

Leven met Zout Water

Deelrapport: Zouttolerantie van zoetwaterafhankelijke natuurdoeltypen;
verkenning en kennislacunes

Leven met Zout Water

**Deelrapport: Zouttolerantie van zoetwaterafhankelijke natuurdoeltypen;
Verkenning en kennislacunes**

**M.P.C.P. Paulissen
E.P.A.G. Schouwenberg**

m.m.v. G.W.W. Wamelink

Alterra-Document2

Alterra, Wageningen, 2007

REFERAAT

M.P.C.P. Paulissen & E.P.A.G. Schouwenberg, m.m.v. G.W.W. Wamelink, 2007. *Zouttolerantie van zoetwaterafhankelijke natuurdoeltypen; verkenning en kennislacunes*. Wageningen, Alterra, Alterra-Document2. 70 blz.; 3 fig.; 9 tab.; 40 ref.

Overzicht van de zouttolerantie van zoetwaterafhankelijke natuurdoeltypen en habitatrictlijnsoorten. Er zijn kennistabellen opgesteld over chlorideranges en gevoeligheid voor verzilting. Voor bijna alle onderzochte natuurdoeltypen ligt de optimale chlorideconcentratie in het zeer zoete en de norm in het zoete tot licht brakke bereik. Dit geldt ook voor de beschouwde plantensoorten. Voor de fauna zijn de resultaten variabeler. Hoe natter een natuurdoeltype, hoe meer zoutindicerende plantensoorten er in voorkomen. De resultaten voor chloriderange contrasteren met die voor gevoeligheid voor verzilting. Vooral op laatstgenoemd gebied is veel gewerkt met aannamen. Een lage gevoeligheid betekent niet automatisch dat de hersteltijd na het optreden van zoutschade kort is. De meeste onderzochte habitatrictlijnsoorten zijn relatief ongevoelig voor verzilting. Er zijn kennislacunes en oplossingsrichtingen geformuleerd.

Trefwoorden: chloridenorm, chloriderange, gevoeligheid voor verzilting, habitatrictlijnsoorten, Laag Nederland, natuurdoeltypen, verzilting.

ISSN 1566-7197

Dit rapport kunt u bestellen door € 00,- over te maken op banknummer 36 70 54 612 ten name van Alterra, Wageningen, onder vermelding van Alterra-Document2. Dit bedrag is inclusief BTW en verzendkosten.

© 2005 Alterra
Postbus 47; 6700 AA Wageningen; Nederland
Tel.: (0317) 474700; fax: (0317) 419000; e-mail: info.alterra@wur.nl

Niets uit deze uitgave mag worden veelevoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Alterra.

Alterra aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Inhoud

Woord vooraf.....	7
Samenvatting.....	9
1 Inleiding	11
1.1 Veranderende visie op zout water	11
1.2 Vormen van verzilting	11
1.3 Is verzilting een probleem voor zoetwaterafhankelijke natuur?	12
1.4 Deze studie: opzet en leeswijzer	14
2 Literatuurverkenning	15
2.1 Doel en opzet	15
2.2 Conclusie literatuurverkenning	15
3 Methode kennistabellen	16
3.1 Afbakening natuurdoeltypen en soorten	16
3.2 Gegevensbronnen	17
3.3 Kennistabel chlorideranges	17
3.3.1 Natuurdoeltypen en plantensoorten uit de Habitatrictlijn	18
3.3.2 Diersoorten uit de Habitatrictlijn	20
3.4 Kennistabel gevoeligheid voor verzilting	21
3.4.1 Globale indicatie gevoeligheid	21
3.4.2 Geschatte gevoeligheid in relatie tot duur en frequentie chloridepiek	22
3.4.3 Geschatte gevoeligheid in relatie tot seizoen en overschrijding chloridenorm	22
3.4.4 Maximale overschrijdingsduur voordat significante schade optreedt	24
3.4.5 Hersteltijd natuurdoeltypen na optreden van significante schade	24
4 Resultaten en discussie kennistabellen	25
4.1 Chlorideranges	25
4.1.1 Chlorideranges natuurdoeltypen	25
4.1.2 Chlorideranges habitatrictlijnsoorten	26
4.2 Gevoeligheid voor verzilting	27
4.2.1 Gevoeligheid natuurdoeltypen	27
4.2.2 Gevoeligheid habitatrictlijnsoorten	30
5 Conclusies en aanbevelingen	33
5.1 Conclusies	33
5.1.1 Literatuuronderzoek	33
5.1.2 Chlorideranges	33
5.1.3 Gevoeligheid voor verzilting	34
5.2 Kennislacunes	34
Literatuur	37

Bijlage 1 Begrippenlijst.....	41
Bijlage 2 Verkenning van bestaande literatuur	43
Bijlage 3 Beschouwde en uitgezonderde natuurdoeltypen en soorten	60
Bijlage 4 Kennistabel gevoeligheid voor verzilting – natuurdoeltypen.....	63
Bijlage 5 Kennistabel gevoeligheid voor verzilting – Bijlage II soorten.....	68

Woord vooraf

Dit rapport is geschreven in het kader van het BSIK-programma Leven met Zout Water – Natuur. Opdrachtgever was het Acacia Water – Faculteit der Aard- en Levenswetenschappen, Vrije Universiteit Amsterdam.

Het onderzoek had tot doel een overzicht te geven van de bestaande kennis over de effecten van verzilting op natuurdoeltypen en soorten uit Bijlage II van de Europese Habitatrichtlijn in Laag Nederland. Ook het signaleren van kennislacunes was een expliciet doel.

Aan het project hebben namens Alterra meegewerkt dr. Maurice Paulissen (gegevensanalyse en rapportage), ir. Wieger Wamelink (aanlevering van gegevens op basis van Ellenberggetallen) en ir. Eric Schouwenberg (projectleiding). Het project is vanuit het Acacia Water begeleid door drs. Jouke Velstra.

Samenvatting

Verzilting van grond- en oppervlaktewater zal in de komende decennia toenemen door zeespiegelstijging, bodemdaling en veranderingen in het waterbeleid. De vraag is in hoeverre zilt water een bedreiging vormt voor natuurwaarden in Laag Nederland. Deze studie geeft een overzicht van de zouttolerantie van (aquatische en terrestrische) zoetwaterafhankelijke natuurdoeltypen en habitatrichtlijnsoorten.

Op basis van bestaande literatuur kan geen dekkend overzicht worden gegeven van de zouttolerantie van natuurdoeltypen en habitatrichtlijnsoorten. Gegevens zijn vaak alleen beschikbaar als een kwalitatief deskundigenoordeel.

In deze studie zijn kennistabellen opgesteld over chlorideranges en gevoeligheid voor verzilting van natuurdoeltypen en habitatrichtlijnsoorten. Hierbij is gebruik gemaakt van bestaande gegevensbestanden. De chlorideranges zijn gebaseerd op Ellenbergs indicatiegetallen voor zout in combinatie met een representatieve set van 160.000 vegetatieopnamen. De gegevens voor een aantal faunasoorten komen uit andere bronnen. Voor individuele doeltypen en soorten zijn chloridenormen gedefinieerd als de grenswaarde van 97.5 % van de waarnemingen. Voor elk doeltype en elke soort is de geschatte gevoeligheid voor chloride uitgedrukt in een getal. Hierbij is gebruik gemaakt van bestaande schattingen en een aantal toegelichte aannamen. Ook zijn geschatte hersteltijden van natuurdoeltypen na het optreden van zoutschade opgenomen.

Voor bijna alle onderzochte natuurdoeltypen ligt de optimale chlorideconcentratie in het zeer zoete ($< 150 \text{ mg l}^{-1}$) en de norm in het zoete tot licht brakke bereik ($< 1000 \text{ mg l}^{-1}$). Dit geldt ook voor planten en terrestrische ongewervelden. De visfauna heeft een bredere chloriderange, met hogere maximumwaarden. Hoe natter een natuurdoeltype, hoe meer zoutindicerende plantensoorten er in voorkomen. De resultaten voor chloriderange contrasteren met die voor gevoeligheid voor verzilting. Aquatische natuurdoeltypen komen vooral voor bij relatief hoge optimum en maximum chlorideconcentraties, maar juist deze lijken gevoelig. Bosdoeltypen hebben relatief lage chloride-optima en normen, maar verschillen sterk in gevoeligheid. Deze contrasten zijn toegeschreven aan kennislacunes, vooral op het gebied van gevoeligheid voor verzilting. Hier is veel gewerkt met aannamen. Een lage gevoeligheid betekent niet dat de hersteltijd na het optreden van zoutschade altijd kort is. Weinig gevoelige natuurdoeltypen kunnen hersteltijden tot meer dan 50 jaar hebben. De meeste onderzochte habitatrichtlijnsoorten zijn relatief ongevoelig voor verzilting. Slechts twee soorten van matig calciumarme aquatische milieus (Drijvende waterweegbree en Gevlekte witsnuitlibel) worden als zeer gevoelig gekenmerkt.

Er zijn zes kennislacunes geformuleerd, die deels kunnen worden opgevuld door experimenteel ecologisch onderzoek. De verkregen resultaten kunnen via ruimtelijke (model)studies worden ingezet en opgeschaald om knelpunten en kansen als gevolg van verzilting te analyseren.

1 Inleiding

1.1 Veranderende visie op zout water

Het uitbannen van invloeden van de zee op het achterland kent een lange traditie in Nederland. Gronden die ooit onder directe invloed van de zee stonden, werden omgevormd tot landbouwgebied, waar zilt water voortaan ongewenst was. Ook voor de veiligheid van het achterland en de drinkwatervoorziening van West-Nederland was het zaak de zee buiten de deur te houden. Geleidelijk is hierdoor in Nederland een zeer scherpe en kunstmatige grens ontstaan tussen zoet en zout water, met weinig ruimte voor natuurlijke zoet-zoutovergangen en brakke milieus. “Tot voor kort was het uitbannen en weren van zout een nationale deugd” (citaat uit De Water – Nieuwsbrief over integraal waterbeheer, nummer 76, oktober 2001).

De harde waterbouwkundige ingrepen blijken echter negatieve effecten te hebben op de kwaliteit van natuur en landschap. Ook bodemdaling en stijging van de zeespiegel, een gevolg van klimaatverandering, dwingen beleidsmakers en waterbeheerders de traditionele verhoudingen tussen zoet en zout te heroverwegen. Tegen deze achtergrond zijn waterbeheerders steeds meer gaan ijveren voor “meegroei met de zee”, een “veerkrachtige kustverdediging” en herstel van zoet-zoutovergangen (Ministerie van Verkeer en Waterstaat 1989, Helmer et al. 1996).

1.2 Vormen van verzilting

Voor Laag Nederland is de verwachting dat verzilting van grond- en oppervlaktewater in de komende decennia zal toenemen, in de eerste plaats als gevolg van zeespiegelstijging en bodemdaling. Ook veranderingen in het waterbeleid, zoals het ontwikkelen van een veerkrachtige kustverdediging en een efficiëntere omgang met zoet water, bieden ruimte voor verzilting van gebieden die nu nog zoet zijn (Van Oosten & De Wilt 2000a, Nationaal Programma Herstel Zoet-zoutovergangen 2006).

Verzilting van natuurgebieden kan op verschillende manieren tot stand komen. De belangrijkste oorzaken worden hieronder kort besproken, in volgorde van oplopende effectgrootte op zoete natuurgebieden.

Zoutspray (het inwaaien van zout) treedt op in de Duinen en andere gebieden die aan de kust grenzen. Duinplassen of natte duinvalleien die gevoed worden door zoet water (lokaal grondwater en regenwater) kunnen door toedoen van zoutspray hoogstens licht brak worden. Vaak treedt in de loop van de successie weer verzoeting op. In de Duinen reikt de invloed van zoutspray doorgaans niet verder dan de buiten- en middenduinen (Bal et al. 2001).

In diepe polders en droogmakerijen treedt vaak *brakke of zoute kwel* op. Hierbij kan zowel sprake zijn van grondwater dat uit zee afkomstig is als van neerslagwater dat tijdens de inzijging een zouthoudende laag is gepasseerd (Van Beers & Verdonchot 2000). Om nadelige effecten voor de functies landbouw en natuur te voorkomen, worden de watergangen in deze polders doorgespoeld met zoet water. In droge perioden kan echter een tekort aan zoet water ontstaan, waardoor de invloed van zoute kwel verder toeneemt. Om de stabiliteit van waterkeringen te waarborgen en klink en zetting van veen te voorkomen (dit is prioritair boven de functies natuur en landbouw), wordt in tijden van droogte ook wel (licht) brak water ingelaten in poldergebieden (Runhaar et al. 2006).

Verzilting van zoete gebieden kan ook een gevolg zijn van natuurontwikkelingsactiviteiten gericht op *herstel van zoet-zoutovergangen*. In het kustbeheer heeft het streven naar een natuurlijke dynamiek en een veerkrachtige kust, in plaats van een starre kustverdediging, de laatste jaren aan belang gewonnen. Daarmee is het herstel van zoet-zoutgradiënten een belangrijke ecologische beleidsdoelstelling geworden voor veel gebieden waar nu een kunstmatige, scherpe grens ligt tussen zoet en zout (Van Oosten & De Wilt 2000b).

Buiten sluffers en zeearmen is directe *inundatie* van polders of andere gronden door zout water een zeldzaam fenomeen. In het verleden is dit beperkt geweest tot grote calamiteiten, zoals tijdens de Tweede Wereldoorlog en de watersnoodramp in 1953. In veel gevallen treedt bij de overstroming van polders verdunning op door menging met zoet polderwater (Harmsen 1969). Desondanks hebben inundaties met zout water in het verleden geleid tot het verdwijnen van veel zoetwaterafhankelijke soorten, waarbij het vaak tientallen jaren heeft geduurd voordat zoutgevoelige soorten zich weer vestigden (Runhaar et al. 2006).

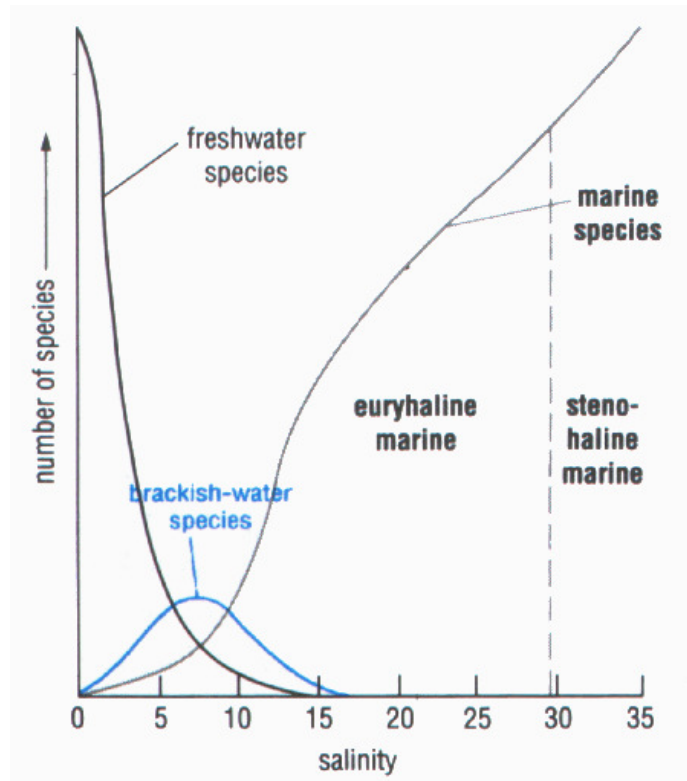
1.3 Is verzilting een probleem voor zoetwaterafhankelijke natuur?

Gegeven de toenemende betekenis van verzilting dringt de vraag zich op of en in hoeverre brak en zout water een bedreiging vormen voor natuurwaarden van zoetwaterafhankelijke gebieden in Laag Nederland.

Voor organismen die aan zoet water zijn aangepast kan verzilting ernstige gevolgen hebben, door osmotische effecten (uitdroging of verwelking), verminderde opname van essentiële nutriënten zoals kalium en fosfaat (in het geval van planten) of door directe giftigheid van te hoge zoutconcentraties op celniveau (Ter Heerdt 1995).

Veel zoetwaterafhankelijke organismen zijn in staat tot enige aanpassing aan verhoogde zoutconcentraties in hun milieu. Ze zijn doorgaans echter niet bestand tegen de vaak sterke schommelingen in het zoutgehalte zoals die in brakke milieus voorkomen. Dit is waarschijnlijk een belangrijke verklaring voor de zogenaamde 'kromme van Remane' (Remane & Schlieper 1971). Deze toont het verband tussen de externe chlorideconcentratie en het aantal soorten in aquatische habitats. De

kromme laat zien dat de soortenrijkdom van brakke wateren laag is in vergelijking met zoete of zoute habitats (Figuur 1).



Figuur 1 Verband tussen de saliniteit (‰) en de soortenrijkdom van oppervlaktewateren ('kromme van Remane'). Bron: http://www.jochemnet.de/fiu/OCB3043_37.html.

Zoetwaterafhankelijke soorten, levensgemeenschappen en natuurdoeltypen variëren in de mate van gevoeligheid voor zout. Sommige soorten en natuurdoeltypen zijn beperkt tot zeer zoete milieus. Voorbeelden hiervan zijn systemen die gebonden zijn aan regenwater en/of zoete, kalkrijke kwel, zoals trilvenen en hoogvenen. Andere natuurdoeltypen kunnen bij (incidenteel) hogere zoutconcentraties nog voorkomen. Dergelijke systemen vinden we bijvoorbeeld in de duinen en het rivierengebied. Verzilting zal dus op het ene natuurdoeltype grotere effecten hebben dan op het andere.

De gevoelige systemen worden potentieel bedreigd door verzilting. Hierbij moet worden aangetekend dat het effect van verzilting van een ecosysteem niet altijd hoeft door te dringen tot alle onderdelen ervan. Als voorbeeld kan worden gegeven trilvenen met licht brakke kwel. In deze systemen bestaat een balans tussen de aanvoer van brak water via kwel en neerslagwater (neerslaglenzen). Dit is echter een fragiel evenwicht, waardoor het hele systeem bij verandering in de balans risico loopt.

Voor sommige van de zoetwaterafhankelijke milieus heeft Nederland binnen de EU bijzondere verantwoordelijkheid (Janssen & Schaminée 2003). Verzilting kan hier leiden tot onwenselijk biodiversiteitsverlies.

Verzilting heeft echter niet alleen negatieve gevolgen. Het kan ook leiden tot het ontstaan van nieuwe natuurwaarden. Brakke milieus zijn in Nederland vrij zeldzaam geworden. En hoewel de totale biodiversiteit niet altijd even hoog is als in zoetwaterafhankelijke milieus, komen er zeer bijzondere soorten voor (Steenbergen 1993, Prins et al. 1994, Anonymus 1996).

Concluderend kan worden gesteld dat het effect van verzilting niet op elk natuurdoeltype even groot is en dat dit afhankelijk is van de lokale hydrologie en de zouttolerantie van de aanwezige soorten. Met het oog op de toenemende invloed van verzilting in Laag Nederland is het van belang kennis te verkrijgen over effecten op individuele natuurdoeltypen en bijzondere soorten daarbinnen.

1.4 Deze studie: opzet en leeswijzer

Doel van deze studie is een overzicht te presenteren van de zouttolerantie van zoetwaterafhankelijke natuurdoeltypen in Nederland. Het gaat hierbij zowel om aangetaste als terrestrische doeltypen.

Aan de basis van deze studie staat een literatuurverkenning over de effecten van verzilting en zouttolerantie van soorten en levensgemeenschappen (Hoofdstuk 2).

Vervolgens wordt een kennistabel gepresenteerd over zouttolerantie van natuurdoeltypen die in Laag Nederland kunnen voorkomen. In Hoofdstuk 3 wordt de methode beschreven die gevolgd is bij het opstellen van de kennistabel. Hoofdstuk 4 beschrijft de resultaten en Hoofdstuk 5 bevat conclusies en aanbevelingen.

Deze studie is onderdeel van het programma 'Leven met zout water', waarvan het Acacia Water (Vrije Universiteit Amsterdam) penvoerder is. Dit rapport wordt aangevuld door een andere studie binnen het programma, die zich richt op de invloed van verzilting op landbouwgewassen (Van Dam et al. 2007).

2 Literatuurverkenning

2.1 Doel en opzet

Doel van de literatuurverkenning was het vinden van publicaties over de effecten van verzilting op c.q. zouttolerantie van individuele planten- en diersoorten of ecotopen/natuurdoeltypen. Hierbij werd vooral gezocht naar publicaties met kwantitatieve gegevens die gebruikt kunnen worden bij het invullen van de kennistabellen.

De literatuurverkenning is langs vier wegen uitgevoerd:

1. Een zoekactie in de Union Catalogue of Agricultural Libraries in the Netherlands (zoekresultaat boeken en rapporten)
2. Een zoekactie in de Science Citation Index Expanded (zoekresultaat wetenschappelijke (review)artikelen)
3. Selecteren van relevante publicaties uit de “literatuur longlist”, gedownload van de website van Nationaal Programma Herstel Zoet-zoutovergangen
4. Navraag bij deskundigen binnen en buiten Alterra.

De zoekmethoden en het resultaat van de zoekacties worden nader toegelicht in Bijlage 2. Hierin is ook een overzicht van de meest relevante artikelen samengebracht.

2.2 Conclusie literatuurverkenning

Uit de verrichte literatuurverkenning kan worden geconcludeerd dat er slechts weinig overzichtsartikelen zijn gepubliceerd met kwantitatieve gegevens over zouttolerantie van soorten en levensgemeenschappen van zoetwater-gevoede milieus. Ook zouttolerantiestudies die zich beperken tot één of enkele soorten bleken onverwacht zeldzaam. Gorham (1992) en Runhaar et al. (2006) bevestigen dat de kennis over zouttolerantie van individuele soorten en levensgemeenschappen nog slechts fragmentarisch is. Dit alles maakt het lastig om op basis van bestaande literatuur een dekkend overzicht te geven van de zouttolerantie van natuurdoeltypen en habitatrictlijnsoorten. Het moge duidelijk zijn dat dit ook gevolgen heeft voor de kennis met betrekking tot hersteltijden. Kwantitatieve gegevens hierover zijn er nauwelijks en vaak alleen beschikbaar als een kwalitatief deskundigenoordeel.

3 Methode kennistabellen

Als onderdeel van deze studie zijn kennistabellen opgesteld met informatie over de chlorideranges en gevoeligheid voor verzilting van natuurdoeltypen en habitatrictlijnsoorten.

De kennistabel bevat per natuurdoeltype en soort een indicatie van:

1. de chloriderange (minimum, optimum, maximum)
2. de gevoeligheid voor verzilting, als functie van:
 - o het seizoen (groei seizoen ja of nee)
 - o intensiteit van de chloridepiek (normoverschrijding ja of nee)
3. de maximale overschrijdingsduur chloridenorm voordat significante schade c.q. sterfte optreedt
4. de hersteltijd na het ontstaan van significante schade als gevolg van overschrijding van de chloridenorm én nadat de zoutconcentratie tot het oorspronkelijke niveau is gedaald

Hoe de chloriderange en norm is gedefinieerd, is toegelicht in paragraaf 3.3.1.

3.1 Afbakening natuurdoeltypen en soorten

Op basis van het Handboek Natuurdoeltypen (Bal et al. 2001) zijn allereerst de natuurdoeltypen (afgekort NDT) geselecteerd die betrekking hebben op Laag Nederland. Deze natuurdoeltypen kunnen voorkomen in één of meer van de Fysisch-Geografische Regio's (afgekort FGR) vermeld in Tabel 1.

Tabel 1 Voor deze studie relevante Fysisch-Geografische Regio's in Laag Nederland (naar Bal et al. 2001).

Fysisch-Geografische Regio	Afkorting
Afgesloten zearmen	AZ
Duinen	DU
Getijdengebied	GG
Laagveengebied	LV
Rivierengebied	RI
Zeekleigebied	ZK

Binnen het systeem van natuurdoeltypen wordt onderscheid gemaakt tussen een aantal hoofdgroepen (Bal et al. 2001), waarvan de belangrijkste zijn de nagenoeg-natuurlijke typen (hoofdgroep 1), de begeleid-natuurlijke typen (hoofdgroep 2) en de half-natuurlijke typen (hoofdgroep 3). De eerste twee hoofdgroepen richten zich op grootschalige landschappen en zijn binnen het huidige stelsel van natuurgebieden in

Nederland van ondergeschikt belang in vergelijking met de half-natuurlijke typen. Bovendien zijn de meeste *ecotopen* (vergelijkbaar met half-natuurlijke typen) terug te vinden in de nagenoeg-natuurlijke en begeleid-natuurlijke landschappen (Bal et al. 2001). Om deze redenen is het hier gepresenteerde overzicht beperkt tot half-natuurlijke doeltypen. Bijlage 3 toont welke natuurdoeltypen in deze studie zijn opgenomen en welke zijn uitgezonderd.

