

6455

# DE GOUDEN DELTA 2

Basisgegevens voor ruimtelijke planning in de Schelde delta

O

470

## De Gouden Delta 2

Deze uitgave kwam tot stand met steun van  
de Stichting Leefmilieu, V.Z.W., te Brussel

Voordrachten gehouden op het symposium 'De Gouden Delta 2'  
op 13 februari 1974 te Gent,  
geredigeerd door Prof.dr. H. Gysels

Waterbouwkundig Laboratorium  
Borgerhout

BIBLIOTHEEK

84317

6455

# DE GOUDEN DELTA 2

0307 006 5078



Basisgegevens voor ruimtelijke planning in de Schelde delta



Centrum voor landbouwpublikaties en landbouwdocumentatie

Wageningen - 1975

470



Copyright: Pudoc, Centrum voor landbouwpublicaties en  
landbouwdocumentatie, 1975

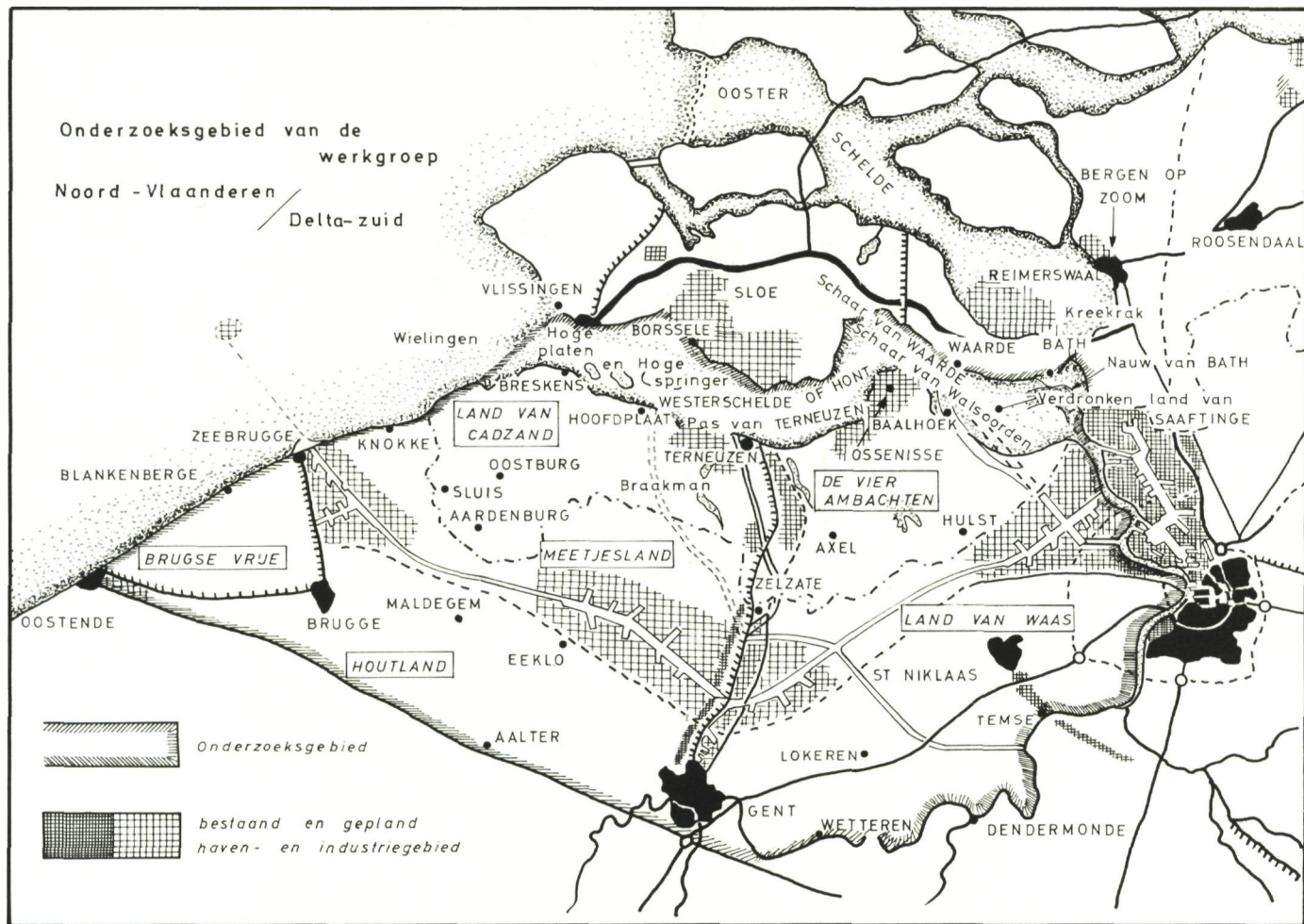
Gedrukt in België

ISBN 90 220 0526 7

## Inhoud

|                                                                                           |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Inleidend woord                                                                           |     |
| H. Gysels - Laboratorium voor Dierkunde-Systematiek,<br>Rijksuniversiteit, Gent           | 1   |
| Model voor de studie van de verontreiniging van het<br>Schelde-estuarium                  | 5   |
| J.J. Peters - Fakulteit Toegepaste Wetenschappen,<br>Vrije Universiteit, Brussel          |     |
| De waterbouwkundige problematiek van de Westerschelde<br>en geplande infrastructuurwerken | 31  |
| J. Theuns - Hoofdingenieur-Directeur van Bruggen en<br>Wegen, Antwerpse Zeediensten       |     |
| De relatie ecologie-planologie                                                            | 63  |
| E. van der Maarel - Afdeling Geobotanie, Katholieke<br>Universiteit, Nijmegen             |     |
| Ecologie en ruimtelijke ordening                                                          | 90  |
| K. Vellema - Rijksplanologische Dienst, Den Haag                                          |     |
| De nederzetting, ecologisch bekeken                                                       | 100 |
| Tj. Deelstra - Afdeling der Bouwkunde, Technische<br>Hogeschool, Delft                    |     |
| Goed dat er grenzen zijn. Zeeuwsch-Vlaanderen in<br>ruimte en tijd                        | 149 |
| A.J. Beenhakker - Provinciale Planologische Dienst<br>voor Zeeland, Middelburg            |     |
| Problemen rond de ruimtelijke ordening van Noordwest<br>België                            | 167 |
| M. Anselin - Seminarie voor Survey en Ruimtelijke<br>Planning, Rijksuniversiteit, Gent    |     |

Onderzoeksgebied van de  
werkgroep  
Noord - Vlaanderen /  
Delta-zuid



## Inleidend woord

H. Gysels, Laboratorium voor Dierkunde-Systematiek, Rijksuniversiteit, Gent

Ruim twee jaar geleden, om precies te zijn, op 24 november 1971, hielden wij het eerste Golden Delta-Symposium. Het ganse gebeuren vertrok vanuit een dubbele motivering, tegelijk vanuit een dubbele bekommernis. Aan de ene kant was er de vaststelling dat een zich steeds versnellende economische en industriële groei in meerdere delen van onze dicht bevolkte landen een steeds zwaardere druk ging uitoefenen op het milieu en niet minder op de mens zelf.

Het werd zonder meer duidelijk, dat economie en industrie uit hun krachten groeiden. De gevolgen van de maatschappelijke wanverhoudingen die hieruit voortvloeiden manifesteerden zich in een aantal probleemgebieden; het sterkst wel in het Rijnmondgebied, de expansiezone bij uitstek van de Nederlanden.

Vrij plotseling werd het tevens duidelijk dat in het kader van een groeiende Europese eenwording ook de Scheldemonding met omliggende gebieden in de stormachtige economische en industriële ontwikkeling een grote rol zou gaan spelen, omdat zij de feitelijke zuidflank is van de zogenaamde Delta, de grote invalspoort voor West- en Centraal-Europa.

De vrees voor het ontstaan van een soort tweede Rijnmondgebied met alle rampzalige konsekwenties voor het milieu, was en is helemaal niet denkbeeldig en vooral vanuit dit gevoel van onbehagen, tegelijk ook vanuit een gevoel van onmacht en ontoereikendheid van de vakkennis met betrekking tot een probleem dat zovele vakgebieden omspannt, groeide de noodzaak tot een multidisciplinaire aanpak.

Aan de andere kant bracht een groeiend milieubewustzijn ook mee, dat biologen en oekologen niet langer alleen stonden in hun eenzame strijd voor het behoud van typische landschappen, voor karakteristieke dier- en plantesoorten, voor een gave natuur als het kader waarin in feite alle menselijke handelingen zich dienen

af te spelen.

Voor het eerst werden ook de rollen af en toe eens omgekeerd: kwamen voorheen de verwijten steeds van de oekologische kant en waren zij gericht aan ingenieurs, ekonomen en urbanisten die vrijwel doorlopend de elementairste oekologische principes met de voeten traden, dan hoorde men nu steeds vaker ook het verwijt dat de oekoloog in zijn beoordeling van wat er met onze ruimte aan de hand is, zich doorgaans té uitsluitend op het standpunt stelde van zijn eigen vak.

Deze opmerking werd zeer goed onder woorden gebracht, nu volle twee jaar geleden, en eigenlijk werd zij in geen van de discussies die bij het eerste Delta-symposium behoorden, expliciet beantwoord. Het is dus de hoogste tijd, dat er vandaag op ingegaan wordt. De opmerking behelsde ongeveer het volgende:

"Er zijn de uitspraken die de mening vooropstellen dat de natuur de absolute bovenhand zou moeten halen op het zuiver pecuniaire, materiële vlak, alsook op het gebied van de tewerkstelling. Indien de oermens op een dergelijke manier geredeneerd had, dan waren we nu nog allemaal oermens gebleven, wat ook rampzalige gevolgen zou gehad hebben.

Wenselijker lijkt het dat ekonomen, sociologen, geografen, ingenieurs, oekologen en anderen tot een samenspraak zouden komen, en trachten de behoeften van de mens - die in feite oneindig zijn, zowel op het materiële als op het a-materiële vlak - te vatten en hierin prioriteiten vast te leggen. Het resultaat moet dan zijn een plan dat ons vertelt hoe aan deze diverse behoeften wordt tegemoet gekomen en hoe de ruimte hiervoor moet worden ingericht. In feite betekent dit dus ruimtelijke ordening, wat neerkomt op het zoeken naar een evenwicht. Dit kan enkel gebeuren door een open samenspraak tussen verschillende specialisten, die één enkel doel moeten voor ogen houden: de mens met zijn verschillende behoeften."

Vandaag zijn wij het daarover allen eens: het gaat om de mens, in de eerste plaats, maar dan wel degelijk de mens die zich opnieuw en bewust wil integreren in zijn natuurlijk milieu, waaruit hij ontstaan is en waarvan hij nog altijd in essentie afhankelijk is.

Het eerste Golden Delta-Symposium was trouwens op zichzelf al



een duidelijke weerspiegeling van die stellingname. Het programma was zo breed mogelijk opgezet, om toch vooral, in een gewetensvolle zucht naar een volledige benadering, geen enkele stem vanuit welk vakgebied dan ook, over het hoofd te zien.

Het resultaat was, bijna uiteraard, een zwaar, om niet te zeggen overladen programma dat bij velen weliswaar omwille van de brede kijk tot grote tevredenheid leidde, maar dat bij anderen toch ook een zeker gevoel van wrevel achterliet, omdat men duidelijk de beperking voelde waar het de feiten betrof en waar de noodzakelijke uitdieping van de problemen bij gebrek aan tijd moest achterwege blijven.

Het was dan ook niet te verwonderen dat nog op dezelfde dag, tijdens de plenaire discussie die de konklusies en moties van het symposium voorbereidde, het principiële besluit genomen werd om een werkgroep op te richten, die trouwens weldra de geschiedenis inging als de werkgroep Noord-Vlaanderen/Delta-zuid, een naam die aan duidelijkheid wel niets te wensen overlaat.

De werkgroep trachtte, in de multidisciplinaire geest van het eerste symposium, zoveel mogelijk wetenschapstakken in zijn activiteit te betrekken en beoogde aldus te werken binnen een brede waaier, gaande van pure natuurwetenschappen als biologie en geografie, over de toegepaste wetenschappen o.a. landbouw en waterbouwkunde, tot menswetenschappen als sociologie en moraalfilosofie. Tegelijk werd er naar gestreefd, naast de universitaire kernen een zo groot mogelijk aantal medewerkers te betrekken die buiten de universiteit hun werkkring vinden, liefst wonend of werkzaam in verschillende delen van ons onderzoeksgebied. Dit verklaart waarom er in de werkgroep ook mensen zitten met beroepen als bv. huisarts, leraar, landbouwingenieur, bedrijfseconoom, landbouwer, konservator, sociaal werker, politiemann, techniker, politiek funktionaris enz. Met nadruk wordt hier verklaard, dat hun bijdragen tot het elementaire en het essentiële werk behoren en mede helpen vermijden dat er in hooggeleerde kringen wordt gewerkt aan papieren konstrukties die het nodige kontakt met de realiteit zouden missen, zoals dat helaas in bepaalde ambtelijke kringen al te vaak blijkt voor te komen.

Het hoger geschetste opzet is echter niet helemaal gelukt, bij gebrek aan mankracht en soms ook bij gebrek aan volharding. Van-

daag bestaat de werkgroep uit vier sekties die levenskrachtig zijn en die het leeuwendeel van het werk voor zich nemen: het zijn de sekties aardrijkskunde, biologie, economie-sociologie en ruimtelijke ordening. Alle vier zijn zij in hun onderzoek zover gevorderd, dat een vergelijking en een aan elkaar toetsen van de resultaten mogelijk en zinvol wordt. Wij koesteren de gerechvaardigde hoop om over nog eens twee jaar, eventueel op een derde Golden Delta-Symposium hier de globale resultaten van het onderzoek naar voren te kunnen brengen en te bespreken.

Ondertussen hebben wij nog grote behoefte aan informatie betreffende de meest uiteenlopende zaken, maar er is vooral de noodzaak van de pure vakinformatie, die slechts de specialisten in de verschillende disciplines ons kunnen brengen.

Dit laatste is dan vooral de aanleiding geweest tot het inrichten van dit tweede Golden Delta-Symposium. Wij hebben vandaag op het programma een aantal sprekers die ons zullen onderhouden over gebieden waarover wij, als werkgroep, wisten dat ze nog grote hiaten vertoonden in onze parate kennis. Er komen in de eerste plaats straks twee waterbouwkundigen aan het woord, over h  t probleem, dat als geen ander aan de basis ligt van de ganse thematiek, die ons vandaag beroert: de bevaarbaarheid en de vervuiling van de Schelde.

Twee sprekers, een bioloog en een stedenbouwkundige handelen over het zeer moderne gemeenschappelijke randgebied tussen twee oude wetenschappen: de oekologie en de planologie. Tenslotte, vóór de film, die zowat alle betogen van vandaag onderlijnt en benadrukt en die gemaakt is door iemand, die onderwijsman, journalist   n ornitoloog is, komen de planologen zelf aan het woord. Het zijn een ingenieur en een ekonoom, als weinige anderen in onze landen beslagen zowel in de theorie als in de praktijk van de ruimtelijke ordening. Zij allen zullen ons vertellen waarom het goed is, dat er grenzen zijn: aan de bevolkingsdichtheid, aan de economische groei en aan het onherstelbaar verknoeien van het water en de ruimte van Zeeland en van Vlaanderen.

# **Model voor de studie van de verontreiniging van het Schelde-estuarium**

J.J. Peters, Fakulteit Toegepaste Wetenschappen, Vrije Universiteit, Brussel

## **Inleiding**

Estuaria zijn altijd aantrekkingspolen geweest voor de menselijke activiteiten. Havens en de daaraan verbonden steden en industrieën hebben zich langsheen estuaria gevestigd en ontwikkeld. In onze sterk bevolkte en geïndustrialiseerde landen komen grote hoeveelheden afvalwater van de stroombekkens uiteindelijk terecht in de estuaria.

Vlakte-estuaria, zoals de Schelde, zijn dikwijls zeer jong en evolueren nog steeds naar een evenwichtstoestand die echter gestoord wordt door de menselijke ingreep, zoals indijkingen of verbeteringswerken ten bate van de bevaarbaarheid.

De menging van het rivierwater met het zeewater bepaalt in deze estuaria zeer complexe middens, zowel uit fysisch, chemisch als biologisch oogpunt.

De verontreinigingsmechanismen van estuaria moeten bestudeerd worden rekening houdend met de vele en ingewikkelde fenomenen verbonden aan deze drie disciplines. De verschijnselen zijn echter onderling afhankelijk, en het is dus moeilijk ze te scheiden.

De bedoeling is hier enkele belangrijke hydrodynamische aspecten te belichten alsmede hun invloed op de verontreinigingsmechanismen van het Schelde-estuarium.

## **Beschrijving van de water- en zoutcirculaties in een estuarium**

### *Definitie*

Morfologisch kan, volgens de klassificatie van Pritchard (1952), de Schelde gerangschikt worden onder de kustvlakte-estuaria.

In de meeste studies betreffende estuaria, zowel in de domeinen

van de exakte als van de toegepaste wetenschappen, speelt de menging van zoet en zout water een belangrijke rol.

Bijgevolg wordt meestal de definitie van Cameron en Pritchard (1963) aangewend, welke zegt dat "een estuarium een half omsloten kustwater is, vrij verbonden met de open zee en waarin zee-water op meetbare wijze verdund wordt met het zoete water dat van het land afvloeit". Deze definitie bevat drie belangrijke aspecten.

Het eerste: een half omsloten kustwater, betekent dat de bodem en de oevers sterk de stromingen beïnvloeden, denken we hier aan het ingewikkeld geulenstelsel van de Schelde.

Het tweede: vrij verbonden met de open zee, betekent dat de tijgolf, en dus ook het zeewater, onbelemmerd in het estuarium kan binnendringen.

Het derde: in hetwelk zeewater op meetbare wijze verdund wordt met het zoete water dat van het land afvloeit, betekent dat deze verdunning verantwoordelijk is voor het ontstaan van zoutgradiënten, en dus densiteitsgradiënten. Deze bepalen de bijzondere stromingen van estuaria die verder besproken worden.

#### *Enkele morfologische en hydrologische aspecten van het Schelde-estuarium*

Voor algemene gegevens van het Schelde-estuarium kan verwezen worden naar publikaties van Codde (1951, 1958), Valcke et al. (1966), Theuns en Coen (1973) en andere rapporten van het Ministerie van Openbare Werken in België.

Het bestaat uit het mondingsgebied afwaarts Vlissingen, de Schelde tot aan de stuw van Gentbrugge, gelegen 160 km opwaarts Vlissingen, en de bijrivieren Dender, Durme en Rupel met de Kleine Nete, Grote Nete, Beneden Nete, Dijle en Zenne.

Een merkwaardige eigenschap van vele kustvlakte-estuaria is de exponentiële stijging van de oppervlakte van de dwarssektie naar de monding toe. Dit stemt overeen met een evenwichtsaanpassing op lange termijn tussen sedimentatie en erosie door de tijdstromingen.

In de Schelde is dit ook het geval, met echter een verschillend verloop op- en afwaarts Hansweert (ongeveer km 40) (fig. 1).

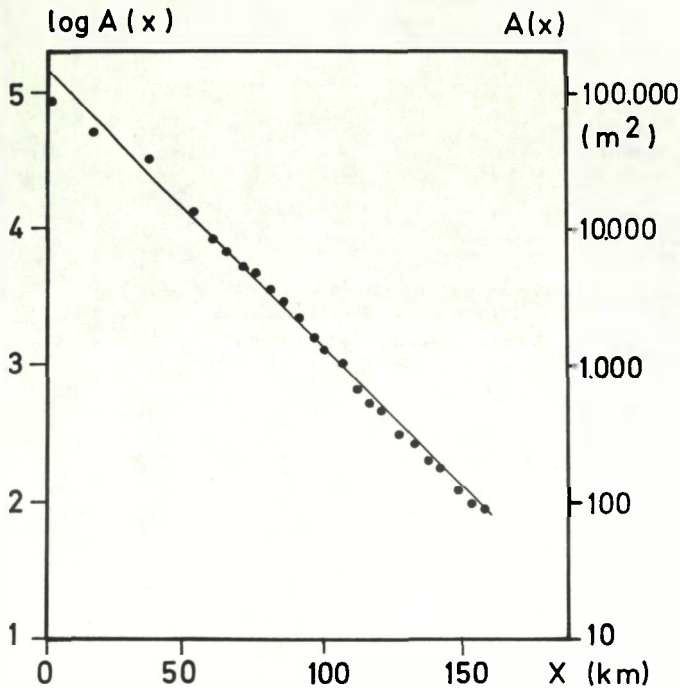


Fig.1. Verloop van de oppervlakte van de natte dwarsdoorsnede

#### Getijden

De tijgolf aan de monding bestaat voornamelijk uit het half-dagelijks maangetij (M2) met een periode van 12u 25 min. De amplitude stijgt van ongeveer 4 m in zee tot ongeveer 5 m in Antwerpen en daalt tot ongeveer 2 m in Gentbrugge (zie Theuns en Coen, 1973).

De voortplanting van de tijgolf veroorzaakt een horizontale waterbeweging langsheen de rivier. Bij de vloed komt er in Vlissingen gemiddeld  $1,0 \times 10^9 \text{ m}^3$  water het estuarium binnengestroomd. Het verloop van dit vloedvolume volgens de langsas voor gemiddeld tij en springtij is weergegeven in fig. 2.

#### Bovendebieten

De bovendebieten van het Schelde-estuarium zijn zeer laag. In Schelle, onmiddellijk afwaarts de Rupelmonding, wordt het gemiddeld debiet geschat op  $80 \text{ m}^3/\text{sec}$ , wat per getij overeenstemt met een zoetwatervolume van  $6 \times 10^6 \text{ m}^3$ .

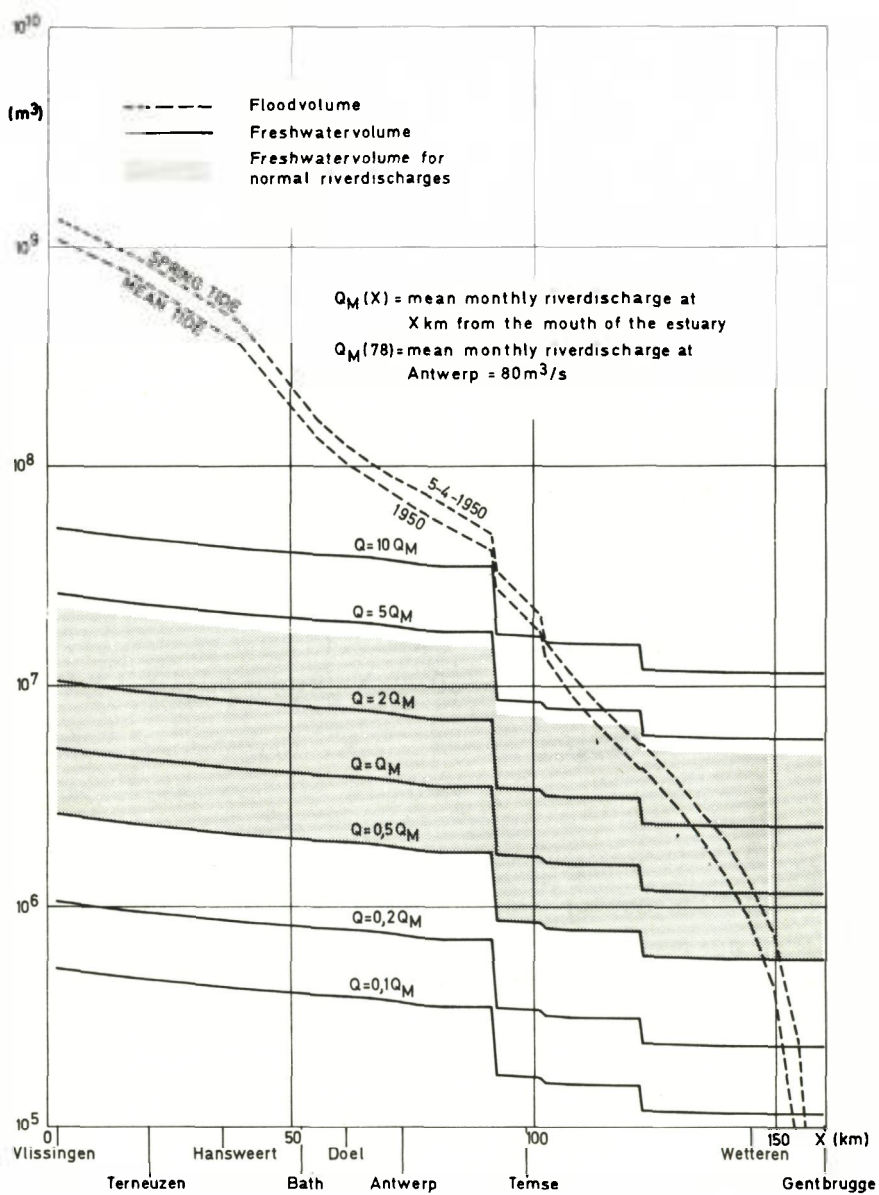


Fig.2. Verloop van vloedvolume en zoetwatervolume



Het verloop van het bovendebiet volgens de langsas van de Schelde wordt voorgesteld in fig. 2 voor verschillende mogelijke debieten in Schelle gaande van  $8 \text{ m}^3/\text{sec}$  tot  $800 \text{ m}^3/\text{sec}$ . Maand-debieten in Schelle kleiner dan  $40 \text{ m}^3/\text{sec}$  en groter dan  $350 \text{ m}^3/\text{sec}$  mogen als uitzonderlijk beschouwd worden.

Klassifikatie van het Schelde-estuarium volgens de zout- en watercirculaties

#### *Estuariumtypen*

Kustvlakte-estuaria werden tot op heden het meest bestudeerd. In deze groep komen grote verschillen voor in de waterbewegingen, densiteitsstratifikatie en mengingsprocessen. Dit leidde tot een klassifikatie berustend op de zoutverdeling en de stromingskarakteristieken in het estuarium.

Pritchard (1967) definieert vier hoofdgroepen:

Sterk gelaagd of zoutwig, tweelagenstroming met meevoeren 'advection' van zout water, gedeeltelijk gelaagd met verticale menging, vertikaal homogeen estuarium. Deze laatste groep wordt onderverdeeld in zijwaarts homogene en zijwaarts niet-homogene estuaria.

In feite maken deze soorten estuaria deel uit van een continue reeks, gaande van het zoutwig-estuarium tot het homogene estuarium (fig. 3).

- Zoutwig-estuarium (fig. 3A). Het zoete water stroomt over het zoute water. De tijenergie is onvoldoende om het scheidingsvlak tussen zout en zoet water te verstoren. De diepliggende zeewater-massa ondergaat een geringe neerbeweging onder invloed van de wrijvingskrachten uitgeoefend door de zoetwaterstroming. Voorbeelden van dit type estuarium zijn de mondingsgebieden van Mississippi, Vellar, Zaïre enz., ze hebben alle een geringe tij-energie en een relatief hoog bovendebiet.

Volgens Bowden (1967) is de verhouding tussen vloedvolume en zoetwatervolume (zie hoofdstuk 'Algemeen - Definitie') ongeveer 1 of minder voor dit type estuarium.

- Tweelagen-estuarium met meevoeren van zoutwater (fig. 3B). Wan-

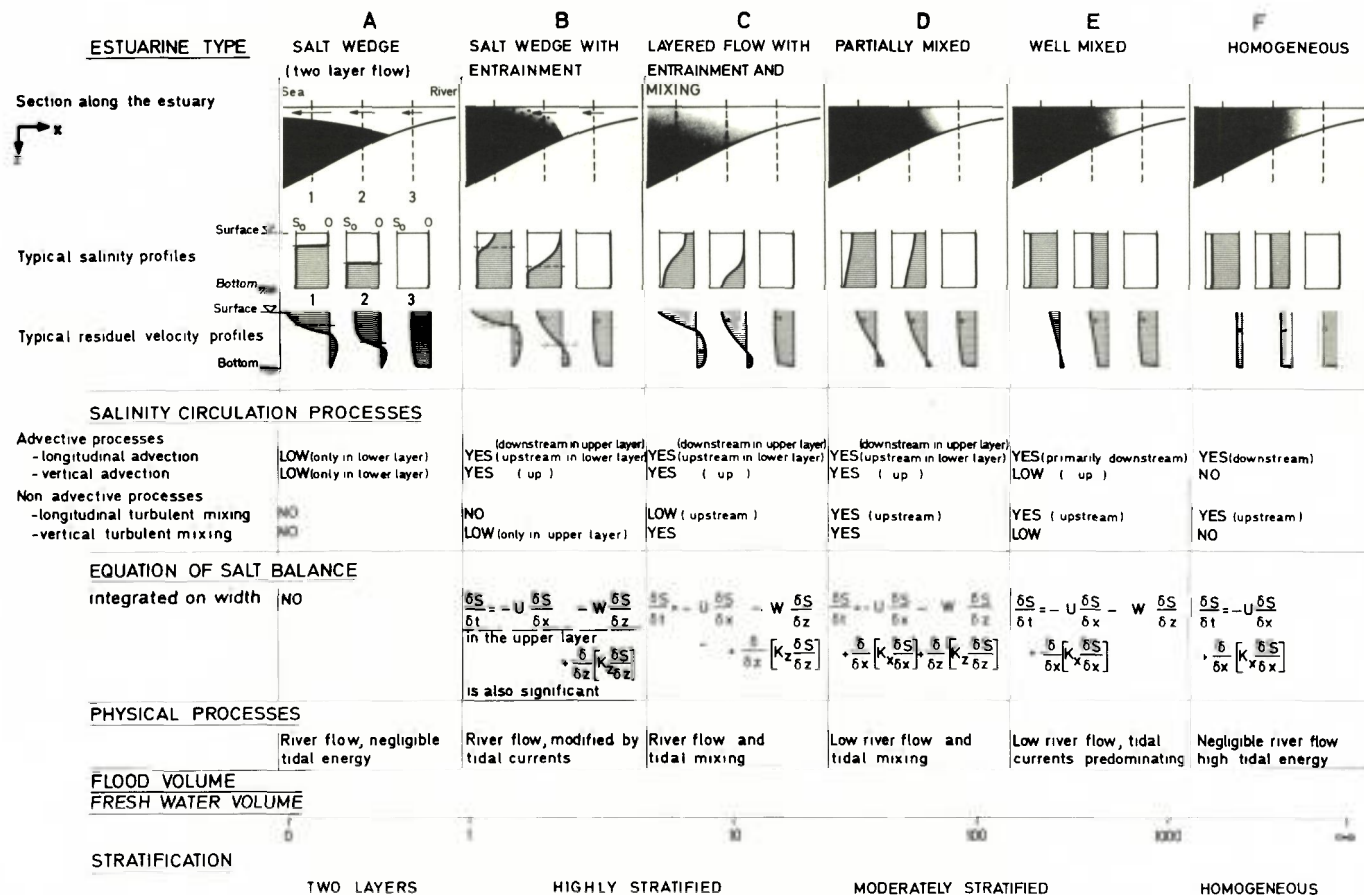


Fig.3. Estuariumtypen

neer de tij-energie voldoende is om het scheidingsvlak tussen de zout- en de zoetwatermassa te verstoren, zonder echter een verticale menging te veroorzaken, zullen deeltjes van het onderliggende zeewater in het zoete water terecht komen en door deze naar zee teruggevoerd worden. Het zoutgehalte van de bovenstroom zal dus stijgen naarmate men de zee nadert.

Een voorbeeld van dit estuarium is de Savannah (Verenigde Staten).

Volgens Bowden (1967) is de verhouding tussen vloedvolume en zoutwatervolume gelegen tussen 1 en 10.

- Gedeeltelijk gelaagd estuarium, met verticale menging (fig. 4C en D). Wanneer de tij-energie voldoende groot wordt, zullen de zoet- en de zoutwatermassa's onderling mengen. Naarmate de menging groter is, wordt het zout eerder opwaarts getransporteerd door turbulente diffusie dan door advektie, en verminderen de verticale zoutgradiënten.

Voorbeelden van dit type estuarium zijn de James River, Mersey, Schelde enz. Zij hebben alle een grote tij-energie en een relatief gering bovendebiet.

De verhouding tussen vloedvolume en zoetwatervolume gaat van 10 tot meer dan 100.

- Vertikaal homogeen estuarium (fig. 3E en F). Wanneer de menging tussen zout en zoet water zo intens is dat er geen gelaagdheid meer is, zowel voor het zout als voor de stromingen, kan men spreken van een homogeen estuarium. Het zout ondergaat een opwaarts transport alleen door turbulente diffusie. Dit is alleen maar mogelijk met een enorme tij-energie, een zeer gering bovendebiet en een kronkelige vorm van het estuarium. Een typisch voorbeeld is het Bristol Channel (Engeland) waar de tij-amplitude meer dan 15 m kan bedragen bij springtij. De verhouding tussen vloedvolume en zoetwatervolume moet van de grootte-orde zijn van 1000 of meer.

Het bestaan van homogene estuaria wordt heden in twijfel gebracht, daar zeer kleine gelaagdheden moeilijk te merken zijn, vooral omdat met gemiddelde waarden wordt gewerkt (zie fig. 3E).

Het rangschikken van een estuarium in een of andere klasse, op basis van de zoutstratifikatie of van de verhouding tussen vloed en zoetwatervolumes, moet omzichtig gebeuren omdat deze verande-

ren met plaats, getij, bovendebiet en ook omdat andere factoren, zoals morfologie van de rivier, de stromingsgelaagdheid beïnvloeden. Pritchard (1955) beschouwt ook de estuariumdiepte en -breedte als belangrijke factoren om estuaria in een klasse te rangschikken.

Andere criteria worden aangewend zoals stratifikatie-parameters (Ippen & Harleman, 1961) of een stratifikatie-circulatiediagram (Hansen & Rattray, 1966).

De estuaria zijn echter zo ingewikkeld dat langdurige en uitgebreide natuurmetingen een noodzaak zijn om de zout- en water-circulaties van elk estuarium te begrijpen daar het telkens als een specifiek geval moet worden beschouwd.

#### *Verdeling van het zoutgehalte in het Schelde-estuarium*

Op basis van de zoutgehalten, en vooral de zoutgradiënten, kan men reeds een eerste analyse maken van de mengingsprocessen.

De laatste jaren werden een reeks metingen uitgevoerd die tot de conclusie geleid hebben, dat het Schelde-estuarium een gedeeltelijk gelaagd estuarium is (De Pauw & Peters, 1973), in tegenstelling met de tot dan aangenomen hypothese van een praktisch homogeen estuarium (Codde, 1958; Wartel, 1972).

- Verloop van het zoutgehalte volgens de langsas. Het zoutgehalte verloopt regelmatig tussen zeewater en zoetwater. Dit verloop ondergaat horizontale verplaatsingen onder invloed van het getij en van het bovendebiet (fig. 4).

- Verloop van het zoutgehalte in een dwarssektie. Overal in de brakwaterzone zijn er laterale en verticale gradiënten in een dwarssektie (fig. 5) die echter altijd klein zijn.

Enkele voorbeelden van ogenblikkelijke verticale zoutgradiënten zijn weergegeven in fig. 6. Het zoutgehalte bij de bodem is altijd gelijk aan of groter dan het zoutgehalte bij de oppervlakte van het water.

Enkele voorbeelden van het verloop gedurende het getij zijn weergegeven in fig. 7.

Het estuarium kan in drie zones onderverdeeld worden (fig. 8):  
Zone 1: Zoetwaterzone van Gentbrugge tot de Rupelmonding bij lage

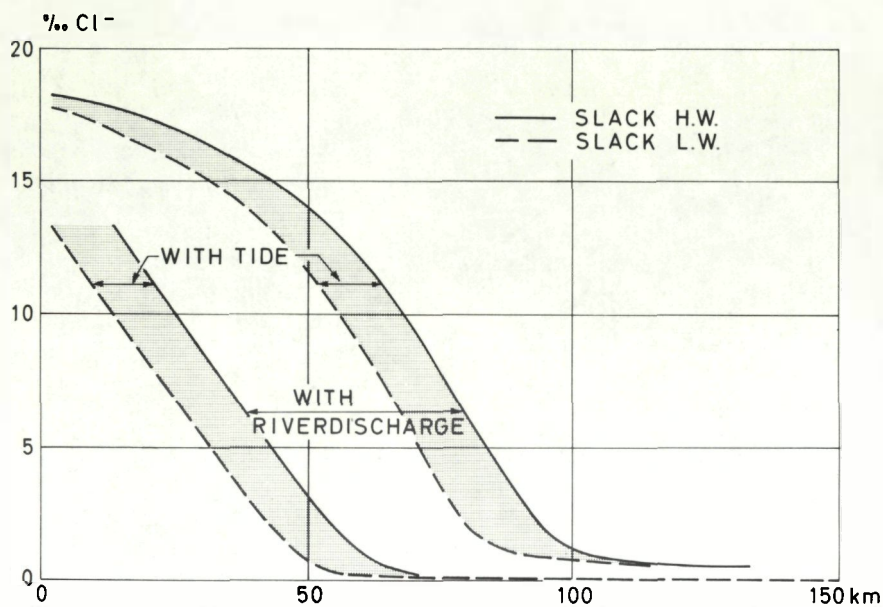


Fig.4. Veranderingen van zoutgehalte met getij en bovendebiet - periode 1966-1973

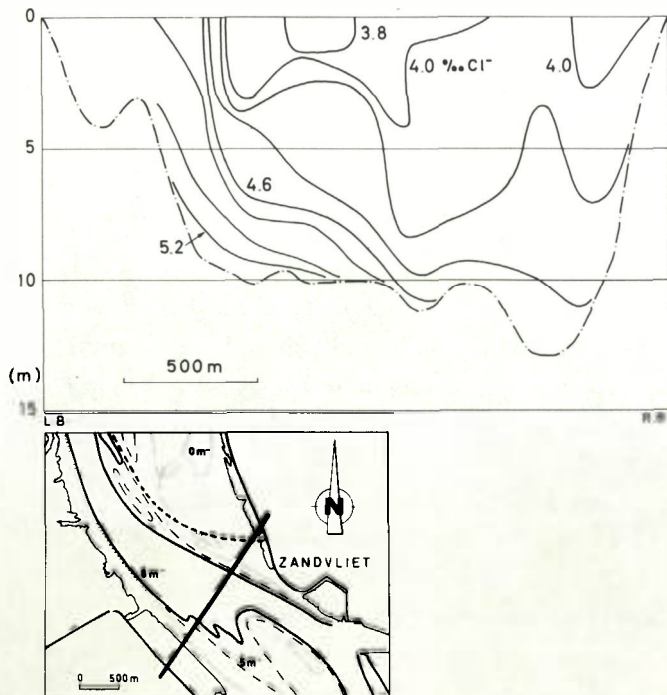


Fig.5. Zoutverschillen in een dwarssectie

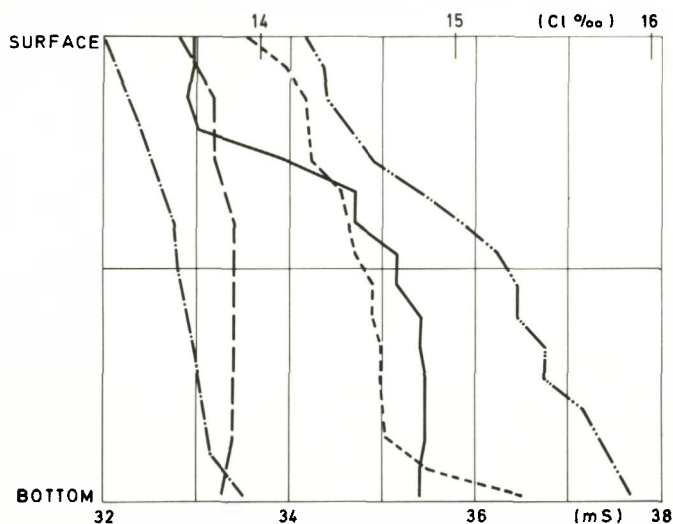


Fig.6. Ogenblikkelijke verticale zoutverschillen

bovendebieten of tot de havenstreek van Antwerpen bij hoge debieten. Er is geen zoutstratifikatie.

Zone 2: Onmiddellijk afwaarts zone 1; deze reikt tot Hansweert bij gemiddelde bovendebieten tot afwaarts Terneuzen bij hoge debieten en tot Baalhoek bij lage debieten. Het zoutgehalte stijgt vlug naar afwaarts met een gradiënt van 0,250 g Cl/l ( $\text{Cl}^{\circ}/_{\infty}$  per kilometer.

De variatie van het zoutgehalte gedurende een getij en het gemiddeld verschil in zoutgehalte tussen oppervlakte en bodem in een vast punt, verlopen beide naar een maximum in de streek tussen Bath (km 51) en Doel (km 61). De menging is er dus het slechtst en het estuarium kan er gedefinieerd worden als een ge-laagd estuarium met verticale menging.

Zone 3: Afwaarts zone 2 en reikend tot in het mondingsgebied ligt zone 3, waar het eb- en vloedgeulensysteem goed ontwikkeld is. Het zoutgehalte stijgt er trager naar zee toe, met een gemiddelde gradiënt van 0,100 g Cl/l ( $\text{Cl}^{\circ}/_{\infty}$ ) per kilometer.

In de hoofdgeul of ebgeul, is de menging intens en vindt men lage zoutverschillen tussen oppervlaktewater en water bij de bodem.



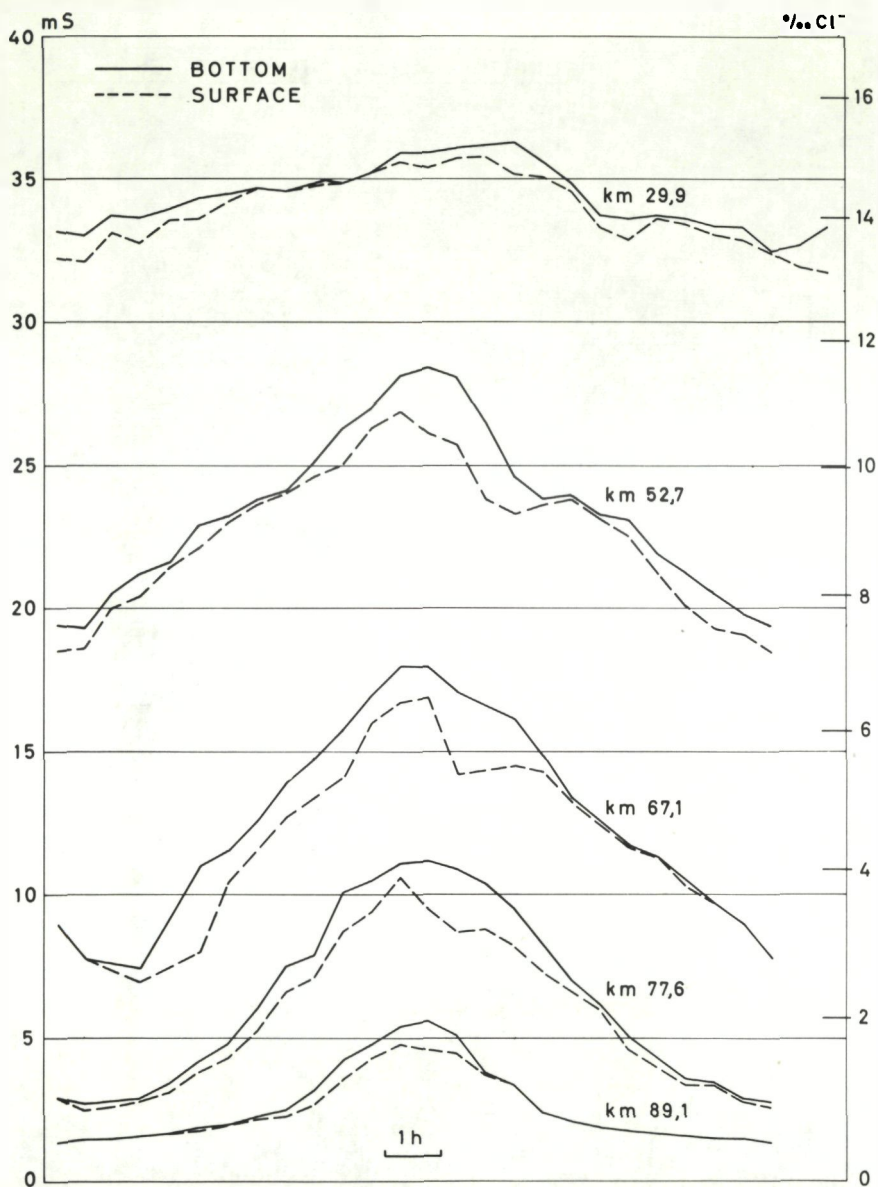


Fig.7. Veranderingen van zoutgehalte gedurende het getij

In de vloedgeulen daarentegen of bij de zandbanken, is de menging geringer en is de zoutstratifikatie groter.

In de ebgeulen zal het zout een opwaarts transport ondergaan voornamelijk door turbulente diffusie, terwijl in de vloedgeulen het meer door advektie zal gebeuren.

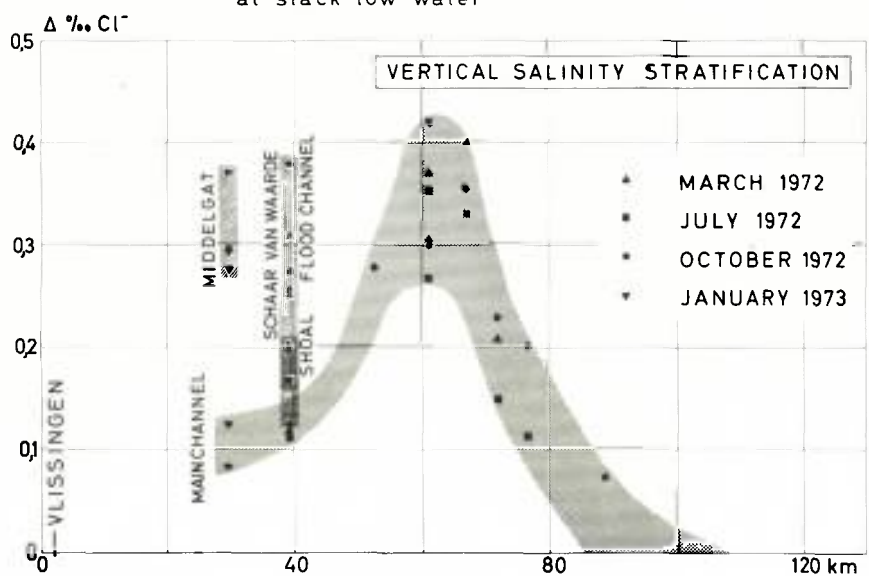
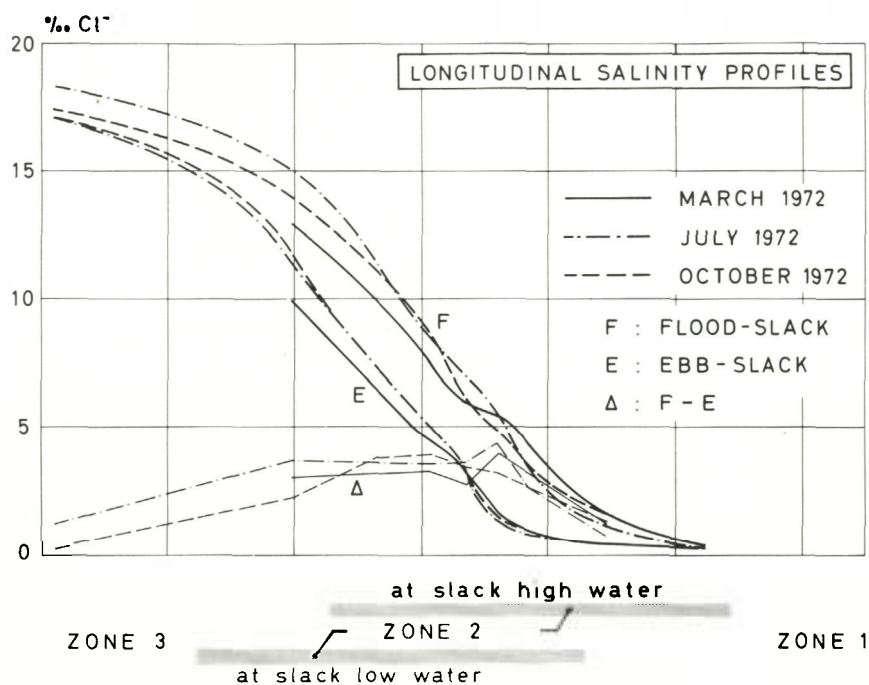


Fig.8. Zoutgehalten opgemeten in het Schelde-estuarium gedurende de periode maart 1972 - januari 1973

Vertikale zoutgradiënten werden door sommige auteurs (Eggink, 1965) verklaard door een soort ontmenging van het zoute en het zoete water, vooral omdat de grootste gradiënten bij de kenteringen werden vastgesteld.

Voor vele ingenieursproblemen in verband met estuaria is het voldoende de ogenblikkelijke stromingen te kennen gemiddeld over de diepte.

In de studie van de verontreinigingsproblemen is het een noodzaak de watercirculaties te kennen onder invloed van de menging van zout met zoet water.

#### *Algemeen*

In gedeeltelijk gemengde kustvlakte-estuaria, met grote getijden en kleine bovendebiten, zijn de waterverplaatsingen gedurende het getij, en dus ook de snelheden, groot. De gemiddelde waterverplaatsing onder invloed van het bovendebit is zeer klein, omdat de oppervlakte van de dwarssectie van de rivier, waardoor het moet stromen, groot is omwille van de belangrijke tijwerking. Het vloed- en ebgeulensysteem in de meeste kustvlakte-estuaria stemt overeen met verschillende trajecten van het water gedurende vloed en eb.

Daar de waterdiepte gering is ten opzichte van de breedte, heeft men gewoonlijk de verticale verschillen verwaarloosd, vertekkend van de veronderstelling dat de kleine verticale zoutgradiënten weinig of geen invloed hadden op de stromingen, in tegenstelling met de laterale verschillen te wijten aan de geometrie.

De meest recente studies hebben echter aangetoond dat de verticale zoutgradiënten een zeer belangrijke rol spelen, zelfs in zeer weinig gelaagde estuaria (Bowden, 1967; Pritchard, 1967).

Metingen zijn hieromtrent moeilijk uit te voeren en te interpreteren. De verschillende typen estuaria maken deel uit van een continue reeks. In een zoutwig of in een tweelagen-estuarium wordt het zout voornamelijk naar opwaarts getransporteerd door advektie en gebeurt de geringe menging door turbulente diffusie in verticale richting. Naarmate men overgaat naar een vertikaal homogeen estuarium vermindert de advektie en verhoogt de horizontale turbulente diffusie (fig. 3).

