

BAKUNSTAS 06

22

5140

[6]

# Natuurlijke levensgemeenschappen van de Nederlandse binnenwateren deel 6, Sloten



791 F 19

22/5140(f)

lex

# Natuurlijke levensgemeenschappen van de Nederlandse binnenwateren deel 6, Sloten

Achtergronddocument bij het 'Handboek  
Natuurdoeltypen in Nederland'

Rebi Nijboer

**BIBLIOTHEEK DE HAAFF**  
Droevendaalsesteeg 3a  
Postbus 241  
6700 AE Wageningen



landbouw, natuurbeheer  
en visserij

in opdracht van:  
Expertisecentrum LNV  
Ministerie van Landbouw,  
Natuurbeheer en Visserij

18 MEI 2001

1016133

ALTEERRA

ALTEERRA  
Afdeling Ecologie & Milieu  
Basisteam Zoetwaterecosystemen



# Colofon

## Rapport EC-LNV nr. AS-06 Wageningen 2000

Dit rapport is opgesteld door Alterra in opdracht van het Expertisecentrum LNV van het ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij.

Teksten mogen worden overgenomen mits met bronvermelding.

Deze uitgave kan schriftelijk, telefonisch of per e-mail worden besteld bij het Expertisecentrum LNV onder vermelding van code AS-06 en het aantal exemplaren. De kosten per exemplaar bedragen f. 20,00. Een factuur wordt bijgevoegd.

**Auteur:** Rebi Nijboer

**Projectleiding EC-LNV:** Carla M. Bisseling & Mariken Fellingner

**Ontwerp:** Plano Design, Den Haag

**Opmaak en drukwerk:** Den Haag Offset, Rijswijk

**Productie:** Expertisecentrum LNV  
Bezoekadres: Marijkeweg 24, Wageningen  
Postadres: Postbus 30, 6700 AA Wageningen  
Telefoon: 0317 – 474 801  
Fax: 0317 – 427 561  
E-mail: balie@eclnv.agro.nl

# Inhoudsopgave

<b>Inhoudsopgave</b>	<b>3</b>
<b>Achtergrond en methodiek van het Aquatisch Supplement</b>	<b>5</b>
<b>Voorwoord</b>	<b>17</b>
<b>Samenvattend overzicht</b>	<b>19</b>
<b>1 Ontstaanswijze en morfologie</b>	<b>21</b>
1.1 Inleiding	21
1.2 Ontstaanswijze	22
1.3 Ligging & karakteristieken	22
1.4 Natuurlijkheid	23
<b>2 Landschapsecologische aspecten</b>	<b>25</b>
2.1 Inleiding	25
2.2 Poldersloten	25
2.3 Overgangssloten	26
2.4 Sloten in het rivierengebied	27
2.5 Brakke sloten	27
2.6 Peilbeheer	28
<b>3 Hoofdfactoren</b>	<b>29</b>
3.1 Inleiding	29
3.2 Zoutgehalte	30
3.3 Zuurgraad	31
3.4 Bodemtype	31
3.5 Trofie	32
3.6 Chemische samenstelling	33
3.7 Dimensies	34
3.8 Verlanding	35
3.9 Oevertorm	36
3.10 Typologische indeling op basis van abiotische hoofdfactoren	37

4]

<b>4</b>	<b>Typologie</b>	<b>39</b>
4.1	Opzet	39
4.2	Brakke sloten	39
4.3	(Zwak)zure zandsloten	40
4.4	Zure hoogveensloten	42
4.5	Oligo- tot mesotrofe zandsloten	46
4.6	Mesotrofe veensloten	49
4.7	Eutrofe veensloten	52
4.8	Kleisloten	55
<b>5</b>	<b>Bedreigingen en trends</b>	<b>57</b>
5.1	Inleiding	57
5.2	Peilbeheer/inlaat van gebiedsvreemd water	57
5.3	Externe eutrofiëring	59
5.4	Interne eutrofiëring	59
5.5	Gevolgen van eutrofiëring	61
5.6	Verlanding/beheer	64
5.7	Kunstmatige structuren	64
5.8	Betreding	64
<b>6</b>	<b>Herstel mogelijkheden</b>	<b>65</b>
6.1	Inleiding	65
6.2	Schoning/overdimensionering	65
6.3	Hydrologie/peilbeheer	67
6.4	Eutrofiëring	69
6.5	Inrichting/morfologie	70
6.6	Verzoeting/verbrakking	71
	<b>Literatuur</b>	<b>73</b>
	Bijlage 1: Leden van de Begeleidingscommissie	77
	Bijlage 2: Deelnemers expert-workshop	78



# Algemene toelichting op het project “Aquatisch supplement”

## 1 Aanleiding voor het project “Aquatisch Supplement”

Voor de kwalitatieve invulling van de EHS is in 1995 een stelsel van natuurdoeltypen beschreven in het Handboek Natuurdoeltypen. De natte natuur is hierin globaal uitgewerkt. Dit terwijl een groot deel van de EHS uit water bestaat en de gevarieerdheid in watertypen in Nederland zeer groot is. Ervaring met het gebruik van het Handboek heeft geleerd dat de praktijk vraagt om verder uitgewerkte natuurdoeltypen voor de waternatuur. Dit is aanleiding geweest voor een project “Aquatisch Supplement”. Het project heeft geresulteerd in een serie achtergronddocumenten (supplement) bij het (herziene) Handboek Natuurdoeltypen. De watertypen die in de achtergrond-documenten worden beschreven, vormen de bouwstenen voor de aquatische natuurdoeltypen voor het nieuwe Handboek (zie ook paragraaf 4 van deze algemene toelichting).

[5

## 2 Status en ambitieniveau van de achtergronddocumenten

Elk watertype, zoals beschreven in hoofdstuk 4, is een beschrijving van een levensgemeenschap in termen van abiotiek en biotiek. De beschrijving van de biotiek is beperkt tot macrofyten (water- en oeverplanten), macrofauna (met het blote oog waarneembare ongewervelde dieren, meestal tussen de 1 mm en enkele cm groot) en vissen. De abiotische beschrijvingen zijn niet normatief maar richtinggevend voor de milieu-omstandigheden waaronder het type zich optimaal ontwikkeld.

Elk watertype beschrijft in principe de natuurlijke ecologische situatie van (een deel van) een watersysteem. De beschrijving fungeert daarmee als referentie voor zo'n watersysteem. Van veel wateren ontbreekt echter informatie over de natuurlijke situatie of de watersystemen zijn van oorsprong kunstmatig zodat een natuurlijke referentie niet bestaat. Daarom is het beter om te spreken van een ecologisch optimale situatie: een situatie waarin zo weinig mogelijk beïnvloeding van de mens aanwezig is en de soortensamenstelling een afspiegeling is van een gezonde leefomgeving. Deze situatie geeft mogelijkheden voor de ontwikkeling van zeldzame en kenmerkende soorten voor bepaalde milieu-omstandigheden en voor de ontwikkeling van doelsoorten die daar thuishoren.

Dit betekent dat de beschrijvingen in de achtergronddocumenten geen weergave zijn van de alledaagse veldsituatie. In veel gevallen zullen de

huidige omstandigheden (nog) niet voldoen aan de ideale omstandigheden. Een watertype geeft richting aan een streefbeeld voor deze veldsituatie. Tevens is aangegeven welk beheer en inrichting nodig is om dit streefbeeld te bereiken. In het algemeen geldt dat de mogelijkheden voor ontwikkeling van dit streefbeeld in gebieden met een natuurfunctie (EHS) het grootst zijn.

De watertypen in de achtergronddocumenten hebben geen beleidsmatige status maar zijn een belangrijk instrument in de doorwerking van het landelijke natuurbeleid in de regionale planvorming. De beschrijvingen geven houvast bij de vertaling van natuurdoelen in een adequaat milieu-, waterbeleid en -beheer. Voor veel typen geldt dat dit beleid en beheer maatwerk is op regionale schaal. Een gedetailleerde invulling van watertypen op regionale schaal geeft dus extra houvast voor een effectieve doorwerking van het natuurbeleid. Door een directe relatie tussen watertypen en natuurdoeltypen zijn de resultaten op regionale schaal vertaalbaar naar het nationale natuurbeleid.

6]

### 3 Uitwerking in achtergronddocumenten

Levensgemeenschappen vormen de basis voor het onderscheiden van watertypen. Een levensgemeenschap is een complex geheel van verschillende soorten en soortgroepen met diverse onderlinge interacties. Het beschrijven van een levensgemeenschap in een abstracte typologie is altijd een versimpelde afspiegeling van de werkelijkheid. Een beschrijving van een type is daarom een richtinggevend beeld van wat er in het veld aangetroffen zou kunnen worden onder bepaalde omstandigheden. Om praktische redenen is als eerste ingang tot de informatie een verdeling gemaakt van wateren in hoofdwatertypen.

Er zijn 13 hoofdwatertypen onderscheiden die door RIZA en Alterra verder zijn uitgewerkt ieder in een apart achtergronddocument:

- deel 1 Bronnen (Alterra)
- deel 2 Beken (Alterra)
- deel 3 Wateren in het rivierengebied (RIZA en Alterra)
- deel 4 Brakke binnenwateren (Alterra)
- deel 5 Poelen (Alterra)
- deel 6 Sloten (Alterra)
- deel 7 Laagveenwateren (Alterra)
- deel 8 Wingaten (Alterra)
- deel 9 Rijksmeren (RIZA)
- deel 10 Regionale kanalen (Alterra)
- deel 11 Rijkskanalen (RIZA)
- deel 12 Zoete duinwateren (Alterra)
- deel 13 Vennen (Alterra)



Elk hoofdwatertype is uitgewerkt in een typologie die in de achtergrond-documenten beschreven zijn. Het "aquatisch supplement" bestaat in totaal dus uit 13 boekjes.

De typologie van de regionale wateren is gebaseerd op de 'gemeenschapsbenadering'. Dit betekent dat per hoofdwatertype verschillen in levensgemeenschappen leiden tot het onderscheiden van watertypen. De hoofdfactoren die ten grondslag liggen aan deze verschillen in gemeenschappen staan in hoofdstuk 3 ("Hoofdfactoren"). Als basisgegevens voor de uitwerking van de typologie is literatuur en expert judgement gebruikt. Dit betekent dat de uitgewerkte typologieën gebaseerd zijn op bestaande typologieën en aanverwante informatie en niet op nieuwe ruwe gegevens uit het veld. Voor een aantal hoofdwatertypen is gewerkt met weinig materiaal (poelen, kanalen, wingaten). Voor andere was veel meer informatie beschikbaar (sloten en beken). De overige watertypen zaten daar tussen in. Voor de uitwerking van de rijkswateren (rivieren, rijkskanalen en rijksmeren) is het ecotopenstelsel van Rijkswaterstaat de belangrijkste basis.

[7

De typologie staat in hoofdstuk 4. Elk type is beschreven in termen van:

- Processen: processen die bepalend zijn voor het voorkomen van het bepaalde type
- Ecologische typering: een karakterisering van de levensgemeenschappen van de vegetatie, de macrofauna en de vissen.
- Indicatoren: de belangrijkste kenmerkende soorten macrofyten, macrofauna en vissen.
- Doelsoorten: Deze zijn in de boekjes over de regionale watertypen alleen opgenomen voor de macrofauna, m.u.v. de libellen. De libellen zijn in het Handboek Natuurdoeltypen (1995) al als doelsoort benoemd. Daarbij gaat het om het volwassen stadium. De larven (watertypen) zijn daarbij niet betrokken. De verantwoording voor de keuze van de macrofauna - doelsoorten wordt apart gerapporteerd (Verdonschot, in prep.).
- Abiotische toestandsvariabelen: richtinggevende waarden voor de meest essentiële fysische en chemische parameters, zoals voedingsstoffen, macro-ionen, waar relevant breedte en diepte.
- Beheer en inrichting: aanwijzingen voor gewenst beheer en inrichting om het betreffende type te realiseren en te onderhouden.

## 4 Van watertype naar natuurdoeltype

De watertypen uit de achtergronddocumenten vormen de basis voor de afbakening van de natuurdoeltypen die opgenomen zijn in het nieuwe Handboek Natuurdoeltypen (Bal et al., in prep.). In totaal zijn er 131 watertypen onderscheiden in de 13 achtergronddocumenten en ca. 25 aquatische



natuurdoeltypen in het handboek. Dit betekent dat er watertypen geaggregeerd zijn tot natuurdoeltypen. Het resultaat van de aggregatie is weergegeven in tabel B. In deze aggregatie zijn de volgende criteria gehanteerd:

- In principe behoort ieder watertype tot slechts één natuurdoeltype.
- De indeling in aquatische natuurdoeltypen in het nieuwe handboek is gebaseerd op ecologische hoofdfactoren: stroming, stroomsnelheid en dimensies en mate van buffering. In onderstaand tabel A is dit aangegeven:

**Tabel A:** Sturende hoofdfactoren als basis voor de aggregatie van de watertypen uit het Aquatisch Supplement naar de natuurdoeltypen uit het Handboek Natuurdoeltypen in Nederland (Bal et al., in prep).

sturende hoofdfactor	estuaria			stromende wateren						
	getijde dynamiek	brak	droog- vallend	stroomsnelheid		dimensie				
				langzaam	snel	bron	zeer klein	klein	matig	groot
natuurdoeltype										
droogvallende bron en beek			*							
permanente bron						*				
langzaam stromende bovenloop				*			*			
langzaam stromende midden- en benedenloop				*				*		
langzaam stromend riviertje				*					*	
snelstromende bovenloop					*		*			
snelstromende midden- en benedenloop					*			*		
snelstromend riviertje					*				*	
snelstromende rivier en nevengeul					*					*
langzaam stromende rivier en nevengeul				*						*
zoet getijdenwater	*									
brak getijdenwater	*	*								

8]

Stilstaande wateren												
sturende hoofdfactor	bescha- duwd	droog- vallend	brak	buffering			dyna- misch	dimensie				geïso- leerd
				zuur	zwak gebuf- ferd	gebuf- ferd		diep klein	diep groot	ondiep klein	ondiep groot	
natuurdoeltype												
brak stilstaand water			*									
bospoel	*											*
gebufferde poel en wiel						*		*		*		*
gebufferde sloot						*				*		
dynamisch rivierbegeleidend water						*	*					
geïsoleerde meander en petgat						*					*	*
meer						*		*			*	
kanaal, vaart, boezemwater						*		*				
ondiep duinwater											*	*
zwak gebufferde sloot					*					*		
zwak gebufferd ven en wingat					*							*
zuur ven				*								*
moeras en droogvallend water		*										

Bij de 'brakke wateren' is de factor brak zo dominant dat de verschillen in dimensies nauwelijks verschillende levensgemeenschappen oplevert. Hetzelfde geldt voor de 'zure wateren' (ven).

- Naast de ecologische hoofdfactoren speelt het beheer een rol. Zo worden vennen en droogvallende oevers van vennen niet apart beschreven aangezien ze voor de waterbeheerder één beheerseenheid vormen.
- In de naamgeving van de typen is de herkenbaarheid zo veel mogelijk terug te vinden, waarbij de naam liefst zo kort mogelijk is gehouden. Op basis van de vorm is de naamgeving afgestemd op in de praktijk gebruikelijke naamgeving van sloot, poel, ven, beek enz.
- Semi-aquatische typen zijn waar mogelijk gecombineerd met semi-terrestrische typen: bijvoorbeeld "periodiek droogvallende wateren (in het rivierengebied)" zijn samengevoegd met "moerassen"; "droogvallende duinwateren" met "natte duinvalleien". Op die manier is de integratie van aquatische en terrestrische typen zo groot mogelijk.



- De ecologische bandbreedte is voor ieder aquatisch natuurdoeltype ongeveer gelijk: gemeenschapstypen met soorten die in eenzelfde milieu voorkomen, zijn geaggregeerd.
- Er is voor gekozen het totaal aantal natuurdoeltypen (aquatisch en terrestrisch, hoofdgroep 1, 2 en 3) beperkt te houden (maximaal 100), wat zijn weerslag heeft op het beschikbare aantal voor de aquatische natuurdoeltypen. Uiteindelijk worden dit er waarschijnlijk ca. 25. De natuurdoeltypen geven globaal de variatie weer op nationaal schaalniveau.

De exacte indeling in natuurdoeltypen en de achterliggende aggregatie staat in het nieuwe Handboek Natuurdoeltypen. Bij het gereedkomen van dit document was de definitieve indeling nog niet bekend.

De natuurdoeltypen in het handboek hebben een beleidsmatige status: ze vormen een kwalitatieve norm voor de invulling van het natuurbeleid in Nederland. Deze kwalitatieve norm geldt in eerste instantie voor de Ecologische Hoofdstructuur en alle systemen die voor natuur optimaal beheerd worden. In kwantitatieve zin stelt het natuurbeleid normen aan (clusters) van natuurdoeltypen via de Rijksstreefbeeldencarta.

10 ]

## 5 Toepassingsmogelijkheden

De belangrijkste toepassing van de watertypen en de natuurdoeltypen ligt op het vlak van doeltoewijzing in de gebiedsgerichte planvorming. Daarnaast kunnen de typen richting geven aan inrichting, beheer en monitoring. De toepassingsmogelijkheden van de natuurdoeltypen worden uitgebreid behandeld in het nieuwe Handboek Natuurdoeltypen. Toepassingsmogelijkheden voor de watertypen zijn als volgt:

### *Doeltoewijzing*

Op landelijk schaalniveau stelt het natuurbeleid zowel kwalitatieve (in de vorm van natuurdoeltypen) als kwantitatieve (in hectares) normen aan de te behouden en ontwikkelen natuur. Voor realisering hiervan is maatwerk geboden. De watertypen uit de achtergronddocumenten zijn een instrument voor invulling van dit maatwerk. In principe zijn de natuurdoeltypen en de watertypen bedoeld voor doeltoewijzing binnen de Ecologische Hoofdstructuur. Daarnaast is het mogelijk de typen te gebruiken in de gebiedsgerichte planvorming buiten de EHS voor gebieden of wateren waar het beheer gericht is op natuur.

In de algemene karakterisering van elk watertype is aangegeven waar globaal dit type in het landschap te verwachten is. Deze landschapsecologische context bepaalt in sterke mate de potentie voor realisering van een watertype. Per watertype is aangegeven wat de

abiotische randvoorwaarden zijn om het betreffende type te realiseren. Deze randvoorwaarden bieden extra aanknopingspunten voor de doeltoewijzing.

Voor watersystemen geldt dat in praktijk zowel waterbeheerders als natuurbeheerders in de doelrealisering betrokken zijn. De watertypen en aquatische natuurdoeltypen fungeren in de doeltoewijzing en het opstellen van inrichtings-, beheers- en monitoringsplan als gezamenlijke taal voor deze beheerders.

De potentie om een zo goed mogelijk watersysteem te realiseren is het grootst indien het totale landschap een op natuur gericht beheer kent. Een toekenning van een hoofdgroep 1- of 2-type in plaats van een hoofdgroep 3-type vergroot efficiëntie van beheer en duurzaamheid. In de hoofdgroep 1- en 2-typen vormen wateren en watersystemen elementen die in deze typen op landschapsschaal beschouwd en beheerd worden. Een gebied inclusief watersystemen komt alleen in aanmerking voor een type uit hoofdgroep 1 of 2 indien aan de volgende voorwaarden wordt voldaan:

- er is voldoende ruimte beschikbaar en de benodigde landschapsecologische processen zijn mogelijk.
- het gebied wordt niet doorsneden door verharde wegen, spoorlijnen, kanalen, of gebieden met een andere beheersstrategie, omdat dergelijke enclaves natuurlijke processen op landschapsschaal kunnen belemmeren.

Indien beheer op landschapsschaal van voldoende grootte niet mogelijk is, is beheer op lokale schaal gewenst en kunnen aquatische natuurdoeltypen of watertypen (hoofdgroep 3) toegekend worden.

#### *EU-kaderrichtlijn*

Een specifieke toepassing die in de komende jaren veel aandacht zal krijgen, is die in het kader van de EU-kaderrichtlijn Water. Deze vervangt in de komende jaren diverse andere Europese regelingen. De Kaderrichtlijn heeft enkel betrekking op water, maar stelt zich expliciet ten doel ook bij te dragen aan de realisering van goede randvoorwaarden voor aan water gerelateerde (terrestrische) natuur. Daarbij staat de stroomgebiedenbenadering centraal. Per stroomgebied dient een beheersplan te worden opgesteld met daarin o.a. een beschrijving van beschermde gebieden met bijzondere natuurwaarden, inclusief de bijbehorende milieudoelen. Het systeem van natuurdoeltypen en watertypen biedt hiervoor goede handvatten, bijvoorbeeld bij het apart onderscheiden van 'kunstmatige' of 'sterk veranderde wateren', die in de Richtlijn een aparte status zullen krijgen. Hetzelfde geldt voor het beoogde onderscheid van de ecologische toestand van gebieden in normatieve klassen (zeer goed, goed en matig). De natuurdoeltypen en de watertypen vormen een belangrijke basis voor de benodigde referentiebeschrijvingen die in het kader van de EU-kaderrichtlijn opgesteld dienen te worden voor alle wateren binnen een stroomgebied.