In overleg met de opdrachtgever zijn soorten uit Bijlage II van de Europese Habitatrichtlijn (Janssen & Schaminée 2004) meegenomen in deze studie. De soorten zijn geselecteerd op basis van verspreidingsgegevens zoals vermeld in Janssen & Schaminée (2004). Alleen soorten die in Laag Nederland voorkomen zijn meegenomen in de analyse.

3.2 Gegevensbronnen

Een verkenning van de bestaande literatuur (Hoofdstuk 2 en Bijlage 2) laat zien dat de kwantitatieve ecologische literatuur over zouttolerantie van soorten en levensgemeenschappen schaars en fragmentarisch is. Het verzamelen en verwerken van deze gegevens zou zeer tijdrovend zijn. Daarom is gebruik gemaakt van bestaande gegevensbestanden binnen Alterra. In de volgende paragrafen wordt, per onderdeel van de kennistabellen, aangegeven welke gegevensbestanden zijn gebruikt als bron.

3.3 Kennistabel chlorideranges

In deze kennistabel zijn per natuurdoeltype en per habitatrichtlijnsoort weergegeven de minimum, optimum en maximum chlorideconcentratie waarbij het natuurdoeltype of de soort wordt aangetroffen in Nederland. Ontbrekende c.q. onbekende waarden zijn in de kennistabel aangegeven met -999.

Optimum- en normconcentraties kunnen worden gerelateerd aan zoutklassen. In dit rapport is de indeling uit het gegevensbestand 'Abiotische Randvoorwaarden Natuurdoeltypen' (Wamelink & Runhaar 2000) gevolgd (Tabel 2).

Tabel 2 Indeling in zoutklassen in het gegevensbestand 'Abiotische Randvoorwaarden Natuurdoeltypen' (Wamelink & Runhaar 2000).

Zoutklasse	Chlorideconcentratie (mg l ⁻¹)
Zeer zoet	< 150
Zoet	150 – 300
Licht brak	300 – 1000
Brak	1000 – 5000
Brak-zout	5000 – 10000
Zout	> 10000

3.3.1 Natuurdoeltypen en plantensoorten uit de Habitatrictlijn

De gegevens zijn gebaseerd op de zoutgetallen van Ellenberg (Ellenberg et al. 1991, zie kader aan einde paragraaf). Aan de basis van de analyse lag een gegevensbestand met 160.000 vegetatie-opnamen uit heel Nederland (Schaminée et al. 1995-1999, <http://www.synbiosys.alterra.nl/>). Door middel van het programma 'ASSOCIA' (Van Tongeren et al. 2007) was elke opname al aan een associatie (plantengemeenschap) toegewezen. De '160.000 opnamenset' is zo samengesteld, dat de verhouding tussen de associaties binnen het gegevensbestand een weerspiegeling is van hun zeldzaamheid binnen Nederland.

Allereerst is per opname een gemiddeld zoutgetal berekend, gebaseerd op de zoutgetallen van de soorten binnen de opname.

Na conversie van associaties naar natuurdoeltypen, via een vertaaltabel gebaseerd op Bal et al. (2001), kon per natuurdoeltype een gemiddeld zoutgetal (met standaardafwijking) worden berekend. Voor de soorten is het gemiddelde Ellenberggetal (en de standaardafwijking) berekend over alle opnamen waarin de betreffende soort voorkomt.

Met behulp van de volgende regressievergelijkingen zijn de gemiddelden en standaardafwijkingen van de Ellenberggetallen omgerekend naar chlorideconcentraties (mg l^{-1}):

$$\log [\text{chloride in ondiep grondwater}] = 1.83 + 0.39 \cdot \text{EG} \\ (\text{voor zoutgetallen} < 1.7)$$

en

$$\log [\text{chloride in ondiep grondwater}] = 3.03 + 0.14 \cdot \text{EG} \\ (\text{voor zoutgetallen} \geq 1.7)$$

waarbij EG staat voor het Ellenberg-zoutgetal

De gebruikte vergelijkingen zijn afkomstig uit Ertsen et al. (1998). Deze onderzoekers hebben hun calibratie van Ellenberg zoutgetallen gebaseerd op een gegevensbestand met meetgegevens over chloride in ondiep grondwater uit de provincies Utrecht en Noord-Holland.

In de kennistabel zijn per natuurdoeltype of soort de volgende karakteristieken van de chloriderange weergegeven:

- Laagste minimumwaarde = gemiddelde minus $4 \times$ de standaardafwijking
- Hoogste minimumwaarde = gemiddelde minus $2 \times$ de standaardafwijking
- Optimum = gemiddelde
- Laagste maximumwaarde = gemiddelde plus $2 \times$ de standaardafwijking
- Hoogste maximumwaarde = gemiddelde plus $4 \times$ de standaardafwijking

Ellenberg zoutgetallen

De “Ökologischen Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa” (indicatiegetallen voor plantensoorten) vormen de belangrijkste nalatenschap van de Duitse botanicus en ecooloog Heinz Ellenberg (1913-1997).

Zijn systeem van indicatiegetallen berust op veldbiologische waarnemingen van standplaatskenmerken. Het gaat hierbij om de klimaatfactoren licht, temperatuur en continentaliteit en de bodemfactoren vocht, zuurgraad, stikstofgehalte, zoutgehalte en resistentie tegen zware metalen.

Elke plantensoort heeft voor al deze factoren een getal toegewezen gekregen dat correspondeert met één van de klassen van de betreffende factor. Hierdoor is het mogelijk “gemiddelde” standplaatscondities af te leiden uit de Ellenberggetallen voor de individuele plantensoorten die op een bepaalde plek voorkomen.

Voor Ellenbergs zoutgetallen ziet de klassenindeling er als volgt uit:

Waarde	Naam	Toelichting
0	zoutmijdend	alleen op bodems zonder zout
1	zoutverdragend	meest op zoutarme tot zoutvrije bodems, soms op licht zouthoudende bodems (0-0.1% chloride)
2	oligohalien	vaker op bodems met zeer gering chloridegehalte (0.05-0.3%)
3	β -mesohalien	meest op bodems met gering chloridegehalte (0.3-0.5%)
4	α/β -mesohalien	meest op bodems met gering tot matig chloridegehalte (0.5-0.7%)
5	α -mesohalien	meest op bodems met matig chloridegehalte (0.7-0.9%)
6	α -meso-/polyhalien	op bodems met matig tot hoog chloridegehalte (0.9-1.2%)

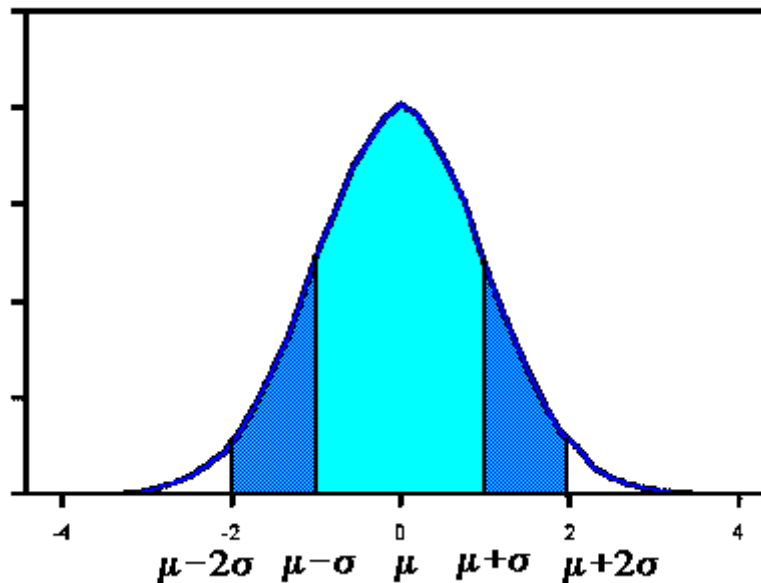
Een belangrijk punt van kritiek is dat metingen van abiotische condities tot een beter en objectiever beeld van de standplaatscondities leiden dan het berekenen van de gemiddelde indicatiewaarde van de aanwezige plantensoorten (bijv. Schaffers & Sýkora 2000, Wamelink et al. 2002). Hierbij moet worden aangetekend dat de meerwaarde van éénmalige fysisch-chemische metingen ten opzichte van Ellenberggetallen in abiotisch veranderlijke milieus vervalst. Andere studies (bijv. Ertsen et al. 1998 voor Ellenberg zoutgetallen) hebben laten zien dat de indicatiewaarden vaak toch goed correleren met gemeten milieuvariabelen. Wanneer tijd of budget het doen van fysisch-chemische analyses niet toelaten, maar vegetatie-opnamen wel voorhanden zijn, vormt het gebruik van Ellenberggetallen een goedkoop en snel alternatief.

Het bovenstaande is deels gebaseerd op http://de.wikipedia.org/wiki/Zeigerwerte_nach_Ellenberg.

Negatieve minimumwaarden zijn in de kennistabel op nul gesteld.

In deze studie is de *norm* voor chloride gedefinieerd als de laagste maximumwaarde (gemiddelde plus $2 \times$ de standaardafwijking).

Uitgaande van een standaardnormale verdeling van de (logaritme van de) chlorideconcentraties, is de kans dat een meting binnen een gegeven natuurdoeltype of soort hoger uitvalt dan de norm ongeveer gelijk aan 2.5 % (Figuur 2).



Figuur 2 Standaardnormale verdeling. 95 % van de waarnemingen ligt in het gekleurde gebied, dat afgegrensd wordt door het gemiddelde $\pm 2 \times$ de standaardafwijking. Bron: <http://www.stat.yale.edu/Courses/1997-98/101/normal.htm>.

3.3.2 Diersoorten uit de Habitatrichtlijn

Voor deze soorten kon geen gebruik worden gemaakt van de methode gebaseerd op Ellenberggetallen. Vanwege de taxonomische diversiteit binnen de groep diersoorten is noodzakelijkerwijs gebruik gemaakt van gegevens uit verschillende bronnen (Tabel 3).

Voor Nauwe korfslak, Gevlekte witsnuitlibel en Grote vuurvlieder is de chloriderange bepaald uit de gemiddelde waarden voor de natuurdoeltypen waarin de soorten voorkomen (afgeleid uit gegevens over habitattypen en associaties waarin ze voorkomen, Janssen & Schaminée 2004). De procedure voor deze drie soorten is toegelicht in een apart tabblad bij de digitale kennistabellen. Voor deze soorten geldt in sterkere mate dan voor de overige Bijlage II soorten dat de weergegeven chloriderange in de eerste plaats iets zegt over hun habitat en niet zozeer over de fysiologische range van de soorten zelf.

Kwantitatieve gegevens over chlorideranges werden verder verkregen van Drs. Jan Cuppen (Wageningen Universiteit, macrofauna), Ir. Erwin Winter (RIVO, vissen) en Dr. Willie van Emmerik (Vereniging Sportvisserij Nederland, vissen) en Dr. Anton Stumpel (Alterra, amfibieën). Eventuele referenties bij de getallen die zij noemden zijn in Tabel 3 weergegeven. Hun toelichtingen bij de gegevens zijn als opmerkingen toegevoegd aan de digitale kennistabel chlorideranges.

Voor Bruinvis en Gewone zeehond zijn kwalitatieve omschrijvingen in Janssen & Schaminée (2004) vertaald naar maximum chlorideconcentraties. Voor de overige zoogdiersoorten was het moeilijk om op basis van Janssen & Schaminée (2004) tot kwantitatieve gegevens te komen. Daarnaast is de zoutconcentratie in het milieu voor de terrestrische soorten Meervleermuis en Noordse woelmuis waarschijnlijk van weinig belang.

Tabel 3 Geraadpleegde referenties voor gegevens over chlorideranges van diersoorten uit Bijlage II van de Europese Habitatrichtlijn. Alleen soorten die in Laag Nederland voorkomen zijn in deze studie meegenomen.

Nederlandse naam	Wetenschappelijke naam	Referentie chloriderange
Nauwe korfslak	<i>Vertigo angustior</i>	indirect bepaald op basis van gegevens NDT
Gevlekte witsnuitlibel	<i>Leucorrhinia pectoralis</i>	indirect bepaald op basis van gegevens NDT
Grote vuurvlieder	<i>Lycena dispar</i>	indirect bepaald op basis van gegevens NDT
Gestreepte waterroofkever	<i>Graphoderus bilineatus</i>	Cuppen & Koese (2005)
Zeeprik	<i>Petromyzon marinus</i>	Janssen & Schaminée (2004)
Rivierprik	<i>Lampetra fluviatilis</i>	Van Hall (1998)
Elft	<i>Alosa alosa</i>	Janssen & Schaminée (2004)
Fint	<i>Alosa fallax</i>	Van Emmerik & De Nie (2006)
Zalm	<i>Salmo salar</i>	Janssen & Schaminée (2004)
Bittervoorn	<i>Rhodeus sericeus amarus</i>	De Lange & Van Emmerik (2006)
Grote modderkruiper	<i>Misgurnus fossilis</i>	Janssen & Schaminée (2004)
Kleine modderkruiper	<i>Cobitis taenia</i>	Janssen & Schaminée (2004)
Rivierdonderpad	<i>Cottus gobio</i>	Peters (2005)
Kamsalamander	<i>Triturus cristatus</i>	A.H.P. Stumpel (persoonlijke mededeling)
Meervleermuis	<i>Myotis dasycneme</i>	geen gegevens
Bever	<i>Castor fiber</i>	geen gegevens
Noordse woelmuis	<i>Microtus oeconomus arenicola</i>	geen gegevens
Bruinvis	<i>Phocoena phocoena</i>	Janssen & Schaminée (2004)
Gewone zeehond	<i>Phoca vitulina</i>	Janssen & Schaminée (2004)

3.4 Kennistabel gevoeligheid voor verzilting

3.4.1 Globale indicatie gevoeligheid

De website ‘Hulpmiddelen natuurwetgeving’ van het Ministerie van LNV (http://www.minlnv.nl/portal/page?_pageid=116,1640898&_dad=portal&_schema=PORTAL&p_document_id=110637&p_node_id=269807&p_mode=BROWSE) geeft voor EU-Habitattypen en soorten uit Bijlage II van de Habitatrichtlijn een

indicatie van de gevoeligheid voor verzilting. De methodiek is beschreven door Broekmeyer et al. (2006). Door middel van een vertaaltabel, waarin voor elk habitatype is aangegeven welke natuurdoeltypen eronder vallen (J.A.M. Janssen, interne kennistabel Alterra), was het mogelijk om per natuurdoeltype en per habitatrichtlijnsoort een indicatie van de gevoeligheid voor verzilting op te nemen in de kennistabel 'gevoeligheid voor verzilting'. De volgende waarden zijn hierbij gehanteerd:

- 0 = niet gevoelig
- 1 = gevoelig
- 2 = zeer gevoelig
- -999 = onbekend

3.4.2 Geschatte gevoeligheid in relatie tot duur en frequentie chloridepiek

In het algemeen geldt dat soorten van zoete tot licht brakke milieus niet bestand zijn tegen periodiek verhoogde zoutconcentraties. Zo zijn brakke wateren waarin de zoutconcentratie sterk fluctueert soortenarmer dan brakke wateren met een constanter zoutgehalte en kunnen euryhalie mariene soorten in een stabiele zoutgradiënt tot bij lagere chlorideconcentraties voorkomen dan in een fluctuerende gradiënt (Runhaar et al. 2006 en referenties daarin). Hieruit is geconcludeerd dat soorten gemiddeld genomen weinig tolerant zijn voor zoutfluctuaties op korte termijn, terwijl ze zich juist kunnen aanpassen aan een langdurige verhoging of verlaging van de zoutconcentratie.

Volgens Ter Heerdt (1995) nemen de metabolische snelheid en groei van glycofyten sterk af als gevolg van een sterke verhoging van de externe zoutconcentratie, maar treedt significante schade alleen op als de zoutconcentratie gedurende langere tijd verhoogd blijft en de soort zich daaraan niet kan aanpassen.

Uit de twee bovenstaande generalisaties wordt niet duidelijk of een langere verhoging van de chlorideconcentratie, in vergelijking met korte chloridepieken, negatief of positief zal uitpakken voor soorten of natuurdoeltypen van zoete milieus. Bovendien zullen individuele soorten en levensgemeenschappen naar verwachting verschillend reageren. Hierover is zo weinig literatuur gevonden, dat besloten is in de kennistabel niet in te gaan op de effecten van verschillen in duur en frequente van een chloridepiek.

3.4.3 Geschatte gevoeligheid in relatie tot seizoen en overschrijding chloridenorm

In verband met de schaarste aan bestaande kwantitatieve gegevens zijn de velden over de gevoeligheid in relatie tot seizoen en hoogte van de chloridepiek ingevuld op basis van deskundigenoordeel. Hierbij is een aantal uitgangspunten gehanteerd:

1. De gevoeligheid voor verzilting van natuurdoeltypen en habitatrictlijnsoorten neemt af in de volgorde aquatisch > semi-aquatisch > terrestrisch.

Aquatische organismen en levensgemeenschappen staan intensiever bloot aan verhoogde chlorideconcentraties in hun milieu dan terrestrische soorten en levensgemeenschappen. Aquatische soorten hebben vaak een dunnere huid of epidermis dan terrestrische soorten en hun osmoregulatie wordt gemakkelijker beïnvloed door wisselende zoutconcentraties in het water. Natuurdoeltypen en soorten van semi-aquatische (semi-terrestrische) milieus zoals moerassen en natte graslanden nemen een tussenpositie in. Dit uitgangspunt is als een soort weegfactor meegenomen in de kennistabel (veld 'aquatisch milieu'). In dit veld kunnen drie waarden voorkomen:

- 1 = aquatisch
- 0.5 = semi-aquatisch/semi-terrestrisch
- 0 = terrestrisch.

2. De invloed van het seizoen op de gevoeligheid voor verzilting van natuurdoeltypen en habitatrictlijnsoorten neemt af in de volgorde terrestrisch > semi-aquatisch > aquatisch.

Het jaarlijkse temperatuurverloop kent minder fluctuaties en extremen in aquatische dan in terrestrische milieus. Semi-aquatische milieus nemen een tussenpositie in. Zo zijn laagveenmoerassen, natte graslanden en natte heiden rijk aan mossen. Deze organismen staan weliswaar bloot aan extremere temperatuurswisselingen dan soorten in aquatische milieus (als in terrestrische milieus), maar mossen houden hun primaire productie op een significant niveau in het winterhalfjaar (overeenkomst met aquatische milieus).

3. Natuurdoeltypen en habitatrictlijnsoorten van calciumrijke milieus zijn minder gevoelig voor verzilting dan natuurdoeltypen en soorten van calciumarme milieus.

Een belangrijk effect van zoutstress bij planten is een tekort aan kalium. Een kaliumtekort kan worden verzacht door hoge externe calciumconcentraties (Rabe 1982 citeert referenties). Het veld 'calciumarmoede' geeft voor elk natuurdoeltype of soort één van de volgende waarden:

- 1 = voorkomend in calciumarm milieu
- 0.5 = voorkomend in matig calciumarm milieu
- 0 = voorkomend in calciumrijk milieu.

Voor ieder natuurdoeltype en iedere habitatrictlijnsoort is de gevoeligheid voor verzilting weergegeven voor vier situaties (chloridepiek wel of niet in het groeiseizoen en wel of niet normoverschrijdend). Een definitie voor de chloridenorm is gegeven in paragraaf 3.3.1 en in paragraaf 3.4.1 worden de in de kennistabel gebruikte waarden toegelicht.

3.4.4 Maximale overschrijdingsduur voordat significante schade optreedt

Voor een beperkt aantal natuurdoeltypen kon een indicatie van de maximale overschrijdingsduur van de chloridenorm worden afgeleid uit Runhaar et al. (2006). Hierbij is de volgende procedure gevolgd. In Bal et al. (2001) werd opgezocht welke vaatplantdoelsoorten bij een bepaald natuurdoeltype horen. Per doelsoort werd in Runhaar et al. (2006) gezocht naar gegevens over chloridetolerantie. In veel gevallen ontbrak deze informatie, waarbij als score -999 (“onbekend”) is ingevuld in de kennistabel. Voor enkele soorten vermeldt Runhaar et al. (2006) dat ze gevoelig zijn voor zout en dat “blootstelling gedurende enkele weken aan chloridegehalten van meerdere honderden milligrammen al voldoende kan zijn om ze te laten afsterven”. In gevallen waarin dit laatste geldt voor minimaal één van de vaatplantdoelsoorten is in de kennistabel de score 1 toegekend (d.w.z. maximale overschrijdingsduur chloridenorm bedraagt “enkele weken”). In de digitale kennistabel is per natuurdoeltype gespecificeerd hoeveel vaatplantdoelsoorten er zijn en voor hoeveel ervan de gegeven waarde geldt.

3.4.5 Hersteltijd natuurdoeltypen na optreden van significante schade

De hersteltijd (in jaren) is gebaseerd op twee bronnen. De eerste is een binnen Alterra gebruikte kennistabel over ontwikkelingstijden van natuurdoeltypen (opgenomen in gegevensbestand Effectenindicator, cf. Broekmeyer et al. 2006). De tweede is het rapport Runhaar et al. (2004). In gevallen waarin beide bronnen gegevens bevatten is in dit rapport de maximale range van hersteltijden weergegeven. Als startpunt voor herstel wordt beschouwd het moment waarop de chlorideconcentratie in een systeem, na het ontstaan van significante schade, weer tot de norm gedaald is. De hersteltijd is in de kennistabel weergegeven als een range met een minimum- en een maximumwaarde (in jaren). De waarde 99999 is als maximumwaarde toegekend in gevallen waarin de hersteltijd was omschreven als, bijvoorbeeld, “> 25 jaar”. Natuurdoeltypen met een onbekende hersteltijd hebben de score -999 gekregen.

4 Resultaten en discussie kennistabellen

4.1 Chlorideranges

4.1.1 Chlorideranges natuurdoeltypen

Tabel 4 geeft een overzicht van de chlorideranges van natuurdoeltypen in Laag Nederland, gerangschikt naar oplopende optimum- en normconcentratie. Het grootste deel van de optima blijkt in het zeer zoete bereik te liggen ($< 150 \text{ mg l}^{-1}$ chloride), terwijl het grootste deel van de normen (optimum + $2 \times$ standaardafwijking) in het zoete of licht brakke bereik ligt ($150 - 300$ respectievelijk $300 - 1000 \text{ mg l}^{-1}$ chloride).

Tabel 4 Chlorideranges van natuurdoeltypen in Laag Nederland, gebaseerd op Ellenberg zoutgetallen en gerangschikt naar oplopend optimum en oplopende norm. De chloridenorm is hier gedefinieerd als het optimum (gemiddelde) plus $2 \times$ de standaardafwijking. Natuurdoeltypen en Fysisch Geografische Regio's volgens Bal et al. (2001). Afkortingen van Fysisch-Geografische Regio's zijn toegelicht in Tabel 1 (paragraaf 3.1). De bovenste helft van de tabel (t/m natuurdoeltype 3.29) wordt beschouwd als subgroep met 'lage optimumconcentratie chloride'.