Het berekenen van het verloop van de residuele snelheden (gemiddelde snelheid gedurende een volledige tijcyclus) tussen op-

pervlakte en bodem in de watermassa, laat toe te zien in hoeverre de advektie verantwoordelijk is voor het longitudinaal transport van het zout. Hoe groter de verticale gradiënt van de residuele snelheden, hoe kleiner de menging door turbulente diffusie en hoe groter het transport van zout door advektie in opwaartse richting in de onderste en zoutere lagen.

Dit heeft als gevolg dat bij de bodem de stromingen in opwaartse richting versneld worden tijdens de vloed, terwijl ze in afwaartse richting afgeremd worden tijdens de eb. In de bovenste lagen worden de snelheden van het zoetere water versneld bij de eb en afgeremd bij de vloed.

Dit verschijnsel werd reeds vroeger in de Schelde vastgesteld (rapport Rijkswaterstaat, 1934) zonder dat er een duidelijke verklaring aan gegeven werd.

De gelaagdheid van de residuele snelheden wordt echter ook beïnvloed door de geometrie van de rivier, wat de interpretatie van bepaalde metingen bemoeilijkt.

#### *In de Schelde*

Een reeks metingen hebben de stromingsstratifikatie aangetoond (fig. 9). Gezien het klein bovendebiet, zijn de gemiddelde resi-

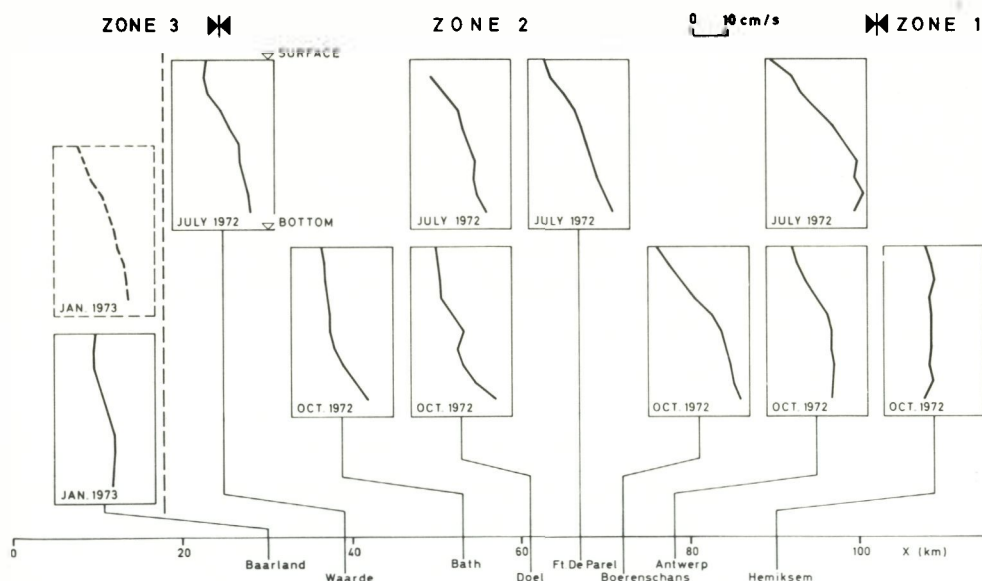


Fig.9. Enkele gradiënten van verticale residuele snelheidsprofielen opgemeten in enkele punten van het Schelde-estuarium

duale snelheden zeer klein, en worden ze sterk beïnvloed door de veranderingen in tij-amplitude.

De snelheidsstratifikatie is nul in zone 1 (pagina 7 ), wordt het grootst in zone 2 en vermindert in zone 3, waar ze echter verschillend is in eb- en vloedgeulen en bij de zandbanken. Dit stemt overeen met wat reeds vastgesteld werd voor de zoutstratifikatie en toont ook aan dat in zone 3 de stromingen tussen eb- en vloedgeulen een belangrijke rol spelen in het mengingsmechanisme.

#### *Invloed van veranderingen van tij en bovendebiet op de mengingsmechanismen*

De verhouding tussen vloedvolume en zoetwatervolume (zie pagina 7 ) bepaalt grotendeels het mengingsmechanisme. Figuur 10 toont het verloop van deze verhouding volgens de langsas van de rivier voor verschillende bovendebieten met een gemiddeld tij. De waarden bij springtij zijn aangegeven voor het gemiddeld bovendebiet.

Er valt op te merken dat de invloed van een veranderlijk debiet groter is dan de invloed van een veranderlijk getij.

Voor een gemiddeld debiet en een gemiddeld getij, die representatief zijn voor de evenwichtstoestand van het estuarium, merkt men dat opwaarts Temse de verhouding kleiner is dan 10, wat kenmerkend is voor een geringe menging. Men bevindt zich daar echter in de zone 1, waar het water overal zoet is, en waar dus geen zout noch residuele snelheidsstratifikatie mogelijk zijn.

Tussen Temse en Hansweert heeft men opwaarts gedeeltelijk zone 1 en afwaarts zone 2. In de brakwaterzone van zone 2 stijgt de verhouding vloedvolume op zoetwatervolume van ongeveer 10 in Hemiksem, tot ongeveer 100 m in Hansweert, wat kenmerkend is voor een gedeeltelijk gemengd estuarium.

Afwaarts Hansweert, in de zone 3, stijgt de verhouding vloedvolume op zoetwatervolume tot 200 in Vlissingen en oneindig in zee, wat kenmerkend is voor de overgang van een gedeeltelijk gemengd estuarium tot een homogeen estuarium.

Deze bevindingen bevestigen de resultaten van de natuurmetingen. De variatie van de zoetwaterafvoer verandert soms sterk de verhouding vloedvolume op zoetwatervolume, en dus ook de mengingsmechanismen. De zoutstratifikatie verandert echter met een zekere

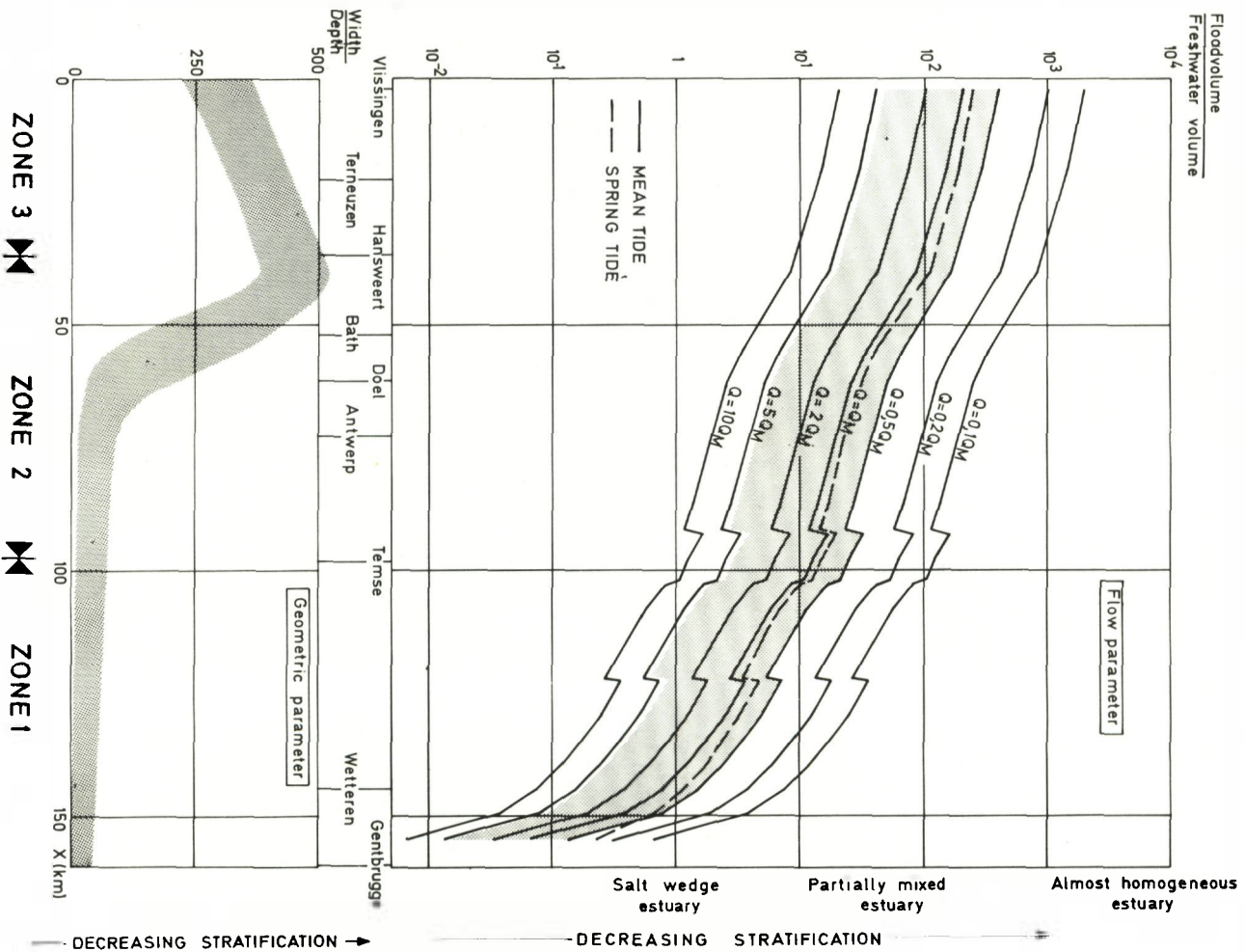


Fig. 10. Verloop van een stroomparameter en een geometrische parameter die het mengingsmechanisme beïnvloeden



vertraging, omwille van de grote verblijftijden van het water in het estuarium. Een zoetwaterdeeltje heeft gemiddeld bijna drie maand nodig om door de brakwaterzone in zee terecht te komen.

Voor zeer hoge bovendebieten is de menging slecht en heeft men een gedeeltelijk gelaagd estuarium tot afwaarts Vlissingen (fig. 10). Voor zeer kleine bovendebieten is de menging veel beter in heel de brakwaterzone. Bij de monding benadert men de kenmerken van een bijna homogeen estuarium (fig. 10).

Men heeft echter slechts uitzonderlijk zeer hoge en zeer lage debieten, en dan nog gedurende tijdspannen die kort zijn in vergelijking met de verblijftijd van het zoete water in het estuarium. De zoutindringing wordt beperkt door de geometrie van het estuarium. Dit is duidelijk te zien op het verloop van de verhouding tussen breedte en diepte van de stroomvoerende dwarssektie (fig. 10). Dit criterium werd voorgesteld door Pritchard (1955).

#### De sedimentbewegingen in het Schelde-estuarium

De aard van de sedimenten in de Schelde van klei tot middelmatig fijn zand is zeer verschillend volgens de plaats.

De transportmechanismen in estuaria, onder invloed van de tijdstromingen, zijn ingewikkeld (Postma, 1967).

In de Schelde, zoals in de meeste kustvlakte-estuaria, ontstaat een slibzone onder invloed van de menging van zout en zoet water.

#### *Flokkulatie*

De vaste stoffen in suspensie in de Schelde hebben een fijne korrelgrootte. Omwille van de sterke turbulente tijdstromingen en de korte kenteringsperioden blijven ze in suspensie en worden door het water weggevoerd. Het suspensiemateriaal aangevoerd door het zoete water komt uiteindelijk terecht in de brakwaterzone, waar de vaste deeltjes zeer vlug zullen samenvlokken, wat men flokkulatie noemt. Wollast (1967, 1973) heeft dit aangetoond door Scheldeslib te mengen met 10 watermonsters waarvan de zoutgehalten stijgen van gedistilleerd water zonder zout tot zuiver zeewater (fig. 11). In de proefbuizen 6 tot 10 bezinkt het slib

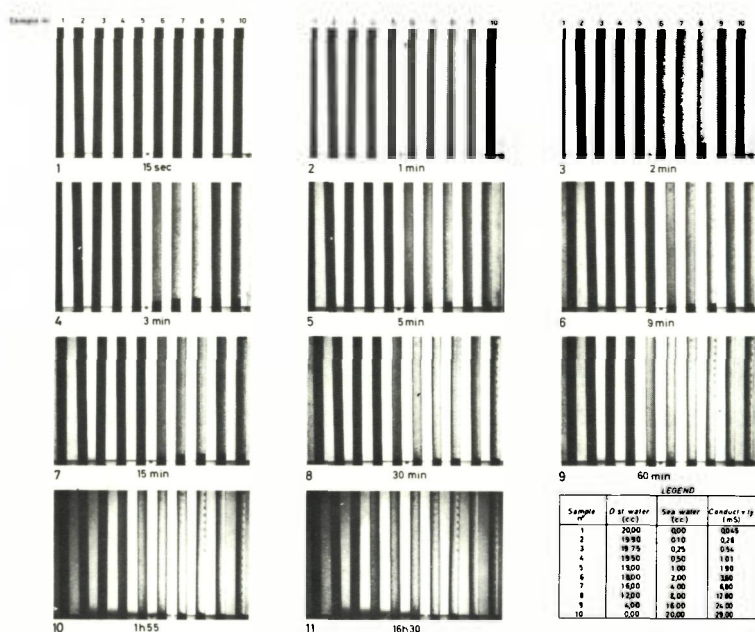


Fig.11. Invloed van het zoutgehalte op de sedimentatiesnelheid van vaste deeltjes in suspensie in de Schelde

bijna ogenblikkelijk, terwijl in de proefbuisjes 1 tot 3 na 16 uur bijna niets bezonken is. De samenvlokkening begint dus bij een zoutgehalte van 1 g S/l ( $^{\circ}/_{\infty}$ ) en is volledig bij een zoutgehalte van 5 g S/l ( $^{\circ}/_{\infty}$ ).

#### Aanslibbing onder invloed van de snelheidsstratifikatie

De hier besproken residuele snelheden zijn de snelheden in een punt gemiddeld over verschillende tijden, en stemmen dus overeen met het gemiddeld transport van het water onder invloed van het bovendebiet alleen.

De verticale stratifikatie van de residuele snelheden onder invloed van de verticale zoutstratifikatie veroorzaakt een sedimenttransport van de zeer lichte sedimentdeeltjes gelegen ter hoogte van de haven van Antwerpen (Peters, 1972).

Inderdaad, in de zoetwaterzone (zone 1) zijn de residuele snelheden overal naar afwaarts gericht (fig. 3D). In zone 2 zal,

naarmate men de zee nadert, de residuele snelheid bij de bodem die naar afwaarts gericht is, geleidelijk afnemen en daarna van richting veranderen onder invloed van de stratifikatie. Dit gaat gepaard met een afname van de gemiddelde residuele snelheid in de dwarssektie. In de streek van Antwerpen-Bath zullen de fijne sedimenten aldus gevangen blijven en zich ophopen. Het bestaan van deze slibzone wordt bevestigd door de kaarten van Bastin (1964).

Het transport van zand beantwoordt aan andere mechanismen, gebonden bijvoorbeeld aan de stromingsassymetrie tussen vloed- en ebstromingen.

De invloeden van flokkulatie en densiteitstromingen op de aanslibbing bij Antwerpen zijn samengevat in figuur 12.

Het slib wordt door de sterke eb- en vloedstromingen terug in suspensie gebracht en bezinkt tijdens de kenteringsperioden. Het verloop van snelheid, zoutgehalte en gehalte aan vaste stoffen in suspensie, op een vertikaal profiel gemeten bij Zandvliet, is voorgesteld in figuur 13.

Men ziet duidelijk de verschillen tussen eb en vloed: versnelling van de stroming bij de bodem gedurende de vloed en het gelijktijdig ontstaan van een zoutstratifikatie.

Wollast heeft de bezinking van het suspensiemateriaal ter hoogte van de slibzone op een andere manier duidelijk gemaakt: het gehalte aan vaste stoffen vermindert vlug bij stijgend zoutgehalte (fig. 14). De stippellijnen stellen voor wat men zou bekomen door gewone verdunning van het met sediment geladen zoete water met het tamelijk zuivere zeewater.

Invloed van de aanslibbingszone op de verontreinigingsmechanismen van het Schelde-estuarium

Slib speelt een belangrijke rol in de vervuillingsmechanismen van het Schelde-estuarium.

De vorming van de slibzone zelf heeft een natuurlijke oorsprong, en er is altijd slib aanwezig geweest in het Schelde-estuarium omdat zowel het zoete water dat van het land afvloeit als het zoute zeewater, een natuurlijk gehalte heeft aan fijn zwevend materiaal.

Dat fijn zwevend materiaal werd trouwens vroeger gebruikt in de landbouw. Toen werden regelmatig sommige polders onder water gezet met Scheldewater en het suspensiemateriaal zette zich neer op de akkers. Het slib dat in de Schelde aanwezig was, onderging een reeks veranderingen, waaronder namelijk de afbraak van het

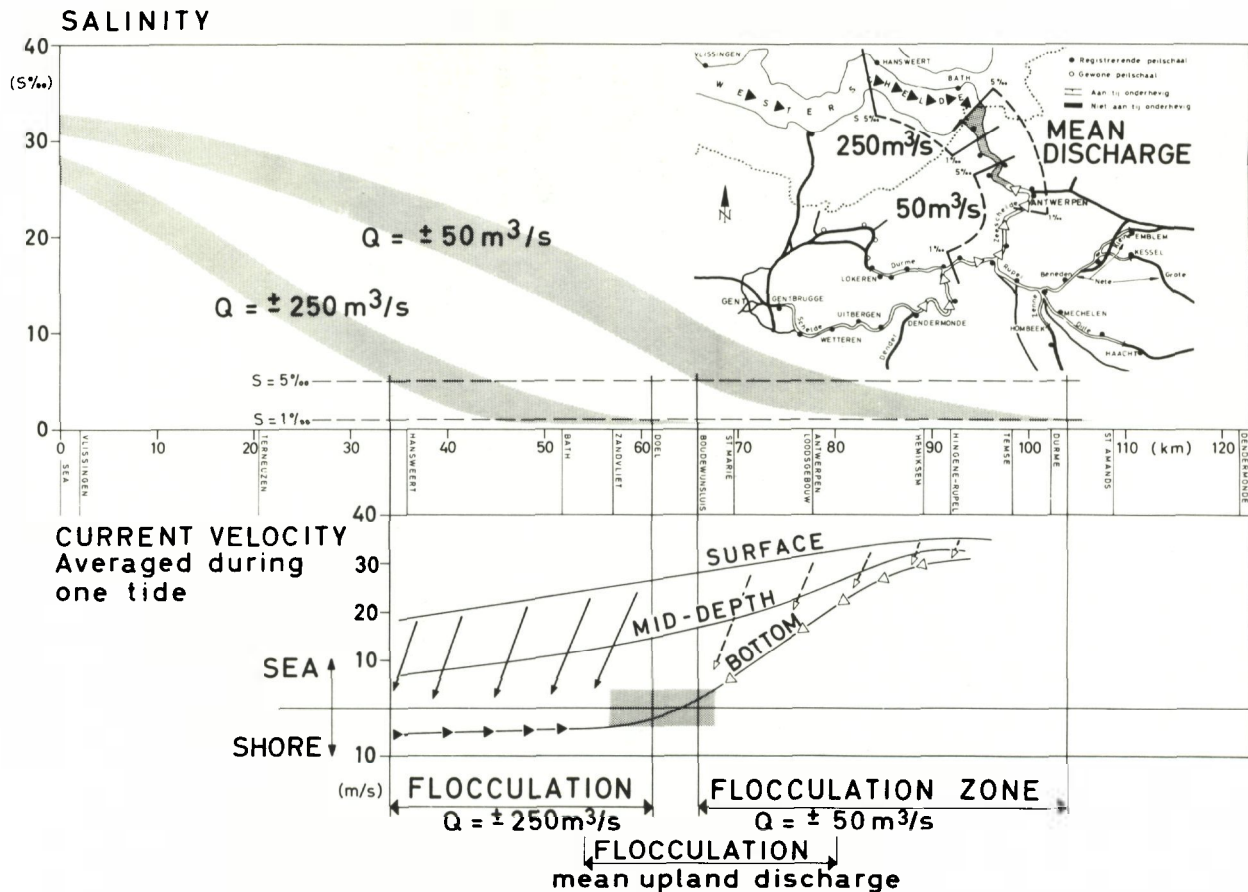


Fig.12. Samenvatting van de mechanismen die verantwoordelijk zijn voor het ontstaan van een slibzone, Zandvliet, 15 oktober 1970

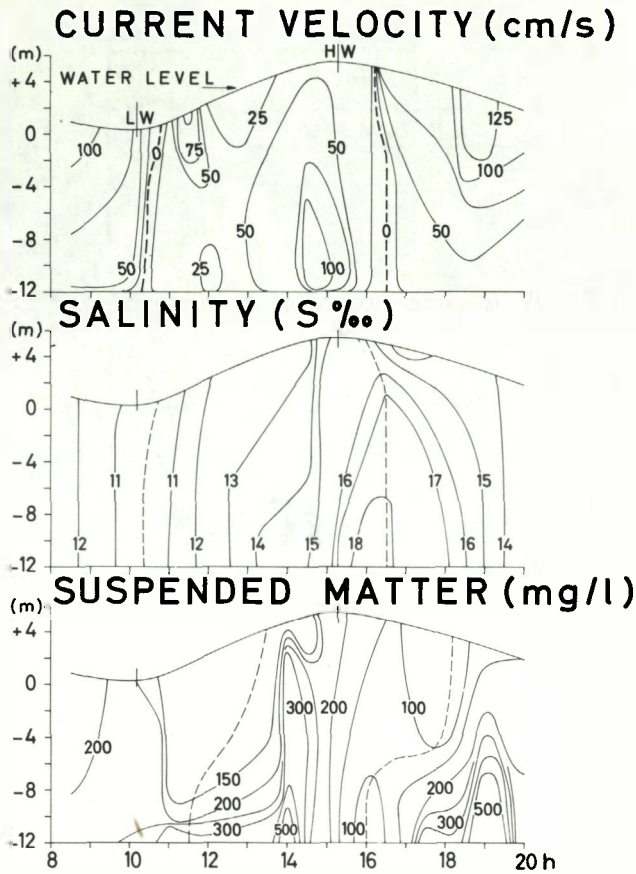


Fig.13. Verloop van snelheid, zoutgehalte en troebelheid op een vertikaal profiel ter hoogte van Zandvliet

organisch materiaal door de bacteriën.

Het gehalte aan zwevend materiaal aangevoerd door het water dat van het land afvloeit is gedurende de laatste decennia erg toegenomen wegens de menselijke activiteit. Het gebruik van chemische meststoffen en de ontbossing hebben een grotere erosie van de landbouwgronden veroorzaakt. De ontwikkeling van de riooleringsnetten in groeiende steden en dorpen, de verbeteringswerken in de waterlopen om overstromingen te bestrijden, hebben de afvoer van vaste afvalstoffen naar het estuarium versneld en verhoogd.

Het slib beïnvloedt de verontreiniging van het Schelde-estuarium volgens zeer ingewikkelde processen, waarvan we twee belangrijke aspecten zullen belichten.

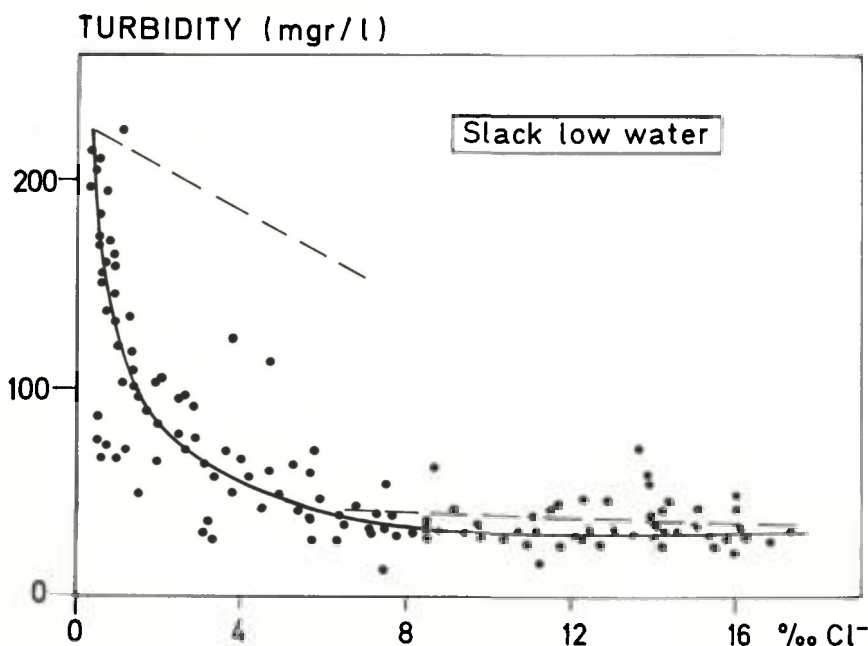


Fig.14. Gehalte aan vaste stoffen opgemeten bij kentering laagwater aan het oppervlakte van het water langsheen de vaargeul in 1973

#### **Zuurstofverbruik**

In de slibzone worden grote hoeveelheden zuurstof verbruikt gedurende de afbraak van het organisch materiaal zowel in suspensie als in oplossing. Deze afbraak wordt bespoedigd in een estuarium omdat de verblijftijd van water en suspensiemateriaal groot is, omdat de sterke vloed- en ebsnelheden de bezonken sedimenten terug in suspensie kunnen brengen en omdat het vertikaal en horizontaal getij de verluchting van het water versnellen (re-aëratie). Het Schelde-estuarium heeft dus een enorm zelfreinigingsvermogen omwille van de intense tijwerking. De verhoging van de toevoer van vaste organische stoffen die zich in de slibzone grotendeels ophopen, kan lokaal het zelfreinigingsvermogen doen overschrijden, wat daar een anaërobisch midden doet ontstaan.



Zware metalen, waaronder sommige zeer giftig zijn, worden geloosd in de rivieren met de afvalwaters. Recente studies hebben aangetoond dat zij zich zeer vlug hechten op de vaste deeltjes in suspensie in het water, en voornamelijk op fijn materiaal en op de organische stoffen. Ze gaan dus grotendeels onder vaste vorm, of geadsorbeerd op de vaste stoffen, getransporteerd worden in de waterlopen. Het is dan ook duidelijk dat ze zich in de slibzone zullen ophopen. De afbraak van het organisch materiaal zal echter een gedeelte ervan terug in oplossing brengen.

Dit mechanisme verklaart waarom in de Noordzee geringe hoeveelheden zware metalen worden teruggevonden in vergelijking met de hoeveelheden geloosd in de rivieren, met uitzondering voor de Rijnmonding.

#### Modellen voor de studie van de verontreiniging van de Schelde

De studie van de verontreiniging van een estuarium moet rekening houden met de zeer bijzondere water- en sedimentbewegingen die er in plaats grijpen.

Men moet aan een reeks vragen beantwoorden, zoals:

- uit wat bestaat de verontreiniging van een estuarium?
- wat kan gedaan worden om de biologische dood van een gedeelte of van heel het estuarium te beletten?
- welke lozingen mogen toegelaten worden?

Mathematische modellen zijn zeer geschikt om deze vragen te beantwoorden, maar hun gebruik wordt beperkt enerzijds door een gebrek aan mathematische wetten om bepaalde biologische of chemische processen te reproduceren en anderzijds door de grootte van de bestaande computers, gezien het grote aantal parameters waarmee rekening moet gehouden worden. Dit leidde tot het gebruik van zeer vereenvoudigde modellen waarin veel parameters moesten verwaarloosd worden.

De verticale zout- en snelheidsstratifikatie die sterk de water- en sedimentbewegingen beïnvloeden, leiden er toe een tweedimensionaal model, geïntegreerd over de breedte, voor te stel-

len voor de zone gaande van Baalhoek tot de Rupelmonding, wat ongeveer overeenstemt met bovenvermelde zone 2.

In de gevallen waar de verticale zout- en snelheidsstratifikatie geen belangrijke rol spelen, mag een ééndimensionaal model, geïntegreerd over diepte en breedte, worden gebruikt.

#### Besluit

Het Schelde-estuarium is een gedeeltelijk gelaagd estuarium. De turbulente menging van het zoute zeewater en zoete rivierwater is groot bij de monding en neemt af naar opwaarts. Tussen Baalhoek en de Rupel is deze onvoldoende menging verantwoordelijk voor het ontstaan van een verticale zout- en snelheidsstratifikatie, die een slibzone heeft teweeggebracht tussen Bath en Hoboken.

Deze natuurlijke slibzone beïnvloedt sterk de verontreiniging van het Schelde-estuarium doordat verontreinigende bestanddelen er zich ophopen.

#### Literatuur

- Anonymous, 1934. Verslag over de in 1930, 31 en 32 op de Westerschelde verrichte metingen en waarnemingen.
- Anonymous, 1972. Modèle Mathématique. Projet Mer - Commission Interministérielle de la Politique Scientifique. Belgique.
- Bastin, A., 1964. Sedimentologische kaarten Westerschelde. (niet gepubliceerd).
- Bowden, K.F., 1960. Circulation and mixing in the Mersey estuary. I.A.S.H. Comm. of Surface Waters. Publ. 51:352-360.
- Bowden, K.F., 1967. Circulation and Diffusion in Estuaries. A.A.A.S. 84:15-36.
- Cameron, W.M. and Pritchard, D.W., 1963. Estuaries, in The Sea (ed. M.N.Hill), Vol.2, John Wiley & Sons. New York, 306-324.
- Codde, R.E.L., 1951. Etudes physico-chimiques du Bassin Maritime de l'Escaut. Bull.C.Etud., Recherch.Essais Scient.Construct. Génie Civ. et Hydraul.Fluviale. T.V:333-342.
- Codde, R.E.L., 1958. Het verloop van het zoutgehalte in de Zeeschelde. Revue C - Tijdschrift 1(6):1-6.

- De Pauw, N. and Peters, J.J., 1973. Contribution to the Study of the Distribution and Circulation in the Western Scheldt Estuary. Commission Interministérielle de la Politique Scientifique (C.I.P.S.).
- Eggink, H.J., 1965. Het estuarium als ontvangend water van grote hoeveelheden afvalstoffen. Afvoer van het veenkoloniale afvalwater naar de Eems. Meded.Rijksinst. voor Zuivering van Afvalwater (R.I.Z.A.) 2: 144 pag.
- Fischer, H.B., 1967. Mass transport mechanisms in partially stratified estuaries. Jour.Fluid.Mech. 53:672-687.
- Hansen, D.V. and Rattray, M.jr., 1966. New dimensions in estuary classification. Limnol.Oceanog., 11:319-326.
- Ippen, A.T. and Harleman, D.R.F., 1961. One dimensional analysis of salinity intrusion in estuaries. Techn.Bull.5. Comm.Tidal Hydr.Corps Eng. U.S.Army.
- Peters, J.J., 1967. La sédimentologie de l'Escaut Maritime. Laboratoire de Recherches Hydrauliques, Borgerhout-Anvers.
- Peters, J.J., 1972. Les transports de sédiments dans l'estuaire de l'Escaut. Laboratoire de Recherches Hydrauliques, Borgerhout-Anvers.
- Postma, H., 1967. Sediment transport and sedimentation in the estuarine environment. Estuaries, A.A.A.S. 83, p.158.
- Pritchard, D.W., 1952. Estuarine hydrography. Advan.Geophys. 1: 243-280.
- Pritchard, D.W., 1967. 'Observations of circulation in Coastal Plain Estuaries.' in Estuaries A.A.A.S. 83:37-44.
- Schultze, E.A. and Simons, D.B., 1957. Fresh water - salt water density currents, a major cause of siltation in estuaries. 19th Congress Intern. of Navig. London. Section II - Communication 3.
- Simons, D.B., 1955. Some effects of upland discharge on estuarine hydraulics. Proc.Amer.Soc.Civil Eng., 81 nr. 792.
- Sterling, A. and Peters, J.J., 1974. (en préparation). Contribution à l'hydrodynamique de l'estuaire de l'Escaut.
- Theuns, J. and Coen, I., 1973. Overzicht van de tijwaarnemingen in het Zeescheldebekken gedurende het tijdperk 1961-1970. Tijdschrift der Openbare Werken van België 3:139-222.

- Valcke et al., 1966. Stormvloeden op de Schelde. Ministerie van Openbare Werken.
- Wartel, S., 1972. Sedimentologisch onderzoek van de opbouw van het Schelde-estuarium. Doct.thesis Leuven.
- Wollast, R., 1967. Contribution à l'étude de l'envasement de l'Escaut. Lab.Chimie des Solides, U.L.B., 3.
- Wollast, R., 1973. Origines et Mécanismes de l'envasement de l'estuaire de l'Escaut. Rapport de synthèse. Institut de Chimie Industrielle - Université Libre de Bruxelles.

## De waterbouwkundige problematiek van de Westerschelde en geplande infrastructuurwerken

J. Theuns, Hoofdingenieur-Directeur van Bruggen en Wegen, Antwerpse Zeediensten

### De getijbeweging

Figuur 1 geeft een overzicht van de Schelde met haar bijrivieren, waarop de getijbeweging zich laat gevoelen.

De getijbeweging, welke optreedt in de monding van de Westerschelde, plant zich voort op deze rivier maar ondergaat intussen wijzigingen.



Fig.1. De Schelde en haar bijrivieren

Uit figuur 2 is af te lezen hoe het hoogwater geleidelijk verhoogt vanaf de monding tot een punt tussen Temse en St.-Amands om dan weer te dalen tot Uitbergen en vervolgens weer op te lopen tot Gentbrugge, waar de getijgolf door een stuw wordt tegengehouden.

Het laagwater daalt vanaf de monding tot Hansweert, blijft dan praktisch constant tot Hemiksem; opwaarts wordt een sterke verhoging van het laagwater vastgesteld, vooral veroorzaakt door de

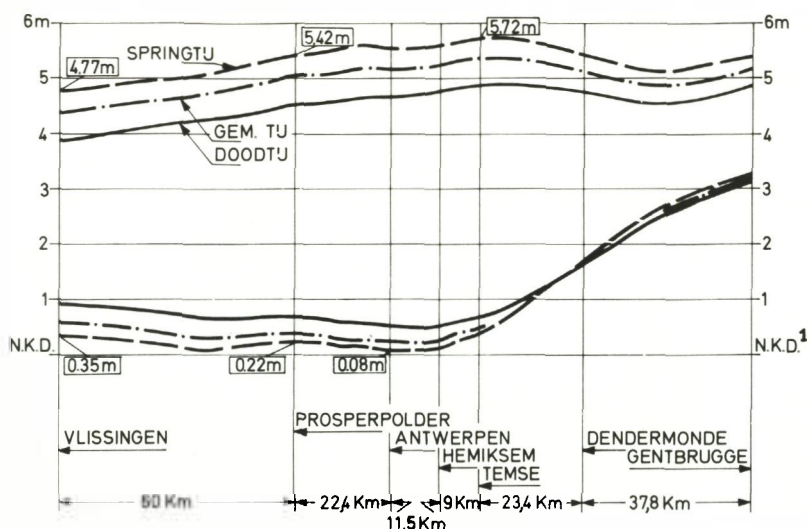


Fig. 2. Meetkundige plaatsen van hoog- en laagwater voor de Schelde voor gemiddeld tij, gemiddeld springtij en gemiddeld doodtij, 1961-1970

dieptevermindering van de bedding.

Figuur 3 illustreert het verloop van het tijverschil langs de Schelde. Het maximale tijverschil treedt op te Hemiksem, nl. 5 m bij gemiddeld getij en is hier ruim 1 m groter dan te Vlissingen en ruim 3 m groter dan te Gentbrugge, waar het tijverschil nog slechts gemiddeld 2 m bedraagt.

Figuur 4 geeft de gemiddelde getijkrommen te Prosperpolder voor spring- en doodtij. Men bemerkt dat de duur van de stijging (5 u 18 min) het kleinste is bij springtij en het grootste (6 u precies) bij doodtij. De duur van de daling is het grootst bij springtij (6u 52 min) en het kleinste bij doodtij (6u 40 min). Het verschil is echter minder geprononceerd nl. slechts 12 min tegenover 42 min bij de duur van de stijging.

Figuur 5 toont de gemiddelde getijkrommen voor Gentbrugge. De verschillen in de duur van de stijging en de daling voor spring- en doodtij zijn minder uitgesproken. Een vergelijking met figuur 4 toont echter de belangrijke vervorming van het getij in stroomopwaartse richting.

Vanaf Vlissingen neemt de duur van de stijging bij gemiddeld getij geleidelijk af: van 5u 56 min te Vlissingen tot 5u 39 min te Prosperpolder en tot 5u 15 min te Antwerpen. Hier is dus de

<sup>1</sup> NKD: Nul Krijgsdepot, het op de Zeeschelde gebruikte vergelijkingsvlak



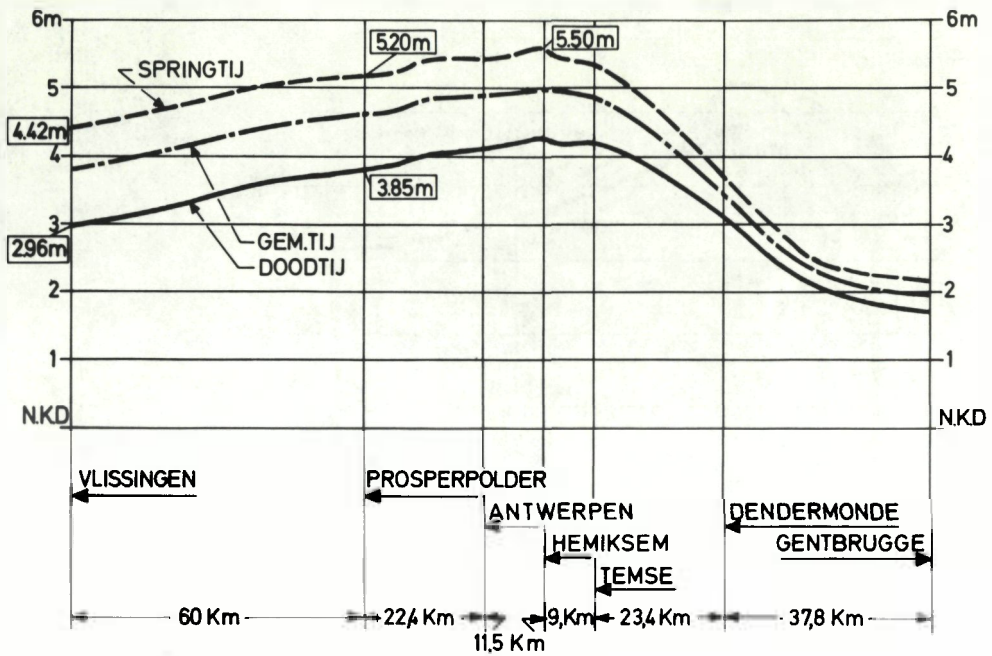


Fig. 3. Tijverschillen langs de Schelde, 1961-1970

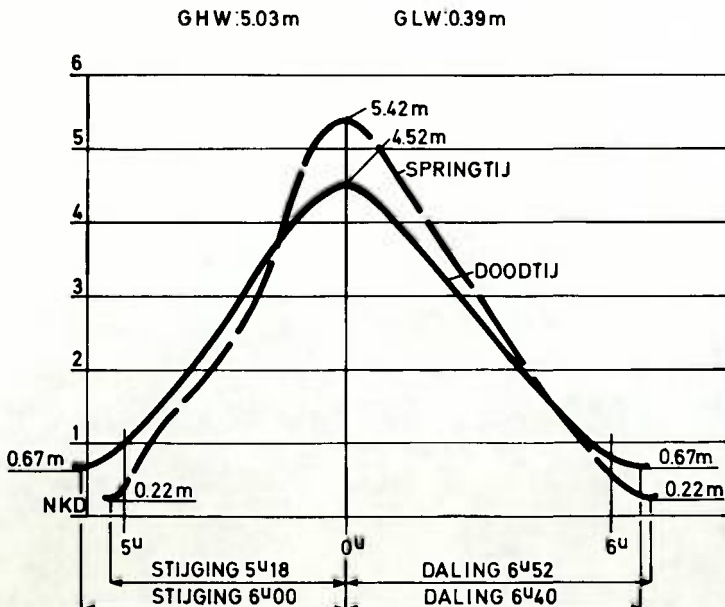


Fig. 4. Gemiddelde getijkrommen voor spring- en doodtij te Prosperpolder, 1961-1970

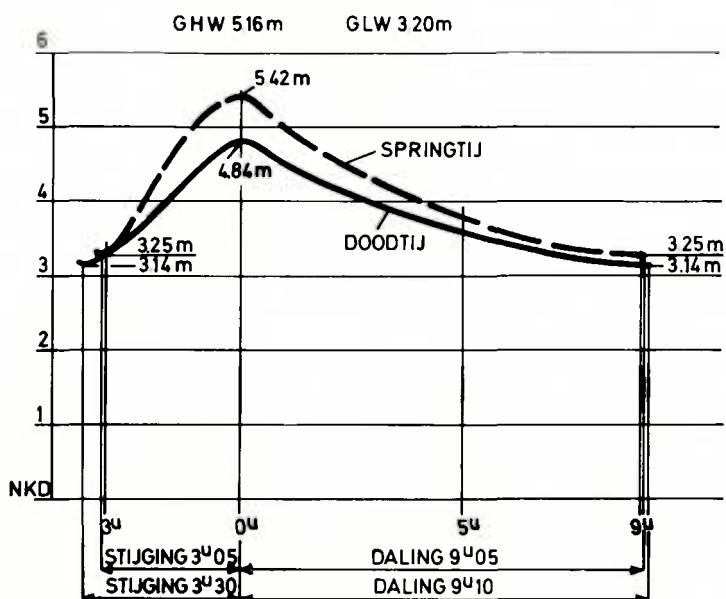


Fig.5. Gemiddelde getijkrommen voor spring- en doodtij te Gentbrugge, 1961-1970

stijging reeds 41 min korter dan te Vlissingen. Terwijl in Temse deze duur nog 5u 10 min bedraagt vermindert opwaarts van deze plaats de duur van de stijging zeer gevoelig om te Gentbrugge nog 3 u 18 min te bedragen.

In de loop van de tijd is de getijbeweging op de Schelde voortdurend geëvolueerd. We beschouwen hier even de veranderingen van hoog- en laagwater en tijverschil en de duur van de stijging en de daling voor het gemiddeld getij tussen 1921-1930 en 1961-1970 (zie tabel 1). Vanaf 1920 werden continu baggerwerken uitgevoerd op de Westerschelde, welke vooral na de laatste wereldoorlog belangrijk in omvang zijn toegenomen.

Te Vlissingen verhoogde zowel het hoogwater (met 0,14 m) als het laagwater (met 0,10 m): het tijverschil nam dus slechts toe met 0,04 m. De duur van de stijging bleef onveranderd. Opwaarts van de grens is het hoogwater met enkele dm verhoogd: met 0,22 m te Antwerpen, 0,33 m te Hemiksem en 0,50 m te Temse. Te Antwerpen en te Hemiksem daalde het laagwater resp. met 0,03 m en 0,13 m; opwaarts van Temse verhoogt het laagwater o.a. met 0,32 m te Gentbrugge. Het tijverschil tussen de periode 1921-1930 en 1961-1970 op het Belgische deel der Schelde is derhalve toegenomen

Tabel 1. Gemiddelde getijgegevens 1921-1930 en 1961-1970

|             |           | Vlissingen | Hansweert | Bath  | Antwerpen | Hemiksem | Temse | Gentbrugge |
|-------------|-----------|------------|-----------|-------|-----------|----------|-------|------------|
| H.W.        | 1921-1930 | 4.24       | 4.50      | 4.83  | 4.93      | 4.92     | 4.86  | 4.71       |
| in m        | 1961-1970 | 4.38       | 4.72      | 4.97  | 5.15      | 5.25     | 5.36  | 5.16       |
| + NKD       |           | +0.14      | +0.22     | +0.14 | +0.22     | +0.33    | +0.50 | +0.45      |
| L.W.        | 1921-1930 | 0.48       | 0.19      | 0.27  | 0.28      | 0.38     | 0.47  | 2.88       |
| in m        | 1961-1970 | 0.58       | 0.31      | 0.39  | 0.25      | 0.25     | 0.48  | 3.20       |
| + NKD       |           | +0.10      | +0.12     | +0.12 | -0.03     | -0.13    | +0.01 | +0.32      |
| Tijverschil | 1921-1930 | 3.76       | 4.31      | 4.56  | 4.65      | 4.54     | 4.39  | 1.83       |
| in m        | 1961-1970 | 3.80       | 4.41      | 4.58  | 4.90      | 5.00     | 4.88  | 1.96       |
|             |           | +0.04      | +0.10     | +0.02 | +0.25     | +0.46    | +0.49 | +0.13      |
| Stijging    | 1921-1930 | 5.56       | 6.04      | 5.51  | 5.23      | 5.21     | 5.08  | 3.25       |
| in u/min    | 1961-1970 | 5.56       | 6.03      | 5.46  | 5.15      | 5.20     | 5.10  | 3.18       |
|             |           | 0          | -0.01     | -0.05 | -0.08     | -0.01    | +0.02 | -0.07      |
| Daling      | 1921-1930 | 6.29       | 6.21      | 6.34  | 7.02      | 7.04     | 7.17  | 9.00       |
| in u/min    | 1961-1970 | 6.29       | 6.22      | 6.39  | 7.10      | 7.05     | 7.15  | 9.07       |
|             |           | 0          | +0.01     | +0.05 | +0.08     | +0.01    | -0.02 | +0.07      |

met enkele dm: met 0,25 m te Antwerpen, 0,46 m te Hemiksem. Te Temse is de grootste toename vastgesteld, nl. 0,49 m. Opwaarts hiervan is de toename belangrijk kleiner. De verkorting van de duur van de stijging (verlenging van de duur van de daling) manifesteert zich vooral te Antwerpen (8 min) en afwaarts hiervan (te Liefkenshoek 16 min).

Tot hiertoe beschouwden we alleen de verticale getijbeweging. Van zeer groot belang is eveneens het horizontale getij, d.w.z. de stroomsnelheden, de debieten en de getijvolumina.

Voor het springtij van 5/4/50 (getijfactor: 1,20) werden volgende vloed- en ebvolumen berekend:

|            | vloedvol. ebvol.   |                    |                | vloedvol. ebvol.   |                    |
|------------|--------------------|--------------------|----------------|--------------------|--------------------|
|            | in Mm <sup>3</sup> | in Mm <sup>3</sup> |                | in Mm <sup>3</sup> | in Mm <sup>3</sup> |
| Vlissingen | 1.325              | 1.330              | Antwerpen      | 76                 | 79                 |
| Terneuzen  | 897                | 901                | Afwaarts Rupel | 50                 | 53                 |
| Hansweert  | 450                | 454                | Temse          | 26                 | 27                 |
| Grens      | 163                | 167                |                |                    |                    |

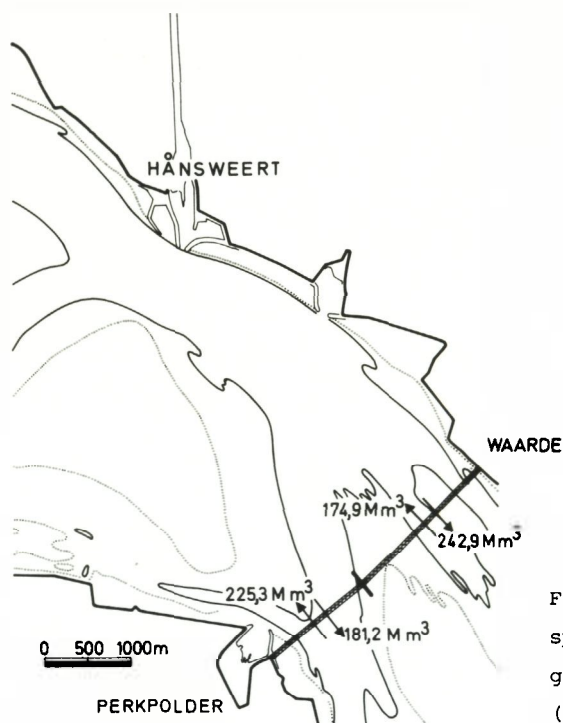


Fig.6. Debietverdeling voor springtij tussen het Zuidergat en de Schaar van Waarde (20 mei 1970)

De vloed- en ebvolumina verkleinen drastisch vanaf de monding naar opwaarts toe: aan de grens bedragen deze volumina nog slechts  $1/8$  à  $1/9$  van deze aan de monding.

De kennis van de debietverdeling over de verschillende geulen is van groot belang. Enkele voorbeelden van metingen, uitgevoerd door de Rijkswaterstaat-Studiedienst Vlissingen- illustreren deze verdeling. Figuur 6 illustreert in een raai te Waarde de debietverdeling tussen het Zuidergat en de Schaar van Waarde voor springtij; figuur 7 geeft deze verdeling in een raai afwaarts van Bath tussen het Nauw van Bath en de Schaar van de Noord eveneens voor springtij. Deze verdeling ondergaat natuurlijk wijzigingen in de tijd als gevolg van de diepteveranderingen in de geulen.