**Tabel B:** Relatie tussen de watertypen uit het Aquatisch Supplement (13 deelrapporten) en de natuurdoeltypen uit het Handboek Natuurdoeltypen (Bal et al., in prep).

<b>Watertypen van het Aquatisch Supplement</b>	<b>Concept-natuurdoeltypen van het Handboek Natuurdoeltypen in prep. (s.v.z. december 2000)</b> (NB: tussen haakjes staan de concept-subnatuurdoeltypen)
<b>Bronnen, deelrapport 1</b>	
Bronnen met geconcentreerde, hoge afvoer	Permanente bron (matig mineralenrijk)
Mineralenarme bronnen met pleksgewijze, matige afvoer	Permanente bron (mineralenarm)
Matig mineralenrijke bronnen met pleksgewijze, matige afvoer	Permanente bron (matig mineralenrijk)
Mineralenarme bronnen met diffuse, lage afvoer	Permanente bron (mineralenarm)
Matig mineralenrijke bronnen met diffuse, lage afvoer	Permanente bron (matig mineralenrijk)
Mineralenarme, beekbegeleidende bronnen	Permanente bron (mineralenarm)
Matig mineralenrijke, beekbegeleidende bronnen	Permanente bron (matig mineralenrijk)
Mineralenarme, droogvallende bronnen	Droogvallende bron en beek
Matig mineralenrijke, droogvallende bronnen	Droogvallende bron en beek
Mineralenarme bronvijvers	Permanente bron (bronnivier)
Matig mineralenrijke bronvijvers	Permanente bron (bronnivier)
Limnocrene bronnen	Permanente bron (bronnivier)
<b>Beken, deelrapport 2</b>	
Droogvallende bovenloopjes	Droogvallende bron en beek
Droogvallende bovenlopen	Droogvallende bron en beek
(Zwak) zure bovenloopjes	Langzaam stromende bovenloop (zuur)
(Zwak) zure bovenlopen	Langzaam stromende bovenloop (zuur)
Zwak zure middenlopen	Langzaam stromende midden- en benedenloop (zuur)
Snelstromende bovenloopjes	Snelstromende bovenloop
Snelstromende bovenlopen	Snelstromende bovenloop
Snelstromende middenlopen	Snelstromende midden- en benedenloop
Snelstromende benedenlopen	Snelstromende midden- en benedenloop
Snelstromende riviertjes	Snelstromend riviertje
Langzaam stromende bovenloopjes	Langzaam stromende bovenloop
Langzaam stromende bovenlopen	Langzaam stromende bovenloop
Langzaam stromende middenlopen	Langzaam stromende midden- en benedenloop
Langzaam stromende benedenlopen	Langzaam stromende midden- en benedenloop
Langzaam stromende riviertjes	Langzaam stromend riviertje
<b>Wateren in het rivierengebied, deelrapport 3</b>	
Rivier: hard substraat (stenen, grind, veenbanken, dood hout) in snelstromend water	Snelstromende rivier en meestromende nevengeul/ Langzaam stromende rivier en meestromende nevengeul
Rivier: zand in snelstromend water	Snelstromende rivier en meestromende nevengeul/ langzaam stromende rivier en nevengeul

Rivier: klei- of leemoevers in snelstromend water	Langzaam stromende rivier en meestroomde nevengeul
Rivier: vast substraat (stenen, grind, veen/ kleibanken, hout) in langzaam stromend water	Langzaam stromende rivier en meestromende nevengeul/snelstromende rivier en meestromende nevengeul
Rivier: zand in langzaam stromend water	Langzaam stromende rivier en meestromende nevengeul/snelstromende rivier en meestromende nevengeul
Rivier: zand met een laagje slib of detritus in langzaam stromend water	Langzaam stromende rivier en meestromende nevengeul
Rivier: slib in langzaam stromend tot stilstaand water	Langzaam stromende rivier en meestromende nevengeul
Periodiek droogvallende wateren	Moeras en droogvallend water
Diepe wateren in open verbinding met de rivier	Dynamisch rivierbegeleidend water (groot)
Van de rivier geïsoleerde grote diepe wateren	Afgeleid type meer (diep matig tot sterk gebufferd)
Diepe van de rivier geïsoleerde kleine wateren	Gebufferde poel en wiel
Ondiepe wateren in open verbinding met de rivier	Dynamisch rivierbegeleidend water (klein)
Ondiepe geïsoleerde sterk geïnundeerde wateren	Dynamisch rivierbegeleidend water (klein)
Ondiepe geïsoleerde matig geïnundeerde wateren	Geïsoleerde meander en petgat (geïsoleerde meander)
Geïsoleerde ondiepe zelden geïnundeerde wateren	Geïsoleerde meander en petgat (geïsoleerde meander)
Wateren met getijdeninvloed	Zoet getijdenwater
Zoete intergetijdenzone	Zoet getijdenwater
Zoete, ondiepe getijdenwateren	Zoet getijdenwater
Zoete, diepe getijdenwateren en de stroomgeul	Zoet getijdenwater
Licht brakke intergetijdenzone	Brak getijdenwater
Licht brakke, ondiepe getijdenwateren	Brak getijdenwater
Licht brakke, diepe getijdenwateren en de stroomgeul	Brak getijdenwater
Brakke intergetijdenzone	Brak getijdenwater
Brakke, ondiepe getijdenwateren	Brak getijdenwater
Brakke, diepe getijdenwateren en de stroomgeul	Brak getijdenwater
<b>Brakke binnenwateren, deelrapport 4</b>	
Licht brakke duinplassen	Brak stilstaand water (licht tot matig)/ondiep duinwater
Licht brakke laagveenplassen	Stilstaand brak water (licht tot matig)/meer (ondiep matig tot sterk gebufferd)



Geïsoleerde, kleine, stagnante, licht brakke wateren	Stilstaand brak water (licht tot matig)/gebufferde poel
Geïsoleerde, grote, stagnante, licht brakke wateren	Stilstaand brak water (licht tot matig)/meer (ondiep matig tot sterk gebufferd)
Kleine, licht brakke, lijnvormige wateren	Stilstaand brak water (licht tot matig)/gebufferde sloot
Grote, licht brakke, lijnvormige wateren	Stilstaand brak water (licht tot matig)/Kanaal, vaart en boezemwater
Geïsoleerde, kleine, stagnante, matig brakke wateren	Stilstaand brak water (licht tot matig)
Geïsoleerde, grote, stagnante, matig brakke wateren	Stilstaand brak water (licht tot matig)
Matig brakke, lijnvormige wateren	Stilstaand brak water (licht tot matig)
Geïsoleerde, kleine, stagnante, sterk brakke wateren	Stilstaand brak water (sterk)
Geïsoleerde, grote, stagnante, sterk brakke wateren	Stilstaand brak water (sterk)
Sterk brakke, lijnvormige wateren	Stilstaand brak water (sterk)
<b>Poelen, deelrapport 5</b>	
Temporaire zure poelen	Zuur ven (droogvallende poel)
Temporaire, niet zure poelen	Moeras en droogvallend water
Permanente zure poelen	Zuur ven (poel)
Sterk beschaduwde, permanente poelen	Bospoel
Zwak gebufferde poelen op zandgrond	Zwak gebufferd ven en wingat (poel en ven)
Zwak tot matig gebufferde poelen op zandgrond	Gebufferde poel en wiel (poel)
Poelen op kleigrond	Gebufferde poel en wiel (poel)
<b>Sloten, deelrapport 6</b>	
Brakke sloten	Stilstaand brak water (licht tot matig)/gebufferde sloot
(zwak) zure zandsloten	Zwak gebufferde sloot (zwak zure zandsloot)
Zure hoogveenslootjes	Levend hoogveen
Oligo- tot mesotrofe zandsloten	Zwak gebufferde sloot (oligo- tot mesotrofe sloot)
Mesotrofe veensloten	Gebufferde sloot
Eutrofe veensloten	Gebufferde sloot
Kleisloten	Gebufferde sloot
<b>Laagveenwateren, deelrapport 7</b>	
Zure oligotrofe laagveenslootjes	Veenmosrietland
Oligo- tot mesotrofe laagveensloten	Zwak gebufferde sloot (oligo- tot mesotrofe sloot)
Meso- tot eutrofe laagveensloten	Gebufferde sloot
Brakke laagveensloten	Stilstaand brak water (licht tot matig)/gebufferde sloot
Vaarten en laagveenkanalen	Kanaal, vaart, boezemwater
Mesotrofe petgaten	Geïsoleerde meander en petgat (petgat)
Voedselrijke petgaten	Geïsoleerde meander en petgat (petgat)
Mesotrofe plasjes	Gebufferd meer (ondiep zwak tot matig gebufferd)
Voedselrijke plasjes	Gebufferd meer (ondiep zwak tot matig gebufferd)

Voedselarme plassen en meren	Gebufferd meer (ondiep zwak tot matig gebufferd)
Voedselrijke plassen en meren	Gebufferd meer (ondiep zwak tot matig gebufferd)
<b>Wingaten, deelrapport 8</b>	
Grote, diepe, zure wingaten	Zwak gebufferd ven en wingat (wingat)
Grote, diepe zwak gebufferde wingaten	Zwak gebufferd ven en wingat (wingat)
Grote, diepe oligo- mesotrofe matig tot sterk gebufferde wingaten	Afgeleid type gebufferd meer (diep matig tot sterk gebufferd)
Grote, diepe mesotrofe matig tot sterk gebufferde wingaten	Afgeleid type gebufferd meer (diep matig tot sterk gebufferd)
Ondiepe tot matig diepe, zure, oligotrofe wingaten op zand- of leemgrond	Zuur ven
Ondiepe tot matig diepe, (zeer) zwak gebufferde wingaten op zand- of leemgrond	Zuur ven
Ondiepe tot matig diepe wingaten op kleigrond	Meer (ondiep matig tot sterk gebufferd)
<b>Rijksmeren, deelrapport 9</b>	
Meren, zeer diep water	Afgesloten zoete zeearm
Meren, diep water	Afgesloten zoete zeearm
Meren, matig diep water	Afgesloten zoete zeearm
Meren, ondiep water	Gebufferd meer (ondiep matig tot sterk gebufferd)
<b>Regionale kanalen, deelrapport 10</b>	
Kleine, stromende kanalen	Afgeleid type langzaam stromende midden- en benedenloop
Grote, licht stromende kanalen	Afgeleid type langzaam stromend riviertje
Zure kanalen op zandgrond	Afgeleid type kanaal, vaart, boezemwater
Zwak tot matig gebufferde kanalen op zandgrond	Kanaal, vaart, boezemwater
Grote, stilstaande kanalen op zandgrond	Kanaal, vaart, boezemwater
Kleine, stilstaande kanalen op kleigrond	Kanaal, vaart, boezemwater
Grote, stilstaande kanalen op kleigrond	Kanaal, vaart, boezemwater
<b>Rijkskanalen, deelrapport 11</b>	
Zoete kanalen, diep water, sterk tot matig dynamisch	Kanaal, vaart, boezemwater
Zoete kanalen, ondiep water, sterk tot matig dynamisch	Kanaal, vaart, boezemwater
Zoete kanalen, ondiep water, matig tot gering dynamisch	Kanaal, vaart, boezemwater
Brakke kanalen, zeer diep water, sterk tot matig dynamisch	Stilstaand brak water (sterk)
Brakke kanalen, diep water, sterk tot matig dynamisch	Stilstaand brak water (sterk)
Brakke kanalen, ondiep water, sterk tot matig dynamisch	Stilstaand brak water (licht tot matig)
Brakke kanalen, ondiep water, matig tot gering dynamisch	Stilstaand brak water (licht tot matig)



<b>Zoete duinwateren, deelrapport 12</b>	
Droogvallende, ondiepe, kalkrijke duinwateren	Natte duinvallei
Droogvallende, ondiepe, kalkarme duinwateren	Natte duinvallei
Droogvallende, ondiepe, zwak zure duinwateren	Natte duinvallei
Permanente, ondiepe, jonge duinwateren	Ondiep duinwater
Permanente, ondiepe, oude duinwateren	Ondiep duinwater
Grote, diepe duinwateren	Meer (ondiep matig tot sterk gebufferd)
Kleine duinwateren	Ondiep duinwater
Duinbron	Permanente bron (matig mineralenrijk)
Langzaam stromende (droogvallende) duinwateren	Droogvallende bron en beek
Stromende duinwateren	Langzaam stromende bovenloop/midden- en benedenloop
<b>Vennen, deelrapport 13</b>	
Zure vennen zonder hoogveenontwikkeling	Zuur ven
Ionenrijkere, matig zure vennen zonder hoogveenontwikkeling	Zuur ven
Hoogveenvennen	Levend hoogveen
Open water in hoogveengebieden	Levend hoogveen
Ionenrijkere hoogveenvennen	Levend hoogveen
Zeer zwak gebufferde zandbodemvennen	Zwak gebufferd ven en wingat (poel en ven)
Ondiepe, zwak gebufferde zandbodemvennen	Zwak gebufferd ven en wingat (poel en ven)
Diepe, zwak gebufferde zandbodemvennen	Zwak gebufferd ven en wingat (poel en ven)
Beekdalvennen	Gebufferde poel en wiel/geïsoleerde meander en pet gat

# Voorwoord

Bij het realiseren van de Ecologische Hoofdstructuur stuurt het rijk op kwaliteit. In 1995 heeft het hiervoor de mogelijke typen natuur beschreven in het 'Handboek natuurdoeltypen in Nederland'. Het doel van dit handboek is het creëren van een gemeenschappelijke taal die beleidsmakers en beheerders kunnen gebruiken bij het maken van afspraken over de te realiseren natuurkwaliteit.

Het handboek uit 1995 richt zich met name op de terrestrische natuur. De beschrijving van de typen aquatische natuur is globaal gebleven. Dit is een groot gemis, met name vanwege het specifieke belang van natte natuur in Nederland.

In 1997 is in de workshop 'Aquatische-ecologische instrumenten voor de toekomst' de behoefte aan een aanvulling van het Handboek Natuurdoeltypen ten aanzien van natte natuur reeds geuit. Om hierin te voorzien heeft de directie Natuurbeheer van LNV aan het Expertise-centrum LNV de opdracht gegeven een 'Aquatisch Supplement' voor het handboek op te stellen.

Het voor u liggende rapport is onderdeel van dit Aquatisch Supplement. De totale reeks van dit supplement bestaat uit 13 rapporten waarin verschillende soorten zoet watersystemen zijn beschreven. Ieder watersysteem is beschreven in termen van organismen (doelsoorten en indicatorsoorten), de bijbehorende abiotische omstandigheden, de meest sturende ecologische processen, de ligging in het landschap en adviezen voor beheer en inrichting.

Onder leiding van het EC-LNV is deze reeks rapporten opgesteld in samenwerking met het Ministerie van Verkeer en Waterstaat (Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling), Het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), De Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer (STOWA), enkele waterschappen (Hollandse Eilanden en Waarden, Uitwaterende Sluizen en de Maaskant) en de provincie Friesland. RIZA en Alterra hebben het project uitgevoerd.

Mede op basis van het Aquatisch Supplement is momenteel een nieuwe versie van het Handboek Natuurdoeltypen in voorbereiding bij het Expertisecentrum LNV. Dit document zal in het voorjaar van 2001 verschijnen.

Ik hoop dat u allen in uw dagelijks werk geïnspireerd wordt door de inhoud van deze reeks van rapporten. Alle betrokkenen bedank ik hartelijk voor hun inzet.

**Drs. R.P. van Brouwershaven**  
**Directeur Expertisecentrum LNV**  
**Wageningen**

# Samenvattend overzicht

**Tabel 1** Overzicht van sloottypen en bijbehorende kenmerken.

<b>Watertype</b>	<b>Ontstaanswijze en morfologie</b>	<b>Landschaps-ecologische aspecten</b>	<b>Bedreigingen en trends</b>	<b>Herstel-mogelijkheden</b>
<i>brakke sloten</i>	gegraven, zoute kwel	hoog zoutgehalte	eutrofiëring	natuurlijk waterpeil creëren, gebiedseigen water vasthouden, inspoeling van nutriënten voor komen, betreding van de oevers voorkomen
<i>(zwak)zure zandsloten</i>	gegraven, flauw talud	lage zuurgraad, zand	eutrofiëring en sterke verzuring	
<i>zure hoogveensloten</i>	gegraven in vasthouden,	lage zuurgraad, laagveen, ondiep vorming	eutrofiëring, hoogveen-	
<i>oligo- tot mesotrofe zandsloten</i>	gegraven, flauw talud	laag nutriëntengehalte, zand	eutrofiëring	
<i>mesotrofe veensloten</i>	gegraven, verticaal talud	laag nutriëntengehalte, veen	eutrofiëring	
<i>eutrofe veensloten</i>	gegraven, verticaal talud	matig nutriëntengehalte, veen	eutrofiëring	
<i>meso- tot eutrofe kleisloten</i>	gegraven, steil talud	matig nutriëntengehalte, klei	eutrofiëring	



20]

# 1 Ontstaanswijze en morfologie

## 1.1 Inleiding

Sloten vormen een karakteristiek onderdeel van het Nederlandse landschap. Nederland heeft ongeveer een totale lengte aan sloten van 350000 kilometer. Het begrip sloot is gedefinieerd door De Lange (1972). Deze definitie wordt ook in dit rapport aangehouden als basis: 'Een sloot is een kunstmatig, min of meer permanent, lijnvormig water, maximaal 8 meter breed, waarin stroming geen belangrijke ecologische factor vormt, of, als dat wel het geval is, kunstmatig en slechts tijdelijk of periodiek van aard is'. In sloten in landbouwgebieden wordt vaak een vast zomer- en winterpeil gehandhaafd. De diepte is meestal minder dan 1.5 meter. In dit rapport wordt geen ondergrens aangehouden voor de dimensies maar wordt er vanuit gegaan dat een sloot permanent watervoerend is. Voor de grotere wateren wordt verwezen naar het rapport over kanalen (Jaarsma & Verdonschot 2000) en het rapport over laagveenwateren (petgaten, vaarten) (Higler 2000). Voor weteringen met enige stroming wordt verwezen naar het achtergronddocument beken (Verdonschot 2000). Sloten komen veelvuldig voor op bijna elk bodemtype in Nederland, behalve in zeer geaccidenteerde terreinen (Zuid-Limburg) en doorlatende zandgronden (Veluwe). In het laaggelegen Holocene deel van Nederland is de dichtheid aan sloten vele malen groter dan in de hoger gelegen Pleistocene gebieden (Verdonschot et al 1997). Veel sloten zijn gelegen in landbouwgebieden maar er zijn ook sloten in gebieden met extensieve landbouw of in natuurgebieden. Een voorbeeld van sloten in een natuurgebied zijn de vele laagveensloten in de Wieden en Weerribben. Vooral sloten met een neven- of hoofdfunctie natuur bieden kansen om een soortenrijke levensgemeenschap met bijzondere soorten te laten ontwikkelen.

[21

Slotenstelsel in een polder Foto: P. Verdonschot



## 1.2 Ontstaanswijze

Sloten zijn gegraven watergangen ten dienste van landbouw en waterhuishouding. De belangrijkste functies van sloten zijn:

- Transport (voornamelijk vaarten en wateringen)
- Aan- en afvoer van water in droge respectievelijk natte perioden
- Perceelscheiding
- Drinkwater voor vee
- Aanvoer van water voor irrigatie

Vooraf in de laagveengebieden in het westen en noorden van ons land en in Noordwest-Overijssel zijn achter de zeedijken, die in de vroege middeleeuwen werden aangelegd, afwateringssloten gegraven. De watergangen speelden een grote rol bij het opheffen van wateroverlast, die een bedreiging vormde voor bewoning en landbouw. Men maakte daarbij gebruik van de natuurlijke waterloopjes en kreken. In de 14e eeuw moesten veel laaggelegen stukken land achter de zeedijken van kaden worden voorzien, omdat inmiddels door inklinking van de gronden en rijzing van de zeespiegel opnieuw te veel wateroverlast werd ondervonden. Zo zijn de eerste polders ontstaan die doorsneden werden door sloten om de waterafvoer te waarborgen. In die periode zijn ook de eerste waterschappen opgericht in het westen van het land. Deze hadden de verantwoording voor het onderhoud van de sloten en het beheer van de waterkering. In het oosten en zuiden van Nederland zijn sloten en greppels gegraven in beekdalen, waarin in voor- en najaar sprake was van veel wateroverlast. In de hoogveengebieden hebben sloten hun bestaan te danken aan de turfwinning, waar ze gegraven werden om het hoogveen te ontwateren en de turf af te voeren. Ook voor de ontwatering van bossen ter verhoging van de houtproductie werden sloten en greppels gegraven. Greppels voeren alleen in het winterhalfjaar water en zijn in dit rapport niet meegenomen.