Code NDT	Naam natuurdoeltype (NDT)	Fysisch Geografische Regio (Laag Nederland)	Chloriderange (mg/l in ondiep grondwater)					Steekproefgrootte (aantal vegetatie-opnamen)
			minimum (-4 SD)	minimum (-2 SD)	optimum (gemiddelde)	maximum (+2 SD)	maximum (+4 SD)	
3.69	Eiken-haagbeukenbos van zandgronden	DU	0.0	0.0	68.6	209.7	350.7	552
3.59	Eiken-haagbeukenhakhout en -middenbos van zandgronden	DU	0.0	0.0	68.7	210.1	351.5	604
3.60	Park-stinzenbos	DU, RI, ZK (DU)	0.0	0.0	69.5	210.7	351.8	66
3.67	Bos van bron en beek	(DU)	0.0	0.0	70.4	212.2	353.9	555
3.65	Eiken- en beukenbos van lemige zandgronden	DU, RI	0.0	0.0	70.5	223.0	375.4	1664
3.66	Bos van voedselrijke, vochtige gronden	DU, RI	0.0	0.0	70.8	216.2	361.5	663
3.57	Elzen-essenhakhout en -middenbos	DU, LV, RI, ZK	0.0	0.0	71.9	216.8	361.6	1206
3.62	Laagveenbos	LV, RI, ZK	0.0	0.0	72.3	216.9	361.5	1038
3.63	Hoogveenbos	LV	0.0	0.0	72.3	227.5	382.8	837
3.53	Zoom, mantel en droog struweel van het rivieren- en zeekleigebied	AZ, RI, ZK	0.0	0.0	76.7	231.0	385.2	855
3.55	Wilgenstruweel	vrijwel alle	0.0	0.0	76.9	231.1	385.4	1069
3.56	Eikenhakhout en -middenbos	DU, RI	0.0	0.0	78.1	249.6	421.2	3044
3.28	Veenmosrietland	LV	0.0	0.0	79.2	240.6	402.0	371
3.50	Akker van basenrijke gronden	RI, ZK	0.0	0.0	80.7	230.0	379.4	297
3.6	Langzaam stromende bovenloop	DU	0.0	0.0	81.0	241.6	402.2	315
3.27	Trilveen	LV	0.0	0.0	81.8	227.6	373.5	148
3.43	Natte duinheide	DU	0.0	0.0	81.9	244.9	407.9	857
3.54	Zoom, mantel en droog struweel van de duinen	DU	0.0	0.0	81.9	247.8	413.6	1159
3.64	Bos van arme zandgronden	DU	0.0	0.0	82.6	262.5	442.4	1008
3.35	Droog kalkrijk duingrasland	DU	0.0	0.0	82.6	240.0	397.4	1098
3.61	Ooibos	AZ, RI, ZK	0.0	0.0	83.9	241.4	398.8	186
3.42	Natte heide (moerasheide)	LV	0.0	0.0	84.8	264.3	443.9	1387
3.52	Zoom, mantel en droog struweel van de hogere gronden	(LV)	0.0	0.0	84.9	259.1	433.3	2172
3.46	Droge duinheide	DU	0.0	0.0	85.4	239.7	393.9	425
3.51	Akker van basenarme gronden	RI	0.0	0.0	85.9	241.2	396.4	361
3.25	Natte strooiselruigte	vrijwel alle	0.0	0.0	87.9	248.1	408.3	1117
3.29	Nat schraalgrasland	LV, (DU), (RI)	0.0	0.0	88.4	261.6	434.8	1338
3.49	Rvierduin en -strand	RI	0.0	0.0	89.4	254.8	420.2	383
3.1	Droogvallende bron en beek	DU	0.0	0.0	90.6	262.8	435.1	500
3.39	Bloemrijk grasland van het rivier- en zeekleigebied	RI, ZK	0.0	0.0	93.4	254.1	414.8	2597
3.34	Droog kalkarm duingrasland	DU	0.0	0.0	94.7	281.3	467.8	1057
3.31	Dotterbloemgrasland van veen en klei	LV, RI, ZK, (AZ), (DU)	0.0	0.0	94.9	257.6	420.4	335
3.17	Geïsoleerde meander en petgat	LV, RI	0.0	0.0	94.9	291.4	487.8	1754
3.21	Zwakgebufferde sloot	(LV)	0.0	0.0	94.9	289.3	483.7	541
3.38	Bloemrijk grasland van het zand- en veengebied	AZ, DU, LV	0.0	0.0	96.8	256.3	415.9	1671
3.22	Zwakgebufferd ven (zwakgebufferde duinplas)	DU	0.0	0.0	97.2	296.8	496.3	896
3.24	Moeras	vrijwel alle, behalve GG	0.0	0.0	99.3	300.8	502.2	4320
3.32	Nat, matig voedselrijk grasland	AZ, LV, RI, ZK	0.0	0.0	100.1	268.2	436.3	1839
3.14	Gebufferde pool en wiel	vrijwel alle	0.0	0.0	107.5	344.1	580.6	2077
3.15	Gebufferde sloot	AZ, DU, LV, RI, ZK	0.0	0.0	108.5	345.7	582.9	3157
3.19	Kanaal en vaart	LV, RI, ZK, (DU)	0.0	0.0	120.1	341.7	563.4	3003
3.18	Gebufferd meer	AZ, DU, LV, ZK	0.0	0.0	125.4	354.8	584.1	2523
3.16	Dynamisch rivierbegeleidend water	RI	0.0	0.0	130.0	351.9	573.8	2189
3.26	Natte duinvallei	DU	0.0	0.0	135.7	425.0	714.3	1154
3.10	Langzaam stromende rivier en nevengeul	RI	0.0	0.0	142.5	349.0	555.5	1259
3.8	Langzaam stromend riviertje	LV, RI	0.0	0.0	147.1	352.3	557.5	1178
3.20	Duinplas	DU	0.0	0.0	149.6	437.2	724.8	922
3.11	Zoet getijdenwater	RI, ZK	0.0	0.0	150.9	357.8	564.8	1351
3.48	Strand en stuivend duin	DU, (AZ)	0.0	0.0	167.5	602.9	1038.3	178
3.13	Brak stilstaand water	AZ, DU, ZK, (LV), (GG)	0.0	0.0	240.6	622.8	1005.0	1350
3.41	Binnendijks zilt grasland	AZ, ZK	0.0	1208.3	5585.3	9962.4	14339.4	1446
3.40	Kwelder, slufier en groen strand	DU, GG	0.0	1216.5	5916.7	10617.0	15317.2	3315
3.12	Brak getijdenwater	GG	13486.1	13674.4	13862.6	14050.8	14239.1	40

Opvallend is dat de meeste terrestrische natuurdoeltypen in de bovenste helft van de tabel staan (relatief lage optimum en maximum chlorideconcentraties), terwijl de aquatische natuurdoeltypen overwegend in het onderste deel van de tabel staan. De semi-aquatische natuurdoeltypen (wetlands) komen wat meer verspreid over de tabel voor, met een voorkeur voor het midden (Tabel 4). Geconcludeerd kan worden dat hoe natter een natuurdoeltype is, hoe meer zoutindicerende plantensoorten (volgens Ellenberg) er in voorkomen.

Tabel 5 laat zien dat de meeste Fysisch Geografische Regio's niet sterk neigen naar dominantie van (zeer) zoete of juist zilte natuurdoeltypen. Toch zijn, in verhouding met andere Fysisch Geografische Regio's, natuurdoeltypen uit de Duinen relatief sterk vertegenwoordigd in de subgroep 'lage optimumconcentratie chloride' (Tabel 4 en 5). In verhouding tot de rest van Laag Nederland komen in de Duinen veel regenwaterafhankelijke natuurdoeltypen voor. Deze zijn in het algemeen zeer zoet.

De regio's Afsloten Zeearmen en Getijdengebied bevatten naar verhouding veel natuurdoeltypen met hoge optimum- en normconcentraties voor chloride (Tabel 5).

Tabel 5 Percentage van de (voor de Fysisch Geografische Regio's kenmerkende) natuurdoeltypen dat voorkomt in de subgroep 'lage optimumconcentratie chloride' (bovenste helft van Tabel 4). Indien alle natuurdoeltypen uit een Fysisch Geografische Regio (FGR) vallen in de subgroep 'lage optimumconcentratie chloride', is de score voor deze subgroep 100 %. Natuurdoeltypen kunnen in meer dan één FGR voorkomen.

Fysisch Geografische Regio (FGR)	% van de voor de FGR kenmerkende NDT's dat voorkomt in subgroep 'lage optimumconcentratie chloride'
duinen	52
rivierengebied	48
laagveengebied	43
zeekleigebied	42
getijdengebied	33
afgesloten zeearmen	29

4.1.2 Chlorideranges habitatrictlijnsoorten

In Tabel 6 zijn chlorideranges weergegeven voor de beschouwde habitatrictlijnsoorten. Van de soorten waarvoor de ranges gebaseerd zijn op Ellenberg zoutgetallen (direct of indirect, zie paragraaf 3.3.2) vallen de optimum- en normconcentraties voor chloride in het zeer zoete respectievelijk zoete of licht-brakke bereik. Zoals verwacht komt dit overeen met de resultaten voor de natuurdoeltypen (Tabel 4). Het betreft hier onder andere de (semi)terrestrische faunasoorten Gevlekte witsnuitlibel, Grote vuurvlieder en Nauwe korfslak. Deze zijn grotendeels afhankelijk van de respons van de vegetatie op de chlorideconcentratie in bodem en water.

De range van de enige beschouwde macrofaunasoort, de Gestreepte waterroofkever, valt geheel in het zeer zoete bereik (< 150 mg/l chloride).

Het grootste deel van de visfauna heeft een vrij brede chloriderange, in vergelijking met de overige beschouwde soorten (vooral planten en ongewervelden). Dit geldt niet alleen voor migrerende vissoorten, die fysiologisch zijn aangepast aan (sterk) wisselende zoutconcentraties, maar ook voor zoetwatersoorten zoals Bittervoorn, Grote en Kleine modderkruiper en Rivierdonderpad (Tabel 6).

Tabel 6 Chlorideranges van soorten uit Bijlage II van de Habitatrichtlijn, gebaseerd op Ellenberg zoutgetallen (Tabel 6a), veldmetingen en deskundigenoordeel (Tabel 6b). De gegevens zijn gerangschikt naar oplopend optimum en oplopende norm. Zie paragraaf 3.3.2 voor uitleg over methode bepaling chloriderange en de koptekst bij Tabel 4 voor verdere toelichting. Afkortingen van Fysisch-Geografische Regio's zijn toegelicht in Tabel 1 (paragraaf 3.1).

a)		Fysisch Geografische Regio	Chloriderange (mg/l in ondiep grondwater)				steekproefgrootte	
Code soort	Naam Bijlage II soort	(Laag Nederland)	minimum (-4 SD)	minimum (-2 SD)	optimum (gemiddelde)	maximum (+2 SD)	maximum (+4 SD)	(aantal opnamen)
1831	Drijvende waterweegbree (<i>Luronium natans</i>)	DU, LV	0.0	0.0	76.0	226.9	377.8	90
1393	Geel schorpioenmos (<i>Hamatocaulis vermicosus</i>)	LV	0.0	0.0	79.3	233.1	386.8	21
1060	Grote vuurvlinder (<i>Lycæna dispar</i>)	LV	0.0	0.0	80.5	240.6	402.0	519
1903	Groenknolorchis (<i>Liparis loeselii</i>)	DU, LV	0.0	0.0	110.6	320.8	531.1	174
1042	Gevlekte witsnuitlibel (<i>Leucorrhinia pectoralis</i>)	DU, LV	0.0	0.0	112.6	437.2	724.8	6729
1014	Nauwe korfslak (<i>Vertigo angustior</i>)	DU, RI	0.0	0.0	117.5	425.0	714.3	5474
1614	Kruipend moerasscherm (<i>Apium repens</i>)	ZK	0.0	0.0	118.7	284.2	449.7	7
1387	Tonghaarmuts (<i>Orthotrichum rogeri</i>)	ZK	-999	-999	-999	-999	-999	-999

b)		Fysisch Geografische Regio	Chloriderange (mg/l)			
Code soort	Naam Bijlage II soort	(Laag Nederland)	minimum	optimum	maximum	referentie
1082	Gestreepte waterroofkever (<i>Graphoderus bilineatus</i>)	LV	17	38.5	143	Cuppen & Koese (2005)
1134	Bittervoorn (<i>Rhodeus sericeus amarus</i>)	LV, RI, ZK	-999	-999	1000	De Lange & Van Emmerik (2006)
1145	Grote modderkruiper (<i>Misgurnus fossilis</i>)	LV, RI, ZK	-999	-999	1000	Janssen & Schaminée (2004)
1149	Kleine modderkruiper (<i>Cobitis taenia</i>)	LV, RI, ZK	-999	-999	1000	Janssen & Schaminée (2004)
1163	Rivierdonderpad (<i>Cottus gobio</i>)	AZ, LV, RI, ZK	-999	-999	3000	Peters (2005)
1103	Fint (<i>Alosa fallax</i>)	AZ, GG	300	-999	35000	Van Emmerik & De Nie (2006)
1094	Zeeprink (<i>Petromyzon marinus</i>)	AZ, GG, RI	-999	-999	35000	Janssen & Schaminée (2004)
1099	Rivierprink (<i>Lampetra fluviatilis</i>)	AZ, RI	-999	-999	35000	Van Hall (1998)
1102	Elft (<i>Alosa alosa</i>)	AZ, RI	-999	-999	35000	Janssen & Schaminée (2004)
1106	Zalm (<i>Salmo salar</i>)	AZ, RI	-999	-999	35000	Janssen & Schaminée (2004)
1351	Bruinvis (<i>Phocoena phocoena</i>)	GG	-999	-999	35000	Janssen & Schaminée (2004)
1365	Gewone zeehond (<i>Phoca vitulina</i>)	GG	-999	-999	35000	Janssen & Schaminée (2004)
1166	Kamsalamander (<i>Triturus cristatus</i>)	RI, ZK	-999	-999	-999	
1318	Meervleermuis (<i>Myotis dasycneme</i>)	LV, RI, ZK	-999	-999	-999	
1337	Bever (<i>Castor fiber</i>)	RI, ZK	-999	-999	-999	
1340*	Noordse woelmuis (<i>Microtus oeconomus arenicola</i>) *prioritaire soort	LV, ZK	-999	-999	-999	

4.2 Gevoeligheid voor verzilting

4.2.1 Gevoeligheid natuurdoeltypen

Tabel 7 rangschikt de onderzochte natuurdoeltypen in volgorde van afnemende geschatte gevoeligheid voor verzilting. Ruim de helft van de natuurdoeltypen (de vetgedrukte) wordt gevoelig geacht voor chloridepieken die onder de norm blijven. De verdeling van terrestrische, semi-aquatische en aquatische natuurdoeltypen over de tabel verschilt sterk van Tabel 4. Waar terrestrische natuurdoeltypen vooral gevonden werden bij relatief lage optimum en maximum chlorideconcentraties en aquatische bij relatief hoge (Tabel 4), blijkt uit Tabel 7 dat veel aquatische en semi-aquatische natuurdoeltypen juist kunnen worden gekenmerkt als gevoelig voor verzilting. De hoge scores van (semi-) aquatische natuurdoeltypen voor geschatte gevoeligheid voor verzilting kunnen worden verklaard doordat bij het invullen van de kennistabel (Bijlage 4) is aangenomen dat gevoeligheid voor verzilting afneemt in de volgorde aquatisch > semi-aquatisch > terrestrisch (zie paragraaf 3.4.3).

Tabel 7 Overzicht geschatte gevoeligheid voor verzilting van natuurdoeltypen in Laag Nederland (volgend uit Kennistabel Bijlage 4). Vetgedrukte natuurdoeltypen zijn ook gevoelig voor chloridepieken onder de norm en vetgedrukt/cursieve doeltypen zijn dit alleen in het groeiseizoen. De variabele 'globale indicatie gevoeligheid' is gebaseerd op gegevens uit de website 'Hulpmiddelen natuurwetgeving' (Ministerie LNV); 0 = ongevoelig; 1 = gevoelig; 2 = zeer gevoelig; ? = onbekend. Afkortingen van Fysisch-Geografische Regio's zijn toegelicht in Tabel 1 (paragraaf 3.1).

Natuurdoeltype code naam	Fysisch-geografische Regio (Laag Nederland)	Globale indicatie gevoeligheid cf. Broekmeyer et al. 2006	Geschatte gevoeligheid totalscore	Hersteltijd (jaren)
3,63 Hoogveenbos	LV	2	6	>25
3,28 Veenmosrietland	LV	2	6	3-25
3,34 Droog kalkarm duingrasland	DU	2	6	10-25
3,6 Langzaam stromende bovenloop	DU	2	6	0-10
3,8 Langzaam stromend riviertje	LV, RI	2	6	0-10
3,10 Langzaam stromende rivier en nevengeul	RI	2	6	0-10
3,14 Gebufferde poel en wiel	vrijwel alle	2	6	0-10
3,16 Dynamisch rivierbegeleidend water	RI	2	6	0-10
3,17 Geïsoleerde meander en petgat	LV, RI	2	6	0-50
3,18 Gebufferd meer	AZ, DU, LV, ZK	2	6	0-10
3,42 Natte heide (moerasheide)	LV	2	6	0-50
3,43 Natte duinheide	DU	2	6	0-10
3,46 Droge duinheide	DU	2	6	0-10
3,1 Droogvallende bron en beek	DU	?	6	?
3,15 Gebufferde sloot	AZ, DU, LV, RI, ZK	?	6	3-10
3,21 Zwakgebufferde sloot	(LV)	?	6	3-10
3,62 Laagveenbos	LV, RI, ZK	2	5	>25
3,27 Trilveen	LV	2	5	>10
3,29 Nat schraalgrasland	LV, (DU), (RI)	2	5	10-50
3,65 Eiken- en beukenbos van lemige zandgronden	DU, RI	2	4	>25
3,66 Bos van voedselrijke, vochtige gronden	DU, RI	2	4	>25
3,32 Nat, matig voedselrijk grasland	AZ, LV, RI, ZK	2	4	3-50
3,35 Droog kalkrijk duingrasland	DU	2	4	10-25
3,39 Bloemrijk grasland van het rivier- en zeekleigebied	RI, ZK	2	4	3-50
3,24 Moeras	vrijwel alle, behalve GG	2	4	0-50
3,22 Zwakgebufferd ven (zwakgebufferde duinplas)	DU	1	4	0-10
3,26 Natte duinvallei	DU	2	4	0-10
3,49 Rivierduin en -strand	RI	2	4	0-10
3,55 Wilgenstruweel	vrijwel alle	2	4	0-50
3,31 Dotterbloemgrasland van veen en klei	LV, RI, ZK, (AZ), (DU)	?	4	10-50
3,51 Akker van basenarme gronden	RI	?	4	3-10
3,57 Elzen-essenhakhout en -middenbos	DU, LV, RI, ZK	?	4	>50
3,64 Bos van arme zandgronden	DU	2	3	>25
3,67 Bos van bron en beek	(DU)	2	3	>25
3,69 Eiken-haagbeukenbos van zandgronden	DU	2	3	>25
3,61 Ooibos	AZ, RI, ZK	2	3	10-25
3,54 Zoom, mantel en droog struweel van de duinen	DU	2	3	0-10
3,59 Eiken-haagbeukenhakhout en -middenbos van zandgronden	DU	?	3	>50
3,60 Park-stinzenbos	DU, RI, ZK	?	3	>50
3,20 Duinplas	DU	?	2	0-10
3,25 Natte strooiselruigte	vrijwel alle	1	2	0-10
3,48 Strand en stuivend duin	DU, (AZ)	1	2	0-10
3,52 Zoom, mantel en droog struweel van de hogere gronden	(LV)	1	2	0-50
3,53 Zoom, mantel en droog struweel van het rivieren- en zeekleigebied	AZ, RI, ZK	1	2	0-50
3,11 Zoet getijdenwater	RI, ZK	?	2	?
3,12 Brak getijdenwater	GG	?	2	?
3,13 Brak stilstaand water	AZ, DU, ZK, (GG), (LV)	?	2	3-10
3,19 Kanaal en vaart	LV, RI, ZK, (DU)	?	2	?
3,38 Bloemrijk grasland van het zand- en veengebied	AZ, DU, LV	?	2	10-50
3,41 Binnendijks zilt grasland	AZ, ZK	?	2	10-50
3,56 Eikenhakhout en -middenbos	DU, RI	?	2	>50
3,50 Akker van basenrijke gronden	RI, ZK	?	1	3-10
3,40 Kwelder, sluffer en groen strand	DU, GG	0	0	0-10

Alle bosdoeltypen, zowel natte als droge, bevinden zich in de bovenste helft van Tabel 4 (optimum zeer zoet, norm zoet). Tabel 7 en Figuur 3 laten echter zien dat niet alle bosdoeltypen daarmee ook in dezelfde mate gevoelig zijn voor verzilting. Boomsoorten verschillen in zouttolerantie (Anonymus 1955, Zolg 1979). Zomereik (*Quercus robur*), Gewone es (*Fraxinus excelsior*), Gladde iep (*Ulmus minor*) en Zwarte els (*Alnus glutinosa*) zijn relatief zouttolerant, terwijl Berken (*Betula* sp.), Beuk (*Fagus sylvatica*) en Haagbeuk (*Carpinus betulus*) relatief gevoelig zijn voor zout (Anonymus 1955). Dit komt deels tot uitdrukking in Tabel 7. Zo hebben Hoogveenbos, gedomineerd door Berken (Bal et al. 2001) en Beukenbos (natuurdoeltype 3.65) een relatief hoge geschatte gevoeligheid voor verzilting. Het minst gevoelige bostype (natuurdoeltype 3.56) wordt gedomineerd door Zomereik. Ook het Park-stinzenbos (met Gewone es en Gladde iep) is relatief ongevoelig voor verzilting (Tabel 7).

Een lage geschatte gevoeligheid voor verzilting betekent niet automatisch dat de hersteltijd na significante zoutschade ook kort is. Dit is af te lezen aan de verspreiding over de tabel van de natuurdoeltypen met lange hersteltijden (> 10 jaar; Tabel 7).

Tabel 8 Percentage van de (voor de Fysisch Geografische Regio's kenmerkende) natuurdoeltypen dat voorkomt in de subgroep 'gevoelig voor verzilting' (n = 32; bovenste deel van Tabel 7). Als gevoelig worden beschouwd de natuurdoeltypen met een totaalscore > 3. Indien alle natuurdoeltypen uit een Fysisch Geografische Regio (FGR) vallen in de subgroep 'gevoelig voor verzilting', is de score voor deze subgroep 100 %. Natuurdoeltypen kunnen in meer dan één FGR voorkomen.

Fysisch Geografische Regio (FGR)	% van de voor de FGR kenmerkende NDT's dat voorkomt in subgroep 'gevoelig voor verzilting'
laagveengebied	77
rivierengebied	69
duinen	56
zeekleigebied	53
afgesloten zeearmen	50
getijdengebied	33

Tabel 8 laat zien dat de regio's Laagveengebied en Rivierengebied neigen naar dominantie van voor verzilting gevoelige natuurdoeltypen. Hydrologisch gezien worden deze regio's vooral gevoed door zoet water, waarbij de invloed van zoutspray relatief gering is. De hoge score van het Laagveengebied wordt deels veroorzaakt doordat aan de regenwaterafhankelijke natuurdoeltypen als Veenmosrietland (3.28) en Moerasheide (3.42) om floristische redenen hoge gevoeligheden voor verzilting zijn toegekend (Tabel 7 en Bijlage 4), terwijl de hydrologie van het betreffende natuurdoeltype buiten beschouwing is gelaten. Hier is bewust voor gekozen, zodat de hydrologie in een later stadium als duidelijk te onderscheiden factor kan worden toegevoegd aan de kennistabel. Wanneer de factor hydrologie wordt meegenomen bij de inschatting van de zoutgevoeligheid van Veenmosrietland en Moerasheide, zou kunnen blijken dat de natuurdoeltypen eigenlijk minder gevoelig zijn, zeker in het natte seizoen. De reden hiervoor is dat de betreffende natuurdoeltypen gevoed

worden door regenwaterlenzen die door dichtheidsverschillen grotendeels geïsoleerd zijn van het onderliggende brakke water.

De regio Duinen scoort in Tabel 8 verhoudingsgewijs lager dan in Tabel 5. Dit kan verklaard worden doordat natuurdoeltypen in deze Fysische Geografische Regio weliswaar vaak gevoed worden door (zeer) zoet water, maar door hun ligging dicht bij de kust (waar zoutspray aanzienlijk kan zijn) toch gekoloniseerd worden door soorten met een relatief hoge zouttolerantie.

De regio's Afgesloten Zeearmen en Getijdengebied bevatten logischerwijs relatief veel natuurdoeltypen met een lage gevoeligheid voor verzilting (Tabel 8).

Tabel 9 Overzicht geschatte gevoeligheid voor verzilting van soorten uit Bijlage II van de Habitatrictlijn (volgend uit Kennistabel Bijlage 5). Vetgedrukte soorten zijn ook gevoelig voor chloridepieken onder de norm. De variabele 'globale indicatie gevoeligheid' is gebaseerd op gegevens uit de website 'Hulpmiddelen natuurwetgeving' (Ministerie LNV); 0 = ongevoelig; 1 = gevoelig; 2 = zeer gevoelig; ? = onbekend. Afkortingen van Fysisch-Geografische Regio's zijn toegelicht in Tabel 1 (paragraaf 3.1).