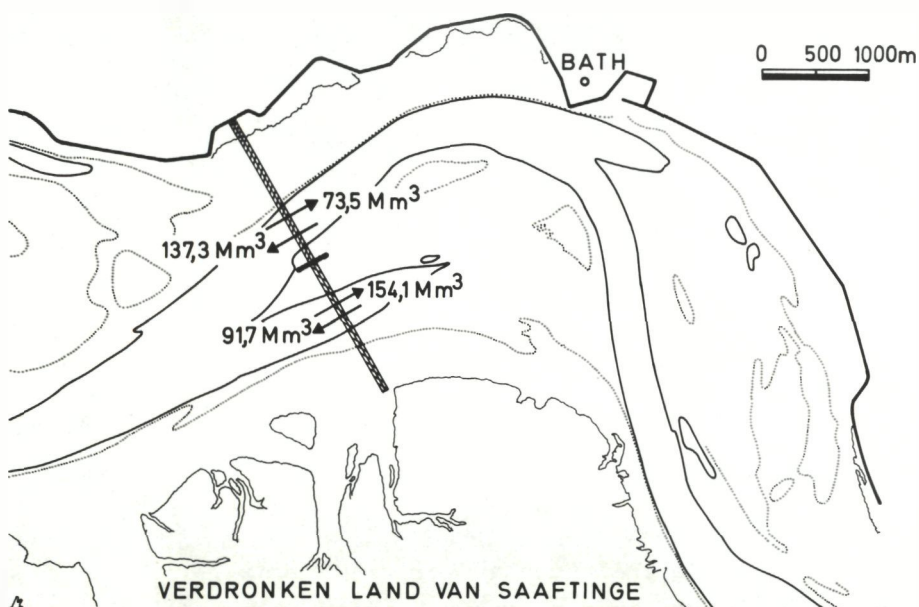


Fig.7. Debietverdeling voor springtij tussen het Nauw van Bath en de Schaar van de Noord (29 augustus 1972)

De stroomsnelheden variëren in functies van de tijd en zijn bovendien sterk afhankelijk van de plaats en de grootte van het getij. De grootste snelheden worden gemeten bij vloed en kunnen gedurende korte tijd oplopen tot  $2$  à  $2,5$  m/s bij springtij. Figuur 8 illustreert voor een punt op de Plaat van de Parel de

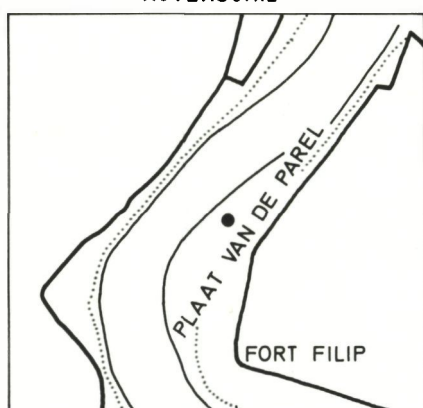
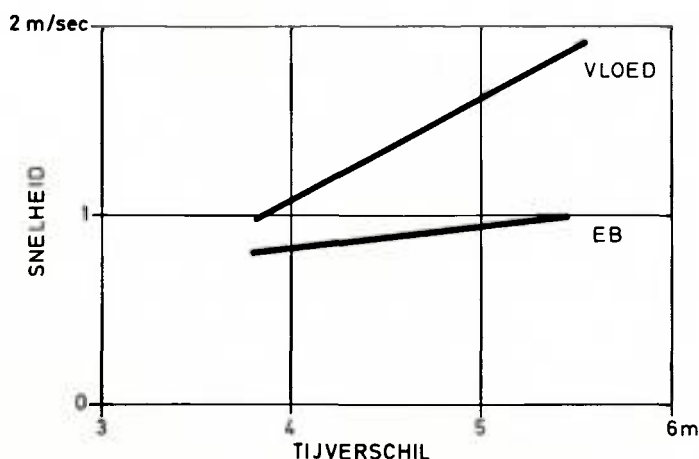


Fig.8. Stroomsnelheid in afhankelijkheid van het tijverschil op de Plaat van de Parel

correlatie tussen de snelheden en het tijverschil.

Figuur 9 tenslotte geeft de variatie van het maandelijks gemiddeld debiet afwaarts de Rupelmonding. Het gemiddelde debiet van de Schelde bedraagt, gezien over een lange periode, ongeveer  $80 \text{ m}^3/\text{s}$ .

#### Overzicht van de getijrivier

Drie geulen in de Noordzee leiden tot de monding van de Westerschelde te Vlissingen (zie fig. 10). Het zijn, in het westen de Wielingen en het Scheur, met respectievelijk minimum diepten van



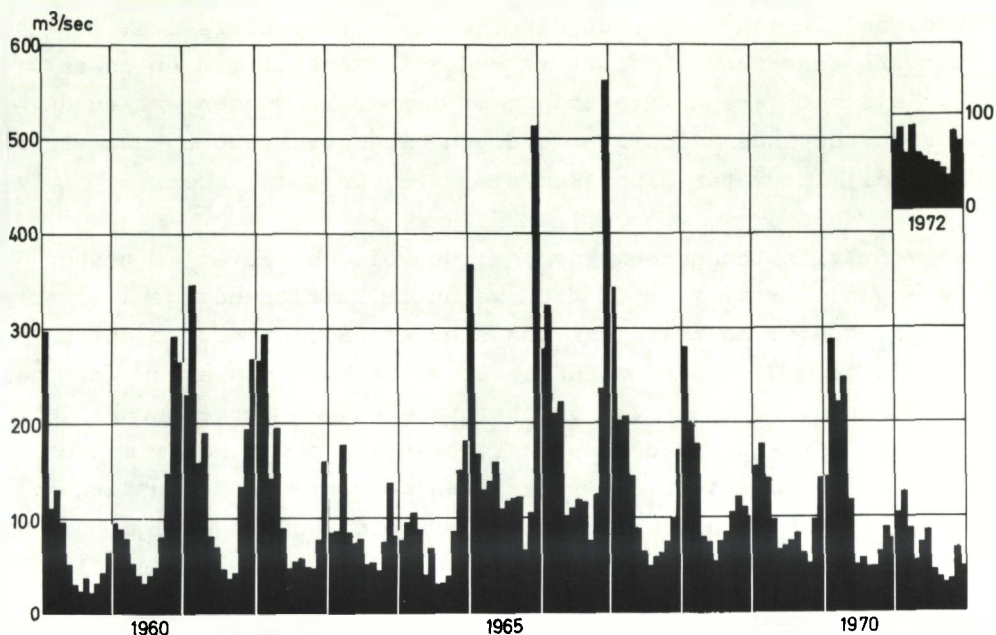


Fig.9. Maandelijks gemiddeld debiet van de Schelde te Schelle, 1960-1972

ongeveer 10,5 m en 8 m en in het noorden het Oostgat, met minimum diepten van ongeveer 8 m. (Deze diepten zijn gegeven t.o.v. GLLWS: het reductievlak gemiddeld laag laagwaterspring.) De Westerschelde heeft eerder de gedaante van een zee-arm. Niettegenstaande de onregelmatigheid van het tracé vertoont de rivier reeds in het algemeen het verschijnsel van een doorlopende diepe *geul* van holle vorm, die van de ene naar de andere oever overgaat en bij deze overgang een ondiepe plaats vertoont, *drempel* genaamd. Voor deze

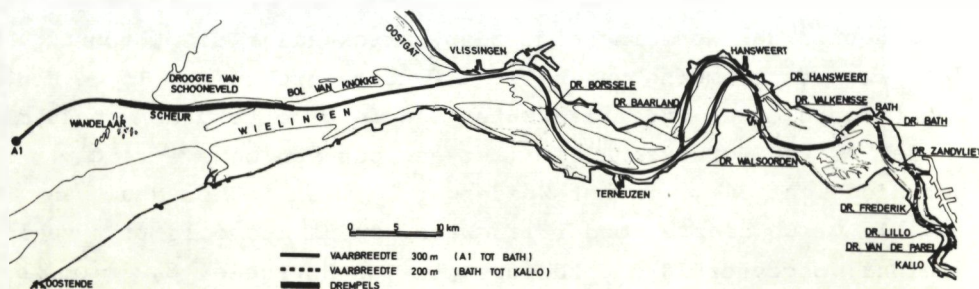


Fig.10. Vaarroute en drempels in de Westerschelde

overgang verlengt zich de diepe geul naar opwaarts toe. Deze verlenging, waarvan het opwaarts gedeelte meestal ondiep is en die dus als het ware uitsterft, noemt men *schaar*. Tussen geulen en scharen bevinden zich zeer ondiepe uitgestrektheden, waarvan zekere bij laagwater bloot komen en die men *platen* noemt.

a. Vóór Vlissingen neemt de geul de volle breedte - ongeveer 5 km - van de rivier in. Indien we nu de doorlopende geul vanaf Vlissingen opwaarts volgen dan stellen we vast dat ze eerst, onder de naam Honte de noorderoever volgt om dan over te gaan naar de zuideroever, waar zij de naam van Pas van Terneuzen krijgt. Aan de overgang van de ene naar de andere oever heeft men de drempel van Borssele. De *schaar* van de Honte is de Everingen.

De Pas van Terneuzen wordt op de noorderoever gevolgd door het Middelgat en is er aan verbonden door de drempel van Baarland. De *schaar* van de Pas van Terneuzen is het Gat van Ossenis, welke zich in het laatste decennium tot een doorlopende geul ontwikkeld heeft en thans intens door de scheepvaart wordt gebruikt.

Op het Middelgat volgt het Zuidergat, van elkaar gescheiden door de drempel van Hansweert. De *schaar* van het Middelgat is de *Schaar van Waarde* en is gescheiden van het Zuidergat door de *platen* van Valkenisse en de *plaat* van Walsoorden.

Op het Zuidergat volgt, op de noorderoever, het Nauw van Bath. De drempel tussen deze twee geulen is de drempel van Valkenisse. De *schaar* van het Zuidergat is de *Schaar van de Noord*.

Bij Bath vertoont de rivier, langs de zuiderkant, een zeer grote verbreding, die gevormd wordt door een uitgestrekte *schorre*, het Verdrongen Land van Saaftinge. Vanaf de drempel van Bath is de loop van de rivier zuidwaarts gericht. De *schaar* van het Nauw van Bath is de *Appelzak*.

De geulen der Westerschelde zijn betrekkelijk diep, vooral daar waar de kromming van het tracé uitgesproken is. In de Honte peilt men diepten onder laagwater van de grootte orde van 40 m, in de Pas van Terneuzen 30 m (met een put van ongeveer 50 m), in het Middelgat 30 m, in het Zuidergat 20 m en in het Nauw van Bath 18 m. De diepten onder laagwater op de drempels zijn veel kleiner, ongeveer 10 m op de drempel van Borssele, 8,2 m op de

drempel van Baarland, 9 m of meer op de drempels van Hansweert, van Valkenisse, van Bath en Zandvliet.

Vanaf de Belgische grens neemt de Schelde bepaald de vorm aan van een rivier, die tussen twee min of meer evenwijdige dijken loopt en is daar ongeveer 2500 m breed. De scharen zijn minder uitgesproken en verdwijnen praktisch; de laatste van noemenswaardige betekenis is de Schaar van Ouden Doel. Men heeft achter-eenvolgens de drempel van Zandvliet - afwaarts van de Zandvliet-sluis (69 km van Vlissingen gemeten volgens de thalweg) - de drempels van Frederik, Lillo (afwaarts van de toegang tot de Boudewijns-luis en de Van Cauwelaertsluis), en de drempel van de Parel, juist afwaarts van de toekomstige sluis van Kallo.

De breedte van de rivier is nog slechts 400 à 500 m vóór Antwerpen. De diepten in de geul in het Belgisch gebied afwaarts van Antwerpen schommelen in 't algemeen tussen 10 m en 18 m onder laagwater, terwijl de diepte op de drempels ongeveer 8 à 9 m is.

b. Beschouwen we nu meer in detail de drempelgebieden van de Westerschelde van afwaarts naar opwaarts tot aan de Zandvliet-sluis. In de monding besteden we alleen even aandacht aan het Scheur, één van de belangrijkste toegangsgeulen tot de Schelde voor de grootste zeeschepen. De Scheurpas heeft een west-oost strekking en wordt ten zuiden begrensd door de Wandelaar, het Ribzand en de bol van Heist, ten noorden door de droogte van Schooneveld en de bol van Knokke.

Op de hierna te bespreken figuren 11 t/m 16 zijn de dieptelijken 80, 100 en 120 dm - GLLWS, evenals de minimum diepte in dm - GLLWS, aangegeven.

1. De meest afwaartse drempel in de Westerschelde is deze van Borssele, welke de overgang vormt tussen de Honte en de Pas van Terneuzen (zie fig. 11). Verdieping van de vloed-schaar van Everingen gaat ten nadele van de vloedstroom over de drempel. Een verruiming van de vloed- en ebschaar van de Spijkerplaat heeft als gevolg een vermindering van respectievelijk de vloed- en eb-stroom over genoemde drempel. De noordelijke verplaatsing van de Spijkerplaat vernauwt en verdiept de Honte en verhoogt eveneens de vloedstroom door de Everingen. De gezamenlijke werking van de

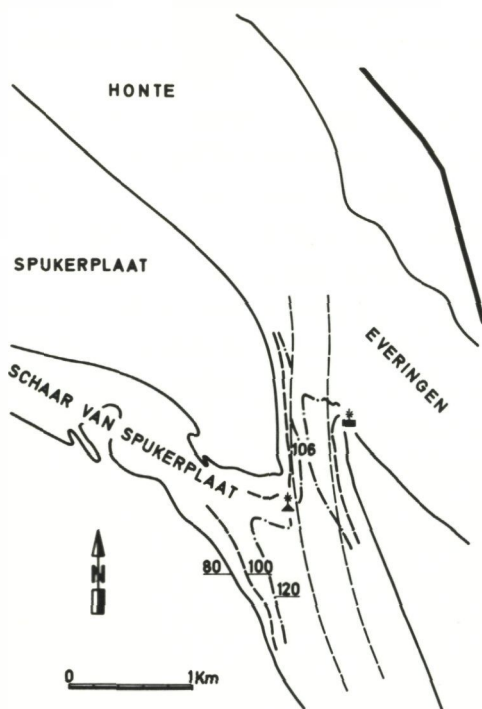


Fig.11. Drempel van Borsselle  
(24 januari 1974)

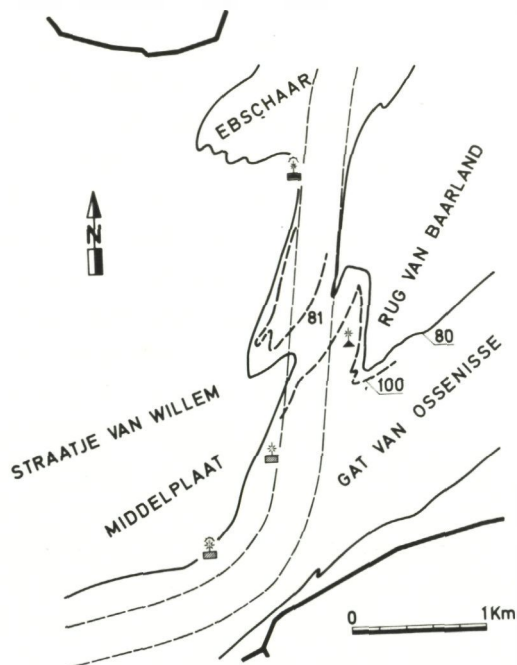


Fig.12. Drempel van Baarland  
(28 november 1973)

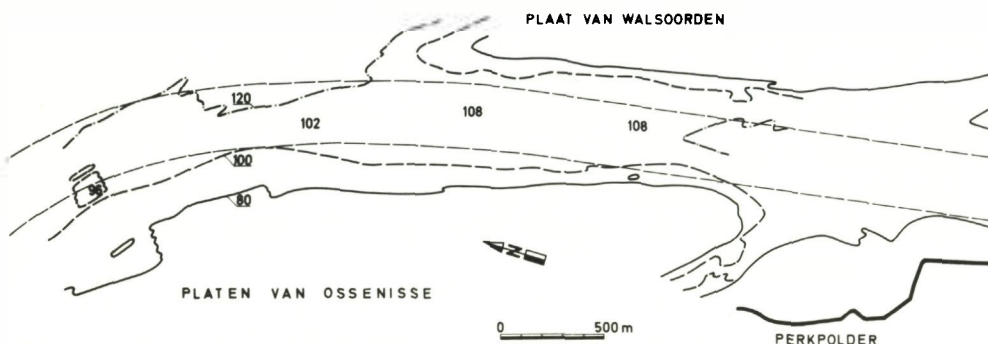


Fig.13. Drempel van Hansweert  
(23 januari 1974)

genoemde evoluties heeft als gevolg gehad dat de dieptetoestand van de drempel van Borsselle de laatste 10 jaar verslechterde, zonder echter een nadelige invloed uit te oefenen op de scheepvaart. Terwijl in 1960 tussen de dieptelijnen van 12 m nog een breedte van ruim 200 m aanwezig was, nam deze geleidelijk af tot nul. Einde 1972 bedroeg de minimum diepte op de drempel nog on-

geveer 10 m onder GLLWS en was de drempel geweldig vernauwd. Baggerwerken, waarover verder meer, werden daarom ook reeds in 1972 uitgevoerd en voortgezet in 1973.

2. De drempel van Baarland (fig. 12) bevindt zich tussen de Pas van Terneuzen en het Middeldgat. De oostelijke oever van de drempel, welke aanleunt tegen de Rug van Baarland, is vrij stabiel. Hetzelfde kan niet worden gezegd van de westelijke oever, die gevormd wordt door de Middelplaat en de scharen, welke in deze plaat tot ontwikkeling zijn gekomen. Deze drempel, welke vroeger ook voortdurend evolueerde, vertoont echter vanaf 1965 een ongunstige evolutie. Verschillende elementen spelen hierin een rol. De vloodschaar, Gat van Ossensisse, welke vroeger van het Middeldgat gescheiden was door de ondiepe Overloop van Hansweert, kwam door verdieping van deze overloop rond 1960 in rechtstreekse verbinding met het hoofdvaarwater juist afwaarts van Hansweert (zie fig. 10). De verhoging van de vloed- en ebdebieten door het Gat van Ossensisse veroorzaakte een diepteafname in het Middeldgat, waardoor dus minder ebwater tot afstroming kon komen over de drempel van Baarland. Dit werd nog in de hand gewerkt door de verdieping van de ebschaar van Everingen, onder de Hoek van Baarland, waarlangs veel ebwater afstroomt naar de Everingen. Een uitloper van de vloodschaar van Everingen, het zogenaamd Straatje van Willem, veroorzaakt een dwars over de drempel gerichte vloedstroom, welke het opdringen van de Middelplaat naar het Oosten en dus een vernauwing en een verondieping van de drempel met zich brengt. In de afgelopen jaren werd getracht deze ongunstige evolutie te stuiten door het uitvoeren van baggerwerken langs de rand van de Middelplaat en een verondieping van de ebschaar van Everingen door het storten van baggerspecie. Tot op heden is deze operatie zonder succes gebleven. Een gelukkige omstandigheid is echter dat het nevenvaarwater Gat van Ossensisse-Overloop van Hansweert zich ondertussen goed ontwikkeld en behouden heeft, en door het aanbrengen van de gepaste betonning, intens door de grote scheepvaart, op- en afvarend, wordt gebruikt.

De evolutie van de drempels van Borssele en Baarland kan echter niet los van elkaar worden gezien. Het zou ons te ver voeren om hierop in te gaan. Ik beperk mij met te vermelden dat de verrui-



ming van de vloodschaar van de Everingen zowel nadelig is voor de drempel van Borssele als voor deze van Baarland.

3. De volgende drempel, welke we ontmoeten op onze route naar Antwerpen is deze van Hansweert (fig. 13), ten westen begrensd door de platen van Ossenisse en ten oosten door de plaat van Walsoorden. Alhoewel de diepten op deze drempel de laatste jaren herhaaldelijk de maatgevende diepgang voor de vaart op Antwerpen bepaalde, tekent zich hier toch een gunstige evolutie af door een inhoudsvermindering van de Schaar van Waarde, vooral veroorzaakt door het op grote schaal storten van baggerspecie in deze schaar. Nadelig voor deze drempel is dat de breedte vrij groot is. Een aangepaste bebakening kan hier een gevoelige verbetering veroorzaken, door het creëren van een nauwer vaarwater, met als gevolg een vermindering van de thans omvangrijke onderhoudsbaggerwerken.

4. De drempel van Valkenisse (fig. 14) wordt westelijk begrensd door de platen van Valkenisse en oostelijk door de platen van Saaftinge. Onmiddellijk afwaarts deze drempel bevindt zich de Schaar van de Noord, welke diep doordringt in de platen van Saaftinge. Deze drempel stelt praktisch geen problemen voor de scheepvaart. Met betrekkelijk gering onderhoudsbaggerwerk is hier een goede toestand te behouden.

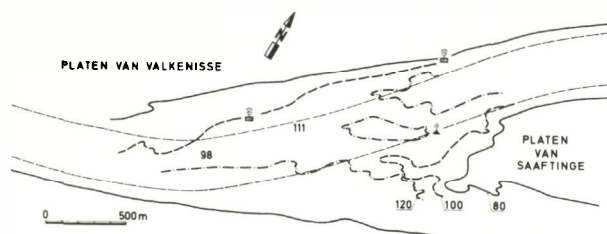


Fig.14. Drempel van Valkenisse  
(22 januari 1974)

5. De voorlaatste drempel vóór de Zandvlietsluis is deze van Bath (fig. 15), met ten oosten de Ballastplaat en de schaar van de Appelzak en ten westen de platen van Saaftinge.

Terwijl vroeger deze drempel als de meest ongunstige voor de scheepvaart werd ondervonden, is hierin de laatste jaren een zeer



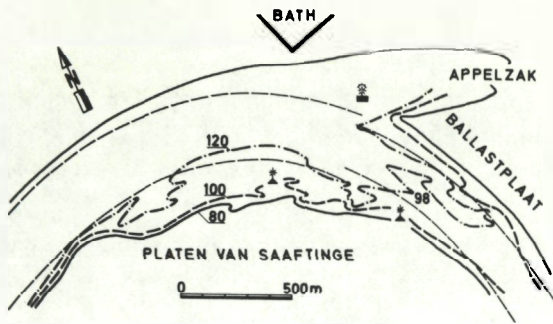


Fig.15. Drempel van Bath  
(14 januari 1974)

gevoelige verbetering opgetreden. Door intensief baggerwerk langs de rand van de plaat van Saaftinge, welke voortdurend opdringt naar het vaarwater toe, werd niet alleen de dieptetoestand verbeterd, maar werd ook de bochtstraal gevoelig vergroot, nl. van 1000 m in 1960 tot 1400 m in de huidige situatie.

6. De drempel van Zandvliet (fig. 16), de laatste drempel welke de diepliggende schepen ontmoeten op hun vaart naar de Zandvliet-sluis, wordt ten zuiden begrensd door de Schaar van Ouden Doel en de plaat van Doel en ten noorden door de Ballastplaat. Ongunstige evoluties rond deze drempel treden niet op. Dit belet echter niet dat de dieptetoestand van de drempel aan schommelingen onderhevig is.

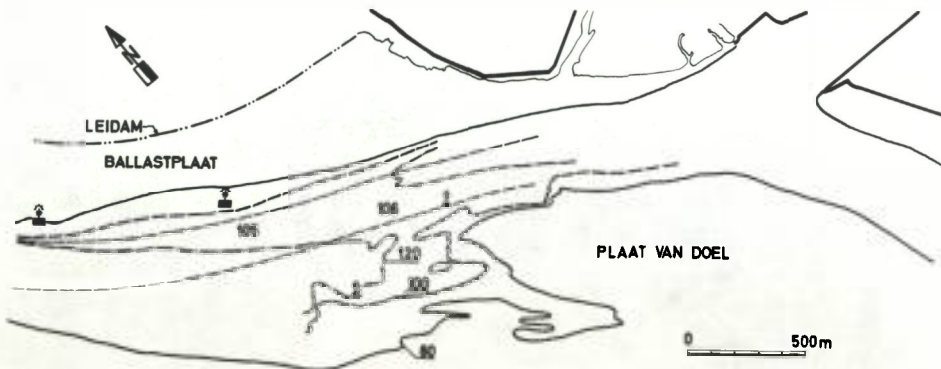


Fig.16. Drempel van Zandvliet  
(9 januari 1974)

## De baggerwerken

Zoals wel bekend dienen regelmatig onderhoudsbaggerwerken op de Westerschelde te worden uitgevoerd, daar de natuurlijke diepten op de drempels ontoereikend zijn om de vaart met diepliggende schepen naar de haven van Antwerpen toe te laten.

We beschouwen hier in hoofdzaak de baggerwerken tussen de monding en de Zandvlietsluis, dit in verband met de vaart van diepliggende schepen, welke praktisch alle de haven van Antwerpen binnenlopen via deze sluis.

Terwijl tot vóór 1969 de baggerwerken in de Schelde zich beperkten tot de drempels ten oosten van Hansweert, diende vanaf 1969 ook baggerwerk te worden verricht op de drempel van Baarland, en vanaf 1972 op de drempel van Borssele, gelet op de ongunstige evolutie welke zich hier manifesteerde, zoals gezegd.

De gebaggerde specie in de Westerschelde, dus op Nederlands grondgebied, wordt als algemene regel terug in de rivier gestort op plaatsen welke in overleg met de bevoegde instanties van de Rijkswaterstaat worden bepaald. Deze plaatsen zijn thans (fig. 17) de vloed- en ebschaar van Everingen, de oostelijke oever van het Gat van Ossenis, de Schaar van Waarde, de Schaar van Walsvoorden, de Schaar van de Noord en de Appelzak. In de jaren 1969 tot en met 1971 werden belangrijke hoeveelheden baggerspecie, afkomstig van de drempels in de Westerschelde, aangewend voor het uitvoeren van openbare werken in Nederland (dijkverzwaringen en aanleg van wegen). Ook wordt sinds verscheidene jaren een grote

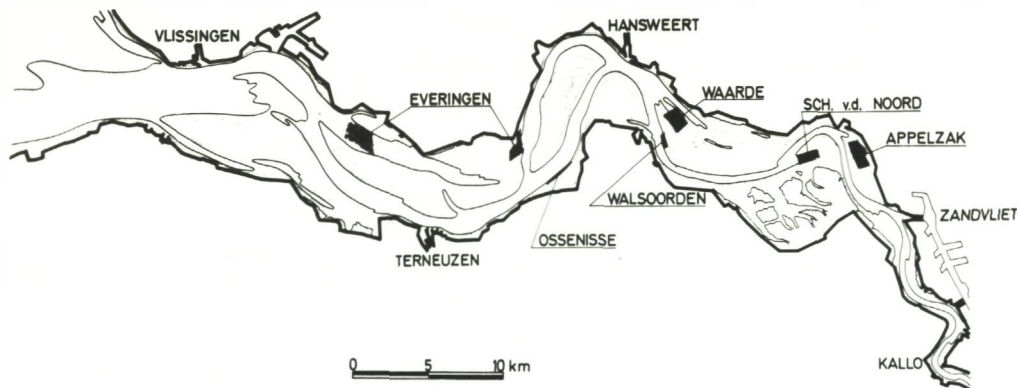


Fig. 17. Stortplaatsen van baggerspecie in de Westerschelde

hoeveelheid van de te Bath gebaggerde specie afgevoerd naar België voor het bouwrijp maken van industrieterreinen op beide Scheldeoevers.

De gebaggerde specie op de Belgische drempels wordt praktisch uitsluitend gebruikt voor het bouwrijp maken van industrieterreinen, terwijl slibhoudende specie wordt geborgen op terreinen die later tot groenzone zullen worden aangelegd.

Het totaal gebaggerde kubiek bedroeg tot 1969 ongeveer 8 Mm<sup>3</sup>/jaar, vanaf 1969 echter ongeveer 10 à 11 Mm<sup>3</sup>.

In de jaren 1970, 1971, 1972 en 1973 werden verdiepings- en verbredingsbaggerwerken uitgevoerd op de drempels en langs de plaatranden op Belgisch gebied met het oog op het bouwrijp maken van industrieterreinen en voor infrastructuurwerken. In totaal werd hiervoor 14 Mm<sup>3</sup> gebaggerd.

Het percentage van het onderhoudsbaggerwerk op Nederlands gebied liep vanaf 1967 op tot boven de 60% en bereikte in 1971 en 1972 resp. 72 en 80%. Dit illustreert dat vooral de laatste jaren de baggerwerken opwaarts de Zandvlietsluis van weinig betekenis zijn.

Ingevolge de industriële expansie op de beide Scheldeoevers en de zandleveringen voor openbare werken in Nederland steeg de uit de rivier afgevoerde specie in belangrijke mate: van ruim 2 Mm<sup>3</sup> in het begin van het decennium tot 5 à 6 Mm<sup>3</sup> in de afgelopen jaren.

In 1972 werd een zandwinning uitgevoerd op de drempel van Borssele met het oog op het ophogen van een industrieterrein langs de Sloehaven. Dit baggerwerk, zonder kosten voor België, had een gevoelige verbetering van de dieptetoestand, vooral een breedtetoename, voor gevolg. In 1973 werd ongeveer 1,2 Mm<sup>3</sup> onderhoudsbaggerwerk uitgevoerd op deze drempel met als doel het realiseren van een diepte van 12 m onder GLLWS over een breedte van 300 m. Dit beoogde resultaat werd echter nog niet bereikt zodat de inspanningen dit jaar zullen verder gezet worden. De uitdieping van deze drempel is vooral van belang voor de haven van Gent.

De baggerwerken op de drempel van Baarland vingen aan in 1969. Alhoewel het gebaggerde kubiek zeer groot was, nl. 3,2 Mm<sup>3</sup> (de dieptetoestand vóór de baggerwerken was zeer slecht), verslech-

terde de dieptetoestand opnieuw zodat in 1970 weer werd ingegrepen, zij het dat het gebaggerde kubiek slechts  $\frac{1}{4}$  bedroeg van dit in 1969. Ook in 1971 en 1972 werden weer belangrijke hoeveelheden gebaggerd, resp. 1,8 en 2,5 Mm<sup>3</sup>. De baggerwerken concentreeren zich steeds vooral langs de rand van de Middelplaat om het opdringen van deze plaat naar het vaarwater toe te beletten. In 1973 werd praktisch niet gebaggerd alhoewel de toestand niet gunstig te noemen is. De minimum diepte schommelt rond 82 dm onder GLLWS. Baggerwerk zou zeker noodzakelijk zijn geweest indien de Overloop van Hansweert niet aan de eisen van een veilige scheepvaart zou voldoen. Gelet op de evolutie van de Schelde ter plaatse zal baggerwerk in de volgende jaren zeker nodig zijn.

De baggerwerken op Hansweert zijn tot 1970 vrij gering geweest. Het gebaggerde kubiek schommelde tussen 0,4 Mm<sup>3</sup> en 1,1 Mm<sup>3</sup>. Vanaf dit jaar was het echter nodig de onderhoudsbaggerwerken zeer gevoelig op te voeren. De laatste 4 jaar werd gemiddeld 2,7 Mm<sup>3</sup>/jaar gebaggerd. De reden van deze belangrijke toename van het onderhoudskubiek is niet eenvoudig te bepalen. De vorming van de vloodschaar van Walsoorden en een vloodschaar westelijk van de drempel in de platen van Ossensisse kunnen zeker tot deze ongunstige toestand hebben bijgedragen.

De baggerwerken langs de rand van de plaat van Walsoorden variëren sterk in grootte. Na de inkorting van het Oude Hoofd van Walsoorden (waarover verder) werden zeer geringe hoeveelheden gebaggerd (grootte orde 300.000 m<sup>3</sup>). Vanaf 1971 werd de rand van de plaat van Walsoorden gevoelig teruggedrongen. In 1973 was echter weer onderhoudsbaggerwerk nodig (0,5 Mm<sup>3</sup>).

De gebaggerde hoeveelheden op Valkenisse zijn eveneens aan schommelingen onderhevig. Het hier gebaggerde kubiek varieerde tussen 1 à 1,5 Mm<sup>3</sup> van 1961 tot 1969. In de jaren 1969, 1970 en 1971 werd gemiddeld slechts 0,6 Mm<sup>3</sup> per jaar gebaggerd. In 1972 liep het kubiek weer op tot 1,5 Mm<sup>3</sup> en in 1973 tot 2,1 Mm<sup>3</sup>. Hiergeleverd in verband met de afvaart van containerschepen.

De gebaggerde hoeveelheid specie op Bath is ongeveer constant. Zoals reeds eerder gezegd vormt deze drempel thans geen probleem meer voor de scheepvaart op de Schelde. Het jaarlijks gebaggerd kubiek bedraagt ongeveer 2 Mm<sup>3</sup>.

De gebaggerde hoeveelheden op de drempel van Zandvliet zijn de

Tabel 2. Onderhoudsbaggerwerken in de Schelde 1961-1972. Hoeveelheden in m<sup>3</sup>

| jaar | totaal     | Nederland | België    | gestort   | afgevoerd<br>uit de<br>rivier | afwaarts<br>Zandvliet-<br>sluis |
|------|------------|-----------|-----------|-----------|-------------------------------|---------------------------------|
| 1961 | 7.695.621  | 4.497.057 | 3.198.564 | 5.358.322 | 2.337.299                     | 5.572.926                       |
| 1962 | 8.561.363  | 4.913.059 | 3.648.304 | 6.076.298 | 2.485.065                     | 5.921.933                       |
| 1963 | 8.500.283  | 4.985.934 | 3.514.349 | 6.345.301 | 2.154.982                     | 5.870.917                       |
| 1964 | 8.717.561  | 5.610.305 | 3.107.256 | 6.514.494 | 2.203.067                     | 6.779.372                       |
| 1965 | 8.244.241  | 4.444.379 | 3.799.862 | 5.504.659 | 2.739.582                     | 5.534.298                       |
| 1966 | 7.427.802  | 3.486.391 | 3.941.411 | 3.746.184 | 3.681.618                     | 4.304.311                       |
| 1967 | 7.238.559  | 4.740.076 | 2.498.483 | 5.048.107 | 2.190.452                     | 5.597.923                       |
| 1968 | 8.194.770  | 5.208.280 | 2.986.490 | 3.412.022 | 4.782.748                     | 6.366.716                       |
| 1969 | 11.976.089 | 7.691.740 | 4.284.349 | 5.484.361 | 6.491.728                     | 9.095.256                       |
| 1970 | 13.637.799 | 7.206.832 | 6.430.967 | 4.685.207 | 8.952.592                     | 9.963.158                       |
| 1971 | 15.402.111 | 7.336.504 | 8.065.607 | 5.389.949 | 10.012.162                    | 9.079.995                       |
| 1972 | 13.316.201 | 9.002.488 | 4.313.713 | 5.668.912 | 7.647.289                     | 11.260.761                      |

Tabel 3. Onderhoudsbaggerwerken 1961-1972. Drempels afwaarts de Zandvlietsluis

| jaar | Borssele | Baarland  | Hansweert | Walsoorden | Valkenisse | Bath      | Zandvliet |
|------|----------|-----------|-----------|------------|------------|-----------|-----------|
| 1961 | -        | -         | 977.195   | 288.792    | 1.385.872  | 1.846.321 | 1.074.746 |
| 1962 | -        | -         | 1.145.777 | 844.025    | 1.704.966  | 1.218.291 | 1.008.874 |
| 1963 | -        | -         | 565.148   | 1.000.566  | 1.421.188  | 1.999.032 | 884.983   |
| 1964 | -        | -         | 880.516   | 1.504.258  | 1.284.577  | 1.940.954 | 1.169.067 |
| 1965 | -        | -         | 723.007   | 763.879    | 1.040.006  | 1.917.509 | 1.089.897 |
| 1966 | -        | -         | 465.397   | 339.534    | 909.830    | 1.771.630 | 817.920   |
| 1967 | -        | -         | 422.807   | 522.211    | 1.347.106  | 2.421.889 | 883.910   |
| 1968 | -        | -         | 761.113   | 343.303    | 1.312.839  | 2.791.025 | 1.158.436 |
| 1969 | -        | 3.277.770 | 609.588   | 110.875    | 610.291    | 2.845.251 | 1.641.481 |
| 1970 | -        | 828.228   | 3.267.283 | -          | 711.926    | 2.443.755 | 2.711.966 |
| 1971 | -        | 1.781.839 | 2.099.560 | 1.300.909  | 372.759    | 1.781.836 | 1.743.692 |
| 1972 | 800.000  | 2.488.216 | 1.905.237 | -          | 1.492.434  | 2.316.601 | 2.258.273 |



laatste jaren gevoelig toegenomen, van 1 Mm<sup>3</sup> in het begin van het decennium tot ruim 2 Mm<sup>3</sup> de laatste jaren. Hierbij dient aangestipt dat sinds de indienststelling van de Zandvlietsluis hier grotere diepten worden onderhouden, daar de grote schepen reeds bij dalend water deze drempel overvaren.

De tabellen 2 en 3 geven meer gedetailleerde gegevens over de baggerwerken afwaarts de Zandvlietsluis.

De baggerwerken in het Scheur tenslotte vingen aan in 1960 met een proefbaggerwerk van ongeveer 0,5 Mm<sup>3</sup>. De werken in het Scheur hebben als doel de toegang tot de Westerschelde te verbeteren. De Scheurpas werd gekozen daar deze heel wat korter was dan de Wielingen en de baggerwerken dus veel minder omvangrijk zouden zijn. Vanaf 1962 werd in totaal ongeveer 28 Mm<sup>3</sup> gebaggerd. Deze werken hadden als doel een geul te creëren met een breedte van 500 m en een diepte groter dan 100 dm onder GLLWS. Deze opzet ken- de succes daar de minste diepte toenam van 87 dm in 1962 tot 105 dm in 1973. Sinds 1973 zijn de baggerwerken opgevoerd om over de ganse lengte van het Scheur en over een breedte van 300 m een minimum diepte van 11 m te bekomen. De recentste peilingen wettigen de hoop dat men in deze opzet zal slagen.

Zoals verder zal blijken is de verdieping van het Scheur van zeer groot belang voor de afvaart van diepliggende schepen.

#### De bevaarbaarheid van de Westerschelde

Met de toenemende afmetingen van de zeeschepen en om de geboden mogelijkheden van de Schelde optimaal te benutten, werd in de loop der jaren steeds meer en meer aandacht besteed aan het probleem van de bevaarbaarheid van de Schelde. Een nieuw element, dat zich hier bij de laatste jaren heeft aangemeld, is de afvaart van de zeescheepvaart, vooral de containerschepen. Vroeger ging de aandacht praktisch uitsluitend naar de opvaart en dit i.v.m. de tank- en ertsschepen.

Het ligt voor de hand dat de zeer diepliggende schepen, zoveel mogelijk profijt trachten te halen uit de grootte van het getij op de Westerschelde.

Ideaal zou zijn dat de opvarende scheepvaart de snelheid van de getijgolf, meer speciaal de voortplantingssnelheid van het

hoogwater zou kunnen volgen om aldus op alle drempels van de grootste waterdiepte te kunnen profiteren. Dit is echter onmogelijk daar de top van de getijgolf zich voortplant met snelheden die de scheepvaart niet kan ontwikkelen. Op de Westerschelde tussen Vlissingen en de Zandvlietsluis bedraagt deze snelheid gemiddeld 60 km/uur of 32 knoop. Op de Westerschelde ontwikkelt een schip gewoonlijk een snelheid van 12 à 14 knoop, dus merkbaar lager dan genoemde snelheid.

Twee belangrijke feiten, die de vaart op de Westerschelde voor grote schepen in gunstige zin hebben beïnvloed, zijn de geleidelijke uitdieping van het Scheur vanaf 1962 en het indienststellen van de Zandvlietsluis.

Door het indienststellen van de Zandvlietsluis werd de vaarweg van Vlissingen naar de haven van Antwerpen met 9 km ingekort en werd het aantal te overvaren drempels met twee verminderd. Bovendien kon het tijdstip waarop de bocht van Bath moest worden bevaren verlaat worden. De grote zeeschepen passeren nu deze bocht na hoogwater dus bij kleine stroomsnelheden, om met stilstaand water of bij het begin van de ebstroom de toegangsgewel van de Zandvlietsluis in te varen. Een verder gevolg was dat ook later uit Vlissingen kon worden vertrokken.

De geleidelijke uitdieping van het Scheur had als gevolg dat vroeger kon worden afgevaren van uit zee (boei A 1) om tijdig Vlissingen te bereiken. Zonder deze uitdieping moest te lang worden gewacht op een voldoende rijzing van het water. Het gevolg was dat men te laat in Vlissingen toekwam om nog veilig te kunnen doorvaren naar Antwerpen. Men moet inderdaad een half uur vóór plaatselijk hoogwater te Vlissingen vertrekken om tijdig de Zandvlietsluis te kunnen bereiken.

In hetgeen volgt beschouwen we alleen het traject boei A1-Zandvlietsluis (zie fig. 10) en omgekeerd, daar we alleen handelen over de vaart met grote zeeschepen. Tevens wordt rekening gehouden met de huidige dieptetoestand van het Scheur (minste diepte 105 dm - GLLWS) en de drempels van de Westerschelde (drempel van Borssele 106 dm, Overloop van Hansweert 102 dm, drempels van Hansweert, Valkenisse, Bath en Zandvliet, respectievelijk 96, 98, 98 en 105 dm onder GLLWS).

Bij de huidige dieptetoestand van het Scheur en van de drempels

op de Westerschelde en bij gemiddeld springtij kan de opvaart vanaf de boei A 1 naar de Zandvlietsluis in één getij geschieden met schepen tot ruim 42 voet diepgang. Bij gemiddeld getij kan dit met een diepgang van 41 voet en bij gemiddeld doottij met een diepgang van 40 voet.

Beschouwen we nu de afvaart van schepen vanuit Antwerpen naar zee. Tot voor enkele jaren vormde dit geen enkel probleem daar de diepgang bij afvaart geen belemmering vormde om in één getij de zee te bereiken. Het inzetten van nieuwe typen schepen voor het vervoer van stukgoederen evenals, doch in mindere mate, het inzetten van tankers voor de afvoer van afgewerkte petroleumproducten, heeft hierin echter verandering gebracht. Het zijn vooral de lichtermoederschepen ( $266 \times 32,3 \text{ m}^2$ ) en de containerschepen van de 3e generatie ( $288 \times 32,5 \text{ m}^2$ ) die het probleem van de afvaart naar zee in één getij hebben gesteld. De diepgang van genoemde schepen bedraagt zowel bij opvaart als afvaart 36 à 37 voet (11 à 11,30 m). De opvaart in één getij levert dus geen problemen. Anders is het gesteld met de afvaart. Een afvarend schip vertrekt 2 à 3 uur vóór plaatselijk hoogwater aan de Zandvlietsluis. Tot ongeveer Terneuzen, afhankelijk van het getij, ontmoet dit schip rijzend water. Het overvaren van de drempel van Borssele geschiedt reeds 1 à  $1\frac{1}{2}$  u na plaatselijk hoogwater, terwijl het Scheur 3 tot 4 uur na plaatselijk hoogwater wordt gepasseerd. Het hoeft geen betoog dat de afvaart bijvoorbeeld voor een schip met een diepgang van 37 voet dat theoretisch haalbaar is, maar waarbij het Scheur slechts kort voor plaatselijk laagwater kan worden overvaren, moet worden verworpen, daar dergelijke speciale eenheden geen enkel risico kunnen lopen. Het gaat hier inderdaad om schepen waarvan er slechts enkele in de vaart zijn, die bovendien aan een streng tijdschema in verband met het aanlopen van andere havens gebonden zijn en tijdverlies dus dient te worden vermeden. Bovendien zijn deze schepen zeer duur in exploitatie (ongeveer 50.000 Belgische Franken / uur).

Uit de studie van de bevoegde diensten is gebleken dat de diepteligging van de meest opwaartse drempels en deze van het Scheur het knelpunt vormen om een veilige afvaart in één getij naar zee mogelijk te maken. In deze zin worden dan ook baggerwerkzaamheden uitgevoerd op de Schelde en in het Scheur. Wat de-

ze laatste pas betreft wordt er naar gestreefd de diepte geleidelijk op te voeren tot - 11 m over een breedte van 300 m. Indien deze toestand zal zijn bereikt en tegelijkertijd de meest opwaartse drempels (nl. deze van Zandvliet, Bath, Valkenisse) op een diepte van 10 m -GLLWS kunnen worden behouden, en de ervaring van het laatste jaar wetigt deze hoop, zou de afvaart in één getij naar zee met schepen van 37 voet diepgang mogelijk zijn. Met de huidige toestand van de drempels is reeds een afvaart van schepen van 36 voet in één getij mogelijk.

De verdieping van het Scheur zoals deze gepland is, samen met een verdieping van de drempel van Borssele, komt uiteraard eveneens ten goede aan de vaart van superschepen bestemd voor de haven van Gent.

#### De infrastructuurwerken

##### *Reeds uitgevoerde werken*

In de afgelopen jaren werden verschillende infrastructuurwerken op de Westerschelde uitgevoerd. Van opwaarts naar afwaarts zijn dat:

1. regularisatie van de rechteroever onmiddellijk opwaarts van de Zandvlietsluis in 1964 vóór het indienstnemen van deze sluis;
2. de leidam op de plaat van Oude Doel, voltooid in 1969;
3. de leidam op de Ballastplaat, voltooid in 1971;
4. de inkorting van de vooruitspringende krib, het zgn. Oude Hoofd van Walsoorden, uitgevoerd in 1967.

De regularisatie van de rechteroever onmiddellijk opwaarts van de Zandvlietsluis had als doel een verbetering van het vaarwater Ouden dijk en een goede aansluiting met de toegangsgeul tot de Zandvlietsluis.

De leidammen op de plaat van Doel en de Ballastplaat hebben als doel het spreiden van de vloedstroom over een grotere breedte en het geleiden van de ebstroom in het vaarwater.

De leidam op de plaat van Doel en de regularisatie van het vaarwater Oudendijk hebben geleid tot een aanmerkelijke verbete-

ring van het aangrenzende riviergedeelte. De leidam van Doel daalt vrij snel van het peil + 5 m naar het peil + 1 m t.o.v. NKD en behoudt over de resterende lengte deze hoogte.

Bij de inplanting van de leidam op de Ballastplaat werd reeds rekening gehouden met het feit dat deze in de toekomst zou worden ingeschakeld in het plan voor de Bochtafsnijding van Bath. Deze leidam daalt vanaf de oever vrij snel tot het peil + 2,50 m om verder geleidelijk af te lopen tot NKD aan het uiteinde.

Halfweg tussen de veerhaven van Perkpolder en het haventje van Walsoorden bevond zich in de 16e eeuw een vooruitspringende krib, in de rivier, welke gekend was onder de naam het Oude Hoofd van Walsoorden en een lengte had van 320 m.

In perioden, waarin de Schaar van Walsoorden als hoofdvaarwater fungeerde, vormde deze krib geen hindernis voor de scheepvaart. Zoals vroeger gezegd verdwijnt na zekere tijd de Schaar van Walsoorden en komt het vaarwater aanleunen tegen de linkeroever. In deze toestand en rekening houdend met de evolutie van de afmetingen der zeeschepen betekende deze krib een grote hindernis voor de scheepvaart. Deze was verplicht een S-bocht uit te voeren en werd bovendien door hinderlijke stromingen bemoeilijkt. Na overleg met Nederland en het uitvoeren van modelproeven, werd besloten het Oude Hoofd met ongeveer 165 m in te korten, zodat de berm niet meer vooruit sprong op de algemene oeverstrekking. Nautisch werd hierdoor de toestand gevoelig verbeterd.

#### *Uit te voeren werken*

Beschouwen we nu de infrastructuurwerken, welke in de volgende jaren zullen worden uitgevoerd.

1. Vooreerst de Bochtafsnijding te Bath. Sinds vele decennia werd de bocht van Bath, omwille van zijn beperkte kromteschaal, beschouwd als het moeilijkste te bevaren gedeelte van de Westerschelde. Verscheidene plannen zagen dan ook het licht en werden uitgebreid onderzocht om een afdoende verbetering van het vaarwater te bekomen. Door ir. Verschave, Secretaris-Generaal bij het Ministerie van Openbare Werken, werd in 1967 een drastische bochtafsnijding voorgesteld. Dit plan werd uitvoerig op zijn hydrau-

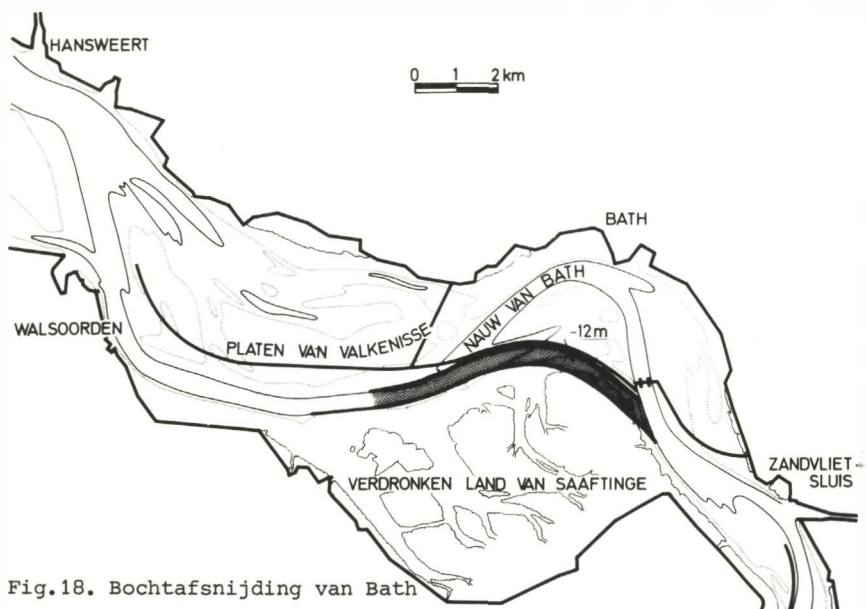


Fig.18. Bochtafsnijding van Bath

lische merites onderzocht en aanvankelijk aanvaard door Nederland. Daar het echter een vrij grote ingreep betekende in het Verdrongen Land van Saaftinge, werd door Nederland een minder drastische bochtafsnijding voorgesteld. Het voorgestelde vrij gestrekte tracé werd gewijzigd in een meer gekromd tracé met als straal 3000 m, en meer noordelijk gelegen. Dit tracé werd door België aanvaard. Uit modelonderzoek bleek dat het nieuwe tracé hydraulisch evenwaardig was als het Belgische tracé en dat de uitvoering technisch realiseerbaar is, waarbij echter in sommige fasen bijzondere aandacht dient te worden besteed aan het vermijden van mogelijke nautische hinder voor de scheepvaart, welke steeds doorgang moet vinden.

Het plan van de bochtafsnijding, zoals het thans wordt uitgewerkt door de Rijkswaterstaat in samenwerking met België, ziet er in grote lijnen uit als in figuur 18 weergegeven.

De eigenlijke doorsteek heeft een bodembreedte van 400 m op 10 m- NKD, een bodempeil van 12 m- NKD en een straal van 3000 m. Het zuidelijke talud tegen het Land van Saaftinge heeft een helling van 1/10. De noordelijke geleidam met een taludhelling 1/4 heeft over een lengte van enkele km een kruinhoogte van 7 m + NKD. Dit gedeelte is dus onoverstroombaar. Opwaarts daalt deze



geleidam naar de bestaande maaiveldhoogte. Afwaarts daalt de geleidam geleidelijk naar het peil 2,50 m + NKD t.p.v. de drempel van Valkenisse. Vervolgens wordt deze geleidam verlengd met een bodembekleding (dikte 1 à 1,5 m en breedte 30 m) op de platen van Valkenisse. De bodembekleding over de platen van Valkenisse naar de hoek van de Zimmermanpolder heeft dezelfde karakteristieken. De leidam op de Ballastplaat wordt verhoogd tot het peil 2,50 m + NKD. De afsluiting van het vaarwater boven Bath ligt eveneens op dit peil doch behoudt een doorstroomopening met een breedte van 200 m op 4 m - NKD. Deze opening is noodzakelijk om een getijstrooming door het noordelijk bekken (het deel van de Westerschelde ten noorden van de doorsteek) te kunnen behouden. Het behoud van dit bekken is van essentieel belang voor het getijregime van de Schelde.