## 1.3 Ligging & karakteristieken

Sloten zijn niet breder dan 8 meter en gewoonlijk niet dieper dan 1.5 meter (Fellinger et al. 1996). Door de vorm en de dimensies van een sloot is de invloed van het substraat van zowel de bodem als de oever op de samenstelling van de vegetatie en de macrofaunagemeenschap groot. Omdat de bodem van Nederland van een zeer afwisselende samenstelling is, kunnen de gegraven sloten ook vele bodemsoorten doorsnijden. Dit betreft niet alleen de hoofdtypen zoals zand, klei en veen, maar ook de vele overgangen binnen deze typen zelf. Deze wisselende bodemsamenstelling kan een verschillende fysisch-chemische samenstelling van het slootwater veroorzaken (Beltman 1983). Organisch materiaal blijft voor een groot deel beschikbaar voor water- en oeverplanten, doordat sloten ondiep zijn. De bodem wordt meestal bedekt



door een dikke laag sapropelium (gedeeltelijk afgebroken organisch materiaal). In veensloten komt een combinatie van sapropelium en veen voor. De vorm van de oever is afhankelijk van het bodemtype. Veensloten hebben vaak een onregelmatige oever. Oevers van veensloten zakken gemakkelijk in. Zand- en kleisloten hebben een regelmatigere oever. Veensloten zijn bovendien vaak ondiep terwijl zand- en kleisloten vaak dieper beneden het maaiveld liggen.

De kleine dimensies zorgen voor goede lichtcondities en een relatief groot contact tussen water en lucht. Doordat sloten klein zijn komt sterke golfslag niet voor. Overgangen tussen vegetatievormen vinden op een klein oppervlak plaats waardoor de variatie aan groeivormen erg groot is op een relatief klein oppervlak.

## 1.4 Natuurlijkheid

Sloten worden vaak semi-natuurlijk genoemd omdat ze ontstaan zijn en behouden blijven door landbouwpraktijken en bijbehorende beheersmaatregelen. Dit wil echter niet zeggen dat sloten niet waardevol zijn. Op mondiale schaal kent het watertype sloten een zeer beperkte verspreiding. Sloten en slootpatronen, vooral de hoge dichtheid in het westen van Nederland, zijn zeer karakteristiek voor het Nederlandse landschap. Buiten onze grenzen wordt dit niet tot nauwelijks aangetroffen. Dit maakt sloten tot een belangrijk internationaal cultuurofgoed (Verdonschot et al 1997). De combinatie van een gevarieerde bodemsamenstelling, een goede lichtvoorziening, verschillen in dimensies en in de chemische samenstelling van het water en de grenseffecten, brengen met zich mee dat er zich een zeer soortenrijke flora en fauna in sloten kan ontwikkelen (Beltman 1983). Door het grote aantal sloten in Nederland spelen deze wateren een belangrijke rol in de verspreiding van aquatische dieren en planten. Maar ook semi-aquatische en terrestrische dieren zoals amfibieën en vogels maken veel gebruik van sloten. Amfibieën kunnen zich in sloten voortplanten. Voor vogels zijn sloten een belangrijk broedgebied, terwijl ze ook als foerageergebied voor sommige soorten van belang zijn (Beije et al. 1994). Sloten zijn daarom van groot belang als ecologische verbindingzone en als kraamkamer. Omdat sloten geen natuurlijke wateren zijn, is er ook geen duidelijke referentie voor een sloot. Andere stilstaande wateren zoals oude beek- en rivierarmen kunnen dienen als referentie voor sloten. Een andere mogelijkheid voor het vaststellen van referenties is het formuleren van de levensgemeenschap zoals deze voorkomt onder de ecologisch meest gunstige situatie in een sloot. Dit houdt in dat de waterkwaliteit goed is en er zo min mogelijk beheerd wordt. Enig beheer in sloten is altijd noodzakelijk. Omdat sloten ondiep en niet beschaduwd zijn, is een rijke plantengroei zowel van oever- als van waterplanten mogelijk. Als sloten

niet geschoond worden zullen ze verlanden en verdwijnen. Schoning houdt het aquatische systeem in stand. Het tijdstip en de frequentie en methode van schonen oefenen een aanzienlijke invloed uit op de vegetatie (De Lange 1972, Beije et al. 1994) en hebben eveneens effect op macrofauna (Beltman 1983), amfibieën en vogels (Beije et al. 1994).

De referenties in dit rapport gaan uit van een ecologisch optimale situatie waarbij het slootmilieu in stand gehouden wordt met een minimum aan beheer. De referenties kunnen worden toegepast voor sloten die in een natuurgebied liggen of voor sloten die in extensief landbouwgebied liggen en een neven- of hoofdfunctie natuur hebben. Voor sloten in intensief landbouwgebied zijn de referenties niet haalbaar.

Sloten die in een natuurgebied liggen zijn een bijzonder geval. Van nature horen ze er niet thuis. Een beheerder kan er voor kiezen om alle sloten in het gebied te dempen, zodat het waterpeil in het gebied verhoogd wordt (sloten in een gebied werken drainerend) maar hij kan er ook voor kiezen om de sloten te behouden en daarin een hoge aquatische natuurwaarde na te streven. In het laatste geval is het mogelijk om met gericht beheer soortenrijke sloten met bijzondere soorten zich te laten ontwikkelen.

## 2 Landschapsecologische aspecten

### 2.1 Inleiding

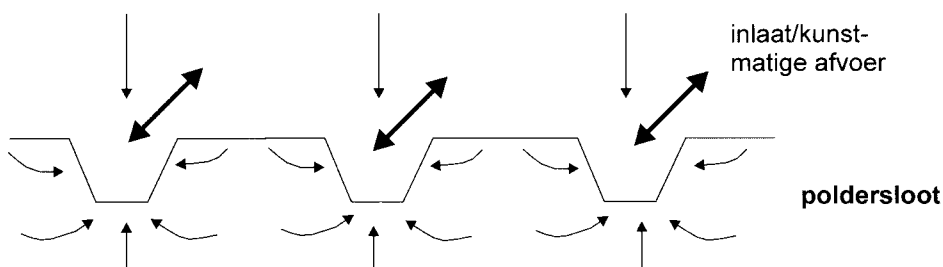
De ligging van sloten in het landschap en de bijbehorende hydrologie verschillen van gebied tot gebied. Er zijn een aantal typen sloten te onderscheiden op basis van de hydrologie. Poldersloten, gelegen in de lage delen van Nederland, zijn gegraven om water vanuit de polders af te voeren. In deze sloten vindt afvoer en aanvoer van water plaats. Overgangssloten op de overgang van hoog gelegen gebied naar laag gelegen gebied (in het Pleistocene deel van Nederland en op de overgang tussen Pleistoceen naar Holoceen Nederland en sloten in de binnenduinrand), zijn gegraven om het opkwellende water af te voeren. Daarnaast zijn er nog brakwatersloten die voor een deel brakke kwel ontvangen en sloten in het rivierengebied die onder invloed staan van kwelwater vanuit de rivier.

[25

### 2.2 Poldersloten

Poldersloten zijn gegraven om de polders die altijd laag in het landschap liggen droog te houden in natte perioden en in droge perioden juist van water te voorzien. In deze sloten wordt een vast peil aangehouden. De aanvoer en afvoer van water in de polders verloopt via een stelsel van boezemwateren, weteringen en sloten. Bij waterafvoer wordt het water vanuit de sloten via de weteringen uitgeslagen naar de boezem, bij wateraanvoer wordt water vanuit de boezem ingelaten. De hoeveelheid water die naar de boezem wordt uitgeslagen of die hieruit wordt ingelaten is bepalend voor de stroming in de sloot. Ook de hoogte van de grondwaterstand in het aangrenzende land bepaalt of een sloot water afvoert of juist aanvoert. De stroming is vaak echter tijdelijk of periodiek van aard en varieert sterk van plaats tot plaats. Ook de stromingsrichting kan wisselen.

**Figuur 1** Hydrologie van poldersloten.





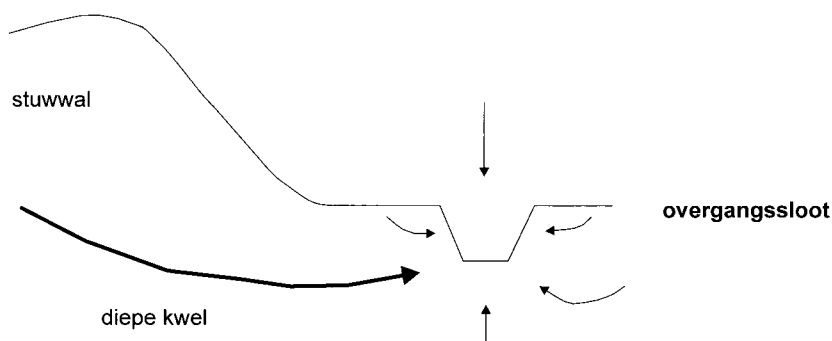
De hydrologische inrichting van de polder waarvan de sloot deel uitmaakt is van invloed op de waterbeweging. Naarmate zich binnen deze structuur meer doodlopende sloten bevinden zal een groter gedeelte van de sloten geïsoleerd blijven van de rest van het systeem. De waterbeweging in deze delen is beperkt en zo ook de beïnvloeding door gebiedsvreemd water. In deze geïsoleerde delen bevinden zich veelal de meest bijzondere slootecosystemen. Vervuiling dringt hier nauwelijks door en er kunnen gradiënten ontstaan in de chemische samenstelling van het water afhankelijk van de herkomst van het water (regenwater, grondwater of inlaatwater). In andere polders echter, wordt doorspoeling toegepast. Dit betekent dat het water op een ander punt naar de boezemwateren wordt uitgeslagen dan waar het wordt ingelaten. Dit betekent dat alle sloten met het aanvoerwater worden doorspoeld. Geïsoleerde slootmilieus komen in een dergelijk hydrologisch systeem niet voor. Het doorspoeldebiet en de afstand tussen het inlaat- en het uitslagpunt bepaalt tot hoever het inlaatwater doordringt in het systeem.

26]

## 2.3 Overgangssloten

Overgangssloten ontvangen kwelwater vanuit hoger gelegen gebieden. In deze hoge gebieden, die vaak bestaan uit Pleistocene zandgronden (bijvoorbeeld stuwwallen), infiltrereert een groot deel van de neerslag. Het grondwater stroomt naar de lagere delen die aan het hoog gelegen gebied grenzen. Aan de randen kan dit grondwater aan de oppervlakte komen als kwelwater. In de Eemvallei en de Gelderse Vallei bijvoorbeeld treedt kwelwater, afkomstig van deze diepere grondwaterstroom, vrijwel vlakdekkend uit (Fellinger et al. 1996). Het opkwellende grondwater is in deze gebieden afkomstig van de Utrechtse Heuvelrug en de Veluwe. Ook in het oosten van het land komen veel van dergelijke gebieden voor. Van oorsprong ontstond in deze valleien een moerassig gebied. Om het overtollige kwelwater af te voeren zijn in deze gebieden sloten gegraven. Deze sloten worden niet alleen gevoed met de diepere grondwaterstroming vanuit de hoger gelegen gebieden maar ook met water afkomstig van oppervlakkige afstroming en ondiep grondwater. Daarnaast wordt de hydrologie bepaald door het peilbeheer in het betreffende gebied. De verhouding tussen de typen voeding bepaalt de chemische samenstelling van de sloot.

**Figuur 2** Hydrologie van overgangssloten.



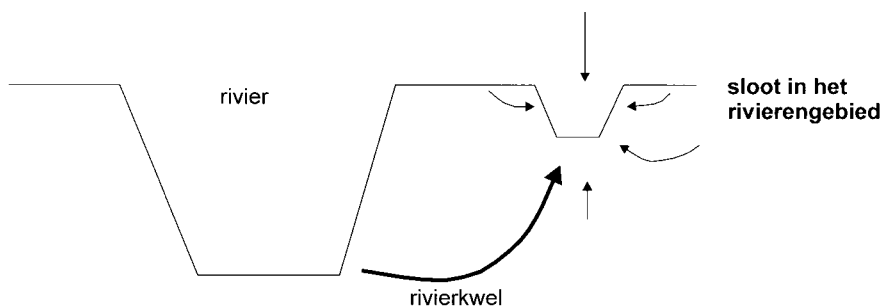
De overgangssloten in het oosten van het land zijn meestal geen onderdeel van een slotenstelsel zoals bij poldersloten het geval is. Iedere sloot heeft zijn eigen 'stroomgebied' van waaruit de sloot gevoed wordt met geïnfiltreerd regenwater.

## 2.4 Sloten in het rivierengebied

Sloten in het rivierengebied kunnen gevoed worden door ondiepe grondwaterstroming vanuit de rivieren. Het rivierwater stroomt ondergronds af om iets verder van de rivier af weer op te kwellen. Dit geldt niet alleen voor de grote rivieren maar ook voor kleinere rivieren zoals de Hollandse IJssel. Deze sloten worden niet alleen gevoed met de grondwaterstroming vanuit de rivier maar kunnen ook water ontvangen vanuit hoger gelegen gebieden via diepere grondwaterstromen. Ook deze sloten staan natuurlijk mede onder invloed van oppervlakkig afstromend regenwater en ondiepe grondwaterstromen. Afhankelijk van het in de sloot gehandhaafde peil kan toestroming vanuit aangrenzend land plaatsvinden (dit wordt versterkt door drainagebuizen of greppels) of wegzijging naar het aangrenzende land. In het laatste geval wordt vaak gebiedsvreemd water ingelaten. De verhouding tussen deze typen voeding bepaalt de chemische samenstelling van de sloot.

[27

**Figuur 3** Hydrologie van sloten in het rivierengebied.

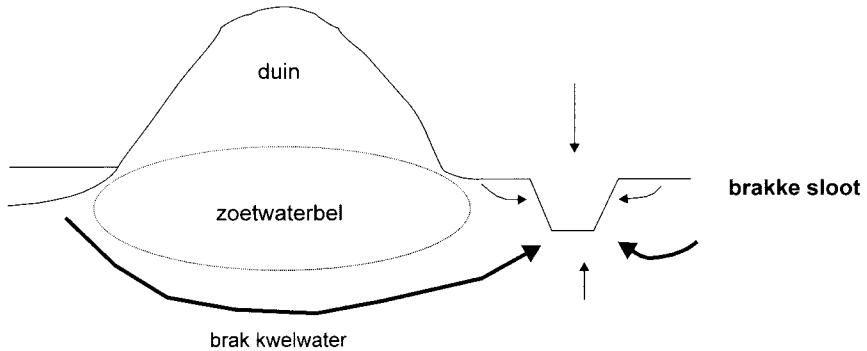


## 2.5 Brakke sloten

In het westen en noorden van Nederland komen brakke sloten voor. Deze sloten staan onder invloed van kwelwater vanuit de zee. Dit water kwelt onder de duinen of zeedijk door en komt aan de andere kant in de sloten terecht. Het is mogelijk dat deze brakke kwel niet direct in de strook langs de kust optreedt maar verder van de zee af. In dat geval liggen vlak langs de zee eerst zoete sloten en volgt daarachter een strook met brakke sloten. Doordat de brakke sloten meestal gelegen zijn op zeeklei (soms in combinatie met zand) en het water afkomstig is van de zee zijn het fosfaat- en sulfaatgehalte

meestal hoog. In sommige gevallen is het fosfaatgehalte laag. Dit gebeurt als het fosfaat tijdens het verblijf van het water in de ondergrond aan bodemdeeltjes adsorbeert en als het ware uit het water gefilterd wordt.

**Figuur 4** Hydrologie van brakke sloten.



28 ]

## 2.6 Peilbeheer

De meeste sloten zijn gelegen in landbouwgebieden. Om intensieve landbouw te kunnen plegen moet het waterpeil van het gebied beheerd worden. Een overschot aan water moet worden afgevoerd, een tekort aan water moet worden voorkomen. In sloten die in natuurgebieden liggen kan een natuurlijker peil gehandhaafd worden. Zonder gericht menselijk ingrijpen zullen in de winterperiode, wanneer er sprake is van een neerslagoverschot, een hoge grondwaterstand en een hoog slootpeil overheersen. De sloten voeren dan water af. In de droge en warme zomerperiode daalt het peil door afname van de watertoevoer en toename van de verdamping, de oppervlakkige grondwaterstroming stagneert dan vrijwel of slaat om in een toestand waarbij slootwater zijwaarts indringt in het omringende gebied. In het uiterste geval zijgt het water weg en valt de sloot droog (dit zal op zandgrond het snelste optreden). Klei- en veengrond hebben een hoge weerstand waardoor zijwaartse indringing van water vanuit de sloten niet verder dan enkele meters reikt. In landbouwgebieden wordt in de zomer het waterpeil kunstmatig hoog gehouden om de watervoorziening vanuit de sloten te bevorderen. De sloten fungeren dan als infiltratiemiddel. Hiervoor wordt vaak gebiedsvreemd water afkomstig uit een nabij gelegen rivier ingelaten. Dit heeft grote effecten op de chemische samenstelling van het slootwater en op de ecologie van de sloten (hoofdstuk 5).



# 3 Hoofdfactoren

## 3.1 Inleiding

De samenstelling van de flora en fauna in sloten is afhankelijk van verschillende factoren. Er kan niet gesproken worden van een typische slootgemeenschap maar eerder van een gemeenschap die kenmerkend is voor ondiep voedselrijk water.

De hoofdfactoren zijn afgeleid uit bestaande typologieën (tabel 3.1), die gebaseerd zijn op zowel biotische als abiotische gegevens. Er zijn al verscheidene sloottypologieën gemaakt. De meeste zijn echter regionaal. Uit al deze typologieën bleken zure en brakke sloten duidelijk aparte gemeenschappen te bevatten. Binnen de overige wateren is het niet mogelijk een gezamenlijke typologie op te stellen voor vegetatie en macrofauna. Voor de vegetatie zijn andere factoren van belang dan voor macrofauna. De vegetatie is voornamelijk afhankelijk van de chemische samenstelling van water en bodemwater. Vooral eutrofiëringfactoren, zoals een overmatige hoeveelheid fosfaat, kwamen uit de typologieën naar voren. Buiten deze factoren zijn andere fysische en chemische factoren zoals bodemtype, hardheid, nutriënten (binnen natuurlijke grenzen) en ionenrijkdom van belang. Door de grote invloed van eutrofiëring kwamen deze variabelen niet uit de typologieën naar voren.

De onderscheidende factoren voor de macrofauna binnen de zoete, neutrale, permanente wateren waren eveneens eutrofiëringfactoren, zoals het fosfaatgehalte, biotisch zuurstofverbruik en het zuurstofgehalte. Doordat deze factoren een duidelijk stempel op de typologieën legden kwamen de natuurlijke factoren minder duidelijk naar voren. Waarschijnlijk zijn factoren zoals de dimensies van het water, het zuurstofgehalte, de temperatuur en de aanwezigheid van vegetatie van belang voor macrofauna.

Om de herkenbaarheid van de typen in het veld te vergroten is er voor gekozen om na het zoutgehalte en de zuurgraad, het bodemtype als onderscheidende factor te gebruiken. Ten slotte is de trofiegraad voor de indeling van de wateren meegenomen. Ook van nature waren er verschillen in trofie. Zowel oligo-, meso-, als eutrofe wateren kwamen voor.

**Tabel 2** Overzicht van literatuur waarin typologische studies van sloten zijn beschreven.

bron	regio	watertype	soortengroep
De Lange (1972)	Nederland	sloten	macrofyten
Beltman (1983)	Kromme Rijn- gebied en Vechtpolders	sloten	macrofauna
Claassen (1987)	Friesland	alle wateren	macrofauna, macrofyten, diatomeeën
Bloemendaal & Roelofs (1988)	Nederland	alle wateren	macrofyten
Verdonschot & Higler (1989)	Demmerick	sloten	macrofauna
Smit (1990)	Zuid-Holland	kleine wateren	macrofauna, diatomeeën, macrofyten
Verdonschot (1990)	Overijssel	alle wateren	macrofauna
Van der Hammen (1992)	Noord-Holland	alle wateren	macrofauna
STOWA (1993)	Nederland	sloten	macrofauna, macrofyten, diatomeeën

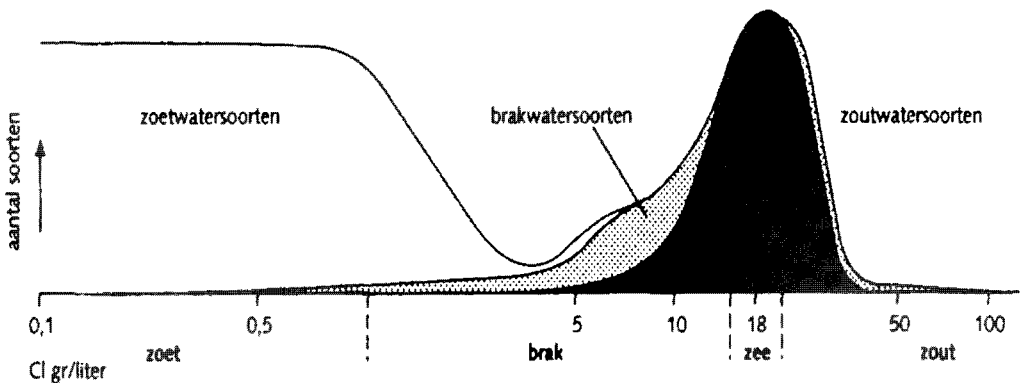
30]

De hoofdfactoren zijn in volgorde van relevantie in dit hoofdstuk beschreven.