Bijlage II habitatrictlijnsoort code naam	Fysisch-geografische Regio (Laag Nederland)	Globale indicatie gevoeligheid cf. Broekmeyer et al. 2006	Geschatte gevoeligheid totaalscore	Hersteltijd (jaren)
1831 Drijvende waterweegbree (<i>Luronium natans</i>)	DU, LV	2	6	?
1042 Gevlekte witsnuitlibel (<i>Leucorrhinia pectoralis</i>)	DU, LV	2	6	?
1614 Kruidend moerasscherm (<i>Apium repens</i>)	ZK	2	4	?
1014 Nauwe korfslak (<i>Vertigo angustior</i>)	DU, RI	?	2	?
1337 Bever (<i>Castor fiber</i>)	RI, ZK	1	2	?
1134 Bittervoorn (<i>Rhodeus sericeus amarus</i>)	LV, RI, ZK	1	2	?
1393 Geel schorpioenmos (<i>Hamatocaulis vernicosus</i>)	LV	1	2	?
1082 Gestreepte waterroofkever (<i>Graphoderus bilineatus</i>)	LV	1	2	?
1903 Groenknolorchis (<i>Liparis loeselii</i>)	DU, LV	1	2	?
1145 Grote modderkruiper (<i>Misgurnus fossilis</i>)	LV, RI, ZK	1	2	?
1166 Kamsalamander (<i>Triturus cristatus</i>)	RI, ZK	1	2	?
1149 Kleine modderkruiper (<i>Cobitis taenia</i>)	LV, RI, ZK	1	2	?
1099 Rivierprik (<i>Lampetra fluviatilis</i>)	AZ, RI	1	2	?
1387 Tonghaarmuts (<i>Orthotrichum rogeri</i>)	ZK	1	2	?
1060 Grote vuurvlinder (<i>Lycena dispar</i>)	LV	0	2	?
1318 Meervleermuis (<i>Myotis dasycneme</i>)	LV, RI, ZK	1	1	?
1351 Bruinvis (<i>Phocoena phocoena</i>)	GG	1	0	?
1365 Gewone zeehond (<i>Phoca vitulina</i>)	GG	1	0	?
1102 Elft (<i>Alosa alosa</i>)	AZ, RI	0	0	?
1103 Fint (<i>Alosa fallax</i>)	AZ, GG	0	0	?
1340* Noordse woelmuis (<i>Microtus oeconomus arenicola</i>) *prioritaire soort	LV, ZK	0	0	?
1163 Rivierdonderpad (<i>Cottus gobio</i>)	AZ, LV, RI, ZK	0	0	?
1106 Zalm (<i>Salmo salar</i>)	AZ, RI	0	0	?
1094 Zeeprik (<i>Petromyzon marinus</i>)	AZ, GG, RI	0	0	?

4.2.2 Gevoeligheid habitatrictlijnsoorten

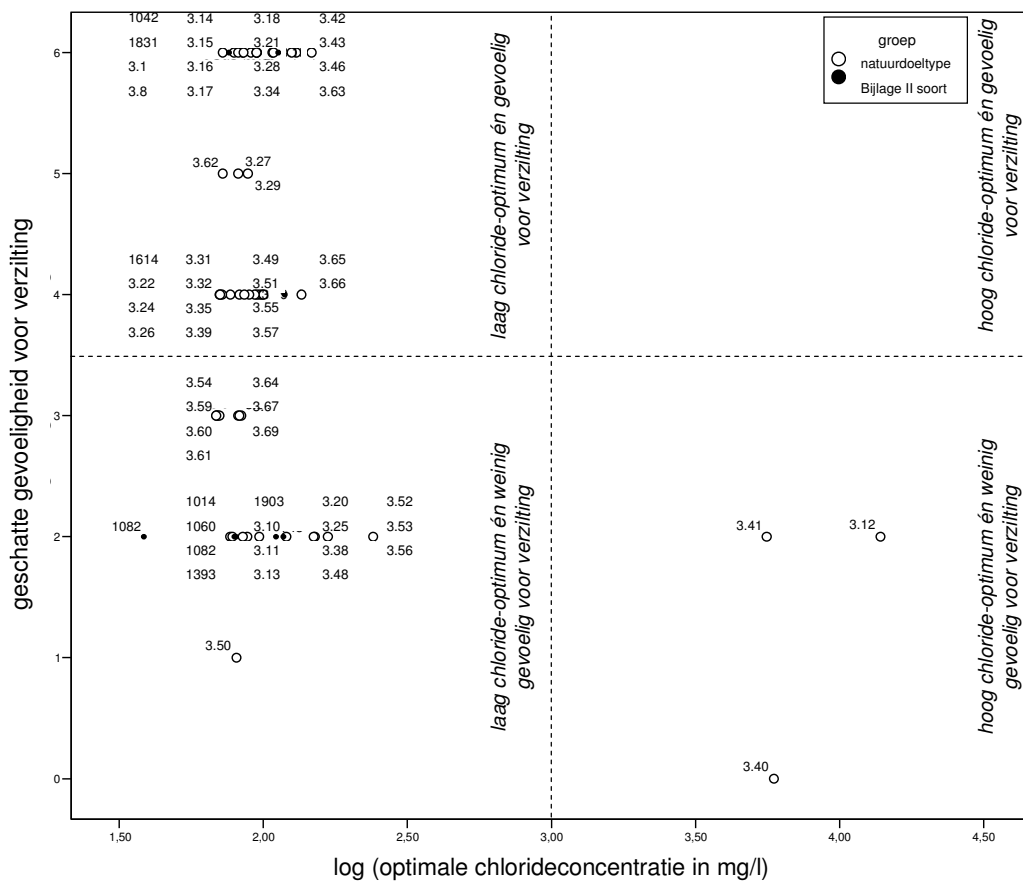
Tabel 9 geeft een soortgelijk overzicht als Tabel 7, maar nu voor de onderzochte habitatrictlijnsoorten. Voor de onderzochte (semi)terrestrische ongewervelden zijn de resultaten variabel. Samen met Drijvende waterweegbree wordt de Gevlekte witsnuitlibel gevoelig geacht voor chloridepieken die onder de norm blijven. Dit is een gevolg van hun voorkomen in aquatische, matig calciumarme milieus in combinatie met een hoge score voor 'globale gevoeligheid voor verzilting' (zie paragraaf 3.4.3 en Bijlage 5). De Nauwe korfslak en Grote vuurvlinder daarentegen

worden minder gevoelig geacht voor verzilting. Dit is te verklaren door hun minder aquatische levenswijze.

De enige beschouwde macrofaunasoort, de Gestreepte waterroofkever, wordt relatief ongevoelig geacht voor verzilting (Tabel 9). Dit wordt vooral verklaard door de relatief lage indicatie gevoeligheid (Bijlage 5) volgens Broekmeyer et al. (2006).

Binnen de groep van meest gevoelige soorten (score 6, 4 en 2) zijn de regio's Duinen en Laagveengebied sterk vertegenwoordigd. De soorten uit de regio's Afsloten zearmen, Getijdengebied en (in mindere mate) Zeekleigebied, waaronder alle beschouwde vis- en zoogdiersoorten, zijn weinig of niet gevoelig voor verzilting (Tabel 9).

Voor de habitatrictlijnsoorten zijn geen gegevens over hersteltijd gevonden.



Figuur 3 Indeling van natuurdoeltypen en habitatrictlijnsoorten naar voorkomen op de chloridegradiënt (x-as) en geschatte gevoeligheid voor verzilting (y-as). De codes van de natuurdoeltypen en habitatrictlijnsoorten worden verklaard in Bijlage 3.

In Figuur 3 zijn gegevens over optimale chlorideconcentratie en gevoeligheid voor verzilting geïntegreerd weergegeven voor zowel de natuurdoeltypen als de Bijlage II soorten uit de Habitatrichtlijn. De combinatie hoog chloride-optimum en in sterke mate gevoelig voor verzilting (kwadrant rechtsboven) blijkt niet voor te komen.

Gevoeligheid van vesoorten voor chloride in het drinkwater

Boeren gebruiken vaak oppervlaktewater of ondiep grondwater als drinkwater voor hun vee. Water met een te hoge saliniteit is hiervoor echter ongeschikt. Bij rundvee kunnen hoge zoutgehalten leiden tot anorexia, gewichtsverlies, diarree en oedeemvorming (Van Dokkum et al. 1998). Uit onderstaande tabel kan geconcludeerd worden dat:

- (1) niet elke vesoort even gevoelig is voor chloride of sulfaat in het drinkwater;
- (2) rundvee relatief tolerant lijkt en pluimvee relatief intolerant voor verhoogde zoutconcentraties in het dieet.

Volgens Van Dokkum et al. (1998) zijn de door hun gegeven maximumwaarden te sterk toegenomen op rundvee (gevolg van kennisleemte) en houden de gegeven waarden voor individuele stoffen geen rekening met combinatietoxiciteit (multiple stress).

De tabel onderstreept dat het voor boeren van belang is bij hun bedrijfsvoering rekening te houden met verzilting als kwaliteitsbepalende factor voor veedrinkwater. Bij toenemende saliniteit in een bepaald gebied kan overgang van een gevoelige naar een minder gevoelige vesoort een oplossing bieden.

	Rundvee	Schaap	Varken	Paard	Konijn	Pluimvee
<i>Van Dokkum et al. (1998): maximaal toelaatbare drinkwaterconcentraties (mg l⁻¹)</i>						
chloride	2000	-	1000	-	-	250
sulfaat	250	250	250	-	-	50
<i>Anonymus (1980): maximaal toelaatbare concentratie (% van het dieet)</i>						
melkgevend	4	9	8	3	3	2 (legkip)
niet melkgevend	9	-	-	-	-	-

5 Conclusies en aanbevelingen

5.1 Conclusies

5.1.1 Literatuuronderzoek

In de bestaande literatuur zijn kwantitatieve gegevens over zouttolerantie van soorten en levensgemeenschappen van zoetwatergevoede milieus schaars en fragmentarisch. Dit maakt het lastig om op basis van de literatuur een dekkend overzicht te geven van de zouttolerantie van natuurdoeltypen en habitatrictlijnsoorten. Dit heeft ook gevolgen voor de kennis met betrekking tot hersteltijden. Gegevens zijn vaak alleen beschikbaar als een kwalitatief deskundigenoordeel. Deze gegevens liggen ook aan de basis van de in dit rapport gepresenteerde resultaten.

5.1.2 Chlorideranges

Met uitzondering van vijf natuurdoeltypen uit brakke milieus valt de optimale chlorideconcentratie voor alle onderzochte natuurdoeltypen in het zeer zoete bereik ($< 150 \text{ mg l}^{-1}$) en ligt de chloridenorm, zoals in deze studie gedefinieerd, in het zoete tot licht brakke bereik ($< 1000 \text{ mg l}^{-1}$).

Deze ranges voor chloride-optimum en norm zijn gebaseerd op Ellenberg zoutgetallen en gelden ook voor de onderzochte plantensoorten en terrestrische ongewervelden uit Bijlage II van de Habitatrictlijn. De beschouwde ongewervelden zijn immers grotendeels afhankelijk van de respons van de vegetatie op de chlorideconcentratie in bodem en water.

De range van de enige beschouwde macrofaunasoort, de Gestreepte waterroofkever, valt geheel in het zeer zoete bereik ($< 150 \text{ mg/l}$ chloride). Globale chlorideranges voor andere macrofaunasoorten zijn te vinden in de serie 'Natuurlijke levensgemeenschappen van de Nederlandse binnenwateren' (Verdonschot et al. 2000).

De visfauna heeft een bredere chloriderange, met hogere maximumwaarden.

Afgaande op Ellenberg zoutgetallen geldt dat hoe natter een natuurdoeltype is, hoe meer zoutindicerende plantensoorten er in voorkomen. De gevoeligheidsanalyse laat echter ook zien dat dit niet zonder meer betekent dat aquatische natuurdoeltypen minder gevoelig zijn voor verzilting dan terrestrische.

5.1.3 Gevoeligheid voor verzilting

Hoewel aquatische natuurdoeltypen vooral gevonden zijn bij relatief hoge optimum en maximum chlorideconcentraties, blijken juist deze doeltypen gevoelig voor verzilting. De relatief hoge gevoeligheid is verklaard uit de in deze studie gemaakte aannamen.

Bosdoeltypen verschillen sterk in gevoeligheid voor verzilting, ondanks dat voor alle bosdoeltypen relatief lage chloride-optima en normen gelden. In de literatuur worden grote verschillen in zouttolerantie tussen boomsoorten beschreven. Dit biedt een verklaring voor de variatie in gevoeligheid.

De contrasterende resultaten voor chloriderange en gevoeligheid voor verzilting zoals gevonden voor aquatische en bosnatuurdoeltypen moeten deels worden toegeschreven aan kennislacunes op het terrein van gevoeligheden voor verzilting. Hierdoor moest, in sterkere mate dan voor chlorideranges, worden gewerkt met aannamen bij het invullen van de kennistabellen.

Een lage geschatte gevoeligheid voor verzilting betekent niet automatisch dat de verwachte hersteltijd na het optreden van zoutschade kort is. Ook voor weinig gevoelige natuurdoeltypen zijn hersteltijden tot soms meer dan 50 jaar gevonden.

De meeste onderzochte habitatrictlijnsoorten zijn relatief ongevoelig voor verzilting. Slechts twee soorten van matig calciumarme aquatische milieus (Drijvende waterweegbree en Gevlekte witsnuitlibel) worden in deze studie als zeer gevoelig gekenmerkt.

Voor de onderzochte (semi)terrestrische ongewervelden zijn de resultaten variabel. Met uitzondering van de enige beschouwde macrofaunasoort geldt: hoe aquatischer de levenswijze, hoe gevoeliger de soort.

De soorten uit de regio's Afgesloten zeearmen, Getijdengebied en (in mindere mate) Zeekleigebied, waaronder alle beschouwde vis- en zoogdiersoorten, zijn weinig of niet gevoelig voor verzilting.

5.2 Kennislacunes

Naar aanleiding van het verrichte literatuur- en gegevensonderzoek is een zestal kennislacunes geïdentificeerd. Deze worden hieronder toegelicht, waarbij tevens oplossingsrichtingen zijn aangegeven.

1. Meer meetgegevens gewenst ter onderbouwing en validatie van gegevens uit deskundigenoordeel.

Ertsen et al. (1998) hebben aangetoond dat de zoutgetallen van Ellenberg goed correleren met chloridemetingen aan ondiep grondwater in Noord-

Holland en Utrecht. Dit is beschouwd als een fundamentele ondersteuning van de in deze studie gevolgde methodiek om te komen tot chlorideranges voor natuurdoeltypen en habitatrictlijnsoorten.

In tegenstelling tot de chlorideranges kon de gevoeligheid voor verzilting niet onderbouwd worden met meetgegevens. Deze kennislacune kan worden opgevuld door experimenteel werk, zoals hieronder nader wordt toegelicht.

2. Nieuwe normering voor chloride gewenst.

In dit onderzoek zijn geen bestaande chloridenormen gevonden voor natuurdoeltypen en habitatrictlijnsoorten. Verzilting zal echter in toenemende mate leiden tot kansen én bedreigingen voor natuurdoeltypen en doelsoorten in Laag Nederland. Er is daarom dringend behoefte aan chloridenormen gebaseerd op de tolerantie van individuele natuurdoeltypen, doel- en habitatrictlijnsoorten. De methode om via Ellenbergergetallen daartoe te komen, zoals toegepast in dit rapport, biedt hiervoor een basis. In de toekomst kan een dergelijke normering ingezet worden om ruimtelijke verschillen in chloridetolerantie van natuur in Laag Nederland weer te geven. Een dergelijke kaart, gekoppeld aan gegevens over waterkwaliteit en aanvoerroutes van water, kan ingezet worden om voor individuele gebieden bedreigingen weg te nemen en kansen te creëren.

3. Kennis over het effect van variatie in duur van een chloridepiek op natuurdoeltypen en habitatrictlijnsoorten ontbreekt.

In samenhang hiermee blijkt uit de kennistabellen in Bijlagen 4 en 5 dat slechts zeer weinig bekend is over de maximale duur van een chloridepiek vóórdat significante schade aan natuurdoeltypen of soorten optreedt.

4. Kennis over uitspoeltijd van zout ontbreekt voor individuele natuurdoeltypen.

De in deze studie gehanteerde hersteltijden zijn in feite geschatte ontwikkelingstijden voor natuurdoeltypen. Er is weinig bekend over de tijd die het duurt voordat zout is uitgespoeld uit een bepaald natuurdoeltype. Dit is, naast de ontwikkelingstijd, echter een tweede belangrijke component van de hersteltijd. Deze 'uitspoeltijd' kan van gebied tot gebied verschillen, afhankelijk van hydrologische verschillen. Naar verwachting zijn generalisaties mogelijk op het niveau van natuurdoeltypen of categorieën van (hydrologisch) verwante natuurdoeltypen.

5. Ecohydrologie op niveau natuurdoeltype en op gebiedsniveau in beschouwing nemen.

Het is belangrijk rekening te houden met ecohydrologische verschillen tussen natuurdoeltypen (en daarbinnen tussen verschillende natuurgebieden). Hierbij kan worden gedacht aan puur hydrologische verschillen (herkomst en

aanvoerroute water, lokale hydrologie) en aan ecohydrologische verschillen (hoe diep wortelt een soort, is dat in een zoetwaterbel of in dieper liggend brak water, et cetera).

In deze studie is de ecohydrologie van een natuurdoeltype of van een concreet natuurgebied zoveel mogelijk losgekoppeld van de aannames die gebruikt zijn bij het invullen van de kennistabellen. Het verdient aanbeveling de rol van de ecohydrologie nader te beschouwen in vervolgonderzoek in het kader van het overkoepelend programma 'Leven met zout water'. Voor een deel kan dit ook in gebiedsgerichte case studies gedaan worden.

6. Sulfaateffect onderscheiden van chloride-effect.

Zoute en brakke wateren hebben niet alleen hoge chlorideconcentraties, maar ook hoge sulfaatconcentraties. Sulfaat kan sterk negatieve effecten hebben op ecosystemen en individuele planten- en diersoorten. Deze ongewenste effecten worden veroorzaakt door sulfidetoxiciteit en interne eutrofiëring als gevolg van sulfaatreductie (Lamers 2001).

Deze kennislacunes kunnen grotendeels worden opgevuld door experimenteel werk. Gedacht kan worden aan mesocosmosexperimenten waarin plaggen met vegetatie, inclusief doelsoorten, uit specifieke natuurdoeltypen worden blootgesteld aan water met variërende concentraties chloride en sulfaat.

De verkregen resultaten kunnen via ruimtelijke (model)studies worden ingezet en opgeschaald om knelpunten en kansen als gevolg van verzilting te analyseren.

Literatuur

Anonymus. 1955. Zoutschade aan houtsoorten: bericht van het Instituut voor Bosbouwkundig Onderzoek, afdeling houtteelt te Wageningen over het, in samenwerking met het Laboratorium voor Plantenfysiologisch Onderzoek te Wageningen en met het Instituut voor Toegepast Biologisch Onderzoek in de Natuur te Arnhem, in 1954 voortgezette onderzoek naar de invloed van de inundaties 1953 op houtsoorten. Instituut voor Bosbouwkundig Onderzoek, Wageningen.

Anonymus. 1980. Mineral tolerance of domestic animals. National Academy of Sciences, Washington D.C.

Anonymus. 1996. Brakwaterkaart van Zeeland. Provincie Zeeland en de Zeeuwse waterschappen, Middelburg.

Bal D., Beije H.M., Fellingner M., Haveman R., Van Opstal A.J.F.M. & Van Zadelhoff F.J. 2001. Handboek Natuurdoeltypen. Tweede, geheel herziene editie. Expertisecentrum LNV, Wageningen.

Bloemendaal F.H.J.L., Roelofs J.G.M. & De Lyon M.J.H. 1988. Saliniteit en chemische typologie. In: Bloemendaal F.H.J.L. & Roelofs J.G.M. (red.). Waterplanten en waterkwaliteit. KNNV, Utrecht.

Broekmeyer M.E.A., Schouwenberg E.P.A.G., Van der Veen M., Prins D. & Vos C. 2006. Effectenindicator Natura 2000-gebieden; achtergronden en verantwoording ecologische randvoorwaarden en storende factoren. Alterra-rapport 1375. Alterra, Wageningen.

Cuppen J.G.M. & Koese B. 2005. De gestreepte waterroofkever *Graphoderus bilineatus* in Nederland: een eerste inhaalslag. Rapport EIS2005-11. Stichting European Invertebrate Survey Nederland, Leiden.

De Lange M.J. & Van Emmerik W.A.M. 2006. Kennisdocument bittervoorn *Rhodeus amarus* (Bloch, 1782). Kennisdocument 15. Sportvisserij Nederland, Bilthoven.

Ellenberg H., Weber H.E., Düll R., Wirth V., Werner W. & Paulissen D. 1991. Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. 3. Auflage. Scripta geobotanica 18: 9-166.

Ertsen A.C.D., Alkemade J.R.M. & Wassen M.J. 1998. Calibrating Ellenberg indicator values for moisture, acidity, nutrient availability and salinity in the Netherlands. Plant Ecology 135: 113-124.

Gorham J. 1992. Salt tolerance of plants. Science Progress 76: 273-285.

- Harmsen G.W. 1969. De inundaties gedurende 1944-1945 en hun gevolgen voor de landbouw: de microbiologie van de grond onder invloed van overstroming met zout water en de invloed ervan op de eigenschappen van de grond. Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Groningen.
- Helmer W., Vellinga P., Litjens G., Goosen H., Ruijgrok E. & Overmars W. 1996. Meegroeien met de Zee. Naar een veerkrachtige kustzone. Wereld Natuur Fonds, Zeist.
- Janssen J.A.M. & Schaminée J.H.J. 2003. Europese natuur in Nederland. Habitattypen. KNNV Uitgeverij, Utrecht.
- Janssen J.A.M. & Schaminée J.H.J. 2004. Europese natuur in Nederland. Soorten van de Habitatrichtlijn. KNNV Uitgeverij, Utrecht.
- Lamers L.P.M. 2001. Tackling some biogeochemical questions in peatlands. PhD thesis, Katholieke Universiteit Nijmegen.
- Ministerie van Verkeer en Waterstaat. 1989. Water voor nu en later. Derde Nota Waterhuishouding. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Den Haag.
- Nationaal Programma Herstel Zoet-zoutovergangen 2006. <http://www.zoetzout.nl/>
- Parida A.K. & Das A.B. 2005. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 60: 324-349.
- Peters J.S. 2005. Kennisdocument rivieronderpad *Cottus gobio* L. OVB Kennisdocument 09 KO2005015. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij, Nieuwegein.
- Prins A.H., Van der Sluis Th. & Van Wirdum G. 1994. Mogelijkheden voor brakwatervegetaties in Polder Westzaan. IBN-rapport 075. Incl. bijl. Wageningen, Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek IBN-DLO.
- Rabe R. 1982. Effects of sodium chloride on photosynthesis and some enzyme activities of *Potamogeton alpinus*. *Aquatic Botany* 14: 159-165.
- Remane A. & Schlieper C. 1971. Biology of brackish water. John Wiley & Sons, New York.
- Runhaar J., Arts G., Knol W., Makaske B. & Van den Brink N. 2004. Waterberging en natuur. Kennisoverzicht ten behoeve van regionale waterbeheerders. Rapport 2004-16. STOWA, Utrecht.
- Runhaar J., Verdonschot P.F.M., Nijboer R.C., Van Bakel J., Blok M., Hendriks R.F.A. & Massop H. 2006. Natuur in de verdringingsreeks. Alterra-rapport 1302. Alterra, Wageningen.

Schaffers A.P. & Sýkora K.V. 2000. Reliability of Ellenberg indicator values for moisture, nitrogen and soil reaction, comparison with field measurements. *Journal of Vegetation Science* 11: 225-244.

Schaminée J.H.J. et al. 1995-1999. De vegetatie van Nederland. Deel 1-5. Opulus Press, Uppsala.

Steenbergen H. A. 1993. Macrofauna-atlas van Noord-Holland. Verspreidingskaarten en responsies op milieufactoren van ongewervelde waterdieren. Provincie Noord-Holland, Dienst Ruimte en Groen, Haarlem.

