingen van het nationale ruimtelijke beleid met betrekking hiertoe dient;
- globale informatie over "milieu, natuur en landschap" voor geheel Nederland, die het mogelijk maakt te analyseren waar zich knelpunten voor (zullen) doen tussen alle mogelijke ruimtelijke ontwikkelingen enerzijds en de bestaande kwaliteiten van "milieu, natuur en landschap" anderzijds;
- diverse, veelal geografisch en thematisch specifieke, informatie ten behoeve van het opstellen van richtlijnen en het formuleren van criteria voor respectievelijk het verwoorden van eigen beleidsvoornemens en het toetsen van plannen, die aan de Dienst worden voorgelegd.

2.3. De bijdrage van kennis over en inzicht in landschapsecologische relaties aan de nationale ruimtelijke planning

In het studierapport nr. 5 van de RPD: "Algemeen Ruimtelijk Planningkader", eerste deel "Planningsmethodiek" (Anonymus, 1975), wordt een overzicht gegeven van de verschillende fasen van het planningsproces. In het GEM worden deze fasen samengevat in vier groepen en wordt aangegeven hoe het GEM kan bijdragen aan de verschillende planningactiviteiten. In figuur 3 gebeurt hetzelfde voor kennis over ruimtelijke relaties. Er wordt aangegeven wat de bijdrage in principe kan zijn, zonder dat dat in werkelijkheid ook het geval is. In een rapport over de toepassing van kennis over relaties in de ruimtelijke planning (Boezeman en Vos, 1982) worden concretere aanwijzingen gegeven.

Kort samengevat komt de in principe mogelijke bijdrage op het volgende neer:

Gegeven de openheid van ecosystemen voor uitwisselingen van materie, energie en/of organismen met hun omgeving, dient de beschrijving ervan (fase 1) ook betrekking te hebben op de mate waarin en de wijze waarop deze openheid de hoedanigheden van de betreffende systemen bepaalt. Dit leidt tot inzicht in de processen, die een voorwaarde of een bedreiging zijn voor hun ontwikkeling.



Figuur 3. De mogelijke inbreng van informatie over landschapsecologische relaties in het planningproces; het planningproces is grotendeels beschreven overeenkomstig Van der Maarel en Dauvellier (samenstellers, 1978).

Kennis over en inzicht in landschapsecologische relaties kunnen bijdragen aan een formulering van operationele doelstellingen (fase 2), die het realiseren van doelstellingen op een hoger niveau beter mogelijk maken. In de planvorming gebeurt dit aan de hand van randvoorwaarden en richtlijnen en in de plantoetsing aan de hand van randvoorwaarden en toetsingscriteria, die veelal direct of indirect refereren aan relaties. Bepalend is hier steeds de algemene overweging: "Als hiér iets gedaan wordt .... zal je er dáár iets van merken".

Vanuit de ecologische doelstellingen zullen ruimtelijke "claims" gelegd worden, die veelal strijdig zijn met claims, voortkomend uit andere doelstellingen. Aan de hand van de eerder geformuleerde

richtlijnen en randvoorwaarden kunnen alternatieve plannen ontwikkeld worden, die in aanmerking komen voor een nadere afweging (fase 3). In deze nadere afweging zullen de knelpunten, die zich voor kunnen doen door de relaties tussen verschillende milieucompartimenten, een belangrijke rol spelen. De problemen, die hierbij kunnen optreden, zullen voorspeld moeten worden, voordat gezocht kan worden naar oplossingen door het kiezen van andere lokaties, creëren van buffers, procescontrole door beheers-, onderhouds- of verbodsbepalingen. De toetsing van de alternatieven aan de ecologische doelstellingen gebeurt aan de hand van de eerder geformuleerde toetsingscriteria.

Het uiteindelijk gekozen plan wordt tenslotte zo goed mogelijk vertaald naar uitvoeringsmaatregelen, voorzien van de nodige financiële, wettelijke en organisatorische maatregelen (fase 4). Het uitvoeringsprogramma is tenminste ten dele het resultaat van kennis over en inzichten in landschapsecologische relaties, zoals die overigens al in eerdere fasen mede bepalend zijn geweest voor het tot stand komen van het plan. De procesbewaking vraagt om de toepassing van de ontwikkelde toetsingscriteria, waarna eventueel een nieuw proces van planvorming in werking treedt.

Het hiermee beschreven "ideale", maar tevens globale, model van het planningproces of fasen eruit betreft het voorbereiden van plannen, zoals beleidsnota's inzake de nationale ruimtelijke ordening en bijbehorende structuurschetsen, structuurschema's en andere pkb's. Het is de bedoeling dat goedgekeurde structuurschetsen en structuurschema's om de vijf jaar herzien worden. Daarnaast doet de noodzaak zich voor in te spelen op diverse nationale projecten en ad hoc-problemen.

In figuur 4 wordt globaal aangeduid welke relaties van belang kunnen zijn bij de verschillende nationale plannen en projecten.

Voor een uitgebreidere verhandeling over de toepassing van de in dit onderzoek ontwikkelde inzichten, wordt nogmaals verwezen naar Boezeman en Vos (1982).

2.4. De behoefte aan kennis over en inzicht in landschapsecologische relaties ten behoeve van het nationale ruimtelijke beleid

Het zo goed mogelijk waarborgen van de diversiteit, samenhang en duurzaamheid van het fysisch milieu, dat als basisdoel voor het nationale ruimtelijk beleid wordt geformuleerd in de Oriënteringsnota, vraagt om kennis over en inzicht in deze diversiteit, samenhang en duurzaamheid.

Over de diversiteit van bepaalde aspecten van het fysisch milieu geven de Landelijke Milieukartering en de "Bolwerk"-kartering informatie op nationaal niveau. De informatie over de samenhang en duurzaamheid op dit niveau, is echter niet systematisch geordend en ten dele niet aanwezig. Dat de relaties tussen verschillende gebieden de samenhang en duurzaamheid van het fysisch milieu in belangrijke mate bepalen dan wel bedreigen, wordt in brede kring onderkend en is in vele studies aangetoond.

Zoals in de inleiding werd vermeld, houden vele planningproblemen, ook op nationaal niveau, verband met het bestaan van relaties. Hiermee is het belang van kennis over en inzicht in landschapsecologische relaties voor het nationale ruimtelijk beleid gegeven. Uit een samenspraak met medewerkers van de RPD bleek dat de behoefte van de RPD in dit verband globaal aangeduid wordt als behoefte aan:
- algemene gezichtspunten en strategieën in verband met relaties;
- globale informatie over landschapsecologische relaties voor heel Nederland;
- geografisch en thematisch specifieke (gedetailleerde) informatie over bepaalde relaties.

De Rijksplanologische Dienst poogt met het voorliggende onderzoek te voorzien in een deel van deze omvangrijke kennisbehoefte. Ze toonde bij monde van haar bij deze opdracht betrokken medewerkers, vanuit haar primaire verantwoordelijkheden voor ruimtelijke aspecten die qua schaal of importantie uitgaan boven de gemeentelijke en provinciale verantwoordelijkheden, in het bijzonder belangstelling voor:
- alle relaties, die zich afspelen op nationaal en internationaal schaalniveau; veelal zijn dit rela-

taken R.P.D.:	relaties door: vissen en amfibieen	zoogdieren	vogels	lucht	diep grondwater	ondiep grondwater	oppervlaktewater	zee- en kustwatgr
structuurschetsen								
Verstedelijking		x	x	x	x	x	x	
Landelijke gebieden	x	x	x			x	x	
structuurschema's/pkb's								
Drink- en Industrie-watervoorziening	x				x	x	x	
Electriciteitsvoor-ziening + aanvulling m.b.t. kernenergie	x		x	x	x	x	x	x
Vaarwegen	x					x	x	
Verkeer en Vervoer		x	x	x		x		
Volkshuisvesting			x	x	x	x	x	
Openluchtrecreatie	x	x	x				x	x
Landinrichting	x	x	x			x	x	
Natuur- en Land-schapsbehoud	x	x	x	x	x	x	x	x
Burgerluchtvaart-terreinen			x	x				
Militaire terreinen		x	x	x		x		
Zeehavens	x		x	x				x
Buisleidingen						x		
Waddengebied	x	x	x	x				x
Markerwaard	x		x		x	x	x	
nationale projecten								
Voorhaven IJmuiden	x		x	x				x
L.N.G.-terminal	x		x	x				x
Opslag radioactief afval					x	x		x
Ontgrondingen	x		x		x	x	x	x

Figuur 4. Globale aanduiding van de belangrijkste relaties, die een rol spelen in de structuurschetsen, -schema's, andere pkb's en ad hoc-problemen, waar de RPD zich in de komende jaren vermoedelijk mee bezig zal houden.

x = relatie(s) onderhouden door deze (groep van) agentia kunnen een rol spelen bij deze planningproble-matiek.

ties tussen de eenheden, die samen de globale nationale ruimtelijke structuur vormen;
- alle relaties, die algemeen voorkomen op regionaal en lokaal niveau; ze bepalen in meer of mindere mate de hoedanigheden van de eenheden, die samen de nationale ruimtelijke structuur vormen;
- alle relaties, die vanuit het nationale ruimtelijke beleid gezien zeldzaam zijn, dan wel nationaal zeldzame ecologische hoedanigheden in stand houden of tot stand zouden kunnen brengen.

Met deze selectie blijft de behoefte aan geografisch en thematisch specifieke informatie, welke vooral nodig is bij de plantoetsing, voorlopig bestaan - voorzover althans andere instanties hierin niet voorzien. Ook het hier te geven globalere inzicht in het karakter van de relaties, die zich kunnen voordoen, kan de kwaliteit van de werkzaamheden van de RPD ons inziens echter ten goede komen. Vanuit dit inzicht kan zowel in de planvorming als de plantoetsing gewerkt worden en kunnen bovendien voorwaarden aan de onderbouwing van voorgelegde plannen gesteld worden, die mede betrekking hebben op landschapsecologische relaties.

3. THEORETISCH-METHODOLOGISCH KADER

3.1. Landschapsecologische relaties

In het algemeen duidt het begrip "relatie" op een verband tussen zekere entiteiten. Het verband tussen entiteiten, van welke aard dan ook, is bij uitstek het onderwerp van de systeemtheorie.

Met een systeem bedoelen we hier een geheel van entiteiten, die door relaties onderling verbonden zijn (Bertels en Nauta, 1969). Dit betreft ook de systemen, waarvan de entiteiten concreet of empirisch zijn, die onderwerp zijn van zowel de landschapsecologie als de ruimtelijke planning.

Al in de vroegste systeemtheoretische verhandelingen is gepostuleerd dat het geheel of de "Gestalt" niet alleen door de samenstellende delen, maar evenzeer door de relaties in ruimte en tijd hiertussen wordt gevormd (Angyal, 1941; Feibleman and Friend, 1945). Zonder relaties zijn er geen systemen, ook geen ecosystemen.

De entiteiten waartussen in het landschap relaties bestaan kunnen zijn: complexen van ecosystemen, ecosystemen of onderdelen hiervan. In principe kan elk deel van een systeem weer als een systeem worden opgevat.

Ten aanzien van een in ruimte en tijd begrensd systeem, kan er een onderscheid worden gemaakt in relaties tussen entiteiten binnen één systeem enerzijds en relaties tussen (entiteiten in) verschillende systemen. Harms en Kalkhoven (1979) spreken van respectievelijk verticale of topologische en horizontale of chorologische relaties.

Hier richten we ons in de eerste plaats op de relaties tussen ruimtelijk onderscheiden entiteiten (landschappelijke eenheden, ecosystemen): horizontale of chorologische relaties. Deze kunnen echter niet los worden gezien van de verticale of topologische relaties binnen de systemen waartussen deze chorologische relaties bestaan (zie o.a. Bennett and Chorley, 1978).

relaties	schaalniveau	kaartschaal
intralokale relaties	lokaal	$\geqslant$ 1:25.000
interlokale relaties intraregionale relaties	regionaal	1:250.000 - 1:25.000
interregionale relaties intranationale relaties	nationaal	1:500.000 - 1:250.000
internationale relaties	internationaal	$\leqslant$ 1:500.000

Tabel 1. Indeling van relaties naar schaalniveau en kaartschaal.

De relaties kunnen beschreven worden op verschillend schaalniveau (lokaal, regionaal, nationaal, internationaal). Voor elk niveau geldt, dat er sprake is van ruimtelijke relaties binnen de eenheden van dat niveau (intrarelaties) en van ruimtelijke relaties tussen deze eenheden (interrelaties) (tabel 1). De laatste zijn object van studie op een hoger schaalniveau.

We spreken van een landschapsecologische relatie tussen twee gebieden, wanneer de ecologische hoedanigheden van het ene gebied (mede) bepaald worden door die van het andere en/of omgekeerd. In het algemeen is er in zo'n geval sprake van een ruimtelijke uitwisseling van materie, energie en/of organismen. Ook wanneer er in het geheel geen uitwisseling is, maar een bepaald gebied zijn hoedanigheden juist dankt aan het ontbreken hiervan (isolatie), kunnen we echter van een relatietype spreken. Zo

kunnen er in afhankelijkheid van het type verbinding van een gebied met zijn omgeving drie groepen relatietypen onderscheiden worden:

1. Isolatie, wanneer er in het geheel geen uitwisseling is tussen een gebied en zijn omgeving: A B
2. Enkelvoudige relaties, wanneer er sprake is van een beweging van materie, energie en/of organismen van een gebied naar zijn omgeving of omgekeerd, van de omgeving naar een gebied: A → B
3. Tweevoudige relaties, wanneer er zowel sprake is van een beweging van een gebied naar zijn omgeving als omgekeerd, van de omgeving naar een gebied: A ⇄ B

De laatste twee groepen kunnen nader worden onderverdeeld naar de plaats van het effect van de relatie op de levensgemeenschappen: in één of in beide gebieden. Aan-/afvoer van materie en energie hoeft op zichzelf nog geen beïnvloeding van de levensgemeenschappen te betekenen. Wanneer de werking op een bepaald gebied niet tot uitdrukking komt in de organismen en hun levensgemeenschappen, bijvoorbeeld doordat er sprake is van een grote bufferwerking, wordt deze relatie indifferent of neutraal genoemd. Deze laatste categorie wordt hier verder niet in de beschouwing betrokken, omdat we ons vooralsnog ten doel stellen nader in te gaan op de betekenis van relaties voor de betrokken levensgemeenschappen.

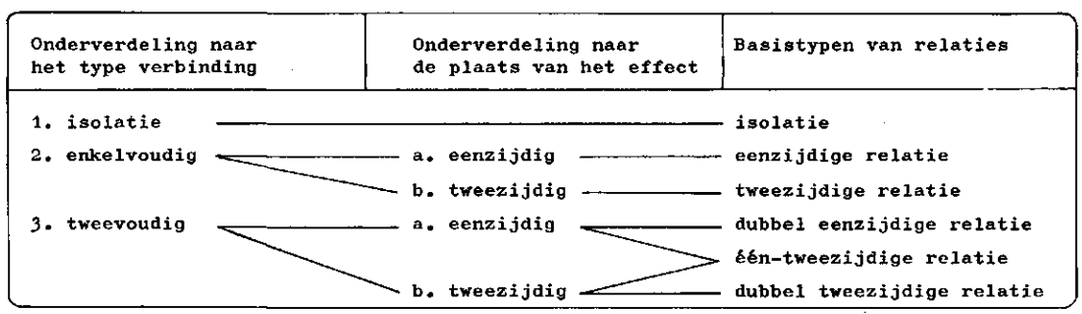
Het al dan niet optreden van een effect op één of beide gebieden door een abiotische aan- en/of afvoer, is afhankelijk van de zogenaamde dominantieverhouding, waarin de betrokken gebieden met elkaar staan (Van Leeuwen, 1975). De ruimtelijke relaties, die afhankelijk van deze dominantieverhouding optreden, worden door Van Leeuwen (1978) rangordebetrekkingen genoemd.

Geldt voor bewegingen van abiotische agentia dat ze indifferent kunnen zijn, de bewegingen van dieren zijn per definitie bepalend voor levensgemeenschappen.

Wanneer we de indifferente relaties buiten beschouwing laten, kan er een nader onderscheid gemaakt worden naar:

a. Eenzijdige relaties, wanneer er sprake is van een effect op de levensgemeenschappen in één van de twee gebieden: A ⇄ B
b. Tweezijdige relaties, wanneer er sprake is van een effect op de levensgemeenschappen in beide gebieden: A ⇄ B

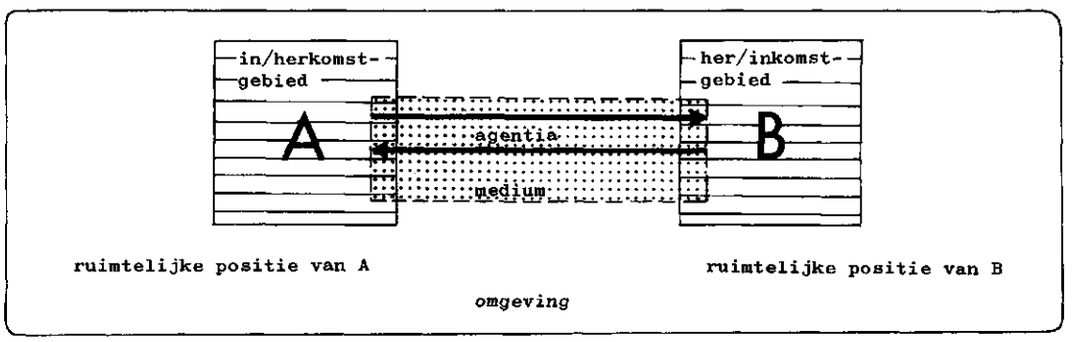
Dit leidt tot de in figuur 5 weergegeven basistypen van landschapsecologische relaties. Het type een-tweezijdige relatie betreft een theoretische mogelijkheid. Er zijn ons hiervan geen voorbeelden bekend; het zal in het vervolg dan ook buiten de beschouwing blijven.



Figuur 5. Basistypen van landschapsecologische relaties.

3.2. Het ruimtelijk relatiestelsel

Het geheel van bij een relatie betrokken gebieden, agentia en media waardoor de agentia bewegen, alsmede de ruimtelijke relaties die hiervan het resultaat zijn, wordt verder aangeduid als het ruimtelijk relatiestelsel (figuur 6).



Figuur 6. Sterk vereenvoudigde weergave van het ruimtelijk relatiestelsel.

Aan dit stelsel kunnen we onderscheiden:

- Eén of meer agentia, opgevat als datgene dat door een beweging van het ene gebied naar het andere een ruimtelijke uitwisseling van materie, energie en/of organismen tot stand brengt: de materiële drager van een ruimtelijke relatie. Daarmee is het agens één van de milieufactoren van de betreffende ecosystemen. Er kunnen abiotische, biotische en antropische agentia onderscheiden worden, zoals respectievelijk grondwater, vogels en wegverkeer. Ze kunnen stoffen, die in positieve of negatieve zin betekenis hebben voor ecosystemen, meevoeren. Slechts in uitzonderlijke gevallen, zoals bij diffusie, vormt zo'n stof zelf een agens.
- Eén of meer media, opgevat als datgene waarlangs, waardoor of waarin één of meer agentia zich bewegen. Hierbij is het mogelijk dat een agens tevens medium is voor een ander agens, zoals in het geval van bewegende lucht, waarin vogels bewegen of stromend water, waarin vissen bewegen.
- De gebieden waartussen relaties worden onderhouden. Afhankelijk van de richting van de uitwisseling van materie, energie en/of organismen kunnen we hier spreken van een inkomst-, dan wel een herkomstgebied. Zo zijn een infiltratie- en een kwelgebied respectievelijk het her- en inkomstgebied van een relatie, onderhouden door een bepaalde grondwaterstroom en zijn broed- en foerageergebieden dat voor een relatie, onderhouden door een bepaalde vogelsoort.

  Als het gaat om abiotische en antropische agentia, noemen we de betrokken gebieden invloedsgebieden. Ze worden gekenmerkt door een passieve afhankelijkheid van de aan-/afvoer, die tot uitdrukking kan komen in de voorkomende levensgemeenschappen. De gebieden, die verschillende functies hebben voor de dieren die ertussen bewegen, worden functiegebieden genoemd. Ze worden gekenmerkt door de mogelijkheid om aan bepaalde levensvoorwaarden van een diersoort te voldoen. Bewegingen treden op, wanneer niet aan alle levensvoorwaarden voldaan kan worden binnen één gebied. De betreffende diersoort heeft dan meerdere gebieden nodig om al zijn behoeften te bevredigen. Omgekeerd zijn de ecosystemen van deze gebieden (mede) afhankelijk van de specifieke rol van de migrerende dieren. Het gaat hier dus om een actieve afhankelijkheidsbetrekking tussen gebied en migrerend dier.
- De ruimtelijke eigenschappen van verschillende gebieden ten opzichte van elkaar, zoals afstand, hoogteverschil, verschil in oppervlak en volume en dergelijke.
- De ruimtelijke uitwisseling van materie, energie en/of organismen.

De mens heeft een bijzondere plaats in het beschreven stelsel. Hij is het levende wezen met de grootste mogelijkheden tot ingrijpen in zijn omgeving. Van der Maarel en Dauvellier (samenstellers, 1978) maken duidelijk dat er sprake is van een hiërarchie van sferen, waarbij de kosmosfeer, atmosfeer, hydrosfeer, pedosfeer en biosfeer in deze volgorde in afnemende mate uiteindelijk determinerend zijn en de antroposfeer (sociosfeer, technosfeer) op korte termijn determinerend (dominant) is.

Door een menselijke ingreep kan een transformatie (een overgang naar een andere toestand (Beer, 1968) in een systeem teweeggebracht worden. Treedt dit op, dan vormt het een onderbreking in het streven naar een dynamisch evenwicht (vergelijk Douglas, 1971), waarna het betreffende systeem streeft naar een nieuw evenwicht: de evenwichtssituatie van het landschap is onder invloed van de mens in het algemeen dan ook metastabiel.

Het zelfregulerend vermogen van de natuur berust op de werking van vele terugkoppelingsmechanismen (Margalef, 1968. Chorley and Kennedy, 1971). De menselijke ingrepen hebben veelal het karakter van meekoppelingsmechanismen. De natuur stuurt zichzelf en kan zo beschouwd worden als een "homeostatische machine", die voor zijn eigen "controle" zorgt (Beer, 1968).

Zo ontmoeten de natuurlijke en de menselijke controle van het ruimtelijk relatiestelsel elkaar in het landschap, dat daarmee opgevat kan worden als een "control system" in de zin van Chorley (1970), Chorley and Kennedy (1971) en Bennett and Chorley (1978).

Het menselijk handelen bepaalt op verschillende manieren mede de werking ervan:
- door de eigenschappen van de in- en herkomstgebieden mede te bepalen door de verschillende mogelijke vormen van ruimtegebruik;
- door als agens op te treden;
- door de natuurlijke agentia te reguleren;

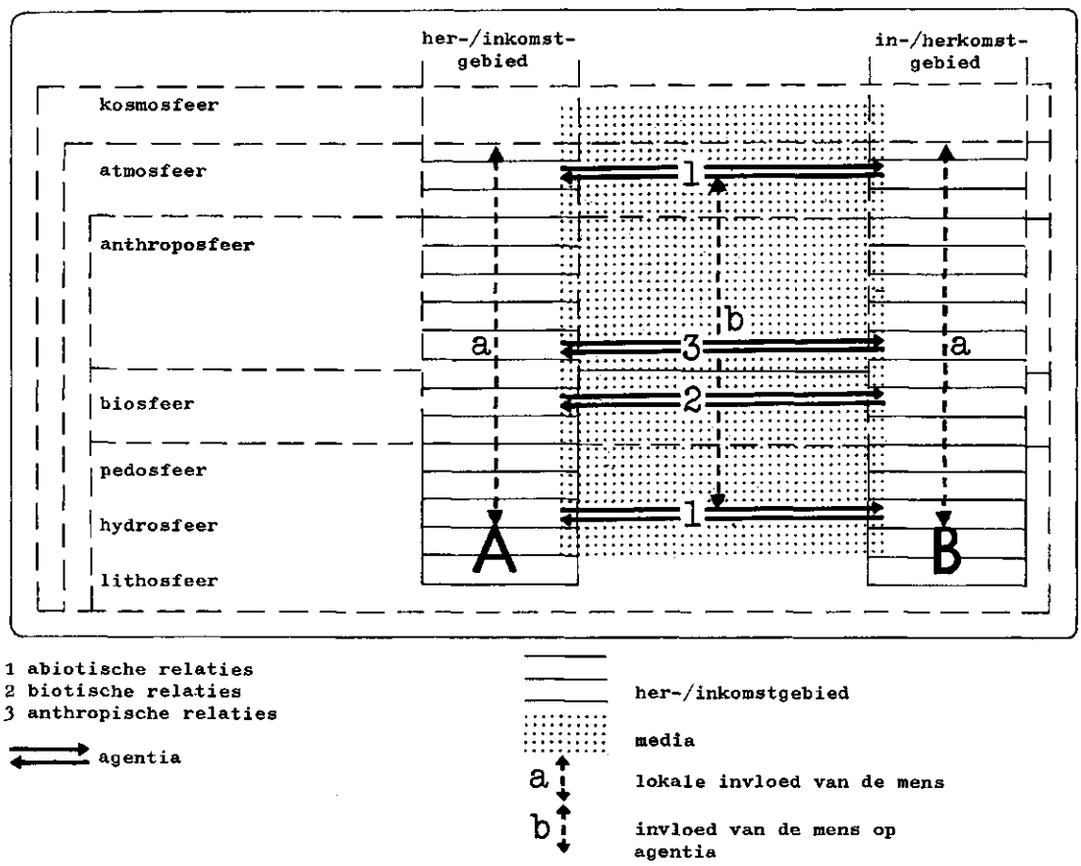
In het eerste geval gaat het niet alleen om het gebruik van de in een bepaald gebied aanwezige abiotische en biotische eigenschappen voor produktie, recreatie e.d., maar ook om de toevoeging van materie, energie en/of organismen (opbergen van afval, bemesting, veeteelt) en de al dan niet bewuste emissie ervan.

In het tweede geval transporteert de mens, veelal met gebruikmaking van voertuigen of transportleidingen, materie, energie en/of organismen van de ene plaats naar de andere. De transportrichting kan daarbij bewust tegengesteld zijn aan die van de natuurlijke processen met het doel het effect van deze laatste processen op te heffen (zoals bij beregening, infiltratie, transport van (kracht)voer en (kunst)mest).

In het derde geval probeert de mens het ruimtelijk relatiestelsel te beheersen door de natuurlijke agentia te reguleren. Dit gebeurt door de natuurlijke bewegingen te beïnvloeden (zoals door zee- en rivierdijken, stuwen, dammen, kribben, sluizen, kanalen, fluisterwallen, windsingels, bemaling e.d.).

Het voorgaande leidt tot het in figuur 7 in beeld gebrachte model van het ruimtelijk relatiestelsel. Hier is de werkelijkheid vereenvoudigd tot een situatie met een relatie tussen twee ruimtelijk van elkaar onderscheiden gebieden. Er bestaan in het landschap echter niet altijd duidelijke grenzen tussen gebieden, maar vaak milieugradiënten van diverse afmetingen met meer of minder duidelijke ruimtelijke discontinuïteiten, waarin de waarde van één of meer landschappelijk variabelen van de ene plaats naar de andere verandert. Bovendien gaat het meestal om relatieketens of relatienetwerken, waardoor meerdere gebieden verbonden worden, en kunnen er ook verticaal min of meer duidelijk van elkaar onderscheiden eenheden, verbonden door relaties, voorkomen. Voorbeelden van de laatste situatie zijn het voorkomen van watervoerende pakketten op verschillende diepten en de stratificatie van aquatische milieus in zee- en oppervlaktewater.

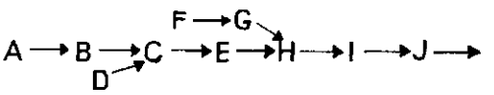
Uitsluitend om het landschap bespreekbaar en daarmee hanteerbaar in de planning te kunnen maken worden verschillende gebieden onderscheiden en worden er tussen deze gebieden grenzen getrokken, daar waar de verandering van een bepaald kenmerk of van een aantal kenmerken, eventueel afhankelijk van elkaar, het grootst is. In de woorden van Jenny (1958) wordt er gewerkt met het "discontinuity idea", als



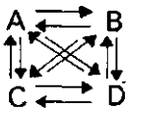
Figuur 7. Vereenvoudigd model van het ruimtelijk relatiestelsel.

een noodzakelijke vereenvoudiging van de werkelijkheid (zie ook o.a. Luten (1967), Schelling (1970), Zonneveld (1974)).Delen van een gradiënt kunnen aldus opgevat worden als naast elkaar gelegen gebieden, die ten aanzien van een bepaald agens een relatieketen vormen. De verbindingen van de keten komen bij abiotische agentia tot stand door de aanwezigheid van een fysische gradiënt. Hieronder wordt de verandering van een scalaire grootheid, zoals druk of concentratie per eenheid van afstand, waardoor materie en energie van het ene gebied naar het andere stromen, verstaan.

De relatieketens en daarmee ook de fysische gradiënten, kunnen sterk uiteenlopende lengten hebben (binnen één ven, maar ook over de totale lengte van een rivier):



Door de functionele afhankelijkheid van migrerende dieren van specifieke milieus, die door de dieren bezocht worden en niet noodzakelijkerwijs naast elkaar hoeven te liggen, hebben de relaties die hierdoor optreden veelal het karakter van relatienetwerken met sterk uiteenlopende uitgestrektheid (zoals bij internationale vogeltrek met een verschillende heen- en terugweg of relaties tussen balts-, foerageer- en broedgebieden):



3.3. De werking van het ruimtelijk relatiestelsel

In dit verband kan het begrip werking omschreven worden als een proces, waarbij bepaalde entiteiten elkaar beïnvloeden door uitwisseling van materie, energie en/of organismen.

Deze werking kan leiden tot een verhoging dan wel een verlaging van de ruimtelijke variatie van het betreffende relatiestelsel (respectievelijk denivellering en nivellering). Dat wil zeggen, de verschillen in levensgemeenschappen en functies voor migrerende dieren kunnen vergroot of in stand gehouden worden, wanneer die verschillen al groot zijn, respectievelijk verkleind of klein gehouden, wanneer de verschilllen al klein zijn.

De vraag is nu wanneer ruimtelijke relaties nivellerend of denivellerend werken op de levensgemeenschappen en daarmee ook wanneer de specifieke functies van verschillende gebieden voor dieren, die tussen deze gebieden bewegen, in stand worden gehouden respectievelijk worden opgeheven .

De inzichten in deze werking zijn nog weinig ontwikkeld. Niettemin zijn er voldoende aanwijzingen om te stellen dat, bij bewegingen van abiotische agentia tussen gebieden, hoge waarden van milieudynamiek van het ene gebied dominant zijn over lage van het andere (temporeel aspect) en kleine of laag gelegen gebieden ondergeschikt zijn aan grote of hoog gelegen gebieden (ruimtelijk aspect). De verschillende combinaties van ruimtelijke en temporele hoedanigheden van de bij een relatie betrokken gebieden kunnen leiden tot ruimtelijke nivellering dan wel denivellering (zie Van Leeuwen, 1975 en 1978).

Zoals gesteld, is er in het landschap enerzijds sprake van autonome regulatie door natuurlijke processen en anderzijds van door de mens bepaalde of geïnitieerde regulatie.

Vanuit het ecosysteem bezien, kan de regulatie worden ingedeeld in:
- interne regulatie (binnen het betreffende ecosysteem);
- externe regulatie (over de grenzen van het betreffende ecosysteem heen).

In het laatste geval speelt het ecosysteem als in- of herkomstgebied een rol voor processen in de omgeving en zijn omgekeerd de processen in het ecosysteem mede afhankelijk van de omgeving. De werking van een landschapsecologische relatie kan aldus opgevat worden als een vorm van externe regulatie van de betrokken ecosystemen (gebieden).

Het streven van biologische processen tot demping van de natuurlijke milieudynamiek en daarmee tot beperking van de invloed van externe relaties, komt tot uitdrukking in de autogene successie van de vegetatie en de daarmee verbonden fauna. Hiervan kunnen successiereeksen worden opgesteld (zie o.a. Harms en Kalkhoven, 1979; Vos e.a., 1978). Er kan echter ook sprake zijn van een opeenvolging van verschillende vegetatietypen onder invloed van een verandering in de tijd van de abiotische milieufactoren; allogene successie. De systemen, waarin dit laatste gebeurt, worden gekenmerkt door externe betrekkingen, die leiden tot een hoge natuurlijke milieudynamiek, die blijkens het resultaat slechts ten dele gedempt kan worden door het biotische deelsysteem. Wanneer verschillende vegetatietypen voorkomen onder dezelfde abiotische milieuomstandigheden en deze verschillen niet verklaard kunnen worden door successie, maar wel door verschillen in (intensiteit van de) menselijke invloed, kunnen er per milieutype vervangingsreeksen worden opgesteld (o.a. Harms en Kalkhoven, 1979).

Bij een gegeven natuurlijke milieudynamiek, worden dié ecosystemen veelal het hoogst gewaardeerd (hoge mate van informatie volgens de Landelijke Milieukartering), welke een relatief hoge mate van interne regulatie kennen en een relatief geringe afhankelijkheid van hun omgeving (lage mate van externe regulatie) (Margalef, 1968 en Odum, 1969). Dit geldt zowel voor systemen met een lage mate van natuurlijke milieudynamiek en weinig relaties met hun omgeving, zoals min of meer geïsoleerde vennen en hoogveengebieden, als voor systemen met een hoge mate van natuurlijke milieudynamiek en daarmee ook veel meer relaties met hun omgeving, zoals bepaalde uiterwaarden, zoetwatergetijdegebieden en wadden. In alle gevallen wordt de informatieve betekenis geringer, wanneer de externe invloed toeneemt. De resulterende vegetatietypen zullen veelal lager in de betreffende vervangingsreeksen staan.

Onder de huidige omstandigheden is een verandering van de externe invloed op de milieuomstandigheden in Nederland in het algemeen het gevolg van menselijk handelen.

De werking van het ruimtelijk relatiestelsel bepaald aldus mede de informatieve betekenis van de betrokken ecosystemen. De vele voorbeelden ven beïnvloeding van ecosystemen, zoals door verontreinigende bronnen op enige afstand, vergroting van de in- en output onder agrarisch beheer, wateronttrekking in de omgeving, toename van betreding en dergelijke, illustreren dit.

Ook voor relatiestelsels van migrerende dieren geldt dat de informatieve betekenis van de ecosystemen mede bepaald wordt door de relaties ertussen. Een bijzondere vorm hiervan is isolatie. Dit doet zich voor, wanneer de afstand van het areaal van een bepaalde diersoort tot een ander voor de soort geschikt habitat groter is dan door de soort overbrugd kan worden. Hierbij geldt dat er binnen het relatief geïsoleerde gebied wel relaties over geringere afstand optreden.

De betekenis van isolatie voor levensgemeenschappen is uitgebreid bestudeerd voor eilanden. De bevindingen zijn vastgelegd in de eilandentheorie van McArthur and Wilson (1963, 1967) (zie ook Brussaard en Van de Weyden, 1980). Hierin wordt gesteld dat in het algemeen het volgende geldt:

- eilanden herbergen minder soorten dan het vasteland;
- de soorten op eilanden sterven sneller uit dan die op het vasteland;
- er migreren vele soorten naar eilanden;
- het totale aantal soorten op een bepaald eiland is min of meer constant.

Figuur 8 geeft het basismodel van de theorie van McArthur and Wilson. De immigratiesnelheid is afhankelijk van de bereikbaarheid en de uitsterftesnelheid van de grootte van het eiland en de habitatdiversiteit. Er is enige discussie over de vraag of deze theorie ook geldt voor habitateilanden op het vasteland.

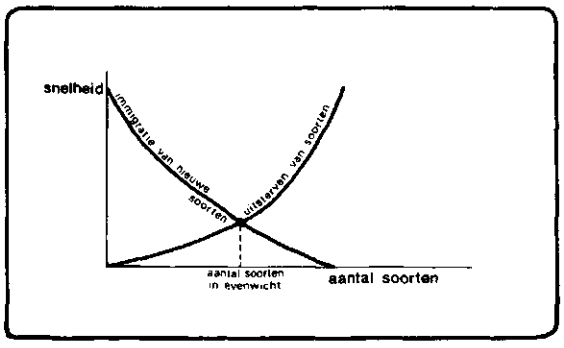
Bij het ontstaan van een eiland of bij het isoleren van een gebied loopt de immigratiesnelheid terug en stijgt de kans op uitsterven. Dat wil zeggen, het aantal soorten neemt af. Ook voor een gebied op het vasteland kan gelden dat bij een toename van de isolatie de immigratiesnelheid en de soortenrijkdom afneemt.

Naast deze meestal op relatief korte termijn waarneembare effecten van isolatie, is er sprake van een effect via het evolutieproces (figuur 9). Langdurige isolatie leidt in de evolutie tot het ontstaan van specifieke, vaak unieke, eigenschappen (soortvorming). Bij afname van de isolatie van een eiland dat langdurig geïsoleerd is geweest, is er sprake van een toename van de immigratie. Hierdoor neemt de kans toe, dat endemische soorten uitsterven door concurrentie.

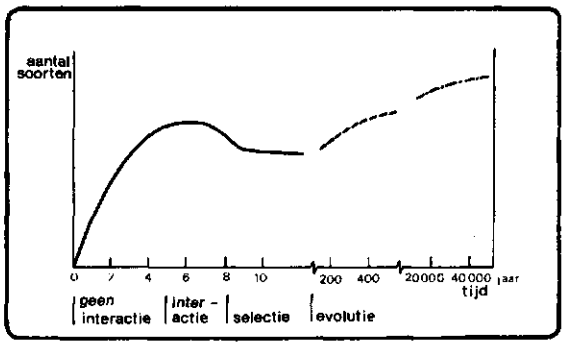
Aangezien de relaties onderhouden door dieren meestal betrekking hebben op bewegingen tussen gebieden met verschillende functies voor die dieren en de behoefte aan gebruik van die specifieke functies periodiek terugkeert, hebben de meeste biotische relaties het karakter van een wederzijdse afhankelijkheid van de betrokken gebieden. Het optreden van deze relaties is in het algemeen niet afhankelijk van de dichtheid van de populatie, maar van het feit dat de betreffende organismen niet op één en dezelfde plaats verschillende behoeften kunnen bevredigen (bijvoorbeeld foerageren en broeden). Daarnaast kunnen er echter ook dichtheidsafhankelijke relaties optreden.

Dichtheidsafhankelijke relaties doen zich bijvoorbeeld voor, wanneer in een gebied, waar een organisme zijn behoefte wil bevredigen, reeds een groot aantal individuen van de betreffende soort aanwezig is. Hierdoor wordt een deel van de populatie gedwongen een ander gebied te zoeken. In dit geval is er sprake van een relatie tussen een optimaal en een marginaal biotoop of van een relatie, die kan optreden aan de grens van een verspreidingsgebied dat gekoloniseerd wordt. Davies (in Krebs and Davies, 1978) geeft twee mechanismen, waarlangs deze dichtheidsafhankelijke relaties optreden:

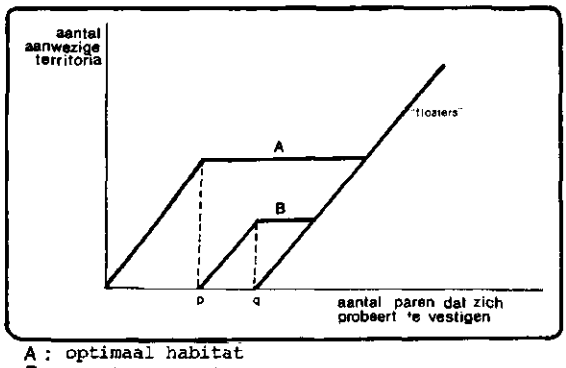
- wanneer door het territoriumgedrag van een organisme andere organismen worden belemmerd zich te vestigen (figuur 10);
- wanneer de dichtheid van organismen in een gebied door organismen als een graadmeter wordt gebruikt voor de geschiktheid om zich er te vestigen; een hogere dichtheid leidt namelijk veelal tot afname van de geschiktheid (figuur 11).



Figuur 8. Het basismodel van McArthur and Wilson (1967) met betrekking tot het verband tussen de immigratie en het uitsterven van soorten enerzijds en het totale aantal op een eiland aanwezig soorten anderzijds.

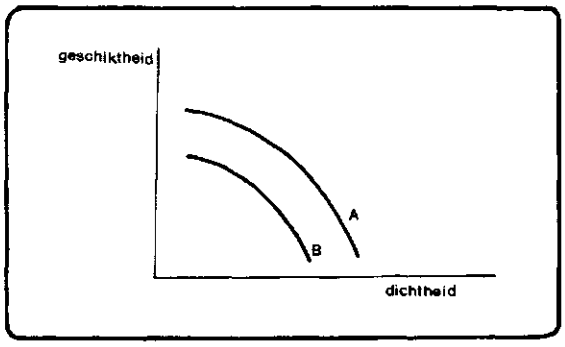


Figuur 9. Het verband tussen het aantal op een eiland aanwezige soorten en de factor tijd (Krebs, 1978).



A : optimaal habitat
B : marginaal habitat
p : A vol, waardoor overloop naar B
q : B eveneens vol, waardoor niet-territorium houdende individuen ("floaters") voorkomen

Figuur 10. Het verband tussen het aantal aanwezige territoria en het aantal paren van een bepaalde soort, dat zich probeert te vestigen (Krebs and Davies, 1978).



A : optimaal habitat
B : marginaal habitat

Figuur 11. Het verband tussen de geschiktheid van een gebied voor een bepaalde soort en de dichtheid van voorkomen van die soort (Krebs and Davies, 1978).

Tussen gunstige en minder gunstige voortplantingsgebieden treden voortdurend dichtheidsafhankelijke relaties op, maar ze kunnen bijvoorbeeld ook voorkomen tussen foerageergebieden voor vogels met een verschillende geschiktheid (Zwarts, 1976). Wanneer in een optimaal habitat een territorium openvalt, zoals ten gevolge van sterfte, wordt dit vrijwel direct in beslag genomen door dieren, afkomstig uit een minder gunstige habitat of door "floaters" (Krebs, 1978).

Dieren kunnen ook verplaatst worden door de mens. Zo kunnen organismen van een bepaalde soortspopulatie geImporteerd worden over een afstand of een barrière, die door de soort zelf niet overbrugd kan worden. Het effect op het herkomstgebied kan, wanneer het gaat om een beperkt aantal individuen, indifferent zijn, terwijl het effect op het inkomstgebied zeer groot kan zijn door het ontbreken van factoren die onder normale omstandigheden de uitbreiding van de soortspopulatie belemmeren. In sommige gevallen worden hele populaties of een groot deel ervan verplaatst, zoals bij dreigende rampen. Het effect van de verplaatsing manifesteert zich in zo'n geval veelal zowel in het her- als het inkomstgebied.

4. DE CLASSIFICATIE VAN LANDSCHAPSECOLOGISCHE RELATIES

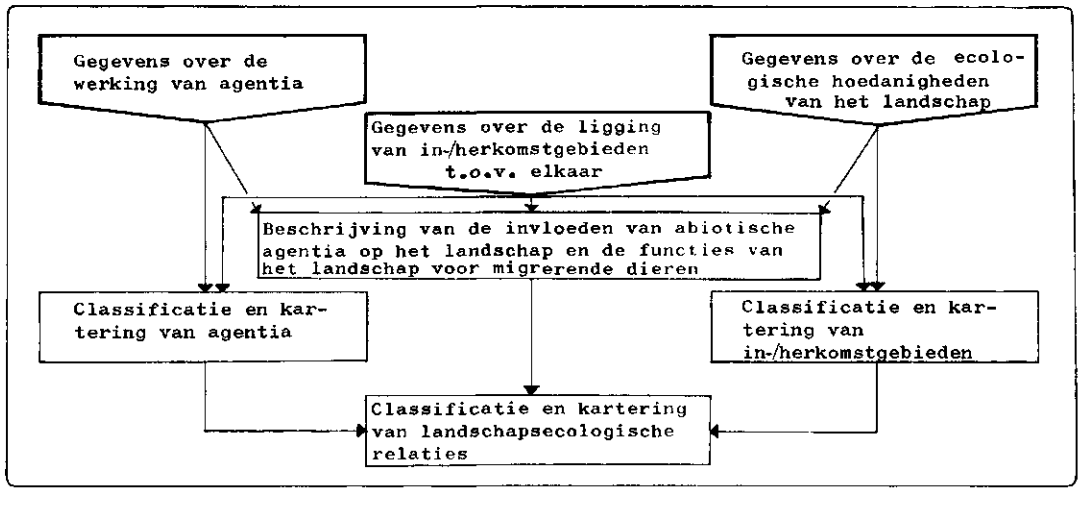
4.1. De werkwijze bij het opstellen van classificatiesystemen

Kaarten kunnen kennis van het landschap hanteerbaar maken voor de ruimtelijke planning. Dit geldt ook voor kennis van landschapsecologische relaties.

Kaartbeeld en bijbehorende legenda vormen samen een model van de werkelijkheid, de afgebeelde fenomenen worden logisch geordend in een classificatiesysteem. Kaartbeeld, legenda en classificatiesysteem geven afzonderlijk èn samen een noodzakelijkerwijs onvolledig beeld van de werkelijkheid. De mate waarin dit het geval is, hangt onder meer af van het niveau van de bestaande kennis en inzichten. Het onderzoek naar ruimtelijke relaties staat nog maar in de kinderschoenen; de hierna te behandelen classificatiesystemen weerspiegelen dit.

Om de resultaten van het onderzoek zo goed mogelijk hanteerbaar te maken wordt, waar mogelijk, aangesloten bij algemeen bekende en geaccepteerde systemen en beschouwingswijzen.

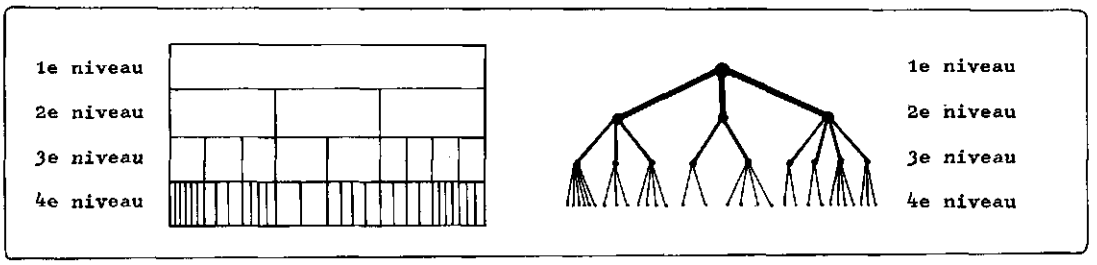
In het voorgaande hoofdstuk is duidelijk gemaakt dat een relatie tot stand komt door de beweging van een agens tussen verschillende gebieden, of juist het ontbreken daarvan. Om te kunnen komen tot een classificatiesysteem voor relatietypen, dienen we te beschikken over zowel een classificatiesysteem voor agentia als voor in- en herkomstgebieden. Het systeem voor relatietypen laat zich ten dele hieruit afleiden (figuur 12).



Figuur 12. Globale weergave van de werkwijze bij de classificatie en kartering van agentia, in- en herkomstgebieden en landschapsecologische relaties.

Zeer in het algemeen gesteld, hebben de gehanteerde classificatiesystemen betrekking op de ruimtelijke en temporele kenmerken van agentia, gebieden en relaties.

Ze zijn opgebouwd als een piramide of dendrogram (figuur 13). Dat wil zeggen, er kunnen verschillende niveaus onderscheiden worden, waarvoor geldt dat op het hoogste niveau de typen staan met de meest algemeen geldende en op het laagste niveau die met de meest specifieke kenmerken. Een definitie van een bepaalde klasse van een hoger niveau blijft gelden voor alle klassen van de onderverdeling op een lager niveau. De lagere niveaus zijn verbijzonderingen van de hogere.



Figuur 13. Principe van de opbouw van de gehanteerde classificatiesystemen.

In het navolgende wordt achtereenvolgens kort ingegaan op de wijze waarop agentia, in- en herkomstgebieden en relaties volgens ons geclassificeerd kunnen worden. In de gepresenteerde classificatiesystemen zijn uitsluitend typen opgenomen, die van belang worden geacht voor de nationale ruimtelijke planning. Bij de selectie zijn de in hoofdstuk twee genoemde criteria, die voortkomen uit de taak en werkzaamheden van de Rijksplanologische Dienst, gehanteerd. Overigens zijn de classificatiesystemen niet in alle gevallen tot op het laagste niveau uitgewerkt. De nadruk ligt op de werkwijze.

De onderscheiden typen vragen in vele gevallen om een nadere toelichting. In dit overzicht moet daar echter van worden afgezien.

4.2. De classificatie van agentia

In het Globaal Ecologisch Model staan op het hoogste classificatieniveau van milieufactoren de zogenaamde werkingssferen. Hierbij aansluitend, onderscheiden we op het eerste niveau groepen agentia van de werkingssferen (tabel 2). De agentia van de cosmo-, litho- en pedosfeer worden voor de nationale ruimtelijke planning niet, die van de atmo-, hydro-, bio- en antroposfeer wel van belang geacht.

Op het tweede niveau worden de agentia onderverdeeld in verschillende deelsystemen of grote taxonomische groepen van organismen naar aanleiding van verschillen in de processen, waardoor de bewegingen van het ene gebied naar het andere tot stand komen (tabel 2). We worden hierbij geconfronteerd met enkele principiële verschillen in de mate van vrijheid of gedetermineerdheid van de bewegingen van de onderscheiden groepen agentia. De inwendige en uitwendige krachten en invloeden, die hierbij werkzaam zijn, zijn samengevat in tabel 3.

De abiotische agentia zijn volledig gedetermineerd door een specifieke combinatie van inwendige en uitwendige krachten. De biotische agentia zijn gedetermineerd door een via de evolutie in het erfelijke materiaal van de betreffende soort vastgelegde combinatie van inwendige factoren. Hierbij kunnen onder meer metabolische en fysiologische processen, een inwendig tijd-programma en aangeboren mogelijkheden tot oriëntatie en navigatie genoemd worden. Deze factoren hebben enerzijds het karakter van

1e niveau	2e niveau	3e niveau	medium
Abiotische agentia			
- Agentia van de atmosfeer	- Bewegingen van de atmosfeer aan het aardoppervlak	- bewegingen van luchtsoorten	- lucht
		- wind gebonden aan depressies en ruggen van hoge druk	- lucht
		- wind t.g.v. de dagelijkse gang (kust)	- lucht
- Agentia van de hydrosfeer	- Zeewaterbewegingen	- reststroom	- zeewater
		- getijstroom	- zeewater
		- kuststroom	- zeewater
		- getijdebeweging	- zeewater
		- branding/golfwerking	- zeewater
		- estuariene waterbeweging	- oppervlaktewater
		- binnendringen bij sluizen, kanalen e.d.	- oppervlaktewater
	- Oppervlaktewaterbewegingen	- overstroming	- oppervlaktewater
		- natuurlijke afstroming	- oppervlaktewater
		- natuurlijke getijdebeweging in zoet water	- oppervlaktewater
		- idem in brak water	- oppervlaktewater
		- semi-natuurlijke afstroming, gereguleerd door stuw	- oppervlaktewater
		- idem, gerguleerd door sluis	- oppervlaktewater
		- semi-natuurlijke getijdebeweging in zoet water, gereguleerd door sluis	- oppervlaktewater
		- in/uitmalen, gereguleerd door gemaal/windmolen	- oppervlaktewater
		- geen stroming	- oppervlaktewater
		- stroming o.i.v. wind	- oppervlaktewater
	- Grondwaterbewegingen	- diepe en middeldiepe zoete grondwaterstroom	- grond
		- diepe zoute grondwaterstroom	- grond
		- ondiepe grondwaterstroom	- grond
		- zoute kwelstroom vanuit de zee	- grond
		- brakke kwelstroom onder dijk door	- grond
		- zoete kwelstroom onder dijk door	- grond
		- geïsoleerde zoetwater-bel	- grond
		- geïsoleerd veenwater	- grond
Biotische agentia			
- Agentia van de biosfeer	- Vliegende dieren	- overwinterings-/overzomeringstrek van vogels	- lucht
		- overwinterings-/overzomeringstrek van vleermuizen	- lucht
		- doortrek van vogels	- lucht
		- bewegingen van wintergasten	- lucht
		- bewegingen van broedvogels	- lucht
		- bewegingen van vleermuizen in zomerseizoen	- lucht
		- uitwijk- en invasiebewegingen	- lucht
		- immigratie en emigratie	- lucht
	- Zwemmende dieren	- gamodrome trek van zeehonden	- zeewater
		- gamodrome trek van zoutwaterorganismen	- zeewater
		- gamodrome trek van zoetwaterorg.	- oppervlaktewater
		- anadrome trek van vissen, die tussen zoet en zout water bewegen	- zeewater/oppervlaktewater
		- katadrome trek van vissen, die tussen zoet en zout water bewegen	- oppervlaktewater/zeewater
		- agamodrone trek van zoutwaterorganismen	- zeewater
		- agomodrome trek van zoetwaterorganismen	- oppervlaktewater

Tabel 2. Overzicht van typen agentia van het eerste, tweede en derde classificatieniveau.

1e niveau	2e niveau	3e niveau	medium
		- uitwijk- en invasiebewegingen van zoutwaterorganismen	- zeewater
		- uitwijk- en invasiebewegingen van zoetwaterorganismen	- oppervlaktewater
		- immigratie en emigratie van zoutwaterorganismen	- zeewater
		- immigratie en emigratie van zoetwaterorganismen	- oppervlaktewater
	- lopende,kruipende, springende dieren	- overwinterings-/overzomerings-trek van zoogdieren, amfibieën en reptielen	- grond
		- generatieve trek naar broedgebieden door padden en reptielen	- grond
		- foerageerbewegingen	- grond
		- uitwijk- en invasiebewegingen	- grond
		- immigratie en emigratie	- grond
Anthropische agentia			
- Agentia van de anthroposfeer	- Bewegingen met voertuigen	- gemotoriseerd wegverkeer	- grond
		- niet-gemotoriseerd wegverkeer	- grond
		- railverkeer	- grond
		- luchtverkeer	- lucht
		- gemotoriseerd waterverkeer	- zeewater/oppervlaktewater
		- niet-gemotoriseerd waterverkeer	- zeewater/oppervlaktewater
	- Bewegingen door leidingen	- bewegingen door buisleidingen	- grond
		- bewegingen door bovengrondse draadleidingen	- lucht
		- bewegingen door ondergrondse draadleidingen	- grond

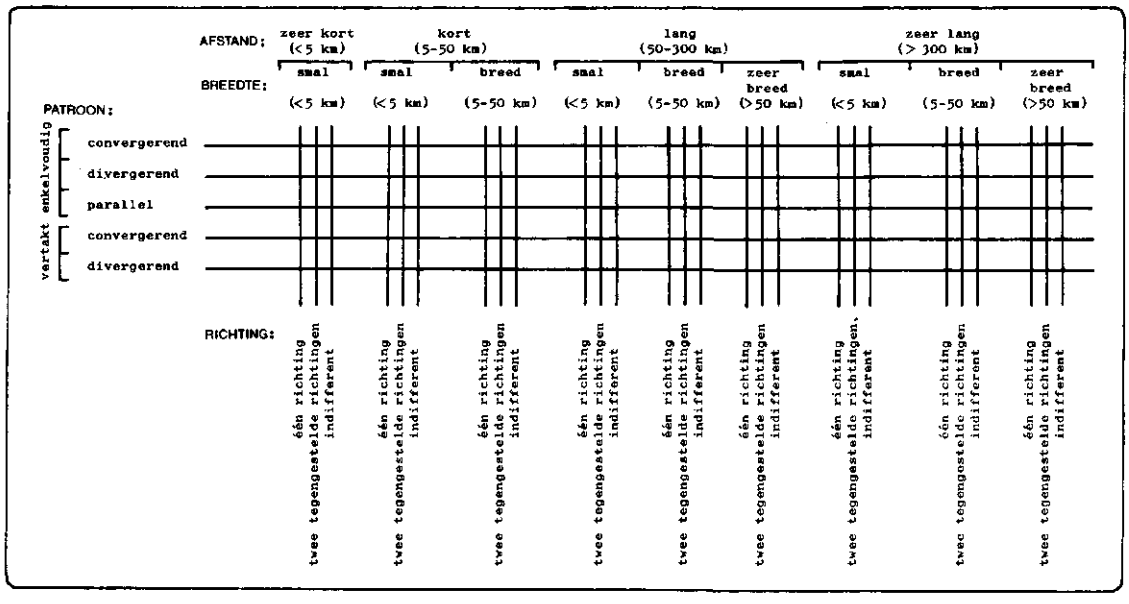
Tabel 2 (vervolg).

agentia	uitwendige krachten/invloeden	inwendige krachten/invloeden
Abiotische agentia		
Atmosfeer aan het aardoppervlak	- zonnestraling - zwaartekracht - Coriolis-kracht - wrijvingskracht van het terreinoppervlak - warmteafgifte/reflectie van het terreinoppervlak	- verticale drukverschillen - horizontale drukverschillen of drukgradiënten - inwendige wrijvingskracht - horizontale verschillen in samenstelling
Zeewater	- zonnestraling - zwaartekracht - Coriolis-kracht - wrijvingskracht van de bodem - aantrekkende kracht van zon en maan - luchtdrukverschillen - windtrek	- verticale drukverschillen - horizontale drukverschillen of drukgradiënten - inwendige wrijvingskracht - horizontale verschillen in samenstelling
Oppervlaktewater	- zonnestraling - zwaartekracht - wrijvingskracht van de bodem/oever - luchtdrukverschillen - windtrek	- verticale drukverschillen - horizontale drukverschillen of drukgradiënten - inwendige wrijvingskracht - horizontale verschillen in samenstelling
Grondwater	- zwaartekracht - adhesieve krachten - capillaire krachten - wrijvingskracht van de watervoerende laag	- verticale drukverschillen - horizontale drukverschillen of drukgradiënten - inwendige wrijvingskracht van het grondwater - horizontale/verticale verschillen in samenstelling
Biotische agentia		
Vliegende dieren	- specifieke mogelijkheden van een gebied voor het vervullen van een functie voor dieren - concurrentie, symbiose, parasitisme e.d. - topografie/barrières - zonnestand - stand van de sterren - aardmagnetisme - meteorologische omstandigheden (wind, neerslag, bevolking, mist, enz.)	- metabolische en fysiologische aspecten - aangeboren tijd-programma - aangeboren en geleerde mogelijkheden tot oriëntatie en navigatie
Zwemmende dieren	- specifieke mogelijkheden van een gebied voor het vervullen van een functie voor dieren - concurrentie, symbiose, parasitisme e.d. - stroomrichting en -kracht van het water - watersamenstelling - lichtintensiteit - turbulentie - barrières - temperatuur - maanstand	- metabolische en fysiologische aspecten - aangeboren tijd-programma - aangeboren en geleerde mogelijkheden tot oriëntatie en navigatie

Tabel 3. Globaal overzicht van de inwendige en uitwendige krachten/invloeden, die bepalend zijn voor de bewegingen van de agentia van de verschillende werkingssystemen.

agentia	uitwendige krachten/invloeden	inwendige krachten/invloeden
Lopende, kruipende en springende dieren	- specifieke mogelijkheden van een gebied voor het vervullen van een functie voor de dieren - topografie/barrières - zonnestand - stand van de maan - meteorologische omstandigheden (neerslag, vorst, enz.) - calamiteiten, zoals brand, overstroming - concurrentie, symbiose, parasitisme e.d.	- metabolische en fysiologische aspecten - aangeboren tijd-programma - aangeboren en geleerde mogelijkheden tot oriëntatie en navigatie
Anthropische agentia		
Voertuigen	- menselijke contrôle - aanwezigheid van infrastructurele voorzieningen met een bepaald karakter - topografie/barrières - meteorologische omstandigheden - calamiteiten - concurrentie	- aandrijfkrachten - wrijvingskrachten - mogelijkheden tot sturing
Leidingen	- menselijke contrôle - weerstand van het mediun - meteorologische omstandigheden - calamiteiten	- horizontale spanningsverschillen - horizontale verschillen in samenstelling - inwendige wrijvingskracht/weerstand - stuwkrachten - mogelijkheden tot sturing

Tabel 3 (vervolg).



Tabel 4. Klassenindeling van de ruimtelijke kenmerken van agentia op het vierde classificatieniveau.

dwingende stimuli, anderzijds van mogelijkheden om te reageren op omstandigheden, die zich voor kunnen doen. Daarenboven zijn de bewegingen van dieren ook het resultaat van aangeleerd gedrag en een specifieke combinatie van uitwendige invloeden. Een deel van deze uitwendige invloeden werkt determinerend op de bewegingen der dieren. Zo zet onder meer de zonnestand het inwendige tijd-programma in werking. Andere uitwendige invloeden hebben het karakter van een aanbod van milieufactoren, die in meer of mindere mate een specifieke functie kunnen vervullen bij het in stand houden van individu en soort. De dieren selecteren naar aanleiding hiervan een plek of een combinatie van plekken. Deze zijn aldus niet gedetermineerd door of determinerend voor het biotisch agens. Dit laatste geldt wel voor de abiotische agentia en de in- en herkomstgebieden, waartussen deze bewegen.

De *mens is als agens het minst gedetermineerd door inwendige en uitwendige invloeden*. Deze functioneren als randvoorwaarden (bijvoorbeeld fysiologisch) en als aanbod van milieufactoren, waarop enerzijds min of meer dwingend (in het geval van fysiologische processen) en anderzijds vanuit een zekere wilsvrijheid gereageerd kan worden. Voor de antropische agentia, die de mens als technisch hulpmiddel hanteert (voertuigen en leidingen), geldt dat de processen volledig gedetermineerd worden door de samenstellende delen en hun organisatie enerzijds en het gedrag van de beheerder anderzijds. Hun aanwezigheid ergens komt hoegenaamd niet dwingend voort uit de kenmerken van het landschap ter plaatse.

Op het derde niveau worden de agentia nader onderverdeeld in grote groepen van typen, die van elkaar verschillen in de plaats van voorkomen en de manier van bewegen of de grote taxonomische groep van dieren, waartoe ze behoren (tabel 2). Hun voorkomen is per werkingssfeer veelal gebonden aan een bepaald milieu. Verschillende typen agentia kunnen echter in combinatie of boven elkaar binnen één bepaald milieutype voorkomen (grondwaterstromen op verschillende diepten, reststromen èn getijstromen voor de kust, vissen èn zeehonden in de Waddenzee, enzovoort).

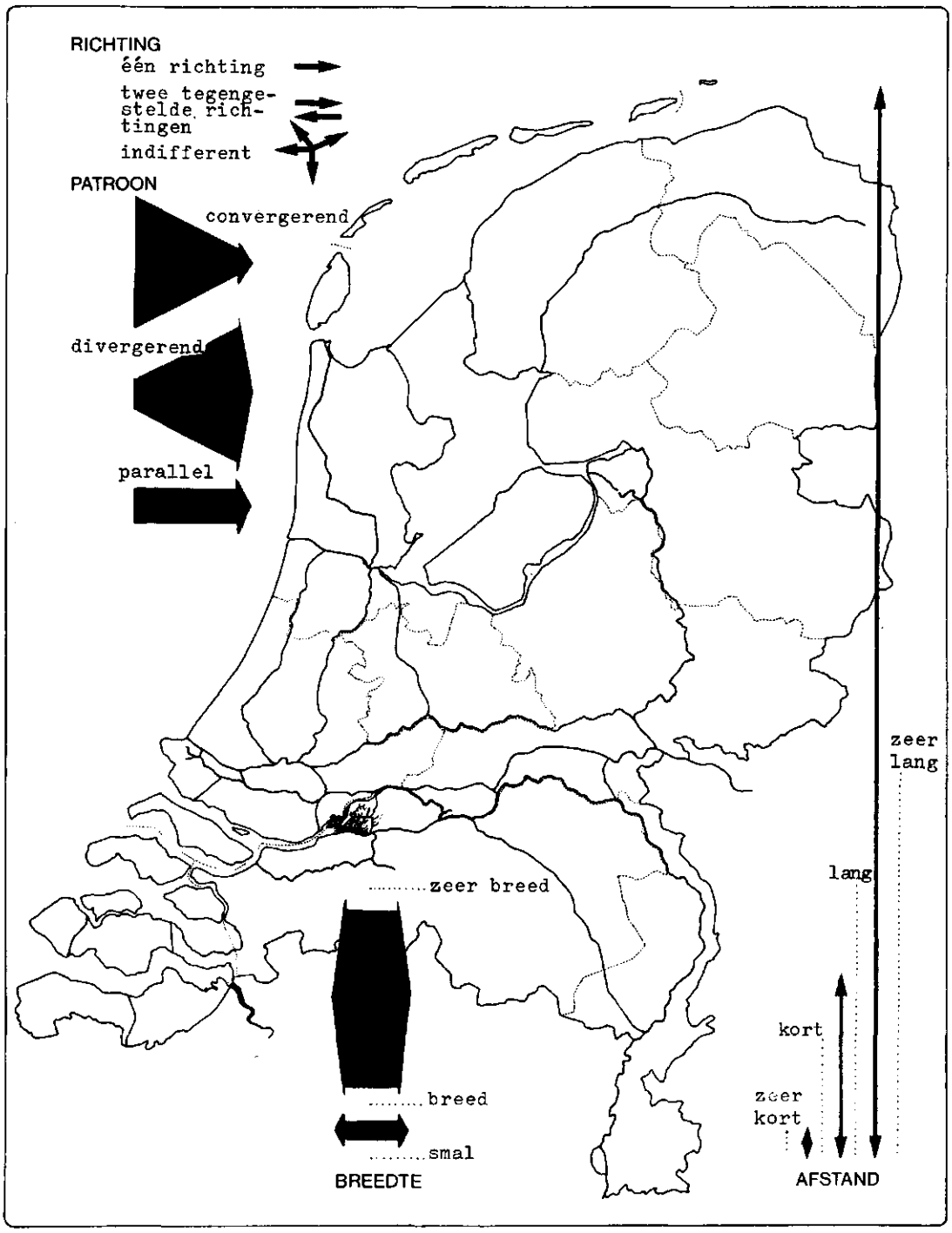
Ook voor het onderscheid op dit niveau geldt, dat die agentia, die niet van belang worden geacht voor de nationale ruimtelijke planning, buiten beschouwing blijven. Dit geldt bijvoorbeeld voor alle luchtbewegingen als gevolg van kleine topografische verschillen, waterbewegingen in sloten, lokale kwelstromen, lokale bewegingen van standvogels en zoogdieren.

De groepen agentia van het derde classificatieniveau kunnen op het vierde niveau nader worden onderverdeeld naar aanleiding van enkele van hun ruimtelijke en temporele kenmerken. Wat de biotische agentia betreft, valt deze nadere onderverdeling in vele gevallen samen met die in (groepen van) soorten organismen met een bepaald ruimtelijk gedrag. In bijlage 1 wordt een schematisch overzicht gegeven van de typen agentie die op dit niveau onderscheiden kunnen worden.

De ruimtelijke kenmerken van een agens betreffen het patroon van de transportstroom. Er is gewerkt met éénzelfde klassenindeling voor alle typen agentia (tabel 4).

De gehanteerde criteria zijn: afstand, breedte, patroon en richting. De verschillende agentia werken over sterk uiteenlopende maximale afstanden. De in tabel 4 aangegeven klassen zijn om praktische redenen gekozen. Ze sluiten min of meer aan bij de schalen waarop zowel in het landschapsecologische onderzoek als in de ruimtelijke planning gewerkt wordt en maken zo één van de selectiecriteria voor het onderscheiden van relaties, die relevant zijn voor de nationale ruimtelijke planning, hanteerbaar.

Sommige agentia werken langs geconcentreerde banen, andere langs brede banen met veelal moeilijk te trekken grenzen, sommige banen zijn vertakt, andere enkelvoudig. De meeste agentia werken in één bepaalde richting. Daarnaast kunnen er agentia onderscheiden worden, waarvan de richting tijdelijk tegengesteld is en agentia, die geen duidelijke voorkeursrichting hebben. Het totale patroon van een agens of een deel eruit kan parallel, divergerend, convergerend of een combinatie van deze basisvormen zijn, afhankelijk van het gebied en het schaalniveau, waarop de classificatie betrekking heeft. In figuur 14 zijn de klassen van de ruimtelijke kenmerken van de agentia schematisch aangeduid.



Figuur 14. Schematisch overzicht van de ruimtelijke kenmerken van agentia op het vierde classificatieniveau.

De temporele kenmerken (dynamiek) van een agens betreffen de hoeveelheid van de transportstroom en de verandering hiervan in de tijd. Er kan daarbij voor de abiotische agentia een onderscheid worden gemaakt in verschillende graden van dynamiek. De dynamiek van de eerste graad betreft de constantie van de grootte/hoeveelheid van de transportstroom, die van de tweede graad de regelmatige en die van de derde graad de onregelmatige verandering ervan (naar Van Leeuwen (1979), die dit onderscheid maakt met betrekking tot milieudynamiek in het algemeen). Onder de dynamiek van de vierde graad zouden we de catastrofale, eenmalige veranderingen kunnen verstaan. Deze blijven hier verder buiten beschouwing.

Als classificatiecriterium is de dynamiek slechts hanteerbaar, als het op een voor de onderscheiden groepen agentia specifieke wijze wordt gedefinieerd. In enkele gevallen is een nader onderscheid naar dynamiek of verschillende graden ervan op het vierde classificatieniveau niet zinvol, omdat het niet leidt tot een herkenbare ruimtelijke differentiatie van de betreffende ecosystemen. In enkele andere gevallen bleek het nog niet mogelijk tot een indeling in kwantitatief gedefinieerde klassen te komen. In tabel 5,6 en 7 worden voor enkele groepen van abiotische agentia voorstellen gedaan voor klasseninindeling van hun dynamiek. Met de gegeven klassen wordt zoveel mogelijk aangesloten bij bestaande indelingen. Het betreft in alle gevallen de dynamiek van de transportstroom (lucht of water). Een ander aspect van de dynamiek van het agens is dat van de fysisch-chemische kwaliteit.

Dit kwaliteitsaspect van het agens bepaalt in vele gevallen in hoge mate de werking van het agens op de levensgemeenschappen en de volksgezondheid. Een in alle opzichten bevredigende classificatie voor geheel Nederland van de kwaliteit van lucht, zee-, grond- en oppervlaktewater laat zich op dit moment echter niet geven. Bij de beschrijving van de agentia en relaties moesten we dan ook volstaan met globale kwalitatieve aanduidingen, zonder het onderscheid in typen hierop te kunnen baseren.

Voor het typeren van de temporele kenmerken van de verschillende biotische agentia (migrerende dieren) kan éénzelfde klassenindeling worden gebruikt (tabel 8). Evenals bij de dynamiek van de abiotische agentia, is er een onderscheid gemaakt naar de verschillende vormen, waarin de temporele kenmerken zich kunnen voordoen: snelheid, frequentie en regelmaat.

De eerste vorm betreft de netto-bewegingssnelheid van de dieren. Deze kan sterk uiteenlopen, afhankelijk van de soort en het type beweging (denk aan het verschil tussen de overwinteringstrek en de dagelijkse fourageerbewegingen van vogels).

De tweede vorm van temporele kenmerken van dierbewegingen betreft de frequentie, waarmee een bepaalde beweging wordt volbracht. Onder de frequentie wordt in dit verband met aantal bewegingen van een bepaald type per tijdseenheid verstaan.

Vele bewegingen doen zich enkele tot vele malen per dag voor, zoals die bij fourageren en verplaatsingen met getijstromen mee. Bij de seizoensfrequentie vinden de bewegingen minstens tweemaal per jaar plaats. In de regel heeft deze frequentie te maken met het voortplantingsgedrag van dieren of de trek naar specifieke overwinterings- en overzomeringsgebieden. Van een jaarlijkse of meerjaarlijkse frequentie is sprake, wanneer de bewegingen respectievelijk éénmaal of minder per jaar optreden. Ze kunnen bijvoorbeeld het gevolg zijn van het voorkomen van extreme omstandigheden, zoals langdurige strenge vorst of droogte. De populatiedichtheid speelt in deze gevallen een belangrijke rol. Het resultaat is uitwijk of, omgekeerd, invasie. Ook rekolonisatie kan tot dit frequentietype gerekend worden. Bewegingen, die slechts éénmaal voorkomen, zijn die van vestiging en vertrek van soorten in/uit een bepaald territorium.

De derde vorm van temporele kenmerken betreft de kans op het optreden van afwijkingen in de regelmaat van de frequentie. Is er sprake van een meerjaarlijkse frequentie of van een éénmalige beweging, dan is het onderscheid tussen regelmaat en frequentie feitelijk van geen betekenis. Hierdoor en door de evolutionair bepaalde convergentie in het gedrag van verschillende soorten, wijkt het aantal in werkelijkheid voorkomende combinaties van de onderscheiden vormen van temporele kenmerken sterk af van het maximaal mogelijke aantal, zoals blijkt in bijlage 1.

De classificatie van de antropische agentia is niet uitgewerkt tot op het vierde classificatieniveau.

Klasse overeenkomstig Beaufort-getal	Equivalente snelheid in knopen op 10 m hoogte boven land	Omschrijving KNMI	Dynamiek
0	< 1	windstil	laag
1	1 - 3	zwakke wind	
2	4 - 6		
3	7 -10	matige wind	
4	11-16		
5	17-21	vrij krachtige wind	
6	22-27	krachtige wind	
7	28-33	harde wind	
8	34-40	stormachtige wind	
9	41-47	storm	
10	48-55	zware storm	
11	56-63	zeer zware storm	
12	>63	orkaan	hoog

Klassenindeling van de dynamiek van de eerste graad van luchtbewegingen.

Klasse	Mate van turbulentie	Omschrijving van de stabiliteit van de atmosfeer	Dynamiek
1	geen - zeer geringe turbulentie	atmosfeer zeer stabiel (inversie)	laag
2	geringe turbulentie		
3	matige turbulentie	atmosfeer neutraal of stabiel	
4	matig sterke turbulentie		
5	sterke turbulentie	atmosfeer onstabiel	hoog

Klassenindeling van de dynamiek van de tweede graad van luchtbewegingen.

Tabel 5. Klassenindeling van de dynamiek van luchtbewegingen.

Klasse	Grondwaterstroomsterkte (m^2/dag)		Dynamiek
	ondiep	diep	
1	< 0,025	< 0,5	laag
2	0,025-0,050	0,5-1,0	
3	0,050-0,075	1,0-1,5	
4	0,075-0,100	1,5-2,0	
5	>0,100	>2,0	hoog

Klassenindeling van de dynamiek van de eerste graad van grondwaterstromen.

Klasse	Continuiteit van de grondwaterstroming	Dynamiek
1	voortdurend stroming	laag
2	incidenteel wel of geen stroming	
3	periodiek wel en periodiek geen stroming	
4	frequent wel en frequent geen stroming	hoog

Klassenindeling van de dynamiek van de tweede graad van grondwaterstromen.

Tabel 6. Klassenindeling van de dynamiek van grondwaterstromen.

Klasse	Gemiddelde jaarlijkse afvoer (l/sec)	Breedte waterloop (m)	Oppervlak afwateringseenheid (ha)	Dynamiek
1	< 500	< 2	< 200	laag
2	< 500	> 2	200 - 2000	↓
3	< 500	> 2	> 2000	
4	$5x10^2$ - $5x10^3$	> 2	> 2000	
5	$5x10^3$ - $5x10^4$	> 2	> 2000	
6	$5x10^4$ - $5x10^5$	> 2	> 2000	
7	> $5x10^5$	> 2	> 2000	hoog

Klassenindeling van de dynamiek van de eerste graad van waterlopen.

Klasse	Hoogste/laagste gemiddelde maandafvoer (QMmax/QMmin)	Dynamiek
1	1 - 2	laag
2	2 - 5	↓
3	5 - 25	
4	25 - 100	
5	> 100	hoog

Klassenindeling van de dynamiek van de tweede graad van waterlopen.

Klasse	Specifieke Q1*(l/sec.ha)	Gebiedskenmerken	Dynamiek
1	0,3 - 0,5	hoge zandgronden winterg.w.s. beneden 140 cm: GT VII	laag
2	0,5 - 0,8	middelhoge zandgronden winterg.w.s. 70 - 140 cm: GT VI	↓
3	0,8 - 1,2	laaggelegen zandgronden winterg.w.s. 40 - 70 cm: GT Vb en IIIb	
4	1,2 - 1,5	laaggelegen gronden (beekdalen, madeland, lage veengrond, polders e.d.) winterg.w.s. binnen 40 cm: GT Va, IIIa, II, I polders: GT I - VII	
5	> 1,5	kwelgebied, uitgestrekte verharde oppervlakken e.d.	hoog

* Q1: gemiddeld éénmaal per jaar optredende maximale afvoer (=afvloeiingsfactor)

Klassenindeling van de dynamiek van de derde graad van waterlopen (naar Tön en Lourens, 1978).

Tabel 7. Klassenindeling van de dynamiek van waterlopen.

4.3. De classificatie van her- en inkomstgebieden

De her- en inkomstgebieden zijn eveneens op verschillende niveaus geclassificeerd. Er is hierbij zoveel mogelijk aangesloten bij bestaande classificatiesystemen.

Van bijzonder belang is in dit verband dat het ons gaat om de betekenis van relaties voor organismen en hun levensgemeenschappen.

Klasse	Snelheid	Omschrijving
1	< 50 km/jaar	uiterst langzaam
2	0,15- 15 km/dag	zeer langzaam
3	15-100 km/dag	langzaam
4	5- 30 km/uur	matig snel
5	30- 75 km/uur	snel
6	> 75 km/uur	zeer snel

Klassenindeling van de eerste vorm van temporele kenmerken van biotische agentia.

Klasse	Frequentie	Omschrijving
1	< 1 x /jaar	niet frequent
2	1 x /jaar	weinig frequent (jaarritme)
3	2 x /jaar	matig frequent (seizoensritme)
4	2 x /dag	frequent (dagritme)
5	4 x /dag	zeer frequent (getijderitme)
6	> 4 x /dag	uiterst frequent

Klassenindeling van de tweede vorm van temporele kenmerken van biotische agentia.

Klasse	Kans op afwijking van de regelmaat	Omschrijving
1	geen kans	continu
2	zeer kleine kans	éénmalig
3	kleine kans	regelmatig
4	grote kans	onregelmatig

Klassenindeling van de derde vorm van temporele kenmerken van biotische agentia.

Tabel 8. Klassenindeling van de temporele kenmerken van biotische agentia.

Op de hogere niveaus is de geotoopindeling, zoals gepresenteerd in het Globaal Ecologisch Model, aangehouden. Een geotoop wordt gedefinieerd als een naar vorm en werking homogeen en herkenbaar gedeelte van de geosfeer. Het gaat om grote landschappelijke eenheden, die weliswaar gekenmerkt worden door een bepaalde uitwendige homogeniteit, maar waarvan de inwendige verschillen meer of minder groot kunnen zijn. Deze inwendige verschillen, die veelal bepaald worden door of bepalend zijn voor ruimtelijke relaties, komen op het laagste classificatieniveau tot uitdrukking in de verschillende typen invloeds- en functiegebieden.

Tabel 9 geeft een overzicht van de op de hoogste niveaus onderscheiden typen gebieden. Hierbij is aangegeven voor welke agentia van het derde classificatieniveau (tabel 2) ze invloeds- of functiegebieden kunnen zijn.

De geotoop-typen zijn op het laagste classificatieniveau nader onderverdeeld in typen invloedsgebieden van abiotische en functiegebieden van biotische agentia (respectievelijk tabel 10 en 11).

Bij de invloedsgebieden is er een onderverdeling gemaakt naar gebieden met (zie tabel 10):

- invloed van luchtbewegingen (wind) op de vegetatie;
- zeewater-invloed op de mariene fauna en vegetatie;
- grondwater-invloed op de (semi-)terrestrische vegetatie;
- oppervlaktewater-invloed op de limnische fauna en de vegetatie.

We spreken slechts van een invloedsgebied, wanneer de invloed van de abiotische agentia tot uitdrukking komt of zou kunnen komen in de levensgemeenschap(pen) van dat gebied. Dat dit niet overal manifest is, komt doordat de levensgemeenschappen ook een in meer of mindere mate dominante menselijke

1e niveau	2e niveau	3e niveau	invloeds- of functiegebied van de volgende agentia van het 3e niveau
- Aquatische geotoop-typen	- Mariene geotoop-typen	- kustzee met zeekust	- wind v.d. dagelijkse gang - reststroom - getijstroom - kuststroom - getijdebeweging - branding/golfwerking - lozing boezemwater/sluizen - seizoenstrek (doortrek) van trekvogels - bewegingen van wintergasten - (a) gamodrome trek van zoutwaterorganismen - (gemotoriseerd) waterverkeer - bewegingen door buisleidingen
		- estuariën en zeearmen	- wind v.d. dagelijkse gang - getijstroom - getijdebeweging - estuariene waterbeweging - lozing boezemwater/sluizen - seizoenstrek (doortrek) van trekvogels - bewegingen van wintergasten - bewegingen van broedvogels - katadrome en anadrome trek van amphibionten - (gemotoriseerd) waterverkeer - bewegingen door buisleidingen
		- wadden	- wind v.d. dagelijkse gang - getijstroom - getijdebeweging - branding/golfwerking - lozing boezemwater/sluizen - seizoenstrek (doortrek) van trekvogels - bewegingen van wintergasten - (a) gamodrome trek Zeehond - (a) gamodrome trek van zoutwaterorganismen - trek van anadrome vissen - (gemotoriseerd) waterverkeer - bewegingen door buisleidingen
		- kwelders	- wind v.d. dagelijkse gang - getijdebeweging - seizoenstrek (doortrek) van trekvogels - bewegingen van wintergasten - bewegingen van broedvogels
	- Limnische geotoop-typen	- stilstaand zout en brak water	- wind v.d. dagelijkse gang - binnendringen zout water bij sluizen - (pseudo)getijdebeweging - (getij)stroom - inlaat zoet water - inlaat zout water - seizoenstrek (doortrek) van trekvogels - bewegingen van wintergasten - (a) gamodrome trek van zoutwaterorganismen - (gemotoriseerd) waterverkeer
		- stilstaand zoet water	- waterbeweging in rivier/beek - waterbeweging in zoet kanaal - bemaling polder - inlaat polder - waterstromen binnen de eenheid - diepe en middeldiepe grondwaterstroom - ondiepe grondwaterstroom - seizoenstrek (doortrek) van trekvogels - bewegingen van wintergasten - bewegingen van broedvogels - (a) gamodrome trek van zoetwaterorganismen - (gemotoriseerd) waterverkeer - bewegingen door buisleidingen

Tabel 9. Overzicht van typen her- en inkomstgebieden van het eerste, tweede en derde classificatie-niveau.

1e niveau	2e niveau	3e niveau	invloeds- of functiegebied van de volgende agentia van het 3e niveau
		- stromend zoet water	- waterbeweging in rivier/beek - waterbeweging in zoet kanaal - bemaling polder - inlaat polder - estuariene waterbeweging - binnendringen zout water bij sluizen/kanalen - zoet watergetijdebeweging - diepe en middeldiepe grondwaterstroom - ondiepe grondwaterstroom - seizoenstrek (doortrek) van trekvogels - bewegingen van wintergasten - bewegingen van broedvogels - (a) gamodrome trek van zoetwaterorganismen - (gemotoriseerd) waterverkeer - bewegingen door buisleidingen
- Semi-terrestrische geotooptypen	- Semi-terrestrische geotooptypen	- hoogvenen	- geïsoleerd veenwater - bewegingen van broedvogels - fourageerbewegingen van lopende, enz. dieren - (gemotoriseerd) wegverkeer - railverkeer - bewegingen door boven- en ondergrondse draadleidingen - bewegingen door buisleidingen
		- laagveenmoerassen en verlande plassen	- overstroming - waterbeweging in rivier/beek/kanaal - bemaling polder - inlaat polder - diepe en middeldiepe zoete grondwaterstroom - ondiepe grondwaterstroom - zoute kwelstroom - brakke en zoete kwelstroom onder dijk door - geïsoleerd meer-/venwater - seizoenstrek (doortrek) van trekvogels - bewegingen van wintergasten - bewegingen van broedvogels - (a) gamodrome trek van zoetwatervissen - fourageerbewegingen van lopende, enz. dieren - (gemotoriseerd) wegverkeer - (gemotoriseerd) waterverkeer - bewegingen door buisleidingen - bewegingen door boven- en ondergrondse draadleidingen
- Terrestrische geotoop-	- Terrestrische geotoop-	- duingebieden	- wind v.d. dagelijkse gang - ondiepe grondwaterstroom - zoute kwelstroom - geïsoleerde zoetwaterbel - seizoenstrek (doortrek) van trekvogels - bewegingen van wintergasten - bewegingen van broedvogels - fourageerbewegingen van lopende, enz. dieren - bewegingen door buisleidingen
		- zeekleipolders, droogmakerijen, laagveenpolder	- ondiepe grondwaterstroom - zoute kwelstroom - kwelstroom onder dijk door - bemaling polder - inlaat polder - seizoenstrek (doortrek) van trekvogels - bewegingen van wintergasten - bewegingen van broedvogels - bewegingen van vleermuizen in het zomerseizoen - fourageerbewegingen van lopende, enz. dieren - (gemotoriseerd) wegverkeer - railverkeer - bewegingen door buisleidingen - bewegingen door boven- en ondergrondse draadleidingen

Tabel 9. (vervolg).