### 3.2 Zoutgehalte

Zout heeft direct fysiologisch effect op organismen en is daarom van groot belang. Stijgt het zoutgehalte van het water boven het zoetwaterniveau, dan verdwijnen zoetwatersoorten uit het systeem en verschijnen brakwatersoorten (figuur 5). Bepaalde soorten kunnen zichzelf voor korte of langere tijd beschermen tegen ongunstige omstandigheden, andere soorten zijn strikt beperkt tot water met een zoutgehalte beneden of boven een bepaalde waarde. Sommige brakwatersoorten beschikken niet over mechanismen om zich te beschermen tegen lage zoutgehalten.

**Figuur 5** De kromme van Remane: het verband tussen het zoutgehalte (in g Cl/l) en de soortenrijkdom (Wolff 1989).



Het zoutgehalte wordt meestal uitgedrukt in het chloridegehalte omdat dit het dominante ion is. Volgens het systeem van Redeke begint zwak brak bij 100 mg Cl/l. Er zijn evenwel geen macrofaunasoorten die bij een dergelijke waarde verdwijnen. Dit begint bij  $\pm 300$  mg/l. Een kenmerk van brakke wateren is de grote fluctuatie in zoutgehalte door het jaar heen.

Veel brakke sloten zijn verzoet, o.a. door afsluiting van de Zuiderzee en de aanvoer van zoet water uit de rivieren of het IJsselmeer. Volgens v.d. Hammen (1992) moeten de brakke veensloten in het begin van de jaren 30 van de vorige eeuw 2.000 a 3.000 mg Cl/l bevat hebben. Nu bevatten de meeste minder dan 500 mg/l. Een hoog zoutgehalte heeft een dusdanige invloed op zowel fauna als vegetatie dat andere factoren in deze wateren geen rol meer spelen. De brakke sloten worden dan ook als één type onderscheiden.

*Op basis van het zoutgehalte worden de sloten onderverdeeld in brakke (>300 mg Cl/l) en zoete (<300 mg Cl/l) sloten.*

[ 31

### 3.3 Zuurgraad

Evenals het zoutgehalte is ook de zuurgraad een factor die van direct belang is voor de fysiologie van zowel plantaardige als dierlijke organismen. Een lage zuurgraad gaat meestal samen met een lage alkaliniteit, een andere factor die voor de verspreiding van macrofyten van groot belang is.

Van nature zure wateren zijn wateren die voornamelijk gevoed worden met regenwater of met oppervlakkig jong grondwater met een laag kalkgehalte. In zure wateren op laagveen is geen contact met grondwater. In het zure voedselarme regenwater groeit veenmos waardoor het water nog zuurder wordt. Op den duur wordt hoogveen gevormd.

De zwak zure sloten op zand (pH tussen 5 en 6) worden deels gevoed met grondwater. Dit grondwater is echter kalkarm zodat de wateren zwak gebufferd zijn. Er treedt geen veenmosvegetatie op maar een vegetatie van macrofyten van zwak gebufferde wateren.

*Op basis van de zuurgraad worden de zoete sloten verder onderverdeeld in zure (pH < 6) en neutrale sloten (pH > 6).*

### 3.4 Bodemtype

Afhankelijk van de grondsoort waarop een sloot zich bevindt, komen verschillende vegetatietypen voor. Macrofauna is veel minder afhankelijk van deze factor. De meest voorkomende bodemtypen in Nederland zijn zand, veen en klei. Sloten op zandgrond komen vooral voor in het oosten en zuiden van Nederland op de pleistocene zandgronden. De meeste sloten

liggen echter in het westelijke laagveengebied. Sloten op klei komen voor langs de grote rivieren (rivierklei) of aan de kust (zeeklei). Een bijzondere vorm van klei is katteklei. Dit bodemtype heeft hoge sulfaatgehalten en lage calciumgehalten waardoor soms lage pH waarden (minimum 4) kunnen optreden. Katteklei komt sporadisch voor bijvoorbeeld in Zuid-Holland (Smit 1990). Katteklei is in deze provincie te vinden in een zone tussen restveen en oude zeeklei aan de rand van de droogmakerijen. Ook gemengde bodemtypen zijn mogelijk, zoals klei op veen of klei/veen op zand. Het is locatieafhankelijk welk bodemtype in dat geval het vegetatietype bepaalt. Het bodemtype van de sloot is dan afhankelijk van de diepte van de sloot. In dergelijke polders hebben de hoofdwatgangen een zandbodem en de kleinere ondiepe sloten een veen- of kleibodem. In sloten waarin kwelwater voorkomt, speelt ook het bodemtype in diepere lagen in de bodem een rol.

*De zoete sloten worden op basis van het bodemtype onderverdeeld in klei-, zand- en veensloten. De zure sloten worden onderverdeeld in zure veensloten en zure zandsloten. Kleisloten kunnen alleen zuur zijn als sprake is van katteklei. Dit type is in dit rapport buiten beschouwing gelaten.*

### 3.5 Trofie

Wateren verschillen van nature in voedselrijkdom. Voor een deel is dit afhankelijk van het bodemtype, wateren met een zandbodem zijn vaak minder voedselrijk dan wateren op klei of veen. Ook de herkomst van het water speelt een belangrijke rol in de trofiegraad. Systemen die vooral afhankelijk zijn van regenwater zijn voedselarmer dan wateren die gevoed worden met kwelwater. Voedingsstoffen komen vrij bij de verwerking van mineralen en komen via beken en rivieren of ondergrondse waterstromen in oppervlaktewateren terecht. Ook is er van nature enige depositie van stikstof en in mindere mate ook koolstof en fosfor vanuit de atmosfeer. Voorts kunnen sommige planten zelf of in symbiose met andere organismen stikstof fixeren en zo bijdragen tot eutrofiëring van een systeem. In jonge systemen met een minerale oxidatieve bodem wordt fosfaat in de bodem vastgelegd in slecht oplosbare ijzer- of aluminiumverbindingen. Ook resten van afgestorven planten en algen zakken naar de bodem. Als de productie van organisch materiaal groter is dan de afbraak kan er na verloop van tijd een min of meer organische bodem ontstaan.

Bij een dikke organische laag kan door afbraakprocessen zuurstofloosheid ontstaan in de waterbodem. Hierdoor kunnen nutriënten zoals fosfor vrijkomen en weer in de waterlaag oplossen. Door deze interne eutrofiëring wordt het water voedselrijker. Stilstaande wateren zijn van nature oligo-, meso- of eutroof. Hypertrofië treedt veel op door aanvoer van voedingsstoffen



vanuit de landbouw en is dus een effect van antropogene beïnvloeding. Macrofyten reageren sterk op de trofiegraad. In oligotrofe wateren is de bedekking laag en komen planten voor die zich hebben aangepast aan nutriëntenarme omstandigheden. In eutrofe wateren komen vele soorten waterplanten voor en vormt de vegetatie uitgebreide structuren onder en op het water. In zeer eutrofe wateren waarin antropogene eutrofiëring heeft plaatsgevonden verdwijnen wortelende macrofyten en worden algen en kroos dominant.

Macrofauna reageert niet direct op voedselrijkdom. Echter een goed ontwikkelde vegetatie heeft een positief effect op de soortenrijkdom van de macrofauna. Voor de macrofauna is een goed zuurstofgehalte van belang. Zolang dit gehandhaafd blijft zal de gemeenschap soortenrijk zijn. Bij eutrofiëring verarmt de gemeenschap door een te laag zuurstofgehalte (hoog verbruik door algen (flab en andere groenalgen) en afsluiting van de grenslaag lucht-water door een kroosdek) en een minder structuurrijke waterplantenvegetatie. In polders waarin de sloten verschillende bodemlagen aansnijden (ondiepe sloten met een klei- of veenbodem en diepe sloten met een zandbodem) en ze met elkaar in verbinding staan treedt vermenging van water op.

*De wateren zijn onderverdeeld in oligotroof, mesotroof en eutroof. Zwakzure veen- en zandsloten zijn oligotroof. De zoete neutrale veensloten worden onderverdeeld in mesotrofe veensloten en eutrofe veensloten. De zoete neutrale zandsloten zijn in hun optimale toestand oligo- tot mesotroof. De zoete kleisloten zijn altijd eutroof.*

### 3.6 Chemische samenstelling

De chemische samenstelling van het slootwater is van groot belang voor de aquatische vegetatie. Zowel de samenstelling van het water in de waterkolom als van het bodemwater bepalen welke soorten in een bepaalde sloot kunnen voorkomen. Van belang zijn behalve zoutgehalte, zuurgraad en trofie, de alkaliniteit, de ionenconcentraties en de relatieve verhouding tussen de ionen (er zijn chloride, bicarbonaat en sulfaatgedomineerde wateren). De chemische samenstelling verschilt tussen sloten en is sterk lokaal bepaald. De samenstelling is afhankelijk van de herkomst van het water, het type bodem en de processen in het water. In polders treedt snel vermenging op als het water zich over alle sloten verplaatst. Hierdoor kunnen zand en veen-/kleisloten hetzelfde water bevatten. Dit komt voor als er sprake is van veen of klei op zand. De diepere sloten hebben dan een zandbodem, de ondiepere sloten een veen- of kleibodem.

Een van de belangrijkste factoren is de aanwezigheid of afwezigheid van kwelwater. Kwel ontstaat daar waar sprake is van een natuurlijk of kunstmatig verschil in waterniveau en/of in het bodemprofiel. Een andere mogelijkheid is

dat de bodem doorlatend is en percolatie veroorzaakt. Kwel kan worden herkend aan een roestbruine kleur van het water, een melkachtige afzetting van ijzerhoudende deeltjes, aan gaten in het ijs in de winter en aan een olieachtige laag van bacteriën op het water. Kwel heeft meestal een groot effect op de chemische samenstelling van het water, bijvoorbeeld een toename in ijzer- en calciumionen, afkomstig van de bodem waarin het water lange tijd opgeslagen is geweest. Door het ijzer in het kwelwater kan fosfaat uit het water gebonden worden en neerslaan. Ook sulfide kan op die manier gebonden worden. Het verhoogde  $\text{CO}_2$  gehalte wordt enerzijds veroorzaakt door het vrijkomen van deze stof vanuit de bodem en deels door de bacteriële oxidatie van  $\text{FeCO}_3$  in het water zelf. Door de verticale waterbeweging treedt minder snel bevriezing van het water op (De Lange 1972).

De chemische samenstelling wordt niet gebruikt voor een verdere onderverdeling van de typen, omdat dit te sterk afhankelijk is van lokale processen. Voor verdere informatie over het effect van de chemische samenstelling op het voorkomen van waterplanten wordt verwezen naar Bloemendaal & Roelofs (1988).

34 ]

### 3.7 Dimensies

De diepte van sloten kan sterk verschillen. Klei- en zandsloten zijn meestal dieper dan veensloten. Er wordt vanuit gegaan dat alle sloten in dit rapport niet breder zijn dan ongeveer 8 meter en niet dieper dan 1.5 meter. Als ondergrens geldt dat de sloot permanent water moet voeren. Er is binnen dit rapport geen verdere onderverdeling van de sloten gemaakt op basis van dimensies.

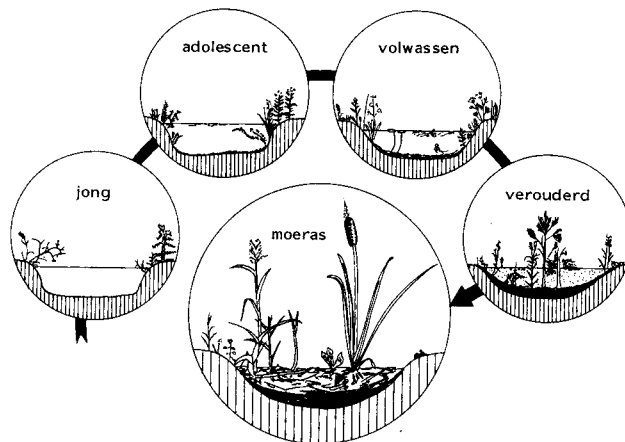
De dimensies van een sloot zijn van belang voor de ontwikkeling van levensgemeenschappen. In kleine, ondiepe sloten treedt eerder verlanding op (3.8). In grotere sloten kunnen meer verschillende habitats aanwezig zijn, doordat er een langere gradiënt is van droog naar nat en doordat er diepere delen zijn waarin waterplanten verschillende structuren kunnen vormen. De dimensies zijn ook indirect van belang omdat ze verschillen in temperatuurveroorzaken. In grote, diepe sloten kan een groot temperatuurverschil voorkomen tussen de bovenste en de onderste laag van de sloot. Ook in de microhabitats kunnen verschillende temperaturen heersen. In ondiepe wateren is de temperatuur minder verschillend tussen de verschillende diepten maar vaak hoger door de hoge instraling tot op de bodem en de kleinere watermassa. In ondiepe wateren zal de temperatuur ook meer schommelen gedurende de dag of afhankelijk van de luchttemperatuur. Temperatuur heeft direct effect op de fysiologie van bijvoorbeeld macrofaunasoorten maar kan ook een negatief effect hebben op het zuurstofgehalte in de sloot. Bij hoge temperatuur treedt eerder zuurstoftekort op.

### 3.8 Verlanding

In sloten treedt voortdurend verlanding op. Zonder beheer zou een sloot verdwijnen. Verlanding is een gevolg van successie van plantengemeenschappen. Successie wil zeggen dat gemeenschappen door andere worden opgevolgd in de tijd. Deze opeenvolging van verschillende gemeenschappen is het gevolg van veranderingen in het fysische en chemische milieu. Zowel externe omstandigheden als de invloed van de planten zelf op hun omgeving kunnen de successie sturen. In voedselrijk water zal sneller successie optreden dan in voedselarm water. Ook dimensies spelen een belangrijke rol, in smalle ondiepe sloten voltrekt het proces zich sneller dan in brede, diepe sloten. Voorbeelden van interne sturing zijn het onttrekken van voedingsstoffen aan het milieu, de temperende invloed van planten op waterbeweging, de stabilisatie van de bodem en de ophoping van afbraakproducten. Behalve een opeenvolging van vegetaties in de tijd treedt ook opeenvolging van vegetaties van ondiep naar diep op. Verlanding resulteert in een gradiënt van oeverplanten naar waterplanten. Hierbij verplaatsen de oeverplanten zich steeds meer naar het midden van de sloot naarmate de verlanding voortschrijdt.

[ 35

**Figuur 6** Verlandingsstadia in een sloot (naar Caspers & Heckman 1982).



Om verlanding tegen te gaan worden sloten regelmatig geschoond of gebaggerd. Na dergelijke beheersmaatregelen begint de ontwikkeling van de vegetatie van voren af aan. Allereerst vestigen zich pionierssoorten zoals kranswieren. Later ontwikkelen zich macrofyten en helofyten. Langzaam groeit de sloot weer dicht tot opnieuw geschoond wordt. Deze cyclus herhaalt zich. Het successiestadium waarin een sloot zich bevindt (de vegetatie die aangetroffen kan worden) hangt af van de frequentie waarmee geschoond wordt. Hoe vaker geschoond wordt des te minder

mogelijkheden er zijn voor de ontwikkeling van de levensgemeenschap. Echter, schonen is noodzakelijk om het aquatische milieu in stand te houden. Afhankelijk van het sloottype is er een optimum in schoning-/baggerfrequentie waarbij de vegetatie en daarmee de hele aquatische levensgemeenschap zich zo goed mogelijk kan ontwikkelen. Om de schoningfrequentie te verlagen kunnen ook de dimensies van een sloot vergroot worden. Voor een nadere uitwerking van het beheer wordt verwezen naar het hoofdstuk herstel mogelijkheden.

In dit rapport is de factor successie niet meegenomen als onderscheidende factor voor de typologie. Het successiestadium in sloten is sterk afhankelijk van de dimensies van de sloot en de frequentie van schoning en baggeren.

### 3.9 Oeervorm

De vorm van de oever is van groot belang voor het voorkomen van een soortenrijke gemeenschap. Vegetatie ontwikkelt zich vaak beter op een flauw talud. Bij een steil talud, dus een snelle overgang van diep naar ondiep, ontbreken vaak stadia van de gradient van diep naar ondiep water. Hierdoor komt vaak minder fauna voor, omdat veel dieren zich voeden, schuilen en paaien in vegetatierijke delen van een water. De vorm van de oeverlijn is eveneens belangrijk. Een instekende en terugwijkende oeverlijn biedt mogelijkheden voor de ontwikkeling van allerlei natte biotopen (IWACO 1994).

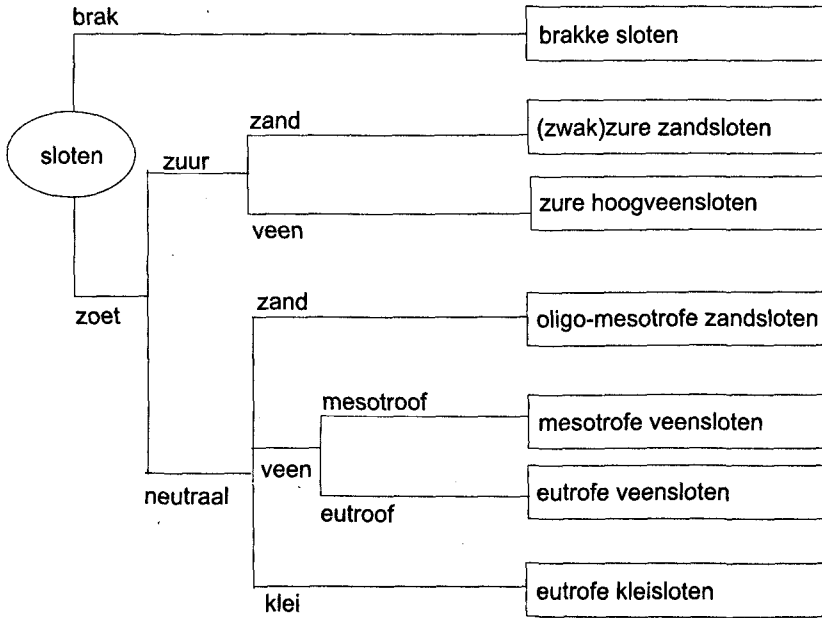
De vorm van de oever bepaalt de habitats binnen een water. Deze factor wordt in dit rapport niet opgenomen als een factor op basis waarvan de watertypen worden onderscheiden. Het is van belang in ieder water variatie in habitats, dus in oeervormen te creëren. Vooral in diepe gegraven wateren ontbreekt vaak een flauwe oever.



### 3.10 Typologische indeling op basis van abiotische hoofdfactoren

Figuur 7 geeft het resultaat weer van de splitsing in sloottypen op basis van de abiotische hoofdfactoren die beschreven zijn in dit hoofdstuk.

Figuur 7 Typologische indeling van de sloten op basis van de hoofdfactoren.





# 4 Typologie

## 4.1 Opzet

De typologie is voortgekomen uit de combinatie van hoofdfactoren (hoofdstuk 3). In dit hoofdstuk zijn alle typen biotisch ingevuld. De macrofaunasoorten die zijn ingevuld als indicatorsoorten in de watertypen zijn afkomstig uit verschillende literatuurbronnen. De referenties zijn hieronder voor ieder watertype opgenomen.

Brakke sloten	Van der Hammen (1992)
(Zwak) zure zandsloten	Verdonschot (1990)
Zure hoogveensloten	Higler (2000)
Oligo- tot mesotrofe zandsloten	Verdonschot (1990)
Mesotrofe veensloten	Higler (2000)
Eutrofe veensloten	Higler (2000), Verdonschot (1990)
Eutrofe kleisloten	Claassen (1987), Van der Hammen (1992)

[39

De macrofyten zijn met behulp van Bloemendaal & Roelofs (1988) toegeedeeld aan de verschillende typen.