Ter Heerdt G.N.J. 1995. Planten in de peiling. Literatuuronderzoek naar de invloed van het zoutgehalte in de bodem op de ontwikkeling van helofyten. RIZA, Lelystad.

Van Beers P.W.M. & Verdonschot P.F.M. 2000. Natuurlijke levensgemeenschappen van de Nederlandse binnenwateren deel 4, brakke binnenwateren. Rapport AS-04, EC-LNV, Wageningen.

Van Dam A.M., Clevering O.A., Voogt W., Aendekerk T.G.L., Van der Maas M.P. 2007. Zouttolerantie van landbouwgewassen. Deelrapport Leven met Zout Water. Praktijkonderzoek Plant en Omgeving, Wageningen.

Van Dokkum H.P., Counotte G.H.M., Meijer G.A.L. & Hovenkamp-Obbema I.R.M. 1998. Achtergronddocument referentiewaarden waterkwaliteit – diergezondheid. Gezondheidsdienst van Dieren/ID-DLO/Hoogheemraadschap Uitwaterende Sluizen in Hollands Noorderkwartier/TNO-MEP, Deventer/Lelystad/Edam/Apeldoorn.

Van Emmerik W.A.M. & De Nie H.W. 2006. De zoetwatervissen van Nederland, ecologisch bekeken. Vereniging Sportvisserij Nederland, Bilthoven.

Van Hall J. 1998. Autecologie en Habitats Geschiktheids Index model van de rivierprik *Lampetra fluviatilis*. Stageverslag Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij, Nieuwegein.

Van Oosten H.J. & De Wilt J.G. 2000a. Bioproductie en ecosysteemontwikkeling in zoute condities. Kennis- en innovatieopgaven. NRLO-rapport nr. 2000/10. Nationale Raad voor Landbouwkundig Onderzoek, Den Haag.

Van Oosten H.J. & De Wilt J.G. (red.) 2000b. Bioproductie en ecosysteemontwikkeling in zoute condities. Essay, literatuurscan en interviews. NRLO-rapport nr. 2000/11. Nationale Raad voor Landbouwkundig Onderzoek, Den Haag.

Van Tongeren O., Gremmen N. & Hennekens S.M. 2007. Assignment of relevés to predefined classes by supervised clustering of plant communities using a new composite index. *Journal of Vegetation Science* (submitted).

Verdonschot P.F.M. et al. 2000. Natuurlijke levensgemeenschappen van de Nederlandse binnenwateren. Rapporten EC-LNV nrs. AS-01 t/m 13. Expertisecentrum LNV/Alterra, Wageningen.

Wamelink G.W.W. & Runhaar J. 2000. Abiotische randvoorwaarden voor natuurdoeltypen. Alterra-rapport 181. Alterra, Wageningen.

Wamelink G.W.W., Joosten V., Van Dobben H.F. & Berendse F. 2002. Validity of Ellenberg indicator values judged from physico-chemical field measurements. *Journal of Vegetation Science* 13: 269-278.

Zolg M. 1979. Oekologisch-chemische Untersuchung der Auswirkung der Streusalzanwendung auf einige Blatinhaltstoffe verschiedener Strassenbaumarten. PhD thesis, Berlin.

Bijlage 1 Begrippenlijst

Ecotoop: een ruimtelijk begrensde, min of meer homogene landschappelijke eenheid, waarvan de samenstelling en ontwikkeling wordt bepaald door abiotische, biotische en anthropogene condities ter plaatse (uit Bal et al. 2001).

Ellenberggetal: indicatiegetallen voor plantensoorten, ontwikkeld door de Duitser Heinz Ellenberg (1913-1997). Het ‘Ellenbergstelsel’ classificeert standplaatskenmerken waarbij plantensoorten voorkomen en berust op veldbiologische (en ten dele experimentele) waarnemingen. Er zijn Ellenberggetallen voor de klimaatfactoren licht, temperatuur en continentaliteit en de bodemfactoren vocht, zuurgraad, stikstofgehalte, zoutgehalte en resistentie tegen zware metalen. Elke plantensoort heeft voor deze factoren een getal toegewezen gekregen dat correspondeert met één van de klassen waarin de betreffende factor is ingedeeld. Hierdoor is het mogelijk “gemiddelde” standplaatscondities af te leiden uit de Ellenberggetallen voor de individuele plantensoorten die op een bepaalde plek voorkomen.

Fysisch-Geografische Regio (afgekort FGR): deel van Nederland dat op macroschaal te onderscheiden is op basis van kenmerkende eigenschappen van geomorfologie, bodem en oppervlaktewater (uit Bal et al. 2001).

Glycofyt: een plant die is aangepast aan milieus met een laag zoutgehalte en niet kan groeien of zich voortplanten in een omgeving met een hoog zoutgehalte.

Habitat: kenmerkend leefgebied van een soort (uit Bal et al. 2001).

Habitatrichtlijn: de Habitatrichtlijn van de Europese Unie richt zich, evenals de Vogelrichtlijn, op natuur waarvoor Europa op wereldschaal een bijzondere verantwoordelijkheid draagt, bijvoorbeeld omdat beoogde dier- en plantensoorten niet buiten dit werelddeel voorkomen. De regeling omvat een lijst van natuurtypen (habitattypen, Bijlage I) en soorten (onder meer Bijlage II) die internationaal bescherming behoeven (Janssen & Schaminée 2003).

Halofyt: een plant die kan groeien en zich voortplanten in een milieu met een hoog zoutgehalte.

Natuurdoeltype (afgekort NDT): een in het natuurbeleid nagestreefd type ecosysteem dat een bepaalde biodiversiteit en een bepaalde mate van natuurlijkheid als kwaliteitskenmerken heeft. In **nagenoeg-natuurlijke typen** krijgen grootschalige, landschapsvormende natuurlijke processen (bijvoorbeeld erosie- en sedimentatieprocessen) de vrije loop. **Begeleid-natuurlijke typen** wijken hiervan af doordat de mens één of enkele landschapsvormende processen bijstuurt, zonder in detail in te grijpen op het niveau van ecotopen. Bij **half-natuurlijke typen** staat het kleinschalig bevorderen van specifieke successiestadia en de daarvan afhankelijke doelsoorten centraal. Dit leidt tot een landschapspatroon dat tot op ecotoopniveau door de mens wordt bepaald. In natuurgebieden op het land is dit de meest

voorkomende beheersstrategie. **Multifunctionele afgeleiden** onderscheiden zich van de andere natuurdoeltypen door een zodanige mate van menselijk gebruik dat de natuurkwaliteit die er gerealiseerd kan worden, geringer is dan bij een optimaal beheer volgens een van de eerste drie beheersstrategieën. Multifunctionele afgeleiden zijn afgeleid van de overige drie categorieën natuurdoeltypen (uit Bal et al. 2001).

Saliniteit: totale ionenconcentratie van een watermonster of waterlichaam. De saliniteit wordt bijna volledig bepaald door de kationen Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ en K^+ en de anionen HCO_3^- of CO_3^{2-} , SO_4^{2-} en Cl^- (Bloemendaal et al. 1988).

Zoutindicerende (planten)soorten: soorten die voorkomen op locaties waar meer of minder hoge zoutconcentraties in de bodem aanwezig zijn. Bij hoge zoutconcentraties in bodem(vocht) worden de zoutindicerende plantensoorten ook wel halofyten genoemd.

Bijlage 2 Verkenning van bestaande literatuur

1. Union Catalogue of Agricultural Libraries in the Netherlands

Dit betreft een gemeenschappelijke catalogus van de bibliotheken van alle onderdelen van Wageningen UR en een aantal verwante instellingen. Dit is één van de belangrijkste bibliotheeksystemen op het gebied van landbouw en levenswetenschappen in de wereld. De catalogus bevat verwijzingen naar boeken, rapporten en tijdschriften, maar niet naar tijdschriftartikelen. Vroeger stond de catalogus bekend als Agralin Catalogus (bron: <http://library.wur.nl/>).

De zoekactie bestond uit de volgende combinatie van zoektermen:

(natuur or natuurdoeltype@ or natuurgebied@ or natuureserva@ or natuurterrein@ or natuurwaarde@ or plantengemeenschap@ or vegetatie or flora or fauna or levensgemeenschap@ or habitatype@ or ecotoop or ecotopen)

and

(verzilting@ or chloride@ or natrium or natriumchloride or zeewater or zout water or zoute kwel or brak water or brakke kwel or zouttolerantie@ or zoutschade@ or zoutgehalte@ or zoutconcentratie@)

De zoekactie leverde 205 zoekresultaten op, waarvan 51 bruikbare (de overige zoekresultaten hadden vooral betrekking op mariene ecosystemen). De bruikbare referenties konden als volgt naar onderwerp worden ingedeeld:

- Respons vegetatie/ecosystemen op verzilting/abiotische verandering: 15 studies
- Herstel zoet-zoutovergangen en veerkrachtige kustverdediging: 12 studies
- Effectstudie strooizout op (berm)vegetatie: 3 studies
- Effectstudie zoet water op zoute/brakke ecosystemen (in dit rapport buiten beschouwing gelaten): 11 studies
- Overige: 10 studies

2. Science Citation Index Expanded (Web of Science)

Web of Science is een multidisciplinair, bibliografisch gegevensbestand met informatie uit meer dan 7000 peer-reviewed tijdschriften. Naast de bibliografische gegevens bevat dit bestand alle citaties (referenties) die aan het eind van een wetenschappelijk artikel staan. Web of Science biedt hierdoor, naast de gewone zoekacties op auteur/onderwerp/tijdschrift/adres, de mogelijkheid om na te gaan door wie en hoe vaak een artikel of auteur wordt geciteerd (bron: <http://library.wur.nl/>).

Combinatie 1: verzilting of zout EN kwantitatieve gegevens EN biota EN Nederland of Europa (alle publicatietypen; zie onderstaande schermafdruk voor details).

The screenshot shows the ISI Web of Knowledge search interface. The search criteria are: Science Citation Index Expanded (SCI-EXPANDED)--1945-present and Social Sciences Citation Index (SSCI)--1956-present. The search results show 70 results for criteria #1 and #2, and >100,000 results for criteria #5, #4, #3, #2, and #1. The search history table is as follows:

Combine Sets	Results	Delete Sets
<input type="checkbox"/> #6	70	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> #5	>100,000	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> #4	>100,000	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> #3	>100,000	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> #2	>100,000	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> #1	>100,000	<input type="checkbox"/>
<input type="radio"/> AND <input type="radio"/> OR		<input type="checkbox"/>

The search history table contains the following details for each set:

- #6: #1 and #2 and #3 and #4 not #5. Doc Type=All document types; Language=All languages; Database=SCI-EXPANDED; Timespan=1945-2006
- #5: TS=(arabidopsis or fungi or stratigraph* or morpholog* or biosynthesis or promotef or synthase or synthesize or oxidase or dairy or pesticidef or "heavy metalf" or cadmium or lead or zinc or selenium or arsenic or "contaminated soilf" or "polluted soilf" or sewage or "organic pollutantf" or chlorinationf or radionucleidf or mangrovef or agricultur* or marine or ocean or "mediterranean sea" or adriatic or seafloor or and or tropic* or demograph* or desalinationf or fishpondf or aquacultur* or mouse or rice or ratf or milk or inflammat* or "hot springf") Doc Type=All document types; Language=All languages; Database=SCI-EXPANDED; Timespan=1945-2006
- #4: TS=(netherlands or dutch or europe*) Doc Type=All document types; Language=All languages; Database=SCI-EXPANDED; Timespan=1945-2006
- #3: TS=("nature target typef" or "nature areaf" or "natural areaf" or "nature reservef" or "natural reservatf" or "nature reservationf" or "natural reservationf" or "nature valuef" or "plant communit*" or vegetationf or floraf or glycophytef or faunaf or habitatf or ecotopef or "plant species" or macrophytef or bryophytef or moss or mosses or algae or macrofaunaf or amphibianf) Doc Type=All document types; Language=All languages; Database=SCI-EXPANDED; Timespan=1945-2006
- #2: TS=(minimum or minimal* or optimum or optimal* or maximum or maximal* or rangef or databasef or valuef) Doc Type=All document types; Language=All languages; Database=SCI-EXPANDED; Timespan=1945-2006
- #1: TS=(salin?ationf or salinationf or salinit* or chlorin? or chloridef or sodium or seawaterf or "sea waterf" or saltwaterf or "salt waterf" or "saltf seepagef" or "brin? seepagef" or "brackish seepagef" or "salt tolerancef" or "salt damagef" or "salt stress*" or "salt contentf" or "salt concentrationf" or NaCl) Doc Type=All document types; Language=All languages; Database=SCI-EXPANDED; Timespan=1945-2006

Combinatie 2: zout EN biota EN tolerantie EN ecologie (alleen review-artikelen; zie onderstaande schermafdruk voor details).

The screenshot shows the ISI Web of Knowledge search interface. The search criteria are as follows:

- Search Aids: Author Index | Group Author Index | Full Source Titles List
- Restrict search by languages and document types: English, Afrikaans, All languages, All documents, Article, Abstract of Published Item
- Search General Search fields only, using 2-character tags. Combine sets using Boolean operators. Nest terms using parentheses ().
- Examples: TS=(nanotub* SAME carbon) NOT AU=Smalley RE more examples #1 NOT #2
- Field Tags: (General Search only) AND, OR, NOT, SAME. TS=Topic, TI=Title, AU=Author, GP=Group Author, SD=Source, PY=Publication Year, AD=Address, SO=Source, SA=Street-Address, CI=City, PS=Province/State, CU=Country, ZP=Zip/Postal Code.
- Search criteria: Science Citation Index Expanded (SCI-EXPANDED)--1945-present, Social Sciences Citation Index (SSCI)--1956-present, Arts & Humanities Citation Index (A&HCI)--1975-present.
- Search results: 23 results for #7, 232 for #6, >100,000 for #5, 9,089 for #4, >100,000 for #3, >100,000 for #2, >100,000 for #1.
- Search History table:

Combine Sets	Results	Delete Sets
<input type="radio"/> #7	23	<input type="checkbox"/> SELECT ALL
<input type="radio"/> #6	232	<input type="checkbox"/> DELETE
<input type="radio"/> #5	>100,000	<input type="checkbox"/> SAVE HISTORY
<input type="radio"/> #4	9,089	<input type="checkbox"/> OPEN SAVED HISTORY
<input type="radio"/> #3	>100,000	<input type="checkbox"/>
<input type="radio"/> #2	>100,000	<input type="checkbox"/>
<input type="radio"/> #1	>100,000	<input type="checkbox"/>
<input type="radio"/> AND		<input type="checkbox"/>
<input type="radio"/> OR		<input type="checkbox"/>

Search Tag Key: TS=Topic, TI=Title, AU=Author, GP=Group Author, SO=Source, PY=Publication Year, AD=Address, OG=Organization, SG=Suborganization, SA=Street Address.

Combinatie 3: biota EN verzilting of zout EN Nederland of Europa (alleen review-artikelen; zie onderstaande schermafdruk voor details).

The screenshot shows the ISI Web of Knowledge search interface. The search criteria are:

- Search: Web of Science
- Time span: 1945-1954 to 2006
- Database: Science Citation Index Expanded (SCI-EXPANDED)--1945-present
- Database: Social Sciences Citation Index (SSCI)--1956-present
- Database: Arts & Humanities Citation Index (A&HCI)--1975-present

 The search results are:

- #1: 33 results
- #2: 356 results
- #3: >100,000 results
- #4: 14,028 results
- #5: >100,000 results
- #6: >100,000 results

 The search history table is as follows:

Combine Sets	Results	Delete Sets
#6	Doc Type=Review; Language=English OR Dutch OR French OR German; Database=SCI-EXPANDED; Timespan=1945-2006	SELECT ALL DELETE
#5	Doc Type=All document types; Language=All languages; Database=SCI-EXPANDED; Timespan=1945-2006	SELECT ALL DELETE
#4	TS=(netherlands or holland or dutch or europe*) Doc Type=All document types; Language=All languages; Database=SCI-EXPANDED; Timespan=1945-2006	SELECT ALL DELETE
#3	Doc Type=All document types; Language=All languages; Database=SCI-EXPANDED; Timespan=1945-2006	SELECT ALL DELETE
#2	TS=(salinization* or salination* or chloride* or sodium or seawater or "sea water" or "salt water" or "salt\$ seepage*" or "brackish seepage*" or "brackish water*" or "salt tolerance*" or "salt stress*" or "salt content*" or "salt concentration*") Doc Type=All document types; Language=All languages; Database=SCI-EXPANDED; Timespan=1945-2006	SELECT ALL DELETE
#1	TS=(nature or "nature target type*" or "nature area*" or "natural area*" or "nature reserve*" or "natural reservation*" or "nature value*" or "natural value*" or "plant community*" or "vegetation or flora or fauna or community*" or "habitat type*" or "ecotope") Doc Type=All document types; Language=All languages; Database=SCI-EXPANDED; Timespan=1945-2006	SELECT ALL DELETE

Zoekcombinatie 1 leverde voor de periode sinds 1945 (alle documenttypen) 70 resultaten op. Hiervan waren 43 publicaties inhoudelijk niet interessant, doorgaans omdat ze betrekking hadden op mariene ecosystemen, paleontologie, biochemie, atmosfeerchemie of medische wetenschappen.

De zoekcombinaties 2 en 3 leverden voor de periode sinds 1945 slechts twee review-artikelen op die op basis van de titel konden worden beschouwd als mogelijk relevant voor de huidige studie: Gorham (1992) en Parida & Das (2005).

Om twee redenen was de bruikbaarheid van deze twee publicaties zeer beperkt:

- Ze richten zich vooral op biochemische en fysiologische aspecten van zouttolerantie bij planten;
- Ze bevatten geen kwantitatieve gegevens over voor Nederland relevante soorten.

3. Selecteren van relevante publicaties uit de “literatuur longlist”, gedownload van de website van Nationaal Programma Herstel Zoet-zoutovergangen, 21 november 2006

De literatuur longlist (gedownload van <http://www.zoetzout.nl/>) omvat 671 publicaties, waarvan de voor deze studie meest relevante (92 publicaties) geselecteerd zijn. Deze zijn opgenomen in onderstaand literatuuroverzicht.

4. Navraag bij deskundigen

Ing. P.A. Slim (Alterra, Wageningen)

Pieter Slim heeft veel ervaring in ecologisch onderzoek aan zilte (kust)habitats. Hij kent slechts weinig studies die gericht zijn op de effecten van verzilting op plantensoorten of levensgemeenschappen in Nederland. Afgezien van de publicaties van Runhaar et al. biedt geen van de studies die hij kent een kwantitatief overzicht van zouttolerantiegrenzen of normen voor individuele soorten of levensgemeenschappen c.q. natuurdoeltypen.

Studies naar zouttolerantie of de effecten van verzilting zijn vaak gericht op cultuurgewassen en houtige soorten (onder andere met betrekking tot de inundatie van Walcheren tijdens de Tweede Wereldoorlog en de watersnoodramp van 1953). J.P. Bakker heeft gepubliceerd over zouttolerantie van kweldersoorten.

De meeste publicaties zijn juist gericht op verzoeting en de effecten daarvan op soorten en vegetaties van brakke of zoute milieus. Te denken valt aan studies door Adriani, D. Bakker, Beeftink, Feekes, Joenje, De Jong, Westhoff en anderen (over de effecten van de afsluiting van Zuiderzee en Lauwerszee en de uitvoering van het Deltaplan voor Zuidwest-Nederland). Ook onderzoek naar de effecten van salt spray

staan in het teken van de afname ervan (Maasvlakte 1 en 2, project Flyland over een luchthaven in zee).

Wel zijn er, in bijvoorbeeld Nederland en Groot-Brittannië, publicaties verschenen over de effecten van strooizout (chloriden) op vegetatie en over de ecologische effecten van de hoge zoutconcentraties in de Rijn in de tweede helft van de 20e eeuw. Deze studies zijn, gegeven de schaarste aan andere relevante publicaties, volgens Pieter Slim in beperkte mate bruikbaar om meer inzicht te krijgen in de effecten van verzilting op soorten en natuurdoeltypen in Laag Nederland.

Verder noemt Pieter Slim studies naar de effecten van bodemdaling door gaswinning (Ameland) en ontpoldering (Nederland, België, Groot-Brittannië). Bij de studies over ontpoldering gaat het om bevordering van halofyten en hun vegetaties, en behalve om zout ook om zaaddispersie en overstromingsfrequentie. Te denken valt aan de projecten Noard-Fryslân Bûtendyks, Peazemerlannen en Breebaart (Dijkema, Van Duin, Wolters en anderen).

Drs. K.S. Dijkema, Drs. W.E. van Duin (Alterra, Texel) en Prof. Dr. J.T.A. Verhoeven en Dr. Ir. B. Beltman (Universiteit Utrecht)

Deze onderzoekers is via email gevraagd naar literatuurreferenties over chloridetolerantie van soorten en/of levensgemeenschappen. Zij noemden een aantal publicaties, die in onderstaand overzicht zijn opgenomen.

Overzicht gevonden relevante literatuur

Als relevant werden beschouwd publicaties over de effecten van chloride op soorten of levensgemeenschappen die door zoet water gevoed worden en literatuur over het herstel van zoet-zoutovergangen. Hoewel dit rapport zich beperkt tot de effecten van verzilting op door zoetwater gevoede ecosystemen, is hieronder tevens een overzicht opgenomen van gevonden publicaties over de invloed van zoet water op zoute ecosystemen.

Chloridetolerantie van soorten of levensgemeenschappen

Anonymus. Brakwaterkaart van Zeeland. 1996. Provincie Zeeland en de Zeeuwse waterschappen.

Bakker, P. Leefgrenzen van enkele brakwaterorganismen die in de oeverzone van het Noordzeekanaal (kunnen) voorkomen. ANW 97.05. Incl. bijl. 1997. Haarlem, Rijkswaterstaat directie Noord-Holland.

Barendregt A. 1993. Hydro-ecology of the Dutch polder landscape. Proefschrift Universiteit Utrecht.

Bijlmakers, L. L. and Vegter, U. Ecologisch onderzoek brakwatermilieus Noord-Groningen. Rapport 22.1524.0. 1993. Groningen, IWACO.

- Blossey B. 2003. A framework for evaluating potential ecological effects of implementing biological control of *Phragmites australis*. *Estuaries* 26: 607-617.
- Bogaards, R. H., Francke, J. W., and Parma, S. Morfometrisch, chemisch en biologisch onderzoek in Nederlandse brakwaterplassen. 2. de krekens bij Vlissingen, Ritthem en Veere. 1981-3. 1981. Yerseke, Delta Instituut voor Hydrobiologisch Onderzoek.
- Broodbakker, N. W. and Coosen, J. Onderzoek naar de macrofauna van de "Vereenigde Harger en Pettemerpolder" (een brakwatergebied in Noord-Holland). Incl. bijl. 1980. Amsterdam, Instituut voor Taxonomische Zoölogie.
- Bruinenberg, J. and Wierenga, T. Verspreiding en oecologie van enkele plantensoorten op tijdelijke zout -zoet gradiënten in de Lauwersmeerpolder (*Sagina maritima*, *Sagina nodosa*, *Juncus bufonius*, *Centaureum pulchellum* en *Centaureum littorale*). Doctoraalverslag. 1977. Haren, Rijksuniversiteit Groningen, Laboratorium voor Plantenoecologie.
- Burdick D. & Konisky R.A. 2003. Determinants of expansion for *Phragmites australis*, common reed, in natural and impacted coastal marshes. *Estuaries* 26: 407-416.
- De Boer, W. F., Welleman, H. C., and Dekker, W. De relatie tussen het voorkomen van vissoorten en garnaal in de Demersal Fish Survey in relatie tot het zoutgehalte en andere habitatvariabelen in de Waddenzee, Oosterschelde en Westerschelde. RIVO Rapport 052/01. 2001. Nederlands Instituut voor Visserijonderzoek RIVO-DLO.
- De Heer M. 2000. MOVE: nationaal Model voor de Vegetatie, versie 3: de kans op voorkomen van ca. 900 plantensoorten als functie van 7 omgevingsvariabelen. RIVM, Bilthoven.
- De Kroon H., De Jong H. & Verhoeven J.T.A. 1985. The macrofauna distribution in brackish inland waters in relation to chlorinity and other factors. *Hydrobiologia* 127: 265-275.
- Edelman T. 1983. Achtergrondgehalten van een aantal anorganische en organische stoffen in de bodem van Nederland: een eerste verkenning. R.I.N., Arnhem.
- Ertsen A.C.D., Alkemade J.R.M. & Wassen M.J. 1998. Calibrating Ellenberg indicator values for moisture, acidity, nutrient availability and salinity in the Netherlands. *Plant Ecology* 135: 113-124.
- Gorham J. 1992. Salt tolerance of plants. *Science Progress* 76: 273-285.
- Gotjé, W. Soortbeschrijving Brakke Ecotopen. Het benedenrivierengebied. 99.1481. 1999. Amsterdam, AquaSense.
- Gotjé, W., van Dam, H., and et al. Ecologische beoordeling van brakke binnenwateren. STOWA 2002-01. 2002. Utrecht, STOWA.
- Greiner La Peyre M.K., Grace J.B., Hahn E. & Mendelsohn I.A. 2001. The importance of competition in regulating plant species abundance along a salinity gradient. *Ecology* 82: 62-69.
- Heerebout, G.R. (1970): *Verspreidingsoecologie van de Bryozoa in het Deltagebied speciaal in relatie tot het brakke water Deel 1 en Deel 2*. Delta Instituut voor Hydrobiologisch Onderzoek, Yerseke.
- Hill M.O., Preston C.D. & Roy D.B. 2004. PLANTATT - attributes of British and Irish Plants: status, size, life history, geography and habitats. Centre for Ecology and Hydrology, Huntingdon.
- Iversen J. 1936. Biologische Pflanzentypen als Hilfsmittel in der Vegetationsforschung. Munksgaard, Copenhagen.