De bochtafsnijding betekent een vaarwegverkortung van 3 km. Het is mogelijk dat aan het hierboven geschetste ontwerp nog enkele detailwijzigingen worden aangebracht als gevolg van het nog niet volledig voltooide grondmechanisch en nautisch onderzoek.

2. Een tweede belangrijk infrastructuurwerk langs de Schelde is de havenuitbreiding op de linkeroever. De beslissing hiertoe werd genomen daar op de rechteroever, na de realisatie van het tienjarenplan voor de haven van Antwerpen, praktisch geen uitbreiding meer mogelijk was qua industriële vestigingen. Wel zal op de rechteroever nog een nieuw havendok worden gegraven voor op- en overslagactiviteiten.

Zoals bekend zal op de linkeroever een havengebied (zie fig. 19) worden ontsloten met een bruto oppervlakte van 6600 ha, waarvan 925 ha voor kanaaldok + insteedokken

3785 ha voor industrie- en haventerreinen

750 ha voor groenzones

800 ha voor infrastructuur

340 ha diversen.

Naast industriële vestigingen, welke trouwens reeds zijn gestart, wordt ook ruimte voorbehouden voor op- en overslag.

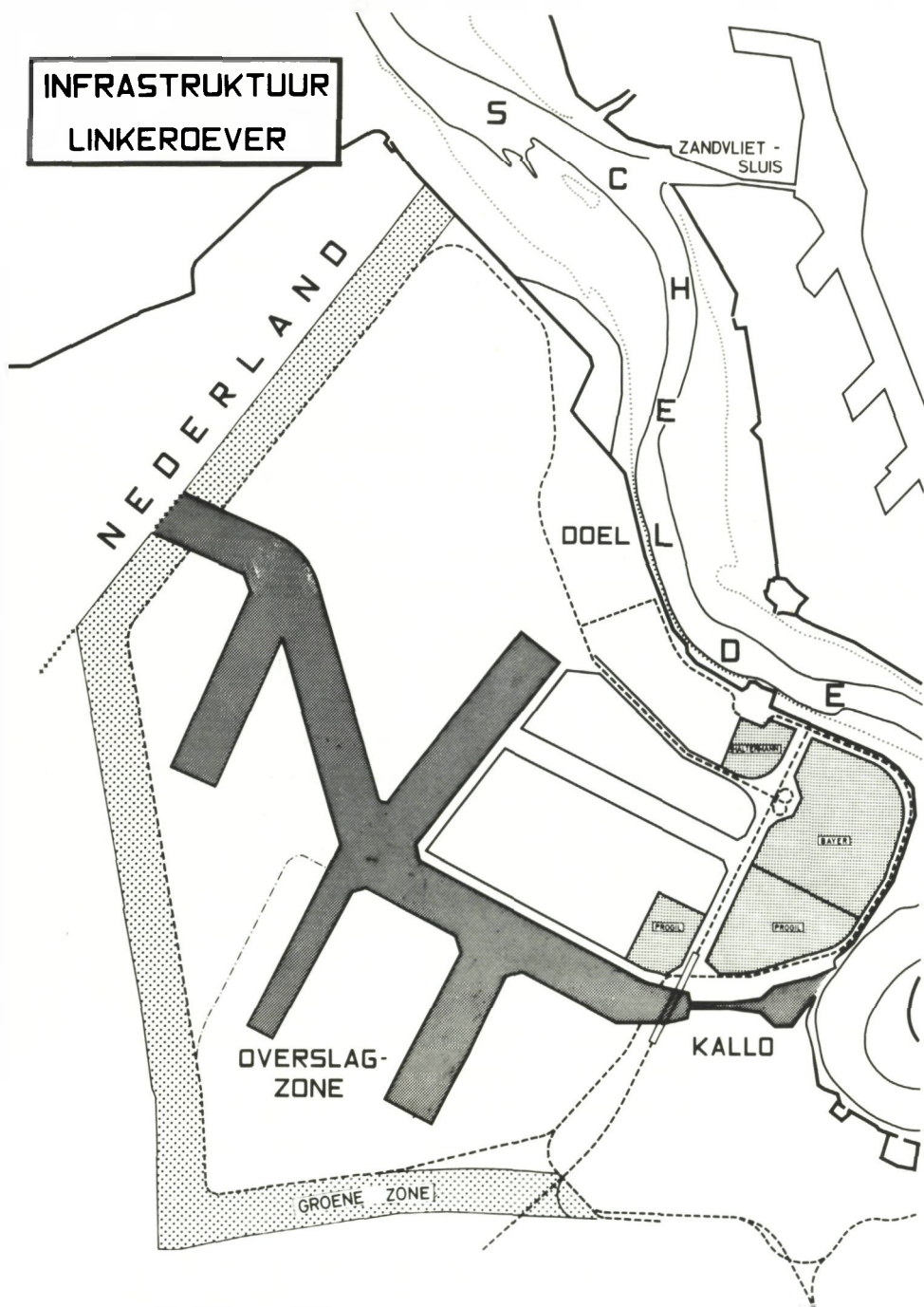


Fig.19. Infrastructuur van de linkeroever van het havengebied te Antwerpen

De toegang van uit de Schelde tot dit havengebied zal geschieden via de sluis van Kallo (in uitvoering en welke eind 1975 begin 1976 in dienst zal worden gesteld) en via de sluis te Baalhoek.

De sluis van Kallo heeft als hoofdafmetingen:

    lengte tussen de buitenste deuren: 360 m

    kolkbreedte: 50 m

    drempel: 12,50 m - NKD

Beide hoofden zijn van twee roldeuren voorzien. De vulling en lediging geschieden op dezelfde wijze als bij de Zandvlietssluis (omloopriolen).

Noordelijk van de sluis is een rioolstelsel voorzien, met inlaat aan het kanaaldok en uitlaat vóór het buitenhoofd van de sluis in de toegangsgeul. De functie van dit riool is beheersing van het kanaalpeil en doorspoeling van het kanaalbekken. Het riool zal slechts in één richting werken: van het kanaaldok naar de Schelde toe.

De sluis is via een toegangsgeul met de Schelde verbonden. Hydraulisch dient de vormgeving van de mond zodanig te zijn dat uitwisseling van water tussen de Schelde en de toegangsgeul zo gering mogelijk is om de aanslibbing zo veel mogelijk te beperken. Nautisch dient een veilige invaart te worden gewaarborgd. De breedte langs de Schelde is zo klein mogelijk gehouden, nl. 230 m, vervolgens verwijdt de toegangsgeul en is een draaicirkel van 450 m voorzien. Aansluitend hierop leidt een trechtervormige vernauwing tot aan het buitenhoofd van de sluis. De totale lengte van de toegangsgeul is ongeveer 1000 m. De bodem van de toegangsgeul wordt gebaggerd op 14,50 m - NKD.

Het kanaalpeil is voorzien op 3,50 m + NKD, het bodempeil op 14,50 m - NKD. De bodembreedte bedraagt 350 m. De breedte aan de waterlijn zal variëren tussen 500 en 530 m al naargelang de vereiste taludhellingen. De hiergenoemde afmetingen zijn gebaseerd op een type schip van 125.000 à 150.000 ton dead weight (tdw). De voorlopige inplanting van het kanaaldok en de insteeddokken kan nog worden gewijzigd al naargelang de vereiste terreinindeeling.

Van zuidwest naar noordoost wordt het industrieterrein door-

kruist door een deel van de grote ring rond Antwerpen. Deze grote ring wordt via een tunnel, reeds in uitvoering, juist ten westen van de sluis van Kallo, onder het kanaaldok doorgevoerd en wordt in een later stadium doorgetrokken onder de Schelde. Het gaat hier om twee tunnels, één voor weg- en één voor spoorwegverkeer. Deze laatste is tevens gecombineerd met een leidingentunnel. Ook zal een tunnel worden aangelegd onder het kanaaldok nabij de Nederlandse grens.

Het hele industrieterrein wordt omgeven met een groenzone van 500 m breed (voor meer details zie A. De Jonghe (1974)).

3. Het Baalhoekkanaal. Zoals reeds gezegd wordt het havengebied ontworpen voor een type schip van 125.000 à 150.000 t.d.w. Dergelijke schepen kunnen de Schelde niet bevaren tot Kallo. Er dient dus uitgezien naar een andere toegang waarlangs dit in de toekomst wel mogelijk zou kunnen zijn. Om deze reden dient deze toegang zich zo ver mogelijk afwaarts op de Schelde te bevinden. De gedachte ging daarom uit naar een toegang op Nederlands grond-

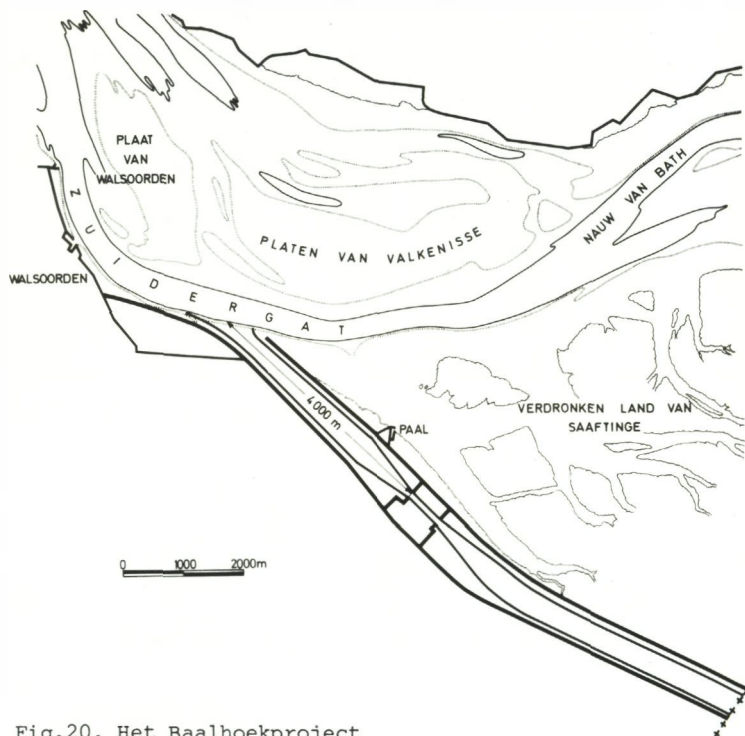


Fig.20. Het Baalhoekproject

gebied en wel aansluitend op het Zuidergat opwaarts van de drempel van Hansweert. Nederland stemde principieel in met deze aansluiting en opteerde tenslotte voor een binnendijks tracé, d.w.z. buiten het Land van Saaftinge. Beide projecten, de bochtafsnijding en het Baalhoekkanaal, laten dus het Land van Saaftinge, een zeer interessant natuurgebied, onaangeroerd.

Fig. 20 toont de principe-inplanting van het Baalhoekkanaal, de sluis en de toegangsgeul. De afmetingen van het kanaal zijn dezelfde als deze op Belgisch gebied.

De afmetingen van de sluis zijn de volgende:

nuttige kolk lengte tussen de beide buitendeuren van de sluishoofden: 500 m

breedte van de sluis: 64 m (nuttig minimum 60 m)

drempels op 15 m -NKD.

De voorhaven krijgt een lengte van ongeveer 4000 m en een bodempeil van 17 m - NKD. Voor wachtende schepen wordt deze diepte lokaal opgevoerd tot 19,1 m - NKD. De vormgeving van de toegangsgeul wordt bepaald aan de hand van in uitvoering zijnd hydraulisch en nautisch onderzoek.

Het vulsysteem van de sluis, dat eveneens nog in onderzoek is, is anders dan dit van de sluis van Kallo. Hier zullen langsriolen met zijspruiten worden toegepast. In combinatie met dit vulsysteem is een inlaatwerk voorzien voor de doorspoeling en de peilbeheersing van het havenbekken. De grootte van dit systeem is afgestemd op de uitlaatconstructie van Kallo. Westelijk van de sluis wordt ruimte gereserveerd voor een binnenvaartsluis.

#### Literatuur

- Jonghe, A. De., 1974. De infrastructuurwerken op Belgisch grondgebied voor de uitbreiding van de haven van Antwerpen op de linker Scheldeoever. Het Ingenieursblad. Jaargang 43 nr. 1/2.
- Theuns, J. & I. Coen, 1972-1973. Overzicht van de tijdwaarnemingen in het Zeescheldebekken gedurende het tijdperk 1961-1970. Tijdschrift der Openbare Werken van België nr.3, 1972-1973.

Valcke, E., Vandervelden, H., Sterling, A. & P. Roovers. XXI Congrès International de Navigation. Stockholm 1965. Navigation intérieure. Section 1. Sujet 5. Rapport over de verbeteringswerken in de Schelde te Bath en Walsoorden.

Verschave, J.E.L., Secretaris-Generaal van het Ministerie van Openbare Werken, 1970. De verbetering van de bevaarbaarheid van het Schelde-estuarium. Het afsnijden van de Bocht van Bath. Hinterland nr.66.



## De relatie ecologie-planologie

E. van der Maarel, Afd. Geobotanie, Katholieke Universiteit, Nijmegen

### Inleiding

In deze bijdrage zal ik proberen aan te geven, hoe zich in Nederland een relatie tussen ecologie en planologie ontwikkelt en hoe deze relatie begint door te werken in de planologische diensten van rijk en provincies. Via enkele verwijzingen naar het op gang gekomen ecoplanologisch onderzoek en mogelijke toepassingen in onze gemeenschappelijke Gouden Delta kan deze bijdrage wellicht steun geven aan de wetenschappelijke en maatschappelijke acties ter voorkoming van de in Noord-Vlaanderen en het Westerscheldegebied geplande gigantische haven- en industrie-uitbreidingen. Deze plannen lijken regelrecht te zijn geïnspireerd door het welbekende groene boekje 'Rotterdam 2000+'. Gelukkig is een dergelijke 'Vlaamse Europoort' er nog niet. Als de planologen aan weerszijden van de grens tijdig een ecologisch denkkader ter beschikking krijgen en ermee leren werken zullen zij er toe kunnen bijdragen, dat er nooit een dergelijke tweede Europoort komt.

We zullen in vogelvlucht zien wat zich in Nederland afspeelt en wat daarvan voor de Gouden Delta in het bijzonder ter zake is.

### Ontwakend ecologisch bewustzijn bij planologen

Een van de eerste blijken van 'ecologisch bewustzijn' bij planologen vinden we in de Tweede Nota over de Ruimtelijke Ordening in Nederland (Anon. 1966). Drie belangrijke elementen daarin zijn:

- a. de introductie van de term natuurlijk milieu als een planologische component in het geheel van stedelijk en landelijk milieu;
- b. de opsomming van een zevental 'min of meer natuurlijke landschappen', die, zonder dat die kwalificatie er uitdrukkelijk aan

wordt gegeven, zo ongeveer alle landschapstypen vertegenwoordigen waarin Nederland uitblinkt boven de omringende landen; c. de presentatie van de veel aangehaalde 'schets van de belangrijkste natuurlijke milieus in Nederland'. Deze kaart, in de wandeling de milieugradiëntenkaart genoemd, is allereerst een aanvulling op de opsomming die we onder b noemden, met nog een afzonderlijke aanduiding van de grote weidevogelgebieden alsmede Waddenzee en Deltagebied. Daarnaast is met deze schets de milieutheorie van Chr. G. van Leeuwen in de wereld van de ruimtelijke ordening geïntroduceerd.

Zoals in de Tweede Nota is vermeld is deze schets ontworpen op het toenmalige RIVON, het Rijksinstituut voor Veldbiologisch Onderzoek ten behoeve van het Natuurbehoud, dat in 1969 opging in het RIN, Rijksinstituut voor Natuurbeheer. Het zijn vooral de toenmalige RIVON-kopstukken Van Leeuwen, Mörzer Bruyns en Westhoff geweest, die een brede ecologische basis voor het natuurbeheer hebben gelegd. Op het vorige symposium heeft Beeftink (1973) een uitvoerig overzicht van deze basis en de eruit voortvloeiende beheersrichtlijnen gegeven en de toepassingen in de typische milieus van de Gouden Delta opgesomd. Ik verwijs graag naar Beeftinks bijdrage voor verdere details.

Toch is het goed hier nog enkele algemene uitkomsten van de RIVON-benadering samen te vatten:

#### *Het streven naar maximale differentiatie*

Voor al sinds de publikaties van Westhoff (1955 e.v.) is bevestigd dat het hoofdbeginsel van natuurbeheer dient te zijn het bevorderen van een maximale differentiatie in milieutypen en daaraan gebonden levensgemeenschappen. Westhoff gebruikte daarbij reeds toen de term 'streven naar ektropie', een streven naar het tegengaan van het onverbidde entropie-'streven', dat zijn uitdrukking vindt in de Tweede Hoofdwet der thermodynamica. Zeer duidelijk werd daarbij op de beslissende rol van de mens gewezen. Alleen via een actief, maar weloverwogen, ingrijpen van de mens is dit streven te verwezenlijken. Uit die tijd dateert de nog steeds veel gehanteerde verdeling in natuurlijke, nagenoeg-natuurlijke, halfnatuurlijke en niet-natuurlijke landschappen.

Daarbij werd vooral het accent gelegd op:

*De halfnatuurlijke landschappen als object van natuurbeheer*

In dergelijke landschappen treedt een harmonie tussen natuur en mens naar voren, waarbij de mens de structuur van de plantengroei via een bepaald beheer heeft gewijzigd, doch de flora - en ook de fauna - zich grotendeels spontaan kunnen ontwikkelen en grotendeels uit inheemse soorten bestaan. Het zijn de vegetaties van dit type landschap, bij voorbeeld heiden, hooilanden, dijkbeemden, riet- en biezenvelden en beweide schorren, die een groot deel van de vroegere rijkdom van de lage landen hebben uitgemaakt.

*Natuurbeheer als tegenkoppelingsmechanisme*

Voorgaande gedachte werd door Van Leeuwen in het gedenkboek '10 jaren RIVON' nader uitgewerkt in een overtuigend betoog dat het, vroeger veelal als liefhebberij gekarakteriseerde, natuurbeschermingsstreven, midden in het maatschappelijk bestel plaatste.

*De noodzaak tot beheersonderzoek*

Vooral door Mörzer Bruyns (1965a, 1967a) is voortdurend naar voren gebracht dat het opbouwen van een integraal natuurbeheer alleen mogelijk is op basis van uitgebreid en diepgaand ecologisch onderzoek. Het is een beetje droevig om te constateren dat, mede als gevolg van de traditionele onderschikking aan het Ministerie van Landbouw, het overheidsonderzoek ten dienste van het natuurbeheer nog steeds onvoldoende is ontwikkeld. Met name weten wij veel te weinig over de invloeden van allerlei menselijke ingrepen op min of meer natuurlijke systemen, al hebben wij wel een algemene milieutheorie ter beschikking gekregen:

*De relatietheorie van Van Leeuwen*

Op basis van jarenlange ervaringen met de ontwikkeling van uit-

eenlopende vegetatietypen, die nauwkeurig bestudeerd werden in zgn. permanente kwadraten heeft Van Leeuwen (1965 e.v.) een algemene milieutheorie ontwikkeld, die bekend staat als de relatietheorie. Deze theorie is vooral botanisch-ecologisch van opzet en in samenwerking met Westhoff uitgewerkt. Enkele kernpunten uit deze theorie zijn:

- a. De relatie tussen (ruimtelijk) patroon en (temporeel) proces die in grote lijnen neerkomt op enerzijds een positief verband tussen ruimtelijke differentiatie en stabiliteit in het milieu en anderzijds een positief verband tussen dynamiek, hetzij natuurlijk, hetzij antropogeen, en ruimtelijke uniformiteit;
- b. De tegenstelling tussen inwendige en uitwendige betrekkingen van levensgemeenschappen en hun milieus, die er kort gezegd op neerkomt dat inwendig sterk gedifferentieerde en stabiele situaties gevoelig zijn voor veranderingen van buitenaf, terwijl dergelijke veranderingen van minder invloed zijn op inwendige homogene en dynamische situaties;
- c. De wet van de vereiste milieu-instabiliteit. Ieder organisme en dus ook iedere levensgemeenschap is niet slechts gebonden aan een specifieke kwalitatief en kwantitatief bepaalde milieuconstellatie (waterplanten, kalkplanten, wadvogels enz.) maar ook aan bepaalde fluctuaties van essentiële milieufactoren. Het verschijnsel successie, d.i. de regelmatige opvolging van levensgemeenschappen in de tijd, kan in deze termen goed worden weergegeven door te zeggen: in de loop van de successie worden organismen en levensgemeenschappen steeds opgevolgd door organismen en levensgemeenschappen met een lagere graad van milieudynamiek.

Een van de belangrijke uitwerkingen van deze theorie is de leer der milieugradiënten als basis voor biologische differentiatie.

#### *Milieugradiënten als basis voor biologische differentiatie*

De basis voor een milieugradiënt is steeds het geleidelijk ruimtelijk verloop van een bepaalde milieufactor - of groep van factoren. In ons neerslagrijke klimaat is een gradiënt doorgaans bepaald door geringe hoogteverschillen waarbij via uitspoeling boven aan de gradiënt een relatief arme situatie ontstaat en on-

deraan een relatief rijke - b.v. kalkarm boven kalkrijk, voedselarm boven voedselrijk -. Tussen de twee uitersten van de gradiënt ontwikkelen zich een reeks van intermediaire situaties die even zovele micro-milieus voor planten- (en dier-)soorten opleveren.

#### *De functies van de natuur*

Als laatste bijdrage tot het ontwaken van het ecologisch bewustzijn - binnen de planologie - en tevens binnen andere maatschappijdisciplinen als economie en sociale wetenschappen - noemen we de formulering van de betekenis van de natuur voor de mens in termen van functies van de natuur. Voortbouwend op de beschouwingen van Hofstra (1945) in diens nog steeds lezenswaardige opstel 'De houding van de mens tegenover de natuur', heeft Mörzer Bruyns (1965, 1967) een overzicht gegeven dat door verschillende biologen verder is uitgewerkt (o.a. De Smidt, 1970; Westhoff, 1970; Van der Maarel, 1970, 1972). We komen er straks uitgebreid op terug.

Tot zover de betekenis van het RIVON en de daar ontwikkelde beschouwingen voor de ontwikkeling van het ecologisch denken in de planologie. Deze betekenis ligt duidelijk op het vlak van het natuurlijk milieu en het daarop gerichte natuurbeheer.

Sinds 1970 is daar in toenemende mate een besef van milieubeheer in ruimere zin, inclusief milieuhygiëne, bijgekomen. De zorg voor schone lucht, water en bodem, een streven dat net als de natuurbescherming, al tientallen jaren oud is, kreeg een nieuwe impuls, enerzijds door de hier en daar angstwekkende en zelfs levensgevaarlijke vervuilingen (Rijn, Rijnmond, Minamata, Los Angeles om er enkele te noemen) anderzijds door de 'ecology movement' die van de Verenigde Staten op Europa oversloeg. Deze beweging legde er de nadruk op dat de milieuverontreinigingen slechts symptomen zijn van een veel verder reikende algehele ontregeling van de biosfeer waardoor niet slechts de gezondheid van bepaalde groepen mensen, maar het voortbestaan van de gehele mensheid, met dat van de voornaamste levensgemeenschappen op aarde, in gevaar is.

Aan deze beweging zijn de namen van bekende ecologen als Commoner en Ehrlich en trefwoorden als ecocatastrofe en doomsday verbonden.

Een reeks van Nederlandse symposiumverslagen en boekjes zijn sindsdien ter beschikking gekomen om ons duidelijk te maken waar de grootste bedreigingen liggen en hoe deze samenhangen met elkaar en met de toestand waarin het natuurlijk milieu zich bevindt. Ik noem slechts Groeten uit Holland (Anon., 1970), Biosfeer en Mens (Anon., 1970), Het verstoorde evenwicht (Van de Kamer, 1970), Mens en Ecologie (Oomen et al., 1973) en de boekjes van Peters (1970, 1973).

Deze algemene milieubeschouwingen zijn doorgedrongen in vele streeksplan- en andere regionale studies, b.v. in de studie Overijssel 85 waaraan ik tot mijn grote genoegen heb meegewerkt en natuurlijk ook in de straks nader te bespreken studie over de Ontwikkeling van Zuidwest-Nederland (Anon., 1971).

#### Ontwakend planologisch besef bij ecologen

In wisselwerking met de ecologische bewustwording van planologen heeft zich ook een planologische bewustwording bij de ecologen voorgedaan. Zonder al te ver in de geschiedenis terug te grijpen moeten we constateren dat in Nederland pionierswerk is verricht door de Contactcommissie voor Natuur- en Landschapsbescherming. De jaarverslagen en het tijdschrift Natuur en Landschap vormen met hun verslagen van acties, onderhandelingen, beschouwingen en bezwaarschriften een waardig getuigenis van dit werk. Het is dan ook aardig te vermelden, dat de studie 'De kleuren van Zuidwest-Nederland' (Anon.1972), die we eveneens straks nog nader zullen bezien, door de Contactcommissie geëntameerd en uitgegeven werd.

In deze studie vinden we een uitwerking van de in het boekje 'Voorne in de Branding' (Adriani & Van der Maarel, 1968) aangevangen benaderingswijze die thans meestal met de trefwoorden ecologische evaluatie en milieukartering worden aangegeven. Kenmerkend voor deze aanpak, die vooral in Nijmegen verder is ontwikkeld, maar ook vanuit Utrecht en Wageningen en het RIN in Leersum belangrijke impulsen ontvangt, zijn onder meer de volgende punten:



*De vergelijkende ecologische waardebeoordeling van gebieden*, waarbij zowel biotische als abiotische kenmerken worden gewaardeerd. Het gaat in de meeste studies om kenmerken als diversiteit, zeldzaamheid en rijkheid die worden bepaald aan flora en/of vegetatie en meestal tevens aan één of meer fauna-elementen. Het weergeven van het ruimtelijk patroon van deze ecologische waarden leidt tot:

*De systematische milieukartering*: Van een bepaalde regio wordt veelal in het kader van een studie over de ruimtelijke ordening een zgn. milieukartering verricht. Dikwijls bestaat deze kartering uit een vegetatiekartering, aangevuld met waarderingskaarten voor de vegetatie en voor één of meer fauna-elementen. In sommige gevallen worden tevens gegevens over bodemdifferentiatie en over de landschapsstructuur verwerkt. De naam milieukartering moet daarbij zo worden opgevat dat vooral het natuurlijke milieu in kaart wordt gebracht. Een betere term is eigenlijk landschapsecologische kartering. Dergelijke kaarten geven een ruimtelijk beeld van de evaluatie-uitkomsten en kunnen onmiddellijk in een planologisch kader worden begrepen en verwerkt. We gaan daar straks nog uitgebreid op in.

*De 'impact analyse'*, dat is het aangeven van de negatieve en eventuele positieve effecten van maatschappelijke activiteiten op het ecologische waardepatroon. Deze confrontatie kan de planoloog inzicht verschaffen in de gevolgen van door hem aangegeven inrichtingsrichtlijnen en helpt de ecooloog zich te realiseren hoe zijn gegevens het beste overkomen in de planologie. De studie van de positieve effecten kan dan leiden tot:

*Potentiebepalingen*. Daarmee wordt de geschiktheid van bepaalde gebieden voor een 'ombouw' in meer natuurlijke richting aangegeven. De planoloog weet dan niet alleen wat hij ecologisch gezien liever niet moet doen, maar ook wat hij als ontwerper zou kunnen doen om het 'de ecooloog naar de zin te maken'.

#### Samenwerking tussen ecologen en planologen

Een toenemend aantal ecologen, en daaronder veel jongeren leert op deze wijze zoals men wel zegt de milieuwwaarden 'hard te maken'. Dit stimuleert veel planologen weer tot het zich verdiepen in

ecologische beschouwingen. Zo is in Nederland een intensieve samenwerking tussen ecologen en planologen aan het ontstaan. De gevolgen daarvan vinden we onder meer terug in een viertal ontwikkelingen, die overigens onderling met elkaar samenhangen en hier en daar in elkaar overvloeien:

a. *De inbreng van ecologische beschouwingen en karteringen in acties tegen bepaalde plannen die milieuaantasting tot gevolg hebben.* De actiegroepen, die in Nederland sinds 1970 als paddestoelen uit de grond zijn verrezen, kunnen veelal steunen op de medewerking van ecologen en soms ook op de planologische deskundigen. Ecologisch onderbouwde acties blijken een veel groter effect te hebben dan meer gevoelsmatig gevoerde acties, vooral als het gaat om welomschreven plannen die voor een bepaald gebied redelijk goed voorspelbare gevolgen hebben. Ik denk hier aan een actie tot behoud van de Ooypolder bij Nijmegen, waarbij ik zelf betrokken was (o.a. Van der Maarel, 1970; Anon., 1971; Bak & Van der Maarel, 1972). Hier ging het om een conflict tussen het waterstaatkundig-economisch belang van een Waalbochtdoorsnijding en een ecologisch en maatschappelijk belang van het behoud van een uniek cultuurlandschap met zeer waardevolle natuurgebieden en een kleine maar bewuste groep van aan het gebied gehechte bewoners. Mede dank zij een ecologische beschouwing over de eventuele devaluatie van het gebied is de beslissing omtrent deze eigenlijk al vaststaande ingreep op de lange baan geschoven. Een ander voorbeeld is de Werkgroep Milieukaart Zuidwest Nederland die in 1969 met het onderzoek is begonnen dat zou uitmonden in de 'Kleuren van Zuidwest Nederland'.

Een heel ander voorbeeld is het werk van de Groep Kromme Rijn Projekt van de Rijksuniversiteit te Utrecht dat mede tot doel heeft de provinciale planologen af te brengen van stadsontwikkelingsplannen, die voor het zeer afwisselende deels kleinschalige en gradiëntrijke Zuidoosten van de provincie Utrecht desastreuze gevolgen kunnen hebben (Tjallingii, ed., 1973). Deze groep krijgt financiële steun van het Ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiëne en het onderzoek is daardoor tevens een voorbeeld van de volgende categorie:

b. *Het verlenen van opdrachten tot het uitvoeren van milieukarteringen ten dienste van de ruimtelijke ordening.* Veelal gaan deze opdrachten uit

van provinciale planologische diensten. Een van de eerste opdrachten gold een floristische evaluatie van het streekplangebied IJsselvallei die in 1970 voor de PPD van Overijssel werd uitgevoerd (Van der Staak, 1971). Uit deze opdracht zijn verdere opdrachten voortgekomen die steeds neerkomen op landschapsecologische karteringen uitgevoerd door doctoraalstudenten Biologie, die als stagiaire bij de PPD werken.

Andere opdrachten van provinciale of gewestelijke planologische en ook van waterstaatsdiensten spelen zich af in Zuid-Holland waarbij de TH Delft (afd. Bouwkunde) en de Leidse Universiteit (afd. Milieubiologie, Rijksherbarium) zijn betrokken, in het Gooi (RU Utrecht), Drente (RU Groningen, Biologisch Station Wijsster, KU Nijmegen) en in Gelderland, waar het gehele streekplanwerk, dat vier streekplannen omvat, wordt gebaseerd op landschapsecologische karteringen waarbij per plangebied twee full-time biologen voor 1 à 2 jaar worden ingeschakeld onder begeleiding van de LH Wageningen (afd. Natuurbeheer), de KU Nijmegen en het RIN in Leersum (enkele reeds gepubliceerde rapporten over deze studies zijn in de literatuurlijst opgenomen).

Ook het in de inleiding genoemde RIN voert, veel in samenwerking met de Stichting voor Bodemkartering dergelijke opdrachten uit met tijdelijke medewerkers, b.v. in het Uiterwaardenonderzoek (in druk) en het onderzoek naar de biologische draagkracht van de Veluwe.

Verdere provinciale plannen voor de inschakeling van milieukarteringen zijn mij bekend van Noord-Brabant (start in 1974), Limburg en Noord-Holland. Tenslotte mag eveneens een tweetal ontwikkelingen in België worden gememoreerd. De ene ontwikkeling is de kartering van de biologische waarden van de groene gebieden in de Provincie Limburg, vanuit het Centrum voor Bosbiologisch Onderzoek te Bokrijk. De andere ontwikkeling is de studie Noord-Vlaanderen/Delta-Zuid, die vanuit Gent wordt opgezet en in welk kader de symposia over de Gouden Delta werden georganiseerd.

Afzonderlijke vermelding verdient de landelijke milieukartering van Nederland, een WERON-project, dat door de Rijksplanologische Dienst is opgedragen aan RIN, Stiboka en de KU Nijmegen. Hierover vermeldt Vellema in zijn bijdrage meer. Dit geldt ook

voor de bij de landelijke milieukartering aansluitende door de RPD geëntameerde studie 'Globaal Ecologisch Model', waarbij ik als rapporteur betrokken ben en waaruit ik aan het slot van mijn bijdrage enkele algemene ecologische gezichtspunten zal bespreken.

c. *Tijdelijke samenwerkingsverbanden* als degene die we net de revue lieten passeren leiden er gemakkelijk toe dat blijvende verbin-tenissen worden aangegaan. Zo werden er bij verschillende plano-logische diensten, zowel van Rijk, en provincies als van stads-gewesten ecologen aangesteld. Dergelijke vakmensen kunnen de in hun ambtsgebied reeds voorhanden milieukarteringen verder toe-gankelijk maken binnen hun dienst en er op toe zien dat de ruim-telijke ordening zo veel mogelijk in overeenstemming met de eco-logische aanwijzingen of richtlijnen geschiedt.

d. Een laatste ontwikkeling die ik zou willen noemen is de op-richting in 1972 van de WLO, de *Werkgemeenschap voor Landschapsoecolo-gisch Onderzoek*, na vooroverleg sinds 1970, het jaar dat steeds weer terugkomt in deze korte geschiedschrijving en dat we met recht het natuurbeschermingsjaar N 70 mogen blijven noemen. In de WLO hebben zich thans tegen de 100 onderzoekers verenigd, vooral ecologen, bodemkundigen, geografen, landschapsarchitecten en planologen. De actieven onder hen hebben in totaal drie werk-groepen geformeerd, die alle voor verdere ontwikkeling van de relatie ecologie-planologie van veel belang kunnen zijn, hetgeen reeds blijkt uit hun respectieve thema's Theorie, Operationali-sering en Toepassing, en Nationale Landschapsparken (zie Zonne-veld, 1972).

#### Ecologische evaluatie

De vergelijkende waardebepaling van het natuurlijk milieu naar ecologische gezichtspunten gaat thans uit van de gedachte dat we aan het natuurlijk milieu functies voor het welzijn van de mens kunnen toekennen en dat we de mate van de vervulling van diverse functies in een waardecijfer vastleggen. Om dit te kunnen doen moeten we het natuurlijk milieu als het ware omzetten in ruimte-lijke eenheden. Eerst dan kunnen we het verkregen waardepatroon op een kaart weergeven, die dan de basis voor verdere planologi-sche beschouwingen kan zijn.

Er zijn voor dit doel twee systemen in gebruik: het systeem van een vierkantennet en het systeem van uniforme landschapseenheden.

Het vierkantennet, ook wel ruitennet of grid-systeem genoemd, is gebaseerd op een verdeling van het kaartblad in gelijke oppervlakken - In de biogeografie van Europa zijn ook grid-systemen volgens de lengte- en breedtegraden van de aarde in gebruik, waarbij met ongelijk grote oppervlakken wordt gewerkt.

In Nederland werken we vrijwel steeds met het  $\text{km}^2$ -net, dat op de huidige topografische kaarten is aangebracht en waarbij doorgaans als maat  $1 \text{ km}^2$  wordt genomen. Voorbeelden hiervan zijn de studies van het Kromme Rijnlandschap (Te Boekhorst, 1971; Tjallingii, 1973), het streekplangebied IJsselvallei (Dielissen et al., 1971) en het Merkske (Mennema, 1973). Soms echter wordt, bij studies van een klein gebied,  $\frac{1}{2} \text{ km}^2$  als oppervlak gekozen (o.a. in de studie Volte-de Lutte, Anon., 1971). Ook wordt, en wel met name in de florakartering en -evaluatie van Nederland, die door Mennema en mij wordt opgezet, van blokken van  $25 \text{ km}^2$ , z.g. uurhokken, gebruik gemaakt.

De benadering via uniforme landschapseenheden is eveneens reeds in verscheidene studies beproefd. In Nijmegen hebben wij ons daarbij steeds duidelijker op het relatiepatroon vegetatie-bodem georiënteerd. De eerste resultaten van deze benadering zijn te vinden in de studies van Midden-Gelderland (Werkgroep GRAN, 1973; Werkgroep GRIM, 1974) en deze worden verder uitgebouwd door het WERON-team voor de landelijke milieukartering (Kalkhoven et al., 1973; Kalkhoven et al., 1974; Stumpel et al., 1974).

Het principe van deze benadering is als volgt: de vegetatie wordt beschreven via de plantensociologische methode volgens Braun-Blanquet (zie o.a. Westhoff & Den Held, 1969). De lokaal te onderscheiden plantengemeenschappen - zo mogelijk op het niveau van de associatie, anders op het niveau van het verbond - worden op grond van hun ruimtelijke samenhang en binding aan éénzelfde substraat tot vegetatiecomplexen verenigd. Deze complexen zijn doorgaans op de gebruikelijke planologische karteerschaal 1: 50.000 in te tekenen. Vegetatiecomplexen worden op hun beurt weer

samengevoegd tot vegetatiereeksen. Een reeks omvat complexen van uiteenlopende natuurlijkeheidsgraad, b.v. een nagenoeg natuurlijk Eiken-Berkenboscomplex, een halfnatuurlijk Heide-complex en een Akker-complex. Criterium voor het samengaan in een reeks is de vermoede ontwikkeling in eenzelfde eindstadium in de vegetatie bij volledig stopzetten van iedere menselijke invloed; dit theoretische eindstadium wordt meestal aangeduid als potentiële natuurlijke vegetatie (Tüxen, 1956). Ook worden wel ruimtelijk samenhangende kleinschalige mozaïeken tot één reeks samengevoegd, b.v. een stuifzandgebied met vennen.

Het beoordelen van de samenhang binnen een reeks geschiedt zo veel mogelijk op basis van de huidige geologische, geomorfologische en vooral bodemkundige opbouw van een bepaald gebied. In onze studies werken we daarom regelmatig en op zeer vruchtbare wijze samen met de Stichting voor Bodemkartering.

Ik heb voor de vertaling van deze vegetatiekundige begrippen in meer algemene landschapskundige termen eerst de reeds (vooral in Duitsland) voor dit doel gebruikte term *ecotoop* voorgesteld (b.v. Kalkhoven et al., 1973). Een ecotoop is dan een ecosysteem bestaande uit een vegetatiecomplex met de bijbehorende fauna en het geheel van bodem- en klimaatfactoren. De grotere eenheden op het niveau van de vegetatiereeksen werden aanvankelijk milieugebieden genoemd (Werkgroep GRAN, 1973). Onlangs heb ik voor dit niveau het weinig gebruikte en ook weinig 'belaste' begrip *geotoop* voorgesteld.

Ik ga nu niet verder in op de voor- en nadelen van de 'net'-t.o.v. de 'vlakken'-kartering, doch beperk me tot de constatering dat het grote voordeel van de vierkanten-benadering is de gemakkelijker verwerking van allerlei gegevens per computer en ook de gemakkelijker reproductie per computer, terwijl het grote voordeel van de ecotopen-benadering is dat men een realistisch kaartbeeld verkrijgt dat gemakkelijk op verschillende integratieniveaus kan worden gepresenteerd. Het ligt, ook om praktische redenen voor de hand één of andere vorm van naast elkaar gebruiken of integratie van beide methoden na te streven, mede in relatie tot de wijze waarop bepaalde essentiële gegevens beschikbaar zijn. Het is wel aardig te vermelden dat in de studie 'De Kleuren van Zuidwest Nederland' in feite reeds op beide sporen is gewerkt.



In aansluiting op de hierboven gegeven inleiding over de functies van de natuur en op basis van de daar reeds vermelde literatuur kunnen we de volgende door ecologen aan het natuurlijk milieu toegekende functies noemen: milieuzuiveringsfunctie, openluchtrecreatiefunctie, natuurrecreatiefunctie, ethisch-esthetische functie, cultuurhistorische functie, wetenschapsfunctie, reservoirfunctie, regulatiefunctie.

Deze functies kunnen nu door bepaalde kenmerken van de in een bepaalde ecotoop of geotoop (of volgens een ruitennet bepaald gebied) worden geschat met een serie kenmerken betreffende het gebied die we bepalen aan de ecosystemen of ecosysteem-complexen en die we dan gebruiken als *evaluatiecriteria*. De volgende criteria worden min of meer regelmatig gebruikt:

1. *Soortdiversiteit*, d.w.z. de rijkdom aan soorten betrokken op die van een standaardoppervlakte.
2. *Ecosysteemdiversiteit*, d.w.z. de variatie aan ecosysteemttypen.
3. *Zeldzaamheid* van soorten en ecosysteemttypen.
4. *Optimaliteit*, d.w.z. de mate waarin bepaalde soorten en/of ecosystemen optimaal in een gebied tot ontwikkeling komen. Deze vier kenmerken betreffen het ruimtelijk karakter van de ecosystemen, hun 'patroon'-karakter.
5. *Volgroeidheid* van de ecosystemen, d.w.z. de tijdsduur waarin de ecosystemen van een gebied zich van een hooggestructureerd ecosysteem hebben kunnen ontwikkelen tot een stabiele eindfase. Dit kenmerk drukt het temporele aspect van de ecosystemen uit, hun 'proces'-karakter.
6. *Uniciteit*, d.w.z. de mate waarin een gebied afwijkt van alle andere gebieden. Die afwijking kan t.a.v. bovengenoemde kenmerken worden bepaald, zodat dit kenmerk uit de vorige als een soort synthetisch kenmerk te herleiden moet zijn. Aan deze kenmerken zouden we nog twee kunnen toevoegen:
7. *Grootte van het gebied*. Dit kenmerk gaat pas meespelen wanneer de bovengenoemde kenmerken zeer hoog gewaardeerd worden. Men kan ook stellen dat de omvang van het gebied is terug te vinden in een der voornoemde kenmerken. Als zelfstandig kenmerk wordt het veel gebruikt voor zoölogische waarderingsen.

8. *Natuurlijke isolatie*. Hieronder wordt verstaan de mate waarin een gebied van andere gebieden is gescheiden door natuurlijke barrières; men denke hier aan eilandsituaties, geïsoleerde ligging van bergtoppen e.d. Vervolgens kunnen nog drie kenmerken worden onderscheiden, die aan het menselijk beheer zijn gerelateerd:

9. *Natuurlijkheid*, de mate waarin de ecosystemen zich ongestoord hebben kunnen ontwikkelen, d.w.z. zonder of slechts met ondergeschikte periodieke beïnvloeding door de mens. Natuurlijkheid en volgroeidheid hangen aldus met elkaar samen, in die zin dat hoogvolgroeid tevens hoog-natuurlijk moet zijn. Omgekeerd echter kan een onvolgroeid ecosysteem in een nieuwe en/of sterk dynamische situatie behalve 'cultuurlijk' ook volkomen natuurlijk zijn.

10. *Milieuzuiverheid*, d.w.z. de mate waarin een gebied is geïsoleerd van invloeden vanuit het omringende urbaan-industriële en het agrarische milieu. Men denke hier aan geringe occupatiedichtheid, infrastructuur en verontreiniging. Dit kenmerk is ten dele bepaald door de natuurlijke isolatie, terwijl het tevens nauw samenhangt met de natuurlijkheid.

11. *Onvervangbaarheid*, d.w.z. de moeilijkheid om de ecosystemen van een bepaald gebied te herscheppen. In de eerste plaats is hier gedacht aan de biologisch-ecologische onvervangbaarheid, die men misschien beter (ir-)reproduceerbaarheid kan noemen. Daarnaast is er (volgens een suggestie van Prof. Westhoff) een fysiografische en een planologische onvervangbaarheid te onderscheiden ('is er nog een geschikt uitgangssubstraat' resp. 'laat de omgeving het nog toe', vragen die vooral te maken hebben met de uniciteit resp. de milieuzuiverheid).

Voor elk van deze criteria worden in de meeste studies eenvoudige z.g. ordinale schalen gebruikt waarbij meestal vier, vijf of tien klassen worden onderscheiden, van niet of nauwelijks aanwezig of ontwikkeld tot zeer ruim aanwezig of zeer goed ontwikkeld; de hoogste klasse wordt bij voorkeur op een landelijk maximum betrokken. Deze verschillende kenmerken dragen nu in velerlei combinaties bij tot de vervulling van de verschillende functies. Ik heb dat in een vroegere publikatie reeds uitgewerkt (Van der Maarel, 1972) en verwijs daarnaar voor meer details. Ook noem ik in dit verband een zeer recente studie van Harms (1973), die tot

stand kwam uit een samenwerking tussen het Instituut voor Milieu-vraagstukken van de VU Amsterdam en de Afd. Geobotanie Nijmegen.

Harms heeft onder meer nagegaan welke evaluatiecriteria in negen uiteenlopende evaluatiestadia nu werkelijk gebruikt worden. Hij maakt daarbij tevens gebruik van een eerste onderzoek en wel een principale componenten-analyse, naar de, eigenlijk voor de hand liggende, correlatie tussen verscheidene van de criteria (ik verwijs daarvoor naar het rapport van de Werkgroep GRAN, 1973). Uit deze studie bleek dat de vier criteria uniciteit, reproduceerbaarheid, regionale zeldzaamheid en landelijke zeldzaamheid zeer sterk met elkaar gecorreleerd waren, althans in het betrokken GRAN-onderzoek en op grond van de daar gevolgde schattingsmethoden, en de eerste principale component vrijwel geheel bepaalden. De tweede component werd vooral bepaald door twee van de drie onderscheiden vormen van diversiteit en wel de soortenrijkdom per vegetatiecomplex en de combinatie van soortenrijkdom en typenrijkdom. (De typenrijkdom als zodanig was slechts laag gecorreleerd met de overige kenmerken en was bepalend voor de derde component die overigens slechts zeer weinig variantie verklaarde.)

Harms komt dan tot de conclusie dat we twee groepen kenmerken onderscheiden moeten, patroonkenmerken en proceskenmerken - zoals dit ook in de Studie Kromme Rijn Landschap reeds was geschied. Van elk der groepen zouden we één representatief kenmerk kunnen kiezen waarvoor hij voorstelt de uniciteit resp. de natuurlijkhedsgraad.

Op grond van deze overwegingen kom ik er toe datgene dat we als ecologen in feite steeds trachten te meten, de *ecologische informatie* te noemen. Hetzij als genenbron, hetzij als soortenreservoir, hetzij als verzameling studieobjecten, hetzij als ethisch beschouwd eerbiedwaardig en ontzagwekkend resultaat van de evolutie, de natuur verschaft ons informatie. Het ziet er naar uit dat de informatie het beste kan worden benaderd door per geotoop te bepalen wat ter plaatse de bijdrage is die populaties van soorten resp. oppervlakken van levensgemeenschappen leveren aan de wereldpopulatie resp. wereldareaal. Hiermee zou dan het patroonkenmerk uniciteit op een meer doorzichtige wijze bepaald zijn.

Naast deze informatiefunctie blijft dan in ieder geval nog de

regulatiefunctie te onderscheiden. Deze zou met het proceskenmerk natuurlijkheidsgraad kunnen worden geschat.

Deze ecologische functiebeschouwing kan sinds enige jaren worden gekoppeld aan een economische benadering van de functies van het milieu. Ik noem hier in het bijzonder de benaderingen van Hueting (1970, 1974) en Bouma (1972). Ik ga hierop nu niet verder in, maar constateer wel dat hun benadering van milieufuncties en milieufunctievervulling geheel op de onze aansluiten en er zonder moeite een integratie tot stand kan komen.

Al met al heeft de ontwikkeling van milieukartering en -evaluatie de planologie een belangrijke impuls gegeven tot de ecologische fundering van de ruimtelijke ordening van gewesten en regio's en sinds kort van geheel Nederland.

#### Evaluatie, devaluatie, revaluatie

Naarmate met de evaluatie en de toepassing ervan meer vooreringen werden gemaakt, kwam steeds meer de wens naar voren op eenzelfde zo objectief en doorzichtig mogelijke wijze aan te geven hoe bepaalde natuurwaarden kunnen devalueren als gevolg van bepaalde aanslagen op het natuurlijk milieu. Hueting noemt dit concurrentie van functies. In de Amerikaanse literatuur vindt men veelal het begrip impact analyse. Zelf heb ik wel de begrippen confrontatie en interactie gebruikt. Vanuit de ecologie zou het algemene begrip interactie hier de voorkeur hebben; vgl. Odum (1971) - concurrentie is dan een bepaalde vorm van interactie.

#### *Devaluatie door stadsuitbreiding*

De eerste ervaringen die we hiermee hebben opgedaan betroffen de gevolgen van de stadsuitbreiding in het gewest Nijmegen voor de natuurwaarden. Deze gevolgen werden per geotoop bepaald door er van uit te gaan dat:

1. hoe hoger de huidige waarde hoe groter de maximale daling in waarde,
2. hoe dichter urbane uitbreiding een bepaald deel van de groene ruimte nader hoe groter de gevolgen via eliminatie, samenhangende infrastructuurverbetering, uitbreiding van de dagrecreatie enz.



Fig.1. Ecologische bezwaarlijkheid van de urbane ontwikkeling binnen het stadsgewest Nijmegen e.o. Uit 'Biologische kartering en evaluatie van de groene ruimte in het gebied van de stadsgewesten Arnhem en Nijmegen' (Anon. 1973)





Fig.2. Biologische waarden en het structuurschema hoofdwegenet in Zuidwest-Nederland

A natuurgebieden met zeer grote geïntegreerd-biologische waarde

B natuurgebieden, resp. agrarische gebieden met belangrijke natuurlijke elementen, met grote biologische waarde

C idem met tamelijke grote biologische waarde

Uit Van der Maarel (1972) Stedebouw en Volkshuisvesting, jg. 53



Dit bracht ons er toe bezwaarlijkheidszones rondom de geotopen met hoge natuurwaarden aan te brengen, waarvan de breedte afhangt van de waarde binnen de geotoop en van de aanwezigheid van barrières zoals wateren en dijken.