Voor de vissen geldt dat er niet een duidelijk onderscheid valt te maken tussen de verschillende sloottypen. Uit De Nie (1997) zijn de vissen geselecteerd die relatief veel in sloten zijn gevangen.

De abiotische variabelen zijn gebaseerd op Bloemendaal & Roelofs (1988), Leentvaar (1979) en Vollenweider (1968).

## 4.2 Brakke sloten

### Processen

Brakke sloten zijn te vinden in het westen en noorden van Nederland. Brakke sloten komen voor op zand, klei en veen. Van de brakke veensloten zijn de meeste verzoet. Brakke klei- of zandsloten komen op dit moment meer voor, bijvoorbeeld in Zeeland, Friesland en Noord-Holland. Deze sloten worden gevoed met brak kwelwater. In deze wateren zijn het sulfaat en fosfaatgehalte vaak hoog. De trofiegraad van de wateren is daardoor hoog. De vegetatie in deze wateren is niet gelimiteerd door fosfor maar door stikstof. Deze sloten kunnen ook een combinatie van klei en zand als bodemtype hebben. Een kenmerk van brakke wateren is de grote fluctuatie van het zoutgehalte gedurende het jaar door afwisselende dominantie van regenwater of kwelwater. (Zwak) brakke sloten bevatten helder water.

Het type sloten dat hier beschreven is, is zwak brak. Brakke sloten zijn vergelijkbaar met brakke krekken. Hiervoor wordt verwezen naar het achtergronddocument brakke wateren (Van Beers & Verdonschot 2000).

**Ecologische typering**

Volgens het systeem van Redeke begint zwak brak bij 100 mg Cl/l. Er zijn evenwel geen macrofaunasoorten die bij een dergelijke waarde verdwijnen. Dit begint bij + 300 mg/l. Echt brakke wateren worden gekenmerkt door de aanwezigheid van bepaalde crustaceeën zoals *Gammarus duebeni*, *Gammarus zaddachi* en *Neomysis integer* en het slakje *Hydrobia ventrosa* (vanaf 600 mg Cl/l). Naast specifieke brakwatersoorten komen algemene slootsoorten voor. Veel slootorganismen kunnen in leven blijven tot een concentratie van duizend tot enige duizenden mg Cl/l.

De vegetatie in brakke wateren is meestal soortenarm. De oevervegetatie bestaat voornamelijk uit riet. De waterplantenvegetatie bestaat uit enkele typische brakwatersoorten, zoals groot nimfkruid en enkele algemene soorten die brak water tolereren, zoals schedefonteinkruid.

**Abiotische toestandsvariabelen**

<i>variabele</i>	<i>range</i>
zuurgraad	6.5-9
EGV	500-10000 $\mu$ S/cm
chloride	300-3000 mg/l
sulfaat	< 300 mg/l
nitraat	< 0.46 mgN/l
ammonium	< 0.4 mgN/l
totaal stikstof	< 1 mgN/l
alkaliniteit	> 4 meq/l
bodemtype	zeeklei, veen of zand

**Indicatoren****Macrofyten**

Specifiek voor brak water: groot nimfkruid (*Najas marina*), snavelruppia (*Ruppia maritima*), gesteelde zannichellia (*Zannichellia palustris* subsp. *pedicellata*), darmwier (*Enteromorpha intestinalis*), brakwater kransblad (*Chara canescens*), zilte waterranonkel (*Ranunculus baudotii*), heen (*Bolboschoenus maritimus*).

Algemeen maar tolerant voor brak water: ongedoорnd hoornblad (*Ceratophyllum submersum*), lidsteng (*Hippuris vulgaris*), bultkroos (*Lemna gibba*), aarvederkruid (*Myriophyllum spicatum*), schedefonteinkruid (*Potamogeton pectinatus*).

**Macrofauna**

*Gammarus duebeni*, *Gammarus zaddachi*, *Neomysis integer*, *Paracorixa concinna*, *Sigara stagnalis*, *Gerris thoracicus*, *Haliplus apicalis*, *Coelambus parallelogrammus*, *Dytiscus circumflexus*, *Agabus conspersus*, *Enochrus bicolor*, *Enochrus halophilus*, *Ochthebius marinus*, *Anopheles maculipennis*, *Chironomus halophilus*, *Chironomus salinarius*, *Camptochironomus tentans*,



Halocladius varians, Microchironomus deribae, Glyptotendipes gr. barbipes, Hydrobia ventrosa, Tubifex costatus.

#### *Vissen*

De vissoorten in deze sloten zijn tolerant voor een hoog zoutgehalte. Sommige populaties van de driedoornige stekelbaars (*Gasterosteus aculeatus*) leven altijd in zoet of altijd in brak water, andere populaties trekken jaarlijks richting zee. Ook de paling (*Anguilla anguilla*) en de tiendoornige stekelbaars (*Pungitius pungitius*) kunnen in brak water voorkomen. Een specifieke brakwatersoort is de brakwatergrondel (*Pomatoschistus microps*)

#### **Doelsoorten**

##### *Macrofauna*

*Grammotaulius nitidus*, *Grammotaulius submaculatus*

#### **Beheer & inrichting**

Beheer en inrichting moeten gericht zijn op het behoud van brak kwelwater. Regelmatig baggeren (1 keer in zeven jaar) houdt de sloten open. Een lager waterpeil is te prefereren boven inlaat van zoet water. Kunstmatige drainage moet vermeden worden.

### 4.3 (Zwak) zure zandsloten

#### Processen

Zwak zure zandsloten (pH < 6) komen voor op de zandgronden in het oosten en zuiden van Nederland. De sloten zijn niet tot zwak gebufferd en voornamelijk afhankelijk van regenwater en oppervlakkig (jong) kwelwater. Natuurlijke zure sloten zijn oligo- tot mesotroof. De sloten zijn meestal ionenarm en hebben een laag zoutgehalte en alkaliniteit. De sloten kunnen gedurende een droge warme zomer tijdelijk droogvallen.

#### Ecologische typering

De vegetatie in deze sloten bestaat uit planten die bestand zijn tegen een lage zuurgraad en die zich hebben aangepast aan voedselarme omstandigheden. Voorbeelden van dergelijke 'zuurwater soorten' zijn de zeldzame witte waterranonkel en het klein blaasjeskruid. Er komen ook soorten voor die hun optimum hebben in zwak zuur water maar ook voorkomen in neutrale wateren zoals drijvende waterweegbree.

De macrofauna bestaat uit soorten die specifiek in zure wateren voorkomen met daarbij een aantal algemene soorten die tolerant zijn voor een lage zuurgraad. De soortensamenstelling is matig divers met een laag aantal individuen en met veel kreeftachtigen, vliegen, vedermuggen en kevers. Er komen weinig slakken, bloedzuigers en platwormen voor.

In droogvallende zure sloten komen enkele macrofaunasoorten voor die droogval indiceren. Een voorbeeld is de kever *Hydroporus erythrocephalus*.

#### Abiotische toestandsvariabelen

<i>variabele</i>	<i>range</i>
zuurgraad	5.5- 6.5
EGV	< 250 $\mu$ S/cm
chloride	< 20 mg/l
sulfaat	< 20 mg/l
ammonium	< 0.4 mgN/l
nitraat	0 mgN/l
totaal stikstof	< 0.3 mgN/l
totaal-fosfaat	< 0.01 mgP/l
alkaliniteit	0.1-0.5 meq/l
ionenrijkdom	2-4 mmol/l
bodemsoort	zand

**Indicatoren***Macrofyten*

klein blaasjeskruid (*Utricularia minor*), veenmos (*Sphagnum* spp.), moerashertshooi (*Hypericum elodes*), knolrus (*Juncus bulbosus*), drijvende waterweegbree (*Luronium natans*), witte waterranonkel (*Ranunculus ololeucos*), kleinste egelskop (*Sparganium minimum*), loos blaasjeskruid (*Utricularia australis*)

*Macrofauna*

*Pericoma* sp., *Paralimnophyes hydrophilus*, *Aedes* sp., *Hydroporus umbrosus*, *Dixella amphibica*, *Hydrobius fuscipes*, *Agabus sturmii*, *Hydroporus angustatus*, *Agabus undulatus*, *Haliphus heydeni*, *Agrypnia obsoleta*, *Ceriatrion tenellum*, *Acilius canaliculatus*, *Xenopelopia nigricans*, *Hebrus pusillus*, *Limnephilus marmoratus*, *Arrenurus batillifer*, *Hydroporus scalesianus*, *Telmatoscopus* sp., *Natarsia* sp., *Hydroporus erythrocephalus*, *Enochrus melanocephalus*, *Cyphon* sp., *Hydrocyphon* sp., *Scirtes* sp., *Helochaeres lividus*

*Vissen*

De Amerikaanse hondsvijl (*Umbra pygmaea*) indiceert een lage zuurgraad. Deze soort is in de 19de eeuw ons land binnengekomen. Vissoorten van neutrale sloten (paragraaf 4.5) kunnen voorkomen zolang de zuurgraad niet te laag is.

**Doelsoorten***Macrofauna*

*Limnephilus elegans*, *Limnephilus griseus*, *Limnephilus nigriceps*, *Limnephilus stigma*, *Trichostegia minor*

**Beheer & inrichting**

Beheer van deze sloten moet gericht zijn op het behoud van het zwak zure karakter. Dit betekent dat geen gebiedsvreemd water ingelaten mag worden. Eutrofiëring moet voorkomen worden. Verder is het goed om droogval in de zomer te voorkomen door te zorgen voor voldoende berging van water in de omgeving. Baggeren is slechts nodig als er teveel organisch materiaal is opgehoopt (vaker dan één keer per 20 jaar is zeker niet nodig). Deze oligotrofe zwak zure sloten liggen vaak geïsoleerd. Deze hydrologische isolatie is van groot belang en moet daarom behouden blijven. Het waterpeil moet zo hoog mogelijk gehouden worden. Kunstmatige drainage moet vermeden worden.

## 4.4 Zure hoogveensloten

### Processen

Het betreft twee typen sloten. Het eerste zijn de wat grotere sloten die gelegen zijn in hoogveengebieden. Deze sloten liggen meestal in natuurgebieden en zijn vroeger gegraven om de hoogveengebieden te ontwateren voor de winning van turf.

Ook in laagveengebieden komen hoogveensloten voor. Dit zijn kleine, ondiepe zwak zure tot zure hoogveensloten. Bij groeiende Sphagnum vegetatie, waarbij bulten van veenmos ontstaan, wordt hoogveen op laagveen gevormd. Dit is tegenwoordig een weinig voorkomende situatie, maar het gebeurt nog steeds hier en daar. Het water dat uit dergelijk veen afgevoerd wordt, bevat meer kenmerken van hoogveenwateren dan van laagveenwateren. De afvoer is niet bijzonder groot, maar de hierdoor gevormde slootjes vallen niet droog. Het is een zeer bijzonder type sloten met een geheel afwijkende flora en fauna t.o.v. de mesotrofe en zeker de eutrofe sloten. De wateren hebben een zeer lage ionenrijkdom wat kenmerkend is voor kleine hoogveenwateren die slechts door regenwater worden gevoed.

### Ecologische typering

Het zure karakter van de sloten vormt een bijzonder biotoop met bijvoorbeeld een vegetatie van verschillende soorten veenmos en zuurminnende macrofaunasoorten. Het water wordt afgevoerd door de vegetatie van veenmos. Het bodemmateriaal bestaat voornamelijk uit organisch materiaal afkomstig van afgestorven planten. Er is geen of weinig slib aanwezig. Macrofaunasoorten leven vooral van detritus en andere macrofauna. Er komen geen slakken, bloedzuigers en platwormen voor.

### Abiotische toestandsvariabelen

<i>variabele</i>	<i>Range</i>
zuurgraad	< 5.5
ionenrijkdom	0-2 mmol/l
EGV	< 100 $\mu$ S/cm
chloride	< 10 mg/l
sulfaat	< 20 mg/l
ammonium	< 3 mgN/l
nitraat	0 mgN/l
totaal stikstof	< 0.3 mgN/l
totaal-fosfaat	< 0.01 mgP/l
alkaliniteit	0-0.1 meq/l
bodemsoort	hoogveen



**Indicatoren***Macrofyten*

Mossen: Drepanocladus fluitans en diverse veenmossen (Sphagnum spp.).

*Macrofauna*

Hydroporus umbrosus, Hydroporus erythrocephalus, Hydroporus tristis, Hydroporus pubescens, Berosus luridus, Helophorus tuberculatus, Leptophlebia vespertina, Paraleptophlebia submarginata, Oligotrichia striata, Sigara scotti, Sigara nigrolineata, Cordulia aenea, Vejdovskyella comata, Telmatopelopia nemorum, Polypedilum uncinatum, Phalacropera replicata.

Ablabesmyia phatta, Procladius sp., en Holocentropus dubius zijn algemene soorten die tolerant zijn voor een lage zuurgraad maar ook in andere watertypen veel voorkomen.

Vissen

geen

**Doelsoorten***Macrofauna*

Hagenella clathrata, Limnephilus elegans, Rhadicoleptus alpestris

**Beheer en inrichting**

Behoud van gebiedseigen water is in deze sloten van belang. Het waterpeil moet zo hoog mogelijk gehouden worden. Kunstmatige drainage moet vermeden worden. Daarnaast moeten de veenmosbulten in de sloten beschermd worden tegen betreding door vee. Regelmatig onderhoud is in deze sloten niet nodig. De sloten moeten hydrologisch geïsoleerd zijn om het oligotrofe zure karakter te behouden.

## 4.5 Oligo- tot mesotrofe zandsloten

### Processen

De zuurgraad van deze zandsloten ligt tussen 6 en 7. De sloten zijn oligotroof tot mesotroof en  $\beta$ -mesosaproob. Het water is zuurstof- en ijzerrijk. Hierdoor worden nutriënten zoals fosfaat gebonden in het sediment. Er is vaak sprake van kwelwater. Het water is matig hard en het zoutgehalte is laag. De wateren zijn helder.

### Ecologische typering

In deze wateren komen veel bijzondere waterplanten voor die kenmerkend zijn voor voedselarme wateren. De soortensamenstelling hangt sterk samen met de lokale hydrologische situatie, waardoor de chemische samenstelling van het water bepaald wordt. Afhankelijk van de chemische samenstelling kunnen verschillende plantensoorten voorkomen. De meeste planten zijn kenmerkend voor het sulfaat type water, maar een plant zoals de waterviolier die een indicator is voor kwel, is afhankelijk van koolstofdioxide. In de grotere sloten op zandgrond wordt ook bronmos gevonden.

Bij een goed ontwikkelde vegetatie kan de macrofaunagemeenschap soortenrijk zijn. Er komen soorten voor in het sediment maar vooral tussen en op de vegetatie zijn vele soorten te vinden. De meeste soorten zijn vergelijkbaar met de soorten uit de oligo- tot mesotrofe veensloten.

### Abiotische toestandsvariabelen

<i>variabele</i>	<i>range</i>
ionenrijkdom	4-9 mmol/l
EGV	< 250 $\mu$ S/cm
chloride	20-100 mg/l
sulfaat	< 50 mg/l
nitraat	< 0.35 mgN/l
ammonium	< 0.4 mgN/l
totaal stikstof	< 0.4 mgN/l
totaal fosfaat	< 0.04 mgP/l
zuurgraad	6.5-7.5
alkaliniteit	0.5-1 meq/l
bodemsoort	zand

### Indicatoren

#### *Macrofyten*

gewoon kransblad (*Chara vulgaris*), breekbaar kransblad (*Chara globularis*), ondergedoken moerasscherm (*Apium inundatum*), haaksterrekroos (*Callitriche hamulata*), kruipende moerasweegbree (*Echinodorus repens*), gesteeld glaskroos (*Elatine hexandra*), naaldwaterbies (*Eleocharis acicularis*),

teer vederkruid (*Myriophyllum alterniflorum*), buigzaam glanswier (*Nitella flexilis*), waterpostelein (*Peplis portula*), rossig fonteinkruid (*Potamogeton alpinus*), pilvaren (*Pilularia globulifera*), drijvend fonteinkruid (*Potamogeton natans*), duizendknoopfonteinkruid (*Potamogeton polygonifolius*), watervorkje (*Riccia fluitans*), vlottende bies (*Scirpus fluitans*), waterviolier (*Hottonia palustris*) (bij kwel), bronmos (*Fontinalis antipyretica*).

#### *Macrofauna*

*Pisidium subtruncatum*, *Limnophilus marmoratus*, *Hydroporus angustatus*, *Hydroporus umbrosus*, *Hydroporus scalesianus*, *Acilius canaliculatus*, *Hebrus pusillus*, *Arrenurus batillifer*, *Ceragrion tenellum*, *Leptophlebia vespertina*, *Xenopelopia nigricans*, *Dixella amphibica*, *Paralimnophyes hydrophilus*, *Pericoma* sp.

#### *Vissen*

De visgemeenschap in neutrale sloten bestaat voornamelijk uit de volgende soorten: drie- en tiendoornige stekelbaars (*Gasterosteus aculeatus* en *Pungitius pungitius*), kleine modderkruiper (*Cobitis taenia*), blankvoorn (*Rutilus rutilus*), zeelt (*Tinca tinca*), snoek (*Esox lucius*), baars (*Perca fluviatilis*). Gevoelige soorten zijn: bittervoorn (*Rhodeus sericeus*) en grote modderkruiper (*Misgurnus fossilis*). De soortensamenstelling in een individuele sloot hangt af van de hoeveelheid vegetatie, de grootte van de sloot en de mate van isolatie van de sloot. Soms is de aanwezigheid van vissoorten specifiek gebonden aan een bepaald habitat of levensstadium. De modderkruiper bijvoorbeeld, komt in de sloten op modderige plekken voor. Soorten zoals brasem en blankvoorn gebruiken de sloten alleen om te paaien en worden daarna als volwassen vissen alleen in grotere wateren gevonden. De jonge vissen blijven in de sloten. Ook de baars verlaat na het paaien de sloten en wordt dan in weteringen en plassen gevonden (Dirkse 1983).

[47]

Waterviolier in een kwelsloot Foto: R. Nijboer



### **Doelsoorten**

#### *Macrofauna*

Leptocerus tineiformis, Limnephilus binotatus, Limnephilus marmoratus

### **Beheer & inrichting**

Belangrijk in deze sloten is het behoud van het neutrale en oligotrofe karakter. Er is meestal geen dikke laag organisch materiaal op de bodem aanwezig. Dit moet behouden blijven en daarom moet gebaggerd worden als organisch materiaal zich opgehoopt heeft. De aanvoer van nutriënten vanuit omringend landbouwgebied of via het inlaten van voedselrijk water moet voorkomen worden. Het waterpeil moet zo hoog mogelijk gehouden worden. Kunstmatige drainage moet vermeden worden.

## 4.6 Mesotrofe veensloten

### Processen

Deze sloten worden gekenmerkt door lage nutriëntengehalten en een veenbodem. Op de bodem bevindt zich een dunne laag sapropelium. Verlanding kan in deze wateren snel plaatsvinden. De voedselarme sloten kwamen vroeger voor in de meest geïsoleerde sloten in een polder. Tegenwoordig zijn deze sloten vrijwel alleen nog in natuurgebieden of gebieden met extensieve landbouw te vinden. Dergelijke sloten zijn zodanig hydrologisch geïsoleerd van poldersystemen, dat er geen doorstroming van voedselrijk polderwater plaatsvindt.

### Ecologische typering

In het heldere water groeit de vegetatie plekgewijs met daartussenin veel open water. De vegetatie van de slootjes in het centrale deel van de polder bestond uit knolrus, naaldwaterbies, kleinste egelskop, waterdrieblad, wateraardbei, fonteinkruiden en met zeggen als kenmerkende oeverplanten. In de voedselrijkere sloten komen glanzig en doorgroeid fonteinkruid erbij. In de meest voedselarme slootjes kwamen lage aantallen vissen voor, weinig slakken, bloedzuigers, platwormen en borstelwormen. De insecten zijn goed vertegenwoordigd met veel soorten wantsen, kevers, kokerjuffers en haften, die ook van andere voedselarme omstandigheden bekend zijn. Kenmerkend is een kleiner aantal soorten en minder individuen dan in meer voedselrijke sloten van de groepen borstelwormen, platwormen, bloedzuigers, slakken en tweekleppigen.