- IWACO. Ecologisch beheersprogramma voor oppervlaktewateren op de Friese waddeneilanden. Overkoepelend programma. Rapport, 1-113. 1995. Leeuwarden, Waterschap Friesland.
- Khan M. 1991. Charophytes in time and space – Zonal distribution pattern. Bulletin de la Société botanique de France – Actualités botaniques 138: 33-45.
- Klinge, M. Voorlopige streefbeelden en daaruit voortvloeiende wensen en eisen voor boezemwateren met de functie viswater. 2001. Deventer, Witteveen + Bos.
- Leeuwinga, K. Leefgrenzen van enkele brakwaterbewonende organismen uit het Noordzeekanaal met betrekking tot het zoutgehalte, het zuurstofgehalte en de temperatuur. ANW 89.36. Incl. bijl. 1989. Haarlem, Rijkswaterstaat directie Noord -Holland.
- Maathuis F. 1991. Salt-tolerance in *Plantago* and application of the patch-clamp technique in plant cell membranes. PhD thesis.
- McMahon R.F. 1996. The physiological ecology of the zebra mussel, *Dreissena polymorpha*, in North America and Europe. American Zoologist 36: 339-363.
- Okland K.A. & Okland J. 2002. Freshwater bryozoans (Bryozoa) of Norway III: distribution and ecology of *Plumatella fruticosa*. Hydrobiologia 479: 11-22.
- Onaindia M., DeBikuna B.G. & Benito I. 1996. Aquatic plants in relation to environmental factors in northern Spain. Journal of Environmental Management 47: 123-137.
- Parida A.K. & Das A.B. 2005. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. Ecotoxicology and Environmental Safety 60: 324-349.
- Pietsch W. 1991. On the phytosociology and ecology of *Isoetes asiatica* (Makino) Makino in oligotrophic water bodies of South Sakhalin. Vegetatio 97: 99-115.
- Roast S.D., Thompson R.S., Widdows J. & Jones M.B. 1998. Mysids and environmental monitoring: a case for their use in estuaries. Marine and Freshwater Research 49: 827-832.
- Roxburgh S.H., Wilson J.B., Gitay H. & King W.M. 1994. Dune slack vegetation in Southern New Zealand. New Zealand Journal of Ecology 18: 51-64.
- Runhaar J., Witte J.P.M. & Van der Linden M. 1997. Waterplanten en saliniteit. RIZA, Lelystad.
- Scherfose V. 1987. Salz-Zeigerwerte von Gefäßpflanzen der Salzmarschen, Tideröhrichte und Salzwassertümpel an der deutschen Nord- und Ostseeküste. Jahresberichte Forschungsstelle Küste 39: 31-82.
- Schmidt -van Dorp, A. D. Literatuuronderzoek naar de soortenrijkdom van het makrozoöbenthos in relatie tot het zoutgehalte. 1979. Yerseke, Delta Instituut voor Hydrobiologisch Onderzoek. Rapporten en Verslagen nr. 1979-5.
- Simons J. & Nat E. 1996. Past and present distribution of stoneworts (Characeae) in the Netherlands. Hydrobiologia 340: 127-135.
- Soesbergen, M., Kouwets, F. A. C., Geene, R., Tempelman, D., Wilhelm, M., Hoyer, M., and van Duijvenboden, A. Hydrobiologisch onderzoek in boezemwateren van Noord -Holland 1998 Fytoplankton. 99.1238c. 1999. Amsterdam, AquaSense.
- Steenbergen, H. A. Macrofauna-atlas van Noord-Holland. Verspreidingskaarten en responsies op milieufactoren van ongewervelde waterdieren. 1993. Haarlem, Provincie Noord-Holland, Dienst Ruimte en Groen.

Ter Heerdt G.N.J. 1995. Planten in de peiling. Literatuuronderzoek naar de invloed van het zoutgehalte in de bodem op de ontwikkeling van helofyten. RIZA, Lelystad.

Van Diggelen R., Beukema H. & Noorman K.J. 1995. *Ranunculus hederaeifolius* L. as indicator of land-use changes in the Netherlands. Acta Botanica Neerlandica 44: 161-175.

Weeber, I. J. Typologie van een aantal Zeeuwse binnenwateren, voornamelijk sloten en watergangen, op grond van de soortensamenstelling van hun makrofauna. 1979. Yerseke, Delta Instituut voor Hydrobiologisch Onderzoek.

Witteveen + Bos. Streefbeelden, wensen en eisen voor boezemwateren met de functie viswater. Rapport, 1-20. 2001. Deventer, Witteveen + Bos.

Verzilting van zoete natuur

Anonymus. Verbraking veenweidegebied Westzaan in het licht van toekomstig waterbeheer. Een verkenning. Incl. bijl. 2001. Deventer, Witteveen+Bos.

AquaSense. Ecologische effecten veranderingen zoutgradiënt en ingrepen vaargeul Noordzeekanaal. Deel A: beschrijving van de huidige situatie en effecten. Rapportnummer 00.1449. 1999. In opdracht van: Rijkswaterstaat Directie Noord-Holland.

Claassen, T.H.L. (1983): Ringdobben. *Waddenbulletin*, 18:203-206.

Claassen, T.H.L. and van Straten, H. (1984): Kwellend zout in Friesland, een oriënterend onderzoek. *Cultuurtechnisch Tijdschrift*, 23:311-323.

Claassen, T.H.L., Borst, M.A.J., and Oostinga, K.D. (1995): Gebiedsgericht, ecologisch en duurzaam waterbeheer in Friesland: brakke poldergebieden als voorbeeld. *H2O*, 28:536-540.

De Bruin, J. Balanceren op de grens tussen zoet en zout. Rapport. 1993. Leeuwarden, Rijkswaterstaat, directie Friesland.

Doeglas, G. Binnendijkse zoute kwelgebieden langs de Waddenzee. Een inventarisatie van binnendijkse zoute kwelgebieden langs de Waddenzee en ideeën en plannen om dit soort gebieden te optimaliseren en uit te breiden. Rapport RIKZ/AB-99.602x. 1999. Haren, Rijksinstituut voor Kust en Zee RIKZ.

Friese waterschappen. Notitie 'Verzilting IWBP'. 1998. Leeuwarden, Projectgroep IWBP, werkgroep Verzilting.

Goos, J., Bouwhuis, J. S., and Uilhoorn, H. M. G. Monitoring brakke wateren in Noord- en Noordoost-Groningen. Rapport 12702-68871-01.RAP. 1997. Groningen, Oranjewoud, Dienst zuiveringsbeheer Provincie Groningen.

Gremmen, N. J. M. De invloed van saltspray op veranderingen in vegetatiestructuur in het duingebied van Voorne en Goeree tussen 1934 en 1989. 1999. Rijkswaterstaat, Directie Zuid-Holland. In opdracht van Samenwerkingsverband Maasvlakte 2 Varianten.

Grontmij. Ecologische beheersprogramma voor brakke poldergebieden in Friesland. 1993. Drachten, Waterschap Friesland, Grontmij.

Harmsen G.W. 1969. De inundaties gedurende 1944-1945 en hun gevolgen voor de landbouw: de microbiologie van de grond onder invloed van overstroming met zout water en de invloed ervan op de eigenschappen van de grond. Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Groningen.

- Hayes S.P., Knight A.W., Bayer D.E. & Sanford G.R. 1978. The effects of irrigation return water on aquatic plants (periphyton) in the Sacramento river at Knights Landing, California. University of California, Davis.
- Hoppe, W. F. and Wolters, E. A. R. M. Globale ecologische inventarisatie en waardering van de dijken langs de Waddenzee. Rapport 90115. 1991. Beilen, LB&P bureau voor landschapsoecologisch onderzoek b.v., Rijkswaterstaat dienst Getijdewateren.
- Houwink E. & Van Zeist C.M. 1979. Op zoek naar zout: een onderzoek naar de invloed van strooizout op de wegbermvegetatie. SCW, Arnhem.
- Instituut voor Bosbouwkundig Onderzoek. 1955. Zoutschade aan houtsoorten: bericht van het Instituut voor Bosbouwkundig Onderzoek, afdeling houtteelt te Wageningen over het, in samenwerking met het Laboratorium voor Plantenfysiologisch Onderzoek te Wageningen en met het Instituut voor Toegepast Biologisch Onderzoek in de Natuur te Arnhem, in 1954 voortgezette onderzoek naar de invloed van de inundaties 1953 op houtsoorten. Instituut voor Bosbouwkundig Onderzoek, Wageningen.
- IWACO. Haalbaarheidsonderzoek "zoute weide". Rapport 22.2042.0. 1995. Groningen, IWACO.
- Jansen, M. Productie, transport en depositie van zoutspray in de kustzone. Z2329. 1998. Delft, WL/Delft Hydraulics / Technische Universiteit Delft.
- Janssen, H. and Mooij, R. De kolonisatie van een brakwater biotoop. 1979. Yerseke, Delta Instituut voor Hydrobiologisch Onderzoek. Studenterverslagen nr. D1 -1979.
- Lammerts E.J. 2000. Meer zout in de valleien langs de Slufter? Een afweging op basis van de huidige en te verwachten vegetatie. Staatsbosbeheer Noord-Holland, Alkmaar.
- Langangen A. 1994. Some biological and ecological observations on *Sphaeroplea annulina* (Roth) ag (Chlorophyceae) in Norway. Cryptogamie Algologie 15: 109-120.
- Lenoir, L., Soesbergen, M., and van Boom, L. (1996): De Noorder IJ-Plas, een bedreigd brakwatergebied onder de rook van Amsterdam. *De Levende Natuur*, 97:22-26.
- Mur L.R. 1971. *Scenedesmus* in brak water: een beschrijvende en experimentele studie over het voorkomen van *Scenedesmus* in brak water. PhD thesis.
- Prins, A. H., van der Sluis, Th., and van Wirdum, G. Mogelijkheden voor brakwatervegetaties in Polder Westzaan. IBN-rapport 075. Incl. bijl. 1994. Wageningen, Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek IBN-DLO.
- Provincie Noord-Holland. 1989. Brakwateraspecten Zaanse veenweidegebied. Provincie Noord-Holland Dienst Milieu en Water, Haarlem.
- Rozema, J., Hollander, R.W., and et al. (1995): Krijgt Echt lepelblad in de Polder Westzaan een kans? *De Levende Natuur*, 96:115-121.
- Rijksdienst voor het Nationale Plan. 1958. De ontwikkeling van het westen des lands. Staatsdrukkerij en Uitgeverijbedrijf, Den Haag.
- Somers J.A. 1977. Het effect van wegzout op het zoutgehalte van bodemvocht, grondwater en oppervlaktewater. Instituut voor Milieuhygiëne en Gezondheidstechniek, Delft.
- Van den Burg J., Leys H.N. & Van Lynden K.R. 1984. Onderzoek naar de relatie tussen het zoutgehalte van de bodem, de bodemvruchtbaarheid, de vegetatie, de bladsamenstelling en de boniteit

van opstanden van zomereik (*Quercus robur*) in de boswachterij Wieringermeer (voorjaar-najaar 1981). Stichting voor Bodemkartering, Wageningen.

Van der Sluis,Th., Prins,D., and van Wirdum,G. (1995): Brak water in Westzaan. *De Levende Natuur*, 96:122-126.

Van Duin W.E., Esselink P., Verweij G.L. & Zegers K. 2002. Monitoringonderzoek proefverkweldering Noard Fryslân Bûtendyks: uitgangssituatie. Alterra Texel, Den Burg.

Van Oosten H.J. & De Wilt J.G. 2000. Bioproductie en ecosysteemontwikkeling in zoute condities: essay, literatuurscan en interviews. Nationale Raad voor Landbouwkundig Onderzoek, Den Haag.

Van Oosten H.J. & De Wilt J.G. 2000. Bioproductie en ecosysteemontwikkeling in zoute condities: kennis- en innovatieopgaven. Nationale Raad voor Landbouwkundig Onderzoek, Den Haag.

Verhoeven,J.T.A. (1980): Waterplantbegroeiingen in brakke wateren als voedselbron voor watervogels. *Het Vogeljaar*, 28:281-281-286.

Wibaut-Isebree Moens,N.L. (1959): Verzilting en ontzilting van water in Nederland. *Water Bodem Lucht*, 49:84-100.

Wit K.E. 1976. Consequenties van het bemalingsplan “onbemalen landen” ten aanzien van de kwel, chloridegehalte van het polderwater en de waterhuishouding in enige aangrenzende natuurterreinen. Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding, Wageningen.

Zolg M. 1979. Oekologisch-chemische Untersuchung der Auswirkung der Streusalzanwendung auf einige Blattinhaltsstoffe verschiedener Strassenbaumarten. PhD thesis, Berlin.

Zoet-zoutovergangen

Acou A., Lefebvre F., Contournet P., Poizat G., Panfili J. & Crivelli A.J. 2003. Silvering of female eels (*Anguilla anguilla*) in two sub-populations of the Rhone Delta. *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture* 2003 (368): 55-68.

Baaijens,G.J. (1985): Over grenzen. *De Levende Natuur*, 86:102-110.

Beefink,W.G. (1958): De betekenis van de natuurterreinen in het Deltagebied voor de botanie. *Natura*, 55:102-106.

Beers, P. W. M. and Verdonschot, P. F. M. Natuurlijke levensgemeenschappen van de Nederlandse binnenwateren. Deel 4, Brakke binnenwateren. Achtergronddocument bij het 'Handboek Natuurdoeltypen in Nederland'. AS-04. 2000. Wageningen, Alterra.

Den Hartog, C. and van der Velde, G. Invasions by plants and animals into coastal, brackish and fresh water of the Netherlands. *Proceedings of the Koninklijke Nederlands Akademie van Wetenschappen Series C(1)*, 31-37. 1987.

Dunk, J. De krekens van Oostflakkee. 1980. Middelharnis, Vereniging voor Natuur en Landschapsbescherming Goeree en Overflakkee.

Eertman, R. H. M. and Smaal, A. C. De ecologische functies van geleidelijke zoet-zout overgangen in estuaria en kustwateren. NIOO Rapporten 1997-02, Werkdocument RIKZ/OS-97.803x. 1997. Haren, NIOO-CEMO / RIKZ.

Grootjans, A. P., de Jong, J. W., and Janssen, J. A. M. Slufter en Rode lijstsoorten op Schiermonnikoog. Een analyse van de vegetatieontwikkelingen in de Strandvlakte en het gebied rond

- de Oosterduinen tussen 1958 en 1994. Rapport EV-99/3. 1999. Groningen, Laboratorium voor Plantenoecologie, Rijksuniversiteit Groningen.
- Hampel H., Cattrijsse A. & Elliott M. 2005. Feeding habits of young predatory fishes in marsh creeks situated along the salinity gradient of the Schelde estuary, Belgium and The Netherlands. *Helgoland Marine Research* 59: 151-162.
- Hermelink P.P.J., Mes R.G. & Kloosterman E.H. 1987. De vegetatie van buitendijkse gebieden van het Haringvliet en Hollandsch Diep. Bureau Ecoland, Utrecht.
- Hoberg M. 1997. Beitrag der Makrophyten zu den Schwebstoffen der Tide-Elbe. Haensel-Hohenhausen, Egelsbach.
- Holker F. & Thiel R. 1998. Biology of ruffe (*Gymnocephalus cernuus* (L.)) – A review of selected aspects from European literature. *Journal of Great Lakes Research* 24: 186-204.
- Hooghart J.C. & Posthumus C.W.S. 1989. Hydro-ecological relations in the Delta Waters of the Southwest Netherlands: technical meeting 46, Rotterdam, The Netherlands, 8 March 1989. TNO Committee on Hydrological Research, Den Haag.
- Lefebvre F., Acou A., Poizat G. & Crivelli A.J. 2003. Anguillicolosis among silver eels: a 2-year survey in 4 habitats from Camargue (Rhône Delta, South of France). *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture* 2003 (368): 97-108.
- Maas G.J. 1998. Benedenrivier-ecotopenstelsel: herziening van de ecotopenindeling Biesbosch-Voordelta en afstemming met het Rivier-Ecotopen-Stelsel en de voorlopige indeling voor de zoute delta. RIZA, Arnhem.
- Mees J. & Fockedeij N. 1993. 1st Record of *Synidotea laevidorsalis* (Miers, 1881) (Crustacea, Isopoda) in Europe (Gironde estuary, France). *Hydrobiologia* 264: 61-63.
- Paavola M., Olenin S. & Leppakoski E. 2005. Are invasive species most successful in habitats of low native species richness across European brackish water seas? *Estuarine Coastal and Shelf Science* 64: 738-150.
- Palsdottir J.L. 1993. Research on bare patches on the Salt Marsh of Rattekaai-West. Rijkswaterstaat, Middelburg.
- Poulin B., Lefebvre G. & Mathevet R. 2005. Habitat selection by booming bitterns *Botaurus stellaris* in French Mediterranean reed-beds. *Oryx* 39: 265-274.
- Reynolds C.S. 1997. Vegetation processes in the pelagic: a model for ecosystem theory. Ecology Institute, Oldendorf/Luhe.
- Rozema J. 1986. Oecologie van estuariene vegetatie: bundeling van de voordrachten gehouden op woensdag 24 april 1985 in de Faculteit der Wiskunde en Natuurwetenschappen van de Vrije Universiteit, Amsterdam. Vrije Universiteit, Amsterdam.
- Schroever, P.J. (1977): *Brak is bijzonder*. (UnPub)
- Slager H., Fluijt D.J. & Rook G.J. 1986. Waterhuishouding en zouthuishouding van de slikken van Flakkee. RIJP, Lelystad.
- Soetaert K., Hoffmann M., Meire P., Starink M., Van Oevelen D., Van Regenmortel S & Cox T. 2004. Modeling growth and carbon allocation in two reed beds (*Phragmites australis*) in the Scheldt estuary. *Aquatic Botany* 79: 211-234.

Tackx M.L.M., De Pauw N., Van Mieghem R., Azemar F., Hannouti A., Van Damme S., Fiers F., Daro N. & Meire P. 2004. Zooplankton in the Schelde estuary, Belgium and the Netherlands. Spatial and temporal patterns. *Journal of Plankton Research* 26: 133-141.

Van Dam, H. Ecologisch beoordelingssysteem van binnendijkse brakke wateren. Wetenschappelijke verantwoording. Gotjé, W. and Vermij, S. G. 1.922w. Incl. bijl. 2001. Amsterdam, AquaSense.

Van de Kam, J. and Wolff, W. J. Op de grens van zout en zoet. 1974. Amsterdam, Ploegsma.

Van den Berg, A. Ecologische relaties tussen Waddenzee en aangrenzende gebieden. Stagerapport. 1997. Leeuwarden, Provincie Fryslân.

Van Gennip B., Von Asmuth J.R. & Cools J. 1998. De buitendijkse gebieden langs het Haringvliet en Hollandsch Diep: vegetatiekartering op basis van false colour-luchtfoto's 1995. Rijkswaterstaat Meetkundige Dienst, Delft.

Van Haren, J. C. M. and van Wieringen, M. De ecologie van het Noordzeekanaal: evaluatie ecologisch onderzoek en aanzet tot ecologische doelstelling. 1997. Haarlem, Rijkswaterstaat directie Noord-Holland.

WEW. 1995. Levensgemeenschappen van brakke wateren: aanzet tot beschrijving en bescherming. Werkgroep Ecologisch Waterbeheer, Groningen.

Ysebaert T., Herman P.M.J., Meire P., Craeymeersch J., Verbeek H. & Heip C.H.R. 2003. Large-scale spatial patterns in estuaries: estuarine macrobenthic communities in the Schelde estuary, NW Europe. *Estuarine Coastal and Shelf Science* 57: 335-355.

Herstel zoet-zoutovergangen/Veerkrachtige kustverdediging

AquaSense. Het tij keert, een verkenning van het beleid en de betekenis van zoet-zout overgangen in Nederland. Rapportnummer 1488. 2000. Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling RIZA.

AquaSense. Ecologische afweging grootschalige brakwaterzone in Noord-Nederland. Rapportage van de studie Landelijk Brak binnen het project [ES]2-Afsluitdijk. Rapportnummer 1719. 2001. Lelystad, Rijkswaterstaat, directie IJsselmeergebied.

Asjes, J. Meerwaarde van een Brakke Zone bij de Afsluitdijk. Een kwalitatieve beschouwing. RDIJ rapport. 2000. Rijkswaterstaat, directie IJsselmeergebied.

Bakker, J.P., van den Brink, G., Verweij, G.L., and Esselink, P. (2001): Zaadvoorraad en dispersie bij een proefverkweldering in Noord-Fryslân Bûtendyks. *De Levende Natuur*, 102:19-23.

Bijnsdorp, R. Gevoel voor zout, werken aan de grens tussen zoete en zoute watersystemen. 1996. Den Haag, Ministerie van Verkeer en Waterstaat. Integraal waterbeheer.

Bijnsdorp, R., Rijnsdorp, A., and et al. Brak is de basis. Kansen voor natuur in het Noordzeekanaalgebied. 1999. Lelystad, Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling (RIZA).

Bijnsdorp, R., Hendriksen, J., van Wijk, W., and Teunissen, K. (2001): Special "Herstel zoetzoutovergangen". *De Water*, 76:1-16.

Bosch Slabbers. De Blauwe Long robuust en veilig. Visie op de mogelijkheden van de ontwikkeling van deltanatuur in de Rijn-Maas monding. Rapport. 2000. Bosch Slabbers.