Fig. 1, ontleend aan deze studie (Wergroep GRAN 1973) toont de stad Nijmegen (grote witte vlek) en omgeving, met als vijf zwarte kernen: het Ooygebied ten N.O. van Nijmegen langs de Waal, ten Z. daarvan de Duivelsberg, ten Z.W. van de stad de Hatertse vennen en ten Z.O. van de stad de Jansberg en het Bruuk - alle geheel of grotendeels natuureservaat. In vijf gradaties is de ecologische bezwaarlijkheid m.b.t. de urbane ontwikkeling aangegeven.

#### *Devaluatie door de aanleg van snelwegen*

Een tweede ervaring deden we op met een beschouwing over de invloed van snelwegen op het natuurlijk milieu. Voortbouwend op een samenvattend overzicht door De Soet (1969), heb ik dit in algemene termen alsmede met twee concrete voorbeelden aanschouwelijk willen maken. Fig. 2 (uit Van der Maarel 1972) geeft de confrontatie van natuurwaarden in Z.W. Nederland met het structuurschema hoofdwegennet. Het wordt uit deze figuur snel duidelijk dat het patroon van natuurwaarden door enkele als zeer vitaal beschouwde hoofdverbindingswegen sterk wordt aangetast. Ik kom er straks nog even op terug.

#### *Interactieschem's*

Naast de genoemde confrontatie zijn voor de Commissie Bestudering Waterhuishouding Gelderland de gevolgen van grondwaterstandsdalingen voor de natuurwaarden in Oost-Gelderland bestudeerd (Schuurmans & Schuurmans, rapport in voorbereiding). In dit onderzoek zijn we begonnen met het meer exact aangeven van de grondwater-binding van de onderscheiden plantengemeenschappen en plantensoorten. Dit brengt ons op de algemene uitbreiding van het impactonderzoek naar een overzicht van de indicator-waarde van soorten en levensgemeenschappen voor bepaalde milieu-eigenschappen en voor de gevoeligheid van milieus voor veranderingen.

Op grond daarvan kunnen dan confrontatieschema's worden uitgewerkt. Daarin zijn allereerst de verschillende maatschappelijke activiteiten verwerkt - behalve de reeds genoemde urbane en infrastructuurontwikkeling - met name nog uitbreiding van industrie, bouw en situering van kerncentrales, wateronttrekking, intensivering van de landbouw en intensivering van bepaalde vormen van recreatie.

Vervolgens wordt van elk van deze activiteiten nagegaan welke directe en indirecte invloeden op het natuurlijk milieu ervan uitgaan. De voornaamste invloeden zijn volledige eliminatie van levensgemeenschap en/of substraat, uitdroging, eutrofiëring, vergiftiging met biociden e.d. (al dan niet opzettelijk), betreding en verontrusting.

#### *Revaluatie*

Behalve devaluatie is ook revaluatie mogelijk. Ook al zijn de verwachtingen in dit opzicht bij de 'vormgevers' in de ruimtelijke ordening, de stedenbouwers en landschapsarchitecten, wat té hoog gespannen, het is zeker dat door verschillende maatregelen bepaalde natuurwaarden kunnen worden verhoogd. Te denken valt aan het verschralen van bemeste graslanden, het op vegetatiekundig verantwoorde wijze aanplanten van heggen, houtwallen en bossen, en het scheppen van bepaalde karakteristieke milieus, b.v. diepere of ondiepere wateren en moerassen langs de grote rivieren. In het Delta-gebied liggen grote mogelijkheden, die we aan het slot nog even zullen aanstippen.

#### Globaal ecologisch model

Zoals Vellema in zijn bijdrage reeds heeft aangegeven leidt het samenspel van ecologen en planologen in een zo ingewikkeld systeem als dat van de totale te ordenen ruimte er toe dat men de systeemtheorie en de modelbouw te hulp gaat roepen. Een van de groepen die zich hiermee bezig houdt, is de Werkgroep Globaal Ecologisch Model, kortweg GEM.

Ik heb het genoegen lid te zijn van deze werkgroep, en belast te zijn met de samenstelling van een rapport 'Naar een globaal

ecologisch model voor de ruimtelijke ontwikkeling van Nederland'. Nadat vorig jaar reeds een voorlopige versie verscheen, zijn we thans doende een meer definitieve versie te voltooien. Deze zal in de loop van dit jaar verschijnen. Een aantal in het betoog van nu verwerkte gedachten zijn in uitgewerkte vorm in deze GEM studie terug te vinden. Graag wijd ik nu nog enkele opmerkingen aan deze studie.

De uitgangsdefinitie voor het GEM is 'een model van de interacties tussen natuurlijk milieu en menselijke samenleving'. Dit model wordt betrokken op het gehele systeem van de Nederlandse ruimte. Daarin zijn een aantal subsystemen te onderscheiden, waarvan het natuurlijk milieu er één is. Het GEM past geheel in het WERON, het nieuwe planningsproces van de Rijksplanologische Dienst, waarover Vellema meer gegevens verschaft (zie ook het Jaarverslag 1972 van de RPD). Het interactiemodel wordt in eerste instantie gedifferentieerd naar de verschillende subsystemen die binnen het WERON t.a.v. de menselijke samenleving worden onderscheiden, zoals het urbaan, het ruraal, het communicatie- en het nutsvoorzieningssubstelsysteem. Het interactiemodel wordt dan verder uitgewerkt in schema's zoals die in dit betoog al ter sprake zijn gekomen, in het bijzonder voor de evaluatie en de interactie van functies van het natuurlijk milieu en de daarmee samenhangende de- en revaluaties. Het GEM zal worden ondersteund door een algemeen ecosysteemmodel betreffende de stroming van materie, energie en informatie en een algemeen milieumodel waarin de relatietheorie van Van Leeuwen zal worden uitgewerkt. Voorts zal het GEM gebruik maken van hulpmodellen zoals een uitgewerkt milieucompartimentenmodel waarvan de eerste opzet door Odem (1969) is gegeven (vgl. Van der Maarel 1972). Het meest belangrijke en thans nog het minst ver uitgewerkte onderdeel van het GEM is de kwantificering van de verschillende interacties en het voorspellen van bepaalde veranderingspatronen via simulatiemodellen. Om alvast een indruk te geven van de richting waarin wij denken, noem ik de meer primitieve, maar toch zeer boeiende grafische benadering van McHarg (1969, zie ook Vroom 1972) en de meer geavanceerde 'computermethoden' zoals die van Steinitz & Rogers (1970).

Zo groeien we mede via het GEM langzaam naar een nieuwe in-

terdiscipline, de ecoplanologie of milieuplanning (vgl. ook de Delftse studie Ecologie-Planologie, Anon. 1973).

#### Enkele slotopmerkingen over de Gouden Delta

Uit het onderzoek dat heeft geleid tot 'De kleuren van Z.W. Nederland' is het wel duidelijk geworden dat de 'Delta' een van de ecologisch rijkste streken van Nederland en van internationaal belang is. Een studie van het aangrenzende Belgische gebied, die thans onderweg is, zal dit beeld uitstekend kunnen completeren. Er is zonder twijfel nog veel aanvullend en meer gedetailleerd onderzoek nodig, zowel naar de exacte localisering van bepaalde waardevolle systemen als naar de veranderingen die in het gebied te verwachten zijn; ik denk nu niet aan de biologische gevolgen van de verschillende afsluitingen die in onderzoek zijn bij het Delta-Instituut te Yerseke, maar aan de ten dele daarmee samenhangende verdere veranderingen in de infrastructuur, speciaal autosnelwegen, de ontwikkelingen van de recreatie en vooral de urbanisatie en industrialisatie.

Dit brengt me nog even terug naar fig. 2. Uit deze figuur wordt duidelijk dat de huidige natuurwaarden vooral aan de randen van de Gouden Delta zijn te vinden. Op grond daarvan is de thans geplande ontsluiting van het gebied juist vooral via de W. en O. rand, ecologisch gezien minder gewenst. Met name de dammenweg is achteraf bezien een ecologisch nauwelijks verantwoorde planning. Het zou zeer nuttig zijn wanneer op grond van de kleuren van Z.W. Nederland en Noord-Vlaanderen, het gehele structuurschema hoofdwegen aangevuld met de Belgische plannen nog eens kritisch worden bekeken. Hoofdregel nummer één bij een ecoplanologie van de Gouden Delta zou zijn: het aanwijzen en zo goed mogelijk behouden van de ecologische hoogtepunten, mede door een zo scherp mogelijk aangeven van de devaluatie-dreigingen.

Hoofdregel nummer twee zou zijn het uitbuiten van de mogelijkheden die de meest dynamische gedeelten van het gebied bieden voor wat men noemt natuur- en milieubouw. Ik verwijs nog eens naar de bijdrage van Beeftink in het vorige symposium.

Tenslotte memoreer ik nog dat mijn vriend en medestrijder voor het behoud van een Groene Delta, Adriani (1973), in het vorige

symposium een hem zo eigen algemeen-menselijk ecologisch pleidooi heeft gehouden voor het samengaan van ecologie en planologie. Ik hoop dat mijn betoog, als een systeemecologische uitwerking van zijn pleidooi, heeft duidelijk gemaakt in welke richting wij verder kunnen werken aan de ecoplanologie van de Gouden Delta.

#### Literatuur

- Anon., 1966. Tweede nota over de ruimtelijke ordening in Nederland. Den Haag, Staatsuitgeverij, 199 pp + 1 bijl.
- Anon., 1970. Biosfeer en Mens. Wageningen, Pudoc, 197 pp.
- Anon., 1970. Groeten uit Holland. Inst. Natuurbesch. Educatie, Amsterdam, 58 pp.
- Anon., 1971. Oecologische evaluatie. Bijlage afd. Geobotanie bij het rapport Stadsgewestelijke evaluatie van alternatieve Waal-bochtafsnijdingen. Panologisch Inst. Nijmegen, 30 pp.
- Anon., 1971. De ontwikkeling van Zuidwest-Nederland. Rapport Rijksplanol. Comm., 152 pp. Staatsuitgeverij, Den Haag.
- Anon., 1971. Landinrichting Volthe-de Lutte. Verkenning, analyse, modellen. Rapport Studiegroep Volthe-de Lutte, Wageningen, 107 pp.
- Anon., 1972. Overijssel 85. Een nota over de inrichting van de leefruimte van Overijssel in de periode tot 1985. Provincie Overijssel, Zwolle, 251 pp.
- Anon., 1972. De kleuren van Zuidwest-Nederland. Visie op milieu en ruimte. Contactcie. Natuur-Landschapsbescherming, Amsterdam, pp A1-7, I 1-13, II 1-120, III 1-12, IV 1-45.
- Anon., 1973. Jaarverslag 1972 Rijks Planologische Dienst. Den Haag, Staatsuitgeverij, 249 pp.
- Anon., 1973. Ecologie-Planologie. Een systeemtheoretische benadering. Basisrapport. Delft, Techn. Hogeschool S7304, 105 pp.
- Anon., 1973. Oriënteringsnota Ruimtelijke Ordening. Achtergronden uitgangspunten en beleidsvoornemens van de regering. Staatsuitgeverij, Den Haag, 146 pp.
- Adriani, M.J.A., 1973. Planologie en ecologie in: H. Gysels (ed.) de Gouden Delta. Pudoc, Wageningen, p. 17-24.
- Adriani, M.J.A. & E. van der Maarel, 1968. Voorne in de branding. Oostvoorne, Stichting Wet. Duinond, 104 pp.

- Bak, H.C.M. & E. van der Maarel, 1972. Balans van beraad. In-spraakprocedure t.a.v. het Plan tot verlegging van de Waal bij Nijmegen, december-februari 1972: Resultaten en bijdragen tot een alternatieve oplossing. Memorandum voor de Minister van Verkeer en Waterstaat, Werkgroep Milieubeheer Nijmegen, 22 pp.
- Beeftink, W.G., 1973. Ecologie en vegetatie met betrekking tot het Deltaplan in: H. Gysels (ed.): de Gouden Delta. Wageningen, Pudoc; p. 81-109.
- Boekhorst, J.K.M. te & E.N. te Boekhorst-van Maren, 1971. Tussen Heuvelrug en Kromme Rijn. Kring Midden-Utrecht, deelrapport 3. Ingenieursprojekt Wageningen, 101 pp.
- Bouma, F., 1972. Evaluatie van natuurfuncties, Interrimrapport. Verkenningen Instituut voor Milieuvraagstukken VU Amsterdam, 111 pp.
- Dielissen, G.T.M., E.M. Erich, A.M. Sinnige & H.M.L. Spauwen, 1971. Een geobotanische inventarisatie en evaluatie van het streekplangebied IJsselvallei. Rapport Botanisch Lab. afd. Geobotanie Nijmegen, 35 pp + bijl.
- Harms, W.B., 1973. Oecologische natuurwaardering in het kader van de evaluatie van natuurfuncties. Verkenningen Inst. voor Milieuvraagstukken VU Amsterdam, Ser. B-4 (Rapport afd. Geobotanie Nijmegen), 64 pp.
- Hofstra, S., 1945. De houding van den Mensch tegenover de Natuur. Van Loghum Slaterus Arnhem, 93 pp.
- Hueting, R., 1970. Wat is de natuur ons waard? Wereldvenster, Baarn.
- Hueting, R., 1974. Nieuwe schaarste en economische groei. Diss. Groningen, Agon Elsevier, Amsterdam, 281 pp.
- Kalkhoven, J.Th.R., T. Stumpel, S.E. Stumpel-Rienks, 1973. Toelichting bij de voorlopige waarderingskaart van het natuurlijk milieu in Nederland. Stencil RIN 7 pp + bijl.
- Kalkhoven, J.T.R. e.a., 1974. Eine vorläufige Übersicht der potentiell-natürlichen Pflanzengesellschaften der Niederlande und der wichtigsten von denen abgeleiteten Vegetationskomplexe und Vegetationsreihen. Int. Symp. Problemkreis Landschaftsgliederung mit Hilfe der Vegetation, Rinteln, 1974.
- Kamer, J.C. van de, 1970. Het verstoorde evenwicht. Een pleidooi voor behoud van het natuurlijke milieu. Utrecht, Oosthoek, 283 pp.



- Leeuwen, C.G. van, 1965. Het verband tussen natuurlijke en antropogene landschapsvormen, gezien vanuit de betrekkingen in grensmilieus. (with a summary) *Gorteria* 2:93-105.
- Leeuwen, C.G. van, 1966. Het botanisch beheer van natuurreservaten op structuuroecologische grondslag. *Gorteria* 3:16-28.
- Leeuwen, C.G. van, 1967. Tussen observatie en conservatie. In 'Tien jaren RIVON'. Rivonverhandeling 4:38-58. Zeist.
- Leeuwen, C.G. van, 1973. *Ekologie*. Collegediktaat HB20A. Delft afd. Bouwkunde, 79 pp.
- Maarel, E. van der, 1970. De functie van Zuid-Kennemerland voor het algemeen welzijn, in het bijzonder voor wetenschap en cultuur. Voordracht Nat.besch. Commissie, Zuid-Kennemrland, Haarlem, 15 pp. stencil.
- Maarel, E. van der, 1970. De Ooypolder, biologische evaluatie van natuur en landschap. *Natuur en Landschap* 23:201-223.
- Maarel, E. van der, 1972. De invloed van het zich ontwikkelende hoofdwegennet op natuur en landschap. *Stedebouw & Volkshuisvesting* 53, extra nummer p. 3-18.
- Mac Harg, I.L., 1969. *Design with Nature*. New York Natural History Press, 198 pp.
- Mennema, J., 1973. Een vegetatiewaardering van het stroomdallandschap van het Merkske (N.Br.), gebaseerd op een floristische inventarisatie. *Gorteria* 6:157-179.
- Mörzer Bruyns, M.F., 1965. *Natuurbehoud als gemeenschapsbelang*. Rede Wageningen (Veenman) 20 pp.
- Mörzer Bruyns, M.F., 1965. Onderzoek voor het natuurbehoud. *De Levende Natuur* 68:193-201.
- Mörzer Bruyns, M.F., 1967. Wat moeten wij verstaan onder natuurbehoud? *Natuur en Landschap* 21:33-50.
- Mörzer Bruyns, M.F., 1967. Tien jaren onderzoek voor het natuurbehoud. In '10 jaren RIVON', p. 3-10, Zeist, Rivon, 95 pp + bijl.
- Odum, E.P., 1969. The strategy of ecosystem development. *Science* 164:262-270.
- Odum, E.P., 1971. *Fundamentals of ecology*. 3.ed. Philadelphia, W.B. Saunders, 574 pp.
- Oomen, H.C.J. e.a., 1973. *Mens en ecologie*. Visies op de relaties tussen mens en leefmilieu. Samson Alphen a.d. Rijn, 164 pp.

- Peters, H., 1970. Van milieuvervuiling naar milieubeheer. Amsterdam, Querido, 232 pp.
- Peters, H., 1973. De wet van behoud van ellende. De natuurlijke grenzen van de welvaart. Wetensch. Uitgeverij B.V. Amsterdam, 175 pp.
- Smidt, J.T. de, 1970. De leefbaarheid en het biologische milieu. Utrechtse Universitaire Reflexen 1-28:1-4
- Soet, F. de, 1969. Gevolgen van een eventuele aanleg van een autosnelweg door de Utrechtse Heuvelrug voor de natuurlijke rijkdommen van deze natuurstreek. Rapport RIN Zeist, 37 pp.
- Staak, A.L.H.C. van der, 1971. Over de bepaling van de soortenrijkdom vroeger en nu van het streekplangebied IJssel-Vechtdelta. Rapport afd. Geobotanie Nijmegen.
- Steinitz, C. & P. Rogers, 1970. A systems analysis model of urbanization and change. MIT Report 20, MIT Press, Cambridge Mass. 78 pp.
- Stumpel, A.H.P. e.a., 1974. Kartierung landschaftsökologischer Einheiten mit Hilfe von Vegetationskomplexen, Vegetationsreihen und Ergebnissen von Bodenkartierungen. Int. Symp. Über den Problemkreis Landschaftsgliederung mit Hilfe der Vegetation, Rinteln 1974.
- Tjallingii, F.S.P. (ed), 1973. Het Kromme Rijn Landschap. Een oekologische visie. Voorl. uitgave. Utrecht, 161 pp.
- Tüxen, R., 1956. Die heutige potentielle natürliche Vegetation als Gegenstand der Vegetationskartierung. Angew. Pfl. Soziol. 13:5-42. Stolzenau/W.
- Vroom, M.J., 1972. De weg in het landschap. In 'Grote en kleine wegen in het Landschap'. Stedebouw & Volkshuisvesting 53 extra nummer p. 26-37.
- Werkgroep GRAN, 1973. Biologische kartering en evaluatie van de groene ruimte in het gebied van de stadsgewesten Arnhem en Nijmegen. Rapport afd. Geobotanie Nijmegen. 85 pp + bijl.
- Werkgroep GRIM, 1974. Landschapsoecologische Basisstudie ten behoeve van het streekplan Midden-Gelderland. Rapport K.U. Nijmegen en P.P.D. Gelderland (in druk).
- Westhoff, V., 1955. Hedendaagse aspecten der natuurbescherming. Wetenschap en Samenleving 9:25-34.

- Westhoff, V., 1969. Die Reste der Naturlandschaft und ihre Pflege.  
In: Handbuch für Landschaftspflege und Naturschutz, Band 3,  
p. 251-265.
- Westhoff, V., 1970. Natuurbehoud en samenleving. Natuur en Land-  
schap 24:185-200.
- Westhoff, V., P.A. Bakker, C.G. van Leeuwen & E.E. van der Voo,  
1970. Wilde Planten, Flora en vegetatie van onze natuurgebie-  
den, deel 1. Ver. t. Behoud van Natuurmon. Amsterdam, 320 pp.
- Westhoff, V. & A.J. den Held, 1969. Plantengemeenschappen in Ne-  
derland. Thieme, Zutphen, 324 pp.
- Zonneveld, J.I.S., 1972. Landschapsoecologie. Natuur en Land-  
schap 26:268-273.

## Ecologie en ruimtelijke ordening

K.Vellema, Rijksplanologische Dienst, Den Haag

Uit de door mij gekozen titel kunt u een verband lezen tussen wetenschappelijk onderzoek, planning en beleid; ruimtelijke ordening bevat de beide laatste begrippen. De bedoeling van mijn voordracht is voornamelijk om wat informatie te geven over een methode van ruimtelijke planning. Omdat planning in hoge mate gericht is op *beleid*, en steeds gevoed moet worden door *onderzoek*, is het duidelijk dat die beide aspecten in samenhang met het hoofdonderwerp tegelijkertijd eveneens aan de orde zijn.

### Ordenen

Sprekend over *ordening* en dus over *orde*, vraag ik u mij eerst even te willen volgen in een filosofietje rond die beide woorden. In de sfeer van tegenstelling hoort orde onverbrekelijk bij *chaos*, zoals leven hoort bij levenloos, als rust bij onrust, als vrijheid bij onvrijheid. Orde is zo de ene pool van een 'spanningsveld' en bestaat slechts dankzij de aanwezigheid van dat spanningsveld tussen orde en chaos.

Zoals bekend is binnen het spanningsveld het 'natuurlijk' verloop in de richting van chaos. De tegengestelde actie is dus het ordenen of de ordening; 'onnatuurlijk' behoeft die tegenkracht evenwel niet te zijn.

In het geval van maatschappelijke ordening - de meest complexe vorm van natuurlijke ordening - zal de mens ingrijpen, bedwingen, beheersen door stelsels van maatregelen, verboden, verplichtingen en daardoor enerzijds afremmen, anderzijds stimuleren. In samenstellingen als 'law and order' en 'orde en netheid' krijgt het woord orde een zeer menselijke, soms al te menselijke of onmenselijke bijbetekenis. Het zijn termen, die kunnen duiden op te drastische methoden om ongeordendheid over te doen gaan in orde, waarbij de waarde van het spanningsveld soms wordt ont-

kend. Overzichtelijkheid wordt dan bereikt ten koste van leefbaarheid.

Ditzelfde bezwaar kan ook kleven aan het proces ruimtelijk ordenen, dat immers is te beschouwen als de ruimtelijke neerslag van het maatschappelijk ontwikkelingsproces. (Het eveneens sturende karakter van ruimtelijk ordenen wordt intussen niet ontkend.)

In de natuur ontmoeten we twee methoden van ordening van de levenloze chaos; twee vormen dus van rangschikking, van handhaving en van stabilisatie, nl.: het *kristal* en het *leven*.

We onderscheiden dus:

- a. de door fysici bestudeerde statische orde van het kristal 'kristallijne orde',
- b. de ordening door processen van het leven, in de meest complexe vorm leidend tot de orde van ecosystemen, 'levende orde'.

Kristallijne orde is monofunktioneel; tussen de gelijksoortige eenheden bestaat een eenvoudige relatie, waardoor een vaste rangschikking is ontstaan in een ruimtelijk eenvoudig patroon. Door deze vorm van stabilisatie wordt de ontwikkeling afgesloten en zonder energieverbruik is een statisch evenwicht ontstaan, dat betrekkelijk snel bereikt kan worden. Deze orde van het kristal is kwantificeerbaar.

Levende orde daarentegen is multifunktioneel, er is een zeer grote variatie in de samenstellende delen, die door velerlei relaties in een complexe, voortdurende veranderende rangschikking verkeren; meestal ontstaan ingewikkelde ruimtelijke patronen. Door deze vorm van stabilisatie blijft verdere ontwikkeling mogelijk; er heerst een dynamisch evenwicht onder voortdurend energieverbruik. Deze orde wordt relatief langzaam bereikt en is nauwelijks of niet te kwantificeren. Naarmate meer complexiteit ontstaat, wordt de weerstand tegen inwendig verval groter, zodat de deelnemende soorten minder gemakkelijk 'terugvallen naar de levenloze toestand'.

Ruimtelijke ordening behoort zoals hierboven al gesteld, een zodanig proces van rangschikking van de elementen in onze omge-

ving te zijn, dat zich een zo stabiel mogelijk maatschappelijk leven kan ontwikkelen. Het gaat net als bij 'levende orde' om het handhaven, versterken of doen ontstaan van evenwicht tussen organismen en hun omgeving.

Maatschappelijke orde zal idealiter de eigenschappen bezitten die voor levende orde zijn genoemd. Het maatschappelijke ontwikkelingsproces voert dan tot groter wordende stabiliteit. Men zou dat terug moeten vinden in het ruimtelijk patroon. Dat dit nog zo weinig het geval is, ligt ongetwijfeld aan zeer menselijke eigenschappen. Daarnaast zitten ons nog enkele omstandigheden in de weg, die terug te voeren zijn op het feit dat onze maatschappelijke ontwikkeling in relatie tot de natuurlijke evolutie nog maar pas van start gegaan is.

We willen bijvoorbeeld een eenvoudige en overzichtelijke orde; een orde die te kwantificeren is, d.w.z. uit te drukken in meters, liters, kilogrammen en bij voorkeur in guldens of franken. Verder ligt het ontwikkelingstempo dat we willen (soms ook moeten) volgen meestal veel hoger dan dat van de natuurlijke gang der dingen. Anders gezegd: we denken op korte termijn; een kleine, gemakkelijk te behalen winst nu, legt meer gewicht in de schaal dan een grote winst later. Maar ook: we zijn met te veel mensen in een beperkte ruimte; de soortverdeling wordt steeds onevenwichtiger; de wereld, of althans delen daarvan, begint op een monocultuur van mensen te lijken. Verder zitten we nog midden in een versnellend groeiproces, waar we het eind niet van vermoeden.

'Menselijkerwijs' gesproken zal er dan ook tegen het afstemmen van onze maatschappelijke en ruimtelijke ontwikkeling op meer natuurlijke vormen heel wat in te brengen zijn, vooral vanuit sociaal-economische standpunten. Dat het volgen van dergelijke éénzijdige gedachtelijnen tenslotte tot onwijze beslissingen leidt, staat inmiddels echter vast.

Met betrekking tot onze huidige ruimtelijke ordening komt nu het volgende beeld naar voren: We gaan deels door gebrek aan kennis, deels noodgedwongen op een nogal ambivalente wijze met onze ruimte om. We aarzelen, als het ware tussen kristallijne en levende ordening.



Aan de ene kant willen we kennelijk de overzichtelijke, technisch snel te realiseren, gemakkelijk uit te rekenen orde van het kristal; de voorbeelden vinden we in onze blokkerige stand- en dorpsuitbreidingen, rijtjes éénheidshuizen, moderne bouwland-verkavelingen, genormaliseerde beken, kaarsrechte wegen, op rijtjes geplante bomen en struiken enz., enz., alles ten dienste van snelheid en produktie. Er ontstaat gaandeweg een vorm van stabilisatie, die meestal verdere ontwikkelingen onmogelijk maakt.

Aan de andere kant beseffen we zeer goed, dat de kwaliteit van ons leefmilieu grotendeels bepaald wordt door gevarieerdheid van natuur, landschap en woongebied; een gevarieerdheid die alleen te bereiken is door het mogelijk maken van ordening door het leven zelf. Zowel voor stedelijke als landelijke gebieden is daarbij voorwaarde, dat wordt uitgegaan van de potenties die in de oorspronkelijke natuurlijke omgeving aanwezig zijn.

Zoals gezegd speelt gewin op korte termijn een belangrijke rol in ons denken. Hoevelen verdienen niet hun inkomen aan het tot stand brengen en beheren van de hierboven geschetste eentonigheid?

Het doen ontstaan van variatie en afwisseling daarentegen kost ons op korte termijn in de regel geld en het duurt wat langer voordat die hogere kwaliteit in ons leefmilieu bereikt is.

Bij velen echter wint de opvatting veld, dat leefbaarheid met als basis een gedifferentieerde omgeving behoort te prevaleren boven bijvoorbeeld snel gegroeide 'wegwerpwoonwijken' en wat daar allemaal bijhoort.

De veel tijdrovender en met aanloopkosten gepaard gaande vorm van planning die, uitgaande van het natuurlijk gegeven, gericht is op het scheppen van condities voor ecologische processen krijgt meer en meer aandacht. Men onderschrijft in steeds breder kringen dat planning op ecologische basis de weg is om tot een betere structuur van ons milieu te komen, zodat een obligate voorwaarde wordt vervuld voor stabilisatie van onze samenleving.

Het is echter duidelijk dat planning op ecologische grondslag vele malen ingewikkelder is dan 'produktieplanologie'.

Moderne technieken van procesplanning proberen hiermee echter steeds meer rekening te houden.

## Ruimtelijke planning bij de Rijksplanologische dienst

De ruimte ontbreekt mij hier om diep op de methoden van ruimtelijke planning in Nederland in te gaan.

Ik wil daarom beginnen met te verwijzen naar het eerste hoofdstuk van het jaarverslag 1972 van de Rijksplanologische dienst. De tekst van dat hoofdstuk is afzonderlijk in de zwart-wit serie die de RPD uitgeeft verschenen onder nummer 73-4. Verder is nog wat informatie te vinden in de Oriënteringsnota Ruimtelijke Ordening (eerste deel van de derde nota over de ruimtelijke ordening).

In de eerstgenoemde publikatie staat in kort bestek een overzicht van de ontwikkelingen in planningsconceptie, planningstypen en planningstechnieken in het algemeen, met uiteraard nadruk op ontwikkelingen in de ruimtelijke planning.

Er wordt daarbij uitgegaan van de langzamerhand bekende definitie: 'Ruimtelijke ordening is het zoeken naar en het tot stand brengen van de best denkbare wederkerige aanpassing van ruimte en samenleving zulks ten dienste van die samenleving'. Een combinatie dus van planning (zoeken) en beleid (tot stand brengen).

Hierbij is het hele maatschappelijke proces betrokken, voorzover ruimtelijk relevant.

Bij integrale planning zal tenslotte het samengaan van economische, sociaalculturele en ruimtelijke planning einddoel zijn. Voornaamste stelling hierbij is dat de doelstellingen van deze verschillende planningsterreinen op elkaar afgestemd moeten worden.

De methoden van ruimtelijke planning veranderen de laatste jaren zeer snel. Allerlei nieuwe vormen komen naar voren en van de aanpak van enkele tientallen jaren geleden is niet veel meer over. Deze nu reeds verouderde vorm van planning wordt aangeduid met de term *eindtoestandplanning*. Het statische, technocratische karakter van deze vorm van planning is vooral bij lange termijn plannen in strijd met de dynamiek van de samenleving. Een belangrijk bezwaar is verder dat doelstellingen niet expliciet worden geformuleerd.

Als reactie daarop is een nieuwe vorm van planning, nl. *proces-*

*planning*, sterk naar voren gekomen. Hierbij gaat men er in principe ook vanuit dat de ruimtelijke planning zich voortdurend aanpast aan de veranderende maatschappij. In zijn meest extreme vorm wordt bij procesplanning geen waarde meer gehecht aan lange-termijnvisies en gaat men zich bij de uitvoering vooral richten op korte termijnen. Het is duidelijk dat dit laatste onder meer in strijd is met de tegelijkertijd toegenomen waardering voor een meer op ecologie gebaseerde planning. Het hele probleem behelst in feite een bekende paradox van planning: concrete korte termijnbesluiten behoren afgeleid te worden uit vage lange-termijnvisies, dat wil zeggen zekerheid is een destillaat van onze kerheid. Het wordt overigens wel duidelijk dat de ideale vorm van planning zowel het einddoel op lange termijn als het volgen van het maatschappelijk proces als uitgangspunten heeft.

Het noodzakelijk evenwicht binnen een systeem dat zo paradoxaal lijkt, denkt men nu te vinden door het toepassen van een verdoorgevoerde systematisering in de ruimtelijke planning.

In Nederland wordt daarom bij de Rijksplanologische dienst gewerkt met een systematisch werkproces, onder de naam WERON (Werkproces Ruimtelijke Ontwikkeling Nederland). Hierbij is de toepassing van *modeltechnieken* een zeer belangrijk onderdeel. Met behulp van deze technieken kan men enerzijds bereiken dat doelstellingen zo objectief mogelijk aan de orde komen, anderzijds dat het instrumentarium wordt aangegeven waardoor de plannen moeten worden gerealiseerd. Zo kent men naast bijvoorbeeld demografische, economische en verkeers- en vervoersmodellen ook ecologische modellen. Deze laatste beschrijven de werking van ecosystemen en de invloed die de mens op velerlei wijzen daarop uitoefent. Hierbij is uitgangspunt dat menselijke activiteiten volledig afhankelijk zijn van, en moeten passen in het natuurlijk gegeven.

WERON is een op de lange termijn gerichte vorm van procesplanning; hierdoor is de terugkoppeling op de geformuleerde doelstellingen en voeding door nieuwe informatie voortdurend mogelijk (zie figuur 1).

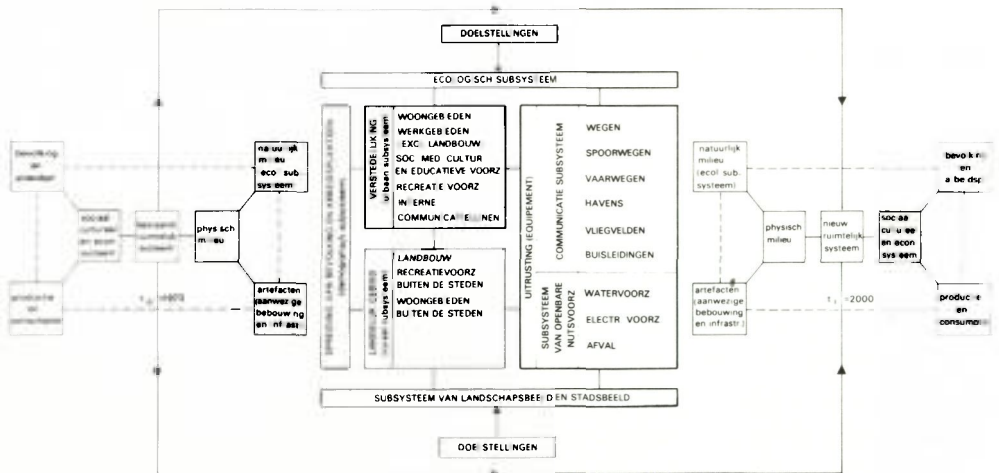


Fig.1. Schema van het werkproces ruimtelijke ordening Nederland

Door deze opzet kan men zoveel mogelijk de onzekerheid, die samenhangt met lange-termijnplanning vermijden. Tegelijkertijd kan men in een vroeg stadium gegevens voor het dagelijkse ruimtelijk beleid aftappen.

Centraal staat in de opzet, het opsporen van relaties tussen de sociale, economische en ruimtelijke systemen. Dit geschiedt door middel van het operationaliseren van maatschappelijke doelstellingen en technische en natuurlijke gegevenheden. Men drukt ze daartoe bij voorkeur uit in objectieve meetgegevens die het mogelijk maken alternatieven voor ruimtelijke ontwikkelingen te toetsen. Om dit te kunnen doen onderscheidt men in het werkproces een aantal subsystemen, namelijk

- a het urbane subsysteem
- b het rurale subsysteem
- c het ecologische subsysteem
- d het demografische subsysteem
- e het economische subsysteem
- f het subsysteem van openbare nutsvoorzieningen
- g het subsysteem van landschapsbeeld en stadsbeeld
- h het communicatie-subsysteem

Niet al deze subsystemen zijn ruimtelijk en verder is het duidelijk dat ze vaak gemengd in bepaalde gebieden voorkomen.

## Het ecologische subsysteem

Ik zal mij hier nu verder moeten beperken tot wat globale informatie over het ecologische subsysteem. Wij noemen dit ook wel het subsysteem van het natuurlijk milieu, of kortweg: 'het natuurlijk milieu'. Over de inhoud van die term bestaat nog wat verwarring. In planologische zin gebruikt, hoort het in de rij thuis bij woonmilieu, werkmilieu, stedelijk milieu, agrarisch milieu etc. Het natuurlijk milieu is zo een deelmilieu van de totale onderkende ruimte, namelijk dat deel, dat tot de natuur behoort. Het bevat daarom levende en niet-levende componenten, respectievelijk de planten en dieren en de mens als organisme aan de 'levende kant' en de gesteenten, het water, de lucht en de kosmos aan de 'niet-levende kant', en dat alles al of niet door de mens beïnvloed. Het bijvoeglijk naamwoord 'natuurlijk' heeft in dit verband dus geen waarderende betekenis, zoals het bij gebruik door ecologen in de regel juist wel heeft.

Bij de bestudering van het ecologisch subsysteem gaat het naast inzicht in de relaties tussen ecologie en planologie ook om de verbanden tussen ruimtelijke ontwikkelingen en de verschillende vormen van verontreiniging van het milieu.

Voor de vulling van het subsysteem zijn daarom o.a. drie studies van belang, die in min of meer gevorderd stadium verkeren.

### *1. Het globaal ecologisch model*

Het doel van dit model is om ecologische evaluatie van ruimtelijke ontwikkelingen mogelijk te maken, maar ook om keuzesituaties waarvoor de samenleving staat, met het oog op de gevolgen voor het milieu, te verduidelijken.

Het model zal daarom een aantal manipulatiemogelijkheden bieden waardoor men in staat is om:

- a aan te geven hoe waarden en functies van het natuurlijk milieu gegeven een aantal maatschappelijke uitgangspunten kunnen worden gemaximaliseerd.
- b aan te geven welke ecologisch gemotiveerde grenzen aan ruimtelijke ontwikkelingen moeten worden gesteld.

Een en ander komt neer op het vinden van optimale verhoudingen tussen ruimtelijke ontwikkelingen en het natuurlijk gegeven.

Wanneer het model geheel is uitgewerkt mag men daarnaast verwachten, dat het in concreto mogelijkheden kan aangeven voor natuurtechnische milieubouw en milieu-reconstructie, afhankelijk van de potenties van het natuurlijk milieu. De basisstudie van het globaal ecologisch model is vrijwel gereed.

## *2. De landelijke milieukartering*

Was het globaal ecologisch model van puur theoretische aard, het projekt 'landelijke milieukartering' is bedoeld om enerzijds een methode te ontwikkelen om het natuurlijk milieu op de nationale schaal gewaardeerd op kaart te brengen, anderzijds om de nodige beschrijvingen en karteringen ook inderdaad uit te voeren. Daarbij wordt getracht het volgende te bereiken:

- a een typering, inventarisatie, kartering en waardering van het huidige natuurlijk milieu in Nederland - de aktuele situatie -
- b de samenstelling van ontwikkelingskaarten voor het natuurlijk milieu, uitgaand van potenties in het abiotische gegeven, met als voornaamste werkzaamheid de registratie van de potentiële natuurlijke vegetatie onder verschillende vormen van beheer - de potentiële mogelijkheden -.

Als tussenprodukt is een zeer voorlopige waarderingskaart geproduceerd. In de loop van 1975 zullen de studies worden afgesloten.

## *3. Milieubelastingskarteringen*

Tenslotte wil ik dit zeer globale overzicht besluiten met het noemen van de milieubelastingskarteringen.

Deze worden niet zoals de beide vorengenoemde studies uitgevoerd onder auspiciën van de Rijksplanologische dienst, maar door het Ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiëne. De bedoeling is om zo precies mogelijk op kaarten emissies en immis-sies van de diverse vormen van milieuverontreiniging te registreren. Uiteraard zal men dergelijke kaarten veelvuldig moeten herzien.



Gepaard aan de nodige theoretische studies kunnen relaties bestudeerd worden tussen de gekarteerde belastingen en het bestaande en toekomstige ruimtelijke patroon. Op basis van milieuhygiënische normen kunnen zodoende allerlei planningsvoorwaarden gevonden worden, met name met betrekking tot zonering en inrichting van zones. Sanering van bestaande hoogbelaste situaties wordt beter mogelijk.

Het ligt in de bedoeling om de verschillende theoretische studies in modelvorm uit te voeren.

## De nederzetting, ecologisch bekeken

Tj. Deelstra - Technische Hogeschool Delft, Afdeling der Bouwkunde

### Inleiding

In dit artikel zal ik proberen een overzicht te geven van de verschillende ecologische problemen die met de planning en de vormgeving van nederzettingen samenhangen.

Ruim de helft van de inwoners van de Lage Landen woont in steden, en juist bij de stadsbewoners begint een gevoel van onvrede te ontstaan over het milieu waarin zij wonen.

Het vak dat zich met de stedelijke nederzetting bezighoudt, de stedenbouwkunde, lijkt wel-omschreven, het heeft een 6000 à 7000-jarige traditie. Van Dale's "Groot Woordenboek der Nederlandse Taal" geeft als definitie van stedenbouw onder andere "de aanleg, ontwikkeling en uitbreiding van steden, met de daarmee gepaard gaande problemen van esthetische, bouwtechnische, verkeerstechnische en economische aard". Een stedenbouwkundige wordt in dat woordenboek omschreven als "iemand die plannen voor steden ontwerpt en op de uitvoering daarvan toezicht houdt".

De door Van Dale genoemde problemen zijn alle een beschouwing waard. Weinig stedenbouwkundigen blijken bijvoorbeeld opgewassen tegen de esthetische problematiek die met het maken en veranderen van stedelijke nederzettingen samenhangt.

Het is echter dringend nodig de aandacht te vestigen op aspecten van stedenbouw die in de praktijk slechts nauwelijks worden onderkend.

Zou de stedenbouwkundige, bij het maken van zijn plannen niet meer rekening moeten en kunnen houden met nog andere dan de door Van Dale genoemde problemen zoals ecologische?

Zou het niet nuttig zijn als de stedenbouwkundige wat meer wist van ecologie, om met behulp van deze wetenschap een strategie te

ontwikkelen om de toenemende milieuproblemen die met de nederzetting samenhangen op te lossen?

Het antwoord hierop moet bevestigend zijn. Ik zal dit antwoord onderbouwen. Ik wil mijn betoog in een ruim perspectief plaatsen, en meen dat het beste te kunnen aangeven door in de titel te spreken van de nederzetting; een begrip dat het verschijnsel van het menselijk samenwonen in zijn algemeenheid tot uitdrukking brengt.

In de eerste plaats zal ik de belangrijkste uiterlijke veranderingen die onze steden hebben ondergaan beschrijven. Ik ga daarbij niet in op de oorzaken van deze veranderingen.

Vervolgens tracht ik de balans op te maken van de kennis met betrekking tot het stedelijke ecotoop. Een ecotoop is een landschapsonderdeel; het is de ruimtelijke uitdrukking van een ecosysteemcomplex. In de ecologie, de wetenschap die zich bezighoudt met de betrekkingen tussen de levende organismen en hun milieu, wordt het begrip ecosysteem gehanteerd om aan te geven dat een levensgemeenschap in een bepaalde omgeving een ter plaatse functionerend onverbrekkelijk geheel is. De onderlinge betrekkingen binnen dit geheel vormen een stelsel dat met behulp van de systeemtheorie te analyseren is. De keuze van het begrip ecotoop in het kader van een beschouwing over de nederzetting geeft de mogelijkheid aan te sluiten bij het landschapsecologisch onderzoek. Dit is het onderzoek van de betrekkingen tussen de ecosystemen waaruit het landschap is opgebouwd.

Na een aantal biologische subsystemen van de stad te hebben geschetst, zal ik een korte beschouwing wijden aan de inwendige structuur van de stedelijke nederzetting.

Vervolgens zal ik de aandacht vestigen op de betrekkingen die het nederzettingssysteem met de omgeving onderhoudt of kan onderhouden.

Een beschrijving van de nederzetting als ecosysteem is echter niet voldoende. Wij zullen moeten trachten te begrijpen waarom ergens een bepaalde nederzetting verschijnt, groeit, verandert of verdwijnt.

Een nederzetting is het resultaat van menselijke activiteit. Een huis, dorp of stad is een produkt van menselijke cultuur.

Met behulp van de culturele ecologie, de wetenschap van de betrekkingen tussen mens en milieu, kunnen wij het proces van nederzettingsvorming analyseren.

In dit kader is het ook van belang de aandacht te vestigen op de voorstellingen die mensen hebben van het milieu waarin zij leven: de milieuperceptie.

Bovendien moet worden gewezen op de invloed van ideologische, politieke, sociale, economische en technologische subsystemen op het fysisch-biologische subsysteem. De subsystemen tezamen vormen het cultureel-ecologische systeem.

Via de subsystemen staat een cultureel ecosysteem in een dynamische relatie tot zijn omgeving - omgeving in de betekenis van natuurlijk milieu (het fysisch-biologisch ecosysteem), maar ook in de betekenis van socio-cultureel milieu (andere culturele ecosystemen).

Het milieu heeft slechts beperkte mogelijkheden. Bij veranderingen binnen het complex van anthropische systemen kan de bevolking slechts dan overleven als de nieuwe toestand de draagkracht van het milieu niet te boven gaat.

Wij zullen ons ervan bewust moeten zijn dat wij voortdurend beslissingen nemen die de richting bepalen waarin zich het cultureel-ecologische systeem beweegt. Dit is een politiek vraagstuk.

Intussen kunnen wij als stedenbouwkundige ontwerpers wel uitspraken doen over de ruimtelijke aspecten van dit systeem. Het is duidelijk dat wij een milieuplanning zullen moeten ontwikkelen, een vorm van ruimtelijke planning die recht doet aan de ecologische gesteldheid van het landschap.

#### Veranderende steden

De Westeuropese steden zijn het produkt van een preïndustriële cultuur.

Het woord preïndustrieel, een technologische uitdrukking, geeft aan dat handarbeid bepalend is voor deze samenleving. De stad is het centrum van ambachtelijke activiteit. Het ambacht bepaalt het sociale leven en de stedenbouw. Er zijn enkele regels waaraan men zich moet houden bij de bouw, maar de meeste "esthetische, bouw-

technische, verkeerstechnische en economische problemen" worden op een persoonlijke manier opgelost, van plaats tot plaats verschillend.

Dit heeft allerlei gevolgen:

- a. De stad ontwikkelt zich geleidelijk, en heel grote steden komen weinig voor.
- b. Bij de groei van de stad wordt uitgegaan van bestaande ruimtelijke patronen met als gevolg een redelijke natuurlijke kwaliteit (tuinen, wallen, boerderijen); er is veel open ruimte.
- c. Het stadspatroon wordt òn door de groeisnelheid òn door de patroonsituatie ruimtelijk zeer gedifferentieerd.
- d. De reikwijdte van de stad is onder andere door de ambachtelijke voertuigtechniek gering; er is een nogal sterk contrast tussen platteland en stad.
- e. Het bouw materiaal is meestal een natuurprodukt, er wordt bijvoorbeeld schelpkalk gebruikt, ongebakken lemen stenen en natuursteen, zandwegen en schelpspaden komen veel voor. Materialen, die uit de directe omgeving van de stad komen, zijn aanleiding tot het ontwikkelen van een lokale bouwstijl.
- f. Brandstoffen en drinkwater komen uit de directe nabijheid, met vaak minder gunstige gevolgen voor de omgeving (erosie).
- g. Voedsel, kledingstoffen en dergelijke worden geproduceerd in de stad en het haar omringende platteland.
- h. Er is slechts een eenvoudige sanitaire techniek. Huishoudelijk afval wordt op straat gesmeten. Allerlei dieren leven ervan. Het is bekend dat in het middeleeuwse Londen raven de rol van vuilnisman speelden.

De industrialisering van de samenleving verstoort de geleidelijk ontwikkelde temporele en ruimtelijke structuur.

De hiervoor genoemde eigenschappen van de stad veranderen:

- a. De ontwikkeling van het inwonertal wordt plotseling versneld, de zeer grote steden, de metropolen ontstaan. Stadsgewesten komen tot ontwikkeling.
- b. De bouwtechniek maakt het mogelijk om bestaande ruimtelijke patronen min of meer te negeren. Bovendien wordt onder druk van de snelle bevolkingsaanwas de ruimte meer en meer geëxploiteerd. De stad wordt steeds steniger.

c. De ruimtelijke differentiatie neemt af. (Enerzijds tengevolge van de bevolkingsexplosie, anderzijds door de nieuwe manier van bouwen).

d. De stad is niet langer 'loopstad'; er ontstaat een conflict tussen de bestaande vorm (centrifugaal en beperkt van omvang) en de nieuwe vervoersmogelijkheden. Het platteland wordt opengelegd.

e. Bouwmaterialen worden meer kunstmatig (beton, staal, glas, kunststof) en tengevolge van compacte hoge bouw wordt het stads-klimaat sterker beïnvloed.

f. Om brandstof te verkrijgen gaat men over tot exploitatie van fossiele hulpbronnen, nieuwe en gevaarlijker drinkwaterbronnen worden gebruikt.

g. Om de stadsbewoner te voeden en te kleden moeten produkten uit ver verwijderde streken worden aangevoerd.

h. Er worden enorme hoeveelheden afval geproduceerd, waaronder niet-organische resten, systeemvreemde en giftige stoffen. Er ontstaan nieuwe problemen voor de volksgezondheid en er worden nieuwe technische oplossingen bedacht. Wanneer het paard als trekdier in zwang komt is dat bijvoorbeeld aanleiding om allerlei spoelsystemen te bedenken om de straten van paardevijgen te ontdoen.

Al deze veranderingen zijn van invloed geweest op de biologische systemen in en rond de stad. Dat heeft voor de stadsbewoner minder prettige gevolgen. Het betekent ook dat de stad onnodig afbreuk doet aan het landschap.

Teneinde te kunnen ingaan op deze problematiek is het nodig de moderne stad te beschrijven in ecologische zin. Daar zijn verschillende ingangen bij mogelijk. Ik wil beginnen met een overzicht van de natuurecosystemen van de stad.

#### De stad als ecotoop

Men zou een beschrijving kunnen geven van een stad als een type ecotoop. (Een ecotoop is de ruimtelijke manifestatie van een complex ecosystemen.) Men kan bij deze beschrijving de tweedeling abiotisch/biotisch (of anorganisch/organisch) hanteren.



De 'bodem' van de stad wordt in de eerste plaats bepaald door het materiaal dat is gebruikt voor straten, pleinen en gebouwen, in de tweede plaats door de constructie en vormgeving van die elementen en in de derde plaats door de ruimtelijke opbouw van de stad als geheel. Bovendien is de wijze waarop het stedelijke afval wordt verwerkt van grote invloed op het stadsmilieu. Als de vormgeving van de stad mede berust op kennis van de mogelijkheden die het stenige substraat biedt voor vegetatie en andere organismen, kan de natuur-ecologische waarde van de stad worden vergroot.