### Abiotische toestandsvariabelen

<i>variabele</i>	<i>range</i>
ionenrijkdom	4-9 mmol/l
EGV	< 250 $\mu$ S/cm
chloride	< 20-100 mg/l
sulfaat	< 50 mg/l
nitraat	< 0.35 mgN/l
ammonium	< 0.4 mgN/l
totaal stikstof	< 0.4 mgN/l
totaal fosfaat	< 0.04 mgP/l
zuurgraad	6.5-7.5
alkaliniteit	1-2 meq/l
bodemsoort	laagveen/organisch materiaal



**Indicatoren***Macrofyten*

gewoon kransblad (*Chara vulgaris*), breekbaar kransblad (*Chara globularis*), naaldwaterbies (*Eleocharis acicularis*), draadzegge (*Carex lasiocarpa*), stijve zegge (*Carex elata*), holpijp (*Equisetum fluviatile*), kleinste egelskop (*Sparganium minimum*), waterdrieblad (*Menyanthes trifoliata*), wateraardbei (*Potentilla palustris*), smalle waterweegbree (*Alisma gramineum*), stompbladig fonteinkruid (*Potamogeton obtusifolius*), ongelijkbladig fonteinkruid (*Potamogeton gramineus*), klein fonteinkruid (*Potamogeton berchtoldii*), drijvend fonteinkruid (*Potamogeton natans*), rossig fonteinkruid (*Potamogeton alpinus*).

*Macrofauna*

*Viviparus contectus*, *Planorbis carinatus*, *Anisus vorticulus*, *Gyraulus riparius*, *Sigara fossarum*, *Notonecta lutea*, *Halipilus obliquus*, *Nanocladus bicolor*, *Leptocerus tineiformis*, *Anabolia nervosa*, *Paroecetis struckii*, *Holocentropus dubius* en *Leptophlebia vespertina*, *Argyroneta aquatica*, *Arrenurus stecki*, *Arrenurus knauthei*, *Arrenurus schreuderi*, *Gyrinidae* (bijvoorbeeld *Gyrinus marinus*) en *Piona carnea*.

Mesotrofe veensloot in natuurgebied Foto: R. Nijboer



### *Vissen*

Voor de vissoorten wordt verwezen naar paragraaf 4.5 aangezien deze soorten in alle neutrale sloten kunnen voorkomen.

### **Doelsoorten**

#### *Macrofauna*

*Leptocerus tineiformis*, *Limnephilus binotatus*, *Limnephilus marmoratus*

### **Beheer en inrichting**

Een natuurlijk peilregime moet zoveel mogelijk in stand gehouden worden, zodat schoon water zo lang mogelijk wordt vastgehouden. Schonen bestaat uit periodiek (eens per drie jaar) uitdunnen van de helofyten en eventueel submerse vegetaties. Schonen kan het beste gedeeltelijk gebeuren zodat altijd een deel van de vegetatie blijft staan en zich weer kan uitbreiden. Het onderhoud kan extensief zijn. De oevervegetatie van naaldwaterbies, stijve zegge en draadzegge dient beschermd te worden tegen betreding door vee. Baggeren kan gedaan worden als de laag organisch materiaal op de bodem van de sloot te dik wordt. Een lange cyclus van 1 keer in de 10 jaar baggeren is voor deze sloten geschikt.

[51

Kranswieren komen veel voor in mesotrofe sloten Foto: R. Nijboer



## 4.7 Eutrofe veensloten

### Processen

In de oorspronkelijke situatie zoals die door Westhoff et al. (1971) beschreven wordt, komen de voedselrijke sloten met een rijke vegetatie voor op het traject van het voedselarme deel naar de boezem. De veenbodem is bedekt met een dikke laag sapropelium en detritus, maar het zuurstofgehalte in deze wateren is hoog.

Het gaat nu meestal om de kopse uiteinden van sloten, die over korte of langere trajecten alleen waterverplaatsing in de richting van voedselrijkere poldersloten vertonen en daarom pas in droge tijden vanuit de rest van de polder beïnvloed kunnen worden. In enkele gevallen zijn de sloten geheel geïsoleerd. De watertoevoer bestaat uit neerslagwater, drainage uit de aangrenzende percelen en soms kwel.

### Ecologische typering

In deze sloten kunnen zeer veel plantensoorten voorkomen. Vrijwel alle plantensoorten die niet specifiek zijn voor extreme situaties zoals brakke, zure of zeer oligotrofe wateren kunnen in deze sloten worden aangetroffen. De aanwezigheid van bepaalde soorten is sterk afhankelijk van de chemische samenstelling van het water. De aanwezige stoffen houden verband met de herkomst van het water. Een belangrijk aspect hierbij is de aanwezigheid van kwel.

De sloten groeien elk jaar weer dicht met krabbescheer, meestal in gezelschap van stijve waterranonkel, kikkerbeet, gewoon blaasjeskruid, brede waterpest en gedoornd hoornblad (de laatste twee soorten zijn nooit tegelijkertijd in hoge bedekking aanwezig). Ondergedoken waterplanten domineren in deze wateren. Kroos komt wel voor maar slechts pleksgewijs. De planten vormen onder water een hechte structuur waarin veel dieren zich kunnen schuilhouden.

Eutrofe sloten zijn wateren die ongeveer alle dieren kunnen bevatten, die als algemeen voor stilstaande wateren in Nederland worden opgegeven. Er komen veel soorten borstelwormen, platwormen, bloedzuigers en slakken voor. Daarnaast zijn er veel soorten watermijten en insecten. Deze sloten, mits niet verontreinigd, vormen de rijkste aquatische biotopen die er in Nederland te vinden zijn. De macrofauna wordt vertegenwoordigd door 300 à 400 soorten. De soorten kunnen in alle sloten van dit type worden aangetroffen. Er is in de macrofauna geen onderscheid gevonden tussen kwel- en niet kwelgevoede wateren of tussen wateren met een anderszins verschillende chemische samenstelling. De macrofauna is vooral afhankelijk van de grootte van de sloot, een goede zuurstofvoorziening en een rijke vegetatiestructuur.

**Abiotische toestandsvariabelen**

<i>variabele</i>	<i>range</i>
ionenrijkdom	4-15 mmol/l
EGV	250-500 $\mu$ S/cm
chloride	20-100 mg/l
sulfaat	< 75 mg/l
nitraat	< 0.46 mgN/l
ammonium	< 0.4 mgN/l
totaal stikstof	< 1 mgN/l
totaal fosfaat	< 0.1 mgP/l
zuurgraad	6.5-8.5
alkaliniteit	1-4 meq/l
bodemsoort	laagveen/organisch materiaal

**Indicatoren***Macrofyten*

krabbescheer (*Stratiotes aloides*), kikkerbeet (*Hydrocharis morsus-ranae*), glanzig fonteinkruid (*Potamogeton lucens*), doorgroeid fonteinkruid (*Potamogeton perfoliatus*), tener fonteinkruid (*Potamogeton pusillus*) spits fonteinkruid (*Potamogeton acutifolius*), plat fonteinkruid (*Potamogeton compressus*), paarbladig fonteinkruid (*Potamogeton densus*), puntig fonteinkruid (*Potamogeton mucronatus*), haarfonteinkruid (*Potamogeton trichoides*), stijve waterranonkel (*Ranunculus circinatus*), fijne waterranonkel (*Ranunculus aquatilis* var *aquatilis* en var *diffusus*), brede waterpest (*Elodea canadensis*), stomphoekig sterrekroos (*Callitriche obtusangula*), kransvederkruid (*Myriophyllum verticillatum*), veelwortelig kroos (*Spirodela polyrhiza*), wortelloos kroos (*Wolffia arrhiza*), zittende zannichellia (*Zannichellia palustris*)

In ondiepe delen: grote waterweegbree (*Alisma plantago-aquatica*), slangewortel (*Calla palustris*), scherpe zegge (*Carex acuta*), waterscheerling (*Cicuta virosa*), waterbies (*Eleocharis palustris*), waternavel (*Hydrocotyle vulgaris*), watermunt (*Mentha aquatica*), pijptorkruid (*Oenanthe fistulosa*), pijlkruid (*Sagittaria sagittifolia*)

Bij kwel: gewoon sterrekroos (*Callitriche platycarpa*), waterviolier (*Hottonia palustris*), gewoon blaasjeskruid (*Utricularia vulgaris*).

*Macrofauna*

*Ablabesmyia monilis*, *Acentropus niveus*, *Agabus sturmii*, *Agabus undulatus*, *Anacaena limbata*, *Anatopynia plumipes*, *Anisus vorticulus*, *Arrenurus bifidicodulus*, *Arrenurus cuspidator*, *Arrenurus fimbriatus*, *Arrenurus globator*, *Arrenurus integrator*, *Bathyomphalus contortus*, *Caenis horaria*, *Caenis robusta*, *Clinotanypus nervosus*, *Cloeon dipterum*, *Cymatia coleoptrata*, *Cyrnus crenaticornis*, *Cyrnus flavidus*, *Dicrotendipes* gr. *notatus*, *Dryops luridus*, *Dugesia lugubris*, *Enochrus testaceus*, *Eylais tantilla*, *Glossiphonia*



heteroclita, Glyptotendipes caulicola, Guttipelopia guttipennis, Gyraulus riparius, Helobdella stagnalis, Helochares obscurus, Hemiclepsis marginata, Hippeutis complanatus, Holocentropus picicornis, Hydrobius hermanni, Hydrochara caraboides, Hydroporus angustatus, Hygrotus decoratus, Hygrotus inaequalis, Ilyocoris cimicoides, Laccobius biguttatus, Laccobius bipunctatus, Laccophilus hyalinus, Laccophilus minutus, Limnephilus stigma, Limnesia connata, Limnodrilus hoffmeisteri, Midea orbiculata, Nepa cinerea, Notonecta glauca, Oecetis furva, Paroecetis struckii, Spirosperma ferox, Peltodytes caesus, Piona nodata, Porhydrus lineatus, Segmentina nitida, Sialis lutaria, Sigara striata, Stylaria lacustris, Tiphys ornatus, Tribelos intextus, Tricholeiochiton fagesii.

#### Vissen

Voor de vissoorten wordt verwezen naar paragraaf 4.5.

De waterschorpioen (*Nepa cinerea*) Foto: P. Verdonschot



#### Doelsoorten

##### Macrofauna

Leptocerus tineiformis, Limnephilus marmoratus

#### Beheer en inrichting

Om eutrofiëring van deze wateren tegen te gaan moet het gebiedseigen water zoveel mogelijk vastgehouden worden en het peilregime zo natuurlijk mogelijk zijn. Bij overdadige bodemophoping moet gebaggerd worden (ongeveer eens per acht jaar).

Dergelijke sloten hebben de neiging snel te verlanden en moeten elk jaar geschoond worden, tenzij ze overgedimensioneerd zijn. Het materiaal kan het best afgevoerd worden en niet op de oevers gedeponeerd worden. Hierdoor kan de sloot zich meer in de richting van mesotrofie ontwikkelen. Het waterpeil moet zo hoog mogelijk gehouden worden en kunstmatige drainage van het gebied moet worden voorkomen, zodat inlaat van gebiedsvreemd water in de zomer niet nodig is.



## 4.8 Kleislotten

### Processen

Tot deze groep behoren de sloten in rivier- of zeekleigebieden. Deze sloten zijn vaak breder dan sloten in het veengebied. In het zeekleigebied kunnen brakke kleislotten voorkomen. Hiervoor wordt echter verwezen naar het type brakke sloten. Binnen deze groep gaat het alleen om de zoete kleislotten. Zoete kleislotten zijn meestal mineralenrijk en bevatten hoge nutriëntengehalten. Door het fijne bodemmateriaal kan het water soms troebel zijn door opwerveling van deeltjes. Deze opwerveling kan worden veroorzaakt door waterbeweging of door vis.

### Ecologische typering

Kleislotten bevatten enkele soorten die specifiek zijn voor klei. Dit zijn vooral planten zoals de zwanebloem. Binnen de macrofauna zijn geen soorten aan te wijzen die specifiek in kleislotten voorkomen. Soorten in kleislotten zijn vaak algemeen voorkomend. De bodembewoners zijn talrijker aanwezig terwijl de soortenrijkdom lager is dan in veensloten.

[ 55

### Abiotische toestandsvariabelen

<i>variabele</i>	<i>range</i>
ionenrijkdom	9-15 mmol/l
EGV	250-500 $\mu$ S/cm
chloride	100-300 mg/l
sulfaat	< 100 mg/l
nitraat	< 0.46 mgN/l
ammonium	< 0.4 mgN/l
totaal stikstof	< 1 mgN/l
totaal fosfaat	< 0.1 mgP/l
zuurgraad	7.5-8.5
alkaliniteit	2-4 meq/l
bodemsoort	laagveen/organisch materiaal

### Indicatoren

#### *Macrophyten*

mattenbies (*Schoenoplectus lacustris*), zwanebloem (*Butomus umbellatus*), watergentiaan (*Nymphoides peltata*), lidsteng (*Hippuris vulgaris*), slanke waterweegbree (*Alisma lanceolatum*) (vooral op rivierklei), stijve waterranonkel (*Ranunculus circinatus*), fijn hoornblad (*Ceratophyllum submersum*).

#### *Macrofauna*

*Dugesia lugubris*, *Arrenurus globator*, *Arrenurus latus*, *Arrenurus simulator*, *Hydrachna conjuncta*, *Limnesia undulata*, *Piona coccinea*, *Piona conglobata*,

*Piona variabilis*, *Argyroneta aquatica*, *Corixa punctata*, *Hesperocorixa linnei*, *Sigara lateralis*, *Cataclysta lemnata*, *Caenis robusta*, *Cloeon dipterum*, *Anacaena limbata*, *Dytiscus* sp., *Enochrus testaceus*, *Graptodytes pictus*, *Haliphus apicalis*, *Haliphus ruficollis*, *Helophorus aquaticus*, *Helophorus brevipalpis*, *Hydrobius fuscipes*, *Hydroporus palustris*, *Hygrotus inaequalis*, *Hyphydrus ovatus*, *Laccophilus minutus*, *Rhantus frontalis*, *Endochironomus tendens*, *Glyptotendipes barbipes*, *Psectrotanypus varius*, *Tanypus kraatzi*, *Tanypus punctipennis*, *Anisus vortex*, *Bathyomphalus contortus*, *Bithynia tentaculata*, *Lymnaea stagnalis*, *Physa fontinalis*, *Planorbarius corneus*, *Planorbis planorbis*, *Radix peregra*, *Stagnicola palustris*, *Valvata piscinalis*.

#### *Vissen*

Voor de vissoorten wordt verwezen naar paragraaf 4.5.

#### **Doelsoorten**

##### *Macrofauna*

*Grammotaulius nitidus*, *Limnephilus marmoratus*

#### **Beheer en inrichting**

De grootste bedreiging voor de kleislotten is de verdergaande eutrofiëring. Dit moet voorkomen worden door verlaging van inspoeling van nutriëntenrijk water en verhoging van het grondwaterpeil.

Kleisloot met zwanebloem Foto: P. Verdonschot



# 5 Bedreigingen en trends

## 5.1 Inleiding

Na de 2e wereldoorlog is de ontwikkeling van de landbouw door het oprichten van de E.E.G. in een stroomversnelling geraakt. Een belangrijke doelstelling was het vergroten van de productiviteit. Dit resulteerde in vergroting van de percelen, het opruimen van houtwallen, het dempen van sloten, een verbeterde ontwatering, een hogere veebezetting, een kunstmatig waterpeil in de sloten en een sterkere bemesting. Het steeds intensievere grondgebruik en beheer beïnvloedt ook de levensgemeenschappen in de sloten in het landbouwgebied.

## 5.2 Peilbeheer/inlaat van gebiedsvreemd water

[57

Een grote bedreiging voor het slootmilieu, vooral in poldergebieden, wordt gevormd door het lage winterpeil dat de moderne landbouw eist. Door het lage winterpeil, gevolgd door een hoger peil in voorjaar en zomer, is een in onze streken ongebruikelijke waterbeweging ingevoerd die ingrijpende consequenties heeft voor de levensgemeenschappen. Het snel op winterpeil brengen betekent tegenwoordig vaak bijna droogmalen en kost aan veel

Grote peilverschillen tussen afvoersloot en aangrenzend natuurgebied Foto: R. Nijboer



vissen en andere waterorganismen het leven. Van het te lage waterpeil worden bovendien vissen en amfibieën het slachtoffer als 's winters ook de modder bevroest. Sloten (vooral op zand- of kleigrond) liggen vaak ver onder het maaiveld zodat ze het omringende landbouwgebied draineren. Een laag waterpeil maakt intensievere landbouw ook in de nattere periode mogelijk waardoor de belasting met nutriënten eveneens toeneemt. De in ecologisch opzicht al ongunstige verandering van de waterhuishouding wordt nog ongunstiger doordat 's winters vaak water uit het gebied van relatief goede kwaliteit (vaak kwelwater en regenwater) wordt uitgemalen, terwijl 's zomers vaak gebiedsvreemd water ingelaten moet worden (Beije et al. 1994), omdat de sloten dan dreigen te verdrogen. Voor de flora en fauna in sloten is een natuurlijk waterpeil gunstiger. Dit voldoet meestal echter niet aan de eisen die vanuit landbouw gesteld worden. In hoofdstuk 6 worden enkele mogelijkheden gegeven om de situatie toch zo optimaal mogelijk te maken.

58]

Niet alleen sloten in landbouwgebieden maar ook veel sloten die in natuurgebieden liggen zijn achteruitgegaan in de afgelopen decennia. De oorzaak van de achteruitgang van de vegetatie in sloten moet onder andere gezocht worden in de sterke achteruitgang van de waterkwaliteit. Door intensief gebruik van landbouwgrond en drainage van water naar de polders dreigen veel gebieden in Nederland met name in de zomer te verdrogen. Door het lagere grondwaterpeil treedt minder kwel op in de sloten. Om het tekort aan water te compenseren, wordt in deze gebieden gebiedsvreemd water ingelaten. Meer dan 60 % van de oppervlaktewateren in Nederland wordt op deze manier al gedeeltelijk gevoed met Rijnwater (Bloemendaal & Roelofs 1988). Hierdoor vindt een verschuiving plaats van de verhouding grondwater-/oppervlaktewaterinvloed, wat zorgt voor een verandering in watertype en vegetatie (Van Wirdum 1989). Gebiedsvreemd water veroorzaakt in sloten, met name in laagveengebieden eutrofiëring. Ook kunnen stoffen zoals sulfide en ammonium gevormd worden, die bij bepaalde concentratie voor wortelende waterplanten toxisch kunnen zijn (paragraaf 5.5).

Het inlaten van gebiedsvreemd water wordt moet altijd afgewogen worden tegen verdroging van de sloten of het omringende gebied. Verdroging van een sloot is ook een bedreiging voor de levensgemeenschap en de waterkwaliteit (er treedt mineralisatie op waardoor nutriënten vrijkomen). In een natuurgebied kan een natuurbeheerder ervoor kiezen om de sloten in het gebied te dempen, zodat het gebied zelf natter wordt. In dit rapport is echter uitgegaan van het behoud van de sloten met de bijbehorende aquatische levensgemeenschap.

### 5.3 Externe eutrofiëring

Externe eutrofiëring is een verrijking van de waterlaag, doordat voedingsstoffen zoals fosfaat en stikstof in het oppervlaktewater terechtkomen. De meeste sloten verkeren in hypertrofe staat door bemesting vanuit omringend landbouwgebied en door verontreiniging met huishoudelijk en industrieel afvalwater. Verontreiniging (of verrijking met voedingsstoffen) treedt dikwijls op bij bemesting van landerijen waarbij rechtstreeks of via de bodem meststoffen in het water terechtkomen (Beije et al. 1994). Ook ingelaten (rivier)water bevat vaak een hoger nutriëntengehalte dan het oorspronkelijke water en zorgt daardoor voor externe eutrofiëring. Nutriënten kunnen ook binnen het systeem vrijkomen als gevolg van inlaat van water met een andere chemische samenstelling. De gevolgen van eutrofiëring op de levensgemeenschap zijn weergegeven in paragraaf 5.5.

[59

### 5.4 Interne eutrofiëring

Ook als het ingelaten water nutriëntenarm is, kan er toch eutrofiëring optreden door mobilisatie van voedingsstoffen binnen het systeem (Roelofs & Cals 1989). In dat geval is er sprake van interne eutrofiëring. Binnen het systeem komen nutriënten vrij door biologische en chemische veranderingen in zowel de waterlaag als het sediment. Dit gebeurt vooral in laagveengebieden, omdat het sediment daar een hoog gehalte aan organische stof bevat maar ook in sloten met een baggerlaag met een hoog gehalte aan organisch materiaal. Fosfaten, die een belangrijke rol spelen bij eutrofiëring, kunnen door verschillende processen vrijkomen en vanuit het sediment in de waterlaag terechtkomen. Aangezien veel sloten in het laagveengebied liggen treedt dit proces regelmatig op.

In oppervlaktewateren waar geen ijzerrijk kwelwater aanwezig is of waar gebiedsvreemd water ingelaten wordt, zijn het sulfaat-, chloride- en bicarbonaatgehalte vaak hoog. Deze stoffen zijn verantwoordelijk voor interne eutrofiëring (Smolders et al. 1995, Beltman et al. 2000).