- Braaksma, S. D. Vegetatiekundige ontwikkelingen en abiotische veranderingen binnen de Kroon's Polders op Vlieland. 1994. Konsulentschap NBLF, Provincie Friesland.
- Castelijns, H., van Kerkhoven, W., Wieland, A., and Maebe, J. Tien jaar Sieperdaschor. Een evaluatie van het voorkomen van vogels in een in 1990 uit cultuurland ontstaan schor. 2000. Te rneuzen, Vogelwerkgroep De Stelkluut.
- Claassen, T. H. L. Naar een monitoringprogramma voor het thema Gradiënten. Verslag van de tweede workshop inzake informatie-strategie, gehouden op 26 oktober 2000. Claassen, T. H. L. 2000. Leeuwarden, Rijkswaterstaat, directie Noord-Nederland.
- Claassen, T.H.L. (2000): Restoration of salt water gradients and rehabilitation of brackish tidal water system. *Wadden Sea Newsletter*, 2000:12-14.
- Claassen, T. H. L. Naar een monitoringprogramma voor het thema Gradiënten. Informatie behoefte als basis voor informatiestrategie voor de randen van de Waddenzee. 2001. Leeuwarden, Rijkswaterstaat, directie Noord-Nederland.
- Claassen, T. H. L. De zoet-zout grens overbruggd. Uitwerking van het beleid. Over doelstelling, projecten, monitoring en communicatie voor het thema Gradiënten langs de randen van de Waddenzee. RWS-NN-rapport. 2001. Leeuwarden, Rijkswaterstaat, directie Noord-Nederland.
- De Boer, K. and Wolff, W. J. Tussen zilt en zoet. Voorstudie naar de betekenis van estuariene gradiënten in het Waddengebied. 1996. Haren, Vakgroep Mariene Biologie, Rijksuniversiteit Groningen.
- De Leeuw, C. C and Backx, J. J. G. M. Naar een herstel van estuariene gradiënten in Nederland. Een literatuurstudie naar de algemene ecologische principes van estuariene gradiënten, ten behoeve van herstelmaatregelen langs de Nederlandse kust. Rapport RIKZ/2000.044, RIZA/2000.034. 2001. Haren, Lelystad, Rijksinstituut voor Kust en Zee RIKZ, Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling RIZA.
- Esselink P., Zijlstra W., Dijkema K.S. & Van Diggelen R. 2000. The effects of decreased management on plant-species distribution patterns in a salt marsh nature reserve in the Wadden Sea. *Biological Conservation* 93: 61-76.
- Esselink P., Fresco L.F.M. & Dijkema K.S. 2002. Vegetation change in a man-made salt marsh affected by a reduction in both grazing and drainage. *Applied Vegetation Science* 5: 17-32.
- Haas H.A., Tosserams M. & De Groot I. 2001. Balanceren tussen zoet en zout: ruimte voor veerkracht en veiligheid in de Delta. RIZA-rapport 2001.014/RIKZ-rapport 2001.18. RIKZ, Den Haag.
- Helmer, W., Vellinga, P., Litjens, G., Goosen, H., Ruijgrok, E., and Overmars, W. Meegroeien met de Zee. Naar een veerkrachtige kustzone. 1996. Wereld Natuur Fonds.
- It Fryske Gea. Monitoringvoorstel Proefverkweldering Noard Fryslân Bûtendyks. 1998. Beetsterzwaag, It Fryske Gea.
- Jager, H. and Rintjema, S. Vegetatie-onderzoek brakke poldergebied Eanjumer kolken 1995-1997. 1998. Olterterp, It Fryske Gea.
- Janssen, G. M. Herstel van estuarine gradiënten in het Waddengebied. Een onderbouwing van de ecologische meerwaarde van dit herstel en een eerste aanzet tot uitwerking. RIKZ/2000.021. 2000. Haren, Rijksinstituut voor Kust en Zee RIKZ.

- Kaarsemaker, S. De gevolgen voor de natuur bij het doorsteken van de Brielse Gatdam. Een probleemverkenning. Incl. bijl. 1997. Rotterdam, Projectorganisatie Maasvlakte 2.
- Knaapen, J. P., Klijn, J., and van Eupen, M. Veerkracht van zoete en brakke wateren: een benadering vanuit ecologie en ruimte. RIZA werkdokument 99.137X. 1999. Lelystad, Staring Centrum SC-DLO, Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling RIZA.
- Kranenbarg, J. and Backx, J. J. G. M. Ruimtelijke en temporele aspecten bij ecologisch herstel van estuariene gebieden. Een verkenning middels vogel-, vis- en macrofaunasoorten. RIZA werkdokument 2001.210x. 2001. Lelystad, Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterzuivering RIZA.
- Kruijssen, B. W. J. M. and Wessels, Y. Natuurvriendelijke oever 't Hannesgat, monitoring 2000. Nota ANW 01.05. 2001. Haarlem, Rijkswaterstaat, Directie Noord-Holland.
- Leendertse, P. C., Karman, C. C., and Rozema, J. Zoete en zoute helofytenfilters langs de Afsluitdijk, een haalbaarheidsstudie. 1993. Amsterdam, Haren, Vrije Universiteit Amsterdam, Rijkswaterstaat dienst getijdewateren.
- Lenselink G. & Gerits R. 2000. Kansen voor herstel van zout-zoet overgangen in Nederland. RIZA-rapport 2000.032. RIZA, Lelystad.
- Malta, E., Stikvoort, E. C., and Craeymeersch, J. A. Herstel van estuariene gradiënten in de Oosterschelde: een verkenning naar effecten op de bodemdieren van het zachte substraat. 1998-01. 1998. Yerseke, Nederlands Instituut voor Oecologisch Onderzoek NIOO.
- Paalvast P., Peters H. & Van Sprundel L. 1998. MER beheer Haringvlietsluizen: over de grens van zout naar zoet. Hoofdrapport: milieueffect-rapport over een ander beheer van de Haringvlietsluizen. Rijkswaterstaat Directie Zuid-Holland, Rotterdam.
- Peletier, H., Meijer, M-L., Wannings, H., Borrius, K., and Speelman, B. De polder Breebaart. De ontwikkelingen in de polder Breebaart, resultaten van de monitoring in 2001. Werkdocument RIKZ/AB/2002.610x. 2002. Haren, Rijksinstituut voor Kust en Zee RIKZ.
- Rijsdorp, A. A., Vlug, J. A., Bakhuizen, J. J., and Schuitemaker, H. Het Noordzeekanaal. Basis voor brakke natuur! Ontwikkelingsplan natuur en landschap Noordzeekanaalgebied. RIZA nota 96.051. 1996. Lelystad, Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling RIZA.
- Smit C.J., Van Duin W.E., Henkens R.J.H.G. & Slim P.A. 2005. Casus Hondsbossche Zeewering: een verkenning van de ecologische effecten van verschillende kustverdedigingsvarianten in de omgeving van de Verenigde Harger- en Pettemerpolder. Alterra-rapport 1194. Alterra, Wageningen.
- Van Beek G.C.W. & Meijer A.J.M. 1998. Vis en bodemfauna. MER beheer Haringvlietsluizen: over de grens van zout naar zoet. Rijkswaterstaat Directie Zuid-Holland, Rotterdam.
- Van der Reest, P. and van Haperen, A. (1996): Het Rammegors; zoet, zout of brak? *De Levende Natuur*, 97:139-145.
- Van Nieuwenhuijze L., Sijmons D. & Hamhuis D. 1986. Inzending voor ideeënprijsvraag Nederland-rivierenland onder motto: ooit vaar. E.O. Wijers Stichting, Den Haag.
- Van Oevelen, D., van den Bergh, E., Ysebaert, T., and Meire, P. Literatuuronderzoek naar ontpolderingen. Rapport IN.R.2000.7. 2000. Brussel, Instituut voor Natuurbehoud.
- Van Oevelen, D., van den Bergh, E., Ysebaert, T., and Meire, P. Literatuuronderzoek naar estuariene herstelmaatregelen. Rapport IN.R.2000.4. 2000. Brussel, Instituut voor Natuurbehoud.

Vegter J. 2005. Waterstreefbeeld van veen tot zee: een werkdocument voor samenwerkingsprojecten op het raakvlak van water en natuur. Projectgroep Van Veen tot Zee.

Vroom, M., Coosen, J., and Hallie, F. Kansen voor oevers van getijdewateren. Inventarisatie en advies. Nota GWWS-91.062. 1991. Haren, Rijkswaterstaat, dienst Getijdewateren.

Wessels, Y. Brak bekeken; onderzoek naar optimalisatiemogelijkheden voor brakke watertypen. Stageverslag. 1998. Haarlem, Utrecht, Provincie Noord-Holland, Universiteit Utrecht.

Wolters H.A. 1996. Inrichtingsmaatregelen in de Kroon's Polders op Vlieland. Rijkswaterstaat Directie IJsselmeergebied, Lelystad.

Effect zoet water op zoute of brakke natuur

AquaSense. Ecologische effecten peildynamiek in zoute en brakke binnenwateren. Kennisinventarisatie. Rapportnummer 1786. 2002. Amsterdam, In opdracht van: Rijksinstituut voor Kust en Zee RIKZ. AquaSense.

Babarro J.M.F. & De Zwaan A. 2002. Influence of abiotic factors on bacterial proliferation and anoxic survival of the sea mussel *Mytilus edulis* L. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 273: 33-49.

Gotjé W., Graveland J., Broersen K. & Haas H. 2002. Ecologische effecten van peilbeheer en waterberging in zoute en brakke binnenwateren. In: Coops H. (red.). Ecologische effecten van peilbeheer: een kennisoverzicht. RIZA rapport 2002.040/RIKZ rapport 2002.041/DWW rapport DWW-2002-053.

Gray J.S. 1997. Marine biodiversity: patterns, threats and conservation needs. International Maritime Organization, London.

Kuiper J. 1973. De invloed van de Rijn op het fytoplankton van de Nederlandse kustwateren. Publicaties en verslagen Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee no. 1973-9.

Leenen, J.D., de Goffau, A., and Blauw, T.S. (1993): De effecten van het inlaten van gebiedsvreemd zoetwater op de waterbodem in een brakwater milieu, een casestudy in Zeeland. *H2O*, 26:181-187.

Peet G., Nijkamp H., Bus M. & Van Rossum J. 1993. Marine protected areas in Europe: report of a study within the framework of the BioMar project: marine coastal management: identification, description and mapping of biotopes. AIDEnvironment, Amsterdam.

Roeling Y.J.B. 1993. Markiezaat, 9 jaar Oosterschelde-af: beschrijving van het GIS Markiezaat. Rijkswaterstaat Directie Flevoland, Lelystad.

Sival F.P. 1996. Mesotrophic basiphilous communities affected by changes in soil properties in two dune slack chronosequences. *Acta Botanica Neerlandica* 45: 95-106.

Smit C.J., Brinkman A.G., Brasseur S.M.J.M., Dijkman E.M., Leopold M.F. & Reijnders P.J.H. 2003. Ecologische effecten van een derde spuimiddel in de Afsluitdijk op vogels, zeezoogdieren en beschermde habitats in de westelijke Waddenzee. Alterra-rapport 874. Alterra, Wageningen.

Stedebouwkundige Studiegroep. 1972. Zeeuws meer? Stedebouwkundige Studiegroep, Delft.

Van Nes E.H. 1989. De bodemfauna van het Volkerakmeer-Zoommeer in 1987-1988: invloed van verzoeting op estuariene fauna en kolonisatie door zoetwaterorganismen. Rijkswaterstaat, Dordrecht.

Van Rooij, S.A.M., Drost H.J., Alberts F.W., Beemster N. & Van Eerden M.R. 1996. Het Lauwersmeergebied: 25 jaar onderzoek ten dienste van natuurontwikkeling en beheer. Rijkswaterstaat Directie IJsselmeergebied, Lelystad.

Van Rooij, S.A.M., Groen K.P. & Roeling Y.J.B. 1996. De oevergebieden van het Vokerak-Zoommeer: ontwikkeling van het abiotisch milieu en vegetatie sinds 1987. Rijkswaterstaat Directie IJsselmeergebied, Lelystad.

Zoute natuur (resultaten uit zoekacties in Science Citation Index zijn niet vermeld)

Brouns J.J.W.M. 1988. The impact of sea level rise on the Dutch coastal ecosystems. NIOZ-rapport 1988-8/RIN-rapport 88-60. NIOZ, Texel.

Den Hartog C. 1975. Seagrasses: responses to ecological factors: community structure and dynamics. Special issue Aquatic Botany 1 (2).

Ketchum B.H. 1972. The water's edge: critical problems of the coastal zone. Conference proceedings, Cambridge.

Pernetta J., Leemans R. & Elder D. 1994. Impacts of climate change on ecosystems and species: marine and coastal ecosystems. IUCN, Gland.

Piernik A. 2003. Inland halophilous vegetation as indicator of soil salinity. Basic and Applied Ecology 4: 525-536.

Piernik A. 2005. Vegetation-environment relations on inland saline habitats in Central Poland. Phytocoenologia 35:19-37.

Rutten J. 1977. De Noordzee. Werkgroep 2000, Amersfoort.

Saeijs H.L.F. & Baptist H.J.M. 1976. Vogels Grevelingenmeer: ontwikkelingen vogelstand in een zout meer van 1971-1975. Rijkswaterstaat, Middelburg.

Ten Brink B.J.E. 1990. Natuur zoute wateren: samenvatting aanpak en resultaten. Basisrapport Derde Nota Waterhuishouding. Water voor nu en later. Rijkswaterstaat Dienst Getijdewateren, Den Haag.

Van Kley J.E. & Schaminée J.H.J. 2003. Large-scale ordination and gradient analysis of salt-marsh communities in the Netherlands in the light of the Dutch National Vegetation Classification. Phytocoenologia 33: 335-347.

Wolters H.E. 2006. Restoration of salt marshes. Proefschrift Rijksuniversiteit Groningen.

Bijlage 3 Beschouwde en uitgezonderde natuurdoeltypen en soorten

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de natuurdoeltypen (naar Bal et al. 2001) die in deze studie beschouwd zijn. Afkortingen van Fysisch-Geografische Regio's zijn toegelicht in Tabel 1 (par. 3.1).

Code	Naam	Fysisch Geografische Regio (Laag Nederland)
NDT	natuurdoeltype (NDT)	
3.1	Droogvallende bron en beek	DU
3.6	Langzaam stromende bovenloop	DU
3.8	Langzaam stromend riviertje	LV, RI
3.10	Langzaam stromende rivier en nevengeul	RI
3.11	Zoet getijdenwater	RI, ZK
3.12	Brak getijdenwater	GG
3.13	Brak stilstaand water	AZ, DU, ZK, (LV), (GG)
3.14	Gebufferde poel en wiel	vrijwel alle
3.15	Gebufferde sloot	AZ, DU, LV, RI, ZK
3.16	Dynamisch rivierbegeleidend water	RI
3.17	Geïsoleerde meander en petgat	LV, RI
3.18	Gebufferd meer	AZ, DU, LV, ZK
3.19	Kanaal en vaart	LV, RI, ZK, (DU)
3.20	Duinplas	DU
3.21	Zwakgebufferde sloot	(LV)
3.22	Zwakgebufferd ven (zwakgebufferde duinplas)	DU
3.24	Moeras	vrijwel alle, behalve GG
3.25	Natte strooiselruigte	vrijwel alle
3.26	Natte duinvallei	DU
3.27	Trilveen	LV
3.28	Veenmosrietland	LV
3.31	Dotterbloemgrasland van veen en klei	LV, RI, ZK, (AZ), (DU)
3.32	Nat, matig voedselrijk grasland	AZ, LV, RI, ZK
3.34	Droog kalkarm duingrasland	DU
3.35	Droog kalkrijk duingrasland	DU
3.38	Bloemrijk grasland van het zand- en veengebied	AZ, DU, LV
3.39	Bloemrijk grasland van het rivier- en zeekleigebied	RI, ZK
3.40	Kwelder, slufte en groen strand	DU, GG
3.41	Binnendijks zilt grasland	AZ, ZK
3.42	Natte heide (moerasheide)	LV
3.43	Natte duinheide	DU
3.46	Droge duinheide	DU
3.48	Strand en stuivend duin	DU, (AZ)
3.49	Rivierduin en -strand	RI
3.50	Akker van basenrijke gronden	RI, ZK
3.51	Akker van basenarme gronden	RI
3.52	Zoom, mantel en droog struweel van de hogere gronden	(LV)
3.53	Zoom, mantel en droog struweel van het rivieren- en zeekleigebied	AZ, RI, ZK
3.54	Zoom, mantel en droog struweel van de duinen	DU
3.55	Wilgenstruweel	vrijwel alle
3.56	Eikenhakhout en -middenbos	DU, RI
3.57	Elzen-essenhakhout en -middenbos	DU, LV, RI, ZK
3.59	Eiken-haagbeukenhakhout en -middenbos van zandgronden	DU
3.60	Park-stinzenbos	DU, RI, ZK
3.61	Ooibos	AZ, RI, ZK
3.62	Laagveenbos	LV, RI, ZK
3.63	Hoogveenbos	LV
3.64	Bos van arme zandgronden	DU
3.65	Eiken- en beukenbos van lemige zandgronden	DU, RI
3.66	Bos van voedselrijke, vochtige gronden	DU, RI
3.67	Bos van bron en beek	(DU)
3.69	Eiken-haagbeukenbos van zandgronden	DU
3.29	Nat schraalgrasland	LV, (DU), (RI)

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de habitatrictlijnsoorten (Bijlage II) die in deze studie zijn beschouwd (naar Janssen & Schaminée 2004).

Code soort	Naam Bijlage II soort	Fysisch Geografische Regio (Laag Nederland)
79	Kruipend moerasscherm (<i>Apium repens</i>)	ZK
748	Groenknolorchis (<i>Liparis loeselii</i>)	DU, LV
765	Drijvende waterweegbree (<i>Luronium natans</i>)	DU, LV
1014	Nauwe korfslak (<i>Vertigo angustior</i>)	DU, RI
1042	Gevlekte witsnuitlibel (<i>Leucorrhinia pectoralis</i>)	DU, LV
1060	Grote vuurvliinder (<i>Lycaena dispar</i>)	LV
1082	Gestreepte waterroofkever (<i>Graphoderus bilineatus</i>)	LV
1094	Zeeprik (<i>Petromyzon marinus</i>)	AZ, GG, RI
1099	Rivierprik (<i>Lampetra fluviatilis</i>)	AZ, RI
1102	Elft (<i>Alosa alosa</i>)	AZ, RI
1103	Fint (<i>Alosa fallax</i>)	AZ, GG
1106	Zalm (<i>Salmo salar</i>)	AZ, RI
1134	Bittervoorn (<i>Rhodeus sericeus amarus</i>)	LV, RI, ZK
1145	Grote modderkruiper (<i>Misgurnus fossilis</i>)	LV, RI, ZK
1149	Kleine modderkruiper (<i>Cobitis taenia</i>)	LV, RI, ZK
1163	Rivierdonderpad (<i>Cottus gobio</i>)	AZ, LV, RI, ZK
1166	Kamsalamander (<i>Triturus cristatus</i>)	RI, ZK
1318	Meervleermuis (<i>Myotis dasycneme</i>)	LV, RI, ZK
1337	Bever (<i>Castor fiber</i>)	RI, ZK
1351	Bruinvis (<i>Phocoena phocoena</i>)	GG
1365	Gewone zeehond (<i>Phoca vitulina</i>)	GG
2710	Geel schorpioenmos (<i>Hamatocaulis vernicosus</i>)	LV
3248	Tonghaarmuts (<i>Orthotrichum rogeri</i>)	ZK
1340*	Noordse woelmuis (<i>Microtus oeconomus arenicola</i>) *prioritaire soort	LV, ZK

Onderstaande natuurdoeltypen zijn uitgezonderd om één of meer van de volgende redenen:

-natuurdoeltype komt alleen in Hoog Nederland voor

-het betreft natuurdoeltypen uit de hfdgrpn 1 en 2 (nagenoeg natuurlijke of begeleid natuurlijke typen; Bal et al. 2001).

Deze zijn doorgaans beschreven op landschapsschaal; een te hoog schaalniveau voor de huidige studie

-in samenhang met het vorige punt: de typen uit hoofdgroep 1 en 2 worden ook niet beschreven in Waterlood.

- 1.1 Hoogveenlandschap
- 1.2 Nagenoeg-natuurlijk zand- en beekdallandschap
- 1.3 Nagenoeg-natuurlijk duinlandschap
- 1.4 Nagenoeg-natuurlijk estuarium
- 1.5 Nagenoeg-natuurlijk zout getijdeland
- 1.6 Open zee
- 2.1 Heuvellandschap
- 2.10 Zoetwatergetijdenlandschap
- 2.11 Kleiboslandschap
- 2.12 Begeleid-natuurlijk duinlandschap
- 2.13 Oeverlandschap van afgesloten zeearmen
- 2.14 Zoete afgesloten zeearm
- 2.15 Zoute afgesloten zeearm
- 2.16 Begeleid-natuurlijk estuarium
- 2.17 Begeleid-natuurlijk zout getijdenlandschap
- 2.2 Begeleid-natuurlijk zandlandschap
- 2.3 Begeleid-natuurlijk beekdallandschap
- 2.4 Laag-dynamisch rivierenlandschap
- 2.5 Hoog-dynamisch rivierenlandschap
- 2.6 Veenoermeeras
- 2.7 Laagveenlandschap
- 2.8 Zoet klei-oermeeras
- 2.9 Brak klei-oermeeras
- 3.2 Permanente bron
- 3.3 Snelstromende bovenloop
- 3.23 Zuur ven
- 3.30 Dotterbloemgrasland van beekdalen
- 3.33 Droog schraalgrasland van de hogere gronden
- 3.36 Kalkgrasland
- 3.37 Bloemrijk grasland van het heuvelland
- 3.4 Snelstromende midden- en benedenloop
- 3.44 Levend hoogveen
- 3.45 Droge heide
- 3.47 Zandverstuiving
- 3.5 Snelstromend riviertje
- 3.58 Eiken-haagbeukenhakhout en -middenbos van het heuvelland
- 3.68 Eiken-haagbeukenbos van het heuvelland
- 3.7 Langzaam stromende midden- en benedenloop
- 3.9 Snelstromende rivier en nevengeul

Bijlage 4 Kennistabel gevoeligheid voor verzilting natuurdoeltypen

-

code	naam	norm	globale indicatie	Gewicht_risicofactoren_die_zou_stress_kunnen_versterken	groeiseizoen	boven norm?	geschatte gevoeligheid	som geschatte gevoeligheid	max. overschrijdingsduur voordat significante schade c.q. sterfte optreedt	minimum	maximum
NDT	NDT	(gemiddelde plus 2 SD)	voor verzilting	Aquatisch milieu	Calciumarmoede					herstellijd (jaren)	herstellijd (jaren)
					om risicofactoren					c.q. ontwikkelijd	c.q. ontwikkelijd
3.1	Droogvallende bron en beek	263	-999	0.5	0.5	1	1	6	1	-999	-999
		263	-999	0.5	0.5	1	0	6	1	-999	-999
		263	-999	0.5	0.5	1	1	6	1	-999	-999
		263	-999	0.5	0.5	1	0	6	1	-999	-999
3.6	Langzaam stromende bovenloop	242	2	1	0.5	1.5	1	6	-999	0	10
		242	2	1	0.5	1.5	1	6	-999	0	10
		242	2	1	0.5	1.5	0	6	-999	0	10
		242	2	1	0.5	1.5	0	6	-999	0	10
3.8	Langzaam stromend rivertje	352	2	1	0	1	1	6	1	0	10
		352	2	1	0	1	1	6	1	0	10
		352	2	1	0	1	0	6	1	0	10
		352	2	1	0	1	0	6	1	0	10
3.10	Langzaam stromende rivier en nevengeul	349	2	1	0	1	1	6	-999	0	10
		349	2	1	0	1	1	6	-999	0	10
		349	2	1	0	1	0	6	-999	0	10
		349	2	1	0	1	0	6	-999	0	10
3.11	Zoet geïjldewater	358	-999	1	0	1	1	2	1	-999	-999
		358	-999	1	0	1	0	2	1	-999	-999
		358	-999	1	0	1	1	2	1	-999	-999
		358	-999	1	0	1	0	2	1	-999	-999
3.12	Brak geïjldewater	14051	-999	1	0	1	1	2	-999	-999	-999
		14051	-999	1	0	1	1	2	-999	-999	-999
		14051	-999	1	0	1	0	2	-999	-999	-999
		14051	-999	1	0	1	0	2	-999	-999	-999
3.13	Brak stilstaand water	623	-999	1	0	1	1	2	-999	-999	-999
		623	-999	1	0	1	0	2	-999	-999	-999
		623	-999	1	0	1	1	2	-999	-999	-999
		623	-999	1	0	1	0	2	-999	-999	-999
3.14	Geïjld water	344	2	1	0	1	1	6	1	0	10
		344	2	1	0	1	1	6	1	0	10
		344	2	1	0	1	0	6	1	0	10
		344	2	1	0	1	0	6	1	0	10
3.15	Geïjld sloot	346	-999	1	0	1	1	6	1	-999	-999
		346	-999	1	0	1	0	6	1	-999	-999
		346	-999	1	0	1	1	6	1	-999	-999
		346	-999	1	0	1	0	6	1	-999	-999
3.16	Dynamisch rivierbegeleidend water	352	2	1	0	1	1	6	-999	0	10
		352	2	1	0	1	1	6	-999	0	10
		352	2	1	0	1	0	6	-999	0	10
		352	2	1	0	1	0	6	-999	0	10
3.17	Geïjld meander en peilgat	291	2	1	0	1	1	6	1	0	10
		291	2	1	0	1	1	6	1	0	10
		291	2	1	0	1	0	6	1	0	10
		291	2	1	0	1	0	6	1	0	10
3.18	Geïjld meer	355	2	1	0	1	1	6	1	0	10
		355	2	1	0	1	1	6	1	0	10
		355	2	1	0	1	0	6	1	0	10
		355	2	1	0	1	0	6	1	0	10
3.19	Kanaal en vaart	342	-999	1	0	1	1	2	1	-999	-999
		342	-999	1	0	1	0	2	1	-999	-999
		342	-999	1	0	1	1	2	1	-999	-999
		342	-999	1	0	1	0	2	1	-999	-999