1e niveau	2e niveau	3e niveau	invloeds- of functiegebied van de volgende agentia van het 3e niveau
		- rivieren-gebied	- overstroming - diepe en middeldiepe zoete grondwaterstroom - ondiepe grondwaterstroom - waterbeweging in rivier/beek/kanaal - kwelstroom onder dijk door - seizoenstrek (doortrek) van trekvogels - bewegingen van wintergasten - bewegingen van broedvogels - foerageerbewegingen van lopende, enz. dieren - (gemotoriseerd) wegverkeer - railverkeer - bewegingen door allerlei leidingen
		- hoge zand-gebieden	- wind - ondiepe grondwaterstroom - bewegingen van broedvogels - foerageerbewegingen van lopende, enz. dieren - (gemotoriseerd) wegverkeer - railverkeer - bewegingen door allerlei leidingen
		- lage zand-gebieden	- overstroming - waterbeweging in beek/kanaal - diepe en middeldiepe zoete grondwaterstroom - ondiepe grondwaterstroom - seizoenstrek (doortrek) van trekvogels - bewegingen van broedvogels - foerageerbewegingen van lopende, enz. dieren - (gemotoriseerd) wegverkeer - railverkeer - bewegingen door allerlei leidingen
		- hoogveenont-ginnings-gronden	- diepe en middeldiepe zoete grondwaterstroom - ondiepe grondwaterstroom - seizoenstrek (doortrek) van trekvogels - bewegingen van broedvogels - foerageerbewegingen van lopende, enz. dieren - (gemotoriseerd) wegverkeer - railverkeer - bewegingen door allerlei leidingen
		- lössgebied van Limburg	- waterbeweging in beek - ondiepe grondwaterstroom - diepere grondwaterstroom - bewegingen van broedvogels - foerageerbewegingen van lopende, enz. dieren - (gemotoriseerd) wegverkeer - railverkeer - bewegingen door allerlei leidingen
		- krijtgebied en tertiaire vlakte van Zuid-Limburg	- waterbeweging in beek - ondiepe grondwaterstroom - diepere grondwaterstroom - seizoenstrek van vleermuizen - bewegingen van broedvogels - foerageerbewegingen van lopende, enz. dieren - (gemotoriseerd) wegverkeer - railverkeer - bewegingen door allerlei leidingen

Tabel 9. (vervolg).

1e niveau	2e niveau	3e niveau	invloeds- of functiegebied van de volgende agentia van het 3e niveau
	- Stedelijke en industriële geotooptypen	- steden	- wind - waterbeweging in rivier/beek/kanaal - bemaling polder - inlaat polder - ondiepe grondwaterstroom - diepere grondwaterstroom - bewegingen van wintergasten - bewegingen van broedvogels - (gemotoriseerd) wegverkeer - railverkeer - (gemotoriseerd) waterverkeer - bewegingen door allerlei leidingen
		- industriegebieden	- wind - waterbeweging in rivier/beek/kanaal - bemaling polder - ondiepe grondwaterstroom - diepere grondwaterstroom - (gemotoriseerd) wegverkeer - railverkeer - (gemotoriseerd) waterverkeer - bewegingen door allerlei leidingen
		- (zee)havens	- wind (dagelijkse gang) - estuariene waterbeweging - binnendringen zout water bij sluizen/ kanalen e.d. - waterbeweging in rivier/kanaal - (zoetwater) getijdebeweging - seizoenstrek (doortrek) van trekvogels - bewegingen van wintergasten - katadrome en anadrome trek van amphibionten - (a) gamodrome trek van zoetwater - (gemotoriseerd) wegverkeer - railverkeer - (gemotoriseerd) waterverkeer - bewegingen door allerlei leidingen
		- vliegvelden	- wind - ondiepe grondwaterstroom - diepere grondwaterstroom - seizoenstrek (doortrek) van trekvogels - bewegingen van wintergasten - bewegingen van broedvogels - (gemotoriseerd) wegverkeer - railverkeer - luchtverkeer - bewegingen door allerlei leidingen

Tabel 9. (vervolg).

4e niveau	invloed
	Wind-invloed
- strand en strandvlakte (droog strand)	wind
- zandvlaktes en lage stuifduintjes	wind
- lage duinen en stuifdijken	wind
- hoge kustduinen	wind
- landduinen (stuifduinen)	wind
	Zeewater-invloed
- open zee	reststroom, getijstroom
- zeegaten en geulen	getijstroom
- voorstrand en ondiepten	getijstroom, kuststroom (met ingebrip van scheurstromen), branding en golfwerking
- natte en droge strand(vlakte)	branding en golfwerking, getijdebeweging
- wadden, platen en slikken, met inbegrip van prielen	branding en golfwerking, getijdebeweging
- kwelders en schorren, met inbegrip van slenken en kreken	getijdebeweging
- gorsen, groene stranden, buitendijkse zomerpolders, landaanwinningsvakken e.d.	getijdebeweging
- benedenloop van rivier met zoutwatertong	estuariene waterbeweging, getijdebeweging
- benedenloop van rivier zonder zoutwatertong, maar met zoetwatergetijden (incl. vloedbos, kreken en oeverlanden)	getijdebeweging
- brak "stilstaand" water met gereguleerde getijden	getijdebeweging, inlaat zout water
- kanalen e.d. met brak water	binnendringen van zeewater, al dan niet via sluizen (getijdebeweging)
	Oppervlaktewater-invloed
- regelmatig of incidenteel overstroomde uiterwaarden	overstromingen
- regelmatig of incidenteel overstroomde beekdalen	overstromingen
- benedenloop van rivier met zoutwatertong	estuariene waterbeweging, aan/afvoer rivierwater, in/uitlaat polders
- benedenloop van rivier zonder zoutwatertong, maar met zoetwatergetijden (incl. vloedbos, kreken, oeverlanden e.d.)	zoetwatergetijdebeweging, aan/afvoer rivierwater, in/uitlaat polders
- brak "stilstaand" water met gereguleerde getijden	inlaat zoet water, stromingen, uitlaat polders
- zoet "stilstaand" water met gereguleerde getijden	inlaat zoet water, stromingen, in/uitlaat polders
- kanalen met brak water	aan/afvoer kanaalwater, in/uitlaat polders
- kanalen met zoet water	aan/afvoer kanaalwater, in/uitlaat polders
- grote rivieren	aan/afvoer rivierwater, in/uitlaat polders
- kleine rivieren	aan/afvoer rivierwater, in/uitlaat polders
- laaglandbeken	aan/afvoer beekwater, in/uitlaat polders
- vencomplexen in pleistoceen Nederland	geïsoleerd venwater (aan/afvoer beek/slootwater)
- wiel- en strangcomplexen langs de grote rivieren	geïsoleerd wiel/strangwater, overstromingen, aan/afvoer slootwater

Tabel 10. Overzicht van invloedsgebieden (her- en inkomstgebieden van het vierde classificatieniveau).

4e niveau	invloed
- veenplassen in West-Nederland	aan/afvoer sloot/beek/kanaalwater, in/uitlaat polders
- veenplassen in Noord-Nederland	aan/afvoer sloot/beek/kanaalwater, in/uitlaat polders
- IJsselmeer	aanvoer sloot/beek/rivier/kanaalwater, in/uitlaat polders, uitlaat naar Waddenzee, stromingen
- Veluwerandmeren	aanvoer sloot/beek/kanaalwater, in/uitlaat polders, stromingen
	Grondwater-invloed
- gebieden met diepe grondwaterstanden, gedurende het gehele jaar	geen grondwateraanvoer in wortelzône, wel grondwaterafvoer
- gebieden met overwegend diepe grondwaterstanden, maar eventueel wel grondwaterafhankelijke vennen (en hun directe omgeving)	geen grondwateraanvoer in wortelzône, eventueel wel voeding van vennen door grondwater, wel grondwaterafvoer
- gebieden met matig diepe grondwaterstanden, gedurende het gehele jaar	grondwateraan/afvoer
- gebieden met relatief diepe grondwaterstanden in de zomer, maar ondiepe in de winter	grondwateraan/afvoer
- gebieden met sterk wisselende grondwaterstanden, eventueel periodiek onder water	grondwateraan/afvoer
- gebieden met ondiep grondwater, meestal nogal wisselend, eventueel periodiek onder water	grondwateraan/afvoer
- gebieden met weinig bewegelijk ondiep grondwater	grondwateraan/afvoer
- gebieden met weinig bewegelijk grondwater tot in het maaiveld	grondwateraan/afvoer
- hoogveencomplexen (sterk grondwaterafhankelijk)	geen of zeer weinig grondwateraan/afvoer, geïsoleerd veenwater
- gebieden met ondiepe slecht doorlatende lagen	geen of zeer weinig grondwateraan/afvoer (stagnerend grondwater)
- complexen van kwelders, duinen en duinvalleien in het Waddengebied	aan/afvoer zout/brak grondwater
- inlagencomplexen	grondwateraan/afvoer, veelal door zoute kwelstroom onder dijk door

Tabel 10. (vervolg).

4e niveau	functie (algemeen)	functie (uitgewerkt)
	waterdieren	
voortplantingsgebied	voortplanting	
- paaiplaats		- afzetten van eieren
- paaigrond		- loslaten van pelagische eieren
- kinderkamer		- opgroeien
doorgangsgebied	kort verblijf op doortrek	- kort verblijf: opname voedsel, rusten, soms fysiologische aanpassing zoet-zout of zout-zoet
pleistergebied	verblijf buiten voortplantingstijd	- langdurig verblijf: opname voedsel, rusten
- voedselgrond		- overwinteren i.v.m. temperatuur en/ voedselaanbod
- overwinteringsgebied		- verblijf bij tijdelijke ongeschiktheid van normale pleisterplaats (bijv. t.g.v. turbulentie, zoutgehalte, temperatuur, zuurstofgehalte)
- uitwijk-voedselgrond		
	landdieren (zoogdieren)	
voortplantingsgebied	voortplanting	
- paarplaats		- ontmoeting ♂ en ♀ om te paren
- werpplaats		- werpen van jongen en grootbrengen
- foerageerplaats		- foerageren
- uitwijk-foerageerplaats		- foerageren bij tijdelijke ongeschiktheid van normale foerageergebied
dispersiegebied	dispersie	- ongerichte trek; voedsel zoeken, rusten
	vogels	
voortplantingsgebied (broedgebied)	voortplanting	
- baltsplaats		- ontmoeting ♂ en ♀ om te paren
- nestplaats		- broeden, jongen grootbrengen bij nestblijvers
- opgroeiplaats		- grootbrengen jongen na uitvliegen of bij nestvliegers
- foerageer		- voedsel zoeken
- uitwijk-foerageer		- voedsel zoeken bij tijdelijke ongeschiktheid normale foerageergebied
dispersiegebied		
- tijdelijke pleisterplaats	dispersie	- ongerichte trek; voedsel zoeken; rusten
- uitwijk-tijdelijke pleisterplaats		- verblijf bij tijdelijke ongeschiktheid van de normale tijdelijke pleisterplaats
doorgangsgebied	kort verblijf op doortrek	
- tijdelijke pleisterplaats		- gerichte trek; voedsel zoeken; rusten
- uitwijk-tijdelijke pleisterplaats		- verblijf bij tijdelijke ongeschiktheid van de normale tijdelijke pleisterplaats
pleistergebied	verblijf buiten voortplantingstijd	- langdurig verblijf buiten voortplanting (overwinteringsgebied, overzomeringsgebied, ruigebied, trekonderbreking)
- rust/slaapplaats		- rusten, slapen, overblijven
- foerageerplaats		- voedsel zoeken
- uitwijk-foerageerplaats		- voedsel zoeken bij tijdelijke ongeschiktheid normale foerageergebied

Tabel 11. Overzicht van functiegebieden (her- en inkomstgebieden van het vierde classificatieniveau).

invloed uitdrukken. We richten ons hier dus op de potentieel-natuurlijke situatie, zoals die met enige restricties in verband met de factoren tijd en menselijke invloed voor de vegetatie op nationaal niveau is beschreven door Kalkhoven, Stumpel en Stumpel-Rienks (1976).

Om een beter zicht te krijgen op de invloedsgebieden van het (semi-)terrestrische milieu, zijn de potentieel-natuurlijke vegetatie-eenheden van de Landelijke Milieukartering, geïnterpreteerd naar hun afhankelijkheid van zee-, grond- en oppervlaktewater (Roelofs e.a., 1982. Farjon, 1982). Een belangrijke stap daarbij was het beschrijven van de kensoorten van de typen van de Landelijke Milieukartering en de syntaxa, waartoe ze behoren, aan de hand van de lijst van hydro-, freato- en afreatofyten van Londo (1975). Daarnaast is met behulp van hydrologische informatie bepaald welke gebieden functioneren als herkomst-, inkomst- of isolatiegebied van zee-, grond- en oppervlaktewaterbewegingen. Hierbij is in het bijzonder gebruik gemaakt van voor deze gelegenheid samengestelde kaarten van de stijghoogte en stroomlijnen van het ondiepe en diepe grondwater op schaal 1: 300.000 (Roelofs e.a., 1982) en van de voor de Landelijke Milieukartering gemaakte bodemkaart van Nederland op schaal 1: 200.000 (Kloosterhuis en Pape, 1975).

Ook voor het bepalen van de invloedsgebieden van de wind kon gebruik gemaakt worden van de informatie van de Landelijke Milieukartering en daarnaast van overzichtsliteratuur, zoals Westhoff en Den Held (1969) en "Wilde Planten" (deel 1,2, en 3). Een globaal beeld van de invloedsgebieden van verontreinigde lucht, tot uitdrukking komend in de epifytenflora, biedt het werk van Barkman (1958 en 1969). Het patroon van de toenmalige "epifytenwoestijnen" correspondeert nog opmerkelijk goed met dat van recente metingen van de SO_2-verontreiniging, zoals dat naar voren komt uit een andere belangrijke bron van informatie: het Nationaal Meetnet voor de Luchtverontreiniging (zie onder meer R.I.V., 1979). De invloedsgebieden van geluidshinder zijn op nationaal niveau beschreven door de RPD (Van den Berg, 1980).

Voor een overzicht en typologie van de wateren, die onder invloed staan van de aan- en/of afvoer van zee- en/of oppervlaktewater, kon daarentegen slechts ten dele gerefereerd worden aan bestaande overzichtskarteringen. De classificatie is het resultaat van literatuurstudie en ten dele ook van de studie in de proefgebieden (zie Farjon, 1982).

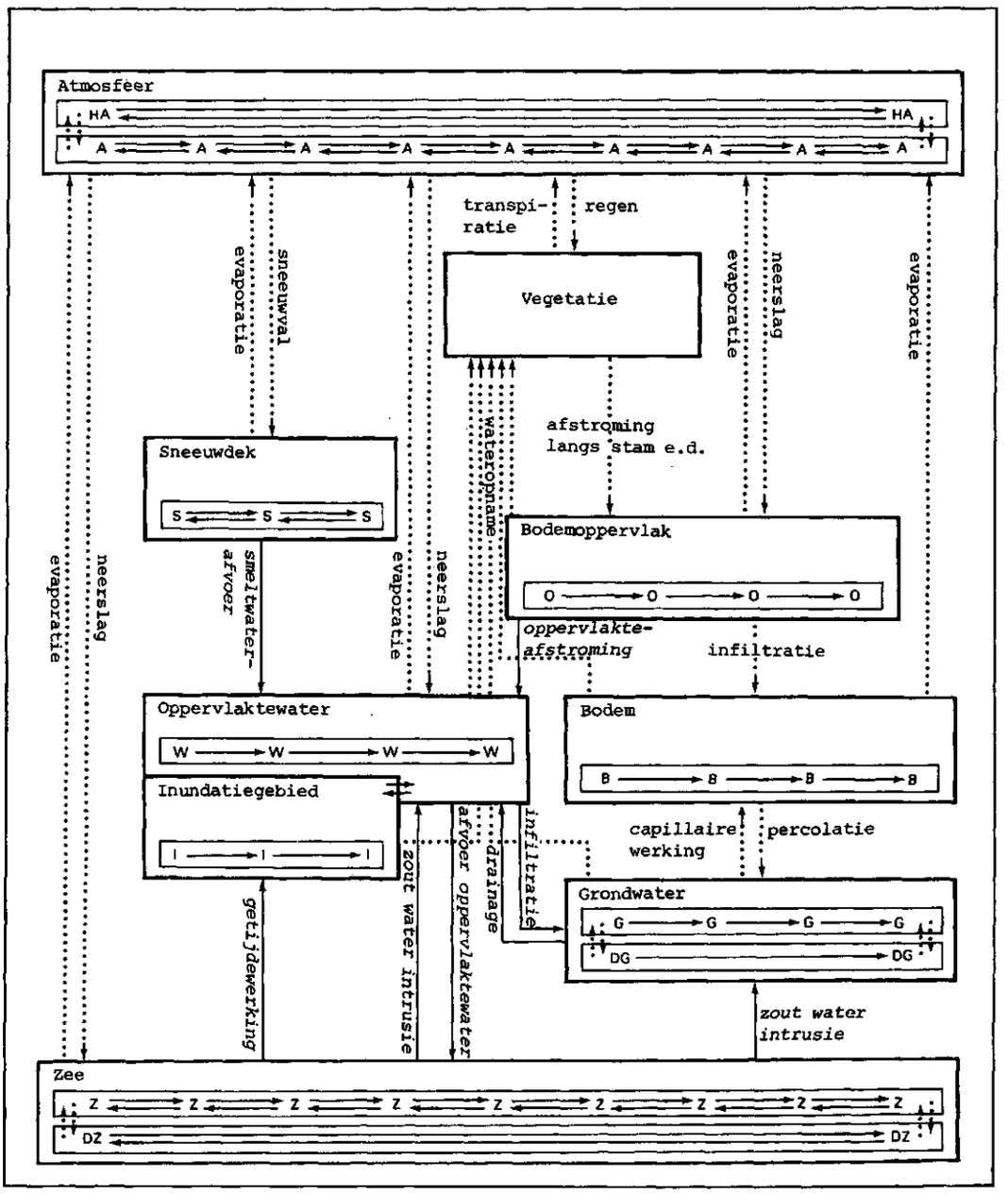
Zoals gesteld, vormen in het bijzonder de verschillende hydrologische invloedsgebieden en de betrekkingen ertussen kortere of langere relatieketens. Wanneer we ze beschouwen op het niveau van de hydrologische cyclus, vormen ze complexe relatienetwerken (figuur 15).

Bij de <u>functiegebieden</u> is er een onderscheid gemaakt naar gebieden met:
- functies voor migrerende waterdieren.
- functies voor migrerende vogels;
- functies voor migrerende landdieren;

Tabel 11 geeft een overzicht van de verschillende typen functiegebieden. Binnen elk type gebied kunnen verschillende plaatsen onderscheiden worden, die op verschillende wijzen bijdragen aan een specifieke combinatie van functievervullingen. Samen bepalen deze plaatsen het functioneren van het grotere gebied als voortplantings- of (tijdelijk) pleistergebied. De verschillende typen functiegebieden kunnen nader gespecificeerd worden voor de verschillende migrerende diersoorten. Samenvattend beschrijven we deze gebieden en plaatsen als volgt (zie ook figuur 16):

Voortplantingsgebied.

Dit is het gebied, waarbinnen alle levensverrichtingen plaatsvinden, die met de voortplanting samenhangen. Er kan een onderscheid gemaakt worden naar:
- voortplantingsplaatsen, waar de voortplanting en alle daarmee samenhangende activiteiten plaatsvinden, zoals de baltsplaats, nestplaats, opgroeiplaats, paaiplaats, paaigrond, paarplaats, kinderkamer, kraamkamer, enzovoort;
- foerageerplaatsen, waar onder normale omstandigheden gefoerageerd wordt;

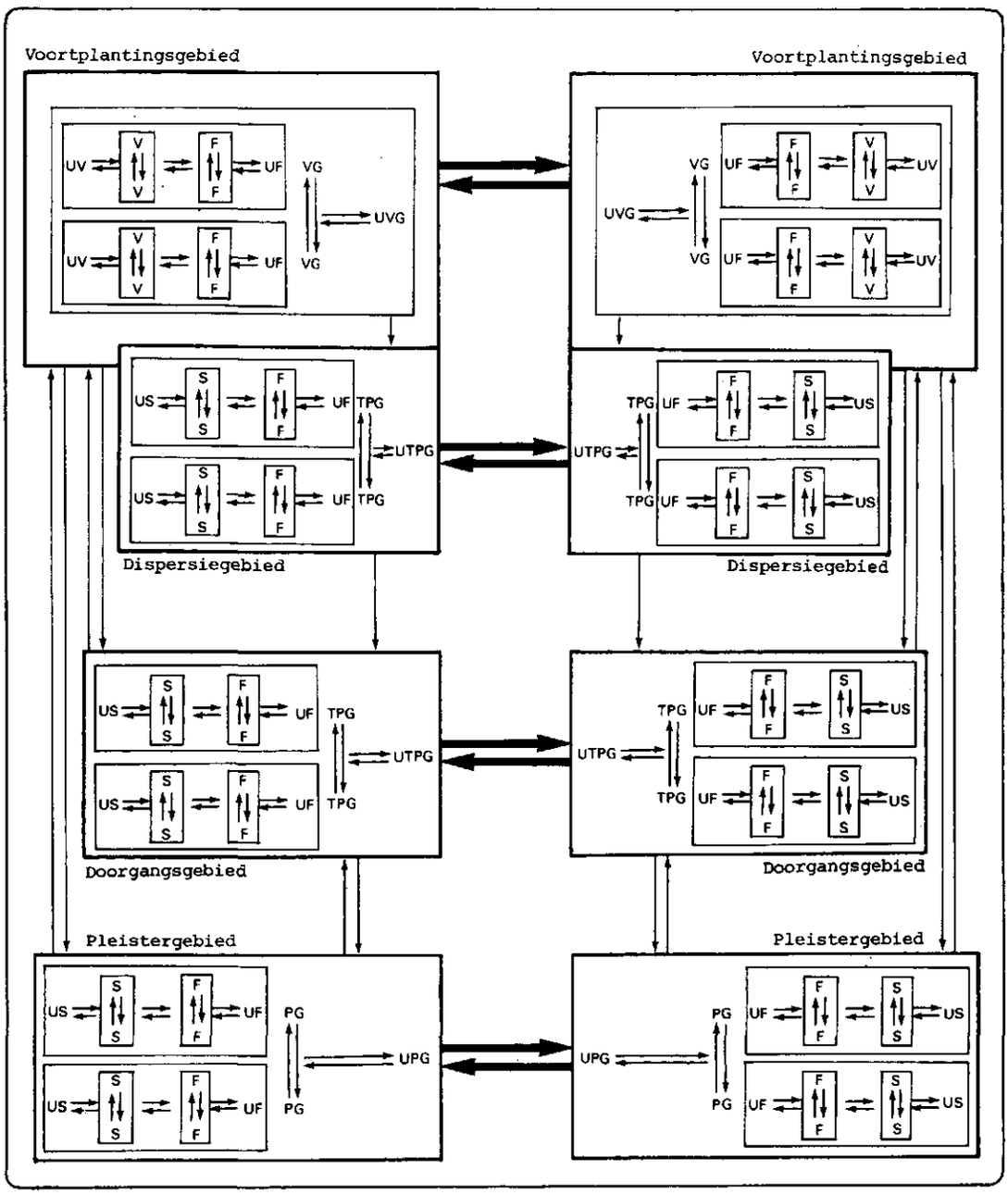


HA - *hogere atmosfeer*
A - invloedsgebied van luchtbewegingen
S - invloedsgebied van sneeuwstormen
O - invloedsgebied van oppervlakteafstroming
W - invloedsgebied van oppervlaktewaterbewegingen
I - invloedsgebied van inundaties

B - *invloedsgebied van waterbewegingen* in de onverzadigde zone
G - invloedsgebied van grondwaterbewegingen
DG - dieper grondwater
Z - invloedsgebied van zeewaterbewegingen
DZ - dieper zeewater

→ *ruimtelijke relatie*
⇢ lokaal proces

Figuur 15. Algemeen model van het relatienetwerk, gevormd door de agentia van de hydrologische cyclus.



S - slaapplaats/rustplaats
US - uitwijk-slaapplaats/rustplaats
V - voortplantingsplaats
UV - uitwijk-voortplantingsplaats
F - foerageerplaats
UF - uitwijk-foerageerplaats

VG - voortplantingsgebied
UVG - uitwijk-voortplantingsgebied
TPG - tijdelijk pleistergebied
UTPG - uitwijk-tijdelijk pleistergebied
PG - pleistergebied
UPG - uitwijk-pleistergebied

dichtheidsafhankelijke relatie

niet-dichtheidsafhankelijke relatie

Figuur 16. Algemeen model van het relatienetwerk, gevormd door dierbewegingen.

Pleistergebied.

Onder een pleistergebied wordt een gebied verstaan dat gedurende langere tijd door bezoekende dieren gebruikt wordt, doch waar geen voortplanting plaatsvindt. Voorbeelden zijn overzomerings-, overwinterings- en ruigebieden. Er kan binnen deze gebieden een onderscheid gemaakt worden naar:
- rust-/slaapplaatsen, waar onder normale omstandigheden gerust/geslapen wordt;
- foerageerplaatsen, waar onder normale omstandigheden gefoerageerd wordt.

Tijdelijk pleistergebied.

Hierbij kunnen twee typen onderscheiden worden: dispersiegebieden en doorgangsgebieden. Onder een dispersiegebied wordt een gebied verstaan dat bestreken wordt tijdens het ongericht uitzwermen vanaf een voortplantingsplaats. Het valt doorgaans grotendeels samen met het voortplantingsgebied. Het verblijf als gevolg van dispersie duurt echter maar relatief kort.

Onder een doorgangsgebied wordt een gebied verstaan dat voor korte tijd wordt aangedaan gedurende een gerichte beweging tussen functiegebieden (trek). De verschillende gebieden die aangedaan worden liggen op een trekroute.

Voor alle genoemde functiegebieden en -plaatsen geldt dat bij tijdelijke ongeschiktheid gebruik wordt gemaakt van respectievelijk uitwijkgebieden en uitwijkplaatsen.

Samen vormen de onderscheiden typen gebieden en de betrekkingen ertussen een complex relatiestelsel op verschillende schaalniveaus (figuur 16). De betrekkingen kunnen met name bij waterorganismen ook een verticale dimensie hebben. Er is dan sprake van een verticale stratificatie van aquatische milieutypen en in sommige gevallen van dieren, die in verschillende fasen van hun ontwikkeling gebonden zijn aan verschillende diepten (bijvoorbeeld pelagische larven en een adulte fase in of op de bodem). Voor waterorganismen geldt dat ze ook, al dan niet gedurende slechts een deel van hun ontwikkeling, verplaatst kunnen worden door een waterstroom.

De functionele betrekkingen tussen de verschillende gebieden zijn ofwel afhankelijk van de dichtheid van de populatie (dichtheidsafhankelijke relaties), ofwel van het voortplantings- en daarmee verbonden gedrag (niet-dichtheidsafhankelijke relaties).

4.4. De classificatie van landschapsecologische relaties

Evenals bij de agentia en her- en inkomstgebieden, zijn er bij de classificatie van landschapsecologische relaties in principe vier niveaus onderscheiden (tabel 12).

De classificatie van relatietypen betreft de indeling van de verschillende manieren, waarop gebieden betrekkingen met elkaar kunnen hebben in een aantal typen.

Op het eerste classificatieniveau is een onderscheid gemaakt naar de grote groepen agentia, die de relaties tot stand brengen:
- atmosferische relaties;
- zeewaterrelaties;
- oppervlaktewaterrelaties;
- grondwaterrelaties;
- ornithologische relaties;
- hydrobiologische relaties;
- relaties door landdieren;
- relaties door lopende mensen;
- relaties door voertuigen;
- relaties door leidingen en buizen.

	classificatieniveau: eerste	tweede	derde	vierde
criterium:	grote groep agentia	basistypen van relaties	ruimtelijke en temporele kenmerken	abiotisch: karakter van de invloed in het invloedsgebied biotisch: karakter van de functievervulling in het functiegebied
toelichting:	•luchtbewegingen •zeewaterbewegingen •oppervlaktewaterbewegingen •grondwaterbewegingen •migratie van vogels •migratie van waterdieren •migratie van landdieren •bewegingen van voetgangers •bewegingen van voertuigen •bewegingen door leidingen en buizen	•isolatie •éénzijdig •tweezijdig •dubbel-éénzijdig •dubbel-tweezijdig	abiotisch: •afstand en patroon •dynamiek biotisch: •afstand en patroon •temporele kenmerken	abiotisch: •nivellering •denivellering biotisch: •foerageren •broeden •baltsen •paren •paaien •opgroeien •rusten/slapen •ruien enzovoort
voorbeeld:	abiotisch: éénzijdige interregionale relatie door een voortdurende stroom van niet verontreinigd grondwater met een grote stroomsterkte van een infiltratie- naar een kwelgebied, resulterend in ruimtelijke denivellering van de levensgemeenschappen			
	•grondwaterbeweging	•éénzijdig	•regionaal niveau •hoge dynamiek van de eerste graad •niet verontreinigd	•denivellering
	biotisch: dubbel-tweezijdige interregionale relatie door snelle, uiterst frequente, regelmatige bewegingen van aalscholvers in de broedtijd tussen broed- en foerageerplaats			
	•foerageerbewegingen	•dubbel-tweezijdig	•regionaal niveau •snel •uiterst frequent •regelmatig	•broeden •foerageren

Tabel 12. Schematisch overzicht van de classificatie van landschapsecologische relaties.

Op het tweede classificatieniveau is een onderscheid gemaakt naar het type verbinding van een gebied met zijn omgeving (isolatie, enkelvoudige relaties, tweevoudige relaties) en naar de plaats van het effect van de relatie op de levensgemeenschap (eenzijdige relaties), tweezijdige relaties). Dit geldt zowel voor de abiotische en antropische relaties, waar het effect gelegen is in een beïnvloeding van de levensgemeenschap(pen), als voor de biotische relaties, waar het effect gelegen is in de functies, die gebieden hebben voor de dieren, die ertussen bewegen. Samengevat resulteert dat in de in figuur 5 onderscheiden basistypen van landschapsecologische relaties.

Zowel de abiotische als de biotische relatietypen zijn op het derde niveau verder onderverdeeld naar hun ruimtelijke en temporele kenmerken.

Voor de ruimtelijke kenmerken komt dit neer op een groepering naar de afstand waarover de relatie speelt en naar het patroon van het agens. Hierbij moet opgemerkt worden dat relaties, die zich over een grotere afstand uitstrekken, niet noodzakelijkerwijs ook altijd leiden tot effecten op lokaal niveau langs het traject. Men denke bijvoorbeeld aan de relaties via het diepere grondwater: inzijging in het ene gebied en kwel in een gebied veel verder weg. Trekvogels kunnen grote afstanden vliegen zonder onderweg te pleisteren. De relaties door water- en landdieren spelen daarentegen wel ook altijd over kleinere dan de grootste overbrugde afstand.

De temporele kenmerken van abiotische relaties betreffen de continuïteit en veranderlijkheid van de invloed van een agens op de milieu-omstandigheden van de betrokken gebieden. Bij de temporele kenmerken van biotische relaties is een onderscheid gemaakt overeenkomstig die van de bewegingen van de migrerende dieren. Een onderscheid naar de temporele kenmerken van de functievervulling van de betrokken gebieden ten behoeve van de tussen deze gebieden bewegende dieren, wordt in dit verband niet van belang geacht. De betekenis voor de organismen komt niet in de eerste plaats voort uit deze temporele kenmerken, maar uit de specifieke wijze waarop in hun behoeften wordt voorzien.

De classificatie is op het vierde niveau niet volledig uitgewerkt. Enerzijds doordat dat voor het nationale niveau niet altijd nodig was, anderzijds doordat op sommige gebieden de bestaande kennis niet toereikend bleek te zijn. We geven hier kort aan hoe we het ons in principe voorstellen (zie tabel 12). Bij de relaties door abiotische agentia wordt een onderscheid gemaakt naar het effect van de werking op de betreffende levensgemeenschappen in termen van nivellering en denivellering (zie paragraaf 3.3). Het begrip (de)nivellering verwijst in dit verband naar het al dan niet in stand houden van de soorts- en gemeenschapsdiversiteit in de bij een bepaalde relatie betrokken gebieden. Het effect loopt via een verhoging of verlaging van de verschillende graden van dynamiek van de milieufactoren van het gebied, waar het effect zich manifesteert. Het resultaat is een af- of toename van de informatieve betekenis van de levensgemeenschappen.

De relaties door migrerende dieren worden op het vierde classificatieniveau nader gespecificeerd naar de typen functies, waarin door de relaties voor het in stand houden van individu en soort wordt voorzien. De analogie met de nivellerende of denivellerende werking van abiotische relaties gaat hier niet op, omdat er aangenomen moet worden dat elk diergedrag bijdraagt aan het in stand houden van de soorts- en gemeenschapsdiversiteit en daarmee de informatieve betekenis van de levensgemeenschappen ten goede komt. Alle werkingen van biotische relaties zijn aldus in principe denivellerend, tenzij ze mede beïnvloed worden door de mens. Het laatste geldt bijvoorbeeld voor relaties, waarbij giftige stoffen of ziekten door de dieren verplaatst worden en relaties, waarbij exotische soorten door (toedoen van) de mens in bepaalde gebieden geïmporteerd worden. Het uiteindelijke effect van deze laatste typen relaties kan wel een nivellering van de oorspronkelijk aanwezige levensgemeenschap(pen) inhouden.

In de thematische studies, zoals die over grond- en oppervlaktewater (Roelofs e.a., 1982; Farjon, 1982), de regionale studies over Het Naardermeer en De Kampina (in voorbereiding) en de voorbeelden die behandeld worden in het rapport over de toepassing in de planning (Boezeman en Vos, 1982), worden er in deze zin uitwerkingen gegeven van de classificatie op het vierde classificatieniveau. Bij de behandeling van de voor het nationale niveau relevant geachte relaties in hoofdstuk 6 wordt er slechts hier en daar aan gerefereerd.

5. DE KARTERING VAN LANDSCHAPSECOLOGISCHE RELATIES

5.1. Enkele beperkingen

In dit vooronderzoek lag de nadruk niet op het karteren van relaties en de daarmee verbonden landschappelijke kenmerken zelf, maar op het ontwikkelen van een werkwijze, die dit mogelijk maakt. Daarbij is de vraag van belang in hoeverre de tot op heden in kaarten of op andere wijze opgeslagen informatie bruikbaar is of gemaakt kan worden voor een meeromvattende kartering van heel Nederland.

Desalniettemin zijn verschillende aspecten meer of minder uitvoerig geïnventariseerd, enerzijds om zicht te krijgen op de mogelijk relevante relaties, anderzijds om karteringsmethoden te ontwikkelen. De karteringen hebben in principe telkens betrekking op zowel de agentia, als de her- en inkomstgebieden en relaties. In deze verhandeling worden niet alle gemaakte kaarten, maar slechts enkele voorbeelden gepresenteerd. Dat gebeurt voornamelijk in hoofdstuk 6, ter verduidelijking van de bespreking van de onderscheiden relaties.

Enkele randvoorwaarden voor het karteren van agentia, in- en herkomstgebieden en landschapsecologische relaties in opdracht van de Rijksplanologische Dienst zijn:

- dat de resultaten bruikbaar moeten zijn voor de nationale ruimtelijke planning, zowel naar inhoud, weergave als kaartschaal;
- dat er zoveel mogelijk aangesloten moet worden bij de ecologische kennis en inzichten, verzameld of ontwikkeld voor of door de RPD;
- dat de resultaten in korte tijd en met beperkte mankracht beschikbaar moeten kunnen zijn;
- dat er dan ook zoveel mogelijk gebruik gemaakt moet worden van bestaande informatie.

Voor uitgebreidere verhandelingen over de kartering van relaties, wordt verwezen naar de rapporten van de regionale en thematische studies.

5.2. Kaartschaal en karteerbaarheid

De relevant geachte relaties spelen op verschillende schaalniveaus. Veelal hebben relaties over grotere afstanden betrekking op grotere in- en herkomstgebieden en kunnen deze gebieden, alsmede de agentia en relaties, geografisch minder nauwkeurig geduid worden. Om deze en andere redenen, zoals de hanteerbaarheid van de kaarten,worden voor de hogere schaalniveaus kleinere kaartschalen gebruikt dan voor de lagere (tabel 13). Daarmee leggen we onszelf beperkingen op met betrekking tot de mate van detail, waarmee fenomenen aangegeven kunnen worden.

In het algemeen geldt dat de karteerbaarheid beperkt wordt door de kwaliteit en hoeveelheid van de beschikbare informatie, de afmetingen van de te karteren fenomenen gegeven een bepaalde kaartschaal en de mate waarin een migrerende factor in de loop der tijd gebonden is aan één bepaalde, duidelijk af te grenzen plaats.

De kleinste kaartschalen zijn gehanteerd bij het karteren van de internationale relaties onderhouden door trekvogels (1: 50 miljoen). Het gebied, waar deze relaties betrekking op kunnen hebben, strekt zich uit van Canada, Groenland en Siberië in het noorden tot Zuid-Afrika in het zuiden. De in- en herkomstgebieden betreffen grote geografische eenheden (landen, groepen van landen of delen van grote landen). De relaties zijn met pijlvormige symbolen van verschillende dikte sterk schematisch weergegeven als betrekkingen tussen verschillende gebieden en niet als transportstromen, die langs een bepaald traject bewegen. Over dit laatste is onvoldoende bekend. Van sommige soorten en trekbewegingen is zo weinig bekend, dat de betreffende relaties vooralsnog onkarteerbaar worden geacht, zelfs al zou het op een zeer

schematische wijze gebeuren.

Zeer kleine kaartschalen zijn ook gehanteerd bij het karteren van internationale relaties door luchtbewegingen, zeestromen, grote waterlopen en mariene organismen (in het algemeen 1: 15 miljoen). In enkele gevallen reiken de relaties verder dan op de kaarten aangegeven: luchtbewegingen en zeewaterbewegingen zijn in feite onbegrensd. Om praktische redenen is in deze gevallen een arbitraire grens gekozen.

De karteerbaarheid van luchtbewegingen wordt beperkt door de grote veranderlijkheid van richting, snelheid en turbulentie van de lucht enerzijds en de dichtheid van het waarnemingsnet en technische waarnemingsproblemen anderzijds. Bovendien laat zich moeilijk met grenzen aangeven wat her- en inkomstgebieden zijn. Dit laatste geldt ook voor relaties door zeestromen. Voor relaties door mariene organismen geldt dat de karteerbaarheid sterk beperkt wordt door de huidige kennis en het veranderlijke karakter van de grenzen.

Over zeestromen is relatief veel bekend. Het best karteerbaar zijn op dit schaalniveau echter de relaties via grote waterlopen. Ze hebben duidelijke grenzen en er is betrekkelijk veel over bekend (denk aan de Rijn-problematiek).

De internationale relaties via kleine waterlopen en het grondwater zijn gekarteerd op schaal 1: 1,5 miljoen. Het gaat om relaties over een relatief beperkte afstand met gebieden in West-Duitsland en België.

De relaties op nationaal niveau zijn in het kader van dit vooronderzoek, waar mogelijk, gekarteerd op schaal 1: 500.000. Met name betreft dit de hydrologische relaties. In andere gevallen moest volstaan worden met een schaal 1: 1,5 miljoen. Slechts met veel aanvullend onderzoek zal het mogelijk zijn deze laatste relaties voor heel Nederland op een grotere schaal te karteren. We hebben echter de indruk dat het voor de relaties door zee-, oppervlakte- en grondwaterbewegingen mogelijk moet zijn op korte termijn tot een kartering op schaal 1: 250.000 te komen. Er kan uit veel bestaand materiaal geput worden.

schaalniveau	agens	kaartschaal
internationaal	- vogels	1 : 50 miljoen
	- luchtbewegingen - zeestromen - grote waterlopen - mariene organismen	1 : 15 miljoen
	- kleine waterlopen - grondwaterstromen	1 : 1,5 miljoen
nationaal	- luchtbewegingen - voertuigen/leidingen - waterdieren - zeewaterbewegingen - oppervlaktewaterbewegingen - grondwaterstromen	
regionaal/nationaal	- zeewaterbewegingen - oppervlaktewaterbewegingen* - grondwaterstromen*	1 : 500.000
	- luchtbewegingen - vogels - waterdieren - landdieren	niet gekarteerd; ten dele in tabellen verwerkt

* zie rapporten van thematische studies

Tabel 13. De gehanteerde kaartschalen, in afhankelijkheid van het schaalniveau en het type agens.

De relaties door migrerende dieren laten zich op dit schaalniveau vooralsnog moeilijk karteren. Er zijn weinig totaal-overzichten van de verspreiding van soorten en de betrouwbaarheid verschilt per soort. Zo is er over commerciële vissoorten bijvoorbeeld veel meer bekend dan over niet-commerciële. Een principieel probleem is ook hier echter gelegen in het voortdurend of regelmatig veranderen van plaats en richting van beweging. Voor vogels en landdieren geldt in het algemeen hetzelfde probleem. Een praktische oplossing kan hier gevonden worden door uit te gaan van een gebied of plaats, waarvan bekend is dat de dieren gedurende een groot deel van het jaar daarvandaan of daarnaartoe bewegen (broedgebieden, vaste pleisterplaatsen, holen en dergelijke).

Uitgaande van de in hoofdstuk 2 geformuleerde criteria voor de selectie van relaties, die voor de nationale ruimtelijke planning van belang zijn, zijn er ook relaties op regionaal niveau gekarteerd. Het gaat om fenomenen met overwegend kleine afmetingen bij de gehanteerde kaartschaal. Een grotere kaartschaal vraagt om een uniforme detaillering, die slechts met een grotere tijdsbesteding verwezenlijkt kan worden. We zagen ons dan ook genoodzaakt oplossingen te zoeken in de aanpassing van de gebruikte symbolen. Ze geven een globale aanduiding en niet een gedetailleerde beschrijving van de betreffende relaties.

In de regionale studies over De Kampina en Het Naardermeer en omgeving is ervaring opgedaan met het karteren van lokale en regionale relaties op grotere kaartschalen. Bij de intraregionale (lokale) relaties werd gewerkt op schaal 1: 25.000, bij de interregionale relaties op schaal 1: 250.000. Voor meer informatie raadplege men de betreffende rapporten.

5.3. De kartering van agentia

De abiotische agentia kunnen gekarteerd worden vanuit:
- directe waarnemingen aan water- en luchtbewegingen;
- informatie over de inwendige krachten, die de bewegingen bepalen.

Dit leidt tot respectievelijk basiskaarten en afgeleide of interpretatiekaarten. Van het eerste type is sprake bij kaarten, gebaseerd op metingen van stroomrichtingen, stroomsnelheden of getransporteerde hoeveelheden materie en energie, zoals met betrekking tot wind, zee-, en oppervlaktewaterbewegingen en de in-/uitlaat van polderwater. Daarnaast kunnen er kaarten gemaakt worden naar aanleiding van directe waarnemingen van het proces, zonder dat er sprake hoeft te zijn van metingen, zoals bij getijdebewegingen, branding- en golfwerking, overstromingen, de aanwezigheid van waterlopen van uiteenlopende afmetingen en dergelijke.

Van het tweede type is sprake bij kaarten, die gemaakt zijn door selectie en interpretatie van informatie uit directe waarnemingen. Voorbeelden zijn de interpretatie van meteorologische gegevens naar bewegingen van luchtsoorten en circulatiepatronen, zoet-zout-stratificaties naar estuariene waterbewegingen en zoutinfiltratie, grondwaterstijghoogten, zoet-zout-stratificaties en doorlaatbaarheid naar grondwaterstroomrichtingen en -snelheden of het voorkomen van vormen van isolatie (zoetwaterbel onder duinen en eilanden, geïsoleerd veenwater) en de interpretatie van gebiedskenmerken van afwateringseenheden naar de afvoer van waterlopen.

De nadere onderverdeling naar ruimtelijke en temporele kenmerken gebeurt door interpretatie van respectievelijk het patroon der agentia en de directe en afgeleide meetgegevens (ook de fysisch-chemische) van de agentia.

In het voorliggende onderzoek is gebruik gemaakt van een grote hoeveelheid bestaand kaartmateriaal en op andere wijzen opgeslagen informatie. Bij de kartografische weergave van de verschillende typen agentia is aangesloten bij de voor de verschillende aspecten gebruikelijke werkwijzen.

De biotische agentia kunnen gekarteerd worden vanuit:
- directe waarnemingen aan bewegingen van dieren;

- interpretatie van bestaande kennis over het voorkomen en gedrag van de betreffende soorten.

Van het eerste geval is uitsluitend sprake bij een systematische inventarisatie van het trekgedrag der dieren door vogeltellingen, radaropnamen, volgen met radiozendertjes en andere hulpmiddelen. Dit leidt echter niet tot volledige kaartbeelden, maar draagt wel bij tot inzicht in de bewegingen.

In het tweede geval wordt er, uitgaande van informatie over het voorkomen van de dieren zelf,hun nesten, holen en dergelijke, alsmede hun gedrag en de aanwezigheid van gebieden, die in verschillende functies voor de betreffende soorten kunnen voorzien, gekomen tot een aanduiding van de relaties.

Er is al op gewezen dat de bewegingen der dieren veelal het karakter hebben van een complex netwerk, waardoor verschillende gebieden verbonden worden. Dit brengt met zich mee dat ze zich in het algemeen niet eenvoudig door pijlen langs trajecten laten weergeven. Bovendien ontbreekt veelal de kennis om dit te kunnen doen. Dit probleem is in voorkomende gevallen ondervangen door de informatie te verwerken in tabellen, waarin de bewegingen tussen verschillende gebieden schematisch worden aangeduid.

5.4. De kartering van her- en inkomstgebieden

Hierbij is een onderscheid gemaakt tussen invloeds- en functiegebieden.

De invloedsgebieden zijn gekarteerd door:

- de voorkomende levensgemeenschappen te interpreteren naar hun afhankelijkheid van milieufactoren, die (mede) bepaald worden door de aan-/afvoer van materie, energie en/of organismen door abiotische agentia en vervolgens;
- de gebieden, waarin de onderscheiden levensgemeenschappen voorkomen, te interpreteren naar beïnvloeding van de voor de levensgemeenschappen relevante milieufactoren door aan-/afvoer door een agens.

Daarmee wordt gekomen tot een aanduiding met het karakter van:
"een gebied met deze levensgemeenschap(pen) wordt gekenmerkt door een invloed via dat abiotische agens".

Bij de interpretatie van de levensgemeenschappen is, waar mogelijk, gebruik gemaakt van bestaande kaarten. Voor de (semi-)terrestrische milieus was dat voornamelijk de Landelijke Milieukartering, voor de verschillende aquatische milieus kon slechts ten dele gerefereerd worden aan bestaande kaarten. In het laatste geval moest veelal teruggevallen worden op inzichten in het mogelijk voorkomen van bepaalde soorten organismen, uitgaand van de milieu-omstandigheden. In al deze gevallen is ruimschoots gebruik gemaakt van bestaande literatuur.

De gehanteerde legenda's sluiten in hoge mate aan bij de in hoofdstuk 4 gepresenteerde classificatiesystemen.

De functiegebieden zijn gekarteerd door het voorkomen van bepaalde diersoorten te interpreteren naar de functies, die de betreffende gebieden voor ze moeten hebben.

Het gaat hier met name om functies voor dieren, die tussen verschillende gebieden bewegen. Er kon ten dele gebruik gemaakt worden van verspreidingskaarten van het voorkomen van deze dieren.

Een praktisch probleem is de onmogelijkheid om tot kartografische weergaven voor elke soort afzonderlijk te komen. Waar dat mogelijk leek, zoals bij vogels, is een poging gedaan de soorten met een vergelijkbare afhankelijkheid van hun omgeving te groeperen. Een voorbeeld hiervan is de bewerking van de gridgegevens van de SOVON-broedvogelatlas met computer-clusterprogramma's, leidend tot broedvogeldistricten op nationaal niveau (kaartschaal 1: 1,5 miljoen) (Van den Berg en Reyrink, 1982. Kwak en Reyrink, in voorbereiding). En op lokaal niveau (kaartschaal 1: 25.000 - 1: 10.000) de bewerking van de broedvogelgegevens van Het Naardermeer (Boezeman en Vos, 1982), de Turkswaard (Vos e.a., 1978) en De Kampina (in voorbereiding) naar ornithotopen.

5.5. De kartering van landschapsecologische relaties

De kartering komt, zoals in het voorgaande al is gebleken, neer op de integratie van de kaarten of tabellen over agentia en die over her- en inkomstgebieden. Samen met informatie over de werking van de relaties (nivellering/denivellering, type functievervulling), kunnen deze gegevens geïnterpreteerd worden naar de in hoofdstuk 4 onderscheiden relatietypen. Daarbij kon vooralsnog niet altijd tot het laagste classificatieniveau worden afgedaald.

Voor elk invloeds- en functiegebied is aangegeven wat voor relatie het heeft met zijn omgeving. De basis van de kaartbeelden wordt dan ook gevormd door de her- en inkomstgebieden. Daaroverheen is voor de abiotische relaties overeenkomstig de patronen der agentia met symbolen een aanduiding gegeven van de betreffende relatietypen. De gebruikte symbolen zijn samengevat in tabel 14. Vele abiotische relaties worden door de mens gereguleerd. Daarbij worden de eerder genoemde regulatoren gebruikt. Voor zover praktisch mogelijk en relevant, gegeven de gehanteerde kaartschalen en het karakter van de onderhavige problematiek, zijn deze regulatoren met de in tabel 14 samengevatte symbolen op de kaarten aangegeven. De biotische relaties zijn in het algemeen, met verwijzing naar de betreffende functiegebieden, in tabelvorm aangeduid. Tabel 14 toont de gebruikte symbolen.

De extra-informatie, boven die van de agentia en in- en herkomstgebieden, zit in de interpretatie van de werking van de agentia. Daarbij is, waar mogelijk, gebruik gemaakt van kennis van de actuele situatie van de voorkomende levensgemeenschappen. Een belangrijke bron was de Landelijke Milieukartering. Daarnaast is echter gerefereerd aan vele andere kaarten en publikaties.

De kaarten en tabellen van ruimtelijke relaties betreffen aldus altijd interpretaties van basisinformatie. Een zekere subjectiviteit is dan ook onontkoombaar. De hiermee aangegeven betrekkelijkheid van de verkregen resultaten komt echter in de eerste plaats voort uit de beperkte kennis en inzichten in verschillende opzichten. Dit doet ons inziens echter weinig af aan het principe van de werkwijze.

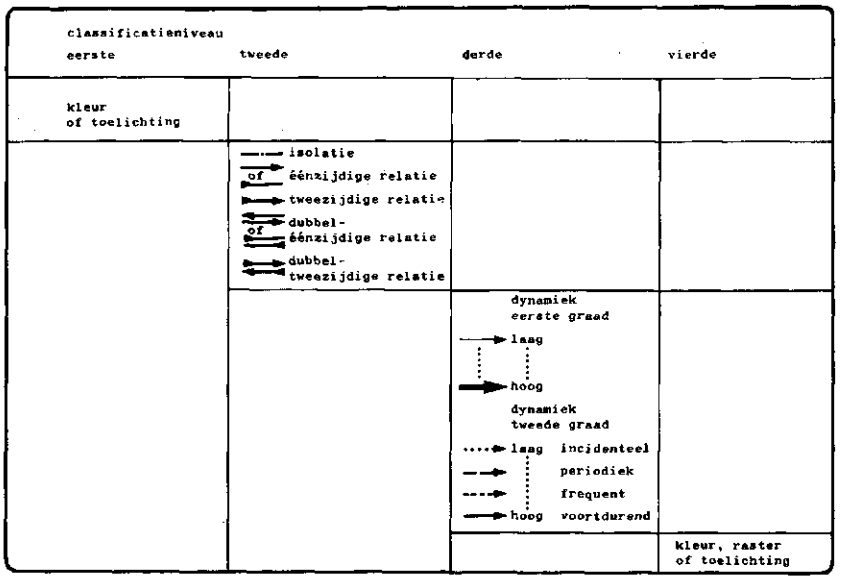
5.6. De toereikendheid van de bestaande infotmatie

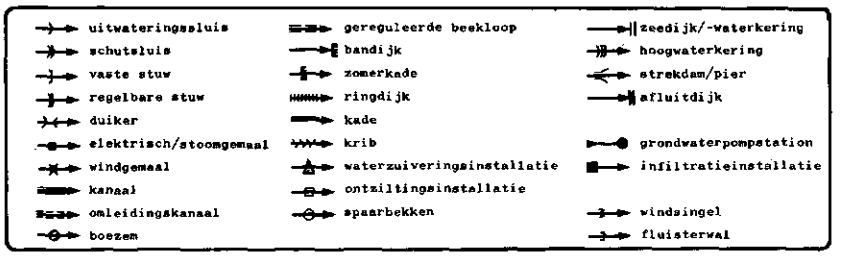
Voor een eventuele grootschalige kartering van de voor de nationale ruimtelijke planning van belang geachte relaties van geheel Nederland, dient er inzicht te zijn in de toereikendheid van de bestaande informatie. Achtereenvolgens behandelen we deze toereikendheid kort voor de relaties, onderhouden door de verschillende groepen agentia.

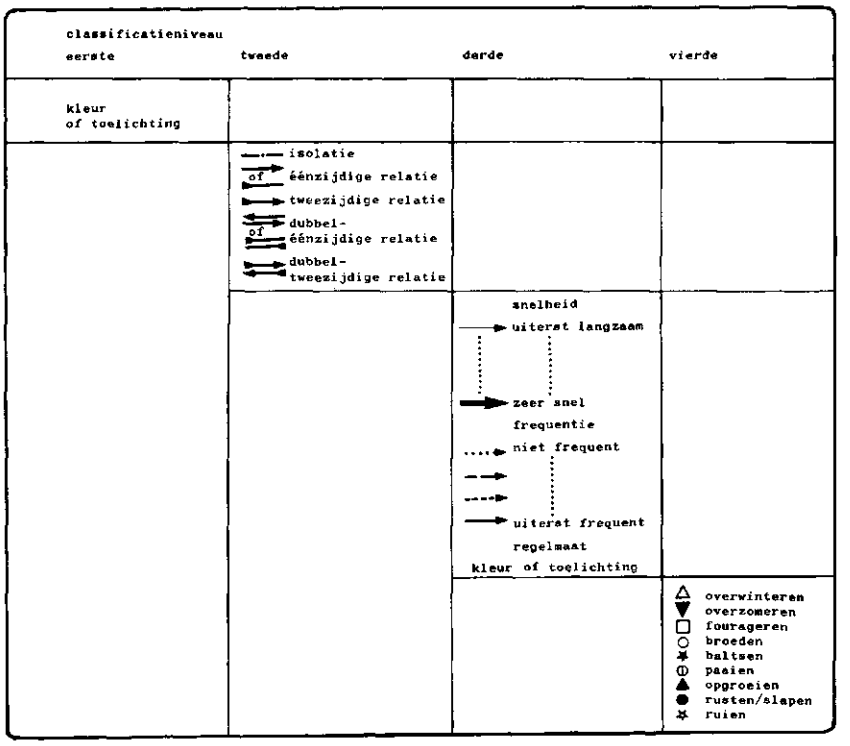
Met betrekking tot het gedrag van luchtbewegingen (met inbegrip van de wind) zijn gedurende lange tijd systematisch waarnemingen gedaan door het KNMI. Zeker op een globaal niveau is er veel bekend. In verband met de beperkte waarnemingsdichtheid is het echter de vraag of het mogelijk is te komen tot volledige kaartbeelden op bijvoorbeeld schaal 1: 500.000. De kennis over de verspreiding van luchtverontreiniging en de samenstelling van de neerslag was tot voor kort zeer beperkt, maar neemt vooral door het Nationaal Meetnet voor de Luchtverontreiniging en, op internationaal niveau, door het OECD-meetnet en de integrerende en coördinerende werkzaamheden van de Europese Gemeenschap snel toe. De bepalingen door het Nationaal Meetnet voor de Luchtverontreiniging betreffen meerdere parameters. Samen met gegevens uit incidentele en tot specifieke gebieden beperkte waarnemingen, kan hieruit een redelijk overzicht voor geheel Nederland op het nationale schaalniveau (kaartschaal 1: 1,5 miljoen) verkregen worden. Daarmee is er echter nog geen geïntegreerde classificatie, uitmondend in één kwaliteitsaanduiding. Volledige kaartbeelden op grotere schaal moeten vooralsnog echter niet mogelijk worden geacht.

Een nadere oriëntatie op de bij het KNMI en elders aanwezige informatie verdient aanbeveling.

Van de geluidsbelasting is binnen de RPD een kaart op schaal 1: 250.000 van Nederland gemaakt. Hierbij werd aangesloten bij tevoren gekozen normen voor "stiltegebieden": 40 dB(A) en bij vliegvelden 25 KE







Tabel 14. Symbolen voor de kartografische en tabellarische aanduiding van relatietypen.

(Van den Berg, 1980).

Over zeewaterbewegingen en getijdebewegingen is relatief veel bekend. Zo kan er met betrekking tot reststromen en getijstromen gerefereerd worden aan de Stroomatlas van Nederland (1963 en 1978). Zoetwatergetijdebewegingen, estuariene waterbewegingen, het binnendringen van zout water via sluizen en dergelijke kunnen goed op een hanteerbare kaartschaal in beeld worden gebracht. Daarenboven is er redelijk veel bekend over het transport van zand en slib en de daaraan gebonden stoffen langs de kust, alsmede over de zeewatersamenstelling, temperatuur, waterdiepte, enzovoort. Belangrijke instellingen zijn in dit verband Rijkswaterstaat en het NIOZ op Texel.

Voor het bepalen van de zeewaterkwaliteit bestaat er echter geen vast meetnet. Er is ook geen algemeen gehanteerd classificatiesysteem. Parameters, die in verband met hun effect op de levensgemeenschappen vooral van belang worden geacht, zijn: temperatuur, Cl^--gehalte, pH, zuurstofgehalte, BOD_5, verschillende P- en N-verbindingen (Essink, 1978).

Relatief weinig is er bekend over de brandingszone en het transport van materiaal naar de diepere zee en terug. Zo kunnen industriële winningen en verplaatsingen van zand door de mens voor het ophogen van stranden nog niet onderbouwd worden met gedetailleerde inzichten in de gevolgen hiervan over enige afstand.

Over de bewegingen en samenstelling van het oppervlaktewater is veel bekend. Een belangrijk deel van deze kennis is automatisch opgeslagen. De meeste gegevens over de waterbewegingen zijn samengebracht bij Rijkswaterstaat. De gegevens over de grote waterlopen zijn betrouwbaar en berusten op vele waarnemingen. Voor vele kleine waterlopen geldt echter dat een belangrijk deel van de grote hoeveelheid gegevens weinig betrouwbaar moet worden geacht. De oorzaken zijn gelegen in praktische tekortkomingen, zoals het niet ijken van stuwen en slecht of onregelmatig aflezen van de peilstanden.

Over laag-Nederland is relatief weinig systematisch bekend. Gegevens over in- en uitlaat van polders zijn veelal bekend in termen van maaluren of peilstanden en niet van in-/uitgelaten hoeveelheden water. Er zijn echter wel toereikende methoden ontwikkeld voor het schatten van de in-/uitlaat, zowel met betrekking tot gemiddelden als extremen. Ook voor het schatten van afvoeren van waterlopen in hoog-Nederland zijn bruikbare methoden ontwikkeld.

Voor de informatie over de waterkwaliteit kan gebruik gemaakt worden van de gegevens van het recente Meerjarenplan voor de bestrijding van de verontreiniging van het oppervlaktewater en de daarin opgenomen kaarten van geheel Nederland.

In het eerste Indicatief Meerjarenplan (IMP, 1975) is ten behoeve van een kartering op schaal 1: 400.000 een "geïntegreerde" classificatie van de kwaliteit van het Nederlandse oppervlaktewater gehanteerd. Het gaat om een globale aanduiding aan de hand van een beperkt aantal parameters, die allen verband houden met de zuurstofhuishouding. Het aantal fysisch-chemische parameters, dat hiernaast voor de levensgemeenschappen en de volksgezondheid van belang kan zijn is echter zeer groot. In het tweede Indicatief Meerjarenplan (IMP, 1980) is meer aandacht geschonken aan verschillende parameters afzonderlijk (zes zware metalen, zes organische verbindingen, fosfaat en verschillende parameters met betrekking tot de zuurstofhuishouding.

Binnen de RPD is er gewerkt aan een zogenaamde recreatiewaterkaart met puntaanduidingen van het gehalte aan coli-bacteriën in het zomerseizoen (april-september 1978) (Van den Berg, 1980).

In het algemeen kan gesteld worden dat het probleem met de waterkwaliteitsgegevens veelal niet het ontbreken van de gegevens is, maar de vraag welke parameters relevant zijn voor een gestelde problematiek en hoe er gekomen kan worden tot een geïntegreerde weergave van de waterkwaliteit. Daarbij moet opgemerkt worden dat er weliswaar vele methoden voor biologische waterbeoordeling voorhanden zijn (TNO, 1977), maar dat er nog niet beschikt kan worden over een werkwijze, die in alle opzichten bruikbaar lijkt te zijn voor geheel Nederland.

De kennis over geïsoleerde watermassa's en gebieden, die regelmatig overstroomd worden (met uitzondering van de uiterwaarden, waar relatief veel over bekend is), is beperkt.

Het diepe grondwater is redelijk volledig in kaart gebracht op kaartschalen groter dan 1: 250.000. Slechts van de provincie Zeeland en een deel van Friesland ontbreken kaartbeelden. De bestaande kaarten

verwijzen echter naar situaties in verschillende jaren en op verschillende momenten in de loop van het jaar. Een volledig en recent beeld kan (behalve voor de provincie Zeeland en een deel van Friesland) verkregen worden uit door TNO automatisch opgeslagen gegevens van grondwaterstandsmeetpunten. Voor het ondiepe grondwater geldt in grote lijnen hetzelfde als voor het diepere. Met betrekking tot de lage gebieden in West-Nederland kan gewerkt worden met bekende polderpeilen.

Ook over de kwaliteit van het diepe grondwater is genoeg bekend om tot redelijk volledige kaartbeelden op schaal 1: 500.000 te kunnen komen. Eén van de problemen is ook hierbij echter gelegen in de keus van de relevant geachte parameters. De kwaliteit van het ondiepe grondwater verschilt daarentegen relatief sterk van plaats tot plaats en kan op korte termijn belangrijke veranderingen ondergaan. De vele berichten over verontreinigingen van grond en grondwater van de laatste jaren getuigen hiervan. Een min of meer volledig overzicht kan momenteel zeker nog niet gegeven worden.

Het verband tussen het ondiepe en het diepere grondwater is slechts voor specifieke gevallen bekend.

Naar het verband tussen het grondwaterregime en de vegetatie moet nog veel onderzoek worden gedaan om tot een redelijk volledig inzicht voor geheel Nederland te kunnen komen. Zo is er bijvoorbeeld betrekkelijk weinig bekend over de gebondenheid van de vegetatie aan een bepaalde dynamiek van het grondwater en over de betekenis van drempelwaarden (gevoeligheid voor extremen).

Reeds lange tijd wordt er door het Rijksherbarium te Leiden een systematisch onderzoek uitgevoerd naar de verspreiding van Nederlandse plantesoorten. Het onderzoek is zover gevorderd dat er op afzienbare termijn mee gewerkt kan worden. Het moet mogelijk worden geacht deze resultaten te combineren met gegevens over grondwaterstandsveranderingen gedurende de laatste decennia. Hiermee zou een nauwkeurigere beschrijving van het grondwaterregime van de p.n.v.-gebieden van de Landelijke Milieukartering gegeven kunnen worden. Het gebruik van de lijst van hydro-, freato- en afreatofyten van Londo (1975) kan hierbij nuttig zijn, maar is niet voldoende; de uitspraken zijn niet altijd éénduidig interpreteerbaar.

In dit verband moet ook gewezen worden op de behoefte aan een adequaat inzicht in de chemische processen in bodem en humus, voor zover die een bemiddelende rol spelen tussen de kwaliteit van het aangevoerde water (ook neerslag) en de vegetatie (zoals de bufferende werking van het substraat ten aanzien van verschillende stoffen, vermelde mineralisatie bij grondwaterstandsverlaging enz.).

De kennis van de avifauna loopt voor verschillende groepen vogels nogal uiteen. Zo zijn er veel gegevens voorhanden van water- en wadvogeltellingen. Ze zijn ten dele automatisch opgeslagen bij Staatsbosbeheer. Gedetailleerde kennis over het Deltagebied is aanwezig bij de Deltadienst en over het Waddengebied bij het RIN (Texel). Recentelijk zijn de SOVON-gegevens over de Nederlandse broedvogels gepubliceerd (kwalitatief). Momenteel wordt er gewerkt aan inventarisaties van alle vogelsoorten (het hele jaar door kwalitatief: eens per maand voor 5x5 km-grids). Op lokaal en regionaal niveau is een schat aan gegevens aanwezig bij allerhande vogelwerkgroepen. Al met al is er dus veel kwalitatief of kwantitatief bekend over de in Nederland aanwezige soorten. Over de relaties, die deze soorten onderhouden, is echter maar weinig bekend.

Ook naar de migratie van waterorganismen en de factoren, die dit bepalen, is maar weinig gericht onderzoek gedaan. Over het voorkomen van de verschillende migrerende soorten is met name voor de Waddenzee en het Deltagebied wel enige kennis aanwezig, maar deze is niet systematisch verwerkt. De kennis over de Noordzee is aanzienlijk geringer en beperkt zich hoofdzakelijk tot commerciële soorten. Een systematische inventarisatie van de bestaande gegevens en een interpretatie hiervan naar de bewegingen der dieren verdient aanbeveling. Ditzelfde geldt voor de vissen van de binnenwateren.

De Directie Faunabeheer van het Ministerie van Landbouw en Visserij werkt aan een automatische gegevensopslag van puntwaarnemingen van landdieren, ressorterend onder de Jachtwet, op basis van afschotgegevens. Hiermee kan gekomen worden tot verspreidingskaartjes. De gegevens zijn op korte termijn beschikbaar. Over het gedrag der soorten is in algemene termen wel iets bekend. Er is echter weinig bekend over specifieke bewegingen (trajecten). Op beperkte schaal wordt hier momenteel door het RIN onder-

zoek naar gedaan met behulp van zendertjes (Vos, Marter). Er kunnen vooralsnog weinig conclusies uit getrokken worden over karteerbare migratiepatronen. Overigens speelt deze problematiek in vrijwel alle gevallen op een lokaal en incidenteel op een regionaal niveau.

5.7. Teledetectie als hulpmiddel

In opdracht van de RPD is door EARS BV te Delft een onderzoek uitgevoerd naar de bruikbaarheid van remote sensing bij een landelijke milieukartering (Vos en Bijleveld, 1979). Dit onderzoek richtte zich in de eerste plaats op de mogelijkheden van het gebruik van multispectrale satelietopnamen (Landsat) bij de kartering van de actuele vegetatie op een kleine kaartschaal. We kunnen ons naar aanleiding van dit onderzoek en andere bevindingen met multispectrale technieken afvragen in hoeverre remote sensing bruikbaar zou kunnen zijn bij het in kaart brengen van ruimtelijke relaties op een voor de nationale ruimtelijke planning bruikbare schaal (1: 500.000 - 1: 250.000).

Met betrekking tot de kartering van agentia kan geconstateerd worden dat de methode in Nederland onbruikbaar is voor de kartering van migrerende dieren. Ook voor de antropische agentia geldt, dat er geen aanvullende informatie verkregen wordt op wat al bekend is. Slechts voor de kartering van enkele abiotische agentia mag er enig voordeel van verwacht worden. Dit betreft met name getijstromen en getijdebewegingen in zuidwest-Nederland en het Waddengebied en overstromingen op grote schaal, zoals in de uiterwaarden, wanneer de opnamen toevallig op het juiste moment gemaakt zijn. Voor de andere abiotische agentia geldt dit voordeel echter niet en voor de agentia, waar het wel voor kan gelden, is de hoeveelheid aanvullende informatie beperkt en ook snel op een andere manier te verkrijgen. De patronen, die er mee afgelezen kunnen worden, zijn overwegend bekend; de dynamiek van de agentia kan niet afgelezen worden.

Anders ligt het voor de in- en herkomstgebieden. Voor de functiegebieden biedt de methode weliswaar geen perspectief, maar voor de (semi-)terrestrische en een deel van de limnische en kustnabije mariene invloedsgebieden geldt, dat er voordeel van verwacht mag worden, wanneer aan bepaalde voorwaarden is voldaan. De voordelen zijn: relatief recente, uniforme en betrouwbare opnamen, die op een korte termijn (beperkte mankracht) beschikbaar komen tegen beperkte materiële kosten. De voorwaarden zijn: er moet een classificatiesysteem, gebaseerd op veldwaarnemingen, en een goede "vertaalsleutel" van opname naar veld aanwezig zijn, er moet gewerkt worden met een adequate veldcontrole en/of een controle aan de hand van bestaande, recente kaartbeelden van proefgebieden, er moet voldoende informatie aanwezig zijn over de agentia die de betreffende gebieden beïnvloeden, er moeten opnamen van verschillende momenten beschikbaar zijn en er moeten aanvullende multispectrale vliegtuigopnamen op grotere schaal dan de satelietopnamen gemaakt kunnen worden.

Belangrijke beperkingen zijn, dat de invloed van een agens ook bij deze werkwijze niet direct afgelezen, maar slechts door interpretatie achterhaald kan worden en dat het oplossend vermogen van de opnamen de interpretatie van kleine eenheden minder goed mogelijk maakt. Overigens wordt verwacht, dat het oplossend vermogen met de lancering van nieuwe satelieten in de nabije toekomst zal toenemen.

Voor landschapsecologische relaties geldt, dat ze hoe dan ook slechts door interpretatie van gegevens over agentia en levensgemeenschappen in kaart gebracht kunnen worden.

5.8. Automatische gegevensverwerking als hulpmiddel

Waar veel informatie verwerkt moet worden, ligt het voor de hand te denken aan werkwijzen, die tijd- en arbeidbesparend zijn. De computercartografie heeft vooralsnog in Nederland nog maar weinig toepassingen gehad, die deze voordelen toonden. De ontwikkelingen in het buitenland en in andere toepassingsgebieden

dan het onderhavige, gevens ons inziens aanleiding tot een nadere bezinning op de mogelijkheden ervan. We beperken ons hier tot enkele aspecten van het coderen en classificeren van kaartinformatie ten behoeve van de automatische verwerking van informatie over landschapsecologische relaties.

De informatie betreft enerzijds gebiedsentiteiten en anderzijds netwerkentiteiten (respectievelijk in- en herkomstgebieden en agentia). In beide gevallen kunnen de entiteiten beschreven worden door zowel kwalitatieve en kwantitatieve attributen, waarbij vier typen meetschalen onderscheiden kunnen worden:

1. nominaal, zoals bij de aanduiding van (potentieel-natuurlijke) vegetatietypen of andere milieu-typeringen (geen ordening);
2. ordinaal, zoals bij de aanduiding van de mate van dynamiek in termen van veel, matig, weinig (wel ordening, maar geen nulpunt);
3. interval, zoals bij het aanduiden van grootheden middels kwantitatief gedefinieerde klassen (wel ordening en een arbitrair nulpunt);
4. ratio, zoals bij het aangeven van aantallen vogels, lengte in m en dergelijke (wel ordening en een echt nulpunt).

Het door elkaar hanteren van deze verschillende maatschalen in één gegevensopslag vraagt enige omzichtigheid om niet te vervallen in bewerkingen, waarvan de resultaten strijdig zijn met de logica en de werkelijkheid.

Puntinformatie, zoals het voorkomen van regulatoren van agentia (gemalen, stuwen, sluizen e.d.) of diersoorten, kan verwerkt door het punt te benoemen en het door zijn coördinaten vast te leggen.

Gebiedseenheden kunnen bijvoorbeeld gekarakteriseerd worden door de attributen toe te kennen aan het zwaartepunt, dat wordt vastgelegd door zijn coördinaten. Dit is een eenvoudige werkwijze, die goed bruikbaar is bij regelmatige eenheden, zoals vierkante grids. Voor onregelmatige eenheden, zoals hier in het algemeen het geval is, kan de puntlokatie ook worden toegepast, zij het dan dat dit een zogenaamde "proximal map" oplevert met geïnterpoleerde grenzen. Het is een eenvoudige, doch voor onze doeleinden ons inziens veelal te onnauwkeurige methode.

Voor polygoon-gebieden met bekende grenzen (gebiedseenheden waarvan de grenzen door een veelhoek of polygoon benaderd kunnen worden), waarvan hier overwegend sprake is, is de meest voor de hand liggende methode echter de polygoongrenzen te registreren als een keten van paren x-, y-coördinaten voor ieder hoekpunt. De hoekpunten kunnen zo worden gekozen dat de met de hand getekende grenzen zoveel mogelijk worden benaderd. Bij deze werkwijze moeten enkele afspraken worden gemaakt, zoals over de draairichting bij het benoemen van de punten van zogenaamde "eilanden" en "meren" en de werkwijze bij het benoemen van punten op grenzen tussen twee gebieden. De problemen, die zich hierbij voor kunnen doen, zijn allen oplosbaar.

Als er eenmaal een gedetailleerde polygoon-structuur is opgeslagen, kunnen grovere eenheden gegenereerd worden door de kleinere overeenkomstig de wensen van de gebruiker te aggregeren. Daarnaast kunnen snel allerlei afgeleide en interpretatie-kaarten gemaakt worden, zoals ten behoeve van het analyseren van knelpunten tussen een voorgestelde ontwikkeling en de actuele situatie.

De polygoon-werkwijze heeft betrekking op begrensde eenheden met een bepaald karakter. Daarnaast kan er behoefte bestaan aan de opslag van attributen met een continue grootheid, zoals hoogteligging, stijghoogte van het grondwater, stroomsnelheid van zeewater en dergelijke. Hierbij zijn er diverse werkwijzen denkbaar, zoals de opslag van random, vier- of driehoekige roosterpunten, waaraan de grootheid wordt toegekend. Interpolatie voor tussenliggende punten is dan noodzakelijk. Markante breekpunten in het oppervlak, zoals steilwanden of dijklichamen, moeten afzonderlijk beschreven worden, omdat ze anders kunnen wegvallen. Een contourbepalend algorithme is noodzakelijk om de opnamepunten met elkaar in verband te brengen.

Netwerken, zoals die zich bij agentia voordoen, bestaan uit knooppunten, onderling verbonden door schakels. De schakels kunnen opgevat worden als lijnen en zijn zo te beschouwen als limietgevallen van

polygonen (bijvoorbeeld bij een netwerk van waterlopen, waarvan de breedte wordt genegeerd). We kunnen de schakels ook opvatten als grenslijnen tussen verschillende gebieden, zoals gebieden tussen grondwaterisohypsen, waarmee een vereenvoudiging kan worden bereikt van de opslag van attributen met een continue grootheid. In beide gevallen is het zaak de eindpunten van de lijnen, de knooppunten van het netwerk, te registreren. Bij netwerken, die zich vertakken, moet bovendien de manier waarop dit gebeurt geregistreerd worden. Daarbij kan er sprake zijn van een richting van het netwerk (stroomrichting), die vastgelegd kan worden. Ook de problemen, die zich hierbij voor kunnen doen, zijn op korte termijn oplosbaar.

Er is diverse programmatuur voorhanden om digitale terreinmodellen grafisch driedimensionaal vanuit verschillende gezichtspunten weer te geven (SYMVU en DISPLA). Daarnaast zijn er mathematische technieken om oppervlak-informatie te generaliseren (smoothing) en er parameters aan te verbinden, bijvoorbeeld om gebieden op enigerlei wijze automatisch te classificeren.

Gezien de praktische voordelen van automatische gegevensverwerking, verdient het aanbeveling om de gegevens van de bestaande Landelijke Milieukartering automatisch te verwerken en aan te vullen met recentere informatie, alsmede informatie over de ruimtelijke beInvloeding en de functies voor dieren, die een relatie tussen de betreffende gebieden onderhouden. Daarnaast verdient het aanbeveling tot een systematische opslag te komen van informatie over agentia. In het kader van dit onderzoek is ervaring opgedaan met de bewerking van de eenheden van een groot deel van het oppervlak van de Landelijke Milieukartering ten behoeve van automatische gegevensverwerking. Gezien deze ervaringen, mag verwacht worden dat de verwerking van deze eenheden in weinig tijd en met weinig mankracht en materiële middelen kan gebeuren. Bij de verwerking van gegevens over agentia kunnen meer problemen verwacht worden. De voordelen zijn: een snelle en eenvoudige manipuleerbaarheid van de gegevens, een mogelijkheid om snel te beschikken over gebiedsspecifieke en thematische afgeleide en interpretatie-kaarten, een eenvoudige mogelijkheid om correcties aan te brengen in en aanvullingen te geven op de gegevensopslag, mede door de mogelijkheid gebruik te maken van gegevens, die elders automatisch opgeslagen zijn.

6. GLOBAAL OVERZICHT VAN LANDSCHAPSECOLOGISCHE RELATIES

6.1. Enkele beperkingen

Het navolgende overzicht van landschapsecologische relaties blijft beperkt tot die relaties, die voor de nationale ruimtelijke planning van belang worden geacht. Bovendien gaat het hier niet om een uitputtende beschrijving van al deze relaties, maar om een beschrijving aan de hand van voorbeelden.

Achtereenvolgens komen de relaties door abiotische agentia en die door migrerende dieren aan de orde. Voor een verhandeling over antropische relaties zijn de inzichten vooralsnog onvoldoende ontwikkeld. Hier en daar wordt ingegaan op de invloed, die de mens via relaties op zijn omgeving uitoefent door emissies en het ingrijpen in de werking der agentia.

Bij de beschrijving van de relaties per groep agentia met een bepaald karakter (luchtbewegingen, grondwaterbewegingen, bewegingen van waterdieren, vogels, enzovoort) wordt, na een korte algemene inleiding, achtereenvolgens ingegaan op de internationale, nationale en eventueel ook regionale of lokale relaties.

In het volgende hoofdstuk, hoofdstuk 7, komt vervolgens de betekenis van de landschapsecologische relaties aan de orde. Dat wil zeggen dat per onderwerp aangegeven wordt welke levensgemeenschappen van de betreffende relaties afhankelijk zijn of daardoor worden beïnvloed.

6.2. Relaties door luchtbewegingen

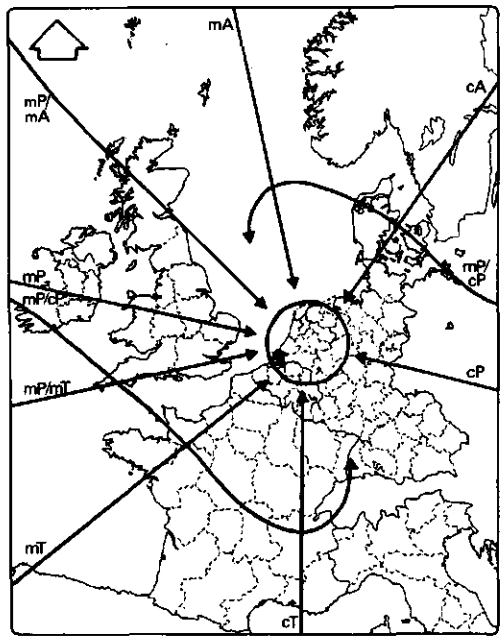
Bij luchtbewegingen is er in principe sprake van relaties met een indifferente richting. Met het veranderen van de bewegingsrichting (windrichting) verandert de relatie van een bepaald gebied met zijn omgeving en wordt zo periodiek ook tegengesteld aan de richtingen op andere momenten. Dit betekent niet dat de betreffende gebieden ook op dezelfde wijze en in dezelfde mate door elkaar beïnvloed worden: het effect van een luchtbeweging vanaf een natuurgebied op een industriegebied is een geheel andere dan het effect, bij een omgekeerde beweging, vanaf een industriegebied op een natuurgebied. Bovendien waait de wind vaker uit de ene dan uit de andere hoek en verandert de dynamiek van de luchtbeweging (snelheid en turbulentie) met de richting en de algemene weersituatie (stabiliteit van de atmosfeer). Zo kunnen we constateren dat er relaties zijn die veel vaker voorkomen dan andere en dat er relaties zijn die meer of minder bedreigend dan wel voorwaardelijk zijn voor levensgemeenschappen dan andere. Barkman (1958 en 1969) maakte dit duidelijk door te wijzen op de vorm en ligging ten opzichte van steden en industriegebieden van epifytenwoestijnen. Een ander voorbeeld biedt ons de dominante invloed van wind uit de richting van de zee op plantengemeenschappen in de kustduinen, maar ook verder landinwaarts.

Ondanks de in principe indifferente richting, is het aldus toch zeer wel mogelijk om met enige globaliteit dominante richtingen van relaties aan te geven.

Internationale relaties door luchtbewegingen, zoals die waarbij verontreinigde lucht van herkomstgebieden buiten Nederland wordt aangevoerd en vanuit Nederland naar andere landen wordt getransporteerd, hangen veelal samen met de bewegingen van depressies en de ertussen gelegen ruggen van hoge druk. Deze bewegingen volgen depressiebanen, die verschillen per circulatietype. Onder een circulatietype wordt een type stromingspatroon van de luchtcirculatie in de onderste lagen van de atmosfeer verstaan. Het is het resultaat van de bewegingen van luchtsoorten (grote luchthoeveelheden, die in ieder horizontaal vlak betrekkelijk homogeen zijn wat betreft temperatuur, vochtgehalte en dergelijke) ten opzichte van elkaar. De luchtsoorten hebben veelal horizontale afmetingen van 1000 km of meer en verticale afmetin-

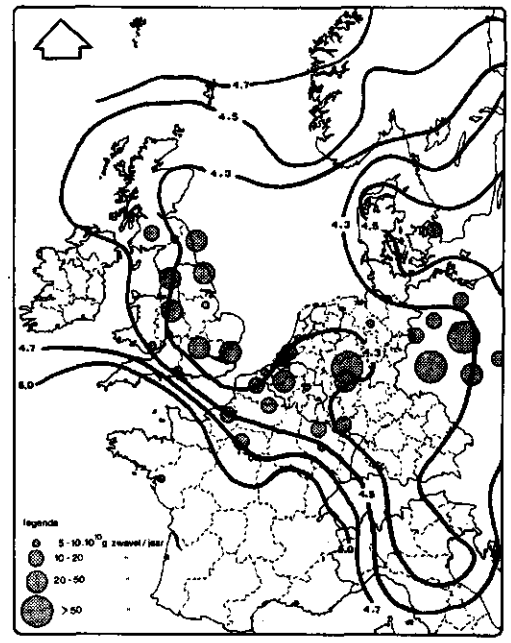
gen, die sterk kunnen variëren (tot meer dan 10 km hoogte).

De eigenschappen van een luchtstroom, die Nederland bereikt, hangen sterk af van het herkomstgebied. Voorbeelden van herkomstgebieden zijn: Noordelijke IJszee, Noord-Scandinavië, Atlantische Oceaan op subtropische breedte, Midden-Europa en Rusland, Middellandse-Zeegebied en Sahara (figuur 17). Afhankelijk van het herkomstgebied worden er maritieme en continentale luchtsoorten onderscheiden. Voor deze bewegingen van luchtsoorten geldt dat geheel Nederland functioneert als inkomstgebied. Bij het transport veranderen de kenmerken van de lucht in afhankelijkheid van de lokale omstandigheden. In deze zin functioneert Nederland dan ook als herkomstgebied voor gebieden elders.



Figuur 17. Luchtsoorten op weg naar Nederland (naar Schmidt, 1967).

m: maritiem c: continentaal
A: arctisch P: polair T: tropisch



Figuur 18. Internationale bronnen van SO_2 en de pH van de neerslag (naar OECD, 1974).

De luchtsoorten worden door overgangsstroken van elkaar gescheiden (fronten of frontale zones). Gekoppeld aan deze fronten tussen luchtsoorten komen depressies en de daartussen gelegen ruggen van hoge druk beweegt de lucht op een specifieke manier: respectievelijk concentrisch naar binnen en naar buiten. De grootste windsnelheden komen voor bij depressies.

Van de vele circulatietypen, die er voor Europa en het oostelijk deel van de noordelijke Atlantische Oceaan onderscheiden kunnen worden (zie Hess en Brezowsky, 1952), zijn er negen voor Nederland in het bijzonder van belang. Ze worden gekarakteriseerd door de plaats van het gebied van hoge druk, dat de algemene luchtbeweging en de banen van de depressies enige dagen tot enkele weken achtereen bepaalt. Tabel 15 geeft een overzicht van het gemiddelde aantal dagen waarop in de zomer en de winter van de jaren 1881-1955 deze negen groepen zijn voorgekomen. Figuur 19 brengt ze globaal in beeld.

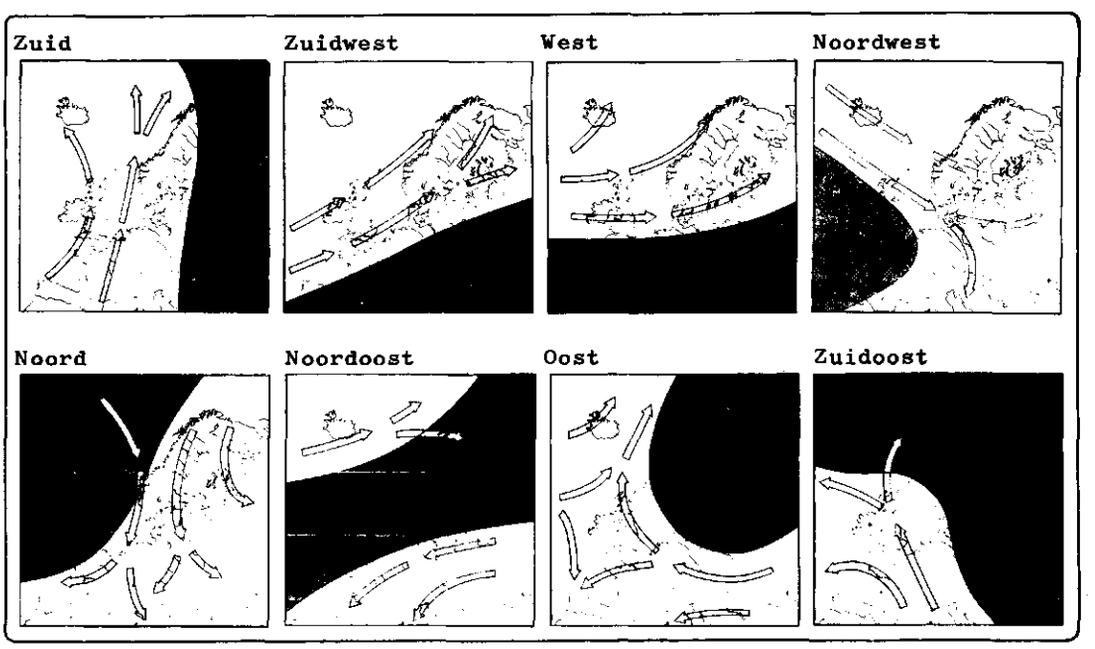
De bij een bepaald circulatietype horende depressies bepalen in hoge mate de windsnelheid en windrichting op een bepaalde plaats in Nederland. Daarnaast spelen lokale omstandigheden een belangrijke rol, zoals de ligging ten opzichte van de zee, het reliëf en de begroeiing en bebouwing. Zo is de gemiddelde windsnelheid door het hele jaar gezien het grootst in de westelijke provincies en het

Circulatietype	Zomer	Winter
Hogedrukgebied nabij Nederland	14,6	17,1
Noord en verwant met noord	9,7	7,0
Noordoost en verwant met noordoost	11,9	5,9
Oost en verwant met oost	3,1	7,6
Zuidoost	0,8	4,4
Zuid	0,4	3,9
Zuidwest en verwant met zuidwest	8,6	10,7
West en verwant met west	27,0	22,5
Noordwest en verwant met noordwest	15,9	10,9
totaal	92,0	90,0

Tabel 15. Het gemiddelde aantal dagen waarop in de zomer en de winter van de jaren 1881-1955 9 verschillende groepen circulatietypen zijn voorgekomen (Atlas van Nederland, 1969).

kleinst centraal, oostelijk en zuidoostelijk in Nederland. Het noorden-noordoosten neemt een tussenpositie in.