Sulfaat wordt in een organische bodem (waarin het zuurstofgehalte laag is door de hoge intensiteit van afbraakprocessen) omgezet in sulfide. Het gevormde sulfide verstoort de in het sediment aanwezige ijzerfosfaatcomplexen (Baccini 1985). IJzer(III)fosfaat wordt gereduceerd tot ijzer (II) en fosfaat dat in oplossing gaat. Het ijzer bindt het sulfide (hierbij ontstaat FeS, pyriet). Dit slaat neer met als gevolg een afname van de hoeveelheid ijzer, die beschikbaar is voor binding van fosfaten. Het gevolg is een toename van fosfaat in het water dat beschikbaar wordt voor opname door organismen zoals algen.

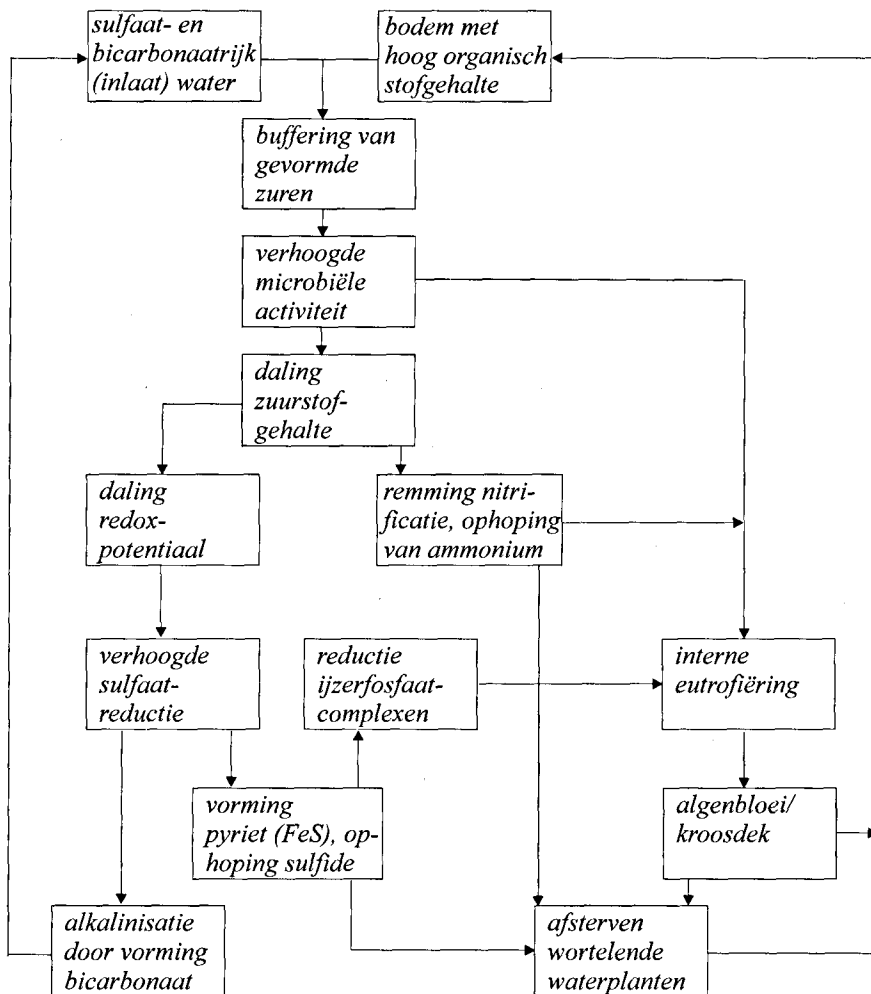
Ook de hoge alkaliniteit (een hoge concentratie bicarbonaat) van het inlaatwater kan mobilisatie van fosfaat teweegbrengen. De afbraakprocessen



in de bodem worden hierdoor gestimuleerd waardoor meer nutriënten in de waterlaag terecht komen en de hoeveelheid zuurstof in de bodemlaag afneemt (Brock et al 1985, Kok & Van de Laar 1991). Hierdoor daalt de redoxpotential en komt fosfaat vrij (Roelofs 1991). De omzetting van sulfaat en sulfide resulteert eveneens in een hogere alkaliniteit. Dit betekent dat juist een combinatie van een hoog sulfaat en een hoge alkaliniteit de hoogste mobilisatie van fosfaat vanuit het sediment veroorzaakt. Ook chloride stimuleert het beschikbaar komen van fosfaat vanuit het sediment, ook zonder dat het sulfaatgehalte hoog is (Beltman et al. 2000).

In gebieden waar ijzerrijke kwel voorkomt, zijn de effecten als gevolg van inlaat van gebiedsvreemd water minder schadelijk, omdat er voldoende ijzer aanwezig is om zowel het sulfide als het fosfaat te kunnen binden. In door regenwater gevoede systemen of in gebieden waar gebiedsvreemd water wordt ingelaten, kan echter al snel een tekort aan ijzer optreden, als het water sulfaatrijk is (Schindler 1985, Carignan & Tessier 1988). Een tekort aan ijzer veroorzaakt dus een verhoging van de sulfideconcentratie in het bodemwater en mobilisatie van fosfaat dat uiteindelijk ook in de waterlaag terecht komt. Experimenten met toevoeging van ijzer hebben aangetoond dat de hoeveelheid fosfaat in de waterlaag afneemt als de ijzerconcentratie in het bodemwater toeneemt (Nijboer 1996, Smolders et al. 1995).

Bij interne eutrofiëring komen vaak ook toxische stoffen vrij zoals sulfide en ammonium. Bij een langdurig tekort aan ijzer zal zich op een gegeven moment sulfide gaan ophopen in het bodemwater. Voor veel planten is sulfide toxisch en veel wortelende waterplanten zullen dan ook verdwijnen als het sulfidegehalte in het bodemwater te hoog wordt. Al in lage concentraties blijkt sulfide schadelijk te kunnen zijn voor de wortels van waterplanten. Krabbescheer blijkt voor sulfidevergiftiging erg gevoelig te zijn. Een concentratie van 0.32 mg/l kan de levensduur van de wortels met meer dan de helft verminderen. Met name tijdens de overwintering van de plant op het sediment is de plant gevoelig (Roelofs & Smolders 1993). Ook ammonium, dat vrijkomt als gevolg van alkalinisatie (verhoogde afbraak), is schadelijk voor veel waterplanten. In eerste instantie wordt de groei van ammonium gebruikende waterplanten waaronder krabbescheer en vele fonteinkruiden, gestimuleerd door een hogere concentratie van deze stof in het bodemwater. Als de plant echter meer ammonium binnenkrijgt dan deze kan verwerken, kan de ademhaling geremd worden door ophoping van ammonium in de cellen. (Bloemendaal & Roelofs 1988). In figuur 8 zijn de effecten van sulfaat- en bicarbonaatrijk water op macrofyten nog eens samengevat (Nijboer 1996). Ook op macrofauna hebben dergelijke afbraakprocessen een nadelig effect. Het zuurstofgehalte is vaak te laag voor de overleving van veel soorten. Wat het directe effect is van bijvoorbeeld sulfide op macrofauna is niet bekend.



[61

Figuur 8

Schematische weergave van effecten van sulfaat- en bicarbonaatrijk inlaatwater op macrofyten.

## 5.5 Gevolgen van eutrofiëring

Eutrofiëring wil zeggen dat het water rijker wordt aan nutriënten. Een belangrijke stof die in het eutrofiëringsproces een rol speelt, is fosfaat. Deze stof is namelijk limiterend voor de primaire produktie in de waterlaag van zoete wateren (Stumm & Morgan 1981). (In brakke wateren is stikstof vaak limiterend). Bij toename van fosfaat in de waterlaag vindt er een snelle uitbreiding van flab en fytoplankton plaats. Hierdoor wordt het water troebeler en is er minder licht beschikbaar voor macrofyten. In tegenstelling tot de wortelende waterplanten zullen de planten die in het water zweven

of aan het oppervlak drijven (kroos) zich uitbreiden, omdat deze planten hun nutriënten uit het water of de lucht halen en bevoordeeld worden door een hoog nutriëntengehalte in de waterlaag. Bovendien ondervinden drijvende planten geen hinder van vertroebeling van het water door uitbreiding van fytoplankton. In brakke wateren treedt alleen ontwikkeling van algen op. Kroos is niet bestand tegen een hoog zoutgehalte.

Krabbescheervegetatie in mesotrofe sloot Foto: R. Nijboer



Krabbescheervegetatie in een geëutrofiëerde sloot Foto: R. Nijboer

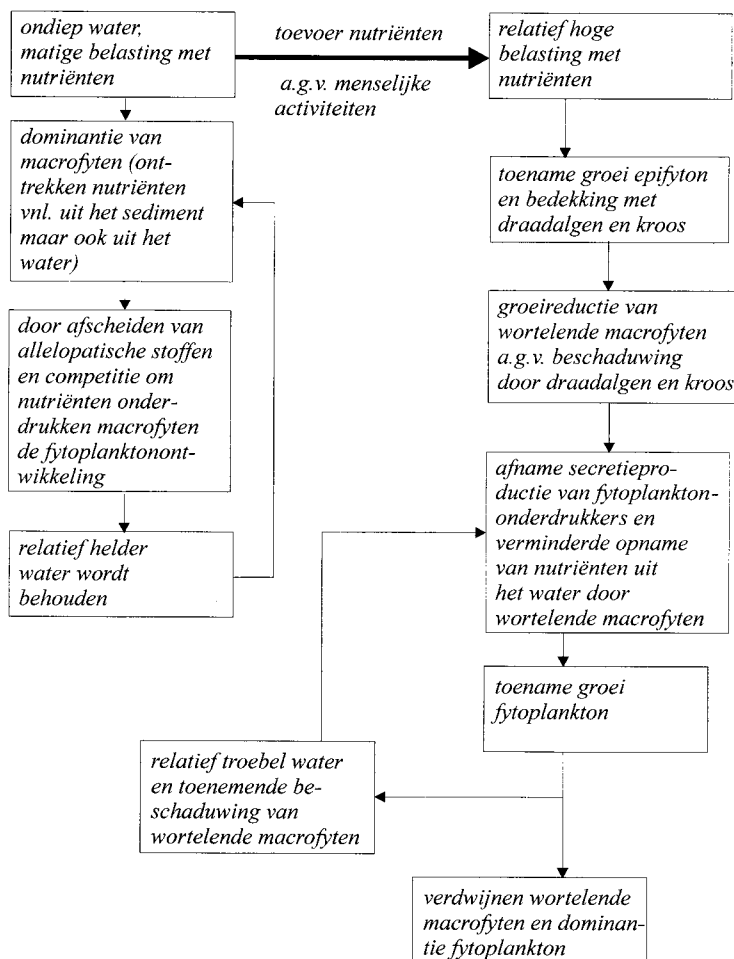


Macrofyten geven organische stoffen af die remmend werken op de groei van fytoplankton en flab. Als de macrofyten in aantal afnemen door afname van de lichtintensiteit zullen er minder van deze remmende stoffen afgescheiden worden. Hierdoor zal het fytoplankton zich nog sneller kunnen uitbreiden. De effecten van eutrofiëring op het voorkomen van macrofyten zijn in fig 9 (Philips et al. 1978) weergegeven.

De vorming van een kroosdek en/of een toename van de hoeveelheid flab en andere algen in het water zorgt voor een afname in het zuurstofgehalte vooral 's nachts. Dit kan voor de fauna funest zijn waardoor ook deze groep sterk in diversiteit afneemt. Daarnaast verdwijnt een belangrijk habitat voor macrofauna met het verdwijnen van wortelende waterplanten. De verandering in soortensamenstelling van de algen kan ook leiden tot een verandering van de soortensamenstelling van de macrofaunagemeenschap doordat er ander voedsel beschikbaar is.

Figuur 9

Oorzaken voor het verdwijnen van macrofyten bij eutrofiëring (naar Philips et al. 1978).



## 5.6 Verlanding/beheer

Verlanding vormt voor sloten een bedreiging. Zodra een sloot verlandt verdwijnt deze als aquatisch biotoop. Om verlanding tegen te gaan worden sloten beheerd. Beheer van sloten kan echter ook een bedreiging zijn als niet op de juiste wijze beheerd wordt. Schoning van sloten gebeurde vroeger handmatig met een sloothaak. Dit ging langzaam over in mechanische schoning met een slootbak, maaikorf of een maaiboot. Schoning kan een bedreiging zijn voor de levensgemeenschap in de sloot als het te vaak gebeurt, zodat de vegetatie geen kans heeft zich volledig te ontwikkelen voordat opnieuw geschoond wordt. De sloot heeft dan continu een minimale vegetatie. Door het ontbreken van vegetatie zal er ook weinig fauna in de sloten aanwezig zijn. Ook als bij schoning alle vegetatie ineens verwijderd wordt treedt sterke verarming van de levensgemeenschap op. Te weinig frequent schonen heeft als resultaat verlanding van de sloot. Ook dit is niet voordelig voor de aquatische levensgemeenschap. Er is voor elk sloottypen een optimum aan te geven voor het schoningsbeheer (zie hoofdstuk 6). Hetzelfde geldt voor baggeren; als er te vaak volledig wordt gebaggerd, wordt een dusdanig deel van de levensgemeenschap verwijderd dat deze zich niet snel opnieuw kan ontwikkelen, als er te weinig wordt gebaggerd resulteert dit in een dikke laag slib op de bodem wat slecht is voor de waterkwaliteit in de sloot en wat leidt tot een snellere verlanding (waardoor schoning vaker nodig is).

## 5.7 Kunstmatige structuren

In sloten bevinden zich stuwen en/of duikers. Deze structuren kunnen *gewenst of ongewenst zijn. Duikers bijvoorbeeld bevorderen de migratie van organismen tussen sloten. Maar van de andere kant zorgen ze ook voor doorstroming. Dit kan ongewenst zijn als hoge verblijftijden van het water in sloten gewenst zijn. Een hoge mate van isolatie kan gunstig zijn voor de waterkwaliteit.*

Het omgekeerde geldt voor stuwen, deze zijn voor organismen niet goed te passeren waardoor migratie wordt tegengegaan. Het water in de sloot wordt echter beter vastgehouden.

## 5.8 Betreding

De oevervegetatie van sloten wordt bedreigd door sterke betreding. Dit gebeurt vooral bij sloten die in landbouwgebied gelegen zijn wanneer vee de sloot gebruikt om uit te drinken. Betreding en vraat verstoren de oever- en helofytenbegroeiing van de sloot. Hierdoor blijft deze begroeiing in een pionierstadium.

# 6 Herstelmogelijkheden

## 6.1 Inleiding

Het beheer van sloten dient gericht te zijn op het behoud van de watervoerende functie en de biologische betekenis. De biologische betekenis is het hoogste als de vegetatie zich goed ontwikkeld heeft, een sloot niet geëutrofeerd of verzuurd is, de waterbeweging beperkt is en als het zuurstofgehalte voldoende hoog is.

Sloten met een natuurfunctie bieden de beste mogelijkheden voor het ontwikkelen van een bijzondere aquatische levensgemeenschap. Veel sloten liggen echter in landbouwgebieden. Dit beperkt de mogelijkheden voor het nemen van beheersmaatregelen. Waar nodig is in de volgende paragrafen daarom onderscheid gemaakt tussen sloten in natuurgebieden en sloten in landbouwgebieden.

[65

## 6.2 Schoning/overdimensionering

Sloten verlanden als ze niet beheerd worden. Om dit te voorkomen moet jaarlijks geschoond worden. Dit is ook van belang voor de afvoer van het water. Aangezien in sloten ouderdom (het successiestadium) en onderhoud samengaan, dienen deze ook samen te worden gebruikt bij het beheer.

Sloot met zeer dichte vegetatie van krabbescheer en kikkerbeet Foto: R. Nijboer





Een optimale aquatische fase manifesteert zich in de volwassen aquatische toestand. Met deze toestand als richtinggevend referentie zijn mogelijke beheersmaatregelen:

- Zo weinig mogelijk schonen, zodat zo lang mogelijk een goed ontwikkelde vegetatie aanwezig is. De snelheid van verlanding is afhankelijk van het sloottype (de bodemsoort en de mate van trofie). Het schoningsregime moet worden afgesteld op het sloottype (zie beheer bij de sloottypen in het hoofdstuk typologie). Bij geringe plantengroei moet schoning uitgesteld worden of niet worden uitgevoerd (schooning moet niet standaard plaatsvinden maar per sloot moet beoordeeld worden of schoning al noodzakelijk is). In natuurgebieden kan schoning een keer per twee tot vier jaar voldoende zijn;
- Het alleen beperkt verwijderen van macrofyten waardoor ruimte komt voor een vertraagde natuurlijke verlanding (de ene keer het eerste deel van de vegetatie verwijderen, de volgende keer het andere deel, hierdoor blijft altijd een deel van de vegetatie aanwezig waarin dieren zich kunnen terugtrekken en de vegetatie zal zich sneller weer ontwikkelen in het geschoonde deel). Deze methode biedt ruimte voor verschillende successiestadia. Vlak na schoning treden pioniersplanten op zoals kranswieren, later ontwikkelen zich macrofyten. Als verschillende delen van de sloot op verschillende tijdstippen geschoond worden kunnen verschillende successiestadia naast elkaar voortbestaan;
- De oevervegetatie beschermen tegen betreding (als het vee uit de sloten drinkt kunnen hiervoor speciale drinkplaatsen gecreeerd worden, zodat de rest van de slootoevers beschermd is) en helofyten alleen bij overdadige groei verwijderen (als de helofyten zich te ver richting het midden van de sloot uitbreiden treedt verlanding op en moeten ze verwijderd worden);
- Het ten dele in het voorjaar (verdiend voorkeur) en ten dele in het najaar verwijderen van (een deel van) de macrofyten;
- Het nalaten van het gebruik van chemische middelen;
- Baggeren bij overdadige ophoping van organisch materiaal of slib op de bodem (afhankelijk van het sloottype is eens in de acht tot tien jaar voldoende);
- Baggeren gefaseerd uit te voeren door bijvoorbeeld slechts een kwart van de sloten per jaar per polder te baggeren; hierdoor krijgt een aantal sloten de mogelijkheid zich over meerdere jaren 'natuurlijk' te ontwikkelen (hydrologisch kan dit betekenen dat meer sloten aangelegd moeten worden om voldoende afwatering te verzekeren);
- Altijd de bagger of het maaisel (zowel van water- als van oeverplanten) afvoeren, zodat het nutriëntengehalte in de sloot niet verhoogd wordt door uitspoeling uit het materiaal op de oever.

Om te voorkomen dat een sloot vaak geschoond moet worden, wordt een sloot soms overgedimensioneerd. Dit wil zeggen dat de sloot breder en dieper gemaakt wordt dan voor de afvoer en aanvoer van het water

noodzakelijk is. Door het lagere waterpeil zal de sloot meer water voeren. Het gevolg is dat het gebied sterker gedraineerd wordt. In natuurgebieden kan dit schadelijk zijn voor het gebied, in landbouwgebieden kan dan een tekort aan water (te laag peil) de productie verlagen, zodat water ingelaten moet worden. In beide gevallen is overdimensionering ongewenst.

### 6.3 Hydrologie/peilbeheer

Een goede hydrologische situatie is belangrijk voor de chemische samenstelling van het slootwater en het waterpeil. Wat nagestreefd moet worden is een zo natuurlijk mogelijke hydrologie. Het is van belang de berging van gebiedseigen water zo groot mogelijk te maken, zodat verdroging en daarmee het inlaten van gebiedsvreemd water in de zomer voorkomen kan worden. Het is van belang dat sloten (ijzerrijk) grondwater ontvangen. De mogelijkheden voor het peilbeheer en verbetering van de hydrologie hangen samen met de situering van een sloot in landbouwgebied of natuurgebied. Voor sloten in landbouwgebied kunnen de volgende maatregelen toegepast worden:

- Ophoging van het waterpeil: door ook in natte perioden een hoger waterpeil toe te staan hoeft er minder water afgevoerd te worden, zodat meer grondwater in het gebied geborgen wordt. In drogere perioden zal het waterpeil dan minder snel zakken en is minder snel inlaat van gebiedsvreemd water nodig.
- Het reguleren van de inlaat van water en/of het scheiden van gebiedseigen en ingelaten water (inlaat moet niet continu plaatsvinden maar worden aangepast aan de benodigde hoeveelheid om een bepaald waterpeil in de sloten te handhaven. Het tijdig inlaten van water in de boezem kan voorkomen dat het gebiedseigen water uit de polder wegstroomt.
- Wegverlenging: een verlenging van de weg die ingelaten water moet volgen binnen de polder waardoor het centrum meer afhankelijk wordt van regenwater;
- Isolatie: Als er sprake is van doorspoeling van een polder (met een verschillend aan- en afvoerpunt) kan dit veranderd worden in een polder met een punt voor zowel aan- als afvoer van het water. Sloten die verder in de polder gelegen zijn raken dan hydrologisch geïsoleerder. In deze sloten zal het effect van gebiedsvreemd water minder sterk zijn waardoor ze een betere waterkwaliteit kunnen krijgen (figuur 10).