De stedenbouwkundige zal moeten streven naar een fysisch milieu dat ruimtelijk zeer gedifferentieerd is opgebouwd. In een dergelijk milieu kunnen complexe biologische stelsels tot ontwikkeling komen. Complexe stelsels hebben een groot aantal voordelen vergeleken met minder ingewikkelde systemen. Zij worden gekenmerkt door soortenrijkdom. Er is een breed scala van organismen, die allerlei betrekkingen met elkaar onderhouden. Het systeem heeft daardoor een grote inwendige stabiliteit. Het reageert veerkrachtig op verstoringen die binnen het systeem zouden kunnen optreden.

Het fysisch milieu moet niet alleen ruimtelijk gevarieerd zijn maar ook stabiel in de tijd. Het effect van ruimtelijke variatie kan namelijk teniet worden gedaan wanneer de a-biotische omstandigheden zeer veranderlijk zijn. Er kan alleen een complex natuurecosysteem tot ontwikkeling komen als de omstandigheden gedurende lange tijd constant blijven. Ruimtelijke variatie wordt versterkt door temporele stabiliteit.

In West-Nederland worden terreinen veelal bouwrijp gemaakt door ze op te spuiten met zand. Hierdoor worden bestaande milieuverschillen teniet gedaan. Het zou beter zijn het terrein selectief op te hogen. Dit alternatief werd toegepast in het uitbreidingsplan voor Kethel in Zuid-Holland dat in 1943 werd ontworpen. Een drassig deel van het bouwterrein werd voor parkaanleg bestemd, bebouwing werd op de kreekruggen gesitueerd.

Pas in het uitbreidingsplan voor Delft, de Tanthof, (1971) is doorgeborduurd op deze aanpak.

Het zou ook mogelijk zijn het terrein plaatselijk op te hogen in terrassen. Hierdoor kan een gedifferentieerd milieu ontstaan.

Over de betekenis van het substraat voor de vegetatie-ontwik-

keling zijn intussen ook wel gegevens bekend. Er is bijvoorbeeld geconstateerd dat regenwater met straatvuil zaden meebrengt, die in gemetselde grachtkanten tot ontkiemen komen. De ontwikkeling van de vegetatie is anders wanneer men voegt met kalkspecie dan bij gebruik van cementspecie. Onderzoek hiernaar heeft geleid tot de beschrijving van de verschillende associaties die voorkomen in verschillende situaties zoals beschaduwde, vochtige muren, zonnige muren, op uiteenlopende bestratingen etcetera. Daken, voetbalvelden, kerkhoven, wegen, spoorwegemplacements, havens en dergelijke blijken zo elk hun typische vegetatiebeelden te hebben.

Een probleem bij de ontwikkeling van gedifferentieerde vegetatiestelsels in de stad is de voedselrijkdom van de bodem. In voedselarme situaties zijn de kleine verschillen in hoeveelheid en aard van de voedingsstoffen van grote invloed. Voedselarme situaties worden daarom gekenmerkt door soortenrijkdom. Het verdient dus aanbeveling om, waar dat mogelijk is, de stadsbodem te verschrallen.

Ook het water in de stad is in het algemeen zeer voedselrijk, bijvoorbeeld doordat de bewoners brood aan eenden voeren.

De waterhuishouding is ten gevolge van de moderne afwateringsystemen, met name door het grote verharde oppervlak zeer dynamisch van aard. Onregelmatig gedrag in de tijd doet ruimtelijke milieuvariatie teniet.

Middelen om de dynamiek te verlagen zijn: meer schakels in het systeem; afvoer over een langer tijdsbestek (meer verdamping) te bewerken door plaatselijke verschillen in het transportstelsel, zoals bochten en vage grenzen; kortom: een gedifferentieerde berging. Het beheer van een dergelijk systeem kan problemen geven (hoe meer schakels hoe meer onderhoud), problemen die aanleiding kunnen zijn om ter plaatse verschillende waterhuishoudingsstelsel aan te leggen die onafhankelijk van elkaar kunnen werken.

De kwaliteit van het water speelt natuurlijk ook een grote rol. Afvoersystemen die verontreinigd kunnen worden zouden moeten worden gescheiden van meer natuurlijke systemen

Het klimaat in de stad is anders dan dat van het omringende land.

De stad is door de moderne ontwaterings- en afwateringssystemen droger dan het platteland.

Door de opeenhoping van mensen is er veel afvalwarmte en ten gevolge van morfologische verschillen van de stad ten opzichte van het land ontstaat straling welke een temperatuursverhoging tengevolge heeft.

Door de aard van het materiaal waaruit de stad is opgebouwd ontstaan snelle temperatuurswisselingen. Stenen nemen snel warmte op en staan deze (bijvoorbeeld 's nachts) snel af.

Zo ontstaat wat men wel noemt het stedelijke warmte-eiland.

Door de aanwezigheid van stofdeeltjes die als condensatiekernen fungeren valt er meer regen boven de stad dan op het land. Het warmte-eiland alsmede de verticale opbouw van de stad doen opwaartse luchtstromingen ontstaan. Deze veroorzaken veel neerslag aan de lijzijde van de stad; vooral in de winter, door de week meer dan in het week-einde, in de werkuren meer dan 's nachts.

De wind (turbulentieverschijnselen) en de samenstelling van de lucht bepalen tenslotte mede het stadsklimaat. De samenstelling van de lucht wordt beïnvloed door industriële en huishoudelijke processen en het verkeer.

Er zijn slechts weinig ontwerpstudies met betrekking tot het stadsklimaat en er wordt doorgaans alleen aandacht besteed aan het effect op de menselijke bewoners (minder tocht, minder geluidshinder en dergelijke).

Planten en dieren reageren door hun geringe volume sterker dan mensen op enkele graden temperatuurverschil. De hogere temperatuur van de stad heeft als effect dat het vegetatiebeeld overeenkomt met meer zuidelijk gelegen streken. Over de gevolgen van het stadsklimaat voor dieren is weinig bekend.

Duidelijk is in elk geval dat het klimaat vooral beïnvloed wordt door grootte en geleding van de stad. Hoe meer beplanting des te stabiel is het stadsklimaat, vooral als de begroeiing een relatief groot oppervlak inneemt en gelijkmatig over de nederzetting is gespreid.

Levensgemeenschappen van planten en dieren in de stad zijn enerzijds afhankelijk van a-biotische milieufactoren, anderzijds van het menselijk gedrag.

Naar verhouding het meeste is bekend over de vegetatie in de stad. Die is immers object van zorg van gemeentelijke diensten en tuinarchitecten. Een ecologische benadering van het 'stedelijk groen' is echter nog nauwelijks uit de verf, zodat wij niet kunnen terugvallen op onderzoeken uit deze hoek.

Het is wenselijk een gedifferentieerde vegetatie tot ontwikkeling te brengen terwille van een zo groot mogelijke stabiliteit en om een veelheid aan belevingsmogelijkheden voor de mens te scheppen, ook de aanwezigheid van bepaalde dieren wordt bepaald door variatie in de begroeiing. Planten en dieren kunnen scherp reageren op toxische stoffen. Wanneer zij verdwijnen is dit een teken dat het milieu ook voor de mens ongezond is. Verontreiniging van de lucht doet bijvoorbeeld korstmossen verdwijnen. Vanwege de signaalwaarde zijn gedifferentieerde natuurecosystemen in de stad van node.

Voor een gedifferentieerde begroeiing is een zekere oppervlakte benodigd. Het is doelmatig om aan te sluiten op de a-biotische gegevens (bodemsoort, waterhuishouding en dergelijke). Ook moeten het gebruik en het beheer worden geregeld.

Het patroon van de vegetatie in de stad is als een mozaïek. Allerlei typen plantengemeenschappen wisselen elkaar af. Door de mens zijn veel planten ingevoerd uit andere streken. Er zijn heel wat planten die aan menselijke kunstgrepen hun bestaan danken.

Oudere steden worden gekenmerkt door een bepaalde ruimtelijke groepering van vegetatietypen; er is een gradiënt. In het stadscentrum overheerst de ingevoerde flora, aan de stadsrand de oorspronkelijke. Het percentage neofyten neemt van binnen naar buiten toegaande af, de soortenrijkdom neemt toe.

Ook bij de bestudering van het dierenleven in de stad valt op dat er een bepaalde ruimtelijke orde is. In de oude kern van de Nederlandse grachtensteden, waar water is en bomen en waar zich grote tuinen bevinden, treffen wij bos- en waterdieren aan. In de compacte steenklomp van arbeidersbuurten uit de negentiende eeuw vinden wij dieren die zich in een rotsachtig gebied thuisvoelen. In de parken en de ruim opgezette wijken daaromheen leven de dieren die wij ook in het aangrenzende landschap kunnen tegen-

komen. Sommige dieren maken uitstapjes naar stadsdelen die meer nabij het centrum gelegen zijn, bijvoorbeeld om voedsel te vergaren.

In gebieden aan de stadsrand, die zijn opgespoten met zand, kunnen wij dieren vinden die van dit milieu houden (konijnen bijvoorbeeld).

In het algemeen neemt het aantal diersoorten dat wij kunnen waarnemen toe, wanneer wij ons vanuit het stadscentrum naar buiten toe begeven; het aantal exemplaren per soort neemt af. De differentiatie is dus in het centrum geringer dan in de voorsteden.

Bij het beschrijven van de stad als biotoop voor dieren moeten wij verschillende categorieën onderscheiden.

Wij zouden daar niet direct aan denken, maar in de stad leven wilde dieren die zich goed kunnen handhaven in dit milieu. In Central Park, New York, leven bijvoorbeeld vossen.

Een tweede categorie wordt gevormd door de dieren die de mens tolereren: soorten die vooral voorkomen op akkers en in voorsteden. Hieronder vallen allerlei vogels, zoals eenden, vinken, meeuwen, maar ook kleine zoogdieren en amphibieën.

Tenslotte zijn er soorten die zijn aangepast aan het menselijk gedrag en afhankelijk zijn van de mens, voor voedsel, voor beschutting of om te nestelen. De merel, vroeger een zeldzame verschijning in de stad, blijkt zich bijvoorbeeld goed aan de mens aan te passen. Dit kan gevaarlijk zijn voor het voortbestaan van de soort. De jongen van merels worden bijvoorbeeld meer en meer gevoed met patat en brood, met als gevolg dat zij stikken. De gierzwaluw is voor het nestelen afhankelijk van bepaalde constructies zoals de mansarde-kap. Hij vervult een voor de mens nuttige functie, omdat hij steekmuggen opruimt. De steenmarter, die in kelders en op zolders woont, ruimt muizen op. De muurhagedis is ook afhankelijk van onze bouwsels. Verschillende dieren, die leven in het door de mens gemaakte stenige stadsmilieu, zijn afkomstig uit steenachtige gebieden in andere landen. De Turkse tortelduif kan als voorbeeld gelden.

De aanwezigheid van dieren wordt bepaald door een aantal voorwaarden.

Het woongebied van de betreffende soort moet een zekere maat hebben, de populatie moet voldoende zijn om stand te houden. De menselijke aanwezigheid vormt een bedreiging, psychisch en lijfelijk. Vooral het verkeer eist veel slachtoffers.

Tussen de verschillende gebieden moeten verbindingen bestaan, bijvoorbeeld om een populatie die in aantal dreigt te verminderen op peil te houden. Het is ook van belang dat er verbindingen zijn tussen voedselgebieden en broedgebieden.

Op grond van deze eis zijn bepaalde stadsconcepties ontwikkeld. Men stelt zich hierbij voor de stad te geleiden met groene corridors.

Sommige dieren vinden een geschikt biotoop in wat men wel noemt de steenwoestijn van de stad (mus, muis, rat en torenvalk). Andere dieren zijn juist gebonden aan een bepaalde vegetatie voor voedsel of nestgelegenheid (bomen waarin en omheen de oorspronkelijke bosvogels huizen, de houtduif bijvoorbeeld). Voor sommige dieren is de aanwezigheid van water een voorwaarde (wilde eend, meerkoet).

Schaduw, dekking en klimaat spelen een rol alsmede ruimtelijke afwisseling. Combinatie van open weiden en struweel vergroten bijvoorbeeld de mogelijkheden voor de avifauna.

Ook de aard van het omringende landschap en het landschap dat is opgenomen in de stad is belangrijk. In Amsterdam ziet men meer weidevogels dan in Den Haag. In de residentie kan men meer bosvogels aantreffen.

Anderzijds kunnen bepaalde stedelijke elementen van grote betekenis zijn voor de wijde omgeving. De vijvers van de dierentuin van San Diego in Californië vormen bijvoorbeeld een belangrijke pleisterplaats voor wilde eenden.

Overigens zijn allerlei stedelijke elementen aanleiding tot het ontwikkelen van een specifieke samenleving van organismen (vuilnisbelten, zuiveringsinstallaties, ruderaal terreinen).

Een belangrijke voorwaarde voor de aanwezigheid van dieren is stabiliteit in het grondgebruik. Elke plotselinge verandering doet een populatie verdwijnen.

Daarnaast is een zekere tolerantie nodig in het beheer.

Enige nonchalance in het onderhoud van tuin, park, straat en wegberm (holle bomen laten staan, niet wieden, niet maaien, geen



gras tussen de stenen vandaan halen), bevordert nestgelegenheid en voedselgelegenheid voor dieren.

In een Amerikaanse studie wordt gesteld dat "small changes in park management would make considerable improvement in habitat".

Op grond hiervan wordt wel gepleit voor "planned neglect", planmatige verwaarlozing. Het lijkt mij echter beter te spreken van een zorgvuldig beheer.

Binnen de natuurecosystemen van de nederzetting vervult de mens verschillende functies. Hij construeert de nederzetting en schept daarmee de a-biotische condities die de samenleving van planten en dieren bepalen, hij treedt op als beheerder van het onder zijn invloed ontwikkelde milieu, maar hij is zelf ook de drager van bepaalde organismen eenvoudig door het feit dat hij met zijn soortgenoten bijeenwoont.

Te weinig realiseert men zich dat bepaalde ziekten bijvoorbeeld gebonden zijn aan het wonen in stedelijke nederzettingen.

Bevolkingsconcentraties worden gekenmerkt door veelvuldige contacten. De medemens is steeds nabij en men komt voortdurend in aanraking met menselijke excreta, direct of via voedsel of water. Ziekteverwekkende bacteriën en virussen kunnen zich in dit milieu goed verspreiden.

De kans op infectieziekten hangt af van de grootte van de nederzetting. Een inwonertal van een half miljoen is bijvoorbeeld bepalend voor het voortbestaan van mazelen.

Gemiddeld circuleren in een grote stad 150 à 200 soorten virussen. Vaak treden pathogenen op in combinatie met slechte voeding. Dit vergroot de sterftetekans van de bewoners.

Het wonen in nederzettingen heeft nog andere gevolgen voor de menselijke biologie.

Een stedeling heeft bijvoorbeeld een ander voedselpakket dan een boer of een jager. Ook het seksuele leven is in deze situaties verschillend. De indeling van de dag, de tijd van slapen en eten verschilt eveneens.

De bewoners van de moderne grote stad zijn onderhevig aan de invloed van straling, kunstlicht, lawaai, chemicaliën en dergelijke. Hun ademhaling moet zich voortdurend aanpassen. Zij maken in het algemeen geen sterke temperatuurswisselingen door. Het

sociale leven van veel moderne steden wordt gekenmerkt door een overmaat aan contacten tussen sommige bewoners (bijvoorbeeld in het werk) en door vereenzaming van anderen. In onze steden is meestal een maximaal aantal generaties aanwezig. Er is zeer veel culturele variatie. Het contact met de natuur is gering. De be-huizing is uniform.

De mens beschikt over een aantal instincten. Hierin verschilt hij niet van dieren.

Hij heeft bijvoorbeeld behoefte aan een eigen territorium, be-hoeft om te jagen en te verzamelen en behoefte aan sociale orga-nisatie.

Hieruit zou men een aantal ruimtelijke en temporele voorwaar-den voor stedenbouw kunnen afleiden.

Mensen moeten hun woongebied bijvoorbeeld kunnen inlijven. Zij moeten er merktekens in kunnen aanbrengen. Zij moeten zich een beeld van de opbouw kunnen vormen en zich kunnen oriënteren. Zij moeten in de omgeving steeds iets nieuws en iets anders kunnen ontdekken.

Een en ander houdt in dat de bewoner zich betrokken moet weten bij beslissingen over zijn omgeving. Hij moet zich ook kunnen manifesteren in zijn woonmilieu. De nederzetting moet zodanig zijn vormgegeven dat zij visueel goed afleesbaar wordt. De neder-zetting moet avontuurlijk geconstrueerd zijn, er moet afwisseling zijn en er moet veel te beleven vallen. In een omgeving waar men zich thuis voelt mogen veranderingen zich slechts geleidelijk voltrekken, anders ontstaan gevoelens van vervreemding. Toch is ook in een goed gevormd kunstmatig milieu de levende natuur on-misbaar. Hiervan gaan onvervangbare prikkels uit op het menselij-ke organisme.

Het moet toch wel mogelijk zijn een stedelijke omgeving te ont-wikkelen die meer soorten planten en dieren herbergt dan thans doorgaans het geval is.

In landschapsecologisch opzicht kan de nederzetting natuurlijk nooit de plaats innemen van een rivier of een bos. Maar wanneer de nederzetting een zo gedifferentieerd mogelijke natuur heeft, zou tenminste een niet al te grote afbreuk worden gedaan aan de

functies van de natuur (leverantie van zuurstof, biologische regulatie en dergelijke).

#### De nederzetting als systeem

In het voorgaande is erop gewezen dat het wenselijk is het ontstaan te bevorderen van ruimtelijk gedifferentieerde, weinig veranderlijke nederzettingsspatronen. De stedenbouwkundige kan helpen dit doel te bereiken door bestaande stadsspatronen te analyseren en deze analyses voor anderen inzichtelijk te maken.

Wij kunnen proberen een dergelijk patroon te analyseren met behulp van de systeemtheorie.

In de systeemtheorie wordt een systeem gedefinieerd als een verzameling elementen, die relaties met elkaar onderhouden.

Elementen van een moderne stad zijn bijvoorbeeld: gezinnen, werkplaatsen, winkels, scholen, stations en dergelijke.

Levende systemen tenderen, wanneer de uitwendige invloeden gelijk blijven, naar een toestand van zo gering mogelijke veranderlijkheid. Het systeem tracht namelijk de beschikbare energie zo doelmatig mogelijk aan te wenden. Daartoe ontwikkelen de elementen van het systeem een stabiele structuur. Er ontstaat een ingewikkeld netwerk van interrelaties. Ruimtelijk komt dit tot uitdrukking in een gevarieerd patroon.

Bij het analyseren van een nederzettingssysteem is het de kunst te bepalen hoe patroongegevens zoals verschil, isolatie, dichtheid (en hun tegenovergestelden) samenwerken met proceseigenschappen als gelijk blijven, continuïteit en zekerheid (en hun tegenovergestelden). Gaat ruimtelijke isolatie samen met continuïteit in de tijd, dan ontstaat een complex systeem.

Om een complex systeem op te bouwen is veel tijd nodig. Is via successie van systeemelementen een toestand van dynamisch evenwicht bereikt, dan wordt gesproken van een ontwikkeld systeem.

Men veronderstelt dat complexe systemen een grotere overlevingskans hebben dan eenvoudige systemen.

Het patroon van een complex systeem wordt gekenmerkt doordat isolatie samengaat met verschil en grote dichtheid. Wij noemen dit een fijnkorrelig patroon. Fijnkorrelige milieus vinden wij in onze oude binnensteden.

De historische stadskern wordt gekenmerkt door een gedifferentieerde bebouwing en ontsluiting en door een veelzijdig en continu gebruik. Er bevinden zich gebouwen die variëren in ouderdom, prijs, indeling, grootte en uitrusting. Er zijn allerlei soorten straten, stegen en pleintjes, binnenplaatsen, hofjes en plantsoenen. Er zijn verschillen in maat en profiel, sommige straten zijn recht, andere bochtig; er zijn geen grote doorgaande routes. Gebouwen en straten zijn op wisselende tijdstippen in gebruik. Sommige gebouwen worden vooral 's nachts gebruikt (woningen), andere overdag (kantoren) of 's ochtends vroeg en des avonds (stations). Er bevinden zich kapitaalkrachtige bedrijven, zoals administratiekantoren en banken, maar ook bedrijfjes die zonder veel geld en apparatuur kunnen werken zoals een fietsenmaker. Er is zogenaamd stuwende nijverheid (machinefabriek) en er zijn verzorgende instellingen: ziekenhuizen, stadhuis, dokter, architect, jurist. Er wonen allerlei gezinnen. Er zijn naast producenten en consumenten afvalverwerkers (voddenman). Er zijn opslagplaatsen, garages en stallingen.

In de binnenstad onderhouden personen en instellingen daar ter plaatse een veelvoud van betrekkingen.

Een broodjeswinkel heeft bijvoorbeeld relaties met een bakker, slager, melkboer, kruidenier, grossier in hotelporcelein en met kantoorpersoneel, families uit de buurt en bioscoopbezoekers.

Een stadion en omgeving is een heel ander milieu. Hier komen met grote tussenpozen plotseling duizenden bezoekers. Zij komen en gaan massaal en tegelijk. Geringe ruimtelijke variatie gaat hier gepaard met veel temporele variatie.

Een dergelijk milieu heeft een grofkorrelig patroon. Het is monofunctioneel, en als men dat wil kan het snel worden gerealiseerd.

Een multifunctioneel stelsel, zoals een binnenstad, kan echter niet in het leven worden geroepen. Voor de ontwikkeling van een fijnkorrelig patroon is een lange periode vereist.

Het is duidelijk dat een systeemtheoretische benadering nuttige informatie kan bieden bij het bepalen van een strategie voor de ontwikkeling van onze nederzettingen. Het is nu immers mogelijk vast te stellen wat de ruimtelijke condities zijn voor een goed woonmilieu. Bovendien kunnen wij bepalen welke milieus moeilijk snel te vervangen zijn.

De relaties tussen patroon en proces in systemen werd al eerder uitgewerkt voor natuurecosystemen. Dit leidde onder andere tot nieuwe inzichten bij het natuurbeheer. De relatietheorie bezit echter een algemene geldigheid.

De relatietheorie is tot nu toe in de Nederlandse planning vooral gebruikt om het begrip milieudifferentiatie op nationale schaal als doelstelling van het ruimtelijk beleid nader te verduidelijken.

Eerst kortelings is gepoogd een meer algemene theorie van de stedelijke planning te ontwikkelen op basis van de relatietheorie.

In de Verenigde Staten is een energetische benadering van het stedelijke systeem in ontwikkeling.

De ruimtelijke dichtheid van energiestromen kan gemeten worden. Eenvoudige nederzettingen hebben een energiestroomdichtheid van 40 kilo-calorieën per  $m^2$  per dag, terwijl in Manhattan de energiestroomdichtheid wel 4000 kilo-calorieën per  $m^2$  per dag bedraagt. Kenmerkend voor een dergelijk stadscentrum is dat daar veel energie-omzetting plaatsvindt (verkeer, veel arbeid, veel 'uitrusting').

Met behulp van luchtfoto's kan de warmtestraling van stedelijke milieus worden bepaald. Hieruit is wellicht de energiestroomdichtheid direct af te leiden.

In een complex systeem heeft de energiestroom karakteristieke eigenschappen. Wanneer wij een complex systeem wensen, verdient het aanbeveling energetisch hoogactieve centra over de nederzetting te spreiden in plaats van te concentreren. Zo wordt al te sterke dominantie tegengegaan en een meer gelijkmatige distributie van de energiestroomdichtheid verkregen.

Wanneer gebieden met zeer sterk uiteenlopende energiestroomdichtheden aan elkaar grenzen, ontstaat een zeer dynamische relatie. De grens tussen beide milieus heeft dan de neiging snel te veranderen. Het is beter die neiging tot verandering van de grenssituatie te vermijden. Men kan dit bewerkstelligen door stedelijke milieus zodanig te situeren dat de verschillende milieus in reeksen met oplopende energiestroomdichtheid worden gerangschikt.



Het is denkbaar dat op basis van kennis van de energiehuishouding van stedelijke milieus een systeem kan worden ontwikkeld dat in dynamisch evenwicht verkeert.

Wanneer wij ons nu realiseren welke veranderingen in onze steden optreden tengevolge van de overgang van het preïndustriële tijdperk naar het industriële tijdperk, dan zien wij dat het patroon wordt gekenmerkt door steeds grotere uniformiteit, steeds minder isolatie en steeds grotere openheid. Het veranderingsproces is bovendien ongelijkmatig, discontinu en onzeker.

Wij kunnen onze steden niet langer kenmerken als systemen, waarvoor geldt dat zij in een toestand van dynamisch evenwicht verkeren. Zij zijn gedevalueerd tot betrekkelijk eenvoudige dynamische systemen.

Ontwikkelde systemen hebben niet de neiging zelf hun complexe structuur af te breken. Hun toestand van rust wordt alleen verstoord als de omgeving van het systeem radicaal verandert.

Sinds het ontstaan van de eerste nederzettingen heeft het milieu zich slechts zelden door natuurlijke oorzaken gewijzigd.

De enorme veranderingen die in onze nederzettingssystemen zijn opgetreden zijn veroorzaakt doordat de mens de bestaande relaties tussen de nederzetting en zijn omgeving heeft doorbroken.

Zeer ontwikkelde natuurecosystemen zijn in hoge mate gesloten. De van buiten toegevoerde energie, voornamelijk zonnewarmte, is voldoende om het systeem in leven te houden. Het systeem is conserverend en niet productief. Stoffen die in het systeem circuleren bewegen zich voornamelijk van boven naar beneden en omgekeerd. Zij moeten in het systeem blijven om het in stand te houden. De diepzee vormt een dergelijk systeem, evenals het tropische regenwoud.

In de natuur bevinden zich ook open systemen. Zij blijven als open systemen in tact door een voortdurende toevoer van buiten van stoffen en energie. Een dergelijk systeem is productief. Het is vooral te vinden op plekken waar het transport van stoffen in horizontale richting gaat: aan kusten (koraalrif, moeras), op berghellingen en langs rivieroeveren.

In open systemen kunnen door nieuwe soorten organismen nieuwe



functies vervuld worden zonder het systeem geheel te verstoren.

De mens blijkt zich bij voorkeur te vestigen in deze van nature produktieve milieus. Hij zoekt in dit milieu een strategische positie; een plek waar hij alles kan vinden waar hij behoefte aan heeft: water, gevarieerd voedsel, materiaal voor werktuigen, kleding en behuizing.

De mens heeft de middelen ontdekt waarmee hij de natuur kan brengen tot een omvangrijke produktie van datgene wat hij zelf graag heeft. Zijn invloed op de werking van natuurecosystemen is aldus veel groter geworden.

De oudste menselijke nederzettingen vinden wij op kreekkruggen, in spelonken, langs rivieren, in bosranden en op hellingen. Zij waren afhankelijk van de natuur. De mens verstoorde de natuur nauwelijks en zijn nederzettingssysteem was - na een pionierfase - stabiel van structuur.

Wanneer wij daar onze hedendaagse steden mee vergelijken, dan blijkt dat deze uitsluitend kunnen bestaan dank zij een op kunstmatige wijze voortdurende aanvoer van materialen en energie.

Het energieniveau van de moderne samenleving ligt erg hoog. De van nature beschikbare stroom van energie is kunstmatig vergroot. Behalve natuurlijke hulpbronnen uit de directe omgeving worden elders hulpbronnen aangeboord. Dit schept de mogelijkheid voor een vrijere situering van nederzettingen en maakt het mogelijk dat de steden sterk groeien. Ook de interne dynamiek van de nederzetting neemt toe. Dit heeft onder meer als ruimtelijk gevolg dat de stad grofkorrelig van opbouw wordt.

In een aantal landen kan men nog kiezen of men wil blijven bij het systeem van in hoofdzaak natuurlijke produktie dan wel wil overgaan op een open, in hoge mate artificieel systeem dat zeer afhankelijk is van materialen en energie die van buiten worden aangevoerd.

De preïndustriële periode werd gekenmerkt door wederkerige relaties tussen omgeving en nederzetting. Met afval uit dorp en stad werd het land bemest. Oppervlaktewater kon worden gedronken ondanks de toevoer van menselijke excreta; de uitwerpselen hielden de visstand op peil.

Het natuurecosysteem had in het algemeen voldoende veerkracht om de effecten van menselijke activiteit op te vangen. Door anthropogeen toegevoegde dynamiek werden natuurlijke vegetaties zelfs vaak meer gedifferentieerd. In het gebied van de Hollandse rivieren werden bijvoorbeeld de van nature voedselrijke en dus weinig gedifferentieerde graslanden, die zich in de lage komkleigebieden bevonden, door voortdurende afvoer van het gewas (hooilanden) voedselarmer en daardoor rijker aan soorten organismen. Op de hoger gelegen kalkrijke en voedselarme stroomruggen ontstond door plaatselijke bemesting een gedifferentieerd vegetatiepatroon.

Deze samenhang tussen nederzetting en omgeving werd verbroken door de ontwikkeling van de moderne industriële maatschappij.

De stad kan alleen bestaan bij een continue stroom van materialen uit de omgeving. Voedselproductie op het platteland put de bodem uit. De voedingsstoffen van de bodem moeten terwille van een goede oogst worden aangevuld. In onze samenleving gebeurt dit met industrieel vervaardigde meststoffen die tevens de opbrengst vergroten. Intensivering van de landbouw gaat ten koste van de verschillen in het milieu.

De tegenwoordige grote steden produceren veel afval. De hoeveelheden zijn niet alleen groot, maar ook geconcentreerd. De aanvoer van stoffen werkt daardoor verstorend op natuurecosystemen. De natuur zou, als de stroom wat minder omvangrijk en meer verspreid zou zijn, de stoffen misschien wel kunnen opnemen, ware het niet dat het moderne afval systeemvreemde elementen bevat (chemicaliën, plastics, olie en dergelijke).

Stedelijke concentraties produceren ook warmte. Door straling en transport van warme lucht kan de temperatuur van een streek licht stijgen. Ook kan de warmte zich verspreiden via water. Kleine temperatuurverhogingen zijn al van invloed op de natuur.

De huishouding van de preïndustriële nederzetting en omgeving bestond uit circulatiestelsels. De industrialisering schiep de mogelijkheid kringlopen te doorbreken en doorloopsystemen te maken. Doorloopsystemen putten de hulpbronnen, waar de samenleving over kan beschikken, op den duur uit.

Elke nederzetting heeft een bepaald areaal. Hiermee wordt bedoeld op het gebied rond een nederzetting dat ten behoeve van de

bewoners wordt geëxploiteerd. De grootte van het areaal wordt bepaald door het aantal inwoners van de nederzetting, maar hangt uiteraard ook af van het huishoudingssysteem. Kleine preïndustriële landbouwnederzettingen hebben een areaal van 2 tot 5 kilometer in doorsnede. Het areaal van een modern industrieel centrum omvat de gehele wereld; grondstoffen, artikelen en voedsel komen uit verschillende werelddelen.

Het doorloopstelsel is helaas niet ruimtelijk afgeperkt.

## De nederzetting als cultureel-ecologisch verschijnsel

Mensen zijn en blijven organismen, al hebben zij een uitgebreide cultuur. Ook een huishouding ('oikos') die niet louter door de natuur wordt bepaald, maar waarin het menselijk vernuft een rol speelt, kan men als ecosysteem beschouwen.

Wanneer wij de nederzetting als ecosysteem willen begrijpen, kunnen wij niet tevreden zijn met een beschrijving daarvan. Wij zullen theorieën moeten ontwikkelen, die verklaren waarom nederzettingen ontstaan, veranderen of verdwijnen.

Nederzettingen danken niet alleen hun vorm aan het vermogen van de mens om zich, net als andere organismen, aan te passen aan zijn omgeving, maar ook aan het conceptievermogen van de mens. Mensen zijn in staat om een plan te maken en op gebeurtenissen te anticiperen.

De mens kan, meer dan andere dieren, snel en veel leren. Hij is in staat kennis te verwerven en vaardigheid en hij kan deze ook doelmatig overdragen, bijvoorbeeld door taal en schrift. Hierdoor heeft de mens zich enorm kunnen ontplooien.

Het geheel van kennis en kunde (inclusief opvattingen, normen, waarden, organisatie, economie en technologie) van een groep mensen noemt men cultuur.

Overal waar ergens een groep mensen zit ('zich heeft nedergezet') kan men spreken van 'een nederzetting'. Men kan er een tijdelijk kamp onder verstaan, dat gedurende de jacht wordt opgezet. Men kan er een groepje huizen mee aanduiden, maar ook een gehucht, dorp, stad of metropool. In het Engels wordt dan ook gesproken van 'urban settlement': 'stedelijke nederzetting' als

men de stad als bepaald type nederzetting wil aanduiden.

Nu kan men stellen dat de ontwikkeling van een nederzettingspatroon wordt bepaald door de mogelijkheden van het milieu.

In de loop der tijd is een uiteenlopend aantal typen nederzettingen tot stand gekomen in verschillende milieus.

Een tentenkamp in de toendra is niet te vergelijken met een rij windschermen in de Australische woestijn. Het bouw materiaal en de klimatologische functie is in beide situaties verschillend. Een Europese stad heeft een ander uiterlijk dan een Noordafrikaanse nederzetting, waar het zonlicht zo veel mogelijk wordt geweerd. Op een rots in Zweden bouwt men anders dan in een Nederlandse polder. Bouw materiaal, bodem en klimaat zijn evenzovele aanleidingen tot verschillen in bouwwijze.

Nederzettingen worden om een veelvoud van redenen gebouwd. In de eerste plaats om de bewoners onderdak en beschutting te verschaffen. Een andere functie ligt in het sociaal-economische vlak. Het samenwonen van groepen mensen schept de mogelijkheid om iets te ondernemen waartoe een enkeling of familie niet in staat is. De nederzetting is een uitrustingsstuk van de menselijke maatschappij dat omvangrijke ondernemingen mogelijk maakt. Een eenvoudig voorbeeld kan dit verduidelijken.

De prairie-indianen vierden jaarlijks een zonnefeest. De verspreid levende groepen van een clan kwamen bijeen om te dansen. Het feest gaf gelegenheid om gezamenlijk op bison te jagen. In de grote kring van tenten bevonden zich plekken waar bepaalde activiteiten werden ontplooid met behulp van door de hele clan vervaardigde werktuigen.

Tot de belangrijkste ondernemingen van de mens behoort de voedselvoorziening en de vervaardiging van kleding en behuizing. Hij is daartoe in de loop der geschiedenis op steeds ingewikkelder manier met zijn medemensen gaan samenwerken.

De moderne maatschappij is sociaal-economisch zelfs geheel afhankelijk van het bijeenwonen in nederzettingen.

De wijze van samenwerken wordt in eerste instantie bepaald door de voedselvoorziening.

De oudste menselijke samenlevingen hebben kunnen bestaan door dat men voedsel, dat in de natuur aanwezig is, verzamelde, doordat men jaagde of viste. Van zelf produceren van voedsel is geen

sprake. Landbouw en veeteelt zijn door de mens eerst 'recent' ontwikkeld.

Omdat jagers, verzamelaars en vissers voortdurend trekken, bouwen zij slechts zeer eenvoudige onderkomens, vaak niet meer dan een windscherm.

De mens woonde oorspronkelijk uitsluitend in warme streken. Bewaren van voedsel is daar nauwelijks mogelijk, het bederft snel.

Omdat men alles steeds zelf moet meedragen, is het assortiment voorwerpen niet erg groot.

In deze culturen bestaat een eenvoudige taakverdeling tussen mannen en vrouwen. De mannen gaan bijvoorbeeld samen op jacht, de vrouwen verzamelen planten. Een goede samenwerking tussen de mannen is voorwaarde voor het welslagen van de jacht. Een man zal een vrouw trouwen uit een naburige stam, omdat verwantschapsrelaties tussen de stammen hulp impliceert in moeilijke tijden. Omdat de samenwerking van de mannen van vitaal belang is, blijft de man wanneer hij trouwt in zijn groep. De vrouw verlaat haar familie, zij wordt in de stam van haar man opgenomen. Men noemt het hieruit voortvloeiende sociale patroon virilocaal. De verwantschapsrelaties zijn patrilineair bepaald.

Hoewel de bevolkingsdichtheid gering is, kunnen wel degelijk ingrijpende milieuveranderingen optreden, door het gebruik van vuur, door veranderende predator-prooi verhoudingen en door het verspreiden van zaden.

Bij uitzondering hebben enkele groepen vissers kans gezien om een bijzonder welvarend bestaan op te bouwen. Met name de Indianen van de Noordwestkust van Amerika, waar in het seizoen enorme scholen zalm de rivier op kwamen zwemmen. Er was zo'n overvloed aan vis dat de daar wonende Indianen vaste woonplaatsen konden inrichten. Het zachte, regenrijke klimaat bracht een gevarieerde plantengroei met zich mee, zodat het mogelijk was om door het verzamelen van bessen, knollen en andere planten een ruime aanvulling op het vismenu te verkrijgen.

De dorpen van deze Indianen telden tot duizend inwoners en waren tamelijk welvarend.

De overvloed aan voedsel maakte het mogelijk tijd vrij te maken voor allerlei bezigheden, die niet gericht waren op het levens-



onderhoud. Er was sociale specialisatie mogelijk. De houtsnijders die de gigantische totempalen maakten en daar veel tijd voor nodig hadden, werden onderhouden door hun stamgenoten.

In andere milieus trachtte de mens na verloop van tijd de natuurlijke produktie op te voeren bijvoorbeeld met behulp van eenvoudige, doch doeltreffende landbouwsystemen ('slash-and-burn' of 'shifting cultivation'). Zo kon hij zich ook in de van nature minder produktieve milieus van een bestaan verzekeren.

Aangezien de landbouw vooral werk van vrouwen is, is het bij dergelijke landbouwers de familie van de vrouw die de grond beheert. Er ontstaan matrilineaire verwantschapspatronen.

In bepaalde vruchtbare streken kon door landbouw een groot surplus aan voedsel worden geproduceerd. Dit had ingrijpende gevolgen voor de sociale structuur. De overvloedige opbrengst bood bepaalde groeperingen uit de samenleving de mogelijkheid zich te onttrekken aan het arbeidsproces dat nodig is voor de voedselvoorziening. Deze groeperingen gingen speciale taken uitoefenen zoals ambachtelijke, bestuurlijke, godsdienstige of militaire. Er blijkt dan al gauw een gelaagde opbouw van de samenleving te ontstaan. Men noemt dit sociale stratificatie. Een met behulp van technologische middelen veranderde economie heeft doorgaans een veranderde sociale structuur tengevolge.

In Midden-Amerika kwam bijvoorbeeld al vroeg een tamelijk complexe samenleving tot ontwikkeling, net als in Mesopotamië en in de dalen van de Nijl, de Indus en de Chinese Gele Rivier.

De betrekkingen tussen samenleving en milieu (de cultureel-ecologische systemen) zijn in al deze situaties in hoge mate identiek.

Wij kunnen bijvoorbeeld de relaties tussen samenleving en milieu in Midden-Amerika vergelijken met die in Egypte. De landschappen van deze gebieden vertonen veel overeenkomsten. Maar er zijn ook verschillen. Deze landschappelijke verschillen zijn bepalend voor de ontwikkeling van verschillen van socio-culturele aard.

De bodem en het klimaat van Midden-Amerika, zowel als van Egypte zijn geschikt voor intensieve landbouw, zonder dat dit enorme evenwichtsverstoringen teweegbrengt.



Toen de Spanjaarden Mexico begonnen te kolonialisieren, troffen zij daar dan ook een zeer intensieve landbouwcultuur aan. Met name werden op grote schaal aardappelen verbouwd en, in de gebieden waar dat mogelijk was, maïs. Wanneer de bruikbare plekken allemaal in cultuur gebracht waren, ging men er toe over de hellingen te terrasser, eerst in het klein, na verloop van tijd echter op steeds grotere schaal. Er werden kanalen gegraven, tunnels gemaakt en goten aangelegd.

Het is duidelijk dat men bij dergelijke grote ondernemingen, waar een omvangrijke bevolking van afhankelijk is, een goede organisatie van het werk niet kan ontberen. De agrarische bedrijvigheid werd in Midden-Amerika dan ook streng gecontroleerd door de centrale regering. Een talrijk ambtenarencorps met grote volmachten trok door het land om toe te zien, te regelen, te herstellen en te straffen. Waar nodig wordt voor bemesting zorggedragen. Men gebruikt stalmest, guano of werkt met groenbemesting.

Het enorme bestuursapparaat kan natuurlijk alleen bestaan als de boeren aanmerkelijk meer voedsel verbouwen dan ze voor eigen gebruik nodig hebben. Er wordt een surplus gevormd en daarvan worden de ambtenaren, de soldaten en de vorst onderhouden.

Het meso-Amerikaanse samenlevings-milieusysteem is te vergelijken met het systeem dat in Egypte ontwikkeld was. Alleen de aard van de verbouwde gewassen was verschillend.

In beide situaties bestonden stedelijke nederzettingen van circa 10.000 inwoners, gelegen temidden van een groot aantal kleinere kernen met een omvang van 2000 à 3000 inwoners. In de steden was een naar beroep, status, macht en etnische structuur gedifferentieerde samenleving gevestigd, hetgeen ook tot uitdrukking kwam in de situering van de woningen van de verschillende sociale groeperingen. In de steden woonden geen voedselproducenten.

In Midden-Amerika was, evenals in Egypte, de landschappelijke verscheidenheid groot, waardoor regionale specialisatie in de landbouw kon ontstaan.

Het transport in Mexico was technologisch niet bijzonder ontwikkeld. Het vervoer werd verzorgd door menselijke dragers. In samenhang hiermee ontwikkelde zich een ruimtelijk zeer geconcentreerd systeem. Men noemt dit antarkisch. Ook de oude culturen

in het nabije oosten worden gekenmerkt door een regionaal gedifferentieerde antarki.

Midden-Amerika kent echter heel andere hydrogeografische patronen dan Egypte. In Mexico werden de irrigatiesystemen onafhankelijk van elkaar ontwikkeld. Dit leidde tot regionaal bepaalde beheersorganisaties en een regionale politiek. Hierin moet de verklaring gezocht worden voor het feit dat de grootste stabiele staatskundige eenheid in Mexico de stadsstaat was. In Egypte ontstond 'van nature' een regime voor de gehele Nijlvallei.

In Midden-Amerika zowel als in Egypte nam de bevolking zodanig in omvang toe dat de produktie van voedsel met het bestaande systeem ontoereikend was. Dit verschijnsel noemt men bevolkingsdruk: de omvang van de bevolking gaat de draagkracht van het milieu te boven.

Bevolkingsdruk leidde in Midden-Amerika tot conflicten in de regionale samenleving en tot conflicten tussen de stadsstaten onderling. De verdere uitgroei van dit conglomeraat van agrarische culturen werd hierdoor belemmerd. Het sociale en het politieke systeem bleek niet opgewassen tegen dit nieuwe probleem.

Doordat stedelijke nederzettingen een marktfunctie vervullen, kan in de omliggende gebieden regionale specialisatie ontstaan. In een gebied, dat daar bij uitstek geschikt voor is, kweken de boeren bijvoorbeeld granen. Indien er een bos is aan de andere kant van de stad, kunnen daar houthakkers wonen. Als er een rivier langs de nederzetting stroomt, kunnen daar vissers van bestaan. Op de markt wordt graan tegen hout en vis geruild. De stad fungeert als redistributiecentrum.

Een lokale markt kan van betekenis zijn voor een groot gebied, waarin ook andere stedelijke nederzettingen gelegen zijn. Wanneer er goede transportmogelijkheden zijn ontdekt de mandenmaker of de hoefsmid, die afhankelijk is van de plaatselijke markt, al gauw dat zijn korven of ijzerwaren ook elders goed verkocht kunnen worden. De teensnijder op zijn beurt levert niet alleen meer aan de mandenmaker maar ook aan een mattenvlechter uit een naburige nederzetting. Van het een komt het ander. De activiteiten vermenigvuldigen zich (men noemt dit wel het 'multiplier-effect') en de nederzetting gaat in een groot gebied een economische sleutelpositie vervullen.

Verdere specialisatie van de activiteiten in de stad en verzorging van de omgeving gaan samen.

De ruilhandel is natuurlijk al snel veranderd in een geldeconomie; goud is schaars en duurzaam, het bederft niet en is dus een goed ruilmiddel.

Sinds de stichting van koloniën zijn de Westeuropese steden als handelscentra een sleutelpositie gaan innemen.

Innovaties hebben intussen de door een ambachtelijke industrie en handel gekenmerkte nederzetting veranderd in een stad met fabrieken en kantoren. In de stad ontstond een nieuwe sociale laag: de fabrieksarbeiders en de kantoorklerken.

Overigens werden er maatregelen getroffen om de gezondheid van de bewoners van de steden te verzekeren. De medische kennis werd vergroot, het sterftecijfer van de bewoners daalde en de bevolking nam in omvang toe.

De industrialisering heeft twee dynamische impulsen aan de stedelijke groei gegeven. De verwerking van grondstoffen tot produkten wordt versneld, waardoor economische groei mogelijk is en de transporttechniek verbeterd wordt.

Er ontstaat een nieuw netwerk van verbindingen (kanalen, spoorwegen, autowegen). Een gedifferentieerd stelsel van steden komt tot ontwikkeling. Grote en kleine nederzettingen, elk met een speciaal assortiment activiteiten gaan samenwerken in een groot urbaan-ecologisch stelsel. De Randstad Holland is een goed voorbeeld van een dergelijk urbaan-ecologisch systeem.

Allerlei instellingen kunnen zich hergroeperen. Sommige instellingen stoten elkaar af, andere trekken elkaar aan. Het stedelijk patroon wordt gekenmerkt door dispersie en contractieverschijnselen.

Door de moderne communicatiesystemen is er een ruime keus in vestigingsplaatsen. Het gevolg daarvan is een groeiende onevenwichtigheid in het ruimtelijke systeem; het spreidingspatroon van aan ruimte gebonden activiteiten wordt steeds minder voorstelbaar.

In het economische en politieke systeem van onze samenleving neemt de vrije onderneming een sleutelpositie in.

Ondernemingen beïnvloeden de prijs van de grond. Zij stichten kantoorwijken, creëren recreatiesteunpunten en bouwen tweede wo-

ningen. Zij maken nieuwe winkelcentra, nieuwe woonwijken en wegen. Hun activiteit leidt er toe dat allerlei ruimte-gebonden activiteiten op plaatsen moeten worden verricht die ver uiteenliggen.

Deze weinig doelmatige ruimtelijke ordening gaat gepaard met verspilling van energie en vernietiging van natuur-ecosystemen. Van de draagkracht van het milieu wordt onnodig gebruik gemaakt.

De draagkracht van het milieu bepaalt het aantal mensen dat in een gebied kan leven zonder het milieu in voor haar ongunstige zin te veranderen.

Als de populatie de haar ter beschikking staande hulpbronnen ontgroeit, ontstaat honger. Dit kan leiden tot migratie, tot innovatie (vernieuwingen), of tot strijd die veranderingen in de politieke structuur tengevolge heeft.

Zo gezien kan planning een vorm van zelfbehoud zijn, een poging om bestaande politieke verhoudingen te bestendigen.

In onze samenleving strijden verschillende groepen om de macht.

Het bedrijfsleven, dat een sterke greep heeft op de politiek, tracht zijn activiteiten om te buigen in de richting van een milieu-industrie. Vermindering van de produktie wordt niet overwogen. Men vergroot integendeel de produktie en gaat ertoe over extra werktuigen te vervaardigen, die de vervuiling moeten meten en verminderen.

Een dergelijke ontwikkeling wordt wel involutie genoemd. Involutie kan voor de bevolking van een land zeer onaangename consequenties hebben.

Op Java heeft zich bijvoorbeeld een involutieproces voltrokken. Vreemde overheersers voerden een deel van de rijst oogst af. De produktie van rijst werd steeds meer opgevoerd om de bevolking van voedsel te voorzien. Men moest het irrigatiesysteem steeds meer perfectioneren. Dit ging gepaard met grotere controle van lokale vorsten over de waterwerken. De spanningen in het sociale systeem werden steeds groter, met als gevolg een revolutie.

Cultuur-ecologische systemen kunnen zich op verschillende manieren ontwikkelen. Behalve involutie is ook evolutie mogelijk. China bijvoorbeeld kan zich blijvend voorzien van grondstoffen en voedsel. De bevolkingsgroei wordt op deze mogelijkheden afge-

stemd. De landbouw is sterk arbeidsintensief en men werkt voornamelijk met natuurlijke meststoffen. Dit landbouwsysteem, gecombineerd met een gespreid nederzettingspatroon, voorkomt uitputting van de natuur. De industrie speelt niet de voornaamste rol in de economie, maar bewerktuigt het dagelijks leven op minimaal niveau (fietsen en naaimachines). Er is veel kleine nijverheid. De ontwikkeling van bezit en van sociale specialisatie wordt tegengegaan. De economische en sociale structuur wordt ondersteund door een intern gedecentraliseerd politiek systeem. De landelijke regering werkt voornamelijk afschermend naar buiten. De ideologie versterkt de stabiliteit van het systeem.

Wanneer het bestaande cultureel-ecologische systeem steeds meer wordt verfijnd (zoals dat op Java gebeurde) en machthebbers zich steeds meer concentreren op het verfijningsproces, is er sprake van involutie. Op involutie volgt revolutie. Geleidelijke ontwikkeling van nieuwe processen (zoals dit in China plaatsvindt) noemen wij evolutie.

Het vermogen het maatschappij-milieu-systeem te veranderen zou dus wel eens bepalend kunnen zijn voor de overlevingskansen van een bevolking.

De vernieuwingen zullen moeten worden gevonden in culturele systemen: ideologische, politieke, sociale, technologische en economische. De draagkracht van het milieu is immers beperkt.

### Milieuperceptie

De mens kan het milieu uitbaten ten zijne nutte. De wijze waarop hij natuurverschijnselen benadert speelt hierbij een grote rol. De manier waarop mensen naar de natuur kijken en de natuurverschijnselen die zijn waargenomen beoordelen, noemen wij de milieuperceptie.

In samenlevingen met een eenvoudige economie en technologie beschikken de mensen over een grote kennis van de natuur. Dit kan leiden tot gedragsregels.

De Noordamerikaanse prairie-Indianen hadden bijvoorbeeld de gewoonte om telkenjare een gedeelte van de prairie af te branden. Zo werd verhinderd dat de vegetatie zich zou ontwikkelen tot een meer gesloten en minder produktief natuurecosysteem. Het jonge

opschietende groen na een brand lokte de bisons naar de jachtvelden van deze Indianen. Men was zich bewust dat er een belangrijke regulerende werking uitgaat van de meer volwassen ecosystemen. De Indianen spaarden de bosjes langs kreken en in de rivierdalen. Afbranden hiervan was taboe. Hun wetenschap van de natuur was opgenomen in hun levensopvatting. Hun waarden en normen waren afgestemd op het bewaren van het evenwicht in de natuur.