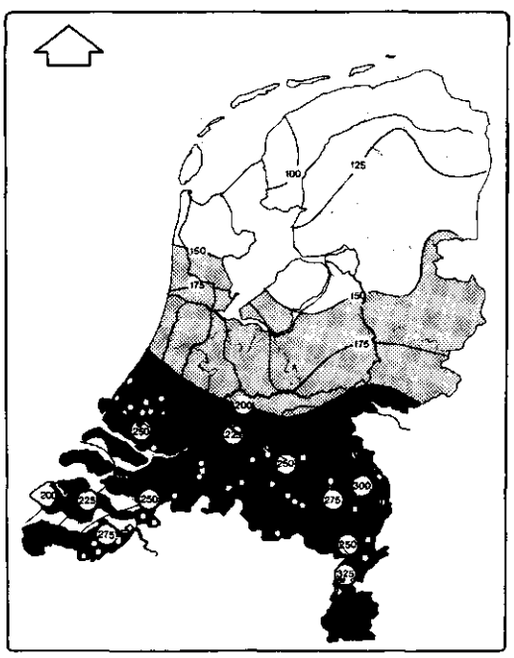
De gegevens van het Nationaal Meetnet voor Luchtverontreiniging (sinds april 1976 metingen van SO_2 en sinds april 1978 ook van NO, NO_2, CO en O_3, benevens biologische effectmetingen aan Italiaans raaigras met betrekking tot Cd, Mn, Pb, Zn en metingen van F-accumulatie in kalkpapier), aangevuld met metingen aan de hand van remote sensing-technieken en incidentele mobiele metingen, maken duidelijk dat met name de aanvoer van SO_2 uit buitenlandse herkomstgebieden een grote bijdrage levert aan de in Nederland gemeten concentraties SO_2 en de pH van de neerslag (zie behalve de N.M.L.-R.I.V.-



Figuur 19. Globaal overzicht van de belangrijkste groepen circulatietypen (naar Atlas van Nederland, 1969).

verslagen ook onder anderen Buijsman en Reijnders, 1980). Figuur 20 toont de invloed van de industriegebieden bij Antwerpen en Sas van Gent-Zelzate enerzijds en die van het Ruhrgebied anderzijds op de verspreiding van SO_2 in Nederland. Daarnaast zijn er aanwijzingen voor de aanvoer van hoge achtergrondsconcentraties SO_2 vanuit herkomstgebieden in zuidelijk België (Brussel-Charleroi) en Noord-Frankrijk (Van Egmond, Tissing en Kesseboom, 1978).

Behalve de genoemde eenzijdige internationale relaties naar Nederland toe, zijn er uiteraard ook relaties vanuit Nederland naar de omliggende landen. Daarbij gaat het niet alleen om het verdere transport van luchtverontreiniging, die oorspronkelijk van elders komt, maar ook om transport vanuit Nederlandse emissiegebieden. Belangrijke Nederlandse herkomstgebieden zijn: IJmondgebied, Rijnmondgebied, noordelijk Limburg. Waar het gaat om de verspreiding van SO_2, NO_x en bijgevolg neerslag met een lage pH, wordt er door het werk van Odén (1968) en de O.E.C.D. (1974) duidelijk dat die vooral in noord-oostelijke richting plaats heeft. Tot ver in Scandinavië is de pH van de neerslag in de afgelopen decennia aanzienlijk verlaagd. Figuur 18 brengt het verband tussen de voornaamste SO_2-emissies en



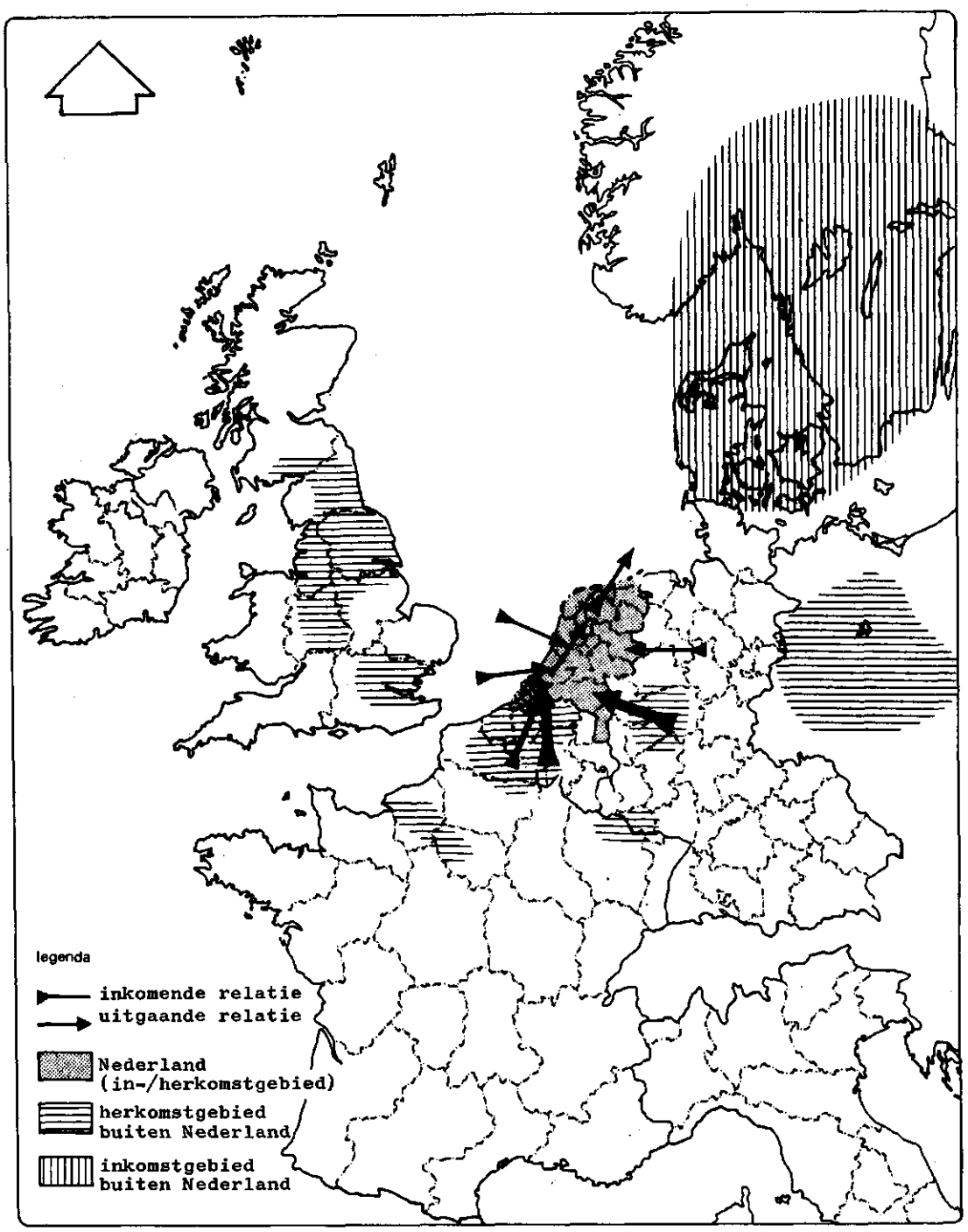
Figuur 20. SO_2 98-percentiel in Mg/m^3 voor de periode april 1978-april 1979 (waarde, waar 98% van de waarnemingen in deze periode onder lag) (naar RIV, 1979).

de pH van de neerslag in Noordwest-Europa in beeld.

Er is behalve van natte depositie van zwavelverbindingen ook sprake van droge depositie. De natte depositie bestaat voor verreweg het grootste deel uit verbindingen, die over grote afstand zijn aangevoerd; de internationale relaties lopen voor een belangrijk deel via dit proces. Van de droge depositie is een relatief groot deel afkomstig van dichtbij gelegen herkomstgebieden (O.E.C.D., 1974). Voor de internationale relaties is dit laatste proces met name van belang, waar het gaat om relaties over korte afstand over de landsgrenzen met België en West-Duitsland heen.

Voor enig inzicht in de dynamiek van de internationale relaties door luchtbewegingen, is de constatering van de O.E.C.D. dat gasvormige stoffen uit herkomstgebieden voornamelijk in het onderste gedeelte van de atmosfeer (de onderste 2000 m) binnen korte tijd (enkele etmalen) over grote afstand (500 tot 1000 km) getransporteerd kunnen worden, van belang.

In figuur 21 zijn de belangrijkste internationale relaties globaal samengevat. We beperken ons hier tot de relaties die in de levensgemeenschappen manifest worden door het transport van verontreinigde lucht.



Figuur 21. Globale aanduiding van de belangrijkste internationale relaties door luchtbewegingen. (dunne pijlen: bijdrage aan achtergrondconcentraties; dikke pijlen: bijdrage aan hoge concentraties in een beperkt gebied binnen Nederland).

Het spreekt voor zich dat er via de luchtbewegingen ook relaties optreden op lagere schaalniveau. Op nationaal niveau spelen al die processen een rol, als gevolg waarvan het klimaat in verschillende delen van Nederland duidelijk van elkaar verschilt. Het algemene beeld is dat het klimaat in het westen en noorden een meer maritiem en in het oosten en zuiden een meer continentaal karakter heeft. De aanwezigheid van de zee en het dominante optreden van luchtbewegingen vanuit westelijke richting zijn hier verklarend voor. Dat het hierbij niet in alle opzichten gaat om een onveranderbaar natuurlijk gegeven, toont ons de betekenis van het IJsselmeer voor de aan de oost- en zuidzijde grenzende gebieden. Deze komt tot uitdrukking in vele klimatologische factoren, zoals de gemiddelde windsnelheid, de temparatuur (zowel gemiddelden als minimum- en maximumtemperaturen) en de neerslaghoeveelheid. Door de inpoldering van een groot deel van het IJsselmeer is er een klimaatsverandering opgetreden in de gebieden, die er ten oosten aan grenzen (vergelijk Levert, 1952). Verondersteld mag worden dat dit bij een verdere inpoldering nog sterker het geval zal zijn. Op langere termijn zal dit zeker weerspiegeld kunnen worden in de levensgemeenschappen.

Waar het gaat om relaties door luchtbewegingen binnen Nederland, waarbij emissies verplaatst worden, zijn als herkomstgebieden, behalve de industriegebieden, ook de grote stedelijke concentratie (met betrekking tot NO_2 en CO, vooral afkomstig van gemotoriseerd wegverkeer) en elektriciteitscentrales van belang. Naast de genoemde stoffen, kunnen hierbij vele andere stoffen verplaatst worden.

De relaties op nationaal niveau zijn globaal samengevat in figuur 22.

Relaties door luchtbewegingen kunnen onder specifieke omstandigheden bij uitstek op regionaal of lokaal niveau spelen.

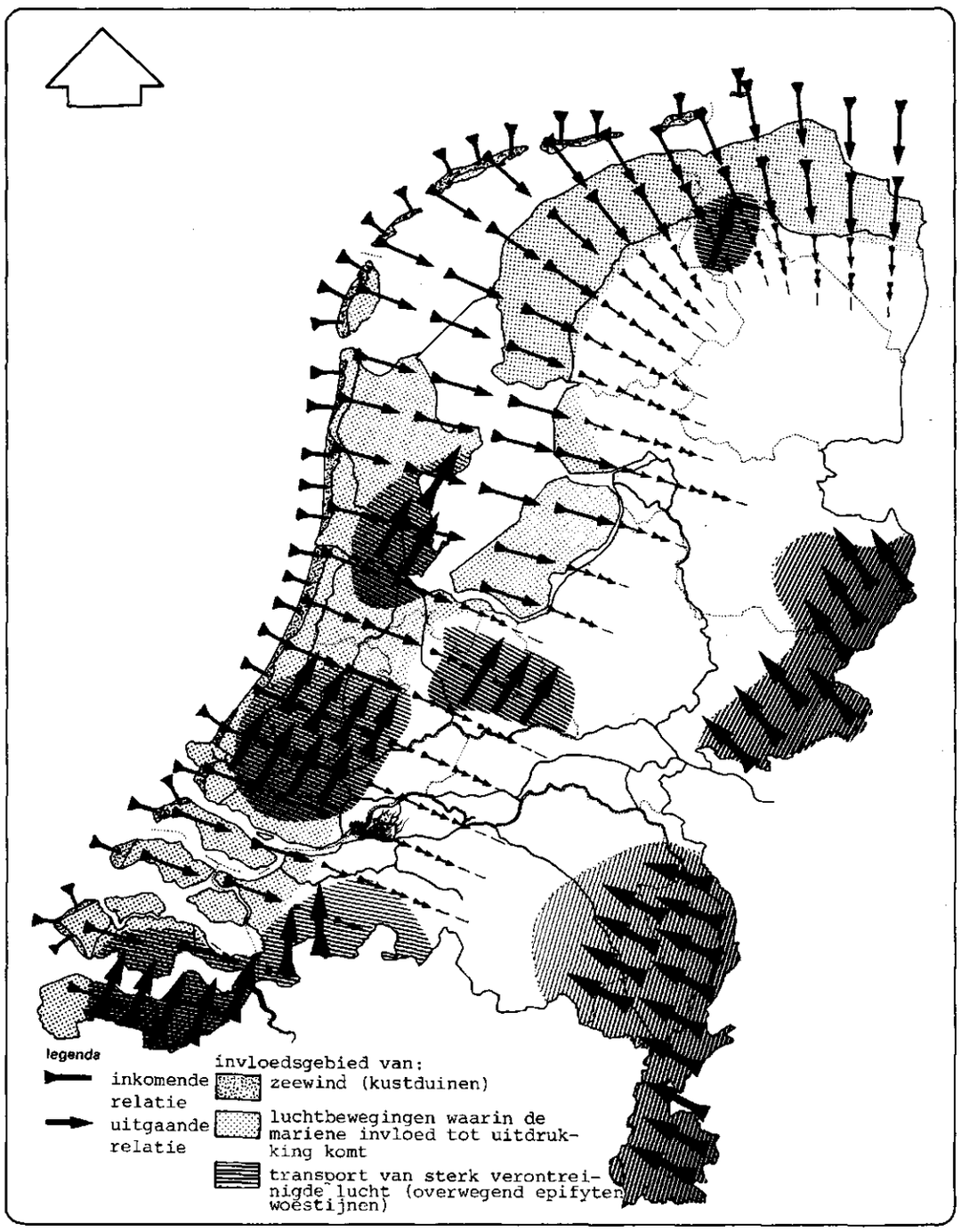
Een voor Nederland belangrijk voorbeeld hiervan is de dagelijkse gang bij de kunst, met de daarbij voorkomende zee- en landwind. Het is het resultaat van lokale verschillen in de warmtehuishouding en doet zich het sterkst voor, wanneer de dagelijkse temperatuurgang boven het land het grootst is. In Nederland is dat in het algemeen het geval in het voorjaar en de vroege zomer. In de loop van het etmaal ruimt de wind. De zeewind is meestal veel sterker dan de landwind; hij kan tot boven 500 m hoogte reiken en doet zijn invloed veelal tot op tientallen kilometers landinwaarts gevoelen. Dezelfde aan- en aflandige winden komen ook voor bij grote meren.

Door menselijke activiteiten en natuurlijke processen wordt de fysisch-chemische kwaliteit van de lucht en de neerslag ook op regionaal en lokaal niveau beïnvloed. Zo worden door het zogenaamde "sea-spray"-mechanisme verschillende stoffen, vooral chloriden, door de lucht vanuit zee aangevoerd. Vermeulen (1977) toont voor een raai loodrecht op de kust van Noord-Holland aan dat de chlorideconcentratie in de neerslag over enkele tientallen kilometers, maar vooral in de eerste vijf kilometers vanaf de kust, door dit proces verhoogd wordt. Andere stoffen, die in relatief grote hoeveelheden voorkomen in de neerslag op land in de nabijheid van de zee, zijn SO_2, Mg en Na (Buijsman en Reijnders, 1980).

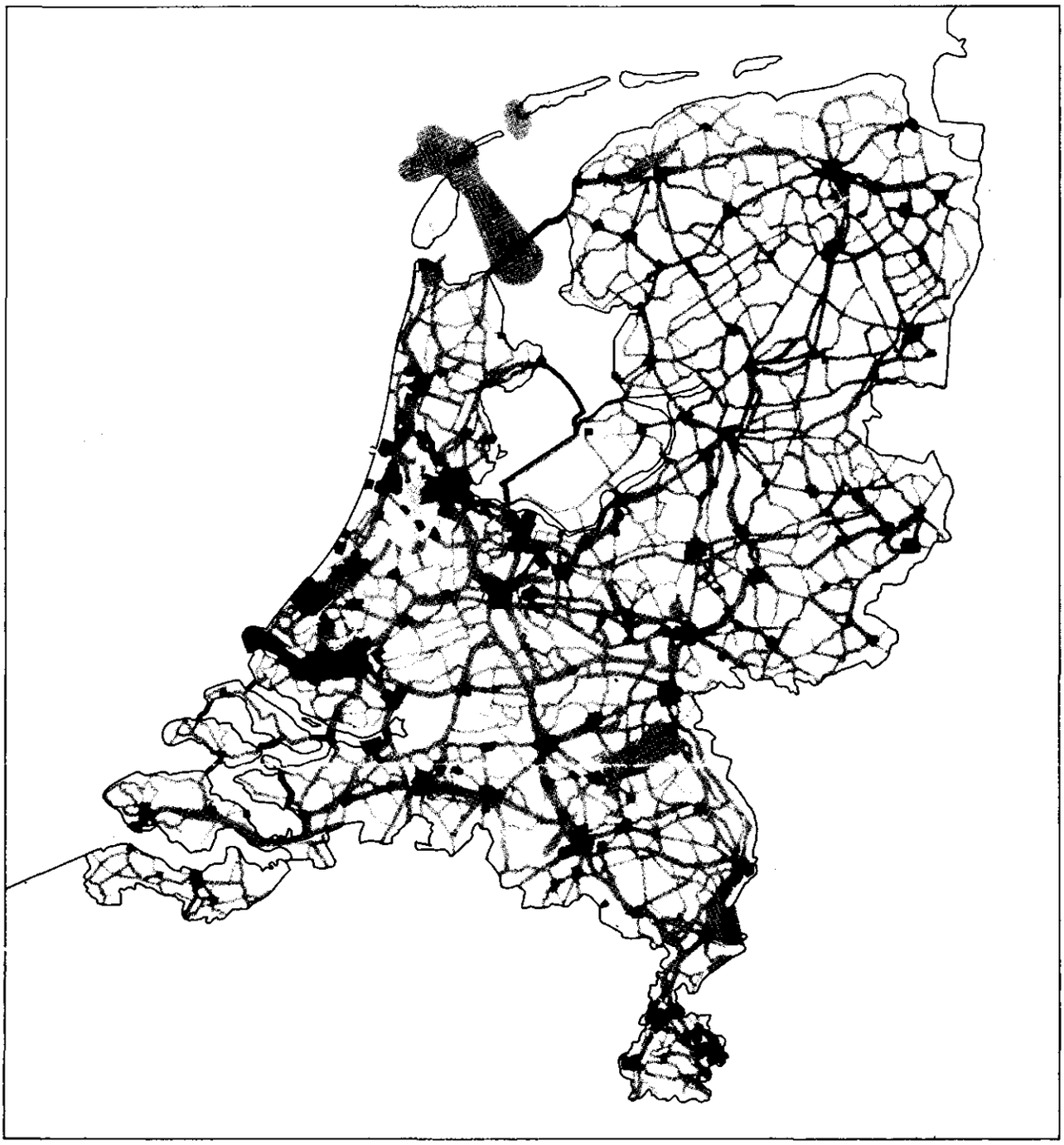
Een bijzondere vorm van beïnvloeding van het milieu op enige afstand door bewegingen door de lucht, is die door geluidshinder. Het gaat altijd om eenzijdige relaties. Bekend is dat het gedrag van vogels en zoogdieren, onder meer tot uitdrukking komend in de keus van broedgebieden, holen en dergelijke, er door beïnvloed kan worden.

Op internationaal niveau speelt zo het probleem van de grensoverschijdende geluidshinder, veroorzaakt door vliegtuigen, die in Duitsland hun basis hebben en af- en aanvliegen over Limburgs grondgebied (figuur 23).

Op lokaal en regionaal niveau kunnen vele verschillende bronnen van belang zijn. Bekende voorbeelden zijn de militaire schietoefeningen, zoals bij het militair oefenterrein Lauwersmeer en het Schietkamp Botgat nabij Callantsoog (figuur 23). Deze zijn ook weer in zoverre van belang voor de nationale ruimtelijke planning dat ze gelegen zijn bij hooggewaardeerde gebieden. Andere belangrijke bronnen zijn wegen, spoorlijnen, industriegebieden en vliegvelden (figuur 23). Door de uitgestrektheid van het gebied, waarin ze optreden, kunnen verschillende van deze vormen van geluidshinder opgevat worden als relaties op nationaal niveau.



Figuur 22. Globale aanduiding van de belangrijkste relaties door luchtbewegingen op nationaal en regionaal niveau.



Figuur 23. Invloedsgebieden van geluidshinder (Van den Berg, 1980).

6.3. Relaties door zeewaterbewegingen

Bij zeewaterbewegingen kan er zowel sprake zijn van éénzijdige, als van tweezijdige, dubbel-eenzijdige en dubbel-tweezijdige relaties. De bewegingsrichting is, globaal gezien, altijd dezelfde of periodiek tegengesteld. De relaties kunnen op elk schaalniveau spelen.

Door zeewaterbewegingen worden relaties onderhouden tussen verschillende watereenheden, maar ook tussen watereenheden enerzijds en periodiek droge gebieden, zoals wadden, platen, kwelders en stranden, anderzijds.

Fysisch-chemische kenmerken van mariene milieus, die mede bepaald worden door de aan- en afvoer van materie, energie en organismen, zijn: de temperatuur, de waterdiepte, het gehalte aan Cl, minerale nutriënten in het bijzonder fosfaat, nitraat en silicaat), door organisch materiaal (detritus), zuurstof, slib, verontreinigende stoffen. Daarbij komt dat de waterbewegingen bij kunnen dragen aan zowel de verticale stratificatie, als de menging van de waterkolom. Ook worden verschillende bodemkenmerken van de watereenheden en de periodiek droge gebieden mede bepaald door zeewaterbewegingen, zoals de textuur, het gehalte aan organisch materiaal en de samenstelling van het interstitiëel (=poriën-) water.

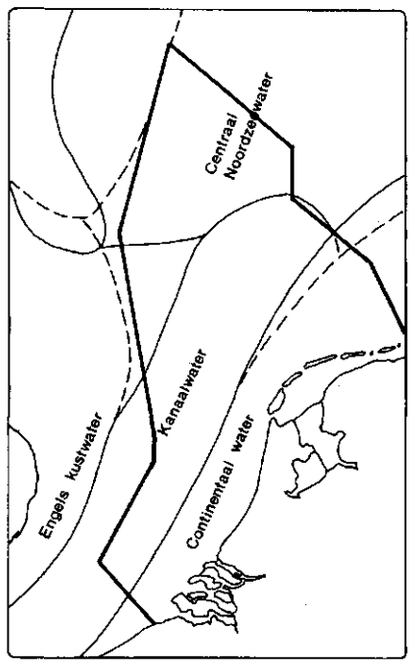
Bij de beïnvloeding van het mariene milieu door de mens spelen zeewaterbewegingen een belangrijke rol. In het bijzonder geldt dit voor de verspreiding van verontreiniging. Gedacht kan hierbij worden aan de verontreiniging door eutrofiërende stoffen, olieprodukten, pesticiden, een grote verscheidenheid aan moeilijk afbreekbare kunststoffen en vast afval, bacteriële verontreiniging en radioactieve stoffen, maar ook alle mogelijke in zeer kleine concentraties voorkomende zware metalen, al dan niet gebonden aan slib.

Voor de internationale relaties zijn de aanwezigheid van grote watermassa's met bepaalde kenmerken (zoutgehalte, temperatuur en dergelijke) en de in verband daarmee optredende stromen van groot belang. De volgende watermassa's zijn betrokken bij de waterbewegingen in het Nederlandse deel van het Continentaal Plat (figuur 24): Kanaalwater, Engels kustwater, Continentaal water en Centraal Noordzeewater (Laevastu, 1963). Aan het Continentale kustwater wordt onder meer bijgedragen door de afvoer van de grote rivieren, die door of aan de grenzen van Nederland afwateren: Schelde, Rijn, Maas en Eems.

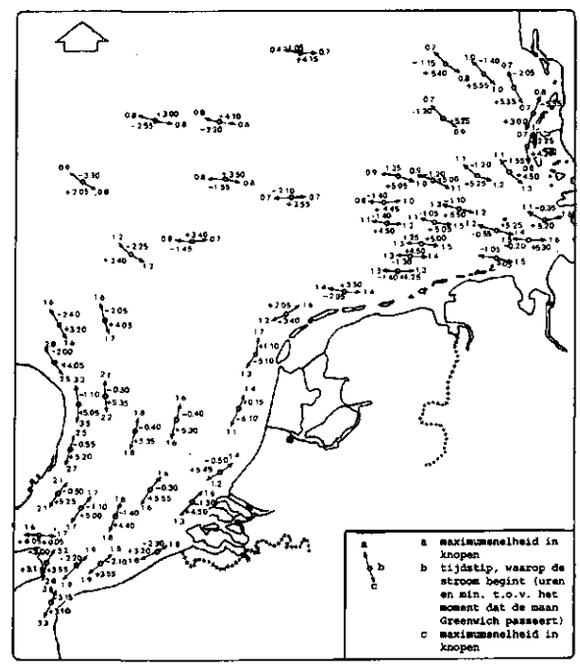
Het water van de grote watermassa's beweegt in stromen. Hierbij kan een onderscheid gemaakt worden tussen getijstromen, reststromen en kuststromen. Voor een samenvattende beschouwing over de zeewaterbewegingen op het Nederlandse deel van het Continentaal Plat wordt verwezen naar De Lange (1978).

Getijstromen zijn horizontale waterverplaatsingen ten gevolge van het optreden van eb en vloed. Het water beweegt daarbij als een getijgolf van de ene plaats naar de andere (zie onder anderen Veenstra, 1968 en Zimmerman, 1978). Er is sprake van eb- en vloedstromen als het water respectievelijk daalt en stijgt. De richting is periodiek min of meer tegengesteld, leidend tot dubbel-tweezijdige relaties. Doordat de getijstromen de grenzen van de Nederlandse territoriale wateren kunnen overschrijden, gaat het plaatselijk om internationale relaties (figuur 28). De richting en snelheid van getijstromen kunnen enigermate beïnvloed worden door de wind (Mandelbaum, 1957 en 1968). De snelheid van getijstromen kan ongeveer tien maal groter zijn dan die van reststromen. Ze zijn voor relaties op internationaal en nationaal niveau, behalve door het transport van verontreinigd zeewater, in het bijzonder van belang voor hun invloed op het zandtransport over de zeebodem op diepten van meer dan 9 à 12 m tot ongeveer 150 m beneden de zeespiegel. Dit transport vindt plaats in de vorm van "zandgolven" met een golflengte van ongeveer 800 m en een hoogte van meer dan 10 m. De maximale getijstromen aan het zeeoppervlak tijdens springtij, zijn globaal aangegeven in figuur 25.

Reststromen zijn al die stromen, die overblijven na eliminatie van de getijstromen. De oppervlakte- en bodemstromingen zijn veelal verschillend gericht. De invloed van de wind op de oppervlaktestroming is hierbij van groot belang. Zo is er bij aflandige wind veelal sprake van een kustwaartse bodemstroming. De bewegingssnelheid en richting van de reststromen zijn seizoensafhankelijk. In winter en voor-



Figuur 24. De grote watermassa's in de Noordzee (Laevastu, 1963).
——— zomergrens – – – wintergrens



Figuur 25. De maximale getijstromen aan het opper- :r-vlak tijdens springtij (Hydrografische 'o-dienst, 1965).

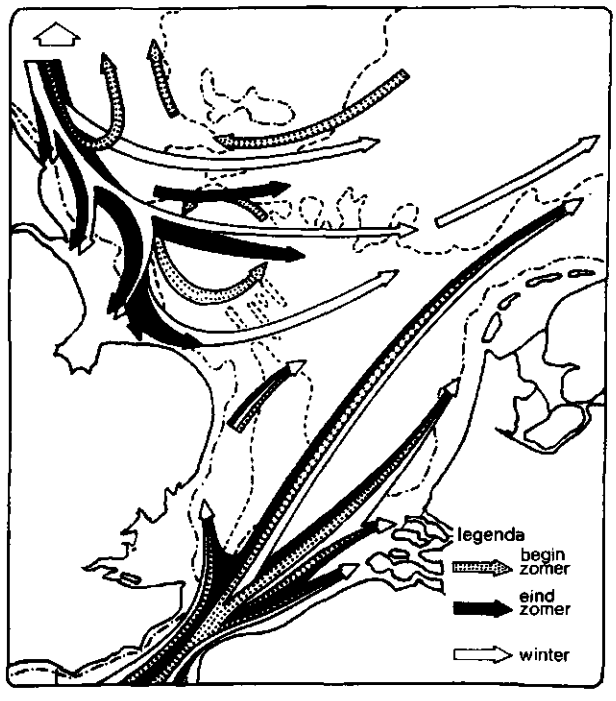
jaar is de reststroom in het algemeen sterker. Figuur 26 geeft een globaal beeld van de diepere reststroom, gebaseerd op proeven met bodemdrijvers (Ramster, 1965), terwijl figuur 27a en b het oppervlaktestromingspatroon, gebaseerd op saliniteitswaarnemingen (Böhnecke, 1922) laten zien. In alle gevallen gaat het om een aanduiding van de gemiddelde situatie.

De reststromen dragen bij uitstek bij aan de internationale relaties op het Continentaal Plat en daarmee ook aan de relaties op lager schaalniveau aldaar. Doordat het gaat om een netto-verplaatsing van zeewater in één richting, is er sprake van eenzijdige relaties.

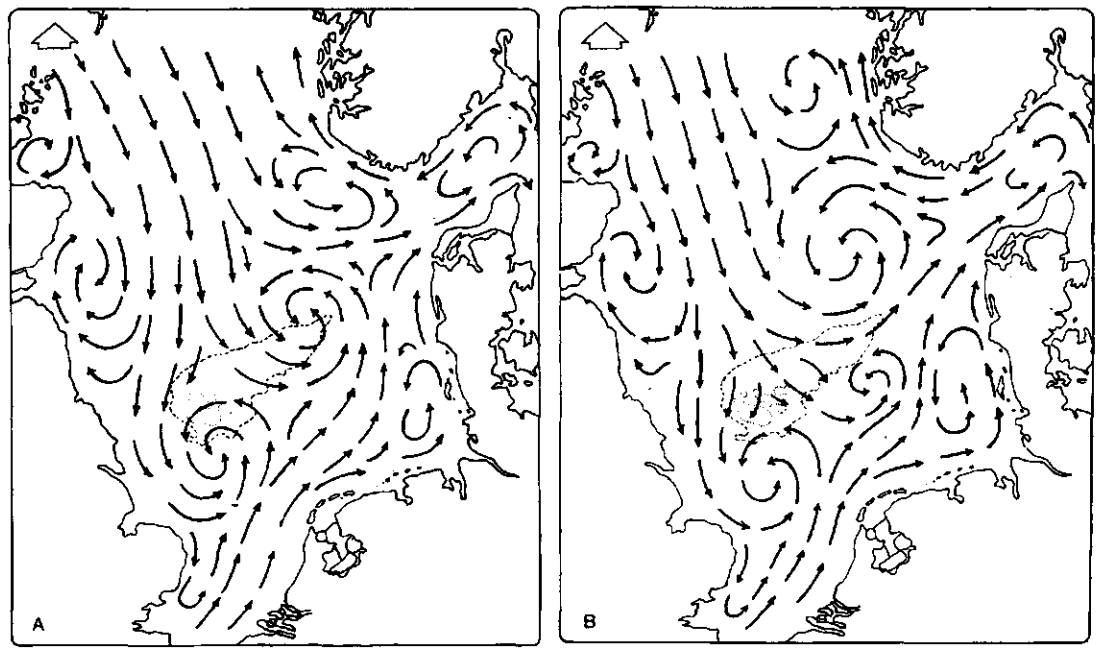
In figuur 28 zijn de internationale relaties, die het gevolg zijn van de beschreven waterbewegingen, samengevat.

Ook voor de relaties op nationaal niveau zijn de bewegingen door rest- en getijstromen van belang: ze leiden tot uitwisselingen van materie, energie en organismen binnen het Nederlandse deel van het Continentaal Plat.

Een voor de Nederlandse situatie belangrijke relatie op nationaal niveau is die, waarbij verontreinigd zeewater, met daarin in gesuspendeerde vorm meegevoerd materiaal van de grote rivieren, langs de kust beweegt. De verontreiniging wordt door de gezamenlijke werking van getij- en reststromen voor ongeveer 50%, in een circa 15 km brede baan, dicht onder de kust noordwaarts getransporteerd en kan zo door de zeemonden tussen de Waddeneilanden de Waddenzee bereiken (Van Bennekom e.a., 1975). Het gaat om een éénzijdige relatie. Het resultaat is dat het water van het westelijk gedeelte van de Waddenzee gemiddeld voor ca. 5,5 % uit Rijnwater bestaat, dat op deze wijze wordt aangevoerd (Zimmerman en Rommets, 1974). Daarnaast bereikt een iets grotere hoeveelheid Rijnwater via het IJsselmeer de Waddenzee. Tabel 16 geeft een overzicht van de hoeveelheden water en enkele stoffen, die door enige grote rivieren en via het Kanaal in de Noordzee worden aangevoerd.



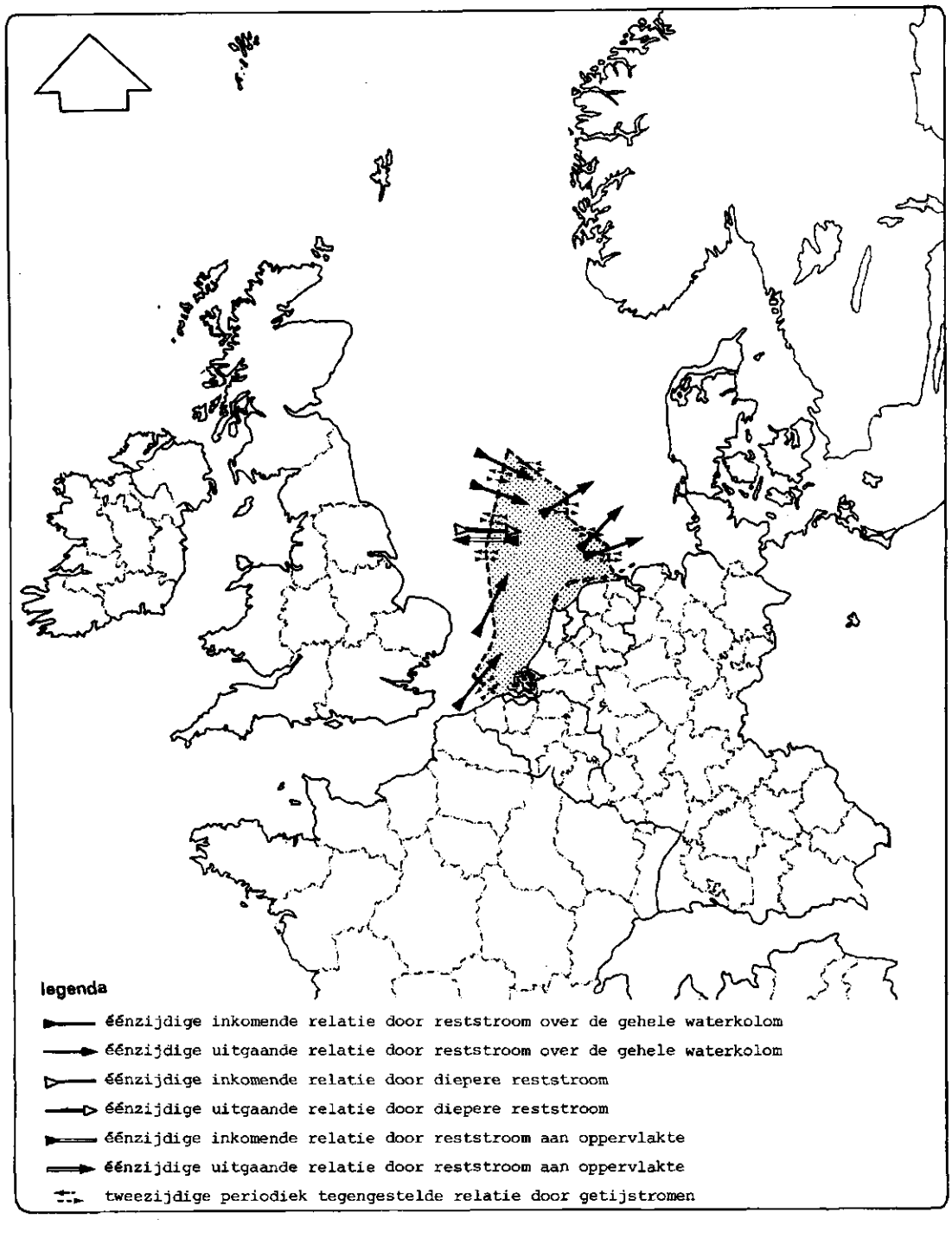
Figuur 26. Globale aanduiding van de diepere reststroom, gebaseerd op proeven met bodemdrijvers (Ramster, 1965).



Figuur 27. Globale aanduiding van het oppervlakte-stromingspatroon, gebaseerd op saliniteitswaarnemingen (Böhnecke, 1922).

A: in februari

B: in augustus



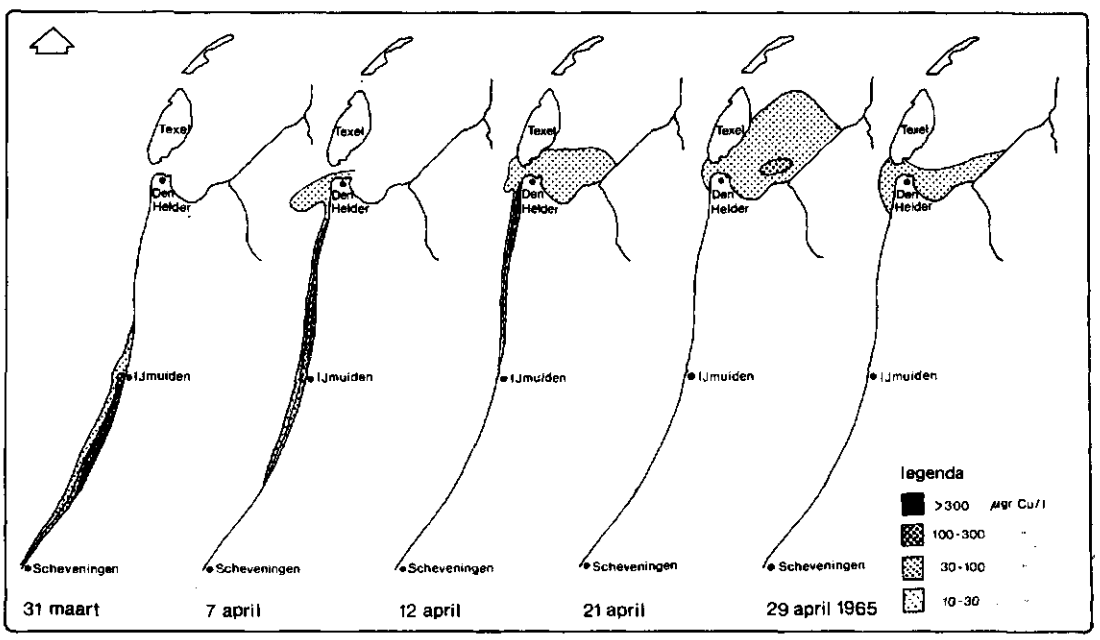
Figuur 28. Globale aanduiding van de belangrijkste internationale relaties door zeewaterbewegingen.

	Afvoer in km^3/jaar	Hoeveelheden in 10^6 kg/jr			Concentraties in µMol/l (1969)						
		tot.-P	tot.-N	opgel.SiO_2	tot.-P	PO_4-P	tot.-N	NO_3-N	NH_4-N	H_4SiO_4-Si (w)	H_4SiO_4-Si (z)
Schelde	2,8	5	30	42	60	40	800	0	600	260	260
Rijn	62	29	350	330	-	-	-	-	-	-	-
Maas	9	4,5	55	54	15,7	7,6	440	230	130	170	20
Rest	2,5	5	?	25	64	40 ?	?	?	?	?	?
Totaal	76	43,5	450	450							
Kanaal	1800 4900	26 70	-	-	-	0,4	-	3,6	1,9	2,5	5,8
Kanaal	8000	115									

w = winter
z = zomer
- = niet gemeten

Tabel 16. Aanvoer van water en nutriënten in de Noordzee door enkele rivieren en het Kanaal (samengesteld door De Lange (1978)).

Een andere categorie relaties, die zowel op nationaal als op lagere schaalniveaus een rol speelt, is die ten gevolge van kuststromen. Het gaat hier om stromen, evenwijdig aan en dicht onder de kust, die het gevolg zijn van de golfwerking onder een scheve hoek op de kust in de brandingszone (De Graaff, 1977). Het transport van zand en een deel van het door de rivieren aangevoerde slib en ander materiaal vindt via kuststromen plaats. Er is sprake van eenzijdige relaties, overwegend in noordelijke en oostelijke richting langs de kust. Figuur 29 toont een voorbeeld van de transporterende werking van de kuststroom. Duidelijk blijkt hoe koper van een clandestiene dumping van kopersulfaat aan de laagwaterlijn op het strand bij Noordwijk eind mei 1965 langs de kust werd getransporteerd. Na ongeveer twee weken



Figuur 29. Kopervergiftiging langs het Noordhollandse strand in de periode maart/april 1965 (Korringa, 1970; naar Roskam).

Stoffen	Materiaal en dieren, waarin aangetroffen
GECHLOREERDE KOOLWATERSTOFFEN	
PCB = polychloor bifenyl	water, sediment, evertebraten (mosselen,garnalen), vissen, vogels, zoogdieren
PCT = polychloor terfenyl	vissen, zeehonden
p'p-DDE	water, sediment, evertebraten (mosselen, garnalen), vissen, vogels, zoogdieren
p'p-DDT	sediment, evertebraten (mosselen), zoogdieren
p'p-DDD	sediment, zoogdieren
(dieldrin)	sediment, evertebraten (mosselen, garnalen), vissen, vogels, zoogdieren
aldrin	evertebraten (mosselen)
(telodrin)	evertebraten (mosselen, garnalen), vissen, vogels
(endrin +)	evertebraten (mosselen, garnalen), vissen, vogels
(endosulfaan)	water, vissen
α-HCH = hexachloorcyclohexaan	water, sediment, evertebraten (mosselen, garnalen)
β-HCH	vissen
γ-HCH = lindiaan	water, sediment, evertebraten (mosselen, garnalen), vissen
HCB = hexachloorbenzeen	water, sediment, vissen, vogels, zoogdieren
pentachloorbenzeen	sediment, vissen
tetrachloorbenzeen	vissen
octachloorstyreen	vissen, vogels, zeehonden
mirex	zeehonden
hexachloorbutadieen	water, vissen
ANDERE ORGANISCHE STOFFEN	
anione detergenten	water
DIVERSE STOFFEN	
Kwik m.i.v. Methylkwik+	water, sediment, evertebraten, vogels, zoogdieren
(Koper)	water, sediment, evertebraten (mosselen, garnalen), vissen
Zink	water, sediment, evertebraten (mosselen, garnalen), vissen, zoogdieren
Cadmium	evertebraten (mosselen, garnalen), vissen, zoogdieren
IJzer	water, sediment, evertebraten (mosselen, garnalen), vissen
Lood	evertebraten (mosselen, garnalen), vissen, zoogdieren
Arseen	zoogdieren
Seleen	vissen, vogels, zoogdieren
Antimoon	zoogdieren
Mangaan	sediment, zoogdieren
Cobalt	sediment
Nikkel	sediment
Chroom	sediment

onderstreept : er zijn negatieve effecten op organismen waargenomen
tussen haakjes: waarschijnlijk zullen er geen negatieve effecten meer optreden
+ : verdacht van negatieve effecten

Tabel 17. Toxische stoffen, gevonden in de Waddenzee en aangrenzende gebieden in water, sediment en/of dieren (naar Essink en Wolff, 1978).

was het Marsdiep bereikt, waarna het door getijstromen verspreid werd in het westelijk gedeelte van de Waddenzee. Voor het transport van zand geldt dat er aanwijzigen zijn dat dit langs de kop van Noord-Holland in tegengestelde richting wordt verplaatst (Van Straaten, 1965; Eisma, 1968; Winkelmolen, 1969).

In tabel 17 wordt een groot aantal toxische stoffen genoemd, die in de Waddenzee en aangrenzende wateren zijn aangetroffen. De verontreiniging door olieprodukten vormt een belangrijke bedreiging voor de aan zeewater gebonden levensgemeenschappen. Op enige termijn kan gevreesd worden voor de invloed van termische en radioactieve verontreiniging. In al deze gevallen bepaalt de verspreiding ervan in belangrijke mate de betekenis van de verontreiniging.

De relaties op nationaal schaalniveau zijn in figuur 30 globaal in beeld gebracht.

In het voorgaande is erop gewezen dat een belangrijk deel van de beschreven relaties ook op regionaal en lokaal niveau van belang is. Voor enkele processen geldt echter dat hun werking beperkt blijft tot deze niveaus.

Dit betreft bijvoorbeeld de relaties tussen de Noordzee enerzijds en het Waddengebied en de estuariummonden in Zuidwest-Nederland anderzijds. Het gaat hier bij uitstek om relaties, onderhouden door getijstromen. In de diepere geulen in de zeegaten treden zeer hoge stroomsnelheden op. Bij deze stroomsnelheden (zowel heen als terug) wordt veel zand verplaatst; de geulen, zandbanken en kusten zijn voortdurend aan veranderingen onderhevig. Met de getijstromen wordt behalve zeewater ook een grote verscheidenheid aan stoffen, al dan niet gebonden aan slib, zwevende organismen (plankton) en zwemmende dieren aan- en afgevoerd. Deze aan- en afvoer is zowel bepalend voor de levensgemeenschappen van de Wadden- en estuariumgebieden, als voor een veel groter gebied van het mariene milieu door de specifieke functies, die de betrokken gebieden vervullen in de levensloop van vele organismen (paaiplaatsen, kinderkamers, fourageergebieden).

In de kust-,oever- en strandzone spelen nog enkele andere, voornamelijk lokale, relaties. Het betreft relaties door branding en golfwerking, alsmede die door de getijdebeweging, tussen de zee enerzijds en het land of de kustnabije zone anderzijds.

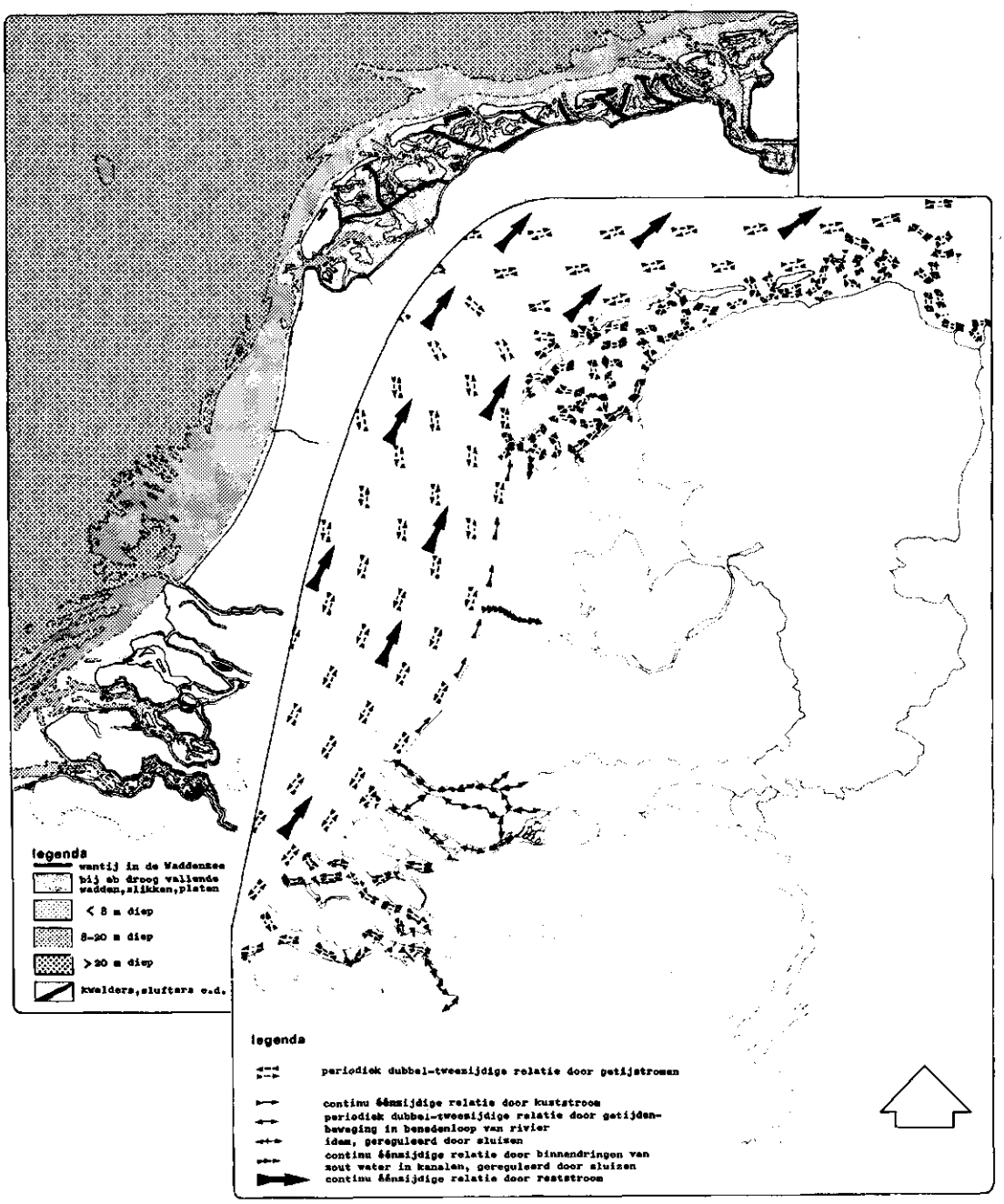
Bij de oploop en terugloop van golven op een glooiend strand, de golfwerking in de brandingszone en het breken van golven op een steile kust, wordt niet alleen water en meegevoerde materie aan- en afgevoerd (langs stranden door de stranddrift en in de richting van de zee door scheurstromen), maar ook een kracht uitgeoefend, die destructief kan werken. Door deze processen wordt de duinvoet op de ene plaats zeewaarts en op de andere plaats landwaarts verplaatst (zie o.a. Bakker, Klijn en Van Zadelhoff, 1979) (figuur 31).

Daarnaast worden er, uitsluitend door het periodiek stijgen en dalen van het water, relaties onderhouden tussen de zee en periodiek overstroomde gebieden, zoals wadden, platen, slikken, groene stranden, kwelders, enzovoort. Het gaat hier om een effect dat niet alleen het resultaat is van de aan-/afvoer van water, maar eveneens van de aan-/afvoer van met het water meegevoerd zand, slib, chemische verbindingen en organismen.

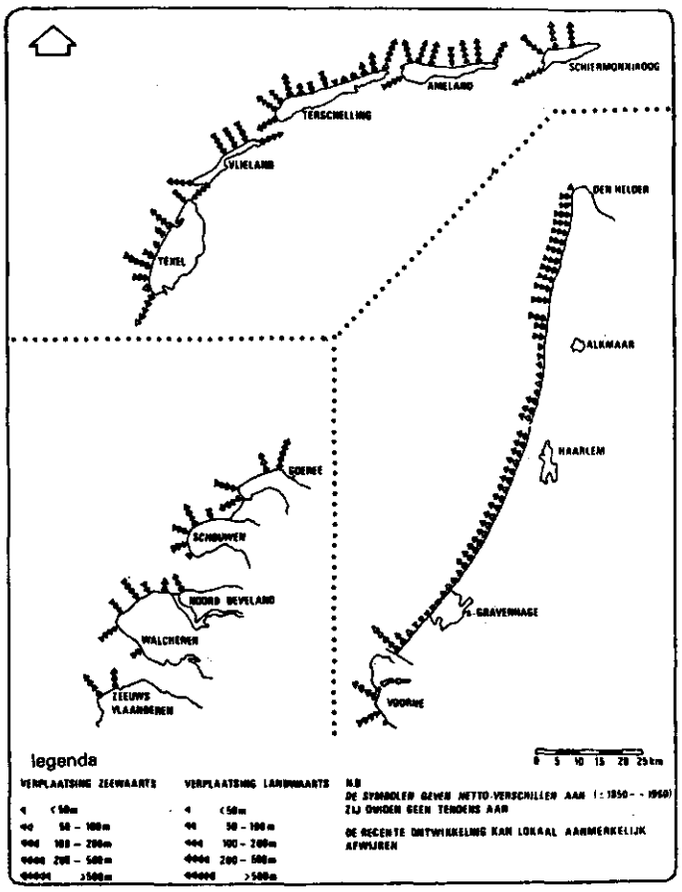
Een bijzondere vorm van een relatie door zeewaterbewegingen is die door de stroomopwaartse beweging van zeewater in riviermonden, kanalen en dergelijke. Bij riviermonden gaat het om een opdringende en terugtrekkende beweging in de loop der tijd. De lengte van de onder het zoete water gevormde zouttong is evenredig met de derde macht van de diepte van de rivier ter plaatse en omgekeerd evenredig met de rivierafvoer. De zouttong in de Nieuwe Waterweg kan zich in periodes met lage afvoer wel tot 35 km stroomopwaarts van de monding uitstrekken (De Vries, 1976). Een vergelijkbaar fenomeen doet zich voor bij het binnendringen van zoutwater in kanalen, al dan niet met sluizen. De waterstand en zoetwaterafvoer zijn niet aan sterke schommelingen onderhevig, de lengte van de zouttong bijgevolg ook niet.

Een nog niet vermeld type relatie door zeewaterbewegingen op lokaal/regionaal niveau is gekenmerkt door het optreden van zoetwatergetijden door het periodiek opstuwen van het rivierwater bij vloed. Deze getijdebeweging doet zich tot enkele tientallen kilometers landinwaarts gevoelen.

Figuur 30 geeft de belangrijkste relaties op regionaal niveau globaal weer.



Figuur 30. Globale aanduiding van de her- en inkomstgebieden (links) en de belangrijkste relaties door zeewaterbewegingen (rechts) op nationaal en regionaal niveau.



Figuur 31. De netto-verplaatsing van de duinvoet langs de Nederlandse kust tussen 1850/1860 en 1960/1970 (naar Bakker, Klijn en Van Zadelhoff, 1979).

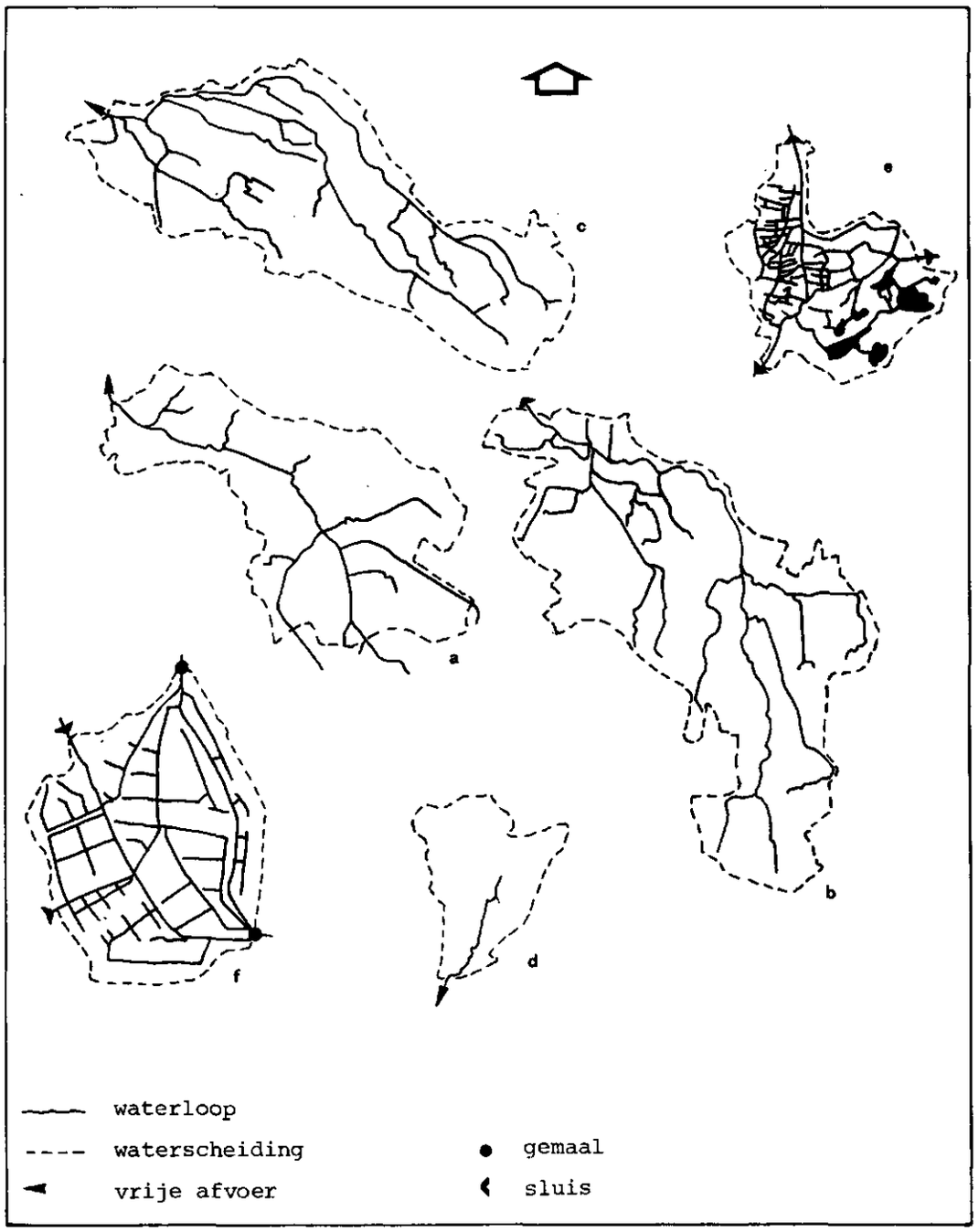
6.4. Relaties door oppervlaktewaterbewegingen *

Onder oppervlaktewater wordt hier al het water aan het landoppervlak verstaan met een chloridegehalte van minder dan 17000 mg/l. Als zodanig onderscheidt het zich van zeewater en omvat het zowel water dat volgens de hydrologische indeling van Redeke (1948) brak als water dat zoet wordt genoemd.

Bij relaties door oppervlaktewater kan er zowel sprake zijn van isolatie, als van eenzijdige, tweezijdige, dubbel-eenzijdige en dubbel-tweezijdige relaties. Van deze typen komen de enkelvoudige (ten gevolge van een beweging in één richting) het meest voor, doordat de zwaartekracht de belangrijkste drijvende kracht achter de bewegingen is. Een periodieke omkering van de stromingsrichting is in het algemeen slechts mogelijk,als er nog een andere kracht werkzaam is. Dit is bijvoorbeeld het geval bij beïnvloeding door de wind, getijden en bemaling. In deze gevallen treden er tweevoudige relaties op. Evenals bij vele relaties door andere agentia, hebben de relaties door oppervlaktewater in vrijwel alle gevallen het karakter van ketens of netwerken. Hier zijn ze echter goed herkenbaar, doordat de meeste relaties lopen door waterlopen. Figuur 32 toont enkele voorbeelden van patronen van Nederlandse waterlopen.

---

* Voor een uitgebreide verslaglegging van de relaties door oppervlaktewaterbewegingen wordt verwezen naar Farjon (1982).



Figuur 32. Verschillende patronen van Nederlandse waterlopen en hun afwateringsgebieden.
a. Het Nederlandse deel van het afwateringsgebied van de Geul.
b. Het afwateringsgebied van de Roosenbergse Vliet.
c. Het afwateringsgebied van de Baakse Beek.
d. Het afwateringsgebied van de Renkumse Beek.
e. Het afwateringsgebied Waterland.
f. Het afwateringsgebied Wieringermeer.

Ook voor relaties door oppervlaktewaterbewegingen geldt dat er, behalve relaties tussen verschillende watereenheden, ook relaties zijn tussen watereenheden enerzijds en periodiek geïnundeerde gebieden anderzijds.

Bij de internationale relaties kan een onderscheid gemaakt worden tussen de waterbewegingen door de grote rivieren (Rijn, Maas, Schelde en Eems) en die door een groot aantal kleinere beken, riviertjes en kanalen. De laatste ontlenen hun internationale karakter aan het feit dat hun loop zich tot buiten de landsgrenzen uitstrekt. Het gaat, op dit schaalniveau beschouwd, om éénzijdige relaties, doordat er sprake is van een beïnvloeding in één richting: bovenstrooms beïnvloedt benedenstrooms.

In vrijwel alle gevallen gaat het om aanvoer naar Nederland. Slechts enkele kleinere beken stromen vanuit Nederland naar België en West-Duitsland. De totale afvoer ervan is gering, zeker in vergelijking met de afvoer van de grote waterlopen. In een gemiddeld jaar wordt door de Rijn 69 x 10^9 m^3 water afgevoerd, door de Maas 8 x 10^9 m^3, door de Schelde 2 x 10^9 m^3, door de Eems 3 x 10^9 m^3 en door de gezamenlijke kleinere waterlopen 3 x 10^9 m^3. Het gaat alsdus om waterlopen met een sterk uiteenlopende dynamiek van de eerste graad. Dit geldt ook voor de dynamiek van de tweede graad, die gekarakteriseerd wordt door de verhouding tussen de hoogste en de laagste gemiddelde maandafvoer. De uitersten worden gevormd door de sterk aan schommelingen onderhevige Maas en de relatief constant water afvoerende kleine beken in het Brabantse dekzandgebied.

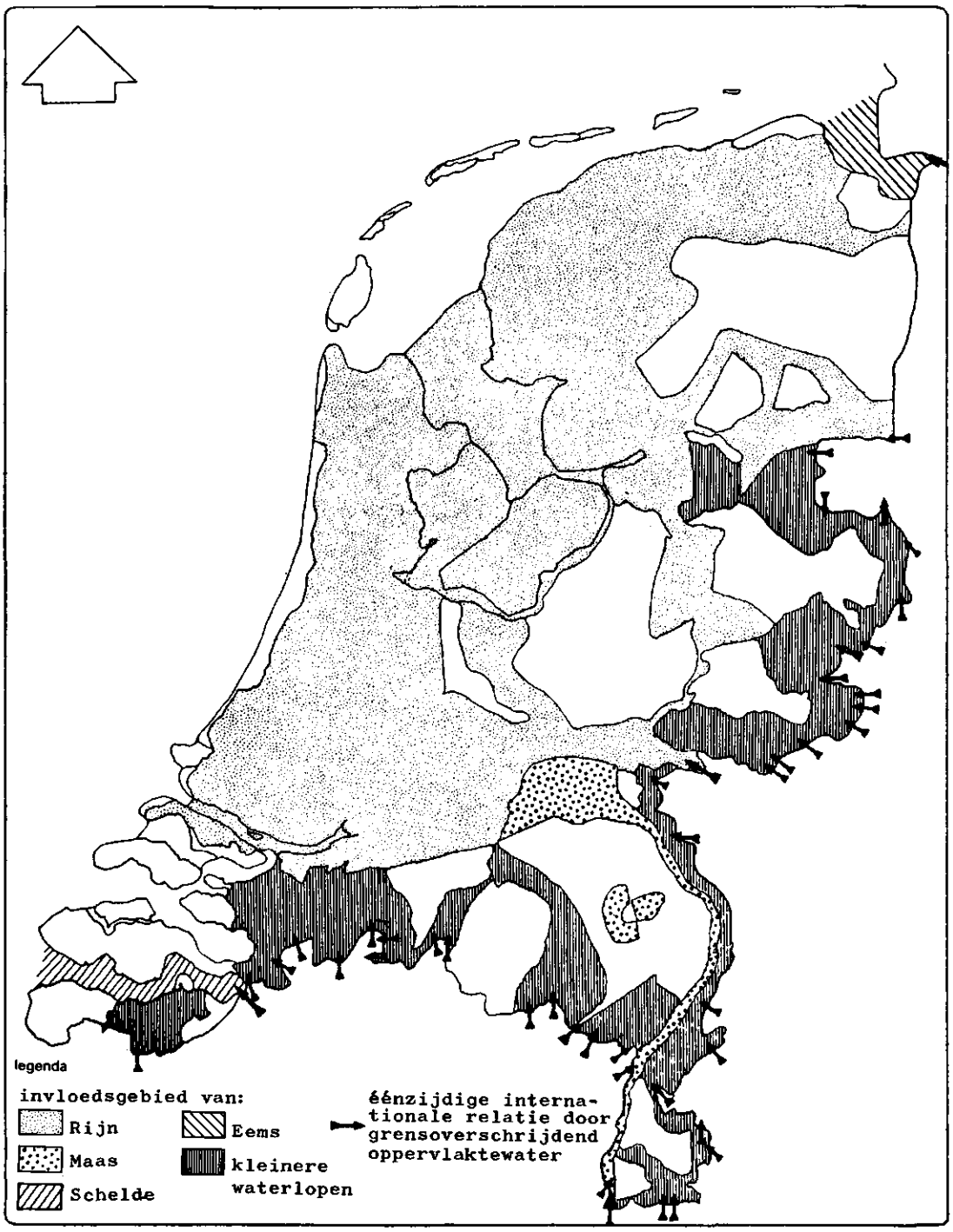
Het water van de Rijn en in mindere mate dat van de Maas, wordt middels stuwen, sluizen, gemalen en andere kunstwerken verspreid over een groot deel van Nederland (figuur 33). De invloed van het Scheldewater blijft overwegend beperkt tot de Westerschelde en de aangrenzende niet bedijkte gronden en die van het Eemwater tot het Dollardgebied. Via zeewaterstromen strekt de invloed van het rivierwater zich uit over een veel groter gebied.

De afwateringsgebieden van de kleinere grensoverschijdende waterlopen beslaan samen een aanzienlijk oppervlak (figuur 33). Binnen deze gebieden beïnvloeden de waterlopen hun omgeving door hun drainerende en/of infiltrerende werking, inundaties, voeding van vennen en plassen, het inlaten van water in sloten, enzovoort.

De hoeveelheid water, die jaarlijks via de waterlopen Nederland binnenkomt, is ongeveer even groot als de hoeveelheid die naar zee wordt afgevoerd. De grote waterlopen spelen daarbij een belangrijke rol (tabel 16). Dat evenveel wordt aan- als afgevoerd, geldt niet voor het door de rivieren getransporteerde materiaal. Zo wordt verreweg het grootste deel van het bij de landsgrenzen aangevoerde zwevende stof (waaronder slib) binnen Nederland afgezet; slechts ongeveer 8% wordt afgevoerd naar zee (tabel 18). Een belangrijk deel komt in het havengebied van Rotterdam en omgeving terecht. Op het verloop van de waterkwaliteit langs enkele trajecten van de grote rivieren binnen Nederland, wordt bij de relaties op nationaal niveau nader ingegaan.

	miljoen ton per jaar
Aanvoer in Lobith (Rijn) en Eysden (Maas)	ca. 3,0
Sedimentatie tot aan de lijn Vreeswijk-Gorinchem-Keizersveer, inclusief Ketelmeer	ca. 0,5
Sedimentatie in Hollands Diep-Haringvliet	ca. 1,0
Sedimentatie in Nieuwe Maas-havens	ca. 1,25
Afvoer naar zee	ca. 0,25

Tabel 18. De aan-/afvoer en sedimentatie van door de grote rivieren getransporteerde wevende stof (Voorlopig Milieueffect-rapport Berging baggerspecie, 1978).



Figuur 33. Internationale relaties door oppervlaktewaterbewegingen en de invloedsgebieden van deze relaties.

Afgaande op de kwaliteitsaanduiding van het IMP (1975), kan geconstateerd worden dat de waterkwaliteit van de grote waterlopen bij de landsgrens in 1973 in het algemeen matig slecht was. De Maas vormde hierop een uitzondering met een matig goede kwaliteit. Die van de kleine waterlopen liep nogal uiteen. Voor vrijwel al het water uit België en dat uit West-Duitsland, dat Midden- en Zuid-Limburg binnenkwam, gold dat de kwaliteit matig tot slecht was. Het water, dat Noord-Limburg, de Achterhoek, Overijssel en Drente binnenkwam, was bij de grens overwegend goed tot matig. Deze toestand was in 1978 aanzienlijk verbeterd (IMP, 1980). Het water van enkele grensoverschijdende beken in Limburg, de Achterhoek en Oost-Groningen, alsmede het kanaal van Gent naar Terneuzen, had echter nog steeds een matige tot slechte kwaliteit.

De grensoverschijdende rivieren dragen in belangrijke mate bij aan de totale belasting van het Nederlandse oppervlaktewater met biologisch afbreekbaar materiaal, zoals gechloreerde koolwaterstoffen en leveren van alle bronnen verreweg de grootste bijdrage aan de totale belasting met fosfaten, stikstofverbindingen en chloriden (tabel 19). Steenvoorden en Toussaint (1974) toonden aan dat de invloed

	biologisch afbreekbare stoffen (10^6 i.e.)	fosfaten (10^6 kg P)	stikstofverbindingen (10^6 kg N)	chloriden (10^5 ton keukenzout)
grensoverschrijdende rivieren	24 - 27	46 - 66	200 - 250	150 (Rijn)
industrie	30 - 35	2,5-3,4	20 - 30	1
huishoudens	12,5	14,2-15,2	51 - 55	1,7
landbouw en natuurlijke uitspoeling	2,5	1,7-2,7	57 - 67	2,2
neerslag	-	0,5-1,5	-	2
kwel	-	-	-	23
gladheidsbestrijding	-	-	-	3
sluizen	-	-	-	65

Tabel 19. Herkomst van de belasting van het Nederlandse oppervlaktewater met diverse stoffen (naar IMP, 1975 en De Vries, 1976).

hiervan reikt tot binnen de kleinere afwateringseenheden. Zo bleek de inlaat van Rijnwater in enkele poldergebieden in Delfland en Schieland een kwart tot een derde bij te dragen aan de fosfaatbelasting, bijna de helft aan de stikstofbelasting en voor 20 tot 80% aan de zoutbelasting. Dat dit tevens geldt voor vele andere stoffen, ligt voor de hand.

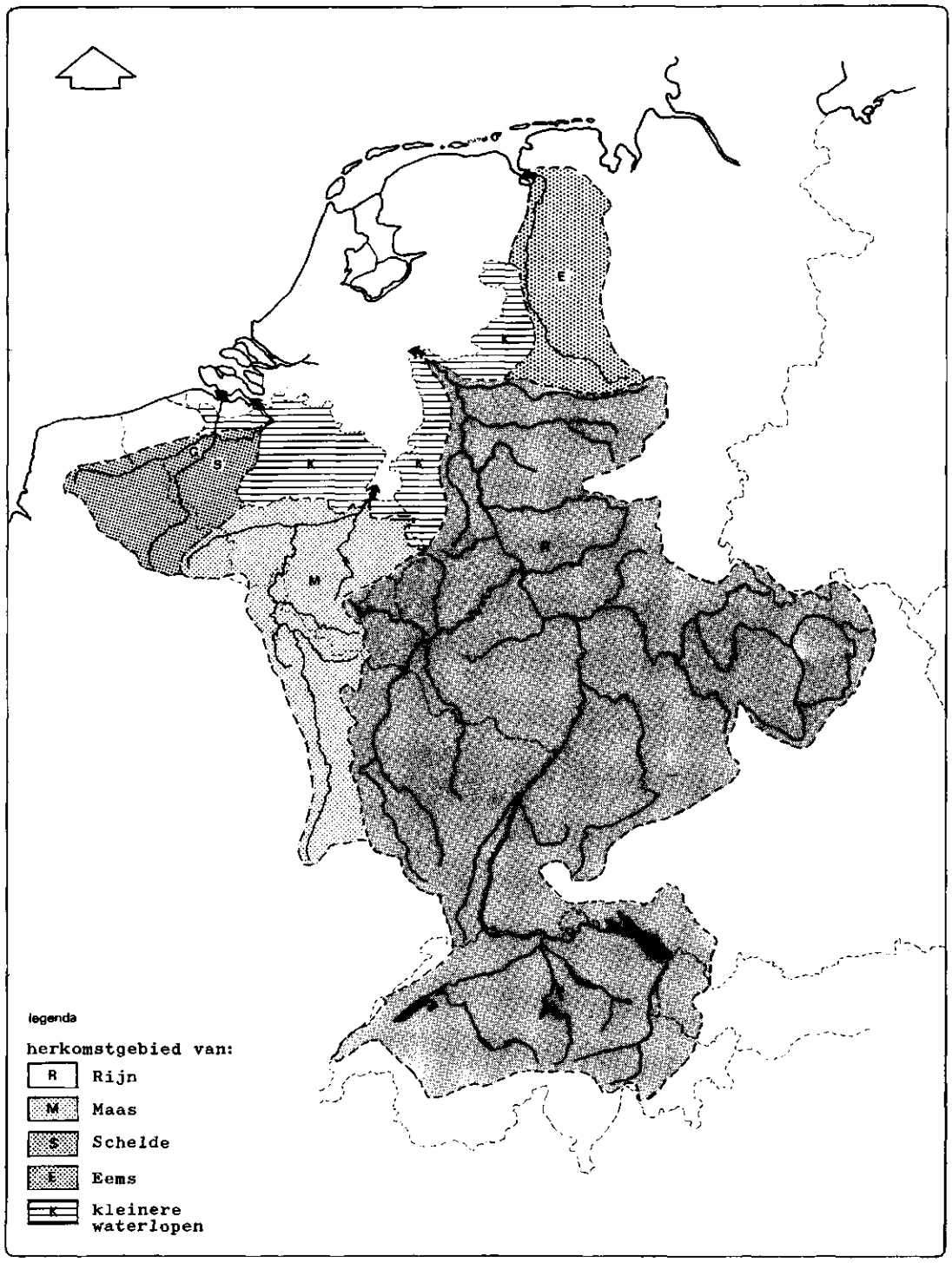
De belangrijkste internationale relaties door oppervlaktewaterbewegingen zijn samengevat in figuur 31. Figuur 34 toont de herkomstgebieden.

Bij de relaties op nationaal niveau is een onderscheid tussen afwateringseenheden en buitenwater zinvol.

Een afwateringseenheid is een van zijn omgeving te onderscheiden gebied dat een samenstel van wateren met het daarop afwaterende gebied omvat en dat rechtstreeks afwatert op buitenwater. Van zo'n eenheid maken ook waterbeheersingswerken deel uit. In deze studie wordt gerefereerd aan de afwateringseenheden, zoals die onderscheiden worden door Rijkswaterstaat.

Onder buitenwater worden de grote, min of meer vrij stromende, grote rivieren, het IJsselmeer, de zeearmen en de zee verstaan.

Het buitenwater wordt gekenmerkt door een hoge dynamiek van de eerste graad en een relatief beperkte regulatie door de mens. Het water van de afwateringseenheden wordt daarentegen gekenmerkt door

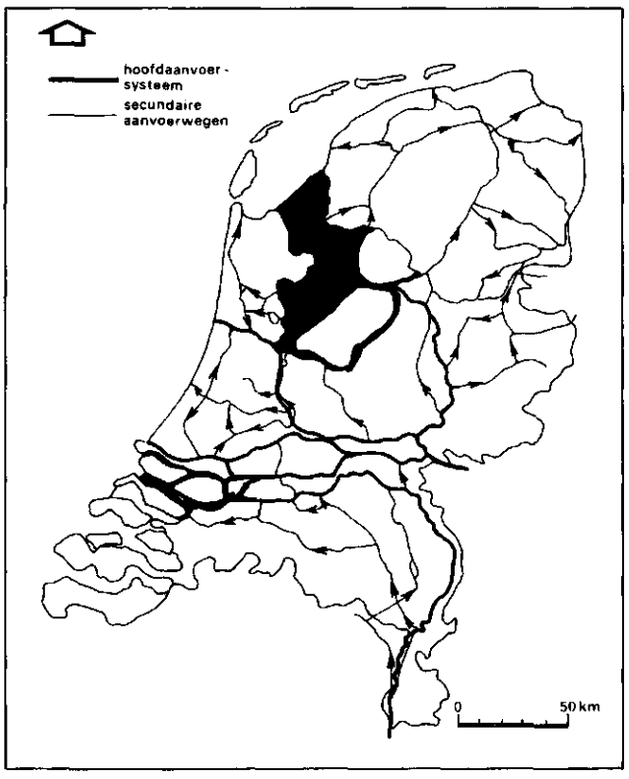


Figuur 34. De herkomstgebieden van de internationale relaties door oppervlaktewaterbewegingen.

een relatief lage dynamiek van de eerste graad, een relatief sterke regulatie door de mens en een beperkt aantal relaties via het oppervlaktewater met de omgeving.

Onder nationale relaties worden hier die relaties verstaan, die over grotere afstand (meer dan 50 km) worden onderhouden door het buitenwater en door de ketens of netwerken van relaties, veelal lopend via kleinere waterlopen, tussen verschillende afwateringseenheden. Samen strekken ze zich uit over een groot deel van Nederland (figuur 35). Het gaat overwegend om eenzijdige relaties, waarbij de waterkwaliteit een belangrijke rol speelt. Op de omvang van de verspreiding van in het bijzonder het Rijn- en Maaswater is in het voorgaande al gewezen. Deze verspreiding is vooral dienstbaar aan de watervoorziening in de land- en tuinbouw en de drinkwatervoorziening.

Vanuit het hoofdaanvoersysteem (figuur 35) wordt rechtstreeks water ingelaten in een groot aantal gebieden. Ook wordt aan dit systeem water onttrokken om kanalen en rivierarmen te voeden, die water aanvoeren naar gebieden, die niet rechtstreeks water aan het hoofdsysteem kunnen onttrekken. In de droge zomer van 1976 werd het voorzieningssysteem zeer intensief benut, vooral voor de watervoorziening in de land- en tuindbouw. Figuur 36 toont de afwateringseenheden, waarin toen water van de gro-



Figuur 35. De ligging van de belangrijkste wateraanvoerwegen (Van Boheemen en De Wilde, 1979).

te rivieren en het IJsselmeer werd aangevoerd.

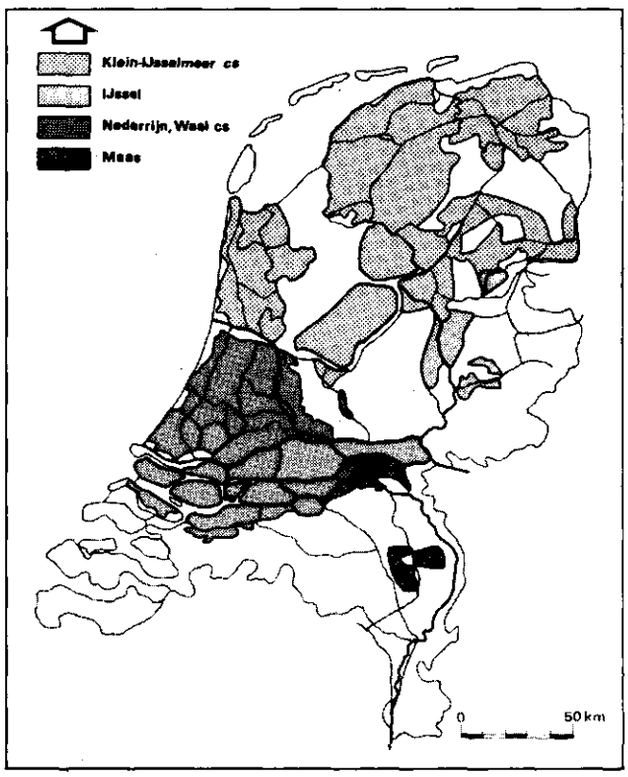
Behalve in deze afwateringseenheden, komt een aanzienlijk deel van het door de Rijn aangevoerde water en getransporteerde materiaal in het IJsselmeer terecht en van daaruit ten dele ook in de Waddenzee. Daarnaast komt een zeer groot deel samen met een groot deel van de afvoer van de Maas in het Haringvliet-Hollands Diep-meer en de Oosterschelde terecht.

	RIJN - WAAL (RIWA, 1974)				RIJN - LEK (RIWA, 1974)		RIJN - LEK (IMP, 1975)		RIJN-IJSSEL (IMP, 1975)			
	Lobith	Ochten	Brakel	Kop van 't Land	Lobith	Berg-ambacht	Lobith	Vreeswijk	Lobith	Kampen	vwg	sw
Cl^- (mg/l)	192	193	187	186	192	188	210	193	210	194	200	150
pH	7.4	7.4	7.6	7.55	7.4	7.6	7.3	7.4	7.3	7.4	6.5<pH<8.5	
NO_3^- (mg/l)	13	13	13	13	13	14	} 2.8 (als N)	2.9	} 2.8 (als N)	2.9	4 (N)	} 2 (N)
NO_2^- (mg/l)	.39	.44	.45	.06	.39	.44					1 (N)	
NH_4^+ (mg/l)	2.1	2.2	2.1	2.1	2.1	2.1	2.2	2.4	2.2	2.7	2 (N)	.5(N)
ortho-P (mg/l)	.96	.88	.77	.79	.96	.54	-	-	-	-	-	-
totaal-P (mg/l)	2.5	1.95	1.76	1.77	2.5	1.58	1.10	.64	1.10	.42	.3	.05
O_2-%	56	58	72	60.9	56	67	37	66	37	52	>50	80<O_2-%<120
BZV_5 (mg/l)	-	-	-	-	-	-	8.5	5.7	8.5	6.1	5	2
CZV (mg/l)	32	21	-	17	32	15	41	33	41	38	-	-

	MAAS (RIWA, 1974)			MAAS (IMP, 1975)								
	Maastricht	Grave	Heusden	Eijsden	Keizers-veer						vwg	sw
Cl^- (mg/l)	44	60	60	58	81						200	150
pH	7.8	7.7	7.7	7.6	7.6						6.5<pH<8.5	
NO_3^- (mg/l)	12	15.6	15	} 2.4 (als N)	3.3						4 (N)	} 2 (N)
NO_2^- (mg/l)	.28	.55	.50								1 (N)	
NH_4^+ (mg/l)	1.3	2.3	2.0	1.5	2.8						2 (N)	.5(N)
ortho-P (mg/l)	2.0	1.4	1.14	-	-						-	-
totaal-P (mg/l)	4.3	1.8	1.72	1.25	.79						.3	.05
O_2-%	85	86	90	82	74						>50	80<O_2-%<120
BZV_5 (mg/l)	-	-	-	5.5	5.7						5	2
TOC (mg/l)	5.4	6.4	5.5	-	-						-	-

	IJSSELMEER (RIWA, 1974)		(IMP, 1975)		SCHELDE (IMP, 1975)	HARINGVLIET (IMP, 1975)				
	Lobith	Andijk	Lobith	IJ 10	25	H 12			vwg	sw
Cl^- (mg/l)	192	236	210	222	6207	214			200	150
pH	7.4	8.5	7.3	8.2	7.5	7.5			6.5<pH<8.5	
NO_3^- (mg/l)	13	6.5	} 2.8 (als N)	2.0	.7 (als N)	3.0 (als N)			4 (N)	} 2 (N)
NO_2^- (mg/l)	.39	.11							1 (N)	
NH_4^+ (mg/l)	2.1	.31	2.2	.9	6.9	1.8			2 (N)	.5(N)
ortho-P (mg/l)	.96	.15	-	-	-	-			-	-
totaal-P (mg/l)	2.5	.62	1.10	.26	1.45	.33			.3	.05
O_2-%	56	96	37	104	11	89			>50	80<O_2-%<120
BZV_5 (mg/l)	-	-	8.5	4.5	6.2	4.8			5	2
CZV	32	23	41	-	-	-			-	-

Tabel 20. Het verloop van de waterkwaliteit langs enkele trajecten.



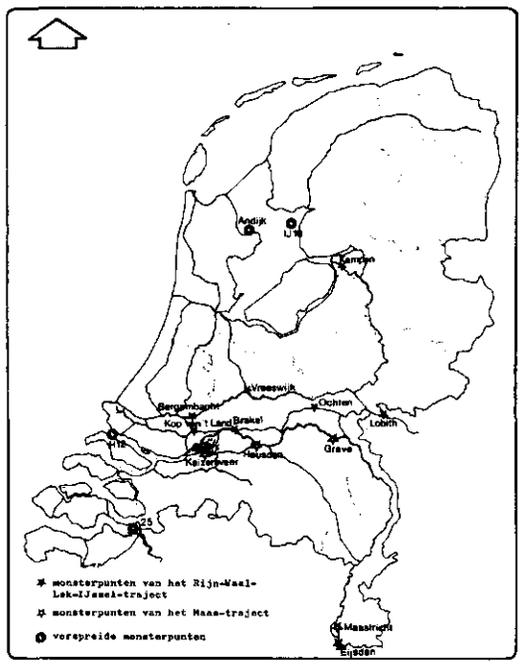
Figuur 36. Gebieden met wateraanvoer in de droge zomer van 1976, ingedeeld naar herkomst van het water (Van Boheemen en De Wilde, 1979).

Onder meer door het karakter van de relaties, is de kwaliteit van het water van de grote waterlopen niet overal hetzelfde. Er komen om vele plaatsen stoffen bij; er vindt verdunning, sedimentatie en ook omzetting plaats, al dan niet afhankelijk van het samenkomen van water met een verschillende samenstelling. Dit blijkt, wanneer we naar enige trajecten binnen Nederland kijken (tabel 20 en figuur 37).