Voor sloten in een natuurgebied geldt dat meer maatregelen mogelijk zijn betreffende de hydrologie van het gehele gebied:

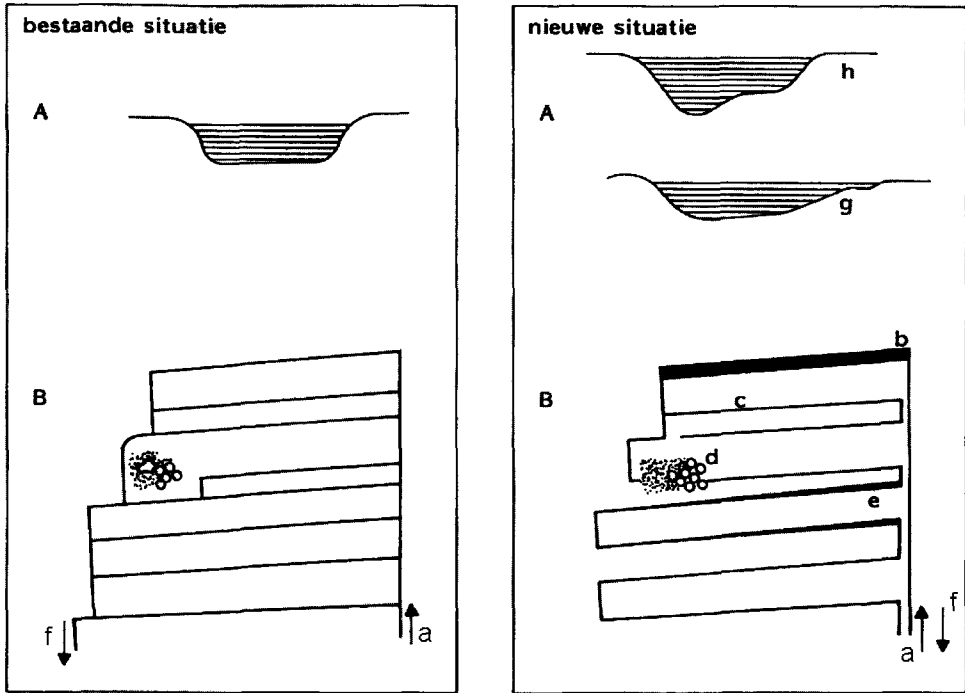
- Het voorkómen van wateronttrekking in het 'inziggebied' (voor drinkwater, industrie of landbouw);
- Hydrologische isolatie door sloten die in verbinding staan met landbouwgebied te dempen en/of met behulp van stuwen (een nadeel is dat dit migratie van aquatische soorten tegengaat);

- Het verminderen en/of opheffen van eventuele drainage in het ‘inzijgebied’: als het natuurgebied omringd wordt door landbouwgebied waar sterke drainage plaatsvindt is hydrologische isolatie mogelijk. Het aankopen van aanliggende landbouwgrond vergroot het natuurgebied en de berging binnen het natuurgebied zelf;
- De vergroting van de bergingscapaciteit en/of verblijftijd van het gebiedseigen regen- of kwelwater, door het dempen van afvoerende sloten en het verondiepen van de sloten in het gebied;
- Het opslaan van overtollig gebiedseigen water in natte perioden om dit water in te laten als verdroging dreigt op te treden;
- Het reguleren van de inlaat van water en/of het scheiden van gebiedseigen en ingelaten water (inlaat moet niet continu plaatsvinden maar worden aangepast aan de benodigde hoeveelheid om een bepaald waterpeil in de sloten te handhaven.
- Het reguleren van het waterpeil waarbij al te sterke schommelingen in het waterpeil en daarmee droogvalling van oeverzones wordt voorkomen. Een hoog waterpeil vergroot berging en voorkomt droogval of waterinlaat;
- Verbreden en verondiepen van sloten zodat ze dezelfde capaciteit hebben maar minder drainerend werken is een nieuwe maatregel die in sommige gebieden al wordt toegepast. Dit is voordelig voor het waterpeil in het gebied maar nadelig voor het waterpeil in de sloot als het grondwaterpeil zakt. Er zal eerder verdroging van de sloot optreden. Als deze maatregel toegepast wordt, dient het grondwaterpeil in het gebied voldoende te zijn om droogval van de sloot tegen te gaan.

De inlaat van gebiedsvreemd water moet worden afgewogen tegen de effecten van verdroging van een sloot. Verdroging is een rechtstreekse bedreiging voor de levensgemeenschap in de sloot. Het effect hangt af van de periode van droogval. Voor macrofauna heeft verdroging tot resultaat dat de gemeenschap zal bestaan uit snelle kolonistoren die voor droogval het water weer hebben verlaten. Voor de vegetatie hangt de soortenrijkdom eveneens af van de lengte van droogval en van het tijdstip waarop de droogte invalt. Als er al zaden zijn verspreid voordat de droogte invalt zal de vegetatie zich het volgende jaar opnieuw ontwikkelen. Een groot nadeel van verdroging is dat soorten, die een lang stadium hebben waarin ze afhankelijk zijn van water, uit droogvallende sloten zullen verdwijnen.

Een bijkomend nadeel van droogval is dat door oxidatie van de bodem veel nutriënten vrijkomen die bij nieuwe aanvoer van water in het water terechtkomen en eutrofiëring kunnen veroorzaken. De inlaat van gebiedsvreemd water leidt echter ook tot eutrofiëring (hoofdstuk 5). Het is belangrijk om verdroging te voorkomen en de inlaat van gebiedsvreemd water tot een minimum te beperken.

**Figuur 10** Herinrichting van een polder met dwars- (A) en lengteprofiel (B): inlaat (a), verbreding van het profiel (b, e), geïsoleerde sloot (c), moerasbosje (d), wateruitlaat (f), zwakke taludhelling (g) en uitgediept profiel (h) (Verdonschot 1990).



[69]

## 6.4 Eutrofiëring

Eutrofiëring vormt de grootste bedreiging voor het slootmilieu. Er zijn een aantal bron- en effectgerichte maatregelen mogelijk om eutrofiëring tegen te gaan:

- Het verminderen/stoppen van directe lozingen of zuivering van lozingen bijvoorbeeld door de filterfunctie van (multifunctionele) moerasjes (helofytenfilters) en/of moerasbosjes te benutten;
- Een verlaging van de mestgift en daarmee een extensivering van het landbouwkundig gebruik van de aanliggende gronden;
- Het vergroten van de filterfunctie van de vegetatie in de oeverzone door soorten aan te planten die snel nutriënten kunnen opnemen;
- Het verkleinen van de directe aanvoer van stoffen bijvoorbeeld door het aanbrengen van oeverwalleltjes in de lengterichting langs de sloot om invoer van de oppervlakkig afstromend voedselrijk water tegen te gaan;
- De aanleg van bufferzones of bemestingsvrije zones;
- Defosfatering van het inlaatwater als dit een hoge fosfaatconcentratie heeft.



Geëutrofiëerde kroosloot Foto: R. Nijboer

70]

In natuurgebieden kan het omringende gebied verschaald worden door begrazing in combinatie met maaibeheer en afvoer van het materiaal. Grazers moeten echter niet aan de slootranden toegelaten worden, omdat hierdoor de oevervegetatie vertrapt wordt (zie onder inrichting/morfologie). Hierdoor zullen na verloop van tijd minder nutriënten in het water terecht komen. Bij aankoop van voormalig landbouwgebied kan de bovenste bemeste laag van de bodem worden 'afgeschraapt'.

## 6.5 Inrichting/morfologie

Voor een optimale ontwikkeling van vegetatie (zodat ook de macrofaunagemeenschap divers zal zijn) is het noodzakelijk een sloot op de juiste manier in te richten. Variatie in het profiel is hierbij het belangrijkste. Een aantal mogelijkheden zijn:

- het aanbrengen van een zwakke hellingshoek van het talud en/of een verbreding van de littorale zone van de sloot;
- het creëren van een onregelmatig talud, zoals bij de verbreding van de littorale zone;
- het uitdiepen van het midden van de sloot (nadeel is sterkere drainage van het omringende gebied);
- de sloot op verschillende plaatsen verschillend te dimensioneren (trajekten van variërend van 1 tot 8 meter breed).

Om de oevervegetatie van sloten tegen vertrapping en vraat door vee te beschermen, is het terugzetten van de afrastering met plaatselijke drinkplekken een eenvoudige en waardevolle oplossing.

Specifieke sloottypen zijn oude beeklopen en krekens zoals deze voorkomen

in Groningen, Zeeland en de Zaanstreek. Het is van belang de morfologie van deze 'sloten' zoveel mogelijk te behouden en rechttrekken te voorkomen.

Afrastering voorkomt beschadiging van oeervegetatie door grazers Foto: R. Nijboer



[71

## 6.6 Verzoeting/verbrakking

Verzoeting van brakke wateren heeft een grote rol gespeeld in Nederland door het afsluiten van de Zuiderzee en de zeearmen in Zeeland. Veel brakke sloten zijn inmiddels geheel verzoet. In de sloten die nog brak zijn maar dreigen te verzoeten, moet de aanvoer van brakke kwel gestimuleerd worden. Dit kan door in de zomer een lager waterpeil toe te staan, liever dan zoet water in te laten. In de winter moet het peil zo hoog mogelijk gehouden worden, zodat het brakke water in het gebied vastgehouden wordt en niet versneld wordt afgevoerd door drainage.

In sommige gebieden is juist sprake van verbrakking van zoete wateren. Waarschijnlijk zouden de wateren hier van oorsprong brak zijn. Dan zou verbrakking juist gunstig zijn om de referentietoestand te herstellen. Wel moet dan zodanig beheerd worden dat de aanvoer van brak water gestimuleerd wordt en een chloridegehalte van minstens 500 mg/l gehaald wordt. Is de verwachting dat het chloridegehalte tussen 300 en 500 mg/l komt te liggen dan zal zich geen specifieke brakwatergemeenschap vestigen en zal de zoetwatergemeenschap achteruitgaan. Het resultaat is een sloot met een lage diversiteit en geen specifieke soorten. Is er sprake van een van oorsprong zoet water en wil men verbrakking tegengaan dan kan doorspoeld worden met zoet water.





# Literatuur

- Baccini, P.** 1985 Phosphate interactions at the sediment-water interface. In: W. Stumm (red) *Chemical processes in Lakes* Wiley, New York: 189-224.
- Bal et al**, in prep. *Handboek natuurdoeltypen in Nederland*. Rapport EC-LNV, Wageningen.
- Beers, P.W.M. van & Verdonschot P.F.M.** 2000. *Natuurlijke levensgemeenschappen van de Nederlandse binnenwateren deel 4, Brakke binnenwateren*. Alterra, EC-LNV, Wageningen. Rapport AS-04.
- Beltman, B.G.H.J.** 1983. *Van de wal in de sloot. Een typologisch onderzoek aan makrofaunacoenosen*. Proefschrift. Landbouwhogeschool Wageningen.
- Beltman, B., Rouwenhorst, T.G., Van Kerkhoven, M.B., Van der Drift, T. & Verhoeven, J.T.A.** 2000. Internal eutrophication in eat soils through competition between chloride and sulphate with phosphate for binding sites. *Biogeochemistry* 50 (2): 183-194.
- Beije, H.M., Higler, L.W.G. & Opdam, P.F.M.** 1994. *Levensgemeenschappen*. Backhuys, Leiden. 431p.
- Bloemendaal, F.H.J.L. & J.G.M. Roelofs (red.)**, 1988. *Waterplanten en waterkwaliteit*. Uitgave van de Koninklijke Natuurhistorische Vereniging, Utrecht, 113-125.
- Brock, Th.C.M., J.J. Boon & B.G.P. Paffen** 1985. The effects of the season and water chemistry on the decomposition of *Nymphaea alba* L.: weight loss and pyrolysis mass spectrometry of the particulate matter. *Aquat. Bot.* 22: 197-229.
- Carignan, R. & A. Tessier** 1988. The co-diagenesis of sulfur and iron in acid lake sediments of southwestern Québec. *Geochim. Cosmochim. Acta* 52: 1179-1188.
- Caspers, H. & C.W. Heckman** 1982. The biota of a small standing water ecosystem in the Elbe flood plain. *Arch. Hydrobiol. Suppl.* 61: 227-316.
- Claassen, T.H.L.** 1987. *Typologie en normstelling. Een aquatisch-oecologisch onderzoek in Friesland*. Proefschrift.
- CUWVO** 1988. *Ecologische kwaliteitsdoelstellingen voor Nederlandse oppervlaktewateren*. Coordinatiecommissie Uitvoering Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren. 154 pp.
- Dirkse, G.M.** 1985. *Verslag van visserij in de polder Demmerik*. Verslag Rijksuniversiteit Utrecht/Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum.
- Gijssen, van, M.E.A. & Claassen, T.H.L.** 1978. *Biologisch wateronderzoek: macrofyten en macrofauna*. Deelrapport 2, ISP-milieuonderzoek. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum. 122pp.

- Hammen, van der, H.** 1992. De macrofauna van Noord-Holland. Een aquatisch-oecologische studie: inventarisatie, verspreidingspatronen, tijdreeksen, classificatie van wateren.. Provincie Noord-Holland, Dienst Ruimte & Groen.
- Higler, L.W.G.** 2000. Natuurlijke levensgemeenschappen van de Nederlandse binnenwateren deel 7, laagveenwateren. Alterra, EC-LNV, Wageningen. Rapport AS-07.
- Jaarsma, N. & Verdonschot P.F.M.** 2000. Natuurlijke levensgemeenschappen van de Nederlandse binnenwateren deel 10, Regionale kanalen. Alterra, EC-LNV, Wageningen. Rapport AS-10.
- Kok, C.J. & B.J. Van de Laar** 1990. Influence of pH and buffering capacity on the decomposition of *Nymphaea alba* L. detritus in laboratory experiments. Verh. Int. Ver. Theor. Angew. Limnol.
- Lange, de, L.** 1972. An ecological study of ditch vegetation in the Netherlands. Thesis Universiteit van Amsterdam.
- Leentvaar, P.** 1979. Comparison of hypertrophy on a seasonal scale in Dutch inland waters. In: J. Barica and L.R. Mur (eds). Developments in hydrobiology. 2: 45-55.
- Nie, de, H.W.** 1997. Atlas van de Nederlandse zoetwatervissen. 2e herziene druk. Media Publishing, Doetinchem. ISBN 90-76020-04-03.
- Nijboer, R.C.** 1996. IJzeradditie in een geëutrofiëerde sloot; effecten op plantengroei, sulfide- en nutriëntengehalte. Katholieke Universiteit Nijmegen, Vakgroep Oecologie, Afdeling Aquatische Oecologie & Milieubiologie. Verslag nr. 411.
- Philips, G.L., D. Eminson en B. Moss** 1978. A mechanism to account for macrophyte decline in progressively eutrophicated freshwaters. Aquat. Bot. 4: 103-126.
- Roelofs, J. G. M.** 1991. Inlet of alkaline river water into peaty lowlands: effects on water quality and *Stratiotes aloides* L. stands. Aquat. Bot. 39: 267-293.
- Roelofs, J.G.M. & M.J.R. Cals** 1989. Effecten van de inlaat van gebiedsvreemd water op de waterkwaliteit en vegetatie-ontwikkeling in laag- en hoogveenplassen. In: Roelofs, J.G.M. (red.) 1989. Aanvoer van gebiedsvreemd water: Omvang en effecten op oecosystemen. Proceedings van een symposium gehouden op 21 dec. 1988, te Nijmegen. Vakgroep Oecologie, werkgroep Aquatische Oecologie, Faculteit Natuurwetenschappen, Katholieke Universiteit Nijmegen.
- Schindler, D.W** 1985. The coupling of elemental cycles by organisms: Evidence from whole lake chemical perturbations. In: W. Stumm (red). Chemical Processes in Lakes. Wiley Interscience, New York: 225-250
- Smit, H.** 1990. Hydrobiologisch onderzoek van kleinere wateren in Zuid-Holland. Provincie Zuid-Holland, Dienst Ruimte en Groen/Dienst Water en Milieu, Den Haag.

- Smolders, A.J.P., R.C. Nijboer & J.G.M. Roelofs** 1995. Prevention of sulphide toxicity and phosphate mobilisation by the addition of iron(II) chloride to a reduced sediment; An enclosure experiment. *Freshwater Biology* volume 34, no 3: 559-568.
- STOWA** 1993. Ecologische beoordeling en beheer van oppervlaktewater. Wetenschappelijke verantwoording van het beoordelingssysteem voor sloten. Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer. Rapport 93-15.
- Stumm, W.A. & J.J. Morgan** 1981. *Aquatic chemistry*. Wiley, New York, 2nd edition, 583 pp.
- Verdonschot, P.F.M.** 1990. Ecologische karakterisering van oppervlaktewateren in Overijssel. Het netwerk van cenotypen als instrument voor ecologisch beheer, inrichting en beoordeling van oppervlaktewateren.
- Verdonschot, P.F.M.**, 2001. Doelsoortenlijst van geselecteerde aquatische macrofauna in Nederland. Alterra, Wageningen.
- Verdonschot, P.F.M. & Higler, L.W.G.** (1989): *Macroinvertebrates in Dutch ditches: a typological characterization and the status of the Demmerik ditches*. *Hydrobiol Bull.* 23: 135-142.
- Verdonschot, P.F.M., E.H.T.M. Peeters, J.A. Schot, G. Arts, J. van der Straaten & M. van den Hoorn** 1997. *Waternatuur in de regionale blauwruimte; gemeenschappen in regionale oppervlaktewateren*. Achtergronddocument Natuurverkenning 1997. IKC-N, Wageningen.
- Verdonschot, P.F.M., Talsma M. & Vlies M. van der** 1997. Verslag themamiddag: 'Ecologische instrumenten bij het waterbeheer'; een eerste verkenning. Werkgroep Ecologisch Waterbeheer. Nieuwsbrief 26: 19-24.
- Vollenweider, R.A.** 1968. Scientific fundamentals of the eutrophication of lakes and flowing waters, with particular reference to nitrogen and phosphorus as factors in eutrophication. *Organ. Econ. Coop. Dev. Tech. Rep. DAS/CSI/68.27*, Parijs.
- Westhoff, V., Bakker, P.A., Van Leeuwen, C.G. & Van der Voo, E.E.** 1971. *Wilde planten, flora en vegetatie in onze natuurgebieden. 2. Het lage land*. Deventer: 304 pp.
- Wirdum, van, G.** 1989. Ecohydrologische aspecten van waterinlaat in laagvenen. In: *Roelofs, J.G.M. (red.) 1989. Aanvoer van gebiedsvreemd water: Omvang en effecten op oecosystemen*. Proceedings van een symposium gehouden op 21 dec. 1988, te Nijmegen. Vakgroep Oecologie, werkgroep Aquatische Oecologie, Faculteit Natuurwetenschappen, Katholieke Universiteit Nijmegen.



## Bijlage 1: Begeleidingscommissie van het Aquatisch Supplement

L. van den Aarsen/ J. van Bodegraven C. Roos/ M.Schreijer	Ministerie LNV, Directie Natuurbeheer Hoogheemraadschap Uitwaterende Sluizen in Hollands Noorderkwartier
M. van der Vlies H. Boeijen	Waterschap de Maaskant Zuiveringschap Hollandse Eilanden en Waarden
H. de Haan	Provincie Fryslân, Afdeling Milieu en Water
B. van der Wal	Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer (STOWA)
W. Ligtvoet	RIVM
P. Verdonschot	Alterra, Afdeling Ecologie en Milieu
R. Nijboer	Alterra, Afdeling Ecologie en Milieu
D. van der Molen	RIZA
D. Bal	Expertisecentrum LNV
C. Bisseling	Expertisecentrum LNV (voorzitter)
M. Fellingier	Expertisecentrum LNV (secretaris)



## Bijlage 2: Deelnemers expert-workshop sloten

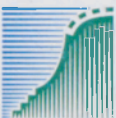
R. Nijboer	Alterra, Afdeling Ecologie en Milieu
H. van der Hammen	Provincie Noord-Holland
J. de Rooy	Zuiveringschap Rivierenland
E. van Dijk	Provincie Overijssel
P. Heuts	Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden
M. Hokken	Hoogheemraadschap van Schieland
B. Moonen	Waterschap Groot-Salland
H. Boeyen	Zuiveringschap Hollandse Eilanden en Waarden
Y. van Scheppingen	Waterschap Zeeuws-Vlaanderen
M. Fellingier	Expertisecentrum LNV (voorzitter)







**ALTEERRA**



**landbouw, natuurbeheer  
en visserij**

**Wageningen 2000**