De ideologie kan zelfs het samenlevings-milieu-systeem determineren.

In het gebied van de Colorado-rivier in Noord-Amerika lenen de bodem, het klimaat zich voor de ontwikkeling van irrigatielandbouw. In de directe omgeving komt natuursteen voor evenals metalen, asfalt en dergelijke. Hoewel men ongeveer dezelfde mogelijkheden had als in het Nijldal, zijn in het Colorado-bekken nooit waterwerken, tempels of pyramiden gebouwd. De hier wonende Indianen hadden een andere levensopvatting dan de bewoners van het Nijldal. In Egypte was bezit een teken van macht. Wanneer men stierf kreeg men, afhankelijk van zijn maatschappelijke positie, veel goederen mee voor de reis na de dood. De Yuma-Indianen vonden bezit verachtelijk. In hun maatschappij was degene die de mooiste dromen droomde het meest in aanzien. Het weinige bezit van een overledene werd ogenblikkelijk verdeeld. Deze Indianen konden, als zij dat hadden gewild, de kunst van het bevoelen van akkers van volkjes uit de buurt afkijken. Zij gaven er de voorkeur aan om op moeizame wijze in de slikkige oevers van de rivier hun voedsel te vergaren.

De natuur is in de voorstellingswereld van de bewoners van de Europese stedelijke nederzettingen niet bezield, zoals zoveel dorpsbewoners van Afrika, Amerika of Azië menen. Wij zien de natuur als object, als een verschijnsel dat te analyseren is en te gebruiken en wij menen daar niemand schade mee te doen.

De stadsbewoner kent de natuur ook niet zoals een boer of jager die kent. Wat hij zal eten hangt nu eenmaal niet af van zijn kennis van de natuur. Voor hem is de krant belangrijk en de televisie.

Tenslotte komt daar nog bij dat in onze cultuur de opvatting



heerst dat de natuur geschapen is ten behoeve van de mens. Deze mening bestond reeds in de antieke wereld. De ontwikkeling van de natuurwetenschappen en techniek werd zelfs mogelijk gemaakt door dit idee.

Dat maakt het begrijpelijk dat in onze maatschappij steeds gewezen moet worden op het profijt dat de mens heeft van evenwichtig werkende natuurecosystemen. Het lijkt wel of alleen de angst voor een onzekere toekomst ons tot bezinning kan brengen.

De levensvervulling van de meeste bewoners van de geïndustrialiseerde wereld is sterk gebonden aan bezit en aan aanzien in de maatschappij. In brede lagen van de bevolking meent men de maatschappelijke positie tot uitdrukking te moeten brengen in huis, auto, ijskast en dergelijke.

Werken met de handen wordt minder gewaardeerd dan geestelijke arbeid. Werk op het land wordt lager aangeslagen dan werk in de stad. Dergelijke opvattingen begunstigen de groei van consumptie en produktie en werken commercialisering in de hand.

In onze maatschappij blijkt men bij het bevredigen van zijn behoeften gefixeerd op wat men wel noemt de eerste behoefteniveaus. De eerste levensbehoeften van de mens zijn van lichamelijke aard. Een tweede reeks basisbehoeften kan men kenmerken met 'veiligheid'. Een derde soort behoefte is het onderhouden van sociale relaties, een vierde het ondervinden van waardering. Ten vijfde heeft de mens behoefte om na te denken, kennis te verwerven en zichzelf te verwezenlijken. De laatstgenoemde levensbehoeften schijnen slechts vervuld te kunnen worden als de daarvoor genoemde behoeften ook kunnen worden bevredigd.

Sinds het begin van de industrialisatie van het produktieproces wordt een verhevigde strijd gevoerd voor een samenleving, waarin alle leden van de maatschappij evenveel mogelijkheden hebben om hun behoeften te bevredigen. Deze strijd ontaardt voortdurend in een gevecht om de verdeling van goederen.

De omgeving van de mens moet aan al zijn behoeften kunnen voldoen. Het blijkt in onze samenleving echter nog steeds niet mogelijk om het produktie-consumptiesysteem en het politieke systeem zo te veranderen dat een stabiel cultureel-ecologisch stelsel ontstaat.

Toch zijn er wel degelijk groepen in onze maatschappij die trachten hun invloed te vergroten met betrekking tot het beheer en de vormgeving van ons milieu.

In de negentiende eeuw ontstaan tal van bewegingen met een pastoraal ideaal. Nieuwe kleine nederzettingen met een communistisch karakter worden gesticht, vaak door industriëlen. Geleerden romantiseren het landleven en de gesloten samenleving.

Nieuwe concepties voor steden zijn het gevolg; de Garden Cities movement levert er verscheidene. Men tracht de voordelen van de stad en die van het platteland te verenigen. Men denkt daarbij vooral aan de betekenis van de natuur voor de mens.

De socialisten ontwaren het begin van een nieuwe wereld: arbeiderswijken worden met grote aandacht ontworpen.

De stedenbouwkundige ontkomt natuurlijk niet aan een standpuntbepaling ten opzichte van de enorme veranderingen in het leefmilieu.

Door de 'Kongressen van het nieuwe bouwen' worden beginselprogramma's vastgesteld.

De functionalisten introduceren de zonnige, lichte hygiënische stad, waarin het werken en het wonen ruimtelijk gescheiden zijn, mogelijk dankzij het ontwikkelde verkeerssysteem; de inwoners kunnen zich na gedane arbeid recreëren in speciaal daarvoor gemaakte groene gebieden.

Het begrip 'open ended design' ontstaat; men ontwerpt een grondstructuur die, afhankelijk van komende ontwikkelingen, op verschillende wijzen kan worden gecompleteerd. Het ontstane stadspatroon werkt echter alleen wanneer mechanische verplaatsing mogelijk is.

Al deze nieuwe stedenbouwkundige concepties berusten op de blijde aanvaarding van de moderne produktietechniek.

Men voorzag zeker niet dat de gevaren van de moderne industriële voortbrenging, die men wel onderkende (namelijk massaproductie en schaalvergroting), veronachtzaamd zouden worden ten profijte van het gewin, en dat in de nieuwe stad de éénvormigheid zou overheersen. Men vermoedde ook niet dat industrialisatie de natuur in zijn werking zou aantasten.

Momenteel tracht men deze problemen maatschappelijk te verwer-

ken. Acties van allerlei groeperingen zijn hiervan de uitdrukking. In Nederland verwierf bijvoorbeeld het optreden van de "Insectensecte" en van de werkgroep Congo uit Amsterdam bekendheid. In deze ontwikkeling past de belangstelling voor de ideeën van Louis le Roy; wilde parkjes zijn intussen zeer geliefd geworden. Onze situatie wordt in de beeldende kunst weerspiegeld.

Milieuplanning kan beschouwd worden als de stedenbouwkundige pendant van deze ontwikkelingen.

## Milieuplanning

Het milieu wordt in onze maatschappij gezien als iets dat vrijwel onbeperkt geëxploiteerd kan worden. Deze opvatting heeft lang kunnen standhouden, omdat het Westeuropese landschap een enorm regeneratievermogen heeft. De beperkingen die in West-Europa bestaan bij de mogelijkheid om het milieu te exploiteren, komen nu pas aan het licht.

Er zijn geen uitwijkmogelijkheden. Wij blijven afhankelijk van hetzelfde milieu. Slecht beheer leidt ertoe dat de natuur allerlei functies voor de samenleving niet langer goed kan vervullen. De mogelijkheid, die natuurecosystemen bezitten om te signaleren dat de omgeving voor de mens gevaarlijke stoffen bevat, vermindert bijvoorbeeld; het reservoir van organismen waaruit nieuwe geneesmiddelen bereid zouden kunnen worden, wordt steeds kleiner; de mogelijkheden die de mens moet hebben om levensprocessen waar te nemen verminderen en zo voort.

Het inzicht in de directe maatschappelijke functies van de natuur speelt een grote rol in de acties voor natuurbehoud en -beheer.

Daar komt bij dat langzamerhand duidelijk begint te worden dat de natuur te weinig bestudeerd is; zij mag zeker niet worden aangetaast voor wij er meer van weten.

Wil het in allerlei subculturen aanwezige gevoel voor en inzicht in de functie van de natuur meer in de samenleving kunnen doordringen, dan moet het waardensysteem van de maatschappij veranderen.

Vooruitzien zal in een samenleving als de onze, die met name de

laatste halve eeuw zo onzorgvuldig met de haar ter beschikking staande hulpbronnen is omgegaan, een steeds belangrijker plaats moeten innemen.

De procedures met betrekking tot de ruimtelijke planning zijn in Nederland zo opgezet dat de direct zichtbare belangen van de verschillende bij de planning betrokken mensen of groepen mensen tegen elkaar worden afgewogen. Wie moet in het besluitvormingsproces de 'belangen' van de natuur behartigen?

De verschillende partijen die bij beslissingen over het milieu betrokken zijn, begrijpen elkaar vaak slecht.

In Drente bleek bijvoorbeeld dat, toen er een plan was opge maakt voor een ruilverkaveling, natuurbeschermers daar bezwaren tegen hadden. Zij vonden dat de agrarische belangen te veel de nadruk kregen. De boeren hadden bezwaren tegen deze ruilverkaveling, want zij dachten dat het plan afkomstig was van natuurbeschermers. De boeren waren opgegroeid in een ontginningstraditie; zij vonden dat hun werk niet voltooid was zolang er nog wild land aanwezig was.

Uit dit voorbeeld blijkt wel dat het belangrijk is te beseffen dat de natuur op verschillende manieren wordt bekeken.

Wil de besluitvorming meer inhouden dan een compromis, waar niemand echt mee tevreden is, dan zal men het bij het opstellen van een plan eens moeten zijn over datgene wat men ermee wil bereiken.

Na de voorgaande beschouwingen zal het duidelijk zijn dat de ruimtelijke planning onder andere ten doel moet hebben een zo groot mogelijke processtabiliteit te bereiken in het landschap, waaronder de nederzetting dan uitdrukkelijk begrepen is.

Daartoe zijn verschillende maatregelen nodig. Zij komen hierin overeen dat zij aangeven hoe de omgeving beheerd moet worden. Om hierover uitspraken te kunnen doen zijn case-studies nodig en experimenten.

Een voorbeeld: bij de kleiputten van Buren, in het Hollandse rivierengebied, is het substraat van een zodanig karakter dat een uit oogpunt van natuurbeheer belangwekkende vegetatie zich

kan handhaven, terwijl het gebied tevens als openluchtbad en speelterrein kan fungeren.

Deze mogelijkheid hangt met name af van de bodemgesteldheid. In het Nederlandse rivierengebied heeft betreding op de kalkrijke stroomruggen een differentiërend effect, terwijl kalkhoudend water niet gemakkelijk verontreinigd wordt. De in het rivierengebied aanwezige zure komgronden worden daarentegen door betreding minder gedifferentieerd.

Combinatie van menselijke activiteit en ontwikkelingsmogelijkheden voor gedifferentieerde vegetatie kunnen bepalend zijn voor het situeren van woongebieden.

Het verdient bijvoorbeeld aanbeveling in polders nederzettin-gen zodanig te situeren, dat niet via het waterhuishoudingssys-teem een onnodig grote invloed wordt uitgeoefend op de natuur. Men denke aan het lozen van voedselrijk water.

Ook in de steden is het mogelijk de ontwikkeling te bevorderen van veerkrachtige levensgemeenschappen van planten en dieren; van systemen met een hoge 'biologische potentiaal'.

De ruimtelijke indeling van een park moet dan bijvoorbeeld wor-den afgestemd op het verplaatsingspatroon van mensen uit de om-liggende woongebieden; een sterk geïsoleerd onderdeel van het park, waar zeldzame planten kunnen groeien, moet dan in de luwte van looproutes en ver van terreinen voor sport en spel worden gesitueerd.

Wanneer wegen, woonbuurten, parken, stadsranden en dergelijke zodanig worden ontworpen dat sociaal-ruimtelijke factoren in overeenstemming worden gebracht met natuurtechnische, kan een hoge biologische potentiaal worden gewaarborgd.

Ook in agrarische gebieden is het mogelijk de ontwikkeling te bewerken van gedifferentieerde natuurlijke samenlevingen. Men denke bijvoorbeeld aan blauwgraslanden. Het beheer van dergelij-ke ecosystemen stelt eisen aan de manier waarop landbouw en vee-teelt bedreven worden. De produktiemogelijkheden zijn beperkt.

In de lage landen, waar de verdamping geringer is dan de neer-slag, moet het tevens mogelijk zijn de polders te gebruiken als wingebied voor drinkwater. Ook dan moet de agrarische bedrijvig-

heid aan bepaalde voorwaarden voldoen en aan de huishouding van de nederzettingen moet onder andere de eis gesteld worden dat grondstoffen opnieuw gebruikt worden ('recycling'). Natuurbeheer, landbouw en stedenbouw zouden dan uitstekend geïntegreerd kunnen worden.

In landschappen waarin stedenbouw, landbouw en natuurbeheer harmonisch samengaan, zullen ook gebieden voorkomen die voor de mens slechts indirect een functie vervullen. Natuurgebieden, zoals hoogvenen, bossen en vennen kunnen een beschermende uitwerking hebben op het door de mens gebruikte gebied. Willen zij deze regulerende functie kunnen vervullen, dan moeten zij qua ligging en oppervlakte domineren in het ruimtelijke systeem.

Als wij, zoals in de voorbeelden is aangegeven, beschikken over inzicht in de mogelijkheden om menselijke activiteiten zodanig in relatie te brengen met natuurecosystemen dat stabiele landschappen kunnen ontstaan, kunnen wij allerlei menselijke activiteiten een plaats geven.

Wij moeten hierbij beschikken over een landschapsecologische inventarisatie. In deze inventarisatie zal de huidige situatie moeten zijn vastgelegd. De actuele toestand van het landschap zal echter vaak gekenmerkt zijn door allerlei gedevalueerde natuurecosystemen. Wij moeten dus weten wat bijvoorbeeld de potentiële natuurlijke vegetatie zou zijn, door vergelijkingen met minder aangetaste situaties of de toestand van vroeger. Wij zullen ook moeten weten wat het huidige landschap voor a-biotische potenties heeft voor de ontwikkeling van gedifferentieerde natuurecosystemen.

Als wij enerzijds de menselijke activiteiten en hun aanpassingsmogelijkheden, anderzijds het landschap en zijn potenties hebben geanalyseerd, kan een ruimtelijk ontwikkelingsplan worden opgesteld.

Als dit plan er is, kunnen daaruit allerlei problemen voortvloeien. Een voorbeeld: zijn de boeren, wier land daarvoor geëigend zou zijn, bereid tot extensivering van hun bedrijf? Dergelijke kwesties vergen nader onderzoek.



Menselijke activiteiten staan niet alleen in relatie tot het landschap, zij onderhouden ook betrekkingen met elkaar. Zij vormen gezamenlijk een ruimtelijk systeem. Dit systeem zullen wij moeten onderzoeken op stabiliteit. Een stabiel sociaal-ruimtelijk systeem is namelijk voorwaarde voor een bestendige relatie tussen de afzonderlijke activiteiten en het fysisch-biologisch milieu. Bovendien is een zeer dynamisch ruimtelijk systeem voor het menselijk welzijn niet bevorderlijk: niemand vindt het prettig als de bestemming van de huizen uit zijn buurt voortdurend van aard verandert.

Wanneer wij de mate van dynamiek van het sociaal-ruimtelijke systeem kennen, kan dit aanleiding zijn voor maatregelen die de stabiliteit vergroten.

Men zou dit kunnen realiseren door verbetering van de energiehuishouding van het systeem en door minimalisering van de aan het systeem toe te voeren energie. Hiervoor zijn ook ruimtelijke maatregelen nodig. Een voorwaarde is bijvoorbeeld dat bestaande netwerken doelmatiger gebruikt worden. Men kan eveneens denken aan hergroepering van gebouwen, instellingen of gezinnen. Het energieverbruik kan ook verminderd worden door allerlei menselijke activiteiten (industrie, landbouw en dergelijke) te extensiveren.

De steden zouden eveneens geëxtensiveerd kunnen worden.

Wanneer wij het energieniveau van ons sociaal-ruimtelijke systeem willen verlagen, dan zal de vorming van zeer grote ruimtelijk geconcentreerde nederzettingen moeten worden vermeden. Deze nederzettingen hebben namelijk een groot achterland en vergen veel transport. De werking van het systeem is volledig afhankelijk van kunstmatig toegevoerde energie. Dit maakt dergelijke steden zeer kwetsbaar. Slechts bij uitzondering zal een milieu voldoende draagkracht hebben voor dit type nederzetting.

Wanneer wij meer gebruik zouden willen maken van energiebronnen, die wij tot nu toe weinig benut hebben (de zon bijvoorbeeld), zou dit wel eens kunnen betekenen dat de nederzetting een groot oppervlak zou moeten beslaan bij een relatief gering volume. Het dakoppervlak moet bijvoorbeeld voor installaties worden gebruikt.

Uitgestrekte stenige stadscomplexen belemmeren de levensmoge-

lijkheden voor planten en dieren, maar ook mensen wonen bij voorkeur in een omgeving met begroeiing en water. In het geval dat toch veel mensen bijeen moeten wonen zou daarom het beste een conglomeraat van kleine nederzettingen kunnen worden gecreëerd, die worden afgewisseld met parkachtige gebiedjes, akkers en weiden. Een dergelijk nederzettingscomplex zou gesitueerd moeten zijn in een landschap met een rijke en afwisselende natuur.

#### Over de literatuur

Moholy-Nagy (1968) geeft een overzicht van de proefondervindelijke ontwikkeling van de stedenbouwkunde. Definities zijn in Kruijskamp (1970) te vinden.

Met betrekking tot de stad als ecotoop zal de lezer veel verspreide publikaties moeten bijeengaren. Over de bodem schrijven Bijhouwer (1948), Edelman (1948), Legget (1973) en Runge (1973). Bodem en water komen aan de orde bij Van den Berg & Groenewolt (1971) en bij Dauvellier (1972). Bach (1971) behandelt het effect van stadsklimaat op de mens; meer gegevens kan men vinden in de publikatie van de World Meteorological Organisation (1970). Schlaak (1963) schrijft over klimaat in relatie tot begroeiing.

Over planten en dieren en hun onderlinge samenhang in de stad schrijven Dahmen & Dahmen (1967). Publikaties over het vegetatiebeeld van de nederzetting: Falinsky (1971), Kunick (1974) en Saarisalo-Taubert (1963). Over dierenleven: Bos (19..), Th. van Leeuwen (1974), Mörzner Bruyns (1959), Giesberg (1940), Stearns (1974) en de Vogelwerkgroep Amsterdam (1973). Bepaalde stedelijke elementen of bepaalde organismen worden behandeld door: Arnolds et al. (1970), Barkman (1958), Van den Berg-Huisman & Bosch (1974), te Boekhorst-Van Maaten (1971), Bornkamm (1961), Collettonette (1937), Darlington (1969), Doing (1971), Fitch Daglish (1928), Gusev (1968), den Hoed et al. (1972), Hylander (1943), Jehlik (1971), Kreh (1960), Knippelova (1972), Landwehr & Sipkes (1974), Londo (1973, 1974), Mabey (1974), Oxley et al. (1974), Peskens (1974), Pietsch (1968), Segal (1969), Scheuermann (1938), Schweiger (1960), Smittenberg (1973), De Soet (1969), Váhl (1972), Voous (1964), Wendland (1971), De Wit (1968), Zuurdeeg (1970).

Studies waarin de natuurecologie van de stad als geheel wordt behandeld: Fitter (1945), Gill & Bonnet (1973), Sukopp (1973), Kieran (1959), KNNV (1941), Wallace (1970).

Literatuur over mens-ecologie: Baerends (1973), Boyden (1972), Esser (1971), Hall (1959, 1966), Hillenius (1969), Lynch (1962, 1972), Malmberg (1972), Rapaport (1974), Reh (1972), Spivack (1974).

Sutto & Harmon (1973) en Zipf (1949) behandelen ecologische begrippen. De relatietheorie wordt door Van Leeuwen (1966, 1967) beschreven.

Systeemtheorie wordt behandeld door Von Bertalanffy (1968). Zie voor systeemtheoretische modellen van de stad: Forrester (1969) en Mesarovic & Reisman (1972).

Patroon-proces, relaties in het ecosysteem van de nederzetting komen aan de orde bij: Te Boekhorst (1973) en Maes & Klück (1974). Zie voor het begrip korrel: De Boer (1972), Lynch (1961) en RPD (1967). Over milieudifferentiatie in de stad schrijven: Van den Berg et al. (1973), Jacobs (1962), Rapaport & Kantor (1967), RPD (1971). Over energie: Jamiso & Friedman (1974) en Odum & Peterson (1971).

Externe relaties komen aan de orde bij: Beek (1970), Faber (1973), Hutchinson (1972), Jarman (19..), Nassuth (1968), H.T. Odum (1971), Simmons (1974) en Sioli (1972).

Cultureel-ecologische theorieën worden besproken door Harris (1969). Over de ontwikkeling van cultureel-ecologische systemen schrijven: Claessen & Hommes (1974), Cohen (1968, 1969), Mogeý (1971), Sahllins & Service (1960), Steward (1955), Vayda (1969) en Wagner (1972).

Over occupatiepatronen schrijft Barth (1958); over nederzettingen: Everson & Fitzgerald (1969), Chisholm (1968) en Schwarz (1961). Stedelijke nederzettingen of aspecten daarvan worden behandeld door: Van den Bogaert (1974), Buit (1969), Carter (1972), Davis (1973), Deelstra et al. (1972), Elkins (1973), Jacobs (1970), Martindale & Neuwirth (1958), Michelson (1970), Nelissen (1972) en Park & Burgess (1925). Zie voor ruimtelijke systemen: Morril (1970).

Het verband tussen nederzetting en omgeving wordt besproken door Iven & Van Gerwen (1974) en Soemarwoto (1974).

In Rudowski (1965) vinden wij veel materiaal over de relatie tussen gebouw en landschap.

Koenig (1972), Nelissen (1970) en Rappaport (1968) kan men raadplegen over milieubeheer in relatie tot culturele subsystemen.

Geertz (1963), Wertheim (1971) en Wilkinson (1973) analyseren involutie- en evolutieprocessen.

Perceptieverschijnselen met betrekking tot de omgeving worden behandeld door: Van den Bosch (1972), Downs & Stea (1973), Firey (1960) en Van der Most van Spijk (1973).

Over perceptie bij 'natuurvölker' schrijven: Forde (1931), Harris (1965), Lévi-Strauss (1962), McLuhan (1971). De Westeuropese denkbeelden over de natuur worden behandeld door Glacken (1956).

Denkbeelden van stedenbouwkundigen vinden wij bij: Choay (1965), Creese (1966), Van Eesteren (1948), Van Eijck (1968), Giedion (1967), Rosenau (1959), Schors (1968).

De ontwikkeling van het milieubewustzijn wordt (summier) beschreven door Huetting (1974). Zie verder: Allaby (1971), Van Duyn (1969), Duyvesteyn (1974), Enzensberger & Michel (1973), Grossinger (1970), Harmsen (1974), Kepes (1972), Kleij (19..), Le Roy (1973), Werkgroep Milieubeheer Congo (1970).

Uitgangspunten en algemene overwegingen voor milieuplanning vinden wij in: Craik (1972), Baljeu et al. (1973), Dasman (1973), Graduate School of Fine Arts (19..), Graham (1944), Van der Maarel (1974), Martínéz (1974), Mumford (1971), Vink (1971) en Odum (1969).

Over op de praktijk gerichte studies is gerapporteerd door: Dingemans (1974), Berends et al. (1974), Van Ees (1973), Hinse et al. (1972), Jones (1973), Landscape Research Office Harvard (1973), Reh (1973), Schlüter (1970, 1971), Van de Wal & De Zeeuw (1974), Van der Werf (1973), De Zeeuw et al. (1972), RPD (1974).

Informatie over milieuvriendelijke technieken vinden wij in: Anderson (1973) en Berends (1974).

## Literatuur

- Allaby, M., 1971. The eco-activists. Youth fights for a human environment. London.
- Anderson, B., 1973. Solar energy and shelter design. Harrisville.
- Arnolds, E. et al., 1970. Het fort bij Rhijnauwen. De Levende Natuur 73(3).
- Bach, W., 1971. Seven steps to better living on the urban heat island. Landscape Architecture, January.
- Baerends, G.P. (Red.), 1973. Ethologie, de biologie van gedrag. Pudoc, Wageningen.
- Baljeu, R. et al., 1973. Ecologie-planologie, een systeemtheoretische benadering. Basisrapport studiegroep Vijfheerenlanden. Rapport TH-Delft.
- Barkman, J.J., 1958. Phytosociology and ecology of cryptogamic Epiphytes. Assen.
- Barth, F., 1958. Ecological relationships of ethnic groups in Swath, North Pakistan. American Anthropologist 58.
- Beek, W.J., 1970. De wetten van behoud in expanderende samenlevingen. De Ingenieur 82(11).
- Berends, J., 1974. Milieuvriendelijke technieken en hulpmiddelen. Rapport TH-Delft.
- Berends, J. et al., 1974. Structuurplan Kromme Rijn. Rapport TH-Delft.
- Berg, A. van den & H. Groenewolt, 1971. Tanthof. Interne nota TH-Delft.
- Berg, M. van den, G.J. Klerks & W. Reh, 1973. Milieudifferentiatie en woonomgeving. Plan 11.
- Berg-Huisman, C.H. van den & W.J. Bosch, 1974. Vogels in stedelijke gebieden. Rapport LH Wageningen.
- Bertalanffy, L. von, 1968. General system theory. New York.
- Boekhorst, J.K.M. te, 1973. Groennota Lelystad, een aanzet tot een gedetailleerde visie op het groen in Lelystad. Lelystad.
- Boekhorst-van Maren, E.N. te, 1971. Oecologische voorwaarden te stellen aan de perceelsgrootte in Wageningen-Hoog. Rapport LH Wageningen.
- Boer, N.A. de, et al., 1972. Maatstavennota voor de binnenstad van Groningen. Groningen.

- Bogaert, M. van den, et al., 1974. Populatie en habitat. Rapport TH-Delft.
- Bornkamm, R., 1961. Vegetation und Vegetationsentwicklung auf Kiesdächern. Vegetatio 10(1):1-24.
- Bos, J.L. et al., 19... De avifauna van Bussum, een inventarisatie van de vogelwereld, uitgevoerd door de avifaunacommissie van de vogelwerkgroep 't Gooi e.o. Stencil.
- Bosch, H. van den, 1972. Milieuperceptie. Manuscript, Delft.
- Boyden, S., 1972. Ecology in relation to urban population structure. In: Harrison, G.A. & Boyce, A.J. (Eds), The structure of human populations. Oxford.
- Buit, J., 1969. Opdringers en verliezers. Stedebouw en Volkshuisvesting 4.
- Bijhouwer, J.T.P., 1948. De bodemkartering ten behoeve van de stedebouw. Boor en Spade 2.
- Carter, H., 1972. The study of urban structure. London.
- Chisholm, M., 1968. Rural settlement and land use (2nd ed.). London.
- Choay, F., 1965. L'Urbanisme, utopies et réalité's; une anthologie. Paris.
- Claessen, H.J.M. & E.W. Hommes (Red.), 1974. Milieu en cultuur. Papers gepresenteerd tijdens de conferentie 'culturele ekologie' van de Nederlandse sociologische en anthropologische Vereniging te Woudschoten. Leiden.
- Cohen, Y.A. (Red.), 1969. Man in adaptation, the cultural present. Chicago.
- Cohen, Y.A. (Red.), 1968. Man in adaptation, the bio-social background. Chicago.
- Collenette, C.L., 1937. A history of Richmond Park. London.
- Craik, K.H., 1972. An ecological perspective on environmental decision-making. Human Ecology 1(1).
- Creese, W., 1966. The search for environment. The garden city: before and after. New Haven. Londen.
- Dahmen, W. & G. Dahmen, 1967. Biologische Grundlagen der Stadtplanung. Stadtbauwelt nr.13.
- Darlington, A., 1969. Ecology of refuse tips. London.
- Dasman, R.F., et al., 1973. Ecological principles for economic development. Letchworth.



- Davis, K., 1973. Cities. Their origin, growth and human impact. San Francisco.
- Doing, H., 1971. Oecologische aspecten van landschapsbeheer. Nieuws in en om THT (25 februari).
- Downs, R.M. & Stea, D., 1973. Image and environment. Cognitive mapping and spatial behavior. Chicago.
- Dauvellier, P.L., 1972. Niet storen a.u.b.; systeemekologisch onderzoek van na-oorlogse stedelijke uitbreidingen. Rapport TH-Delft.
- Deelstra, Tj., et al. (Red.), 1972. De straat, vorm van samenleven. Eindhoven.
- Dingemans, F., 1974. Dieren - tuin - stad. Rapport TH-Delft.
- Duyn, R. van, 1969. Boodschap van een wijze kabouter. Amsterdam.
- Duyvesteyn, C.A.J., et al., 1974. De drassige driehoek. Manuscript. Delft.
- Edelman, C.H., 1948. De betekenis van de bodemkartering van Nederland voor stedenbouwkundige doeleinden. Boor en Spade 2.
- Ees, Ch.H.E. van, 1973. Bewoners en water in het polderlandschap. Syllabus kollege TH-Delft.
- Eesteren, C. van, 1948. De conceptie van onze hedendaagse nederzettingen en cultuurlandschappen, hun verschijningsvormen en uitdrukkingen. Delft.
- Elkins, T.H., 1973. The urban explosion. London.
- Enzensberger, H.M. & K.M. Michel (Ed.), 1973. Ökologie und Politik oder die Zukunft der Industrialisierung. Kursbuch 33. Berlin.
- Esser, A.H. (Ed.), 1971. Behavior and environment: The use of space by animals and men. New York.
- Everson, J.A. & B.P. Fitzgerald, 1969. Settlement patterns. London.
- Eijck, A.E. van, 1968. Miracle of moderation. In: Ecology in design. Graduate School of Fine Arts, university of Pennsylvania, VIA 1., Philadelphia.
- Faber, J.A., et al., 1973. Urbanisering, industrialisering en milieu-aantasting in Nederland in de periode van 1500 tot 1800. A.A.G. Bijdragen 18. Wageningen.
- Falinsky, J.B. (Ed.), 1971. Synanthropisation of plant cover. II. Synanthropic flora and vegetation of towns connected with their

- natural conditions, history and function. (English summary). Mater.zakl.fitosoc. Stos. U.W. 27. Warszawa, Bialowieza.
- Firey, W., 1960. Man, mind and land, a theory of resource use. Glencoe, Illinois.
- Fitch Daglish, E., 1928. The book of garden animals. London.
- Fitter, R.S.R., 1945. London's natural history. London.
- Forde, C.D., 1931. Ethnography of the Yuma Indians. Univ. of Calif. Publ. in Am. Arch. and Ethn., 27(4).
- Forrester, J.W., 1969. Urban dynamics. Cambridge, Massachusetts.
- Geertz, C., 1963. Agricultural involution, the process of ecological change in Indonesia. Berkeley.
- Giedion, S., 1967. Space, time and architecture. The growth of a new tradition. (5th ed.). Cambridge, Massachusetts.
- Giesberg, H., 1940. Tierbiologie in der Gross-Stadt. In: Ruder, B. de & F. Linke (Eds), Biologie der Gross-Stadt. Dresden-Berlin.
- Gill, D. & Bonnett, P., 1973. Nature in the urban landscape: A study of city ecosystems. Baltimore, Maryland.
- Glacken, C.J., 1956. Changing ideas of the habitable world. In: Thomas, W.L. (Ed.), man's role in changing the face of the earth. Chicago.
- Graduate School of Fine Arts, University of Pennsylvania, 19... An ecological approach to regional planning. Philadelphia.
- Graham, E.H., 1944. Natural principles of land use. New York.
- Grossinger, R., (Ed.), 1970. Oecology issue, Io.7. Somesville.
- Gusev, Y.D., 1968. The changes in the ruderal flora of the Leningrad region during the last 200 years. (English summary). Bot. Z. 53.
- Hall, E.T., 1959. The silent language. Garden City, New York.
- Hall, E.T., 1966. The hidden dimension. Garden City, New York.
- Harmsen, G., 1974. Natuur, geschiedenis, filosofie. Nijmegen.
- Harris, M., 1965. The myth of the sacred cow. In: Leeds, A. & A.P. Vayda (Ed.), Man, culture, and animals. Washington.
- Harris, M., 1969. The rise of anthropological theory, a history of theories of culture. London.
- Hillenius, D., 1969. De beestachtige bronnen van het geweld. Amsterdam.

- Hinse, T., et al., 1972. Studie naar de mogelijkheden om door extensivering van de landbouw de diversiteit van het landschap te vergroten en een stabiele stadsrand te ontwikkelen. Rapport TH-Delft.
- Hoed, A.P. den, 1972. Opgespoten land. Amsterdam.
- Huetting, R., 1974. Nieuwe schaarste en economische groei. Meer welvaart door minder productie? Amsterdam.
- Hutchinson, J., 1972. Farming and food supply. The interdependence of countryside and town. Cambridge.
- Hylander, N., 1943. Die Grassamenankömmlinge schwedischer Parke. Int. Symp. Bot. Uppsala 7(1).
- Iven, W. & Th. van Gerwen, 1974. Lind, de is de sgonste plats. Natuur en landschap van Leende, een oostbrabants dorp. Leende.
- Jacobs, J., 1962. The death and life of great American cities. New York.
- Jacobs, J., 1970. The economy of cities. London.
- Jacobs, J., 1974. Diversity, stability and maturity in ecosystems influenced by human activities. Paper delivered at the First Int. Congr. of Ecology. Manuscript. München.
- Jamiso, P.L. & S.M. Friedman (Ed.), 1974. Energy flow in human communities. U.S.-I.B.P., University Park, Pennsylvania.
- Jarman, M.R., et al., 19... Site catchment analysis in archeology. In: Ucko, P.J., et al. (Eds), Settlement patterns and urbanisation. London.
- Jehlík, V., 1971. Die Vegetationsbesiedlung der Dorftrümmer in Nord Böhmen. Eine Studie über synanthrope Vegetation und Flora. Rozpravy Českoslowarské Akad. Věd. Ročník 81 (Sešit 2).
- Jones, G.R. (Ed.), 1973. The nooksack plan. Seattle.
- Kepes, G. (Ed.), 1972. Arts of the environment. Aidan Ellis, England.
- Kieran, J., 1959. The natural history of New York City. Boston.
- Kleij, Th., 19... Moeder, wat is er toch met Nederland? Amsterdam.
- Koenig, H.E., et al., 1972. Engineering for ecological, sociological en economic compatibility. Inst. of Electrical and Electronics Engineers, Trans. Sys. Man Cybern., SMC-2.
- Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging (KNNV), afdeling Amsterdam, 1941. Amsterdam natuurhistorisch gezien. Amsterdam.

- Kruijskamp, C., 1970. In: Van Dale, Groot Woordenboek der Nederlandse Taal. 9e druk. 's-Gravenhage.
- Kreh, W., 1960. Die Pflanzenwelt des Güterbahnhofes in ihrer Abhängigkeit von Technik und Verkehr. Mitt. flor.-soz. Arb.Gemeine. N.F. (8).
- Krippelova, T., 1972. Ruderalgesellschaften des Stadt Malacky. (Deutsche Zusammenfassung). Biologické Práce, 18.
- Kunick, W., 1974. Veränderungen von Flora und Vegetation einer Grossstadt, dargestellt am Beispiel von Berlin (west). Berlin.
- Landscape Research Office, Graduate School of Design, Harvard University, 1973. The interaction between urbanisation and land: Quality and quantity in environmental planning and design. Cambridge, Massachusetts.
- Landwehr, J. & C. Sipkes, 1974. Wildeplantentuinen. Amsterdam.
- Leeuwen, Chr.G. van, 1966. A relation theoretical approach to pattern and process in vegetation. Wentia 15.
- Leeuwen, Chr.G. van, 1967. Tussen observatie en conservatie. In: 10 jaren RIVON. Rijksinstituut voor Veldbiologisch Onderzoek ten behoeve van het natuurbewoud. Zeist.
- Leeuwen, Th. van, 1974. Amsterdam dierenstad. Zoölogisch museum, Amsterdam.
- Legget, R.F., 1973. Geology of cities. New York.
- Lévi-Strauss, C., 1962. La pensée sauvage. Paris.
- Londo, 1973. Ervaringen met een oecologische proeftuin. Contactblad voor Oecologen nr.4.
- Londo, G., 1974. Over de najaarsbloei van grasplanten. De Levende Natuur nr.77.
- Lynch, K., 1961. The pattern of the metropolis. Daedalus 90(1).
- Lynch, K., 1962. The image of the city. Cambridge, Massachusetts.
- Lynch, K., 1972. What time is this place?
- Maarel, E. van der, 1974. Naar een globaal ecologisch model van Nederland. (manuscript). Nijmegen.
- Mabey, R., 1974. As flowers go by. A commuter's guide to embankment flora. Nova (July). London.
- Maes, B. & B. Klück, 1974. Oecologie van de stad. Manuscript. Utrecht.
- Malmberg, T., 1972. De eigenheid van de mens. In: Hulten, M. van (Ed.), Europa 2000 - perspectieven voor een aanvaardbare toekomst. Deventer.

- Martindale, D. & G. Neuwirth (Eds), 1958. *The city*, by Max Weber. New York.
- Maslov, A.H., 1968. *Toward a psychology of being*. (2nd ed.). New York.
- Martínez, A.G., 1974. *Ecology and totality*. Xalapa.
- McLuhan, T.C., 1971. *Touch the earth, a self-portrait of Indian existence*. New York.
- Mesarovic, M.D. & A. Reisman (Ed.), 1972. *Systems approach and the city*. Amsterdam.
- Michelson, W.H., 1970. *Man and his urban environment, a sociological approach*. Reading, Massachusetts.
- Mogey, J., 1971. *Society, man and environment*. In: R.H. Buchanan et al. (Eds), *Man and his habitat, essays presented to Emyr Estyn Evans*. London.
- Moholy-Nagy, S., 1968. *Matrix of man, an illustrated history of urban environment*. London.
- Morril, R.L., 1970. *The spatial organisation of society*. Belmont.
- Mörzser Bruyns, M.F., 1959. *Faunasterfte door het verkeer*. De Levende Natuur, april.
- Most van Spijk, M. van der, 1973. *Houdingen en weerstanden tegenover de ruilverkaveling in Anloo, belangentegenstelling tussen boeren en natuurbeschermers; verslag van een onderzoek in Drente*. Intern rapport. Instituut voor Culturele Anthropologie RU-Leiden.
- Mumford, L. (Ed.), 1971. *The ecological basis of planning* by Arthur Glikson. Den Haag.
- Nassuth, G.A., 1968. *Verstedelijking*. Forum 21(1).
- Nelissen, N.J.M., 1970. *De milieuproblematiek vanuit sociologisch perspectief*. In: Westhoff, V. (Ed.), *Het milieu van onze samenleving*. Hilversum.
- Nelissen, N.J.M., 1972. *Grondbeginselen van de sociale ekologie*. Utrecht-Antwerpen.
- Noyes, J.H. (Ed.), 19... *A natural resources inventory atlas for Plymouth Country*. Amherst.
- Odum, E.P., 1969. *The strategy of ecosystem development*. Science 164 (april).
- Odum, H.T., 1971. *Environment, power and society*. New York.
- Odum, H.T. & L.L. Peterson, 1971. *Relationship of energy and complexity in planning*. Architectural Design (10).

- Oxley, D.J., et al., 1974. The effects of roads on populations of small mammals. *The Journal of Applied Ecology*, Oxford, 11(1).
- Park, R.E. & E.W. Burgess, 1925. *The city*. Chicago.
- Peskens, J.J., 1974. Oekologische implicaties van de aanleg en het gebruik van wegen. Manuscript TH-Delft.
- Pietsch, R., 1968. Der künstliche Standort und der Pflanzenbestand der Fussballplätze im Bundesgebiet. Ber. über das 7. Int. Symp., Int. Vereine Veg. Kde, Pflanzensoz. u. Landschaftsökol., Stolzenau. Den Haag
- Rapaport, A. (Ed.), 1974. The mutual interaction of people and their built environment. 's-Gravenhage.
- Rapaport, A. & R.E. Kantor, 1967. Complexity and ambiguity in environmental design. *Journal of the American Institute of Planners* 33(4).
- Rappaport, R.A., 1968. Pigs for the ancestors, ritual in the ecology of a New Guinea people. New Haven.
- Reh, W., 1972. De natuur dichtbij. In: Deelstra Tj., et al. (Ed.), *De straat, vorm van samenleven*. Eindhoven.
- Reh, W., 1973. Een natuurpark voor Dordrecht. Manuscript, Amsterdam.
- Rosenau, H., 1959. *The ideal city*. London.
- Roy, L.G. le, 1973. Natuur uitschakelen, natuur inschakelen. Deventer.
- Rudowski, B., 1965. *Architecture without architects*. New York.
- Runge, M., 1973. Böden im Bereich der Bebauung. *Umweltschutzforum*, Berlin 8.
- Rijksplanologische Dienst, 1967. Jaarverslag 1966. 's-Gravenhage.
- Rijksplanologische Dienst, 1971. Milieudifferentiatie. 's-Gravenhage.
- Rijksplanologische Dienst, 1974. Oriënteringsnota over de ruimtelijke ordening. 's-Gravenhage.
- Sahlins, M. & E. Service, 1960. *Evolution and culture*. Ann Arbor.
- Saarisalo-Taubert, A., 1963. Die Flora in ihrer Beziehung zur Siedlung und Siedlungsgeschichte in den Südfinnischen Städten Porvoo, Loviisa und Hamina. *Annls bot. soc.*, Vanamo 35(1).
- Scheuermann, R. & K. Wein, 1938. Die Gartenunkräuter in der Stadt Nordhausen. *Hercynia* 1(2).



- Schlaak, P., 1963. Die Wirkung der bebauten und bewaldeten Gebiete auf das Klima des Stadtgebietes Berlin. Allgemeine Forstzeitung 18(29).
- Schlüter, U., 1970. Die Bedeutung der Karte der heutigen potentiellen natürlichen Vegetation für die Planung von Lebendbaumassnahmen. Landschaft und Stadt (1).
- Schlütter, U., 1971. Lebendbau. Ingenieurbiologische Bauweisen und lebende Baustoffe. München.
- Schors, C.E., 1968. The idea of the city in European thought: Voltaire to Spengler. In: S. Fleis Fava (Ed.), Urbanism in world perspective. New York.
- Schwarz, G., 1961. Allgemeine Siedlungsgeographie. Berlin.
- Schweiger, H., 1960. Die Insektenfauna des Wiener Stadtgebietes als Beispiel einer kontinentalen Gross-Stadtfauna. Verhandlungen XI Internationalen Kongress der Entomologie, 3.
- Segal, S., 1969. Ecological notes on wall vegetation. Amsterdam.
- Simmons, I.G., 1974. The ecology of natural resources. London.
- Sioli, H., 1972. Ökologische Aspekte der Technisch-Kommerziellen Zivilisation und Ihrer Lebensform. In: Schmithüsen, J. (Ed.), Ökologie der Biosphäre. Biogeografica 1. Den Haag.
- Smittenberg, J.C. (Ed.), 1973. Plantengroei in enkele Nederlandse landschappen; Kruipnieuws 1937-1958. Amsterdam.
- Soemarwoto, O., 1974. Human ecology and development in Java. Paper presented at the First Int. Congr. of Ecology. Manuscript. Bandung.
- Spivack, M., 1974. Archetypal place. Ekistics 221(april).
- Spet, F. de, 1969. De problemen van een wegaanleg door de Utrechtse Heuvelrug. Rapport Rijksinstituut voor Natuurbeheer (RIN), Zeist.
- Stearns, F., 1974. The city as habitat for wildlife and man. In: Detwijler, T.R. & M.G. Marus (Ed.), Urbanisation and environment; the physical geography of the city. Belmont.
- Steward, J., 1955. Theory of culture change. Urbana.
- Sukopp, H., et al., 1973. Ökologische Charakteristik von Grossstädten, dargestellt am Beispiel Berlins. Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie, Saarbrücken.
- Sutto, B.D. & N.P. Harmon, 1973. Ecology: selected concepts. New York.

- Vahl, J., 1972. Groen-water stroken Bloemendaal-Oost. Intern rapport afdeling Stedebouw en Openbare Werken Gouda.
- Vayda, A.P. (Ed.), 1969. Environment and cultural behaviour; ecological studies in cultural anthropology. Garden City, New York.
- Vink, A.P.A. (Ed.), 1971. Criteria voor milieubeheer. Utrecht. Vogelwerkgroep Amsterdam van de Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging, 1973. Gierzwaluwen van Amsterdam in gevaar. Rapport KNNV Amsterdam.
- Voous, K.H., 1964. Roofvogels gevraagd. AO-reeks 997.
- Wagner, Ph.L., 1972. Environments and people. Englewood Cliffs, New York.
- Wal, C. van de & C.A.M. de Zeeuw, 1974. Wonen - natuur, mogelijkheden tot integratie in het noordelijk deel van de Vijfheerenlanden. Intern rapport TH-Delft.
- Wallace, D.A., 1970. Metropolitan open space and natural process. Philadelphia.
- Wendland, V., 1971. Wirbeltiere im geschlossen bebauten Teil der westberliner Innenstadt. Umweltschutzforum, Berlin 8.
- Werf, S. van der, 1973. Recreatie en natuurlijk milieu. Recreatievoorzieningen 3.
- Werkgroep milieuhygiëne Congo, 1970. Groennota (Groen in Amsterdam, Amsterdam in het groen), opgesteld op verzoek van Oranje Vrijstaat. Amsterdam.
- Wertheim, W.F., 1971. Evolutie en revolutie. Amsterdam.
- Wilkinson, R.G., 1973. Poverty and progress, an ecological model of economic development. London.
- Wit, P.E. de, 1968. Natuurgebieden in de stedelijke sfeer. Rapport LH Wageningen.
- World Meteorological Organisation, 1970. Urban climates. Technical note no. 108. Genève.
- Zeeuw, C.A.M. de, et al., 1972. Landschapsekologisch patroonproces determinatie in de Vijfheerenlanden. Rapport TH-Delft.
- Zipf, G., 1949. Human behavior and the principle of least effort. Cambridge, Massachusetts.
- Zuurdeeg, J.P.B., 1970. Oude steenwegen en -paden op Walcheren. Land en Water 14(4).

## Goed dat er grenzen zijn. Zeeuwsch-Vlaanderen in ruimte en tijd

A.J. Beenhakker - Provinciale Planologische Dienst voor Zeeland,  
Middelburg

### Over grenzen

In de internationale politiek zijn grenzen momenteel weinig populair. Moeizaam maar toch geleidelijk voortgaand komt een langzame integratie van de Westeuropese naties tot stand, economische barrières worden geslecht, de betekenis van de nationale grenzen wordt kleiner. De Beneluxlanden zijn daarin voorgegaan en vooral Nederland heeft de reputatie gekregen een Europeesdenkend land te zijn.

Niet alleen de economische betrekkingen tussen de landen worden steeds meer verweven, ook het personenverkeer speelt een zeer grote rol bij het slechten van de grenzen. Afstanden worden hoe langer hoe minder gevoeld en steeds meer landen gaan een rol spelen bij onze vakantiebesteding. Ten gevolge daarvan wordt de onderlinge beïnvloeding van de verschillende culturen hoe langer hoe sterker. Het marktmechanisme zorgt ervoor dat alles overal verkrijgbaar is; alleen het klimaat kan nog niet geëxporteerd worden.

Wij hebben de neiging om deze vervaging van grenzen tussen landen en culturen als een goede zaak te beschouwen. Samenwerking en uitwisseling op allerlei gebied worden bevorderd. Eng nationalisme begint een slechte naam te krijgen.

De vraag is echter of het verdwijnen van deze grenzen, uit ecologisch gezichtspunt bekeken, wel altijd zo gunstig is, vooral wanneer we het scheppen en handhaven van een zo goed mogelijk natuurlijk en cultureel milieu als doelstelling kiezen. 'Zo goed mogelijk' in het natuurlijk milieu wil zeggen: streven naar differentiatie en stabiliteit; in het cultureel milieu kunnen we een parallel wensbeeld gebruiken: streven naar een zo breed mogelijke ontplooiing van de cultuur, zowel collectief als individueel.

Nu is het begrip 'differentiatie' in de ecologie nauw verbonden met het bestaan van grenzen. De hoofdwet die ook hier geldt, luidt: 'Alles is overal, maar het milieu selecteert'. Selectie in de ruimte betekent, dat levensvormen die op de éne plaats voorkomen, op een andere plaats in de nabijheid niet aanwezig zijn: zij zijn aan ruimtelijke grenzen gebonden. Juist op plaatsen waar grenzen het duidelijkst tot uiting komen en het frequentst aanwezig zijn, komt het natuurlijk milieu tot zijn grootste diversiteit.

Zoals bekend worden in de ecologie twee soorten ruimtelijke grenzen onderscheiden (aangeduid met het Latijnse equivalent: limes): de limes convergens, een scherpe grens tussen twee ongelijksoortige gebieden, die arm zijn aan soorten en rijk aan produktie en dynamiek, en de limes divergens, een veel meer diffuse overgang van gebieden met grote variatie en soortenrijkdom, geringe dynamiek en geringe produktie. Uiteraard houdt natuurlijke differentiatie op grote schaal in, dat deze beide soorten grenzen naast elkaar moeten voorkomen. Het zijn echter vooral de divergente grenzen, die tot verdere differentiatie en inwendige stabiliteit leiden; hier overheerst de kwaliteit de kwantiteit.

Het kenmerkende van deze divergente grenzen is, dat zij semi-permeabel zijn: in bepaalde opzichten is uitwisseling tussen de verschillende milieus mogelijk, maar zodanig, dat hierdoor juist de mogelijkheid tot differentiatie wordt versterkt. Dit geschiedt met behulp van allerlei selectiemechanismen, zowel van abiotische als van biotische aard.