Over de Rijn en haar aftakkingen kan samenvattend het volgende opgemerkt worden:
het Cl^--gehalte vertoont, evenals de pH en het NO_3^--, NO_2^-- en NH_4^+-gehalte, weinig veranderingen over het traject; het NO_2^--gehalte is alleen aan het eind van de Waal (Kop van 't Land) laag;
het P-totaal-gehalte daalt stroomafwaarts vooral in de Lek en de IJssel en in mindere mate ook in de Waal relatief sterk; het O_2-gehalte en het BZV_5 neemt stroomafwaarts in de Lek en de IJssel toe, terwijl het O_2-gehalte van de Waal weinig verandert.

Voor de Maas geldt het volgende:
het Cl^--gehalte neemt stroomafwaarts toe, evenals het NO_3^--, NO_2^-- en NH_4^+-gehalte (vooral bij het lozingspunt van de DSM bij Berg), terwijl de pH, het BZV_5 en het O_2-gehalte ongeveer gelijk blijven; het P-totaal-gehalte neemt stroomafwaarts sterk af.

Om een betere indruk te krijgen van de betekenis van deze gehaltes, vergelijken we de waarden uit tabel 20 met de "voorlopige grenswaarden" (vgw) en "streefwaarden" (sw) van het Indicatief Meerjarenprogramma (1975). De voorlopige grenswaarden zijn volgens het IMP waterkwaliteitsnormen voor de korte termijn (vijf jaar) van een regionale of plaatselijke betekenis. De streefwaarden zijn volgens IMP waterkwaliteitsnormen voor de lange termijn (15-20 jaar) van een meer algemeen en permanent karakter. We kunnen het volgende constateren:



Figuur 37. De ligging van de monsterpunten, beschreven in tabel 20.

pH (vgw en sw 6.5 pH 8.5): alle waarden vallen binnen de gegeven marge; in het IJsselmeer wordt echter de bovengrens gehaald (pH 8.5).

Cl (vgw 200 mg/l; sw 150 mg/l): alle Rijnwateren (inclusief het IJsselmeer) zitten dicht tegen of boven de vgw en beduidend boven de sw; de Maas ligt duidelijk beneden de sw.

NO_3^- (vgw 4 mg/l als N; sw 2 mg/l, samen met NO_2^-): zowel de Rijn als de Maas liggen boven de sw, maar beneden de vgw; de waarde van de Westerschelde is de enige beneden de sw.

NO_2^- (vgw 1 mg/l als N; sw 2 mg/l, samen met NO_3^-): alle waarden liggen beneden de vgw, maar samen met het NO_3^--gehalte wordt de sw echter veelal overschreden.

NH_4^+ (vgw 2 mg/l als N; sw 0,5 mg/l): de waarden van het Rijnwater liggen boven de vgw, terwijl die van de Westerschelde er ver boven liggen; voor de Maas en het IJsselmeer gelden waarden tussen de vgw en de sw.

totaal-P (vgw 0,3 mg/l; sw 0,05 mg/l): vrijwel overal liggen de waarden boven de vgw; alleen op het waarnemingspunt in het IJsselmeer ligt de waarde er iets onder.

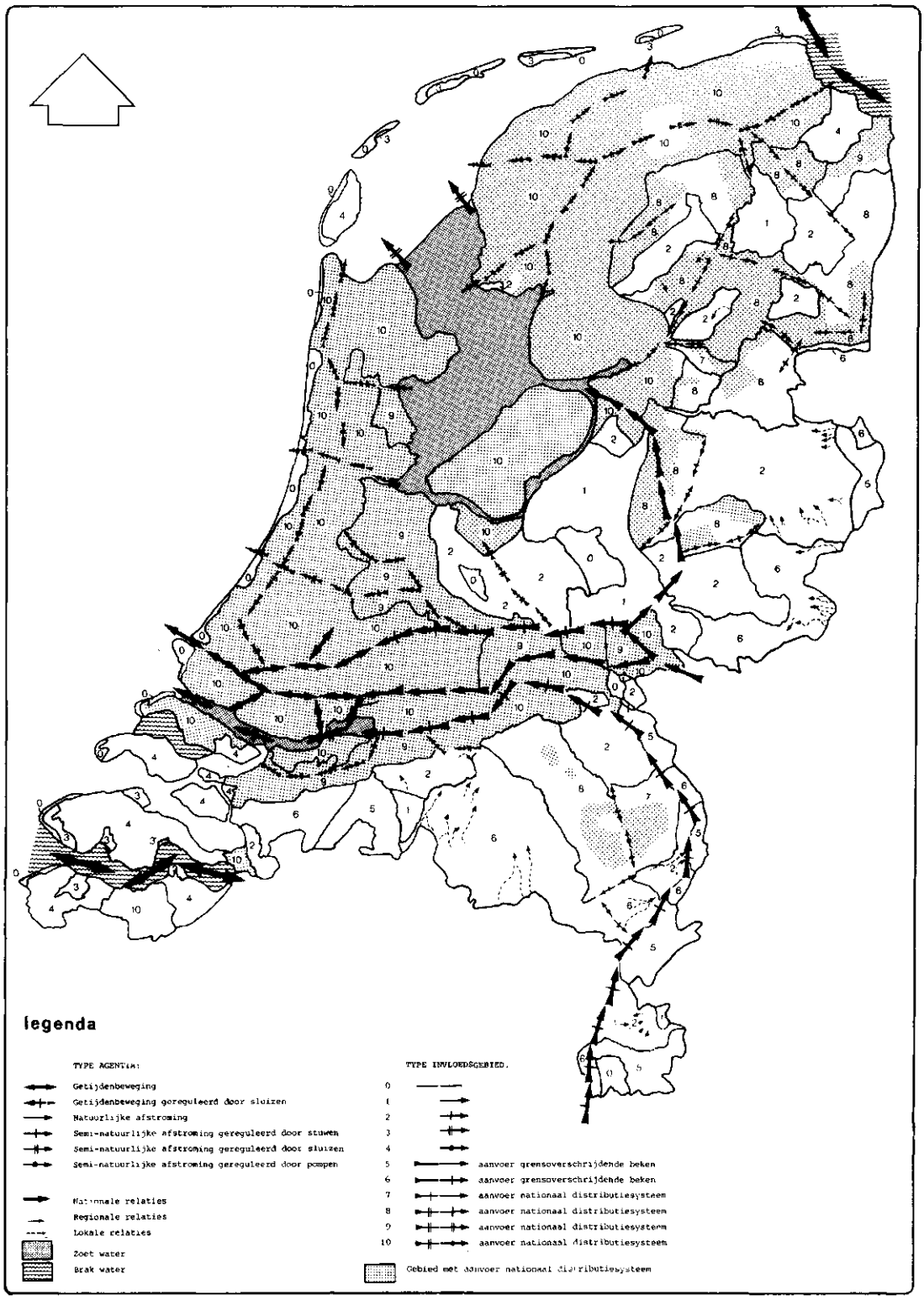
O_2-% (vgw 50%; sw 80% O_2-% 120%): bij Lobith ligt het O_2-% vaak onder de vgw, terwijl ook elders in de Rijn de minimum-sw niet gehaald wordt; in de Maas, het IJsselmeer en bij de Haringvlietdam wordt de minimum-sw wel gehaald; de Westerschelde heeft mede door haar estuariene karakter een extreem laag O_2-gehalte.

BZV_5 (vgw 5 mg/l; sw 2 mg/l): slechts op het IJsselmeer en bij de Haringvlietdam zijn waarden beneden de vgw gevonden; nergens wordt de sw gehaald.

De belangrijkste nationale relaties zijn in figuur 38 in beeld gebracht.

De relaties op regionaal niveau betreffen die tussen de afwateringseenheden enerzijds en het buitenwater anderzijds en die binnen de afwateringseenheden tussen de belangrijkste waterloop (-lopen) aldaar en zijn (hun) omgeving.

Het gaat bijvoorbeeld om de éénzijdige relaties door natuurlijke afstroming. Dit type, dat beperkt is tot de vrijstromende, niet of in beperkte mate gereguleerde beken, zoals delen van de Willinkbeek, de Ratumse Beek, de Dinkel, de Drentse Aa, de bovenloop van de Dommel, de Reest, de Geul,



Figuur 38. De belangrijkste nationale en regionale relaties door oppervlaktewaterbewegingen.

de Gulp en de Veluwse sprengen-beken, wordt in Nederland steeds minder aangetroffen.

Veel vaker gaat het om éénzijdigde relaties door semi-natuurlijke afstroming, zoals die, gereguleerd door stuwen en sluizen. Ten behoeve van de waterconservering voor de land- en tuinbouw en een enkele keer voor natuurterreinen worden in vele beken stuwen geplaatst, nadat deze beken eerst voor een betere ont-/afwatering rechtgetrokken en verbreed zijn. Hiermee wordt in het bijzonder de dynamiek van de tweede graad van de afvoer van de beken beïnvloed. Met name in het zomerseizoen nemen de stroomsnelheden sterk af en vallen bepaalde beektrajecten niet meer of veel korter dan voorheen droog.

De relaties, die gereguleerd worden door stuwen, doen zich met name voor in hoog-Nederland en die door sluizen vooral in laag-Nederland. Stuwen worden ook wel gebruikt om water, dat in kanalen wordt opgemalen, bovenstrooms in te laten in afwateringsgebieden. Dit is bijvoorbeeld het geval bij de Brabantse en Drentse kanalen, van waaruit het oorspronkelijke Maas- en Rijnwater wordt ingelaten in respectievelijk de Peel en grote delen van Drente en Z.O.-Groningen.

Evenals stuwen, beïnvloeden sluizen vooral de dynamiek van de tweede graad en in mindere mate die van de eerste graad. Soms hebben we te doen met een zeer subtiel regulatiesysteem. Zo zal alleen boezemwater uit Amstelland via de Tolhuissluis in het Amstel-Drecht-kanaal naar Rijnland worden gelaten, als het boezemwater een lager zoutgehalte heeft dan het water dat uit de Hollandse IJssel in Rijnland wordt ingelaten.

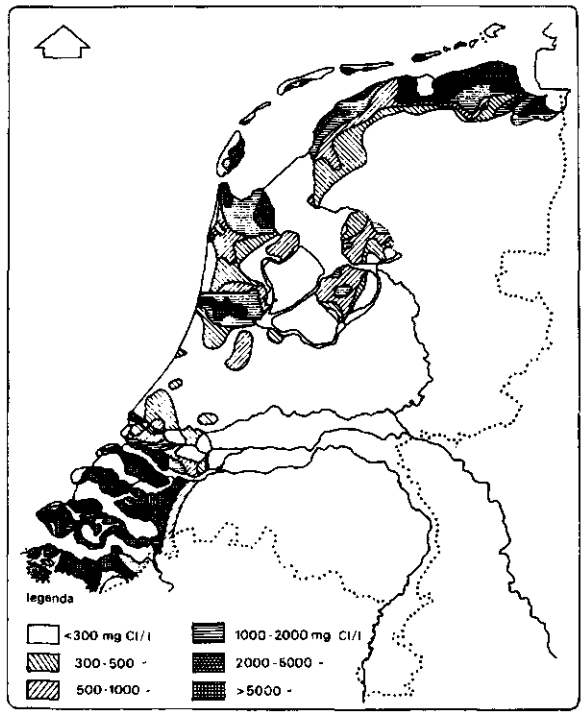
Eénzijdige relaties treden ook op door bemaling. Hiermee wordt zowel de dynamiek van de eerste als die van de tweede graad gereguleerd. Van éénzijdige relaties is er in dit geval uitsluitend sprake, wanneer er geen stroomrichtingveranderingen optreden in de loop van het jaar, zoals bij boezembemaling op zout water. Daarentegen is er sprake van dubbel-éénzijdige relaties, wanneer er zowel periodiek bemaald wordt, als periodiek water wordt ingelaten. Een voorbeeld van het laatste type relatie is dat tussen de Nederrijn en de Over-Betuwe West. In regenrijke periodes wordt water uitgemalen met een maximum-capaciteit van 15000 l/sec. In periodes met lage grondwaterstanden kan door een sluis naast het gemaal 3000 l/sec worden ingelaten vanuit de rivier. In beide gevallen gaat het om een effect op de levensgemeenschappen van de Over-Betuwe en niet op die van de rivier.

Van éénzijdige regionale/lokale relaties is ook sprake bij incidentele of periodieke overstromingen van uiterwaarden of laag gelegen beekdalen. Door cultuurtechnische en waterstaatkundige werken, zoals rechttrekking, profielvergroting, dijkverhoging en de aanleg van omleidingskanalen, neemt de omvang en frequentie van de overstromingen af. Ook hier gaat het in de eerste plaats om een effect op levensgemeenschappen van het inkomstgebied en niet op die van de waterloop.

Een bijzonder geval van dubbel-éénzijdige relaties is dat door zoet- en brak water-getijdebewegingen. Hierdoor wordt het gebied van de benedenlopen van de grote waterlopen in West-Nederland, zoals de Nieuwe en Oude Maas, de Beneden-Merwede en de Noord, beïnvloed. In enkele gevallen, zoals bij de Hollandse IJssel-Lek, wordt de beweging van het getij mede bepaald door sluizen (in het Haringvliet). Extreme situaties worden gereguleerd door stormvloedkeringen. Door de Deltawerken is de ecologische betekenis van deze relaties in belangrijke mate afgenomen: het unieke karakter van het waterregime van de Biesbosch werd hierdoor teniet gedaan.

Op regionaal niveau spelen ook de al bij het zeewater genoemde relaties door estuariene waterbewegingen in West-Nederland en het Dollard-gebied. Het zoute water, dat via de estuaria, kanalen en rivieren, het oppervlakte- en grondwater binnendringt, wordt door bewegingen op regionaal/lokaal niveau verder verplaatst (figuur 39).

Een beperkt aantal gebieden wordt gekenmerkt door isolatie ten aanzien van oppervlaktewaterbewegingen. Het betreft op dit niveau gebieden zonder waterlopen en met overwegend diepe grondwaterstanden, zoals de kustduinen en hoge delen van de stuwwallen. Het regenwater dringt meestal direct in de bodem en wordt afgevoerd naar het grondwater en/of naar op enige afstand gelegen eenheden van oppervlaktewater.



Figuur 39. Het chloride-gehalte van het boezem- en polderwater in een gemiddeld jaar.

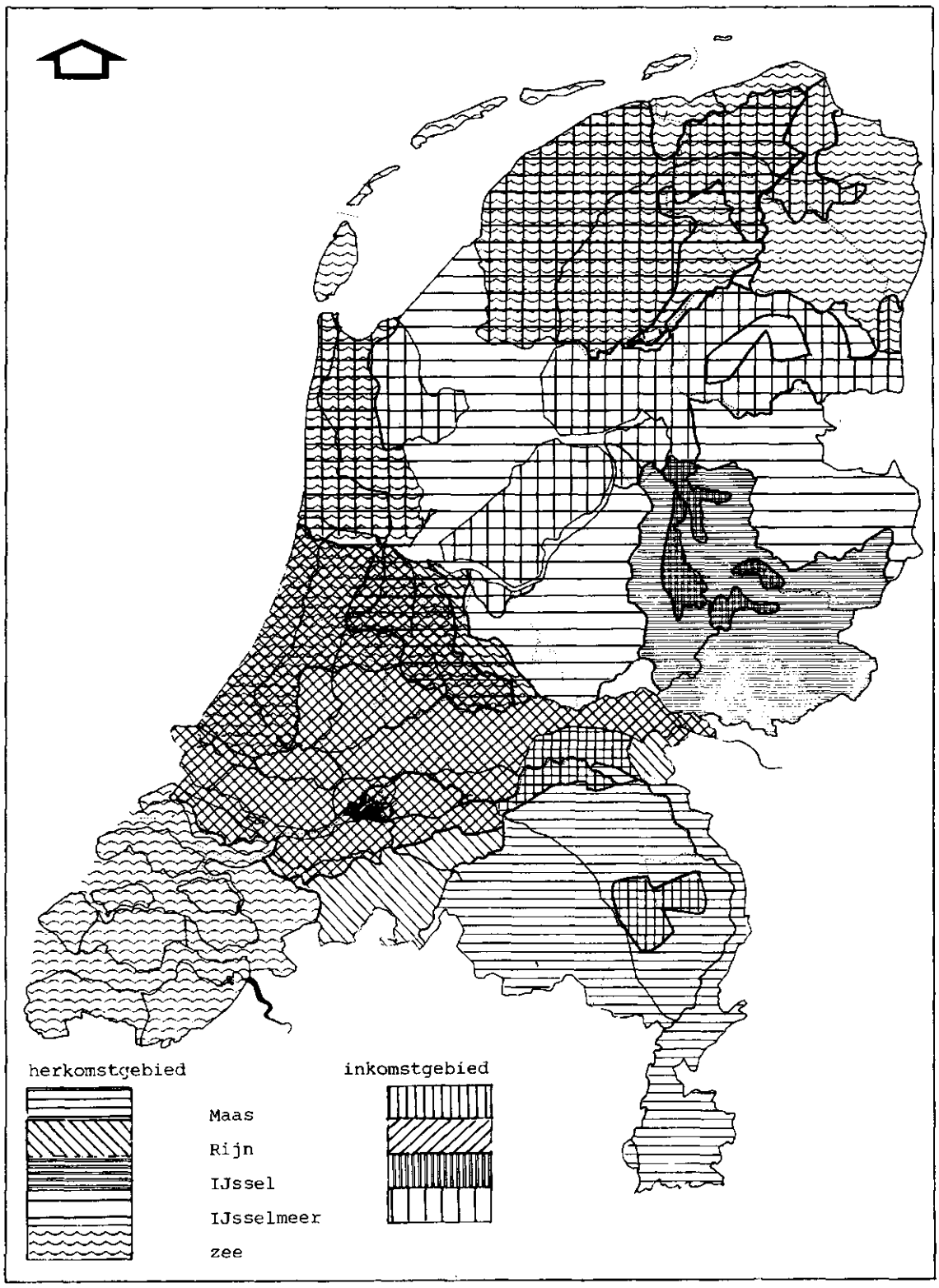
In alle gevallen wordt het effect van de relaties niet alleen door de mens beïnvloed door een meer of minder sterke regulatie van het waterregime, maar ook door waterverontreiniging. De kaarten van de waterverontreiniging van het IMP (1975 en 1980) tonen dit.

Van grote invloed op vele levensgemeenschappen is de fosfaat- en nitraatbelasting van het oppervlaktewater. In het kader van de PAWN-studie is een schatting gemaakt van de belasting van het oppervlaktewater met fosfaten en nitraten door diffuse bronnen voor 77 deelgebieden. Overzichten hiervan worden gegeven in figuur 42 en 43. Ook de belasting door verschillende categorieën puntbronnen zijn in het kader van de PAWN-studie verzameld (Wegner, 1981).

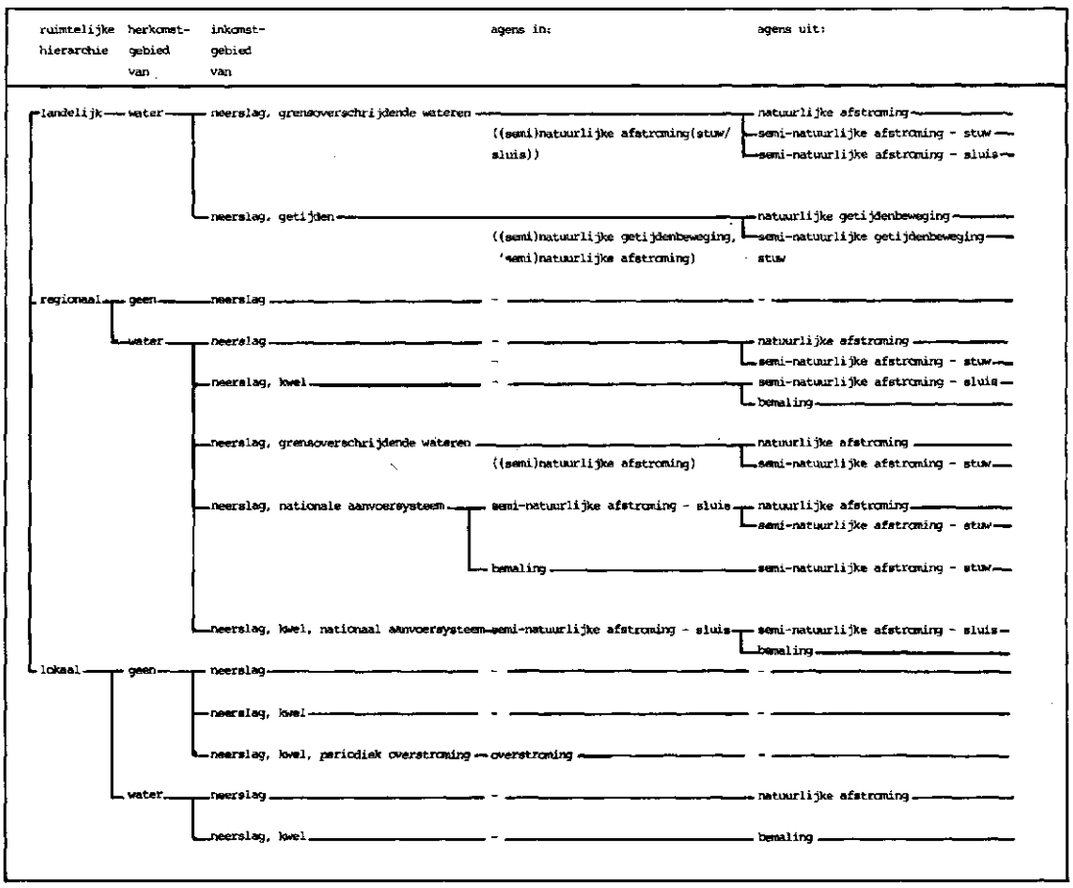
De belangrijkste regionale relaties door oppervlaktewaterbewegingen zijn samengevat in figuur 38. Figuur 40 geeft een overzicht van de betreffende in- en herkomstgebieden.

Vele van de voor het regionale niveau behandelde relaties kunnen zich ook op lokaal niveau voordoen. Voorbeelden zijn de éénzijdige relaties door natuurlijke afstroming van kleine beekjes, periodieke afstroming in droogdalen, semi-natuurlijke afstroming, gereguleerd door stuwen en sluizen (zoals de lozing van kleine poldertjes op de Waddeneilanden en langs de Westerschelde op zout buitenwater), incidentele of periodieke overstromingen van laag gelegen beekdalen en gebieden, grenzend aan vennen of plassen, alsmede de éénzijdige relaties door bemaling en de dubbel-éénzijdige relaties door zowel inlaten van water als bemaling bij kleine poldertjes.

Ook op lokaal niveau kan er sprake zijn van isolatie. Veelal gaat het hierbij om watereenheden, die betekenis hebben voor de nationale ruimtelijke planning, doordat de voorkomende levensgemeenschappen hoog gewaardeerd worden of hoog gewaardeerd zouden worden, wanneer er minder menselijke beïnvloeding zou zijn. Voorbeelden kunnen zijn: duinmeren, vennen in het pleistocene zandgebied, wielen, inlagen, zandwingaten, kleiputten en petgaten. Hun geïsoleerde ligging ten opzichte van geeutrofieerd of anderszins verontreinigde oppervlaktewater in de nabije omgeving, kan het behoud van hun specifieke kwaliteiten betekenen.



Figuur 40. Wateren met een nationale functie binnen de Nederlandse waterhuishouding en de gebieden, die door deze wateren via relaties beïnvloed worden.



Figuur 41. Overzicht van landschapsecologische relaties door oppervlaktewaterbewegingen in Nederland.

De genoemde negatieve effecten op levensgemeenschappen door de aanvoer van verontreinigende stoffen en/of regulatie van het waterregime door de mens, kunnen zich uiteraard ook op lokaal niveau voldoen.

Figuur 41 geeft een overzicht van de typologie van landschapsecologische relaties door oppervlaktewaterbewegingen in Nederland.

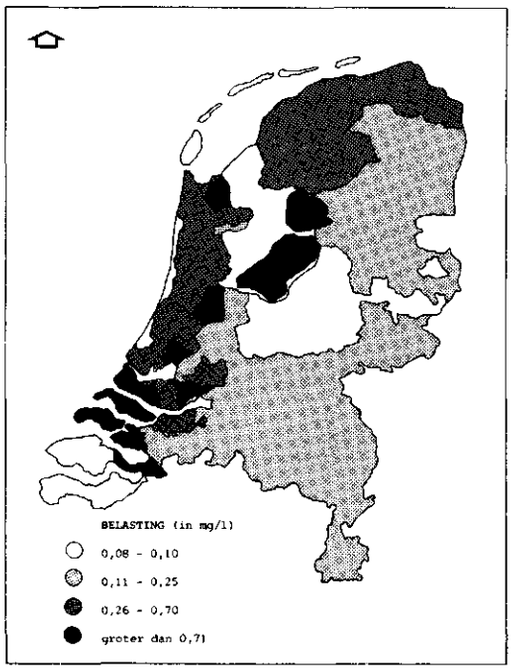
6.5. Relaties door grondwaterbewegingen *

De relaties door grondwaterstromen hebben op de beschouwde schaalniveaus ofwel het karakter van isolatie, wanneer er geen uitwisseling van grondwater met de omgeving plaatsvindt, ofwel van tweezijdige relaties. In het laatste geval stroomt er grondwater van het ene gebied naar het andere en worden de ecosystemen van beide gebieden hierdoor beïnvloed. Op lokaal niveau kan er plaatselijk sprake zijn van periodieke richtingwisselingen, leidend tot dubbel-tweezijdige relaties (Roelofs en Vos, 1979). Deze worden hier verder niet behandeld.

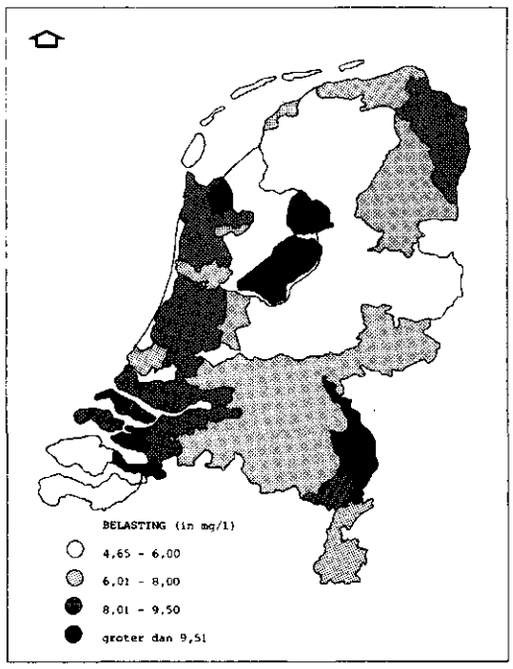
In de ondergrond kunnen als gevolg van verticale doorlatendheidsverschillen op verschillende diepten grondwaterstromen optreden. We vatten deze stromen in principe op als verschillende agentia. In deze studie blijft het onderscheid beperkt tot dat tussen ondiep en diep grondwater. Het ondiepe

---

*) Voor een uitgebreide verslaglegging van de relaties door grondwaterbewegingen wordt verwezen naar Roelofs, e.a. (1982).



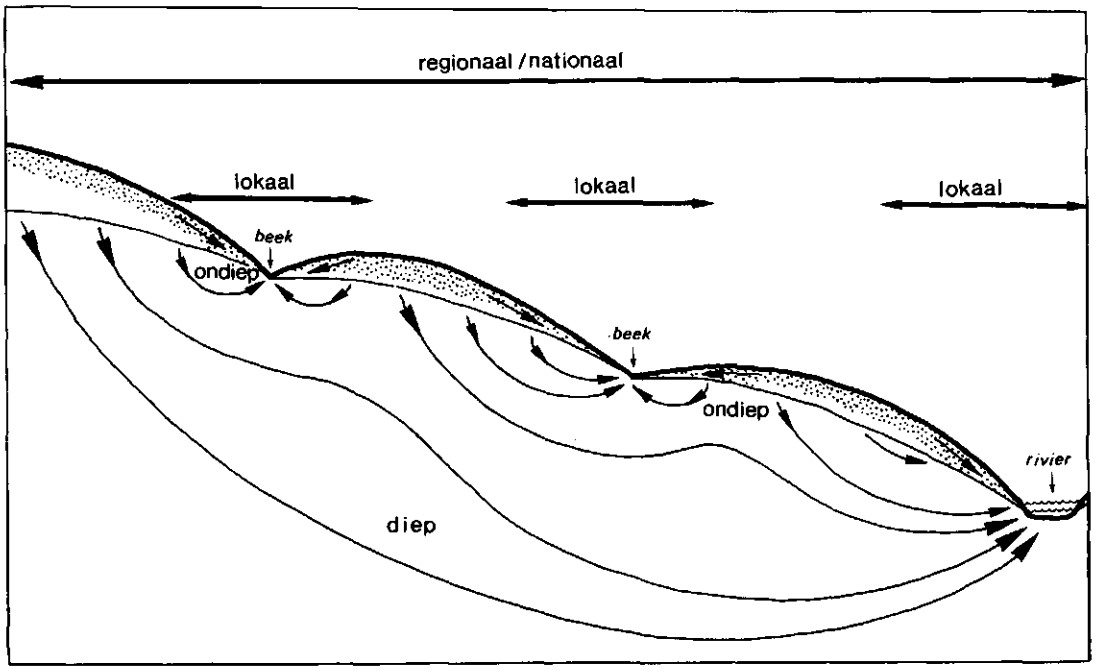
Figuur 42. De geschatte belasting met fosfaten (P-totaal) door landbouw, natuurlijke uitspoeling en kwel (Wegner, 1981).



Figuur 43. De geschatte belasting met stikstof (N-kehjdal) door landbouw, natuurlijke uitspoeling en kwel (Wegner, 1981).

grondwater betreft het grondwater uit het bovenste watervoerende pakket; dat wil zeggen, het freatische grondwater en het grondwater uit het pakket, dat in het westen en noorden van Nederland afgedekt wordt door semi-premeabele klei- en veenlagen. Het diepe grondwater betreft het grondwater uit het belangrijkste pleistocene watervoerende pakket. Dit bevindt zich doorgaans op ongeveer 25 tot 50 m - NAP.

Naar aanleiding van de afstand, waarover het grondwater stroomt, kan er een onderscheid gemaakt worden tussen relaties op nationaal/regionaal (stromingsafstand meer dan 10 km) en op regionaal/lokaal niveau (stromingsafstand minder dan 10 km). Ondiepe grondwaterstromen spelen in het algemeen op regionaal/lokaal en diepe grondwaterstromen op nationaal/regionaal niveau. De kleinere patronen van de on-



Figuur 44. De diepe en ondiepe grondwaterstromen, werkzaam op respectievelijk nationaal/regionaal en regionaal/lokaal niveau.

diepe grondwaterstromen kunnen gesuperponeerd gedacht worden op de grotere van de diepe stromen (figuur 44). Dat grondwaterstromen zich over de landsgrenzen met België en West-Duitsland uitstrekken, leidt ertoe dat er ook sprake is van relaties op internationaal niveau.

Als resultante van het stijghoogteverschil tussen het ondiepe en het diepe grondwater kan er kwel dan wel infiltratie optreden in een bepaald gebied. Een infiltratiegebied wordt opgevat als een herkomstgebied van grondwater en een kwelgebied als een inkomstgebied.

De aanwezigheid van grondwater op een bepaalde plaats en de tijdsafhankelijke veranderingen daarvan (fluctuaties) bepalen de interne dynamiek van het grondwater aldaar (Roelofs en Vos, 1979). Deze interne dynamiek wordt, behalve door de hydrometeorologische omstandigheden, ook bepaald door de uitwisseling van grondwater met de omgeving.

De voorkomende internationale relaties worden overwegend onderhouden door diepe grondwaterstromen. Vanuit België en West-Duitsland stroomt er grondwater naar Nederland toe en slechts plaatselijk stroomt er water vanuit Nederland naar West-Duitsland. Plaatselijk kan er ook freatisch water de landsgrens passeren. Gezien het lokale karakter hiervan, wordt er niet nader op ingegaan.

Uit het isohypsenpatroon van het diepe grondwater en uit het hieruit afgeleide patroon van stroomlijnen (figuur 45), blijkt dat er in de noordelijke provincies slechts in geringe mate sprake is van grensoverschrijdend grondwater. In het grensgebied van Groningen en Drente met West-Duitsland is de grondwaterstroom overwegend noordwaarts gericht, parallel aan de landsgrens. In Overijssel wordt een oost-weststroming geblokkeerd door het stuwwallencomplex van Ootmarsum-Tubbergen en Oldenzaal-Enschede. Slechts in het noordoosten van Overijssel vindt er aanvulling van het grondwater vanuit West-Duitsland plaats.

In de Achterhoek, in het gebied tussen de provinciegrens van Overijssel en het gebied van Aalten, is een duidelijke oost-west-gerichte grondwaterstroming aanwezig. Nabij Nijmegen is er sprake van een vanaf het stuwwallencomplex rond Groesbeek naar het oosten gerichte stroming van grondwater, dat ver-



Figuur 45. De stroomlijnen van het diepe grondwater, afgeleid van een grondwaterisohypsenkaart op schaal 1:300.000.



Figuur 46. De stroomlijnen van het ondiepe grondwater, afgeleid van een grondwaterisohypsenkaart op schaal 1:300.000.

volgens echter globaal evenwijdig aan de landsgrens met West-Duitsland in noord-oostelijke richting afstroomt. In het gebied ten oosten van de Maas in Limburg, vindt er voeding van het grondwater vanuit West-Duitsland plaats. Vanuit België komt over vrijwel de gehele lengte van de grens met Noord-Brabant grondwater met een zuid-noord-gerichte stroming Nederland binnen.

In totaal komt er vanuit Duitsland naar schatting 80 miljoen m^3/jaar Nederland binnen. De voeding van het grondwater in Noord-Brabant vanuit België bedraagt ongeveer 50 miljoen m^3/jaar. Ter vergelijking: de aanvulling van het grondwater door nuttige neerslag in Noord-Brabant en Limburg is gemiddeld ongeveer 1 miljard m^3/jaar.

De ecologische betekenis van de aanvoer van grondwater vanuit het buitenland komt vooral tot uitdrukking in de bijdrage aan de wateraanvoer in kwelgebieden (inkomstgebieden) in de zuidelijke en oostelijke provincies. In het algemeen zijn dit beek- en rivierdalen en andere ten opzichte van hun omgeving laaggelegen gebieden.

De hoeveelheid grondwater, die vanuit West-Duitsland Limburg binnenkomt is onder meer ook van belang voor de voeding van de Maas (base-flow).

De internationale relaties via het diepe grondwater zijn in figuur 47 schematisch in beeld gebracht.

De her- en inkomstgebieden van het grondwater op nationaal/regionaal niveau zijn in figuur 48 in beeld gebracht. Het gaat hierbij om respectievelijk infiltratie- en kwelgebieden, die onderscheiden zijn op grond van stijghoogteverschillen tussen het diepe en het ondiepe grondwater.

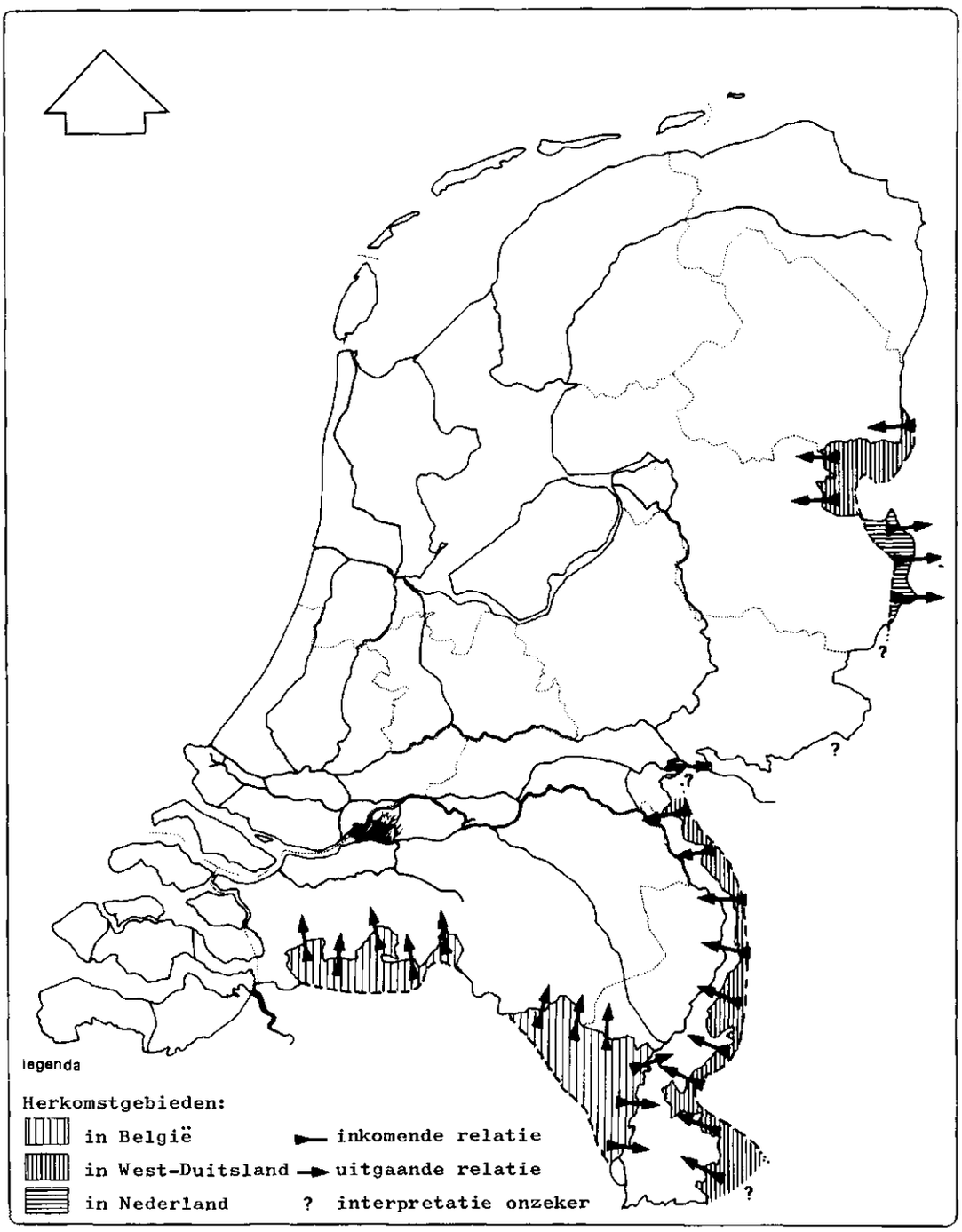
Herkomstgebieden van grondwater zijn op dit niveau: het Drents plateau, de Veluwe, het Gooi en Utrechtse heuvelrug, grote delen van Brabant en Limburg, Twente, de Achterhoek, het Rijk van Nijmegen, Montferland en de kustduinen. Van deze gebieden zijn het Drents plateau, de Veluwe, het Gooi en de Utrechtse heuvelrug, de Peelhorst, het stuwwallencomplex rond Ootmarsum-Tubbergen en Oldenzaal-Enschede, Montferland, het Rijk van Nijmegen en de kustduinen voorbeelden van gebieden, waar geen aanvoer van grondwater van elders plaatsvindt. Het grondwater wordt hier uitsluitend door neerslag gevoed.

De Achterhoek, westelijk Noord-Brabant, de Centrale Slenk en Limburg zijn voorbeelden van gebieden, waar toestroming van grondwater vanuit het buitenland plaatsvindt. Met uitzondering van de aldaar voorkomende rivier- en beekdalen, worden deze gebieden doorstroomgebieden genoemd.

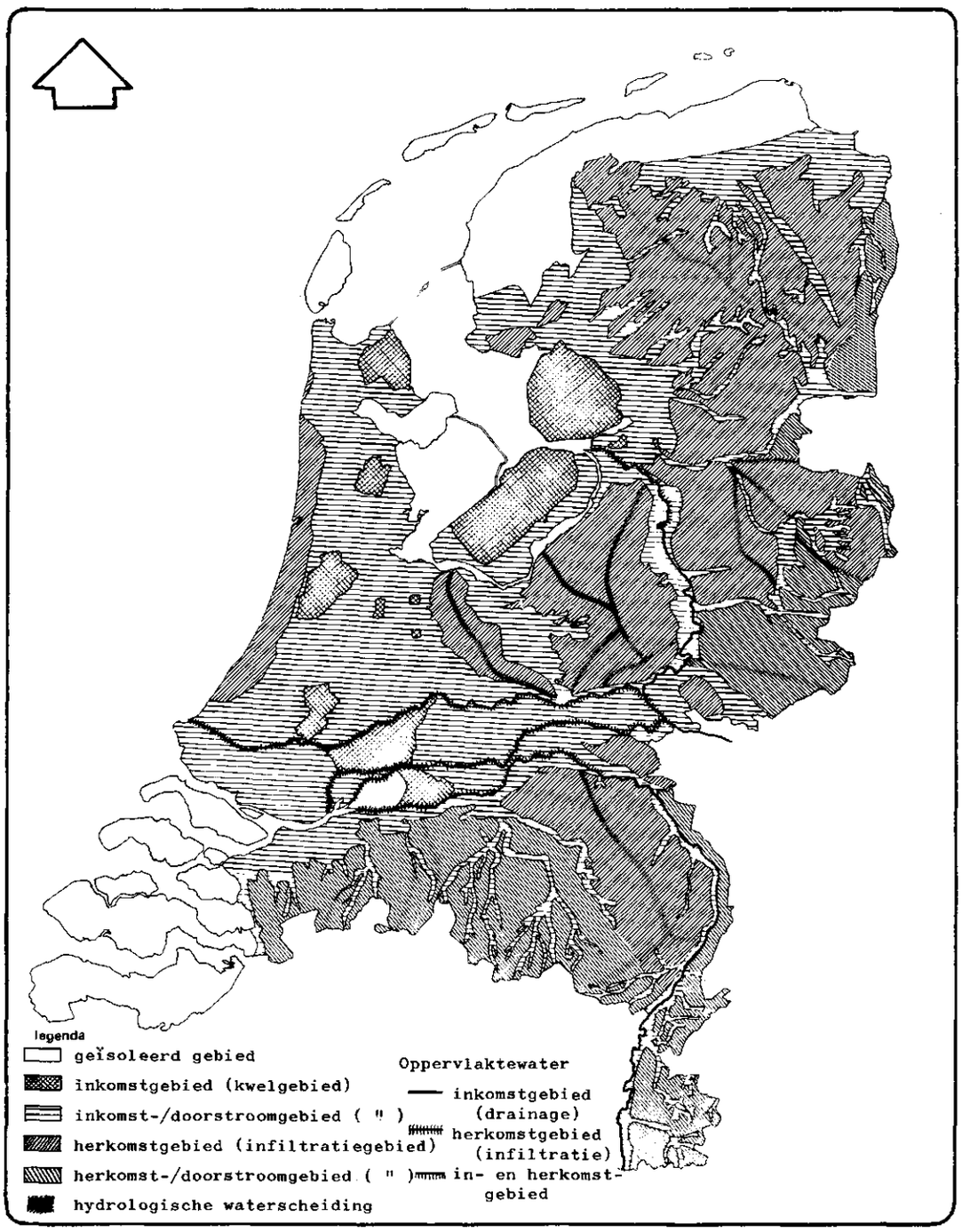
Infiltratiegebieden worden overwegend gekenmerkt door een relatief diepe stand van het grondwater ten opzichte van maaiveld. Plaatselijk kunnen er hoge grondwaterstanden voorkomen als gevolg van stagnatie van de afvoer van het neerslagoverschot. Dit kan veroorzaakt worden door de aanwezigheid van slecht doorlatende lagen in de ondergrond en/of door het feit dat het neerslagoverschot niet meer door een verdichting van het drainagestelsel kan worden verwerkt. Als gevolg hiervan kon er zich in het verleden hoogveen ontwikkelen. Slechts zeer plaatselijk gebeurt dat nu nog. De relaties van deze gebieden tenderen naar isolatie.

Vanuit de herkomstgebieden vindt afvoer van grondwater plaats naar op verschillende afstanden gelegen gebieden, waar het als kwel of in de vorm van bronnen aan de oppervlakte treedt. Het wordt vervolgens in het algemeen als oppervlaktewater via het afwateringssysteem afgevoerd en/of via bemaling uitgeslagen. De kwel- en brongebieden vormen aldus de inkomstgebieden. Markante voorbeelden zijn enkele laaggelegen polders en droogmakerijen, zoals de Wieringermeerpolder, de Haarlemmermeerpolder, de Bethunepolder en de Horstermeerpolder, polder Groot-Mijdrecht en de IJsselmeerpolders, en een groot aantal rivier- en beekdalen, zoals de dalen van de Overijsselse Vecht en de IJssel, het rivierengebied, de Gelderse Vallei, het Maasdal en het dal van de Dommel. In de provincie Groningen is het gebied Grijpskerk-Groningen-Delfzijl een inkomstgebied van brak tot zout grondwater (vanuit het noorden) en van zoet grondwater (vanuit het zuiden).

De relaties tussen de genoemde her- en inkomstgebieden zijn voorbeelden van tweezijdige relaties: in de herkomstgebieden is de grondwaterstroming naar "buiten" gericht, wat tot uiting komt in een relatieve daling van de grondwaterstand in de herkomstgebieden en een relatieve stijging van de grondwater-



Figuur 47. Schematische weergave van de belangrijkste internationale relaties door grondwaterstromen.



Figuur 48. De her- en inkomstgebieden van het grondwater op nationaal/regionaal niveau.

stand in de inkomstgebieden. Zowel de her- als inkomstgebieden worden beïnvloed door deze relaties.

De gebieden, die min of meer geïsoleerd zijn van nationale/regionale grondwaterstromen, zijn Westfriesland, de Biesbosch, de Zeeuwse en Zuidhollandse eilanden, de Waddeneilanden, het noorden van Groningen en mogelijk het westen van Friesland. Onder de kustduinen en in Westfriesland hebben zich zoetwaterbellen gevormd. Als gevolg van selectieve klink van de grond ligt het zeekleigebied van Groningen en Friesland relatief hoog ten opzichte van de omgeving, waardoor er een hydrologische waterscheiding is ontstaan tussen dit gebied en het overige deel der provincie. Er vindt via het diepe grondwater vrijwel geen uitwisseling van grondwater plaats met de omgeving.

De oppervlaktewateren kunnen als herkomstgebied (infiltrerend), als inkomstgebied (drainerend, of zowel als herkomst- en als inkomstgebied (bijvoorbeeld infiltrerend in zuidelijke en drainerend in noordelijke richting) functioneren. Zo werkt de Nederrijn tot Culemborg drainerend op de Veluwe en de Utrechtse heuvelrug en infiltrerend op het rivierengebied. Verder stroomafwaarts werkt de rivier infiltrerend. De Waal is vrijwel over de gehele loop naar beide zijden infiltrerend. Slechts waar de rivier langs het Rijk van Nijmegen stroomt werkt hij drainerend.

De Maas is in Limburg over de gehele loop een drainerende rivier. Als grensrivier tussen Noord-Brabant en Gelderland werkt hij zowel drainerend (ten aanzien van Noord-Brabant) als infiltrerend (ten aanzien van het rivierengebied).

De IJssel werkt over nagenoeg de gehele loop drainerend. In Overijssel wijkt de drainagegeul van het grondwater af van de loop van de rivier, mogelijk als gevolg van het voorkomen van afsluitende lagen in de ondergrond.

Vanuit het IJsselmeer treedt voeding van het grondwater op in Noord-Holland en in de IJsselmeerpolders. Vanuit de randmeren treedt aanzienlijke kwel op in de Flevopolders.

Plaatselijk is er in Friesland en Groningen sprake van zoute kwel vanuit de Waddenzee en in Groningen plaatselijk ook vanuit de Dollard (Bots, Jansen en Noordewier, 1978).

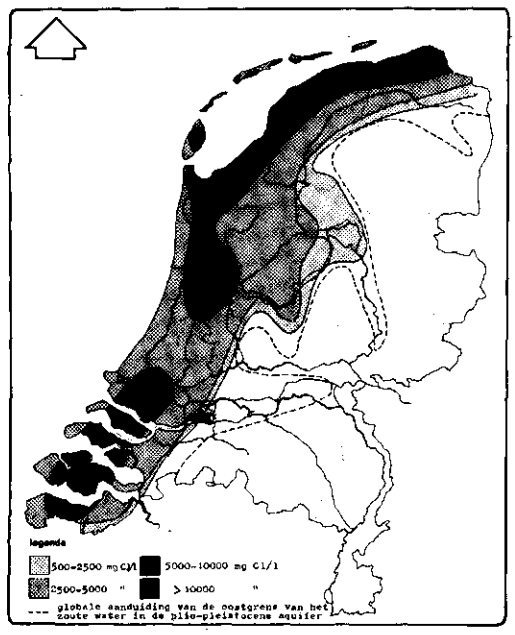
Vanuit het Haringvliet en het Hollands Diep vindt aanvulling van het grondwater plaats in Voorne-Putten, de Hoekse Waard en het westen van Noord-Brabant.

De zee heeft bij de geologische opbouw van Nederland een belangrijke rol gespeeld. Een aanzienlijk deel van de ondergrond bestaat uit mariene sedimenten. Ze zijn in een zout milieu gevormd en zijn dan ook met zout poriënwater verzadigd (geweest). Door processen als diffusie, dynamische dispersie, verdringing en het uitdrijven van zout poriënwater door compactie, kunnen mariene formaties geheel of gedeeltelijk verzoet en fluviatiele formaties verzilt zijn.

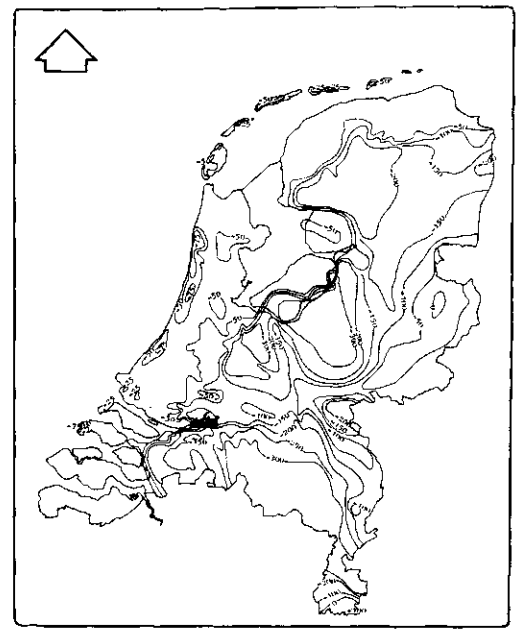
Op een zekere diepte komt onder geheel Nederland zout grondwater voor met een zoutgehalte dat ongeveer gelijk is aan dat van zeewater. De dikte van de laag zoet grondwater varieert van plaats tot plaats, evenals de dikte van de overgangszone van zoet naar zout grondwater (van minder dan 10 m tot meer dan 100 m).

Het voorkomen van zout, brak of zoet water in de ondergrond hangt dus enerzijds af van het milieu, waarin de sedimenten zijn gevormd, maar anderzijds ook van het optreden van relaties door grondwaterstromen. Plaatselijk heeft daarbij ook een rol gespeeld dat de oorspronkelijke stromingspatronen verstoord zijn door het kunstmatig handhaven van lage grondwaterstanden in poldergebieden en droogmakerijen.

Het gemiddelde chloridegehalte van het grondwater in het pleistocene pakket varieert niet alleen met de diepte, maar er blijkt ook een verloop in NW-ZO-richting onderscheiden te kunnen worden (figuur 49). Hierin komt niet alleen de invloed van de topografie, maar ook die van de zee, in de vorm van trans- en regressies, tot uitdrukking. Uit de diepteligging van het zoet-zoutwatergrensvlak blijkt dat in de kustprovincies op geringe diepte zout water wordt aangetroffen (figuur 50). In de westelijke en noordelijke poldergebieden zijn, behalve de pleistocene sedimenten, ook de holocene veelal verzilt. Er is veelvuldig sprake van zoute kwel (zie onder andere Werkgroep Midden West-Nederland, 1976 en Bots, Jansen en Noordewier, 1978).



Figuur 49. Het gemiddelde chloridegehalte van het grondwater in het pleistocene doorlatende pakket (De Vries, 1974).



Figuur 50. De diepte tot het zoet-zoutwater-grensvlak in m ten opzichte van NAP (Atlas van Nederland, 1976).

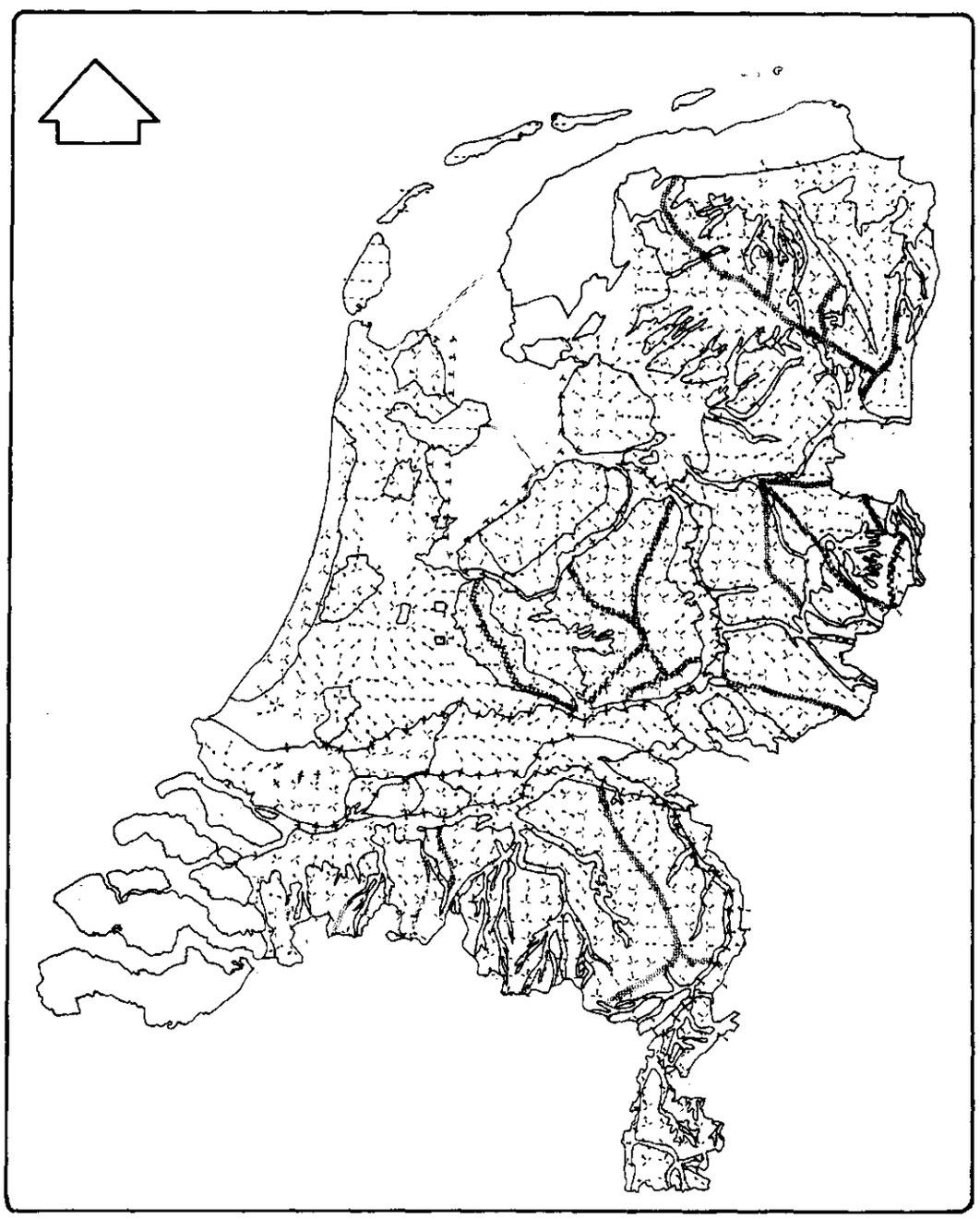
Figuur 51 toont de belangrijkste relaties door grondwaterstromen op nationaal/regionaal niveau.

Binnen de genoemde herkomst-, inkomst- en geïsoleerde gebieden komen relaties voor op regionaal/lokaal niveau, die door hun betekenis voor de aanwezige levensgemeenschappen van zeer groot belang kunnen zijn voor de nationale ruimtelijke planning. Veelal gaat het om relaties via het ondiepe grondwater of om vormen van isolatie, gesuperponeerd op de bewegingen van het diepe grondwater. Het ondiepe grondwaterstromingspatroon is veel gevarieerder dan het diepe (vergelijk bijvoorbeeld figuur 45 en 46).

Voorbeelden van regionale/lokale relaties zijn de drainerende werking van kleinere rivieren, zoals de Westerwoldse Aa in Groningen, de Hunze, Drentse Aa en het Peizerdiep in Drente, beken in de Achterhoek, de Linge in Gelderland, de Beerze, Rosep, Reusel, Mark en Aa in Noord-Brabant en de Roer in Limburg. Daarnaast spelen er op dit niveau relaties vanaf lokale herkomstgebieden in doorstroomgebieden, zoals de stuwheuvels in de omgeving van Nijverdal en Holten, en naar lokale inkomstgebieden, zoals het Land van Maas en Waal. Ook het optreden van kwel (zoet, brak en zout) onder dijken door en lokale vormen van isolatie, zoals bij hoogveengebieden en kleine zoetwaterbellen binnen een gebied met brak en zout grondwater, behoren tot deze categorie.

Bijzondere vormen van relaties op regionaal/lokaal niveau zijn die door menselijke activiteiten. Sprekende voorbeelden zijn de drainerende werking van grondwateronttrekkingen en grootschalige ingrepen (bijvoorbeeld de regulatie van waterlopen (Roelofs en Vos, 1979) en de aanleg van kanalen, zoals het Amsterdam-Rijnkanaal).

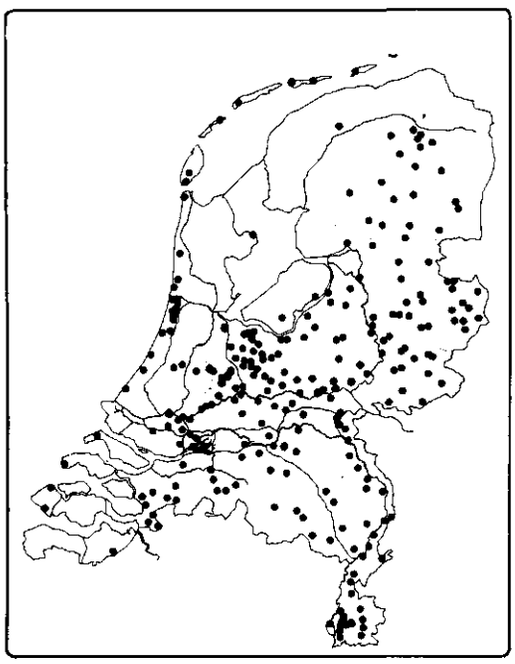
Dat de mens het grondwaterstroomsysteem in Nederland in belangrijke mate reguleert, hoeft geen nadere toelichting. De regulatoren, die daarbij gebruikt worden, zijn in de eerste plaats dezelfde als die van het oppervlaktewater, omdat een belangrijk deel van de grondwaterregulatie via het oppervlaktewater loopt. Andere voorbeelden van regulatoren zijn de installaties, waarmee grondwater onttrokken of geïnfiltreerd wordt (figuur 52 en 53).



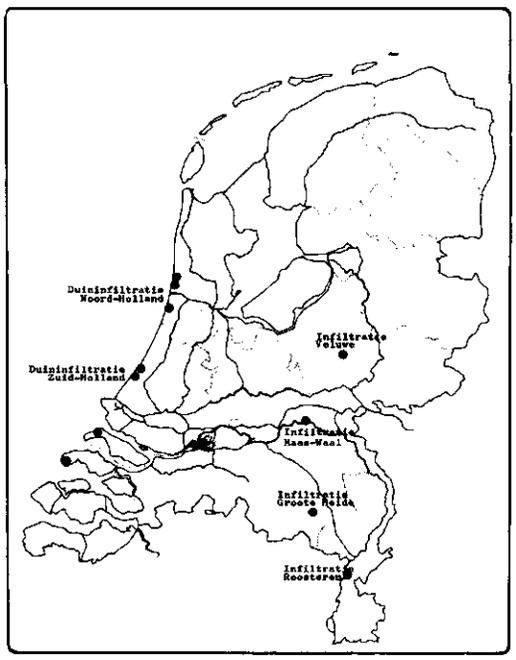
waterscheiding

grondwater			oppervlakterwater		
	aanvoer	afvoer		drainerend	infiltrerend
	voortdurend	voortdurend		x	--
	periodiek	voortdurend		x	x
	voortdurend	--		--	x
	--	periodiek		--	--
	--	--		--	x
	kunstmatige onttrekking				

Figuur 51. De belangrijkste relaties door grondwaterstromen op nationaal/regionaal niveau.



Figuur 52. Regulatoren van grondwaterstromen: grondwaterpompstations van waterleidingbedrijven (1978).



Figuur 53. Regulatoren van grondwaterstromen: infiltratiegebieden (1980).

Er werd in 1975 ca. 600.10^6 m^3 grondwater door waterleidingbedrijven en ca. 400.10^6 m^3 door niet-waterleidingbedrijven opgepompt (Venhuizen, 1982). Daarnaast onttrekt de land- en tuinbouw voor beregening gemiddeld ca. 300.10^6 m^3 grondwater (Van Boheemen en De Wilde, 1978), terwijl de totale winbare hoeveelheid grondwater ca. 2.10^9 m^3/jaar is (Venhuizen, 1982).

6.6. Relaties door vogels

Vogels zijn in staat in korte tijd relatief grote afstanden af te leggen. Dit vermogen hangt nauw samen met het feit dat ze voor verschillende levensverrichtingen veelal aangewezen zijn op verschillende, op enige afstand van elkaar gelegen, functiegebieden. Hun bewegingen tussen verschillende functiegebieden vormen samen een complex netwerk van relaties op verschillende schaalniveaus. Slechts bij enkele soorten vallen de verschillende functiegebieden min of meer samen met voltrekken alle relaties zich over zeer kleine afstanden.

In het algemeen gaat het om dubbel-tweezijdige relaties en in enkele gevallen om vormen van isolatie. Geheel of ten dele door toedoen van de mens, kunnen in uitzonderingsgevallen ook andere relatietypen voorkomen.

Door het trekgedrag van vele vogelsoorten komen er vele internationale relaties, vaak over zeer grote afstanden, tot stand.

De internationale relaties, die door al dan niet gerichte trekbewegingen worden onderhouden, zijn in de regel niet-dichtheidsafhankelijk. Hierbij geldt dat niet-gerichte trek (dispersie) slechts zelden bewegingen op internationaal niveau tot gevolg heeft. Gerichte trek leidt daarentegen tot een dicht relatienetwerk tussen gebieden, verspreid over de gehele wereld. Voor een uitgebreide verhandeling over deze relaties van en naar Nederland, verwijzen we naar Kwak en Stortelder (1981).

De laatste jaren is de kennis over de patronen van de regelmatige seizoenstrek sterk toegenomen. Er kunnen tenminste de volgende typen van trekpatronen, die elkaar niet in alle gevallen uitsluiten, onderscheiden worden: breedfronttrek, smalfronttrek, bandtrek, stuwing langs kusten, lustrek, trek met een trekscheiding (Kwak en Stortelder, 1981).

Veel populaties van landvogelsoorten trekken niet langs specifieke trekwegen, maar vliegen in een breed front, uit het broedgebied naar het winterkwartier en terug. Voor deelpopulaties en zelfs voor individuen kunnen vaak wel elk jaar dezelfde trekroutes waargenomen worden. Bij breedfronttrek zijn de broed-, doortrek- en overwinteringsgebieden alle ongeveer even breed. Afwijkingen van de algemene richting en versmallingen van het doortrekgebied (bijvoorbeeld langs kusten) komen echter wel voor, zoals uit figuur 55 voor de trek bij de Golf van Biskaje blijkt (Zink, 1973). De breedfronttrek wordt gekenmerkt door de volgende ruimtelijke kenmerken: zeer lang, zeer breed, enkelvoudig parallel en twee tegengestelde richtingen (zie tabel 4).

In tegenstelling tot de breedfronttrek, lopen de trekrichtingen bij smalfronttrek niet parallel, maar naar elkaar toe of uit elkaar. De trek vindt plaats naar of van een specifieke plek of langs een specifieke route. Het resultaat is een trechtervormig doortrekgebied (figuur 56; Zink, 1973). Voor de smalfronttrek gelden de volgende ruimtelijke kenmerken: zeer lang, zeer breed, enkelvoudig convergerend en divergerend, afhankelijk van de twee tegengestelde richtingen (zie tabel 4).

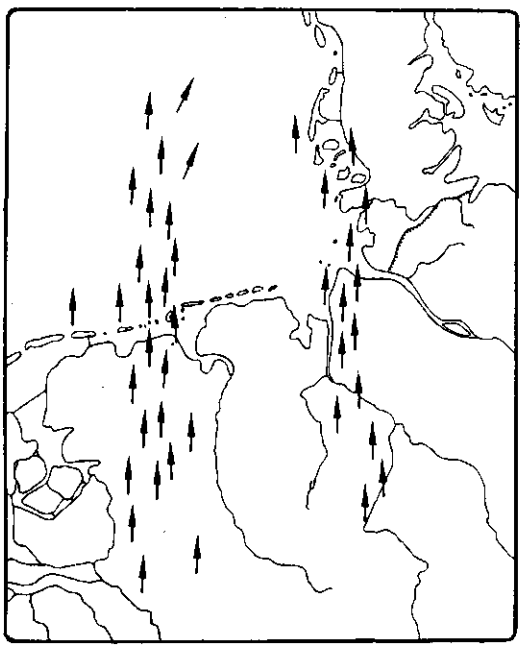
Bij bandtrek is er sprake van een sterkere concentratie van de trekbaan, zoals onder meer beschreven voor Noordoost-Nederland (figuur 54). Het gaat daar om twee smalle, relatief scherp begrensde, op enige afstand van elkaar gelegen trekbanen. Er gelden de volgende ruimtelijke kenmerken: lang, breed, enkelvoudig parallel en twee tegengestelde richtingen (zie tabel 4).

Een andere vorm van concentratie bij trek doet zich voor bij stuwing langs kusten. Het treedt op bij de trek van zowel land- als watervogels, Verklaringen moeten volgens Alerstam (1978) gezocht worden in het verkeerd inschatten van de vliegrichting door de vogels, wanneer ze zich oriënteren op naar het land toe bewegende golven en in het kiezen voor een eventueel langer traject over land, wanneer de tegenwind boven zee beduidend sterker is dan boven land. Voor thermiekvliegers geldt dat ze hoe dan ook zo lang mogelijk boven land vliegen, omdat boven zee vrijwel geen thermiek tot ontwikkeling komt. Stuwing treedt tijdens voor- en najaarstrek niet op dezelfde plaatsen op.

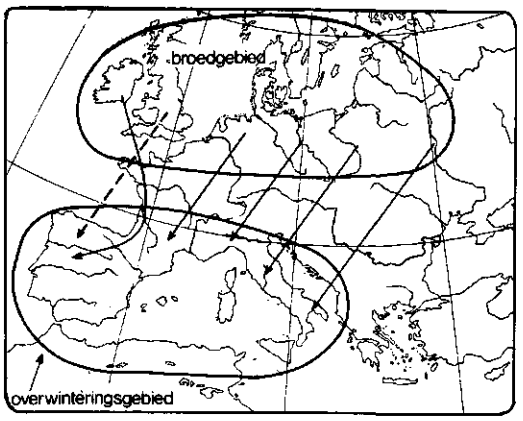
Ook bij lustrek is de heenweg een andere dan de terugweg (Zink, 1973). De vogels kiezen in dit geval in het voorjaar een directere weg naar het broedgebied toe dan bij de najaarstrek ervandaan. Ruimtelijke kenmerken van de twee afzonderlijke routes zijn in het algemeen: zeer lang, breed tot zeer breed, enkelvoudig, zowel parallel als plaatselijk convergerend of divergerend en in één richting (zie tabel 4).

Bij trek met een trekscheiding is er sprake van een denkbeeldige scheidingslijn tussen populaties met verschillende trekrichtingen binnen een verspreidingsgebied. De populatie aan de ene kant van de trekscheiding volgt dus een andere trekrichting dan die aan de andere kant. Deze trekscheiding is doorgaans niet scherp, maar vormt het centrum van een overgangsgebied, waarbinnen trek in beide richtingen mogelijk is. Dit trekpatroon komt voor bij verschillende van de eerder genoemde patronen. Een bekend voorbeeld is dat van de smalfronttrek van zweef-vliegers, die over de Straat van Gibraltar of de Bosporus trekken, zoals de Ooievaar (figuur 57).

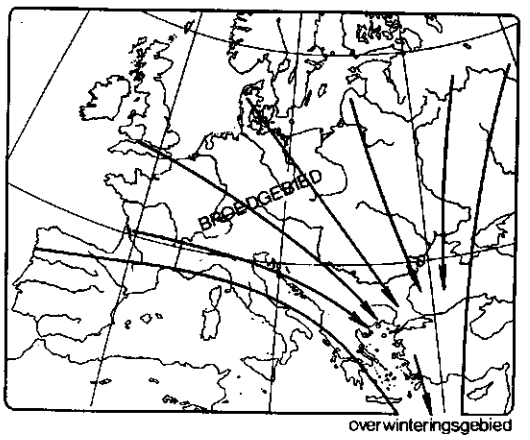
Tabel 21 geeft een overzicht van de soorten trekvogels, die regelmatig in Nederland worden waargenomen.



Figuur 54. Bandtrek naar het noorden (inzettend in de laatste weken van april; overwegend 's nachts) (naar Jellmann, 1977).



Figuur 55. Schematische weergave van breedfronttrek in het najaar (Zink, 1973).



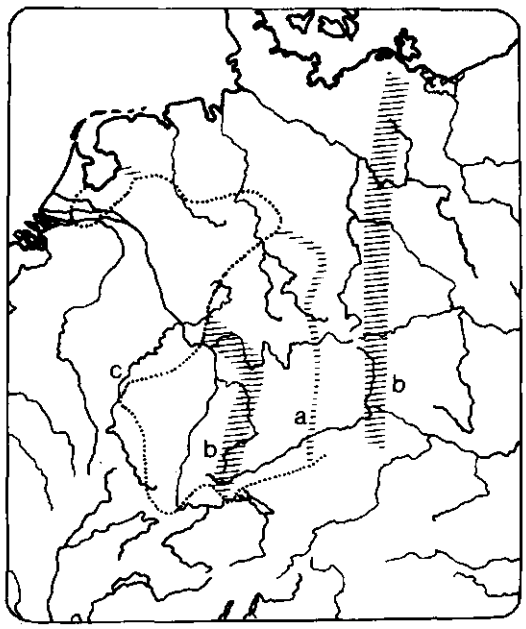
Figuur 56. Schematische weergave van smalfronttrek in het najaar (Zink, 1973).

Ondanks de grote bewegingsvrijheid van vogels, valt aan te nemen dat de verspreiding van bepaalde soorten op nationaal niveau mede een gevolg is van de relatief geïsoleerde ligging van de voor deze soorten geschikte habitats. Er is sprake van een sterke mate van trouw aan een eenmaal gekozen broedgebied. Bovendien vestigen de jonge vogels zich vaak in de nabijheid van de plaats waar ze zijn grootgebracht. Zo kan de sprong van eenmaal bewoonde habitats naar andere, die mogelijk ook geschikt zijn, te groot zijn. Voorbeelden van deze vorm van isolatie zijn het ontbreken van enkele broedvogelsoorten op

Roodkeelduiker	x		Regenwulp	x			Matkop		s		
Parelduiker	x		Wulp	x			Staartmees		s		
			Grutto	x			Baardmees		s		
Dodaars	x		Rosse grutto	x			Boomklever		s		
Kuifduiker	x		Zwarte ruiter	x			Boomkruiper		s		
Geoorde fuut	x		Tureluur	x							
Fuut	x		Groenpootruiter	x			Waterspreeuw	x			
Roodhalsfuut	x		Witgatje	x			Winterkoning		s		
			Bosruiter	x			Roodborst	x			
Aalscholver	x		Oeverloper	x			Nachtegaal	x			
Blauwe reiger	x		Steenloper	x			Blauwborst	x			
Purperreiger	x		Watersnip	x			Zwarte roodstaart	x			
Kwak	x		Bokje	x			Gekraagde roodstaart	x			
Woudaapje	x		Houtsnip	x			Paapje	x			
Roerdomp	x	s	Drieteenstrandloper	x			Roodborsttapuit	x			
Ooievaar	x		Kanoetstrandloper	x			Tapuit	x			
Lepelaar	x		Kleine strandloper	x							
			Temmincksstrandloper	x			Beflijster	x			
Wilde zwaan	x		Paarse strandloper	x			Merel	x	s		
Kleine zwaan	x		Bonte strandloper	x			Kramsvogel	x			
Knobbelzwaan	x		Krombekstrandloper	x			Koperwiek	x			
			Kemphaan/-hen	x			Zanglijster	x			
Grauwe gans	x		Kluut	x			Grote lijster	x			
Kolgans	x		Grauwe franjepoot	x							
Rietgans	x						Cetti's zanger		s		
Kleine rietgans	x		Kleine jager	x			Sprinkhaanrietzanger	x			
Rotgans	x		Stormmeeuw	x			Snor	x			
Brandgans	x		Zilvermeeuw	x			Grote karekiet	x			
			Kleine mantelmeeuw	x			Kleine karekiet	x			
Bergeend	x		Grote mantelmeeuw	x			Bosrietzanger	x			
Wilde eend	x		Kokmeeuw	x			Rietzanger	x			
Zomertaling	x		Dwergmeeuw	x			Spotvogel	x			
Wintertaling	x						Zwartkop	x			
Pijlstaart	x		Zwarte stern	x			Tuinfluiter	x			
Smient	x		Visdief	x			Grasmus	x			
Krakeend	x		Noordse stern	x			Braamsluiper	x			
Slobeend	x		Dwergstern	x			Fitis	x			
Krooneend	x		Grote stern	x			Tjiftjaf	x			
Tafeleend	x						Fluiter	x			
Kuifeend	x		Holenduif	x	s		Goudhaantje		s	i	
Toppereend	x		Houtduif	x	s		Vuurgoudhaantje	x			
Brilduiker	x		Turtelduif	x			Grauwe vliegenvanger	x			
IJseend	x		Turkse tortel	x	s		Bonte vliegenvanger	x			
Eidereend	x		Koekoek	x			Heggemus	x	s		
Zwarte zeeëend	x										
Grote zeeëend	x		Kerkuil		s		Graspieper	x			
Nonnetje	x		Steenuil		s		Duinpieper	x			
Grote zaagbek	x		Bosuil		s		Boompieper	x			
Middelste zaagbek	x		Ransuil		s		Oeverpieper	x			
			Velduil	x			Witte kwikstaart	x			
Wespendief	x		Nachtzwaluw	x			Rouwkwikstaart	x			
Rode wouw	x						Grote gele kwikstaart	x			
Zwarte wouw	x		Gierzwaluw	x			Gele kwikstaart	x			
Havik	x	s	IJsvogel	x	s		Engelse gele kwikstaart	x			
Sperwer	x	s	Hop	x							
Buizerd	x	s					Pestvogel			i	
Ruigpootbuizerd	x		Draaihals	x			Klapekster	x			
Blauwe kiekendief	x		Groene specht		s		Grauwe klauwier	x			
Grauwe kiekendief	x		Zwarte specht		s						
Bruine kiekendief	x		Grote bonte specht		s	i	Spreeuw	x			
Visarend	x		Kleine bonte specht		s		Huismus		s		
Slechtvalk	x						Ringmus	x	s		
Boomvalk	x		Kuifleeuwerik		s		Appelvink	x			
Smelleken	x		Boomleeuwerik	x			Groenling	x			
Torenvalk	x	s	Veldleeuwerik	x			Putter	x			
			Strandleeuwerik	x			Sijs	x			
Korhoen		s					Kneu	x			
Patrijs		s	Boerenzwaluw	x			Frater	x			
Kwartel	x		Huiszwaluw	x			Barmsijs	x			
Fazant		s	Oeverzwaluw	x			Europese kanarie	x			
							Goudvink	x	s		
Kraanvogel	x		Wielewaal	x			Kruisbek			i	
Waterral	x		Raaf		s		Vink	x			
Kwartelkoning	x		Zwarte kraai		s		Keep	x			
Porseleinhoen	x		Bonte kraai	x							
Waterhoen	x		Roek	x	s		Grauwe gors	x			
Meerkoet	x		Kauw	x	s		Geelgors	x	s		
			Ekster		s		Ortolaan	x			
Scholekster	x		Notenkraker			i	Rietgors	x			
Kievit	x		Vlaamse gaai		s	i	IJsgors	x			
Zilverplevier	x						Sneeuwgors	x			
Goudplevier	x		Koolmees	x	s						
Bontbekplevier	x		Pimpelmees	x	s		Klein waterhoen	x			
Kleine plevier	x		Zwarte mees		s	i	Kleinst waterhoen	x			
Strandplevier	x		Kuifmees		s		Waaierstaartrietzanger		s		
Morinelplevier	x		Glanskop		s		Waterpieper	x			

x : de soort pleistert gedurende kortere of langere tijd in Nederland
s : ten minste een deel van de populatie is standvogel in Nederland
i : de soort is invasiegast (d.w.z. trekt in van jaar tot jaar sterk wisselende aantallen door)

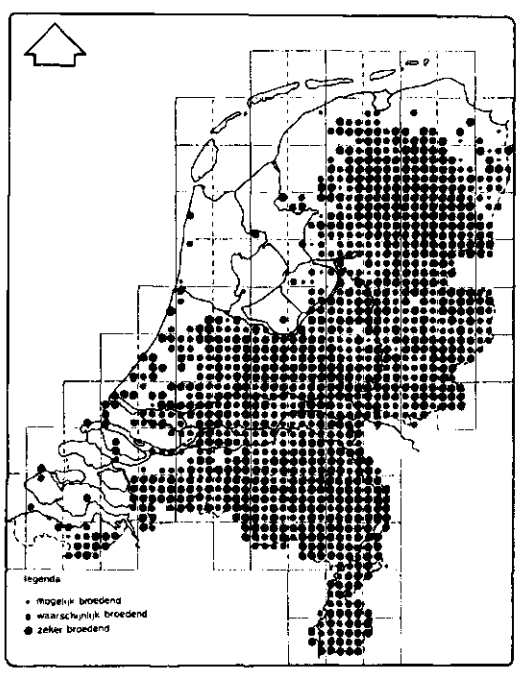
Tabel 21. Overzicht van de regelmatig in Nederland waargenomen trekvogels.



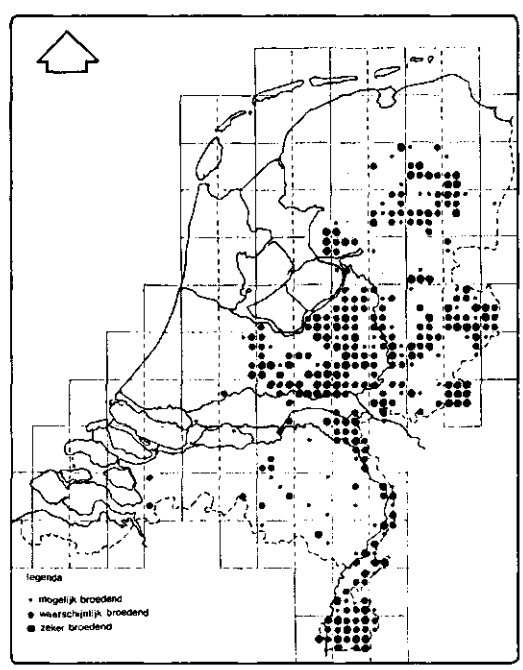
Figuur 57. De middeneuropese trekscheiding bij de Ooievaar (Bauer en Glutz, 1966).

A: centrum van het trekscheidingsgebied
B: westelijke en oostelijke begrenzing van het trekscheidingsgebied
C: westelijke verspreidingsgrens van de Ooievaar in Midden-Europa

plaatsen, waar ogenschijnlijk wel geschikte habitats zijn, zoals dat zich voordoet bij verschillende mezensoorten op de Waddeneilanden (zie figuur 58 met betrekking tot de Matkop) en de Appelvink in de duinstreek (figuur 59). In hoeverre dit mechanisme ook werkzaam is bij het bezetten van pleisterplaatsen en tijdelijke pleisterplaatsen, is niet duidelijk.



Figuur 58. Verspreiding van de Matkop in Nederland.



Figuur 59. Verspreiding van de Appelvink in Nederland.

Eenzijdige relaties, zoals die het gevolg kunnen zijn van het uitzetten van vogels, komen binnen Nederland zelden voor. Een voorbeeld ervan is het uitzetten van patrijzen op Schiermonnikoog.

Over dubbel-eenzijdige relaties zijn op dit schaalniveau weinig gegevens voorhanden. Het is mogelijk dat het uitsterven van bepaalde geïsoleerde broedvogelpopulaties, zoals die van de Duinpieper in Drente, hiermee samenhangt. Bij doortrek is een dergelijk proces ook denkbaar.

Voor de dubbel-tweezijdige relaties op nationaal niveau geldt eveneens dat ze onderverdeeld kunnen worden in dichtheidsafhankelijke en niet-dichtheidsafhankelijke.

Een voorbeeld van het dichtheidsafhankelijke type is de relatie tussen optimale en marginale functiegebieden. In het algemeen speelt dit over een geringe afstand. Slechts bij enkele gespecialiseerde of grotere vogelsoorten kan het zich op nationaal niveau voordoen, zoals na een snelle verkleining van een populatie door extreme omstandigheden (vergiftiging, strenge winter) en het daarop volgende herstel. Hiervan is onder meer sprake geweest bij de Havik, de Kerkuil en het Baardmannetje. Wanneer we de geleidelijke uitbreiding van het areaal van een soort over Nederland via zogenaamde stepping stones ook rekenen tot de relaties op nationaal niveau, komt dit relatietype bij meer soorten voor. Op deze wijze heeft bijvoorbeeld de Turkse tortel zich gedurende de afgelopen decennia sterk uitgebreid. In hoeverre dit ook voor doortrekkende soorten geldt, is onduidelijk.

Op nationaal niveau spelen de volgende typen niet-dichtheidsafhankelijke relaties tussen verschillende functiegebieden:

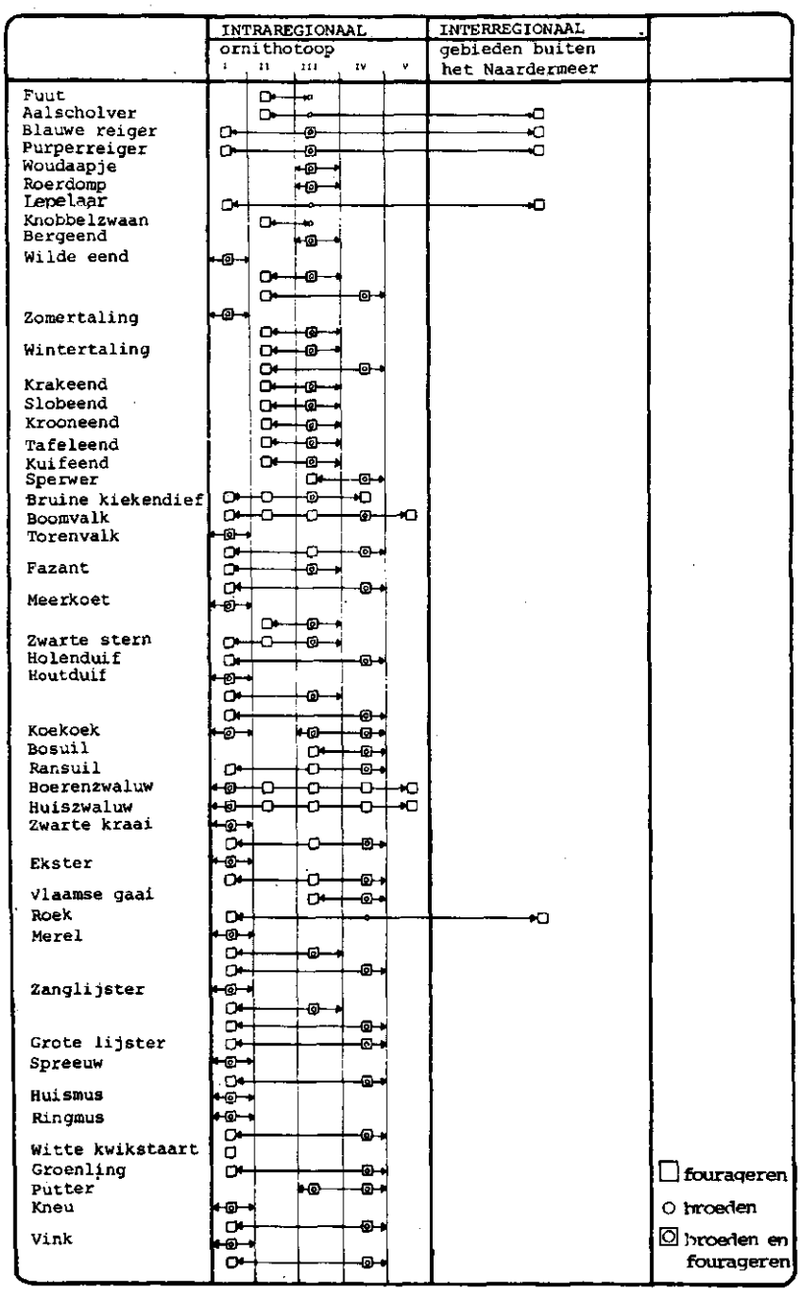
tijdelijk pleistergebied	-	tijdelijk pleistergebied
tijdelijk pleistergebied	-	pleistergebied
pleistergebied	-	pleistergebied
voortplantingsgebied	-	tijdelijk pleistergebied
voortplantingsgebied	-	pleistergebied

De eerste drie typen relaties worden onderhouden door doortrekkers en gasten. De relaties tussen verschillende tijdelijke pleistergebieden treden op bij vrijwel elke door Nederland trekkende vogelsoort. De meeste soorten vliegen slechts een klein deel van het etmaal, zodat ze gedurende het trekseizoen meestal meerdere keren binnen Nederland aan de grond komen. Hierdoor ontstaat er vooral in de belangrijkste trekperiodes een intensief relatiestelsel tussen vele gebieden. Een tweede geval, waarbij intensieve relaties tussen verschillende tijdelijke pleistergebieden optreden, doet zich voor bij dispersie. Doorgaans voltrekt dit proces zich op regionaal niveau. Bij alle in Nederland pleisterende vogelsoorten kunnen in principe relaties tussen pleistergebieden en tijdelijke pleistergebieden optreden. De relaties tussen verschillende pleistergebieden doen zich daarentegen vooral voor bij soorten, waarvan het trekgedrag in sterke mate door de weersituatie wordt bepaald, zoals een aantal wad- en watervogelsoorten.