code	naam	norm	globale indicatie	Gewicht_risicofactoren	die_zoutstress_kunnen_versterken	groeiseizoen	boven_norm?	geschatte	som	max_overschrijfingsuur	minimum	maximum
NDT	NDT	(gemiddelde	gevoeligheid	Aquatisch milieu	Calciumaandeel	voor risicofactoren		gevoeligheid	gevoeligheid	voordat significante schade	hersteltijd (jaren)	c.q. omwikkeltijd
		plus 2 SD)	voor verzilting		som					c.q. sterfte optreedt	0	10
3.20	Duinplas	437	-999	1	0	1	1	1	2	-999	0	10
		437	-999	1	0	1	0	0	2	-999	0	10
		437	-999	1	0	1	1	1	2	-999	0	10
		437	-999	1	0	1	0	0	2	-999	0	10
3.21	Zwakgebufferde sloot	289	-999	1	0.5	1.5	1	2	6	-999	-999	-999
		289	-999	1	0.5	1.5	0	1	6	-999	-999	-999
		289	-999	1	0.5	1.5	0	2	6	-999	-999	-999
		289	-999	1	0.5	1.5	0	1	6	-999	-999	-999
3.22	Zwakgebufferd van (zwakgebufferde duinplas)	297	1	1	0.5	1.5	1	2	4	-999	0	10
		297	1	1	0.5	1.5	0	1	4	-999	0	10
		297	1	1	0.5	1.5	0	2	4	-999	0	10
		297	1	1	0.5	1.5	0	1	4	-999	0	10
3.24	Moeras	301	2	0.5	1	1	1	2	4	-999	0	25
		301	2	0.5	1	1	0	1	4	-999	0	25
		301	2	0.5	1	1	0	1	4	-999	0	25
		301	2	0.5	1	1	0	1	4	-999	0	25
3.25	Natte strooiselruigte	248	1	0.5	0.5	1	1	1	2	-999	0	10
		248	1	0.5	0.5	1	0	0	2	-999	0	10
		248	1	0.5	0.5	1	1	1	2	-999	0	10
		248	1	0.5	0.5	1	0	0	2	-999	0	10
3.26	Natte duinvallei	425	2	0.5	1	1	1	2	4	-999	0	10
		425	2	0.5	1	1	0	0	4	-999	0	10
		425	2	0.5	1	1	0	2	4	-999	0	10
		425	2	0.5	1	1	0	2	4	-999	0	10
3.27	Tilveen	228	2	0.5	1	1	1	2	5	-999	10	25
		228	2	0.5	1	1	0	1	5	-999	10	25
		228	2	0.5	1	1	0	2	5	-999	10	25
		228	2	0.5	1	1	0	1	5	-999	10	25
3.28	Veenmoerrietland	241	2	0.5	1	1.5	1	2	6	-999	10	25
		241	2	0.5	1	1.5	0	1	6	-999	10	25
		241	2	0.5	1	1.5	0	1	6	-999	10	25
		241	2	0.5	1	1.5	0	1	6	-999	10	25
3.29	Nat schraalgrasland	262	2	0.5	0.5	1	1	2	5	-999	10	25
		262	2	0.5	0.5	1	0	1	5	-999	10	25
		262	2	0.5	0.5	1	0	2	5	-999	10	25
		262	2	0.5	0.5	1	0	1	5	-999	10	25
3.31	Dotterbloemgrasland van veen en klei	258	-999	0.5	0.5	1	1	2	4	-999	-999	-999
		258	-999	0.5	0.5	1	0	1	4	-999	-999	-999
		258	-999	0.5	0.5	1	0	1	4	-999	-999	-999
		258	-999	0.5	0.5	1	0	0	4	-999	-999	-999
3.32	Nat, matig voedselrijk grasland	268	2	0.5	0.5	1	1	2	4	-999	10	25
		268	2	0.5	0.5	1	0	1	4	-999	10	25
		268	2	0.5	0.5	1	0	1	4	-999	10	25
		268	2	0.5	0.5	1	0	1	4	-999	10	25
3.34	Droog kalkarm duingrasland	281	2	0	1	1	1	2	6	-999	10	25
		281	2	0	1	1	0	1	6	-999	10	25
		281	2	0	1	1	0	2	6	-999	10	25
		281	2	0	1	1	0	1	6	-999	10	25
3.35	Droog kalkrijk duingrasland	240	2	0	0.5	0.5	1	2	4	-999	10	25
		240	2	0	0.5	0.5	0	1	4	-999	10	25
		240	2	0	0.5	0.5	0	2	4	-999	10	25
		240	2	0	0.5	0.5	0	1	4	-999	10	25

code	naam	norm (gemiddelde plus 2 SD)	globale indicatie gevoeligheid voor verzilting	Gewicht_risicofactoren die zoutstress kunnen versterken	groei seizoen	boven norm?	geschatte gevoeligheid	som geschatte gevoeligheid	max. overschrijfingsuur voordat significante schade c.q. sterfte optreedt	minimum herestijf (jaren) c.q. onwikkeltijd	maximum herestijf (jaren) c.q. onwikkeltijd
3.38	Bloemrijk grasland van het zand- en veengebied	256 -999 256 -999	0 0.5 0 0.5	0.5 0.5 0.5 0.5	1 1 0 0	1 0 1 0	1 0 1 0	2 2 2 2	-999 -999 -999 -999	-999 -999 -999 -999	-999 -999 -999 -999
3.39	Bloemrijk grasland van het rivier- en zeekleigebied	254 2 254 2 254 2	0 0 0 0 0 0	0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5	1 1 0 1 0 0	1 0 1 1 0 0	2 1 4 4 1 4	4 4 4 4 4 4	-999 -999 -999 -999 -999 -999	10 10 10 10 10 10	25 25 25 25 25 25
3.40	Kwelder, sluffer en groen strand	10617 0 10617 0	0 0.5 0 0.5	0 0.5 0 0.5	1 1 0 0	0 0 1 0	0 0 0 0	0 0 0 0	-999 -999 -999 -999	0 0 0 0	0 10 0 10
3.41	Binnendijks zilt grasland	9962 -999 9962 -999 9962 -999	0 0.5 0 0.5 0 0.5	0 0.5 0 0.5 0 0.5	1 1 0 0 0 0	1 0 1 1 0 0	1 2 1 2 1 2	2 2 2 2 2 2	-999 -999 -999 -999 -999 -999	-999 -999 -999 -999 -999 -999	-999 -999 -999 -999 -999 -999
3.42	Natte heide (moerasheide)	264 2 264 2 264 2	0 0.5 0 0.5 0 0.5	1 1.5 1 1.5 1 1.5	1 1 0 1 0 0	1 0 1 1 0 0	1 1 2 1 2 1	6 6 6 6 6 6	-999 -999 -999 -999 -999 -999	0 0 0 0 0 0	10 10 10 10 10 10
3.43	Natte duinheide	245 2 245 2 245 2 245 2	0 0.5 0 0.5 0 0.5 0 0.5	1 1.5 1 1.5 1 1.5 1 1.5	1 1 0 1 0 0 0 0	1 0 1 1 0 1 0 0	1 2 1 2 1 2 1 2	6 6 6 6 6 6 6 6	-999 -999 -999 -999 -999 -999 -999 -999	0 0 0 0 0 0 0 0	10 10 10 10 10 10 10 10
3.46	Droge duinheide	240 2 240 2 240 2	0 0 0 0 0 0	1 1 1 1 1 1	1 1 0 1 0 0	1 0 1 1 0 0	1 2 1 2 1 2	6 6 6 6 6 6	-999 -999 -999 -999 -999 -999	0 0 0 0 0 0	10 10 10 10 10 10
3.48	Strand en stuivend duin	603 1 603 1 603 1 603 1	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	1 1 0 1 0 0	1 0 1 1 0 0	1 1 1 1 1 1	2 2 2 2 2 2	-999 -999 -999 -999 -999 -999	0 0 0 0 0 0	10 10 10 10 10 10
3.49	Rivierduin en -strand	255 2 255 2 255 2	0 0.5 0 0.5 0 0.5	1 1 1 1 1 1	1 1 0 1 0 0	1 0 1 1 0 0	2 1 4 2 1 4	4 4 4 4 4 4	-999 -999 -999 -999 -999 -999	0 0 0 0 0 0	10 10 10 10 10 10
3.50	Akker van basenrijke gronden	230 -999 230 0 230 -999 230 -999	0 0.5 0 0.5 0 0.5 0 0.5	0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5	1 1 0 1 0 0	1 0 1 1 0 0	1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1	-999 -999 -999 -999 -999 -999	-999 -999 -999 -999 -999 -999	-999 -999 -999 -999 -999 -999
3.51	Akker van basenarme gronden	241 -999 241 -999 241 -999	0 0 0 0 0 0	1 1 1 1 1 1	1 1 0 1 0 0	0 0 1 0 0 0	1 1 1 1 1 1	4 4 4 4 4 4	-999 -999 -999 -999 -999 -999	-999 -999 -999 -999 -999 -999	-999 -999 -999 -999 -999 -999
3.52	Zoorn, mantel en droog struweel van de hogere gronden	259 1 259 1 259 1 259 1	0 0.5 0 0.5 0 0.5 0 0.5	0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5	1 1 0 1 0 0	1 0 1 1 0 0	1 1 1 1 1 1	2 2 2 2 2 2	-999 -999 -999 -999 -999 -999	0 0 0 0 0 0	10 10 10 10 10 10
3.53	Zoorn, mantel en droog struweel van het rivieren- en zeekleigebied	231 1 231 1 231 1	0 0 0 0 0 0	0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5	1 1 0 1 0 0	1 0 1 1 0 0	1 0 1 1 1 1	2 2 2 2 2 2	-999 -999 -999 -999 -999 -999	0 0 0 0 0 0	10 10 10 10 10 10

code	naam	norm (gemiddelde plus 2 SD)	globale indicatie gevoeligheid voor verzilting	Gewicht_risicofactoren_die_zoutstress_kunnen_versterken	groeiseizoen	boven norm?	geschatte gevoeligheid	som geschatte gevoeligheid	max. overschrijfingsuur voordat significante schade c.q. sterfte optreedt	minimum hersteltijd (jaren) c.q. onwikkeltijd	maximum hersteltijd (jaren) c.q. onwikkeltijd
NDT	NDT			Calciumaarde som risicofactoren							
3.54	Zoem, mantel en droeg struweel van de duinen	248	2	0 0.5 0.5	1	1	2	3	-999	0	10
		248	2	0 0.5 0.5	1	0	0	3	-999	0	10
		248	2	0 0.5 0.5	0	1	1	3	-999	0	10
		248	2	0 0.5 0.5	0	0	0	3	-999	0	10
3.55	Wilgenstruweel	231	2	0.5 1 1	1	1	2	4	-999	0	10
		231	2	0.5 1 1	1	0	1	4	-999	0	10
		231	2	0.5 1 1	0	1	1	4	-999	0	10
		231	2	0.5 1 1	0	0	0	4	-999	0	10
3.56	Elkenhakhout en -middenbos	250	-999	0 1 1	1	1	1	2	-999	-999	-999
		250	-999	0 1 1	1	0	0	2	-999	-999	-999
		250	-999	0 1 1	0	1	1	2	-999	-999	-999
		250	-999	0 1 1	0	0	0	2	-999	-999	-999
3.57	Elzen-essenhakhout en -middenbos	217	-999	0.5 1 1	1	1	2	4	-999	-999	-999
		217	-999	0.5 1 1	1	0	1	4	-999	-999	-999
		217	-999	0.5 1 1	0	1	1	4	-999	-999	-999
		217	-999	0.5 1 1	0	0	0	4	-999	-999	-999
3.59	Elken-haagbeukenhakhout en -middenbos van zandgronden	210	-999	0 0.5 0.5	1	1	2	3	-999	-999	-999
		210	-999	0 0.5 0.5	1	0	0	3	-999	-999	-999
		210	-999	0 0.5 0.5	0	1	1	3	-999	-999	-999
		210	-999	0 0.5 0.5	0	0	0	3	-999	-999	-999
3.60	Park-sitzenbos	211	-999	0 0 0	1	1	2	3	-999	-999	-999
		211	-999	0 0 0	1	0	0	3	-999	-999	-999
		211	-999	0 0 0	0	1	1	3	-999	-999	-999
		211	-999	0 0 0	0	0	0	3	-999	-999	-999
3.61	Oelbos	241	2	0.5 0 0.5	1	1	2	3	-999	10	25
		241	2	0.5 0 0.5	1	0	0	3	-999	10	25
		241	2	0.5 0 0.5	0	1	1	3	-999	10	25
		241	2	0.5 0 0.5	0	0	0	3	-999	10	25
3.62	Laagveenbos	217	2	0.5 1 1	1	1	2	5	-999	25	99999
		217	2	0.5 1 1	1	0	1	5	-999	25	99999
		217	2	0.5 1 1	0	1	2	5	-999	25	99999
		217	2	0.5 1 1	0	0	0	5	-999	25	99999
3.63	Hoopveenbos	228	2	0.5 1 1.5	1	1	2	6	-999	25	99999
		228	2	0.5 1 1.5	1	0	1	6	-999	25	99999
		228	2	0.5 1 1.5	0	1	2	6	-999	25	99999
		228	2	0.5 1 1.5	0	0	0	6	-999	25	99999
3.64	Bos van arme zandgronden	262	2	0 1 1	1	1	2	3	-999	25	99999
		262	2	0 1 1	1	0	0	3	-999	25	99999
		262	2	0 1 1	0	1	1	3	-999	25	99999
		262	2	0 1 1	0	0	0	3	-999	25	99999
3.65	Elken- en beukenbos van lemige zandgronden	223	2	0 1 1	1	1	2	4	-999	25	99999
		223	2	0 1 1	1	0	1	4	-999	25	99999
		223	2	0 1 1	0	1	1	4	-999	25	99999
		223	2	0 1 1	0	0	0	4	-999	25	99999
3.66	Bos van voedselrijke, vochtige gronden	216	2	0 0.5 0.5	1	1	2	4	-999	25	99999
		216	2	0 0.5 0.5	1	0	1	4	-999	25	99999
		216	2	0 0.5 0.5	0	1	1	4	-999	25	99999
		216	2	0 0.5 0.5	0	0	0	4	-999	25	99999
3.67	Bos van bron en beek	212	2	0.5 0.5 1	1	1	2	3	-999	25	99999
		212	2	0.5 0.5 1	1	0	0	3	-999	25	99999
		212	2	0.5 0.5 1	0	1	1	3	-999	25	99999
		212	2	0.5 0.5 1	0	0	0	3	-999	25	99999

code	naam	norm	globale indicatie	Gewicht risicofactoren die zoutstress kunnen versterken		groei seizoen	boven norm?	geschatte	som	max. overschrijdingsduur	minimum
				Aquatisch milieu	Calciumniveaus						
NDT	NDT	(gemiddelde plus 2 SD)	voor verzilting	0	0.5	1	1	gevoeligheid	c.q. sterfte optreedt	c.q. onwikkelfijd	
3.69	Eiken-haagbeukenbos van zandgronden	210	2	0	0.5	1	1	2	-999	25	
		210	2	0	0.5	1	0	0	-999	99999	
		210	2	0	0.5	0	1	1	-999	25	
		210	2	0	0.5	0	0	0	-999	99999	
								3		25	
								3		99999	
								3		25	
								3		99999	

Bijlage 5 Kennistabel gevoeligheid voor verzilting – Bijlage II soorten

code	naam	norm	globale indicatie	Gewicht risicofactoren die zoutstress kunnen verscherpen	groei seizoen	boven norm?	geschatte gevoeligheid	som geschatte gevoeligheid	max. overschrijdingstuur voordat significante schade c.q. sterfte optreedt	minimum herstellijd (jaren) c.q. ontwikkelijd	maximum herstellijd (jaren) c.q. ontwikkelijd
soort		(gemiddelde plus 2 SD)	gevoeligheid voor verzilting	Aquatisch milieu Calciumarmoede som risicofactoren							
1831	Drijvende waterweegpree (<i>Luronium natans</i>)	227	2	1 0.5 1.5	1	1	2	6	-999	-999	-999
		227	2	1 0.5 1.5	0	1	1	6	-999	-999	-999
		227	2	1 0.5 1.5	0	0	1	6	-999	-999	-999
1383	Geel schorpioenmos (<i>Hamatocaulis vermicosus</i>)	233	1	0.5 0.5 1	1	1	1	2	-999	-999	-999
		233	1	0.5 0.5 1	1	0	0	2	-999	-999	-999
		233	1	0.5 0.5 1	0	1	1	2	-999	-999	-999
		233	1	0.5 0.5 1	0	0	0	2	-999	-999	-999
1903	Groenklororchis (<i>Liparis loeselii</i>)	321	1	0.5 0.5 1	1	1	1	2	-999	-999	-999
		321	1	0.5 0.5 1	1	0	0	2	-999	-999	-999
		321	1	0.5 0.5 1	0	1	1	2	-999	-999	-999
		321	1	0.5 0.5 1	0	0	0	2	-999	-999	-999
1614	Kruipend moerasschierm (<i>Apium repens</i>)	284	2	0.5 0.5 1	1	1	2	4	-999	-999	-999
		284	2	0.5 0.5 1	1	0	0	4	-999	-999	-999
		284	2	0.5 0.5 1	0	1	2	4	-999	-999	-999
		284	2	0.5 0.5 1	0	0	0	4	-999	-999	-999
1387	Tonghaanmuis (<i>Orthotrichum rogeri</i>)	999	1	0.5 0.5 1	1	1	1	2	-999	-999	-999
		999	1	0.5 0.5 1	1	0	0	2	-999	-999	-999
		999	1	0.5 0.5 1	0	1	1	2	-999	-999	-999
		999	1	0.5 0.5 1	0	0	0	2	-999	-999	-999
1014	Nauwe korrijslak (<i>Vertigo angustior</i>)	999	0	0.5 0.5 1	1	1	1	2	-999	-999	-999
		999	0	0.5 0.5 1	1	0	0	2	-999	-999	-999
		999	0	0.5 0.5 1	0	1	1	2	-999	-999	-999
		999	0	0.5 0.5 1	0	0	0	2	-999	-999	-999
1042	Gevlekte witsnuilbeel (<i>Leucorhina pectoralis</i>)	999	2	1 0.5 1.5	1	1	2	6	-999	-999	-999
		999	2	1 0.5 1.5	1	0	1	6	-999	-999	-999
		999	2	1 0.5 1.5	0	1	2	6	-999	-999	-999
		999	2	1 0.5 1.5	0	0	1	6	-999	-999	-999
1060	Grote vuurvlinder (<i>Lycena dispar</i>)	999	0	0.5 0.5 1	1	1	1	2	-999	-999	-999
		999	0	0.5 0.5 1	1	0	0	2	-999	-999	-999
		999	0	0.5 0.5 1	0	1	1	2	-999	-999	-999
		999	0	0.5 0.5 1	0	0	0	2	-999	-999	-999
1082	Gestreepte waterroofter (<i>Graphoderus bilineatus</i>)	999	1	1 0.5 1.5	1	1	1	2	-999	-999	-999
		999	1	1 0.5 1.5	1	0	0	2	-999	-999	-999
		999	1	1 0.5 1.5	0	1	1	2	-999	-999	-999
		999	1	1 0.5 1.5	0	0	0	2	-999	-999	-999
1084	Zeeprink (<i>Petromyzon marinus</i>)	999	0	1 0 0	1	1	0	0	-999	-999	-999
		999	0	1 0 0	1	0	0	0	-999	-999	-999
		999	0	1 0 0	1	1	0	0	-999	-999	-999
		999	0	1 0 0	0	0	0	0	-999	-999	-999
1099	Rivierprink (<i>Lampetra fluviatilis</i>)	999	1	1 0 0	1	1	1	2	-999	-999	-999
		999	1	1 0 0	1	0	0	2	-999	-999	-999
		999	1	1 0 0	0	1	1	2	-999	-999	-999
		999	1	1 0 0	0	0	0	2	-999	-999	-999
1102	Elft (<i>Alosa alosa</i>)	999	0	1 0 0	1	1	0	0	-999	-999	-999
		999	0	1 0 0	1	0	0	0	-999	-999	-999
		999	0	1 0 0	1	1	0	0	-999	-999	-999
		999	0	1 0 0	0	0	0	0	-999	-999	-999
1103	Fint (<i>Alosa fallax</i>)	999	0	1 0 0	1	1	0	0	-999	-999	-999
		999	0	1 0 0	1	0	0	0	-999	-999	-999
		999	0	1 0 0	0	1	0	0	-999	-999	-999
		999	0	1 0 0	0	0	0	0	-999	-999	-999

code	naam	norm	globale indicatie	Gewicht risicofactoren die zoutstress kunnen versterken	groei seizoen	boven norm?	geschatte	som	max. overschrijdingsduur	minimum	maximum
soort	soort	(gemiddelde	gevoeligheid	Aquatisch milieu	Calciummooie		gevoeligheid	geschatte	voordat significante schade	herstelijd (jaren)	ontwikkeld
		plus 2 SD)	voor verzilting	som risicofactoren				gevoeligheid	c.q. sterfte optreedt	c.q.	
1106	Zalm (<i>Salmo salar</i>)	999	0	1	0	1	0	0	999	999	999
		999	0	1	0	1	0	0	999	999	999
		999	0	1	0	1	0	0	999	999	999
		999	0	1	0	1	0	0	999	999	999
1134	Biltvoorn (<i>Rhodeus sericeus amarus</i>)	999	1	1	0	1	1	2	999	999	999
		999	1	1	0	1	1	2	999	999	999
		999	1	1	0	1	1	2	999	999	999
		999	1	1	0	1	1	2	999	999	999
1145	Grote modderkruiper (<i>Misgurnus fossilis</i>)	999	1	1	0	1	1	2	999	999	999
		999	1	1	0	1	1	2	999	999	999
		999	1	1	0	1	1	2	999	999	999
		999	1	1	0	1	1	2	999	999	999
1149	Kleine modderkruiper (<i>Cobitis taenia</i>)	999	1	1	0	1	1	2	999	999	999
		999	1	1	0	1	1	2	999	999	999
		999	1	1	0	1	1	2	999	999	999
		999	1	1	0	1	1	2	999	999	999
1163	Rivierdonderpad (<i>Cottus gobio</i>)	999	0	1	0	1	0	0	999	999	999
		999	0	1	0	1	0	0	999	999	999
		999	0	1	0	1	0	0	999	999	999
		999	0	1	0	1	0	0	999	999	999
1166	Kamsalamander (<i>Triturus cristatus</i>)	999	1	1	0	1	1	2	999	999	999
		999	1	1	0	1	1	2	999	999	999
		999	1	1	0	1	1	2	999	999	999
		999	1	1	0	1	1	2	999	999	999
1318	Meenvleermuis (<i>Myotis dasycneme</i>)	999	1	0	0	1	1	1	999	999	999
		999	1	0	0	1	1	1	999	999	999
		999	1	0	0	1	1	1	999	999	999
		999	1	0	0	1	1	1	999	999	999
1337	Bever (<i>Castor fiber</i>)	999	1	0.5	0	1	1	2	999	999	999
		999	1	0.5	0	1	1	2	999	999	999
		999	1	0.5	0	1	1	2	999	999	999
		999	1	0.5	0	1	1	2	999	999	999
1340*	Noordse woelmuis (<i>Microtus oeconomus arenicolor</i>) "prioritaire so	999	0	0.5	0	1	0	0	999	999	999
		999	0	0.5	0	1	0	0	999	999	999
		999	0	0.5	0	1	0	0	999	999	999
		999	0	0.5	0	1	0	0	999	999	999
1351	Bruinvis (<i>Phocoena phocoena</i>)	999	1	1	0	1	0	0	999	999	999
		999	1	1	0	1	0	0	999	999	999
		999	1	1	0	1	0	0	999	999	999
		999	1	1	0	1	0	0	999	999	999
1365	Gewone zeehond (<i>Phoca vitulina</i>)	999	1	0.5	0	1	0	0	999	999	999
		999	1	0.5	0	1	0	0	999	999	999
		999	1	0.5	0	1	0	0	999	999	999
		999	1	0.5	0	1	0	0	999	999	999