Op verschillende wijzen treedt de mens als verstoorder van deze grenzen op. De gebieden met divergente grenzen, inwendig stabiel en weinig dynamisch, zijn namelijk bijzonder gevoelig voor de grote dynamiek, die de mens in de meeste van zijn (moderne) activiteiten met zich meebrengt. De voornaamste van deze aantastingen worden veroorzaakt door:

- a. streven naar produktieverhoging. Zoals gezegd zijn gevarieerde stabiele landschappen weinig produktief. Produktieverhoging, vooral in de agrarische sector, gaat altijd samen met schaalvergroting en nivellering;
- b. verandering van bestemming van de grond;
- c. te intensief gebruik, bijv. van recreatieterreinen;

d. vervuiling en/of eutrofiëring;

e. doorsnijding. Door de aanleg van ons steeds dichtere communicatienet worden vele van deze grenssituaties verstoord, waardoor kortsluitingen optreden, die tot nivellering leiden.

Er is uit oogpunt van natuurlijke stabiliteit alle reden om zuinig te zijn op deze gevariëerde gebieden en dus de grenzen in stand te houden. In het natuurlijk milieu bestaat een zeer nauwe en ingewikkelde samenhang tussen allerlei levensvormen en hun milieu en tussen de milieus onderling. Steeds meer dringt ook het besef door, dat het bij het milieubeheer niet alleen gaat om het beschermen van de meest kwetsbare gebieden (hoe belangrijk dat ook is), maar evenzeer om het instandhouden en bewaken van de grenzen tussen allerlei milieus.

Het is verleidelijk om vanuit de ecologie ook een blik te werpen op de politieke, economische en culturele grenzen. Hierbij vallen vele analogieën te constateren.

In de eerste plaats vallen politieke grenzen dikwijls samen met natuurlijke, zoals waterlopen en bergkammen, veengebieden en dijken. Dit is niet toevallig; ook bij politieke grenzen ligt de nadruk op de semi-permeabiliteit. De grensoverschijding moet controleerbaar zijn en daarom is het samenvallen met natuurlijke grenzen alleen maar een voordeel. Veelal is trouwens een dergelijke grens tevens een cultuurgrens; vooral bergruggen hebben eeuwenlang als zodanig gefungeerd.

Ook bij politieke grenzen kan men divergente en convergente grenzen onderscheiden. De oorzaak daarvan is niet van natuurlijke aard, maar staatkundig: sommige landen gaan als het ware met de rug naar elkaar toe staan, zonderen zich van elkaar af en sluiten hun grens zo hermetisch mogelijk. Het IJzeren Gordijn, de Berlijnse muur, de grenzen rondom Israël zijn hier sprekende voorbeelden van. In dat geval vindt ook geen uitwisseling en geen wederzijdse verrijking plaats. De meeste politieke grenzen, hoezeer ze op de kaart ook een scherp getrokken lijn vormen, hebben echter het karakter van divergente grenzen: ze zijn semi-doorlatend en hebben een bepaalde invloedssfeer aan weerszijden. Vooral van belang hierbij is, dat deze grenzen ook een culturele betekenis hebben. Deze invloed beperkt zich niet tot de grenslijn

zelf, al kan deze als culturele grens bijzonder goed zichtbaar zijn. In Europa valt hij dikwijls ook samen met een taalgrens, maar in dat geval ontstaat aan weerszijden van de grens toch altijd een gebied waar de beide talen elkaar beïnvloeden: Nederlands Limburg, Luxemburg, de Elzas, Sleeswijk.

Maar ook als een politieke grens geen taalgrens is, heeft de geschiedenis toch voor culturele differentiatie gezorgd. De Nederlands-Belgische grens is daar een prachtig voorbeeld van: als grenslijn is hij door kleine culturele verschillen duidelijk zichtbaar, maar aan weerszijden bevindt zich ook een gebied waarin de beide culturen elkaar duidelijk beïnvloeden, zoals vooral in Zeeuwsch-Vlaanderen prachtig te zien is.

Economisch spelen de politieke grenzen uiteraard ook een rol. De economische situatie, gekenmerkt door verschillen aan weerszijden van de grens, speelt een belangrijke rol in de typische grensneringen. Ecologisch en ook cultureel gezien, is de economische situatie echter in de tijd zeer instabiel, zodat in dit opzicht meestal slechts tijdelijke en sterk speculatieve verschijnselen optreden, die eerder nivellerend dan differentiërend werken. Soms treden bepaalde hausses in de handel op, die even snel weer wegebben. Als hierbij echter de factor van verschillende wetgeving komt (een culturele factor dus), kan de situatie leiden tot een concentratie van bijzondere verschijningsvormen aan de grens. Voorbeelden zijn de sexboetieks in Zeeuwsch-Vlaanderen en de speelhuizen in Baarle-Hertog.

De culturele betekenis van grenzen moet niet worden onderschat. West-Europa heeft zijn bijzondere culturele geschiedenis juist te danken aan de veelheid van grenzen, die een te grote nivellering steeds hebben tegengehouden. Niet voor niets komen vele duizenden Amerikanen hier het gevarieerde culturele klimaat genieten, dat hun eigen land door het ontbreken van culturele grenzen mist.

De laatste jaren evenwel zijn deze culturele grenzen duidelijk aan het vervagen met als gevolg een algemeen-Westeuropese consumptiecultuur, die weinig differentiatie meer vertoont. Gelukkig zijn cultuurpatronen nogal hardnekkig, en de woon- en eetgewoonten van Nederlanders en Belgen zullen voorlopig nog wel flinke verschillen blijven vertonen. Maar het is typerend, dat wij bij



het zoeken naar avontuur over de grenzen toch steeds weer onze interesse laten uitgaan naar die zaken, die in de loop der eeuwen historisch gegroeid zijn en tot onze schrik steeds meer verdwijnen of op elkaar gaan lijken. In de bouwkunst van de laatste decennia valt nauwelijks nog een nationaal accent te bespeuren; daarvoor moeten we al naar Finland of Mexico.

Er is dus alle reden om ook aan het voortbestaan van culturele en politieke grenzen aandacht te besteden. Dit wil niet zeggen, dat hier gepleit wordt voor eng regionalisme of nationalisme. Het is beslist niet de bedoeling om culturele grenzen hermetisch te sluiten. De geschiedenis leert ons hoe desastreus dat kan zijn, al is Japan eeuwenlang een prachtig voorbeeld geweest van een hoge, vrijwel geïsoleerde, culturele ontwikkeling. Het gaat echter om de regulatie: de beide landen zouden juist moeten samenwerken om de grens in zijn recht te laten en de doorlatendheid zodanig te doseren, dat juist een maximale differentiatie en een optimale culturele uitwisseling tot stand komen.

Dit is geen kwestie van romantisch heimwee; onze cultuur bevat zoveel potenties die een bijdrage kunnen leveren tot de verdere ontwikkeling. Zo zou het verdwijnen van taalminderheden als het Bretons en het Fries moeten worden betreurd. Ook het voortbestaan van dialecten is van groot belang voor een vruchtbare invloed op de algemeen beschaafde taal.

Voor Zeeuwsch-Vlaanderen zijn deze beschouwingen van bijzonder belang, omdat dit gebied in de loop der eeuwen in zoveel opzichten een grensgebied is geweest, zowel in natuurlijke als in culturele zin; een grensgebied tussen water en land, Vlaanderen en Zeeland, zee en rivier, klei en zand, protestant en katholiek, bier en jenever. Hieraan ontleent het zijn aantrekkelijkheid en zijn waarde, en het ontwikkelen van deze eigenschappen zou een goed uitgangspunt voor een te voeren beleid zijn.

#### Zeeuwsch-Vlaanderen in de tijd

Zeeuwsch-Vlaanderen heeft een zeer bewogen geschiedenis gekend; om het in ecologische termen te zeggen: een geschiedenis met perioden van grote dynamiek. Hieruit zou men de conclusie kunnen trekken, dat de nivellering dan bij tijden ook groot moet zijn

geweest. Dat is zeker ook het geval. Overstromingen hebben grote delen van het oude landschap volledig opgeruimd. Plaatsen als Hughevliet en Lancaardenburgh zijn nog slechts in de herinnering aanwezig, oude steden als Oostburg en Axel hebben vrijwel geen sporen meer van het verleden. Maar ook is bekend dat dergelijke perioden van grote dynamiek dikwijls weer een voedingsbodem nalaten voor nieuwe differentiatie. Een potentie, die overigens slechts tot expressie kan komen als daarop weer een periode van voldoende rust volgt. Dat is blijkbaar ook vaak het geval geweest, want als we de huidige milieukaart van Zeeland bekijken (fig. 1), zien we dat Zeeuwsch-Vlaanderen daarop één van de rijkste gebieden vormt (RPD, 1972). Dit is niet alleen eigen verdienste: het is voor een groot deel ook te wijten aan de sterke nivellering, die in de rest van Zeeland door watersnood, her- en ruilverkavelingen en Deltaplan is opgetreden. Maar ook zijn in Zeeuwsch-Vlaanderen op veel plaatsen de voorwaarden aanwezig geweest om tot een kwalitatief belangrijke ontwikkeling te komen. Naast het land van Saaftinge behoren de kreken en weidevogelgebieden tot de interessante milieus, en deze zijn relatief ongestoord gebleven. Interessante overgangen doen zich voor op de grens van zand en klei, en ook aan de zeekust bij het Zwin en de Zwarte Polder. Door het relatieve isolement van het gebied konden deze terreinen lang met rust gelaten worden.

De politieke geschiedenis van Zeeuwsch-Vlaanderen is steeds in het bijzonder bepaald door de positie als grensgebied. Dat wil in de historie vaak ook zeggen: betwist gebied, en veel van wat langzaam werd opgebouwd is ook weer plotseling verwoest. Toch zijn nog enkele interessante resten van oudere landschappen over, bijv. bij Cadzand.

Wat zijn bevolking betreft, is Zeeuwsch-Vlaanderen niet minder interessant. Drie groepen van zeer verschillende afkomst hebben zich in dit gebied gevestigd, en zij hebben hun karakteristiek in zeden en gewoonten, godsdienst en dialect merkwaardig goed bewaard. De grensstrook en het oude polderland van Hulst en Hontenisse is nog steeds het land van de Vlamingen, traditioneel katholiek en Vlaams sprekend, een dialect dat volkomen afwijkt van het overige Zeeuws, maar aansluit bij dat van het Land van Waas. Rondom Terneuzen en Axel, het gebied van de Axelse kleder-

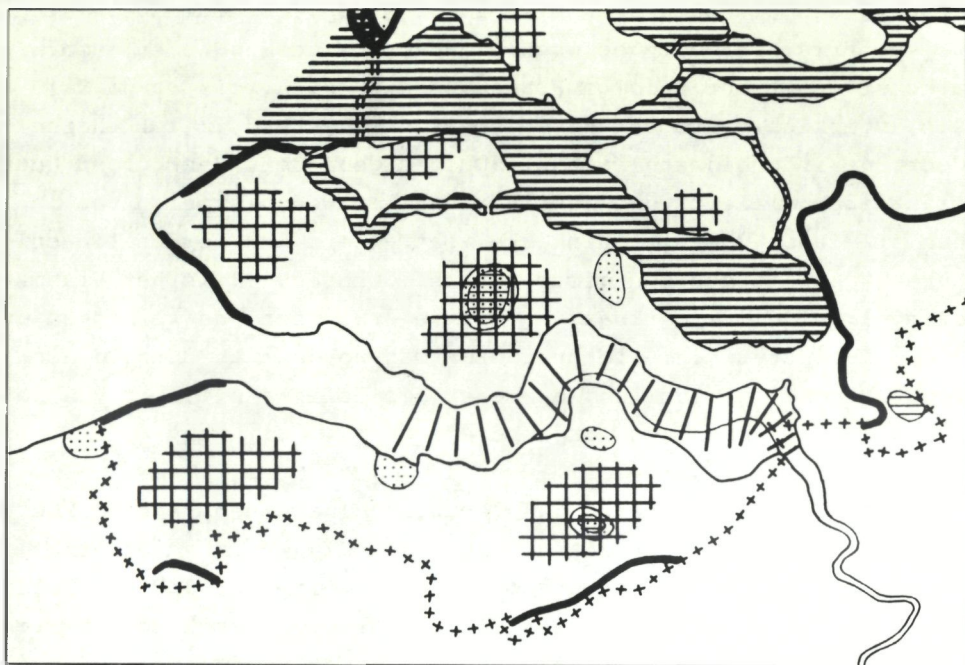


Fig. 1 Schets van de belangrijkste natuurlijke milieus in Zeeland

Landschappen met geleidelijke overgangen of milieugradiënten



smalle zones waar zich geleidelijke overgangen bevinden tussen landschappen met onderling sterk verschillende levensomstandigheden



de benedenloop van onze grote rivieren waar, behalve gradiënten van zout naar zoet water in het westen, ook overgangen worden aangetroffen met een afnemende invloed van de eb- en vloedbeweging in oostelijke richting



gebieden in het westen van Nederland van kleiner formaat waarbinnen zich relatief veel overgangsstroken tussen zout en zoet milieu bevinden

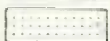
Landschappen zonder of met zeer abrupte overgangen in het milieu



de belangrijkste landschappen van dit type



de belangrijkste ganzen- en waterwildgebieden



de belangrijkste weidevogelgebieden

Bron: Rijksinstituut voor Natuurbeheer

dracht, een uit Walcheren afkomstige groep, orthodox protestant en sectaris. In West-Zeeuwsch-Vlaanderen, de Hugenoten, vooral afkomstig uit het huidige Frans-Vlaanderen, Artois en de Calaisis, vrijzinnig protestant en nogal vrijdenkend, met Lutherse en doorpsgezinde bijmengingen uit Duitse gebieden. Deze groep heeft zijn eigen dialect, dat aansluit bij het Westvlaams en tot in hun stamland, voorbij Duinkerke, getraceerd kan worden. In cultureel opzicht dus een grote verscheidenheid, al is het Vlaamse stempel duidelijk merkbaar in de wielerkoersen, de kermessen en de boogschutterijen. Niet vergeten mag worden dat de zeldzame sport van het krulbollen, de meest noordelijke uitloper van het jeu de boule, hier nog wordt beoefend.

De moderne ontwikkeling van Zeeuwsch-Vlaanderen, sinds 1900 ongeveer, is nogal merkwaardig geweest. Hij wordt gekenmerkt door korte perioden van verhoogde activiteit, gevolgd door vrij langdurige stagnatie. Merkwaardig is dat deze geschiedenis zich langs het Kanaal van Terneuzen tweemaal heeft afgespeeld. Zowel in het begin van deze eeuw als na 1960 was er een korte periode van actieve industrievestiging, die respectievelijk de chemische complexen van Sluiskil en Sas van Gent, en Dow Chemical en Philips hebben opgeleverd. De tussenperiode en de latere tijd hebben daarentegen geen ontwikkeling te zien gegeven. Dit staat in fel contrast tot de stormachtige ontwikkelingen in het Antwerpse en Gentse havengebied. Men krijgt de indruk, dat in Zeeuwsch-Vlaanderen het geloof aan de eigen gunstige positie min of meer ontbreekt. Dit is alleszins merkwaardig, omdat de situatie voor de scheepvaart van Terneuzen tot Gent gelijk is. Ook de grens zal als barrière niet zo'n enorme rol spelen; het is in dit verband opvallend, dat vrijwel alle grote industrieën in de Nederlandse kanaalzone juist bijzonder sterk op het Zuiden: België en Frankrijk, zijn gericht.

De aarzelende houding ten aanzien van de industriële ontwikkeling komt overigens niet alleen ter plaatse voor: ook het landelijk en provinciaal ruimtelijk beleid doen hieraan mee. In de Tweede nota over de ruimtelijke ordening wordt aan het Westerscheldebekken, met inbegrip van Zeeuwsch-Vlaanderen, een belangrijke functie toegekend als toekomstig zeehavengebied (Tweede

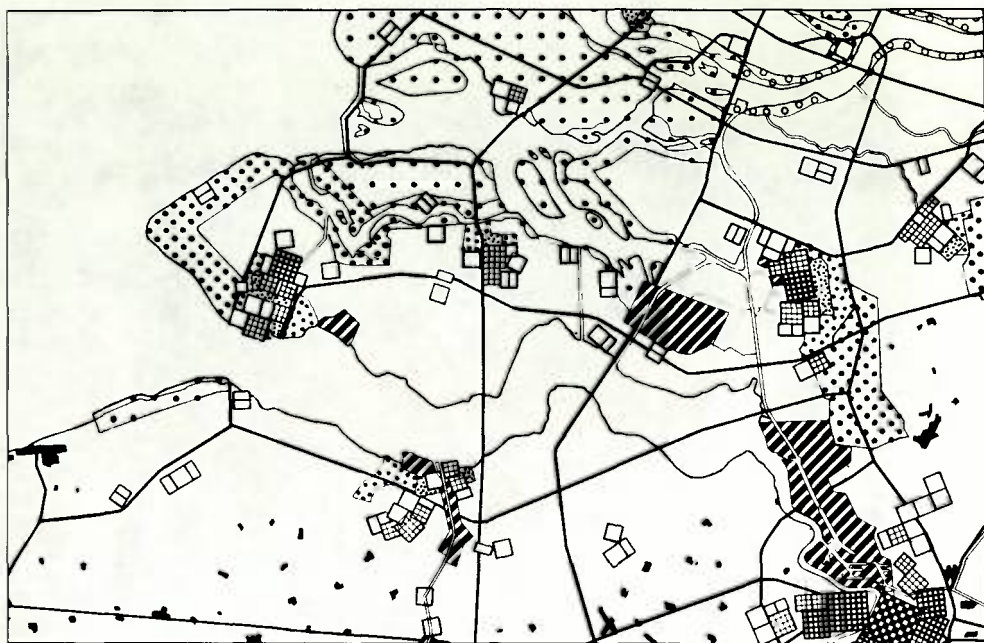


Fig. 2 Ruimtelijke structuurschets voor Nederland omstreeks 2000

ruimtelijke eenheden

-  type A
-  type B
-  type C
-  type D
-  industrie of haven
-  stadspark
-  stadsgewestpark
-  park- en watersportgebied van regionale betekenis
-  park- en watersportgebied van nationale betekenis
-  landschappelijk en recreatief te ontwikkelen verbindingzones

Bron: Tweede Nota over de ruimtelijke ordening in Nederland



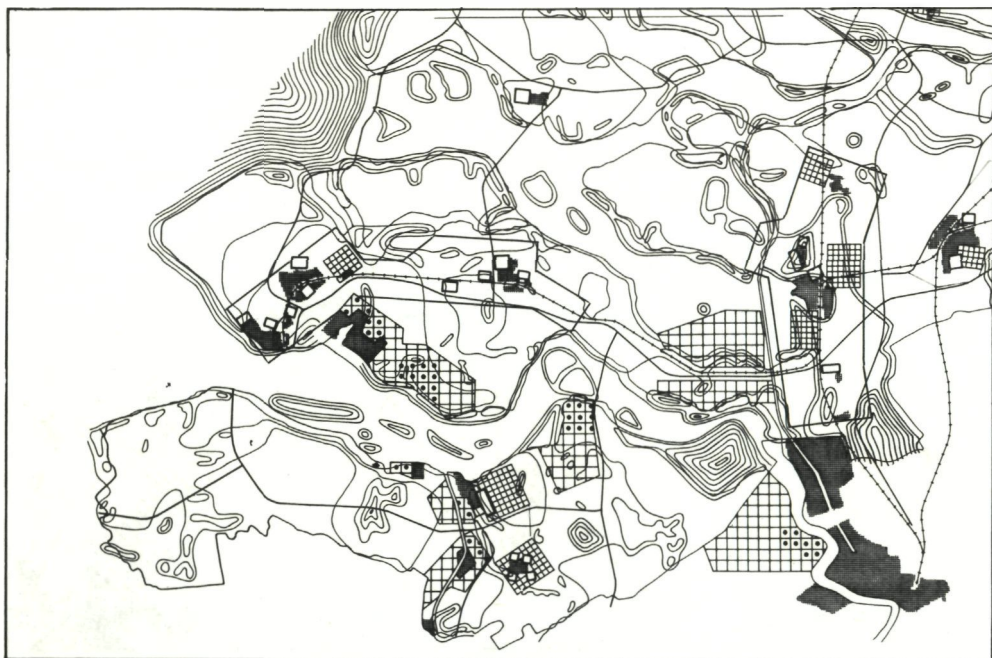


Fig. 3. Ruimtelijke hoofdstructuur

-  globale weergave van de biologische waarden
-  terreinen die voor zeehavenindustrie in aanmerking komen met mogelijke occupatie voor 1980
-  stedelijke zone
-  uitbreiding stedelijk gebied rond 1980
-  uitbreiding stedelijk gebied na 1980 aansluitend aan bestaande kernen
-  nieuw stedelijk gebied na 1980
-  hoofdwegen
-  openbaar railvervoer
-  biologische waarden

Bron: RPC



nota ruimtelijke ordening, 1966). De bijbehorende structuurschets, de zgn. blokjeskaart (fig. 2), laat deze nieuwe zeehavengebieden echter niet zien, wél een grote stad tussen Hoek en Philippine en een enorme infrastructuur: niet minder dan drie verkeers- en twee spoorwegtunnels onder de Westerschelde.

De Zeehavennota gaat nader op deze mogelijkheden in, en er wordt naarstig gezocht naar mogelijke zeehavengebieden langs de Westerschelde-oever, die niet achter de gehate sluizen liggen (Zeehavennota, 1966). Van de vele bestudeerde mogelijkheden blijven uiteindelijk Ossenissee en Baalhoek in het beeld.

Het is overigens duidelijk, dat in die jaren, die nog slechts zo kort achter ons liggen, nog niet voldoende werd onderkend dat een succesvol ruimtelijk beleid slechts kan worden gevoerd als er een adequaat instrumentarium voor de uitvoering van het beleid aanwezig is. De middelen (zoals aanleg van infrastructuurwerken en subsidiëring van nieuwe vestigingen) waren blijkbaar niet voldoende om ook werkelijk een grootscheepse ontwikkeling van de grond te krijgen.

De nota 'De ontwikkeling van Zuidwest-Nederland' geeft dan ook al een zekere kentering te zien (Rijksplanologische Commissie, 1971). Nog staat de zeehavenontwikkeling voorop, maar de beperkingen van de situatie, vooral in verband met de arbeidsmarkt, worden nu duidelijk gesignaleerd (fig. 3). Het kaartbeeld, dat nu ontstaat, is als het ware een negatief van de blokjeskaart: de verstedelijking is naar de oostzijde van het kanaal verschoven, de enorme infrastructuur is verdwenen, maar ten aanzien van de havenontwikkeling is een duidelijke keuze gemaakt (Ossenissee). Belangrijk is dat de belangrijke natuurlijke potenties nu duidelijk gesignaleerd worden en dat het Land van Saaftinge uitdrukkelijk wordt genoemd als te handhaven natuurgebied.

Ook het provinciaal bestuur van Zeeland is na het optimisme van het groene boek (Overlegorgaan Zeehavenontwikkeling Z.W.-Nederland, 1968) geëvalueerd naar een rustiger ontwikkeling in de Ontwikkelingsschets Zeeland 1971 (Ontwikkelingsschets Zeeland, 1971).

De kentering in de gedachten blijft intussen doorgaan: in Nederland komt het Rapport van de Club van Rome zwaar aan (Meadows, 1972). In de zojuist verschenen Oriënteringsnota krijgen de zorg

voor het milieu en een zorgvuldig gebruik van grondstoffen, energie en bodem grote aandacht (Oriënteringsnota ruimtelijke ordening, 1974). Een concrete uitwerking van de gegeven visie bevat deze Oriënteringsnota nog niet; de consequenties voor Zeeuwsch-Vlaanderen laten zich momenteel nog slechts tussen de regels door lezen.

Het is in deze situatie wel begrijpelijk, dat de provincie Zeeland nog niet tot een streekplan voor Oost-Zeeuwsch-Vlaanderen is gekomen. Bij het provinciaal bestuur leven terecht grote bezwaren tegen het Ossenis-plan. Een havenontwikkeling bij Baalhoek (binnendijks) stuit echter op grote weerstand bij het Rijk.

Een periode van bezinning lijkt aangebroken, maar de daarvoor noodzakelijke rust is nog niet aanwezig. Vanuit België dringen steeds meer onrustwekkende berichten door. De onderhandelingen over het Baalhoekkanaal en de verruiming van het Nauw van Bath zijn al enige jaren aan de gang, de industrialisatie rukt bij Antwerpen en Gent op tot vlak tegen de grens, geregeld duiken nieuwe plannen voor nog grotere en ambitieuzere werken op. Toch zullen we trachten een voorlopige balans op te maken.

Eerst moeten we evenwel nog een andere ontwikkeling van de laatste jaren signaleren, die ook zijn stempel op Zeeuwsch-Vlaanderen heeft gedrukt, en wel de recreatie. Vooral aan de zee kust is deze van ingrijpende betekenis voor het landschap. De invloed strekt zich ook reeds zeer ver naar het binnenland uit. De tweede woning wordt voor Zeeuwsch-Vlaanderen het karakteristieke element. Daarnaast zijn waterrecreatie, sportvisserij en het genieten van de landelijke rust, hoewel niet verwaarloosbaar, voorshands van minder gevaar voor het milieu. Ook op het vlak van de recreatie lijkt bezinning langzamerhand geboden.

#### Zeeuwsch-Vlaanderen in de ruimte

Uit het voorafgaande blijkt, dat bij de ontwikkeling van de plannen voor Zeeuwsch-Vlaanderen de ligging aan de Westerschelde een overheersende rol heeft gespeeld. Daardoor is het gebied in het bijzonder in de belangstelling gekomen om de overloop op te vangen van het Rotterdamse havengebied. Van België uit gezien is

Zeeuwsch-Vlaanderen vooral als een concurrent beschouwd, wat steeds geleid heeft tot een zekere voorzichtigheid in de onderhandelingen van die zijde. Intussen is de feitelijke ontwikkeling nog steeds bescheiden. Ondanks de verbetering van het Kanaal van Terneuzen en de snelle groei van deze stad is er sinds de totstandkoming van de nieuwe sluizen in feite weinig gebeurd.

Hoe staat het nu met de taakstelling van Zeeuwsch-Vlaanderen vanuit het Nederlandse nationale beleid? Ook in de Nederlandse zeehavenontwikkeling is, na de stormachtige groei van Rotterdam, een kentering gekomen. Grote plannen staan daar niet meer op stapel en men is zelfs bezig om een andere oplossing te zoeken voor de geprojecteerde Rijnpoorthaven. Ook in het Noordzeekanaalgebied is een groot overschot aan haventerreinen en voor de onlangs geopende Eemshaven bij Delfzijl heeft zich nog geen enkele gegaagde gemeld. Alleen het Sloegebied heeft enkele grote bedrijven kunnen aantrekken.

Een en ander is niet zozeer het gevolg van een achteruitgaande economie of een verslechterde concurrentiepositie, maar vooral ook van een heroriëntering van de Nederlandse economie, die momenteel leidt tot minder belangstelling voor de zware zeehaven-industrieën, en zeker ook van een verhoogd milieubesef. Daar komt bij, dat de noodzaak van bevolkingsspreiding uit de Randstad naar de overige delen van Nederland momenteel ook minder gevoeld wordt dan enkele jaren geleden. Dat betekent, dat uit nationaal gezichtspunt de noodzaak van een snelle ontwikkeling van Zeeuwsch-Vlaanderen veel minder sterk is geworden.

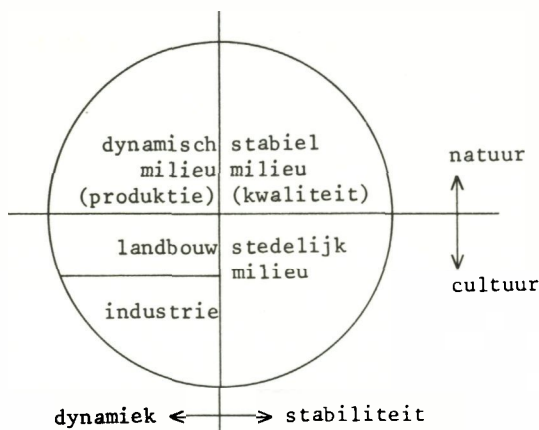
Ook Zeeland zelf maakt een periode van bezinning door en na de luid toegejuichte start van de industrialisatie is men nu tot een voorzichtiger en genuanceerder beleid gekomen. Daarbij tracht men uiteraard wel te komen tot een evenwichtige verhouding tussen de verschillende delen van de provincie.

Dit alles leidt ertoe, dat men het ontwikkelingstempo van Zeeuwsch-Vlaanderen teruggebracht ziet tot bescheidener proporties, waarbij vooral het welzijn van de eigen autochtone bevolking, uiteraard met een redelijk welvaartspeil, voorop staat. Dit heeft ook zijn terugslag op de havenplannen. Zoals gezegd stuiten zowel het Ossenisplan als het Baalhoekplan op grote bezwaren; de Nederlandse regering heeft zich uitdrukkelijk uit-

gesproken tegen industrialisatie langs de Nederlandse oevers van het Baalhoekkanaal. Dit brengt de aandacht terug naar het Kanaal van Terneuzen en onlangs is een werkgroep opgericht om de al jarenlang sluimerende ontwikkeling van de Axelse Vlake weer eens te bezien.

Met deze bescheidener opstelling is het mogelijk om het oog weer eens te richten op de kwaliteiten van Zeeuwsch-Vlaanderen. Als wij deze willen handhaven, zullen wij onszelf weer grenzen moeten stellen.

In dit verband is het wellicht goed om de waarde van isolatie nog eens te benadrukken. Als het de bedoeling is om verschillende milieus naast elkander te laten voortbestaan, om zodoende tot een rijkere schakering en een hogere kwaliteit te komen, dan is het noodzakelijk om de invloedssfeer van de meest dynamische milieus te beperken; zij zullen namelijk steeds de neiging hebben om te overheersen. Dit leidt, voortbouwend op de gedachten van Odum (Odum, 1969), tot een planning in compartimenten, waarbij onderscheid wordt gemaakt enerzijds tussen meer dynamische en meer stabiele milieus (overeenkomend met convergente en divergente grenzen), anderzijds tussen gebieden met grote en met kleine menselijke activiteit.



In de situatie van Zeeuwsch-Vlaanderen ligt de hoofddeling van een dergelijke compartimentering voor de hand. In hoofdlijnen is de structuur oost-west gericht: de stroken van Wester-

schelde, jonge polders, zandgebied en de verstedelijkte strook Antwerpen-Gent-Brugge als zuidelijke afsluiting. Het is duidelijk dat hier ook het gebied ten zuiden van de grens in de beschouwingen moet worden betrokken. Juist van Belgische zijde moet aan het contrast tussen deze stedenrij met zijn industrie en de kwaliteiten van het landelijke gebied ten noorden daarvan grote waarde worden gehecht. Dit is ook een Belgische verantwoordelijkheid, want het gebied van hoge kwaliteiten omvat ook grote delen Belgisch gebied: de Moervaartdepressie, het krekengebied van het Meetjesland en het polderland van Damme.

Deze oost-west-structuur wordt gescandeerd door één duidelijke noord-zuidlijn: het Kanaal van Terneuzen. Hier is plaats voor de bescheidener ontwikkeling, die wij hierboven hebben geschetst. Daarbij moet waarschijnlijk niet in de eerste plaats gerekend worden op zware industrie, maar op lichtere bedrijven en overslagactiviteiten. Deze strook wordt aan de westzijde logisch begrensd door de Braakman, aan de oostzijde biedt de strook Terneuzen-Axel plaats voor een gevarieerde verstedelijking van goede kwaliteit. Het land is juist gevarieerd genoeg om gebruik te kunnen maken van goede landschappelijke elementen als krek en binnendijken. Dit betekent overigens wel, dat waarschijnlijk enige offers zullen moeten worden gebracht ten aanzien van de daar aanwezige natuurgebieden. Aan de oostzijde van dit stedelijk gebied verdienen vooral het Groot Eiland en de Hengstdijkse Putting bescherming. Hier moeten de grenzen duidelijk gesteld worden.

De stad Hulst heeft zijn eigen bescheiden, maar voorspoedige ontwikkeling en vormt nog een harmonisch geheel met het omringende landschap.

Grote gevaren bedreigen echter het Land van Saaftinge. De zeldzaamheid en kwaliteit van dit gebied hoeven hier niet nog eens uiteengezet te worden. Het Baalhoekkanaal is wellicht nog de minste van de aantastingen; dit kanaal kan, mits goed uitgevoerd (binnendijks tracé), wellicht de isolatie in westelijke richting nog bevorderen. Misschien zijn dan zelfs de schilderachtige Saaftingehaventjes te handhaven, die anders toch in de dijkverhoging zouden verdwijnen. De uitvoering van een dergelijk groot werk zal echter een jarenlange verstoring met zich meebrengen.



Ernstiger is evenwel de voorgestelde verruiming van het Nauw van Bath, die juist het rijkste en meest gevarieerde deel van het Land van Saaftinge zou aantasten.

En vooral moet niet worden vergeten de invloed van de nabije industrie van het Antwerpse havengebied, die snel verder oprukt. Een groenstrook van enkele honderden meters breedte is hier geen afdoende bescherming.

Ten slotte vraagt West-Zeeuwsch-Vlaanderen nog de aandacht. Hier doen zich twee belangrijke conflictpunten voor: de recreatie en de landbouw.

De recreatie-ontwikkeling langs de kust is bijzonder stormachtig gegaan en breidt zich nog steeds als een ongenueanceerde olie-vlek uit. Maar juist omdat ook hier belangrijke natuurlijke kwaliteiten aanwezig zijn, is een betere structurering noodzakelijk. De aandacht dient hierbij vooral gericht te worden op het Zwin en de Zwarte Polder. In het bijzonder laatstgenoemd gebied wordt door de snelle groei van de zomerhuisjes- en kampeerterreinen ernstig bedreigd. Weliswaar is het gebied zelf beschermd, maar de verstoring van de directe omgeving heeft al ernstige vormen aangenomen. Het zal van groot belang zijn om hier duidelijke grenzen te stellen aan de ontwikkeling van de recreatievoorzieningen. De nadruk kan daarbij vallen op Cadzand en de strook Groede-Breskens, waarbij het tussengelegen gebied bescherming en rust behoeft.

In het achterland doet zich een probleem voor, dat kenmerkend is voor alle grote landbouwgebieden. Hier bevindt zich nl. een aantal kleine natuurgebieden van belangrijke waarde verspreid over een gebied met grootschalige landbouw. Nu is het bekend dat de moderne landbouwmethoden een bedreiging vormen voor de zeer gevarieerde natuurlijke milieus. Dit is logisch, want het dynamische produktieve milieu heeft altijd de neiging de differentiatie te verkleinen. Dit conflict is niet op te lossen alleen door het beschermd verklaren van deze natuurgebiedjes; daarvoor zijn de randeffecten te groot. Compromis-oplossingen zullen nooit tot kwaliteitsverbetering leiden.

Juist in de gebieden waar landbouw en belangrijke natuurlijke kwaliteiten naast elkaar voorkomen - en dat zijn er vele in Ne-



derland en België - zal een verder doorgevoerde compartimentering noodzakelijk zijn. Daarbij zal een ander type landbouwbedrijf moeten ontstaan, naast de huidige die zich op de produktie richten. Dat andere bedrijf zal als eerste taak moeten krijgen het beheer van het landschap, waarbij een bescheiden produktie van kwaliteitsprodukten overigens wel mogelijk is. Dit is een vak apart. Op het ogenblik ontbreekt zowel een opleiding voor deze milieubeheerders, als de economische basis voor deze bedrijven.

## Slot

In deze tijd van herbezinning hebben wij een poging gedaan om een nieuwe toekomst voor Zeeuwsch-Vlaanderen te schetsen. Een toekomst, waarbij de isolatie - hoezeer deze ook nog verfoeid wordt - in kwalitatief gunstige richting wordt gebruikt: de richting van stabiliteit en differentiatie.

De energiecrisis, waarvan wij zojuist nog maar de eerste symptomen hebben beleefd, zal ons wellicht in deze richting verder helpen. Eén van de belangrijkste methoden om tot een zuiniger energieverbruik te komen is verkorting van de transportlijnen. Dit leidt in de richting van een meer autarkische maatschappij, waarbij de geringe hoeveelheid toegevoegde dynamiek juist kwaliteitsverbeterend kan werken.

Zeeuwsch-Vlaanderen telt vele kleine gehuchten en buurtschappen. Eén daarvan heet Goedleven; dit plaatsje ligt precies op de landsgrens. Wij kunnen hier als conclusie zeggen: waar grenzen aanwezig zijn en gerespecteerd worden, is het leven goed.

## Literatuur

Rijksplanologische Dienst, 1972. Jaarverslag, p. 203-204.

Tweede nota over de ruimtelijke ordening in Nederland, 1966.

's-Gravenhage.

Zeehavennota; het zeehavenbeleid van de Rijksoverheid, 1966.

's-Gravenhage.

Rijksplanologische Commissie, 1971. De ontwikkeling van Zuid-west-Nederland. 's-Gravenhage.

Overlegorgaan Zeehavenontwikkeling Zuid-West-Nederland, 1968.  
 Verkenning van enkele aspecten van de ontwikkelingsmogelijk-  
 heden voor zeehavens in het Deltagebied. Middelburg.  
 Ontwikkelingsschets Provincie Zeeland, 1971. Middelburg.  
 Meadows, D., 1972. Rapport van de Club van Rome. Utrecht.  
 Oriënteringsnota ruimtelijke ordening, 1974. (Derde nota over de  
 ruimtelijke ordening in Nederland, deel 1). 's-Gravenhage.  
 Odum, E.P., 1969. The strategy of ecosystem development. Science  
 164:262-270.  
 Streekplan West Zeeuwsch-Vlaanderen, 1969. Middelburg.  
 De kleuren van Zuid-West-Nederland, 1972. Amsterdam.

## Problemen rond de ruimtelijke ordening van Noordwest België

M. Anselin - Seminarie voor Survey en Ruimtelijke Planning,  
Rijksuniversiteit, Gent

1. De ruimtelijke ordening van Noordwest-België is niet los te denken uit een *ruimere kontekst*:

- De Westerschelde-flank van de Delta;
- het zeefront van Noordwest-Europa.

Voldoende studies hebben aangetoond dat het hele gebied aan beide zijden van de grens

- dezelfde locatievoorwaarden vertoont voor een aantal economische functies;
- dezelfde groeitendenzen biedt.

Het is dan ook wenselijk dat hier een evenwichtige evolutie plaatsvindt binnen een geïntegreerde aanpak. Op deze schaal is de Nederlands-Belgische grens nog slechts een middeleeuwse tolbarrière.

2. Maar *binnen België* wordt de ruimtelijke uitbouw van N.W.België, d.i. West- en Oost-Vlaanderen en Antwerpen, sterk beïnvloed door zowel intern-Vlaamse tegenstellingen en gebreken als algemeen Belgische beleidsbeslissingen.

In Vlaanderen worden de problemen aangesneden, opgesplitst, d.w.z. los van elkaar. De planning en de beslissing terzake infrastructuur (zoals o.m. havens, wegen), industrieterreinen, groenzoning, worden binnen micro-regio's, dus zeer separaat, benaderd.

Deze zeer lokale afweging leidt tot:

- a. een *maximalisatie* van grondbestemming voor infrastructuur, industrie, woningbouw.
- b. vooral ook tot frequente *milieu-conflicten* over de grenzen heen van de micro-regio's.
- c. uiteindelijk *ontbreekt* een *geïntegreerde* nationale (of Vlaams-gewestelijke) integratie.

Een dergelijke micro-benadering biedt heel wat stof voor discussies tussen de Vlaamse en de Waalse volksgemeenschappen, aange-

zien een aantal (voor de hele natie) belangrijke beslissingen plaatselijk worden genomen, inplaats van genationaliseerd of geëuropeaniseerd. Deze verkeerde appreciatie van het ruimtelijk effect van sommige overheidsinterventies maakt Vlaams-Waalse chantage mogelijk zoals o.m. de compensatie-miljarden voor Wallonië ter gelegenheid van de uitbouw van Zeebrugge.

Deze ontwikkeling van Zeebrugge vormt trouwens een uitmuntend voorbeeld van een gelokaliseerde mikrobenadering. Het principe van de zeesluis dateert in feite reeds van 1945, maar het werd, nadat een beslissing tot al of niet realiseren 25 jaar lang uitgebleven was, in 1970 geaktualiseerd. Besloten werd een sluis te bouwen met een capaciteit van 125.000 ton, een beslissing die rechtstreeks het gevolg was van de steeds toenemende tonnemaat van de zeeschepen.

Ondertussen kon men echter niet steunen op de noodzakelijke waterbouwkundige proeven, noch had men enig serieus idee over de verbinding van de nieuwe haven met haar achterland. Wel dacht men daarbij vaag aan een versmelting van het Leopoldkanaal en de afleidingsvaart van de Leie, welke vrijwel parallel lopen van Zeebrugge tot ergens in de polders ten noorden van Maldegem. Misschien konden deze verenigde kanalen wel omgevormd worden tot een zeekanaal naar Zelzate, ofwel het afleidingskanaal van de Lei zuidwaarts volgend, naar Gent, en wie weet, via een doorsteek door het Waasland, zelfs naar Antwerpen.

Ondertussen had men echter, als gevolg van een soortgelijke geregionaliseerde, lokale beslissing, de werken aangevat ter vergroting van de Brugse Vaart, welke waterweg Gent verbindt met Brugge en in wezen teruggaat op een reeds in de late Middeleeuwen gegraven kanaal met uiteraard zeer geringe capaciteit. Na uitvoering van ongeveer drie kwart van deze werken echter stond men voor Brugge en meteen voor een nieuw konflikt. Het bleek immers onmogelijk de Brugse agglomeratie te passeren, noch langs het noorden, noch langs het zuiden (en uiteraard evenmin dwars door de stad) omdat inmiddels uitgebreide nieuwbouw en tal van infra-structuren enorme onteigeningskosten zouden meebrengen, zonder dan nog te spreken van de milieuverstoringen die het graven van een modern of althans gemoderniseerd kanaal in de gedifferentieerde Brugse omgeving zou teweeg brengen.

Dit alles betekent niet, dat met het ongekoördineerde avontuur van de Brugse Vaart en van het afleidingskanaal van de Leie alles zou gezegd zijn over de verdere waterbouwkundige aspiraties van de Gentse haven. Na de verbreding van het oude kanaal naar Terneuzen, de bouw van een nieuwe Zeesluis aldaar inbegrepen, wil men de ganse zaak nogmaals doubleren en een ander uitgebreid zee-kanaal annex sluis voor schepen van 125.000 ton, opnieuw naar de Westerschelde toe traceren.

Afgezien van het feit, dat het de bedoeling is een zeekanaal te graven, dat de zee wel degelijk in het westen ligt en dus de vraag acuut blijft waarom Gent uit alle macht zijn kanalen naar het noorden, dus naar de Westerschelde en niet rechtstreeks naar de zee toe wil aanleggen, blijft dit nieuwe kanaal ook om andere redenen een zeer dubieus project.

In de eerste plaats moet het een vrij bochtig tracé volgen, vermits het huidige, pas gemoderniseerde kanaal vrijwel lijnrecht naar Terneuzen gaat, waarbij het nieuwe kanaal dan het oude éénmaal of zelfs tweemaal zou moeten snijden. In de tweede plaats, en dit is nog veel belangrijker, zou hierbij nogmaals een belangrijk deel van de voor landbouwgrond, rekreatieruimte en natuurgebied bestemde terreinen hetzij opgeofferd worden aan het kanaal zelf en zijn bijbehorende industrieterreinen, hetzij ongenietbaar worden door de onmiddellijke nabijheid van deze industrie. Op deze manier kunnen het Provinciale Domein van Wachtebeke en het krekengebied van Assenede wel afgeschreven worden. Bovendien zouden twee belangrijke bevolkingskernen, Zelzate en Sas van Gent in wezen van hun omgeving afgegrensd worden en op een soort 'industrie-eiland' terechtkomen.

Blijft nog het Moervaartkanaal, dat ongeveer halfweg Gent-Zelzate in het kanaal Gent-Terneuzen uitmondt en dat, afgezien van een verwaarloosbare verbinding met de oude Moervaart en het kanaal van Stekene, in oostelijke richting nergens naartoe leidt.

Althans voorlopig niet, want ook hiervan is een typisch regionaal, gelokaliseerd plan op papier gezet, zonder enige konsideratie voor het natuurlijk milieu en zonder rekening te houden met de reële noden en behoeften van de aangrenzende regio's.

Met het oog op de verbinding van de havens van Antwerpen en van Gent, wil men hier dit kanaal de functie van duwvaartweg

door het Waasland aangeven. Wordt dit plan gepresenteerd als 'verkorting' van de vaarweg tussen beide havens, korter dan de natuurlijke loop van de Schelde van Gent naar Antwerpen via Denendermonde, dan is het toch wel overduidelijk dat dit nieuwe duwvaartkanaal geen wezenlijke vaarwegverkorting inhoudt, vermits men vanuit Gent eerst een ganse ruk noordwaarts zou moeten varen, vervolgens dwars door het Waasland in Zuidoostelijke richting om de Schelde te bereiken te Temse (!), en tenslotte weer noord-oostwaarts - en via de klassieke Scheldeb bedding - Antwerpen te bereiken.

Tenslotte, als klap op de vuurpijl en om de rampzalige gevolgen van kortzichtige, lokale besluitvorming te illustreren, kan men even het dispuut om het geplande duwvaartkanaal Oelegem-Zandvliet onder de loep nemen. Ook hier blijkt een schrijnend tekort aan overall-planning. Vertrokken vanuit Luik met de verbreding en aanpassing voor de duwvaart van het Albertkanaal, ziet men zich, te Oelegem gekomen, als het ware plotseling gekonfronteerd met welhaast niet te nemen hindernissen i.v.m. onteigeningen van particuliere eigendommen, industriële complexen enz. Geen wonder, dat het geschikt maken voor duwvaart, alweer zonder het noodzakelijke waterbouwkundig onderzoek, van het nauwelijks tien meter brede, oude anti-tankkanaal door de Voorkempen (zogenaamd het enige alternatief) aldaar veelvuldige milieuverstoringen teweegbrengt.

Neemt men al deze losse, in de verste verte niet op elkaar afgestemde projecten bij elkaar, dan kan het geen verwondering wekken dat er in de Belgische waterwegenpolitiek, en in het bijzonder in deze van het Vlaamse land, niet de minste geïntegreerde structuur voorkomt, en dit alles, terwijl een blik op de kaart voldoende is om te begrijpen dat het met deze ganse waterwegenstructuur in feite om één as gaat, vanaf Zeebrugge over Zelzate/Gent naar Antwerpen en verder naar Limburg, Luik en het Waalse industriegebied.

Dit, terwijl in wezen het gehele havenbeleid beslissend is voor de ruimtelijke structuur van gans Vlaanderen, want bepalend voor de situering van industrieterreinen, van woonzones en recreatieruimten, evenzeer voor het behoud van natuurgebieden!



### 3. De natuurlijke roeping van N.W.-België steunt op:

- fysisch-geografische determinanten;
- economische determinanten.

De ligging van N.W.-België aan de Westerschelde, aan het Zuiden van de Noordzee, geeft de natuurlijke roeping van dit gebied aan: een haven- en industriële functie niet alleen voor Vlaanderen, voor België maar voor Noordwest-Europa. De toetreding van het Verenigd Koninkrijk tot de EEG, de bouw van de kanaaltunnel, de structurele verandering van de energievoorziening van N.W.-Europa, dit alles maakt dat Vlaanderen, Noord-Frankrijk, Zuidwest-Nederland en het Zuidwesten van het Verenigd Koninkrijk, het *brandpunt* aan het worden zijn van de economie van West-Europa.

De woon- en recreatiefunctie volgt uiteraard op de voet, wegens de sterke bevolkingsontwikkeling, gevolg van werkgelegenheid. Een dergelijke situatie biedt echter tegelijkertijd voordelen, plichten, nadelen, gevaren.

Het zou verkeerd zijn zich tegen deze natuurlijke roeping te verzetten: wel moeten eventuele negatieve effecten voorkomen worden. Men mag zich hierin niet blind staren op instellingen, structuren. Het zijn de reële maatregelen, en de strikte naleving en uitvoering ervan die bepalend zijn.

De politieke benadering legt maar al te dikwijls de nadruk op de erg formele aspecten: een echte *beleidsmatige benadering* beoogt daarentegen het *effect*.

De *verdichting* van diverse activiteiten in de Delta in 't algemeen, en in N.W.-België in 't bijzonder is onvermijdelijk. Maar zij moet worden *georganiseerd op grond van aanvaardbare, rationele, ecologisch verantwoorde premissen*!

### 4. Regelmatig wordt deze roeping echter verloochend door:

- beleidsopties gebaseerd op géén of op voorbijgestreefde situaties;
- wetenschappelijk niet gefundeerde bouwtechnische beslissingen;
- intern Vlaamse naijver tussen de diverse havensteden;
- op eng persoonlijke politieke ambities gerichte keuzen;
- het uitspelen van beslissingen in Vlaanderen tegen Waalse of andere buitenlandse eisen.

5. Uiteindelijk gebeurt wat niet moet, en gebeurt niet wat wel zou moeten!

6. Voor wanneer een geïntegreerde Benelux-aanpak van het hele Westerscheldegebied?

Deze vraag is relevant. Inderdaad. Sedert het Benelux-Protocol van Den Haag in 1947 is op dit ogenblik van een gemeenschappelijke geïntegreerde planning over de grens heen nog weinig of niets te zien geweest!

Tussen Antwerpen - Noord-Brabant - Nederland en Belgisch Limburg is op vrijwillige basis, buiten de centrale instanties om, een integratie van de planologische visie ontwikkeld.

Dit zgn. Benelux-middengebied heeft echter nog geen officiële erkenning ontvangen noch van de respectievelijke centrale regeringen in Den Haag en in Brussel, noch van de Benelux-organisatie.

Wat betreft het Westerschelde-Vlaams gebied is men zelfs nog niet zo ver: elke gemeenschappelijke schets ontbreekt. De centra-

De centralistische benadering bestendigt zich overal: waar ook aan de grenzen zich praktische problemen stellen, geschiedt het grensoverschrijdend overleg door dezelfde centrale ambtenaren, doorgaans over het hoofd heen van plaatselijke en gewestelijke instanties, groepen, besturen.

Het is dringend nodig dat voor Vlaanderen een *geïntegreerde* planologische visie wordt geconstrueerd, over de bekende 25 gewestplannen heen. De integratie dient te gebeuren op twee vlakken:

- intern - binnen Vlaanderen,
- extern - t.a.v. Zuidwest-Nederland en t.a.v. Noord-Frankrijk.

Dan zullen niet alleen de conflictsituaties vermeden worden tussen de micro-regio's, maar wordt ook een *harmonieuze, ecologisch verantwoorde bodembezettingsstructuur* mogelijk.

ISBN 90 220 0526 7