Door dispersie kan er ook sprake zijn van relaties tussen voortplantingsgebieden en tijdelijke pleistergebieden. Relaties tussen voortplantingsgebieden en pleistergebieden doen zich voor bij enkele soorten watervogels, steltlopers en een beperkt aantal andere vogelsoorten. De pleistergebieden kunnen daarbij functioneren als ruiplaats, overwinterings- of overzomeringsplaats, zoals bij de Wulp, Scholekster en Knobbelzwaan.

Op regionaal/lokaal niveau treden bij uitstek dubbel-tweezijdige relaties op. De dichtheidsafhankelijke relaties van dit type doen zich vooral voor, doordat er op vele plaatsen sprake kan zijn van een sterke interactie tussen marginale en optimale foerageerplaatsen. Bij de Wintertaling is dit bijvoorbeeld aangetoond voor bewegingen tussen buitendijkse slikken. Er is een constante "druk" vanuit de marginale op de optimale gebieden. Het gaat hierbij zowel om standvogels, als om doortrekkers, overzomeraars en overwinteraars.

Een ander type dichtheidsafhankelijke relatie op regionaal/lokaal niveau doet zich voor bij de uitbreiding van het areaal van een soort.

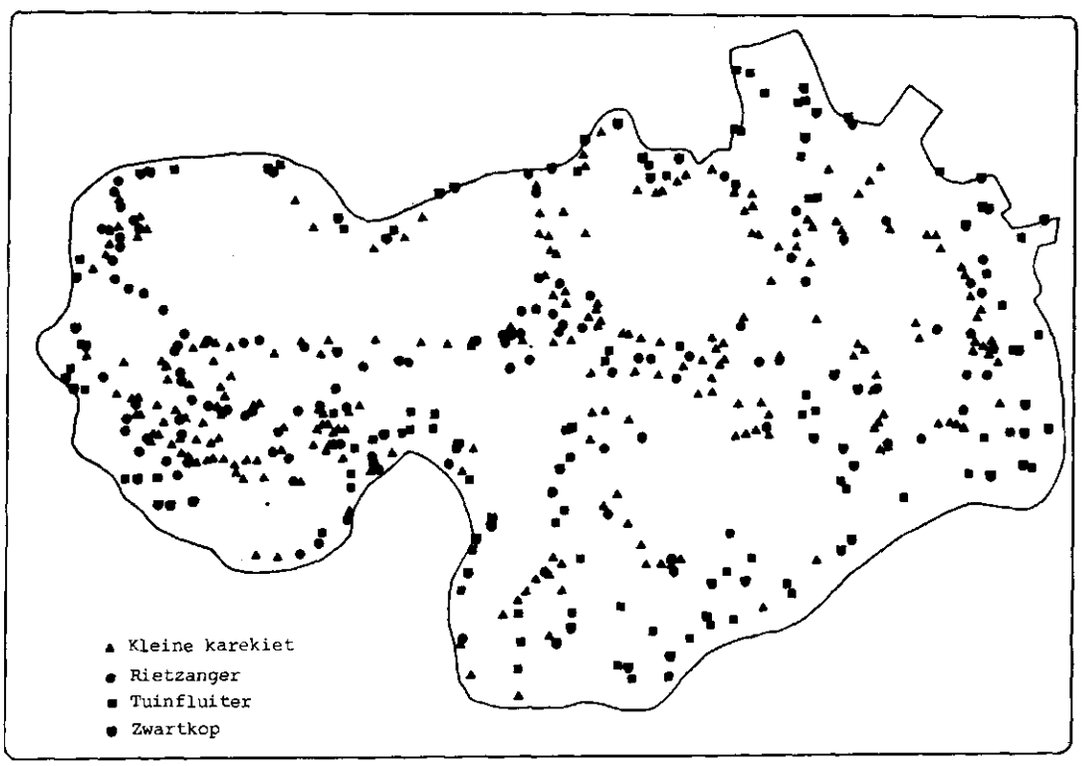


I. omliggende polders m.i.v. boerderijen
II. open water
III. rietland en plaatselijk vochtig,jong broekbos (broedgebied van soortgroep A,B, plaatselijk C en de Aalscholverkolonie)
IV. vochtig,jong en droog,oud broekbos (broedgebied van soortgroep C en D)
V. hooiland

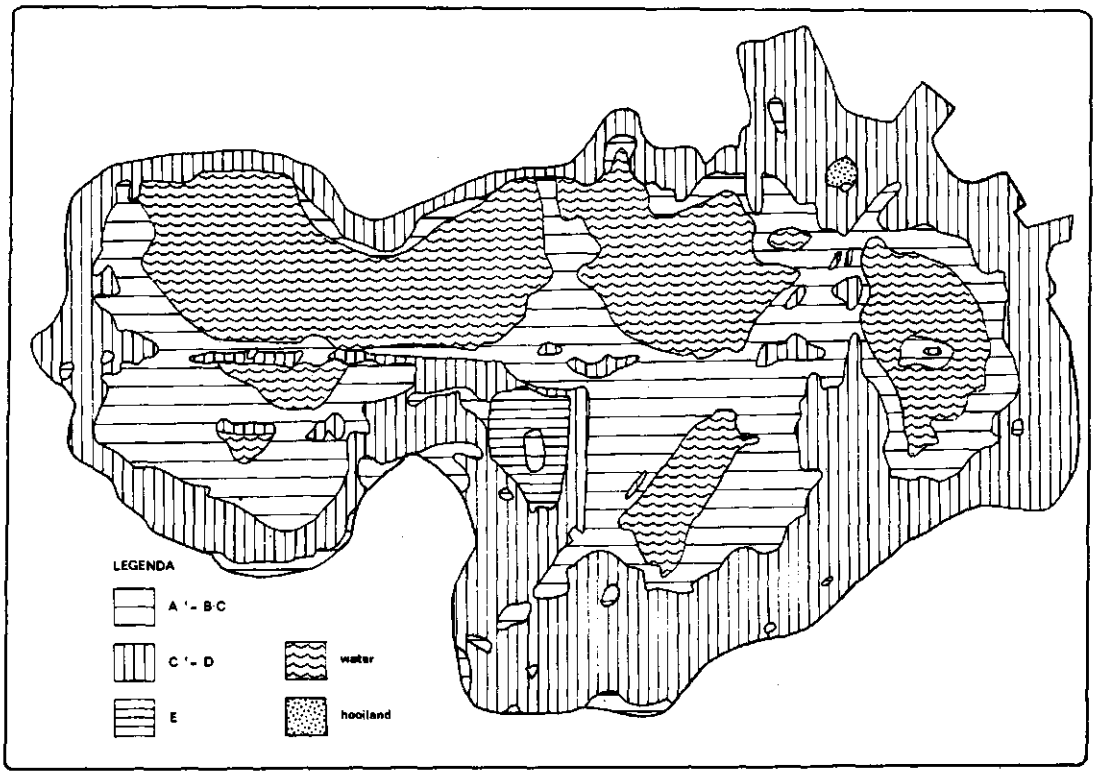
Tabel 22. Overzicht van de relaties, onderhouden door broedvogels in de broedtijd in het Naardermeer (intraregionale relaties) en tussen het Naardermeer en haar omgeving (interregionale relaties).

Niet-dichtheidsafhankelijke relaties betreffen op dit niveau de bewegingen tussen voortplantingsgebieden en tijdelijke pleistergebieden en tussen verschillende tijdelijke pleistergebieden. Ze kunnen het gevolg zijn van dispersie en, in het tweede geval, ook van doortrekbewegingen. Het meest talrijk zijn echter de bewegingen binnen de voortplantings- en pleistergebieden. In beide gevallen kan het daarbij gaan om bewegingen tussen verschillende foerageerplaatsen en binnen de voortplantingsgebieden ook om bewegingen tussen nest- of baltsplaatsen en foerageerplaatsen, tussen nestplaatsen en baltsplaatsen en tussen nestplaatsen en opgroeiplaatsen. Bewegingen tussen nest- of baltsplaatsen en foerageerplaatsen doen zich op regionaal niveau slechts voor bij kolonievogels. Duidelijke voorbeelden van soorten, die op lokaal niveau relaties onderhouden tussen balts- en nestplaatsen, zijn het Korhoen en de Kemphaan.

Dat al deze bewegingen samen leiden tot een complex netwerk van relaties, wordt nog begrijpelijker, wanneer we ons realiseren dat wat bijvoorbeeld voor de ene soort een broedplaats is, voor de andere een foerageerplaats kan zijn. Zo broeden in het Deltagebied vele soorten binnendijks, terwijl ze op de slikken, zandbanken en schorren foerageren. Daarentegen broeden er kolonies Kapmeeuwen op de schorren en Dwergsterns of kale schelpen- en zandbanken, terwijl ze elders foerageren. Tabel 22 toont de relaties van broedvogels in de broedtijd binnen het zeer dicht met broedvogels bezette Naardermeer (intraregionale relaties) en de relaties van deze vogels met de omgeving van het Naardermeer (interregionale relaties). Als eenheden, waartussen relaties worden onderhouden, zijn ornithotopen gekozen. Deze eenheden zijn opgevat als eenheden, die gekenmerkt worden door een specifieke combinatie van broedvogelsoorten (zie figuur 60 en 61)(Vos e.a., in voorbereiding). Ook hier blijkt, hoe de verschillende landschappelijke eenheden zowel broedplaats voor de ene soort als foerageerplaats voor de andere kunnen zijn. Ook wordt zichtbaar dat de vogelgemeenschappen van het Naardermeer in hoge mate afhankelijk zijn van rela-



Figuur 60. De verspreiding van enkele broedvogelsoorten in het Naardermeer.



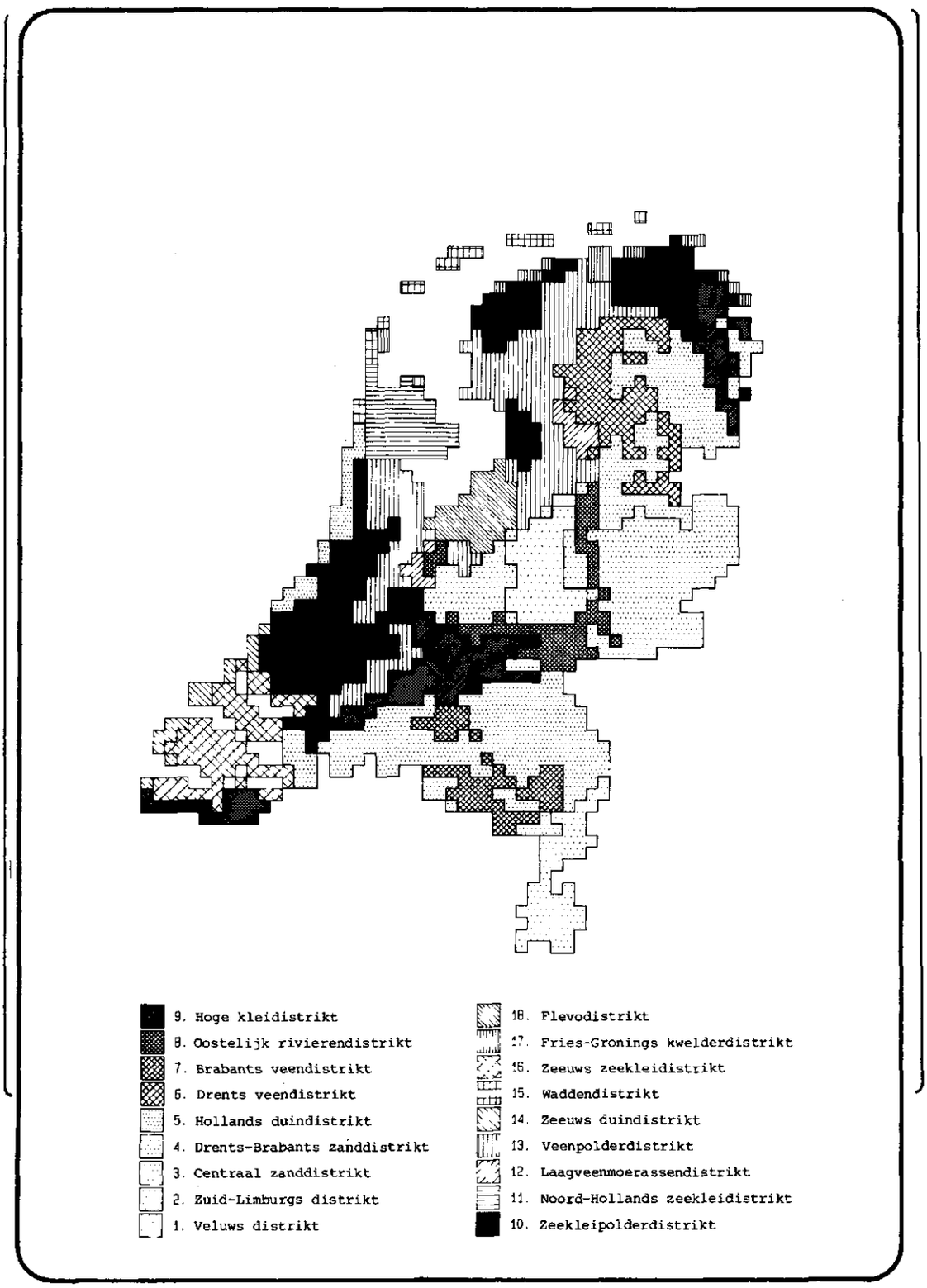
Figuur 61. De ornithotopen van het Naardermeer. Zie voor een verklaring van de legenda-eenheden (letters A, B, C, enz.) tabel 23.

ties met zowel de directe omgeving als verderweg gelegen gebieden. De laatste relaties worden in het bijzonder onderhouden door enkele binnen Nederland zeldzame soorten, zoals de Aalscholver en de Lepelaar. Gezien de grote betekenis van het Naardermeer, moeten de genoemde lokale en regionale relaties voor de nationale ruimtelijke planning van belang worden geacht. Vergelijkbare beschouwingen kunnen gewijd worden aan andere natuurgebieden.

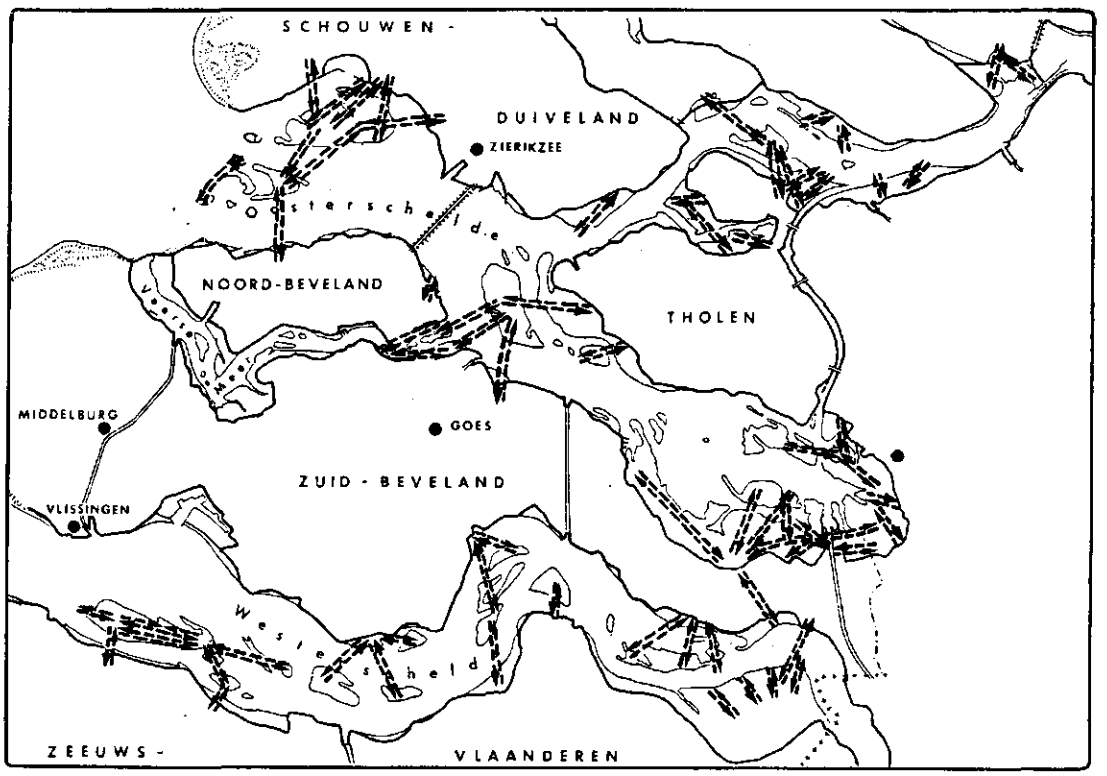
Om de relaties, onderhouden door broedvogels in de broedtijd op regionaal en incidenteel nationaal niveau, te kunnen beschrijven, dienen we te beschikken over een indeling van Nederland in broedvogeleenheden. Wat de genoemde ornithotopen op lokaal niveau zijn, zijn de broedvogeleenheden op regionaal/nationaal niveau: eenheden, die gekenmerkt worden door een specifieke combinatie van broedvogelsoorten. Aan de hand van deze indeling kan aangegeven worden door welke broedvogelsoorten er welke relaties onderhouden worden binnen de eenheden (intraregionale relaties) en tussen de eenheden (interregionale relaties). In het kader van het voorliggende onderzoek is er gewerkt aan zo'n gebiedsindeling van Nederland. Daartoe zijn de gegevens van de SOVON-broedvogelatlas bewerkt voor die soorten, waarvan de ruimtelijke verspreiding tot een gebiedsindeling zou kunnen leiden (dus niet de overal voorkomende soorten). Met behulp van een computer-clusterprogramma is bepaald welke gebieden in welke mate gekenmerkt worden door het voorkomen van welke combinatie van broedvogelsoorten. In afhankelijkheid van de "sterkte" van de clusters en hun soortensamenstelling konden er twaalf typen broedvogeleenheden op nationaal niveau onderscheiden worden (figuur 62). Op regionaal niveau kunnen deze eenheden nader onderverdeeld worden. Van dit onderzoek zal elders uitgebreid verslag worden gedaan, waarbij tevens aangegeven zal worden welke relaties kenmerkend zijn voor de onderscheiden eenheden (Van de Berg en Reyrink, 1982; Kwak en Reyrink, in voorbereiding).

	A	A-B	B	B-C	C	C-D	D	E	A t/m E	A t/m B-C	C t/m D
Oppervlak (ha.)	52	50	95	21	92	147	52	12	696	218	291
Grote Karekiet	1,5	0,5							10,5	0,49	
Baardmannetje	0,9	0,8							8,5	0,39	
Snor	2,3	4,6							30	1,37	
Kleine Karekiet	11,2	8,9	0,6	2,9	0,1				114,5	5,23	0,02
Roerdomp	0,5	0,4	0,2						6,5	0,30	
Bruine Kiekendief		0,1	0,3						3	0,14	
Purperreiger		+	+						+	+	
Lepelaar		+	+						+	+	
Rietzanger	0,1	5,4	2,5	2,1					56	2,56	
Rietgors		4,3	3,7	3,6					64	2,93	
Waterral		4,1	1,5	1,7					38,5	1,76	
Sprinkhaanrietzanger		0,6	0,7	0,7					11,5	0,53	
Bosrietzanger			0,3	2,4					8	0,37	
Grasmus				0,5	0,6				6,5	0,04	0,19
Heggemus				2,1	1,8	1,1			38	0,21	1,15
Fitis				11,2	10,3	8,7			241,5	0,84	7,66
Tuinfluiter				0,8	1,5	1,8			41	0,04	1,37
Putter			0,1		0,1	0,1			1,5	0,02	0,03
Tortelduif				0,7		0,1	0,1		3,5	0,07	0,07
Winterkoning			0,1	8,3	3,6	5,2	4,8		152,5	0,84	4,60
Spotvogel				0,5	0,4	0,3	0,1		9,5	0,04	0,29
Boomvalk				0,2		0,1	0,1		2	0,02	0,05
Staartmees				0,5	0,7	0,3	0,4		13,5	0,04	0,45
Matkop				0,2	0,4	0,6	0,2		14,5	0,02	0,48
Koolmees				0,7	0,1	1,3	1,3		27,5	0,07	0,89
Tjiftjaf				0,5	1,0	3,1	4,0		77	0,04	2,61
Kneu					0,1	0,1			1,5		0,05
Braamsluiper					0,2				2		0,07
Wielewaal					0,1	0,4	0,3		8		0,27
Vink					0,1	1,0	1,6		24		0,82
Pimpelmees					0,2	0,5	0,8		13		0,45
Roodborst						3,6	3,0		69		2,37
Boomkruiper						0,2	0,2		3,5		0,12
Zwartkop						1,6	1,7		32,5		1,12
Zwarte Kraai						1,1	1,3		23		0,79
Grauwe Vliegenvanger						0,1	0,2		2		0,07
Torenvalk						0,1	0,3		3		0,10
Grote Bonte Specht						0,1	0,4		2,5		0,09
Blauwe Reiger						+	+		+		+
Gekraagde Roodstaart							0,3		1,5		0,05
Roek							+		+		+
Aalscholver						+		+	+		+

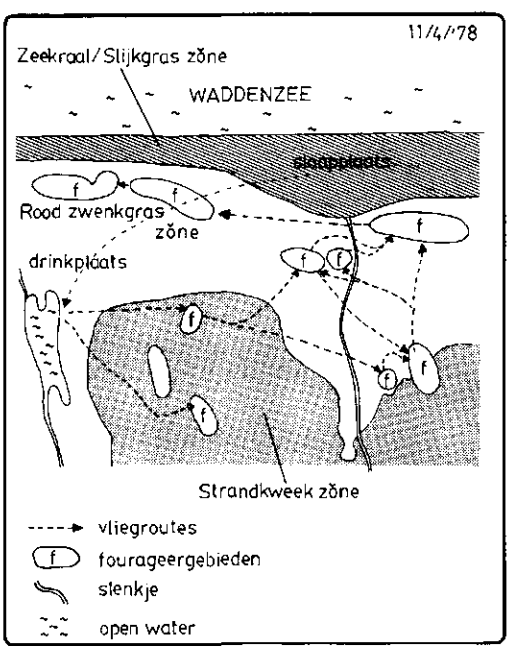
Tabel 23. Broedvogelsamenstelling en -dichtheden van de ornithotopen van het Naardermeer. De getallen achter de vogelsoorten duiden op het gemiddeld aantal paren dat in de betreffende eenheden gedurende de jaren 1975 en 1976 broedend werd aangetroffen (in paren per 10 ha). De + geeft aan dat een bepaalde kolonievogel in de betreffende eenheid broedend is aangetroffen.



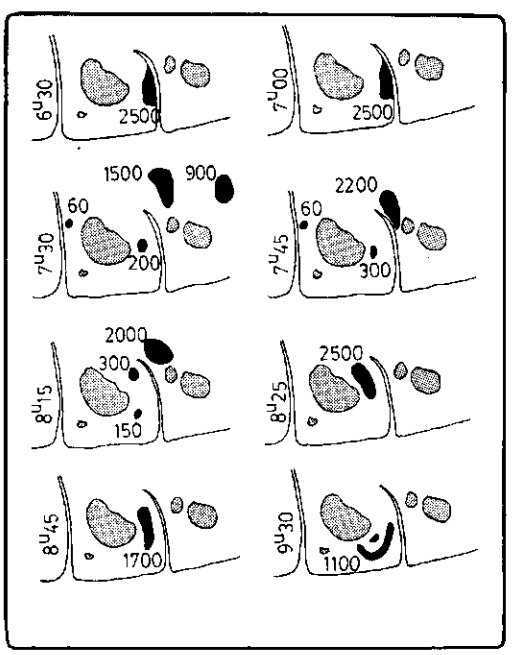
Figuur 62. Voorlopige indeling van Nederland in broedvogeldistricten (Kwak & Reyrink, in voorbereiding).



Figuur 63. Relaties, onderhouden door steltlopers in het Deltagebied tussen foerageerplaatsen en hoogwatervluchtplaatsen (Salijs & Baptist, 1977).



Figuur 64. Ochtendtrek van brandganzen van de slaapplaats naar de foerageerplaatsen op de kwelder van Schiermonnikoog (Prins en Ydenberg, 1981).



Figuur 65. De plaats van grazende brandganzen bij het begin van de ochtend op de kwelder van Schiermonnikoog. Aangegeven zijn de ganzen (zwart), duinen (gestippeld), twee slenken en getallen, die staan voor de aantallen ganzen (Prins en Ydenberg, 1981).

Op regionaal/lokaal niveau treden er in de pleistergebieden vele relaties op tussen rust-, slaap- of overblijfplaatsen enerzijds en foerageerplaatsen anderzijds. Als voorbeeld van relaties, die zich hierbij op regionaal niveau afspelen, geeft figuur 63 een overzicht van de relaties, onderhouden door steltlopers, tussen foerageerplaatsen op slikken en hoogwatervluchtplaatsen (schorren, kwelders) in het Deltagebied. Vergelijkbare relaties worden er onderhouden door andere soorten, zoals de Scholekster, de Smient en de Rotgans. In hetzelfde gebied onderhouden andere pleisteraars andere relaties, zoals de Brandgans, die slaapt op de slikken en foerageert op binnendijkse weilanden. Prins en Ydenberg (1981) maken voor de overwinterende Brandganzen op Schiermonnikoog duidelijk dat de relaties in de loop van het seizoen ingrijpend kunnen veranderen. 's Winters foerageren ze in een binnendijkse polder, maar vanaf eind februari tot eind april alleen nog maar op de kwelder van het eiland. Daarbij hebben ze een min of meer vaste dagindeling, aangepast aan de getijden. Als het 's morgens laag water is gaan ze eerst drinken, vervolgens verplaatsen ze zich in groepen of groepjes van de ene foerageerplaats naar de andere, waarna ze bij laag water weer gaan drinken en, wanneer ze zich op hoger gelegen plaatsen bevinden, op het midden van de dag rusten of, wanneer dat niet het geval is, doorgaan met grazen om aan het eind van de dag weer naar de slaapplaats terug te keren (figuur 64 en 65). In dit geval is er door nauwkeurige waarnemingen betrekkelijk veel bekend over de relaties op lokaal niveau, in het algemeen is dat echter niet het geval.

Zowel op regionaal als op lokaal niveau treden er veelvuldig relaties op tussen foerageerplaatsen en uitwijk-foerageerplaatsen, met name waar foerageerplaatsen door de mens verstoord worden.

6.7. Relaties door waterdieren *

Naar aanleiding van hun verblijfplaats en bewegingsmogelijkheden, kunnen de waterdieren globaal in drie groepen worden onderverdeeld: nekton, plankton en benthos. Tussen de verschillende groepen zijn overgangsvormen waarneembaar. Hierbij geldt dat veel soorten in verschillende fasen van hun levensloop deel uitmaken van verschillende groepen (figuur 66).

Het nekton wordt gevormd door actief zwemmende dieren. Doorgaans worden ze in de pelagische ruimte (het vrije water) aangetroffen. Ze zijn in staat om onafhankelijk van de waterstromingen te bewegen. Het zijn met name deze dieren, die over grote afstanden kunnen migreren. In de Nederlandse wateren betreft het vele soorten vissen, enkele soorten inktvissen, sommige soorten krabben en garnalen en de Zeehond.

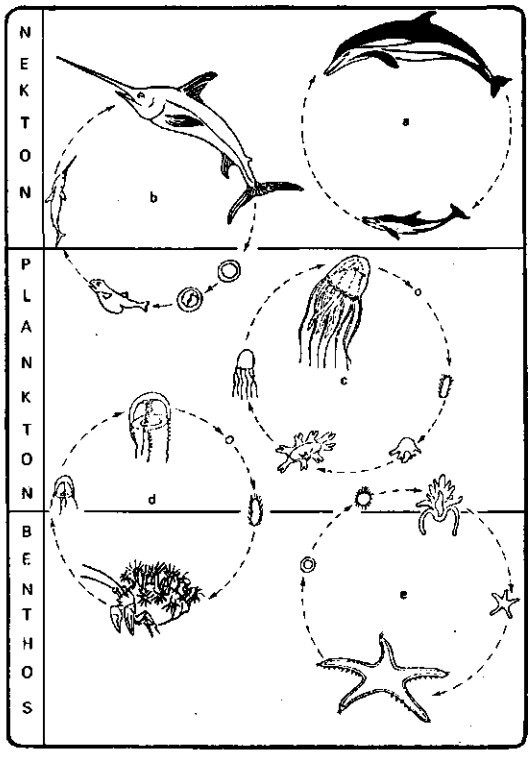
Het plankton bestaat uit vrij in het water zwevende en zwemmende organismen, die passief met de waterstromingen meegevoerd worden. Er wordt een onderscheid gemaakt tussen plantaardig plankton (phytoplankton) en dierlijk plankton (zoöplankton). De aanvoer van plankton kan het karakter van een functiegebied in sterke mate bepalen. Een voorbeeld hiervan is de concentratie van plankton in estuaria als gevolg van getijdebewegingen. Dit leidt ertoe dat met name estuaria een belangrijke functie vervullen als kinderkamer en voedselgrond voor andere soorten waterorganismen. Eieren en larven van veel waterdieren behoren tot het dierlijk plankton. De verspreiding ervan door waterstromingen kan van doorslaggevend belang zijn voor het voortbestaan van de soort. De passieve migratie van larven van soorten als Haring, Sprot, Schol, Bot en Paling van paaigebied naar kinderkamer of opgroeigebied is een belangrijk onderdeel in het netwerk van relaties, dat gedurende de levensloop van de betreffende soorten wordt gevormd.

Het benthos wordt gevormd door in, op of dicht boven de bodem levende organismen. De soorten, die hiertoe behoren, zijn in dit verband van belang door hun betekenis als voedsel voor andere organismen. Daarnaast zijn er echter ook migrerende bodemorganismen, zoals bodemvissen en bepaalde soorten krabben en garnalen. Deze bodemsoorten vertonen doorgaans, behalve horizontale, ook verticale migratie tussen de bodem en de pelagische ruimte.

Het voorgaande maakt duidelijk dat we bij waterorganismen ten minste drie vormen van migratie kunnen onderscheiden: actieve horizontale migratie, passieve horizontale migratie (drift) en verticale

---

*) Voor een uitgebreide verslaglegging wordt verwezen naar Dumont (1982).



a. De Gewone dolfijn (Delphinus delphis) behoort zijn hele levensloop uitsluitend tot het nekton.
b. De Zwaardvis (Xiphias gladius) behoort in zijn subadulte en adulte fase tot het nekton, terwijl de eieren en larven tot het plankton behoren.
c. De kwal (Pelagia noctiluca) behoort zijn hele levensloop uitsluitend tot het plankton.
d. De hydroidpoliep (Podocoryne carnea) plant zich als benthos vegetatief voort; de daarbij ontwikkelde holtediertjes, de eieren die deze loslaten en de larven die daaruit gevormd worden behoren alle tot het plankton.
e. De zeester (Astropecten sp.) maakt deel uit van het benthos, terwijl de eieren en larven van deze soort deel uitmaken van het plankton.

Figuur 66. De indeling van waterdieren in nekton, plankton en benthos (naar Tardent, 1979).

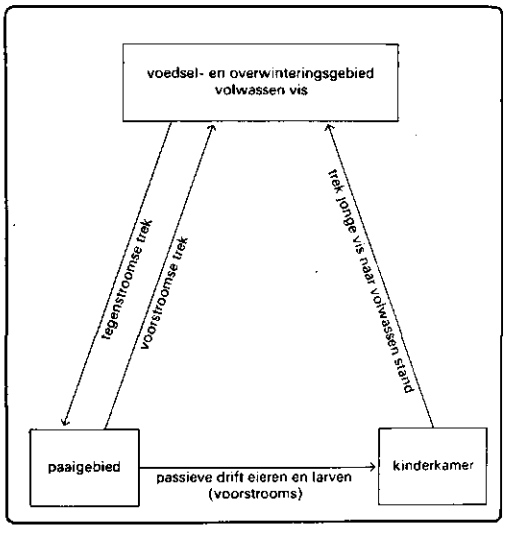
migratie. De actieve horizontale migratie kan onderverdeeld worden in een ongerichte en een gerichte locomotorische beweging. Veel onderzoek is inmiddels gedaan naar de wijze waarop stimuli als watersamenstelling, temperatuur, licht en waterstroming deze bewegingen beïnvloeden (Harden Jones, 1968).

Evenals bij andere biotische relaties, kan er hier een onderscheid gemaakt worden tussen dichtheidsafhankelijke en niet-dichtheidsafhankelijke relaties.

Een in dit verband belangrijk fenomeen is onder meer het zogenaamde "homing". Gerking (1959) definieert het als "the return to a place formerly occupied instead of going to equally probable places". Door terug te keren naar de geboorteplaats, een verschijnsel dat we ook bij de vogels hebben besproken, worden gebieden, die als paaigebied goed voldaan hebben, voor deze functie gehandhaafd. Op deze wijze is de kans op succesvolle voortplanting groot (Harden Jones, 1968).

Het relatienetwerk van waterdieren wordt in figuur 67 schematisch weergegeven. De relaties voltrekken zich tussen de verblijfsgebieden van de volwassen dieren (foerageergebieden, overwinteringsgebieden), de paaigebieden en de kinderkamers. Er is sprake van actieve migratie door volwassen dieren van en naar de paaigebieden en door de jonge dieren van de kinderkamers naar de verblijfsgebieden. Deze migratie kan ten dele passief gebeuren. In dat geval worden er in diepere waterlagen of op andere plaatsen stromen opgezocht, die gunstig zijn voor de terugkeer van paaigebied naar verblijfgebied. De bewegingen van paaigebieden naar kinderkamers vinden plaats door passieve migratie (met de stroom mee).

Voedselzoekbewegingen (eventueel vanuit een rust- of schuilplaats) vinden voornamelijk binnen foerageergebieden en kinderkamers plaats. In paaigebieden en overwinteringsgebieden wordt veelal niet gefoerageerd.



Figuur 67. Schematische weergave van het relatienetwerk van waterdieren.

Evenals bij vogels, vindt ook bij waterdieren bij tijdelijke ongeschiktheid van een functiegebied uitwijk plaats naar andere gebieden. Voor standvissen geldt dat alle functies binnen een beperkt gebied vervuld worden; de mogelijkheid tot uitwijk kan hier zelfs geheel ontbreken, zoals bij geïsoleerde plassen en trajecten van waterlopen. De meeste zoetwatervissen zijn standvissen.

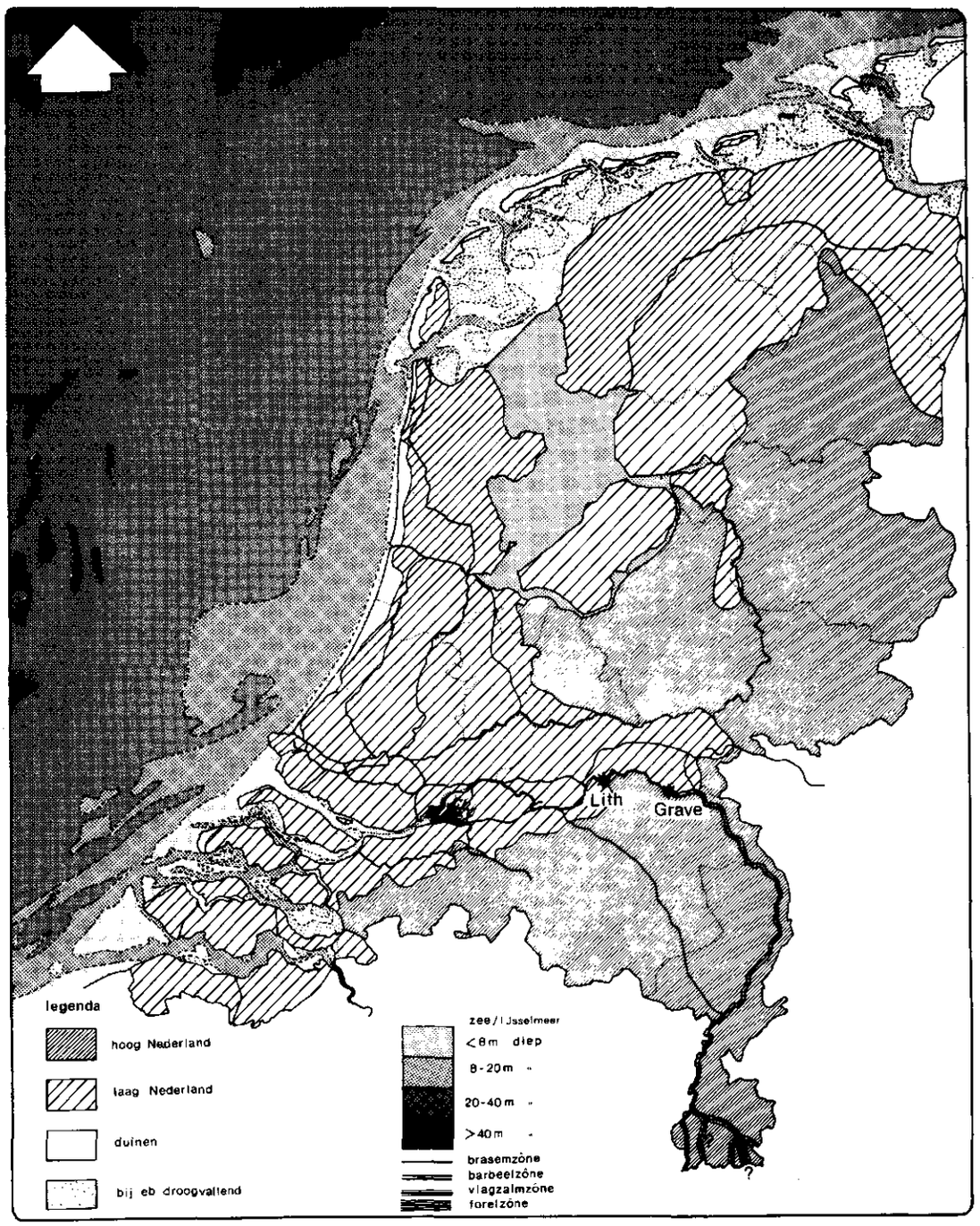
Het voorgaande heeft zowel betrekking op gebieden met zout, als met brak of zoet water. Voor verschillende soorten waterdieren geldt dat ze relaties onderhouden tussen gebieden met verschillende zoutgehalten. Een onderscheid kan daarbij gemaakt worden tussen anadrome en katadrome soorten. De anadrome soorten komen uit de zee(mond) en trekken van daaruit tegenstrooms de rivieren op naar paaigebieden verder stroomopwaarts. Voor de katadrome soorten geldt het omgekeerde. De meeste soorten blijven echter gedurende hun hele levensloop in zout/brak of zoet/brak water. Van de trekkende zoetwatervissen zijn er, als gevolg van overbevissing, waterverontreiniging en het ontbreken van of de onbereikbaarheid van geschikte paaigebieden door waterbeheersingswerken, in vergelijking met het begin van deze eeuw nog maar weinig soorten over. Soorten, die zich aan deze situatie hebben kunnen aanpassen, leven als standvissen binnen de afgesloten trajecten van waterlopen (bijvoorbeeld de zogenaamde Binnenspiering en standpopulaties van Blankvoorn, Winde en Driedoornige stekelbaars).

Verreweg de meeste relaties door waterdieren zijn dubbel-tweezijdig. Waar vormen van isolatie en éénzijdige relaties voorkomen, is dat vaak het gevolg van menselijk handelen.

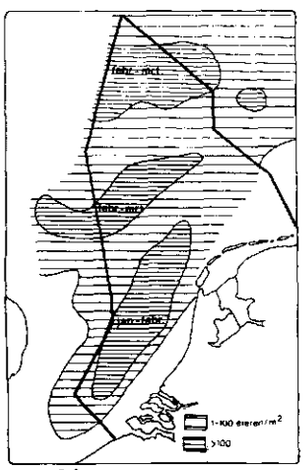
In tabel 24 zijn de migrerende soorten, die in Nederlandse wateren kunnen worden aangetroffen, beknopt samengevat.

In verband met het optreden van internationale en nationale relaties kunnen in zee vier typen her-/inkomstgebieden worden onderscheiden: 1. diep open water (circalitoraal; dieper dan 30 m), 2. ondiep open water (infralitoraal; 5-30 m), 3. de kustzone (ondieper dan 5 m), 4. getijdenzone (litoraal) (figuur 68).

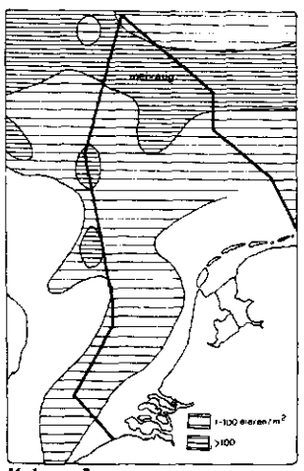
Een belangrijk type internationale relatie wordt gevormd door de niet-dichtheidsafhankelijke bewegingen tussen het diepe en ondiepe open water van de Noordzee enerzijds en de wateren van de kustzone en de getijdenzone anderzijds. Zo bevinden er zich in de zuidelijke Noordzee op ondiepe plaatsen paaigebieden van soorten als de Haring, Sprot, Tong, Schol, Bot, Makreel, Kabeljauw en Wijting (figuur 69). De eieren, pelagische larven en/of jonge visjes worden door de zeestromen meegevoerd naar gebieden dichter onder de kust, waar zich de kinderkamers bevinden (figuur 70). Ook van soorten als Meun, Steenbolk, en



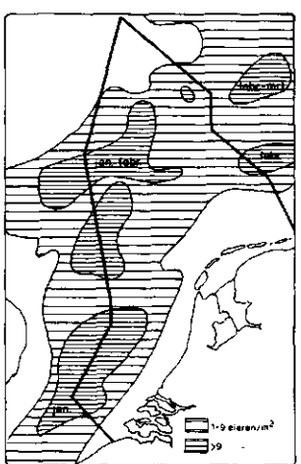
Figuur 68. Her- en inkomstgebieden van relaties door waterdieren op internationaal en nationaal niveau.



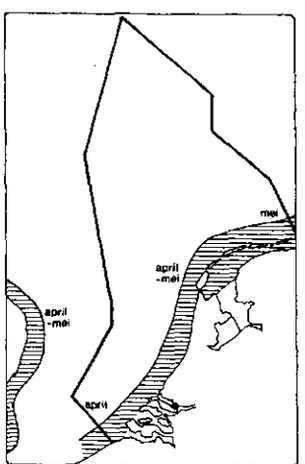
Kabeljauw



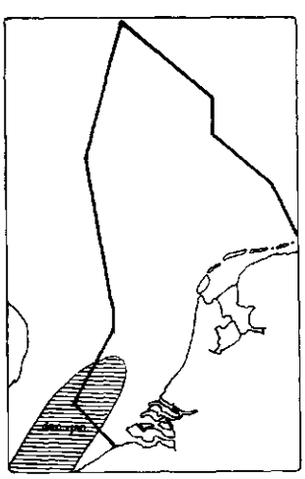
Makreel



Schol

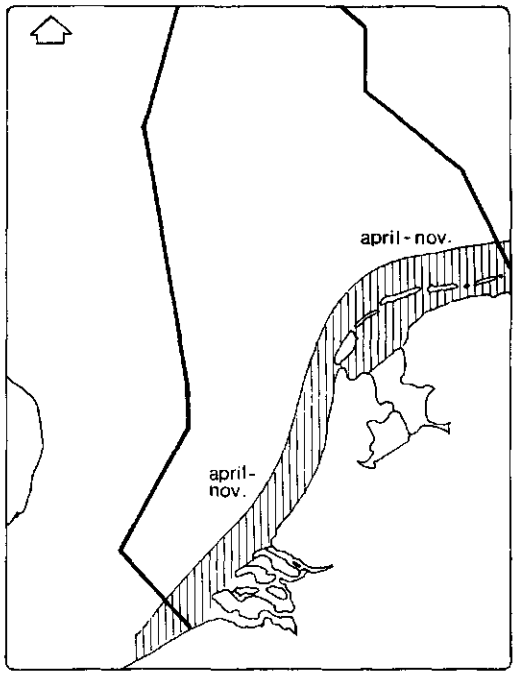


Tong

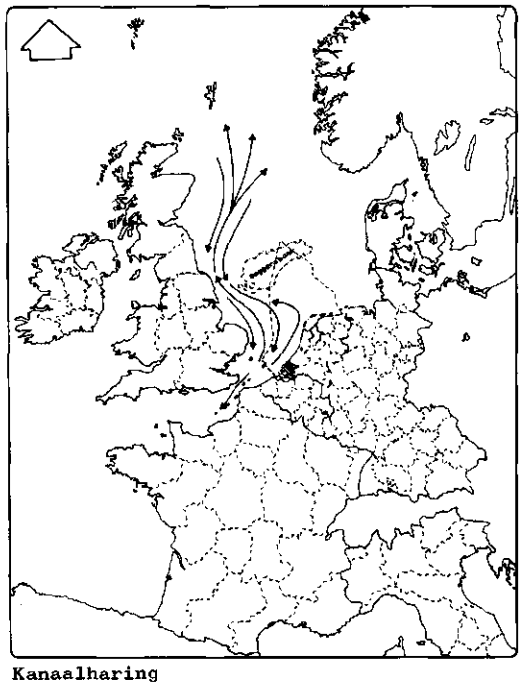


Haring

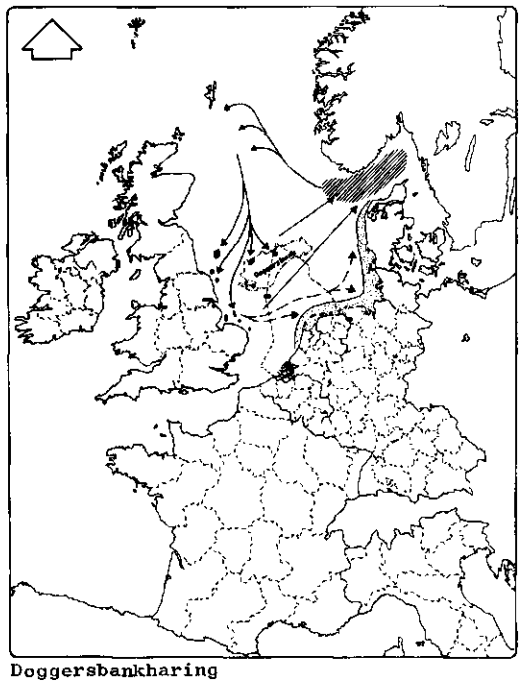
Figuur 69. Schematische weergave van de paaiplaatsen van enkele soorten vissen (naar de Lange en Hummel, 1978).



Figuur 70. Schematische weergave van de kinderkamer van enkele vissoorten (naar de Lange en Hummel, 1978).



Kanaalharing



Doggersbankharing

Figuur 71. Schematische weergave van de relaties, onderhouden door de Doggersbankharing en de Kanaalharing, tussen verblijfsgebieden, paaigebieden en fourageergebieden (naar Harden Jones, 1968).

ZEEWATER - VISSEN - ALGEMEEN			Schelvis	o	n	Spiering	d		Baars	s
Rivierprik	a	g	Ling	o	n	Koningsvis	d	z	Snoekbaars	t
Hondshaai	z	z	Zonnevis	o	z	Zeestekelbaars	s	n	Bot	d
Paling	k	k	Kleine zeenaald	s	g	Snipvis	d			
Haring	o	n	Adderzeenaald	s	g	Blauwkeeltje	d		ZOET WATER - VISSEN - VRIJ ALGEMEEN	
Sprot	o	g	Zeedonderpad	s	n	Groene zeedonderpad	s	n	Fint	s
Ansjovis	z	z	Slakdolf	s	n	Montagu's slakdolf	d	n	Amerikaanse hondsvis	s
Spiering	s	g	Zeebaars	z	z	Bokvis	d	z	Barbeel	p
Wijting	s	g	Zeekarper	z	z	Zeebrasem	d	z	Sneep	p
Steenbolk	o	z	Dunlippige harder	z	z	Spaanse brasem	d	z	Vetje	s
Koolvis	o	n	Gevlekte lipvis	s	z	Ombervis	d	z	Winde	p
Kabeljauw	o	n	Rasterpitvis	s	z	Bailloni's lipvis	s	z	Serpeling	p
Vijfdradige meun	s	n	Glasgrondel	s	z	Kliplipvis	s	z	Elrits	t
Puitaal	s	n	Lazano's grondel	o	z	Gehoornde slijmvis	s	z	Bittervoorn	s
Geep	s	z	Schurftvis	s	t	Zeewolf	d	n	Grote modderkruiper	s
Kleine koornaarvis	s	z	Tongschar	s	n	Blauwe zeewolf	d	n	Bruine amerik. dwergmeerval	s
Koornaarvis	z	z				Spaanse makreel	d	z	Kwabaal	s
Driedoornige stekelbaars	s	g	ZEEWATER - VISSEN - SCHAARS			Tonijn	d	z	Zonnebaars	s
Grote zeenaald	s	g	Zeeprik	s		Zwarte vis	d	n-z		
Grauwe poon	s	z	*Heushaai*	d	z	*Scharretong*	d	*n*	ZOET WATER - VISSEN - SCHAARS	
Gestreepte poon	z	z	Reuzehaai	d	n	Gevlekte griet	d	n	Beekprik	s
Rode poon	s	z	Gladde haai	z	z	Heilbot	d	n	Zeeprik	s
Harnasmannetje	s	n	Lichtend spotje	d	n-z	Lange schar	d	nn	Kopvoorn	t
Snotolf	s	n	Blauwe wijting	d		Hondstong	d	g	Meerval	s
Horsmakreel	z	k	Vorskwab	s	n	Trekkervin	d	z		
Diklippige harder	z	z	Driedradige meun	z	z				ZOET WATER - VISSEN - ZELDZAAM	
Kleine pieterman	s	z	Vierdradige meun	d	n	BRAK WATER - VISSEN - ALGEMEEN			Zeeforel	s
Botervis	s	n	Noorse meun	d	n	Ansjovis	z	z		
Noorse zandspiering	s	n	Meek	d	z	Regenboogforel	s	g	ZOET WATER - VISSEN - ZEER ZELDZ.	
Zandspiering	s	g	Makreelgeep	d	z	Kleine koornaarvis	s	z	Grote meraene	s
Smelt	s	n	Engelse poon	d	z	Diklippige harder	z	z	Zalm	s
Pitvis	s	z	Braam	d	z	Zwarte grondel	s	g	Zwarte amerik. dwergmeerval	s
Zwarte grondel	s	g	Mul	s	z	Brakwatergrondel	s	g		
Brakwatergrondel	s	g	Zwartooglipvis	s	z	Bot	o	g	ZOET WATER - VISSEN - UITGESTORVEN	
Dikkopje	s	g	Grote pieterman	s	z	Paling	k	k	Elft	s
Makreel	o	g	Slijmvis	s	g	Spiering	s	g	Steur	s
Tarbot	s	g	Kleurige grondel	s	g	Driedoornige stekelbaars	s	g	Houting	s
Griet	s	g	Franse tong	d	z	Blankvoorn	t	g	Beekforel	s
Schar	s	n	Maanvis	k	k				*Vlagzalm*	s
Bot	o	g				ZOET WATER - VISSEN - ALGEMEEN			Gestippelde alver	s
Schol	o	n	ZEEWATER - VISSEN - ZELDZAAM			Rivierprik	a			
Dwergtong	s	g	Steur	s	g	Paling	k		ZEEWATER - ZOOGDIEREN	
Tong	o	z	Zalm	s		Regenboogforel	s		Gewone zeehond	
			Zeepaardje	s	g	Spiering	s		Grijze zeehond	
ZEEWATER - VISSEN - VRIJ ALGEMEEN						Snoek	p			
Gladde haai	z	z	ZEEWATER - VISSEN - ZEER ZELDZAAM			Brasem	p		ZEEWATER - KRABBEN	
Ruwe haai	k	k	Voshaai	d	z	Alver	p		Gewone zwemkrab	
Doornhaai	k	k	Kathaai	z	z	Blei	p			
Zeeëngel	k	k	Groenlandse haai	d	n	Kroeskarper	s		ZEEWATER - GARNALEN	
Vleet	s	g	Gemarmerde sidderrog	d	z	Karper	s		Gewone garnaal	
Stekelrog	s	g	Sidderrog	d	z	Grondel	s			
Gevlekte rog	z	g	Blonde rog	d		Blankvoorn	t		ZEEWATER - INKTVISSEN	
Pijlstaartrog	z	z	Kleinoogrog	d		Rietvoorn	t			
Zeepaling	o	z	Grootoogrog	d		Zeelt	s			
Fint	s	z	Sterrog	d	n	Kleine modderkruiper	s			
Sardien	o	z	Golfrog	d		Bermpje	s			
Zeeforel	s	n	Elft	s		Gup	s			
Zeeduivel	o	g	Houting	s		Driedoornige stekelbaars	s			
Dwergbolk	s	g	Benoit's lantaarnvisje	d		Rivierdonderpad	s			
Pollak	o	g	Vliegende vis	d	z	Tiendoornige stekelbaars	s			

eerste letter achter de soort heeft betrekking op het migratietype (a = anadroom, z = zomergast, k = katadroom, o = oceanodroom, s = standvis, d = dwaalgast, t = trekkende populatie, p = potamodroom);
tweede letter achter de soort heeft betrekking op de verspreiding (g = soort van gematigd gebied, z = zuidelijke soort, n = noordelijke soort, k = kosmopoliet)

Tabel 24. Overzicht van migrerende waterorganismen: vissen, (zoogdieren, krabben, garnalen en inktvissen), die in de Nederlandse wateren worden (werden) aangetroffen.

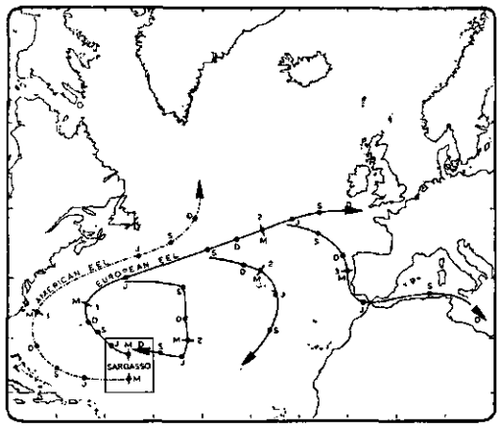
Dwergbolk, die standvissen zijn in de Noordzee, worden de jongen vooral in ondiep kustwater, met name dat van de Waddenzee, aangetroffen.

De volwassen exemplaren van een aantal soorten verspreiden zich na het paaien om te verblijven in de diepere delen van de Noordzee en aangrenzende delen van de Atlantische Oceaan. Een soort als de Haring vertoont bovendien een duidelijke trek naar fourageergebieden (figuur 71). De platvissen trekken in de zomer de estuaria binnen, waar hun voedselgronden liggen.

Eveneens grote afstanden worden afgelegd door soorten als Zeebaars, Horsmakreel, Diklippige harder en Dunlippige harder. Ze trekken in de zomer vanuit het zuiden de Nederlandse kustwateren binnen op zoek naar voedsel. De Ansjovis is een zuidelijke soort, die in de Zeeuwse wateren haar paaigebied heeft. Hetzelfde geldt voor de Geep, met een paaigebied in de Waddenzee. Deze soorten trekken in het najaar weer in zuidelijke richting weg naar hun overwinteringsgebieden. Garnalen, krabben en inktvissen trekken eveneens in het voorjaar het kustgebied in op zoek naar voedsel. Voor een soort als de Gewone garnaal functioneren de estuaria en de Waddenzee als kinderkamer.

Een ander type relatie, mogelijk tot op internationaal niveau, ontstaat door de beweging van verschillende soorten in de winter vanuit het ondiepe kustwater naar het diepere water van de Noordzee. Deze beweging houdt verband met de daling van de watertemperatuur. Zo trekken in strenge winters vissoorten als zeenaalden, Dikkopje, Puitaal, Smelt en Zandspiering, die zich normaal in de kustzone bevinden, zich terug naar dieper water, veelal tot buiten onze territoriale wateren. Garnalen en jonge platvissen trekken in strenge winters over veel grotere afstanden. Ze worden dan gevolgd door hun predator, de Gewone Zeehond. Het betreft in deze gevallen steeds een relatie tussen een foerageer-/paaigebied en een overwinteringsgebied. Bij volwassen platvissen valt de paaitrek daarentegen samen met de overwinteringstrek; ze bewegen tussen foerageergebieden in de estuaria en paaigebieden in open zee. Omgekeerd trekt de Snotolf juist in de winter de estuaria in, waar deze soort haar paaigebied heeft.

Een zeer sprekend voorbeeld van een internationale relatie tussen paaiplaats, kinderkamer en verblijfsgebied wordt onderhouden door de Paling. Hij trekt van de Sargassozee (paaigebied) naar de Europese kustwateren (het traject en deze wateren vormen de kinderkamer) en vervolgens naar het binnenwater (verblijfsgebied). Er wordt beweerd dat de trekdrang zo groot is dat zelfs geringe afstanden over land worden afgelegd. Niet alle palingen trekken echter tot in het zoete water. Er zijn dieren, die in het brakwatergebied blijven. Er zijn aanwijzingen dat deze zich in de loop der jaren tot mannetjes ontwikkelen (Wolff en Post, 1979). De volwassen dieren maken vanuit het zoete water en het kustwater de terugtocht naar de Sargassozee om daar te paaien (figuur 72).



Figuur 72. Schematische weergave van de internationale relatie, onderhouden door de Paling.

de lijn tussen twee punten geeft het traject weer dat per seizoen wordt afgelegd

m = maart
j = juni
s = september
d = december

1, 2 en 3: eerste, tweede en derde jaar van de trek

In vroeger jaren werden spectaculaire internationale relaties onderhouden door de migratie van anadrome soorten als Zalm, Steur, Houting, Maraene en Elft. Ze worden momenteel niet meer in de Nederlandse rivieren aangetroffen als gevolg van overbevissing, waterverontreiniging en het blokkeren van de migratietrajecten door waterbeheersingswerken. Een geringe anadrome trek kunnen we nog waarnemen bij soorten als Zeeprik, Rivierprik, Zeeforel, Fint (minder) en trekkende populaties van Spiering en Driedoornige stekelbaars. Ze worden nog aangetroffen in de Lek, IJssel, Waal en in de Maas tot aan de stuw bij Lith. Er zijn in enkele rivieren en beken (Overijsselse Vecht, Neerbeek) vistrappen aangelegd, die het voor een aantal soorten mogelijk moeten maken om de aanwezige barrières bij hun trek te overwinnen.

Onderzoek in deze richting is nog volop gaande.

Ook zeehonden onderhouden internationale relaties. Er komen in de Nederlandse wateren drie soorten voor, waarvan twee onregelmatig. De Waddenzee is hun belangrijkste verblijfs- en voortplantingsgebied; in de Zeeuwse wateren worden ze nog maar bij uitzondering aangetroffen. De zandbanken van de Waddenzee functioneren als werpplaatsen van de Gewone zeehond. In strenge winters, als het voedsel wegtrekt uit de Waddenzee, trekt de zeehond mee naar dieper water en overwintert daar. Grensoverschrijdende relaties treden ook op bij bewegingen in de zomer, buiten de werp- en opgroeitijd, tussen het Nederlandse, Duitse en Deense deel van het Waddengebied.

De in het voorgaande behandelde internationale relaties zijn niet-dichtheidsafhankelijk. Daarnaast zijn er ook dichtheidsafhankelijke. Dit geldt bijvoorbeeld mogelijk voor de uitbreidingen van de arealen van vissoorten als de Blauwe wijting en de Dwergbolk, die waarschijnlijk mede veroorzaakt zijn door de geleidelijke stijging van de temperatuur van het zeewater in de Noordzee (Nijssen, 1966).

Evenals bij vogels en landdieren, is de relatie tussen een optimaal en een marginaal biotoop bij waterdieren een voorbeeld van een dichtheidsafhankelijke relatie. In hoeverre hiervan op internationaal niveau sprake is, is niet duidelijk. Zijlstra (1972) noemt een aantal soorten die normaal in de Noordzee voorkomen, maar soms hun verspreidingsgebied uitbreiden tot in de Waddenzee, zonder dat dit gebied in een of andere levensfase een specifieke functie voor die soorten vervult. Het betreft soorten als Ruwe haai, Stekelrog, Zee-engel, Zeeduivel, Schelvis, Dwergbolk, Noorse meun, Engelse poon, Kleine pieterman, Zandspiering, Smelt, Pitvis, Rasterpitvis, Kleurige grondel, Adderzeenaald, Schar, Tongschar, Schurftvis en Dwergtong.

Dispersie leidt ook tot dichtheidsafhankelijke relaties. Het verschijnsel is bij aquatische levensgemeenschappen echter nog nauwelijks onderzocht. Het steeds vaker aantreffen van jongen van de Grijze zeehond voor onze kust zou mogelijk een gevolg van dispersie kunnen zijn. Het is bekend dat de populaties van deze soort voor de Engelse kust een te hoge dichtheid hebben.

Met betrekking tot vissen wordt door Baker en Dekkers (1980) in dit verband opgemerkt dat de jongen grote zwerftochten ondernemen op zoek naar nieuwe paai- en voedselgebieden. De volwassen dieren zouden zich beperken tot de gunstigste gebieden. Bovendien zouden volgens deze auteurs jonge vissen voedselterritoria hebben, wat de verspreiding van de soort bevordert. Het zoeken van nieuwe paaigebieden is echter in tegenspraak met het eerder beschreven verschijnsel "homing".

Harden Jones (1968) stelt dat er bij vissen moeilijk een onderscheid gemaakt kan worden tussen dispersie en echte migratie. Dispersie is een passieve, ongerichte locomotorische beweging, afhankelijk van de levensfase van het dier. In principe zal een ongerichte locomotorische beweging leiden tot een ongerichte verspreiding. Door uitwendige omstandigheden kan er echter toch een uiteindelijke beweging in één richting ontstaan, zoals door de werking van een sterke waterstroming. Vissen kunnen zo honderden kilometers passief worden meegevoerd. Wat ogenschijnlijk echte migratie is, kan in feite dispersie zijn.

Veel voorkomende eenzijdige internationale relaties zijn het gevolg van de import van uitheemse vissoorten, meestal ten behoeve van de binnenvisserij. Een belangrijk deel (26 %) van de Nederlandse soorten zoetwatervissen is geïmporteerd. Voor een aantal is dat zo lang geleden gebeurd, dat ze momenteel in het algemeen tot de inheemse fauna gerekend worden (Karper, Snoekbaars).

Soms is er sprake van een invasie van een bepaalde vissoort. Er worden dan opeens veel individuen aangetroffen van een soort, die niet inheems is in de Nederlandse wateren. De oorzaak van een dergelijke invasie is veelal niet geheel duidelijk. Het kan samenhangen met de jaarklassterkte van de soort in de Noordzee, maar ook de sterkte van de warme Golfstroom of de manier waarop deze in onze wateren arriveert kan een oorzaak zijn. Zo trad er in 1980 in de Oosterschelde een invasie op van de Goudharder, die niet afdoende verklaard kan worden (mond. meded. G. Doornbos).

De hiervoor genoemde internationale relaties spelen uiteraard ook op het nationale niveau. Dit geldt in het bijzonder voor de relaties tussen het verblijfsgebied (overwinteringsgebied) en het paaigebied van

anadrome soorten als Fint, Zeeforel, Zeeprik, Rivierprik en trekkende populaties van Spiering en Driedoornige stekelbaars. De laatste twee soorten worden, evenals populaties van trekkende zoetwatersoorten als Blankvoorn en Winde, in de winter aangetroffen in diepe en rustige brakwatergebieden bij riviermonden. De Driedoornige stekelbaars en de Spiering komen ook als wintergasten voor in de Waddenzee. Vanuit deze brakwatergebieden trekken Winde en Blankvoorn in het voorjaar de Lek, Waal, IJssel en Maas (tot Lith) op naar stroomopwaarts of in zijrivieren gelegen paaigebieden. De Winde trekt bovendien vanuit het IJsselmeer naar paaigebieden in de Overijsselse Vecht.

In principe kan stromend zoet en brak water, als her- en inkomstgebieden op nationaal niveau, overeenkomstig Muus en Dahlstrøm (1968) aan de hand van kenmerkende vissoorten ingedeeld worden in verschillende zones (figuur 68). Het voorkomen van de betreffende soorten hangt voornamelijk samen met het zoutgehalte, de stroomsnelheid, de temperatuur, het zuurstofgehalte en de bodemgesteldheid van de watereenheid. Zo kunnen de volgende zones onderscheiden worden:

- Forelzone ((Beekforel), Rivierdonderpad, Bermpje, Elrits, Beekprik);
- Vlagzalmzone ((Vlagzalm), Kopvoorn, (Zalm), Sneep, Rivierprik);
- Barbeelzone (Barbeel, Winde, Serpeling);
- Brasemzone (Brasem, Zeelt, Baars, Snoek, Rietvoorn, Blankvoorn);
- Brakwaterzone ((Elft), Fint, Harder, (Steur), Bot, Paling).

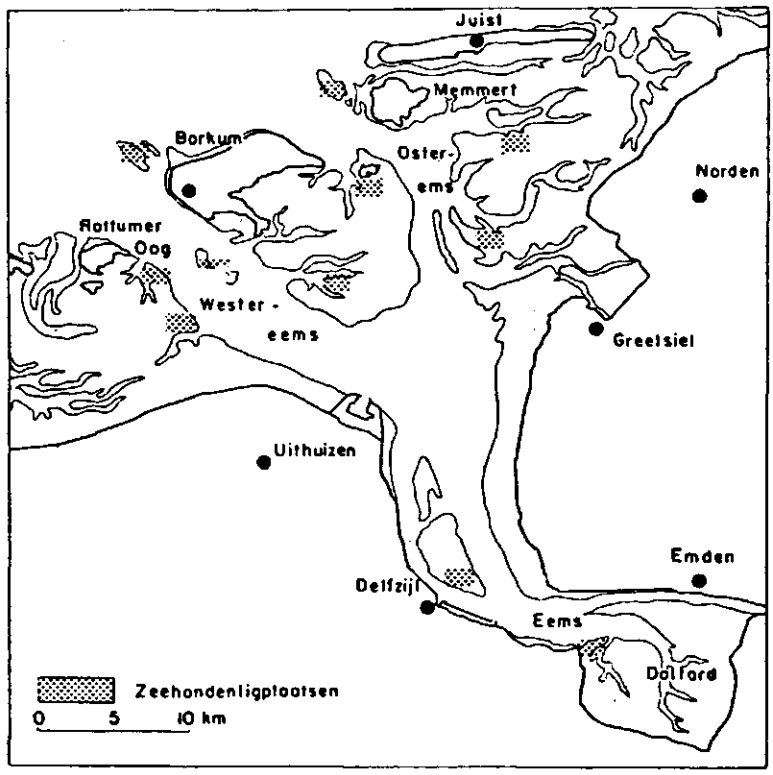
Een aantal van de genoemde kenmerkende soorten (tussen haken) is reeds kortere of langere tijd uit de Nederlandse binnenwateren verdwenen. Het grootste deel van het Nederlandse oppervlaktewater behoort tot de Brakwater- en de Brasemzone. Uitsluitend het deel van de Maas boven de stuw van Grave wordt tot de Barbeelzone gerekend en enkele Limburgse beken, zoals de Geul, tot de Vlagzalmzone. Door de sterke achteruitgang van de waterkwaliteit en de vele waterbeheersingswerken is deze indeling echter niet meer geheel van toepassing. Althans, er ontstaat een sterk genivelleerd beeld, waarbij enkele zones overheersen.

Niet alleen het stromende water is door de mens sterk gecompartimenteerd, maar ook het stilstaande, zoals in poldergebieden. Hier worden voornamelijk standpopulaties aangetroffen. Meestal gaat het om soorten van stilstaand water, soms ook om soorten, die oorspronkelijk trekgedrag vertoonden.

Op regionaal en lokaal niveau worden er wel betrekkelijk veelvuldig relaties onderhouden door zoetwatervissen. Voorbeelden hiervan zijn de bewegingen naar overwinteringsgebieden in dieper water van zandwingaten, wielen of de benedenlopen van de rivieren. Een ander voorbeeld is de stroomopwaartse trek van soorten als Brasem, Blei, Blankvoorn, Winde en Snoek, voor zover de afstand tussen stuwen en dammen dit althans toelaat (Cazemier en Muyres, 1981). Zo trekt de Snoek in het voorjaar vanuit het Zwarte Meer de Overijsselse Vecht op om er te paaien en trekken vissen uit de diepere delen van de Vinkeveense plassen naar delen van de periodiek geïnundeerde polder Demmerik met hetzelfde doel. In het algemeen geldt overigens dat oeverzones en periodiek geïnundeerde gebieden voor veel soorten functioneren als paaigebied. Bij de trek ernaartoe, van diep naar ondiep water, worden meestal geen specifieke plaatsen opgezocht.

Bij voedselzoekbewegingen kan er sprake zijn van ongerichte bewegingen, zoals bij standvissen, die geen specifieke foerageerplaatsen opzoeken. Gerichte bewegingen doen zich daarentegen op regionaal/lokaal niveau bijvoorbeeld voor bij getijmigranten, die bij hoog water foerageren op de platen en wadden en zich bij laag water terugtrekken in de geulen (Schol, Bot, Tong en Harder).

Een aantal standvissen, met name bodemvissen als Paling, Vorskwab, Zandspiering, Kleine modderkruiper en een aantal karperachtigen, vertoont een actieve en een minder actieve periode, veelal overeenkomend met het dag-nachtritme. In de minder actieve periode rusten ze op of in de bodem. Het is niet voor alle soorten duidelijk of ze specifieke rust-/schuilplaatsen opzoeken. De ruimte boven de bodem (de pelagische ruimte) vormt het foerageergebied. Voor soorten met een specifieke schuilplaats om te rusten of om vandaaruit te jagen (Snoek) geldt dat ze vanuit deze plaats zeer frequente relaties onderhouden met het omringende foerageergebied.



Figuur 73. Zeehondenligplaatsen in een deel van de Waddenzee.

De Gewone zeehond rust bij eb steeds of dezelfde zandplaten in het Waddengebied en fourageert bij vloed in de omgeving ervan. Hierbij kunnen afstanden afgelegd worden, die het lokale niveau overschrijden (figuur 73).

Behalve de hiervoor genoemde niet-dichtheidsafhankelijke relaties, zijn er ook dichtheidsafhankelijke relaties op regionaal/lokaal niveau. Hierover is nog weinig bekend. Een voorbeeld van een beweging tussen een optimale en een marginale habitat vormt het gedrag van de Driedoornige stekelbaars in de Grevelingen. De stekelbaarsjes hebben hun territoria in de zeegrasvelden. Individuen, die geen territorium bezitten, vormen vrij rondzwemmende scholen. Openvallende territoria worden vanuit deze scholen opgevuld (mond. meded. G. Doornbos).

Een enkel voorbeeld van natuurlijke isolatie op lokaal niveau is dat van de Hondsvis in de vennen van de Peel. Verder kan er sprake zijn van tijdelijke isolatie door het droogvallen van watereenheden. Sommige soorten zijn aan deze omstandigheden aangepast en graven zich gedurende die periode in de modder in (Grote modderkruiper, Botervisje).

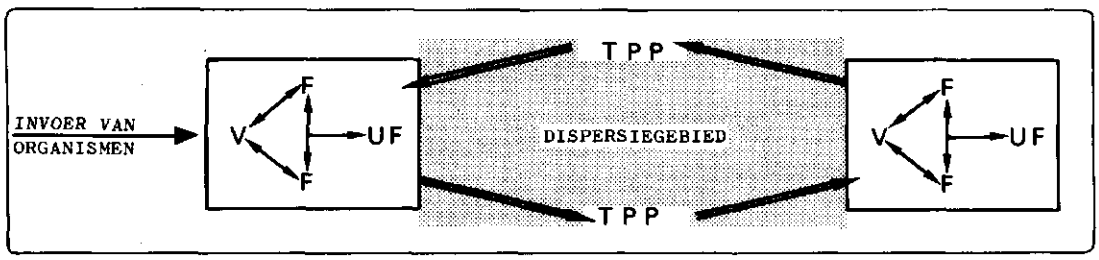
6.8. Relaties door landdieren

Wanneer we ons beperken tot de zoogdieren, geldt dat de bewegingsmogelijkheden van landdieren in Nederland in het algemeen beperkt zijn. De ruimte is sterk gecompartimenteerd, wordt doorsneden door barrières (water, autowegen, bebouwing en dergelijke) en wordt intensief gebruikt. Bovendien is het aantal soorten terrestrische zoogdieren, dat in Nederland verblijft, klein in vergelijking met dat van waterdieren en vogels.

Internationale doortrek en het periodiek wegtrekken naar overzomerings- of overwinteringsgebieden

komt niet of niet meer voor. Hetzelfde geldt voor relaties op nationaal niveau. Bij de meeste soorten vallen de voortplantings- en overwinteringsgebieden min of meer samen en blijven de meeste relaties dan ook beperkt tot het lokale en in uitzonderingsgevallen het regionale niveau. Op dit niveau kan er wel sprake zijn van grensoverschrijdende (internationale) relaties. Uitzonderingen op het voorgaande vormen de relaties door de invoer van soorten door de mens en de geleidelijke uitbreiding van het areaal van soorten.

In principe is het eerder gegeven algemene model van het netwerk van biotische relaties tussen verschillende functiegebieden ook van toepassing op de Nederlandse landdieren. In werkelijkheid is er echter sprake van een veel minder complex netwerk (figuur 74).



v : voortplantingsplaats
f : foerageergebied
uf : uitwijkfourageergebied
tpp: tijdelijke pleisterplaats

Figuur 74. Schematische weergave van het relatienetwerk van landdieren.

Evenals bij de relaties door vogels en waterdieren, zijn de meeste relaties hier dubbel tweezijdig. Daarnaast komen ook vormen van isolatie en eenzijdige relaties voor. Tabel 25 geeft een overzicht van de in dit verband relevant geachte diersoorten.

Voorbeelden van eenzijdige relaties op internationaal niveau zijn die, waarbij relatief kleine aantallen van een bepaalde soort door de mens zijn ingevoerd. Het gaat zowel om soorten, die uit gevangenschap zijn ontsnapt, als soorten die zijn uitgezet. Wanneer de soort in staat is zich in het wild te handhaven en voort te planten, is er sprake van een effect op het inkomstgebied (delen van Nederland). Omdat het gaat om kleine aantallen, is het effect op het herkomstgebied verwaarloosbaar. Zo is de Beverrat vóór de Tweede Wereldoorlog vanuit subtropische gebieden ingevoerd in Midden-Limburg voor het fokken van pelsdieren. Na de oorlog beëindigden veel fokkers hun bedrijf of gingen over op andere dieren. De huidige in het wild levende populatie stamt vermoedelijk af van losgelaten of ontsnapte exemplaren. Buiten Midden-Limburg worden slechts incidenteel exemplaren aangetroffen. Door zijn subtropische afkomst is de soort erg gevoelig voor strenge winters, zodat de populatie door natuurlijke omstandigheden op een laag peil gehouden wordt. Een vergelijkbaar voorbeeld is dat van de Amerikaanse nerts. Massale vestiging doet zich echter (nog) niet voor (Leeuwenberg, 1976). Een soort, die bewust is uitgezet, is de Moeflon. Sinds 1921 bevindt zich een roedel op de Hoge Veluwe en sinds 1930 een kleinere op kroondomein Het Loo. De Moeflon komt in Nederland niet voor in de vrije wildbaan. Het is dan ook de vraag in hoeverre hij tot de in het wild levende fauna gerekend kan worden. Een andere, oorspronkelijk inheemse, soort die is ingevoerd, is het Damhert. Het komt momenteel voor op verschillende plaatsen op de Veluwe. Soms zijn er exemplaren van soorten ingevoerd ter aanvulling van bestaande populaties. Zo liep in de loop van de 19e eeuw de stand van het Wilde zwijn in Nederland sterk terug, reden voor prins Hendrik om in het begin van deze eeuw enkele zwijnen uit te laten zetten op Het Loo. Ontsnapte exemplaren hebben zich daarna vermengd met de weinige vrij levende zwijnen. Sindsdien is de

ZOOGDIEREN		AMPHIBIEEN	
Mol	-	Vuursalamander	-
Bosspitsmuis	-	Alpenwatersalamander	-
Dwergspitsmuis	-	Kamsalamander	-
Waterspitsmuis	-	Zwemvoetsalamander	-
Veldspitsmuis	-	Kleine watersalamander	-
Huisspitsmuis	-		
Egel	-	Vroedmeesterpad	-
		Geelbuikpad	-
Eikelmuis	-	Knoflookpad	- +
Hazelmuis	-	Gewone pad	- +
Hamster	-	Rugstreeppad	- +
Rosse woelmuis	-	Boomkikker	- +
Noordse woelmuis	-	Groene kikker	- +?
Aardmuis	-	Heikikker	- +?
Veldmuis	-	Bruine kikker	- +?
Woelrat	-		
Ondergrondse woelmuis	-		
Muskusrat	-		
Bosmuis	-	REPTIELEN	
Grote bosmuis	-		
Dwergmuis	-		
Zwarte rat	-	Schildpadden	-
Bruine rat	-		
Huismuis	-	Hazelworm	-
Eekhoorn	-	Zandhagedis	-
Beverrat	-	Levendbarende hagedis	-
		Muurhagedis	-
Konijn	-		
Haas	- +	Gladde slang	- +
		Ringslang	- +
Vos	- + *	Adder	- +
Das	- + *		
Otter	- + *		
Boommarter	- +		
Steenmarter	- +		
Hermelijn	-		
Wezel	-		
Bunzing	-		
Amerikaanse nerts	-		
Verwilderde huiskat	- +?		
Wilde kat	- +?		
Wasbeer	-		
Wild zwijn	+ *?		
Ree	+ *		
Edelhert	+ *		
Damhert	+ *		
Moeflon	+ *?		

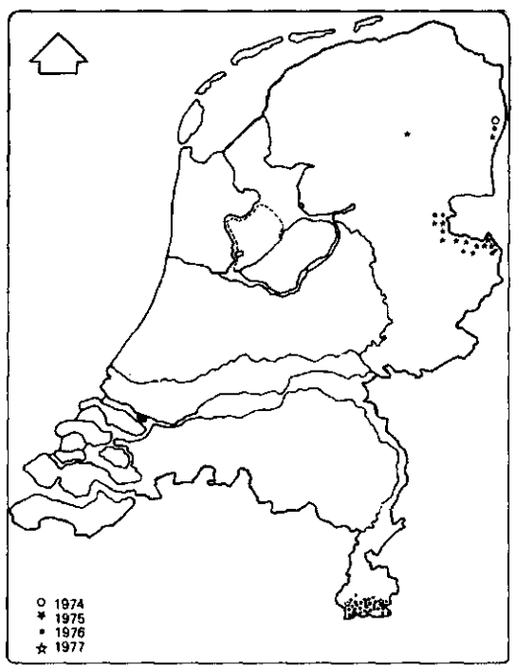
- : relaties tussen functiegebieden over een afstand tot maximaal 1 kilometer
+ : relaties tussen functiegebieden over afstanden tot enkele kilometers
* : relaties tussen functiegebieden over grotere afstanden (tot ong. 10 kilometer)

Tabel 25. Overzicht van de in Nederland voorkomende landdieren met een globale aanduiding van de maximale afstanden, waarover relaties tussen verschillende functiegebieden worden onderhouden.

zwartwildstand op de Veluwe zowel in de vrije als de gesloten wildbaan aanzienlijk toegenomen. Behalve op de Veluwe is het Wilde zwijn momenteel alleen nog standwild in een gedeelte van Limburg langs de Duitse grens. In het laatste gebied handhaven ze zich door grensoverschrijdende relaties met de populatie in West-Duitsland.

Voor de populaties van de meeste geïmporteerde soorten geldt dat ze geïsoleerd leven van grotere populaties in hun herkomstgebieden of andere gebieden, waar ze in het wild voorkomen. We kunnen hier dan ook spreken van eenzijdige relaties die, nadat de populaties levensvatbaarheid hebben gekregen, overgaan in een ander relatietype, namelijk een vorm van internationale isolatie.

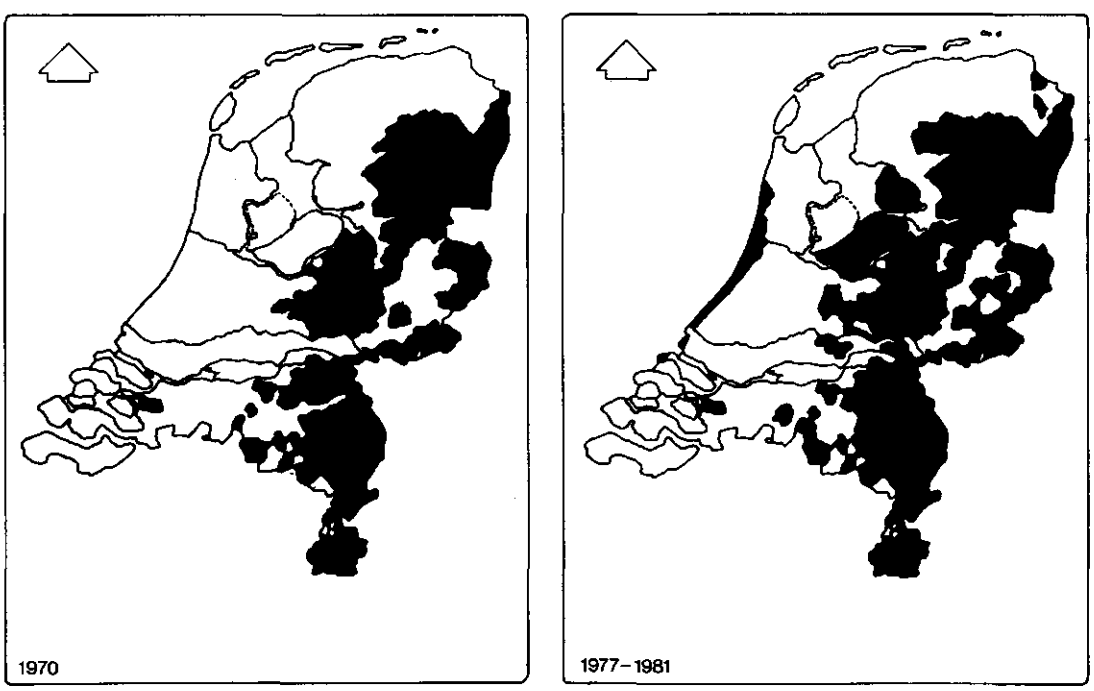
Met betrekking tot de wilde zwijnen is in het voorgaande gewezen op grensoverschrijdende relaties. Vergelijkbare niet-dichtheidsafhankelijke dubbel-tweezijdige relaties worden in beperkte mate ook onderhouden door edelherten. Daarnaast komen er ook dichtheidsafhankelijke grensoverschrijdende relaties voor, zoals die tussen optimale en marginale biotopen en door de uitbreiding van het areaal van een soort. Er is daarbij ook sprake van tweezijdige relaties, doordat er voortdurend terugkoppelingen plaatsvinden naar het oorspronkelijke verspreidingsgebied. Een voorbeeld van een grensoverschrijdende relatie door bewegingen tussen optimale en marginale biotopen biedt de Vos. Door de jachtdruk kan plaatselijk een sterke daling van het vossenbestand optreden, waardoor vossen van buiten de Nederlandse landsgrenzen de open plekken kunnen opvullen. Deze relaties heeft bijzondere betekenis, doordat de Vos de belangrijkste overbrenger van hondsdolheid is. Deze gevreesde ziekte doet zich zo nu en dan epidemisch voor in Europa. Tot 1974 waren er echter in Nederland slechts incidenteel gevallen van waargenomen. Het ging daarbij om huisdieren: clandestien geïmporteerde honden en katten. In 1974 werd het eerste geval van hondsdolheid onder het wild ontdekt: een besmette vos in de Groningse gemeente Sellingen. Sindsdien doen er zich frequenter gevallen voor, vrijwel steeds in het grensgebied met West-Duitsland en, in Zuid-Limburg, met België. Figuur 75 brengt deze internationale relatie treffend in beeld.



Figuur 75. Gevallen van hondsdolheid in Nederland (1974-1977); in vrijwel alle gevallen gaat het om vossen (gegevens van Directie Faunabeheer van het Min. v. L&V).

Van grensoverschrijdende relaties door de uitbreiding van het areaal van een soort zijn verschillende voorbeelden bekend. Voor dergelijke dichtheidsafhankelijke relaties is de aanwezigheid van stepping stones van belang. Stepping stones kunnen worden omschreven als disjunct voorkomende, geschikte, vaak marginale biotopen binnen de maximale actieradius van de betreffende soort. Ze vormen samen in vele gevallen de enige "paden" waarlangs soorten zich bij rekolonisatie of nieuwe vestiging van geïmporteerde soorten kunnen uitbreiden.

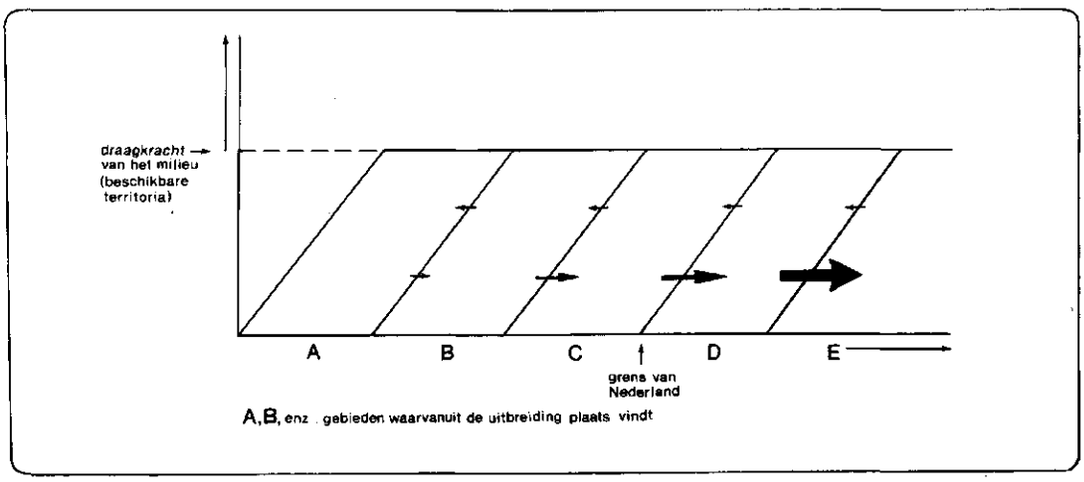
Samenvattend kan de uitbreiding van het areaal van een soort schematisch worden weergegeven, zoals in figuur 77. Internationale voorbeelden hiervan zijn de uitbreiding van het areaal van de Muskusrat en



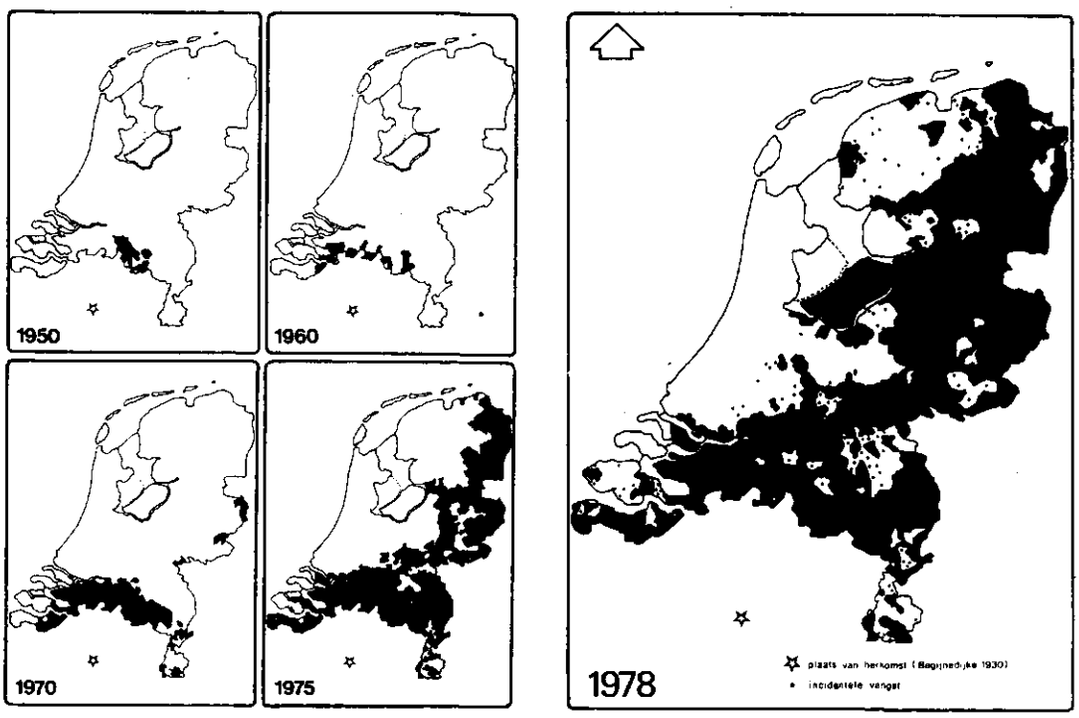
Figuur 76. De uitbreiding van het areaal van de Vos; een dichtheidsafhankelijke relatie op nationaal niveau (gegevens van de vossenpremies en de jachtveldenquête, Directie Faunabeheer van het Min. v. L&V).

de Wasbeer. De Muskusrat is in 1905 uitgezet in de omgeving van Praag en werd in de twintiger jaren in farms gekweekt in Frankrijk en België. Aan het eind van de jaren veertig immigreerde de soort in Nederland vanuit België (figuur 78). In het voorjaar en in mindere mate in het najaar worden nieuwe vestigingsplaatsen opgezocht, waarbij vrij grote afstanden worden afgelegd. De Wasbeer wordt waargenomen in de Achterhoek, Zuidoost-Drente en Limburg. De immigratie vond/vindt plaats vanuit West-Duitsland. Ook van de Wasbeerhond wordt verwacht dat deze zal immigreren vanuit West-Duitsland.

De hiervoor beschreven dubbel-tweezijdige relaties door bewegingen tussen optimale en marginale biotopen en door uitbreiding van het areaal van een soort, doen zich ook op nationaal niveau voor (Muskusrat, Wasbeer). Een sprekend voorbeeld is ook de uitbreiding van het areaal van het Ree in de afgelopen decennia. Aangenomen wordt dat deze soort zich rond de eeuwwisseling nog slechts in een aantal van enkele honderden exemplaren op de pleistocene zandgronden had weten te handhaven. Sindsdien heeft het Ree, ten dele via stepping stones, een belangrijk deel van haar oorspronkelijke areaal weten te rekoloniseren (figuur 79). Het wordt inmiddels ook weer in de duinen waargenomen. Een ander voor-

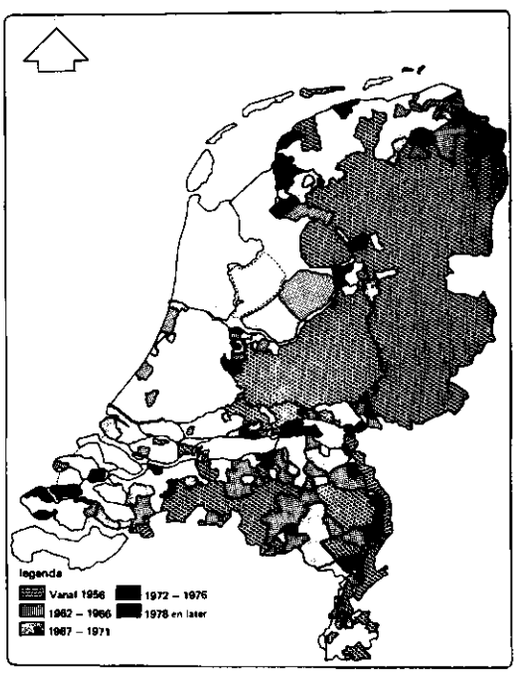


Figuur 77. Schematische weergave van de gang van zaken bij de uitbreiding van het areaal van een soort.

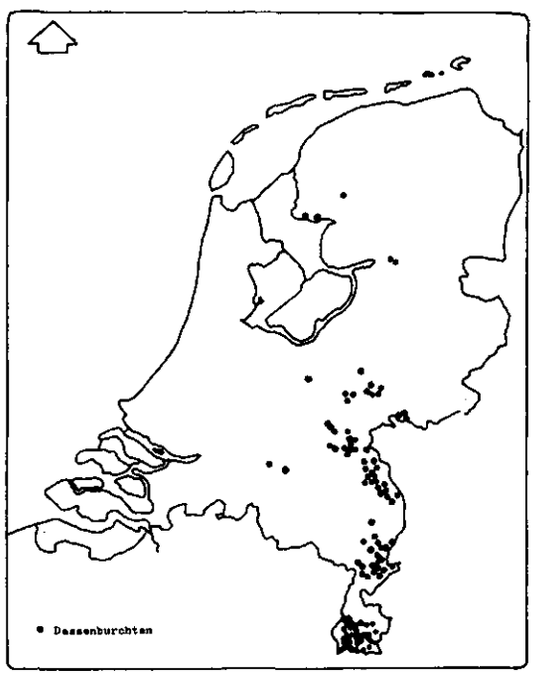


Figuur 78. De uitbreiding van het areaal van de Muskusrat; een dichtheidsafhankelijke relatie op internationaal en nationaal niveau (gegevens van vangsten, Directie Faunabeheer van het Min. v. L&V).

beeld van een soort, die zich na een periode met een inkrimpend areaal weer enigszins via stepping stones heeft uitgebreid, is de Das (figuur 80).. Ook het verspreidingsgebied van de Vos is de afgelopen jaren op deze wijze vergroot (figuur 76).



Figuur 79. De uitbreiding van het areaal van het Ree; een dichtheidsafhankelijke relatie op nationaal niveau (afgeleid uit afschotgegevens, Directie Faunabeheer van het Min. v. L&V).



Figuur 80. De verspreiding van de Das.

De meeste landdieren bewegen uitsluitend op regionaal/lokaal niveau. Het gaat hierbij altijd om dubbel-tweezijdige relaties. Ook hier kunnen weer de dichtheidsafhankelijke types onderscheiden worden, die het gevolg zijn van bewegingen tussen optimale en marginale biotopen en die ontstaan als gevolg van de uitbreiding van het areaal van een soort. De niet-dichtheidsafhankelijke relaties zijn die van de min of meer regelmatige bewegingen tussen gebieden, die op verschillende wijzen in de behoeften van de betreffende soorten voorzien. Ze worden door allerlei zoogdieren onderhouden over afstanden van maximaal enkele tientallen meters tot enkele tientallen kilometers.

Voorbeelden op regionaal niveau van het laatste relatietype bieden de Otter en de Das. De Otter bewoont wateren van uiteenlopende aard, zoals petgaten, meren, rivieren en beken met voldoende dekking langs de oevers. Verontreinigde wateren en wateren met sterk wisselende waterstanden zijn echter ongeschikt. Zijn home-range bedraagt maximaal 10 tot 15 kilometer. In geval van aanhoudende strenge vorst trekt hij naar winterrefugia, zoals zeekusten, kreken met brak water, stroomwakken, plaatsen met kwelwater en laagveenmoerassen (uitwijk-verblijfsgebieden). In dergelijke situaties kunnen afstanden van meer dan 20 kilometer overbrugd worden (Van Wijngaarden en Van de Peppel, 1970).

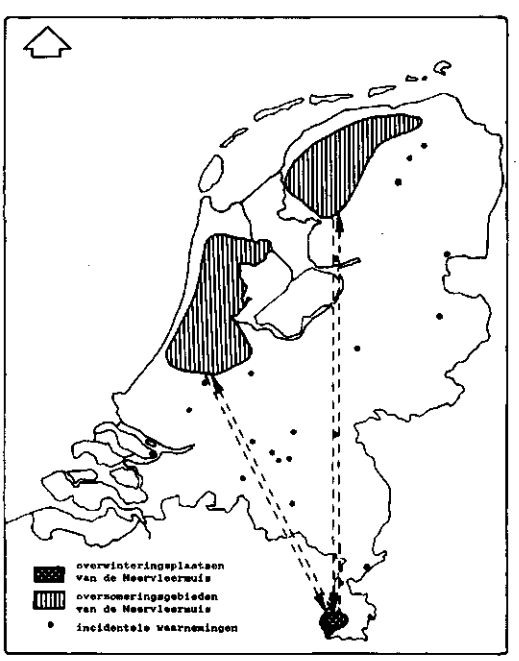
De Das onderhoudt regelmatig relaties over een maximale afstand van ongeveer 10 kilometer tussen sterk van elkaar verschillende verblijfplaatsen en fourageergebieden. De verblijfplaatsen bevinden zich in het algemeen in relatief hoog gelegen voedselrijke bossen, de fourageergebieden in lager gelegen

voedselrijke graslanden met een rijke bodemfauna.

Op lokaal niveau onderhouden vele kleine zoogdieren frequente relaties tussen verblijfplaatsen en foerageergebieden. Deze verschillende gebieden doen zich bij uitstek voor in landschappen met een sterke afwisseling van open en meer gesloten begroeiingstypen. Als gevolg daarvan vinden we juist daar in de regel de grootste dichtheden van in Nederland relatief zeldzame soorten als de Wezel en de Hermelijn.

Vleermuizen

Een dubbel-tweezijdige relatie op nationaal niveau, die in dit verband ook vermelding verdient, is de periodieke relatie, onderhouden door de Meervleermuis tussen overwinteringsgebieden (in Zuid-Limburg) en overzomeringsgebieden (in de westelijke en noordelijke provincies), waar zich ook de kraamkamers bevinden (figuur 81). Door zich vliegend te verplaatsen onttrekt de vleermuis zich aan de hiervoor aange-



Figuur 81. De nationale relaties, onderhouden door de Meervleermuis, tussen overwinterings- en overzomeringsgebieden. (Van Wijngaarden (red) 1976) Atlas van Nederland

stipte beperkte bewegingsvrijheid van typische landdieren.

In de overzomeringsgebieden worden dagelijks in zeer snelle vliegbewegingen relaties onderhouden tussen de rust-/slaapplaats en het foerageergebied. Deze relaties gelden overigens ook voor de andere, in ons land voorkomende soorten vleermuizen.

Amfibieën en reptielen

De dubbel-tweezijdige relaties die door amfibieën en reptielen worden onderhouden spelen uitsluitend een rol op lokaal niveau. De afstanden die overbrugd worden liggen in de orde van grootte van maximaal enkele kilometers. Voor de nationaal/ruimtelijke planning lijkt het aangeven van de verspreidingsgebieden van de verschillende soorten, waarbinnen relaties tussen verschillende functiegebieden optreden, voldoende. Op lokaal niveau zullen de relaties verder gekarteerd moeten worden. Een recent overzicht van de verspreiding van amfibieën en reptielen in Nederland wordt gegeven door Sparreboom (1981). Over isolatie en eenzijdige relaties is nog te weinig informatie voorhanden voor een systema-

tisch overzicht. Wel is bekend dat isolatie van populaties of van voor deze groep van dieren geschikte gebieden veel voorkomt.

Amfibieën

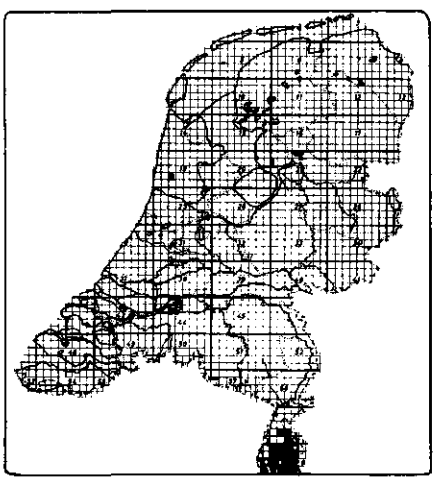
De vertegenwoordigers van de klasse der amfibieën zijn schoolvoorbeelden van organismen die relaties onderhouden tussen verschillende ecotooptypen. De adulte dieren verblijven voor het grootste gedeelte van de tijd op het land, terwijl het afzetten van de eieren of de ontwikkelde larven plaatsvindt in meestal ondiep oppervlaktewater. Na de metamorfose, waarbij o.a. de kieuwademhaling overgaat in longademhaling, zijn de juvenielen in staat op het land te leven.

Voor amfibieën kunnen de volgende functiegebieden, waartussen relaties worden onderhouden, onderscheiden worden:

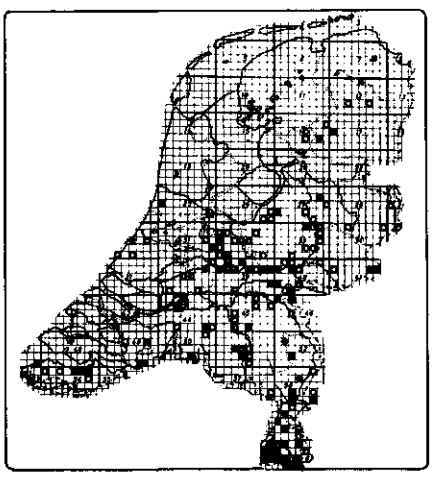
- overwinteringsplaats: dit is een vorstvrije plaats waar de winter doorgebracht (*winterslaap of winterrust*) in de bodem (tot enkele meters diep) of in het water;
- paarplaats : bij de meeste soorten vindt de paring plaats in het water; bij kikkers en de meeste soorten padden vormen de mannetjes in de paartijd zogenaamde kwaakkoren in het water, de vrouwtjes trekken hier enige tijd later naar toe; bij sommige salamandersoorten (Vuursalamander), maar ook bij Vroedmeesterpad vindt de paring op het land plaats;
- afzetplaats van eieren of larven: meestal valt deze samen met de paarplaats; bij soorten die op het land paren valt dit functiegebied echter apart te onderscheiden; de afzetplaats van de eieren of de larven is tevens het milieu van de juvenielen voor de metamorfose;
- foerageergebied op het land;
- schuilplaats op het land: plaats waar de dieren wegkruipen als ze niet foerageren, o.a. om niet het slachtoffer te worden van predatie of ter bescherming tegen extreme weersomstandigheden (nachtvorst of grote hitte);
- foerageergebied in het water: het onderscheiden van dit functiegebied is vooral relevant voor verschillende soorten salamanders en valt meestal samen met de afzetplaats van eieren of larven.

Inventarisatie van amfibieën vindt meestal plaats door het waarnemen van geluiden op de paarplaatsen. Van de overige functiegebieden is relatief weinig bekend. In tabel 25 worden de in Nederland voorkomende amfibieënsoorten weergegeven, met enige aanduiding van de afstand waarover relaties tussen functiegebieden worden onderhouden.

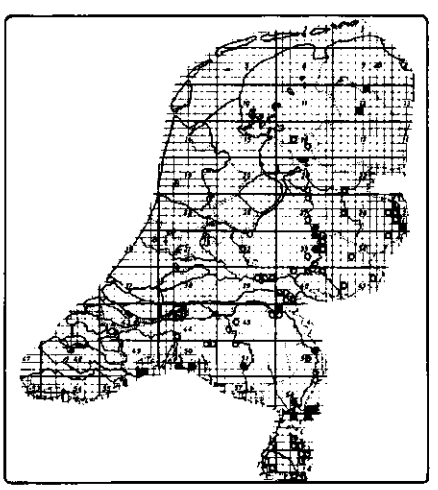
In figuur 82 zijn enkele verspreidingskaarten opgenomen. Hoewel de verspreiding nog niet volledig bekend is, gegeven de kaarten toch een duidelijk beeld welke gebieden in Nederland een belangrijke rol vervullen voor de verschillende soorten. De verspreidingskaart van de Vroedmeesterpad is opgenomen als illustratie van het belang van het Zuidlimburgse landschap voor amfibieën. Verschillende soorten zijn vrijwel tot dit gebied beperkt. Naast de Vroedmeesterpad geldt dit ook voor de Geelbuikpad en in iets mindere mate voor de Vuursalamander. De verspreidingskaarten van de Kamsalamander, de Knoflookpad en de Rugstreeppad illustreren de betekenis van de rivierdalen voor deze soorten. De Boomkikker komt vooral voor in de Achterhoek en Twente, in Zeeuws-Vlaanderen en in zuidelijk Brabant en Limburg. Deze soort lijkt gebonden aan min of meer gesloten landschappen (klimmende leefwijze) in combinatie met moerassen, rietlanden of poelen.



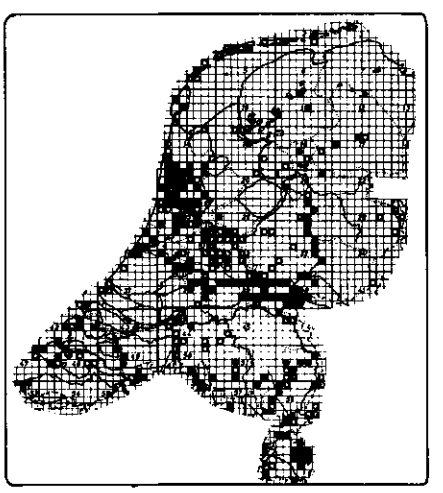
Vroedmeesterpad



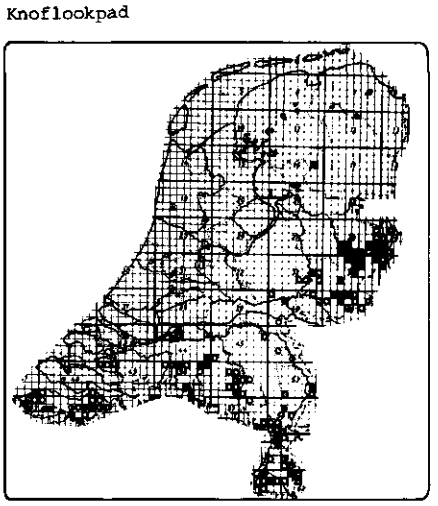
Kamsalamander



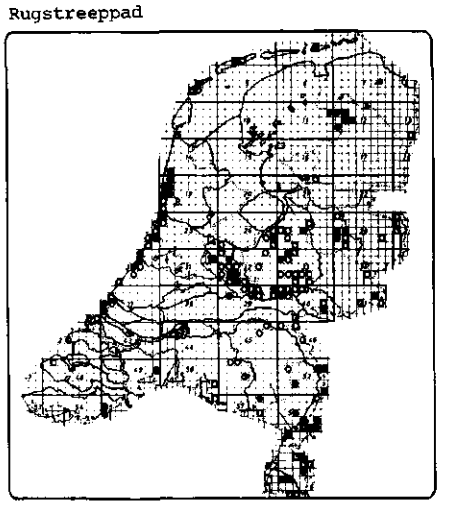
Knoflookpad



Rugstreeppad



Boomkikker



Zandhagedis

Figuur 82. De verspreiding van enkele soorten amfibieën en de Zandhagedis (Sparreboom, 1981).

Reptielen

De in Nederland voorkomende vertegenwoordigers van de klasse van de reptielen betreffen de schildpadden, de hagedissen en de slangen. In tabel 25 worden de soorten weergegeven die in Nederland voorkomen.

Hoewel schildpadden volgens de huidige opvattingen niet tot de inheemse fauna worden gerekend, zijn ze hier toch opgenomen. Zeeschildpadden, die voornamelijk thuishoren in de tropen, de subtropen en aangrenzende gebieden worden incidenteel voor onze kusten waargenomen. Het betreft hier dus eenzijdige incidentele relaties met het eigenlijke verspreidingsgebied van deze soorten. Voor de kust van Nederland en België zijn in de loop der jaren vier soorten zeeschildpadden waargenomen, gevangen of aangespoeld: de Lederschildpad, de Soepschildpad, de Dikkopschildpad en de Kemp's zeeschildpad. Een andere soort, de Europese moerasschildpad, die op verschillende plaatsen in Nederland is waargenomen, wordt ook als niet-inheems beschouwd. De waargenomen dieren zouden ontsnapt zijn uit gevangenschap of losgelaten. Ook voor deze soort betreft het dan een eenzijdige relatie.

Wat betreft de dubbel-tweezijdige relaties geldt, zoals eerder opgemerkt, dat deze zich over maximaal enkele kilometers voordoen. Voor reptielen kunnen de volgende functiegebieden worden onderscheiden:

- overwinteringsplaats: de plaats waar de winterrust of winterslaap wordt doorgebracht, zoals in oude holen en gangen, onder de grond, in gaten tussen boomwortels of in afvalhopen; sommige soorten overwinteren solitair, andere (bijv. de Adder) ook wel gemeenschappelijk;
- eiafzetplaats : de eieren worden afgezet op warme, niet te droge plaatsen, vaak onder afgestorven plantaardig materiaal (Ringslang) of in het zand (Zandhagedis en Hazelworm); van de Ringslang zijn ook zogenaamde kraamkamers bekend (geschikte plaatsen, waar verscheidene wijfjes samen hun eieren afzetten); sommige reptielen zijn echter levendbarend (Adder, Levendbarende hagedis, Gladde slang);
- foerageergebied;
- schuilplaats : beschutte plek tegen predatoren of tegen extreme weersomstandigheden.

Het zal duidelijk zijn, dat op lokaal niveau tussen deze functiegebieden een netwerk van relaties kan optreden. Veel is hierover echter nog niet bekend. In het algemeen kan worden gesteld dat de slangen veel grotere afstanden overbruggen dan de Hazelworm en de hagedissen.

In figuur 82 is de verspreidingskaart van de Zandhagedis opgenomen. Deze kaart geeft in grote lijnen redelijk weer welke gebieden in Nederland voor reptielen vooral van belang zijn.

7. DE BETEKENIS VAN LANDSCHAPSECOLOGISCHE RELATIES

7.1. De betekenistoekenning

Het landschap heeft betekenis voor de samenleving door de verschillende functies, die het vervult. Eén van die functies is het leveren van informatie over de voorkomende ecosystemen. Vele verschijnselen kunnen hieraan bijdragen.

In de Landelijke Milieukartering is bij het bepalen van de botanische betekenis van de informatiefunctie gewerkt met de criteria nationale zeldzaamheid van levensgemeenschappen en soorten binnen een ecotoop en het karakteristiek zijn voor Nederland of delen daarvan. Bij het bepalen van de zoölogische betekenis was in de Landelijke Milieukartering het belangrijkste criterium de nationale zeldzaamheid van een soort.

Landschapsecologische relaties kunnen opgevat worden als regelmechanismen, die de ecologische hoedanigheden en daarmee ook de informatieve betekenis van een bepaald gebied mede bepalen. Ze geven in meer of mindere mate inhoud aan de regulatiefunctie van het landschap, zoals die gedefinieerd wordt door Van der Maarel en Dauvellier (samenstellers, 1978). In deze zin is er door Bieleman e.a. (1977) en Vos, e.a. (1978) naar aanleiding van de relaties, onderhouden door broed- en trekvogels, betekenis toegekend aan de regulatiefunctie van verschillende uiterwaarden.

Uitgaande van de op enigerlei wijze bepaalde informatieve betekenis van de levensgemeenschap(pen) van de bij een relatie betrokken gebieden, kan er aan de relatie die deze betekenis mede bepaalt ook een betekenis worden toegekend. Dit kan op tenminste twee principieel verschillende manieren gebeuren (zie figuur 83).

Betekenistoekenning op TOPOLOGISCH niveau	
Abiotische Agentia: De mate waarin een relatie voorwaardelijk/ bedreigend is voor de levensgemeenschap	Biotische Agentia: De mate waarin een gebied bijdraagt aan de instandhouding van de populaties migrerende soorten.
Betekenistoekenning op CHOROLOGISCH niveau	
Abiotische Agentia: De mate waarin een relatie voorwaardelijk/ bedreigend is voor een ecologische gradiënt	Biotische Agentia: De mate waarin een landschappelijk patroon bijdraagt aan het ruimtelijk gedrag van diersoorten

Figuur 83. Overzicht van verschillende vormen van betekenistoekenning aan landschapsecologische relaties.

a. Er wordt betekenis toegekend op topologisch niveau. Dat wil zeggen: wat is de betekenis van een landschapsecologische relatie voor de instandhouding van een bepaalde levensgemeenschap of, vice versa, wat is de betekenis van een gebied voor een bepaalde landschapsecologische relatie.
b. Er wordt betekenis toegekend op chorologisch niveau. In dit geval wordt de betekenistoekenning niet in relatie gebracht met een bepaald gebied, ecotoop of levensgemeenschap, maar met een verscheidenheid aan ecotopen, het landschappelijke patroon dus.

In het eerste geval, de betekenis op topologisch niveau, gaat het bij de abiotische agentia om de vraag, in welke mate is een relatie voorwaardelijk of bedreigend voor de aanwezigheid van de levensgemeenschap(pen), waaraan een bepaalde informatieve betekenis is toegekend, bijvoorbeeld in het kader van de Landelijke Milieukartering. Het betreft de betekenis van de inkomende en/of uitgaande stroom of beweging voor de levensgemeenschap.

Bij de biotische agentia verschilt de betekenistoekenning principieel van die bij relaties onderhouden door abiotische agentia, omdat bij migrerende dieren het agens zelf deel uitmaakt van de levensgemeenschap en daarmee van de informatie van een bepaald gebied. De topologische betekenis houdt in deze gevallen verband met de vraag, in welke mate een bepaald gebied een functie vervult voor de instandhouding van de populatie van migrerende soorten.

De betekenis op topologisch niveau is voor de verschillende agentia ongelijkwaardig uitgewerkt. In het kader van dit vooronderzoek is de betekenistoekenning aan de internationale relaties onderhouden door vogels het meest uitvoerig behandeld. De bestaande gegevens over vogeltrek geven de mogelijkheid om de betekenis ervan te kwantificeren. Bij de overige relaties moest worden volstaan met een kwalitatieve beschrijving van de betekenis.

Bij de betekenis op chorologisch niveau gaat het om het bepalen van de mate waarin een relatie verschillen tussen de levensgemeenschappen van de bij de relatie betrokken gebieden in stand houdt of tot stand brengt. Er kunnen zich daarbij enkele principieel verschillende toestanden voordoen:
- de relatie heeft het karakter van een statisch evenwicht (de kenmerken van beide gebieden veranderen in de tijd rond een min of meer onveranderlijke gemiddelde toestand); de verschillen tussen de betrokken gebieden blijven, mede door de relaties ertussen, in stand;
- de relatie heeft het karakter van een dynamisch evenwicht met een gemiddelde toename van de entropie; er is sprake van een nivellering van de verschillen tussen de betrokken gebieden, waarbij de hoedanigheden van het inkomstgebied veranderen in een richting, die meer overeenkomt met die van het herkomstgebied;
- de relatie heeft het karakter van een dynamisch evenwicht met een gemiddelde afname van de entropie; er is sprake van denivellering (differentiatie) van de verschillen tussen de betrokken gebieden.

Gegeven de vele nivellerende processen in het Nederlandse landschap, moet aan een relatie met een denivellerend effect en aan een relatie die een situatie in stand houdt met een hoge informatieve betekenis van de levensgemeenschap(pen) meer betekenis worden toegekend dan aan een relatie, waarvoor het omgekeerde geldt.

Door Van Leeuwen (in de Tweede Nota inzake de ruimtelijke ordening, 1966) is een globaal overzicht gegeven van de landschappen, waarin de naast elkaar voorkomende verschillende milieuomstandigheden in belangrijke mate verklarend zijn voor de voorkomende levensgemeenschappen. Deze ecologische gradiëntsituaties worden enerzijds bepaald door de verschillen in de aanwezige materialen (water-land, zoet water-zout water, organisch-mineraal, voedselrijk-voedselarm, zuur-basisch), maar anderzijds ook door de voorkomende relaties (door estuariene waterbewegingen, drainage, kwel, aan-/afvoer van oppervlaktewater, overstromingen, getijdebewegingen, enzovoort).

Zeker op nationaal niveau (macrogradiënten) gaat het hierbij niet in de eerste plaats om situaties, waarbij de ecologische gradiënten verlopen conform de fysische gradiënten. Hoewel er altijd wel eniger-

mate sprake is van abiotische bewegingen op lokaal/regionaal niveau met de richting van de ecologische gradiënt mee, gaat het in de eerste plaats om overgangszones tussen milieus, die wèl en milieus, die niet onder invloed van een bepaalde aan- en/of afvoer van materie, energie en/of organismen staan. Voorbeelden zijn: wel/niet aan-/afvoer van zeewater, wel/niet aan-/afvoer van oppervlaktewater, wel/niet aanvoer van kwelwater via de diepere ondergrond, wel/niet regelmatige overstroming, wel/niet geïsoleerd veenwater. In de macrogradiënten verlopen wel vele relaties door migrerende dieren overeenkomstig de richting van de gradiënt (vogels, amfibieën, insekten, zoogdieren). De dieren bewegen immers veelal tussen gebieden, die door hun verschillende karakter in verschillende functies kunnen voorzien.

Uitgaande van het voorgaande, kunnen we stellen dat het toekennen van betekenis aan de mate waarin een relatie verschillen tussen de levensgemeenschappen van de bij de relatie betrokken gebieden in stand houdt of tot stand brengt, neerkomt op het toekennen van betekenis aan de mate waarin een relatie voorwaardelijk of bedreigend is voor een bepaalde ecologische gradiëntsituatie. Een ecologische gradiënt wordt gekenmerkt door een bepaalde diversiteit aan levensgemeenschappen en milieutypen, waar deze de uitdrukking van zijn. Deze diversiteit is zowel mede het gevolg als de oorzaak van de optredende landschapsecologische relaties.

Diversiteit aan levensgemeenschappen als gevolg van optredende landschapsecologische relaties doet zich voor bij abiotische agentia. Grondwaterstromingen, luchtbewegingen etc. vervullen een voorwaarde voor het ontstaan en de handhaving van landschappelijke patronen. Ook antropogene relaties kunnen in sommige gevallen een dergelijke voorwaardelijke functie vervullen ten opzichte van de verscheidenheid aan levensgemeenschappen.

Diversiteit aan levensgemeenschappen als oorzaak van optredende landschapsecologische relaties doet zich bij uitstek voor bij biotische agentia. Het ruimtelijke gedrag van allerlei diersoorten, vogels, vissen en landdieren, is mede het gevolg van specifieke verschillen tussen ecosystemen.

Hiermee wordt de betekenistoekenning al iets beter hanteerbaar, hoewel we ons in de praktijk nog gesteld zien voor verschillende problemen. Een belangrijk probleem is gelegen in het bepalen van de door de werking van een bepaald agens bij elkaar horende gebieden. Het keten-karakter van de abiotische en het netwerk-karakter van de biotische agentia bemoeilijkt veelal het trekken van een grens.

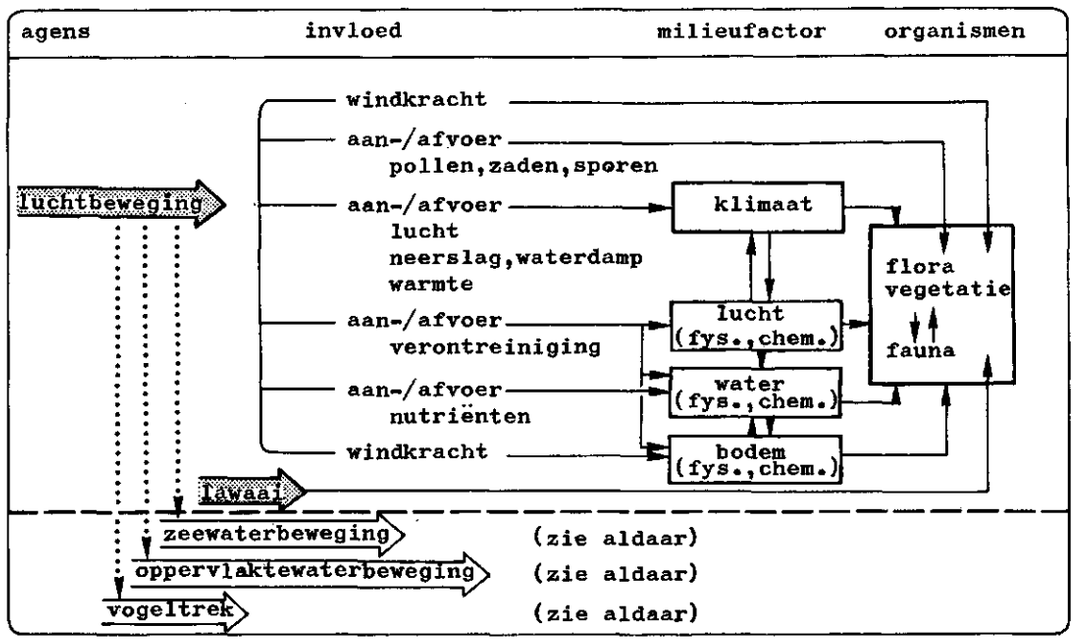
In het kader van dit vooronderzoek is de betekenistoekenning op chorologisch niveau niet nader uitgewerkt.

De beschouwingen zijn in de navolgende paragrafen overwegend globaal en slechts voor sommige onderdelen gebaseerd op een systematische betekenistoekenning. Er wordt eerder beoogd de richting van ons denken aan te geven dan definitieve uitspraken te doen. In de beide regionale studies, betreffende de natuurgebieden "De Kampina" en "Het Naardermeer", is de betekenistoekenning verder uitgewerkt.

7.2. De betekenis van relaties door luchtbewegingen

De effecten op levensgemeenschappen kunnen zowel door een directe als door een indirecte beïnvloeding tot stand komen. Vormen van directe beïnvloeding zijn die door de mechanische werking van de windkracht op de vegetatie of het trekgedrag van vogels en vormen van indirecte beïnvloeding zijn die, waarbij de milieuomstandigheden van de levensgemeenschappen mede door luchtbewegingen worden bepaald. In het laatste geval kan gedacht worden aan processen als winderosie en -sedimentatie, de beïnvloeding van zee- en oppervlaktewaterstromingen en de beïnvloeding van de fysisch-chemische kwaliteit van de lucht en de neerslag in een bepaald gebied door aanvoer van stoffen van elders. In figuur 84 zijn de verschillende manieren, waarop relaties door luchtbewegingen levensgemeenschappen kunnen beïnvloeden, schematisch samengevat.

Waar de mechanische werking van de windkracht leidt tot effecten op levensgemeenschappen, zoals in duingebieden, gaat het ook bij uitstek om lokale of regionale relaties. Het uiteindelijke effect



Figuur 84. Schematisch overzicht van de verschillende manieren, waarop relaties door luchtbewegingen levensgemeenschappen kunnen beïnvloeden.

is vaak denivellering door het in stand houden of tot stand brengen van ruimtelijke verschillen in milieuomstandigheden (nat-droog, rijk-arm, windexpositie-luwte) (zie onder anderen Bakker, Klijn en Van Zadelhoff, 1979). Dit type relaties is voor de nationale ruimtelijke planning in zoverre van belang dat het betrekking heeft op gebieden, die volgens de Landelijke Milieukartering gekenmerkt worden door het vrijwel overal voorkomen van natuurlijke elementen van nationale betekenis. Het betreft met name de levensgemeenschappen van wadden en buitenduinen, maar ook die van de hogere zandgronden (stuifzanden) en de veelal in deze gebieden gelegen vennetjes en plassen. In het laatste geval is het effect het gevolg van de mechanische beroering van het wateroppervlak.

Tabel 26 geeft een overzicht van de milieutypen, waar de laatst genoemde categorie relaties betrekking op heeft, de betreffende potentieel-natuurlijke vegetaties overeenkomstig de Landelijke Milieukartering en enkele windafhankelijke actuele vegetaties.

Bebossing en andere maatregelen die de windinvloed verminderen of van karakter doen veranderen, kunnen een negatief effect hebben op het voortbestaan van deze vegetatietypen. In enkele gevallen worden er maatregelen genomen om min of meer spontane ontwikkelingen, die de windinvloed teniet dreigen te doen, tegen te gaan. Zo wordt er spontane houtopslag gerooid en wordt hier en daar zand aangevoerd of de grond kaal gehouden om verstuiving te bevorderen.

Voor de relaties door luchtbewegingen geldt dat elke relatie die leidt tot een verspreiding van luchtverontreiniging en elke vorm van geluidshinder in principe een negatieve betekenis heeft voor de ruimtelijke planning in 't algemeen en voor het natuurbehoud in 't bijzonder. De luchtverontreiniging treft in een land als Nederland van de natuurlijke componenten in de eerste plaats de planten en daarmee ook de vegetatie. De effecten worden in belangrijke mate mede bepaald door de weersituatie en dan met name het al dan niet optreden en de mate van temperatuurinversies, waardoor de lucht in meer of mindere mate aan turbulentie en daarmee verdunning van de concentraties verontreinigende stoffen onderhevig is.

Milieutypen	Potentieel-natuurlijke vegetatie-typen volgens de Landelijke Milieu-kartering	Enkele windafhankelijke actuele vegetatietypen
Kustduinen ten noorden van Bergen (N.-H.)	Complex van o.m. Empetrion nigri, Violo-Corynephoretum, Quercion roboripetraeae, *Ammophilion borealis* (u)	Tortulo-Phleetum arenarii, Violo-Corynephoretum *Ammophilion borealis*, Agrophyro-Honckenyion peploidis, Salsolo-Honckenyion peploidis
Kustduinen ten zuiden van Bergen (N.-H.)	Complex van o.m. Sambuco-Berberidion, Ammophilion borealis (t)	Idem
Lage en hoge zandgronden, alsmede stuifzandgebieden	Querco roboris-Betuletum (a)	Op gedeeltelijk tot rust gekomen duinen: Spergulo-Corynephoretum Dicrano-Juniperetum (in mindere mate op de hoge zandgronden)

(...): p.n.v.-code van de Landelijke Milieukartering

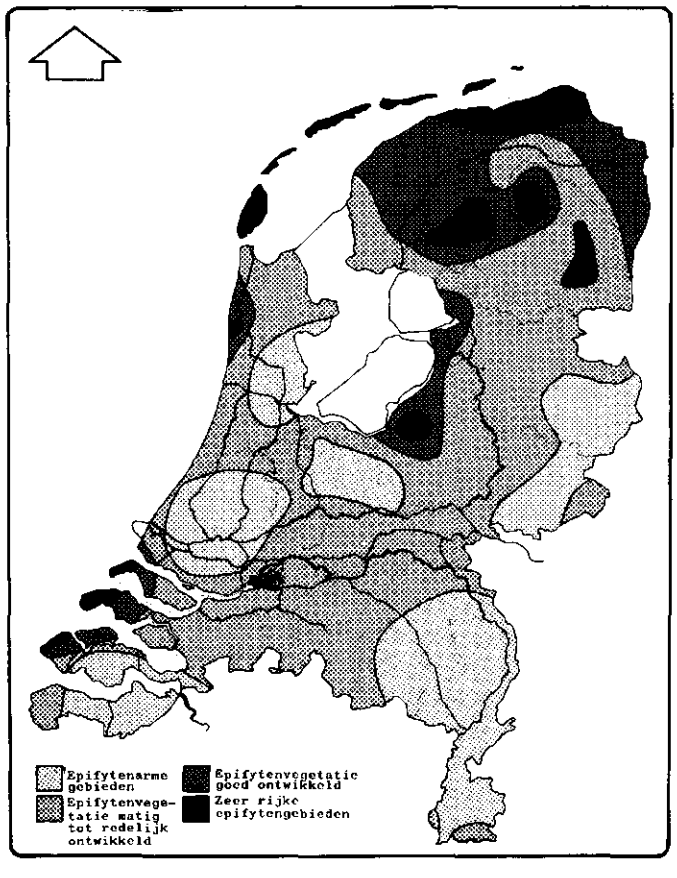
Tabel 26. Door de wind beïnvloede milieutypen, de bijbehorende potentieel-natuurlijke vegetatietypen overeenkomstig de Landelijke Milieukartering en enkele windafhankelijke actuele vegetatietypen.

Doordat er vele verschillende vormen van verontreiniging zijn en doordat er nog betrekkelijk weinig bekend is over de verschillende effecten, zoals die van de verlaging van de pH van de neerslag, op natuurlijke vegetatietypen, kan er slechts in algemene termen iets gezegd worden.

Gegeven de mate van SO_2-verontreiniging van de lucht in ZW- en ZO-Nederland, grotendeels afkomstig uit respectievelijk België en West-Duitsland, en de aanwezigheid van hooggewaardeerde, vooral door regenwater gevoede, vegetatietypen aldaar (vegetatietypen van de dekzand- en hoogveengebieden in ZW-Brabant, ZO-Brabant en Midden-Limburg), moet in het bijzonder aan de grensoverschrijdende relaties die hier in het geding zijn een sterk negatieve betekenis worden toegekend. Daarnaast heeft Barkman al geruime tijd geleden duidelijk gemaakt dat op nationaal niveau aan de relaties vanuit de grote stedelijke en industriële concentraties in overwegend noordoostelijke richting een sterk negatieve betekenis moet worden toegekend voor het voortbestaan van epifytengemeenschappen.

De kaart van Barkman (1958) van epifytenwoestijnen in Nederland, zich ellipsvormig uitstrekkend vanaf de stedelijke en industriële concentraties in noordoostelijke richting, brengt het verband met de verspreiding van met name SO_2 vanuit deze gebieden in beeld (figuur 85). Voor samenvattende beschouwingen over de effecten van luchtverontreiniging op de wilde flora en fauna wordt verwezen naar onder anderen Ten Houten (1970) en met betrekking tot epifyten Barkman (1958 en 1969).

De relatie door geluidshinder hebben in het bijzonder een negatief effect op bepaalde faunistische functiegebieden. Op nationaal niveau beschouwd, moet in dit verband in het bijzonder een negatieve betekenis worden toegekend aan de relaties vanuit de grote infrastructuur, vliegvelden, stedelijke en industriële concentraties met de in de nabijheid daarvan gelegen voortplantings- en verblijfsgebieden van broedvogels, trekvogels en landdieren met een relatief grote nationale zeldzaamheid.



Figuur 85. De verspreiding van epifyten (naar Barkman, 1958).

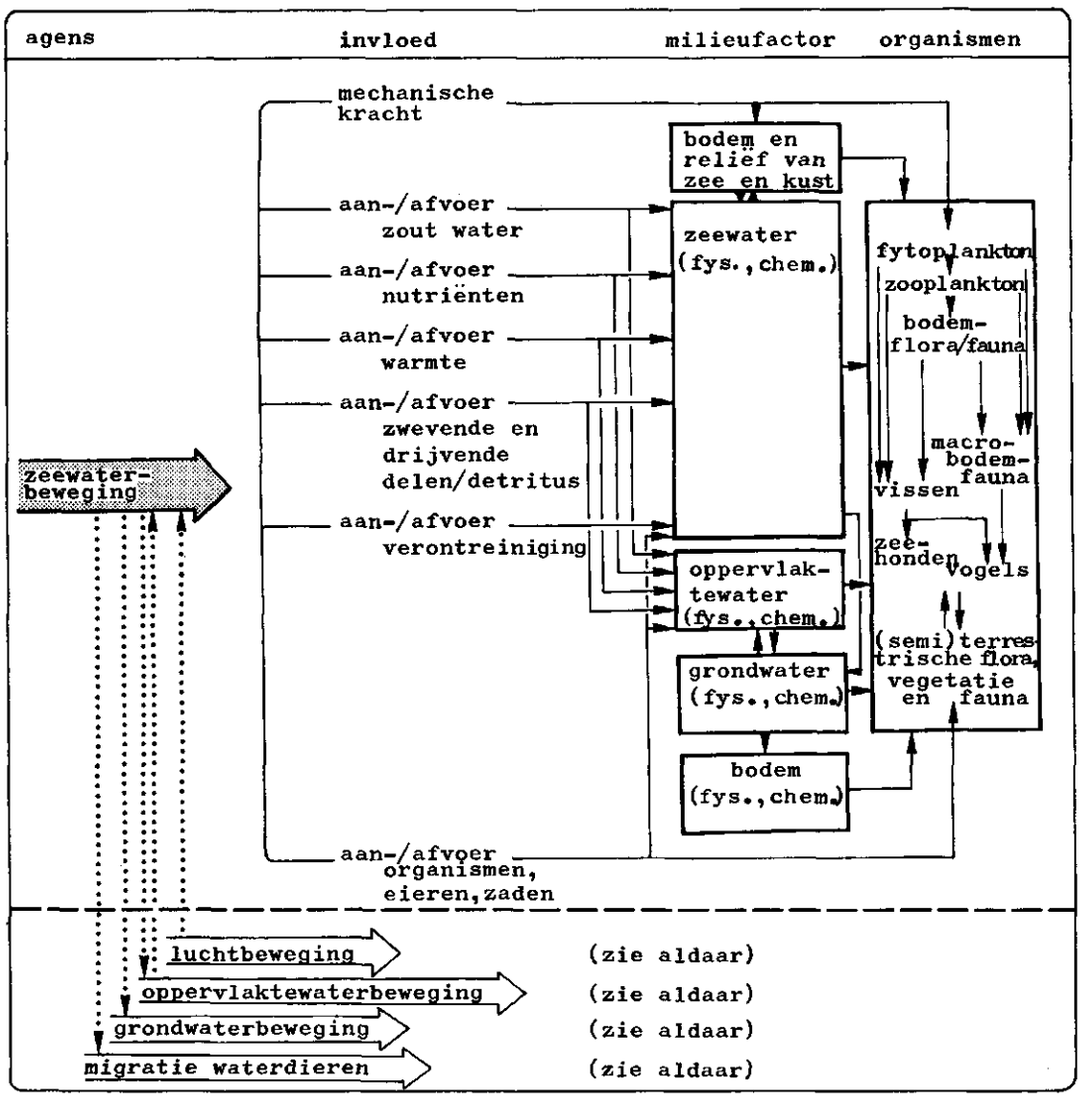
7.3. De betekenis van relaties door zeewaterbewegingen

De relaties door zeewaterbewegingen hebben op vele verschillende manieren betekenis voor levensgemeenschappen. Enerzijds betreft dit de betekenis voor halofiele vegetatietypen van buitendijkse gebieden (schorren, kwelders en dergelijke), alsmede die van binnendijkse gebieden, die door zoute kwel beïnvloed worden (zoals inlagen en brakwaterpolders) en de betekenis voor hydrofiele en freatofiele vegetatietypen, die door zoetwatergetijden beïnvloed worden. Anderzijds hebben deze relaties, zoals al eerder gesteld, betekenis voor vele waterorganismen, zowel door beïnvloeding van hun functiegebieden als hun bewegingen (actieve en passieve, horizontale en verticale).

Evenals bij de relaties door lucht- en oppervlaktewaterbewegingen, kunnen de effecten op levensgemeenschappen zowel op directe als indirecte wijze tot stand komen. De directe beïnvloeding betreft die van de mechanische werking van de waterstroom op de bewegingen van organismen (de verplaatsing van zwevende organismen, diasporen, eieren en dergelijke, de beïnvloeding van het trekgedrag van zwemmende dieren en van trekvogels, voor zover deze zich oriënteren op de golfrichting). Van indirecte beïnvloeding is sprake, waar het milieu van de levensgemeenschappen mede door zeewaterbewegingen worden bepaald. Tot de laatste categorie behoren processen als erosie en sedimentatie, alsmede de aanvoer van water en de beïnvloeding van de fysisch-chemische kwaliteit van het water en/of de bodem op een bepaalde plaats.

Het effect van deze relaties op levensgemeenschappen komt tot stand door een aantal kenmerkende processen, die het gevolg zijn van de menging van zoet en zout water in een overigens zeer dynamisch milieu: relatief grote turbulentie, grote planktonproduktie en -sterfte, relatief geringe fotosynthese,

relatief groot zuurstofgebruik, overgaan van verschillende opgeloste stoffen in colloïdale of vaste vorm, coaguleren van verschillende colloïdale stoffen tot grotere deeltjes, vorming van emulsies uit bepaalde vloeistoffen (zie o.a. Postma, 1969). In figuur 86 zijn de verschillende manieren, waarop zeewaterbewegingen via relaties levensgemeenschappen kunnen beïnvloeden, schematisch samengevat.



Figuur 86. Schematisch overzicht van de verschillende manieren, waarop zeewaterbewegingen via relaties mariene levensgemeenschappen kunnen beïnvloeden.

De invloed van zeewaterbewegingen komt op verschillende plaatsen tot uitdrukking in (semi-)terrestrische milieus en daarmee in de voorkomende plantesoorten en vegetatietypen. Van de Nederlandse vegetatie is op verbondsniveau 8% gebonden aan de invloedssfeer van zout water; voor het associatieniveau geldt ongeveer hetzelfde (De Molenaar, 1980). Tabel 27 geeft een overzicht van enkele milieutypen en de bijbehorende potentieel-natuurlijke vegetatietypen overeenkomstig de Landelijke Milieukartering, waarvoor dit geldt. Ook binnendijks komen vegetatietypen voor, die onder invloed staan van zout grond- en/of oppervlaktewater, met name in gebieden met brak kwelwater, zoals in de polders. In de Landelijke Milieukartering komt deze factor niet tot uiting. De actuele vegetatie is echter plaatselijk wel degelijk afhankelijk van zout/brak water, zoals bij venen in het Hafdistrict. Verder zijn in tabel 27 enkele actuele zoutwaterafhankelijke vegetatietypen vermeld. Figuur 87 geeft enkele voorbeelden van het voorkomen van plantesoorten, die kenmerkend zijn voor het zoet-zout-contact. Ten dele gaat het hierbij om een invloed van zoute kwel. Figuur 87 toont ook allerlei diersoorten, die gebonden zijn aan dit milieu. Enkele voorbeelden zijn die van de slak Catinella arenaria, die als biotoop een zilte pioniersvegetatie heeft, de brakwatergarnaal, Palaemonetes varians, die voorkomt in brakke kust- en binnenwateren, de zeehond, die bij uitstek verblijft/verbleef in de Waddenzee en het estuariën-gebied in ZW-Nederland en vele vogelsoorten, zoals de Kluut en de Grote stern, die gedurende kortere of langere tijd langs de kuststrook verblijven (Van Wijngaarden (red.), 1976).

Milieutypen	Potentieel-natuurlijke vegetatietypen volgens de Landelijke Milieukartering	Enkele zoutwaterafhankelijke actuele vegetatietypen
Kwelders, schorren, inlagen, zilte gebieden	Complex van Kweldervegetatie en Duinvegetatie van het Waddendistrict (su) Complex van Spartinion, Puccinellion maritimae en Armerion maritimae (s) Complex van Salicion albae, Spartinion, Puccinellion maritimae en Armerion maritimae (sm)	Thero-Salicornion, Spartinion, Puccinellion maritimae, Armerion maritimae
Waterzone dicht onder de kust, muien, slufters, vloedmerken, jonge embryonale duinen	Complex van o.m. Sambuco-Berberidion, Ammophilion borealis (t) Complex van o.m. Empetrion nigri, Violo-Corynephoretum, Quercion robori-petaeae, Ammophilion borealis (u)	Zosterion, Ruppion maritimae, Salsolo-Honckenion peploidis, Agropyro-Honckenion peploidis

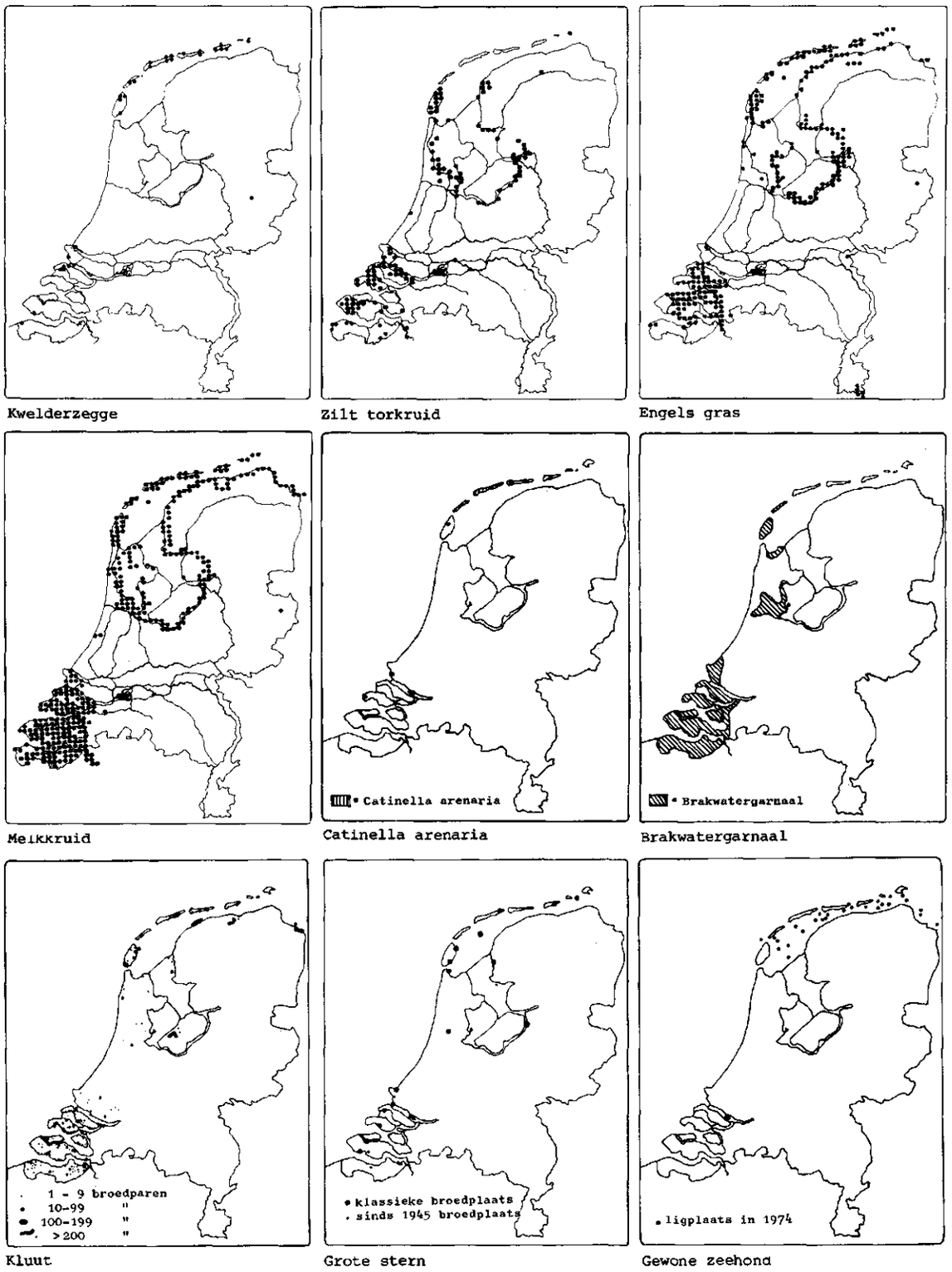
(...): p.n.v.-code van de Landelijke Milieukartering

Tabel 27. Door zeewater beïnvloede (semi-)terrestrische milieutypen, de bijbehorende potentieel-natuurlijke vegetatietypen overeenkomstig de Landelijke Milieukartering en enkele zoutwaterafhankelijke actuele vegetatietypen.

Op de volstrekte onmisbaarheid van de zeewaterbewegingen voor de ecologische kwaliteit van de hoog gewaardeerde Waddenzee en Zuidwestnederlandse zeearmen is veelvuldig gewezen. De meest bedreigende zeewaterrelaties zijn in dit verband die van de kuststroom vanaf de mondingen van de grote rivieren in noordelijke richting en die van de estuariene waterbewegingen in de Westerschelde en de Dollart/Eemsmond. In beide gevallen gaat het om de verdere verspreiding van door de grote rivieren aangevoerde verontreinigende stoffen naar hoog gewaardeerde ecosystemen.

De migratiebewegingen van vele mariene organismen zijn slechts mogelijk door de aanwezigheid van zeewaterbewegingen en de onbelemmerde doorgang naar de verschillende functiegebieden. Dit geldt zowel voor de kust nabije wateren, als voor de open zee.

Dat de positieve betekenis van zeewaterbewegingen ook voort kan komen uit het feit dat de hoedanig-



Figuur 87. De verspreiding van enkele plantesoorten en diersoorten die kenmerken zijn voor het zoet-zout contact.

heden van verschillende functiegebieden er mede door bepaald worden, wordt bijvoorbeeld zichtbaar waar voedselgronden aangetroffen worden bij het samenkomen van twee zeestromen en waar zich paaiplaatsen bevinden op plaatsen die het minst door stromingen beïnvloed worden. Op regionaal niveau moet er in dit verband een positieve betekenis worden toegekend aan de getijstromen in de Zuidwestnederlandse zeearmen en het Waddengebied, die op verschillende manieren het milieu reguleren van organismen, die in meer of mindere mate aan één plaats gebonden zijn. Dit gebeurt onder meer door de aanvoer van voedsel/nutriënten en zuurstof, de regulatie van de watertemperatuur, het zoutgehalte en de waterstanden (peil en fluctuaties).

7.4. De betekenis van relaties door oppervlaktewaterbewegingen

Ook voor de relaties door oppervlaktewaterbewegingen geldt dat ze op vele verschillende manieren betekenis kunnen hebben voor levensgemeenschappen. Ze bepalen de waterkwaliteit en waterhuishouding van watereenheden en hun oevers en daarmee het milieu van de daar voorkomende organismen, maar hun invloed reikt via drainage, infiltratie en overstromingen ook verder.

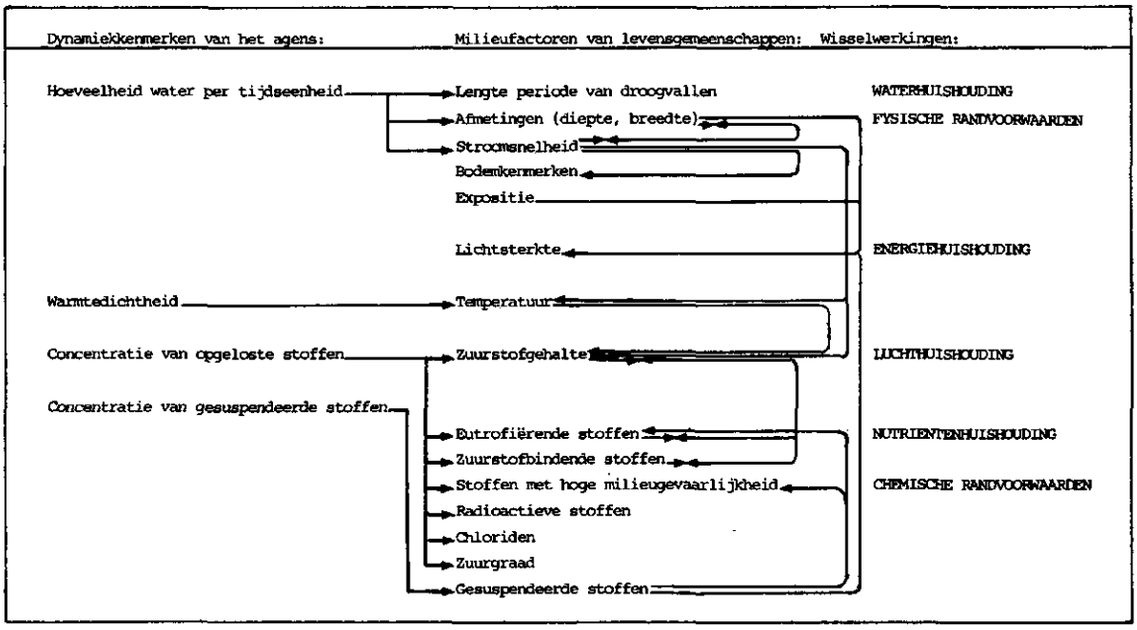
De effecten op levensgemeenschappen kunnen zowel op directe als op indirecte wijze tot stand komen. De directe beïnvloeding betreft de verplaatsing van zwevende organismen en de invloed op het trekgedrag van vissen, de indirecte die, waarbij de milieuomstandigheden van de levensgemeenschappen mede door oppervlaktewaterbewegingen worden bepaald. Op vergelijkbare wijze als bij zeewaterbewegingen gaat het in het laatste geval om processen als erosie en sedimentatie, de aan- en afvoer van water en de beïnvloeding van de fysisch-chemische kwaliteit van het water en/of de bodem op een bepaalde plaats. Milieufactoren, die zo mede bepaald kunnen worden,zijn: de watertemperatuur, de waterdiepte, de snelheid waarmee het peil fluctueert, de vorm en grootte van het aaneengesloten wateroppervlak, het verloop van het oevertalud, het gehalte aan minerale nutriënten (in het bijzonder fosfaat, nitraat en kalk), zuurstof, dood organisch materiaal, slib, toxische stoffen, de stroomsnelheid van het water en de samenstelling van het bodemmateriaal. In figuur 88 wordt schematisch de samenhang tussen deze factoren weergegeven. Het behoeft geen betoog dat de mens via het stromende oppervlaktewater deze milieufactoren in belangrijke mate kan beïnvloeden. De Rijnproblematiek maakt duidelijk dat dit over grote afstand kan gebeuren.

Wanneer de invloed van verontreiniging buiten beschouwing blijft, kunnen er binnen Nederland gebieden onderscheiden worden met principieel verschillende milieuomstandigheden voor aan het oppervlaktewater gebonden levensgemeenschappen. Figuur 89 toont deze hydrobiologische districten (De Lange en de Ruiter, 1977). Ze ontlenen hun specifieke karakter veelal in belangrijke mate aan de manier, waarop ze beïnvloed worden door het al dan niet optreden van bepaalde typen relaties via het oppervlaktewater.

In figuur 90 zijn de verschillende manieren, waarop relaties door oppervlaktewaterbewegingen levensgemeenschappen kunnen beïnvloeden, schematisch samengevat.

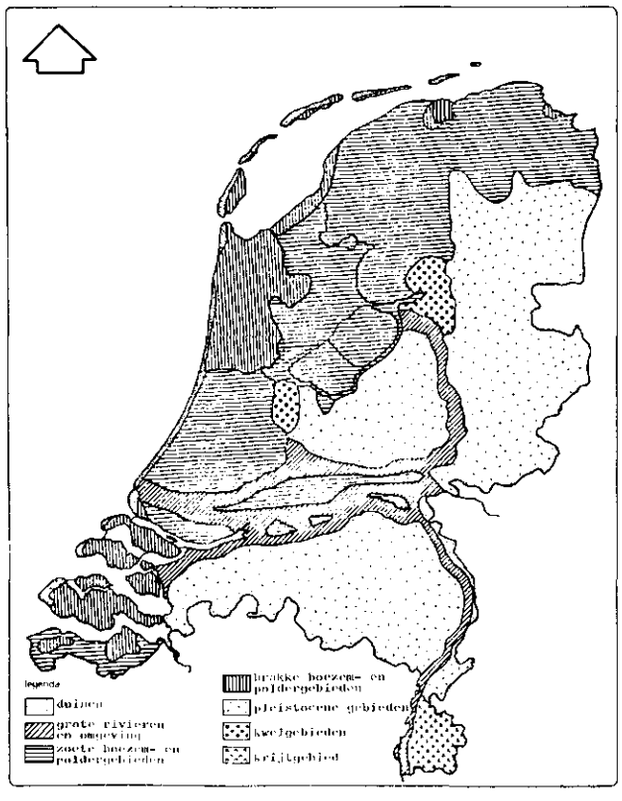
Onderzoek van de Commissie Bestudering Waterhuishouding Gelderland (1980) heeft aangetoond dat dit soort veranderingen in de regulatie van de beken in de Achterhoek veel sterker tot uiting komt in de soortensamenstelling van de macrofauna dan de mate van waterverontreiniging. Zo wordt bijvoorbeeld de bewegingsvrijheid van vissen sterk beperkt. Door de verandering van de stroomsnelheid verandert ook het transporterend vermogen van de waterlopen en daarmee hun eroderende en sedimenterende werking, de aan- en afvoer van detritus, enzovoort. Niet alleen de macrofauna, maar de gehele levensgemeenschap wordt overwegend in nivellerende zin beïnvloed.

Een positieve betekenis moet in dit verband worden toegekend aan alle relaties, onderhouden door relatief weinig verontreinigde beekjes en riviertjes in hoog-Nederland met een nog min of meer natuurlijke loop. Deze relaties spelen overwegend op lokaal en regionaal niveau. In het Structuurschema Natuur- en Landschapsbehoud (1981) is een kaart opgenomen van de meest waardevol geachte beken en beekdalen (figuur 91). Hiermee wordt tevens een aanduiding gegeven van de waterlopen, waar in dit verband een

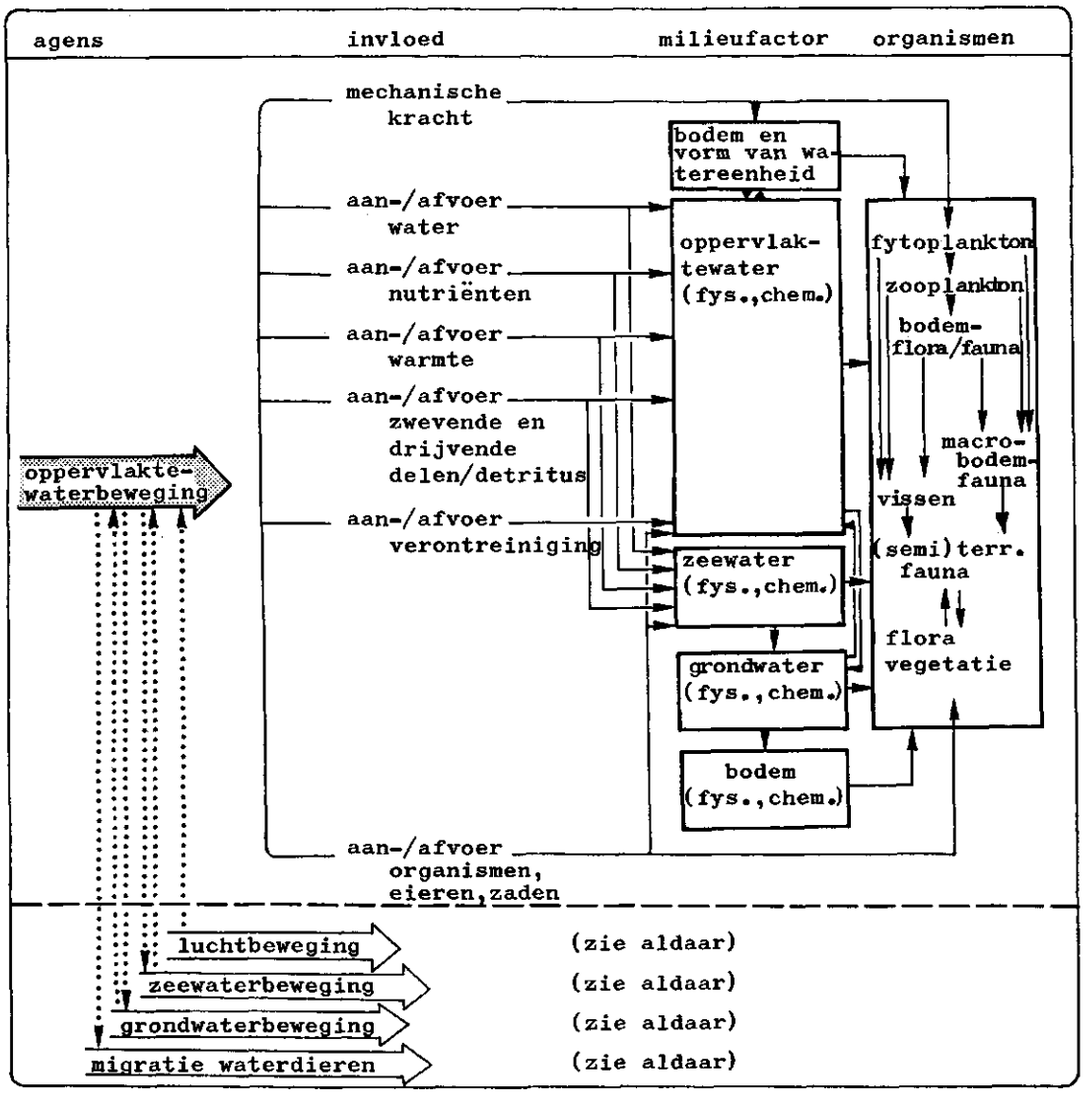


← enkelvoudige beïnvloeding
←→ tweevoudige beïnvloeding

Figuur 88. Milieufactoren van aquatische levensgemeenschappen en de wijze waarop deze door elkaar en door de ruimtelijke uitwisseling van water, stoffen en energie worden beïnvloed.



Figuur 89. Hydrobiologische districten (naar De Lange en De Ruiter, 1977).



Figuur 90. Schematisch overzicht van de verschillende manieren, waarop relaties door oppervlaktewaterbewegingen levensgemeenschappen kunnen beïnvloeden.

positieve betekenis aan wordt toegekend. Een vollediger overzicht zou gegeven worden, wanneer ook de gebieden, waarover de relaties zich door drainage, infiltratie of inundatie uitstrekken, zouden worden aangegeven. Een visie op de ontwikkeling van deze waterlopen kan niet zonder een visie op die van de betreffende afwateringsgebieden.

Ook vele relaties, die leiden tot inundaties, hebben een positieve betekenis. Hierbij kan er zich echter het al genoemde probleem voordoen dat de relaties in één opzicht, namelijk dat van de aanvoer van water als milieuvoorwaarde, positief werken, terwijl ze in een ander opzicht, dat van de aanvoer van verontreiniging en/of nutriënten, negatief werken. Op internationaal niveau gaat het hier met name om de overstromingen van de uiterwaarden van de grote rivieren, op nationaal niveau om die van de laag gelegen delen van beek- en rivierdalen.

Milieutypen	Potentieel-natuurlijke vegetatietypen volgens de Landelijke Milieukartering	Enkele oppervlaktewater afhankelijke actuele vegetatietypen
Rivierengebied (m.i.v. wiel- en strangcomplexen)	Salicetum albo-fragilis (m) Complex van Alno-Padion en Salicetum albo-fragilis (lm)	Caricion davallianae, Nanocyperion flavescentis (o.m. Phragmitetea, Potametea, Charetea, Lemnetea, Bidentetalia tripartiti)
Oude rivierlopen	Fraxino-Ulmetum	
Beekdalen van hoge en lage zandgronden, hoogveenontginningsgebieden, löss- en krijtgebied	Circeao-Alnion (h) Complex van Circeao-Alnion en Alnion glutinosae (hk) Alno-Padion (l)	Idem
Duinmeren (geïsoleerd)	Complex van o.m. Empetrion nigri, Violo-Corynephoretum, Quercion robori-petraea, Ammophilion borealis (u) Complex van o.m. Sambuco-Berberidion, Ammophilion borealis (t)	Littorelletea, Parvocaricetea (o.m. Caricion davallianae)
Vencomplexen van de hoge en lage zandgronden (geïsoleerd)	Querco roboris-Betuletum (a) Fago-Quercetum (b) Complex van Querco roboris-Betuletum en Fago-Quercetum (ab) Fago-Quercetum, soortenarme vorm (c)	Littorelletea, Parvocaricetea, Scheuchzerietea

(...): p.n.v.-code van de Landelijke Milieukartering

Tabel 28. Door oppervlaktewater beïnvloede milieutypen, de bijbehorende potentieel-natuurlijke vegetatietypen overeenkomstig de Landelijke Milieukartering en enkele oppervlaktewaterafhankelijke actuele vegetatietypen.

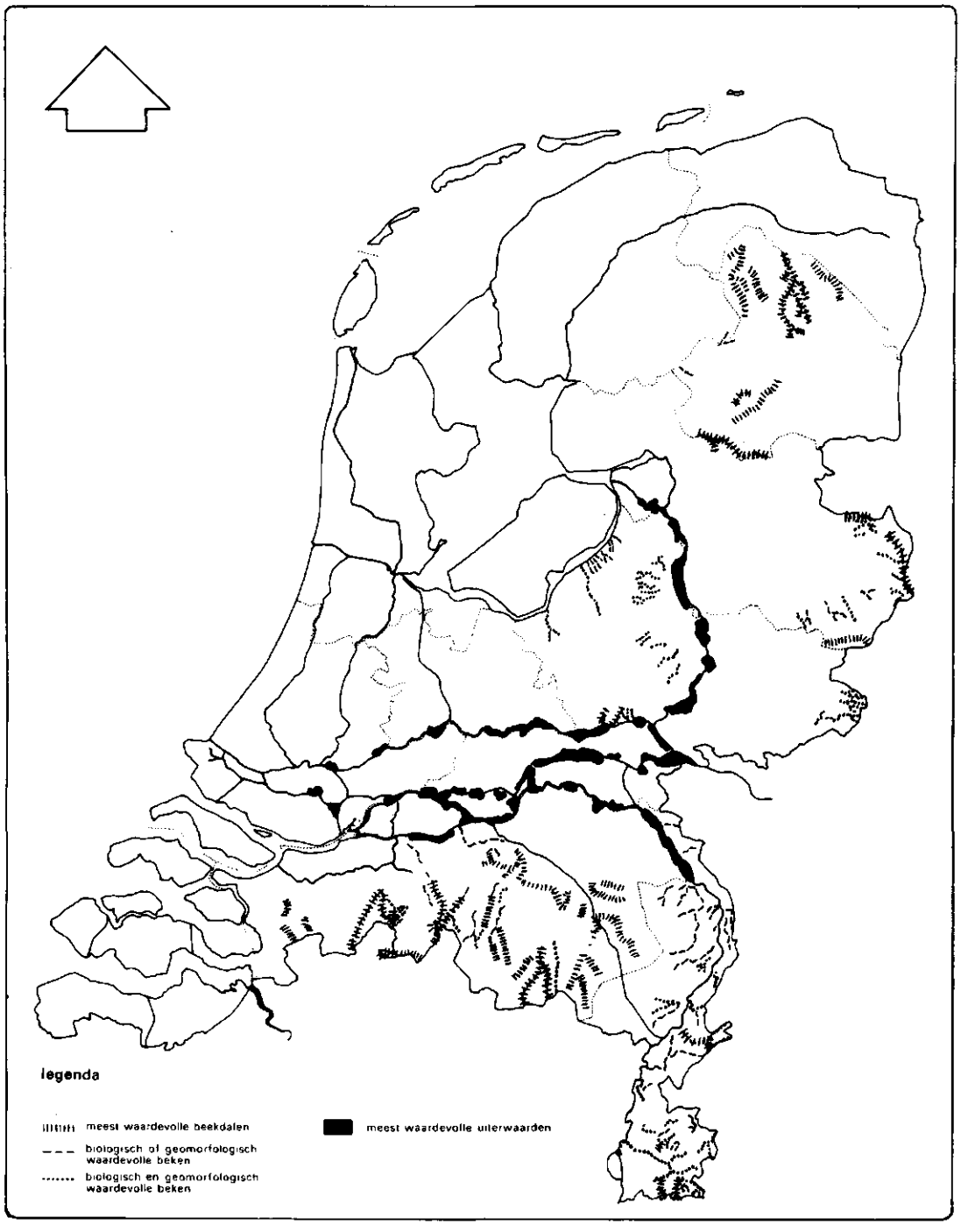
Voor het lokale niveau dient gewezen te worden op de positieve betekenis van de periodieke overstromingen van laaggelegen graslanden in West-Nederland en van zogenaamde vloeivelden en vloeiweiden in Zuid-Nederland. In het laatste geval werden heidegronden in het verleden via een complex stelsel van sloten en kanalen met eutroof water "bemest", waardoor zich bijzondere vegetatietypen konden ontwikkelen. Zo is heden ten dage ook het onder water zetten van weilanden voor ijsbanen veelal voor de vegetatie van positieve betekenis.

Voor het lokale niveau kan nog de positieve betekenis van geïsoleerd oppervlaktewater voor de vegetatietypen van vennen, vochtige duinvalleien, natte heiden en hoogvenen vermeld worden. In vele gevallen is hierbij niet sprake van volledige isolatie, maar vindt er, al dan niet periodiek, in enige mate afvoer plaats naar het oppervlaktewater elders of naar het ondiepe grondwater (eenzijdige relaties).

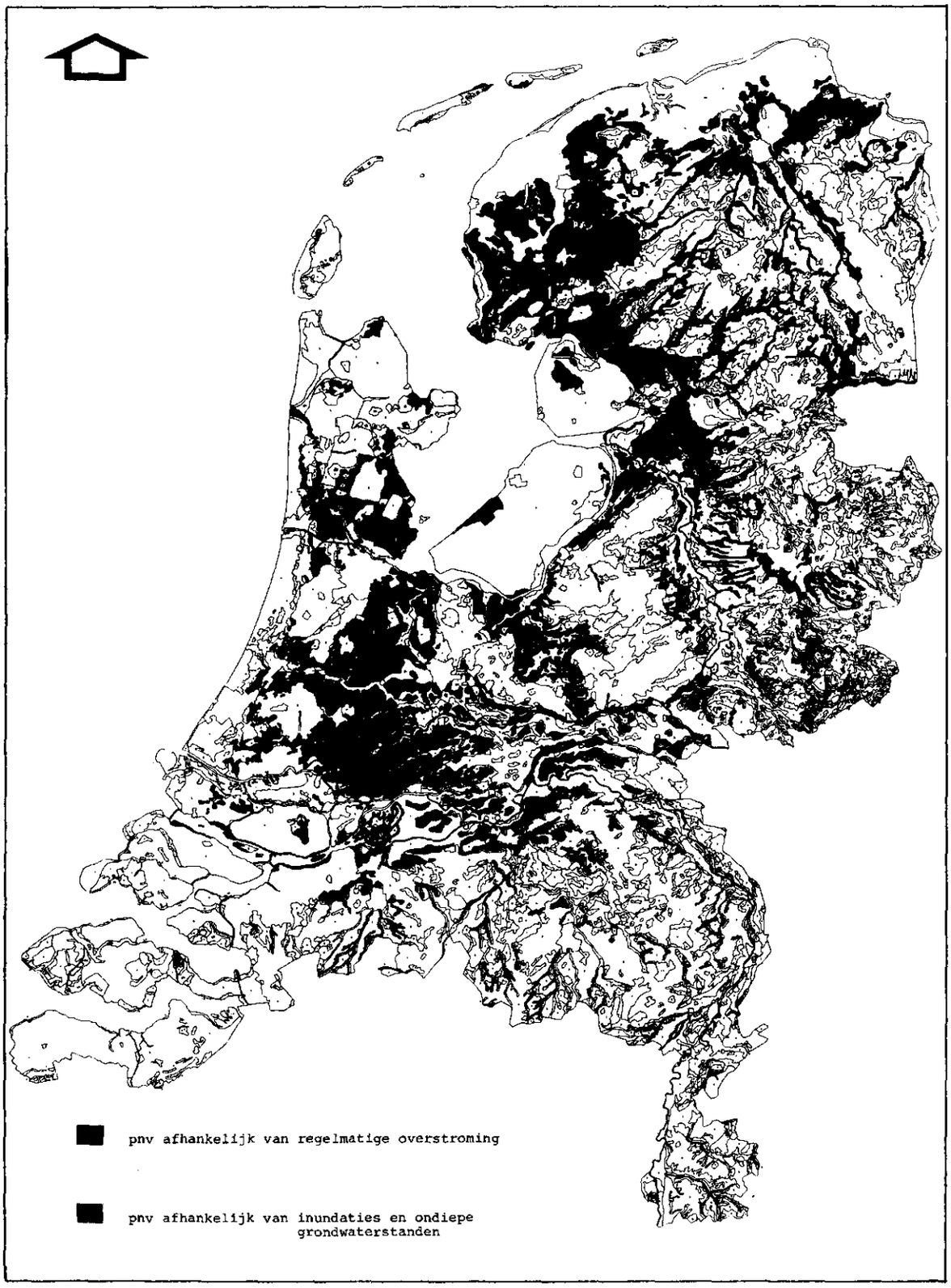
Enkele potentieel-natuurlijke vegetatie-eenheden van de Landelijke Milieukartering kunnen plaatselijk beïnvloed worden door het oppervlaktewater (tabel 28). In figuur 92 zijn de potentieel-natuurlijke vegetatietypen, die mede afhankelijk zijn van inundatie door oppervlaktewater in kaart gebracht. Figuur 93 toont enkele voorbeelden van de verspreiding van plante- en diersoorten, die kenmerkend zijn voor sommige invloedsgebieden van het oppervlaktewater.

Grote eenheden en oppervlaktewater, zoals het IJsselmeer en de Veluwerandmeren, hebben betekenis voor de grondwaterstand in de aangrenzende gebieden door de infiltratie die er vanuit optreedt.

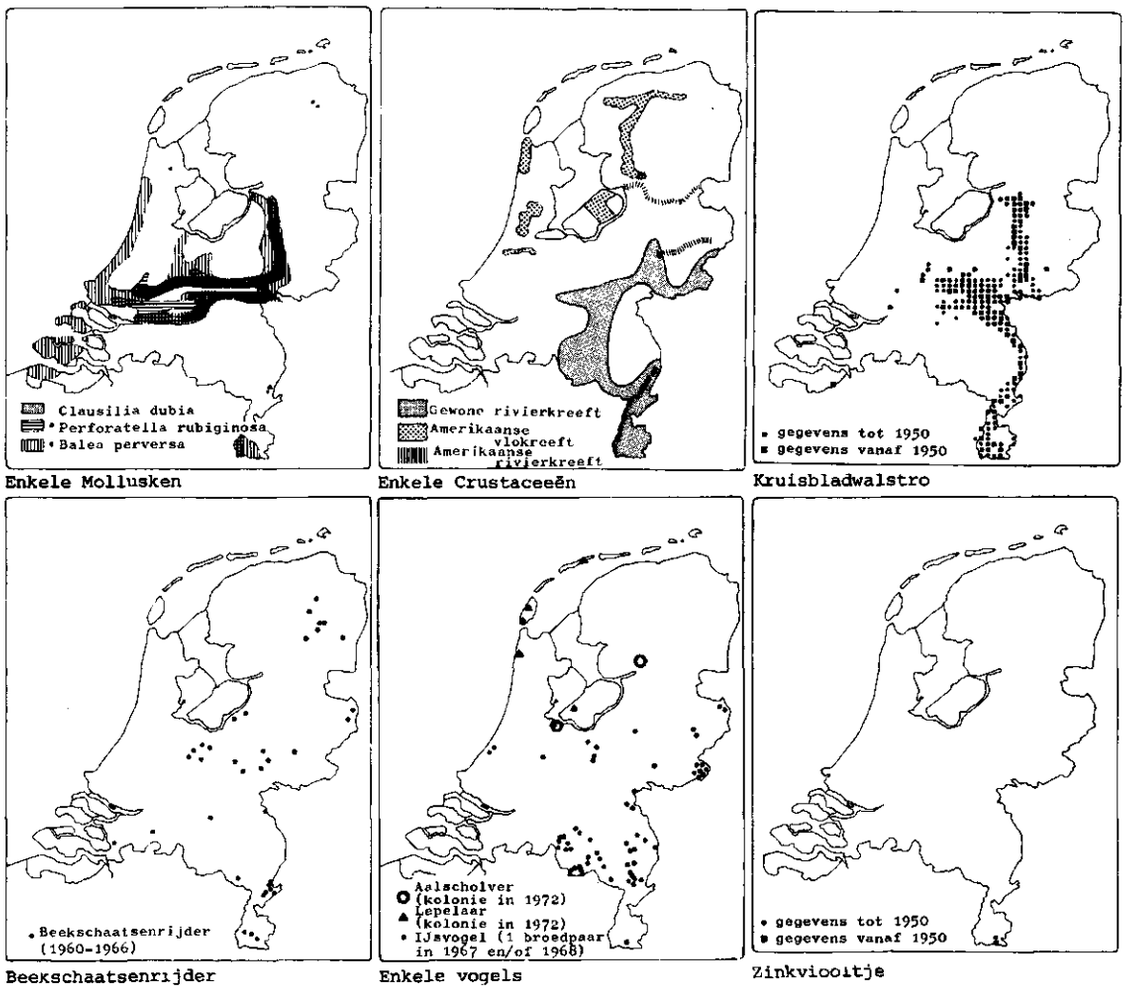
Een negatieve betekenis moet zonder meer worden toegekend aan alle relaties via het oppervlaktewater, waardoor de waterkwaliteit ongunstig wordt beïnvloed. Dit soort relaties doet zich op elk niveau voor. In Nederland verkeren we echter in de bijzondere situatie dat in een zeer groot deel van het land water wordt aangevoerd van de sterk verontreinigende internationale rivieren. Het belangrijkst is in dit verband de verspreiding van het water van de Rijn. Gedurende de zomer wordt in het bijzonder in laag-Nederland op grote schaal water ingelaten. Het negatieve effect op water- en oevervegetatietypen, alsmede op grondwaterafhankelijke vegetatietypen, wordt hierbij niet alleen bepaald door de waterkwaliteit, maar ook door de periodieke omkering van de stroomrichting.



Figuur 91. De in het Structuurschema Natuur- en Landschapsbehoud (1981) waardevol geachte beken, beekdalen en uiterwaarden.



Figuur 92. Het voorkomen van potentieel natuurlijke vegetatietypen, die mede afhankelijk zijn van inundaties door oppervlaktewater.



Figuur 93. De verspreiding van enkele plante- en diersoorten, die kenmerkend zijn voor sommige invloedsgebieden van het oppervlaktewater (o.m. naar Van Wijngaarden (red.), 1976).

7.5. De betekenis van relaties door grondwaterbewegingen

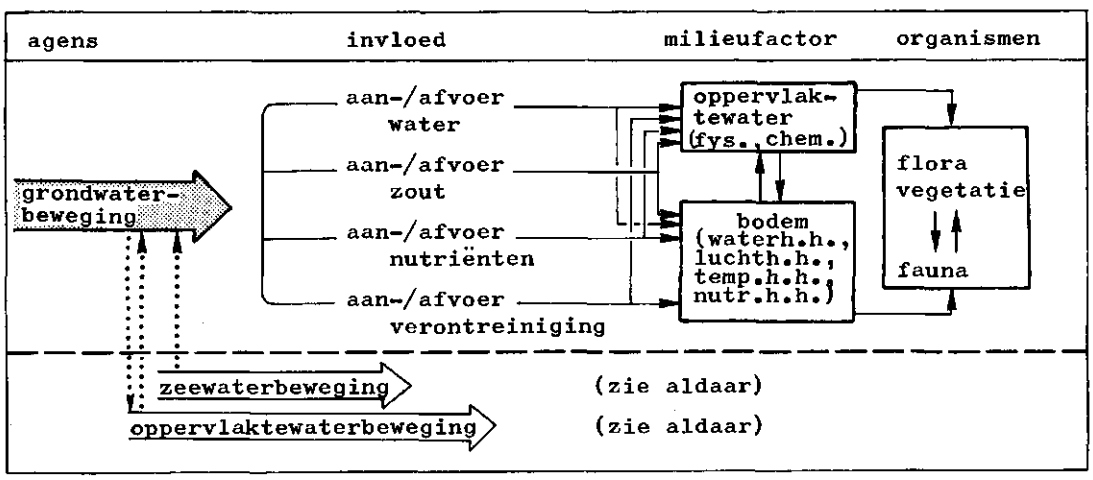
Levensgemeenschappen zijn binnen zekere grenzen gebonden aan een bepaalde mate van milieudynamiek (in dit geval de interne dynamiek van het grondwater). Van de Nederlandse vegetatie blijkt op verbondsniveau ongeveer de helft van het oppervlak uitsluitend of in hoofdzaak gebonden te zijn aan de invloedssfeer van het grond- en oppervlaktewater; voor het associatieniveau geldt ongeveer dezelfde waarde (De Molenaar, 1980). Veranderingen in de interne dynamiek van de grondwaterhuishouding kunnen dan ook leiden tot aanzienlijke effecten op de Nederlandse vegetatie. Hierbij gaat het niet alleen om de vochtvoorziening, maar ook om de lucht-, warmte- en nutriëntenhuishouding. Welke processen of combinaties van processen een effect op de vegetatie veroorzaken, is veelal moeilijk te bepalen. Bijgevolg is het vrijwel onmogelijk te voorspellen op welke wijze een plantengemeenschap veranderen zal bij wijziging van de grondwaterhuishouding. Wel kunnen er enkele algemene opmerkingen gemaakt worden:

- Iedere plantengemeenschap reageert specifiek op een bepaalde verandering in het milieu.
- Er bestaat een evenredig verband tussen de mate van verandering van de grondwaterstand en het biologische effect (De Molenaar, 1980).

- Het effect van milieuveranderingen op een vegetatie op plaats A behoeft niet hetzelfde te zijn als op een vegetatie van vergelijkbaar type op plaats B.
- De reactie van de vegetatie op een wijziging in het milieu, is afhankelijk van de grootte van die wijziging in relatie tot de heersende dynamiek van de betreffende milieufactor, waaraan de vegetatie is aangepast (COGROWA, 1977).

Ook het milieu van dieren wordt mede bepaald door het grondwaterniveau. Zo zijn weidevogels, maar ook een reptiel als de Adder en een zoogdier als de Noordse woelmuis, afhankelijk van de aanwezigheid van gebieden met hoge grondwaterstanden. Daarnaast zijn er soorten vogels, zoogdieren, insekten en reptielen, die uitsluitend voorkomen op droge plaatsen.

De verschillende manieren, waarop relaties door grondwaterstromen levensgemeenschappen kunnen beïnvloeden, zijn in figuur 94 schematisch samengevat.



Figuur 94. Schematisch overzicht van de verschillende manieren, waarop relaties door grondwaterbewegingen levensgemeenschappen kunnen beïnvloeden.

Om inzicht te krijgen in de vegetatietypen, die door de ligging van hun milieus in herkomst-, inkomst- en geïsoleerde gebieden afhankelijk of juist onafhankelijk zijn van het grondwater, is de informatie van de Landelijke Milieukartering geïnterpreteerd met gebruikmaking van de lijst van hydro-, freato- en afreatofyten van Londo (1975) en algemene synecologische gezichtspunten, zoals die van Westhoff en Den Held (1969). Bijlage 2 geeft een overzicht van de milieutypen, geordend naar hun ligging in herkomst-, inkomst- en geïsoleerde gebieden, de daarbij horende potentieel-natuurlijke vegetatietypen en enkele voorbeelden van kenmerkende actuele vegetatietypen. Het is in dit verband van belang er op te wijzen dat de vegetatie mede afhankelijk is van het fluctueringspatroon van het ondiepe grondwater (of hangwater). Het verband met het diepe grondwater bestaat slechts indirect: door infiltratie of kwel.

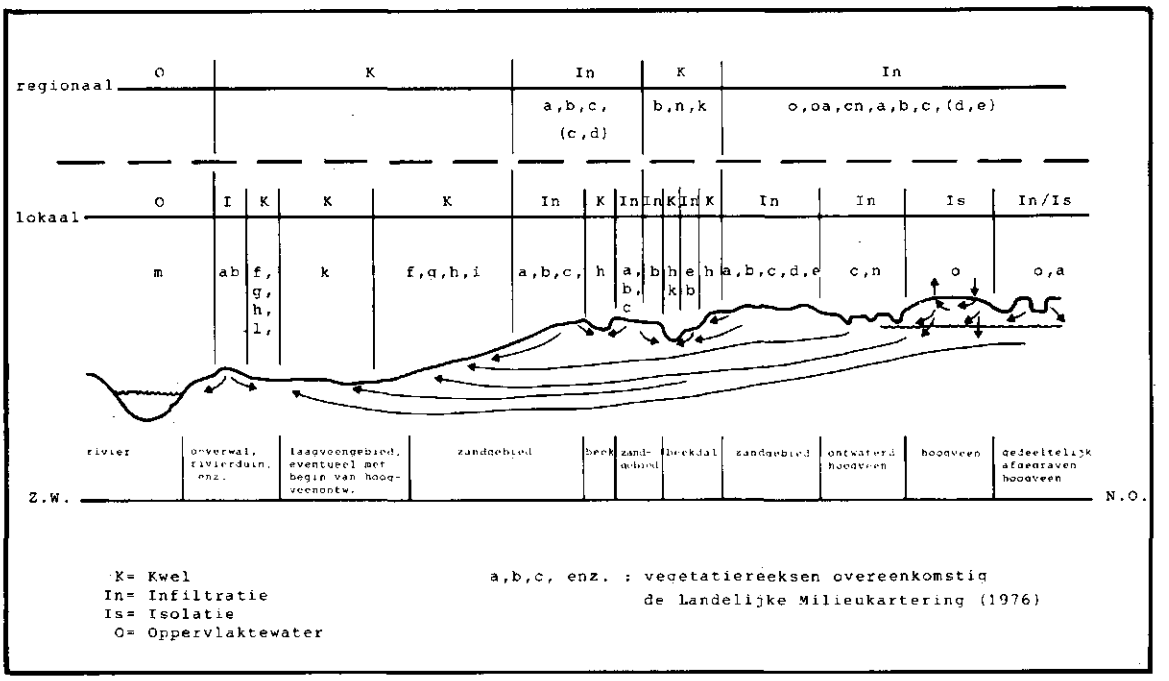
Figuur 95 toont de gebieden, waarvan de potentieel-natuurlijke vegetatie afhankelijk is van grondwater en plaatselijk ook van inundatie van oppervlaktewater. Figuur 96 geeft middels een doorsnede door Nederland het verband meer tussen de grondwaterstromingen en de potentieel-natuurlijke vegetatietypen.

Ter illustratie worden in figuur 97 enkele voorbeelden gegeven van de verspreiding van plantesoorten, die gebonden zijn aan vochtige tot natte, overwegend voedselrijke milieus (voornamelijk kwelindicatoren). Tevens zijn er voorbeelden opgenomen van de verspreiding van diersoorten, die gebonden zijn aan vochtige tot natte milieus.

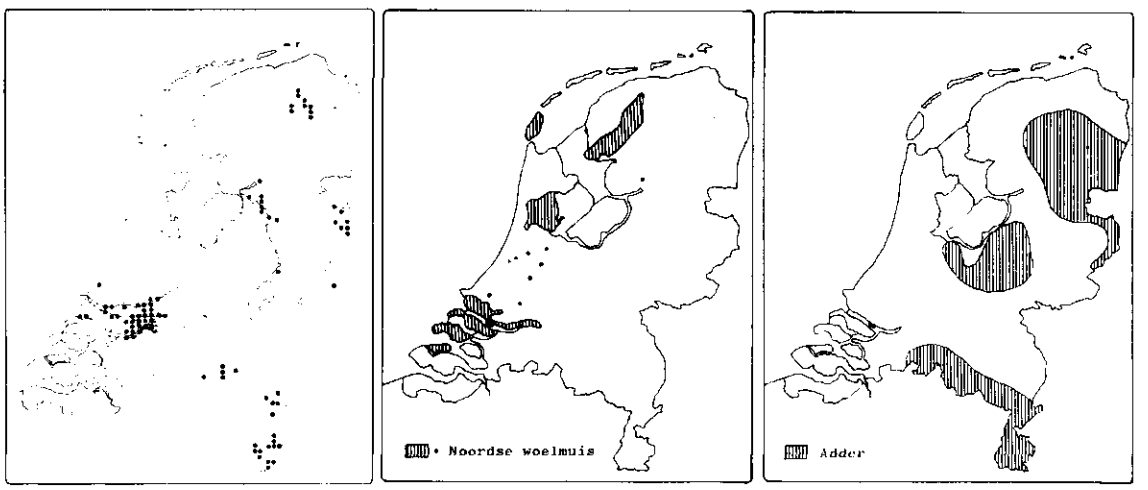
In het kader van dit vooronderzoek is een globale kaart gemaakt van de betekenis van de grondwaterrelaties op nationaal/regionaal niveau (figuur 98). Voor de gebieden met grondwaterafhankelijke vegetatietypen is aan de hand van de waarderingskaart van de Landelijke Milieukartering bepaald welke



Figuur 95. Gebieden, waarvan de potentieel-natuurlijke vegetatie afhankelijk is van grondwater en plaatselijk ook van inundaties van oppervlaktewater.

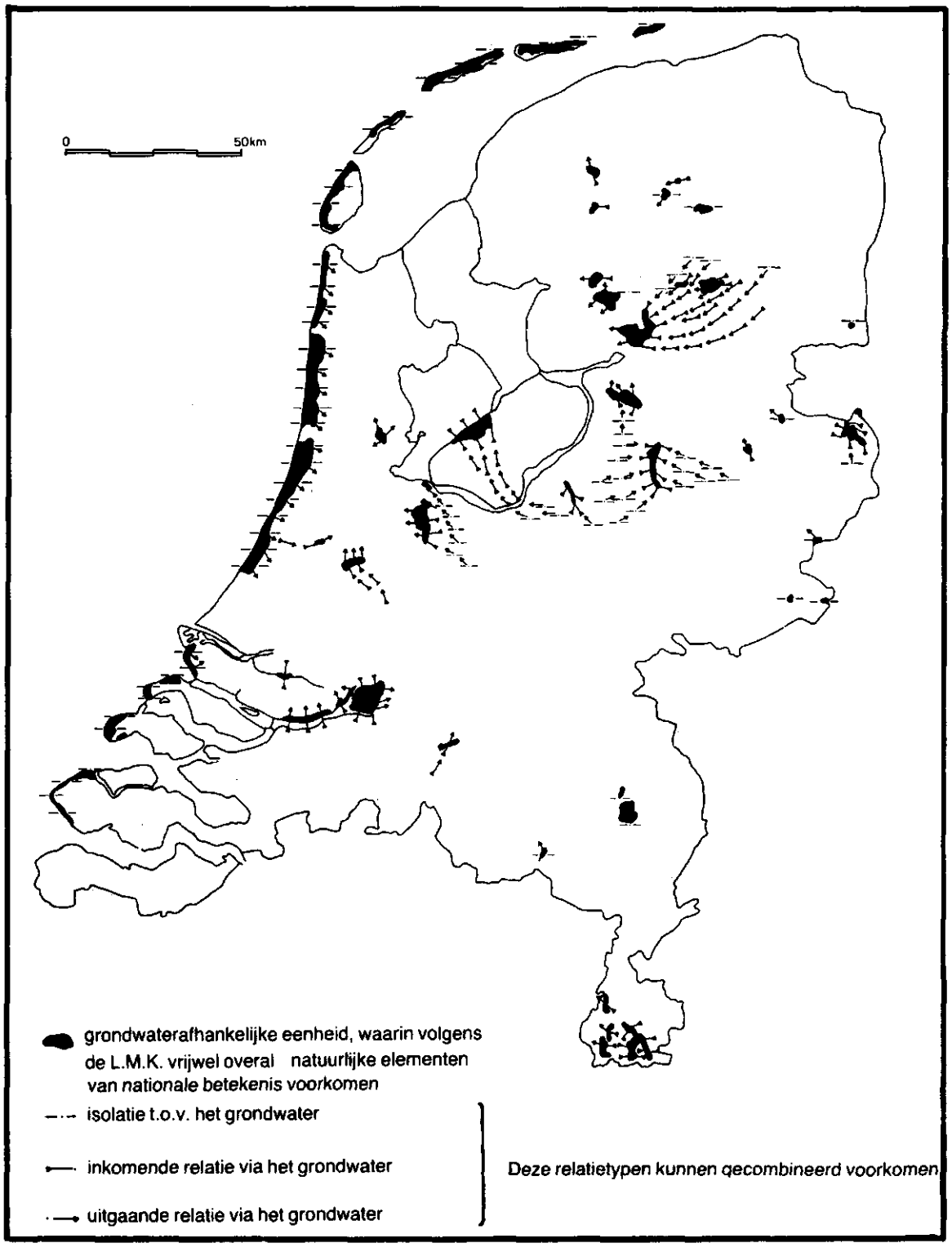


Figuur 96. Vegetatiekundige en hydrologische doorsnede door Nederland (Noordoost-Zuidwest).



Bittere veldkers (vochtig-nat) Noordse woelmuis (vochtig-nat) Adder (vochtig-nat)

Figuur 97. De verspreiding van enkele plante- en diersoorten, kenmerkend voor vochtig-natte milieus.



Figuur 98. De grondwaterafhankelijke eenheden, waarin volgens de Landelijke Milieukartering vrijwel overal natuurlijke elementen van nationale betekenis voorkomen, en de typen grondwaterraties, die het karakter van deze gebieden mede bepalen.

gebieden zeer waardevol geacht moeten worden. Aan de grondwaterrelaties, die het karakter van deze gebieden mede bepalen, is een relatief grote betekenis toegekend.

De in dit verband van belang zijnde grondwaterbewegingen kunnen tegelijkertijd op verschillende diepten spelen. Het effect op de levensgemeenschappen wordt echter altijd manifest via het freatische water. De relaties via het diepere grondwater hebben in het bijzonder een belangrijke betekenis voor de veelal grote kwelgebieden, die als gevolg van een stijghoogteverschil gevoed worden uit dit pakket. Deze relaties spelen voornamelijk op regionaal/nationaal niveau. Ook in infiltratiegebieden en min of meer geïsoleerde gebieden komen echter grondwaterafhankelijke vegetaties voor. Hiervoor kunnen bijvoorbeeld slecht doorlatende lagen (keileem, Brabantse leem e.d.) verantwoordelijk zijn. Het doorbreken van deze lagen, leidend tot een verandering van het relatietype van isolatie in een eenzijdige uitgaande relatie, kan de specifieke hoedanigheden van een dergelijk gebied teniet doen.

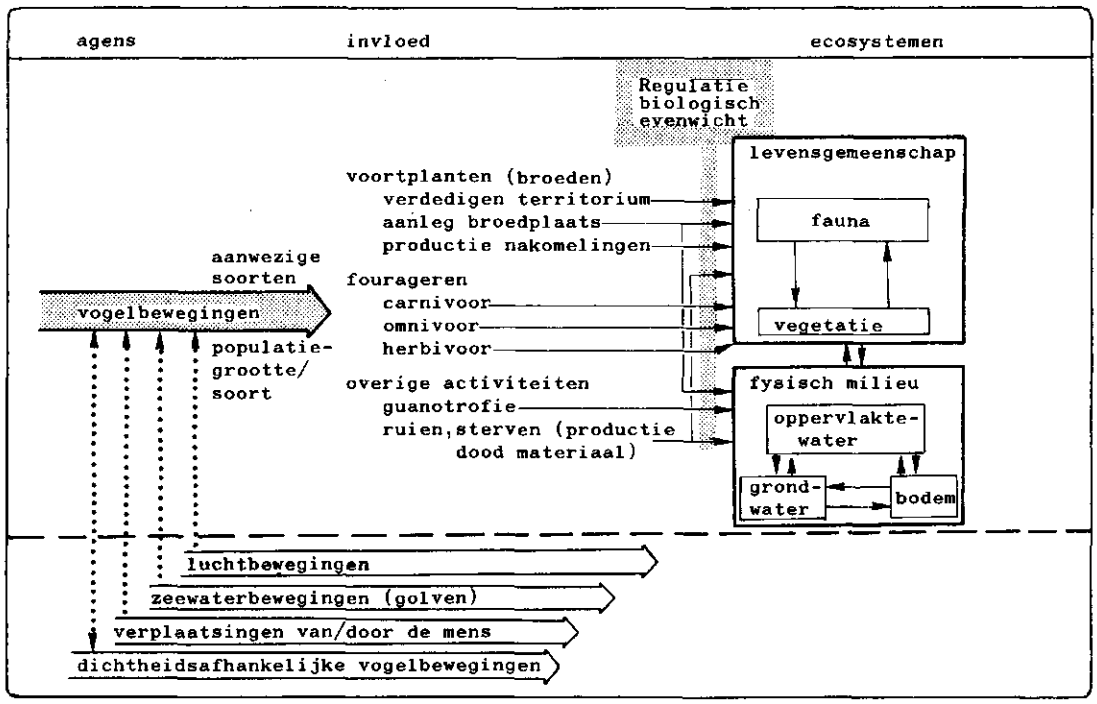
Op lokaal/regionaal niveau zijn eveneens relaties werkzaam, die van groot belang zijn voor het voorkomen van grondwaterafhankelijke vegetatietypen. Men denke bijvoorbeeld aan de eenzijdige relaties, die leiden tot de aanwezigheid van bronbossen, de relatieve isolatie ten opzichte van het grondwater van vele vennen en enkele nog weinig geschonden hoogvenen in pleistoceen Nederland, de eenzijdige relaties door ondiepe kwelstromen van dekzandgebieden naar beekdalen, onder dijken door, enzovoort. Een bijzonder geval van een lokale/regionale relatie met een grote betekenis, is de relatie waarbij een zoetwaterbel onder de kustduinen en Waddeneilanden, omgeven door zout grondwater, in stand gehouden wordt. De levensgemeenschappen van natte duinvalleien zijn afhankelijk van een voldoend hoge stand van dit zoete grondwater. In dit verband kunnen de relaties door grondwateronttrekkingen, leidend tot een verlaging van de grondwaterstand, bedreigend zijn.

De grondwaterrelaties met een negatieve betekenis spelen in het algemeen op lokaal en soms regionaal niveau. In het bijzonder gaat het dan om de aanvoer van verontreinigd grondwater en om relaties, leidend tot grondwaterstandsverlaging, die het gevolg zijn van grondwateronttrekkingen op verschillende diepten, regulatie van waterlopen en dergelijke. Voor de flora en fauna is van de aanvoer van verontreinigende stoffen via het grondwater op korte termijn in het bijzonder die van eutrofiërende stoffen van belang. Zo doen zich op vele plaatsen relaties met een negatieve betekenis voor tussen sterk bemeste landbouwgebieden en relatief voedselarme "natuurgebieden". De voornamelijk op lokaal niveau spelende relaties, waarbij extreme vormen van verontreiniging vanuit puntbronnen verspreid worden, zijn bij uitstek van belang voor de volksgezondheid. In het algemeen gaat het om relaties via het ondiepe grondwater. Recentelijk is echter gebleken dat bij een onverwacht groot aantal pompstations, die voor de drinkwatervoorziening water onttrekken aan het diepere grondwater, vluchtige gehalogeneerde verbindingen in het water konden worden aangetoond. De relatief hoge concentraties konden niet altijd verklaard worden uit puntlozingen; sommige van deze pompstations liggen in betrekkelijk afgelegen natuurgebieden. Het gaat hierbij dus om min of meer diffuse verontreiniging, die al enige tijd onderweg is geweest.

7.6. De betekenis van relaties door vogels

Het Nederlandse landschap vervult op vele verschillende manieren functies voor relatie-onderhoudende vogelsoorten. Het gaat daarbij om relaties, die spelen over sterk uiteenlopende afstanden, als ook om de relatieve isolatie van bepaalde soortspopulaties.

De betekenis van deze biotische relaties is niet alleen gelegen in het in stand houden van het individuele organisme of de populatie van een soort, maar strekt zich uit tot andere organismen van de betreffende levensgemeenschappen en in enkele gevallen ook tot het abiotische milieu (bijvoorbeeld bij guanotrofie). De invloed op andere organismen kan interspecifiek zijn, zoals bij de prooi-predator-relatie, of intraspecifiek, zoals bij territoriumconcurrentie. Figuur 99 toont schematisch de invloed van vogelbewegingen op levensgemeenschappen.



Figuur 99. Schematisch overzicht van de verschillende manieren, waarop relaties door vogels levensgemeenschappen kunnen beïnvloeden.

Hoewel endemische soorten in Nederland niet voorkomen, vormt Nederland voor enkele soorten moeras- en watervogels in Noordwest-Europa een habitateiland. Extreme voorbeelden van deze vorm van isolatie op internationaal niveau zijn die van de Lepelaar, waarvan de dichtstbijgelegen kolonie zich bij de Neusiedlersee in Oostenrijk bevindt, de Purperreiger en de Kwak, die beide in Noord-Frankrijk broedend worden aangetroffen. Voor vele andere soorten moeras- en watervogels geldt dat de populaties in Noordwest-Europa buiten Nederland klein zijn.

De betekenis van de binnen Nederland door deze soorten onderhouden niet-dichtheidsafhankelijke relaties is groot. Gegeven de kleine kans op toename van de migratie vanuit de veelal op grote afstand gelegen andere kolonies, waardoor de Nederlandse populaties voor uitsterven behoed zouden worden, is het van het grootste belang dat de levensomstandigheden binnen Nederland zo goed mogelijk blijven. Tot deze levensomstandigheden behoren ook de ruimtelijke verdeling van verschillende functiegebieden en de mogelijkheden om hiertussen relaties te onderhouden.

Voor een aantal soorten zou kunnen gelden dat de achteruitgang in Nederland mede versneld verloopt door de ligging van Nederland aan de grens van het areaal van de betreffende soort. Een bijkomende factor is, dat een soort in de regel hogere eisen stelt aan een habitat in de periferie van het verspreidingsgebied. Met name voor vogelsoorten, die in geheel Europa in aantal achteruitgaan, zoals de Ortolaan, mag aangenomen worden dat de immigratie in Nederland sterk is afgenomen. Wellicht is bijvoorbeeld ook het verdwijnen van de Griel uit Nederland door dit proces beïnvloed. Een vergelijkbare invloed kan verwacht worden op doortrekkers, zoals de Slechtvalk en de Boomleeuwerik.

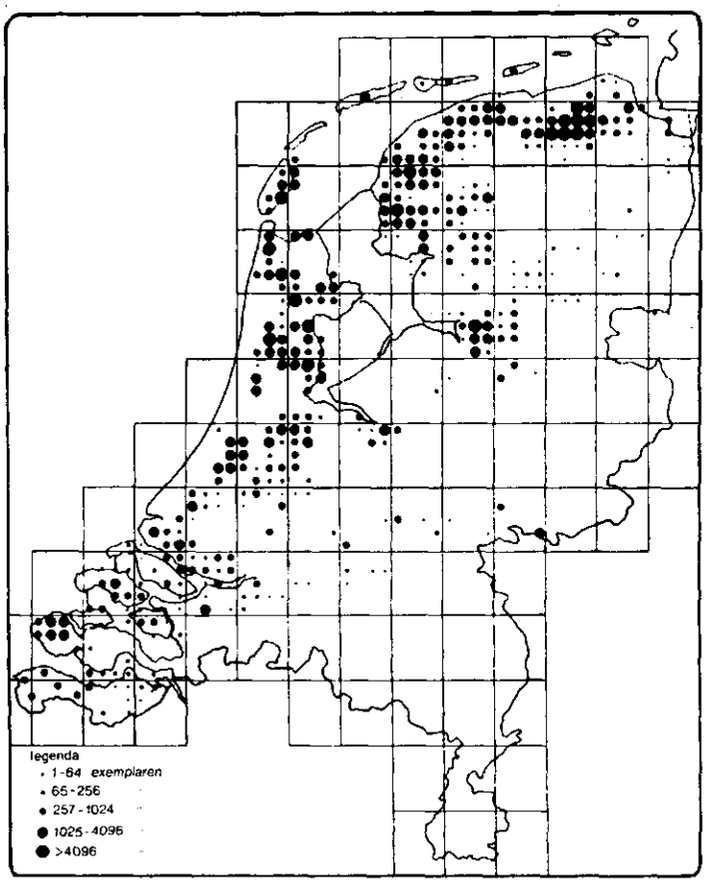
De relaties die optreden, wanneer vogelsoorten zich nog maar kort geleden in Nederland hebben gevestigd en/of zich aanzienlijk in aantal hebben uitgebreid, zijn voorbeelden van het dichtheidsafhanke-

lijke type. Het betreft onder meer de Krooneend, Eidereend, Havik, Cetti's zanger, Waaierstaartrietzanger, Europese kanarie en Barmsijs. Voor andere soorten, zoals het Baartmannetje en de Bruine kiekendief, valt aan te nemen dat ze zich vanuit Nederland hebben uitgebreid in Noordwest-Europa als gevolg van het tot stand komen van geschikte voortplantingsgebieden, zoals in de Flevopolders. In hoeverre ook doortrek van soorten in Nederland is toe- of afgenomen ten gevolge van dichtheidsafhankelijke relaties, is onbekend.

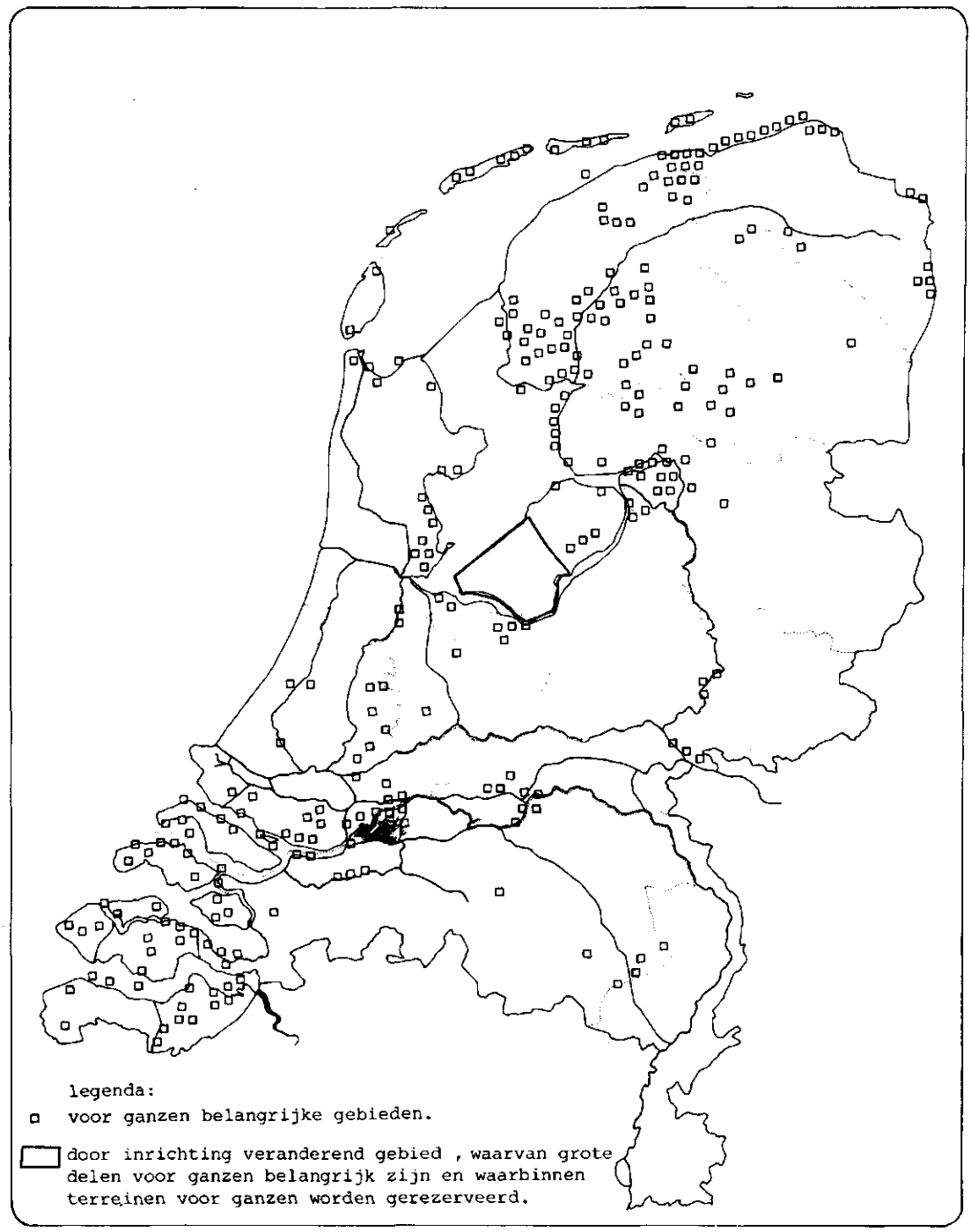
Het Wadden- en Deltagebied vervullen de zeer specifieke functie van ruigebied op internationaal niveau voor wadvogels (zie o.a. Boere, 1976) en het IJsselmeer-/Oostvaardersplassengebied voor een aantal soorten eenden en de Grauwe gans.

Vele gebieden, verspreid over heel Nederland, vervullen een functie als pleistergebied of tijdelijk pleistergebied. Vooral eenden, die zowel op zoet als zout water voorkomen, futen, rallen, bleshoenders, ganzen en zwanen, alsmede de aan wad en strand gebonden steltlopers en steltlopers, die minder aan open water gebonden zijn, komen vanuit een groot gebied naar Nederland (Kwak en Stortelder, 1981). Een groot deel daarvan blijft in Nederland om te overwinteren. Met name de broedvogelpopulaties van Scandinavië blijken in sterke mate afhankelijk te zijn van Nederland, evenals de winterpopulaties van vogelsoorten van een aantal Zuidwesteuropese landen (Frankrijk, Spanje, Portugal) en België/Luxemburg.

Van wad- en watervogels zijn de pleistergebieden binnen Nederland relatief goed bekend. Figuur 101 toont de pleistergebieden van ganzen. Ook andere soorten en soortgroepen blijken specifieke pleistergebieden te bezoeken. Figuur 100 geeft een indruk hiervan voor de Goudplevier. In het algemeen is hiervan in kwantitatieve zin echter nog maar weinig bekend.



Figuur 100. Verspreiding van de Goudplevier in Nederland (19-24 nov. 1976).



Figuur 101. Pleistergebieden van ganzen (Ministeries van CRM en VRO, 1981).

De betekenis van Nederland voor de internationale vogeltrek is door Kwak en Stortelder (1981) gekwantificeerd. Deze internationale relaties zijn samengevat in figuur 102 en 103 en tabel 29,30 en 31. Het betreft zowel de trek via Nederland als die van de Nederlandse broedvogels in zuidelijke richting.

Om de weergave van de internationale trek te vereenvoudigen, zijn de trekvogelsoorten gegroepeerd in een aantal (ecologische) soortgroepen. Deze zijn meestal zó gekozen dat de soorten van iedere groep gedurende de winter- en/of doortrekperiode, waarbij ze (tijdelijk) in Nederland verblijven, min of meer dezelfde biotoopkeus hebben. Het betreft de volgende groepen:

I - aan zout water gebonden duikers en eenden;
II - zowel op zoet als zout water voorkomende futen, eenden, rallen en bleshoenders;
III - reigers, ooievaars, Aalscholver en Kraanvogel;
IV - ganzen en zwanen;
V - roofvogels;
VI - voornamelijk aan wad en strand gebonden steltlopers;
VII - overige min of meer aan water gebonden steltlopers;
VIII - minder of niet aan water gebonden steltlopers, Kwartel en Kwartelkoning;
IX - zangvogels van open terrein;
X - zangvogels van bosachtig terrein;
XI - zangvogels van moerasachtig terrein.

De pijlen (figuur 102 en 103) tonen de specifieke betrekking tussen de onderscheiden functiegebieden: voortplantingsgebied, doorgangsgebied en pleistergebied. De dikte van de pijl houdt verband met de intensiteit van de betrekking, gedefinieerd als het relatieve aandeel van de totale populatie aan vogels, welke de trek naar of van bedoeld gebied onderhouden (zie ook de tabellen 29,30 en 31. Het in de figuren 102 en 103 aangegeven getal duidt op het aantal vogelsoorten, dat de relatie onderhoudt.

Voor het nationale en lokale niveau is kwantificering van de betekenis van gebieden voor de vogelbewegingen bij gebrek aan voldoende gegevens vooralsnog niet mogelijk gebleken. Volstaan wordt dan ook met een globale beschrijving.

Op nationaal niveau zijn die gebieden, die in aanmerking komen voor herbevolking door enkele gespecialiseerde en grotere soorten, zoals Baardmannetje, Havik en Kerkuil, van groot belang. Dichtheidsafhankelijke relaties tussen optimaal en marginaal functiegebied en reeds bezette en potentiële functiegebieden spelen hierbij een rol.

Het hele stelsel van niet-dichtheidsafhankelijke relaties is op nationaal niveau onder meer van belang voor vele soorten doortrekkers en gasten. Recent onderzoek maakt steeds waarschijnlijker dat de verschillende soorten langs specifieke routes trekken en veel kieskeuriger zijn ten aanzien van de keuze van hun pleisterplaatsen dan vaak werd gedacht. Voor vele populaties, die Nederland bezoeken, is de aanwezigheid van deze specifieke pleisterplaatsen dan ook ongetwijfeld van groot belang voor hun voortbestaan.

De relatie broedgebied-tijdelijk pleistergebied is in het bijzonder van belang voor uitzwermende jonge vogels na het broedseizoen. De dispersiebewegingen, op zoek naar potentiële broedgebieden, vragen om de aanwezigheid van gebieden, die aansluiten bij de specifieke habitat-eisen van de betreffende soorten.

Voor vogels, die in het binnenland broeden, maar de ruitijd elders doorbrengen (Waddengebied, Deltagebied, IJsselmeer), heeft de relatie broedgebied-pleistergebied een grote betekenis. Het is niet onwaarschijnlijk dat de uitbreiding van enkele van deze soorten als broedvogel in Nederland tevens te maken heeft met de aanwezigheid van gunstige pleistergebieden.

Op lokaal en regionaal niveau hebben de dichtheidsafhankelijke relaties tussen optimale en marginale functiegebieden een grote positieve betekenis. Het herstel van populaties na extreme omstandig-

	broedgebied																				
	Spitsbergen + Fr. Jozefland	Groenland	IJsland	Groot-Brit./ Ierland	Az. Rusland, toendra zone	Az. Rusland, boreale zone	Az. Rusland, steppe/woest. zone	Eur. Rusland, toendra zone	Eur. Rusland, boreale zone	Eur. Rusland, steppe zone	Finland	Zweden, gem. zone	Zweden, boreale/toendra zone	Noorwegen, gem. zone	Noorwegen, boreale/toendra zone	Denemarken	Polen	Oost-Duitsland	West-Duitsland	totaal	%
SOORTGROEP																					
I totaal	1	1	2	5	2	3	0	6	9	3	13	10	14	8	14	7	5	5	7	102	38
aantal soorten	3	4	5	6	6	6	1	7	6	3	8	5	8	4	8	3	2	2	3	90	
II		0	4	1	5	13	0	19	29	0	41	52	41	27	33	44	20	25	35	389	48
		1	12	17	5	21	14	8	22	14	19	21	17	12	13	18	17	19	19		
III		0	0	0		0	0	0	2	0	2	7	2	3	2	8	2	5	10	43	21
		1	1	3		5	55	1	6	6	3	4	1	2	3	5	7	7	7	67	
IV	3	0	0	0	6	2	0	14	6	0	8	5	8	1	8	4	3	3	4	75	42
	3	5	2	2	5	3	2	6	4	2	4	3	4	1	4	2	3	3	2	60	
V		0	0	1	0	0	0	1	4	1	6	20	26	20	22	20	3	3	17	144	25
		2	2	13	3	16	12	5	17	12	12	12	15	9	10	10	15	14	13		
VI	13	4	3	4	14	0	0	18	6	0	22	24	22	18	20	24	16	19	20	247	66
	7	7	6	6	10	4	3	8	4	3	8	8	8	6	8	8	6	7	7	124	
VII	0	1	2	2	2	3	0	5	7	1	12	17	21	15	24	17	4	4	13	150	36
	1	1	3	8	7	11	6	7	11	6	11	8	12	6	13	7	7	6	6	137	
VIII			1	1	2	1	0	2	10	0	13	12	14	11	13	12	4	4	8	108	47
			3	7	2	6	2	1	7	2	6	5	6	5	6	5	4	4	5	76	
IX		1	1	0	0	0	0	3	2	0	11	22	21	27	23	28	3	3	12	157	33
		2	2	10	3	9	9	9	10	10	11	10	10	10	10	11	10	11	12	159	
X				3		0	0	0	2	0	3	13	16	16	19	26	3	3	1	115	26
				12		9	4	1	11	7	11	11	11	10	11	12	13	13	13	149	
XI				2	0	0	0	0	1	0	1	4	1	4	1	5	1	1	6	27	12
				4	1	5	6	1	7	7	4	5	2	6	2	4	7	7	7	75	
Totaal *	17	7	13	19	31	22	0	68	78	5	132	186	186	150	179	195	64	75	143		
aantal soorten *	14	23	36	88	42	95	64	54	105	72	97	93	94	71	88	85	91	93	94		
percentage **	40	10	12	7	25	8	0	42	25	2	45	67	66	70	68	76	23	27	51		

Tabel 29. Totaal-overzicht van de trek naar Nederland vanuit verschillende broedgebieden (zie figuur 102).

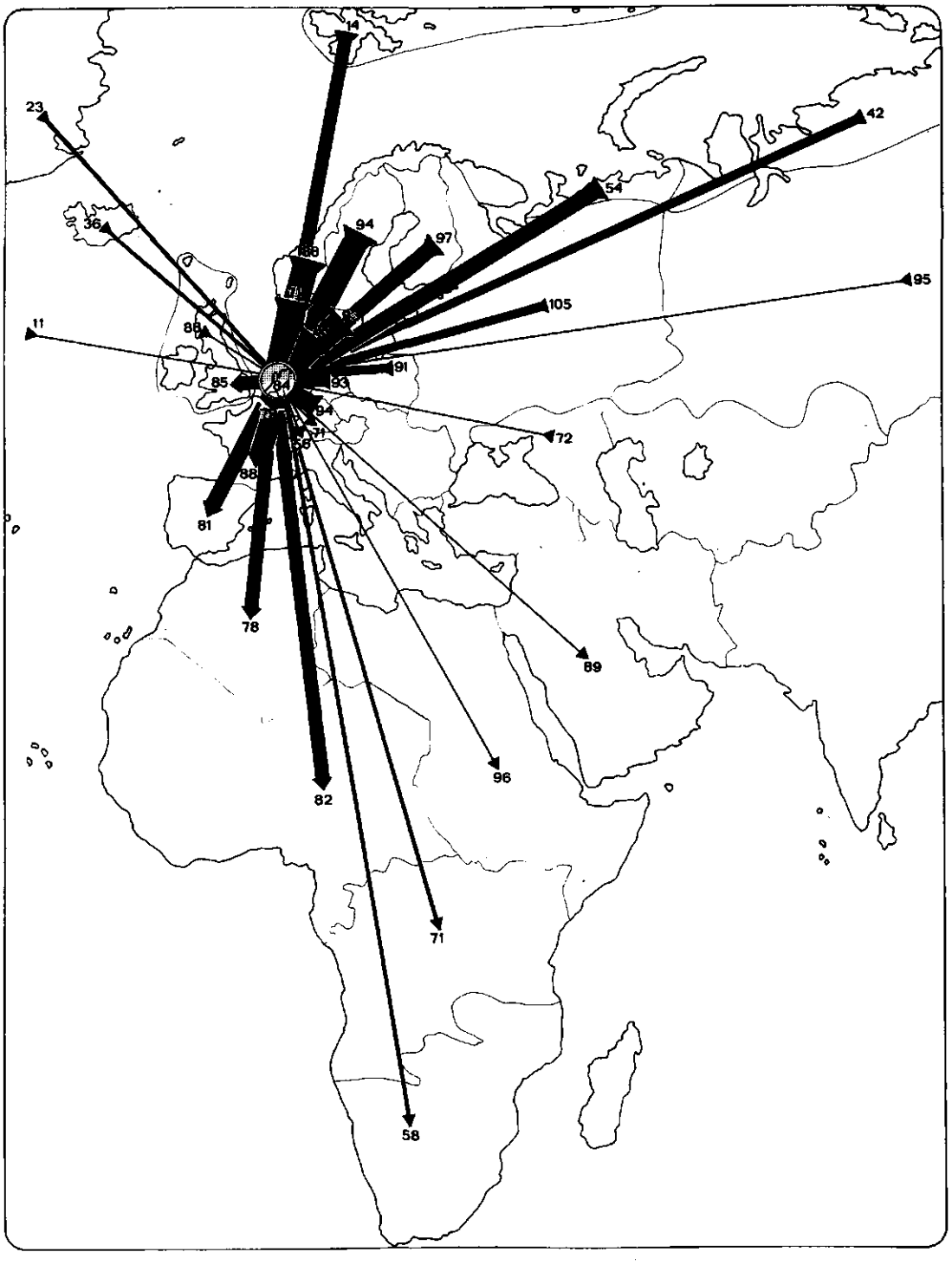
	overwinteringsgebied																				
	Groot-Brit./Ierl	België/Luxemburg	Frankrijk	Zwitserland	Iberisch Schiereil	Noord-Afrika	West-Afrika	Centraal-Afrika	Zuid-Afrika	Oos-Afrika	West-Duitsland	Oostenrijk	Italië	Balkan	Griekenland	Turkije	Midden-Oosten	Nederland			
SOORTGROEP																					
I totaal	8	17	17	0	16	5	3			0	1	0	0	0	0	0	0	18			
aantal soorten	8	7	7	5	6	3	1			2	8	1	4	4	3	5	5	3			
II	32	48	35	2	13	7	4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	41			
	20	20	22	22	16	15	12	10	6	17	20	15	20	22	19	21	20	21			
III	4	6	4	0	2	2	6	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	4			
	3	3	3	2	3	3	6	6	6	7	3	1	4	3	3	4	6	3			
IV	9	25	16	0	3	0			0		0	0	0	0	0	0	0	20			
	9	9	8	3	3	1			1		9	5	4	5	4	4	4	9			
V	5	19	8	1	8	6	7	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	19			
	8	10	9	9	10	10	10	11	10	12	9	10	10	12	12	11	13	10			
VI	19	31	30	0	30	30	31	11	11	0	0		0	0	0	0	0	21			
	12	11	12	1	12	11	14	10	10	10	8		9	4	8	6	11	12			
VII	12	5	11	0	12	11	13	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	6			
	8	3	9	3	10	12	13	13	7	14	3	3	8	4	8	8	13	6			
VIII	3	6	6	0	10	8	5	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3			
	3	3	4	2	6	5	4	3	3	6	2	2	5	3	4	3	6	3			
IX	7	16	14	0	10	7	5	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	12			
	9	9	9	6	9	10	7	6	5	13	7	6	7	8	8	8	8	8			
X	3	7	6	0	5	5	9	4	2	3	0	0	0	0	0	0	0	5			
	5	4	5	3	5	6	9	8	6	10	2	3	5	5	5	5	4	4			
XI					1	1	6	2	2	1							0				
					1	1	6	4	4	6							1				
Totaal score *	102	180	147	3	110	82	89	25	21	8	2	0	0	0	0	0	1	149			
Aantal soorten **	65	79	88	56	81	78	82	71	58	96	71	46	76	70	74	75	69	84			
Percentage van het max. ***	40	68	56	2	45	35	36	12	12	3	1	0	0	0	0	0	<1	59			

* Totaal score als maat voor de intensiteit van de relatie tussen twee gebieden

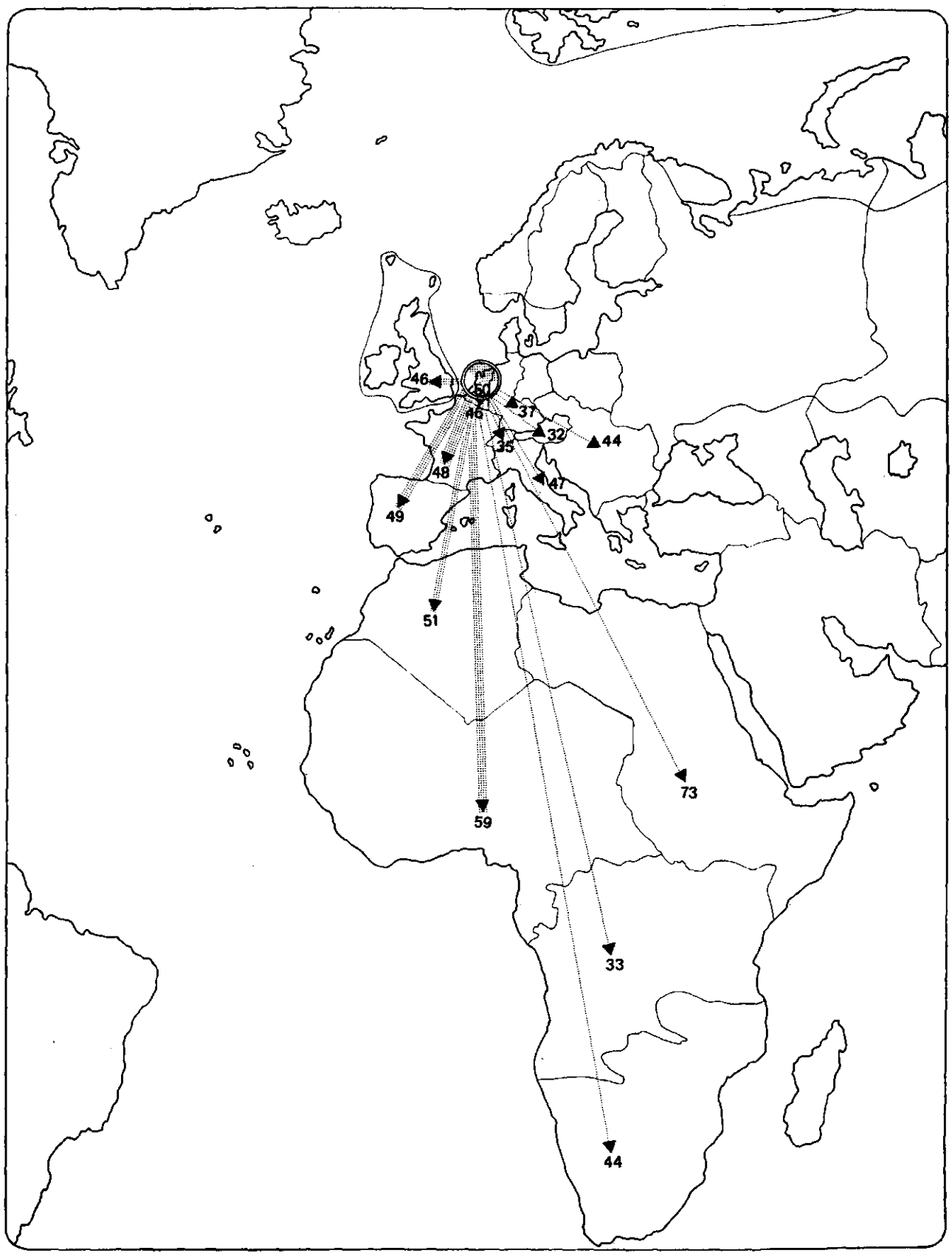
** Aantal soorten dat aan de trek deelneemt

*** Percentage van de totale trek vanuit een gebied; d.w.z. de verhouding tussen de totaal score en het totaal aan vogels dat vanuit een gebied wegtrekt

Tabel 30. Totaal-overzicht van de trek van Nederland naar overwinteringsgebieden buiten Nederland (zie figuur 102).



Figuur 102. Internationale relaties door vogeltrek van broedgebieden buiten Nederland naar overwinteringsgebieden, via Nederland.



Figuur 103. Internationale relaties van de trek van vogels, die broeden in Nederland, naar hun overwinteringsgebieden.

heden verloopt hierlangs.

De vele niet-dichtheidsafhankelijke relaties op lokaal en regionaal niveau, zoals die tussen pleisterplaatsen tijdens de dispersie, tussen slaap-/rustplaatsen en fourageerplaatsen en tussen broed- en fourageerplaatsen bepalen in belangrijke mate de aanwezigheid van een bepaalde soort. De mogelijkheden tot het onderhouden van deze relaties maken gebieden al dan niet geschikt als overwinterings- of overzomeringsgebied.

	overwinteringsgebied																	
	Groot-Brit./Ierland	België/Luxemburg	Frankrijk	Zwitserland	Iberisch Schiereiland	Noord-Afrika	West-Afrika	Centraal-Afrika	Zuid-Afrika	Oost-Afrika	West-Duitsland	Oostenrijk	Italië	Balkan	Griekenland	Turkije	Midden-Oosten	Nederland
SOORTGROEP																		
I totaal	2	2	2	0	0	0				0	1		0	0	0	0	0	4
aantal soorten	2	2	2	1	1	1				1	2		1	1	1	1	1	2
II	8	10	12	5	8	5	4	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	22
	12	11	13	13	13	12	10	8	4	14	11	10	13	13	13	13	14	12
III	3	5	4	2	3	3	6	2	2	3	1	1	2	1	0	0	0	3
	3	3	3	2	3	4	7	7	7	8	3	2	3	3	3	4	7	8
IV	0	1	0	0	0	0			0		0	0	0	0	0	0	0	4
	2	2	2	1	1	1			1		2	2	2	2	2	2	2	2
V	1	5	5	1	3	1	3	2	1	0	4	0	0	0	0	0	0	10
	6	6	6	6	6	6	5	7	6	7	5	6	6	6	6	6	7	6
VI	6	5	7	0	8	6	4	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	7
	5	4	5	1	6	6	6	5	5	6	4	1	5	4	5	5	6	5
VII	1	1	3	0	4	5	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	31	1	3	1	3	4	4	3	2	4	1	1	2	1	3	3	4	3
VIII	2	2	4	0	4	4	2	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
	2	2	3	2	3	4	3	3	2	5	2	2	4	3	3	3	4	2
IX	1	2	4	0	3	3	10	5	3	3	0	0	0	0	0	0	0	6
	5	4	5	3	5	5	10	9	7	10	2	3	5	5	5	5	4	4
X	1	2	4	0	3	3	10	5	3	3	0	0	0	0	0	0	0	6
	5	4	5	3	5	5	10	9	7	10	2	3	5	5	5	5	4	4
XI					1	1	7	2	2	1							0	
					1	1	6	4	4	6							1	
Totaal score *	25	29	47	8	37	30	46	15	11	10	6	1	5	1	0	0	0	65
Aantal soorten **	46	46	48	35	49	51	59	53	44	73	37	32	47	44	47	48	56	50
Percentage van het max. ***	18	21	33	8	25	20	26	9	8	5	5	1	4	1	0	0	0	43

* Totaal score als maat voor de intensiteit van de relatie tussen twee gebieden

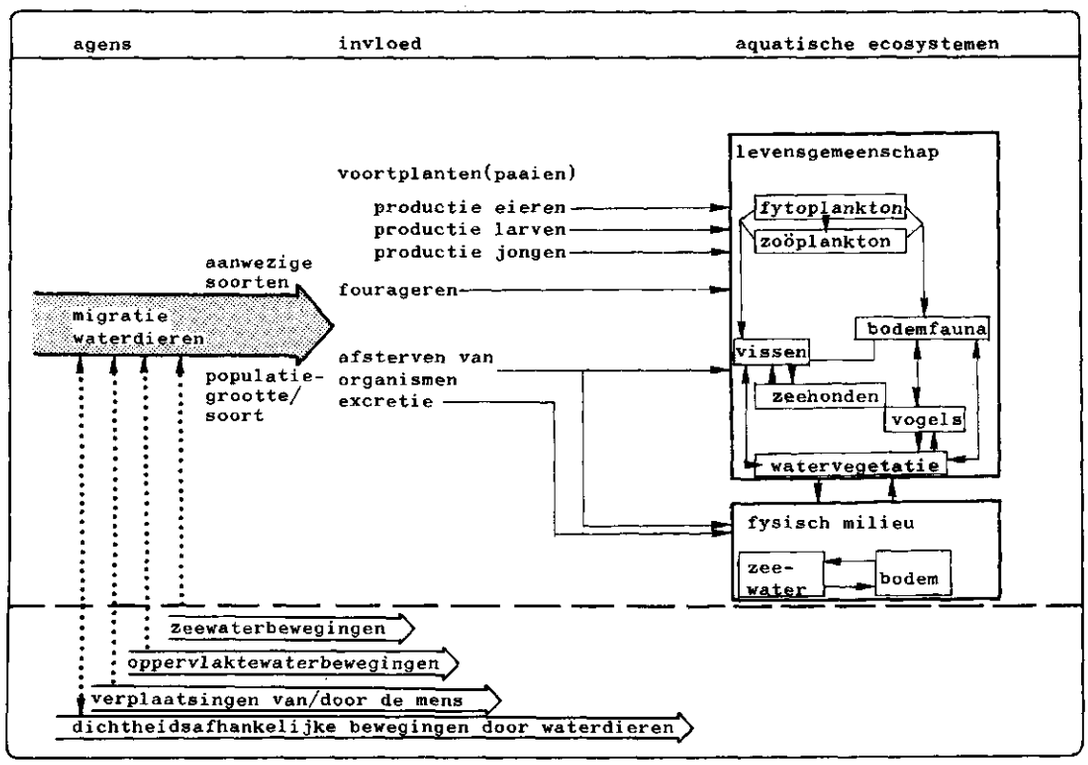
** Aantal soorten dat aan de trek deelneemt

*** Percentage van de totale trek vanuit een gebied; d.w.z. de verhouding tussen de totaal score en het totaal aan vogels dat vanuit een gebied wegtrekt

Tabel 31. Totaaloverzicht van de trek van Nederlandse broedgebieden naar overwinteringsgebieden buiten Nederland (zie figuur 103).

7.7. De betekenis van relaties door waterdieren

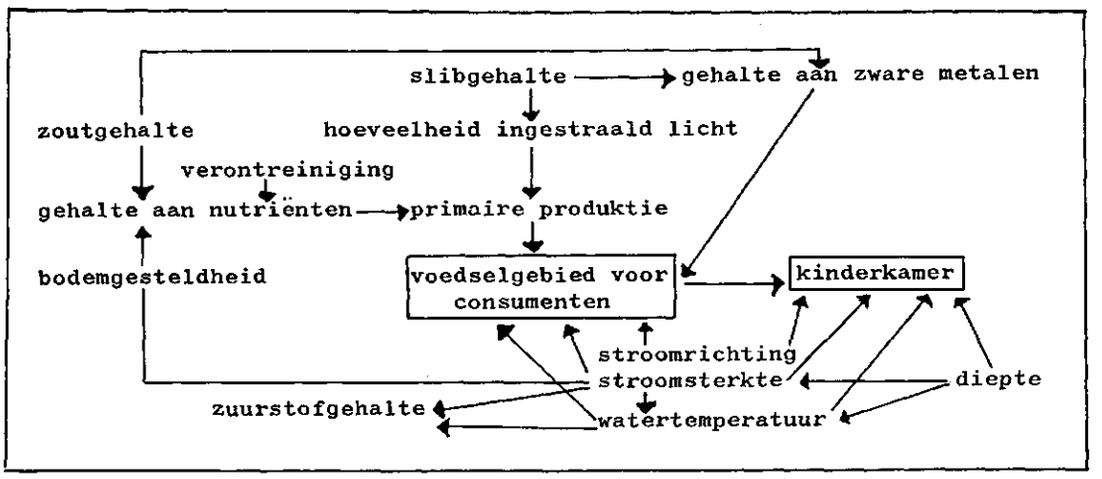
Er zijn verschillende manieren denkbaar, waarop relaties door bewegingen van waterdieren levensgemeenschappen kunnen beïnvloeden. Evenals bij de andere biotische agentia vormen migrerende waterdieren een deel van de levensgemeenschappen. Daarnaast beïnvloeden de afgestorven organismen het fysische milieu en daardoor indirect de levensgemeenschap. Figuur 104 geeft een schematisch overzicht.



Figuur 104. Schematisch overzicht van de verschillende manieren, waarop relaties door bewegingen van waterdieren levensgemeenschappen kunnen beïnvloeden.

De betekenis die een gebied heeft voor relatie-onderhoudende waterdieren, wordt in hoge mate bepaald door een complex van milieufactoren, waarvan sommige factoren zelf weer kenmerken zijn van agentia van landschapsecologische relaties, zoals bijvoorbeeld de stroomrichting en de stroomsterkte . Figuur 105 toont de complexe samenhang tussen een aantal abiotische en biotische milieufactoren en enkele functiegebieden van waterdieren.

De volgende gebieden hebben een bijzondere betekenis voor de aan zout water gebonden, over grotere afstand relaties onderhoudende, waterdieren: het ondiepe open water (veelal zandbanken) als paaiplaats, het diepe open water als verblijfplaats voor soorten van open water en als uitwijkgebied voor kustsoorten, de kustzone als kinderkamer, voedselgrond voor zomergasten en paai- en verblijfplaats voor kustsoorten, de Waddenzee en Zeeuwse wateren als paaiplaats, kinderkamer, voedselgrond voor zomergasten, uitwijkgebied, en tijdelijke verblijfplaats. Hieruit blijkt de bijzondere betekenis van de kustnabije



Figuur 105. Een vereenvoudigde schematische weergave van de complexe samenhang tussen een aantal abiotische en biotische milieufactoren in het water.

wateren voor de soorten die afhankelijk zijn van relaties tussen verschillende functiegebieden. Deze betekenis wordt nog vergroot, wanneer we ons realiseren dat de kustnabije wateren slechts een klein deel van het totale zeegebied beslaan. Tabel 32 geeft een overzicht van de verschillende functiegebieden van een aantal voor de zeevisserij belangrijke vissoorten.

Ook de relaties tussen zoet en zout water zijn voor vele soorten van levensbelang. De kunstmatige isolatie door de afsluiting van zeearmen, aanleg van stuwen, sluizen en dergelijke, heeft voor deze soorten een negatieve betekenis. Zo zijn vele anadrome soorten hierdoor en door waterverontreiniging als vaste rivierbewoners verdwenen (Zalm, Steur, Elft, Houting). Beneden de stuw van Lith komen in de Maas alleen nog de Rivierprik, Zeeforel, Winde, Serpeling en Bot voor.

Op vergelijkbare wijze leidt de kunstmatige afsluiting van zeearmen tot ingrijpende veranderingen van de levensgemeenschappen. Enerzijds verliezen deze gebieden hun betekenis als voedselgrond, paaiplaats, kinderkamer en dergelijke voor soorten met verblijfsgebieden in open zee, doordat de relaties niet meer onderhouden kunnen worden. Anderzijds kunnen de bijna-standvissen van deze gebieden niet meer migreren naar paai- en uitwijkgebieden in open zee.

De kustnabije wateren worden tevens gekenmerkt door vele lokale/regionale relaties, zoals die tussen rust- en foerageergebieden, paaiplaatsen en foerageergebieden.

De betekenisvolle relaties in het zoete water, zijn slechts beperkt in aantal. Zo is op regionaal niveau de Overijsselse Vecht van grote betekenis voor Snoek en Winde en zijn de brakke poldergebieden van belang voor de migratie van Paling en Bot. Daarnaast zijn er de uitzonderingsgevallen, zoals de natuurlijke isolatie van de Hondsvis in de vennen van de Peel en gevallen van tijdelijke isolatie als gevolg van het droogvallen van plassen in de zomer (Grote modderkruiper en Botervisje).

soort	verspreidingsgebied	paaigebied	piek in het paaiseizoen	belangrijkste gebieden met kinderkamerfunctie	voedselgebied	overwinteringsgebied
Doggerbankharing	Noordzee	Engelse oostkust	september	Engelse oostkust Waddengebied	Westelijk en noordelijk deel van de Centrale Noordzee	Noordwestelijke Noordzee
Kanaalharing	Noordzee	Kanaal	december	Engelse zuidoostkust Zeeuwse Stromen Nederlands Waddengebied	Westelijk en noordelijk deel van de Centrale Noordzee	Zuidelijke Noordzee
Schol	Noordzee	Kanaal Zuidelijke Bocht Duitse Bocht	vroeg januari laat januari februari	Nederlands en Deens deel van het Waddengebied	ten noorden en noordoosten van de paaigronden	adulten: valt samen met het paaigebied jongen: dieper water buitengaats
Tong	Noordzee	infralitoraal langs kust in: Zuidelijke Noordzee Waddengebied	maart mei/juni	valt samen met het paaigebied	in ondiep water (25 m) in Centrale en zuidelijke Noordzee	adulten: Centrale Noordzee jongen: dieper water binnengaats
Noordzee makreel Noordelijke populatie	Noordzee	Centrale Noordzee 54-58° NB en 0-7° OL	mei/juni	langs de kust van de Noordelijke Noordzee en het Skagerrak	Centrale Noordzee	in en langs het Noorse Diep
Noordzee kabeljauw	Noordzee	Zuidelijke Bocht	februari	Duitse Bocht en langs de Nederlandse en Deense kust	ect hele jaar door dus 's zomers: Centrale Noordzee 's winters: Zuidelijke Bocht	valt samen met paaigebied: Zuidelijke Bocht voor de Nederlandse kust
Garnaal	Golf van Biskaje tot Oslofjord	In (afgesloten) zeearmen en open zee	hele jaar met dieptepunt in sept./okt. en piek van april tot juni	estuaria, banen en zeearmen in het verspreidingsgebied	verspreid	buitengaats

Tabel 32. Hydrobiotische ruimtelijke relaties: de ligging van de verschillende functiegebieden en de piek in het paaiseizoen (Naar: Van Dam, 1980).

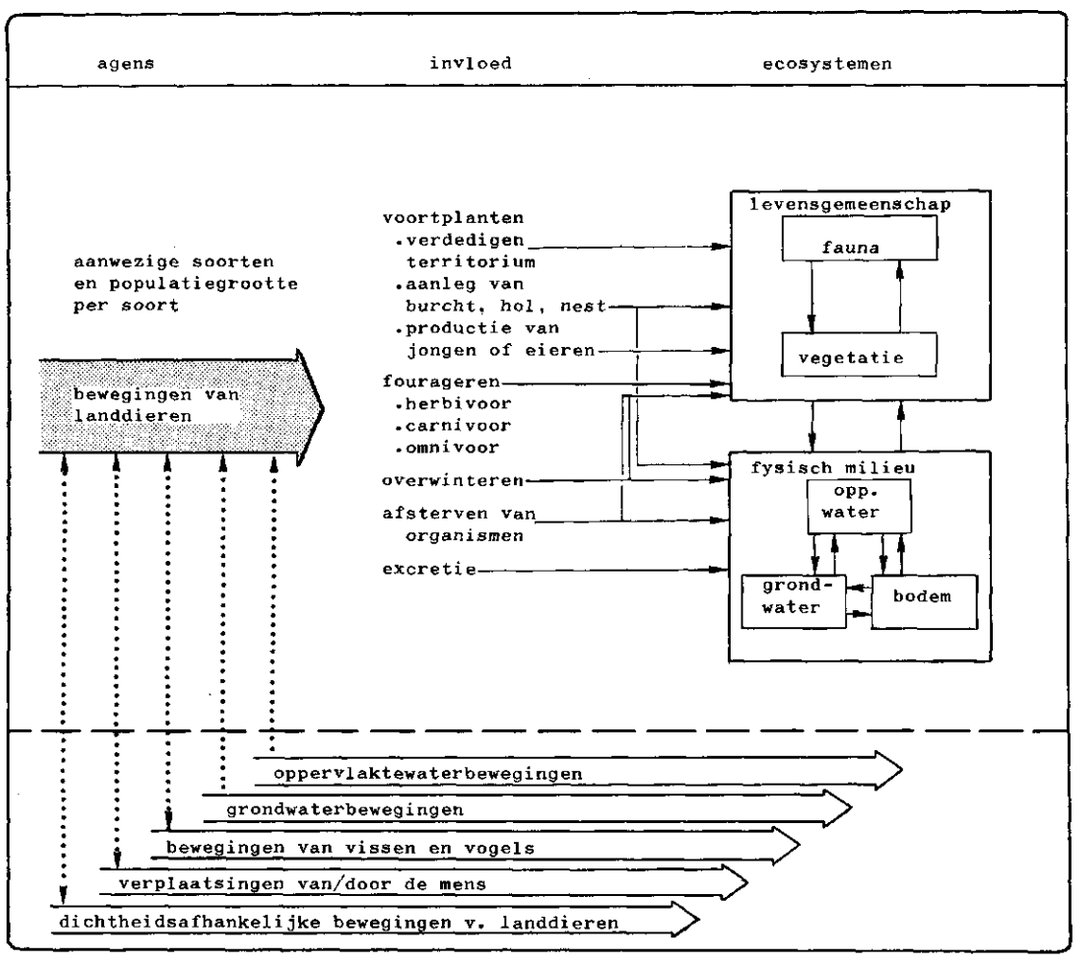
7.8. De betekenis van relaties door landdieren

Dat vele relaties door landdieren, ondanks de beperkte afstand waarover ze spelen, toch voor de nationale ruimtelijke planning van belang moeten worden geacht, houdt verband met het feit dat het in een groot aantal gevallen gaat om relaties door diersoorten, die voor Nederland in meer of mindere mate zeldzaam zijn.

Ook voor de landdieren geldt dat hun bewegingen niet alleen een voorwaarde zijn voor het in stand houden van het individu en de (soorts)populatie, maar ook van invloed zijn op de andere componenten van het betreffende ecosysteem. Dit gebeurt bijvoorbeeld door de plaats van de migrerende diersoort in de voedselketen of door territoriumconcurrentie. Figuur 106 geeft een schematisch overzicht van de verschillende manieren, waarop relaties door bewegingen van landdieren levensgemeenschappen kunnen beïnvloeden.

Voor de landdieren dient gewezen te worden op enkele internationale relaties met een negatieve betekenis. Voorbeelden hiervan zijn de immigratie van de Nerts, Muskusrat, Wasbeer en Wasbeerhond. Doordat ze treden in de biotopen van enkele, naar Nederlandse maatstaven gerekend relatief zeldzame inheemse soorten, oefenen ze door voedselconcurrentie een negatieve invloed uit op deze soorten.

Op nationaal niveau is de aanwezigheid van zogenaamde "stepping stones" van groot belang, om rekolonisatie via deze gebieden mogelijk te maken. Dichtheidsafhankelijke relaties, die zo verlopen, zijn bijvoorbeeld die van een bedreigde soort als de Das, maar ook die van algemene soorten als het Ree en de Vos.



Figuur 106. Schematisch overzicht van de verschillende manieren, waarop relaties door bewegingen van landdieren levensgemeenschappen kunnen beïnvloeden.

Voor de Veluwe is het niet doorsnijden van de vrije wildbaan door grote infrastructurele werken van grote betekenis voor de bewegingen van rood- en zwartwild. De uitwisseling tussen verschillende populaties kan zo mogelijk blijven. Tunnels en viaducten hebben in dit verband wellicht een gunstige werking.

Voor de niet-dichtheidsafhankelijke relaties zijn voor vele diersoorten grensmilieus van essentiële betekenis. In de meeste gevallen gaat het hier om bewegingen tussen rust-/slaapgebied en foerageergebieden. De betekenis van deze relaties is in het bijzonder groot, waar het om zeldzame en vaak met betrekking tot hun habitat nogal kieskeurige soorten als Das, Ringslang en dergelijke gaat. De relaties van dit type worden in toenemende mate bemoeilijkt.

Dit geldt ook voor het lokale niveau, waar de grensmilieus van grote betekenis zijn voor de relaties door allerlei kleine zoogdieren, de Boomkikker, Padden en Hagedissen.

Hoewel het niet geheel juist is vleermuizen tot de landdieren te rekenen, wijzen we om praktische

redenen hier toch op de bijzondere betekenis van de door deze vliegende zoogdieren onderhouden relaties. Met name is voor Nederland de relatie van belang tussen de in de grotten van de Sint-Pietersberg gelegen overwinteringsplaatsen en de in het noorden van Noord-Holland, Groningen en Friesland gelegen overzomeringsgebieden van de Meervleermuis. In de overzomeringsgebieden zijn de dagelijkse foerageerbewegingen van groot belang.

8. LITERATUUR

Alerstam, T. 1978. Analysis and a theory of visible birds migration. Oikos 30: 273-349.

Algemeen ruimtelijk planningskader. Deel I. Planningsmethodiek. 1975. Studierapport Rijksplanologische Dienst, 's-Gravenhage, nr. 5.

Angyal, A. 1941. Foundations for a science of personality. Chapter 8: A logic of systems. Harvard University Press.

Atlas van Nederland. 1969. Blad V-5: Wind en circulatietypen. Staatsuitgeverij, 's-Gravenhage.

Baker, R. & M. Dekkers. 1980. De grote trek. De raadselachtige reizen van de natuur. Haarlem.

Bakker, T.W.M., J.A. Klijn & F.J. van Zadelhoff. 1979. Duinen en duinvalleien. Een landschapsecologische studie van het Nederlandse duingebied. Pudoc, Wageningen.

Barkman, J.J. 1958 (2e druk 1969). Phytosociology and ecology of cryptogamic epiphytes. Assen.

Bauer, K.M. & U.N. Glutz von Blotzheim. 1966. Handbuch der Vögel Mitteleuropas. Band 1 Gaviiformes - Phoenicopteriformes. Akademische Verlagsgesellschaft, Frankfurt am Main.

Beer, S. 1968. Cybernetica en management. Oorspr. "Cybernetics and management". Agon - Elsevier, Amsterdam.

Bennekom, A.J. van. 1974. Aanvoer naar en verwijdering uit de Noordzee van terrigeen materiaal. In: Texel - 1974, Waterbeweging en menging in het zuidelijk gedeelte van de Noordzee. p. 15-34, MLTP-4.

Bennekom, A.J. van, W.W.C. Gieskes & S.B. Tijssen. 1975. Entrophication of Dutch coastal waters. Proc. R. Soc. London 189: 359-374.

Bennett, R.J. & R.J. Chorley. 1978. Environmental systems. Philosophy, analysis and control. Methuen, London.

Berg, A. van den & L.A.F. Reyrink. 1982. Een methode voor het bepalen van broedvogeleenheden op regionaal en nationaal niveau in Nederland. Rapport Rijksinstituut voor onderzoek in de bos- en landschapsbouw "De Dorschkamp", Wageningen, nr. 315.

Berg, M. van den. 1982. Milieukwaliteitskartering. Studierapport Rijksplanologische Dienst, 's-Gravenhage, nr. 21.

Bertels, K. & D. Nauta. 1969. Inleiding tot het modelbegrip. Bussum.

Bestrijding (De) van de verontreiniging van het oppervlaktewater; Indicatief Meerjaren Programma 1975-1979 (1975). Staatsuitgeverij, 's-Gravenhage.

Bieleman, J.H. e.a. 1977. Uiterwaarden. Vooronderzoek naar planningscriteria. Rijksinstituut voor onderzoek in de bos- en landschapsbouw "De Dorschkamp", Wageningen.

Biemond, C., H.M. Oudshoorn & J.J. van Soest (red.). 1975. Handboek voor Milieubeheer. Vermande, IJmuiden.

Böhnecke, G. 1922. Salzgehalt und Strömungen der Nordsee. Veröff. Inst. Meeresk. Univ. Berl., Neue Folge A, Geogr. Naturwiss. Reihe 10: 1-34.

Boekhorst, J.K.M. te, J.M.J. Farjon, W.B. Harms e.a. 1977. Landschapsbouwkundig onderzoek voor het RW2-oliewinningsproject te Schoonebeek. Rijksinstituut voor onderzoek in de bos- en landschapsbouw "De Dorschkamp", Wageningen.

Boezeman, A.B.M. & W. Vos. 1982. Het gebruik van kennis over landschapsecologische relaties in de ruimtelijke planning. Rapport Rijksinstituut voor onderzoek in de bos- en landschapsbouw "De Dorschkamp", Wageningen, nr. 217.

Bohemen, P.J.M. van & J.G.S. de Wilde. 1979. Watervoorziening land- en tuinbouw in het droge jaar 1976. Regionale studies Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding, Wageningen, nr. 15.

Bots, W.C.P.M., P.C. Jansen & G.J. Noordewier. 1978. Fysisch-chemische samenstelling oppervlakte- en grondwater noorden des lands. Regionale studies Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding, Wageningen, nr. 13.

Brussaard, L. & W. van der Weyden. 1980. Biogeografie van eilanden, deel 1-2. Intermediair 16,18: 9-17 en 16,19: 49-55.

Burggraaff, M., L. van Deijl, G. Laeijendecker e.a. 1979. Milieukartering - methoden, toepassing en perspectief. Pudoc, Wageningen.

Buijsman, E. & H.F. Reijnders. 1980. Neerslag verzuurt ons leven. Intermediair 16(29):13-27.

Cazemier, W.G. & W.J.M. Muyres. 1981. Over de doelmatigheid van een experimentele vistrap in de Neerbeek. Rijksinstituut voor Visserij Onderzoek, IJmuiden, (ZS 81-1).

Chef der hydrografie. 1963, 1978. Stroomatlas Nederland. Ministerie van Defensie, Koninklijke Marine, 's-Gravenhage.

Chorley, R.J. 1971. Forecasting in the earth sciences. In: Chisholm (ed.), Regional Forecasting, p. 121-137.

Chorley, R.J. & B.A. Kennedy. 1971. Physical geography, a systems approach. Prentice-Hall, London.

Dam, C. van. 1980. Applicatiecursus visserijbiologie II. Rijksinstituut voor Visserij Onderzoek, IJmuiden.

Douglas, I. 1971. Dynamic equilibrium in applied geomorphology: two case studies. Earth Science Journal 5(1):29-35.

Dumont, M.J. 1982. Vooronderzoek naar landschapsecologische relaties tussen ecosystemen; trek van waterdieren. Rapport Rijksinstituut voor onderzoek in de bos- en landschapsbouw "De Dorschkamp", Wageningen, nr. 322.

Dijkstra, H., A.H.F. Stortelder & W. Vos. 1979. Ontgrondingen in de uiterwaarden: landschapsbouwkundig advies aan de Commissie Ontgrondingen van de VCRMH. Rapport Rijksinstituut voor onderzoek in de bos- en landschapsbouw "De Dorschkamp", Wageningen, nr. 211.

Eisma, D. 1968. Composition, origin and distribution of Dutch coastal sands between Hoek van Holland and the island of Vlieland. Neth. J. of Sea Research 4(2):123-267.

Essink, K. 1978. The effects of pollution by organic waste on macrofauna in the eastern Dutch Wadden Sea. Publ. series Neth. Inst. for Sea Research, nr. 1.

Essink, K. & W.J. Wolff (ed.). 1978. Pollution of the Wadden Sea. The Wadden Sea Working Group. Stichting Veth, Leiden.

Farjon, J.M.J. 1982. Landschapsecologische relaties via het oppervlaktewater op nationaal en regionaal niveau. Rapport Rijksinstituut voor onderzoek in de bos- en landschapsbouw "De Dorschkamp", Wageningen, nr. 316.

Feibleman, J. & J.W. Friend. 1945. The structure and function of organization. Philosophical Review 54: 19-44.

Graaff, L.W.S. de. 1977. Het strand: de relatie tussen processen, materialen en vormen en een proeve van terminologie-gebruik. Geografisch Tijdschrift, nieuwe reeks 11(1): 47-67.

Harden Jones, F.R. 1968. Fish migration. London.

Harms, W.B. & J.T.R. Kalkhoven. 1979. Landschapsecologie en natuurbehoud in Midden-Brabant. Rapport Rijksinstituut voor onderzoek in de bos- en landschapsbouw "De Dorschkamp", Wageningen, nr. 208; RIN-rapport, Leersum, nr. 79/15.

Harms, W.B., I.L. Loopstra & W. Vos (m.m.v. R. van Otterloo). 1981. Elektriciteitswerken in het landschap. Een landschapsecologische benadering. Rapport Rijksinstituut voor onderzoek in de bos- en landschapsbouw "De Dorschkamp", Wageningen, (deelrapport 1) nr. 224.

Hess, P. & H. Brezowsky. 1952. Katalog der Grosswetterlagen Europas. Berichte des Deutschen Wetterdienstes in der US-Zone, nr. 33.

Houten, J.G. ten. 1970. De invloed van luchtverontreiniging op de wilde flora en fauna. In: J.C. van de Kamer (red.). Het verstoorde evenwicht. Oosthoek, Utrecht, p. 14-29.

Hydrologie en waterkwaliteit van Midden West-Nederland. 1976. Regionale Studies Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding, Wageningen.

Indicatief Meerjaren Programma Water 1980-1984 (1980). Staatsuitgeverij, 's-Gravenhage.

Jaarverslag Rijncommissie Waterleidingbedrijven (RIWA). 1974. Deel a: de Rijn.

Jellmann, J. 1977. Radarbeobachtungen zum Frühjahrszug über Nordwest-Deutschland und die südliche Nordsee im April und Mai 1971. Vogelwarte 29: 135-149.

Jenny, H. 1958. Role of the plant factor in the pedogenic functions. Ecology 39(1):5-16.

Kalkhoven, J.T.R., A.H.P. Stumpel & S.E. Stumpel-Rienks. 1976. Landelijke milieukartering; een landschapsecologische kartering van het natuurlijke milieu in Nederland ten behoeve van de ruimtelijke planning op nationaal niveau. Staatsuitgeverij, 's-Gravenhage.

Kloosterhuis, J.L. & J.C. Pape. 1975. Bodemkaart van Nederland t.b.v. de Landelijke Milieukartering; schaal 1:200.000. Rapport Stichting voor Bodemkartering, Wageningen, nr. 1285.

Korringa, P. 1970. Verontreiniging van het water. In: J.C. van de Kamer (red.). Het verstoorde evenwicht. Oosthoek, Utrecht, p. 30-48.

Krebs, J.R. 1978. Optimal foraging: decision rules for predators. In: J.R. Krebs & N.B. Davis (eds): Behavioural ecology, an evolutionary approach. Blackwell, Oxford. p. 23-63.

Krebs, J.R. & N.B. Davis. 1978. Behavioural ecology, an evolutionary approach. Blackwell, Oxford.

Kwak, R.G.M. (m.m.v. A.H.F. Stortelder). 1981. Vooronderzoek naar landschapsecologische relaties; internationale vogeltrek. Rapport Rijksinstituut voor onderzoek in de bos- en landschapsbouw "De Dorschkamp", Wageningen, nr. 247.

Kwak, R.G.M. & L.A.F. Reyrink. Broedvogeldistricten in Nederland. Rapport Rijksinstituut voor onderzoek in de bos- en landschapsbouw "De Dorschkamp", Wageningen; Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum (in voorbereiding).

Laevastu, T. 1963. Surface water types of the North Sea and their characteristics. Ser. Atlas Mar. Environm., 4(Am.Ass.Geogr.Soc.).

Lange, G.J. de. 1978. Beschrijving van het abiotisch milieu. In: G.J. de Lange en H. Hummel, Beschrijving van het abiotisch en biotisch milieu van het Nederlands Continentaal Plat. Intern Rapport Nederlands Instituut voor onderzoek van de Zee, Texel, 1978-3, 17-97.

Lange, G.J. de & H. Hummel. 1978. Beschrijving van het abiotisch en biotisch milieu van het Nederlands Continentaal Plat. Intern rapport Nederlands Instituut voor onderzoek der zee, Texel.

Lange, L. de & M.A. de Ruiter (red.). 1977. Biologische waterbeoordeling; methoden voor het beoordelen van Nederlands oppervlaktewater op biologische grondslag. Instituut voor Milieuhygiëne en Gezondheidstechniek TNO, Delft. 251 p.

Leeuwen, C.G. van. 1965. Het verband tussen natuurlijke en antropogene landschapsvormen, bezien vanuit betrekkingen in grensmilieus. Gorteria 2: 93-105.

Leeuwen, C.G. van. 1968. Soortenrijke graslanden en hun milieu. Kruipnieuws 30, 1.

Leeuwen, C.G. van. 1977. Rangorde betrekkingen en landschapstechniek. Landbouwkundig Tijdschrift 89(10a):324-327.

Leeuwen, C.G. van. 1979. Ecologie: collegedictaat. T.H. Delft. Afdeling Bouwkunde.

Leeuwen, C.G. van. 1979. Over structuur en dynamiek van oecosystemen op verschillende integratieniveaus. Contactblad voor Oecologen 15: 23-37.

Leeuwenberg, F. 1976. Interne publikatie Directie faunabeheer, 's-Gravenhage.

Levert, C. 1952. De invloed van de verdere inpoldering van het Ysselmeer op het aantal uren zonneschijn en de windsterkte. Tijdschrift Koninklijk Nederlands Aardrijkskundig Genootschap 69: 329-335.

Londo, G. 1975. Nederlandse lijst van hydro-, freato- en afreatofyten. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum.

Luten, D.B. 1967. Resource quality and value of the landscape. In: Ciriacy-Wantrup & Parsons (ed.). Natural resources: Quality and Quantity, Berkeley, p. 19-34.

Maarel, E. van der & P.L. Dauvellier (samenstellers). 1978. Naar een globaal ecologisch model voor de ruimtelijke ontwikkeling van Nederland. Studierapport Rijksplanologische Dienst, 's-Gravenhage, nr. 9.

Mandelbaum, H. 1957. Wind influence on a rotary tidal current. Trans. Am. Geophys. Un. 38(6):867-879.

Mandelbaum, H. 1968. Tidal currents and residual currents at Norderney, Elbe I and Aussen Eider lightships and their variations under influence of prevailing winds. Pure & appl. geophys. 71: 66-117.

Margalef, R. 1968. Perspectives in ecological theory. Chicago/London.

McArthur, R.H. & E.O. Wilson. 1967. The theory of island biogeography. Princeton. N.Y. Princeton University Press.

McArthur, R.H. & E.O. Wilson. 1963. An equilibrium theory of insular zoogeography. Evolution 17: 373-387.

Molenaar, J.G. de 1980. Bemesting, waterhuishouding, intensivering in de landbouw en het natuurlijk milieu. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum.

Muus, B.J. & P. Dahlstrøm. 1968. Zoetwatervissengids. Elsevier, Amsterdam-Brussel.

Natuurwaarden en cultuurwaarden in het landelijk gebied. 1979. Ministerie van Cultuur, Recreatie en Maatschappelijk Werk/Staatsuitgeverij, 's-Gravenhage.

Nota met betrekking tot de grondwaterwinning in westelijk Noord-Brabant. 1977. COGROWA, Utrecht.

Nota inzake de Ruimtelijke Ordening in Nederland. 1960. Rijksdienst voor het Nationaal Plan, in overleg met de Raad voor de Ruimtelijke Ordening uit de Ministerraad, 's-Gravenhage.

Nota Landelijke gebieden. Derde deel van de Derde nota over de Ruimtelijke Ordening. 1977. Ministerie van Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening/Staatsuitgeverij, 's-Gravenhage.

Nijssen, H. 1966. Zeevissen. Wetenschappelijke Mededeling Kon. Ned. Natuurhistorische Ver., nr 65.

Odén, S. 1968. The acidification of air and precipitation and its consequences on the natural environment. Bulletin Swedish Nat. Sci. Res. Council. Ecology Committee, nr. 1.

Odum, E.P. 1969. The strategy of the ecosystem development. Science 164: 262-270.

Ontwikkeling (De) ... van het Westen des lands. 1958. Rijksdienst voor het Nationaal Plan, 's-Gravenhage.

Oriënteringsnota Ruimtelijke Ordening. Eerste deel van de Derde nota over de Ruimtelijke Ordening. 1973. Ministerie van Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening/ Staatsuitgeverij, 's-Gravenhage.

Prillevitz, F.C. 1971. Bodemkartering en ruimtelijke ordening. Publikatie Rijksplanologische Dienst, 's-Gravenhage, nr. 71-3.

Prins, H. & R. Ydenberg. 1981. Brandganzen en rotganzen op de kwelder van Schiermonnikoog. Waddenbulletin 16(4):174-179.

Ramster, J.W. 1965. The pattern of bottom currents in the Southern North Sea. ICES, Hydrogr. Comm. 98: 1-8.

Roelofs, H.J. & W. Vos. 1979. Landschapsecologische relaties via het grondwater in "De Kampina" en omgeving. Rapport Rijksinstituut voor onderzoek in de bos- en landschapsbouw "De Dorschkamp", Wageningen, nr. 213.

Roelofs, H.J., Th.J. Beukeboom, A. Ebregt & W. Vos. 1982. Landschapsecologische relaties door grondwaterbewegingen op nationaal en regionaal niveau. Rapport Rijksinstituut voor onderzoek in de bos- en landschapsbouw "De Dorschkamp", Wageningen, nr. 218.

Saeijs, H.L.F. & J.M. Baptist. 1977. Vogels in de Deltawateren van Zuidwest- Nederland. Overzicht in simultaantellingen 1972 t/m 1976. Nota Rijkswaterstaat, Deltadienst, afdeling Milieu Onderzoek. Middelburg, nr. 77-34.

Schelling, J. 1970. Soil genesis, soil classification and soil survey. Geoderma 4(3):165-193.

Schmidt, F.H. 1967. Inleiding tot de meteorologie. Spectrum, Utrecht/Antwerpen.

Some oceanographic and meteorological data of the southern North Sea. 1965. Spec. Issue, nr. 1 to Hydrogr. Newsl. 1 (Uitg. Kon. Marine).

Sparreboom, M. 1981. De amfibieën en reptielen van Nederland, België en Luxemburg. Balkema, Rotterdam.

Steenvoorden, J.H.A.M. & C.G. Toussaint. 1974. Stikstof-, fosfaat- en chloridebalans van enkele polders in Midden West-Nederland. Nota ICW, Wageningen, nr. 793.

Straaten, L.M.J.U. van. 1965. Coastal barrier deposits in South- and North-Holland. Med. Geol. Stichting (n.ser.)17:41-75.

Structuurschema voor natuur- en landschapsbehoud. 1981. Ministerie van Cultuur, Recreatie en Maatschappelijk Werk, Rijswijk/Ministerie van Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening, 's-Gravenhage.

Systeembenadering (Een) voor de waterhuishouding van Gelderland. 1980. Grondslagen voor een integraal waterbeheer. Commissie ter bestudering van de waterhuishouding van Gelderland. Arnhem. 88 p.

Tardent, P. 1979. Meeresbiologie. Stuttgart.

Teixeira, R.M. 1979. Atlas van de Nederlandse Broedvogels. Vereniging tot Behoud van Natuurmonumenten in Nederland i.s.m. SOVON, De Lange van Leer, Deventer.

Tön, H. & J. Lourens. 1978. Werkgroep inventarisatie landbouw; inventarisatie van de waterbeheersing. Landinrichtingsdienst, Utrecht.

Tweede nota over de Ruimtelijke Ordening. 1966. Ministerie van Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening, Staatsuitgeverij, 's-Gravenhage.

Veenstra, H.J. 1968. Getij en wad. Waddenbulletin 3/5:2-8.

Venhuizen, K.D. 1982. Waarover spraken zij....in Stockholm . H_2O 15(21):585-587.

Vermeulen, A.J. 1977. Immissie-onderzoek met behulp van regenvangers ; opzet, ervaringen en resultaten. Rapport Provinciale Waterstaat Noord-Holland, Haarlem.

Verslagen over het Nationaal Meetnet voor Luchtverontreiniging. Publikatiereeks NML-RIV.

Verstedelijkingsnota. Tweede deel van de Derde nota over de Ruimtelijke Ordening. 1976. Ministerie van Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening/Staatsuitgeverij, 's-Gravenhage.

Voorlopig milieueffectrapport. Berging baggerspecie. 1978. Grontmij, Zeist, nr. 77235.

Vos, W. 1979. Landschapsecologische relaties: probleemsignalering aan de hand van persoverzichten van Staatsbosbeheer. Rapport Rijksinstituut voor onderzoek in de bos- en landschapsbouw "De Dorschkamp", Wageningen, nr. 190.

Vos, W., J.M.J. Farjon, J.W. van der Hek e.a. 1978. Uiterwaarden. Toetsing van een plan voor klei- en zandwinning. Rijksinstituut voor onderzoek in de bos- en landschapsbouw "De Dorschkamp", Wageningen.

Vos, W. e.a. Landschapsecologische relaties van "De Kampina" en omgeving. Rapport Rijksinstituut voor onderzoek in de bos- en landschapsbouw "De Dorschkamp", Wageningen (in voorbereiding).

Vos, W. e.a. Landschapsecologische relaties van "Het Naardermeer" en omgeving. Rapport Rijksinstituut voor onderzoek in de bos- en landschapsbouw "De Dorschkamp", Wageningen (in voorbereiding).

Vos, W.T.G. & J.H. Bijleveld. 1979. Een onderzoek naar Remote Sensing als hulpmiddel bij de Landelijke Milieukartering. E.A.R.S., Delft.

Vries, J.J. de. 1974. Groundwater flow systems and streamnets in the Netherlands. Dissertatie VU, Amsterdam.

Vries, J.J. de. 1976. Inleiding tot de hydrologie van Nederland. 2e Uitgave. Rodopi, Amsterdam.

Wegner, L.H. 1981. Policy analysis of water management for the Netherlands. Vol. XI Water distribution model. Rand Note N-1500/11-Neth.

Westen (Het) ... en overig Nederland. 1956. Rijksdienst voor het Nationaal Plan en het Centraal Planbureau, 's-Gravenhage.

Westhoff, V. & A.J. den Held. 1969. Plantengemeenschappen in Nederland. Thieme, Zutphen.

Westhoff, V. e.a. 1970, 1971, 1973. Wilde planten. Flora en vegetatie in onze natuurgebieden. Deel 1,2,3. Amsterdam.

Winkelmolen, A.M. 1969. Experimental rollability and natural shape sorting of sand. Groningen.

Wolff, W. & J. Post. 1979. Oosterschelde: het leven in en om het water. Sijthof, Alphen a/d Rijn.

Wijngaarden, A. van. 1976. Atlas van Nederland, blad VI-2 Biogeografie I, Top. Dienst, Delft.

Wijngaarden, A. van & J. van Peppel. 1970. De otter, Lutra lutra (L.), in Nederland. Lutra 12(1/2): 1-72.

Zimmerman, J.T.F. 1978. De Waddenzee. Getijden en getijstromen. Natuur en techniek 46(4):234-249.

Zimmerman, J.T.F. & J.W. Rommets. 1974. Natural fluorescence as a tracer in the Dutch Wadden Sea and the adjacent North Sea. Neth. J. of Sea Research 8(2/3):117-125.

Zink, G. 1973. Der Zug europaischer Singvögel, 1. Lieferung. Vogelzugverlag, Möggingen.

Zonneveld, I.S. 1974. On abstract and concrete boundaries. Arranging and classification. In: Tatsachen und Probleme der Grenzen in der Vegetation. Int. Ver. Vegetationskunde, Rinteln.

Zonneveld, J.I.S. 1970. Functionele fysische geografie. Geografisch Tijdschrift, n.r., 4(4):289-292.

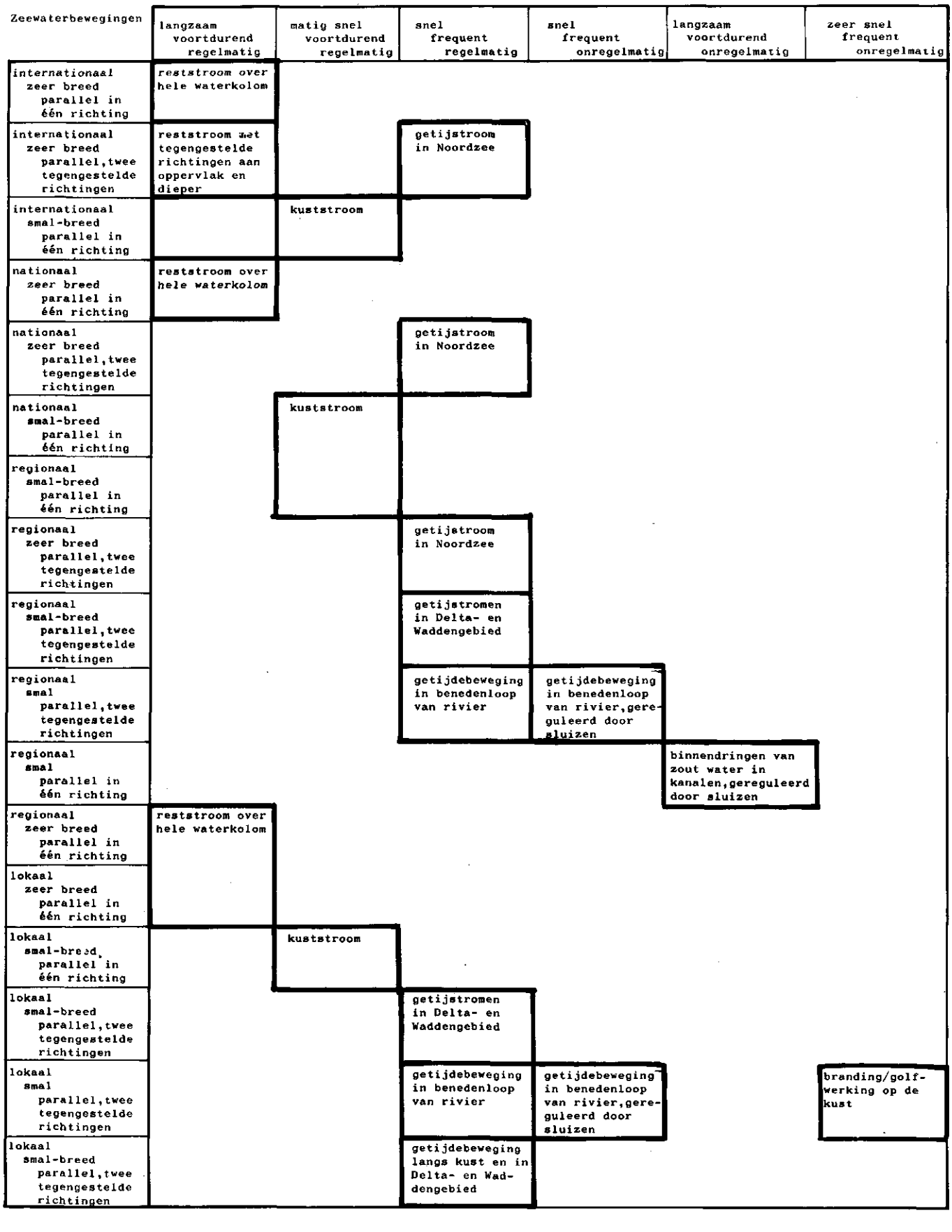
Zijlstra, J.J. 1972. On the importance of the Wadden Sea as a nursery area in relation to the conservation of the southern North Sea fishery resources. Symp. Zoöl. Soc. London 29: 233-258.

BIJLAGEN

1. Agentia van het vierde classificatieniveau

Luchtbewegingen	langzaam-snel frequent onregelmatig	zeer langzaam-zeer snel frequent onregelmatig	zeer langzaam-snel frequent regelmatig	zeer langzaam-zeer snel frequent onregelmatig	
internationaal zeer breed parallel	bewegingen van luchtsoorten				
internationaal smal-breed parallel		wind,gebonden aan depressies en ruggen van hoge druk			
nationaal zeer breed parallel	bewegingen van luchtsoorten				
nationaal smal-breed parallel		wind,gebonden aan depressies en ruggen van hoge druk			
regionaal smal-breed parallel					
regionaal smal-breed parallel, periodiek tegengesteld			wind t.g.v. dagelijkse gang bij de kust		
lokaal smal-breed parallel, periodiek tegengesteld					
lokaal smal-breed parallel		wind,gebonden aan depressies en ruggen van hoge druk			
lokaal smal indifferent				wind,veranderd van karakter door lokale omstandigheden	

Grondwaterbewegingen	langzaam voortdurend regelmatig	zeer langzaam/stilstaand voortdurend regelmatig	langzaam voortdurend regelmatig	zeer langzaam voortdurend regelmatig	zeer langzaam periodiek regelmatig
internationaal smal-breed convergerend/ parallel	diepe en middeldiepe zoete grondwaterstroom				
nationaal smal-breed convergerend/ parallel					
regionaal smal-breed convergerend/ parallel					
regionaal/nationaal smal-breed convergerend/ parallel	diepe zoute grondwaterstroom				
regionaal smal-breed convergerend/ parallel	zoute kwelstroom vanuit zee				
regionaal breed indifferent		geïsoleerde zoetwaterbel onder duinen/eilanden/binnenland			
lokaal smal-breed indifferent		geïsoleerd veenwater			
lokaal smal parallel			brakke/zoete kwel onder dijk door		
lokaal smal convergerend/ parallel				ondiepe continue grondwaterstroom	ondiepe intermitterende grondwaterstroom
lokaal smal-breed convergerend/ parallel	diepe en middeldiepe zoete grondwaterstroom				

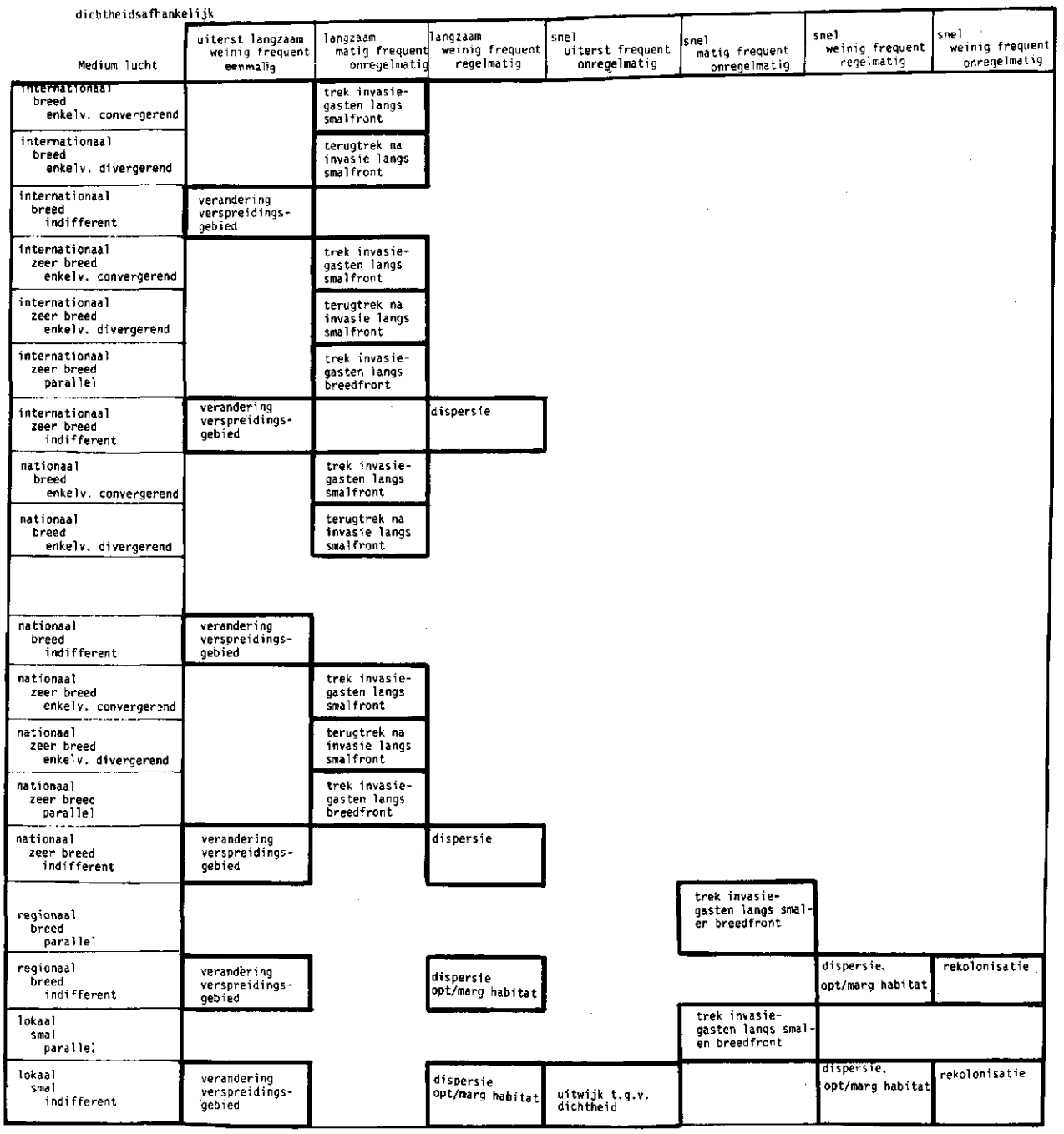

Zeewaterbewegingen
langzaam voortdurend regelmatig
matig snel voortdurend regelmatig
snel frequent regelmatig
snel frequent onregelmatig
langzaam voortdurend onregelmatig
zeer snel frequent onregelmatig
internationaal zeer breed parallel in één richting
reststroom over hele waterkolom
internationaal zeer breed parallel,twee tegengestelde richtingen
reststroom met tegengestelde richtingen aan oppervlak en dieper
getijstroom in Noordzee
internationaal smal-breed parallel in één richting
kuststroom
nationaal zeer breed parallel in één richting
reststroom over hele waterkolom
nationaal zeer breed parallel,twee tegengestelde richtingen
getijstroom in Noordzee
nationaal smal-breed parallel in één richting
kuststroom
regionaal smal-breed parallel in één richting
regionaal zeer breed parallel,twee tegengestelde richtingen
getijstroom in Noordzee
regionaal smal-breed parallel,twee tegengestelde richtingen
getijstromen in Delta- en Waddengebied
regionaal smal parallel,twee tegengestelde richtingen
getijdebeweging in benedenloop van rivier
getijdebeweging in benedenloop van rivier,gereguleerd door sluizen
regionaal smal parallel in één richting
binnendringen van zout water in kanalen,gereguleerd door sluizen
regionaal zeer breed parallel in één richting
reststroom over hele waterkolom
lokaal zeer breed parallel in één richting
lokaal smal-breed parallel in één richting
kuststroom
lokaal smal-breed parallel,twee tegengestelde richtingen
getijstromen in Delta- en Waddengebied
lokaal smal parallel,twee tegengestelde richtingen
getijdebeweging in benedenloop van rivier
getijdebeweging in benedenloop van rivier,gereguleerd door sluizen
branding/golfwerking op de kust
lokaal smal-breed parallel,twee tegengestelde richtingen
getijdebeweging langs kust en in Delta- en Waddengebied

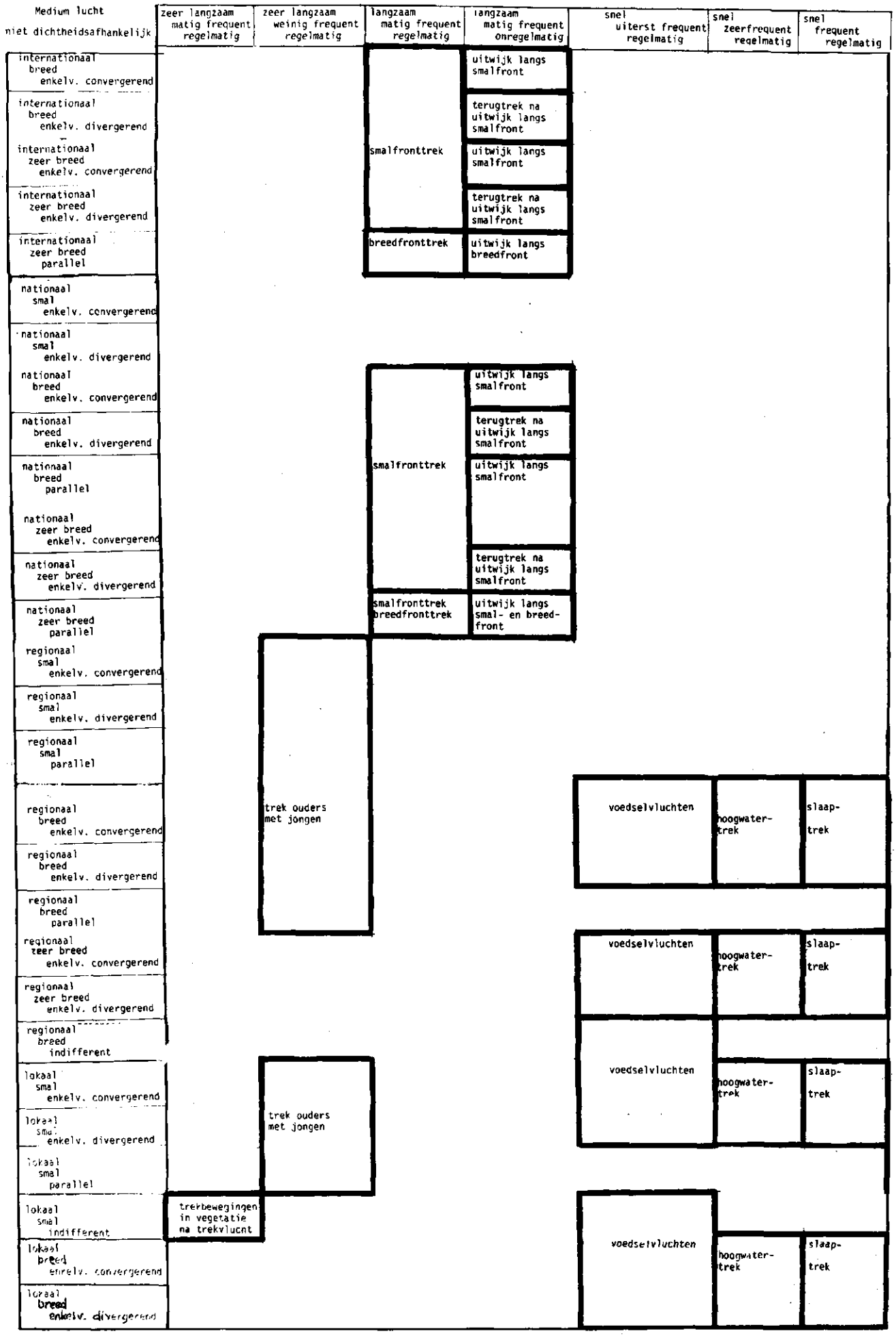
Oppervlaktewaterbewegingen

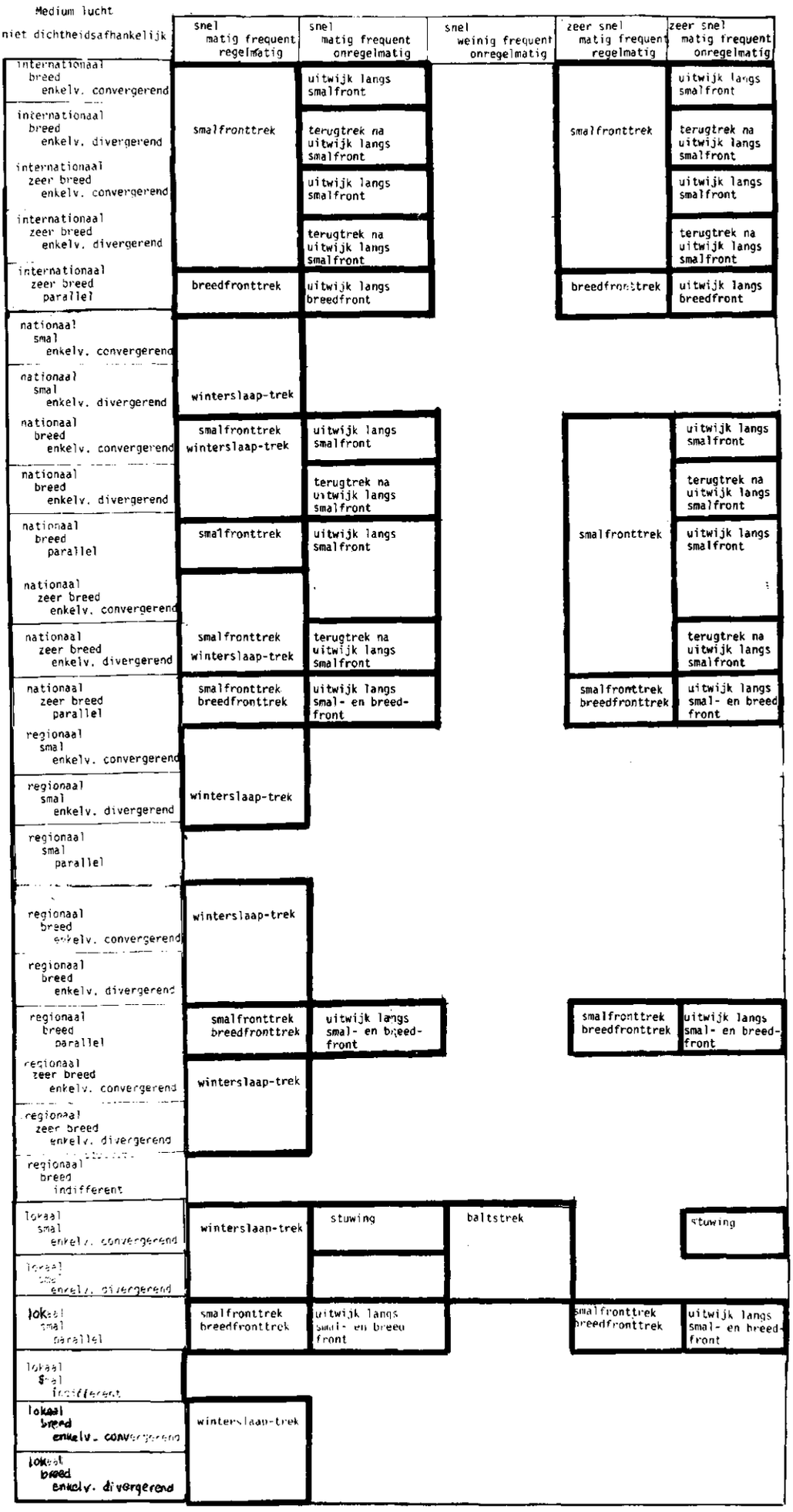
	matig snel/zeer veel voortdurend regelmatig	matig snel/weinig-veel voortdurend regelmatig	snel/zeer veel frequent regelmatig	snel/zeer veel frequent onregelmatig	matig snel/veel-weinig frequent onregelmatig
internationaal smal parallel	grote internationale rivieren (seminatuurlijke afstroming)	grensoverschrijdende kleinere waterlopen (natuurlijke en semi-natuurlijke afstroming)			
nationaal smal parallel	grote rivieren (seminatuurlijke afstroming)				
regionaal smal-breed parallel, twee tegengestelde richtingen			natuurlijke getijde-beweging in estuaria met zoet/brak/zout water	semi-natuurlijke getijdebeweging in zoet water, gereguleerd door sluis	
regionaal smal parallel	grote rivieren (seminatuurlijke afstroming)	kleinere waterlopen en kanalen (natuurlijke en seminatuurlijke afstroming)			
regionaal/lokaal smal con/divergerend					in/uitlaten van water door sluizen
regionaal/lokaal smal con/divergerend					in/uitmalen van water, gereguleerd door gemaal/windmolen
lokaal smal parallel	grote rivieren (seminatuurlijke afstroming)	kleinere waterlopen en kanalen (natuurlijke en seminatuurlijke afstroming)			

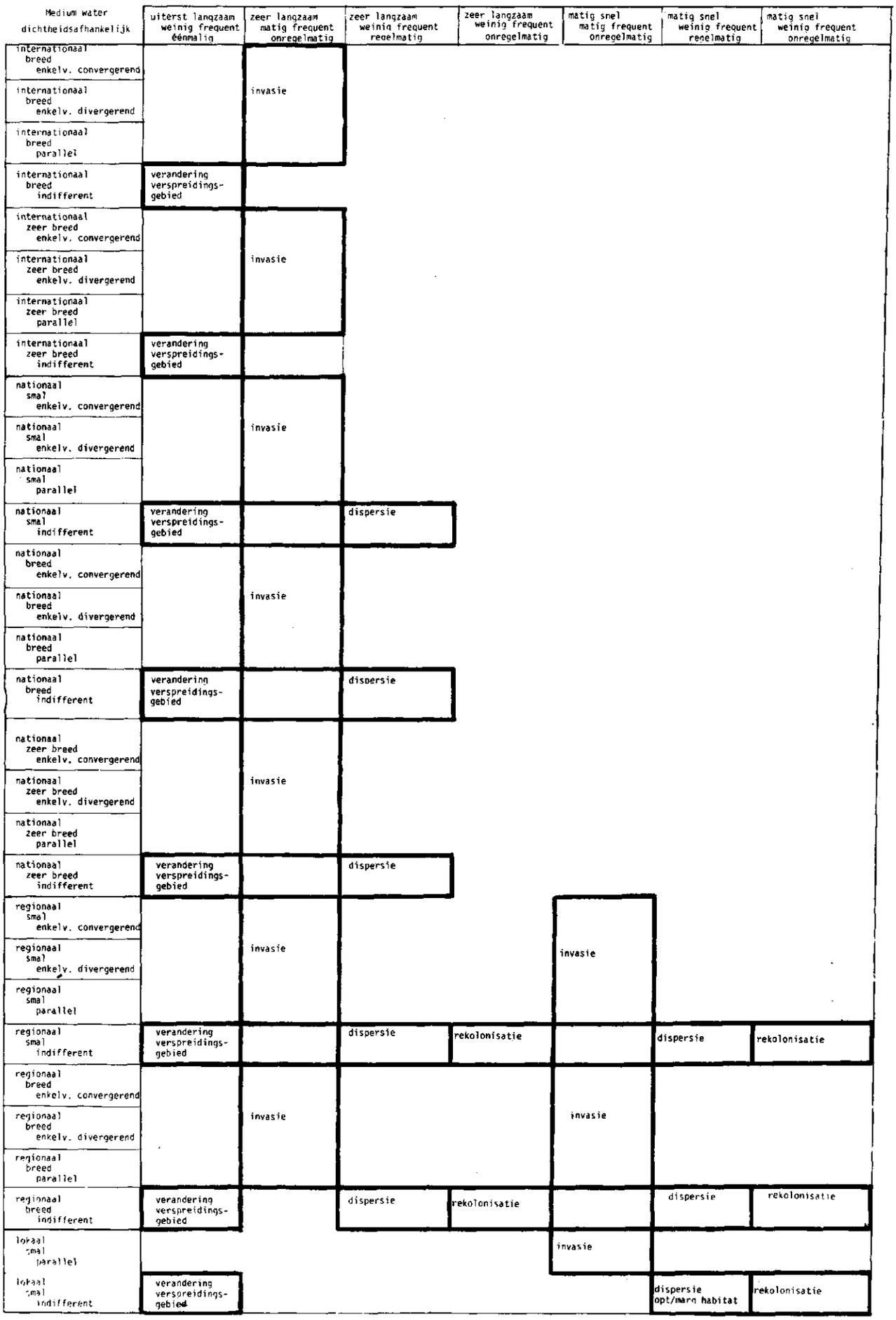
	snel/weinig-veel frequent-incidenteel onregelmatig	stilstaand voortdurend regelmatig	langzaam/weinig-veel incidenteel-frequent onregelmatig	zeer snel/weinig voortdurend-frequent regelmatig
regionaal/lokaal breed parallel	overstromingen van uiterwaarden			
lokaal smal parallel	overstromingen van beekdalen			
regionaal/lokaal smal-breed indifferent		meren zonder belangrijke doorstroming		
regionaal/lokaal smal indifferent			stromingen in meren o.i.v. de wind	
lokaal smal parallel				natuurlijke afstroming door al dan niet intermitterende snel stromende beken

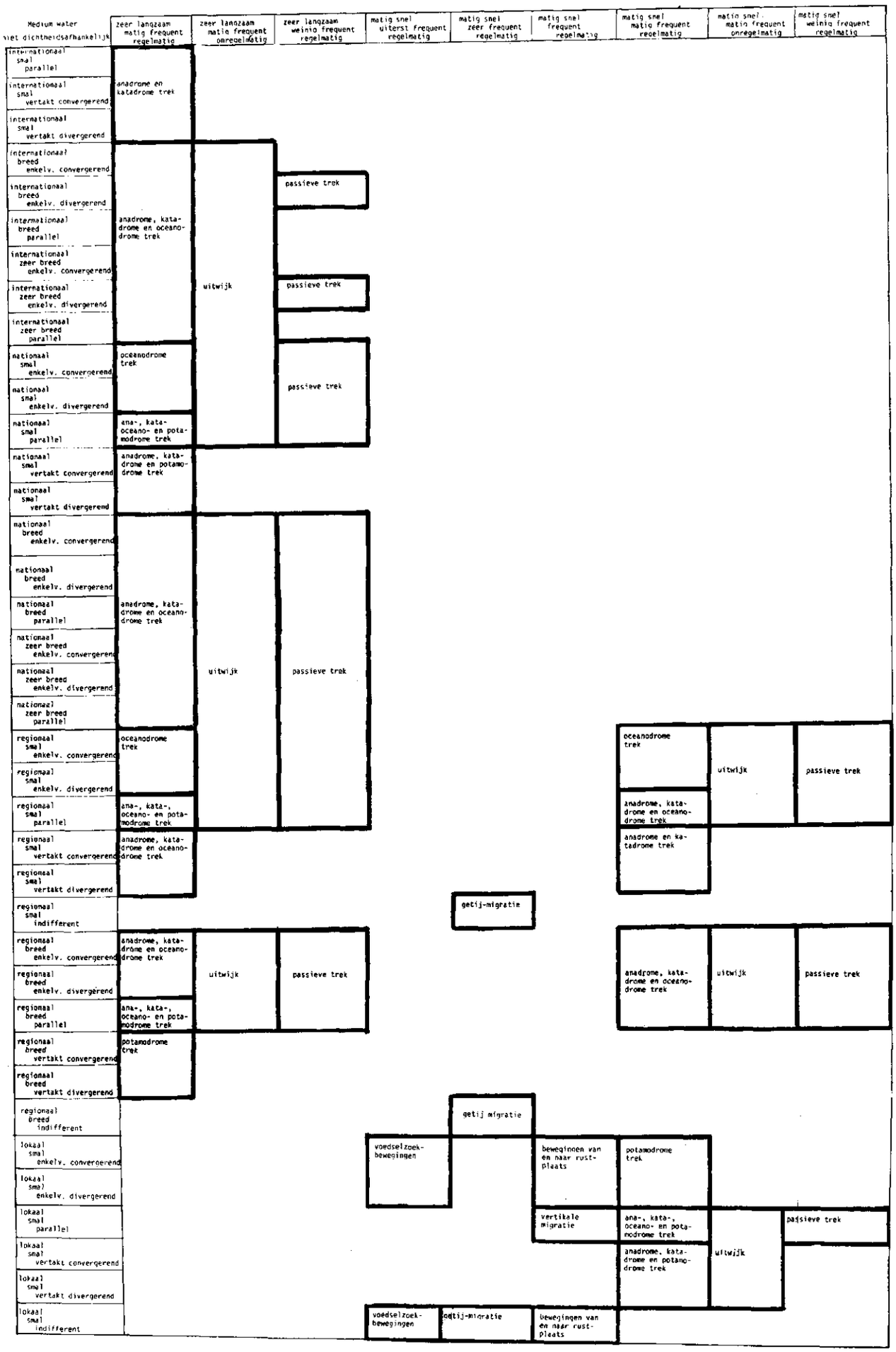
Biotische agentia van het vierde classificatieniveau



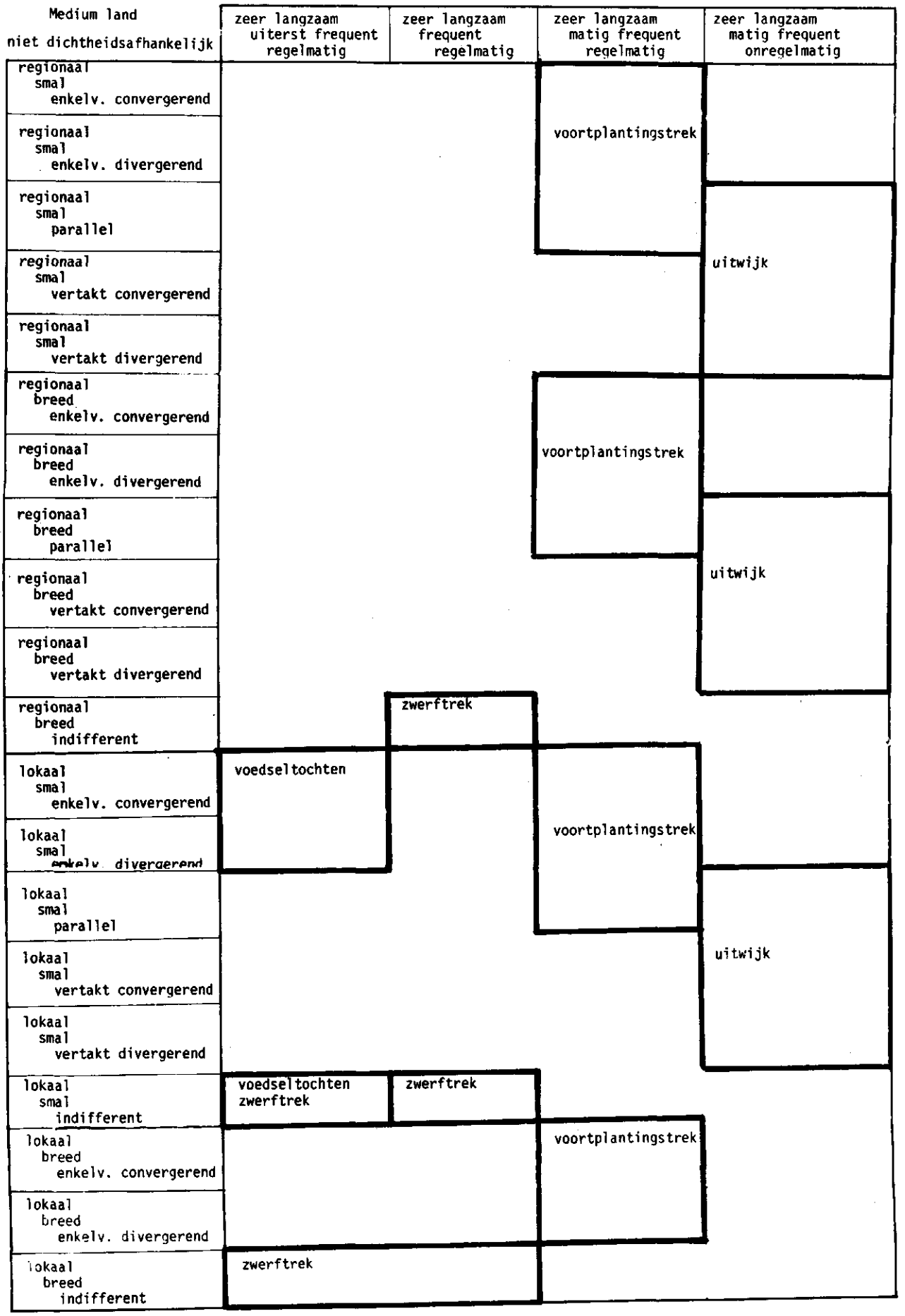

Medium lucht
niet dichtheidsafhankelijk
zeer langzaam matig frequent regelmatig
zeer langzaam weinig frequent regelmatig
langzaam matig frequent regelmatig
langzaam matig frequent onregelmatig
snel uiterst frequent regelmatig
snel zeerfrequent regelmatig
snel frequent regelmatig
internationaal breed enkelv. convergerend
internationaal breed enkelv. divergerend
internationaal zeer breed enkelv. convergerend
internationaal zeer breed enkelv. divergerend
internationaal zeer breed parallel
nationaal smal enkelv. convergerend
nationaal smal enkelv. divergerend
nationaal breed enkelv. convergerend
nationaal breed enkelv. divergerend
nationaal breed parallel
nationaal zeer breed enkelv. convergerend
nationaal zeer breed enkelv. divergerend
nationaal zeer breed parallel
regionaal smal enkelv. convergerend
regionaal smal enkelv. divergerend
regionaal smal parallel
regionaal breed enkelv. convergerend
regionaal breed enkelv. divergerend
regionaal breed parallel
regionaal zeer breed enkelv. convergerend
regionaal zeer breed enkelv. divergerend
regionaal breed indifferent
lokaal smal enkelv. convergerend
lokaal smal enkelv. divergerend
lokaal smal parallel
lokaal smal indifferent
lokaal breed enkelv. convergerend
lokaal breed enkelv. divergerend
smalfronttrek
uitwijk langs smalfront
terugtrek na uitwijk langs smalfront
uitwijk langs smalfront
terugtrek na uitwijk langs smalfront
breedfronttrek
uitwijk langs breedfront
smalfronttrek
uitwijk langs smalfront
terugtrek na uitwijk langs smalfront
uitwijk langs smalfront
terugtrek na uitwijk langs smalfront
smalfronttrek breedfronttrek
uitwijk langs smal- en breedfront
trek ouders met jongen
trek ouders met jongen
trekbewegingen in vegetatie na trekvlucht
voedselvluchten
hoogwatertrek
slaaptrek
voedselvluchten
hoogwatertrek
slaaptrek
voedselvluchten
hoogwatertrek
slaaptrek
voedselvluchten
hoogwatertrek
slaaptrek


Medium lucht
niet dichtheidsafhankelijk
snel matig frequent regelmatig
snel matig frequent onregelmatig
snel weinig frequent onregelmatig
zeer snel matig frequent regelmatig
zeer snel matig frequent onregelmatig
internationaal breed enkelv. convergerend
internationaal breed enkelv. divergerend
internationaal zeer breed enkelv. convergerend
internationaal zeer breed enkelv. divergerend
internationaal zeer breed parallel
nationaal smal enkelv. convergerend
nationaal smal enkelv. divergerend
nationaal breed enkelv. convergerend
nationaal breed enkelv. divergerend
nationaal breed parallel
nationaal zeer breed enkelv. convergerend
nationaal zeer breed enkelv. divergerend
nationaal zeer breed parallel
regionaal smal enkelv. convergerend
regionaal smal enkelv. divergerend
regionaal smal parallel
regionaal breed enkelv. convergerend
regionaal breed enkelv. divergerend
regionaal breed parallel
regionaal zeer breed enkelv. convergerend
regionaal zeer breed enkelv. divergerend
regionaal breed indifferent
lokaal smal enkelv. convergerend
lokaal smal enkelv. divergerend
lokaal smal parallel
lokaal smal indifferent
lokaal breed enkelv. convergerend
lokaal breed enkelv. divergerend
smalfronttrek
uitwijk langs smalfront
terugtrek na uitwijk langs smalfront
breedfronttrek
uitwijk langs breedfront
winterslaap-trek
smalfronttrek winterslaap-trek
smalfronttrek breedfronttrek
uitwijk langs smal- en breed-front
baltstrek
stuwing


Medium water dichtheidsafhankelijk
uiterst langzaam weinig frequent éénmalig
zeer langzaam matig frequent onregelmatig
zeer langzaam weinig frequent regelmatig
zeer langzaam weinig frequent onregelmatig
matig snel matig frequent onregelmatig
matig snel weinig frequent regelmatig
matig snel weinig frequent onregelmatig
internationaal breed enkelv. convergerend
internationaal breed enkelv. divergerend
internationaal breed parallel
internationaal breed indifferent
internationaal zeer breed enkelv. convergerend
internationaal zeer breed enkelv. divergerend
internationaal zeer breed parallel
internationaal zeer breed indifferent
nationaal smal enkelv. convergerend
nationaal smal enkelv. divergerend
nationaal smal parallel
nationaal smal indifferent
nationaal breed enkelv. convergerend
nationaal breed enkelv. divergerend
nationaal breed parallel
nationaal breed indifferent
nationaal zeer breed enkelv. convergerend
nationaal zeer breed enkelv. divergerend
nationaal zeer breed parallel
nationaal zeer breed indifferent
regionaal smal enkelv. convergerend
regionaal smal enkelv. divergerend
regionaal smal parallel
regionaal smal indifferent
regionaal breed enkelv. convergerend
regionaal breed enkelv. divergerend
regionaal breed parallel
regionaal breed indifferent
lokaal smal parallel
lokaal smal indifferent
verandering verspreidings-gebied
invasie
dispersie
rekolonisatie
dispersie opt/marg habitat


Medium water
niet dichtheidsafhankelijk
zeer langzaam matig frequent regelmatig
zeer langzaam matig frequent onregelmatig
zeer langzaam weinig frequent regelmatig
matig snel uiterst frequent regelmatig
matig snel zeer frequent regelmatig
matig snel frequent regelmatig
matig snel matig frequent regelmatig
matig snel matig frequent onregelmatig
matig snel weinig frequent regelmatig
internationaal smal parallel
internationaal smal vertakt convergerend
internationaal smal vertakt divergerend
anadrome en katadrome trek
internationaal breed enkelv. convergerend
internationaal breed enkelv. divergerend
internationaal breed parallel
internationaal zeer breed enkelv. convergerend
internationaal zeer breed enkelv. divergerend
internationaal zeer breed parallel
anadrome, katadrome en oceanodrome trek
uitwijk
passieve trek
passieve trek
nationaal smal enkelv. convergerend
nationaal smal enkelv. divergerend
oceanodrome trek
passieve trek
nationaal smal parallel
ana-, kata- oceano- en potamodrome trek
nationaal smal vertakt convergerend
anadrome, katadrome en potamodrome trek
nationaal smal vertakt divergerend
nationaal breed enkelv. convergerend
nationaal breed enkelv. divergerend
nationaal breed parallel
anadrome, katadrome en oceanodrome trek
uitwijk
passieve trek
nationaal zeer breed enkelv. convergerend
nationaal zeer breed enkelv. divergerend
nationaal zeer breed parallel
regionaal smal enkelv. convergerend
regionaal smal enkelv. divergerend
oceanodrome trek
regionaal smal parallel
ana-, kata-, oceano- en potamodrome trek
regionaal smal vertakt convergerend
anadrome, katadrome en oceanodrome trek
regionaal smal vertakt divergerend
regionaal smal indifferent
getij-migratie
regionaal breed enkelv. convergerend
regionaal breed enkelv. divergerend
anadrome, katadrome en oceanodrome trek
uitwijk
passieve trek
regionaal breed parallel
ana-, kata-, oceano- en potamodrome trek
regionaal breed vertakt convergerend
potamodrome trek
regionaal breed vertakt divergerend
regionaal breed indifferent
getij migratie
lokaal smal enkelv. convergerend
voedselzoekbewegingen
bewegingen van en naar rustplaats
potamodrome trek
lokaal smal enkelv. divergerend
vertikale migratie
ana-, kata-, oceano- en potamodrome trek
passieve trek
lokaal smal parallel
anadrome, katadrome en potamodrome trek
uitwijk
lokaal smal vertakt convergerend
lokaal smal vertakt divergerend
lokaal smal indifferent
voedselzoekbewegingen
getij-migratie
bewegingen van en naar rustplaats
oceanodrome trek
uitwijk
passieve trek
anadrome, katadrome en oceanodrome trek
anadrome en katadrome trek
anadrome, katadrome en oceanodrome trek
uitwijk
passieve trek

<table>
<tr><th>Medium land dichtheidsafhankelijk</th><th>uiterst langzaam
weinig frequent
éénmalig</th><th>zeer langzaam
weinig frequent
regelmatig</th><th>zeer langzaam
weinig frequent
onregelmatig</th></tr>
<tr><td>internationaal
zeer breed
indifferent</td><td rowspan="3">verandering verspreidings-gebied</td><td colspan="2" rowspan="2"></td></tr>
<tr><td>nationaal
zeer breed
indifferent</td></tr>
<tr><td>regionaal
breed
indifferent</td><td rowspan="4">dispersie, opt/marg habitat</td><td rowspan="4">rekolonisatie</td></tr>
<tr><td>regionaal
zeer breed
indifferent</td><td></td></tr>
<tr><td>lokaal
smal
indifferent</td><td>verandering verspreidings-gebied</td></tr>
<tr><td>lokaal
breed
indifferent</td><td></td></tr>
</table>


Medium land
niet dichtheidsafhankelijk
zeer langzaam uiterst frequent regelmatig
zeer langzaam frequent regelmatig
zeer langzaam matig frequent regelmatig
zeer langzaam matig frequent onregelmatig
regionaal smal enkelv. convergerend
regionaal smal enkelv. divergerend
regionaal smal parallel
regionaal smal vertakt convergerend
regionaal smal vertakt divergerend
regionaal breed enkelv. convergerend
regionaal breed enkelv. divergerend
regionaal breed parallel
regionaal breed vertakt convergerend
regionaal breed vertakt divergerend
regionaal breed indifferent
lokaal smal enkelv. convergerend
lokaal smal enkelv. divergerend
lokaal smal parallel
lokaal smal vertakt convergerend
lokaal smal vertakt divergerend
lokaal smal indifferent
lokaal breed enkelv. convergerend
lokaal breed enkelv. divergerend
lokaal breed indifferent
voortplantingstrek
uitwijk
voortplantingstrek
uitwijk
zwerftrek
voedseltochten
voortplantingstrek
uitwijk
voedseltochten zwerftrek
zwerftrek
voortplantingstrek
zwerftrek

2. Overzicht van de her- en inkomstgebieden van grondwaterstromen, de geisoleerde gebieden, de bijbehorende potentieel natuurlijke vegetatietypen en enkele waardevolle actuele vegetatietypen

Milieutypen	Potentieel-natuurlijke vegetatietypen volgens de Landelijke Milieukartering	Enkele waardevolle actuele vegetatietypen
Inkomstgebieden		
Beekdalen in lage en hoge zandgebieden	Circeao-Alnion (h) Complex van Fago-Quercetum en Circeao-Alnion (bh**) Alnion glutinosae (k) Complex van Fago-Quercetum,Circeao-Alnion en Alnion glutinosae (bhk**) Complex van Querco roboris-Betuletum, Fago-Quercetum,Circeao-Alnion en Alnion glutinosae (abhk**)	Bronbossen, bronvegetatie, natte schraallanden, Knopbiesverbond
Beekdalen in het krijt- en lössgebied	Circeao-Alnion (h) Complex van Fago-Quercetum en Stellario-Carpinetum (be**) Complex van Fago-Quercetum,Luzulo-Quercetum en Stellario-Carpinetum (bde**) Complex van Stellario-Carpinetum en Fraxino-Ulmetum (ef**) Stellario-Carpinetum (e**) Alno-Padion (l)	Bronbossen, bronvegetatie, Borstelgrasverbond
Hoogveengebieden en het veenkoloniale gebied	Complex van Fago-Quercetum (soortenarme vorm) en Macrophorbio-Alnetum(cn) Complex van Rhynchosporion albae, Erico-Sphagnion, Sphagnion fusci en Betulion pubescentis (o*) Complex van idem (o) en Querco roboris-Betuletum (oa)	Hoogveenvegetatie
Laagveengebied van Noord- en Zuid-Holland	Fraxino-Ulmetum (f) Anthrisco-Fraxinetum (g) Complex van Fraxino-Ulmetum en Anthrisco-Fraxinetum (fg) Circeao-Alnion (h) Complex van Circeao-Alnion en Alnion glutinosae (hk) Alnion glutinosae (k) Complex van Circeao-Alnion en Ulmion carpinifoliae (exclusief Crataego-Betuletum)(hr)	Hoogveenvegetatie, natte schraallanden, Knopbiesverbond
Laagveen- en poldergebied van West-Utrecht	Fraxino-Ulmetum (f) Anthrisco-Fraxinetum (g) Circeao-Alnion (h) Complex van Circeao-Alnion en Alnion glutinosae (hk)	Hoogveenvegetatie, natte schraallanden, Knopbiesverbond
Laagveengebied van Oost-Friesland en NW-Overijssel	Circeao-Alnion (h) Complex van Circeao-Alnion en Alnion glutinosae (hk) Alnion glutinosae (k)	Natte schraallanden, Knopbiesverbond
Rivierengebied (m.u.v. het dal van de Overijsselsche Vecht)	Idem Laagveengebied van Noord- en Zuid-Holland en bovendien Complex van Querco roboris-Betuletum, Fago-Quercetum en Circeao-Alnion (abh**) Alno-Padion (l) Salicetum albo-fragilis (m)	Natte schraallanden, Knopbiesverbond, water- en moerasvegetatie van oude rivierlopen

(...) : p.n.v.-code van de Landelijke Milieukartering

Milieutypen	Potentieel-natuurlijke vegetatie-typen volgens de Landelijke Milieu-kartering	Enkele waardevolle actuele vegetatietypen
Inkomstgebieden		
Dal van de Overijsselsche Vecht	Complex van Querco roboris-Betuletum, Fago-Quercetum, Circeao-Alnion en Alnion glutinosae (abhk**)	n.v.t.
Groningen	Fraxino-Ulmetum (f) Anthrisco-Fraxinetum (g) Complex van Fraxino-Ulmetum en Anthrisco-Fraxinetum (fg)	n.v.t.
IJsselmeerpolders	Fraxino-Ulmetum (f) Anthrisco-Fraxinetum (g) Circeao-Alnion (h) Complex van Alno-Padion en Salicetum albo-fragilis (lm***)	n.v.t.
Herkomstgebieden		
Kustduinen en duinvalleien	Complex van Empetrion nigri, Violo-Corynephoretum, Quercion roboripetraeae, Ammophilion (u**) Complex van o.m. Sambuco-Berberion, Ammophilion borealis (t**) Complex van Convallario -Quercetum dunense en Crataego-Betuletum (pq**) Complex van Convallario-Quercetum dunense en Ulmion Carpinifoliae(pqr**) Complex van Convallario-Quercetum dunense en Ulmion Carpinifoliae, excl. Crataego-Betuletum (pr**)	Oude naaldbossen (droge standplaatsen), Knopbiesverbond en Borstelgrasverbond (natte standplaatsen)
Lage zandgronden van het Drents Plateau	Querco roboris-Betuletum, zowel droog als nat type (a) Fago-Quercetum (b) Complex van Querco roboris-Betuletum en Fago-Quercetum (ab*) Complex van Fago-Quercetum, soortenarme vorm, en Macrophorbio-Alnetum (cn) Complex van Rhynosporion albae,Erico-Sphagnion,Sphagnion fusci en Betulion pubescentis (o*)	Bepaalde heides, oude naaldbossen en vegetatietypen van stuifzanden (droge standplaatsen), bepaalde heides, hoogvenen, oligotrofe heidevennen,Borstelgrasverbond en Knopbiesverbond (natte standplaatsen)
Lage zandgronden van Twente	Complex van Querco roboris-Betuletum en Fago-Quercetum, zowel droog als nat type (ab) Fago-Quercetum (b) Complex van Fago-Quercetum en Stellario-Carpinetum (be) Complex van Circaeo-Alnion, Fago-Quercetum en Querco roboris-Betuletum (bhk**) Complex van Fago-Quercetum en Circaeo-Alnion (bh**) Complex van Rhynchosporion albae, Erico-Sphagnion, Sphagnion fusci en Betulion pubescentis (o*)	Idem, m.u.v. vegetatietypen van stuifzanden

(...) : p.n.v.-code van de Landelijke Milieukartering

Milieutypen	Potentieel-natuurlijke vegetatie-typen volgens de Landelijke Milieu-kartering	Enkele waardevolle actuele vegetatietypen
Herkomstgebieden		
Lössgebied van Limburg ten oosten van de Maas	Querco roboris-Betuletum (a) Fago-Quercetum (b) Fago-Quercetum, soortenarme vorm(c) Complex van Fago-Quercetum en Circaeo-Alnion (bh**) Complex van Querco roboris-Betuletum, Fago-Quercetum en Circaeo-Alnion (abh**) Idem met Alnion glutinosae (abhk**) Complex van Rhynchosporion albae, *Erico-Sphagnion*, *Sphagnion fusci*, Betulion pubescentis en Querco roboris-Betuletum (oa) Complex van Fago-Quercetum en Luzulo-Quercetum (bd) Complex van Fago-Quercetum en Stellario-Carpinetum (be*) Complex van Circaeo-Alnion en Stellario-Carpinetum (he)	Verbond van droge kalkgraslanden en Marjoleinverbond
Relatief geïsoleerde gebieden		
Kustduinen van de Zuid-hollandse en Zeeuwse eilanden	Complex van o.m. Sambuco-Berberidion, Ammophilion borealis (t**) Complex van Convallario-Quercetum dunense en Crataego-Betuletum (pq**) Complex van Convallario-Quercetum dunense, Crataego-Betuletum en Ulmion carpinifoliae (pqr**)	n.v.t.
Overige delen der Zuid-hollandse en Zeeuwse eilanden	Fraxino-Ulmetum (f) Anthrisco-Fraxinetum (g) Complex van Fraxino-Ulmetum en Anthrisco-Fraxinetum (fg) Circaeo-Alnion (h) Complex van Circaeo-Alnion en Alnion glutinosae (hk) Alno-Padion (l) Complex van Alno-Padion en Salicetum albo-fragilis (lm) Inlagenvegetatiecomplex (Kweldervege-tatiecomplex en Schietwilgencomplex; sm)	n.v.t.
Duingebied van Texel	Complex van o.m. Empetrion nigri, Violo-Corynephoretum, Quercion robo-ri-petraeae, Ammophilion borealis (u**) Complex van Circaeo-Alnion, Fago-Quercetum en Querco roboris-Betule-tum (abh**) Complex van Anthrisco-Fraxinetum en Fago-Quercetum (gb**)	Oude naaldbossen, Marjo-leinverbond, Knopbies-verbond

(...) : p.n.v.-code van de Landelijke Milieukartering

Milieutypen	Potentieel-natuurlijke vegetatie-typen volgens de Landelijke Milieu-kartering	Enkele waardevolle actuele vegetatietypen
Herkomstgebieden		
Lage zandgronden van Salland	Querco roboris-Betuletum (a) Fago-Quercetum (b) Complex van Querco roboris-Betuletum en Fago-Quercetum, zowel droog als nat type (ab)	Idem Drents Plateau, m.u.v. hoogvenen, Borstelgrasverbond en Knopbiesverbond
Lage zandgronden van Gaasterland	Querco roboris-Betuletum (a) Complex van Querco roboris-Betuletum en Fago-Quercetum (ab)	n.v.t.
Lage zandgronden van Montferland	Complex van Querco roboris-Betuletum en Fago-Quercetum (ab) Fago-Quercetum, soortenarme vorm(c)	n.v.t.
Lage zandgronden van Brabant en Limburg ten westen van de Maas	Querco roboris-Betuletum (a) Fago-Quercetum (b) Complex van Querco roboris-Betuletum en Fago-Quercetum, zowel droog als nat type (nat type alleen in Brabant) (ab) Fago-Quercetum, soortenarme vorm (c) Complex van Fago-Quercetum en Circaeo-Alnion (bh**) Complex van Querco roboris-Betuletum, Fago-Quercetum en Circaeo-Alnion (abh**) Complex van Rhynchosporion albae, Erico-Sphagnion, Sphagnion fusci, Betulion pubescentis en Querco roboris-Betuletum (oa) Complex van Querco roboris-Betuletum, Fago-Quercetum, Circaeo-Alnion en Alnion glutinosae (abhk**)	Bepaalde heides, oude naaldbossen en vegetatietypen van stuifzanden (droge standplaatsen), bepaalde heides, hoogvenen, oligotrofe heidevennen, Knopbiesverbond, Junco-Molinion
Lage zandgronden van de Achterhoek	Complex van Querco roboris-Betuletum en Fago-Quercetum, zowel nat als droog type (ab) Fago-Quercetum (b) Complex van Querco roboris-Betuletum, Fago-Quercetum en Circaeo-Alnion (abh**) Complex van Fago-Quercetum en Stellario-Carpinetum (be) Complex van Rhynchosporion albae, Erico-Sphagnion, Sphagnion fusci, Betulion pubescentis en Querco roboris-Betuletum (oa)	n.v.t.
Krijtgebied van Limburg ten oosten van de Maas	Idem lössgebied van Limburg met Stellario-Carpinetum (e) Complex van Fago-Quercetum, Luzulo-Quercetum en Stellario-Carpinetum (bde)	Verbond van droge kalkgraslanden en Marjoleinverbond

(...) : p.n.v.-code van de Landelijke Milieukartering

Milieutypen	Potentieel-natuurlijke vegetatie-typen volgens de Landelijke Milieu-kartering	Enkele waardevolle actuele vegetatietypen
Relatief geïsoleerde gebieden		
Overige gebied van Texel	Circaeo-Alnion (h) Anthrisco-Fraxinetum (g) Alno-Padion (l) Complex van Circaeo-Alnion en Ulmion carpinifoliae (excl. Crataego-Betuletum)(hr)	n.v.t.
Waddeneilanden, met uitzondering van Texel	Complex van o.m. Empetrion nigri, Violo-Corynephoretum,Quercion roboripetraeae,Ammophilion borealis (u**) Complex van Circaeo-Alnion, Fago-Quercetum en Querco roboris-Betuletum (abh**) Anthrisco-Fraxinetum (g) Circaeo-Alnion (h) Complex van Anthrisco-Fraxinetum en Fago-Quercetum (gb*/**) Kweldervegetatiecomplex (s) Complex van Duinvegetatiecomplex van het Waddendistrict en het Kweldervegetatiecomplex (su)	Oude naaldbossen,Marjoleinverbond,Knopbiesverbond

(...) : p.n.v.-code van de Landelijke Milieukartering

* : hier is sprake van isolatie op lokaal niveau, waarbij ondiep of aan het oppervlak gelegen kleilagen een rol kunnen spelen

** : het complex is samengesteld uit zowel niet als wel van het grondwater afhankelijke p.n.v.'s; de niet-grondwaterafhankelijke typen a,b,d,h en/of k, p, e(soms) en delen van complex tu, pq en pqr, alsmede de grondwaterafhankelijke typen g en h worden mede bepaald door een lokale relatie

*** : deze complexen zijn samengesteld uit p.n.v.'s, die zowel afhankelijk zijn van grond-, als oppervlaktewater

3. Verklarende woordenlijst

Slechts die begrippen en termen zijn opgenomen, die direct verband houden met de problematiek van landschapsecologische relaties.

Abiotisch

Met betrekking tot het levenloze.

Agens

Datgene dat door laterale beweging een ruimtelijke uitwisseling van materie, energie en/of organismen tot stand brengt.

Allochtoon

Van elders aangevoerd.

Anadrome trek

Trek van waterorganismen, die hun opgroeifase grotendeels in zee doorbrengen, stroomopwaarts waterlopen op om zich voort te planten.

Anthropisch

Met betrekking tot de mens.

Autochtoon

Ter plaatse ontstaan, gevormd of afgezet.

Biotisch

Met betrekking tot leven.

Biotoop

Plaats waar een bepaalde levensgemeenschap voorkomt, ofwel: milieu van een bepaalde plante- of diersoort (G.E.M., 1978).

Concurrentie

Vorm van interactie waarbij twee of meer organismen gelijktijdig een bepaalde milieucomponent trachten te benutten en elkaar negatief beïnvloeden (G.E.M., 1978).

Convergent

Aanduiding voor instabiele ecosystemen, meestal grenssituaties, die gekenmerkt zijn door een grofkorrelig vegetatiepatroon met scherpe grenzen en relatief arm aan soorten (tegenstelling tot divergent; zie aldaar) (Westhoff en Den Held, 1969).

Denivellering of differentiatie

In deze context: ontwikkeling in de richting van een verlaging van de ruimtelijke variatie van een ecosysteem of van meerdere met elkaar samenhangende ecosystemen.

Diaspore

Verspreidingseenheid van een plant (meestal zaad of spore; het kan ook de vrucht, schijnvrucht of zelfs de gehele plant zijn)(Westhoff en Den Held, 1969).

Dichtheidsafhankelijke relatie

Relatie, die optreedt door de verplaatsing van organismen als gevolg van de dichtheid van een populatie; vaak spelen tegelijkertijd factoren als klimaat en beschikbaarheid van voedsel een rol.

Dispersie

Ongericht zwerfgedrag van organismen, dat vooral optreedt bij pas zelfstandig geworden jongen; bij trekvogels gaat dispersie vooraf aan de eigenlijke trek.

Divergent

Aanduiding voor stabiele ecosystemen, meestal grenssituaties, die gekenmerkt zijn door een fijnkorrelig vegetatiepatroon met onscherpe grenzen en relatief rijk aan soorten (tegenstelling tot convergent; zie aldaar) (Westhoff en Den Held, 1969).

Dubbel-eenzijdige relatie

Betrekking tussen twee gebieden, waarbij er een verplaatsing van materie, energie en/of organismen in beide richtingen plaats vindt, die van invloed is op het her- of inkomstgebied van de verplaatsing in de ene richting én op het her- of inkomstgebied van de verplaatsing in de andere richting.

Dubbel-tweezijdige relatie

Betrekking tussen twee gebieden, waarbij er een verplaatsing van materie, energie en/of organismen in beide richtingen plaats vindt, die van invloed is op zowel het her- als het inkomstgebied van beide verplaatsingen.

Dynamiek

De bestendiging en veranderlijkheid in de tijd van de toestand, waarin een systeem en de samenstellende delen zich bevinden.

Dystroof

Voedselarm water, dat tevens rijk is aan humuszuren (Westhoff en Den Held, 1969).

Ecosysteem

De totaliteit van een biocoenose en haar milieu (Westhoff en Den Held, 1969).

Eenzijdige relatie

Betrekking tussen twee gebieden, waarbij er een verplaatsing van materie, energie en/of organismen in één richting plaats vindt, die óf van invloed is op de levensgemeenschap(pen) van het inkomstgebied óf op die van het herkomstgebied.

Emigratie

Het wegtrekken uit een gebied.

Emissie

Afgifte, uitvoer (vooral gebruikt bij afvoer van verontreinigingen)(G.E.M., 1978).

Enkelvoudige relatie

Zodanige betrekking tussen een gebied en zijn omgeving dat er óf sprake is van een beweging van materie, energie en/of organismen van het gebied naar zijn omgeving óf omgekeerd, van de omgeving naar het gebied.

Entropie

In deze context: de mate van wanorde van fenomenen in ruimte en tijd.

Epifyten

Planten, die leven op exemplaren van een andere soort zonder daaraan voedsel te onttrekken (Westhoff e.a., 1973).

Epifytenwoestijn

Streek waar vrijwel geen epifyten meer voorkomen, hoofdzakelijk als gevolg van luchtverontreiniging (Westhoff e.a., 1973).

Estuarium

Riviermond waar de invloed van de getijden duidelijk merkbaar is.

Eu-litoraal

Kustzône tussen de bovengrens van de sublitorale zône (zie aldaar) en een niveau dat gewoonlijk enige centimeters beneden de gemiddelde hoogwaterlijn ligt.

Eutroof

Voedselrijk (milieu) (Westhoff en Den Held, 1969).

Exoot

Soort organisme dat door de mens opzettelijk is ingevoerd in een gebied waar zij oorspronkelijk niet voorkwam.

Fluviatiel

In of door toedoen van een rivier gevormd.

Forese

Het verband tussen twee verschillende diersoorten, waarbij het ene dier het andere als vervoermiddel gebruikt.

Freatofiele vegetatie

Plantengemeenschap, die gedurende het gehele jaar of een deel van het jaar binnen de invloedssfeer van het ondiepe grondwater (freatisch vlak) groeit.

Functiegebied

Gebied dat een specifieke functie heeft voor dieren; het vormt een meer of minder belangrijk deel van de habitat (broedgebied, dispersiegebied, doortrekgebied en pleistergebied); functiegebieden kunnen nader worden onderverdeeld, zoals binnen een broedgebied: voortplantingsplaats (nest of hol) en foerageergebied.

Fysische gradiënt

Geleidelijke verandering in de ruimte van een fysische of chemische grootheid, zoals temperatuur, druk of concentratie, waardoor materie en/of energie van het ene gebied naar het andere stroomt.

Geeutrofieerd

Milieu (gewoonlijk water), dat voedselrijker geworden is dan het voorheen was, gewoonlijk als gevolg van directe of indirecte menselijke invloed (Westhoff en Den Held, 1969).

Geotoop

Een naar vorm en werking homogeen en herkenbaar gedeelte van de geosfeer; het betreft relatief grote landschappelijke eenheden, die weliswaar gekenmerkt worden door een zekere uitwendige homogeniteit, maar waarvan de inwendige heterogeniteit meer of minder groot is (G.E.M., 1978).

Gesloten systeem

Een systeem zonder relaties met de omgeving; een theoretische situatie, want een systeem treedt in feite altijd in wisselwerking met zijn omgeving (Bertels en Nauta, 1969).

Getij

Het periodieke rijzen en dalen van de waterspiegel, veroorzaakt door de aantrekkingskrachten van de maan en de zon op de draaiende aarde.

Getijstroom

Periodieke horizontale beweging van het zeewater.

Guanotrofie

Bemesting door ter plaatse massaal broedende of regelmatig vertoevende vogels.

Halofyt

Zoutplant, plant die op zilte grond of in zout water leeft en vaak voorzien is van speciale inrichtingen om het bestaan onder zulke extreme omstandigheden te verzekeren (Westhoff e.a., 1973).

Horizontale of chorologische relatie

Relatie tussen ruimtelijk gescheiden gebieden.

Hypertroof

Zeer voedselrijk milieu, meestal ten gevolge van verontreiniging (Westhoff e.a., 1973).

Immigratie

Het binnentrekken en zich vestigen in een gebied.

Immissie

Invoer (vooral gebruikt bij belasting van een systeem met verontreiniging)(G.E.M., 1978).

Indifferente of neutrale relatie

Relatie, waarbij er sprake is van uitwisseling van materie, energie en/of organismen tussen gebieden, maar dit niet tot uitdrukking komt in de organismen en levensgemeenschappen van deze gebieden (*bijvoorbeeld ten gevolge van buffering*).

Indifferente richting

Een niet voorspelbare richting bij bewegingen van abiotische agentia of verplaatsingen van organismen.

Infiltratie

Indringen van regenwater of oppervlaktewater in de grond.

Informatie

In deze context: mate van afleesbare ordening van een systeem.

Interrelatie

Ruimtelijke relatie tussen te onderscheiden gebieden op een bepaald schaalniveau.

Intrarelatie

Ruimtelijke relatie binnen te onderscheiden gebieden op een bepaald schaalniveau.

Inkomst- en herkomstgebieden

Gebieden, waartussen relaties worden onderhouden door uitwisseling van materie, energie en/of organismen.

Invasie

Influx van organismen, veroorzaakt door ongunstige leefomstandigheden in een herkomstgebied; hierbij spelen zowel dichtheid van de populatie als klimaat en gebrek aan voedsel een rol, echter nooit uitsluitend de dichtheid.

Invloedsgebied

Inkomst- of herkomstgebied, waarvan de milieuomstandigheden onder invloed staan van een abiotisch agens (inclusief het mechanisch transport door de mens); de levensgemeenschap(pen) is (zijn) afhankelijk van de betreffende aan- en/of afvoer.

Isolatie

Situatie, waarbij verplaatsing van materie, energie en/of organismen vanuit of naar een bepaald gebied niet mogelijk is door de aanwezigheid van een barrière of het ontbreken van een medium.

Katadrome trek

Trek van waterorganismen, die hun groeifase in het zoete water doorbrengen, naar zee om zich voort te planten.

Kosmopoliet

Soort waarvan het areaal vrijwel de gehele aarde omvat.

Kwel

Het doorsijpelen of filtreren van water van een hoger naar een lager niveau door een waterdoorlatende grondlaag.

Kwelder

Niet dagelijks overstroomde, min of meer begroeide zône langs de Waddenkust (in ZW-Nederland schor of gors genaamd).

Landschapsecologische relatie

Het verband tussen ruimtelijk gescheiden gebieden; een abstract begrip, gebruikt ter aanduiding van het resultaat van een verzameling processen, die samen het verband bepalen.

Litoraal

Kuststrook; het milieu gelegen tussen het niveau waar beneden geen plantengroei meer mogelijk is en het niveau waarop vloed- en stuifwater geen invloed meer op de vegetatie uitoefenen (Westhoff en Den Held, 1969).

Macrogradiënt

Milieugradiënt over grotere afstand, ten minste een serie geotopen omvattend (G.E.M., 1978).

Meander

Kronkel van een rivier of beek.

Medium

Datgene waarlangs, waardoor of waarin één of meer agentia zich bewegen; hierbij is het mogelijk dat een agens tevens medium is voor een ander agens.

Mesotroof

Intermediair milieu tussen voedselrijk en voedselarm (Westhoff en Den Held, 1969).

Metastabiel evenwicht

In deze context: een evenwicht dat zich opnieuw instelt na het overschrijden van een drempelwaarde.

Milieugradiënt

Min of meer geleidelijke verandering in de ruimte van de waarde(n) van één of meer milieufactoren.

Niet-dichtheidsafhankelijke relatie

Relatie, die optreedt door de verplaatsing van organismen, die niet het gevolg is van de dichtheid van een populatie; hierbij spelen factoren als klimaat en beschikbaarheid van voedsel een rol.

Nivellering

In deze context: ontwikkeling in de richting van een verlaging van de ruimtelijke variatie van een ecosysteem of van meerdere met elkaar samenhangende ecosystemen.

Oligotroof

Voedselarm (milieu) (Westhoff en Den Held, 1969).

Ombrotroof

Milieu, waarin het water en de daarin opgeloste stoffen uitsluitend van de neerslag en niet van het grondwater of oppervlaktewater afkomstig zijn (Westhoff en Den Held, 1969).

Open systeem

Een systeem met relaties met de omgeving; een dergelijk systeem heeft een continu veranderende samenstelling door verandering(en) in de relatie(s) met de omgeving (Bertels en Nauta, 1969).

Paaien

Het doen vrijkomen van eitjes en sperma door waterorganismen.

Paaigrond

Min of meer vaststaand gebied, waar elk jaar het paaien van een bepaalde soort waterorganisme plaats vindt.

Paaitrek

De trek van voedselgrond naar paaiplaats.

Patroon

In deze context: het geheel van ruimtelijke verschillen en overeenkomsten, tot uitdrukking komend in een bepaalde ruimtelijke ordening van fenomenen.

Proces

De verandering van een grootheid in de tijd.

Regulatiefunctie

Functie van het landschap betreffende de ordening van abiotische processen in ruimte en tijd en het in stand houden van organismen en hun levensgemeenschappen.

Regulator

Artefact met behulp waarvan een natuurlijk agens in ruimte en/of tijd gestuurd kan worden.

Relatie

Verband tussen zekere entiteiten.

Remigratie

Beweging van organismen, waarbij de terugkeer naar het oorspronkelijke gebied niet binnen dezelfde generatie plaats vindt, maar geleidelijk wordt volbracht.

Reststroom

De horizontale verplaatsing van zeewater, die overblijft wanneer de getijstromen buiten beschouwing worden gelaten; ze worden veroorzaakt door temperatuurverschillen, verschillen in zoutgehalte, overheersende windrichtingen, invloed van de Golfstroom, enzovoort.

Ruimtelijk relatiestelsel

Het geheel van bij een ruimtelijke relatie betrokken gebieden, agentia en media, alsmede de ruimtelijke betrekkingen, die hiervan het resultaat zijn.

Structuur

Het geheel der relaties, die gelden tussen de elementen van een systeem (Bertels en Nauta, 1969).

Sublitoraal

Kustzône, gelegen tussen het niveau waar beneden geen plantengroei mogelijk is en het niveau waar beneden het water in de regel niet zakt; waar getijbeweging is, komt de laatste grens ongeveer overeen met de gemiddelde laagwaterstand bij springtij (Westhoff en Den Held, 1969).

Supralitoraal

Kuststrook, gelegen tussen de bovengrens van het eu-litoraal (zie aldaar) en het niveau waarboven vloed- en stuifwater geen invloed meer op de vegetatie uitoefenen (Westhoff en Den Held, 1969).

Symbiose

Het samengaan van twee verschillende organismen, waaraan beide voordeel ontlenen.

Systeem

Het geheel van entiteiten, die door relaties onderling verbonden zijn.

Territorium

Het gebied dat een dier gebruikt om voedsel te zoeken, te paren, jongen groot te brengen, te slapen en alle andere activiteiten te ontplooien, die nodig zijn voor het in stand houden van individu en soort; vaak wordt dit gebied of een deel ervan verdedigd tegen indringers.

Tweevoudige relatie

Zodanige betrekking tussen een gebied en zijn omgeving dat er zowel sprake is van een beweging van materie, energie en/of organismen van het gebied naar zijn omgeving als omgekeerd, van de omgeving naar het gebied.

Tweezijdige relatie

Zodanige betrekking tussen twee gebieden, waarbij er een verplaatsing van materie, energie en/of organismen in één richting plaats vindt, dat deze zowel van invloed is op de levensgemeenschap(pen) van het inkomst-, als op die van het herkomstgebied.

Uitwijk

Verplaatsing van organisme(n) ten gevolge van een (tijdelijke) ongeschiktheid van het gangbare leefgebied.

Verspreiding

Het naar alle richtingen trekken van een soort, waarbij de individuen zich op geschikte plaatsen proberen te vestigen.

Verspreidingsgebied

Het globale gebied, waarbinnen zich de plaatsen bevinden waar individuen van een bepaalde soort voorkomen.

Verticale of topologische relatie

Relatie tussen verschillende componenten van één (semi-)terrestrisch ecosysteem op een bepaalde plaats.

Vervangingsreeks

In een zekere volgorde geplaatste groep van vegetatietypen, waarbij de verschillende plaatsen in de reeks worden verklaard door verschillen in de aard en/of de intensiteit van de menselijke beïnvloeding, onder bepaalde abiotische milieuomstandigheden.

Voedselterritorium of foerageergebied

Het gehele gebied dat een dier nodig heeft en gebruikt om voedsel te zoeken en waar het de weg kent.

Voortplantingsterritorium of voortplantingsgebied

Het gebied dat een gebied gebruikt om zich voort te planten.

Wad

Het nog niet met gras begroeide, dagelijks overspoelde en ook dagelijks droogvallende deel van de getijdezône (in ZW-Nederland slik genaamd).

Wantij

Ontmoetingszône in de Waddenzee van getijgolven, die zich vanuit zeegaten tussen de eilanden in de Waddenzee voortplanten.

Wiel

Kolk, ontstaan bij doorbraak van een rivierdijk.

4. Namenlijst

van in de tekst genoemde dieren, planten en plantengemeenschappen; niet opgenomen zijn de soorten organismen, genoemd in overzichtstabellen.

Planten

Engels gras	*Armeria maritima*
Gewone zoutmelde	*Halimione portulacoides*
Gulden boterbloem	*Ranunculus auricomus*
Knolrus	*Juncus gerardii*
Knolvossestaart	*Alopecurus bulbosus*
Kruisbladwalstro	*Galium cruciata*
Kwelderzegge	*Carex extensa*
Melkkruid	*Glaux maritima*
Slanke sleutelbloem	*Primula elatior*
Zilt torkruid	*Oenanthe lachenalii*
Zinkvioltje	*Viola calaminaria*

Plantengemeenschappen

Berkenbroekbossen, verbond der	*Betulion pubescentis*
Beuken-Eikenbos	*Fago-Quercetum*
Beuken-Eikenbos, soortenarme vorm	*Fago-Quercetum,soortenarme vorm*
Biezenknoppen-Pijpestrootjes-verbond	*Junco-Molinion*
Blauwgrasland (Ass. van Spaanse ruiter en Pijpestrootje)	*Cirsio-Molinietum*
Borstelgras-verbond	*Violion caninae*
Buntgrasduin	*Violo-Corynephoretum*
Dopheide-Veenmos-verbond	*Erico-Sphagnion*
Duin-Eikenbos	*Convallario-Quercetum dunense*
Duin-Berkenbos	*Crataego-Betuletum*
Eiken-Berkenbos	*Querco roboris-Betuletum*
Eiken-Haagbeukenbos	*Stellario-Carpinetum*
Engels gras, verbond van	*Armerion maritimae*
Elzen-verbond	*Alnion glutinosae*
Elzen-Vogelkers-verbond	*Alno-Padion*
Essen-Iepenbos	*Fraxino-Ulmetum*
Fluitekruidrijk Essenbos	*Anthrisco-Fraxinetum*
Helm-verbond	*Ammophilion borealis*
Iepenrijk Eiken-Essenbos	*Ulmion carpinifoliae*
Knopbies-verbond	*Caricion davallianae*
Krasiheide-verbond	*Empetrion nigri*
Kweldergras-verbond	*Puccinellion maritimae*
Marjolein-verbond	*Trifolion medii*
Ruigt-Elzenbos	*Macrophorbio-Alnetum*
Schietwilgenbos	*Salicetum albo-fragilis*
Slijkgras-verbond	*Spartinion*
Snavelbies-verbond	*Rhynchosporion albae*
Veenmos en Hoogveengaffeltandmos, verbond van	*Sphagnion fusci*
Veldbiezen-Eikenbos	*Luzulo-Quercetum*
Vochtig Elzen-Essenbos	*Circaeo-Alnion*
Vlier en Berberis, onderverbond met	*Sambuco-Berberidion*
Zeekraal-verbond	*Thero-Salicornion*

Vogels

Aalscholver	*Phalacrocorax carbo*
Appelvink	*Coccothraustes coccothraustes*
Baardmannetje	*Panurus biarmicus*
Barmsijs	*Carduelis flammea*
Bonte strandloper	*Calidris alpina*
Boomleeuwerik	*Lullula arborea*
Brandgans	*Branta leucopsis*
Bruine kiekendief	*Circus aeruginosus*
Cetti's zanger	*Cettia cetti*
Duinpieper	*Anthus campestris*
Dwergstern	*Sterna albifrons*
Eidereend	*Somateria mollissima*
Europese kanarie	*Serinus serinus*
Goudplevier	*Pluvialis apricaria*
Grauwe gans	*Anser anser*
Grote stern	*Sterna sandvicensis*
Havik	*Accipiter gentilis*
Kanoetstrandloper	*Calidris canutus*
Kapmeeuw	*Larus ridibundus*
Kemphaan	*Philomachus pugnax*
Kerkuil	*Tyto alba*
Kluut	*Recurvirostra avocetta*
Knobbelzwaan	*Cygnus olor*
Korhoen	*Lyrurus tetrix*
Krooneend	*Netta rufina*
Kwak	*Nycticorax nycticorax*
Lepelaar	*Platalea leucorodia*
Matkop	*Parus montanus*
Ooievaar	*Ciconia ciconia*
Ortolaan	*Emberiza hortulana*
Purperreiger	*Ardea purpurea*
Raaf	*Corvus corax*
Rode patrijs	*Alectoris rufa*
Rotgans	*Branta bernicla*
Scholekster	*Haematopus ostralegus*
Slechtvalk	*Falco peregrinus*
Smient	*Anas penelope*
Turkse tortel	*Streptopelia decaocto*
Waaierstaartrietzanger	*Cisticola juncidis*
Wulp	*Numenius arquata*

Waterdieren

Adderzeenaald	*Entelurus aequoreus*
Ansjovis	*Engraulis encrasicolus*
Baars	*Perca fluviatilis*
Barbeel	*Barbus barbus*
Beekforel	*Salmo trutta ferio*
Beekprik	*Lampetra planeri*
Bermpje	*Noemacheilus barbatulus*
Blankvoorn	*Rutilus rutilus*
Blauwe wijting	*Micromesistius poutassou*
Blei	*Blicca bjoerkna*
Bot	*Platichthys flesus*
Botervisje	*Pholis gunellus*
Brakwatergarnaal	*Palaemonetes varians*
Brasem	*Abramis brama*
Dikkopje	*Potamoschistus minutus*
Diklippige harder	*Crenimugil labrosus*
Driedoornige stekelbaars	*Gasterosteus aculeatus*
Dunlippige harder	*Liza ramada*
Dwergbolk	*Trisopterus minutus*
Dwergtong	*Buglossidium luteum*
Elft	*Alosa alosa*
Elrits	*Phoxinus phoxinus*
Engelse poon	*Aspitrigla cuculus*
Fint	*Alosa fallax*
Geep	*Belone belone*
Gewone dolfijn	*Delphinus delphis*
Gewone garnaal	*Cragnon cragnon*
Gewone zeehond	*Phoca vitulina*
Grote modderkruiper	*Misgurnus fossilis*
Grijze zeehond	*Halichoerus grypus*
Harder	*Crenimugil labrosus*
Haring	*Clupea harengus*
Hondsvis	*Umbra krameri*
Horsmakreel	*Trachurus trachurus*
Houting	*Coregonus oxyrhynchus*
Kabeljauw	*Gadus morhua*
Karper	*Cyprinus carpio*
Kleine modderkruiper	*Cobitis taenia*
Kleine pieterman	*Trachinus vipera*
Kleurige grondel	*Pomatoschistus pictus*
Kopvoorn	*Leuciscus cephalus*
Makreel	*Scomber scombrus*
Maraene	*Coregonus lavaretus*
Meun	*Ciliata mustela*
Noorse meun	*Ciliata septentrionalis*
Paling	*Anguilla anguilla*
Pitvis	*Callionymus lyra*
Puitaal	*Zoarces viviparus*
Rasterpitvis	*Callionymus reticulatus*
Rietvoorn	*Scardinius erythrophthalmus*
Rivierdonderpad	*Cottus gobio*
Rivierprik	*Lampetra fluviatilis*
Ruwe haai	*Galeorhinus galeus*
Schar	*Limanda limanda*
Schelvis	*Melanogrammus aeglefinus*
Schol	*Pleuronectes platessa*
Smelt	*Hyperoplus lanceolatus*
Schurftvis	*Arnoglossus laterna*
Serpeling	*Leuciscus leuciscus*
Sneep	*Chondostoma nasus*
Snoek	*Esox lucius*
Snoekbaars	*Stizostedion lucioperca*
Snotolf	*Cyclopterus lumpus*
Spiering	*Osmerus eperlanus*
Sprot	*Sprattus sprattus*
Steenbolk	*Trisopterus luscus*
Stekelrog	*Raja clavata*
Steur	*Acipenser sturio*
Tong	*Solea solea*
Tongschar	*Microstomus kitt*
Vlagzalm	*Thymallus thymallus*
Vorskwab	*Raniceps raninus*
Winde	*Leuciscus idus*
Wijting	*Merlangius merlangus*
Zalm	*Salmo salar*
Zandspiering	*Ammodytes tobianus*
Zeebaars	*Dicentrarchus labrax*
Zeeduivel	*Lophius piscatorius*
Zeeengel	*Squatina squatina*
Zeeforel	*Salmo trutta trutta*
Zeelt	*Tinca tinca*
Zeeprik	*Petromyzon marinus*
Zwaardvis	*Xiphias gladius*

Colofon:

typewerk: Y. Hellegering
M. Heijnekamp-Meurs

lay-out : R. Wegman

foto kaft: Olof M. van Hoorn

druk : HPC BV Arnhem

bindwerk : Binderij Arnhem BV Arnhem

oplage : 550 exempl. op 80 grams houtvrij offset